



ЛОРЕНЦА СИЛА

Авторы: В. С. Булыгин

ЛОРЕНЦА СИЛА, сила, действующая на точечный электрич. заряд q , находящийся во внешнем электромагнитном поле. Выражение для Л. с. впервые было получено Х. А. [Лоренцем](#) в 1892 и имеет вид

$$\mathbf{F} = q(\mathbf{E} + [\mathbf{v}\mathbf{B}]),$$

где

\mathbf{E} – напряжённость электрич. поля,

\mathbf{B} – магнитная индукция,

\mathbf{v} – скорость движения заряда. Эта формула справедлива для любых (в т. ч. релятивистских) скоростей.

При движении заряженной частицы в однородном электростатическом поле ($\mathbf{E} = \text{const}$, $\mathbf{B} = 0$) она ускоряется в направлении

\mathbf{E} и её скорость

v и пройденное расстояние

s (при нулевой начальной скорости) изменяются со временем

t по закону:

$$v(t) = \frac{(qE/m)t}{\sqrt{1 + \left(\frac{qE}{mc}t\right)^2}}, \quad s(t) = \frac{mc^2}{qE} \left(\sqrt{1 + \left(\frac{qE}{mc}t\right)^2} - 1 \right),$$

где

m – масса заряженной частицы,

c – скорость света в вакууме.

При движении заряженной частицы только в статич. магнитном поле её скорость

сохраняет свою величину (поскольку магнитная составляющая Л. с. всегда перпендикулярна скорости). В случае однородного статич. магнитного поля ($\mathbf{E} = 0$, $\mathbf{B} = \text{const}$), если вектор начальной скорости частицы перпендикулярен \mathbf{B} ($\mathbf{v} = \mathbf{v}_\perp$), то заряженная частица будет равномерно двигаться по окружности радиуса

R с циклической частотой обращения

ω :

$$R = \frac{\gamma m v_\perp}{qB}, \quad \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{v_\perp}{R} = \frac{qB}{\gamma m},$$

где

$\gamma = 1/\sqrt{1 - (v/c)^2}$ – т. н. лоренц-фактор,

T – период обращения. Если частица имеет также начальную компоненту скорости \mathbf{v}_0 , параллельную

\mathbf{B} ($\mathbf{v} = \mathbf{v}_0 + \mathbf{v}_\perp$), то она будет вращаться по окружности радиуса

R , центр которой будет двигаться со скоростью

\mathbf{v}_0 (т. е. частица будет двигаться по винтовой линии).

При движении в статическом однородном электромагнитном поле ($\mathbf{E} = \text{const}$, $\mathbf{B} = \text{const}$) при

$\mathbf{E} \parallel \mathbf{B}$ заряженная частица совершает движение по винтовой линии с увеличивающимся

шагом, а при

$\mathbf{E} \perp \mathbf{B}$ и

$E < cB$ центр окружности, по которой вращается частица, равномерно дрейфует со скоростью

$\mathbf{v}_0 + [\mathbf{E}\mathbf{B}]/B^2$. Если переменное неоднородное электромагнитное поле мало изменяется на расстояниях порядка

R и за промежутки времени порядка

ω^{-1} , то на вращательное движение заряженной частицы накладываются дополнит. дрейфы.

С использованием Л. с. были объяснены [Холла эффект](#), нормальный [Зеемана](#)

[эффект](#), [диамагнетизм](#) и др. эффекты, связанные с взаимодействием в веществе

движущихся зарядов и магнитного поля.

Литература

Лит.: Ленерт Б. Динамика заряженных частиц. М., 1967; Новожилов Ю. В., Яппа Ю. А. Электродинамика. М., 1978; Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теория поля. 8-е изд. М., 2003.

Processing math: 100%