

Действие магнитного поля на движущийся заряд

1. Посмотреть видеоурок

https://youtu.be/ZPvNc9r_nC8

2. Списать

Магнитное поле – особый вид материи, которая создаётся электрическим током или постоянными магнитами. Для демонстрации действия и доказательства существования магнитного поля служат магнитная стрелка, способная вращаться на оси, или небольшая рамка (или катушка) с током, подвешенная на тонких скрученных гибких проводах.

Рамка с током и магнитная стрелка под действием магнитного поля поворачиваются так, что северный полюс (синяя часть) стрелки и положительная нормаль рамки указывают направление магнитного поля.

Магнитное поле, созданное постоянным магнитом или проводником с током, занимает всё пространство в окрестности этих тел. Магнитное поле принято (удобно) изображать в виде линий, которые называются линиями магнитного поля. Магнитные линии имеют вихревой характер, т.е. линии не имеют ни начала, ни конца, т.е. замкнуты. Направление касательной в каждой точке линии совпадает с направлением вектора магнитной индукции. Поля с замкнутыми линиями называются вихревыми.

Магнитное поле характеризуется векторной величиной, называемой магнитной индукцией. Магнитная индукция характеризует «силу» и направление магнитного поля – это количественная характеристика магнитного поля.

Она обозначается символом \vec{B} . За направление вектора магнитной индукции принимают направление от южного полюса к северному магнитной стрелки, свободно установившейся в магнитном поле.

Направление магнитного поля устанавливают с помощью вектора магнитной индукции.

Направление вектора магнитной индукции прямого провода с током определяют по правилу буравчика (или правого винта).

Правило буравчика звучит следующим образом:

если направление поступательного движения буравчика совпадает с направлением тока в проводнике, то направление вращения ручки буравчика совпадает с направлением линий магнитного поля тока.

Направление магнитного поля внутри соленоида определяют по правилу правой руки.

Определим модуль вектора магнитной индукции.

Наблюдения показывают, что максимальное значение силы, действующей на проводник, прямо пропорционально силе тока, длине проводника, находящегося в магнитном поле.

$F_{\max} \sim I; F \sim \Delta l.$

Тогда, зависимость силы от этих двух величин выглядит следующим образом

$$F_{max} = k \cdot I \cdot \Delta l$$

Отношение $F_{max}/(I \cdot \Delta l)$ зависит только от магнитного поля и может быть принята за характеристику магнитного поля в данной точке.

Величина, численно равная отношению максимальной силы, действующей на проводник с током, на произведение силы тока и длины проводника, называется модулем вектора магнитной индукции:

$$B = F_{max}/(I \cdot \Delta l)$$

Единицей измерения магнитной индукции является 1 тесла (Тл).

$$1 \text{Тл} = 1 \text{Н}/(1 \text{А} \cdot 1 \text{м}).$$

Закон Ампера:

Сила, действующая на проводник с током в магнитном поле, равна произведению модуля магнитной индукции, силы тока, длины проводника и синуса угла между вектором магнитной индукции и направлением тока:

$$F_A = |B| \cdot I \cdot \Delta l \cdot \sin \alpha,$$

где α – угол между вектором B и направлением тока.

Направление силы Ампера определяется правилом левой руки:

Если ладонь левой руки развернуть так, чтобы линии магнитной индукции входили в ладонь, а четыре вытянутых пальца были направлены по направлению тока, то отогнутый на 90° большой палец покажет направление силы Ампера.

Сила Ампера - сила, действующая на проводник с током со стороны магнитного поля.

Сила Лоренца – сила, действующая на движущуюся заряженную частицу со стороны магнитного поля. Её численное значение равно произведению заряда частицы на модули скорости и магнитной индукции и синус угла между векторами скорости и магнитной индукции:

$$F_L = q_0 \cdot v \cdot B \cdot \sin \alpha$$

q_0 – заряд частицы;

v – скорость частицы;

B – модуль магнитной индукции;

α – угол между векторами скорости частицы и магнитной индукции.

Направление силы Лоренца также определяют по правилу левой руки:

Если четыре вытянутых пальца левой руки направлены вдоль вектора скорости заряженной частицы, а вектор магнитной индукции направлен в ладонь, то отведённый на 90° большой палец покажет направление силы Лоренца. Если частица имеет заряд отрицательного знака, то направление силы Лоренца противоположно тому направлению, которое имела бы положительная частица.

Получим формулы для радиуса окружности и периода вращения частицы, которая влетает в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции, применяя формулы второго закона Ньютона и центростремительного ускорения.

$$F = m \cdot a$$

$$a = v^2/r$$

$$F_L = q^0 \cdot v \cdot B$$

$$\alpha = 90^\circ$$

Согласно 2-му закону Ньютона

$$(m \cdot v^2) / r = q_0 \cdot v \cdot B$$

Отсюда

$$r = (m \cdot v) / (q_0 \cdot B)$$

Время, за которое частица делает полный оборот (период обращения), равно:

$$T = 2\pi \cdot r / v = 2\pi \cdot m / (q_0 \cdot B)$$

Многим юным бывает досадно, что они не родились в старые времена, когда делались открытия. Им кажется, что теперь всё известно и никаких открытий на их долю не осталось.

Одной из нераскрытых тайн является механизм земного магнитного поля. Как же и чем вызывается магнитное поле Земли? Подумайте и может быть...

Одна из возможных гипотез.

Как известно, ядро Земли имеет высокую температуру

и высокую плотность. Судя по исследованиям, в самом центре содержится твёрдое ядро. При вращении Земли вокруг своей оси центр тяжести не совпадает с геометрическим центром из-за притяжения Солнца. В результате сместившееся из центра ядро вращаясь относительно оболочки Земли вызывает такое же движение жидкой расплавленной массы мантии, как чайная ложка, перемешивающая воду в стакане. Получается не что иное, как направленное движение зарядов. Есть электрический ток, а он, в свою очередь, создаёт магнитное поле.