

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное

учреждение высшего образования «Национальный исследовательский

университет ИТМО»

Факультет Программной инженерии и компьютерной техники

12.04.2024

Физика. Лекция.

Раевский Григорий, группа Р3221

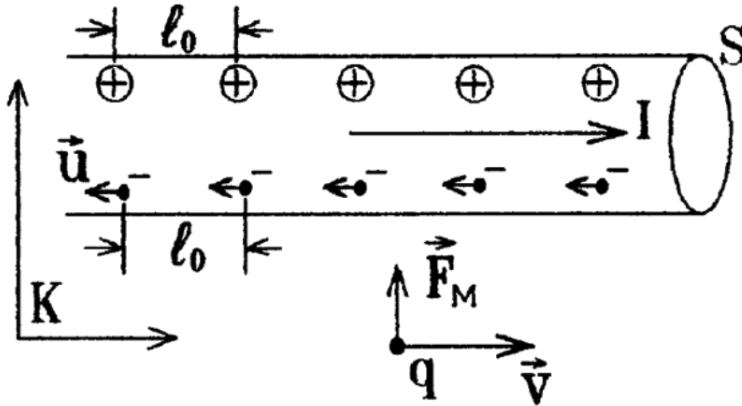
Содержание

| | |
|--|----------|
| Лекция. Магнитное поле | 2 |
| Магнитное поле движущегося заряда. | 3 |
| Одиночный заряд | 3 |
| Несколько зарядов | 3 |
| Пример | 4 |

Лекция. Магнитное поле

Закон взаимодействия для постоянных токов. $F_M = k_M \frac{I_1 * I_2}{r}$

Если экранировать проводящей оболочкой один из контуров с током, то **магнитное взаимодействие сохраняется**.



$$l^+ = l_0 \sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}} \text{ и } l^- = l_0 \sqrt{1 - \frac{(V+u)^2}{c^2}}$$

$$\text{Тогда } \lambda = \frac{e}{l^+} - \frac{e}{l^-} \approx -\frac{e}{l_0} * \frac{1}{2} * \frac{2Vu}{c^2} = -\frac{eVu}{l_0 c^2}$$

$$\text{Полный ток } I = j \cdot S = e \cdot n \cdot u \cdot S \Rightarrow \lambda = \frac{I \cdot V}{n \cdot S l_0 c^2} = \frac{I \cdot V}{c^2}$$

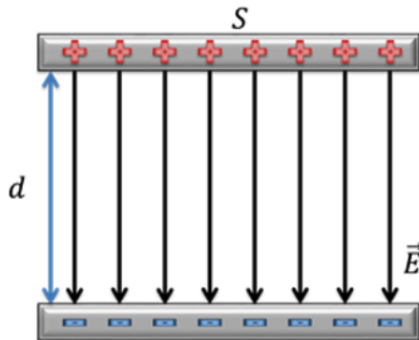
$$F_M = F_{\text{Э}}, F_{\text{Э}} = qE(r) = q \frac{\lambda}{2\pi \epsilon_0 r} = q \frac{I \cdot V}{2\pi \cdot \epsilon_0 \cdot c^2 \cdot r}$$

$$\text{Магнитное поле, количественная характеристика. } B = \frac{F_{M(max)}}{qV}, \vec{F}_M = q[\vec{V}, \vec{B}]. \text{ Итого, } B = \frac{I}{2\pi \epsilon_0 c^2 r}.$$

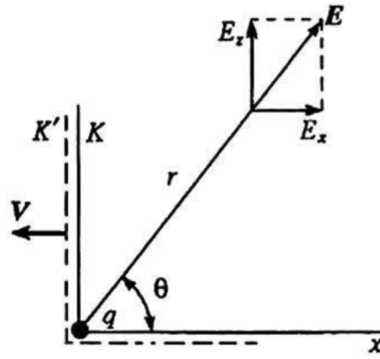
Закон Ампера. $F_A = k_M \frac{I_1 \cdot I_2}{r} = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{2I_1 \cdot I_2}{r}, k_M = 2 \cdot 10^{-7}, \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Гн}}{\text{м}}.$ Связь $\epsilon_0 c^2 = \mu_0^{-1}$ для СГС имеет вид

$$c^2 = \frac{1}{\epsilon_0 \mu_0}.$$

Магнитная индукция. Преобразование электрического поля.



$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{q}{l_x l_y \epsilon_0} \Rightarrow E'_\perp = \gamma E_\perp, \text{ но } E'_\parallel = E_\parallel.$$



Поле движущегося заряда

$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{x^2+z^2}$, $E = E \cos \theta$ и $E_{\perp} = E \sin \theta$. Измерение напряженности происходит в 1 момент времени. Перейдем в 'CO, тогда $E' = E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{\gamma^2 x'^2+z'^2} \cdot \frac{x'}{(x^2+z^2)^{\frac{1}{2}}} = \frac{q\gamma x'}{(\gamma^2 x'^2+z'^2)^{\frac{3}{2}}} \cdot (4\pi\epsilon_0)^{-1}$ и $E'_{\perp} = \gamma \cdot E_{\perp} = \gamma \cdot \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{(x^2+z^2)} \cdot \frac{z}{\sqrt{x^2+z^2}} = \frac{qz'\gamma}{(\gamma^2 x'^2+z'^2)^{\frac{3}{2}}} \cdot (4\pi\epsilon_0)^{-1}$.

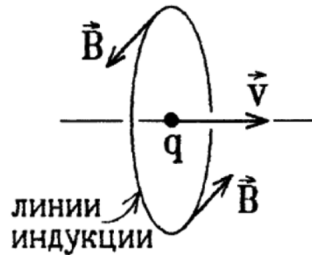
Выражение для модуля напряженности. $E'^2 = \frac{q^2\gamma^2}{(4\pi\epsilon_0)^2 \cdot r'^4} \cdot \frac{(x'^2+z'^2)r'^4}{(\gamma^2 x'^2+z'^2)^3} = \frac{q^2\gamma^2}{(4\pi\epsilon_0 r^2)^2} \cdot \frac{1}{(\gamma^2 \cos^2 \theta' + \sin^2 \theta')^3}$.

Преобразование Лоренца. ЗАПИСАТЬ ИЗ ПРЕЗЫ, разбить на subsection

Магнитное поле движущегося заряда.

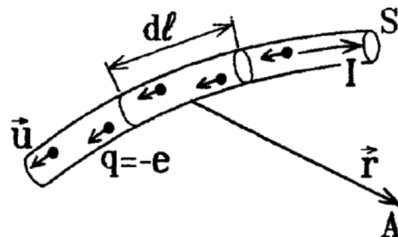
Одиночный заряд

При $U = 0$ относительно одного заряда: $\vec{E} = \frac{q\vec{r}}{4\pi\epsilon_0 r^3}$.



При $U \neq 0$ относительно одного заряда: $\vec{B} = \frac{[\vec{U}, \vec{E}]}{c^2 \sqrt{1-\beta^2}} = \frac{q[\vec{U}, \vec{r}]}{4\pi\epsilon_0 c^2 r^3} = \frac{\mu_0}{4\pi} q[\vec{U}, \vec{r}] \cdot \frac{1}{r^3}$.

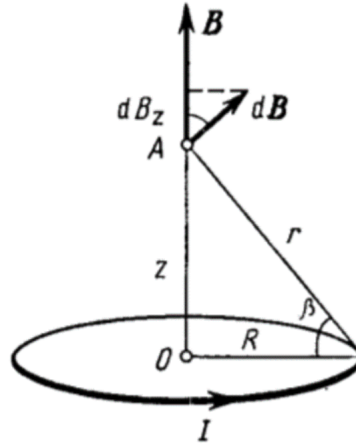
Несколько зарядов



$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \sum_i q_i \frac{[\vec{U}, \vec{r}]}{r^3} = \frac{\mu_0}{4\pi} I \frac{[d\vec{l}, \vec{r}]}{r^3} \text{ и } d\vec{l} = \vec{U} dt.$$

Тогда $\vec{B} = \int \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{[d\vec{l}, \vec{r}]}{r^3}$ — Закон Био-Савара-Лапласа.

Пример



$B = \int \frac{\mu_0}{4\pi} I \cdot \frac{dl}{r^2} \cdot \frac{R}{r}$, причем $r^3 = (R^2 + z^2)^{\frac{3}{2}}$. Тогда $B = \frac{\mu_0 I}{2} \cdot \frac{R^2}{(R^2 + z^2)^{\frac{3}{2}}}$. Это по сути — магнитный диполь.