

14 Электрические колебания.

14.1 Свободные электрические колебания в LC контуре.

- 14.1.1⁰ Что произойдет с собственными колебаниями в контуре, если его емкость увеличить в три раза, а индуктивность уменьшить в три раза? Активным сопротивлением контура пренебречь.
- 14.1.2 Колебательный контур содержит конденсатор емкостью 0,1 мкФ. Какую индуктивность надо ввести в контур, чтобы получить электрические колебания частотой 10кГц?
- 14.1.3 Плоский конденсатор состоит из двух круглых пластин диаметром 8 см. Между пластинами зажата стеклянная пластина толщиной 5 мм. Обкладки конденсатора замкнуты через катушку индуктивностью 0,02 Гн. Определить частоту колебаний, возникающих в этом контуре, если диэлектрическая проницаемость стекла равна 10.
- 14.1.4 Колебательный контур состоит из катушки с индуктивностью 0,003 Гн и плоского конденсатора, состоящего из двух пластинок в виде дисков радиуса 1,2 см, расположенных на расстоянии 0,3 мм друг от друга. Определить период собственных колебаний контура. Каким будет период колебаний, если конденсатор заполнить диэлектриком с диэлектрической проницаемостью 4?
- 14.1.5 Катушка индуктивностью 30 мкГн присоединена к плоскому конденсатору с площадью пластины 0,01 м² и расстоянием между ними 0,1 мм. Найти диэлектрическую проницаемость среды, заполняющей пространство между пластинами, если контур настроен на частоту 400 кГц?
- 14.1.6 На какой диапазон частот можно настроить колебательный контур, если его индуктивность 2 мГн, а емкость может меняться от $69\pi\Phi$ до $533\pi\Phi$?
- 14.1.7 Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью 4 Гн и конденсатора емкостью 1 мкФ. Амплитуда колебаний заряда на обкладках конденсатора равна 100 мкКл. Написать уравнения зависимости $q(t)$, $i(t)$, $u(t)$ для конденсатора.
- 14.1.8 Заряд на обкладках конденсатора колебательного контура меняется по закону $q = a \cdot 10^{-6} \cos(10^4\pi t)$. Найти амплитуду колебаний заряда, период и частоту колебаний, записать уравнение зависимости силы тока в контуре от времени.
- 14.1.9 Напряжение на обкладках конденсатора емкостью 1 мкФ меняется по закону $u(t) = 100 \cos(500t)$. Найти: а) максимальное значение напряжения на конденсаторе; б) период, частоту и циклическую частоту колебаний в контуре; в) максимальный заряд конденсатора; г) написать уравнение зависимости энергии конденсатора от времени; д) индуктивность контура; е) максимальную силу тока в контуре; ж) написать уравнение зависимости силы тока от времени.
- 14.1.10 Уравнение изменения со временем разности потенциалов на обкладках конденсатора в колебательном контуре имеет вид: $u(t) = 50 \cdot \cos(10^4\pi t)$. Емкость конденсатора 0,1 мкФ. Найти период колебаний, индуктивность контура и закон изменения во времени тока в контуре.

- 14.1.11** Сила тока в колебательном контуре, содержащем катушку индуктивности 10 мГн, меняется по закону: $i(t) = 0,01 \sin(10^4 \pi t)$. Найти: а) максимальное значение силы тока; б) период, частоту и циклическую частоту колебаний; в) амплитудные значения заряда и напряжения на конденсаторе; г) емкость конденсатора; д) написать уравнения зависимости заряда и напряжения на обкладках конденсатора от времени.
- 14.1.12** Частота колебательного контура 1 кГц, емкость контура – 1 мкФ. При колебаниях максимальная разность потенциалов на конденсаторе достигает 100 В. Найдите максимальный ток в контуре.
- 14.1.13** Максимальное напряжение в колебательном контуре, состоящем из катушки с индуктивностью 5 мкГн и конденсатора емкостью 1330 пФ, равно 1,2 В. Сопротивление ничтожно мало. Определить: а) максимальное значение силы тока в контуре; б) максимальное значение магнитного потока, если число витков катушки равно 28.
- 14.1.14** Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью 25 нФ и катушки с индуктивностью 1,014 Гн. Обкладки конденсатора имеют заряд 2,5 мкКл. Написать уравнение изменения разности потенциалов на обкладках конденсатора и ток в цепи. Найти разность потенциалов на обкладках конденсатора и ток в цепи в момент времени $T/8$, $T/4$ и $T/2$. Построить графики этих зависимостей.
- 14.1.15** Конденсатор емкостью 10 мкФ зарядили до напряжения 400 В и подключили к катушке. После этого возникли затухающие электрические колебания. Какое количество теплоты выделится в контуре за время, в течение которого амплитуда колебаний уменьшится вдвое?
- 14.1.16** В колебательном контуре индуктивность катушки равна 0,2 Гн. Амплитуда силы тока – 40 мА. Найти энергию магнитного поля катушки и энергию электрического поля конденсатора в тот момент, когда мгновенное значение силы тока в два раза меньше амплитудного. Сопротивлением контура пренебречь.
- 14.1.17** Контур состоит из катушки индуктивностью 28 мкГн, сопротивлением 1 Ом и конденсатора емкостью 2222 пФ. Какую среднюю мощность должен потреблять контур, чтобы в нем поддерживались незатухающие колебания, при которых максимальное напряжение на конденсаторе равно 5 В?

14.2 Переменный ток.

- 14.2.1** По графику, изображенному на (рис.1), найдите: а) амплитудное значение силы тока; б) период переменного тока; в) частоту и циклическую частоту тока; г) напишите уравнение зависимости силы тока от времени.
- 14.2.2** По графику, изображенному на (рис.2), найдите: а) амплитудное значение напряжения; б) период изменения напряжения; в) рассчитайте частоту и циклическую частоту переменного тока; г) напишите уравнение зависимости напряжения от времени.
- 14.2.3** По графикам силы тока (рис. 3,4,5) найдите действующее значение переменного тока.

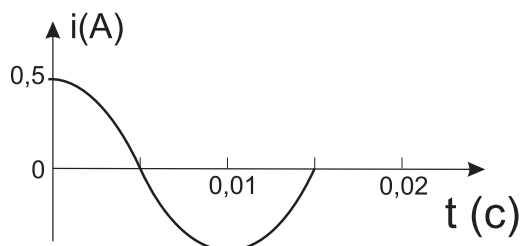


Рис. 1:

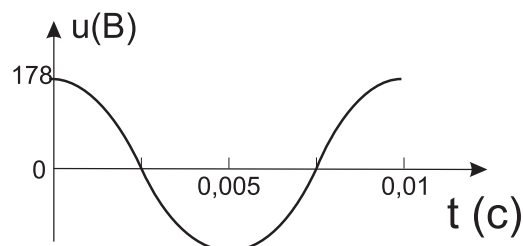


Рис. 2:

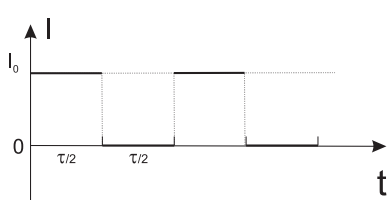


Рис. 3:

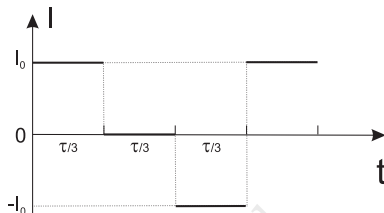


Рис. 4:

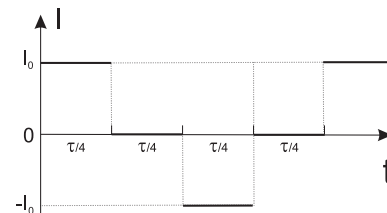


Рис. 5:

14.2.4 Рамка площадью 400 см^2 имеет 100 витков. Она вращается в однородном магнитном поле с индукцией 10^{-2} Тл , причем период вращения рамки равен $0,1 \text{ с}$. Определить ЭДС возникающей в рамке, если ось вращения перпендикулярна к силовым линиям.

14.2.5 Прямоугольная рамка вращается в горизонтальном однородном магнитном поле со скоростью 50 об/с . Площадь рамки 100 см^2 , магнитная индукция $0,2 \text{ Тл}$. Определить закон изменения магнитного потока через рамку в зависимости от времени, если в начальный момент времени рамка расположена горизонтально. Решить ту же задачу, если в начальный момент времени плоскость рамки составляет с горизонтальным направлением угол 30° .

14.2.6 Переменный ток возбуждается в рамке из 200 витков. Площадь одного витка 300 см^2 . Индукция магнитного поля $1,5 \cdot 10^{-2} \text{ Тл}$. Определить ЭДС индукции через $0,01 \text{ с}$ после начала движения рамки из нейтрального положения. Амплитуда ЭДС равна $7,2 \text{ В}$.

14.2.7 Рамка площадью 300 см^2 имеет 200 витков и вращается в однородном магнитном поле с индукцией $1,5 \cdot 10^{-2} \text{ Тл}$. Определить период вращения, если максимальная ЭДС индукции равна $14,4 \text{ В}$.

14.2.8 Рамка содержит 60 витков и находится в однородном магнитном поле с индукцией $0,025 \text{ Тл}$. Рамка вращается равномерно вокруг неподвижной оси, перпендикулярной к силовым линиям и делает 360 об/мин . Длина каждой стороны рамки, параллельной оси вращения, 96 см , а их расстояние от оси вращения 20 см . Определить действующее значение ЭДС индукции, возникающей в рамке при вращении.

14.2.9 Напряжение в цепи переменного тока меняется по закону $u(t) = 308 \cos(10\pi t)$. Найдите: а) амплитуду напряжения; б) период, частоту и циклическую частоту переменного напря-

жения; в) значения напряжения при $t_1 = 0,05$ с и $t_2 = 0,1$ с; г) постройте график изменения напряжения со временем.

14.2.10 Сила тока в цепи переменного тока меняется со временем по закону: $i(t) = 0,42 \cos(10\pi t + \pi/2)$. Найдите: а) амплитуду силы тока; б) период, частоту и циклическую частоту переменного тока; в) силу тока в цепи в моменты времени $t_1 = 0,05$ с и $t_2 = 0,1$ с; г) постройте график зависимости силы тока от времени.

14.2.11 Напряжение и сила тока изменяются в цепи по закону: $u(t) = 60 \sin(314 \cdot t + 0,25)$; $i(t) = 15 \sin(314 \cdot t)$. Определить сдвиг фаз между силой тока и напряжением при $t = 1,2 \cdot 10^{-2}$ с?

14.2.12 Электродвижущая сила в цепи переменного тока меняется со временем по закону $\varepsilon = 120 \sin(628t)$. Определить действующее значение ЭДС.

14.2.13 Сила тока в цепи переменного тока изменяется со временем по закону $i(t) = 8,5 \sin(314 \cdot t + 0,651)$. Определить действующее значение силы тока, его начальную фазу и частоту. Чему будет равен ток при $t_1 = 0,08$ с и $t_2 = 0,042$ с?

14.3 Активное сопротивление.

14.3.1 Сила тока в электрической лампе, включенной в цепь переменного тока, меняется по закону $i(t) = 0,42 \cos(10\pi t)$. Сопротивление лампы равно 500 Ом. Запишите, как изменяется со временем напряжение на лампе. Постройте графики зависимости тока и напряжения на лампе от времени.

14.3.2 Написать уравнения, выражающие зависимость силы тока и напряжения от времени для электроплитки сопротивлением 40 Ом, включенной в сеть переменного тока стандартной частоты и напряжения 220 В.

14.4 Реактивное сопротивление.

14.4.1 Конденсатор емкостью 10 мкФ включен в сеть стандартной частоты и напряжением 220 В. Написать уравнение зависимости напряжения, силы тока и заряда на обкладках конденсатора от времени и изобразить графики этих зависимостей.

14.4.2 К зажимам генератора присоединен конденсатор емкостью 0,1 мкФ. Определить амплитуду напряжения на зажимах конденсатора, если сила тока 1,6 А, а период изменения тока равен 0,2 мс.

14.4.3 Два конденсатора емкостью 0,2 мкФ и 0,1 мкФ включены последовательно в цепь переменного тока напряжением 220 В. Частота переменного тока равна 50 Гц. Найти силу тока в цепи и падение напряжения на каждом конденсаторе.

14.4.4 Индуктивное сопротивление катушки 500 Ом. Действующее значение напряжения в сети, в которую включена катушка, 100 В. Частота тока 1000 Гц. Определить амплитуду тока в цепи и индуктивность катушки. Активным сопротивлением катушки и подводящих проводов пренебречь.

14.4.5 Катушка, имеющая индуктивность $0,2$ Гн, включена в цепь с напряжением 220 В стандартной частоты. Написать уравнение зависимости силы тока, текущего в катушке, от времени. Изобразить график этой зависимости.

14.5 Закон Ома для цепи переменного тока.

14.5.1 Конденсатор емкостью 800 мкФ включен в сеть переменного тока стандартной частоты с помощью проводов, сопротивление которых равно 3 Ом. Определить силу тока в конденсаторе и сдвиг фаз между током и напряжением, если напряжение в сети равно 120 В.

14.5.2 Конденсатор емкостью 20 мкФ и резистор, сопротивление которого 150 Ом, включены последовательно в цепь переменного тока частотой 50 Гц. Какую часть напряжения, приложенного к этой цепи, составляют падения напряжения на конденсаторе и резисторе?

14.5.3 Конденсатор и электролампа включены последовательно в цепь переменного тока напряжением 440 В и частотой 50 Гц. Какую емкость должен иметь конденсатор для того, чтобы через лампочку протекал ток $0,5$ А и падение напряжения на ней было равным 110 В?

14.5.4 Конденсатор емкостью 1 мкФ и резистор с сопротивлением 3 кОм включены в цепь переменного тока частотой 50 Гц. Найти полное сопротивление цепи, если конденсатор и резистор включены: а) последовательно; б) параллельно.

14.5.5 В сеть переменного тока с напряжением 120 В последовательно включены проводник с активным сопротивлением 15 Ом и катушка индуктивностью 50 мГн. Найти частоту тока, если амплитуда тока в сети равна 7 А.

14.5.6 Катушка индуктивностью 45 мГн и активным сопротивлением 10 Ом включена в сеть переменного тока с частотой 50 Гц. Напряжение в сети 220 В. Определить силу тока в катушке и сдвиг фаз между силой тока и напряжением.

14.5.7 Индуктивность $22,6$ мГн и сопротивление R включены параллельно в цепь переменного тока частотой 50 Гц. Найти сопротивление R , если известно, что сдвиг фаз между напряжением и током равен 60° .

14.5.8 Последовательно с активным сопротивлением 1 кОм включены катушка индуктивностью $0,5$ Гн и конденсатор емкостью 1 мкФ. Определить индуктивное сопротивление цепи переменному току при частотах 50 Гц и 10 кГц.

14.5.9 В цепь переменного тока напряжением 220 В и частотой 50 Гц включены последовательно емкость $35,4$ мкФ, сопротивление 100 Ом и индуктивность $0,7$ Гн. Найти ток в цепи и падение напряжения на емкости, сопротивлении и катушке.

14.6 Мощность в цепи переменного тока.

14.6.1 Напряжение в сети изменяется по закону $u = 310 \sin(\omega t)$. Какое количество теплоты выделится за одну минуту в электрической плитке с активным сопротивлением 60 Ом, включенной в эту сеть?

14.6.2 Катушка с активным сопротивлением 15 Ом и индуктивностью 52 мГн включена в цепь стандартной частоты последовательно с конденсатором емкостью 120 мкФ. Напряжение в сети 220 В. Определить силу тока в цепи, активную мощность и коэффициент мощности.

14.7 Резонанс в цепи переменного тока. Трансформатор.

14.7.1 В цепи переменного тока с частотой 50 Гц последовательно соединены катушка индуктивностью L и конденсатор емкостью C . Каким должно быть произведение LC , чтобы цепь была в режиме резонанса?

14.7.2 Конденсатор и катушка соединены последовательно. Индуктивность катушки равна 0,01 Гн. При какой емкости конденсатора ток частотой 1 кГц будет максимальным?

14.7.3 Конденсатор и катушка соединены последовательно. Емкостное сопротивление равно 5000 Ом. Какой должна быть индуктивность катушки, чтобы резонанс напряжений наступил при частоте тока 20 кГц?

14.7.4 В цепь включены последовательно резистор сопротивлением 5 Ом, катушка индуктивностью 0,5 мГн и конденсатор емкостью 0,15 мкФ. При какой частоте наступит резонанс? Какова сила тока в цепи при этой частоте и напряжении 380 В?

14.7.5 Катушка с активным сопротивлением 2 Ом и индуктивностью 75 мГн включена последовательно с конденсатором в сеть переменного тока с напряжением 50 В и частотой 50 Гц. Чему равна емкость конденсатора при резонансе напряжений в описанной цепи? Определить напряжения на катушке и конденсаторе в режиме резонанса.

14.7.6 Понижающий трансформатор со 110 витками во вторичной обмотке понижает напряжение от 22 кВ до 110 В. Сколько витков в его первичной обмотке?

14.7.7 Лабораторный трансформатор включен в сеть с напряжением 110 В. В первичной его обмотке содержится 440 витков провода. На выходе трансформатора есть зажимы на 4,6,8 и 10 В. Каково полное число витков во вторичной обмотке и где в ней сделаны ответвления на зажимы?

14.7.8 Первичная обмотка понижающего трансформатора с коэффициентом трансформации 8 включена в сеть с напряжением 220 В. Сопротивление вторичной обмотки 2 Ом, ток во вторичной обмотке трансформатора 3 А. Определить напряжение на зажимах вторичной обмотки. Потерями в первичной обмотке пренебречь.

14.7.9 Если на первичную обмотку не нагруженного трансформатора подать напряжение 220 В, то напряжение во вторичной обмотке будет равно 127 В. Активное сопротивление первичной обмотки равно 2 Ом, вторичной 1 Ом. Каково будет напряжение на резисторе сопротивлением 10 Ом, если его подключить ко вторичной обмотке? Потерями энергии в трансформаторе пренебречь.

14.7.10 Ток в первичной обмотке трансформатора 0,5 А, напряжение на ее концах 9,5 В. Ток во вторичной обмотке 11 А, напряжение на ее концах 9,5 В. Определить коэффициент полезного действия трансформатора.

- 14.7.11** Напряжение на зажимах понижающего трансформатора 60 В. Сила тока во вторичной обмотке 40 А. Первичная обмотка включена в сеть с напряжением 240 В. Найти силу тока в первичной обмотке, а также входную и выходную мощность трансформатора, если его КПД составляет 90
- 14.7.12** На первичную обмотку понижающего трансформатора подается напряжение 3500 В. Его вторичная обмотка соединена подводящими проводами с потребителем, на входе которого напряжение 220 В, а потребляемая мощность 25 кВт и $\cos \varphi = 1$. Определить сопротивление подводящих проводов, если коэффициент трансформации равен 15. Чему равна сила тока в первичной обмотке трансформатора?

Physics.spb.ru