

Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 11

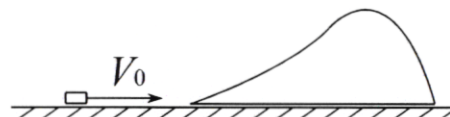
Шифр 5-022

(заполняется секретарём)

Вариант 11-04

1. Небольшой шарик висит на легкой нити длиной 18 см. Какую минимальную горизонтальную скорость надо сообщить шарик, 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.

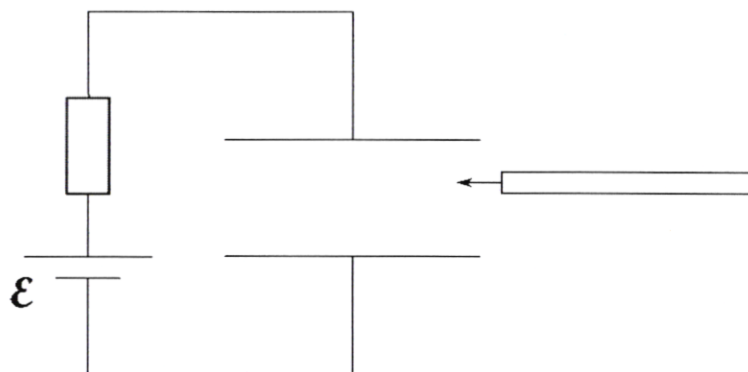


- 1) На какую максимальную высоту поднимается монета?
- 2) С какой скоростью монета съезжает с горки?

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°C в количестве $\nu_1 = 0,1$ моль. Во второй части находится гелий при температуре 7°C в количестве $\nu_2 = 0,4$ моль. Перегородка прорывается.

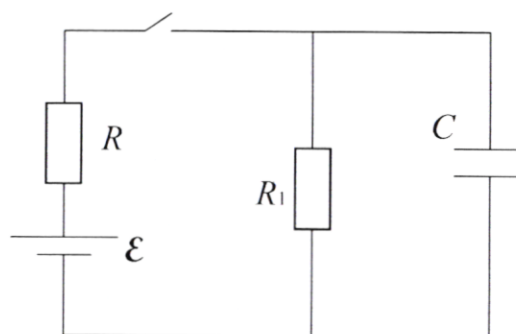
- 1) Какая температура (в градусах Цельсия) установится в сосуде после наступления термодинамического равновесия?
- 2) Найти конечное давление в сосуде.

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

$$l = 18 \text{ см} = 0,18 \text{ м} \quad \text{№ 1}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$v_2 = ?$$

Решение:

Для того, чтобы шарик совершил полный оборот, необходимо, чтобы сила натяжения нити в верхней точке была равна 0.

II з. Ньютона в верхней точке траектории:

$$m\vec{a}_y = m\vec{g} + \vec{T}$$

$$\text{на } O_y: m a_{2y} = m g_y + T_y, T = 0$$

$$m a_{2y} = m g$$

$$a_y = g$$

$$a_y = \frac{v^2}{l} = g \quad v^2 = gl$$

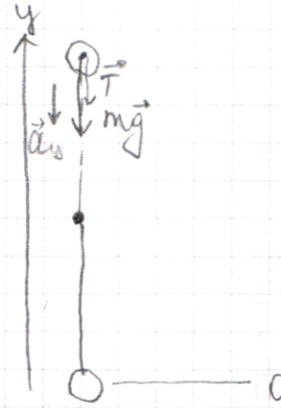
$$\text{ЗСЭ: } \frac{mv_2^2}{2} = 2mgl + \frac{mv^2}{2}$$

$$mv_2^2 = 4mgl + mv^2$$

$$v_2^2 = 4gl + v^2 = 4gl + gl = 5gl$$

$$v_2 = \sqrt{5gl} = \sqrt{5 \cdot 10 \cdot 0,18} = \sqrt{18 \cdot 5} = \sqrt{9} = 3 \text{ м/с}$$

Ответ: 3 м/с.



53

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

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

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

$$\nu_1 = 0,1 \text{ моль}$$

$$\nu_2 = 0,4 \text{ моль}$$

1) T - ?

2) p - ?

ν_1, T_1, ν_1	ν_2, T_2, ν_2
---------------------	---------------------

1) Запишем закон сохранения внутренней энергии (энергия сохраняется, т.к. сосуд теплоизолирован):

$$\frac{3}{2} \nu_1 R T_1 + \frac{3}{2} \nu_2 R T_2 = \frac{3}{2} (\nu_1 + \nu_2) R T$$

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

$$T = \frac{\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2}{\nu_1 + \nu_2} = \frac{0,1 \cdot 400 + 280 \cdot 0,4}{0,5} =$$

$$= \frac{400 + 4 \cdot 280}{5} = \frac{400}{5} + \frac{4 \cdot 280}{5} = 80 + 4 \cdot 56 = 304 \text{ K}$$

$$T = 31^\circ\text{C}$$

2) Запишем уравнение Клапейрона-Менделеева в молях, когда в газе процесс установившиеся:

$$p V = (\nu_1 + \nu_2) R T$$

$$p = \frac{(\nu_1 + \nu_2) R \cdot T}{V} = \frac{0,5 \cdot 8,31 \cdot 304}{8,31 \cdot 10^{-3}} = \frac{0,5 \cdot 304 \cdot 10^3}{8,31 \cdot 10^{-3}}$$

$$= \frac{5 \cdot 304 \cdot 10^3}{10} = 5 \cdot 304 \cdot 10^2 = 1520 \cdot 10^2 = 1,52 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

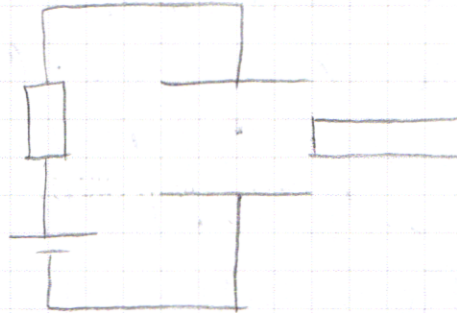
Ответ: 1) 31°C ; 2) $1,52 \cdot 10^5 \text{ Па}$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

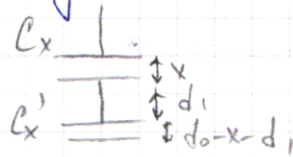
$$C_0, \epsilon, d_1 = \frac{d_0}{3} \quad \text{№4}$$

1) C_1 - ?

2) Δq - ?



1) Три вкрае проводящей пластины в конденсатор образует систему из двух конденсаторов, соединённых последовательно:



Тогда их общая ёмкость равна: $\frac{1}{C_1} = \frac{1}{C_x} + \frac{1}{C_{x'}}$

$$= \frac{C_x + C_{x'}}{C_x \cdot C_{x'}}; \quad C_1 = \frac{C_x \cdot C_{x'}}{C_x + C_{x'}}$$

$$C_0 = \frac{\epsilon_0 S}{d_0}; \quad C_x = \frac{\epsilon_0 S}{x}; \quad C_{x'} = \frac{\epsilon_0 S}{d_0 - x - d_1}$$

$$C_1 = \frac{C_x \cdot C_{x'}}{C_x + C_{x'}} = \frac{\frac{C_0 d_0}{x} \cdot \frac{C_0 d_0}{d_0 - x - d_1}}{\frac{C_0 d_0}{x} + \frac{C_0 d_0}{d_0 - x - d_1}} =$$

$$= \frac{(C_0 d_0)^2 x \cdot (d_0 - x - d_1)}{x(d_0 - x - d_1)(C_0 d_0 x + C_0 d_0 (d_0 - x - d_1))} = \frac{(C_0 d_0)^2}{C_0 d_0 (x + d_0 - x - d_1)} =$$

$$= \frac{C_0 d_0}{d_0 - d_1} = \frac{C_0 d_0}{d_0 - \frac{d_0}{3}} = \frac{C_0 d_0}{\frac{2d_0}{3}} = \frac{3C_0}{2} = 1,5 C_0$$

$$C_1 = 1,5 C_0$$

2) Т.к. конденсатор и резистор соединены последовательно, то заряд, прошедший через конденсатор будет равен заряду, прошедшему через резистор. Тогда Δq равно изменению заряда на резисторе конденсатора:

$q_0 = C_0 \cdot U_0$, $q_1 = C_1 \cdot U_1$, напряжение на конденсаторе меняться не будет, т.к. конденсатор от цепи не отключается, тогда $\Delta q = q_1 - q_0 = C_1 U_1 - C_0 U_0 =$
 $= 1,5 C_0 \cdot U_1 - C_0 U_0 = C_0 (1,5 U_1 - U_0)$, $U_1 = U_0 =$

$$\Delta q = C_0 (1,5 U_0 - U_0) = 0,5 C_0 U_0;$$

по мере зарядки конденсатора ток в цепи будет падать и в конечном итоге цепи не будет, значит $U_0 = \mathcal{E}$, тогда $\Delta q = 0,5 \cdot C_0 \cdot U_0 = 0,5 C_0 \cdot \mathcal{E}$.

Запишем закон изменения энергии в цепи:

$$A_{ист} = \frac{\Delta W}{\mathcal{E} \Delta q}, \quad \frac{\Delta W}{C_0 U_0^2} - \text{изменение энергии на конденсаторе.}$$

$$2 \mathcal{E} \Delta q = C_1 U_1^2 - C_0 U_0^2$$

$$2 \mathcal{E} \Delta q = 1,5 C_0 U_1^2 - C_0 U_0^2, \quad \text{напряжение на конденсаторе не поменялось, поэтому } U_1 = U_0 = \mathcal{E}, \text{ т.к. процесс в цепи установившийся.}$$

$$2 \mathcal{E} \Delta q = 1,5 C_0 \mathcal{E}^2 - C_0 \mathcal{E}^2$$

$$2 \mathcal{E} \Delta q = 0,5 C_0 \mathcal{E}^2$$

$$4 \mathcal{E} \Delta q = C_0 \mathcal{E}^2$$

$$\Delta q = \frac{1}{4} C_0 \mathcal{E}.$$

$$\text{Ответ: 1) } 1,5 C_0; \quad 2) \Delta q = \frac{1}{4} C_0 \mathcal{E}.$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

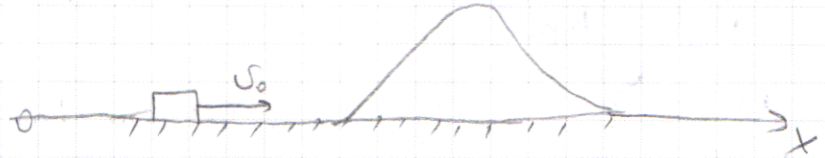
№2

m, v_0

$4m$

1) h - ?

2) v_1 - ?



1) Так как $m < 4m$, то при заезде на горку шайба не сойдет с горки с места, тогда запишем ЗСЭ для шайбы:

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

(т.к. шайба потом съехала назад, то скорость в верхней точке траектории будет равна 0), тогда

$$\frac{mv_0^2}{2} = mgh, \quad h = \frac{v_0^2}{2g}$$

2) При съезде назад шайба придаст горке импульс, тогда по закону сохранения импульса и закону сохранения энергии имеем:

$$mv_0 = mv_1 + 4mv_2$$

на Ox : $mv_0 = -mv_1 + 4mv_2$, $v_0 = -v_1 + 4v_2$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{4mv_2^2}{2} \quad v_0^2 = v_1^2 + 4v_2^2$$

$$v_1 = 4v_2 - v_0$$

$$v_0^2 = (4v_2 - v_0)^2 + 4v_2^2 = 16v_2^2 + v_0^2 - 8v_0v_2 + 4v_2^2$$

$$20v_2^2 = 8v_0v_2$$

$$20v_2 = 8v_0$$

$$5v_2 = 2v_0$$

$$v_2 = \frac{2v_0}{5}, \quad v_1 = 4v_2 - v_0 = \frac{8v_0}{5} - v_0 = \frac{3v_0}{5}$$

Объем: 1) $h = \frac{v_0^2}{2g}$
 2) $v_1 = \frac{3v_0}{5}$, направлена вверх.

$$\begin{array}{r} 320 \\ \times 16 \\ \hline 150 \\ 250 \\ \hline 400 \end{array}$$

1) При заезде на горку запишем ЗСЧ:

$$mv_0 = (m+4m)v_1$$

$$mv_0 = 5mv_1$$

$v_1 = \frac{v_0}{5}$ - скорость шара при заезде на горку

В верхней точке проекции скорости шара от-но горки равна 0, но от-но земли равна v_1 , запишем ЗСЧ:

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + mgh$$

$$v_0^2 = v_1^2 + 2gh$$

$$2gh = v_0^2 - v_1^2 = v_0^2 - \frac{v_0^2}{25} = \frac{24v_0^2}{25}$$

$$h = \frac{24v_0^2}{50g}$$

2) При съезде с горки запишем ЗСЧ и ЗСЧ:

$$5m \frac{v_0}{5} = -mv_1 + 4mv_2 \quad E_p + \frac{5mv_0^2}{50} = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{4mv_2^2}{2}$$

$$v_0 = -v_1 + 4v_2$$

$$v_1 = 4v_2 - v_0$$

$$E_p + 5mv_0^2 = 25mv_1^2 + 100mv_2^2$$

$$24v_0^2 + 5v_0^2 = 25v_1^2 + 100v_2^2$$

$$v_0^2 = 5v_1^2 + 20v_2^2$$

$$v_0^2 = 5(4v_2 - v_0)^2 + 20v_2^2 =$$

$$24v_0^2 + 5v_0^2 = 25(16v_2^2 + v_0^2 - 8v_2v_0) + 100v_2^2 = 5(16v_2^2 + v_0^2 - 8v_2v_0) + 20v_2^2$$

$$24v_0^2 + 5v_0^2 = 400v_2^2 + 25v_0^2 - 200v_2v_0 + 100v_2^2 = 80v_2^2 + 5v_0^2 - 40v_2v_0 + 20v_2^2$$

$$4v_0^2 + 200v_2v_0 - 500v_2^2 = 0$$

$$100v_2^2 + 4v_0^2 - 40v_2v_0 = 0$$

$$v_0^2 + 50v_2v_0 - 125v_2^2 = 0$$

$$25v_2^2 + v_0^2 - 10v_2v_0 = 0$$

$$(5v_2 - v_0)^2 = 0 \quad 5v_2 = v_0 \quad v_2 = \frac{v_0}{5}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2) При съезде с горки запишем 3ИИ и 3СЭ

$$5m \cdot \frac{v_0}{5} = -mv_1 + 4mv_2$$

$$mv_0 = -mv_1 + 4mv_2$$

$$v_0 = -v_1 + 4v_2$$

$$v_2 = \frac{v_0 + v_1}{4}$$

$$mgh + \frac{5mv_0^2}{50} = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{4mv_2^2}{2}$$

$$50mgh + 5mv_0^2 = 25mv_1^2 + 100mv_2^2$$

$$50gh + 5v_0^2 = 25v_1^2 + 100v_2^2$$

$$50 \cdot \frac{24v_0^2}{50} + 5v_0^2 = 25v_1^2 + 100v_2^2$$

$$24v_0^2 = 25v_1^2 + 100v_2^2$$

$$24v_0^2 = 25v_1^2 + \frac{100(v_0 + v_1)^2}{16}$$

$$384v_0^2 = 400v_1^2 + 100(v_0^2 + v_1^2 + 2v_0v_1)$$

$$384v_0^2 = 400v_1^2 + 100v_0^2 + 100v_1^2 + 200v_0v_1$$

$$284v_0^2 = 500v_1^2 + 200v_0v_1$$

$$142v_0^2 = 250v_1^2 + 100v_0v_1$$

$$71v_0^2 = 125v_1^2 + 50v_0v_1$$

$$125v_1^2 + 50v_0v_1 - 71v_0^2 = 0$$

Ответ: 1) $h = \frac{24v_0^2}{50g} = \frac{12v_0^2}{25g}$

2) $v_1 =$

решение кв. ур-ние.

н5

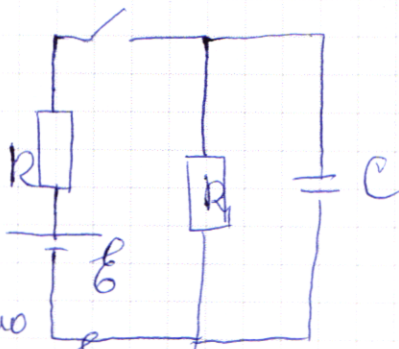
$R_1 = 4R, \mathcal{E}, C$

1) Сразу после замыкания
кнопа конденсатор

ещё не успевает зарядиться

и напряжение на нём равно

0 , тогда $I = \frac{\mathcal{E}}{R+R_1} = \frac{\mathcal{E}}{5R}$.



2) При замкнутом ключе процесс установится и напряжение на конденсаторе будет равно напряжению на 1 резисторе (R_1) и равно \mathcal{E} : $U_c = U_1 = \mathcal{E}$.

3) При размыкании ключа тепло будет выделиться на резисторе R_1 , на конденсаторе заряд будет сохраняться, тогда по ЗСЭ: $A_{ист} = Q + \Delta W_c$

$$A_{ист} = Q$$

$$\Delta Q = \Delta Q_1 + \Delta Q_c$$

$$\Delta Q_c = \Delta Q - \Delta Q_1$$

$$\mathcal{E} \Delta Q = Q + \frac{\mathcal{E} (\Delta Q - \Delta Q_1)^2}{2C}$$

$$Q = \mathcal{E} \Delta Q - \frac{(\Delta Q - \Delta Q_1)^2}{2C}$$

$$Q = \mathcal{E} \Delta Q - \frac{(\Delta Q - \Delta Q_1)^2}{2C}$$

$$Q = \mathcal{E}^2 C$$

$$\mathcal{E} \Delta Q = Q$$

$$\mathcal{E} \Delta I \Delta t = Q$$

$$Q = \mathcal{E} \Delta I \Delta t$$

$$\Delta Q_1 = \frac{\mathcal{E}^2 C}{2}$$

Ответ: 1) $I = \frac{\mathcal{E}}{5R}$

2) $U_c = \mathcal{E}$

3) $Q = \mathcal{E}^2 C$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2) напряжение на конден. при замыкании

$$U_c = U_1 = \mathcal{E} - U_R$$

$$\mathcal{E} = U_R + U_1$$

$$U_1 = \mathcal{E} - U_R$$

$$A_{\text{ист}} = \Delta W$$

$$A_{\text{ист}} = \Delta W$$

$$\mathcal{E} \Delta q = \frac{\Delta C U^2}{2}$$

$$\mathcal{E} \Delta q = \frac{(C_1 - C_0) U^2}{2}$$

$$2 \mathcal{E} \Delta q = (1,5 C_0 - C_0) U^2$$

$$2 \mathcal{E} \Delta q = 0,5 C_0 U^2$$

$$2 \mathcal{E} \Delta q = \frac{1}{2} C_0 U^2$$

$$2 \mathcal{E} \Delta q = \frac{1}{2} C_0 \mathcal{E}^2$$

$$2 \Delta q = \frac{1}{2} C_0 \mathcal{E}$$

$$\Delta q = \frac{1}{4} C_0 \mathcal{E}$$

$$C_1 U_1 - C_0 U_0 = 0,5 C_0 U_0$$

$$\Delta C = C_1 - C_0$$

$$\mathcal{E} \Delta q = \frac{q_1^2}{2C_1} - \frac{q_0^2}{2C_0}$$

$$2 \mathcal{E} \Delta q = \frac{q_1^2}{C_1} - \frac{q_0^2}{C_0}$$

$$2 \mathcal{E} \Delta q C_0 = q_1^2 C_0 - q_0^2 C_1$$

$$1,5 \cdot 2 \mathcal{E} \Delta q C_0 = q_1^2 C_0 - q_0^2 \cdot 1,5 C_0$$

$$3 \mathcal{E} \Delta q C_0 = q_1^2 - 1,5 q_0^2$$

$$3 \mathcal{E} (q_1 - q_0) C_0 = q_1^2 - \frac{3}{2} q_0^2$$

$$6 \mathcal{E} (q_1 - q_0) C_0 = 2 q_1^2 - 3 q_0^2$$

$$2 q_1^2 - 3 q_0^2 - 6 \mathcal{E} C_0 (q_1 - q_0) = 0$$

$$2 q_1^2 - 6 \mathcal{E} C_0 q_1 - 3 q_0^2 + 6 \mathcal{E} C_0 q_0 = 0$$

$$36 \mathcal{E}^2 C_0^2 - 8 (6 \mathcal{E} C_0 q_0 - 3 q_0^2) = 36 \mathcal{E}^2 C_0^2 - 24 (2 C_0 \mathcal{E} q_0 - q_0^2)$$

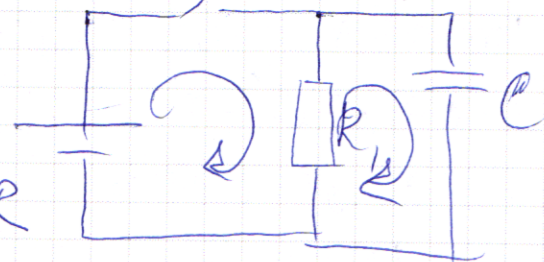
$$C_1 U_1 - C_0 U_0 = 1,5 C_0 U_1 - C_0 U_0 = C_0 (1,5 U_1 - U_0) =$$

2) $U = \mathcal{E}$

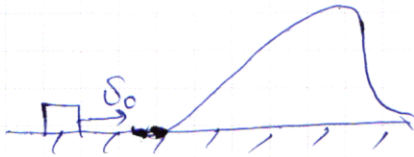
Во все соед. параллельно

значит $\mathcal{E} U_c = U_1 = \mathcal{E}, R$

$$U_c = \mathcal{E}$$



№2:



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

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

m, v₀
4m

$$mv_0 = -mv_1 + 4mv_2 \quad v_0 + v_1 = 4v_2$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{4mv_2^2}{2} \quad v_1 = 4v_2 - v_0$$

$$v_0^2 = v_1^2 + 4v_2^2 \quad \frac{mv_0^2}{25} + mgh = \frac{mv_0^2}{2}$$

$$v_0^2 = 16v_2^2 + v_0^2 - 8v_0v_2 + 4v_2^2 \quad 2mv_0^2 + 50mgh = 25mv_0^2$$

$$20v_2^2 = 8v_0v_2 \quad 50gh = 23v_0^2$$

$$v_2 = \frac{2v_0}{5}$$

$$v_1 = 4v_2 - v_0 = \frac{8v_0}{5} - v_0 = \frac{3v_0}{5}$$

Ответ: $h = \frac{v_0^2}{2g}$; $v_0 = \frac{3v_0}{5}$

3) Q - ? ЗЦТ: $A_{\text{уч}} = \Delta W + Q$

$$\mathcal{E} \Delta q = \Delta W + Q$$

$$\mathcal{E} \cdot \frac{\mathcal{E} \Delta t}{5R} = Q \quad \frac{\mathcal{E}^2 \Delta t}{5R}$$

$$\left(\frac{\mathcal{E}}{5R}\right)^2 \Delta t = \frac{\mathcal{E}^2 \Delta t}{25R^2 \cdot 4R}$$

$$= \frac{16R^2 \cdot 4R}{\mathcal{E}^2 \Delta t} = \frac{64R^3}{\mathcal{E}^2 \Delta t}$$

2
x 24
144
26
384
x 25
150
25
400

$$mv_0 = -mv_1 + 4mv_2$$

$$v_0 = -v_1 + 4v_2$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{4mv_2^2}{2}$$

$$v_0^2 = v_1^2 + 4v_2^2$$

$$v_1 = 4v_2 - v_0$$

$$v_0^2 = (4v_2 - v_0)^2 + 4v_2^2 = 16v_2^2 + v_0^2 - 8v_0v_2 + 4v_2^2$$

$$v_0^2 = 20v_2^2 + v_0^2 - 8v_0v_2$$

$$20v_2 = 8v_0$$

$$5v_2 = 2v_0$$

$$v_2 = \frac{2v_0}{5}$$

$$v_1 = 4v_2 - v_0 = \frac{8v_0}{5} - v_0 = \frac{3v_0}{5}$$

$$= \frac{3v_0}{5}$$

125
71
125
8752
33215
35500
38000

2500

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

дано: $l = 18 \text{ см} = 0,18 \text{ м}$

$g = 10 \text{ м/с}^2$

полный оборот в верт.

м-м:

$v_2 = ?$

где полного оборота
в верх точке траектории
формулы выходи, равенство
 $T=0$

в верхней точке: $ma_y = mg$
 $a_y = g$

$\frac{v^2}{l} = g$ $v^2 = lg$ $v = \sqrt{lg}$

$v_2 = \sqrt{5gl} = \sqrt{5 \cdot 10 \cdot 0,18} = \sqrt{18 \cdot 5} = \sqrt{90} = \frac{30}{\sqrt{10}} = 3 \text{ м/с}$

Ответ: 3 м/с .

v_2 м, v_0

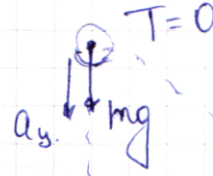
4 м

1) $h_{\text{max}} = ?$

2) $v_1 = ?$

ЗСЗ.

$v_1 = v_0 - 4v_2$



ЗСЗ: $\frac{mv_2^2}{2} = mg \cdot 2l + \frac{mv^2}{2}$

$\frac{mv_2^2}{2} = 2mgl + \frac{mv^2}{2}$

$mv_2^2 = 4mgl + mgl$

$mv_2^2 = 5mgl$

$v_2^2 = \frac{5gl}{10} = \frac{5 \cdot 10 \cdot 0,18}{10} = 0,9 \cdot 5 = 4,5$

ЗСЗ:

$mv_0^2 = mv_1^2 + 4mv_2^2$

$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{4mv_2^2}{2}$

$v_0^2 = v_1^2 + 4v_2^2$

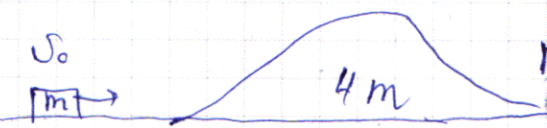
$v_0^2 = (v_0 - 4v_2)^2 + 4v_2^2$

$v_0^2 = v_0^2 + 16v_2^2 - 8v_0v_2 + 4v_2^2$

$20v_2^2 = 8v_0v_2$ $v_1 = v_0 - 4v_2 = v_0 - \frac{8v_0}{5}$

$20v_2 = 8v_0$

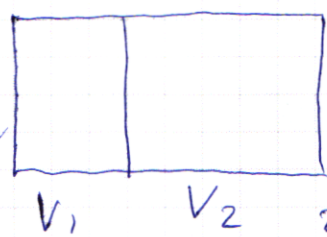
$v_2 = \frac{2v_0}{5}$



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

$T_1 = 127^\circ\text{C} = 400\text{K} \quad \nu_1 = 0,1 \text{ моль}$

$T_2 = 280\text{K} \quad \nu_2 = 0,4 \text{ моль}$



- 1) T - ?
- 2) p - ?

$8\nu_0^2 = 25\nu_1^2 + 100\nu_2^2$

$p_1 V_1 = \nu_1 R T$
 $p_2 V_2 = \nu_2 R T$
 3C): $\nu_2 = \frac{4\nu_0 + 5\nu_1}{20}$

$4\nu_0 = -5\nu_1 + \frac{20\nu_0^2}{4}$
 $\frac{4\nu_0 + 5\nu_1}{20}$

1) $U_1 + U_2 = U$

$\frac{3}{2}\nu_1 R T_1 + \frac{3}{2}\nu_2 R T_2 = \frac{3}{2}(\nu_1 + \nu_2) R T$

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

$T = \frac{\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2}{\nu_1 + \nu_2} = \frac{0,1 \cdot 400 + 280 \cdot 0,4}{0,5} = \frac{400 + 1120}{0,5} = \frac{1520}{0,5} = 304\text{K}$

2) $pV = (\nu_1 + \nu_2) RT$

$p = \frac{(\nu_1 + \nu_2) RT}{V} = \frac{0,5 \cdot R \cdot 304}{8,31 \cdot 10^{-3}} = \frac{0,5 \cdot 8,31 \cdot 304}{8,31 \cdot 10^{-3}}$

$= 0,5 \cdot 304 \cdot 10^3 = \frac{5 \cdot 304 \cdot 10^3}{10} = 5 \cdot 304 \cdot 10^2 = 1520 \cdot 10^2 =$

$= 1,52 \cdot 10^5 \text{ Па}$

$\frac{4m\nu_0}{5} = -m\nu_1 + 4m\nu_2$

$\frac{4m\nu_0^2}{25} = \frac{m\nu_1^2}{2} + \frac{4m\nu_2^2}{2}$

$m\nu_0 = m\nu_1 + 4m\nu_2$

$m\nu_0 = 5m\nu_2$

$\frac{m\nu_0^2}{2} = \frac{m\nu_0^2}{50} + mgh$

$25\nu_0^2 = \nu_0^2 + 50gh$

$24\nu_0^2 = 50gh$

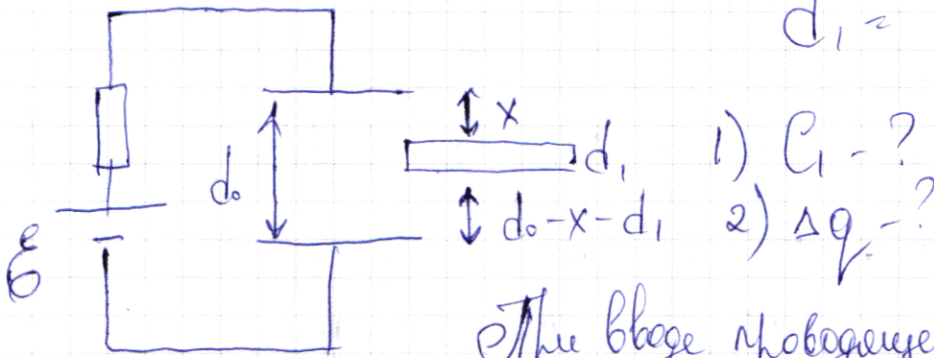
$h = \frac{24\nu_0^2}{50g}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

54

ϵ, C_0

$$d_1 = \frac{d_0}{3}$$



1) $C_1 - ?$
2) $\Delta q - ?$

При вводе проводящей пластины в конденсатор получается система из двух последовательно соединенных конденсаторов.

$$C_0 = \frac{\epsilon_0 S}{d_0}$$

$$C_x = \frac{\epsilon_0 x S}{x} = \epsilon_0 S$$

$$C_{x'} = \frac{\epsilon_0 (d_0 - x - d_1) S}{d_0 - x - d_1}$$

$$\frac{1}{C_1} = \frac{1}{C_x} + \frac{1}{C_{x'}} = \frac{C_{x'} + C_x}{C_x \cdot C_{x'}}$$

$$C_x = \frac{\epsilon_0 S}{x} = \frac{C_0 d_0}{x}$$

$$C_1 = \frac{C_x \cdot C_{x'}}{C_{x'} + C_x}$$

$$C_{x'} = \frac{\epsilon_0 S}{d_0 - x - d_1} = \frac{C_0 S}{\frac{2d_0}{3} - x}$$

$$= \frac{\frac{C_0 d_0}{x} \cdot \frac{C_0 d_0}{\frac{2d_0}{3} - x}}{\frac{C_0 d_0}{x} + \frac{C_0 d_0}{\frac{2d_0}{3} - x}}$$

$$= \frac{C_0 d_0}{\frac{2d_0}{3} - x}$$

$$\frac{C_0 d_0}{x} + \frac{C_0 d_0}{\frac{2d_0}{3} - x}$$

$$= \frac{C_0^2 d_0^2 x (\frac{2d_0}{3} - x)}{x (\frac{2d_0}{3} - x) (C_0 d_0 (\frac{2d_0}{3} - x) + x C_0 d_0)}$$

$$= \frac{(C_0 d_0)^2}{C_0 d_0 (\frac{2d_0}{3} - x + x)} = \frac{C_0 d_0}{\frac{2d_0}{3}}$$

$$= \frac{3 C_0 d_0}{2 d_0} = \frac{3 C_0}{2} = 1,5 C_0$$

2) Δq ; $\Delta q = \frac{\Delta I}{\Delta t}$ $q = C U$ $\epsilon \neq U_R = U_0$ $U_0 = ?$

$q(t) = C(t) \cdot U$ $q_0: \epsilon = U_{R1} + U_{C1}$

$\epsilon = U_R + \frac{\Delta q}{C_1}$ $после: \epsilon = U_{R2} + U_{C2}$

$\epsilon = \frac{I}{R} = \frac{\epsilon}{R}$
 $\frac{5 \mu S_1^2}{2} = \frac{\mu S_x^2}{2} + \frac{4 \mu S_2^2}{2}$

$q = C U$ $U_1 = U_0$
 $q_0 = C_0 U_0$ $5 S_1^2 = \mu S_x^2 + 4 S_2^2$
 $q_1 = C_1 U_1$ $\frac{U_0^2}{5} = S_0^2 + 4 S_2^2$

$\Delta q = q_1 - q_0 = C_1 U_1 - C_0 U_0 = 1,5 C_0 U_1 - C_0 U_0 = C_0 U_0 (1,5 \frac{U_1}{U_0} - 1)$

$= C_0 (1,5 U_1 - U_0) = C_0 (1,5 U_0 - U_0) = 0,5 C_0 U_0 =$

$= \frac{2 U_0^2}{5} = S_1^2 + S_2^2$ $U_0 = \epsilon$ $A_{ист} = 1 W$
 $\epsilon \Delta q = \frac{C_1 U^2}{2} - \frac{C_0 U^2}{2}$

$q_0 = C_0 U_0$ $q_1 = C_1 U_0$

$\Delta q = q_1 - q_0 = C_1 U_0 - C_0 U_0 = U_0 (C_1 - C_0) = U_0 (1,5 C_0 - C_0) = 0,5 C_0 U_0 =$

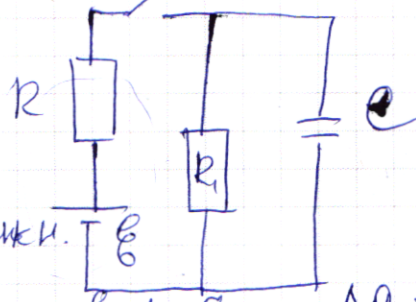
$= 0,5 C_0 \epsilon$ $\epsilon \Delta q = U^2 (C_1 - C_0)$
 $S_0^2 = 5(S_x^2 + 4(S_1^2 + \frac{4 S_0^2}{25} + \frac{4 S_0 S_1}{5}))$ $\epsilon \Delta q = \epsilon^2 (C_1 - C_0)$

$R, R_1 = 4k, C, \epsilon, R$

1) ток через источник после замыкания ключа

2) напряжение на конд. при замыкн. ключа

3) Δq после размыкания



$2 \Delta q = \epsilon \cdot 1,5 C_0 = \frac{\Delta q}{\frac{3}{4} C_0 \epsilon}$

1) сразу после замыкания ключа конд ещё не успевает зарядиться и его $U_C = 0$, тогда $\frac{I}{\epsilon} = \frac{\epsilon}{R + R_1}$

$= \frac{\epsilon}{R + 4k} = \frac{\epsilon}{5k}$ $S_0^2 = 5 S_x^2 + 20 S_1^2 + \frac{16 S_0^2}{5} + 16 S_0 S_1$
 $25 S_1^2 + 125 S_1^2 + 11 S_0^2 + 80 S_0 S_1 = 0$
 $5 S_0^2 = 25 S_1^2 + 100 S_1^2 + 16 S_0^2 + 80 S_0 S_1$