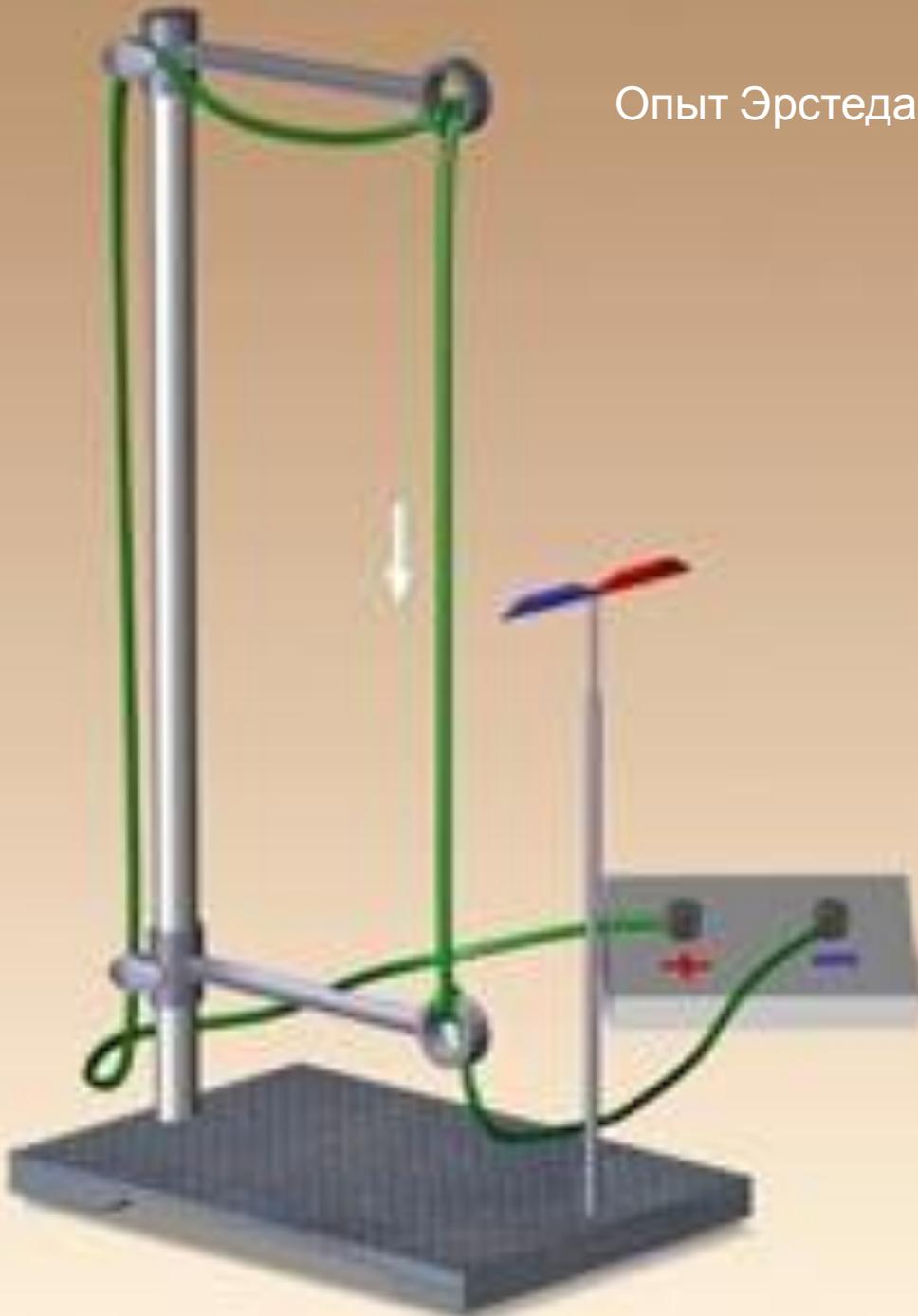


Опыт Эрстеда

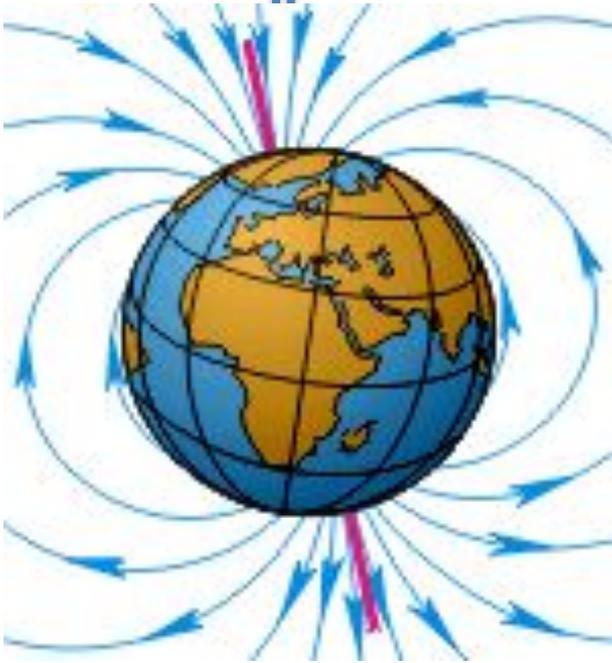


Магнито-
статическое
поле в
вакууме

План лекции

1. Магнитное поле и его природа	3
2. Магнитное поле движущегося заряда.	4
3. Закон Био-Савара-Лапласа	5
4. Магнитное поле прямого тока	7
5. Магнитное поле кругового проводника с током	9

1. Магнитное поле и его природа



Магнитное поле (МП) – это силовое поле, появляющееся в пространстве из-за наличия в этом пространстве электрических токов или движущихся заряженных частиц. МП – относительно.

Индукция магнитного поля \vec{B} – вектор, характеризующий силовое действие магнитного поля. В пространстве его направление совпадает с направлением синего конца магнитной стрелки. $[B] = \text{Тл}$ (тесла)

МП – подчиняется принципу суперпозиции.

$$\vec{B} = \sum_i \vec{B}_i \quad \text{- в случае дискретного распределения токов в среде}$$

$$\vec{B} = \int d\vec{B}_i \quad \text{- в случае непрерывного распределения токов в среде}$$



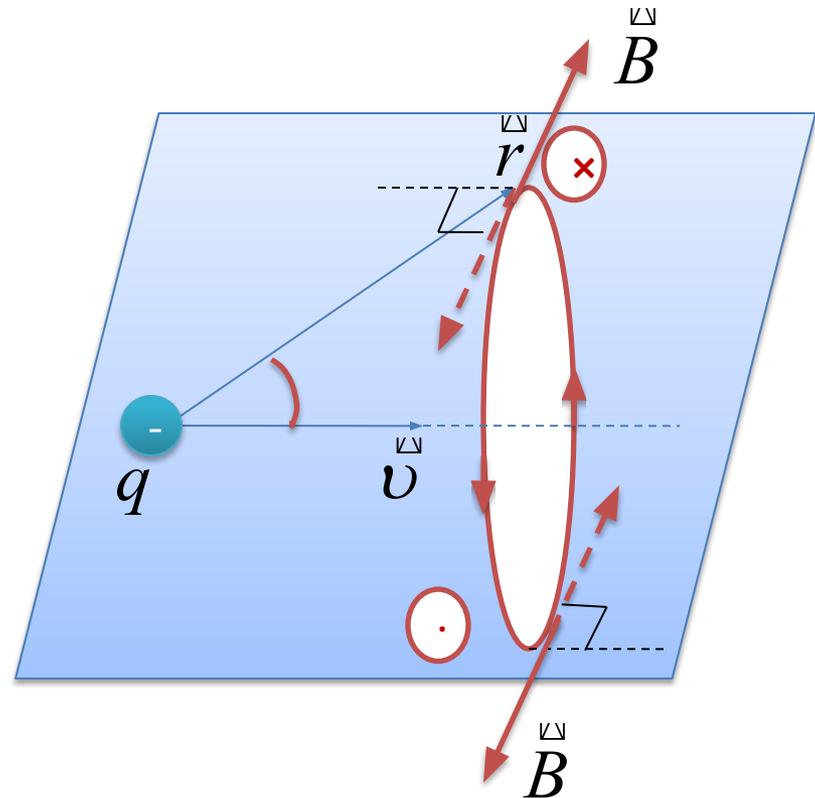
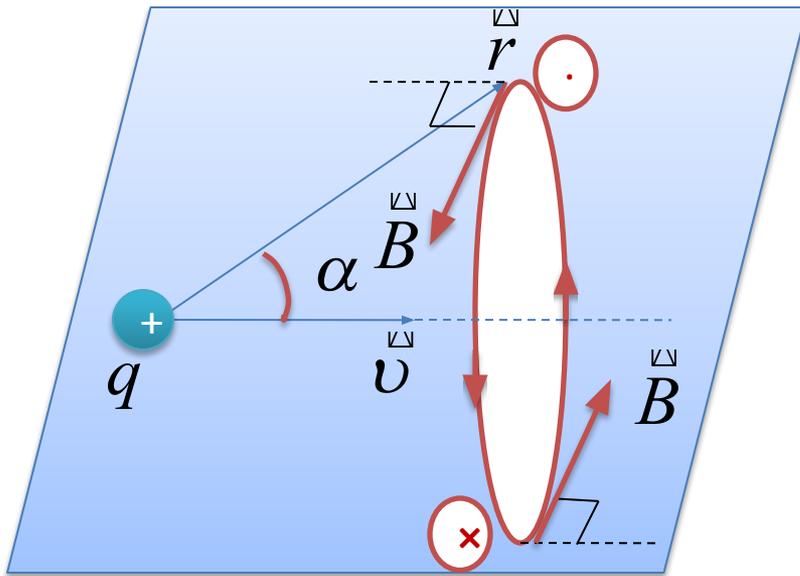
2. Магнитное поле движущегося заряда

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{q[\vec{v}, \vec{r}]}{r^3} \quad (1)$$

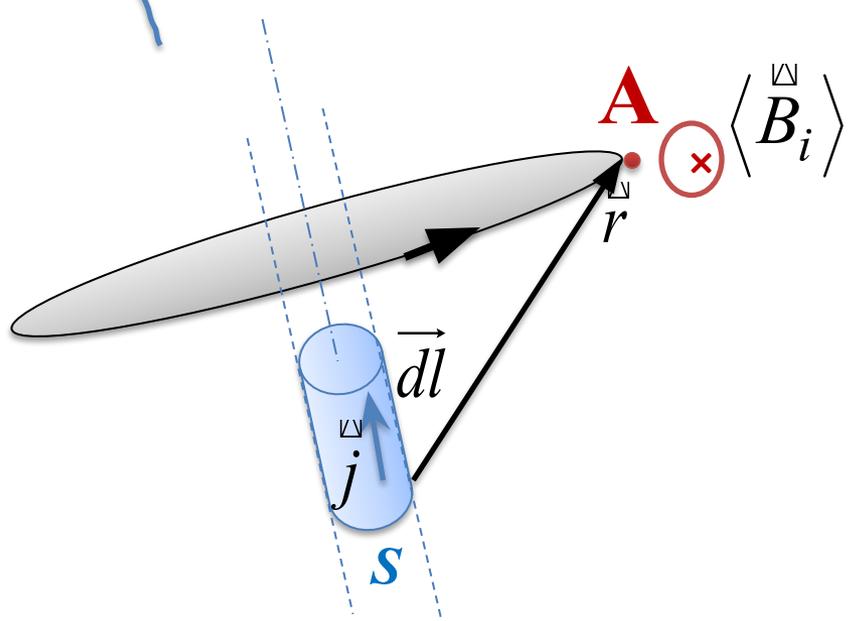
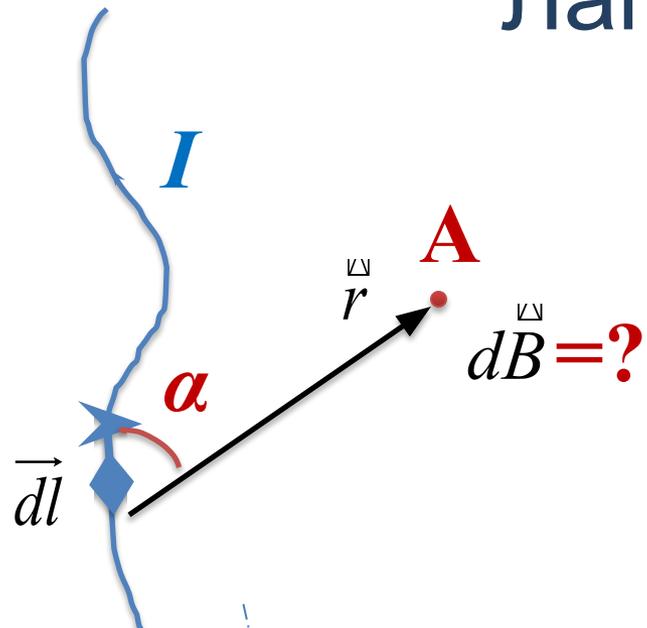
$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{qv \sin \alpha}{r^2} \quad (1^*)$$

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

- магнитная постоянная



3. Закон Био-Савара-Лапласа



$$dB = dN \langle B_i \rangle = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{q \langle u \rangle}{r^3} n S dl$$

$$dl = \frac{j}{j} dl \quad \text{- элемент проводника с ТОКОМ}$$

$$j = qn \langle u \rangle \quad I = jS$$

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I [dl, r]}{r^3} \quad (2) \quad \text{ил и}$$

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{[j, r]}{r^3} dV \quad (3)$$

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I dl \sin \alpha}{r^2} \quad \text{- в скалярной форме}$$

Закон Био-Савара-Лапласа определяет вклад в магнитное поле от бесконечно малого участка (элемента) проводника с током.



Жан Баттист Био
1774 – 1862
французский физик

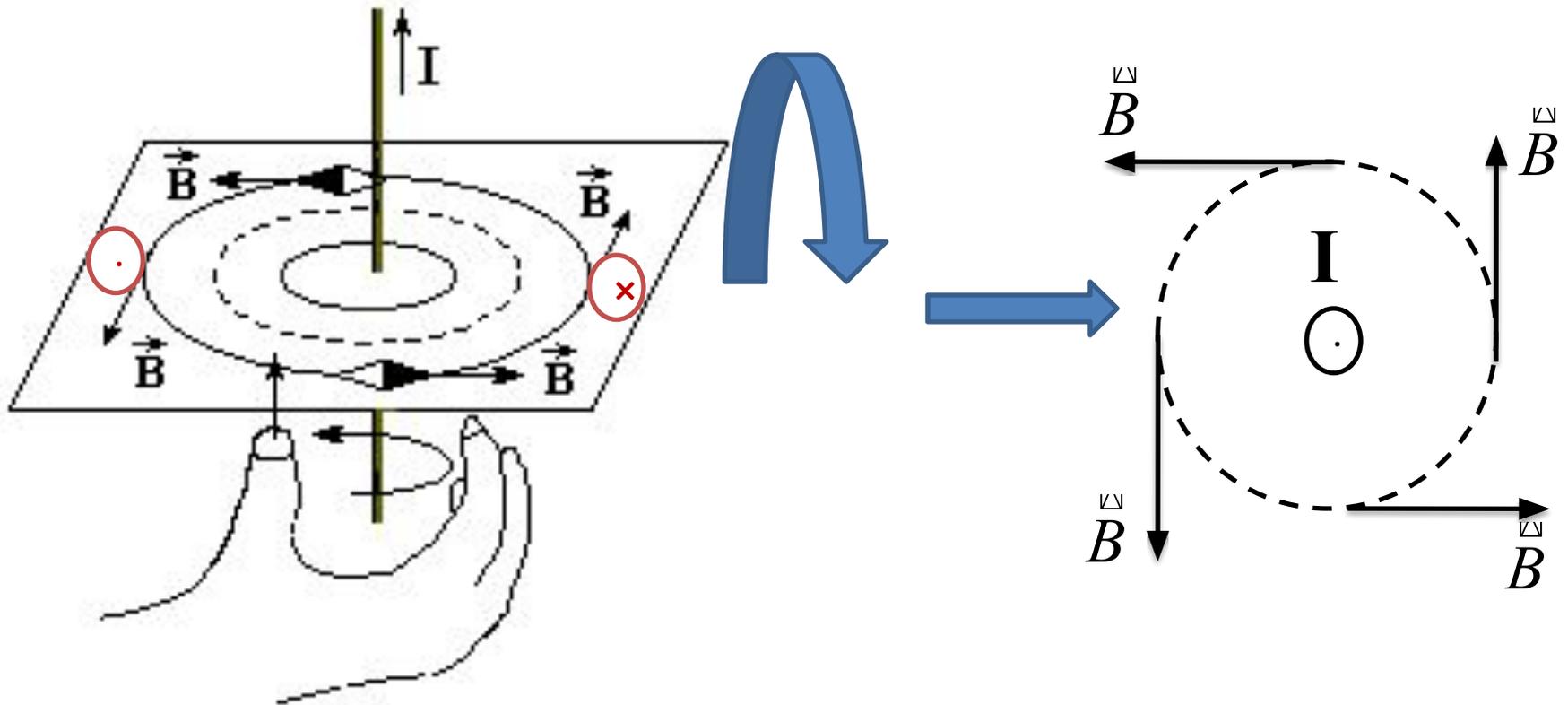


Феликс Савар
1791 – 1841
французский врач
и физик

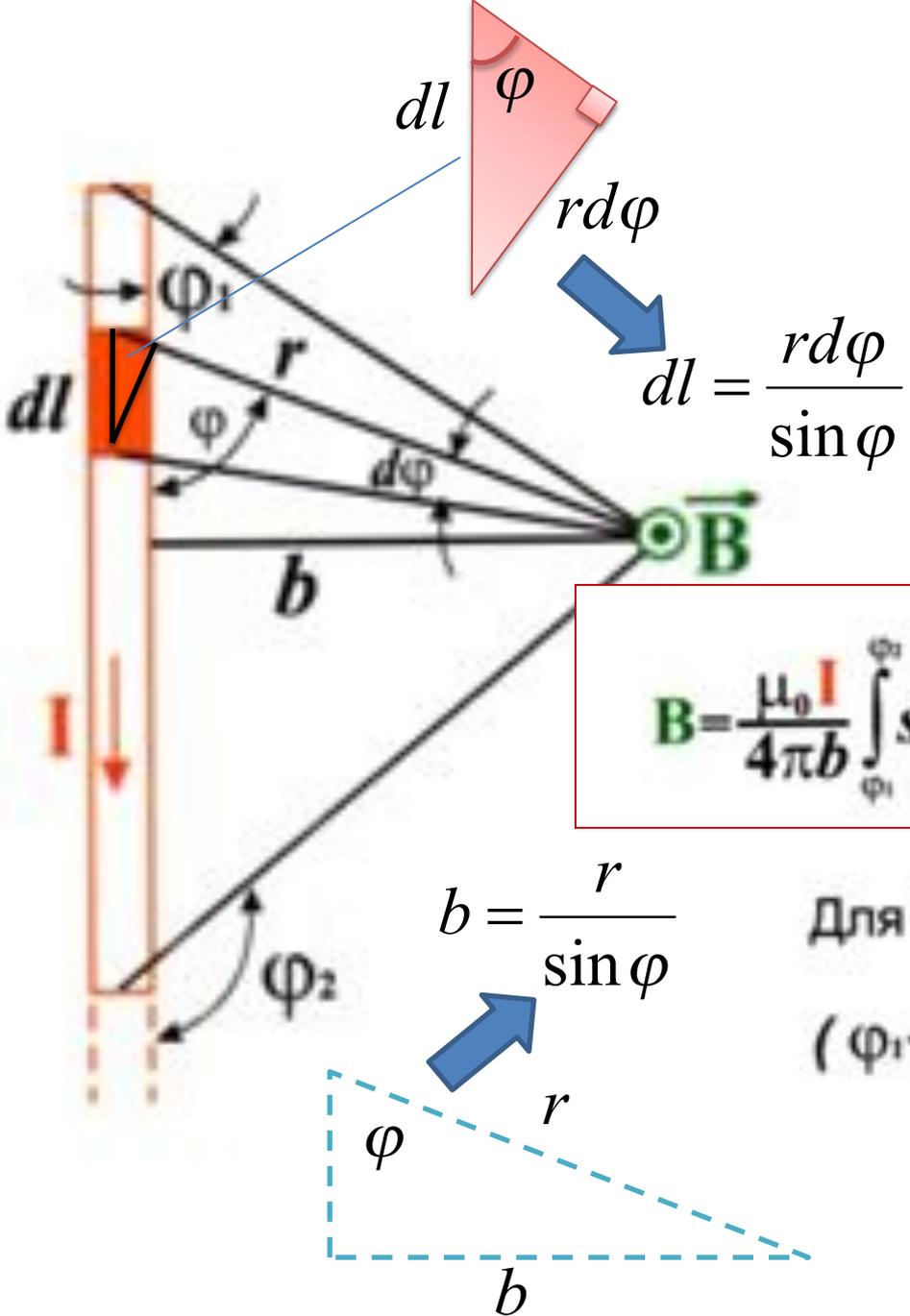


Пьер Симон Лаплас
1749 – 1827
французский физик,
математик и астроном

4. Магнитное поле прямого тока



1 Силовые линии
магнитного поля
прямолинейного тока и правило
правой руки.



$$d\mathbf{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I dl \sin \varphi}{r^2}$$

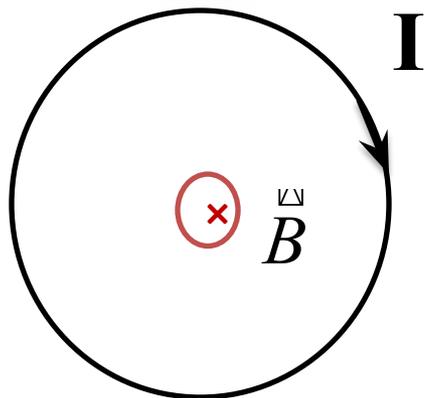
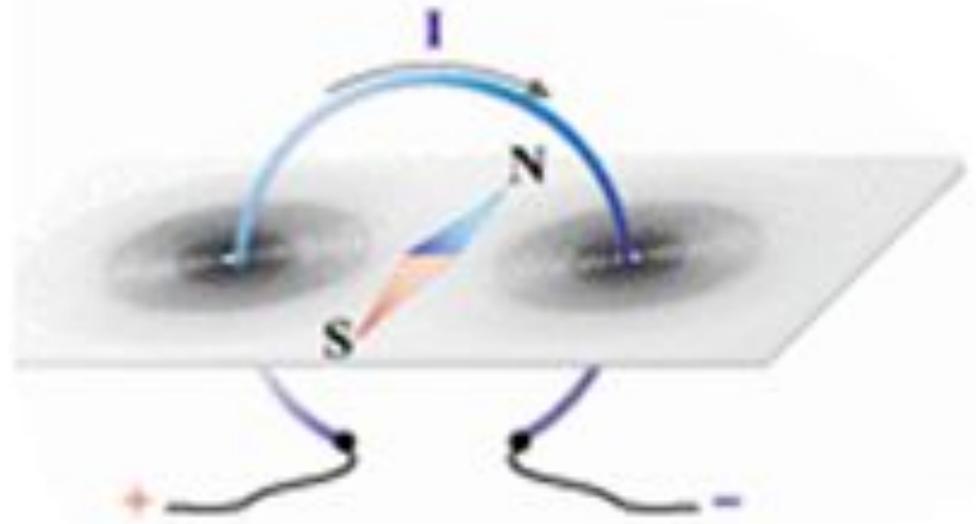
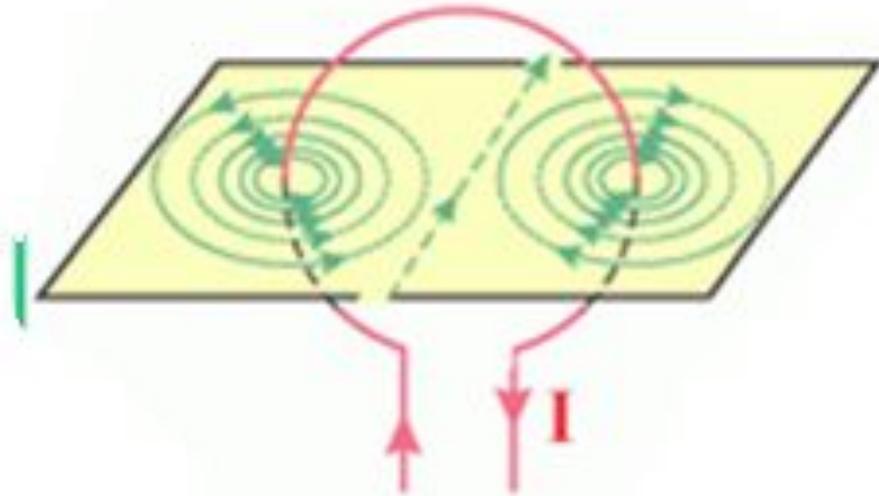
$$\mathbf{B} = \int d\mathbf{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \int \frac{I dl \sin \varphi}{r^2}$$

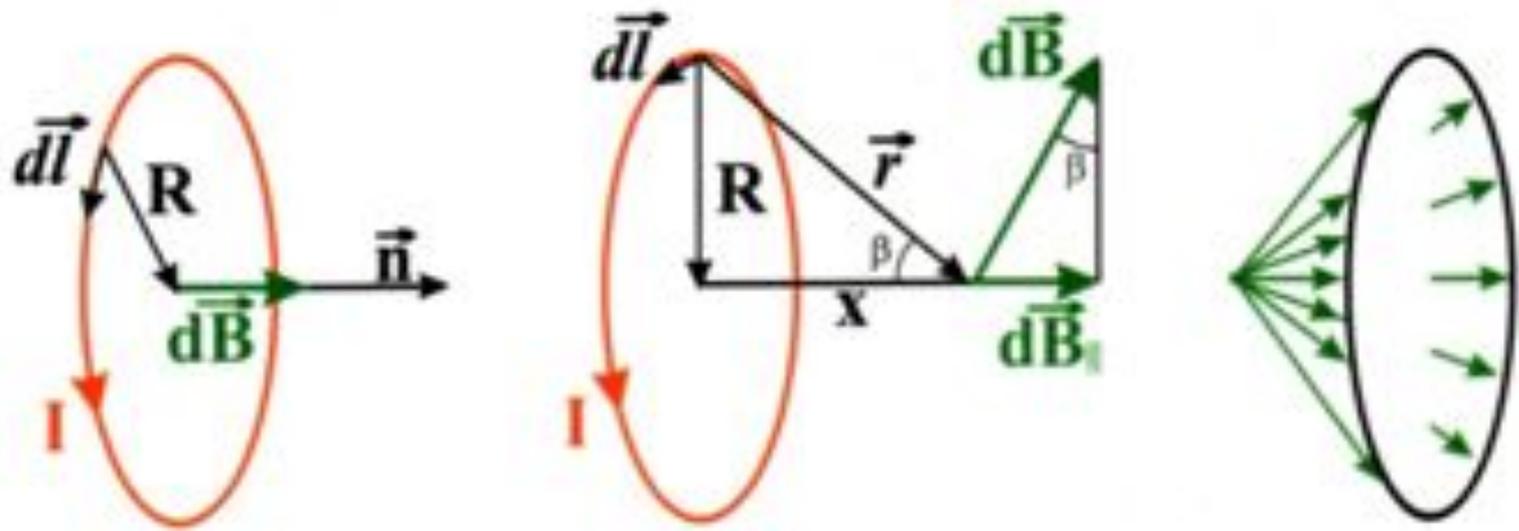
$$\mathbf{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi b} \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \sin \varphi d\varphi = \frac{\mu_0 I}{4\pi b} (\cos \varphi_1 - \cos \varphi_2)$$

Для бесконечно длинного проводника

($\varphi_1 \rightarrow 0$, $\varphi_2 \rightarrow \pi$): $\mathbf{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2I}{b} = \frac{\mu_0 I}{2\pi b}$

5. Магнитное поле кругового проводника с током





$$dB_{\parallel} = dB \frac{R}{r} = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{Idl \sin \alpha R}{r^2} \frac{R}{r} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{IRdl}{r^3}$$

$$B = \oint dB_{\parallel} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{IR}{r^3} \oint dl = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{IR}{r^3} \cdot 2\pi R = \frac{\mu_0 IR^2}{2(R^2 + x^2)^{3/2}}$$

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

В центре $x=0$
и

$$B = \frac{\mu_0 I}{2R}$$