

## 4. Закон Био-Савара. Магнитное поле прямого и кругового тока

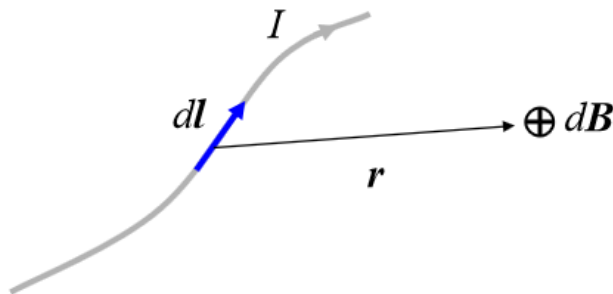
При своем движении электрические заряды в проводах создают в окружающем пространстве магнитное поле. Магнитное поле создает не только ток проводимости, но и любой ток: ток в газах, ток смещения. Найдем индукцию магнитного поля, созданного элементом проводника с током.

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

— закон Био-Савара

для объемного элемента тока

для линейного элемента тока



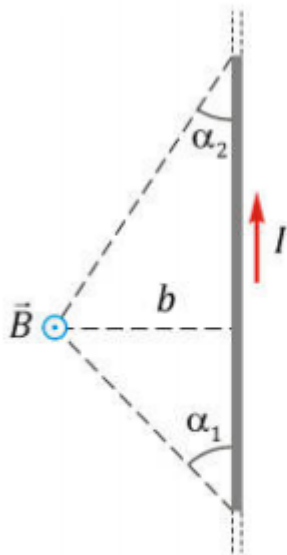
$\vec{B}$  – вектор электромагнитной индукции,  
 $\mu$  – магнитная проницаемость среды,  
 $\mu_0$  – магнитная проницаемость вакуума (магнитная постоянная),  
 $I$  – постоянный замкнутый ток,  
 $d\vec{l}$  – элемент проводника с током,  
 $\vec{r}$  – радиус – вектор, проведенный от элемента  $d\vec{l}$  к точке наблюдения

В общем случае расчет индукции магнитного поля тока, текущего в проводах произвольной формы довольно сложен. Если же распределение тока имеет некоторую симметрию, например, магнитное поле прямого и кругового токов, то расчет индукции магнитного поля значительно упрощается, если воспользоваться принципом суперпозиции магнитных полей, т. е.

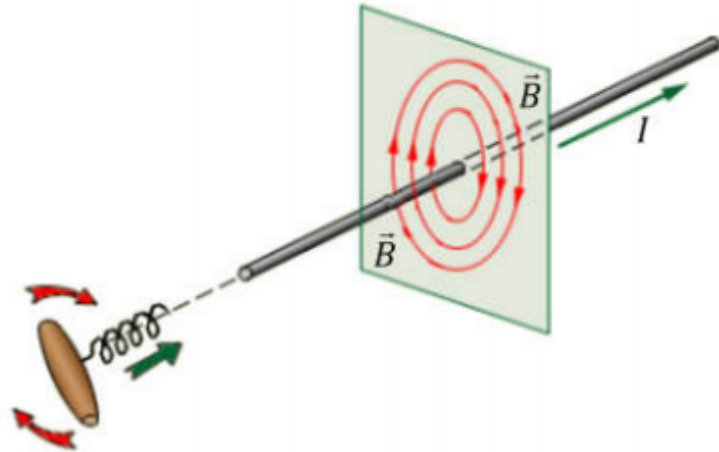
$$\vec{B} = \sum_{i=1}^n \vec{B}_i$$

### Магнитное поле прямого проводника с током

Используя принцип суперпозиции, находим результирующую индукцию магнитного поля прямого проводника с током. После интегрирования имеем



$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi b} (\cos \alpha_1 + \cos \alpha_2)$$



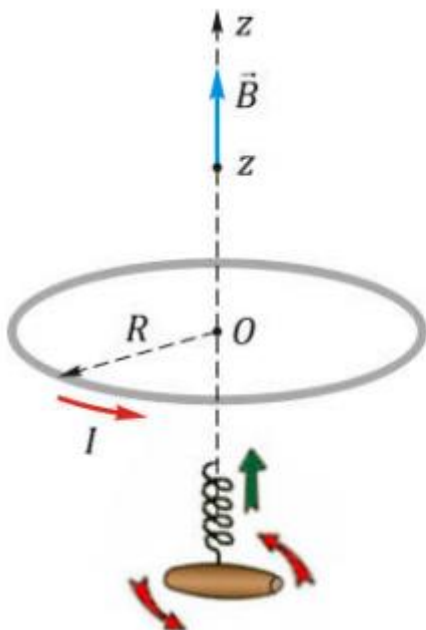
Если проводник бесконечной длины, то  $\alpha_1 = 0$ ,  $\alpha_2 = 0$ . Следовательно, индукция магнитного поля прямого проводника бесконечной длины в произвольной точке окружающего пространства

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi b}$$

$$\left[ \cos \alpha_1, \cos \alpha_2 \rightarrow 1 \right]$$

или  $H = \frac{I}{2\pi d}$

### Магнитное поле кругового тока



$$B = \frac{\mu_0 I}{2} \frac{R^2}{(z^2 + R^2)^{3/2}}$$

В центре витка  $B = \frac{\mu_0 I}{2R}$

Как видно из рисунка, каждый элемент кругового проводника с током создает в центре магнитное поле одинакового направления - вдоль нормали от витка. Значит, сложение векторов  $d\vec{B}$  также можно заменить сложением их модулей. Расстояние всех элементов проводника до центра кругового тока одинаково и равно  $R$  и все элементы проводника перпендикулярны радиус-вектору.