

Олимпиада «Phystech.International» по физике

Декабрь 2017 года

Класс 11

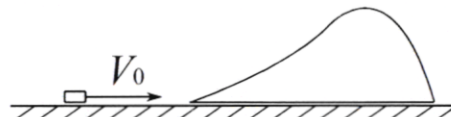
Шифр 15-017

(заполняется секретарём)

Вариант 11-03

1. Небольшой шарик висит на легкой нити длиной 50 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 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.

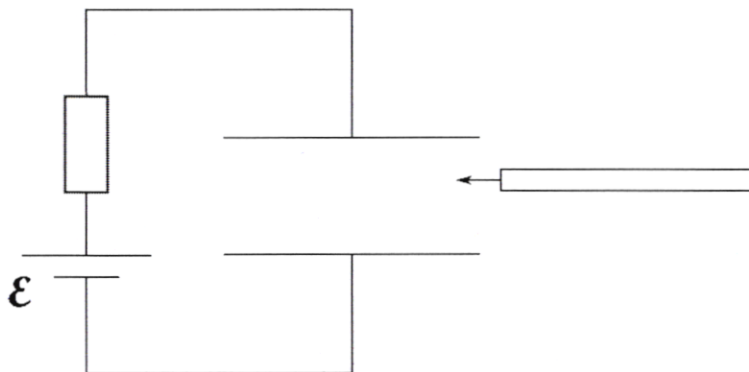


- 1) На какую максимальную высоту поднимается шайба?
- 2) С какой скоростью шайба съезжает с горки?

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.

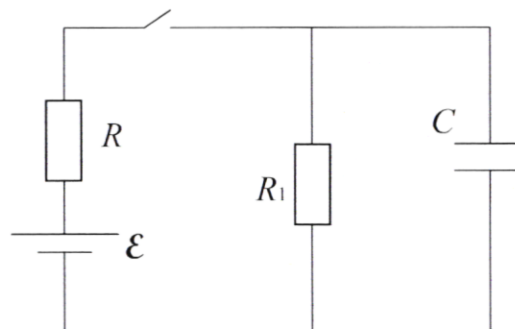
- 1) Какая температура (в градусах Цельсия) установится в сосуде после наступления термодинамического равновесия?
- 2) Найти конечное давление в сосуде.

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 .



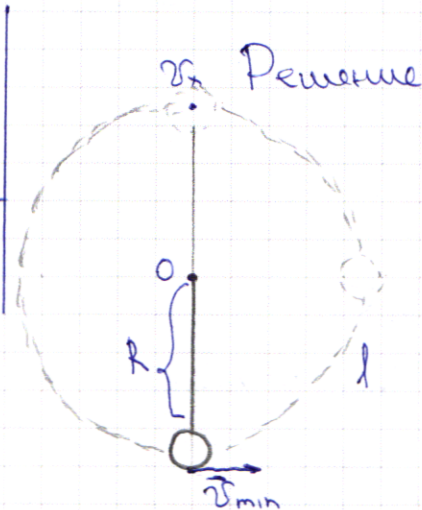
- 1) Найти ток через источник сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти установившееся напряжение на конденсаторе при замкнутом ключе.
- 3) Какое количество теплоты выделится в цепи после размыкания ключа?

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1

Дано:
 $g = 10 \text{ м/с}^2$
 $R = 0,5 \text{ м}$

$v_{\min} = ?$



l - длина окружности.

$$S = \frac{l}{2} = \frac{2\pi R}{2} = \pi R.$$

$$S = \frac{v_x^2 - v_{0x}^2}{2g}; \quad v_x = 0$$

$$v_{0x} = v_{\min} = \sqrt{2g\pi R} =$$

$$= \sqrt{2 \cdot 3,14 \cdot 10 \cdot 0,5} = 5,76 \text{ м/с}.$$

Ответ: $5,76 \text{ м/с}$.

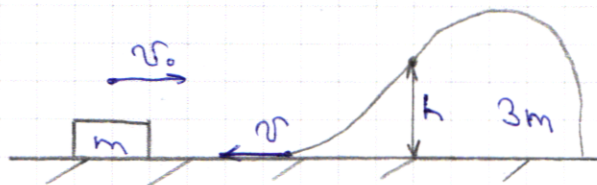
№2

Дано:
 $m; 3m; v_0$
 $F_{\text{тр}} = 0$

$h = ?$
 $v = ?$

Решение.

$$F_{\text{тр}} = 0$$



1. ЗСЭ

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

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

2. ЗСЭ.

$$3mgh = \frac{mv_0^2}{2} + mgh.$$

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

$$v = \sqrt{4gh} = 2\sqrt{gh}$$

$$v = 2\sqrt{\frac{g v_0^2}{2g}} = \frac{2v_0}{\sqrt{2}}$$

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

№3

Дано:

$$V_c = 8,31 \cdot 10^{-3}$$

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

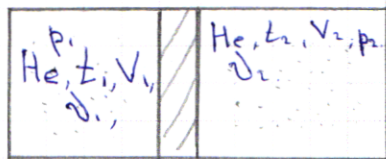
$$\nu_1 = 0,2 \text{ моль}$$

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

$$\nu_2 = 0,3 \text{ моль}$$

 $t_3 = ?$
 $p_{\text{кон}} = ?$

Решение


 V_c

$$1. p_1 V_1 = \nu_1 R T_1$$

$$p_2 V_2 = \nu_2 R T_2$$

$$\nu_1 R T_1 + \nu_2 R T_2 = \nu_3 R T_3$$

$$2. m = \nu M. \quad M(\text{He}) = 2^g/\text{моль}$$

$$m_1 = 0,42 \quad ; \quad m_2 = 0,62$$

$$m = 1,2 \quad ; \quad \nu_3 = \frac{m}{M} = \frac{1,2}{2^g/\text{моль}} = 0,5 \text{ моль}$$

$$T_3 = \frac{\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2}{\nu_3} = \frac{0,2 \cdot 300 + 0,3 \cdot 280}{0,5} = \frac{288}{0,5} \text{ K}$$

$$t_3 = 288 \text{ K} - 273 \text{ K} = 15^\circ\text{C}$$

$$3. pV = \nu RT$$

$$p_{\text{кон}} \cdot V_c = \nu_3 R T_3$$

$$p_{\text{кон}} = \frac{\nu_3 R T_3}{V_c} = \frac{0,5 \cdot 8,31 \cdot 288}{8,31 \cdot 10^{-3}} = 0,5 \cdot 10^3 \cdot 288 =$$

$$= 144000 \text{ Па}$$

Ответ: $t_3 = 15^\circ\text{C}$; $p_{\text{кон}} = 144000 \text{ Па}$.

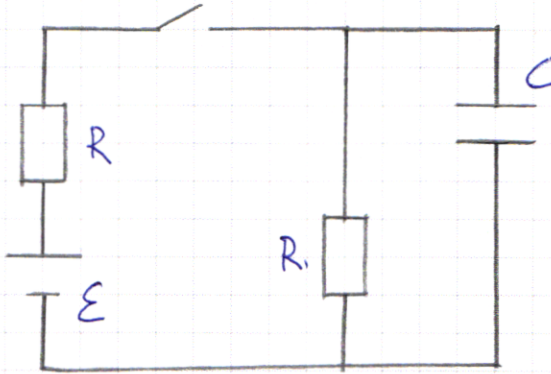
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5

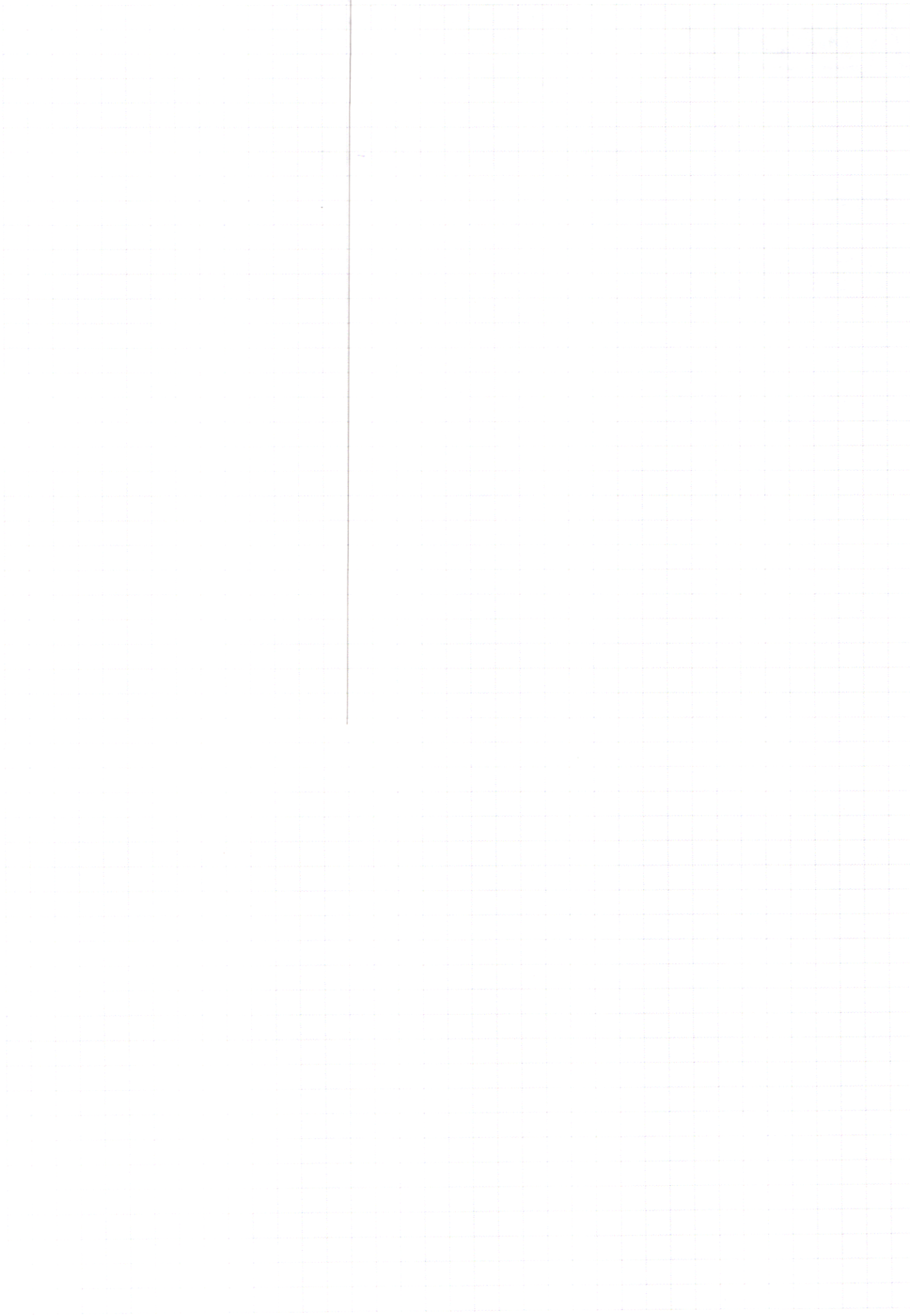
Дано:
 C, ε, R
 $R = 3R$

$I - ?$
 $V - ?$
 $Q - ?$

Решение.



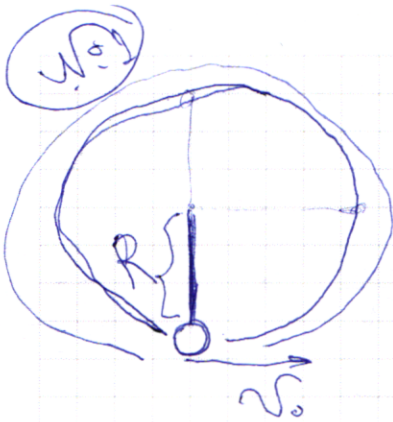
$$W = \frac{CU^2}{2} ; W =$$
$$U = \sqrt{\frac{2W}{C}}$$



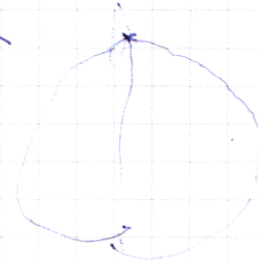
черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$g = 10 \text{ м/с}^2$
 $R = 50 \text{ см} = 0,5 \text{ м}$
 $v_{\text{min}} = ?$



$5 + 3,14 = 8,14$
 ≈ 8

$2\sqrt{g\pi R}$ $2\sqrt{5\pi}$

8 м/с

$S = l = 2\pi R$
 $S = v_0 t + \frac{a \times t^2}{2}$

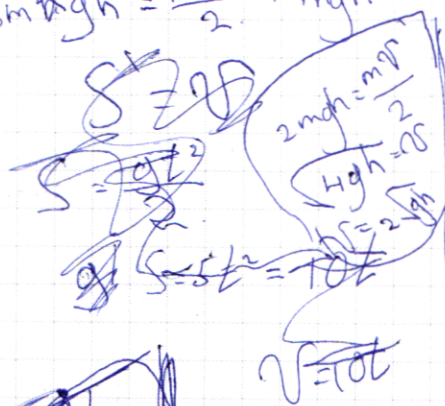
$S = \frac{v_{\text{max}}^2 - v_0^2}{2g}$

$S = \frac{2\pi R}{2} = \pi R$

$v_{0x} = \sqrt{2g\pi R} = \sqrt{20 \cdot 0,5 \cdot 3,14} = \sqrt{31,4} \approx 5,6 \text{ м/с}$

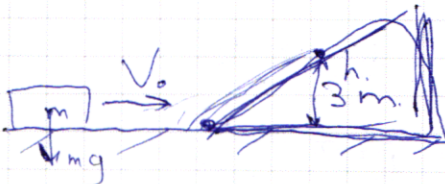
$3mgh = \frac{mv^2}{2} + mgh$

$N = 2$
 $F_{\text{mp}} = 0$

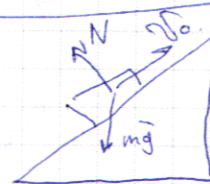
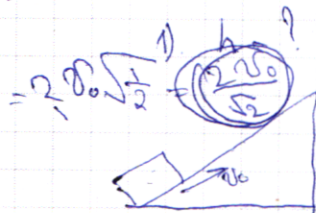


$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 5,5 \\ \hline 275 \\ 30,25 \\ \times 56 \\ \hline 336 \\ 280 \\ \hline 31,36 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5^2 = 25 \\ 6^2 = 36 \\ \times 5,7 \\ \hline 399 \\ 285 \\ \hline 249 \end{array}$$



$v = 2\sqrt{\frac{ghv_0^2}{2g}}$



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

$v_0^2 = 2gh$

$m v_0 + 3m v_x = 4m v_y$

2.2 - ?

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

1. He. $t_1 = 27^\circ\text{C}$
 $\nu_1 = 0,2 \text{ моль}$

2. He. $t_2 = 7^\circ\text{C}$
 $\nu_2 = 0,3 \text{ моль}$

t_c ~~адм~~ ~~обус~~ - ?

проц - ?

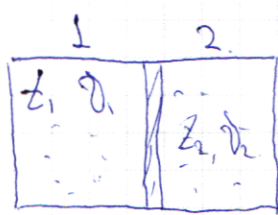
$T = 273 \text{ K}$

$R = 8,31$

Решение

$60 \cdot 84 = 144 \cdot 2 = 288$

$T_1 = 300$
 $T_2 = 280$



$p_1 V_1 = \nu_1 R T_1$

$p_2 V_2 = \nu_2 R T_2$

$V_1 + V_2 = V_c$

$p_2 V_c = \nu_2 R T_c$

~~$p_2 V_c = \nu_2 R T_c$~~

$\frac{280}{84,0}$
 $\frac{280}{84,0}$

$\frac{300}{60,0}$
 $\frac{300}{60,0}$

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

~~$V_c = R \left(\frac{\nu_1 T_1 p_2 + \nu_2 T_2 p_1}{p_1 + p_2} \right)$~~

~~$p_1 = p_2$~~

$\nu_1 R T_1 + \nu_2 R T_2 =$

$\nu_3 R T_3$
 $288 - 273 = 15^\circ\text{C}$

$\nu_1 T_1 = \nu_2 T_2$

$T_3 = \frac{\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2}{\nu_3}$

~~$m = \nu M$~~

?

?

$m = \nu M$

$M(\text{He}) = 2 \text{ г/моль}$

$m_1 = 0,2 \text{ моль} \cdot 2 \text{ г/моль} = 0,4 \text{ г}$

$m_2 = 0,6 \text{ г}$

$m = m_1 + m_2 = 1 \text{ г}$

$\nu = \frac{m}{M} = \frac{1 \text{ г}}{2 \text{ г/моль}} = 0,5 \text{ моль}$

$T_3 = \frac{0,2 \cdot 300 + 0,3 \cdot 280}{0,5}$

$T_3 = 60 + 84 \cdot 2$

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

$T_2 V_1 = V_2 T_1$

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

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

$\frac{p_1 V_2}{V_1} + p_1 V_1$

$p_1 \left(\frac{V_2^2}{V_1} + V_1 \right) = p_1 \left(\frac{V_2^2 + V_1^2}{V_1} \right)$

$\frac{p_1 2 V_c}{V_1} = \nu R T_2 \frac{(V_2 + V_1)(V_2 + V_1)}{V_1}$

~~$p_2 = \frac{\nu R T_2}{V_2} = \frac{0,5 \cdot 8,31 \cdot 280}{8,31 \cdot 10^{-3}}$~~

~~280~~

~~$\frac{280}{8,31 \cdot 10^{-3}}$~~
 ~~280~~
 ~~280~~
 ~~280~~
 ~~280~~

$\frac{500 \cdot 280}{500}$
 $\frac{140000}{500}$

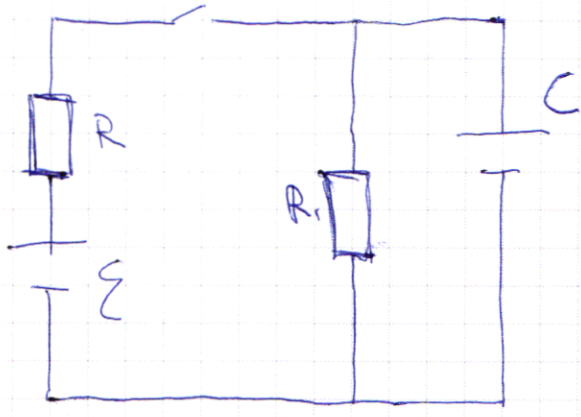
2393

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5
Дано:
 C, ε, R
 $R_1 = R$

$I - ?$
 $U - ?$
 $Q - ?$

Решение.



Через $\varepsilon - ?$
 $V(A) - ?$
 $Q - ?$

$$W = \frac{CU^2}{2} \quad W = \frac{C \varepsilon^2 R^2}{2}$$

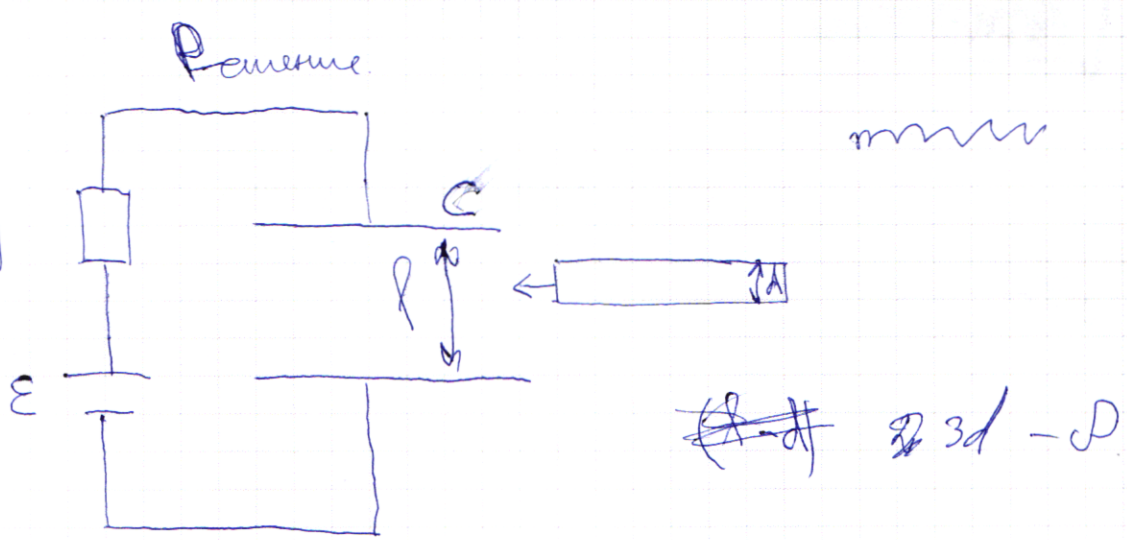
$$U = \sqrt{\frac{2W}{C}}$$

$$W =$$

~~$W = \frac{C \varepsilon^2 R^2}{2}$~~

№ 4.
 Дано:
 C_0, ϵ
 $\lambda = 4d$

$C = ?$
 $I = ?$





ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

15-017

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)