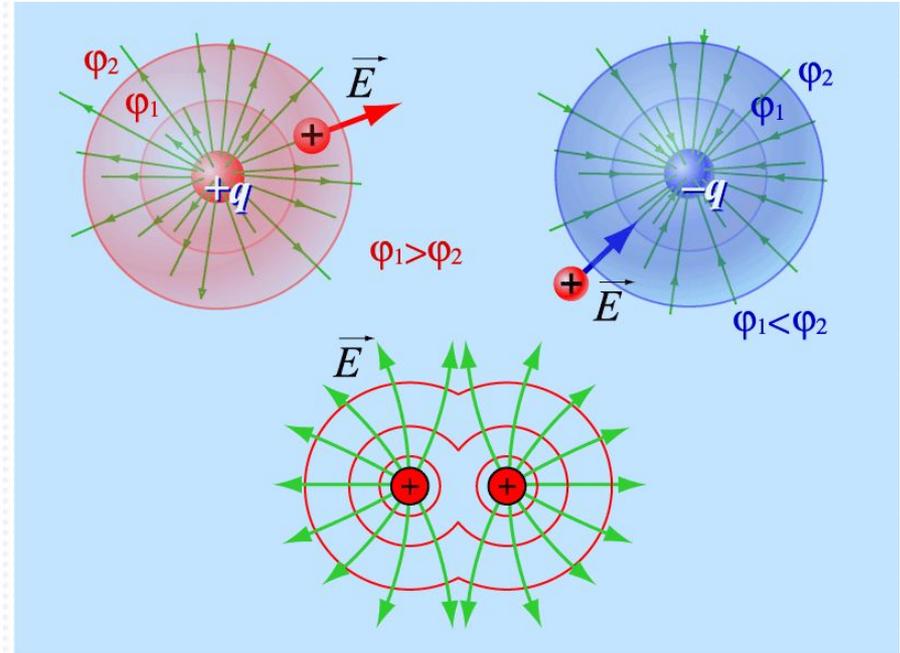
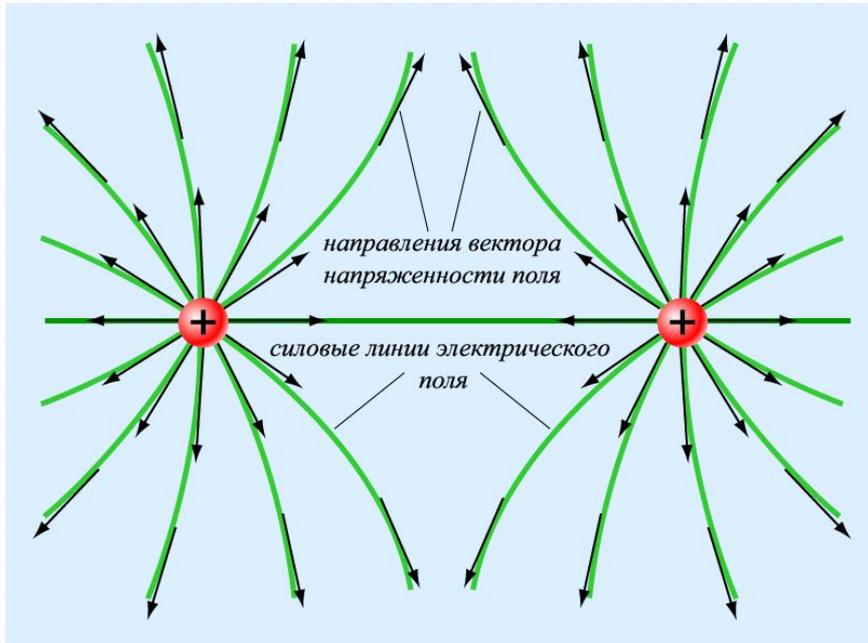


Магнитное поле.

Электрические и магнитные поля.



- Неподвижные электрические заряды создают вокруг себя электрическое поле.
- Движущиеся заряды создают, кроме того, магнитное поле.

Магнитное поле токов

- Природа магнетизма была выяснена после того, как научились получать электрический ток.



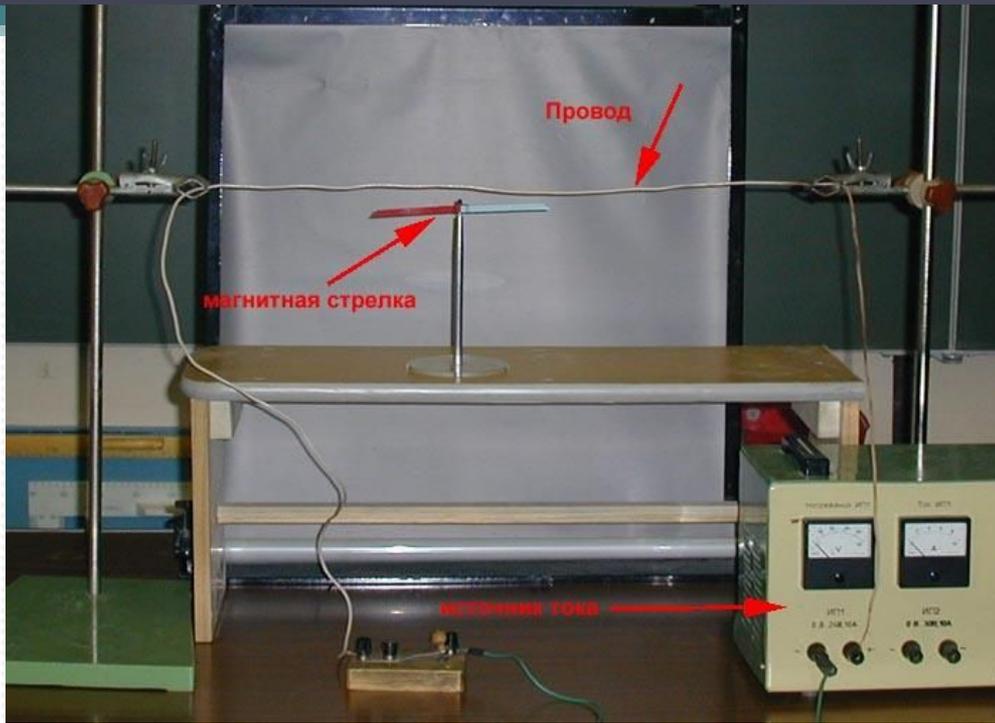
- **Магнитное поле** представляет собой особую форму материи, посредством которой осуществляется взаимодействие между движущимися заряженными частицами.

Открытие Эрстеда



- Самое важное открытие было сделано датским физиком Х. Эрстедом (1777-1851) в 1820 г.

• Ханс Кристиан Эрстед.



Опыт Эрстеда 1820 г.

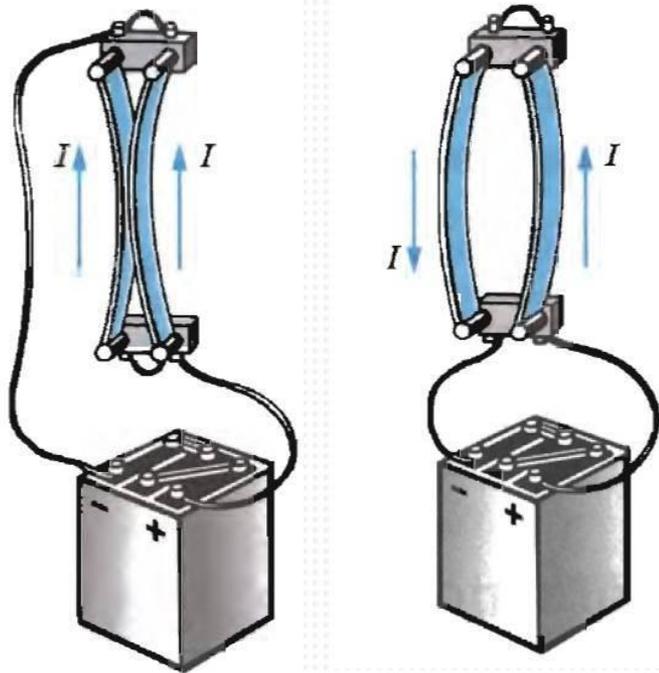


Взаимодействие токов

Возьмём два гибких проводника, укрепим их вертикально, а затем присоединим нижними концами к полюсам источника тока.



Притяжения или отталкивания проводников при этом **не обнаружится**, хотя проводники заряжаются от источника тока, но заряды проводников при разности потенциалов между ними в несколько вольт ничтожно малы. Поэтому кулоновские силы никак не проявляются.



Взаимодействия между проводниками с током, называют **магнитными**.

Силы, с которыми проводники с током действуют друг на друга, называют **магнитными силами**.

Но если другие концы проводников замкнуть проволокой так, чтобы в проводниках возникли токи **противоположного направления**, то проводники начнут **отталкиваться** друг от друга.

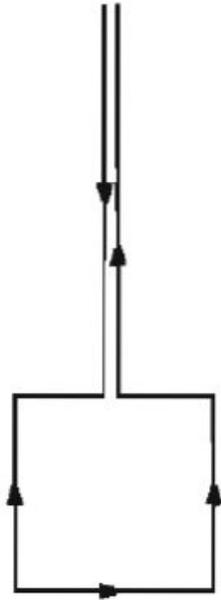
В случае токов **одного направления** проводники **притягиваются**.

Основные свойства магнитного поля

1. Магнитное поле порождается электрическим током (движущимися зарядами).
2. Магнитное поле обнаруживается по действию на электрический ток (движущиеся заряды).
3. Магнитное поле существует реально независимо от нас, от наших знаний о нем
4. По мере удаления ослабевает
5. Имеет определённую конфигурацию в пространстве

Экспериментальным доказательством реальности магнитного поля, является факт существования электромагнитных волн.

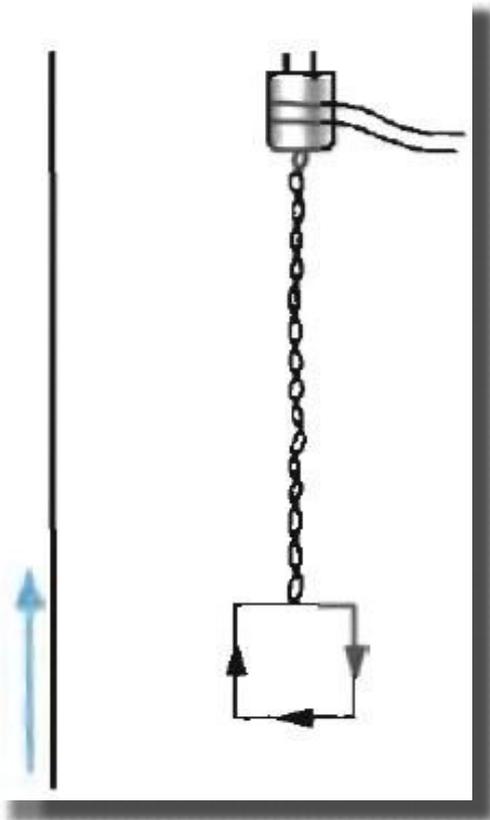
Замкнутый контур с током в магнитном поле



Для изучения магнитного поля можно взять замкнутый контур малых (по сравнению с расстояниями, на которых магнитное поле заметно изменяется) размеров.

Подводящие ток проводники нужно расположить близко друг к другу или сплести вместе.

Тогда результирующая со стороны магнитного поля на эти проводники, будет равна **нулю**.

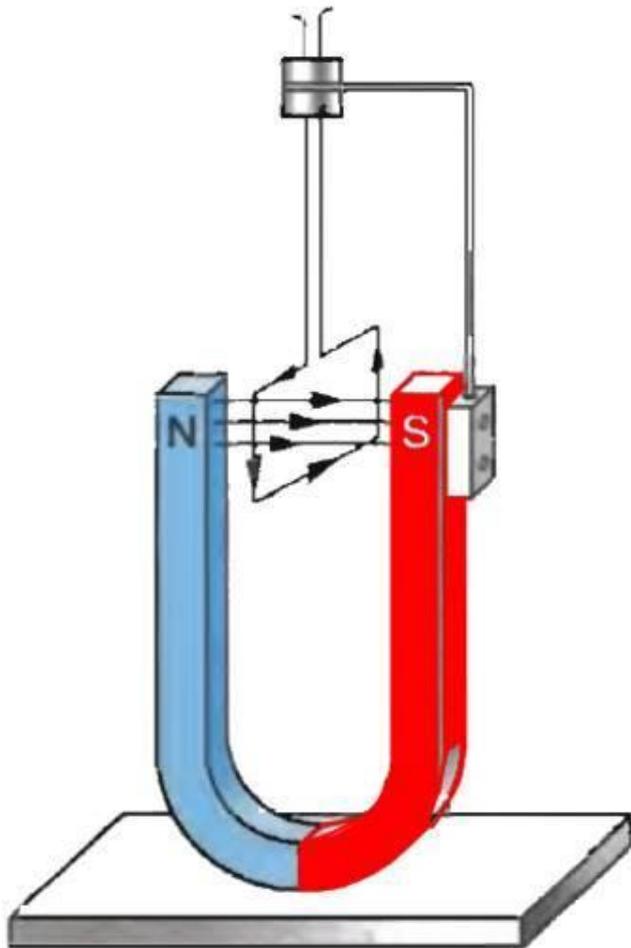


Подвесим на тонких гибких проводниках, сплетённых вместе, маленькую плоскую рамку, состоящую из нескольких витков проволоки.

При пропускании электрического тока через провод и рамку рамка поворачивается и располагается так, что провод оказывается в плоскости рамки.

При изменении направления тока в проволоке рамка повернётся на 180° .

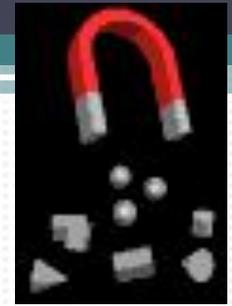
Магнитное поле создаётся не только **электрическим ТОКОМ**, но и **ПОСТОЯННЫМИ МАГНИТАМИ**.



Если подвесить на гибких проводах рамку с током между полюсами магнита, то рамка будет поворачиваться до тех пор, пока плоскость её не установится перпендикулярно к линии, соединяющей полюсы магнита.

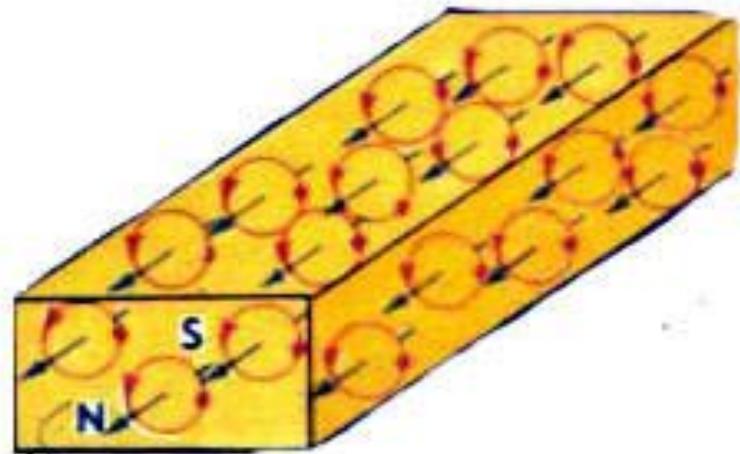
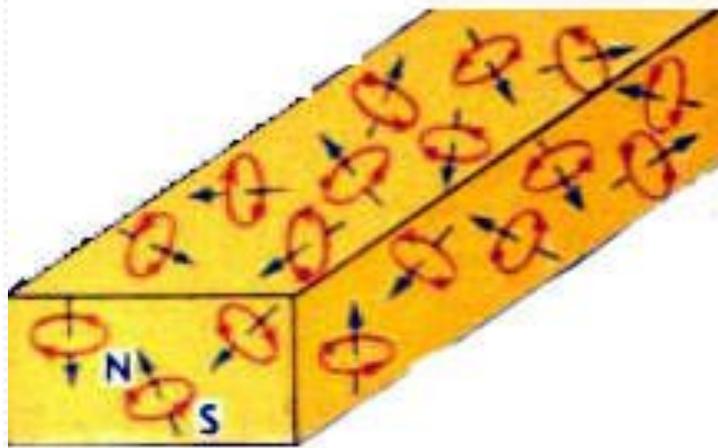
Таким образом, однородное магнитное поле оказывает на рамку с током **ориентирующее действие**.

Загадка магнетизма



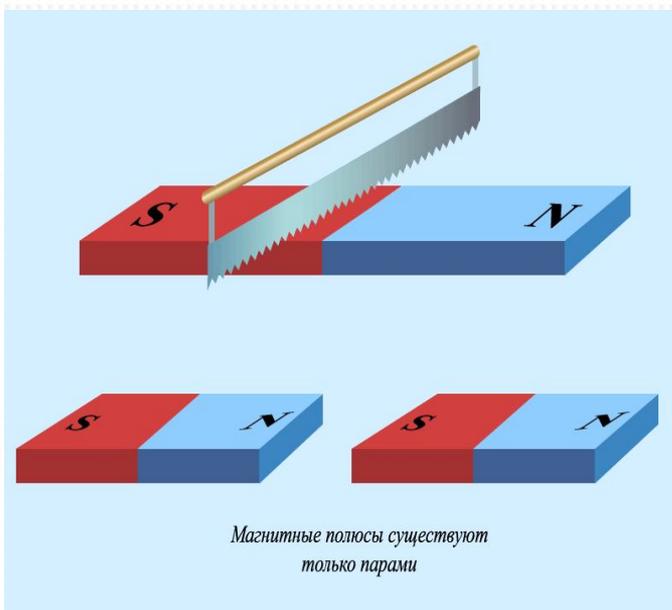
- Ампер Андре Мари (1775-1836)
- Великий французский физик и математик.
- Сумел мысленным взором увидеть внутри намагниченного железного стержня электрические токи.

Гипотеза Ампера



- Магнитные свойства любого тела определяются замкнутыми электрическими токами внутри него.

Постоянные магниты



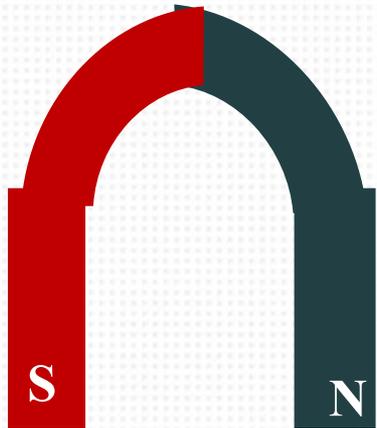
Постоянные магниты

Постоянные магниты – это тела, которые длительное время сохраняют намагниченность.

Полюс – место магнита, где обнаруживается наиболее сильное действие.

N – северный полюс магнита

S – южный полюс магнита



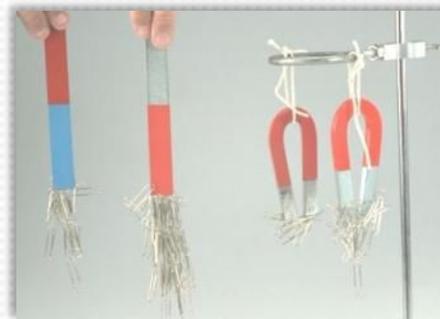
Дугообразный магнит



Полосовой магнит

Искусственные и естественные магниты

Искусственные магниты – сталь, никель, кобальт



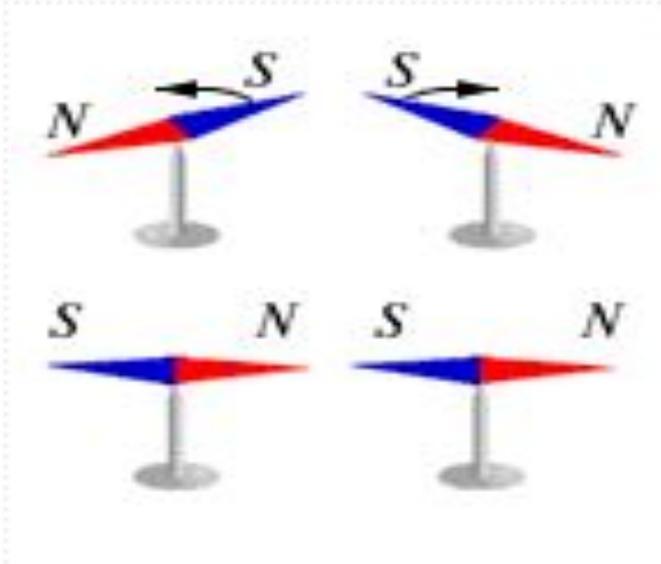
Естественные магниты – магнитный железняк



Природные магниты, т.е. кусочки **магнитного железняка** – магнетита назывались по-разному: китайцы называли их чу-ши; греки – адамас и каламита.

Запомни:

1. Магнит имеет два полюса: северный (N) и южный (S). Наиболее сильное магнитное действие обнаруживают полюса магнита.
2. Одноименные полюсы магнитных стрелок отталкиваются, разноименные — притягиваются.
3. Магнитные линии замкнуты. Магнитные линии вне магнита выходят из северного полюса магнита, а входят в южный .
4. Магнитное поле одного магнита действует на магнитное поле другого магнита.
5. Магниты разделить нельзя.



Для того чтобы описать магнитные взаимодействия токов количественно, нужно решить

три задачи:

- 1. Ввести **величину**, количественно характеризующую магнитное поле.
- 2. **Установить закон**, определяющий распределение магнитного поля в пространстве в зависимости от тока.
- 3. **Найти выражение** для силы, действующей на ток со стороны магнитного поля.

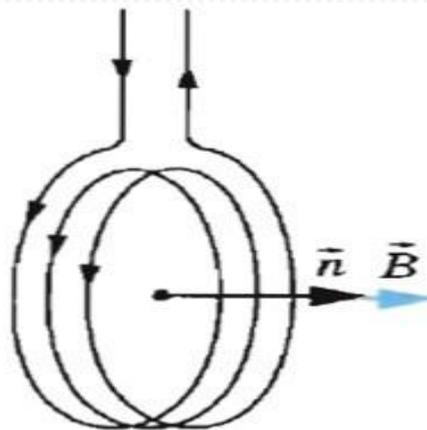
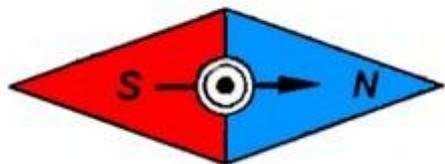
Вектор магнитной индукции

- Силовая характеристика поля.
- Векторная величина, характеризующая магнитное поле

\vec{B}

Направление вектора магнитной индукции

Ориентирующее действие магнитного поля на магнитную стрелку или рамку с током можно использовать для определения **направления вектора магнитной индукции**.

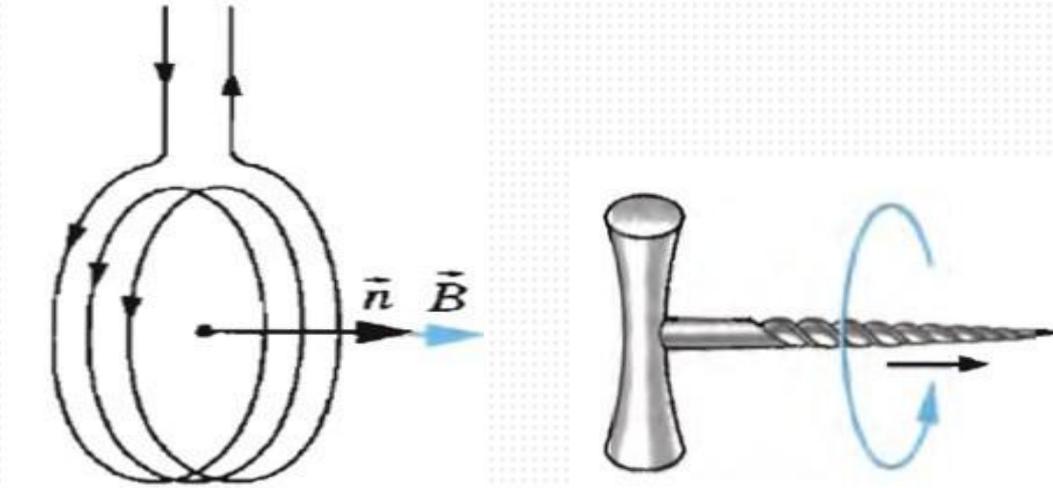


За **направление** вектора магнитной индукции принимается направление от **южного полюса к северному** магнитной стрелки, свободно устанавливающейся в магнитном поле.

Это направление совпадает с **направлением положительной нормали** к замкнутому контуру с током.

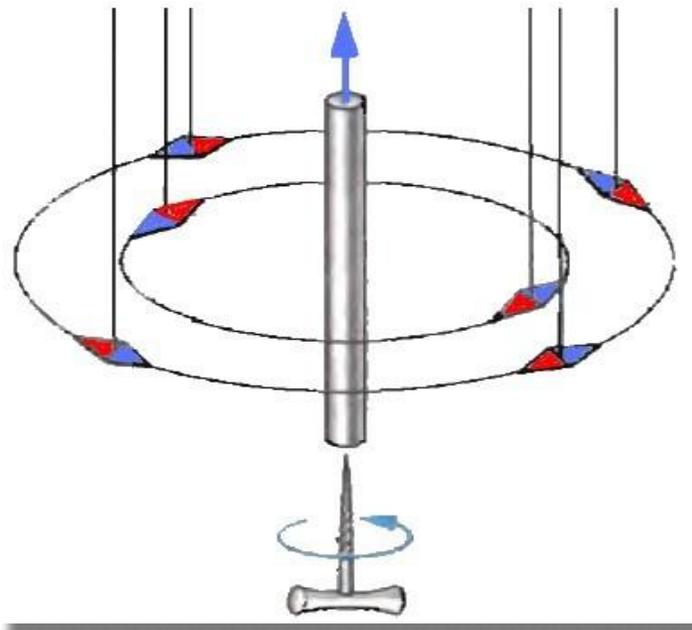
Направление вектора магнитной индукции

Положительная нормаль направлена в ту же сторону, куда перемещается буравчик (с правой нарезкой), если вращать его по направлению тока в рамке.



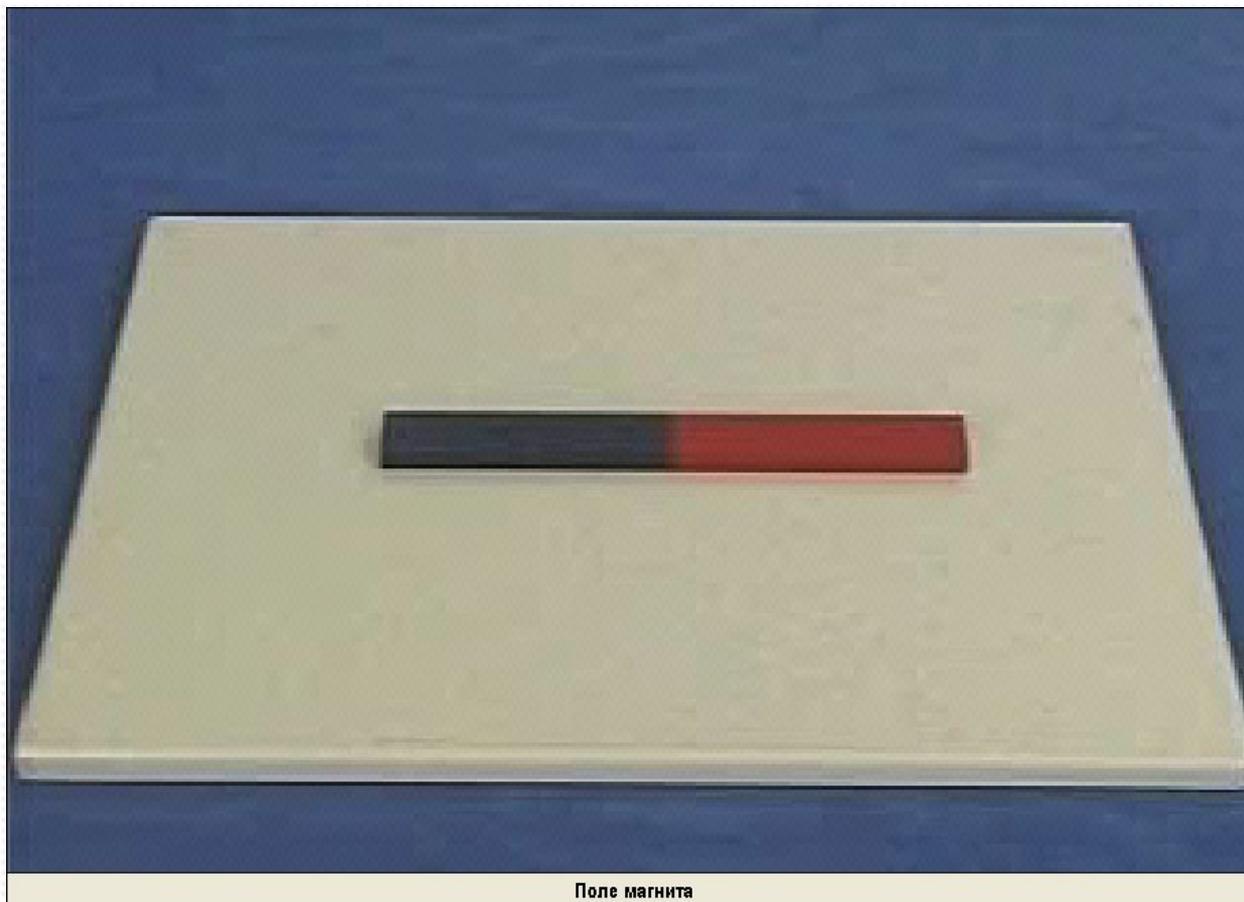
Располагая рамкой с током или магнитной стрелкой можно определить направление вектора магнитной индукции в любой точке поля.

Правило буравчика (в основном для **прямого** проводника с током):

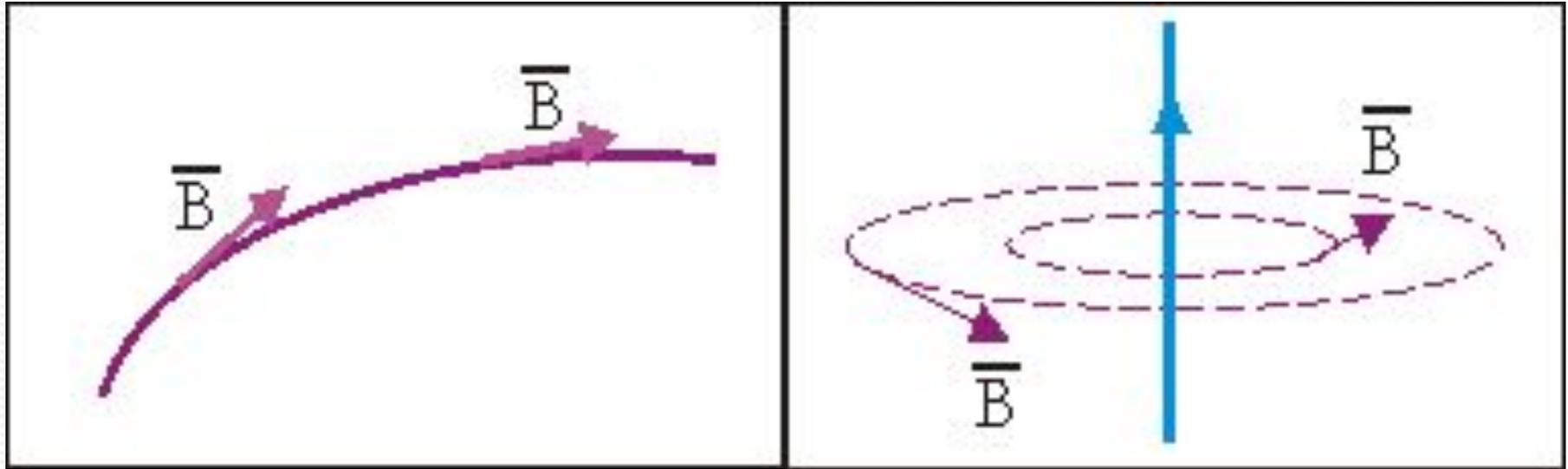


Если направление **поступательного движения буравчика** совпадает с направлением **тока** в проводнике, то направление **вращения ручки буравчика** указывает направление **вектора магнитной индукции** (линии магнитного поля тока).

Линии магнитной индукции

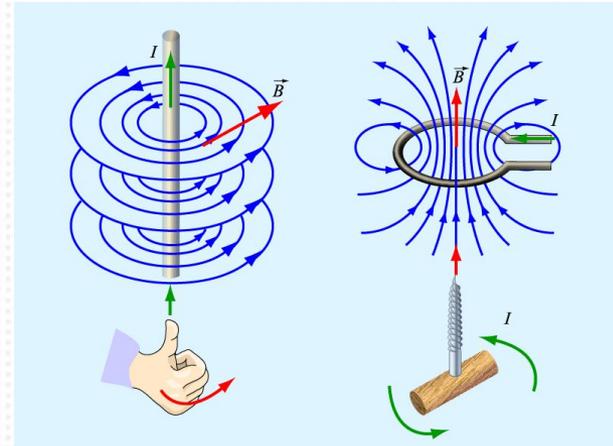
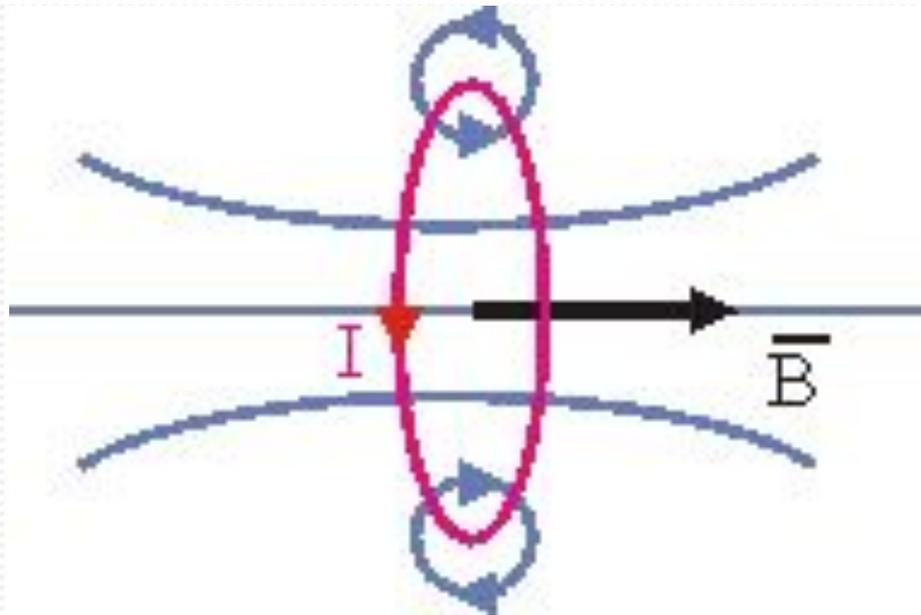


Линии магнитной индукции



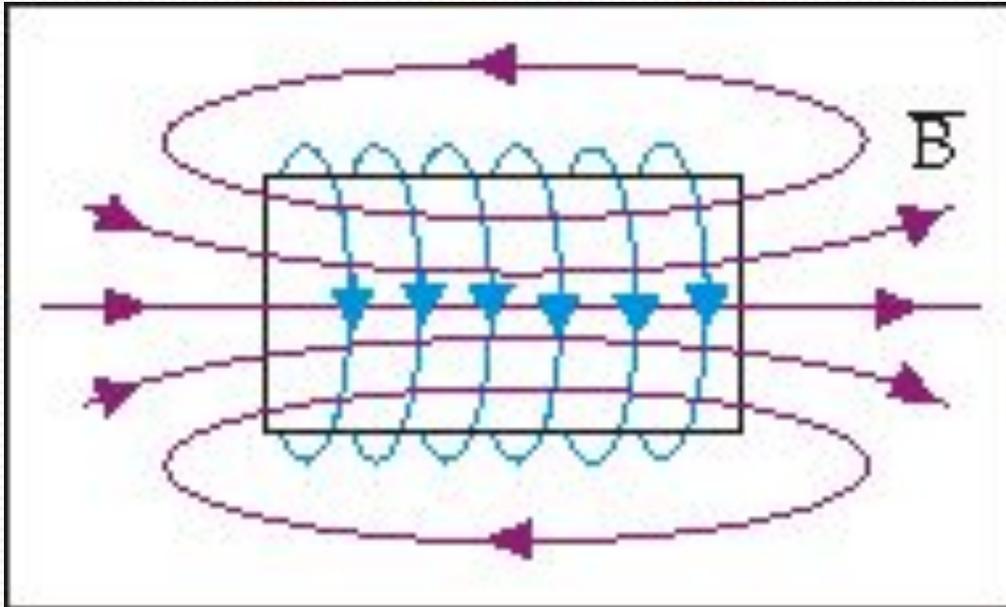
- Для графического изображения магнитных полей используются линии магнитной индукции (силовые линии магнитного поля).
- - это линии, касательные к которым направлены так же, как и вектор \vec{B} в данной точке пространства.

Линии магнитной индукции



- Направление вектора магнитной индукции связано с направлением тока в контуре правилом правого винта

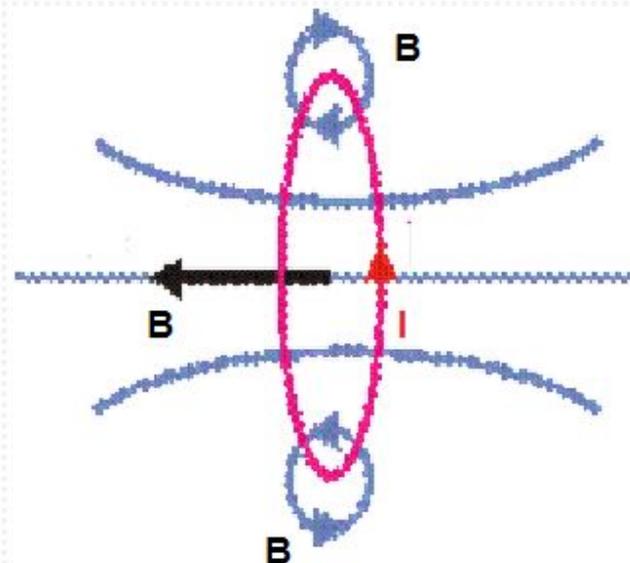
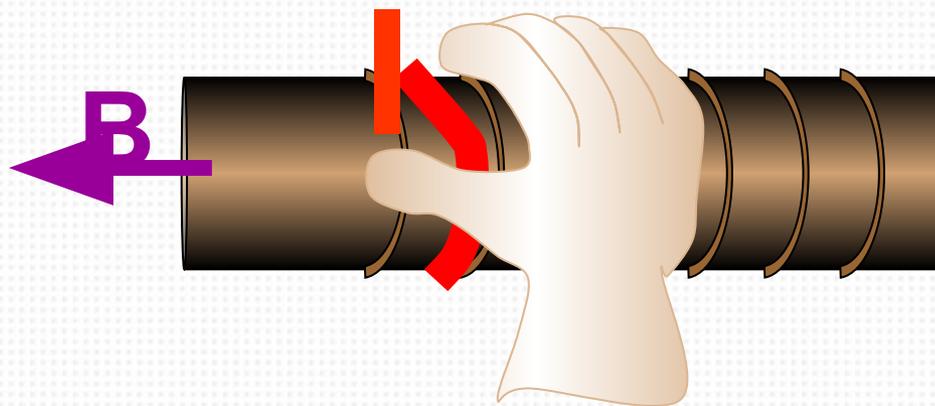
Линии магнитной индукции



- Внутри длинного соленоида с током магнитное поле является однородным и линии магнитной индукции параллельны между собой. Направление B и направление тока в витках соленоида связаны правилом **правого винта**

Правило правой руки (в основном для определения направления магнитных линий внутри соленооида):

- Если обхватить соленоид ладонью **правой руки** так, чтобы **четыре пальца** были направлены **вдоль тока** в витках, то отставленный **большой палец** покажет направление **линий магнитного поля** внутри соленооида.



Линии магнитной индукции

- Линии магнитной индукции не имеют ни начала, ни конца.
- Они всегда замкнуты.
- Поля с замкнутыми силовыми линиями называю вихревыми.
- Магнитное поле – вихревое поле.

Модуль вектора магнитной индукции

$$B = \frac{F}{I \cdot l}$$

B – модуль магнитной индукции, Тл

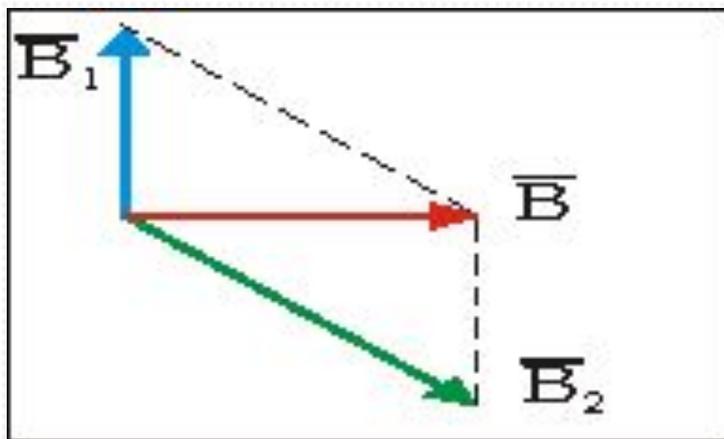
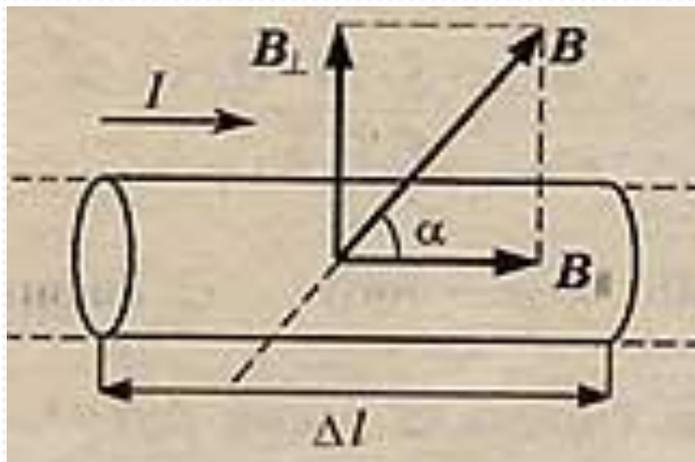
F – сила, с которой магнитное поле действует на проводник с током, расположенный перпендикулярно линиям магнитной индукции, Н

I – сила тока, текущего в проводнике, А

l – длина проводника, м

Единица магнитной индукции называется **Тесла (Тл)**.

Принцип суперпозиции полей.



- Если в какой-либо области пространства происходит наложение нескольких магнитных полей, то вектор магнитной индукции результирующего поля, равен векторной сумме индукций отдельных полей:
- $\mathbf{B} = \Sigma \mathbf{B}_i$