

3.5 Электромагнитные колебания и волны

3.5.1 Колебательный контур. Свободные электромагнитные колебания в идеальном колебательном контуре. Формула Томсона. Связь амплитуды заряда конденсатора с амплитудой силы тока в колебательном контуре.

Электромагнитные колебания – периодические изменения заряда, силы тока, напряжения в электрической цепи.

Колебательный контур – конденсатор и катушка, составляющие замкнутую электрическую цепь. В колебательном контуре возможны свободные колебания (колебания только под действием внутренних сил)

$$q(t) = q_{max} \sin(\omega t)$$

$$I(t) = q'(t) = \omega q_{max} \cos(\omega t) = I_{max} \cos(\omega t)$$

Период колебаний:

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

Формула Томсона:

$$T = 2\pi\sqrt{LC}$$

Связь амплитуды заряда конденсатора с амплитудой силы тока в колебательном контуре

$$q_{max} = \frac{I_{max}}{\omega}$$

3.5.2 Закон сохранения энергии в колебательном контуре

$$\frac{CU^2}{2} + \frac{LI^2}{2} = \frac{CU_{max}^2}{2} = \frac{LI_{max}^2}{2} = const$$

3.5.3 Вынужденные электромагнитные колебания. Резонанс

Вынужденные электромагнитные колебания – электромагнитные колебания, протекающие под действием периодически изменяющейся электродвижущей силы.

Резонанс электромагнитных колебаний – явление резкого возрастания амплитуды вынужденных колебаний силы тока при совпадении частоты колебания напряжения с собственной частотой колебательного контура

$$X_c = \frac{1}{C\omega}$$

Величина X_c называется ёмкостным сопротивлением конденсатора.

$$X_L = L\omega$$

Величина X_L называется индуктивным сопротивлением катушки.

Закон Ома для амплитудных значений силы тока и напряжения.

При резонансе $X_C = X_L$, частота вынуждающей силы $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

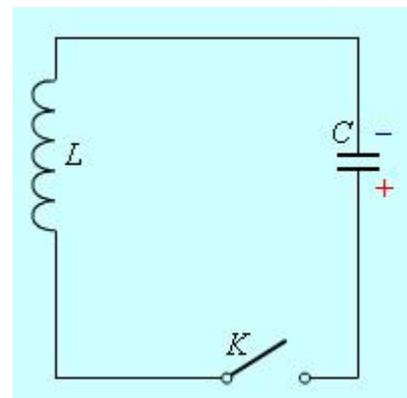
3.5.4 Переменный ток. Производство, передача и потребление электрической энергии

Переменный ток - это электрический ток, сила которого каким-либо образом меняется со временем.

1. Производство:

Тепловая электростанция (ТЭС), электростанция, вырабатывающая электрическую энергию в результате преобразования тепловой энергии, выделяющейся при сжигании органического топлива.

На тепловых электростанциях химическая энергия топлива преобразуется сначала в механическую, а затем в электрическую. Топливом для такой электростанции могут служить уголь, торф, газ, горючие сланцы, мазут.



2. Передача:

Трансформатор — устройство, которое позволяет, как повышать, так и понижать напряжение. Преобразование переменного тока осуществляется с помощью трансформаторов. Трансформатор состоит из замкнутого железного сердечника, на который надеты две (иногда и более) катушки с проволочными обмотками. Одна из обмоток, называемая первичной, подключается к источнику переменного напряжения. Вторая обмотка, к которой присоединяют «нагрузку», т. е. приборы и устройства, потребляющие электроэнергию, называется вторичной. Действие трансформатора основано на явлении электромагнитной индукции. При прохождении переменного тока по первичной обмотке в железном сердечнике появляется переменный магнитный поток, который возбуждает ЭДС индукции в каждой обмотке.

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

Отношение напряжения на первичной обмотке трансформатора к напряжению на его вторичной обмотке равно отношению числа витков первичной обмотки к числу витков вторичной обмотки.

Если во вторичной обмотке число витков больше, чем в первичной ($N_2 > N_1$), то такой трансформатор является **повышающим** ($U_2 > U_1$). Если наоборот $N_2 < N_1$, то трансформатор является **понижающим** ($U_2 < U_1$).

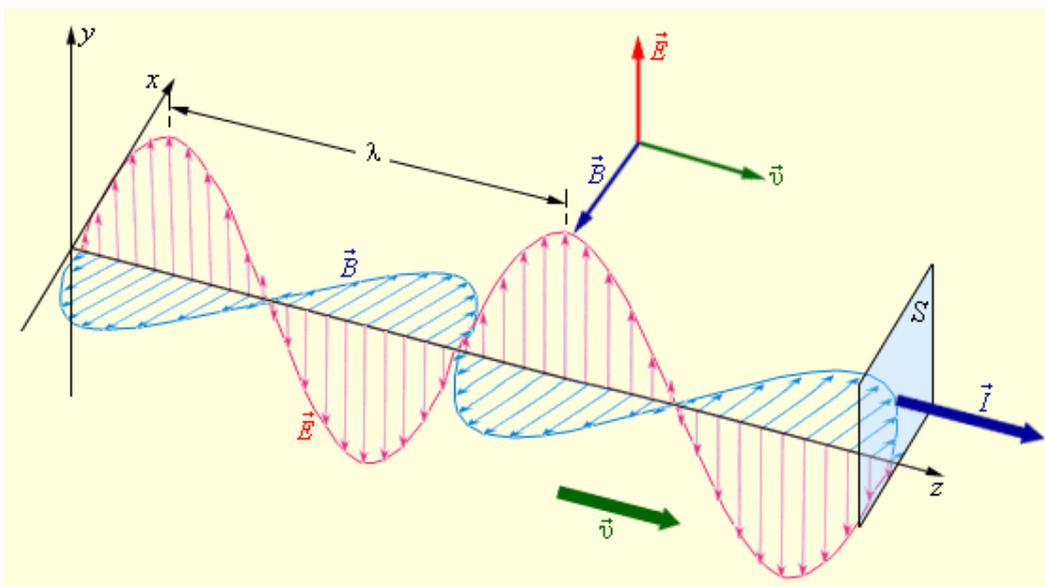
3. Потребление:

Электронизация и автоматизация производства - важнейшие последствия "второй промышленной" или "микроэлектронной" революции в экономике развитых стран. С микроэлектроникой непосредственно связано и развитие комплексной автоматизации, качественно новый этап которой начался после изобретения в 1971 году микропроцессора - микроэлектронного логического устройства, встраиваемого в различные устройства для управления их работой. Очень бурно развивается наука в области средств связи и коммуникаций. Спутниковая связь используется уже не только как средство международной связи, но и в быту - спутниковые антенны не редкость и в городе.

3.5.5 Свойства электромагнитных волн. Взаимная ориентация векторов в электромагнитной волне в вакууме.

СВОЙСТВА ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН

1. Электромагнитные волны (в отличие от упругих) могут распространяться не только в различных средах, но и в вакууме.
2. Скорость электромагнитных волн в вакууме является фундаментальной физической константой, одинаковой для всех систем отсчета: $c \approx 300\,000\,000$ км/с.
3. Скорость электромагнитных волн в веществе меньше, чем в вакууме:
4. Электромагнитные волны с частотой от 400 до 800 ТГц вызывают у человека ощущение света.
5. Электромагнитные волны являются поперечными, т. е. векторы E и B в электромагнитной волне перпендикулярны направлению ее распространения.
7. Электромагнитные волны огибают препятствия, размеры которых сравнимы с длиной волны (дифракция).
8. Для когерентных электромагнитных волн наблюдается явление интерференции.
9. Электромагнитные волны преломляются на границе раздела двух сред.
10. Электромагнитные волны могут поглощаться веществом.
11. Электромагнитные волны, особенно низкочастотные, хорошо отражаются от металлов.
12. Для электромагнитных волн, распространяющихся в веществе, имеет место дисперсия.
13. При переходе электромагнитной волны из одной среды в другую частота волны остается неизменной.



3.5.6 Шкала электромагнитных волн. Применение электромагнитных волн в технике и быту

Источником электромагнитного излучения всегда является вещество. Но разные уровни организации материи в веществе имеют различный механизм возбуждения электромагнитных волн. Так электромагнитные волны имеют своим источником токи, протекающие в проводниках, электрические переменные напряжения на металлических поверхностях (антеннах) и т. п. Инфракрасное излучение имеет своим источником нагретые предметы и генерируются колебаниями молекул тел. Оптическое излучение происходит в результате перехода электронов атомов с одних орбит возбужденных) на другие (стационарные). Рентгеновские лучи имеют в своей основе возбуждение электронных оболочек атомов внешними воздействиями, например, бомбардировкой электронными лучками. Гамма-излучение имеет источником возбужденные ядра атомов, возбуждение может быть природным, а может явиться результатом наведенной радиоактивности.

Шкала электромагнитных волн:

- низкочастотные электромагнитные волны
- инфракрасное излучение (ИКИ)
- видимый свет
- ультрафиолетовое излучение (УФИ)
- рентгеновские лучи
- гамма-лучи

Электромагнитные волны иначе называются радиоволнами.

Длинные и средние волны огибают поверхность, хороши для ближней и дальней радиосвязи, но обладают малой вместимостью; короткие волны — отражаются от поверхности и обладают большей вместимостью, используются для дальней радиосвязи;

Ультра короткие волны — распространяются только в зоне прямой видимости, используются для радиосвязи и в телевидении;

Инфракрасное излучение — применяются для всякого рода тепловых приборов;

Видимый свет — используется во всех оптических приборах;

Ультрафиолетовое излучение — применяется в медицине;

Рентгеновское излучение используется в медицине и в приборах контроля качества изделий

Гамма-лучи — колебания поверхности нуклонов, входящих в состав ядра, используются в парамагнитном резонансе для определения состава и структуры