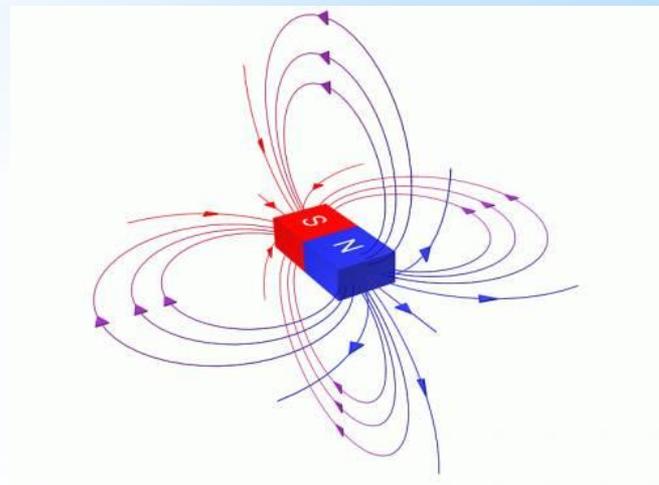
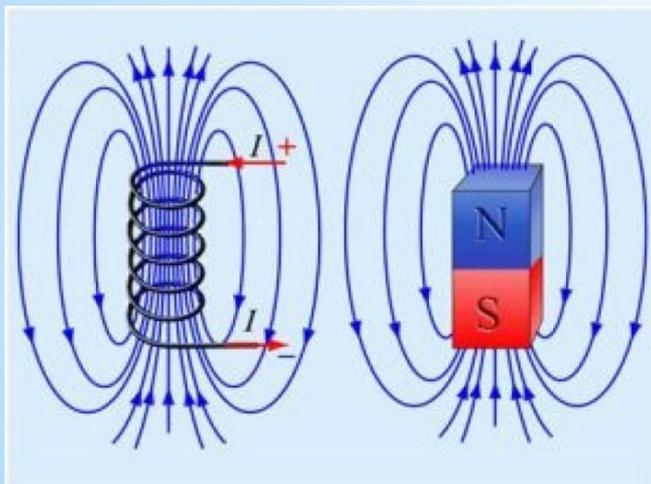


# Магнитное поле



# 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.



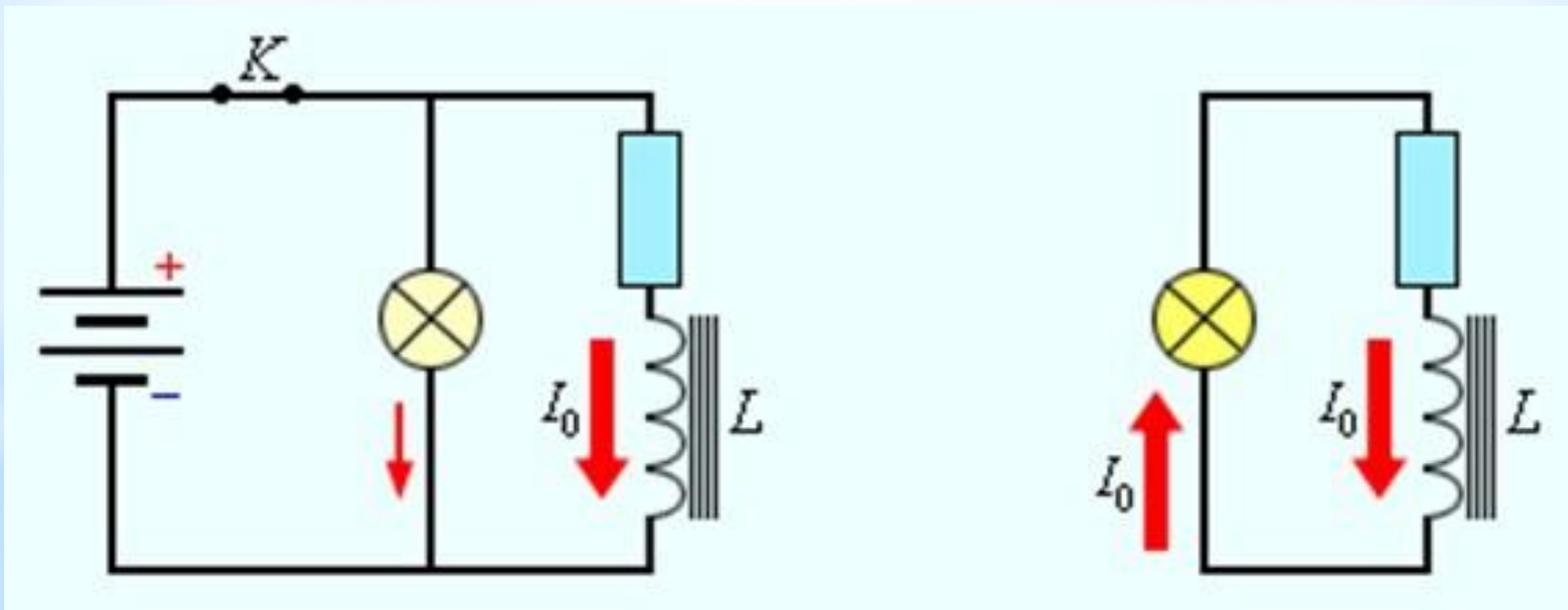
# \* Как можно обнаружить МП?

- \* а. С помощью железных опилок. Попадая в МП, железные опилки становятся маленькими магнитными стрелочкам. 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.



- \* Магнитное поле — силовое поле, действующее на движущиеся электрические заряды и на тела, обладающие магнитным моментом, независимо от состояния их движения, магнитная составляющая электромагнитного поля
- \* Магнитное поле может создаваться током заряженных частиц и/или магнитными моментами электронов в атомах (и магнитными моментами других частиц, хотя в заметно меньшей степени) (постоянные магниты).
- \* Кроме этого, оно появляется при наличии изменяющегося во времени электрического поля.
- \* Основной силовой характеристикой магнитного поля является вектор магнитной индукции (вектор индукции магнитного поля). С математической точки зрения векторное поле, определяющее и конкретизирующее физическое понятие магнитного поля. Нередко вектор магнитной индукции называется для краткости просто магнитным полем (хотя, наверное, это не самое строгое употребление термина)

Энергия  $W_m$  магнитного поля катушки с индуктивностью  $L$ , создаваемого током  $I$ , равна  $W_m = LI^2 / 2$



# 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.

# Магнитное взаимодействие

С точки зрения квантовой теории поля магнитное взаимодействие-как частный случай электромагнитного взаимодействия переносится фундаментальным безмассовым бозоном-фотоном (частицей, которую можно представить как квантовое возбуждение электромагнитного поля), часто (например, во всех случаях статических полей)-виртуальным.

**Сила Ампера-это сила,  
с которой магнитное  
поле действует на  
проводник с током.**

# Модуль силы Ампера

Максимальная сила Ампера:  $F = IlB$

Если же вектор магнитной индукции направлен к элементу тока под углом  $\alpha$  то:  $F = BIl \sin \alpha$

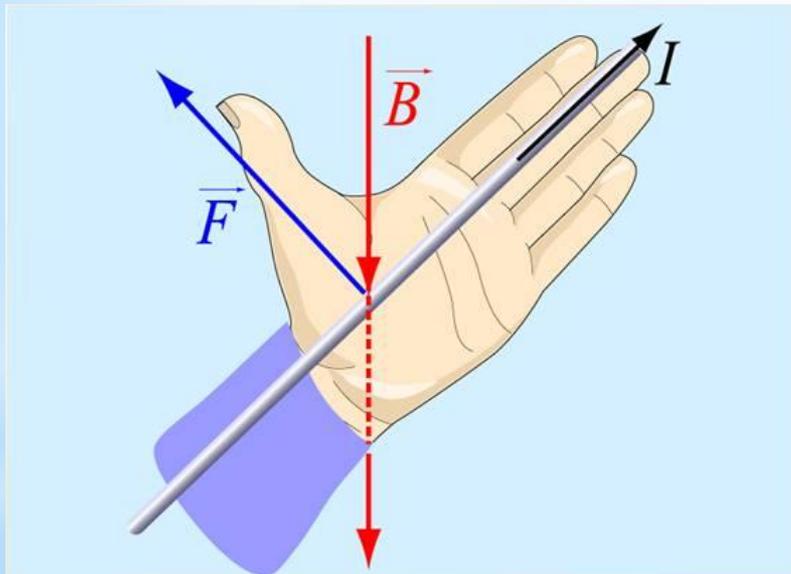
Закон Ампера:  $F = IBL \sin \alpha$

# Сила Лоренца

Это сила, действующая со стороны магнитного поля на движущуюся электрически заряженную частицу.

$$F = |q|vB \sin \alpha$$

# 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 отогнутый большой палец укажет направление силы Лоренца.

# Магнитные свойства вещества

**МАГНЕТИЗМ**

Магнитные свойства вещества

**МАГНЕТИКИ**

**СЛАБОМАГНИТНЫЕ  
ВЕЩЕСТВА**

**СИЛЬНОМАГНИТНЫЕ  
ВЕЩЕСТВА**

**ДИАМАГНЕТИКИ**

**ПАРАМАГНЕТИКИ**

**ФЕРРОМАГНЕТИКИ**

- Водород
- Бензол
- Вода
- Медь
- Стекло
- Кварц
- Каменная соль
- Висмут
- Графит

- Азот
- Воздух
- Кислород
- Эбонит
- Алюминий
- Вольфрам
- Платина

- Железо
- Никель
- Кобальт

$$\mu \leq 1$$

$$\mu \geq 1$$

$$\mu \gg 1$$

$\mu$  - магнитная проницаемость вещества

**диамагнетики:**

внутреннее магнитное поле направлено. Противоположно внешнему магнитному полю, но слабо выражено.

**парамагнетики:**

внутреннее магнитное поле направлено также, как и внешнее магнитное поле, т.е. усиливает его.

**ферромагнетики:**

внутреннее магнитное поле в 100-1000 раз больше внешнего магнитного поля  $\mu$ - Показывает во сколько раз индукция магнитного поля в одной среде больше или меньше индукции магнитного поля в вакууме



# Точка Кюри

Для каждого ферромагнетика существует определенная температура - точка Кюри.

- \* Если  $t$  вещества  $< t$  Кюри, то вещество обладает ферромагнитными свойствами.
- \* Если  $t$  вещества  $> t$  Кюри, то ферромагнитные свойства (намагниченность) исчезают, и вещество становится парамагнетиком.

Поэтому постоянные магниты при нагревании теряют свои магнитные свойства.

Применение ферромагнитов:- постоянные магниты, изготовление магнитной ленты и пленки;- сердечники трансформаторов, генераторов, электродвигателей

**КОНЕЦ**