

Закон Ампера. Принцип суперпозиции магнитных полей. Индукция магнитного поля простейших систем токов

Действие магнитного поля на находящийся в нем прямолинейный проводник с током экспериментально исследовал Ампер. Измеряя с помощью динамометра модуль силы, действующей со стороны магнитного поля на проводник с током, в зависимости от его длины, ориентации, силы тока и индукции магнитного поля. Ампер установил, что исследуемая сила: пропорциональна длине проводника ($F \sim l$); пропорциональна модулю индукции магнитного поля ($F \sim B$); пропорциональна силе тока в проводнике ($F \sim I$); зависит от ориентации проводника в магнитном поле, т. е. от угла α , образованного проводником и вектором B .

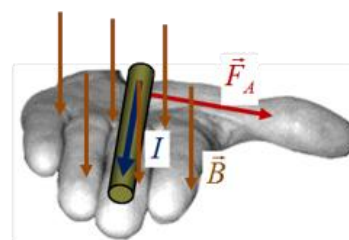
Объединяя полученные данные. Ампер сформулировал закон (закон Ампера), позволяющий находить силу, с которой магнитное поле с индукцией B действует на проводник с током длиной l , расположенный под углом α к вектору магнитной индукции:

$$F_A = IBl \sin \alpha.$$

Это сила называется *силой Ампера*.

Сила Ампера всегда перпендикулярна проводнику и вектору магнитной индукции B . Для определения направления силы Ампера используют правило левой руки:

если ладонь левой руки расположить так, чтобы перпендикулярная к проводнику составляющая вектора индукции входила в ладонь, а четыре вытянутых пальца указывали бы направление тока, то отогнутый на 90° большой палец укажет направление силы Ампера.



Для этой же цели можно использовать и правило правой руки: если вдоль направления тока расположить ладонь правой руки, а затем согнуть четыре пальца так, чтобы они совпали с направлением вектора B , то отогнутый на 90° большой палец укажет направление силы, действующей на проводник с током.

Магнитное взаимодействие проводников с током используется для определения в СИ одной из основных единиц — единицы силы тока — *ампера*.

Максимальный момент сил M_{max} достигается при $\alpha = 90^\circ$. Таким образом, вектор индукции магнитного поля в данной точке определяется:

$$B = \frac{F_{max}}{Il} \quad [B] = 1 \text{ Тл (тесла)}$$

Модуль вектора индукции магнитного поля – физическая величина, численно равная отношению максимальной силы, с которой магнитное поле действует на проводник единичной длины, к силе тока в проводнике.

Для магнитного поля, так же как и для электрического, справедлив принцип суперпозиции: если магнитное поле в данной точке пространства создается несколькими движущимися зарядами, то индукция результирующего поля равна векторной сумме индукций полей, созданных каждым движущимся зарядом:

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

Магнитное поле можно изображать графически с помощью специальных линий, которые называются линиями индукции магнитного поля. Свойства линий магнитной индукции, с одной стороны, сходны со свойствами силовых линий электростатического поля – они не пересекаются, не прерываются, густота линий больше там, где модуль вектора магнитной индукции больше. Но есть отличие – линии индукции магнитного поля всегда замкнуты, т.е. магнитное поле является вихревым.

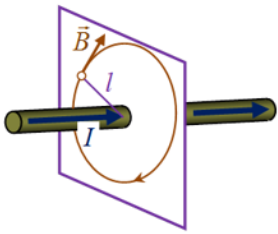
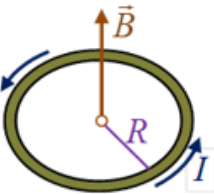
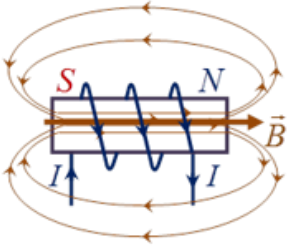
Линией индукции магнитного поля называют воображаемую линию в пространстве, касательная к которой совпадает с направлением вектора индукции магнитного поля в каждой точке поля.

Однородное магнитное поле – поле, у которого в любой его точке вектор магнитной индукции неизменен по величине и направлению. Линии индукции однородного поля параллельны друг другу и густота их во всех точках одинаковая.

Для определения направлений линий магнитного поля используют правило правой руки:

Вид проводника	Прямолинейный проводник с током	Катушка с током (соленоид)
Рисунок		
Правило	Если мысленно обхватить проводник с током ладонью правой руки так, чтобы большой палец указывал направление тока в проводнике, тогда согнутые четыре пальца укажут направление линий магнитного поля	Если мысленно обхватить катушку с током ладонью правой руки так, чтобы большой палец указывал направление тока в витках катушки, тогда согнутые четыре пальца укажут направление линий магнитного поля (на северный полюс катушки)

Индукция магнитного поля простейших систем токов

Магнитное поле прямолинейного тока	Линии магнитной индукции представляют собой concentric circles, lying in the plane, perpendicular to the conductor. The center of the circles coincides with the axis of the conductor		$B = \frac{\mu\mu_0 I}{2\pi l}$ $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Гн}}{\text{м}}$
Магнитное поле кругового тока	Линии магнитной индукции представляют собой окружности, опоясывающие круговой виток		$B = \frac{\mu\mu_0 I}{2R}$
Магнитное поле в середине катушки с током			$B = \frac{\mu\mu_0 IN}{l}$

Обозначение направлений векторов

Вверх ↑	Вниз ↓	Вправо →
Влево ←	На нас ⊥ плоскости чертежа ⊙	От нас ⊥ плоскости чертежа ⊗