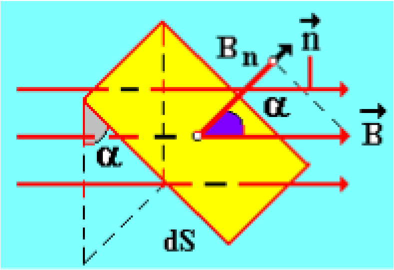
5 .Основные законы магнитного поля: теорема Гаусса и теорема о циркуляции для вектора B (в дифференциальной и интегральной формах)

Магнитное поле, может быть наглядно представлено с помощью силовых линий магнитного поля. Густота силовых линий прямо пропорциональна модулю вектора индукции. Если в неоднородное магнитное поле поместить площадку ***dS***, в пределах которой магнитное поле считается однородным, то силовые линии пронизывают ее.



В этом случае площадку ***dS*** пронизывает магнитный поток:

$$d\Phi_m = (\vec{B} * dS\vec{n})$$

$$d\Phi_m = BdScos(\vec{B},\hat{}\ \vec{n}) = B_n dS$$

Полный магнитный поток сквозь произвольную поверхность найдем интегрированием:

$$\Phi_m = \int (\vec{B} * dS\vec{n})$$

Если магнитное поле однородно, то магнитный поток $\Phi_m = BScos\alpha$
При α = 90° Φ_m= 0. В этом случае силовые линии магнитного поля скользят вдоль поверхности, не пересекая ее. При α = 0 магнитный поток максимален, Φ_m =BS. *В СИ магнитный поток измеряется в веберах (Вб).*

Теорема Гаусса для вектора $\vec{B}$: *поток вектора магнитной индукции через любую замкнутую поверхность равен нулю.*

Число силовых линий, выходящих из замкнутой поверхности, равно числу линий, входящих в область, ограниченную этой поверхностью, и не зависит от ее формы и размеров. Для расширения возможности применения теоремы Гаусса для вектора $\vec{B}$ формулу записывают в дифференциальной форме: $div\vec{B} = 0$ или $(\nabla * \vec{B}) = 0$

Циркуляция вектора индукции магнитного поля

Циркуляцией вектора индукции магнитного поля (циркуляцией вектора $\vec{B}$) называют криволинейный интеграл по произвольному контуру ***L*** скалярного произведения вектора индукции $\vec{B}$ и вектора элемента этого контура

$$\oint_L (\vec{B} * d\vec{l}) = \oint_L Bdlcos(\vec{B},\wedge d\vec{l}) = \oint_L B_l\, dl$$

Теорема о циркуляции для вектора $\vec{B}$
*Циркуляция $\vec{B}$ по произвольному контуру **L** в вакууме равна произведению магнитной постоянной μ_0 на алгебраическую сумму токов, охваченных этим контуром.*
Интегральная форма:

$$\oint_L (\vec{B} * d\vec{l}) = \mu_0 \int_S (\vec{j} * dS\vec{n}) = \mu_0 \int_S j_n dS$$

Дифференциальная форма:

$[\nabla \times \vec{B}\,] = \mu_0\vec{j}$ или $\text{rot}\vec{B} = \mu_0\vec{j}$

Ротор поля $\vec{B}$: $\lim_{S\to 0}\frac{\oint(\vec{B}d\vec{l})}{S} = (rot\ \vec{B}\,)_n$

Этот предел представляет собой скалярную величину, равную проекции вектора ***rot*** $\vec{B}$ на нормаль. Ротор поля $\vec{B}$ совпадает по направлению с вектором плотности тока ***j***. Дифференциальная форма теоремы о циркуляции $\vec{B}$ расширяет ее возможности для исследования и расчета сложных магнитных полей.