

Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в магнитном поле

Согласно закону Ампера на проводник с током в магнитном поле действует сила, которую можно рассматривать как результат магнитного поля на все движущиеся в проводнике заряды. Отсюда можно сделать вывод, что магнитное поле оказывает силовое действие на отдельный движущийся заряд.

По закону Ампера на проводник, по которому проходит ток, помещенный в магнитное поле с индукцией, действует сила $F = IB\sin\alpha$

Поскольку ток — направленное движение зарядов, то силу тока можно представить в виде

$$I = qn\vartheta S$$

где q — величина заряда, n — концентрация свободных зарядов внутри проводника, S — площадь поперечного сечения проводника, v — скорость упорядоченного движения зарядов.

Тогда $F = B\sin\alpha qn\vartheta S$

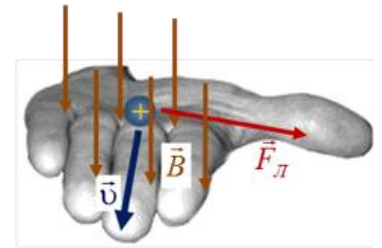
где $N = nSl$ — число зарядов, движущихся во всем объеме проводника. Разделив силу на число зарядов, получаем силу, действующую со стороны магнитного поля на один заряд:

$$F = qB\vartheta\sin\alpha$$

Силу, с которой магнитное поле действует на движущийся заряд, в 1895 г. исследовал голландский физик Хендрик Антон Лоренц.

Направление силы Лоренца определяется по уже известному *правилу левой руки*:

если левую руку расположить так, чтобы перпендикулярная к скорости частицы составляющая магнитной индукции входила в ладонь, а четыре вытянутых пальца указывали бы направление движения положительно заряженной частицы, то отогнутый на 90° большой палец укажет направление силы Лоренца, действующей со стороны магнитного поля на частицу. Для отрицательной частицы (например, для электрона) направление силы будет противоположным по отношению к положительной частице.



Подчеркнем, что поскольку сила Лоренца перпендикулярна вектору скорости частицы и, следовательно, не совершает работы, то она не может изменить модуль скорости, а изменяет только ее направление.

Таким образом, если поле однородно, то при движении частицы перпендикулярно к вектору магнитной индукции поля, ее траекторией будет окружность, плоскость которой перпендикулярна к магнитному полю.

Если скорость направлена под углом к магнитному полю, частица будет двигаться по спирали. Движение заряда можно представить в виде двух независимых движений (равномерного вдоль оси Ox и равноускоренного вдоль оси Oy). В результате сложения обоих движений возникает движение по винтовой спирали, ось которой параллельна магнитному полю.

Параллельно линиям индукции	Перпендикулярно линиям индукции	Под углом к линиям индукции
<p style="text-align: center;">$F_L = 0$</p>		
	$F_L = ma$ $qB\vartheta = m \frac{\vartheta^2}{R}$ $qBR = m\vartheta$ $\omega = \frac{\vartheta}{R} = \frac{qB}{m}$ $T = \frac{2\pi R}{\vartheta} = \frac{2\pi m}{qB}$	$\vartheta_{\perp} = \vartheta \cdot \sin\alpha$ $qBR = m\vartheta_{\perp}$ $\vartheta_{\parallel} = \vartheta \cdot \cos\alpha$ $h = \vartheta_{\parallel} \cdot T$ $h = \frac{2\pi m\vartheta \cos\alpha}{qB}$