

Немного о магнитах.

Свойство магнитных камней притягиваться к железу было известно еще в древней Греции.

Но использование магнитов в качестве компаса пришло в Европу из Китая в 13-м веке. (Время гибели Киевской Руси - 1240 г.)

Известные всем нам магниты – это магниты из ферромагнетиков, основным элементом которых является железо или химически близкие с железом элементы.

Намагничивание. Помещенные в сильное магнитное поле заготовки намагничиваются и после этого магнитные свойства у них сохраняются, они становятся магнитами.

У магнитов, которые мы знаем, поле B вблизи порядка **1Тл**.

Сильно нагревать магниты не стоит, они полностью размагничиваются при т.н. температуре Кюри. Для ферромагнетиков это где-то от 100°C до 1000°C . (Пьер Кюри – французский физик рубежа 19-20 веков, исследовал радиоактивность.)

Сейчас разработаны магниты во много раз более сильные, чем из ферромагнетиков.

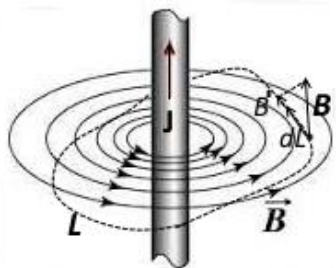
Мелкие железные изделия намагничиваются при касании к магниту.

Зачем в формуле магнитного поля стоит «П».

Вот формула магнитного поля B вокруг «длинного» проводника с током J :

$$B(r) = \frac{\mu_0 J}{2\pi r}.$$

Зачем в системе СИ ученые ввели в знаменателе 2π ? На круге радиуса r значение поля B во всех точках одинаковое по величине и направлено вдоль линии окружности. Длина окружности $L=2\pi r$. Значит, $B \cdot L = \mu_0 J$. « $2\pi r$ » принято не случайно.



Оказывается такая сумма $B \cdot dL$ (точнее, интеграл) и по любому замкнутому пути зависит только от токов, которые он «замыкает»: $\int (B \cdot dL) = \mu_0 J$. Контур обозначен пунктиром. Вектор dL – малый интервал пути по контуру, $(B \cdot dL)$ – «скалярное произведение», т.е. dL умножается только на продольную составляющую вектора B (обозначено B') вдоль пути. Это очень важный закон электричества (в статическом случае).

Это такой же важный закон электричества в статике, как и тот закон, что общее количество силовых линий электрического поля E из какого-то объема равно общему заряду в этом объеме.

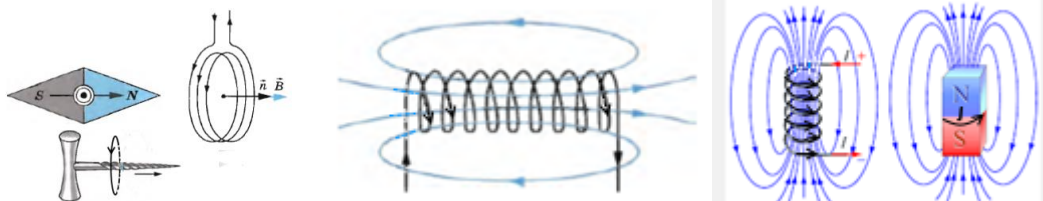
Вспомните, интеграл по замкнутому пути, аналогичный $\int (B \cdot dL) = \mu_0 J$, но только для поля E вместо B , всегда в статике равен нулю: $\int (E \cdot dL) = 0$. Почему? Потому что поле E силовое. Интеграл $\int (E \cdot dL)$ показывает, какую энергию приобретает единичный заряд q , пройдя из одной точки в другую. Если, пройдя по замкнутому пути, вернувшись в исходную точку, интеграл $\int (E \cdot dL)$ не равен нулю, это значит, что мы изобрели вечный двигатель.

Для поля B $\int (B \cdot dL)$ может быть отличен от нуля, т.к. поле B не силовое, оно может только поворачивать петлю с током или магнит.

Еще различие E и B . Такое поле как B называется «вихревым». Если линии E могут начинаться и заканчиваться в «статике» на зарядах или в бесконечности, то линии B всегда замкнутые!

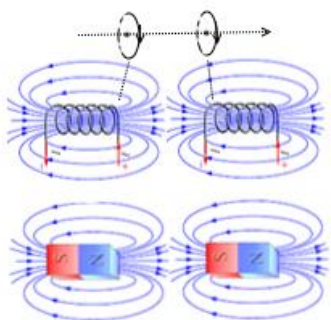
Взаимодействие магнитов, катушек с током, петель с током.

А теперь разберем взаимосвязь катушек или петель с током и магнитами. Исходным магнитом для нас – это стрелка компаса. Запомните, что в магнитной стрелке направление «с юга на север» совпадает с направлением \mathbf{B} внутри катушки и внутри стрелки. Направление стрелки идет от «южного» конца стрелки (S-«Зюйд», юг) к «северному» (N – «Норд», север).



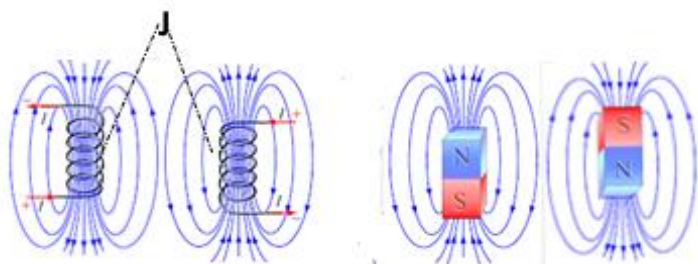
Как уже говорилось, «правилом буравчика» можно пользоваться и для определения направления тока \mathbf{J} , так и для направления поля \mathbf{B} , одинаково. Проверьте по рисункам, что вы умеете пользоваться «правилом буравчика», что вы, глядя на магнит сразу понимаете как течет «поверхностный ток» по нему. То же относительно катушки.

Удобно пользоваться правилом, что у магнитов разные полюса притягиваются, а одинаковые отталкиваются. Разберемся почему это происходит.

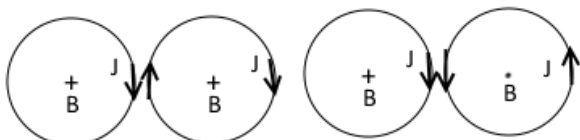


Вот пара катушек и пара магнитов установлена в линию («торец в торец»). Обратите внимание, что в ближайших витках в обеих катушках токи одинаковы в направлениях. То есть, по закону Ампера они должны притягиваться. То же относительно поверхностных токов у пары магнитов.

А если развернуть одну катушку или один магнит, то соседствующие токи в катушках и магнитах станут противоположными. И будут по закону Ампера отталкиваться.



Когда две катушки или два магнита находятся бок о бок, они стремятся ориентироваться так, чтобы их «направления Юг-Север», т.е. внутренние \mathbf{B} были противоположными.



Как это понять лучше? Если направления катушек выбрать одинаковыми (на рисунке слева), то токи в смежных частях противоположны, т.е. т.е. отталкиваются. Значит, если одну катушку развернуть, т.е.

направления взять противоположными, то в этом случае их ближайшие смежные токи \mathbf{J} ориентированы одинаково, значит, притягиваются друг к другу. Вот почему полюса магнитов тянутся к противоположным.

Но у магнитов и катушек есть вариант, именно с пустой сердцевинной, когда их магнитные свойства противоположны. Далее мы разберем этот странный результат.