

МАГНИТНОЕ ПОЛЕ

Взаимодействие токов

Между двумя электрическими токами обнаруживается взаимодействие: проводники с токами противоположного направления отталкиваются, а проводники с током одного направления притягиваются.

Взаимодействие между направленно движущимися электрическими зарядами (токами) называется **магнитным**.

Магнитное поле

Взаимодействие движущихся зарядов обусловлено действием **магнитного поля** – особой формы материи, обладающей следующими свойствами:

- 1) Магнитное поле порождается направленно движущимися электрическими зарядами (электрическими токами).
- 2) Магнитное поле обнаруживается по действию на движущийся заряд (электрический ток).

Магнитная индукция

Векторная характеристика магнитного поля –
магнитная индукция.

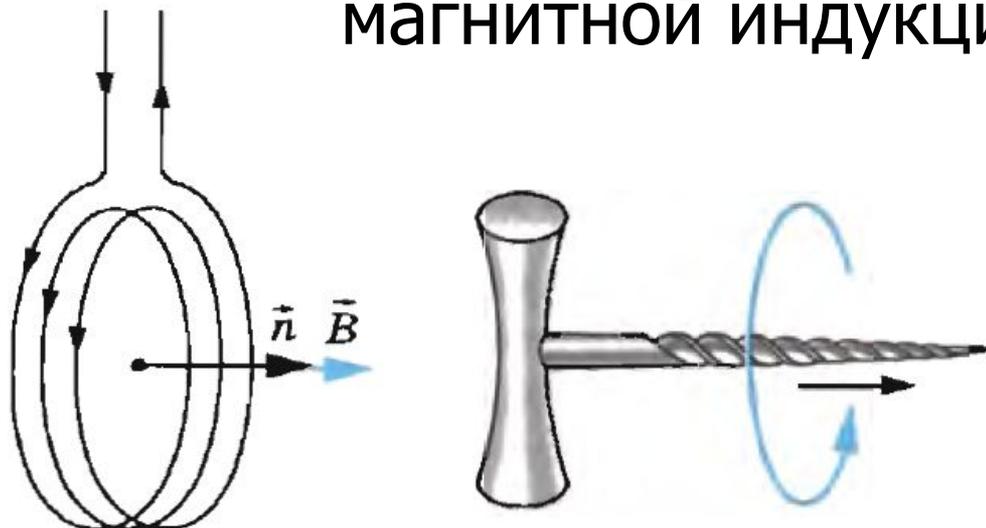
Модуль вектора магнитной индукции определяется отношением максимальной силы, действующей со стороны поля на отрезок проводника с током, к произведению силы тока на длину этого отрезка:

$$B = \frac{F_m}{I \Delta l}$$

Магнитная индукция

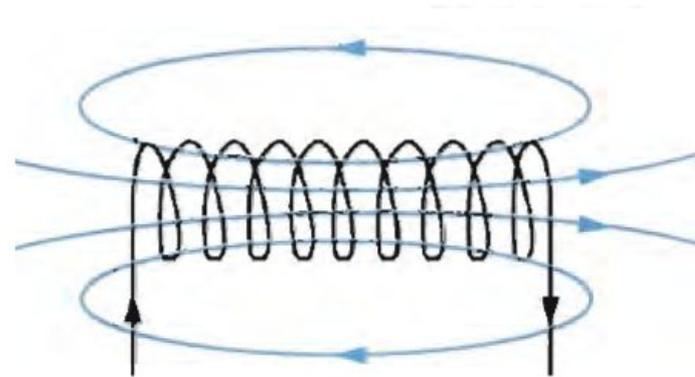
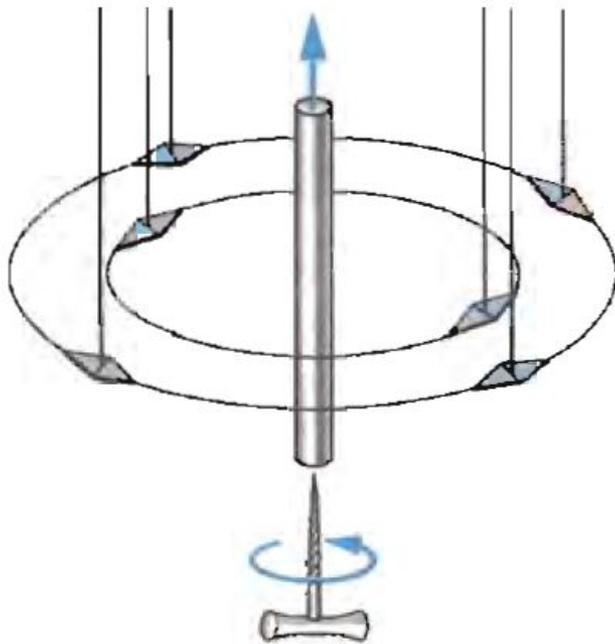
Направление вектора магнитной индукции устанавливается по **правилу буравчика**:

Если направление поступательного движения буравчика совпадает с направлением тока в проводнике, то направление вращения ручки буравчика указывает направление вектора магнитной индукции.



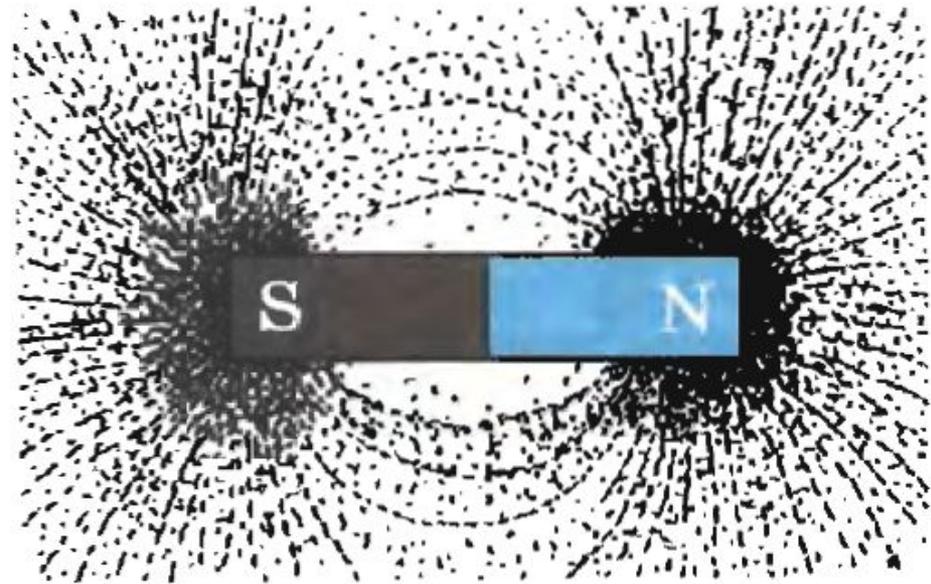
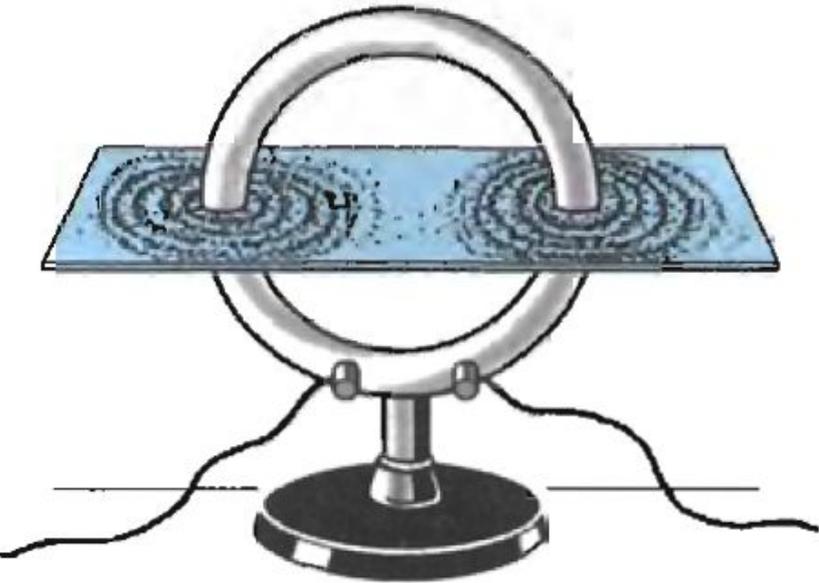
Линии магнитной индукции

Наглядную картину магнитного поля дают **линии магнитной индукции**, касательные к каждой точке которых совпадают с вектором магнитной индукции.



Вихревое поле

Линии магнитной индукции всегда замкнуты, то есть не имеют начала и конца. Магнитное поле является **вихревым**.



Сила Ампера

Сила Ампера равна произведению модуля силы тока, вектора магнитной индукции, длины отрезка проводника и синуса угла между направлениями векторов магнитной индукции и тока:

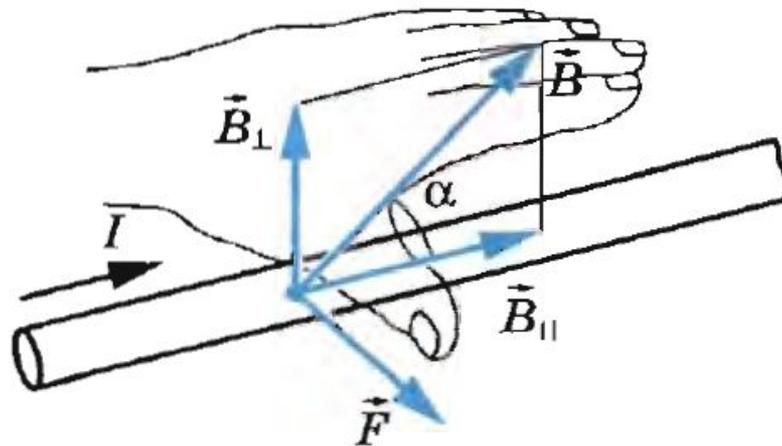
$$F = I |\vec{B}| \Delta l \sin \alpha$$

Единица измерения – **тесла**: $1 \text{ Тл} = 1 \text{ Н/А}\cdot\text{м}$

Сила Ампера

Направление силы Ампера устанавливается **правилом левой руки:**

Если левую руку расположить так, чтобы перпендикулярная составляющая магнитной индукции входила в ладонь, а четыре вытянутых пальца были направлены по направлению тока, то отогнутый на 90° большой палец укажет направление силы Ампера.



Сила Лоренца

Поскольку электрический ток – это направленное движение заряженных частиц, магнитное поле оказывает движение на каждую отдельно взятую движущуюся заряженную частицу.

Сила Лоренца определяется произведением заряда, скорости движения частицы, магнитной индукции и синуса угла между векторами скорости и магнитной индукции:

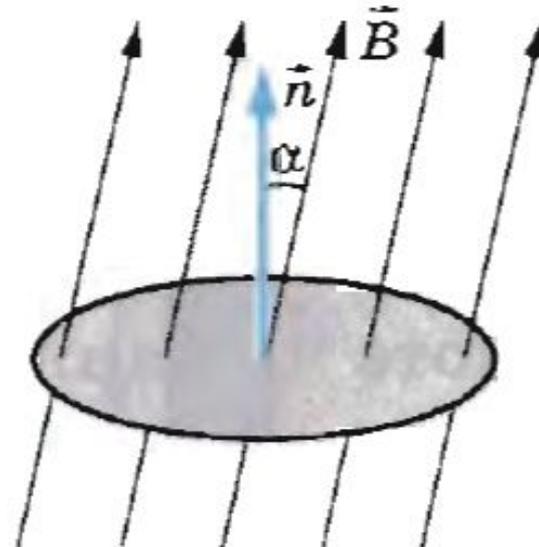
$$F_{\text{Л}} = |q| v B \sin \alpha$$

Магнитный поток

Магнитным потоком через поверхность называют величину, равную произведению модуля вектора магнитной индукции на площадь поверхности и косинус угла между векторами магнитной индукции и нормали к поверхности:

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

$$\Phi = B_n S$$



Единица измерения – **вебер**: $1 \text{ Вб} = 1 \text{ Тл} \cdot \text{м}^2$

Направление индукционного тока

При изменении магнитного потока через поверхность, ограниченную проводником, в проводнике возникает индукционный ток.

Направление индукционного тока определяется **правилом Ленца:**

Возникающий в замкнутом контуре индукционный ток своим магнитным полем противодействует тому изменению магнитного потока, которым он вызван.

Закон электромагнитной индукции

ЭДС индукции в замкнутом контуре равна скорости изменения магнитного потока через поверхность, ограниченную контуром, взятой с противоположным знаком:

$$\mathcal{E}_i = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

Самоиндукция

Если по катушке течет переменный ток, то изменяется магнитный поток, пронизывающий плоскость витков катушки, вследствие чего в катушке возникает ЭДС.

Данное явление называется **самоиндукцией**. ЭДС самоиндукции направлена таким образом, чтобы препятствовать изменению тока.

ИНДУКТИВНОСТЬ

Коэффициент пропорциональности между током в катушке и магнитным потоком получил название **индуктивности**. **Индуктивность** – физическая величина, численно равная ЭДС самоиндукции, возникающей в контуре при изменении силы тока в нем на 1 А за 1 с:

$$\Phi = LI$$

$$\mathcal{E}_{is} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -L\frac{\Delta I}{\Delta t}$$

Единица измерения – **генри**: **1 Гн = 1 В·с/А**

Энергия магнитного поля

Энергия катушки с током пропорциональна индуктивности катушки и квадрату силы тока в ней.

$$W_{\text{м}} = \frac{LI^2}{2}$$

