ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕМЫ МАГНИТОСТАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ

1. Теорема Гаусса

Существуют источники (стоки) линий индукции (магнитные заряды)?

?

Поле потенциально?

2. Теорема о циркуляции

1. ТЕОРЕМА ГАУССА

Отсутствие в природе магнитных зарядов приводит к тому, что линии магнитной индукции замкнуты.

Поэтому поток вектора магнитной индукции через любую замкнутую поверхность равен нулю (т. Гаусса).

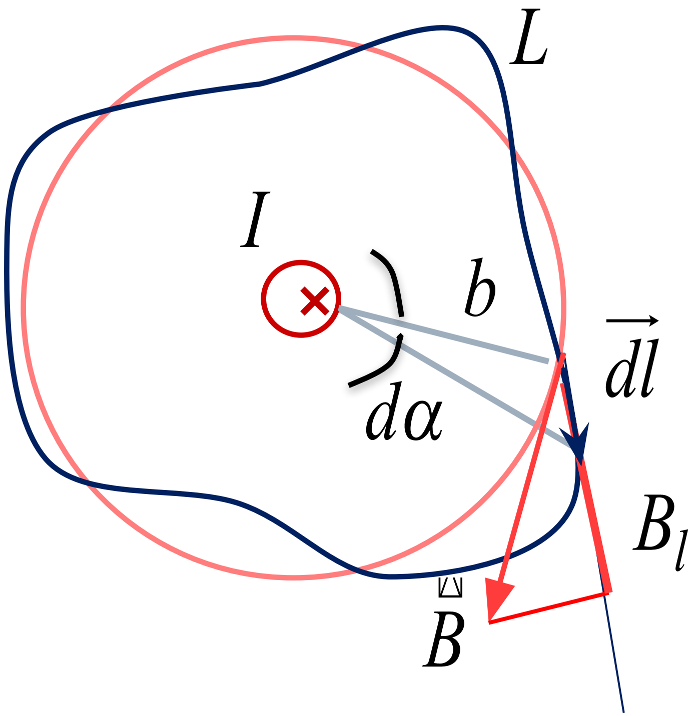
$$\boxed{\Phi_B = \oint_S \vec{B}\,\overrightarrow{dS} = 0}$$

ИФ

$$\oint_S \vec{B}\,\overrightarrow{dS} = \int_V \left(\nabla \vec{B}\right) dV \Rightarrow \quad \boxed{\left(\nabla \vec{B}\right) = 0}$$

ДФ

2. ЦИРКУЛЯЦИЯ ДЛЯ ПОЛЯ ПРЯМОГО ТОКА



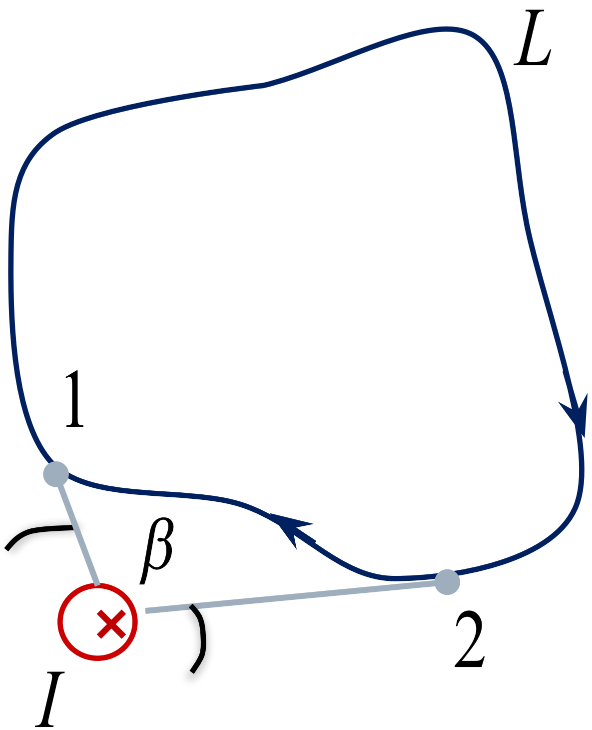
$$\vec{B}\vec{dl} = B_l dl = B dl_B = \frac{\mu_0 I}{2\pi b} b d\alpha$$

$$\oint_L \vec{B}\vec{dl} = \frac{\mu_0 I}{2\pi}\oint_L d\alpha$$

$$\oint_L d\alpha = 2\pi \Rightarrow$$

$$\boxed{\oint_L \vec{B}\vec{dl} = \mu_0 I}$$

2. ЦИРКУЛЯЦИЯ ДЛЯ ПОЛЯ ПРЯМОГО ТОКА (ток вне контура)



$$\oint_L \vec{B}\vec{dl} = \frac{\mu_0 I}{2\pi}\oint_L d\alpha = \frac{\mu_0 I}{2\pi}\left(\int_1^2 d\alpha + \int_2^1 d\alpha\right) =$$

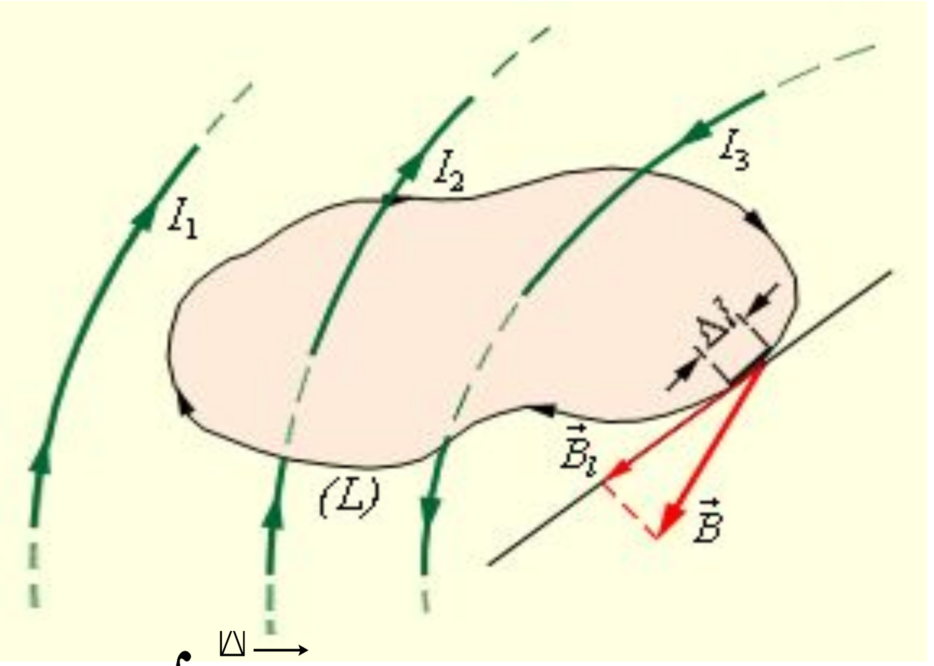
$$= \frac{\mu_0 I}{2\pi}(\beta - \beta) = 0$$

$$\oint_L \vec{B}\vec{dl} = 0$$

Таким образом, если ток **не** охватывается контуром, циркуляция вектора $\vec{B}$ вдоль этого контура равна нулю!

3. ТЕОРЕМА О ЦИРКУЛЯЦИИ МАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ

$$\oint_L \vec{B}\,\vec{dl} = \mu_0 \sum_{i=1}^{N} I_i$$



Циркуляция вектора магнитной индукции вдоль любого замкнутого контура **пропорциональна алгебраической сумме токов**, *охватываемых* этим контуром.

$$\oint_L \vec{B}\,\vec{dl} = \mu_0 (I_3 - I_2)$$

Пояснение: I_3 берется со знаком «+», так как составляет с обходом контура правовинтовую систему, соответственно I_2 - «-»

4. РОТОР ИНДУКЦИИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

$$\oint_L \vec{B}\,\vec{dl} = \mu_0 \sum_{i=1}^{N} I_i \qquad \sum_{i=1}^{N} I_i = \int_S \vec{j}\,\vec{dS} \Rightarrow$$

$$\oint_L \vec{B}\,\vec{dl} = \mu_0 \int_S \vec{j}\,\vec{dS} \qquad \oint_L \vec{B}\,\vec{dl} = \int_S \left[\nabla \vec{B}\right]\vec{dS}$$

$$\int_S \left[\nabla \vec{B}\right] d\vec{S} = \mu_0 \int_S \vec{j}\, d\vec{S} \Rightarrow \boxed{\left[\nabla \vec{B}\right] = \mu_0 \vec{j}}.$$

5. СРАВНЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО И МАГНИТНОГО ПОЛЕЙ

$$\oint_S \vec{E}\,d\vec{S} = \frac{q}{\varepsilon_0}$$

$$\nabla \vec{E} = \frac{\rho}{\varepsilon_0};$$

$$\oint_S \vec{B}\,d\vec{S} = 0$$

$$\nabla \vec{B} = 0;$$

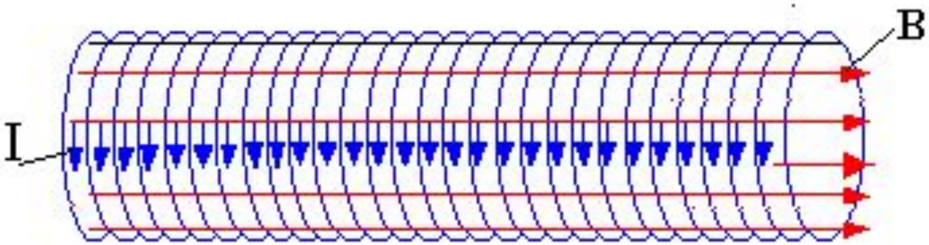
$$\oint_L \vec{E}\,d\vec{l} = 0$$

$$\left[\nabla \vec{E}\right] = 0$$

$$\oint_L \vec{B}\,d\vec{l} = \mu_0 \sum_{i=1}^{N} I_i$$

$$\left[\nabla \vec{B}\right] = \mu_0 \vec{j}.$$

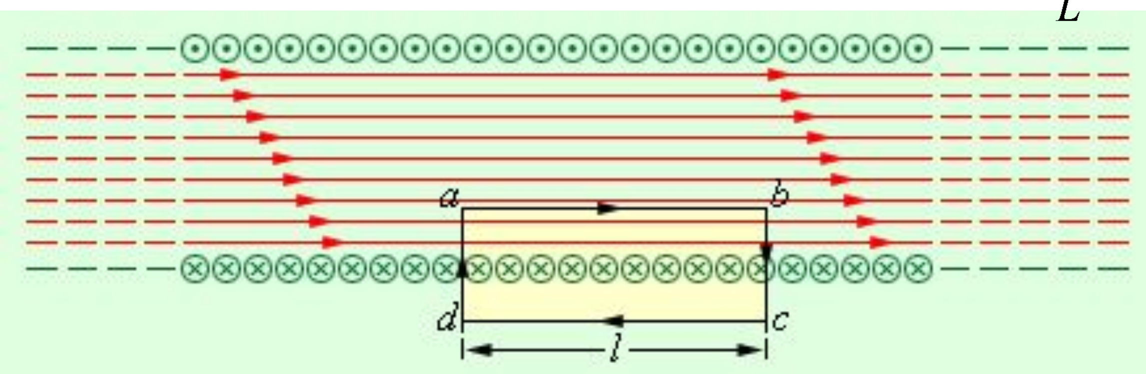
6. ПОЛЕ ДЛИННОГО СОЛЕНОИДА



$$\oint_L \vec{B}\,d\vec{l} = \mu_0 \sum_{i=1}^{N} I_i$$

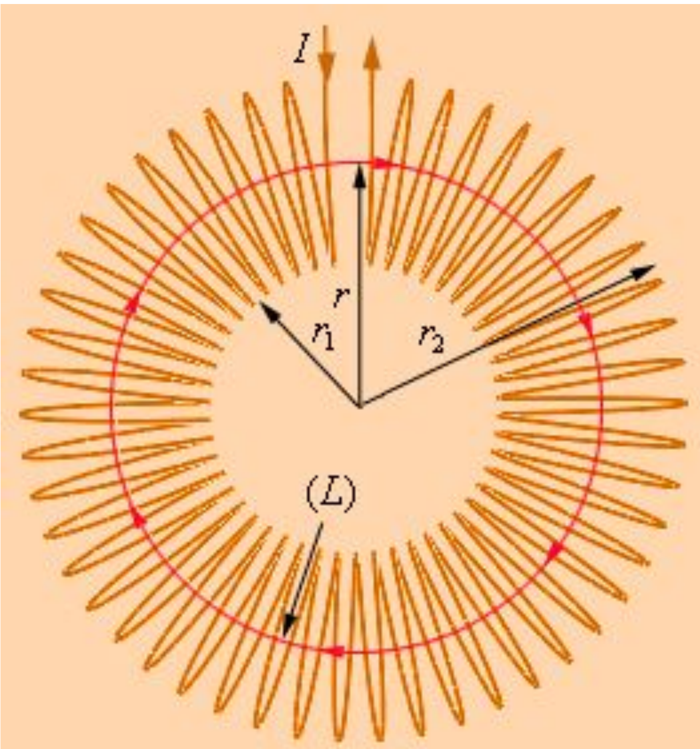
$$\oint_L \vec{B}\,d\vec{l} = \int_a^b B_l\,dl + \int_b^c B_l\,dl +$$

$$+ \int_c^d B_l\,dl + \int_d^a B_l\,dl = \int_a^b B_l\,dl = Bl$$



$$\sum_{i=1}^{N} I_i = NI \Rightarrow \qquad Bl = \mu_0 NI \Rightarrow \qquad \boxed{B = \frac{\mu_0 NI}{l} = \mu_0 nI}$$

7. МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ТОРОИДА



$$\oint_L \vec{B}\,\vec{dl} = \mu_0 \sum_{i=1}^{N} I_i \qquad \vec{B}\,\vec{dl} = Bdl;$$

$$r = const \Rightarrow B(r) = const \Rightarrow$$

$$\oint_L \vec{B}\,\vec{dl} = \oint_L Bdl = B\oint_L dl = B2\pi r \Rightarrow$$

$$B2\pi r = \mu_0 IN \Rightarrow$$

$$\boxed{B = \frac{\mu_0}{2\pi}\frac{NI}{r};} \qquad B_{max} = \frac{\mu_0}{2\pi}\frac{NI}{r_1}; \qquad B_{min} = \frac{\mu_0}{2\pi}\frac{NI}{r_2}.$$