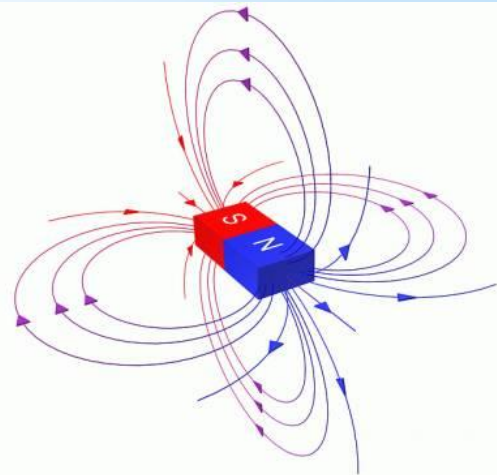
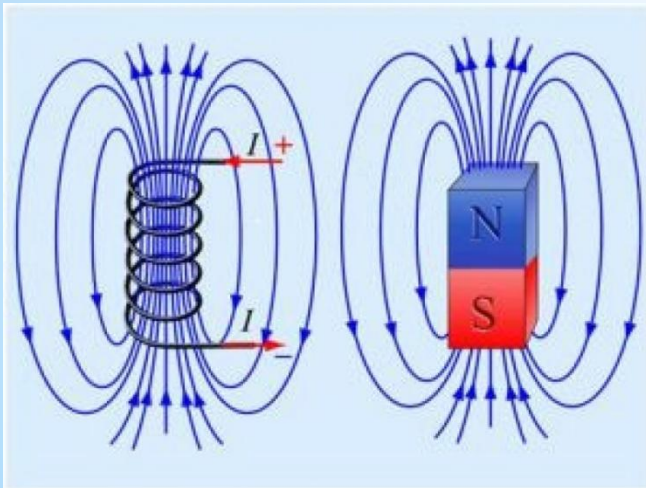


Магнитное поле

Малых Ирина Анатольевна
преподаватель



Опыты 1820 г.

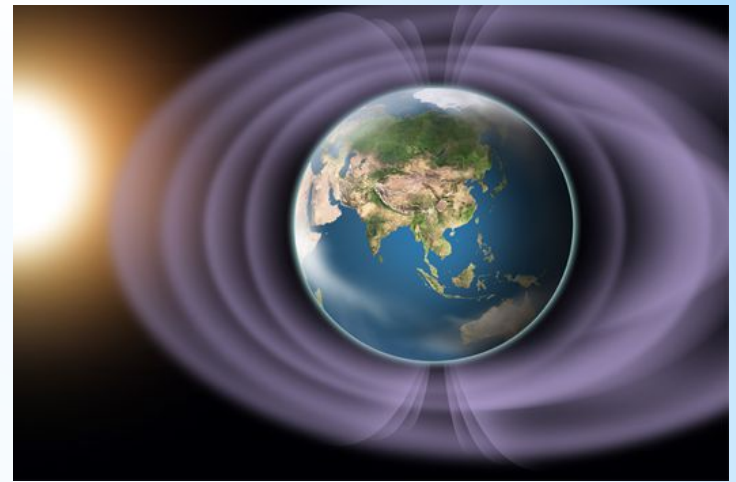


- * Андре-Мари Ампер
- * Токи одного направления притягиваются.
- * Токи противоположных направлений отталкиваются.



- * Ганс Христиан Эрстед.
- * Отклонение магнитной стрелки при замыкании электрической цепи говорит о том, что Вокруг проводника с током существует магнитное поле. На него - то и реагирует магнитная стрелка. Источником магнитного поля являются движущиеся электрические заряды или токи.

Что же такое магнитное поле?



Магнитное поле – это особый вид материи, порождаемый движущимися электрическими зарядами, электрическими токами и намагниченными телами.

Магнитное поле – это особый вид материи, посредством которого осуществляется взаимодействие между движущимися электрическими заряженными частицами.

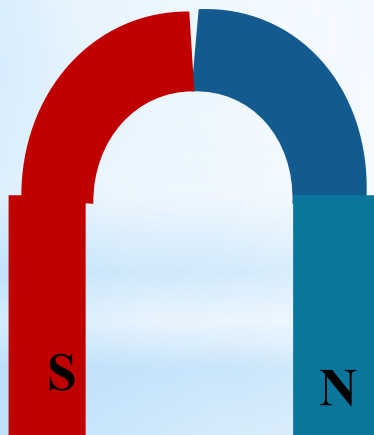
Постоянные

Магниты — тела, сохраняющие длительное время намагниченность.

Полюс - место магнита, где обнаруживается наиболее сильное действие

N – северный полюс магнита

S – южный полюс магнита



Полосовой магнит

Дугообразный магнит

Искусственные и

Искусственные магниты – **искусственные магниты!**

намагничиванием

железа при внесении его в

магнитное поле.

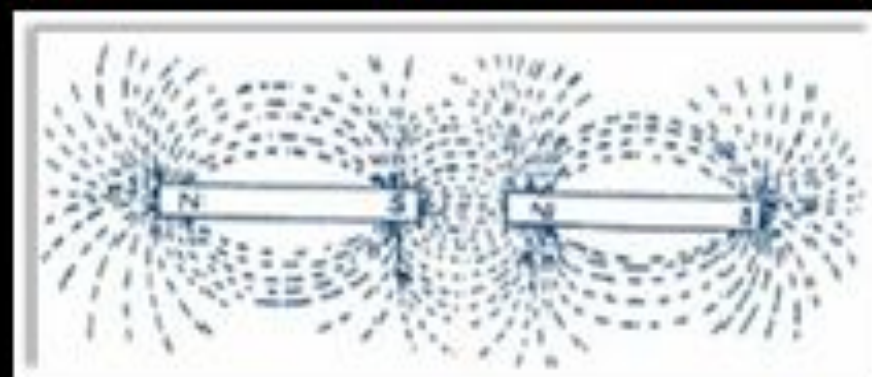


Естественные магниты – магнитный
железняк.



Природные магниты, т.е. кусочки *магнитного
железняка* – магнетита

*Разноименные магнитные полюса притягиваются,
однородные отталкиваются.*

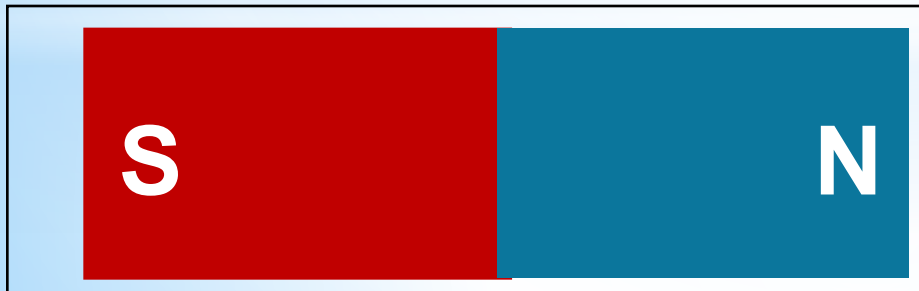
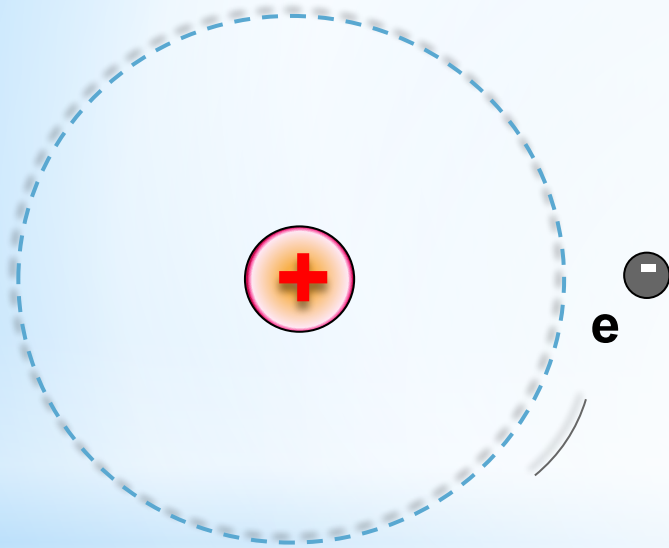


Взаимодействие магнитов
объясняется тем, что любой магнит имеет
магнитное поле, и эти магнитные поля
взаимодействуют между собой.

В чем же причины намагничивания?

Гипотеза Ампера

Согласно гипотезы Ампера (1775-1836г.) в атомах и молекулах в результате движения электронов возникают кольцевые токи. В 1897г. гипотезу подтвердил английский учёный Томсон, а в 1910г. измерил токи американский учёный Милликен.

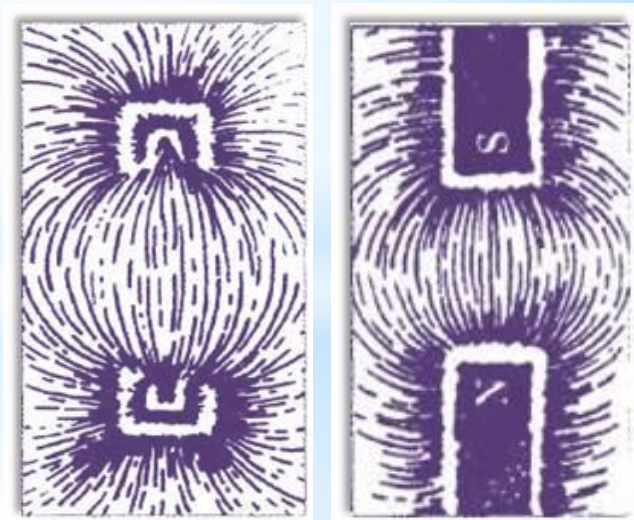
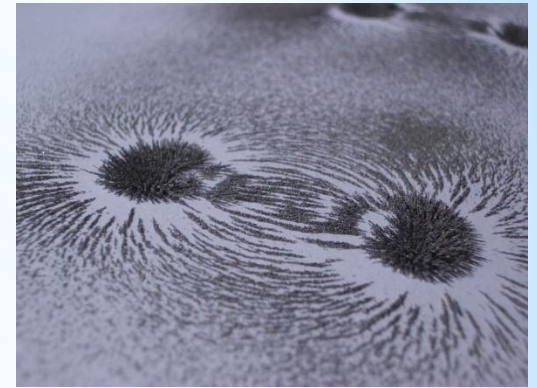


При внесении куска железа во внешнее магнитное поле все элементарные магнитные поля в этом железе ориентируются одинаково во внешнем магнитном поле, образуя собственное магнитное поле.

Так кусок железа становится магнитом.

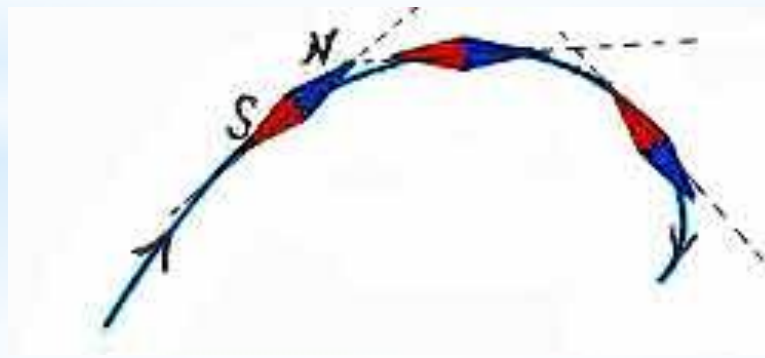
Как можно обнаружить МП?

- * а. С помощью железных опилок. Попадая в МП, железные опилки становятся маленькими магнитными стрелочками. А они устанавливаются вдоль магнитных линий - МП становится видимым.
- * б. По действию на проводник с током. Попадая в МП, проводник с током начинает двигаться, т.к. со стороны МП на него действует сила Ампера.



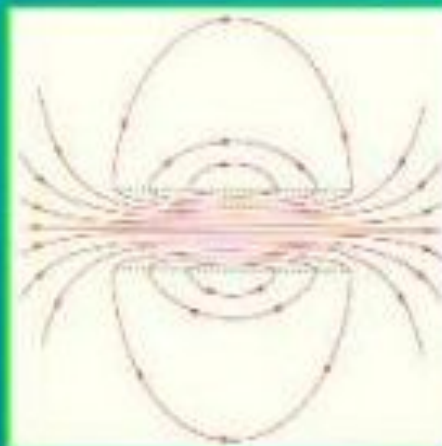
Магнитные поля изображаются с помощью *магнитных линий*. Это воображаемые линии , вдоль которых располагаются магнитные стрелки, помещенные в магнитное поле.

Магнитные линии можно провести через любую точку магнитного поля, они имеют направление и всегда замкнуты.



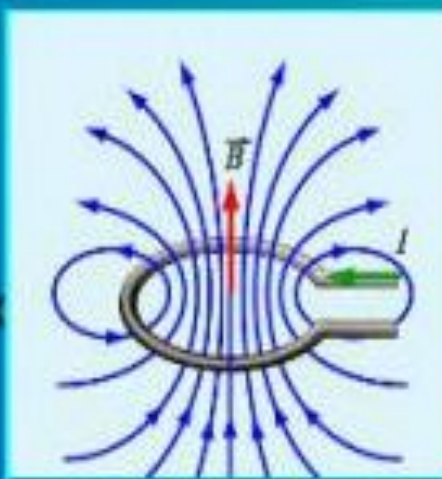
Вне магнита магнитные линии выходят из северного полюса магнита и входят в южный, замыкаясь внутри магнита.

1. Магнитные линии – замкнутые кривые, поэтому МП называют вихревым. Это означает, что в природе не существует магнитных зарядов.



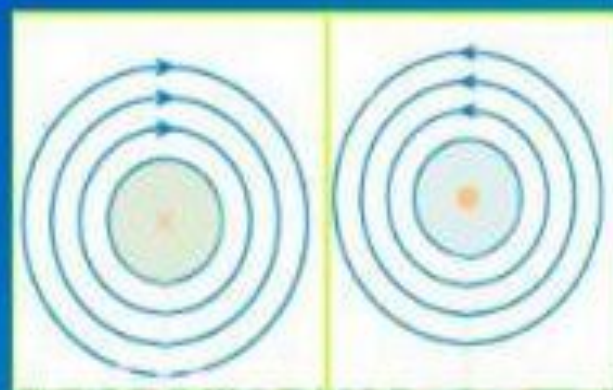
2. Чем гуще расположены магнитные линии, тем МП сильнее.

3. Если магнитные линии расположены параллельно друг другу с одинаковой густотой, то такое МП называют однородным.



4. Если магнитные линии искривлены – это значит, что сила, действующая на магнитную стрелку в разных точках МП, разная. Такое МП называют неоднородным.

5. Направление магнитных линий связано с направлением тока в проводнике. Стоит только поменять направление тока в проводнике, сразу же направление магнитных линий изменится на противоположное!

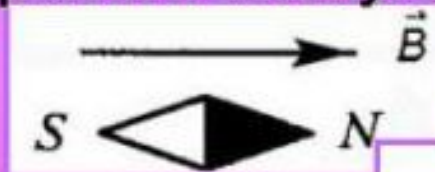


Вектор магнитной индукции

Для характеристики магнитного поля вводится векторная физическая величина $\vec{B}$, которая называется магнитной индукцией (вектором магнитной индукции).

Магнитная индукция является силовой характеристикой магнитного поля.

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

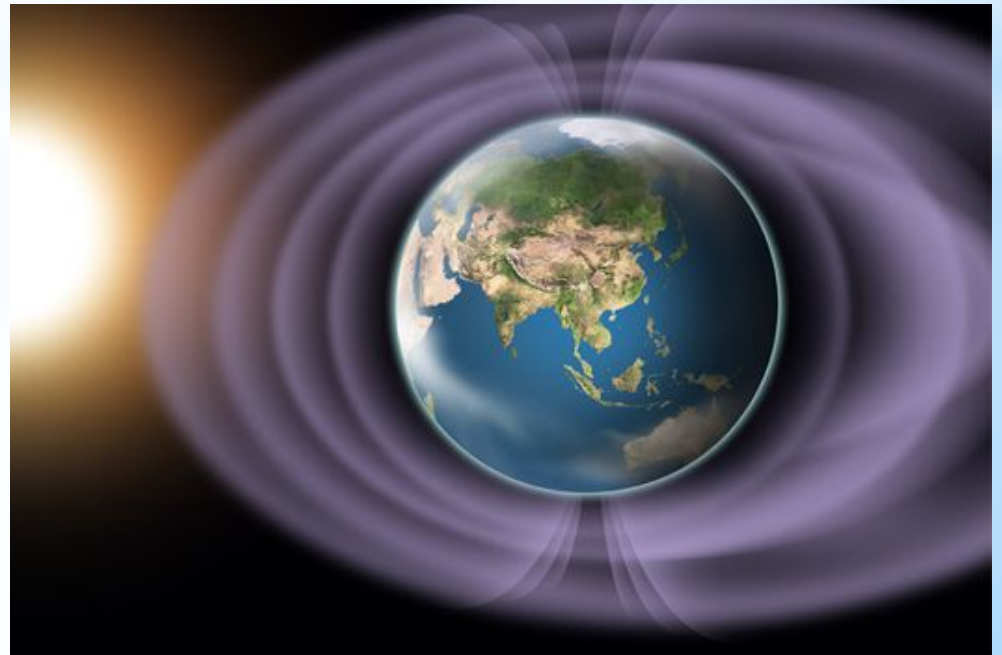


Единица измерения магнитной индукции в системе СИ:

$$[B] = \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{А} \cdot \text{м}^2} = \text{Тл}$$

Модуль вектора магнитной индукции равен отношению максимальной силы, действующей со стороны магнитного поля на проводник с током, к произведению силы тока на длину проводника:

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



Модуль вектора магнитной индукции также равен отношению максимального вращающего механического момента, действующего со стороны магнитного поля на контур с током, к произведению силы тока на площадь контура:

$$\vec{B} = \frac{M_{max}}{I \cdot S}$$

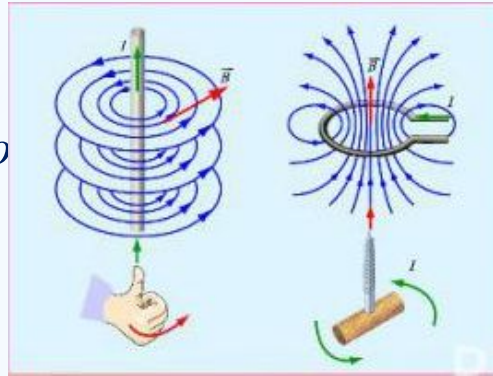
Величина $p_m = I \cdot S$ называется магнитным моментом контура с током.

В общем случае механический вращающий момент, действующий на контур с током, равен:

$$M = p_m \cdot \vec{B} \cdot \sin \alpha$$

В некоторых случаях направление вектора магнитной индукции можно определить с помощью правила буравчика (правого винта):

■ направление вектора индукции магнитного поля прямого тока:



если движение острия буравчика совпадает с направлением тока в проводнике, то направление вращения рукоятки буравчика совпадает с направлением вектора магнитной индукции.

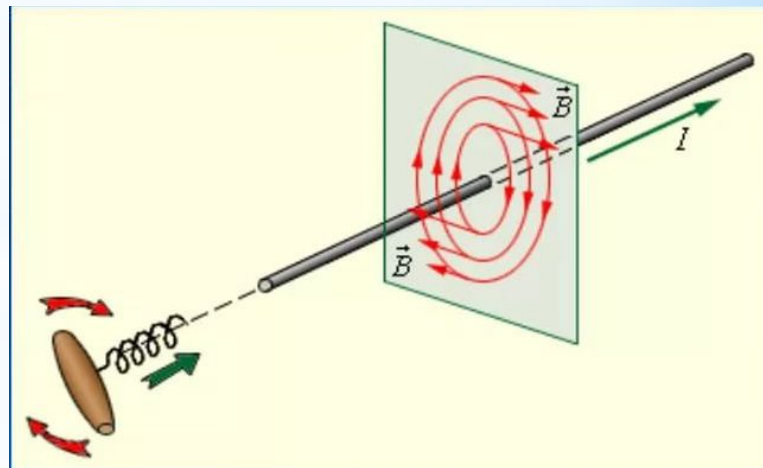
■ направление вектора индукции магнитного поля в центре кругового тока:

если вращение рукоятки буравчика совпадает с направлением тока в проводнике, то направление движения острия буравчика совпадает с направлением вектора магнитной индукции.

Магнитное поле бесконечно длинного прямого проводника с ТОКОМ

Индукция магнитного поля, создаваемого бесконечно длинным прямым проводником с током, в данной точке определяется соотношением:

$$B = \frac{\mu_0 \cdot \mu \cdot I}{2\pi r}$$



где $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Тл} \cdot \text{м}}{\text{А}} = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Гн}}{\text{м}}$,

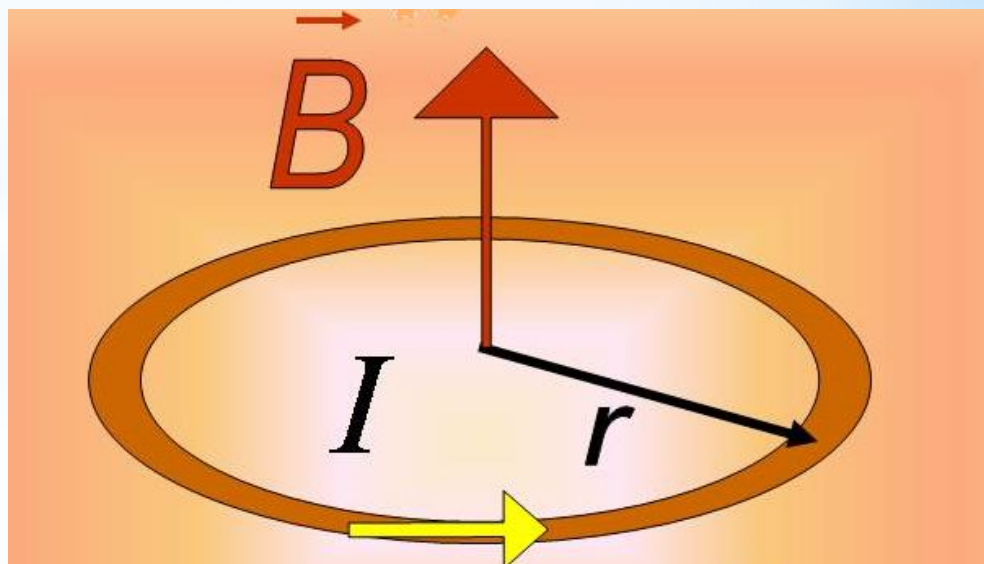
μ - магнитная проницаемость среды;

r - расстояние от проводника до рассматриваемой точки.

Магнитное поле кругового тока

Индукция магнитного поля в центре тонкого кругового витка, по которому течет ток силой I , определяется соотношением:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 \cdot \mu \cdot I}{2R}$$



где R - радиус кругового витка.

Магнитное поле соленоида

Соленоид – это катушка, у которой витки намотаны в одну сторону.

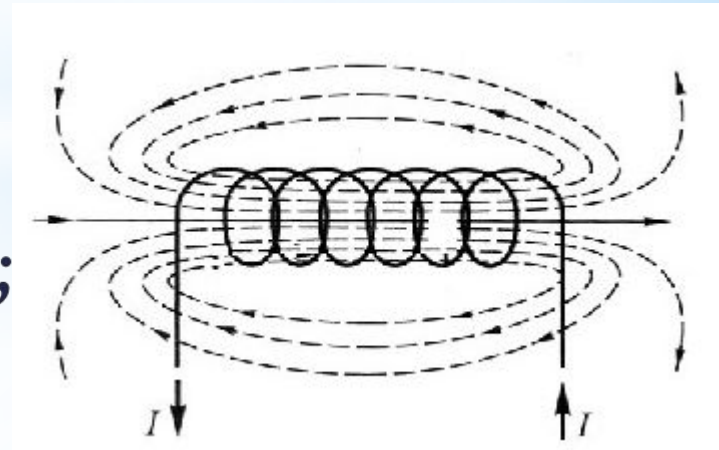
Индукция магнитного поля внутри соленоида, по которому течет ток, определяется по формуле:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 \cdot \mu \cdot N \cdot I}{l} = \mu_0 \cdot \mu \cdot n \cdot I$$

где N - число витков в соленоиде;

l - длина соленоида;

$n = \frac{N}{l}$ - число витков на единицу длины соленоида.



Магнитное поле тороида

Тороид - это замкнутый в кольцо соленоид. Магнитное поле тороида сосредоточено внутри тороида. Вне его поле отсутствует.

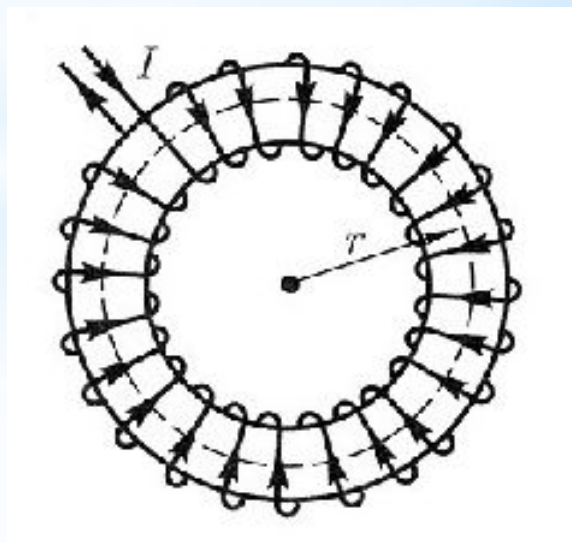
Индукция магнитного поля внутри тороида, по которому течет ток силой I , определяется соотношением:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 \cdot \mu \cdot N \cdot I}{2 \cdot \pi \cdot R} = \mu_0 \cdot \mu \cdot n \cdot I$$

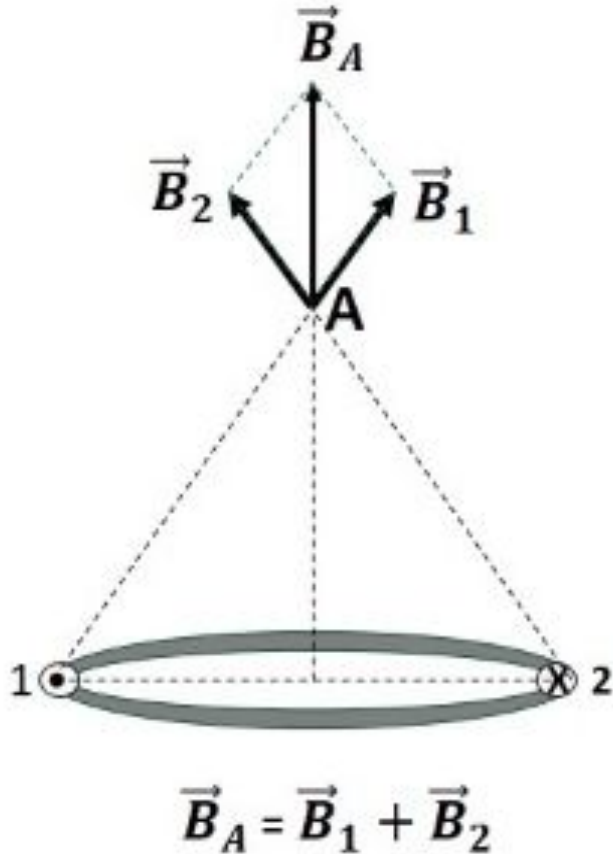
где N - число витков в тороиде;

R - радиус осевой линии тороида;

$n = \frac{N}{2\pi R}$ - число витков на единицу длины тороида.



Принцип суперпозиции магнитных полей



Результирующий вектор магнитной индукции в данной точке складывается из векторов магнитной индукции, созданной различными токами в этой точке.

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

Энергия магнитного поля

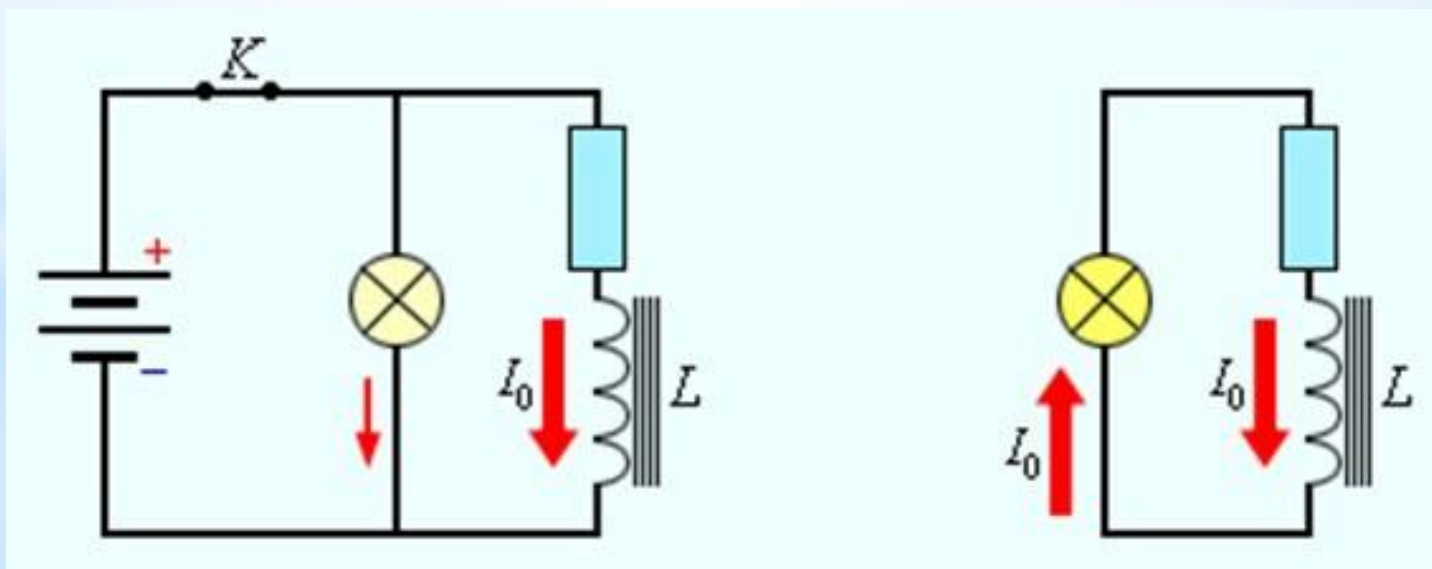
- * Магнитное поле обладает энергией. Подобно тому, как в заряженном конденсаторе имеется запас электрической энергии, в катушке, по виткам которой протекает ток, имеется запас магнитной энергии.
- * Если включить электрическую лампу параллельно катушке с большой индуктивностью в электрическую цепь постоянного тока, то при размыкании ключа наблюдается кратковременная вспышка лампы. Ток в цепи возникает под действием ЭДС самоиндукции. Источником энергии, выделяющейся при этом в электрической цепи, является магнитное поле катушки.

*

Энергия и плотность энергии магнитного поля

Энергия магнитного поля W_M , создаваемого током силой I , проходящим по проводнику индуктивностью L , равна:

$$W_M = \frac{1}{2} \cdot L \cdot I^2$$



Энергию магнитного поля, заключенную в единице объема пространства, называют объемной плотностью энергии магнитного поля ω_M :

$$\omega_M = \frac{W_M}{V}$$

Объёмную плотность энергии можно выразить через индукцию магнитного поля:

$$\omega_M = \frac{W_M}{V}$$

Тогда:

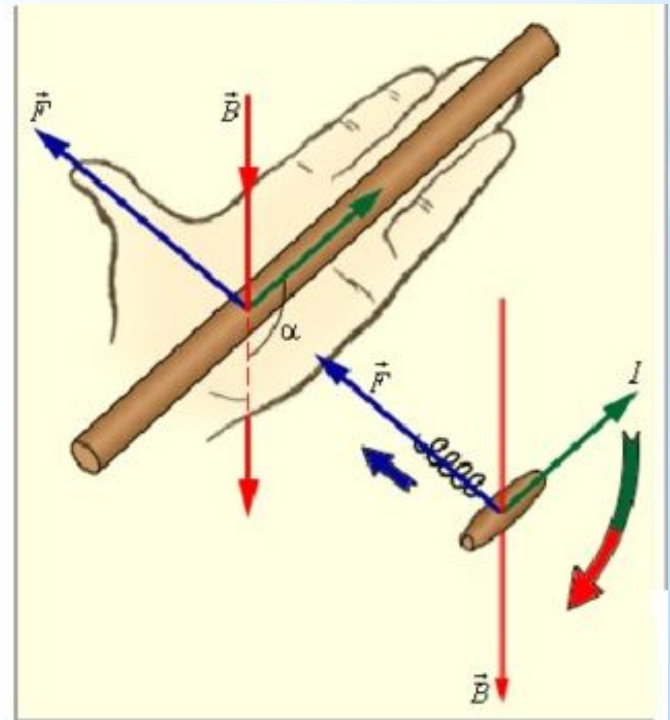
$$W_M = \omega_M \cdot V = \frac{B^2}{2\mu\mu_0} \cdot V$$

Сила Ампера

Сила, действующая со стороны магнитного поля на проводник с током, называется **силой Ампера** $\vec{F}_A$.

Направление силы Ампера определяется правилом левой руки:

Если левую руку расположить так, чтобы магнитные линии входили в ладонь, а четыре вытянутых пальца были направлены по направлению тока, то отогнутый большой палец укажет на направление силы Ампера.

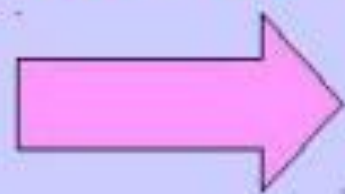


Модуль силы Ампера

Максимальная сила Ампера: $F_m = I_{\Delta} l B_{\perp}$

Если же вектор магнитной индукции
направлен к элементу тока под

углом α то: $B_{\perp} = B \sin \alpha$



Закон Ампера:

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

Сила Лоренца

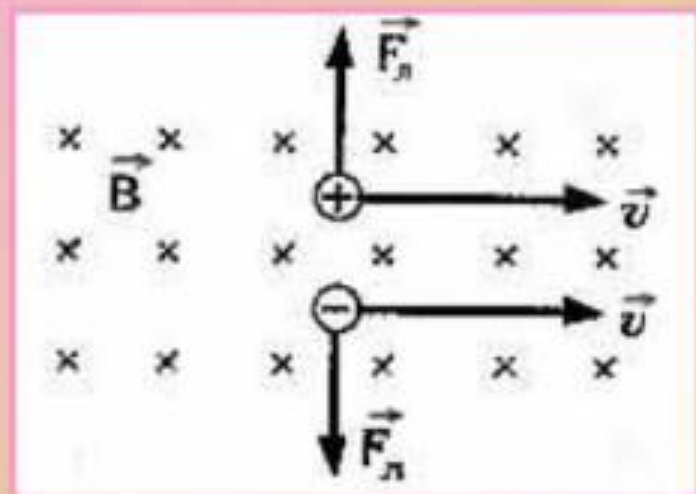
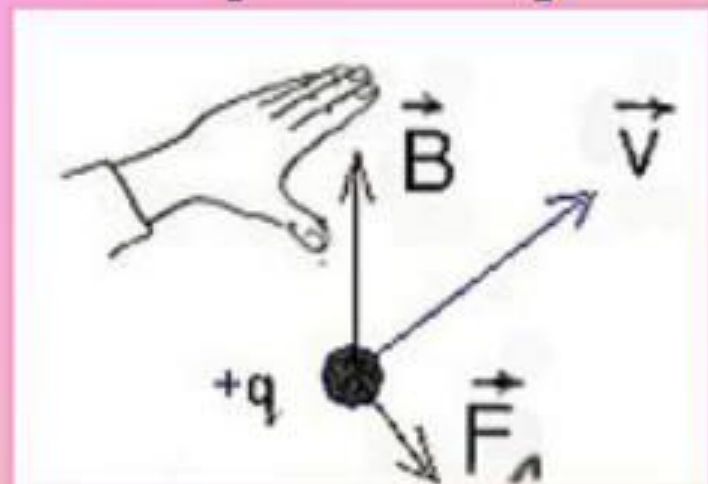
*Сила, действующая со стороны магнитного поля на движущийся в нем заряд, называется **силой Лоренца**.

Модуль силы Лоренца вычисляется по формуле:

$$\vec{F}_L = q \cdot \vec{v} \cdot \vec{B} \cdot \sin \alpha,$$

*где q - модуль заряда; $\vec{v}$ – скорость заряда;
 $\vec{B}$ - магнитная индукция; α - угол между вектором $\vec{v}$ и $\vec{B}$.*

Направление силы Лоренца определяется по правилу левой руки:



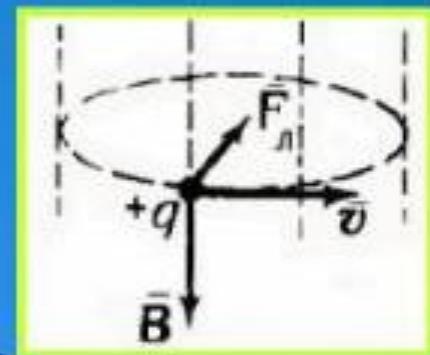
Если поставить левую руку так, чтобы перпендикулярная скорости составляющая вектора индукции входила в ладонь, а четыре пальца были бы расположены по направлению скорости движения положительного заряда (или против направления скорости отрицательного заряда), то согнутый большой палец укажет направление силы Лоренца.

* Так как сила Лоренца всегда перпендикулярна скорости заряда, то она не совершает работы (т.е. не изменяет величину скорости заряда и его кинетическую энергию).

* Если заряженная частица движется параллельно силовым линиям магнитного поля, то $F_l = 0$, и заряд в магнитном поле движется равномерно и прямолинейно.

* Если заряженная частица движется перпендикулярно силовым линиям магнитного поля, то сила Лоренца является центростремительной:

$$F_l = ma_{\text{ц}}$$



В этом случае частица движется по окружности

Согласно второму закону Ньютона: сила Лоренца равна произведению массы частицы на центростремительное ускорение:

$$|q|vB = \frac{v^2 m}{R}$$

тогда радиус окружности:

$$R = \frac{vm}{qB}$$

а период обращения заряда в магнитном поле:

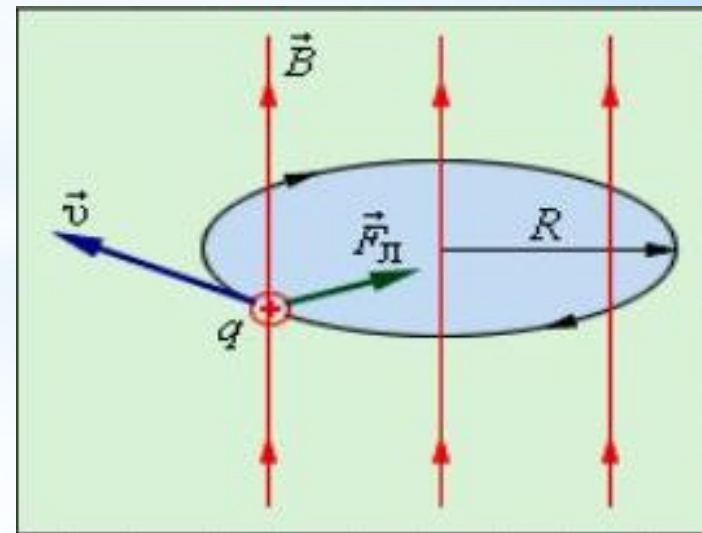
$$T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi m}{gB}$$

Частота вращения частицы:

$$\nu = \frac{1}{T} = \frac{gB}{2\pi m}$$

Угловая скорость:

$$\omega = 2\pi\nu = \frac{gB}{m}$$



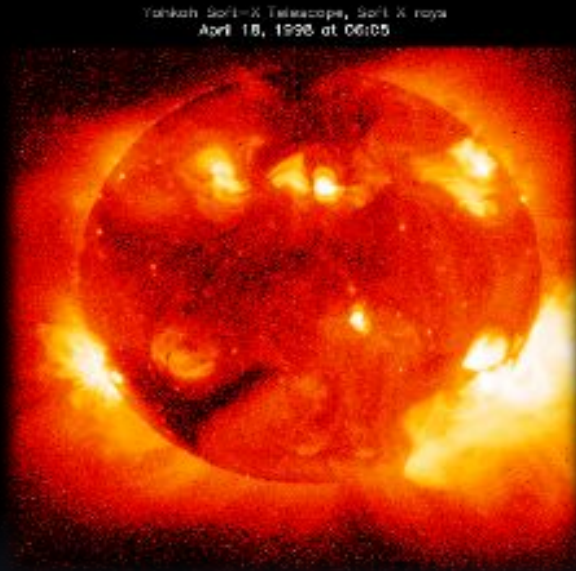
Это интересно

Магнитные полюсы Земли много раз менялись местами (инверсии). За последний миллион лет это случилось 7 раз.

570 лет назад магнитные полюса Земли были расположены в районе экватора



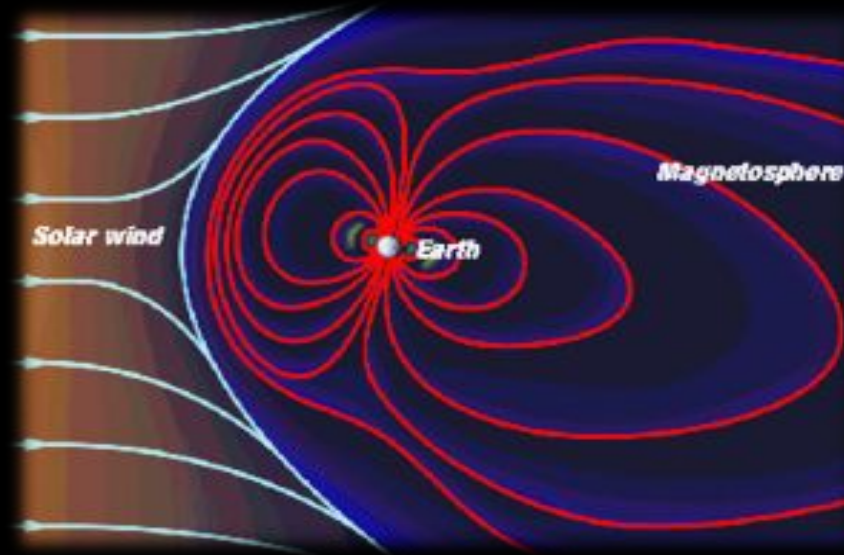
Это интересно



Если на Солнце происходит мощная вспышка, то усиливается солнечный ветер. Это вызывает возмущение земного магнитного поля и приводит к магнитной буре. Пролетающие мимо Земли частицы солнечного ветра создают дополнительные магнитные поля.

Магнитные бури причиняют серьёзный вред: они оказывают сильное влияние на радиосвязь, на линии электросвязи, многие измерительные приборы показывают неверные результаты.

Это интересно



Земное магнитное поле надежно защищает поверхность Земли от космического излучения, действие которого на живые организмы разрушительно. В состав космического излучения, кроме электронов, протонов, входят и другие частицы, движущиеся в пространстве с огромными скоростями.

Это интересно



Результатом взаимодействия солнечного ветра с магнитным полем Земли является полярное сияние. Вторгаясь в земную атмосферу, частицы солнечного ветра (в основном электроны и протоны) направляются магнитным полем и определённым образом фокусируются.

Сталкиваясь с атомами и молекулами атмосферного воздуха, они ионизируют и возбуждают их, в результате чего возникает свечение, которое называют **полярным сиянием**.

Это интересно

Изучением влияния различных факторов погодных условий на организм здорового и больного человека занимается специальная дисциплина - биометрология.

Магнитные бури вносят разлад в работу сердечно -сосудистой, дыхательной и нервной системы, а также изменяют вязкость крови; у больных атеросклерозом и тромбофлебитом она становится гуще и быстрее свёртывается, а у здоровых людей, напротив, повышается.

