

# *Магнитное поле. Опыт Эрстеда, идеи Ампера. Обобщенная сила Лоренца и сила Ампера. Основные уравнения магнитостатики.*

Магнитное поле – поле, действующее на движущиеся электрические заряды.

Количественная характеристика магнитного поля – вектор магнитной индукции (в общем случае свой в каждой точке пространства).

Утверждается, что это поле существует вне зависимости от наших представлений о нём. Через него происходят взаимодействия частиц. Например, это соответствует тому факту, что магнитные взаимодействия распространяются со скоростью света, а не мгновенно.

Жёсткая цензура

||  
vv

В (18\_\_ ) году Ханс Кристиан Эрстед обнаружил, что электрический ток создаёт магнитное поле вокруг себя. Затем, в (18\_\_ + 1) году, Андре-Мари Ампер показал, что параллельные провода, по которым идёт ток в одном и том же направлении, притягиваются друг к другу.

Ганс Кристиан Эрстед помещал над магнитной стрелкой прямолинейный металлический проводник, направленный параллельно стрелке. При пропускании через проводник электрического тока стрелка поворачивалась почти перпендикулярно проводнику. При изменении направления тока стрелка разворачивалась на  $180^\circ$ .

Эрстед: ток создаёт магнитное поле

Ампер: идея эквивалентности соленоида постоянному магниту

«Всего два месяца прошло после публикации Эрстеда, а он уже потряс мир предельно логичными тезисами. Два параллельных тока притягиваются; значит, притяжение разных полюсов магнитов можно объяснить, посчитав магнит круговым током. Эта идея Ампера давала одну-единственную причину, казалось бы, совсем разным явлениям: взаимодействию токов, тока и магнита, двух магнитов»

## Силы Лоренца и Ампера

Лоренца: на частицу,

$$\vec{F} = q \cdot (E + \vec{v} \cdot \vec{B})$$

Ампера – на провод,

*Сила  $d\vec{F}$ , с которой магнитное поле действует на элемент  $d\vec{l}$  проводника с током, находящегося в магнитном поле, прямо пропорциональна силе тока  $I$  в проводнике и векторному произведению элемента длины  $d\vec{l}$  проводника на магнитную индукцию  $d\vec{B}$ :*

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

## Основные уравнения магнитостатики

Закон БиоСавараЛапласа (поле маленького кусочка провода,  $\vec{r}$  проведён к точке наблюдения):

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \cdot \frac{d\vec{l} \cdot \vec{r}}{r^3}$$

Законы Максвелла:

$$\oint \vec{E} d\vec{S} = \frac{q}{\epsilon_0}$$

$$\oint \vec{B} d\vec{S} = 0$$

$$\oint \vec{E} d\vec{l} = -\frac{d(\phi_B)}{dt}$$

$$\oint \vec{B} d\vec{l} = \mu_0 I + \frac{1}{c^2} \cdot \frac{d(\phi_E)}{dt}$$

В случае магнитостатики они превращаются в:

$$\oint \vec{E} d\vec{S} = \frac{q}{\epsilon_0}$$

$$\oint \vec{B} d\vec{S} = 0$$

$$\oint \vec{E} d\vec{l} = 0$$

(Обходим по контуру, а закон ЭМИ Фарадея выродился...)

$$\oint \vec{B} d\vec{l} = \mu_0 I$$

«Теорема о Циркуляции»