

Переменный ток

Физический диктант

1. Переменным током называется электрический ток,
.....
2. Значение электрического тока (эдс, напряжения) в рассматриваемый момент времени называется.....
3. Наибольшее (максимальное) значение периодических токов-
4. В цепи переменного тока, обладающей только активным сопротивлением, ток и напряжение, т. е. они одновременно проходят через свои нулевые и максимальные значения.
5. Всякий потребитель, обладающий индуктивностью, вызывает в цепи переменного тока сдвиг фаз между напряжением и током, причем напряжение ток. Сдвиг фаз между напряжением и током равен ...^о .
6. Сопротивление току, обусловленное действием индуктивности, называется, или, сопротивлением. Обозначается и измеряется в). Величина его определяется по формуле.....

7. Переменный ток в цепи с емкостью при отсутствии активного сопротивления и индуктивности напряжение на четверть периода, т. е. сдвинут по фазе в сторону опережения на угол°.

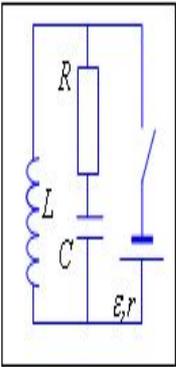
Емкостное сопротивление определяется по формуле

8. Полное сопротивление цепи переменного тока, состоящей из активного сопротивления, индуктивности и емкости,

9. Действующее значение тока, напряжения определяются по формулам.....

Методика решения задач

- При решении задач на электромагнитные колебания следует помнить, что в процессах, происходящих в колебательном контуре, суммарная энергия электрического и магнитного полей сохраняется только в случае отсутствия в цепи активного сопротивления, в этом же случае возможно использование формулы Томсона для периода собственных колебаний.
- При решении задач на переменный ток не следует забывать, что ЭДС, напряжение на участках цепи и сила тока сдвинуты по фазе друг относительно друга. Поэтому при последовательном соединении элементов цепи напряжение на участке не может быть вычислено как арифметическая сумма напряжений на отдельных элементах, а требует учета наличия в цепи активных, индуктивных и емкостных сопротивлений.



Через некоторое время после замыкания ключа в схеме, приведенной на рисунке, устанавливается стационарный режим: токи во всех элементах цепи постоянны. После этого ключ K размыкают. Какое количество тепла выделится на сопротивлении R ? Омическим сопротивлением катушки пренебречь.

Решение

В стационарном режиме при замкнутом ключе через катушку индуктивности течет ток $I = \frac{\mathcal{E}}{r}$ (ток короткого замыкания), а конденсатор - разряжен. После размыкания ключа в колебательном контуре начнутся затухающие колебания (затухание связано с наличием в контуре резистора с сопротивлением R). При этом вся энергия колебательного контура со временем выделится в виде тепла на резисторе, т.е.

$$Q = \frac{LI^2}{2} = \frac{L\mathcal{E}^2}{2r^2}.$$

Решение задач.

1. В колебательном контуре с индуктивностью L и емкостью C конденсатор заряжен до максимального напряжения U_M . Каким будет ток I в контуре в тот момент, когда напряжение на конденсаторе уменьшится в два раза? Колебания считать незатухающими.

Решение.

Решение.

В отсутствии затухания суммарная энергия электрического и магнитного полей в контуре сохраняется. Следовательно, в каждый момент времени справедливо равенство:

$$LI^2/2 + CU^2/2 = CU_M^2/2,$$

откуда

$$I = \sqrt{\{C/L\}} \times \sqrt{\{U_M^2 - U^2\}}.$$

По условию задачи

$$U = U_M/2.$$

Ток в контуре в этот момент времени равен:

$$I = U_M \times \sqrt{\{3C/(4L)\}}.$$

$$\text{Ответ: } I = U_M \times \sqrt{\{3C/(4L)\}}.$$

2. В колебательном контуре конденсатору с емкостью $C = 10 \text{ мкФ}$ сообщили заряд $q = 1 \text{ мКл}$, после чего возникли затухающие электромагнитные колебания. Сколько тепла Q выделится к моменту, когда максимальное напряжение на конденсаторе станет меньше начального максимального напряжения в $n = 4$ раза?

Количество выделившегося тепла равно разности между начальным и конечным значениями энергии в контуре. В моменты, когда напряжение на конденсаторе максимально, ток через катушку равен нулю. Следовательно, энергия в эти моменты сосредоточена в конденсаторе. Имеем:

$$Q = W_0 - W_1. \quad (1)$$

С учетом того, что энергия конденсатора $W_0 = q^2/(2C)$, $W_1 = q_1^2/(2C)$.

После подстановки в (1) и преобразования $Q = q^2/(2C) \times (1 - q_1^2/q^2)$.

Учитывая, что $U_1 = q_1/C$ и в интересующий нас момент времени $q_1 = q/n$, получаем ответ:

$$Q = q^2/(2C) \times (1 - 1/n^2).$$

После вычислений получаем ответ $Q \approx 0,047$ Дж.

Ответ: $Q \approx 0,047$ Дж.

3. Конденсатор емкостью $C = 0,1 \text{ мкФ}$, заряженный до напряжения $U = 100 \text{ В}$, подсоединяют к катушке индуктивностью $L = 1 \text{ мГн}$. Чему равна величина тока I через катушку спустя время $t_0 = 0,785 \times 10^{-5} \text{ с}$ после подключения конденсатора? Сопротивлением катушки и соединительных проводов пренебречь.

Решение.

При подключении заряженного конденсатора к катушке в образовавшемся контуре возникают электрические колебания с частотой

$$\omega_0 = 1/\sqrt{LC}.$$

При этом заряд на конденсаторе меняется во времени по закону

$$q = q_0 \cos \omega t = q_0 \cos(t/\sqrt{LC}),$$

где $q_0 = CU$ – начальный заряд на конденсаторе.

Поскольку сопротивление катушки и соединительных проводов пренебрежимо мало, суммарная энергия электрического и магнитного поля в контуре сохраняется.

Из закона сохранения энергии следует, что

$$q_0^2/(2C) = q^2/(2C) + LI^2/2.$$

Выражая отсюда ток через катушку, имеем

$$I(t) = (1/\sqrt{LC}) \times \sqrt{q_0^2 - q^2},$$

или

$$I(t) = \sqrt{C/L} \times U \sqrt{1 - \cos^2(t/\sqrt{LC})}.$$

Величина тока в момент времени t_0 равна

$$I = \sqrt{C/L} \times U \sin(t_0/\sqrt{LC}).$$

После подстановки значений, имеем $I = 0,71$ А.

Ответ: $I = 0,71$ А.