



Сила Лоренца

Величина и направление

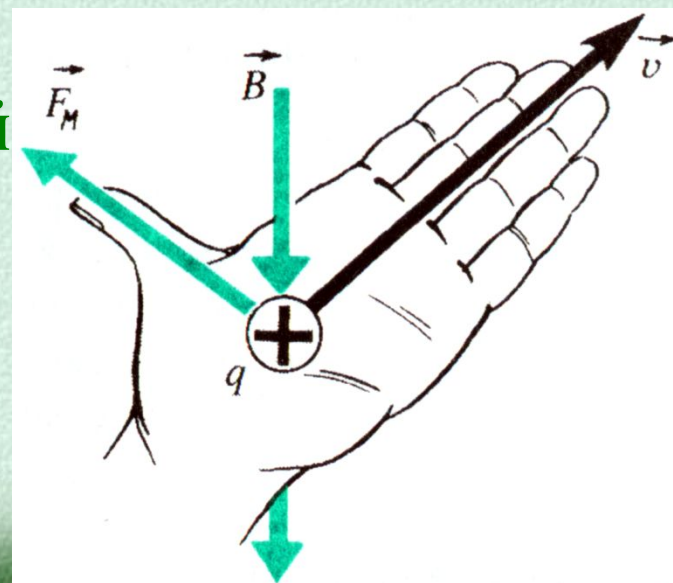


На заряженную частицу, находящуюся в магнитном поле, со стороны поля действует сила

Лоренца: $F_L = B q v \sin\alpha$

Эта сила, не изменяя модуля скорости, меняет направление движения заряда.

Направление силы Лоренца, действующей на положительный заряд, определяется правилом левой руки.



Проверь себя



В одну и ту же точку однородного электрического поля вначале поместили электрон, а затем – протон. Модуль силы, действующей на электрон,

- 1) увеличился
- 2) уменьшился
- 3) не изменился
- 4) примерно в 5 раз уменьшился

Траектория движения заряда

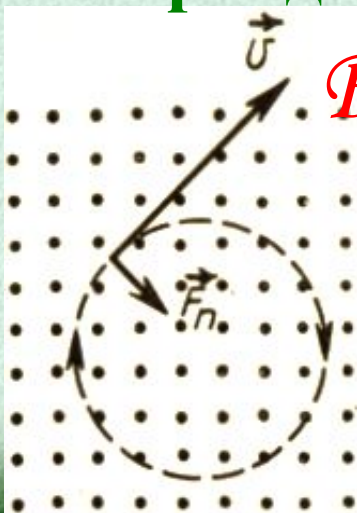


Если частица движется перпендикулярно силовым линиям магнитного поля, то сила Лоренца, действующая на него, будет максимальна. Она не изменит скорости движения частицы, но заставит его двигаться по окружности: $F_{Л} = F_{Ц}$

Это условие помогает определить радиус окружности и период обращения:

$$R = mv / Bq$$

$$T = 2\pi m / Bq$$



Действие силы Лоренца на движущийся в однородном магнитном поле положительный заряд.

Отличия в движении разнозаряженных частиц



Электроны и положительно заряженные ионы в магнитном поле движутся в противоположные стороны: электроны против часовой стрелки, положительные ионы - по часовой стрелке. Т.к. масса электронов намного меньше массы ионов, то частота их вращения гораздо больше, а радиус вращения меньше, чем у ионов.



Винтовые траектории движения заряженных частиц в магнитном поле: а) траектория иона, б) траектория электрона

Траектория движения заряда



Если заряженная частица влетела в магнитное поле под углом к силовым линиям, то она будет двигаться по спирали, шаг h и радиус r которой, соответственно:

$$h = 2 \pi m v \cos \alpha / Bq$$

$$r = m v \sin \alpha / Bq$$

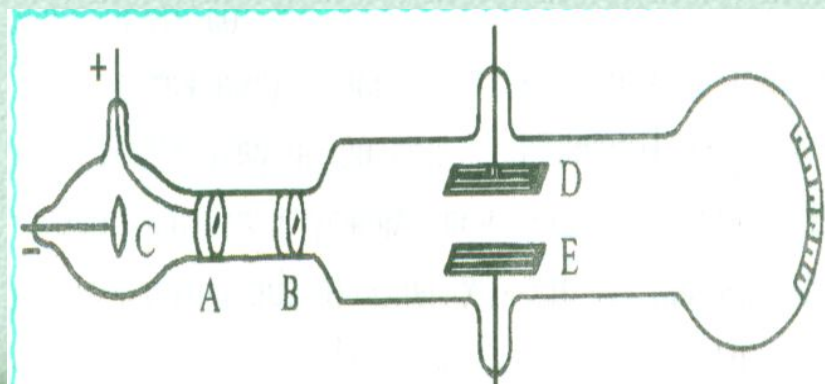
Применение силы Лоренца



1. Управление электронным пучком.

Метод предложен Дж.Томсоном в 1897 г, применяется в электронно-лучевых трубках.

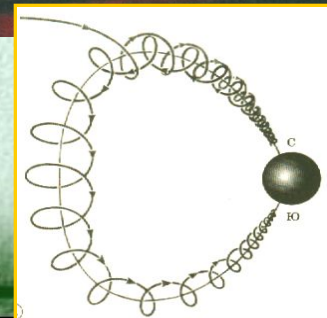
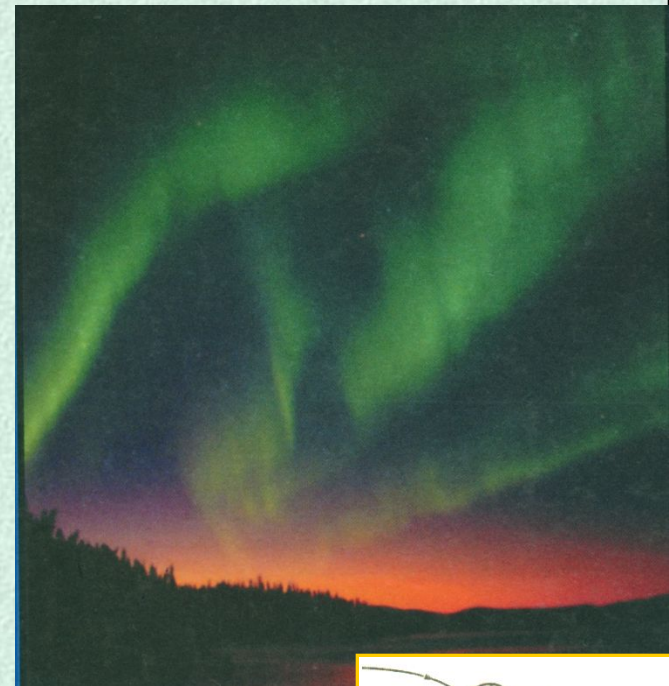
2. Определение скорости движения частиц. Метод основан на прямолинейном движении заряженной частицы в электромагнитном поле: $v = E/B$



Применение силы Лоренца



3. Определение знака заряда движущейся частицы. Метод основан на определении направления силы Лоренца при помощи правила левой руки (для положительно заряженной частицы).
4. Магнитные ловушки. Используются для удержания высокотемпературной плазмы. Идея метода: поле захватывает частицу, заставляя её двигаться вдоль силовых линий. Но сильное поле выталкивает её в область слабого поля. Там она отражается и всё повторяется снова.



Применение силы Лоренца



5. Определение удельного заряда и массы частицы.

Метод используется в масс-спектрографах, где ионизованные частицы ускоряют при помощи электрического поля. При этом $(E_k = E_{эл}) \leftrightarrow (m \cdot v^2 / 2 = E \cdot q \cdot d)$

6. Ускорение заряженных частиц. Метод используется в циклотронах, где заряженные частицы, помещённые в магнитное поле, ступенчато разгоняются периодически включаемым электрическим полем.





1. Чему равно отношение массы частицы к её заряду, если при движении в магнитном поле с индукцией 5 мТл по окружности радиусом 3,5 мм, её скорость равна 10^6 м/с.
2. Частица массой 1 мг и зарядом 100 мкКл влетает в однородное магнитное поле с индукцией 1,57 Тл перпендикулярно силовым линиям поля. Сколько оборотов за 1с сделает частица?

Действие магнитного поля на движущиеся заряженные частицы



1. По какой траектории движется протон, вылетевший в магнитное поле под углом 30° к вектору магнитной индукции?

А. по прямой

Б. по окружности

В. по винтовой линии

2. В магнитном поле с индукцией 2 Тл движется электрон со скоростью 106 м/с, направленной перпендикулярно линиям индукции магнитного поля. Чему равен модуль силы, действующей на электрон со стороны магнитного поля?

А. $6,4 \cdot 10^{12}$ Н

Б. $3,2 \cdot 10^{-13}$ Н

В. $6,4 \cdot 10^{-24}$ Н



3. В магнитном поле протон движется по часовой стрелке. Что произойдёт, если протон заменить на электрон?

А. радиус вращения уменьшится, вращение будет происходить по часовой стрелке

Б. радиус вращения увеличится, вращение будет происходить против часовой стрелки

В. радиус вращения уменьшится, вращение будет происходить против часовой стрелки

4. Как изменится сила Лоренца, действующая на электрический заряд со стороны магнитного поля, при увеличении скорости заряда в 2 раза и увеличении индукции магнитного поля в 2 раза? (Скорость заряда перпендикулярна вектору индукции магнитного поля).

А. уменьшится в 4 раза

Б. увеличится в 4 раза

В. не изменится