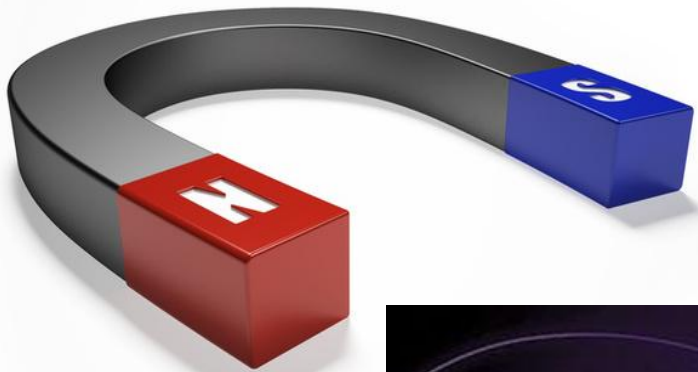


# МАГНИТНОЕ



*no*



История магнита насчитывает свыше 2,5 тыс. лет. В VI в. до н.э. древнекитайские ученые обнаружили минерал, способный притягивать к себе железные предметы. Китайцы называли его «Чуши», что означает «Любящий камень».



Есть и другие легенды о названии минерала магнитом.

- Пастух по имени Магнус как-то обнаружил, что железный наконечник его посоха и гвозди сапог притягиваются к чёрному камню. Этот камень стали называть камнем Магнуса, или просто магнитом.
- Известно и другое предание, гласящее, что слово магнит произошло от названия местности, где добывали железную руду — холмы Магнезии в Малой Азии. Об этом упоминал греческий философ и физик Фалес в VI в. до н.э.

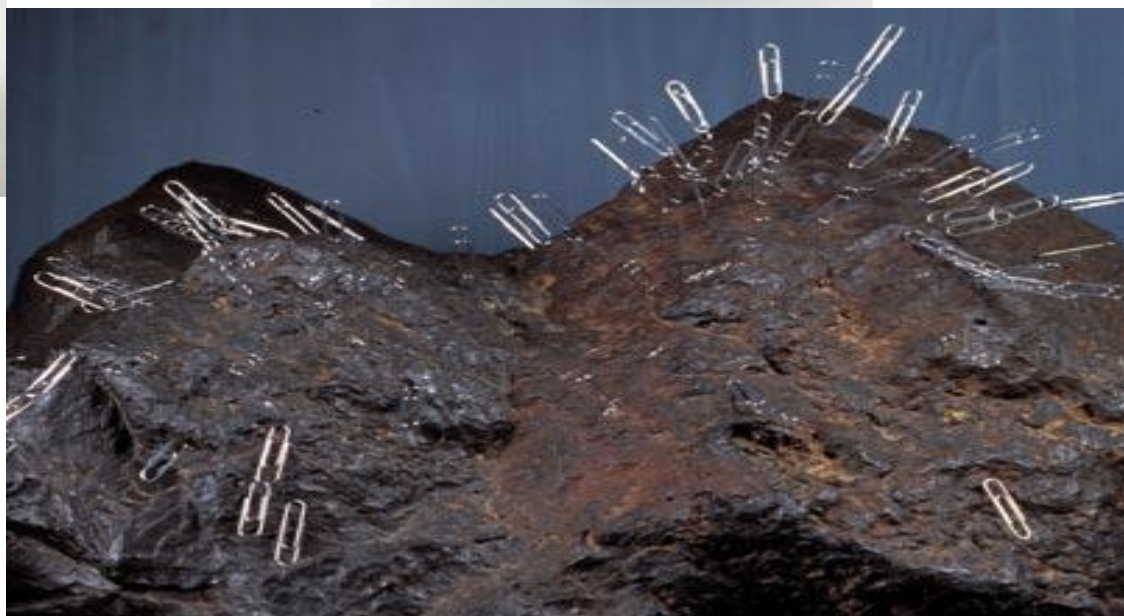


Таким образом, за много веков до нашей эры было известно, что некоторые каменные породы обладают свойством притягивать куски железа.

Таким образом, за много веков до нашей эры было известно, что некоторые каменные породы обладают свойством притягивать куски железа.



Магнитный железняк (магнетит)





Только в конце XVI века английский врач У. Гильберт достаточно полно смог изучить и описать взаимодействие магнитов. Начиная с У. Гилберта изучение магнитных явлений было поставлено на строгую научную основу.

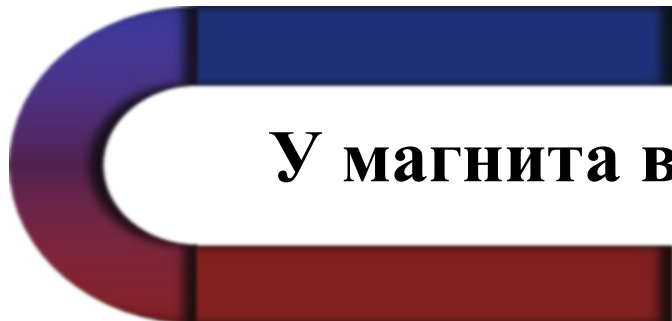
Гильберт, в частности, установил, что любой магнит имеет два полюса, при этом одноименные полюсы отталкиваются, а разноименные притягиваются; обнаружил, что железные предметы под влиянием магнита приобретают магнитные свойства.

# Постоянные магниты

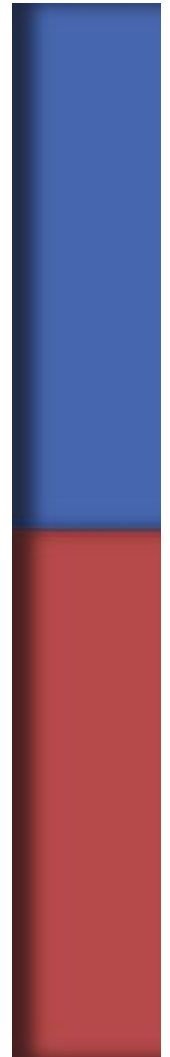
С древности магнитами называли стержни из специальной руды – магнитного железняка, обладающие следующими свойствами:

- ✓ Притягивать железосодержащие предметы;
- ✓ Ориентироваться в пространстве одним из концов («северным полюсом») на географический север;
- ✓ Отталкиваться друг от друга одноименными полюсами и притягиваться разноименными;
- ✓ Намагничивать другие железосодержащие тела при трении или контакте.

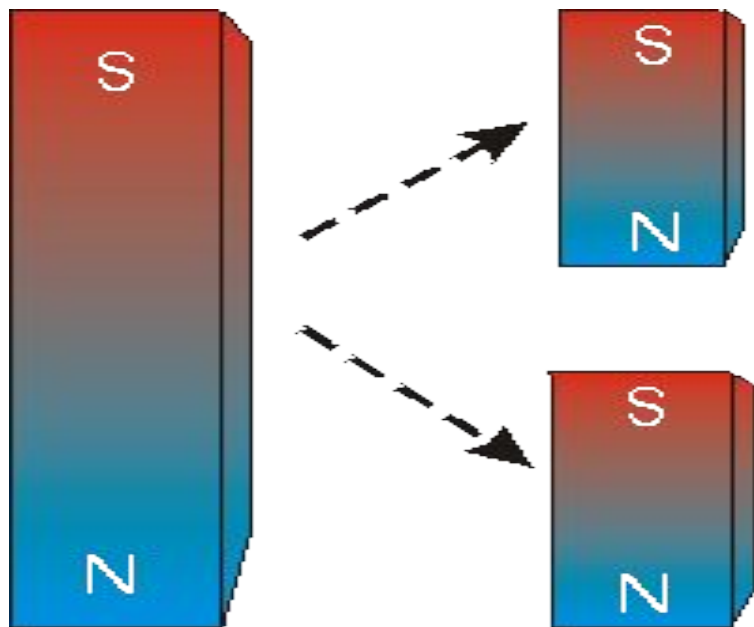
**Таковыми свойствами обладают и искусственные магниты.**



**У магнита всегда два полюса**



Если взять кусок магнита и разломить его на два кусочка, то каждый кусочек опять будет иметь "северный" и "южный" полюс. Если вновь разломить получившийся кусочек на две части, каждая часть опять будет иметь "северный" и "южный" полюс. Неважно, как малы будут образовавшиеся кусочки магнитов – каждый кусочек всегда будет иметь "северный" и "южный" полюс. Невозможно добиться, чтобы образовался магнитный монополюс ("моно" означает один, монополюс – один полюс). По крайней мере, такова современная точка зрения на данное явление.



Это говорит о том, что в природе не существует частиц – источников магнитного поля .

Магнитные полюса разделить нельзя.

У. Гилберт, изучая магнитные свойства намагниченного железного шара, показал, что он действует на стрелку компаса так же, как Земля, и пришел к выводу, что Земля является гигантским магнитом. Предположил, что магнитные полюсы Земли совпадают с географическими.

Подводя итоги сведениям о магнетизме, накопленным к *1600 г.*, Уильям Гильберт написал труд

*«О магните, магнитных телах и большом магните – Земле»*



**"СЕВЕРНЫЙ ПОЛЮС"**

обозначается буквой **N**

первая буква английского слова **North** - север

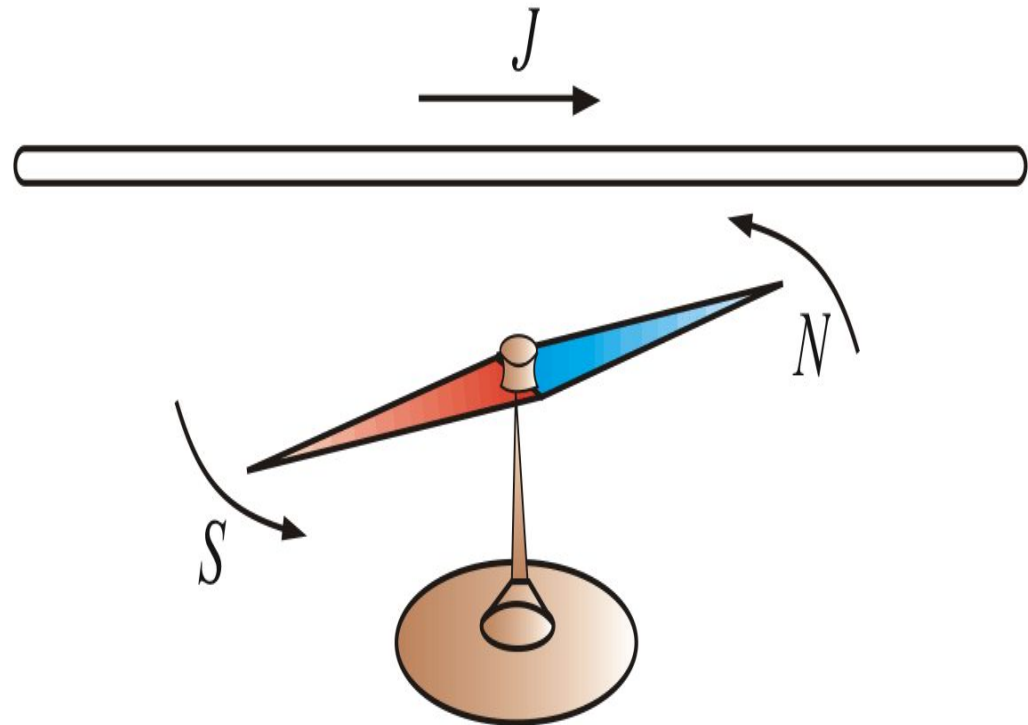
**"ЮЖНЫЙ ПОЛЮС"**

обозначается буквой **S**

первая буква английского слова **South** - юг



В 1820 году датский физик Ханс Эрстед обнаружил, что магнитная стрелка, расположенная около проводника с током, при замыкании цепи поворачивается.



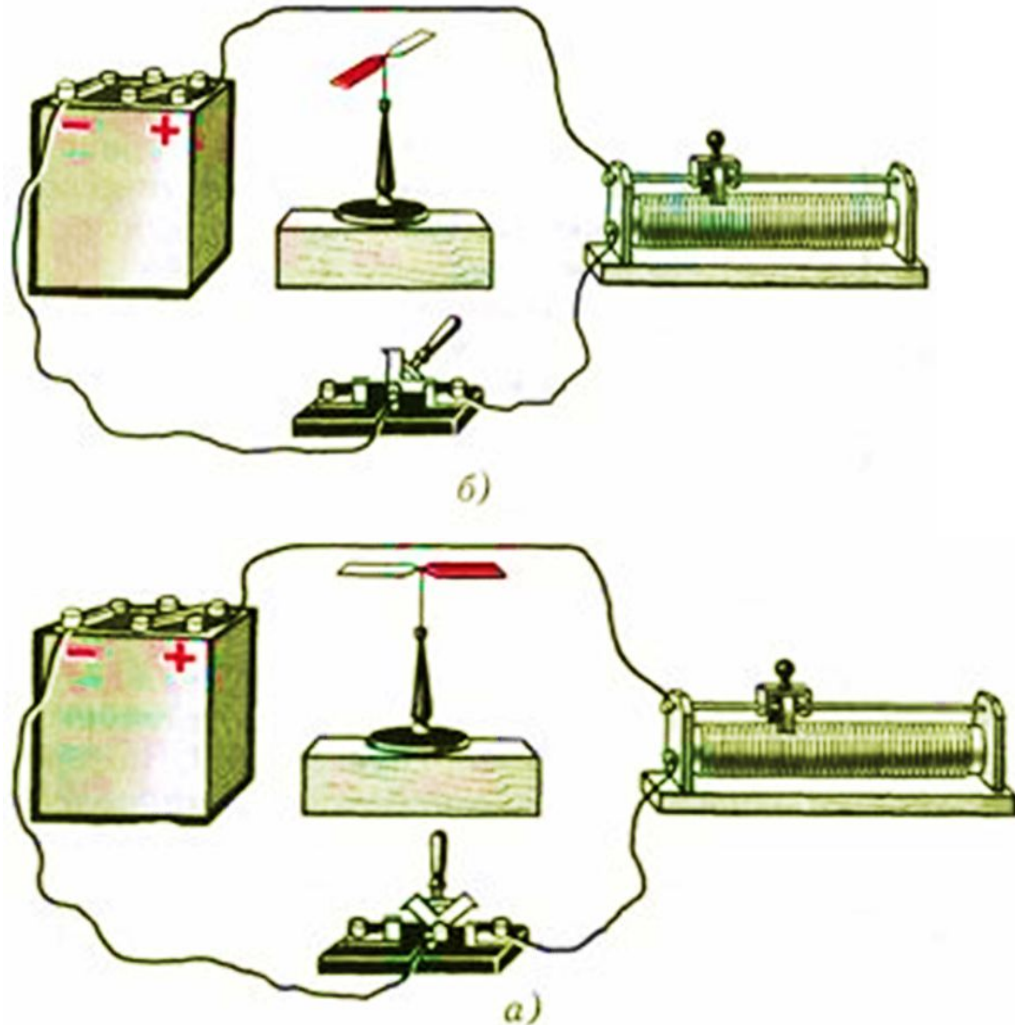
# Опыт Эрстеда

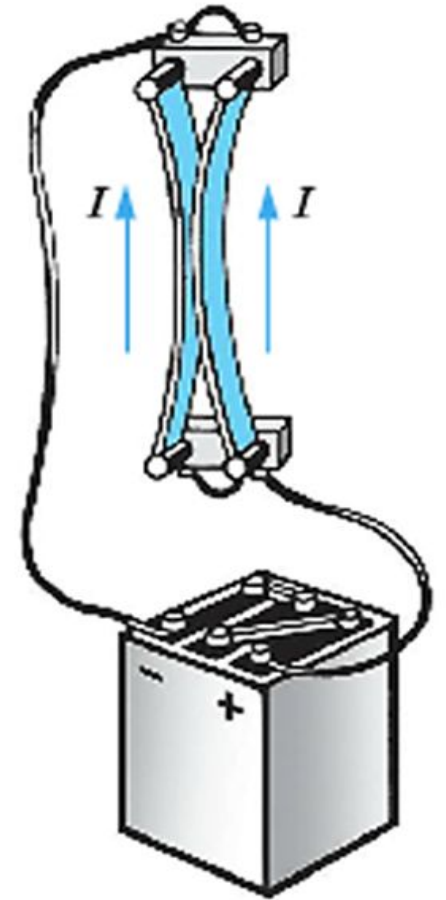
1820г

Магнитная стрелка стремится расположиться перпендикулярно проводнику с током. При изменении направления тока магнитная стрелка изменяет свое направление на противоположное.

При размыкании цепи магнитная стрелка возвращается в свое первоначальное положение.

Сам Эрстед не смог объяснить это явление, это было сделано позже.

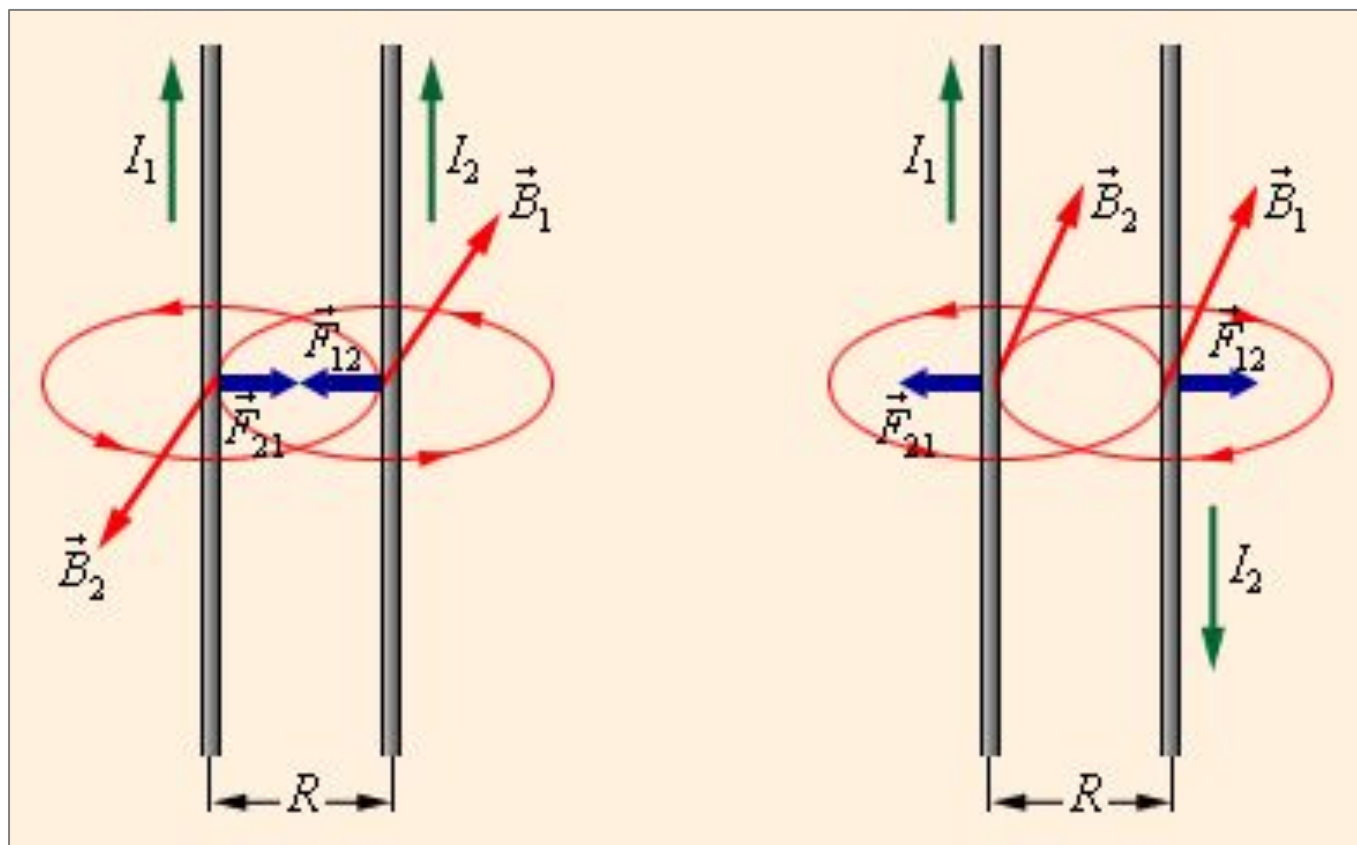




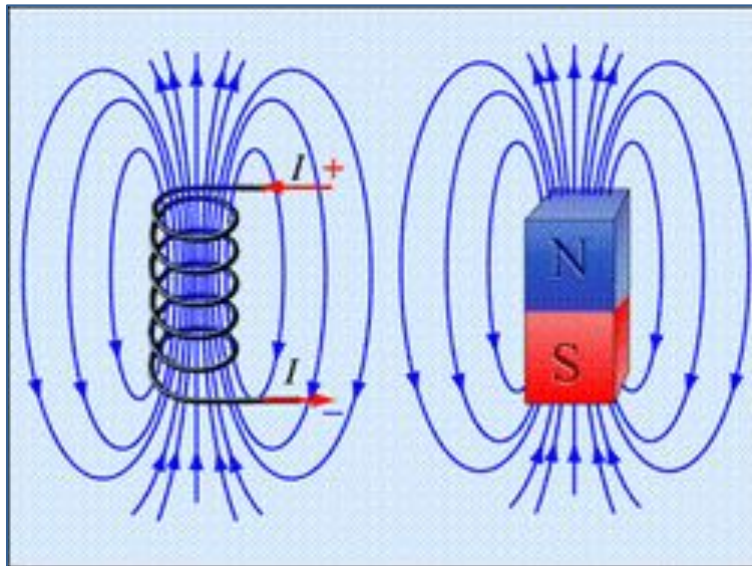
Взаимодействие токов было открыто и изучено в 1820 году Ампером, который исследовал поведение подвижных контуров различной формы с током.

Взаимодействия между проводниками с током, то есть взаимодействия между движущимися электрическими зарядами, называют **магнитными**.

Магнитное взаимодействие движущихся электрических зарядов объясняется тем, что всякий движущийся заряд создает в окружающем пространстве магнитное поле, способное действовать на другие движущиеся заряды.

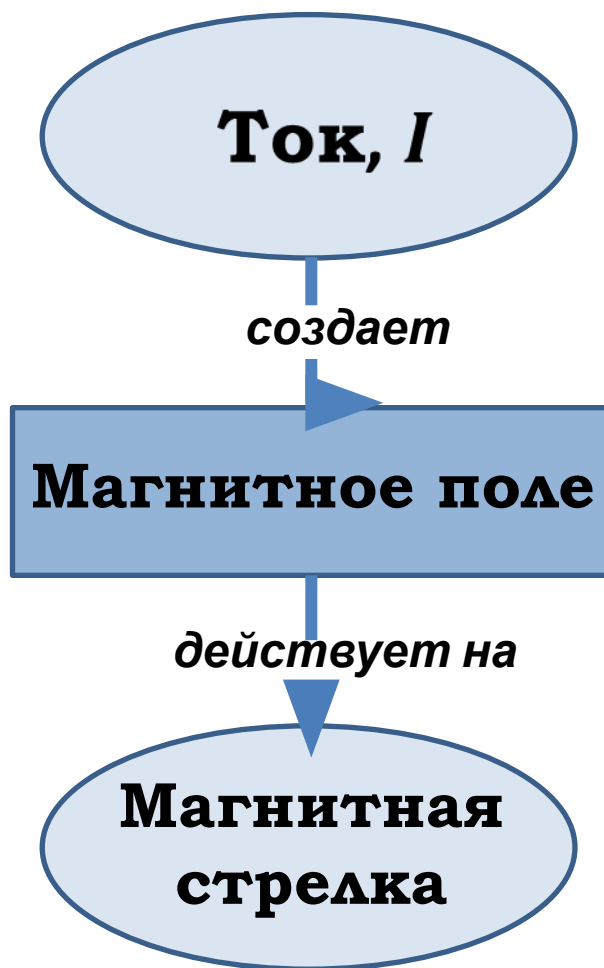


Подобно тому, как в пространстве, окружающем неподвижные электрические заряды, появляется электрическое поле, так в пространстве, окружающем постоянные магниты или движущиеся заряды (электрический ток), появляется магнитное поле.



Термин «магнитное поле» ввел в 1845 году М. Фарадей. Магнитное поле создается движущимися электрическими зарядами (электрическим током), например, током в проводах, в электролитах, электрическими разрядами в газах, при движении заряженных элементарных частиц.

Ток – это направленное движение заряженных частиц. Вокруг движущихся зарядов существует не только электрическое, но и магнитное поле. Это поле и заставляет поворачиваться магнитную стрелку.



*Магнитное поле* представляет собой особую форму материи, существующую независимо от нас и наших знаний о нем.

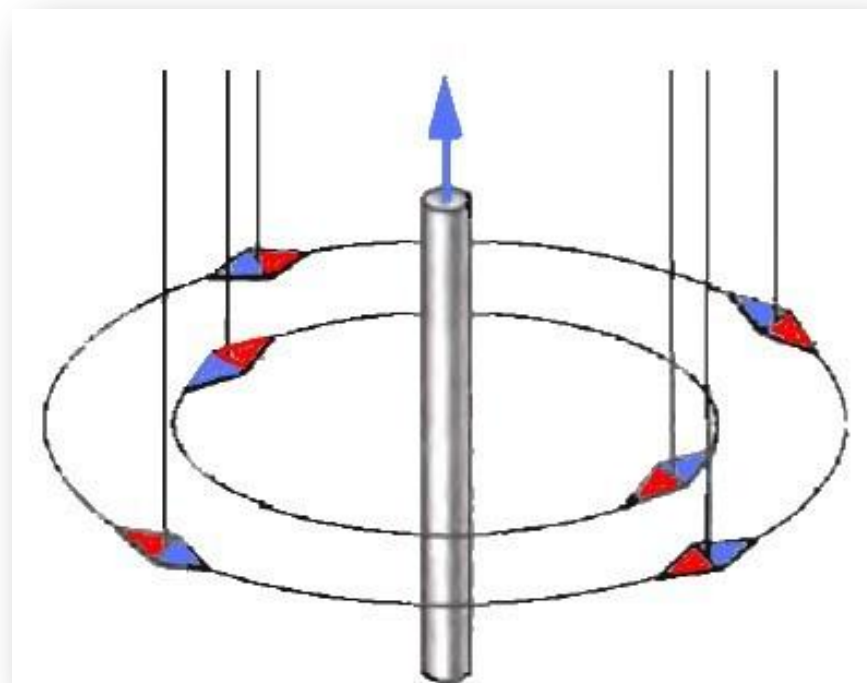
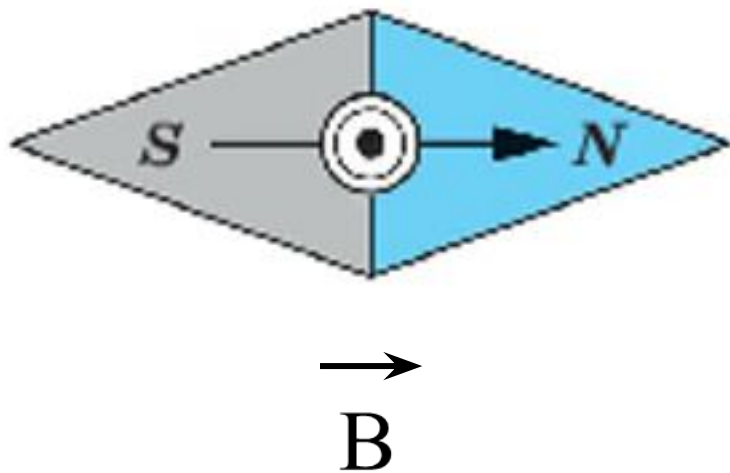
- Магнитное поле создают постоянные магниты и электрический ток (движущиеся заряды).
- Магнитное поле обнаруживается по действию на ток (движущиеся заряды) и на магнитные стрелки (постоянные магниты).
- Магнитное поле, в отличие от электрического, оказывает силовое действие *только на движущиеся заряды (токи)*.

Основной характеристикой магнитного поля является вектор магнитной индукции  $\vec{B}$ .

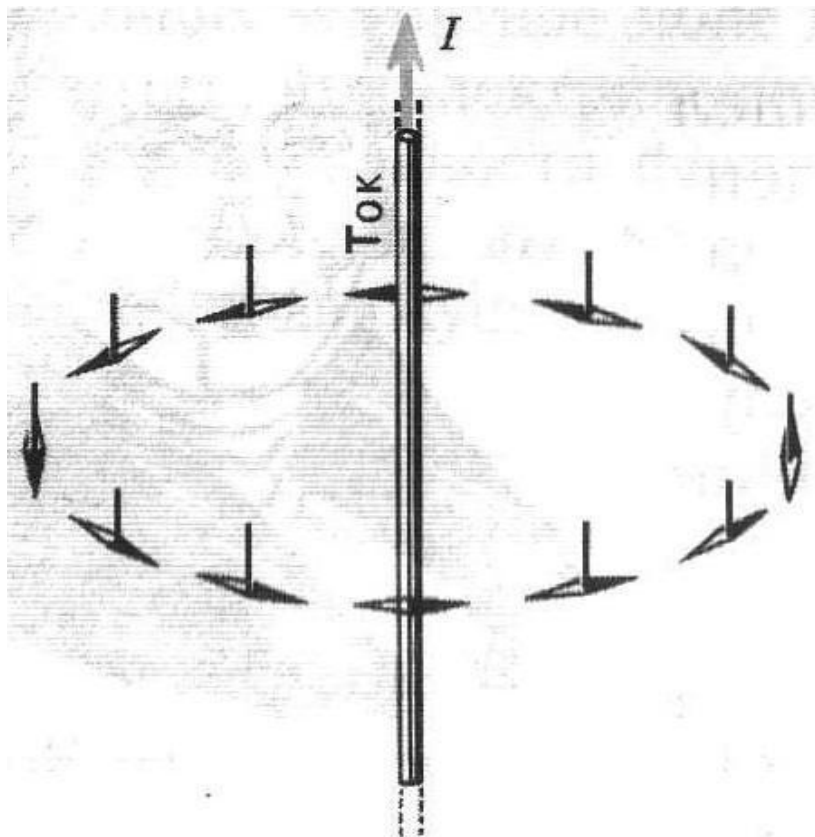
Индукция магнитного поля - это силовая характеристика магнитного поля.

$$[B] = \text{Тл}$$

Направление вектора магнитной индукции определяем с помощью магнитной стрелки; оно совпадает с направлением, на которое указывает северный полюс магнитной стрелки.







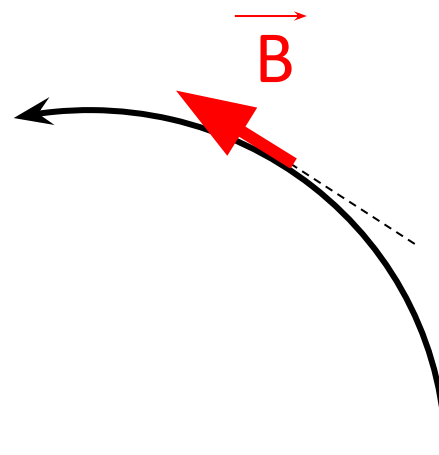
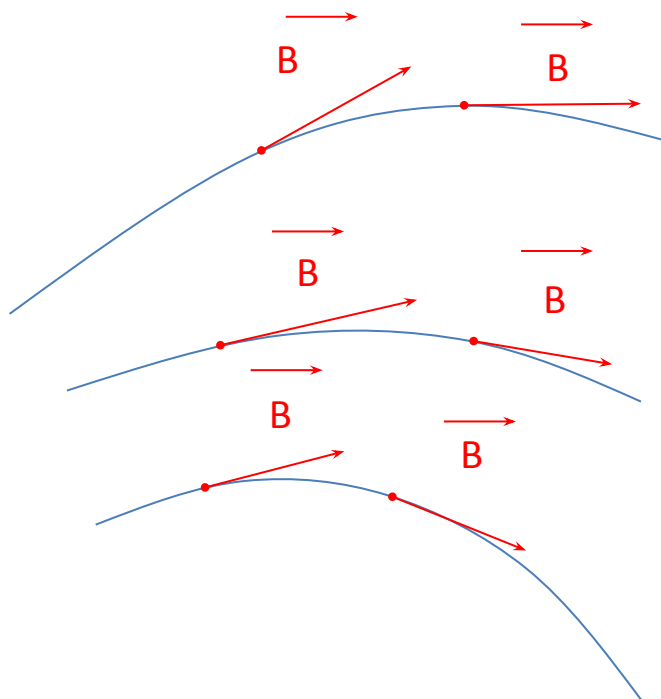
"Увидеть" магнитное поле прямого проводника с током (прямого тока) можно, если подвесить вокруг такого проводника маленькие магнитные стрелки на тонких нитках.

Когда по проводнику течет ток, стрелки располагаются в плоскости, перпендикулярной проводнику, по кругу как показано на рисунке.

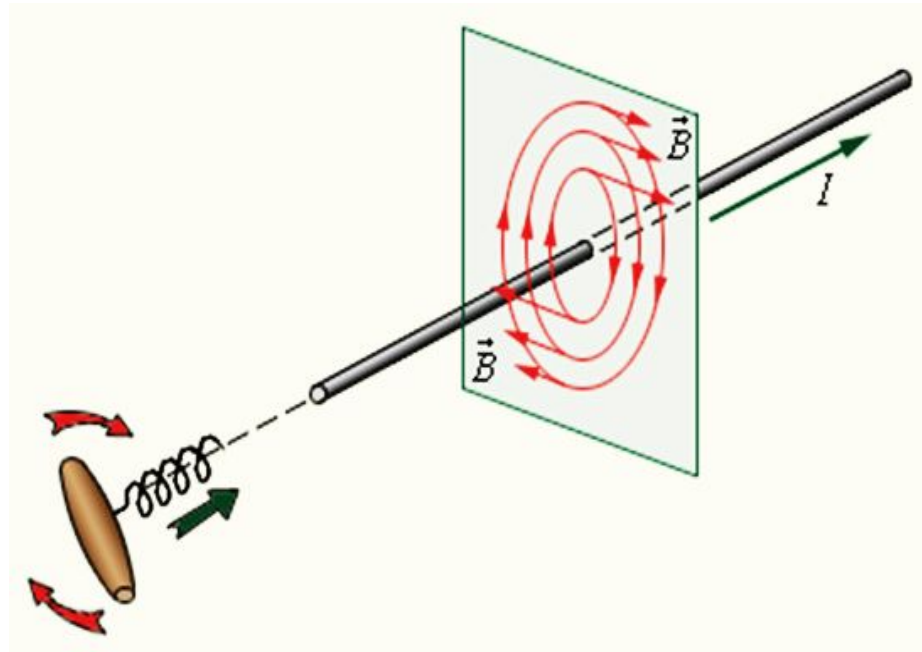
Именно такой поворот стрелки компаса наблюдал Эрстед.

Изобразить магнитное поле можно с помощью линий магнитной индукции.

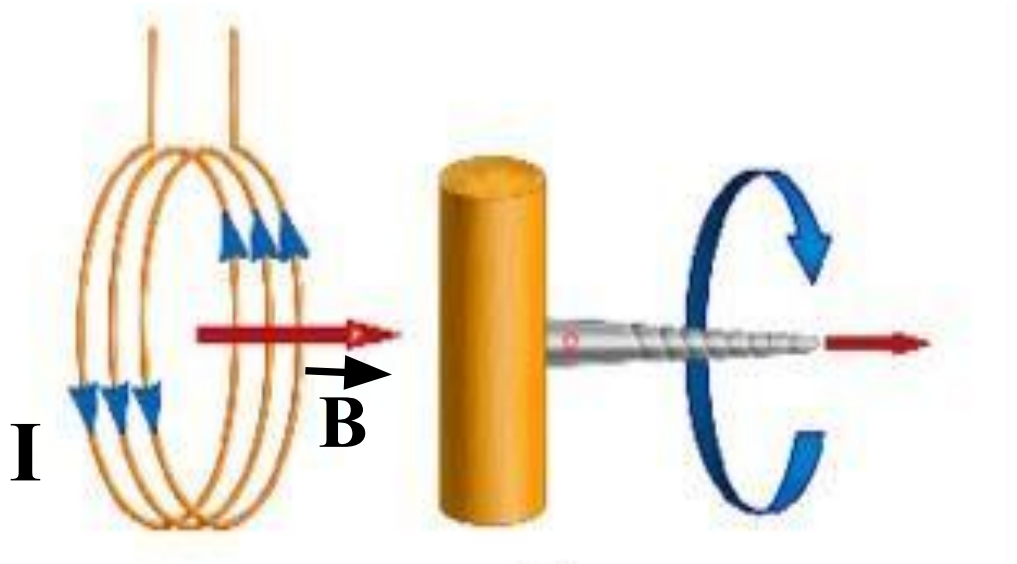
Линиями магнитной индукции называются линии, касательная в каждой точке которых совпадает с вектором магнитной индукции в этой точке.



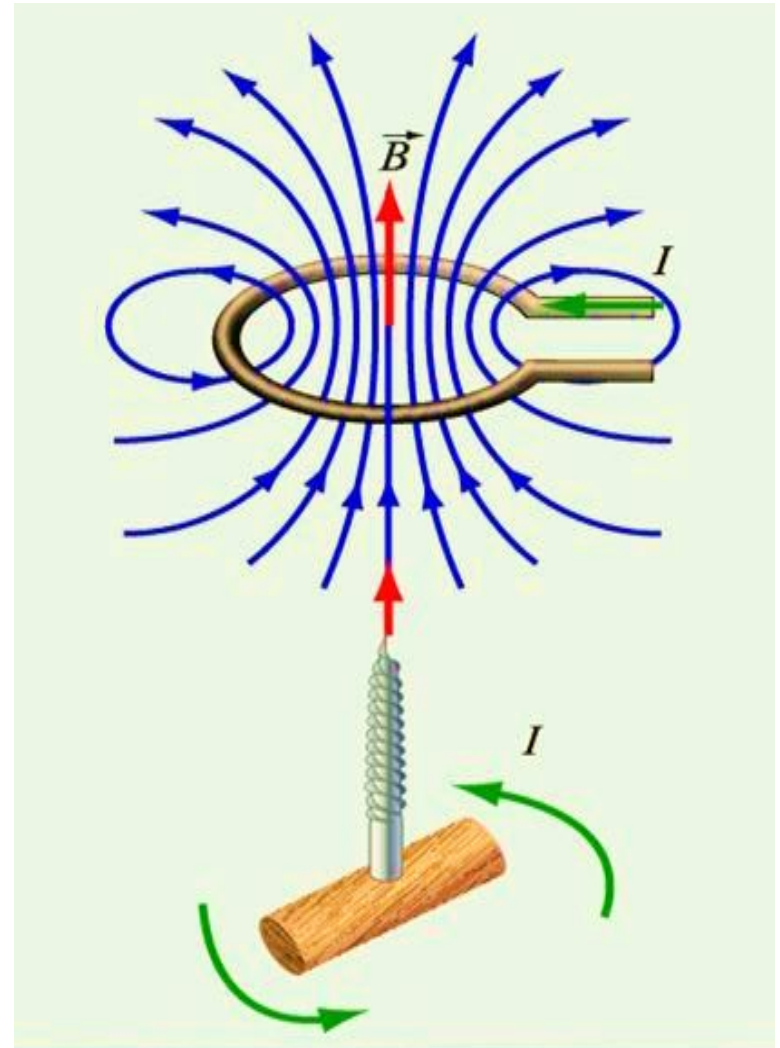
Направление вектора магнитной индукции для поля прямого проводника с током можно определить по **правилу буравчика**: если направление поступательного движения буравчика (винта с правой нарезкой) совпадает с направлением тока в проводнике, то направлением вращения ручки буравчика покажет направление линий магнитной индукции. Вектор магнитной индукции направлен по касательной к линиям.

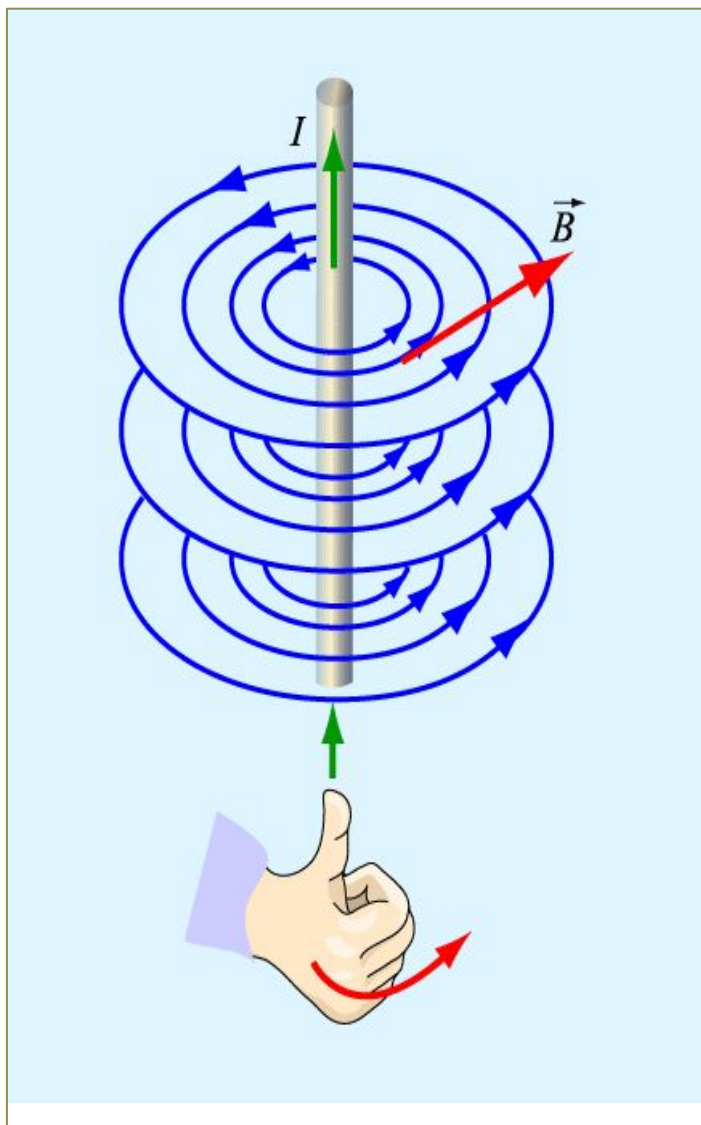


Определение направления силовых линий магнитного поля (**правило буравчика**) для витка с током или соленоида:



если вращательное движение ручки буравчика совпадает с направлением тока, то поступательное движение - с направлением линий магнитной индукции магнитного поля.





Для определения направления линий магнитной индукции прямого проводника с током удобнее пользоваться другим правилом, которое иногда называют ***правилом правой руки***.

*Если большой палец правой руки направить по току, то направление обхвата тока остальными пальцами совпадет с направлением линий магнитной индукции.*

## **Правило правой руки** для поля соленоида:

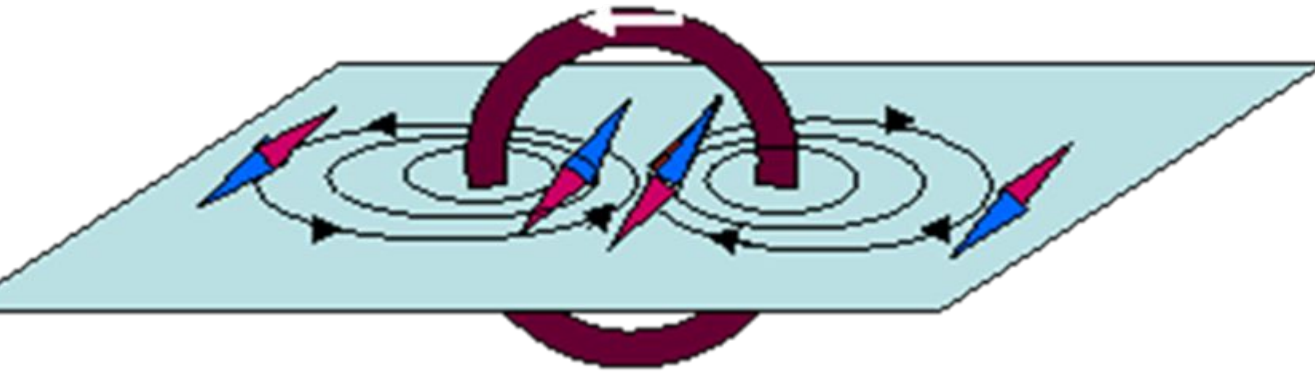
*Если обхватить соленоид ладонью правой руки, направив четыре пальца по направлению тока в витках, то отставленный большой палец покажет направление линий магнитного поля внутри соленоида.*



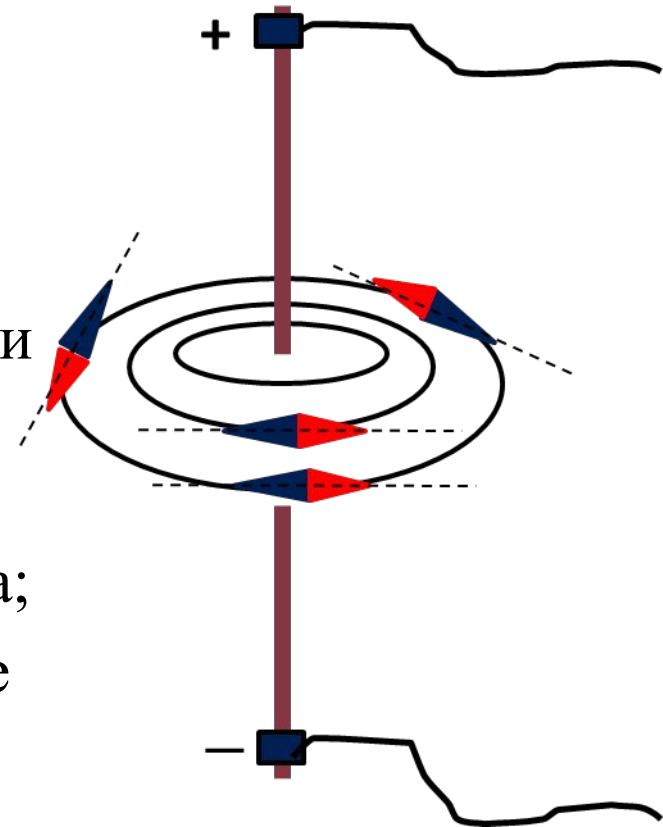
Соленоид, как и магнит, имеет полюсы: тот конец соленоида, из которого магнитные линии выходят, называется северным полюсом, а тот, в который входят, - южным.

Зная направления тока в соленоиде, по правилу правой руки можно определить направление магнитных линий внутри него, а значит, и его магнитные полюсы и наоборот.

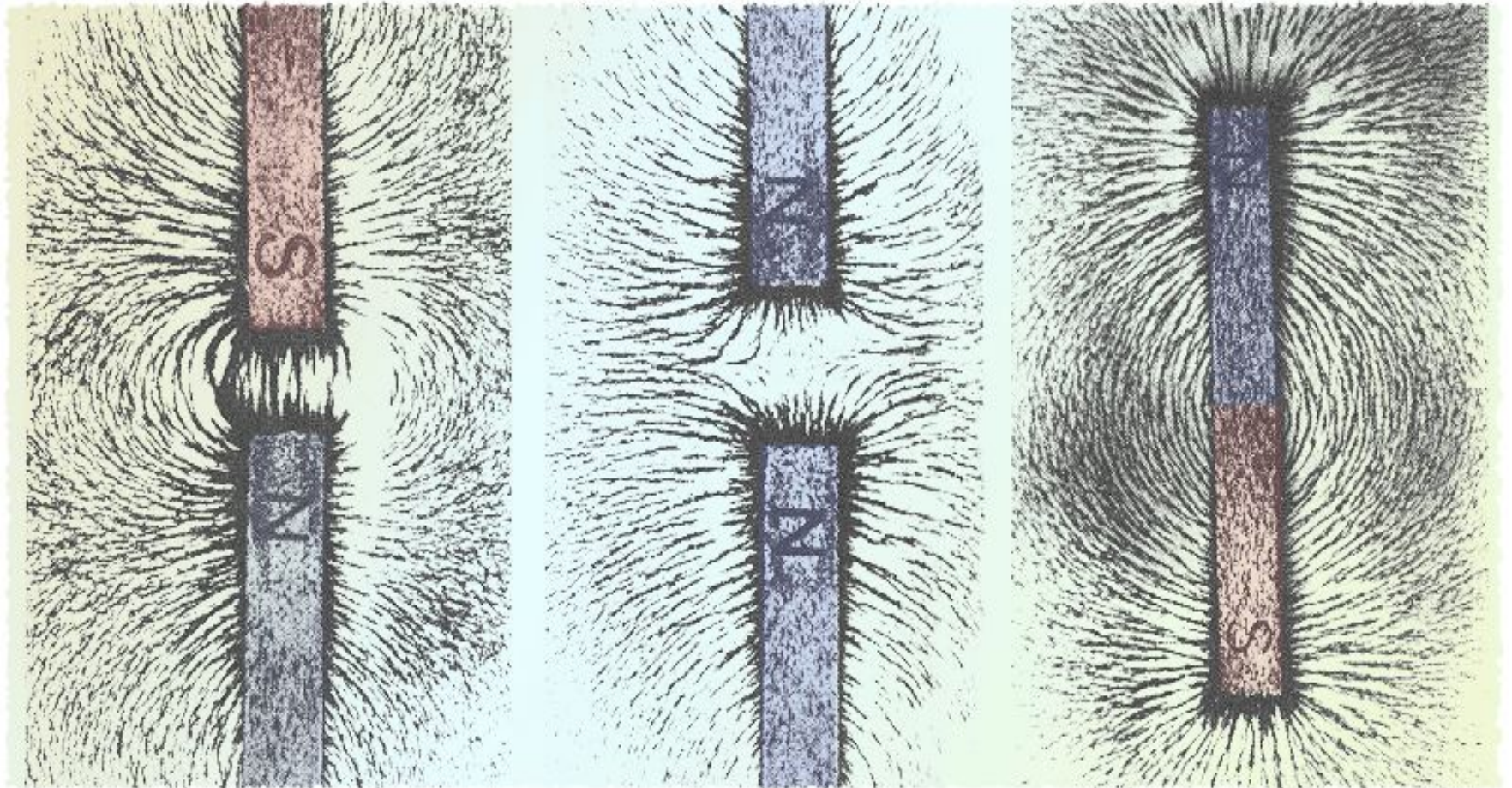
# Свойства линий магнитной индукции



- ✓ «охватывают» проводник, создающий это поле;
- ✓ всегда замкнутые ( не имеют ни начала, ни конца); поля с замкнутыми силовыми линиями называют *вихревыми*;
- ✓ не пересекаются и не касаются друг друга;
- ✓ там, где магнитное поле сильнее, силовые линии расположены гуще;
- ✓ силовые линии имеют направление.

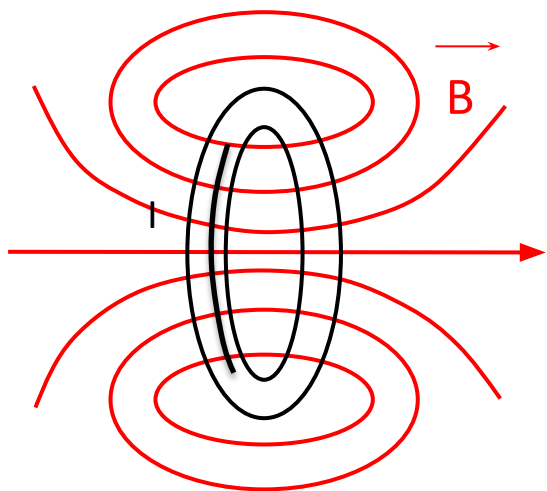


Маленькие кусочки железа (стружки) становятся в магнитном поле маленькими магнитными стрелками, т.е. **намагничиваются**. С их помощью можно узнать, как располагаются магнитные линии поля.

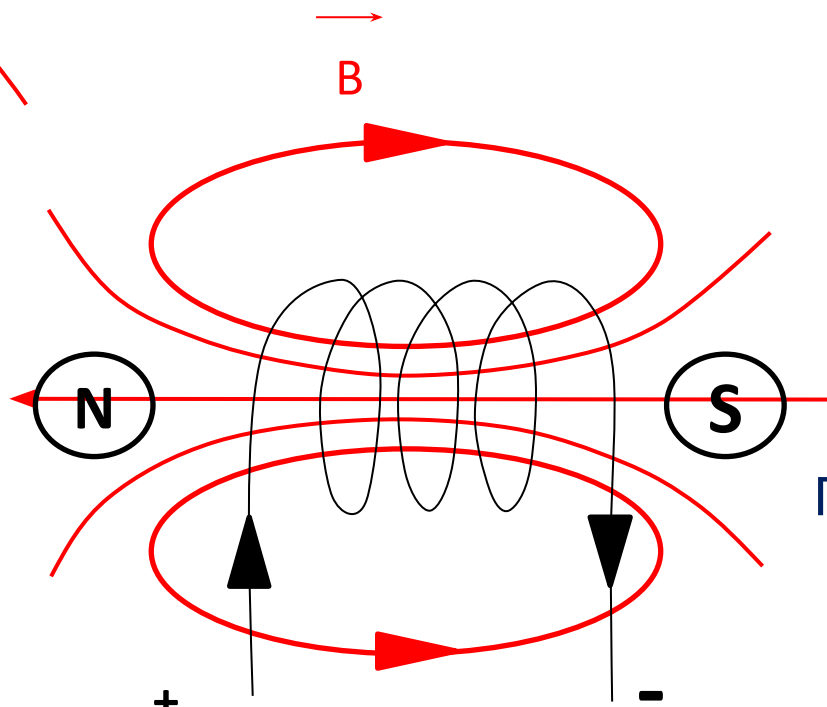




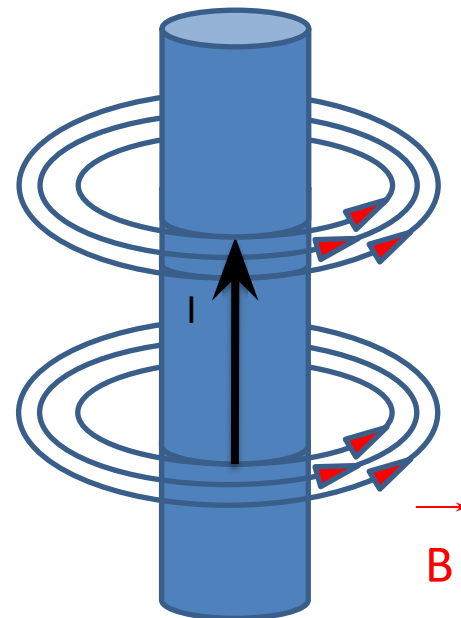
# Графическое изображение полей



Виток с током

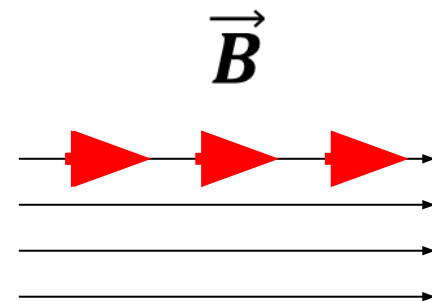
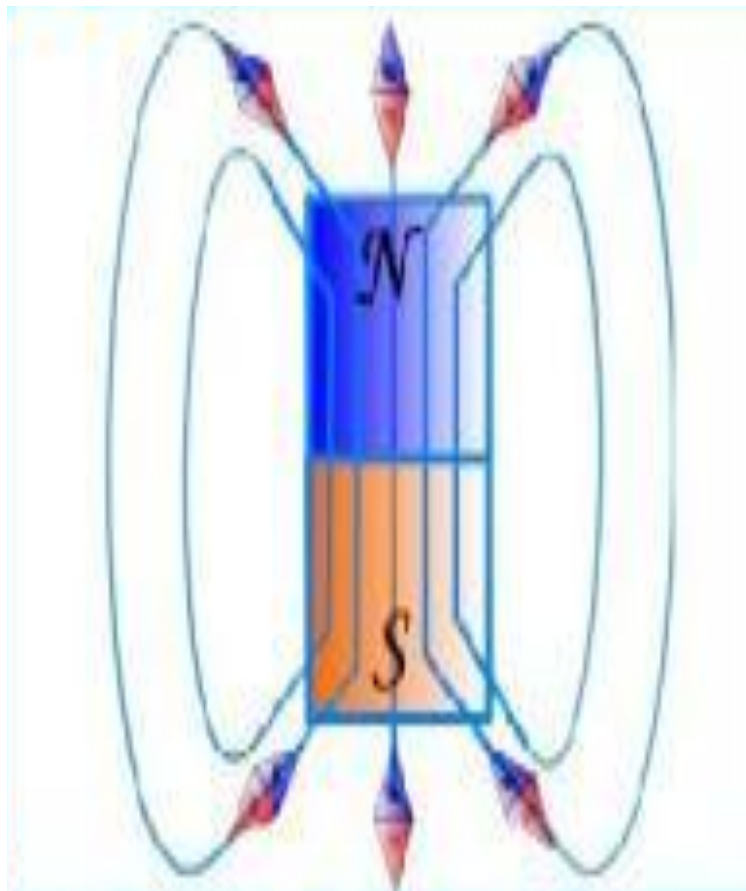
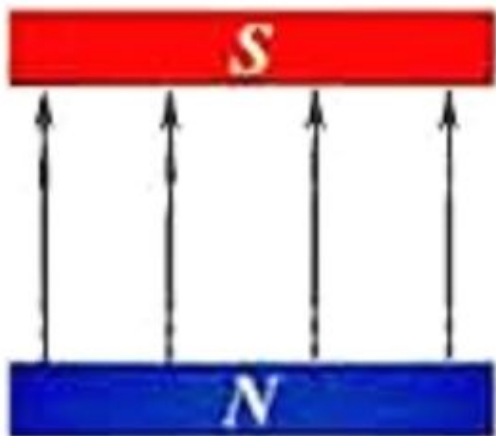


Катушка с током ( электромагнит )



Прямой проводник с током

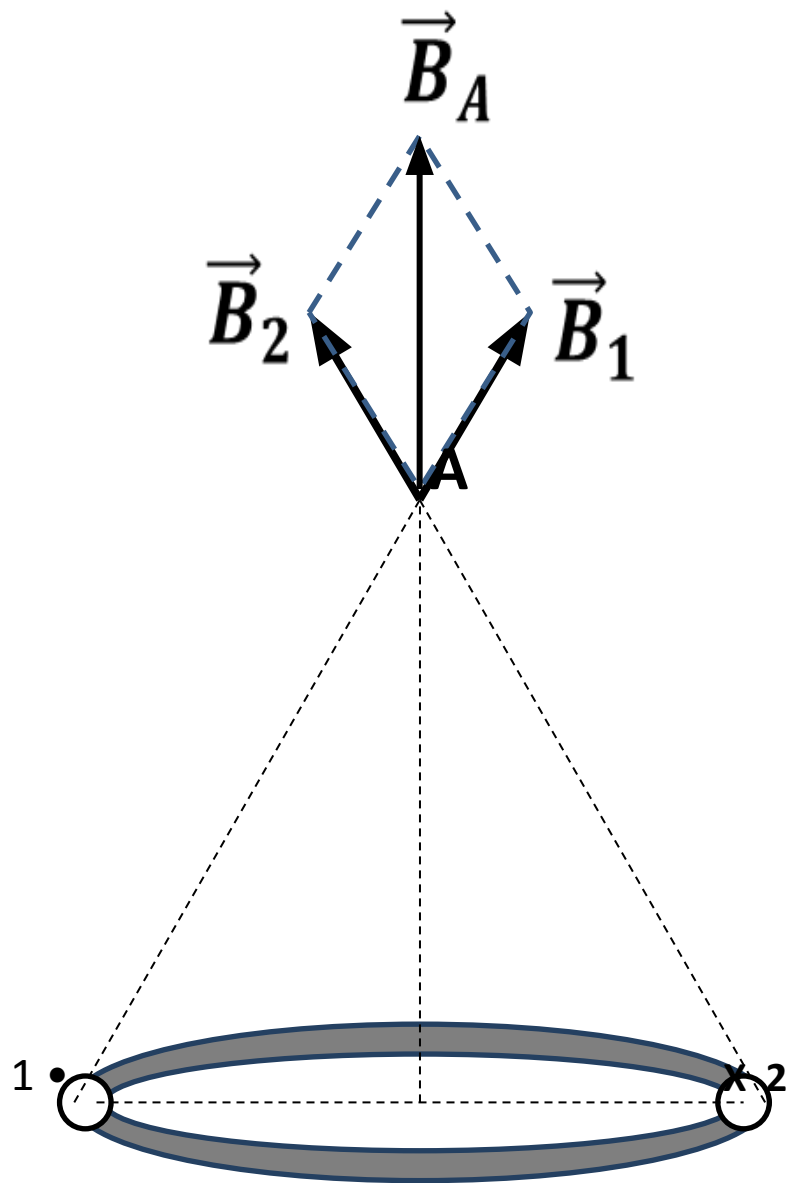
**Однородное магнитное поле** - это магнитное поле, у которого в любой его точке вектор магнитной индукции неизменен по величине и направлению. У однородного поля линии индукции параллельные.



## Принцип суперпозиции:

Магнитная индукция поля системы токов равна векторной сумме магнитных индукций полей каждого из токов в отдельности:

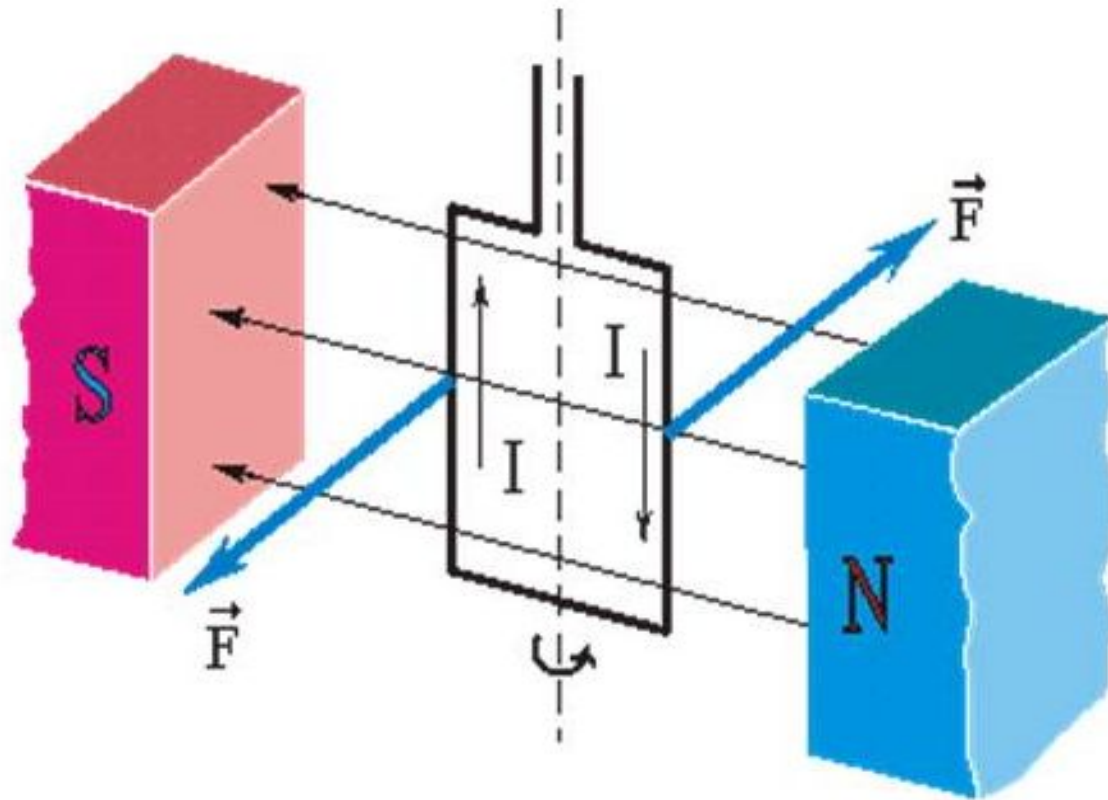
$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \dots + \vec{B}_n$$

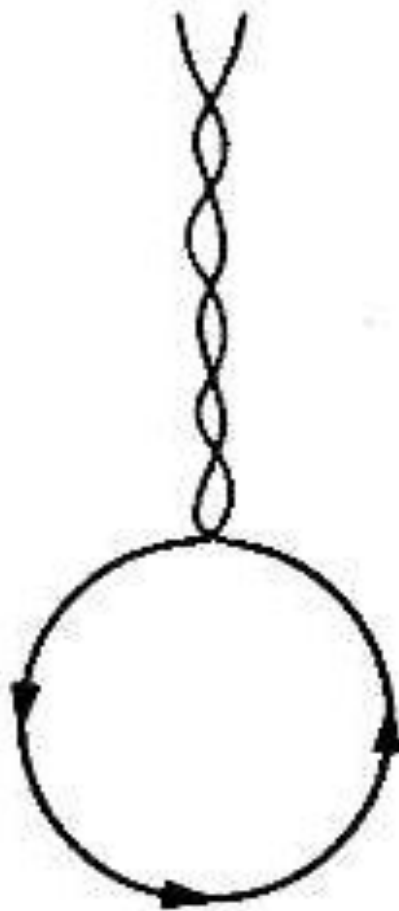
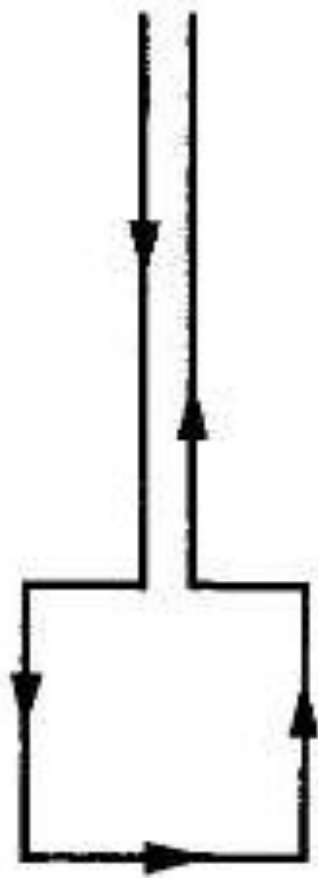


Возьмем контур с током и поместим его в магнитное поле.

Основное свойство магнитного поля – способность действовать на движущиеся электрические заряды с определенной силой.

В магнитном поле контур с током будет ориентироваться определенным образом.





$$B = \frac{M}{I \cdot S}$$

$B$  (Тл) – магнитная индукция

$M$  (Н·м) – вращающий момент, или момент силы.

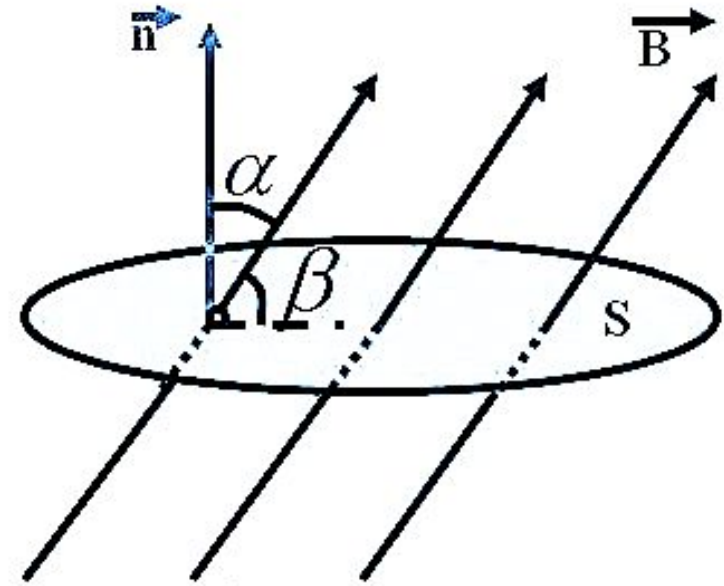
$I$  (А) – сила тока

$S$  (м<sup>2</sup>) – площадь поверхности, ограниченной контуром

- Магнитным потоком  $\Phi$  через площадь  $S$  контура называют величину

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos \alpha$$

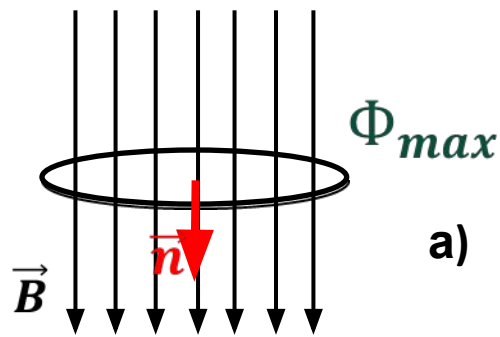
- где  $B$  – модуль вектора магнитной индукции,
- $\vec{n}$  - нормаль
- $\alpha$  – угол между вектором  $\vec{B}$  и нормалью к плоскости контура



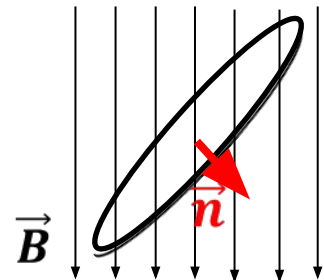
**Единица магнитного потока в**

системе СИ называется **Вебером (Вб)**.  $1\text{Вб} = 1\text{Тл} \cdot 1\text{м}^2$

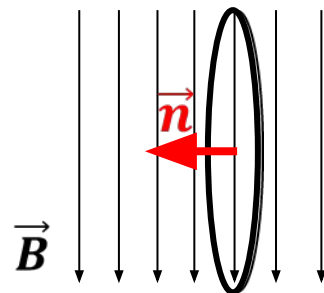
*Магнитный поток через поверхность изменяется, если изменяется число магнитных линий, пронизывающих поверхность.*



а)



б)



с)

$$\Phi = 0$$

а) Если вектор магнитной индукции перпендикулярен площади контура, то магнитный поток максимальный

б) если угол  $0^\circ < \alpha < 90^\circ$ , то  $0 < \Phi < \Phi_{max}$

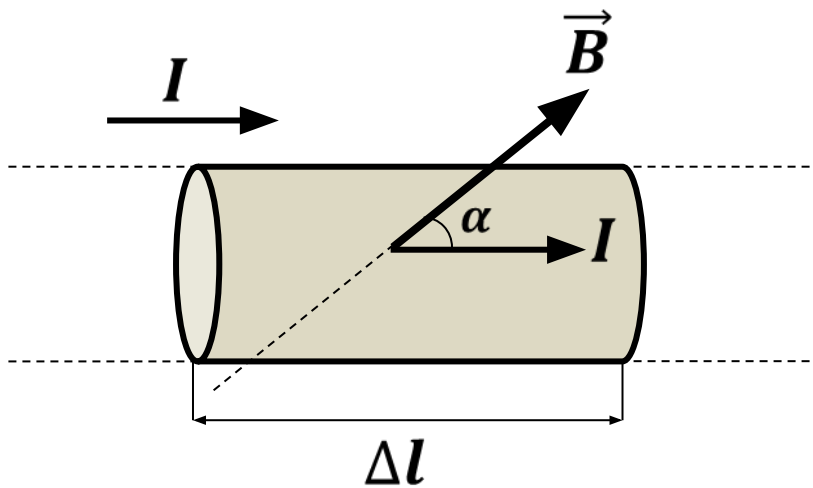
с) Если вектор магнитной индукции параллелен площади контура, то магнитный поток равен нулю

На отрезок проводника с током,  
помещённого в магнитное поле,  
действует сила.

Эта сила называется **силой Ампера**.



Андре-Мари Ампер



$F_A$  (Н) - сила Ампера

$I$  (А) - сила тока

$B$  (Вб) – магнитная  
индукция

$\Delta l$  (м) – длина проводника

$\alpha$  – угол между направлением  
тока и вектором магнитной  
индукции

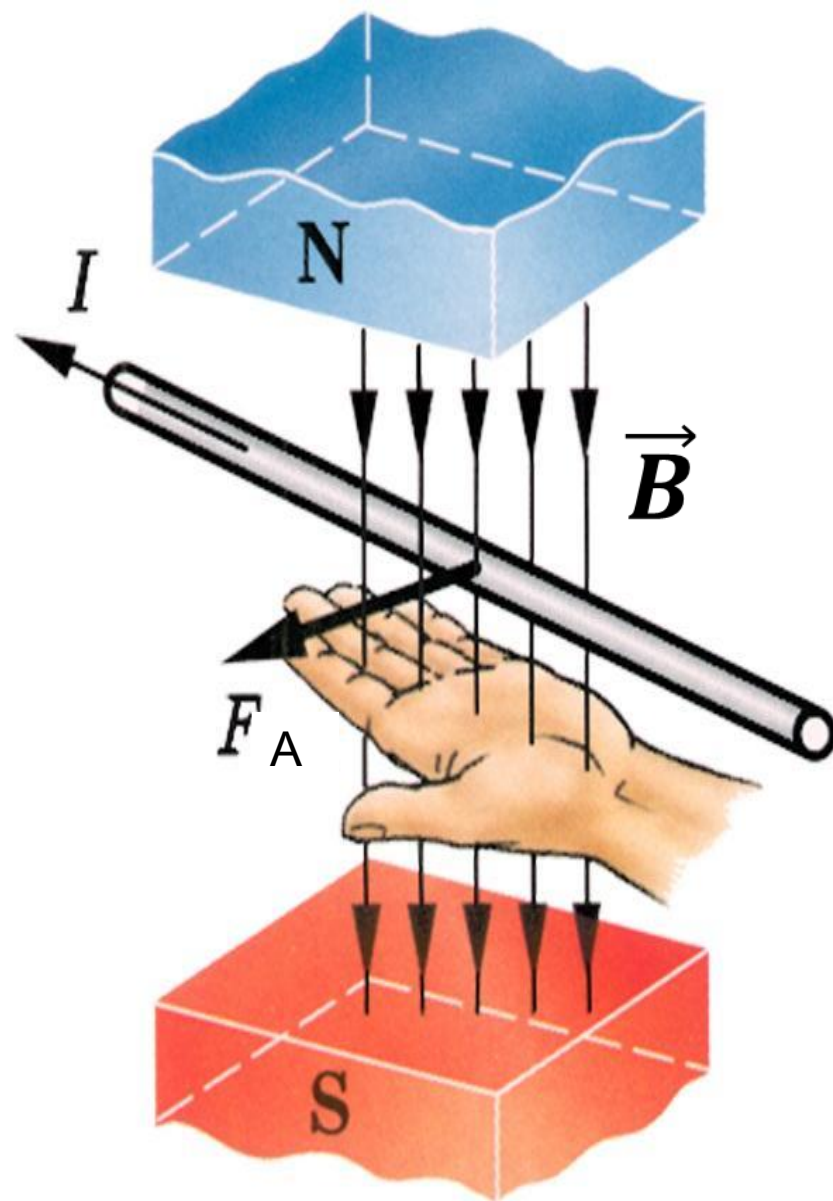
$$F_A = I \cdot B \cdot \Delta l \cdot \sin \alpha$$



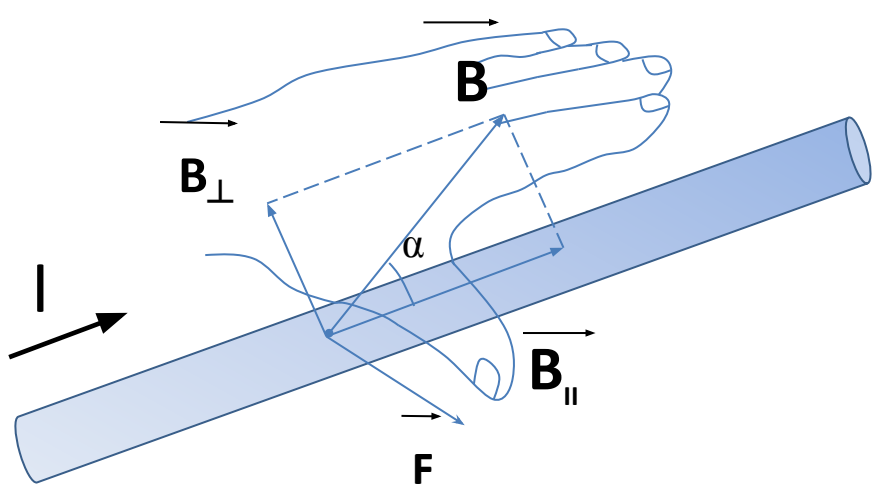
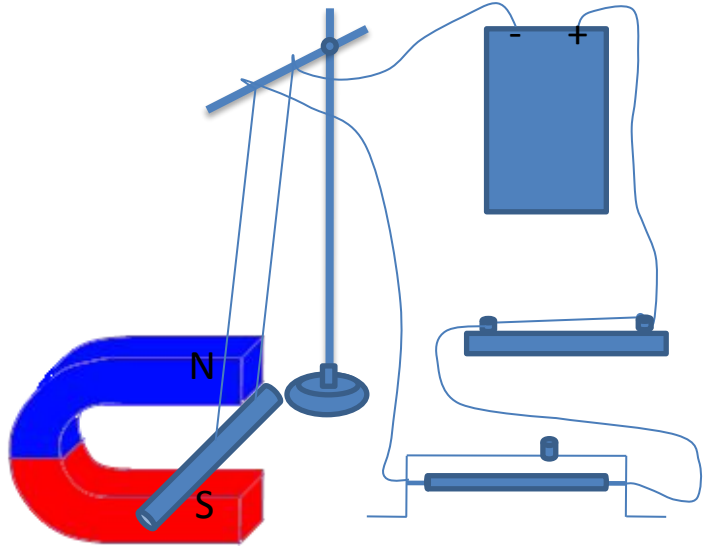
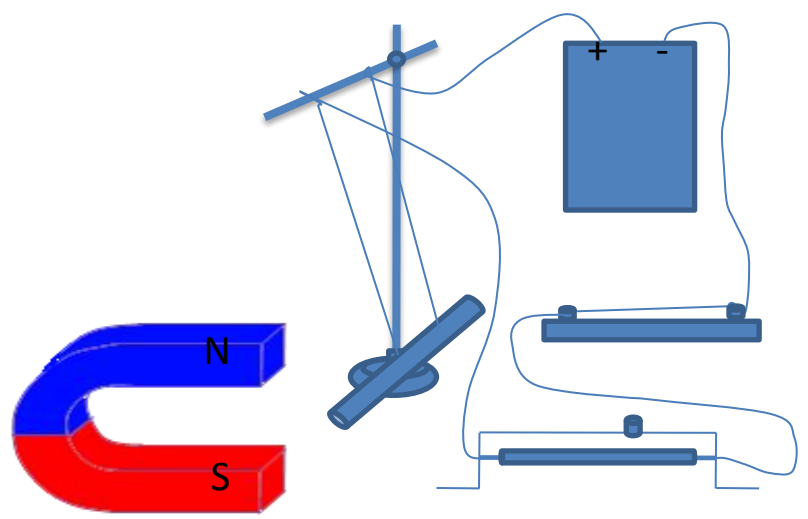
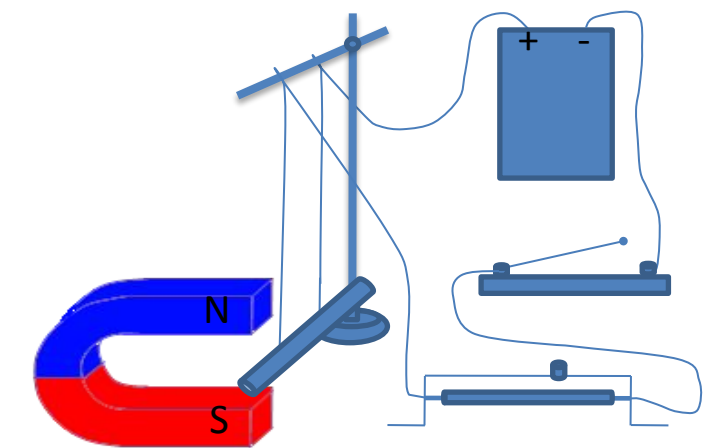
Направление силы Ампера определяется по правилу левой руки:

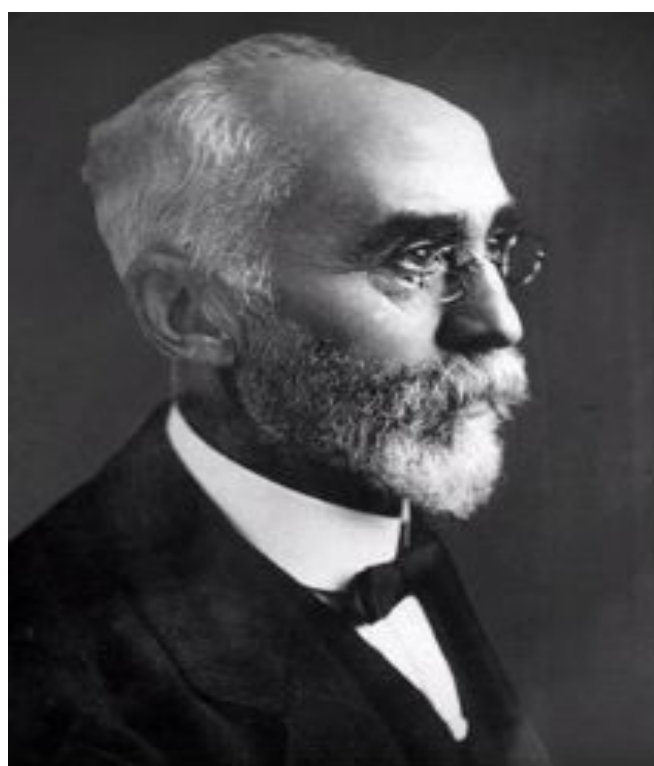
### Правило левой руки

Если левую руку поместить так, чтобы четыре вытянутых пальца были направлены по направлению тока, а линии вектора магнитной индукции входили в ладонь, то отогнутый на  $90^\circ$  большой палец укажет направление силы Ампера.



# Действие магнитного поля на проводник с током





Хендрик Антон Лоренц

Сила Лоренца - сила, действующая со стороны магнитного поля на движущуюся электрически заряженную частицу

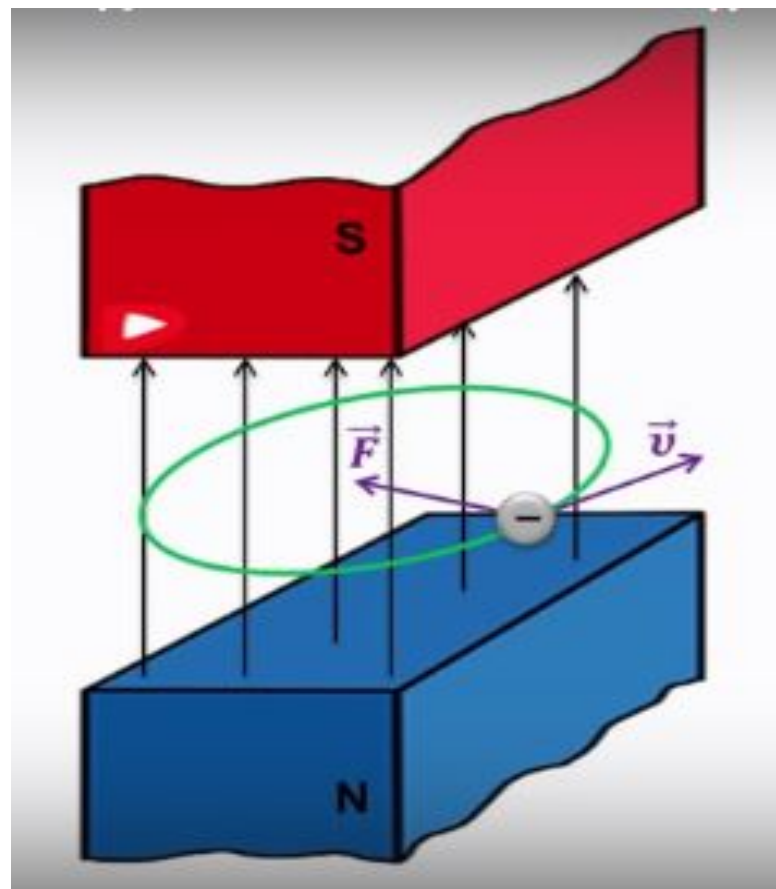
$$\bullet F_{\text{л}} = |q|vB \sin \alpha$$

$F_{\text{л}}$  (Н) – сила Лоренца

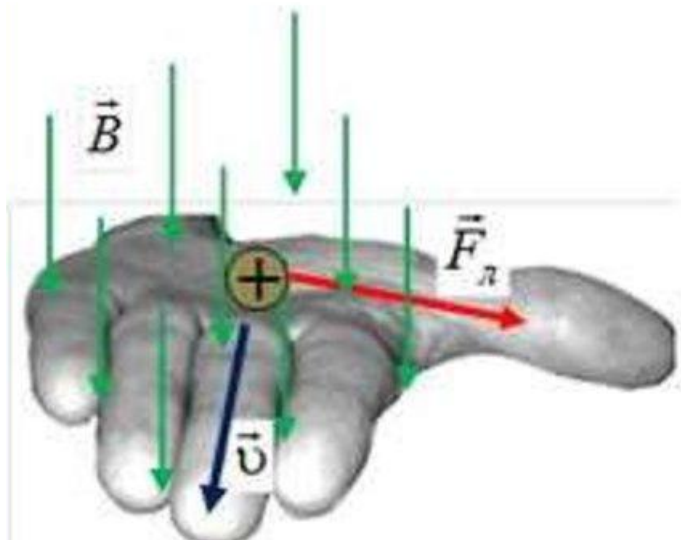
$q$  (Кл) – заряд частицы

$v$  (м/с) – скорость движения частицы

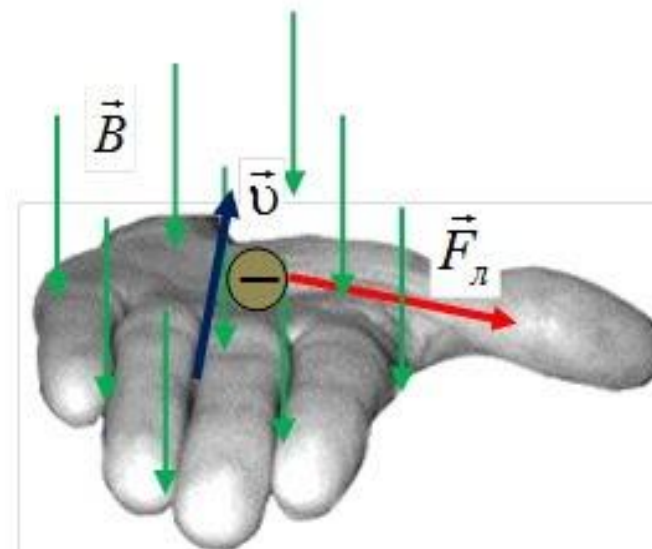
$\alpha$  – угол между вектором скорости и вектором магнитной индукции



## Правило левой руки для силы Лоренца.



Если ЛЕВУЮ РУКУ расположить так, чтобы линии магнитного поля входили в ладонь перпендикулярно к ней, а четыре пальца были направлены по движению положительно заряженной частицы (или против движения отрицательно заряженной частицы), то отставленный на 90 градусов большой палец покажет направление действующей на частицу силы.



Если заряженная частица движется в однородном магнитном поле под действием силы Лоренца, а ее скорость лежит в плоскости, перпендикулярной вектору магнитной индукции, то частица будет двигаться по окружности.

$$r = \frac{mv}{|q|B}$$

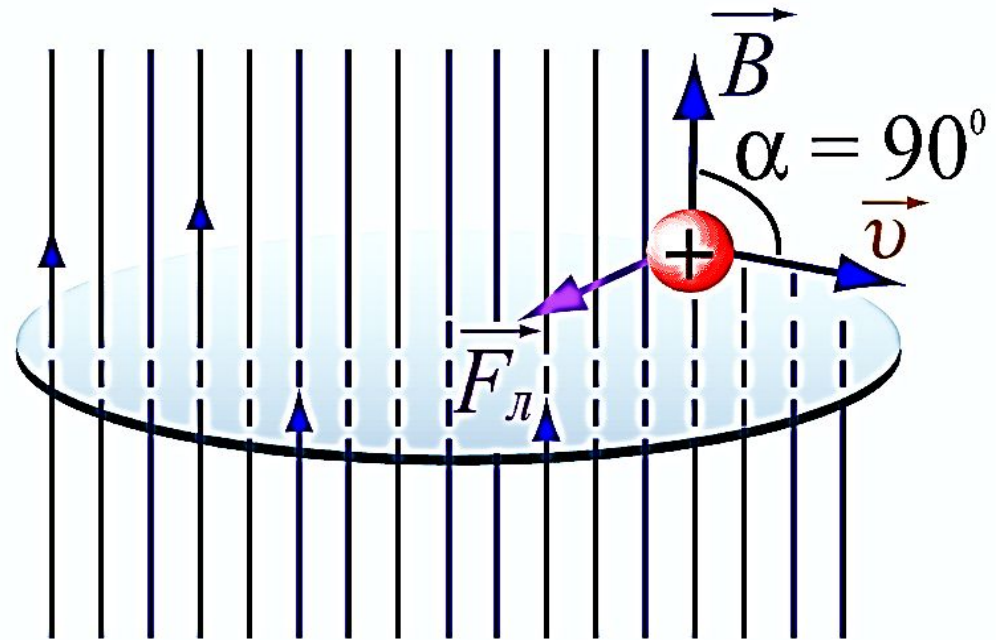
$m$ (кг) – масса частицы

$q$ (Кл) – заряд частицы

$v$ (м/с) – скорость частицы

$B$ (Тл) – магнитная индукция

$r$ (м) – радиус окружности



При движении заряженной частицы в магнитном поле сила Лоренца работы не совершает. Поэтому модуль вектора скорости при движении частицы не изменяется.

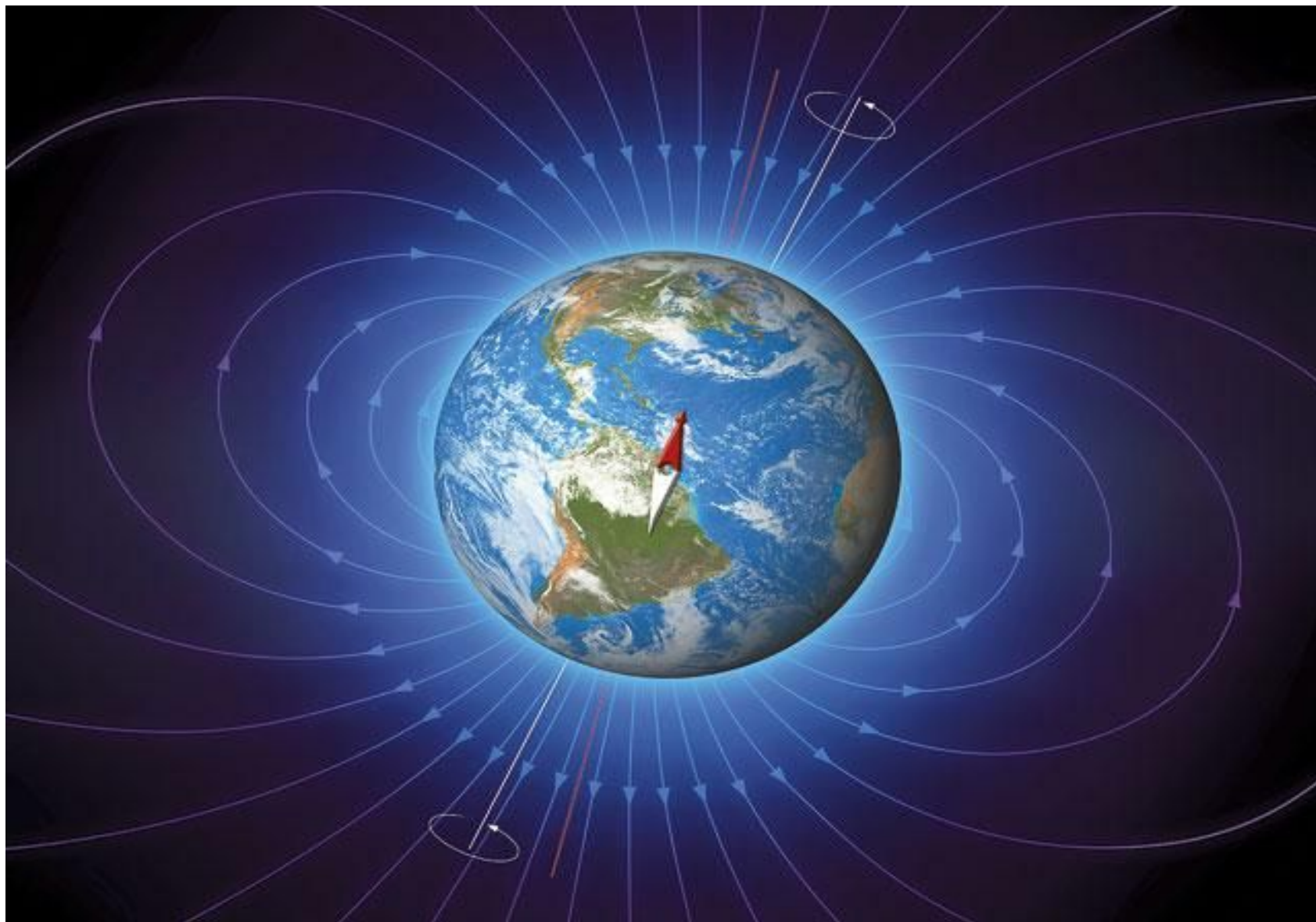
В своих трудах У. Гильберт высказал мнение, что, несмотря на некоторое внешнее сходство, *природа электрических и магнитных явлений различна.*

Все же, к середине XVIII века, окрепло убеждение о *наличии тесной связи между электрическими и магнитными явлениями.*

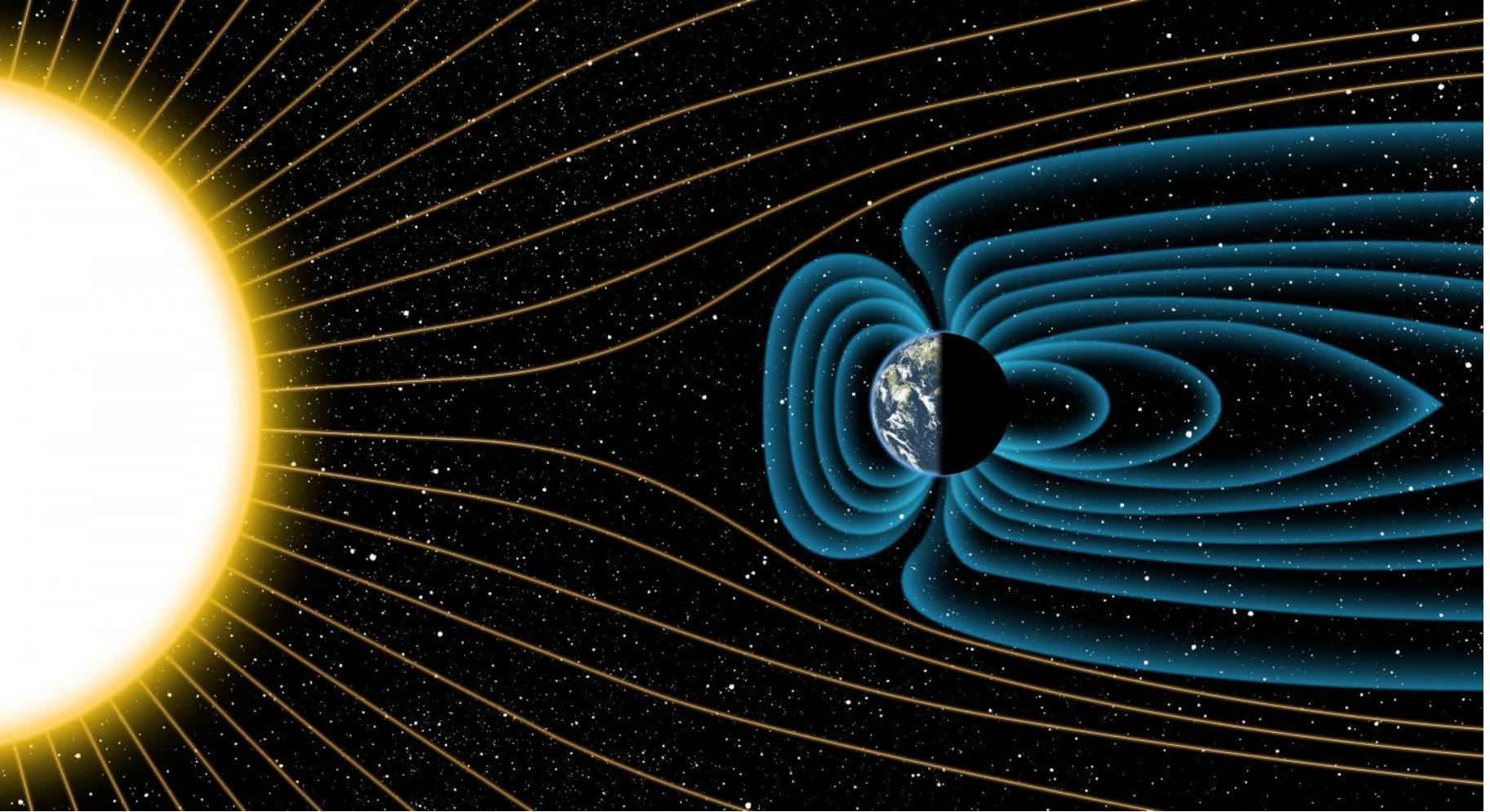
# Сходство магнитных явлений с электрическими явлениями.

Электрические явления	Магнитные явления
Два рода зарядов: положительный заряд и отрицательный заряд	Два магнитных полюса: северный магнитный полюс и южный магнитный полюс
Одноименные заряды отталкиваются	Одноименные магнитные полюса отталкиваются
Разноименные заряды притягиваются	Разноименные магнитные полюса притягиваются
Электризация влиянием	Намагничивание влиянием

# Магнитное поле Земли







Земное магнитное поле надежно защищает поверхность Земли от космического излучения, действие которого на живые организмы разрушительно. В состав космического излучения входят заряженные частицы электроны, протоны и альфа - частицы, движущиеся в пространстве с огромными скоростями.

# Полярное сияние



- ✓ Магнитная стрелка компаса устанавливается в определенном направлении, ориентируясь в магнитном поле Земли.
- ✓ Магнитные полюса Земли расположены вблизи географических полюсов, но не совпадают с ними в точности.
- ✓ На земном шаре встречаются места, в которых направление магнитной стрелки постоянно отклоняется от направления магнитных линий Земли.

Эти места называют ***областями магнитных аномалий.***



# ГЛАВНОЕ...

- Магнитные явления имеют сходство с электрическими явлениями.
- Магнитное поле представляет собой особую форму материи, существующую независимо от нас и наших знаний о нем.
- Магнитное поле создают постоянные магниты и электрический ток (движущиеся заряды).
- Магнитное поле обнаруживается по действию на ток (движущиеся заряды) и на магнитные стрелки (постоянные магниты).
- Магнитное поле, в отличие от электрического, оказывает силовое действие только на движущиеся заряды (токи).