

9. МАГНИТНОЕ ПОЛЕ. ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ

Закон Ампера: на проводник длиной l с током силой I , помещенный в магнитное поле, действует сила

$$F = IBl \sin \alpha,$$

где B — модуль вектора магнитной индукции \vec{B} ; α — угол между направлением тока и вектором магнитной индукции.

Направление этой силы определяется правилом левой руки: если левую руку расположить так, чтобы перпендикулярная к проводнику составляющая вектора магнитной индукции \vec{B} входила в ладонь, а четыре вытянутых пальца были направлены по току, то отогнутый на 90° большой палец покажет направление силы Ампера \vec{F} .

Принцип суперпозиции магнитных полей: магнитная индукция поля, порождаемого несколькими электрическими токами (движущимися зарядами), равна векторной сумме магнитных индукций, порождаемых каждым током (движущимся зарядом) в отдельности:

$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \dots + \vec{B}_n.$$

Индукция магнитного поля бесконечного прямолинейного проводника с током силой I в точке, удаленной от проводника на расстояние r :

$$B = \mu \mu_0 \frac{I}{2\pi r},$$

где μ — магнитная проницаемость среды;
 $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м — магнитная постоянная.

Поток магнитной индукции через поверхность площадью S выражается уравнением

$$\Phi = BS \cos \alpha,$$

где B — модуль вектора магнитной индукции; α — угол между вектором \vec{B} и нормалью \vec{n} к поверхности.

Сила Лоренца — сила, действующая на заряженную частицу, движущуюся в магнитном поле. Модуль этой силы

$$F_L = qvB \sin \alpha,$$

где q — модуль заряда частицы; α — угол между направлениями скорости частицы \vec{v} и вектора магнитной индукции \vec{B} .

Направление силы Лоренца определяется правилом левой руки: если левую руку расположить так, чтобы составляющая магнитной индукции \vec{B} , перпендикулярная к скорости заряженной частицы, входила в ладонь, а четыре пальца были направлены по движению частицы, если заряд ее положительный, или против движения, если заряд отрицательный, то отогнутый на 90° большой палец покажет направление действующей на частицу силы Лоренца.

Закон электромагнитной индукции: ЭДС индукции, возникающая в замкнутом контуре, равна по модулю и противоположна по знаку скорости изменения магнитного потока через поверхность, ограниченную контуром:

$$\varepsilon_i = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}.$$

Минус в этой формуле следует из правила Ленца.

Правило Ленца: возникающий в замкнутом контуре индукционный ток имеет такое направление, что магнитный поток этого тока стремится компенсировать изменение магнитного потока, вызывающего данный ток.

ЭДС индукции ε в проводнике, движущемся в постоянном магнитном поле определяется соотношением

$$\varepsilon_i = Blv \sin \alpha,$$

где l — длина проводника; v — его скорость; α — угол, составленный вектором магнитной индукции \vec{B} с направлением вектора скорости проводника.

Магнитный поток Φ через поверхность, ограниченную контуром, возникающий при прохождении по этому контуру тока силой I :

$$\Phi = LI,$$

где L — индуктивность контура.

ЭДС самоиндукции, возникающая в замкнутом контуре, пропорциональна скорости изменения силы тока в нем:

$$\varepsilon_{si} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t},$$

где L — индуктивность контура.

Энергия магнитного поля тока силой I , проходящего по проводнику с индуктивностью L :

$$W = \frac{LI^2}{2}.$$