

1. Магнитное поле. Основные законы.

Магнитное поле - особый вид материи, посредством которого осуществляется взаимодействие движущихся зарядов, электрических токов и постоянных магнитов.

Источниками магнитного поля являются движущиеся электрические заряды (токи).

Магнитное поле возникает в пространстве, окружающем проводники с током.

Вектор магнитной индукции

\vec{B}

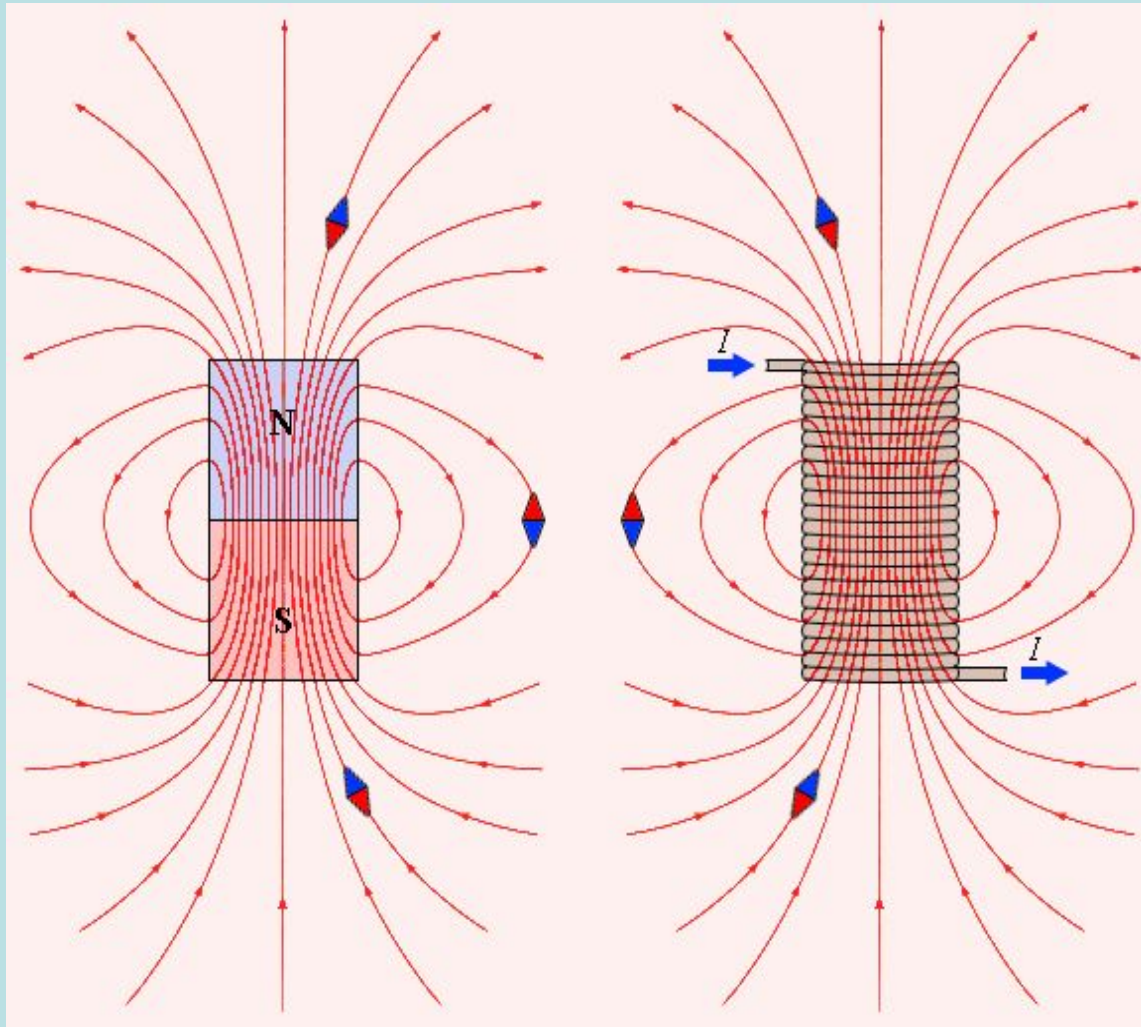
Является силовой характеристикой магнитного поля подобно вектору напряженности электрического поля E .

Направление вектора B совпадает с направлением силы, действующей на северный полюс магнитной стрелки или с направлением нормали маленькой рамки с током, находящихся в данной точке поля.

Рамка с током – это замкнутый плоский контур (из проводника), по которому течет электрический ток.

Направление нормали рамки определяется правилом правого винта или правого буравчика.

Магнитное поле постоянного магнита и катушки с ТОКОМ



Линии магнитной индукции – линии, проведенные в магнитном поле так, что вектор B в каждой точке линии направлен по касательной к ней.

- **Линии магнитной индукции всегда замкнутые.**
- **Магнитное поле вихревое.**
- **Северный полюс** постоянного магнита, катушки с током, витка с током – полюс, из которого **выходят** линии магнитной индукции.
- **Южный полюс** – полюс, в который **входят** линии магнитной индукции.

Закон Ампера

- **Элементарная сила dF** , с которой магнитное поле действует на элемент проводника с током прямо пропорциональна силе тока в проводнике I , длине элемента проводника dL и индукции магнитного поля B .
- **Определяется выражением:**

$$d\vec{F} = I \cdot d\vec{l} \times \vec{B}$$

Модуль силы Ампера $dF = I \cdot B \cdot dL \cdot \sin \alpha$

dF – сила Ампера

I - сила тока в проводнике

dL – элемент проводника

B - модуль индукции магнитного поля

α - угол между векторами индукции B и dL

Модуль вектора индукции магнитного поля

Это величина, равная отношению максимальной силы $dF_{\text{макс}}$, действующей со стороны магнитного поля на элемент проводника с током, к произведению силы тока I и длины элемента проводника dL

$$B = \frac{1}{I} \cdot \frac{dF_{\text{макс}}}{dL}$$

Единица измерения в Си - 1 Тл (тесла)

$$1 \text{ Тл} = 1 \text{ Н} / \text{А} \cdot \text{М}$$

**Формула для силы Ампера, действующей на
прямолинейный проводник с током, находящийся в
однородном магнитном поле**

$$F = I \cdot B \cdot L \cdot \sin\alpha$$

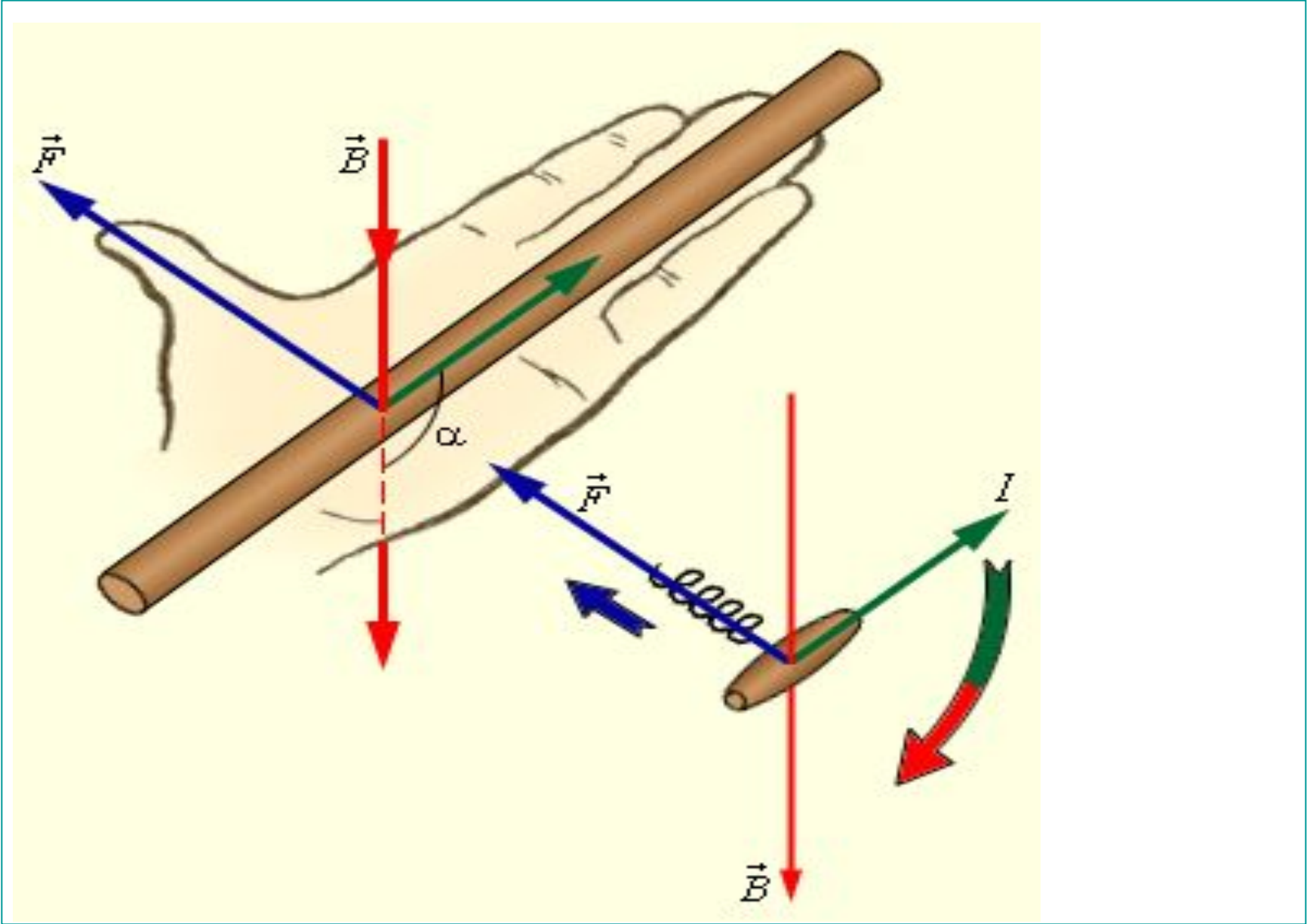
F - сила Ампера

I - сила тока

B - модуль индукции магнитного поля

L - длина проводника

α - угол между вектором индукции **B** и
направлением тока в проводнике

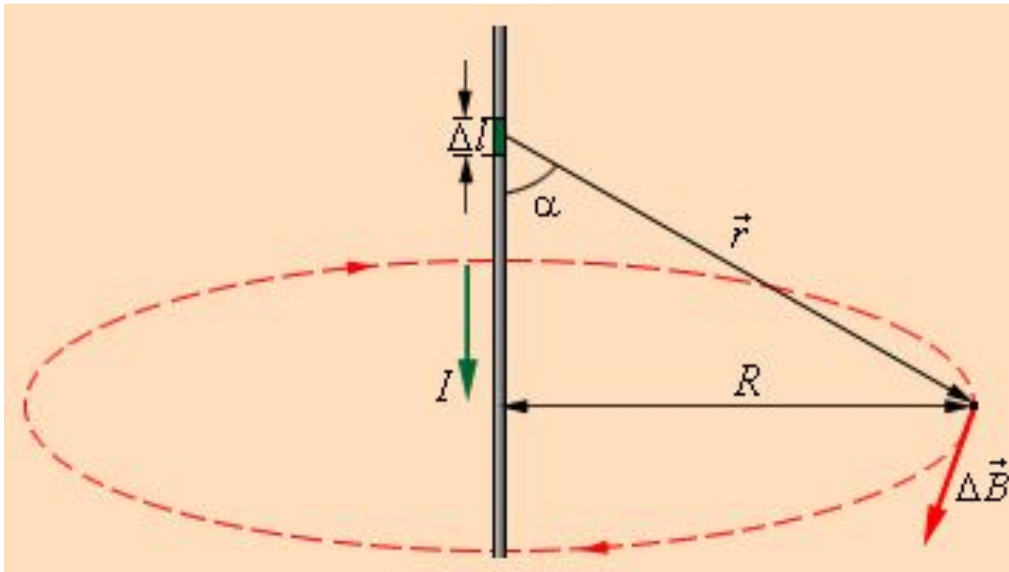


Правило левой руки

- Ладонь левой руки расположить так, чтобы в неё входил вектор магнитной индукции B (линии индукции магнитного поля), а четыре вытянутых пальца расположить по направлению тока в проводнике, тогда отогнутый на 90° большой палец покажет направление силы Ампера F .

Закон Био – Савара - Лапласа

$$dB = \frac{\mu\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I \cdot dl \times r}{r^3}$$



$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн/м}$ –
магнитная постоянная

μ - магнитная
проницаемость среды

Модуль вектора магнитной индукции B

$$dB = \frac{\mu\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I \cdot dl \cdot \sin\alpha}{r^2}$$

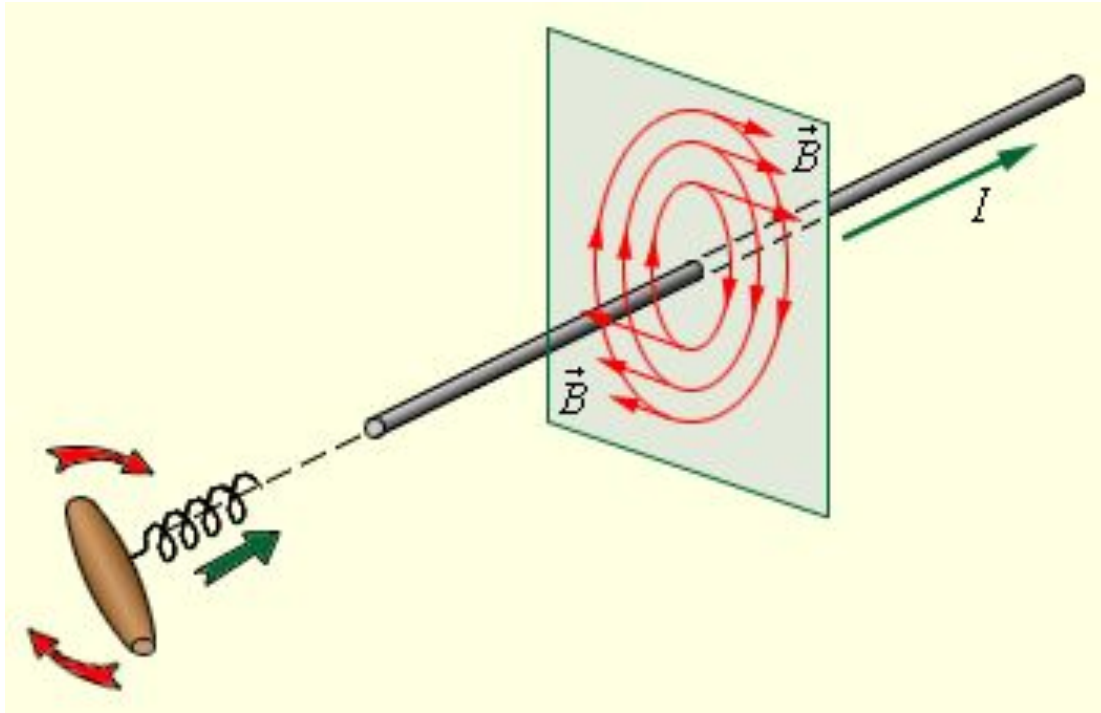
α - угол между векторами dl и r

Принцип суперпозиции магнитных полей

- Если магнитное поле создается несколькими проводниками с током, то индукция результирующего поля равна векторной сумме индукций магнитных полей, создаваемых каждым проводником с током в отдельности.

$$\vec{B} = \sum_{i=1}^n \vec{B}_i$$

Магнитное поле прямолинейного проводника с током (прямого тока)



$$B = \frac{\mu\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{2I}{R}$$

I - сила тока

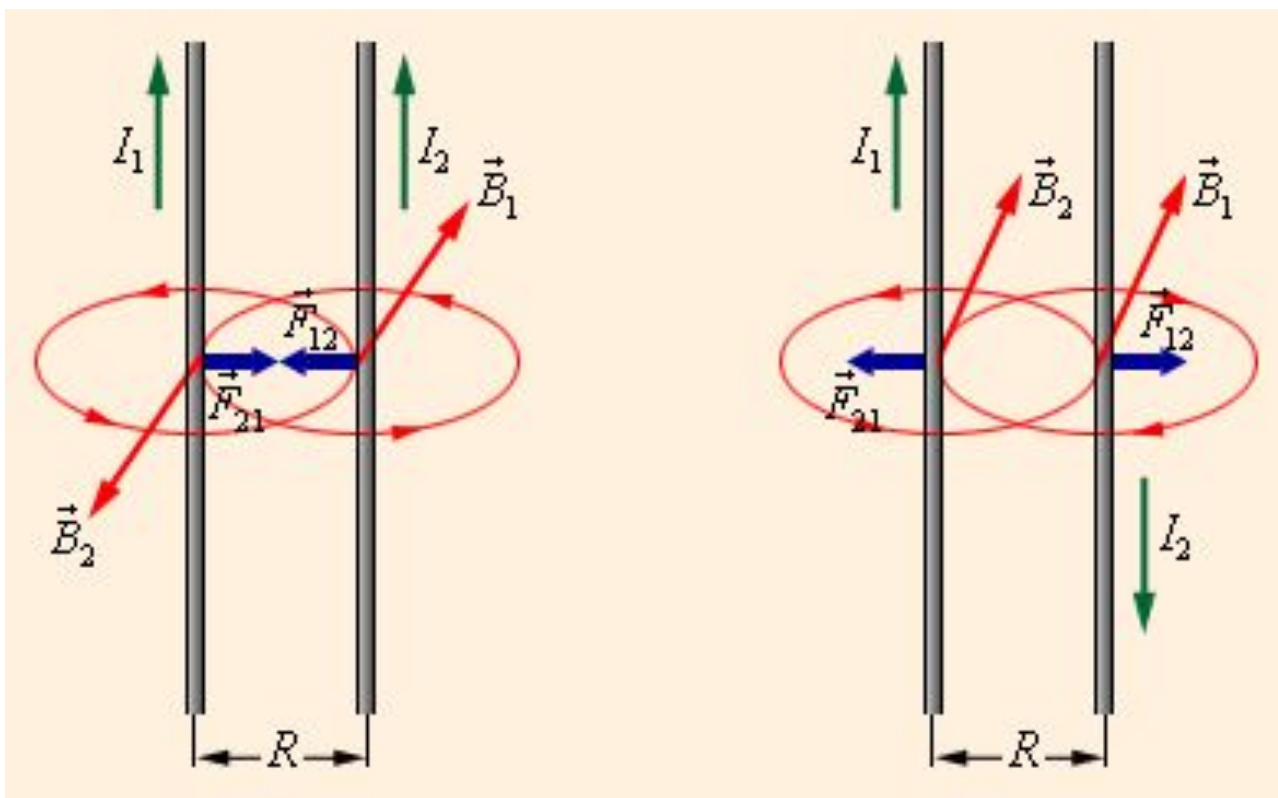
R - расстояние
до точки поля

Правило правого винта или правого буравчика для прямого тока

- Направление вращения конца рукоятки буравчика совпадает с направлением вектора магнитной индукции $d\mathbf{B}$ (*магнитного поля*), если поступательное движение буравчика совпадает с направлением тока в проводнике

Взаимодействие токов вызывается их магнитными полями.
Магнитное поле одного тока действует силой Ампера на другой ток и наоборот.

- Магнитное взаимодействие параллельных и антипараллельных токов.



Сила взаимодействия параллельных ТОКОВ

$$dF = \frac{\mu\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I_1 \cdot I_2}{R} \cdot dl$$

Магнитное поле Земли

