

Условие

Задача 3. Разминаясь, заряжаюсь.

1. Две проводящие пластины находятся на некотором расстоянии друг от друга. Между ними вставлена пластина из непроводящего электрический ток вещества с некоторой диэлектрической проницаемостью. К образованному конденсатору подключают измерительные приборы и источник питания с ЭДС, равной U_0 и внутренним сопротивлением r так, как показано на рис. 1. Внутреннее сопротивление вольтметра очень большое, сопротивление амперметра пренебрежимо мало.

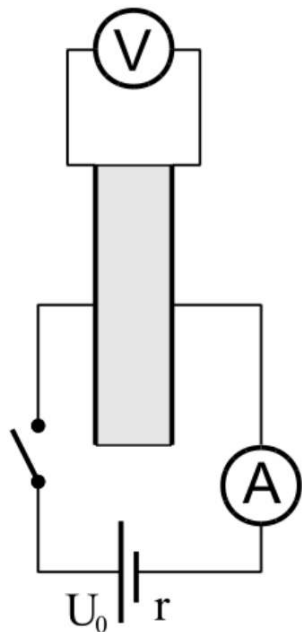


Рис. 1

Определите показания приборов сразу после замыкания ключа и через достаточно длительный промежуток времени. Качественно нарисуйте графики зависимости тока и напряжения, регистрируемых приборами, от времени.

2. Ответьте на вопросы предыдущего пункта и нарисуйте качественные графики, считая, что вещество между пластинами проводит электрический ток, причем сопротивление системы равно внутреннему сопротивлению источника питания. Диэлектрическая проницаемость вещества не изменилась.

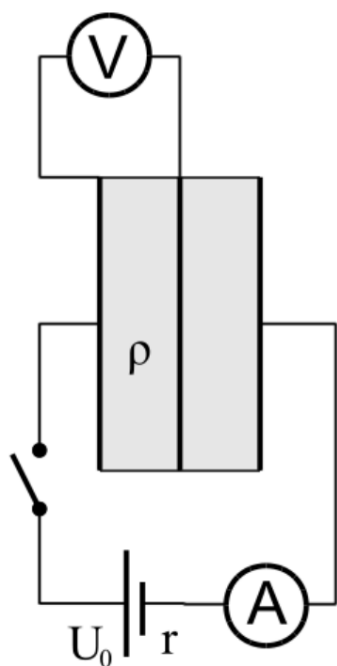


Рис. 2

3. Три металлические пластины расположены так, как показано на рис. 2. Между пластинами находится вещество с некоторой диэлектрической проницаемостью. Кроме того, вещество слева, между первой и второй пластиной, проводит электрический ток. Удельное сопротивление материала такое же, как и в предыдущем пункте. Вещество справа электрический ток не проводит.

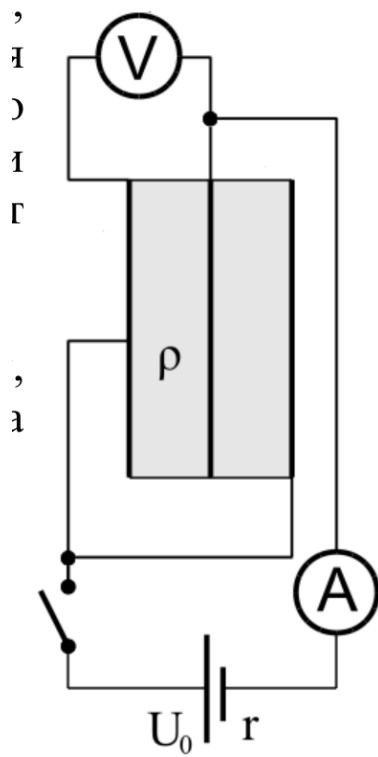


Рис. 3

Изобразите эквивалентную схему из резистора, конденсаторов и источника питания. Опре-

делите показания приборов сразу после замыкания ключа и через достаточно длительный промежуток времени. Качественно нарисуйте графики зависимости тока и напряжения, регистрируемых приборами, от времени.

4. Изобразите эквивалентную схему соединения, изображенного на рис. 3. Ответьте на вопросы предыдущего пункта и нарисуйте качественные графики.

Решение

Задача 10- 3. Разминаясь, заряжаюсь.

1. Сила тока в цепи:

$$Ir = U_0 - U_C \quad (1)$$

где U_C - разность потенциалов между пластинами конденсатора. Сразу после замыкания ключа заряд на конденсаторе (и, соответственно, напряжение) равен нулю, а ток максимален и определяется внутренним сопротивлением источника:

$$U_C(0) = 0 \quad (2)$$

$$I(0) = U_0/r \quad (3)$$

Когда конденсатор зарядится, разность потенциалов между пластинами станет равной ЭДС источника, а ток станет равным нулю.

$$U_C(\infty) = U_0 \quad (4)$$

$$I(\infty) = 0 \quad (5)$$

Качественные графики зависимости тока и напряжения от времени приведены на рис. 1.

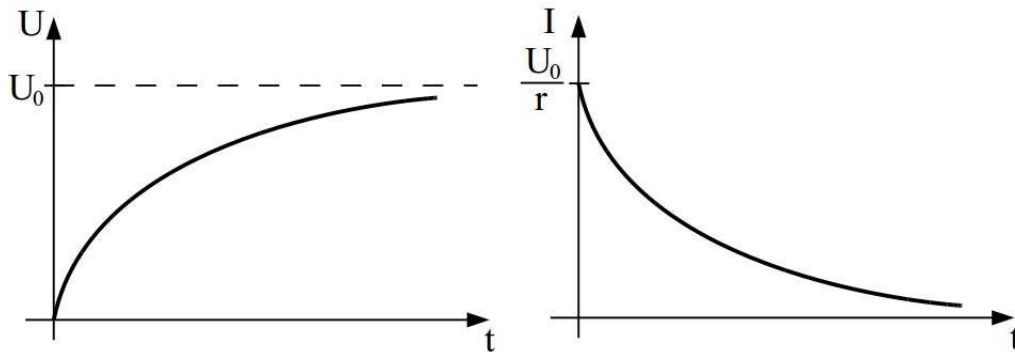
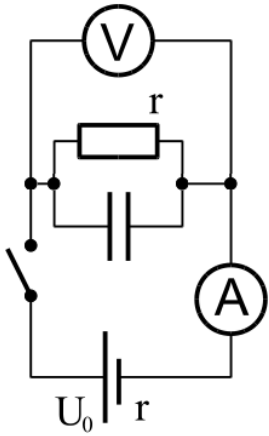


Рис. 1

Для проведения простых качественных рассуждений можно считать, что в начальный момент времени конденсатор ведет себя как резистор с очень малым сопротивлением, а в дальнейшем его сопротивление неограниченно возрастает.

2. Эквивалентная электрическая схема изображена на рис. 2.



В начальный момент времени сопротивление участка цепи, состоящего из параллельно включенных резистора и конденсатора, равно нулю. Поэтому разность потенциалов, регистрируемая вольтметром, равна нулю, а ток определяется внутренним сопротивлением источника:

$$U_C(0) = 0 \quad (6)$$

$$I(0) = U_0/r \quad (7)$$

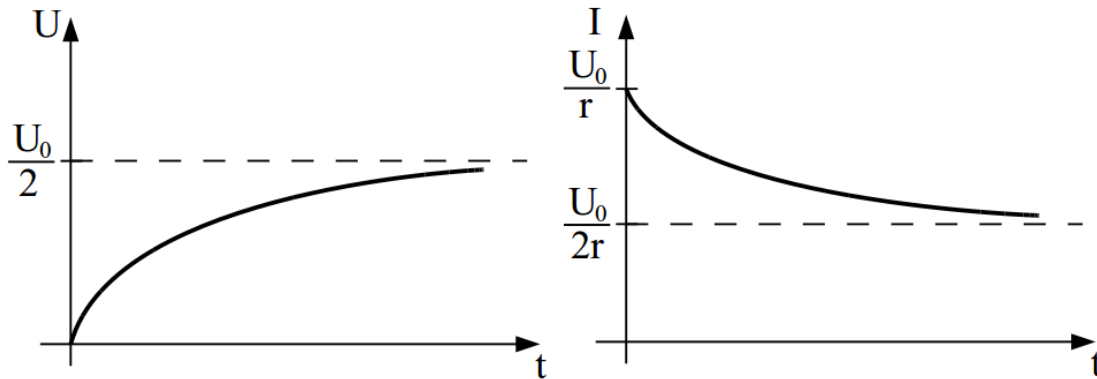
Через достаточно большой промежуток времени сопротивление участка цепи будет равно r , значит ток будет равен:

$$I(\infty) = U_0/2r \quad (8)$$

а напряжение:

$$U(\infty) = U_0/2 \quad (9)$$

Качественные графики зависимости тока и напряжения от времени приведены на рис. 3.



4.

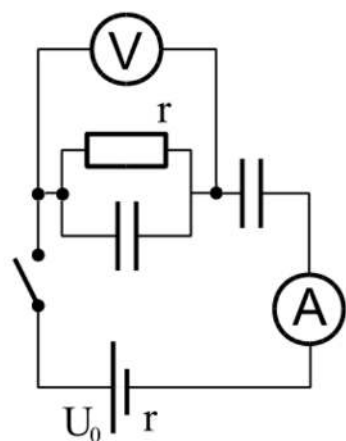
(10),

(11).

правый

(12),

(13).



енится

Рис. 3.

3. Эквивалентная электрическая схема изображена на рис. 4. В начальный момент времени по-прежнему:

$$U_C(0) = 0 \quad (10)$$

$$I(0) = U_0/r \quad (11)$$

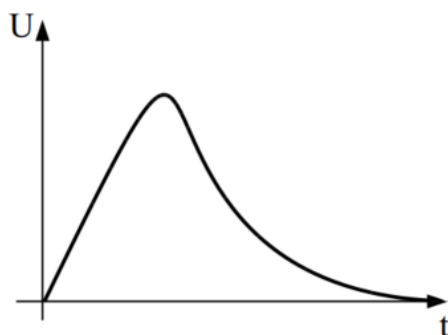
Через длительный промежуток времени зарядится правый конденсатор, и ток в цепи прекратится, т. е.:

$$I(\infty) = 0 \quad (12)$$

а напряжение:

$$U(\infty) = 0 \quad (13)$$

Зависимость силы тока в цепи качественно не изменится



и будет приблизительно такой же, как и на рис. 1. При построении зависимости напряжения на левом конденсаторе от времени следует учесть, что в течение определенного времени конденсатор будет заряжаться, однако позже весь заряд «стечет» по параллельно присоединенному резистору. Качественный график зависимости напряжения, регистрируемого вольтметром, от времени представлен на рис. 5.

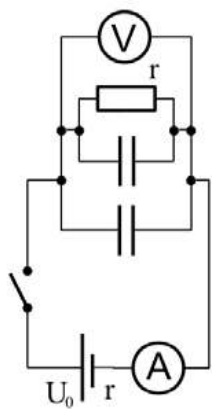


Рис. 5

4. Эквивалентная электрическая схема изображена на рис. 4. Как видно из рисунка, в цепь параллельно включены два конденсатора и резистор. Такое включение аналогично рассмотренному в п.2.

Рис. 6