

Магнитное поле

Магнитное поле -

- ✓ это особая форма материи, существующая вокруг движущихся электрических зарядов – ТОКОВ.
- ✓ это силовое поле в пространстве, окружающем электрические токи и постоянные магниты

Источниками магнитного поля являются постоянные магниты, проводники с током.

Постоянные магниты – это тела, длительное время сохраняющие намагниченность, то есть создающие магнитное поле.

Обнаружить магнитное поле можно по действию на магнитную стрелку, проводник с током и движущиеся заряженные частицы.

Для исследования магнитного поля используют замкнутый плоский контур с током (рамку с током).

Электрический ток действует на другой ток посредством магнитного поля.

Действие магнитного поля на постоянные магниты сводится к действию его на заряды, движущиеся в атомах вещества и создающие микроскопические круговые токи.

Основное свойство магнитов: притягивать тела из железа или его сплавов (например стали). Магниты бывают естественные (из магнитного железняка) и искусственные, представляющие собой намагниченные железные полосы. Области магнита, где его магнитные свойства выражены наиболее сильно, называют полюсами. У магнита два полюса: северный N и южный S.

Магнитное поле

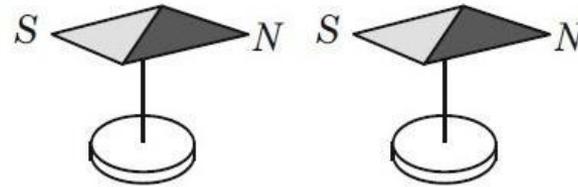


Рис. 1

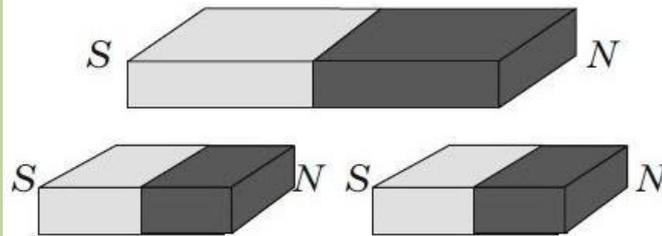


Рис. 2

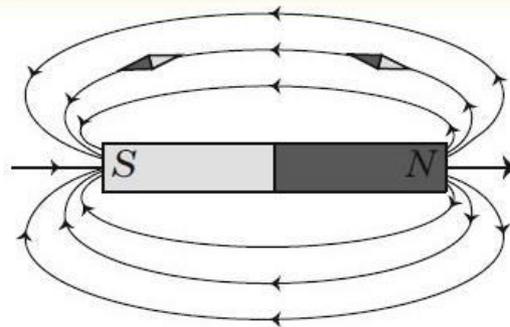


Рис. 3

Опыт Эрстэда

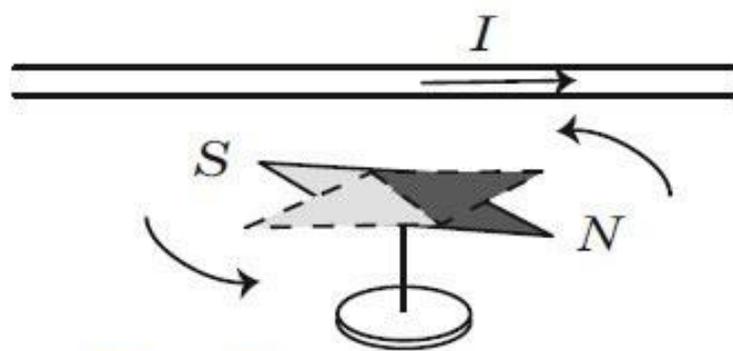


Рис. 4

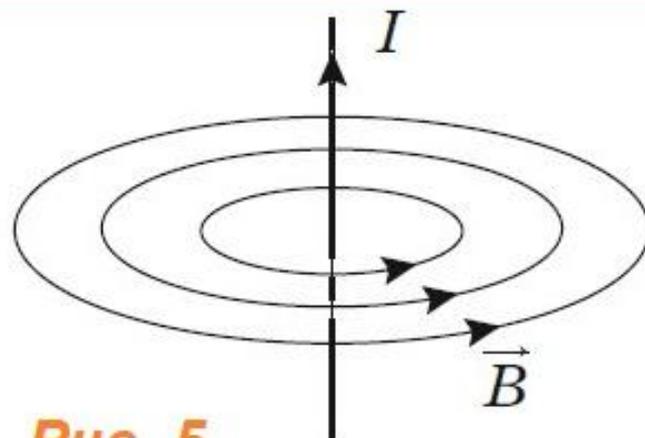


Рис. 5

Свойства магнитного поля

- ✓ магнитное поле материально;
- ✓ источник и индикатор поля — электрический ток;
- ✓ магнитное поле является вихревым — его силовые линии (линии магнитной индукции) замкнутые;
- ✓ величина поля убывает с расстоянием от источника поля.

Магнитное взаимодействие

Это притяжение или отталкивание электрически нейтральных проводников при пропускании через них электрического тока.

Магнитное взаимодействие движущихся электрических зарядов объясняется так: всякий движущийся электрический заряд создает в пространстве магнитное поле, которое действует на движущиеся заряженные частицы.

Магнитная индукция

Силовая характеристика магнитного поля – вектор магнитной индукции B . Модуль вектора магнитной индукции равен отношению максимального значения силы, действующей со стороны магнитного поля на проводник с током, к силе тока в проводнике I и его длине l :

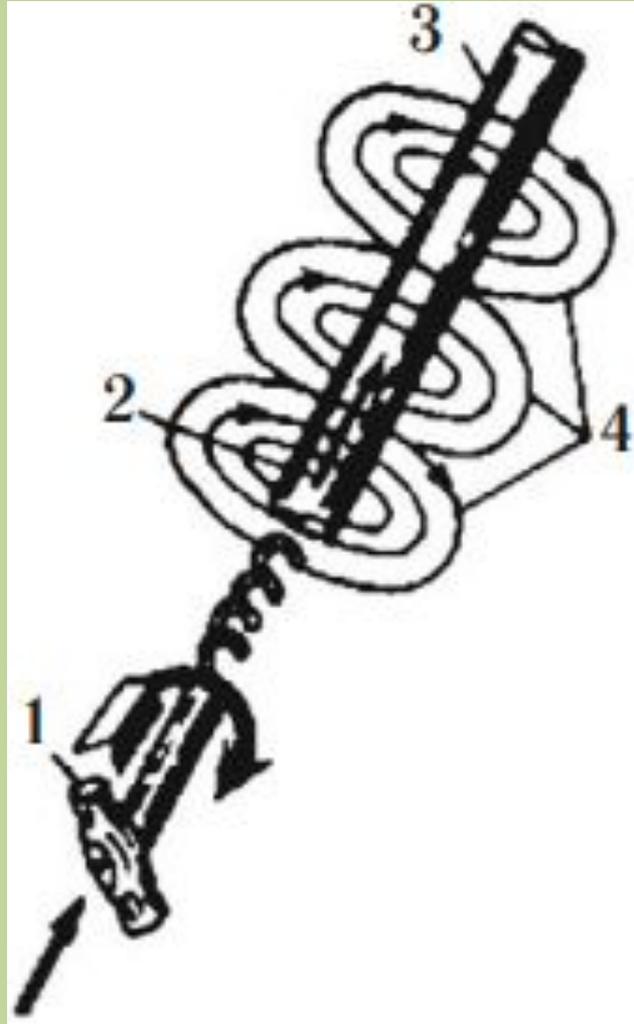
$$B = \frac{F_{\max}}{I \cdot l}.$$

Обозначение – В , единица измерения в СИ – тесла (Тл).

1 Тл – это индукция такого магнитного поля, в котором на каждый метр длины проводника при силе тока 1 А действует максимальная сила 1 Н.

Направление вектора магнитной индукции совпадает с направлением от южного полюса к северному полюсу магнитной стрелки (направление, которое указывает северный полюс магнитной стрелки), свободно установившейся в магнитном поле.

Направление вектора магнитной индукции можно определить по правилу буравчика: если направление поступательного движения буравчика совпадает с направлением тока в проводнике, то направление вращения ручки буравчика совпадает с направлением вектора магнитной индукции.



Направление тока в проводнике

Ток идет от нас

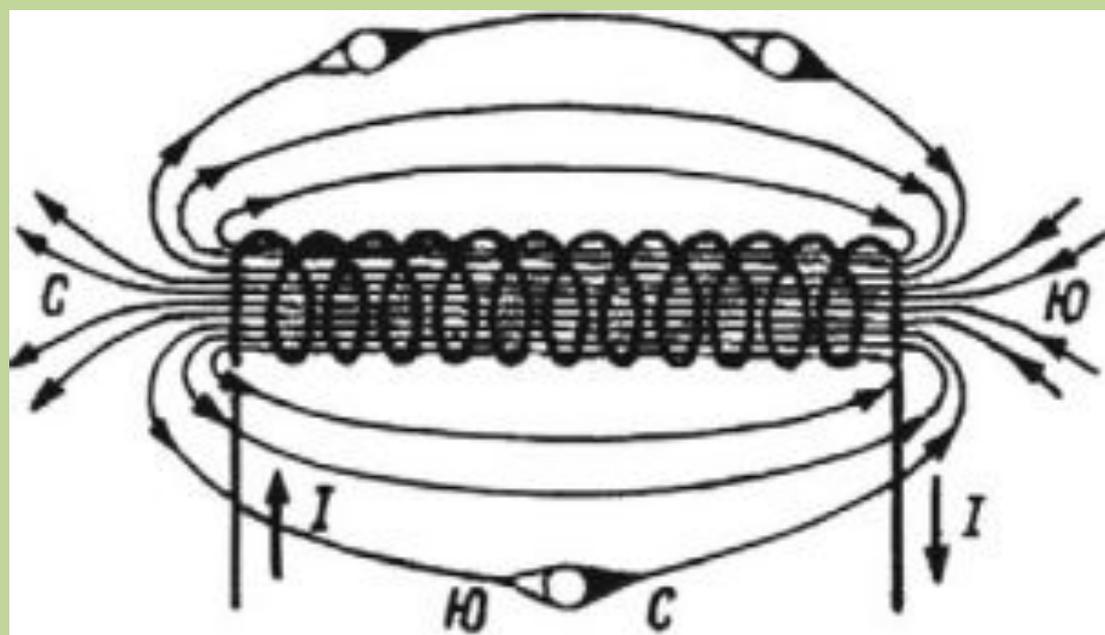


Ток идет к нам



Для получения сильных магнитных полей при небольших токах обычно увеличивают число проводников с током и выполняют их в виде ряда витков; такое устройство называют катушкой.

В проводнике, согнутом в виде витка, магнитные поля, образованные всеми участками этого проводника, будут внутри витка иметь одинаковое направление. Поэтому интенсивность магнитного поля внутри витка будет больше, чем вокруг прямолинейного проводника. При объединении витков в катушку магнитные поля, созданные отдельными витками, складываются. При этом концентрация силовых линий внутри катушки возрастает, т. е. магнитное поле внутри нее усиливается.



Направление линий магнитной индукции катушки с током находят по правилу правой руки:

если мысленно обхватить катушку с током ладонью правой руки так, чтобы четыре пальца указывали направление тока в ее витках, тогда большой палец укажет направление вектора магнитной индукции.

Для определения магнитной индукции нескольких полей используется принцип суперпозиции:

магнитная индукция результирующего поля, созданного несколькими источниками, равна векторной сумме магнитных индукций полей, создаваемых каждым источником в отдельности:

$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \dots$$

Поле, в каждой точке которого вектор магнитной индукции одинаков по величине и направлению, называется однородным.

Наглядно магнитное поле изображают в виде магнитных линий или линий магнитной индукции. Линия магнитной индукции – это воображаемая линия, в любой точке которой вектор магнитной индукции направлен по касательной к ней.

Свойства магнитных линий

- ✓ магнитные линии непрерывны;
- ✓ магнитные линии замкнуты (т.е. в природе не существует магнитных зарядов, аналогичных электрическим зарядам);
- ✓ магнитные линии имеют направление, связанное с направлением тока.

Густота расположения позволяет судить о величине поля: чем гуще расположены линии, тем сильнее поле.

На плоский замкнутый контур с током, помещенный в однородное магнитное поле, действует момент сил M : **$M = ISB \sin \alpha$,**

где I – сила тока в проводнике,

S – площадь поверхности, охватываемая контуром,

B – модуль вектора магнитной индукции,

α – угол между перпендикуляром к плоскости контура и вектором магнитной индукции.

Тогда для модуля вектора магнитной индукции можно записать формулу:

$$B = \frac{M_{\text{макс}}}{IS},$$

где максимальный момент сил соответствует углу $\alpha = 90^\circ$.

В этом случае линии магнитной индукции лежат в плоскости рамки, и ее положение равновесия является неустойчивым. Устойчивым будет положение рамки с током в случае, когда плоскость рамки перпендикулярна линиям магнитной индукции.