

Взаимодействие токов.

Магнитное поле.

Вектор магнитной индукции.

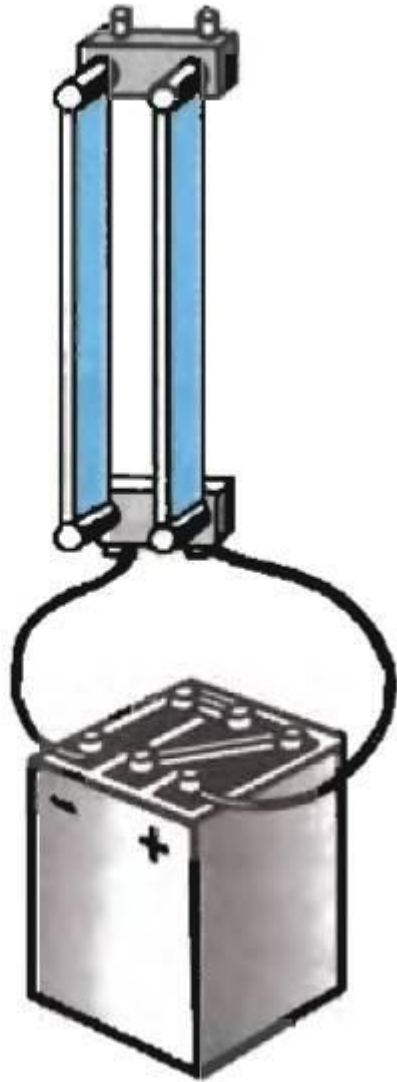
Линии магнитной индукции.

**Модуль вектора магнитной
индукции.**

Сила Ампера

Хмельницкий
Александр
11 "В" класс

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.



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.

Взаимодействия между проводниками с током, называют магнитными.

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

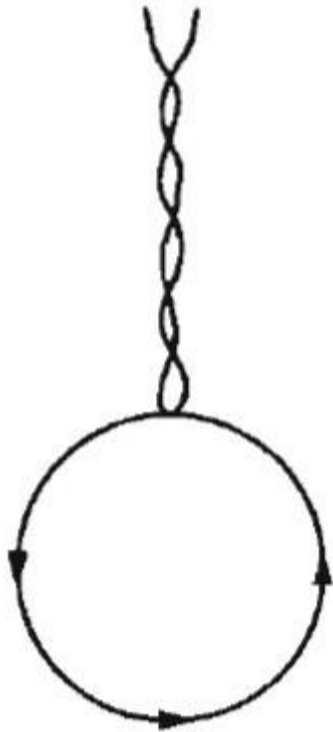
Основные свойства магнитного поля

- 1. Магнитное поле порождается электрическим током (движущимися зарядами).**
- 2. Магнитное поле обнаруживается по действию на электрический ток (движущиеся заряды).**

Подобно электрическому полю, магнитное поле существует реально независимо от нас, от наших знаний о нём.

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

Замкнутый контур с током в магнитном поле

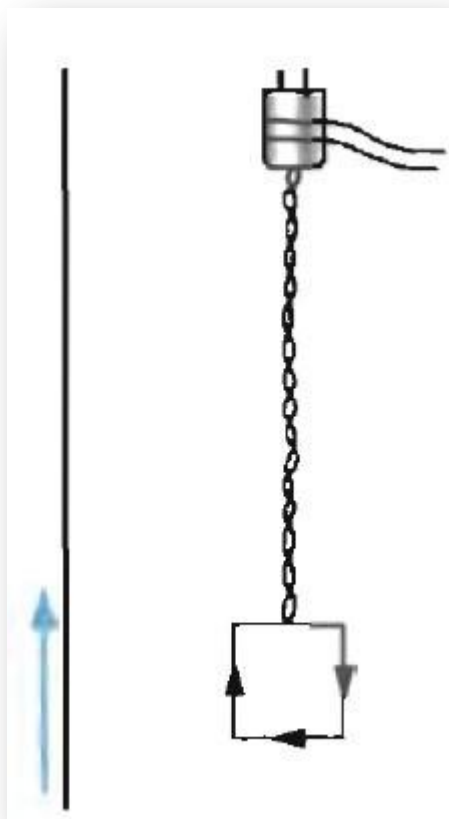


Для изучения магнитного поля можно взять замкнутый контур малых (по сравнению с расстояниями, на которых магнитное поле заметно изменяется) размеров.

Например, можно взять маленькую плоскую проволочную рамку произвольной формы. Проводники нужно расположить близко друг к другу или сплести вместе.

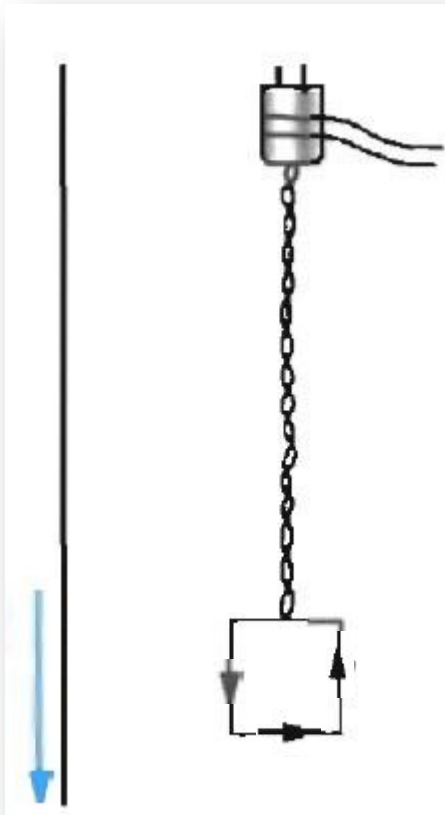
Тогда результирующая со стороны магнитного поля на эти проводники, будет равна нулю.

Выяснить характер действия магнитного поля на контур с током можно с помощью следующего опыта.



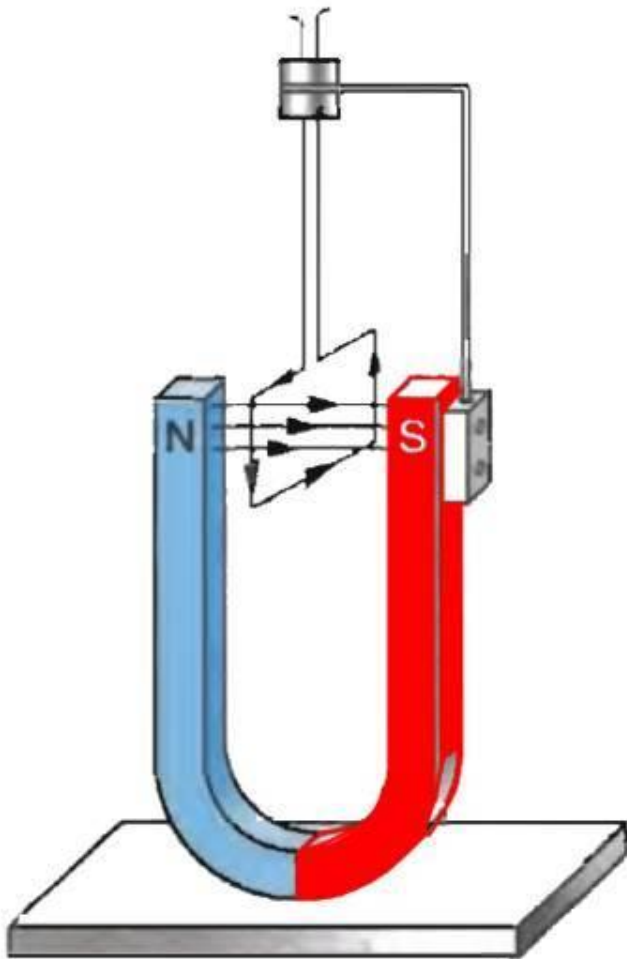
Подвесим на тонких гибких проводниках, сплетённых вместе, маленькую плоскую рамку, состоящую из нескольких витков проволоки. На расстоянии, значительно большем размеров рамки, вертикально расположим провод.

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**.

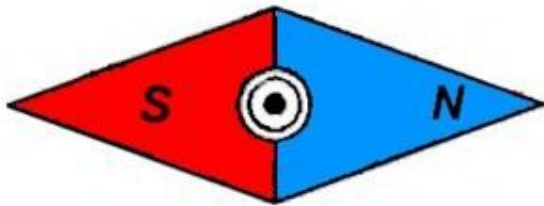


Если подвесить на гибких проводах рамку с током между полюсами магнита, то рамка будет поворачиваться до тех пор, пока плоскость её не установится перпендикулярно к линии, соединяющей полюсы магнита.

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

Магнитная стрелка

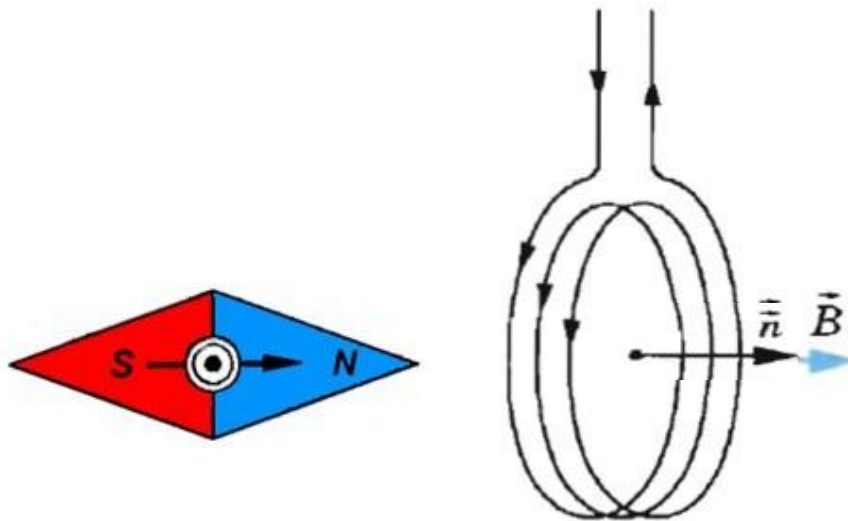
В магнитном поле рамка с током на гибком подвесе, со стороны которого не действуют силы упругости, препятствующие ориентации рамки, поворачивается до тех пор, пока не установится определённым образом.



Так же ведёт себя маленький продолговатый магнит с двумя полюсами на концах – **ЮЖНЫМ S** и **северным N**.

Направление вектора магнитной индукции

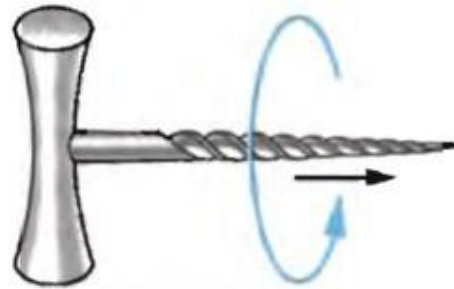
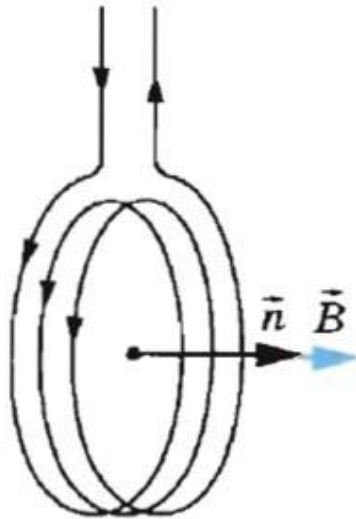
Ориентирующее действие магнитного поля на магнитную стрелку или рамку с током можно использовать для определения *направления вектора магнитной индукции*.



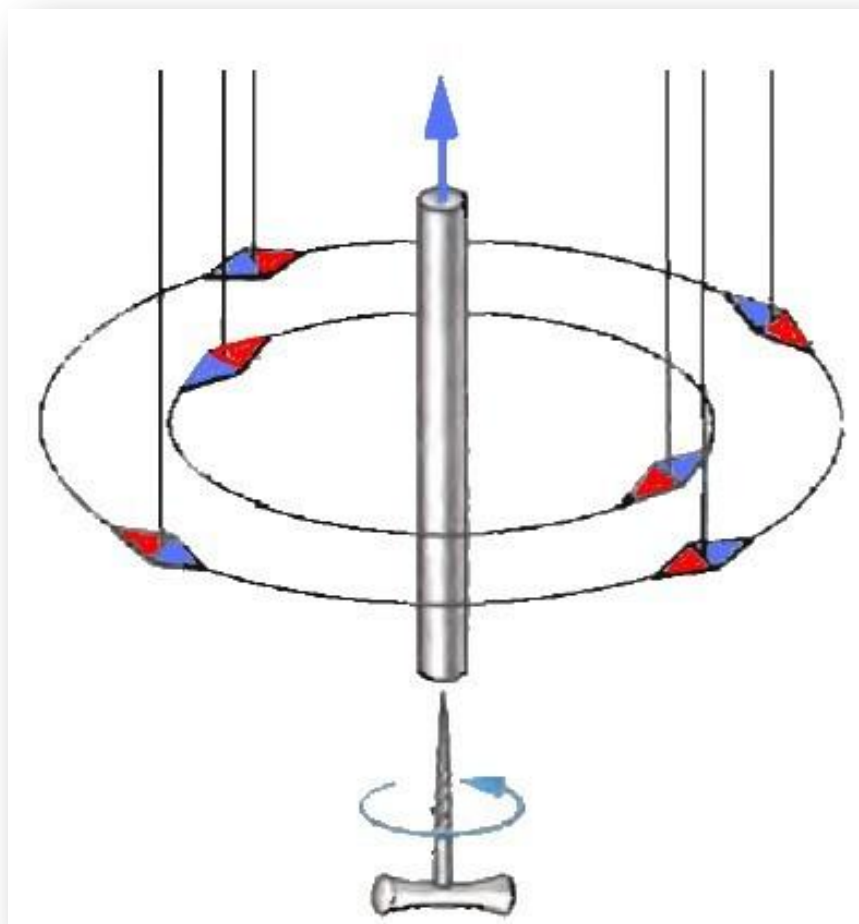
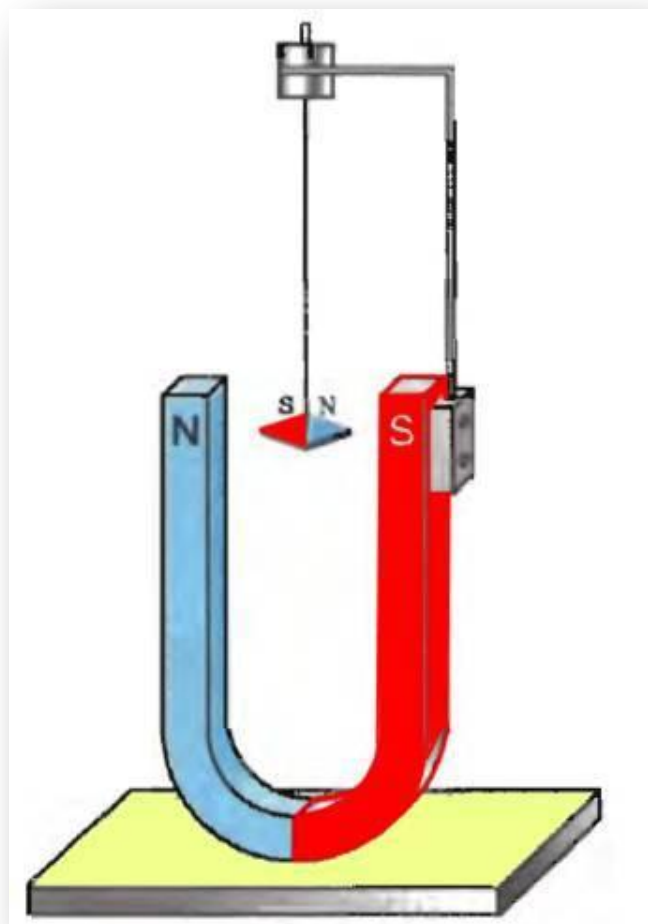
За направление вектора магнитной индукции принимается направление от южного полюса к северному магнитной стрелки, свободно устанавливающейся в магнитном поле. Это направление совпадает с направлением положительной нормали к замкнутому контуру с током.

Направление вектора магнитной

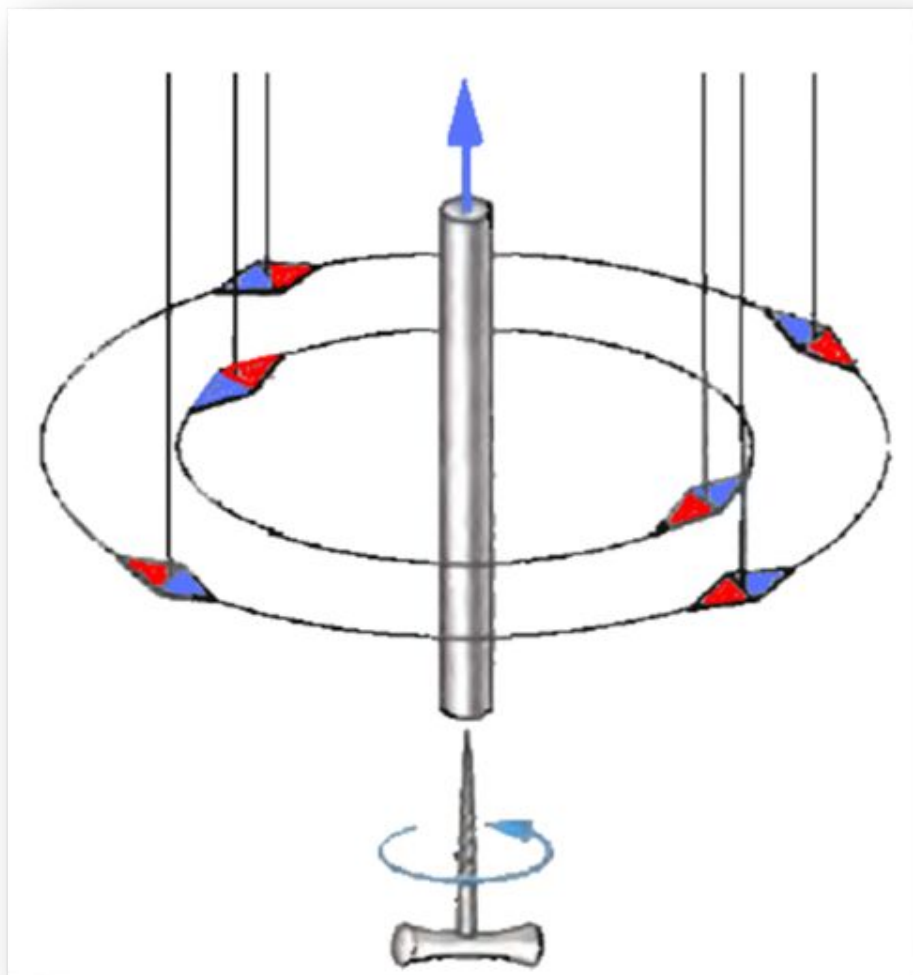
индукции
Положительная нормаль направлена в ту же сторону, куда перемещается буравчик (с правой нарезкой), если вращать его по направлению тока в рамке.



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



Опыты с магнитной стрелкой, повторяющие опыты с рамкой.



В магнитном поле
прямолинейного
проводника с током
магнитная стрелка в
каждой точке
устанавливается по
касательной к окружности.

Плоскость
окружности
перпендикулярна
проводу, а центр её
лежит на оси провода.

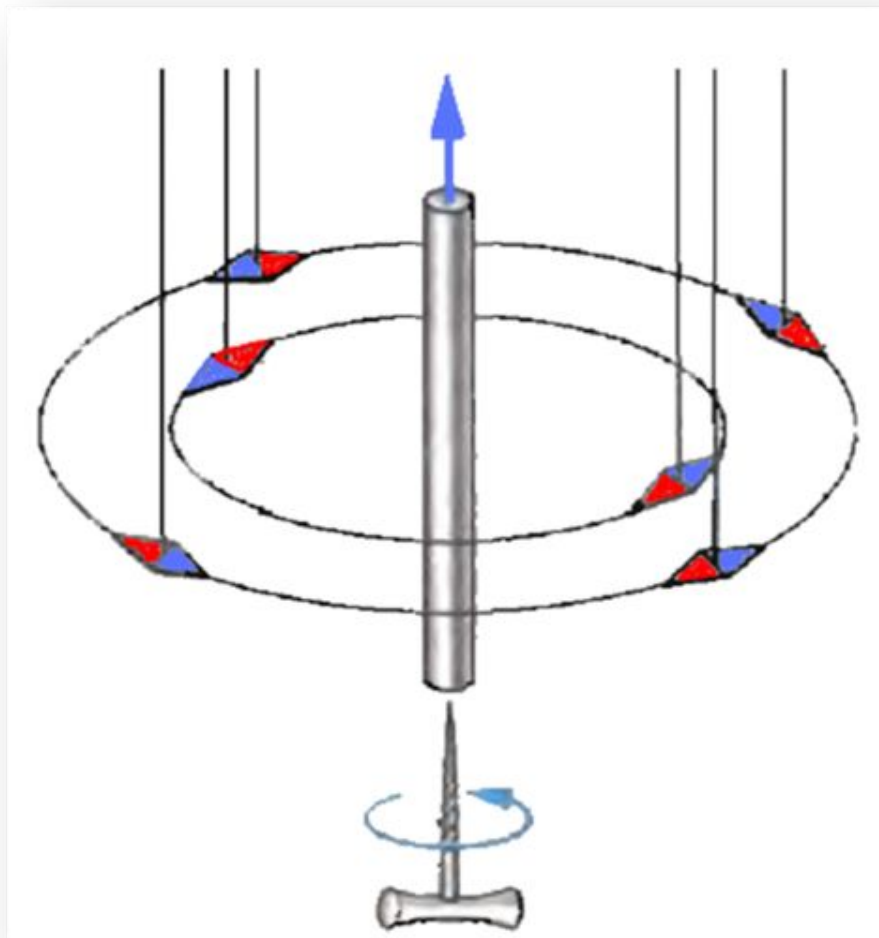
Направление вектора магнитной индукции
устанавливают с помощью *правила буравчика*.

Линии магнитной индукции



Наглядную картину магнитного поля можно получить, если построить так называемые линии магнитной индукции.

Линии магнитной индукции – линии, касательные к которым направлены так же, как и вектор B в данной точке поля.

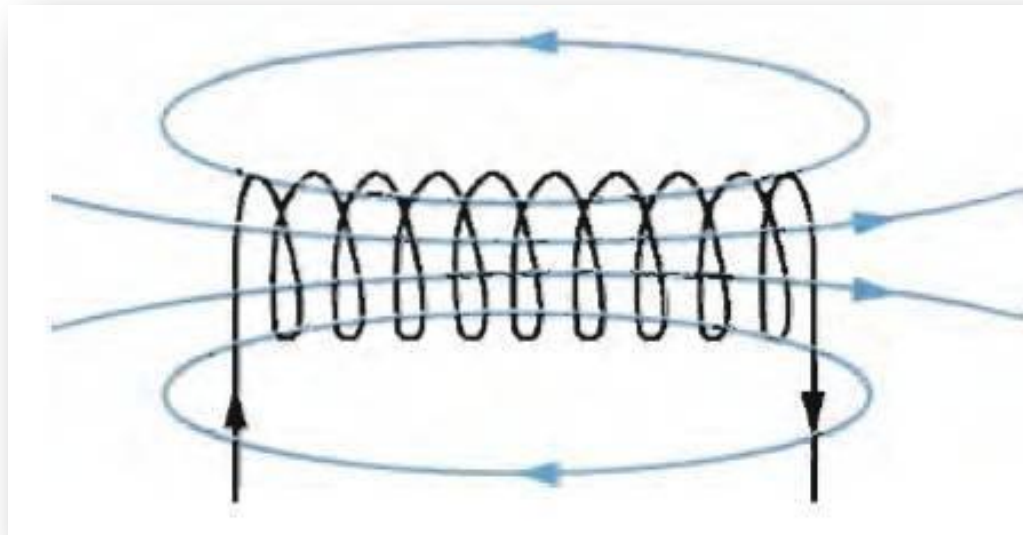


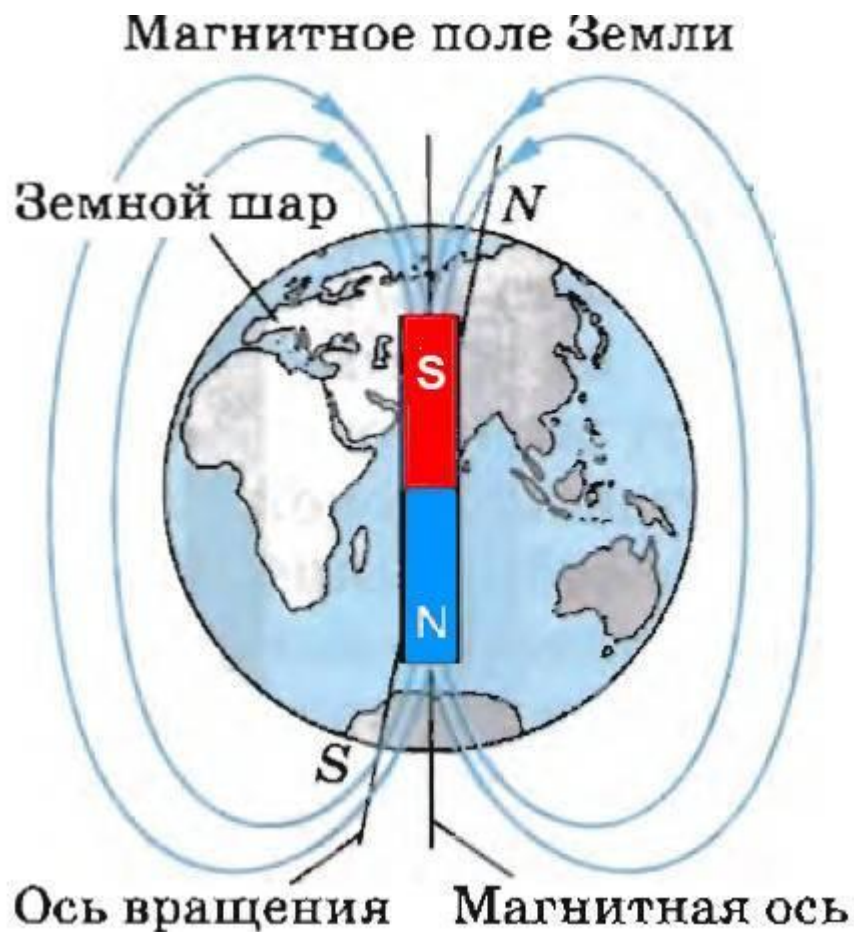
Для магнитного поля
прямолинейного
проводника с током
линии магнитной
индукции –
концентрические
окружности, лежащие в
плоскости,
перпендикулярной
этому проводнику с
током.

**Центр окружностей находится на оси проводников.
Стрелки на линиях указывают, в какую сторону
направлен вектор магнитной индукции, касательный к
данной линии.**

Если длина соленоида много больше его диаметра, то магнитное поле внутри соленоида можно считать однородным.

Линии магнитной индукции такого поля параллельны и находятся на равных расстояниях друг от друга.



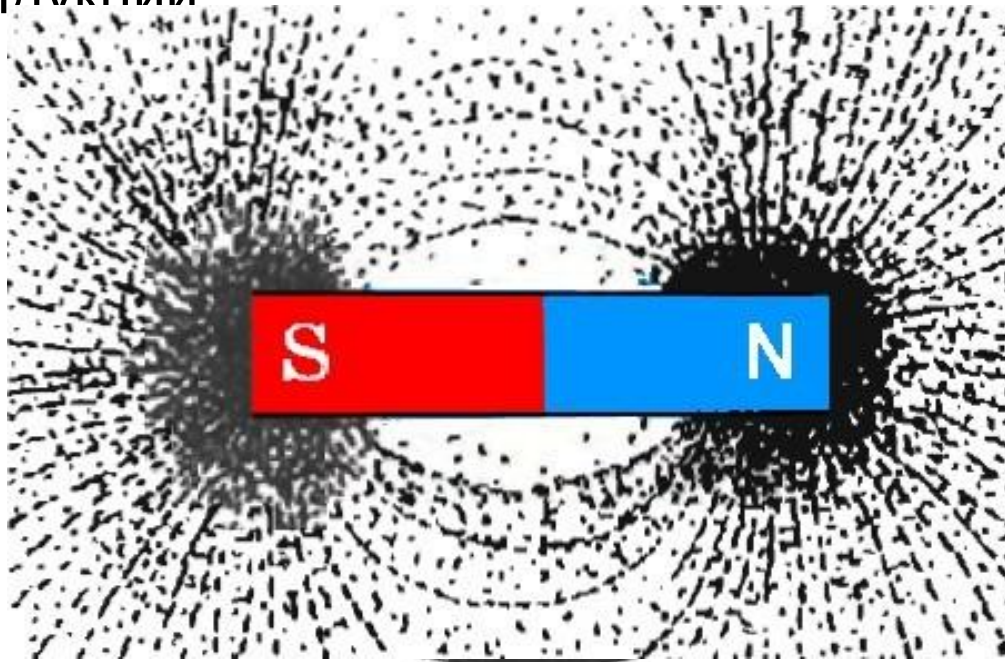


Линии магнитной индукции поля Земли подобны линиям магнитной индукции поля соленоида. Магнитный северный полюс N близок к южному географическому полюсу, а магнитный южный полюс S – к северному географическому полюсу.

Ось такого большого магнита составляет с осью вращения Земли угол $11,5^\circ$. Периодически магнитные полюсы меняют свою полярность (последняя замена была 30 тыс. лет назад).

Картину линий магнитной индукции можно сделать видимой, используя мелкие железные опилки.

В магнитном поле каждый кусочек железа, насыпанный на лист картона, намагничивается и ведёт себя как маленькая магнитная стрелка. Большое количество таких стрелок позволяет в большем числе точек определить направление магнитного поля и, следовательно, более точно выяснить расположение линий магнитной индукции



Важная особенность линий магнитной индукции состоит в том, что они не имеют ни начала, ни конца. Они всегда замкнуты.

Поля с замкнутыми векторными линиями называют вихревыми.

Магнитное поле – вихревое поле.

Замкнутость линий магнитной индукции представляет собой фундаментальное свойство магнитного поля.

Оно заключается в том, что магнитное поле не имеет источников.

Магнитных зарядов, подобных электрическим, в природе нет.

Модуль вектора магнитной индукции.

определяется отношением максимальной силы, действующей со стороны магнитного поля на отрезок проводника с током, к произведению силы тока на длину этого отрезка:

$$B_{\perp} = \frac{F_{\max}}{I_{\Delta} l}$$

Единица измерения магнитной индукции – Тесла (Тл)

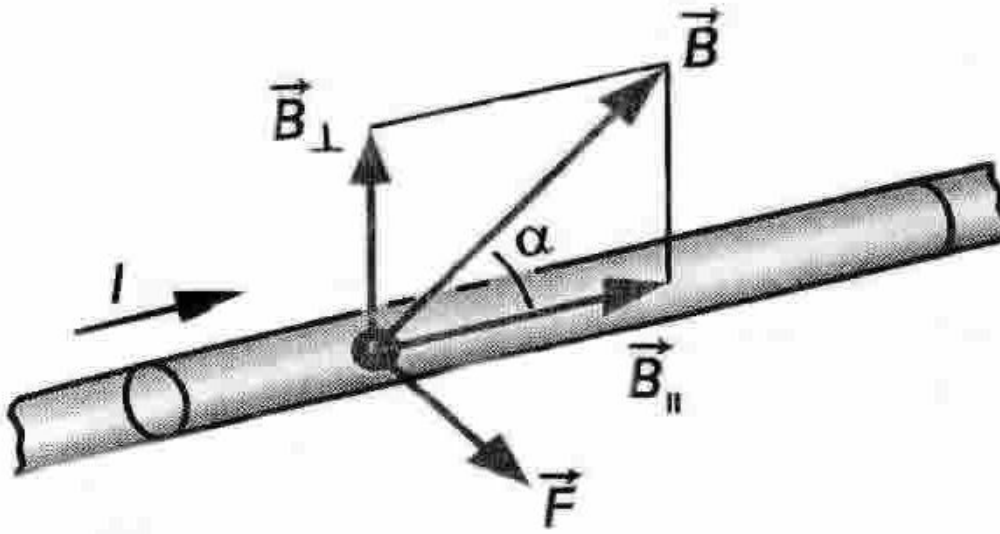
Физический смысл: За единицу магнитной индукции принимают индукцию однородного поля, в котором на участок проводника длиной 1 м при силе тока в нем 1 А, действует со стороны поля сила 1 Н:

$$1 \text{ Тл} = 1 \frac{\text{Н}}{\text{А} \cdot \text{м}}$$

Модуль силы Ампера

Из опыта: магнитное поле, вектор индукции которого направлен вдоль проводника с током, не оказывает никакого действия на ток.

Поэтому модуль силы зависит лишь от модуля составляющей вектора $\vec{B}$, перпендикулярной проводнику, и не зависит от составляющей $\vec{B}$, направленной вдоль проводника.



$$B_{\perp} = B \sin \alpha$$

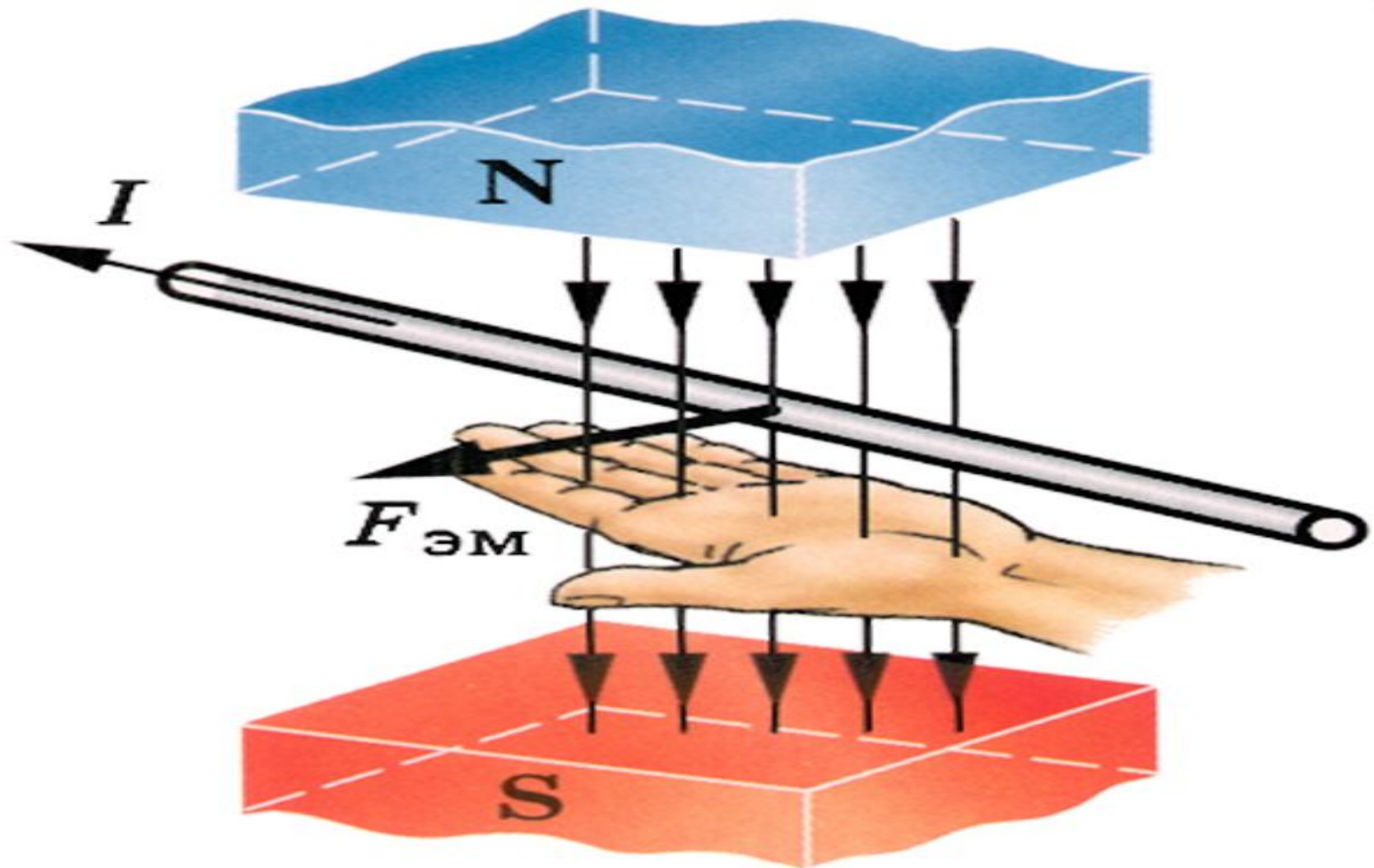
Сила Ампера равна произведению вектора магнитной индукции, модуля силы тока, длины участка проводника и синуса угла между магнитной индукцией и участком проводника.

Это выражение носит название
«закон Ампера».

**Математическая форма записи
закона Ампера**

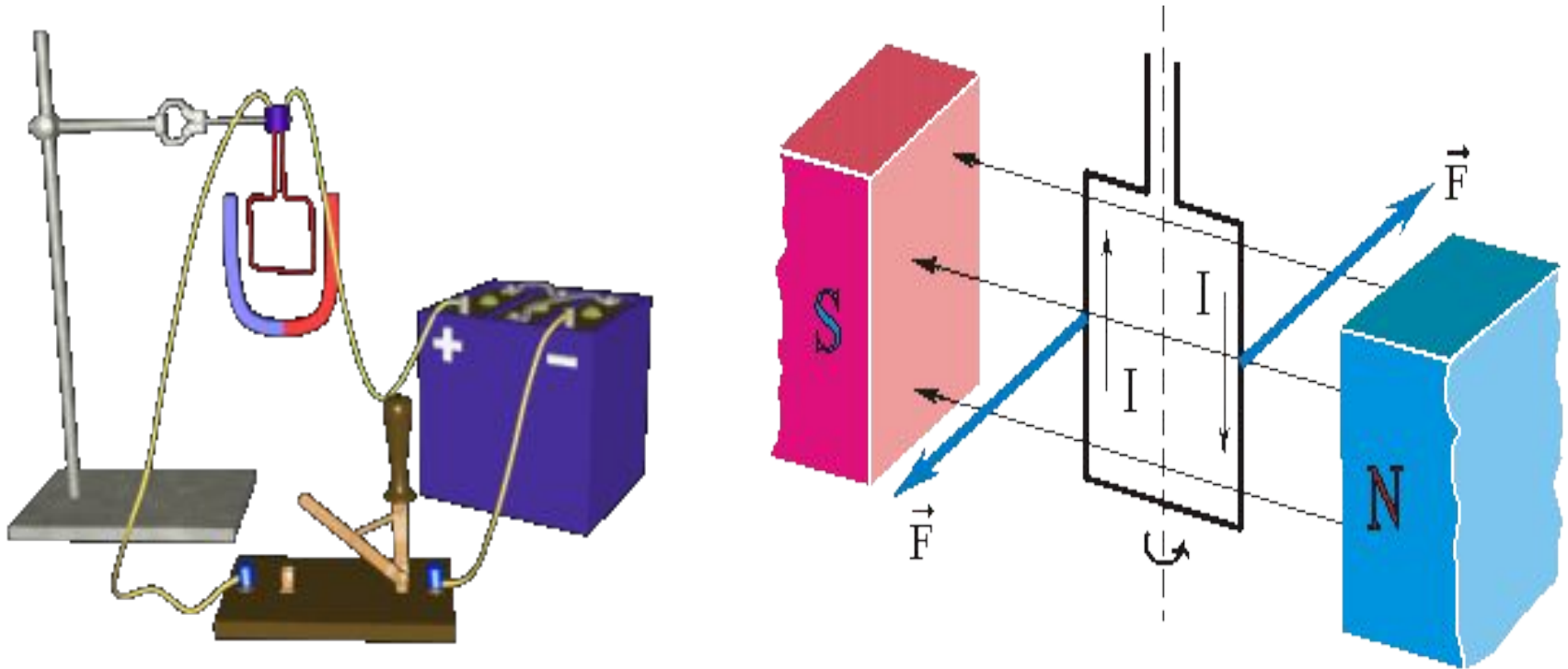
$$F = I |\vec{B}| l \sin \alpha$$

*Направление силы Ампера можно определить
используя правило левой руки:*



Действие магнитного поля на рамку с током.

В магнитном поле возникает пара сил, момент которых приводит катушку во вращение.



Применение силы Ампера.

Ориентирующее действие магнитного поля на контур с током используют в электроизмерительных приборах магнитоэлектрической системы – амперметрах и вольтметрах.

1. Сила, действующая на катушку, прямо пропорциональна силе тока в ней.
2. При большой силе тока катушка поворачивается на большой угол, а вместе с ней и стрелка.
3. Остается проградуировать прибор – т.е. установить каким углом поворота соответствуют известные значения силы тока.