



ИНФОРМАЦИОННЫЕ
И КОММУНИКАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОЙ ШКОЛЕ

Капустина Е.В.

ФИЗИКА

КОНСПЕКТЫ ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ

МАГНИТНОЕ ПОЛЕ

8

Урок №2.

**Магнитное действие тока.
Опыт Эрстеда. Гипотеза Ампера.
Магнитное поле катушки с током.
Электромагниты.**

1. ОПЫТ ЭРСТЕДА.

В 1820 году человечество сделало ещё один важный шаг на пути к пониманию природы магнитного взаимодействия. 15 февраля 1820 года профессор Копенгагенского университета (Дания) Ханс Кристиан Эрстед демонстрировал своим студентам тепловое действие электрического тока. Возле проводника, который нагревался электрическим током, рядом случайно оказался компас. Один из студентов заметил, что в момент замыкания цепи стрелка компаса меняла свое направление, а при размыкании цепи возвращалась в первоначальное положение. Любопытный студент попросил Эрстеда объяснить происходящее. Однако профессор не знал, что ответить, он никогда ни о чем подобном не слышал. К чести профессора, он не отмахнулся от любознательного юноши, а просто повторил опыт и сделал ... открытие. Оказалось, что между электрическим током и магнетизмом существует взаимосвязь!

В опыте Эрстеда впервые было выявлено **магнитное поле тока**.

Вокруг любого проводника с электрическим током существует магнитное поле.

2. ГИПОТЕЗА АМПЕРА.

Статью с описанием своих опытов Эрстед разослал всем ведущим ученым Европы. Французский физик, математик и химик Андре Мари Ампер впервые услышал об опытах Эрстеда на заседании Французской академии наук 4 сентября 1820 года и уже через неделю продемонстрировал взаимодействие двух проводников с током. Кроме того, Ампер сделал шокирующее для тех лет заявление, что **природу постоянных магнитов можно объяснить циркулирующими внутри молекул токами** (о существовании электронов в атомах в те далекие времена даже не подозревали). Ампер также показал, что катушка с током ведет себя как постоянный магнит.

Проанализировав результаты опытов, Ампер сделал выводы, которые с учетом современных знаний о микромире звучат так.

- 1. Вокруг постоянного магнита, или проводника с током, или любой движущейся заряженной частицы существует магнитное поле.**

Вокруг движущейся заряженной частицы существуют одновременно электрическое поле и магнитное поле. Вокруг неподвижных зарядов существует только электрическое поле.

2. **Магнитное поле действует с некоторой силой на заряженные частицы, движущиеся в этом поле.**
3. **Электрический ток представляет собой направленное движение заряженных частиц, поэтому магнитное поле действует на проводник с током.**
4. **Взаимодействие проводника с током и постоянного магнита, а также взаимодействие постоянных магнитов можно объяснить, предположив существование внутри магнита незатухающих молекулярных электрических токов (гипотеза Ампера).**

Согласно гипотезе Ампера, внутри молекул и атомов циркулируют элементарные электрические токи. Эти токи образуются вследствие движения **электронов** в атоме, то есть каждый атом обладает магнитными свойствами.

- Если атомы внутри тела ориентированы хаотически вследствие теплового движения, то действия внутриатомных токов взаимно компенсируются, и магнитных свойств тело не проявляет.
- Если атомы внутри тела ориентированы таким образом, что действия внутриатомных токов суммируются, то тело проявляет магнитные свойства.

3. ДОМЕНЫ.

Домены – участки спонтанной намагниченности, образованные элементарными магнетиками – атомами ферромагнетика.

В домене размещается множество одинаково ориентированных атомов, поэтому намагниченность домена максимальна.

В ненамагниченном ферромагнетике соседние домены расположены таким образом, что их намагниченности компенсируются.

Если ферромагнетик внести во внешнее магнитное поле, то атомы в разных доменах начинают ориентироваться так, что направление их

поля совпадает с направлением внешнего магнитного поля. При этом магнитное поле ферромагнетика увеличивается тысячекратно. Говорят, что ферромагнетик намагнитился. Если намагниченность тела длительное время сохраняется при отсутствии внешнего магнитного поля, образец становится постоянным магнитом.

Намагниченность - характеристика магнитного состояния макроскопического физического тела, помещенного во внешнее магнитное поле. Намагниченность зависит от величины внешнего магнитного поля, от магнитных свойств материала и его температуры.

Температура Кюри (точка Кюри) – это температура, при которой домены разрушаются, и тело утрачивает намагниченность.

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ.

Магнитное поле – это особая форма материи, которая существует вокруг движущихся заряженных частиц или тел и действует с некоторой силой на другие заряженные частицы или тела, движущиеся в этом поле.

5. МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ТОКА.

Линии магнитного поля проводника с током – это замкнутые линии, окружающие проводник.

Свойства магнитных линий проводника с током.

- Линии замкнутые.
- Линии не пересекаются.
- Направление линий магнитного поля зависит от направления тока в проводнике.

Направление линий магнитного поля тока можно определить следующими способами: с помощью магнитной стрелки, по правилу буравчика, по правилу правой руки.

- **Направление, которое показывает северный полюс магнитной стрелки в каждой точке поля, принято за направление линии магнитного поля.**

- **Правило буравчика (правого винта):** если направление поступательного движения буравчика совпадает с направлением тока, то направление вращения ручки буравчика совпадает с направлением магнитных линий.

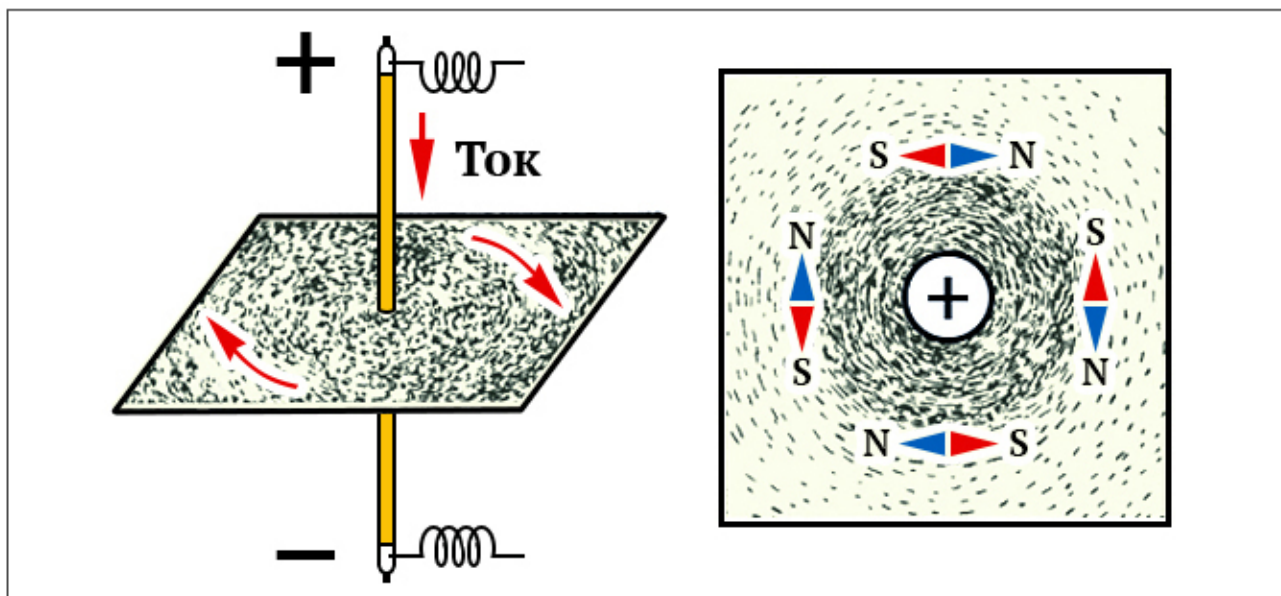


Рис. 4. Направление линий магнитного поля.

- **Правило правой руки:** если направить большой палец правой руки по направлению тока в проводнике, то четыре согнутых пальца покажут направление линий магнитного поля тока.

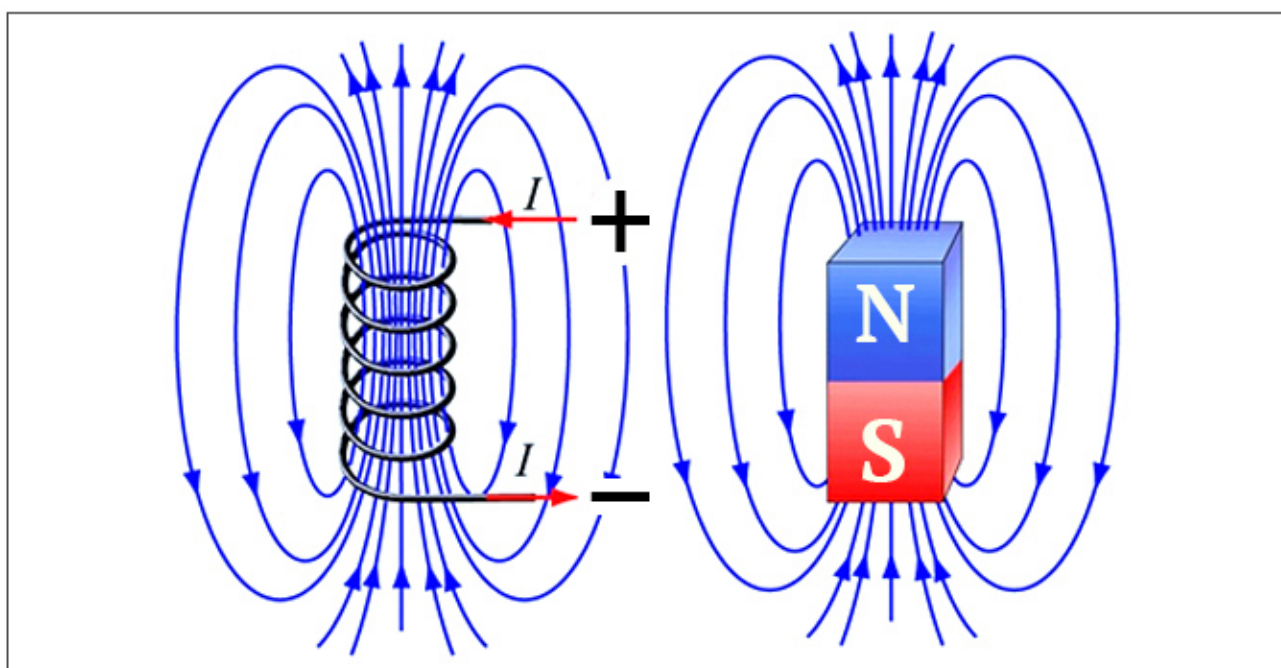


Рис. 5. Правило правой руки.

6. МАГНИТНОЕ ПОЛЕ КАТУШКИ С ТОКОМ.

Проводник, закрученный в виде спирали, называется катушка или соленоид (от греческого слова «солен» - «трубка»).

- Вокруг катушки с током существует магнитное поле.
- Магнитное поле катушки с током подобно магнитному полю полосового магнита.
- Катушка с током имеет два магнитных полюса: северный N и южный S.

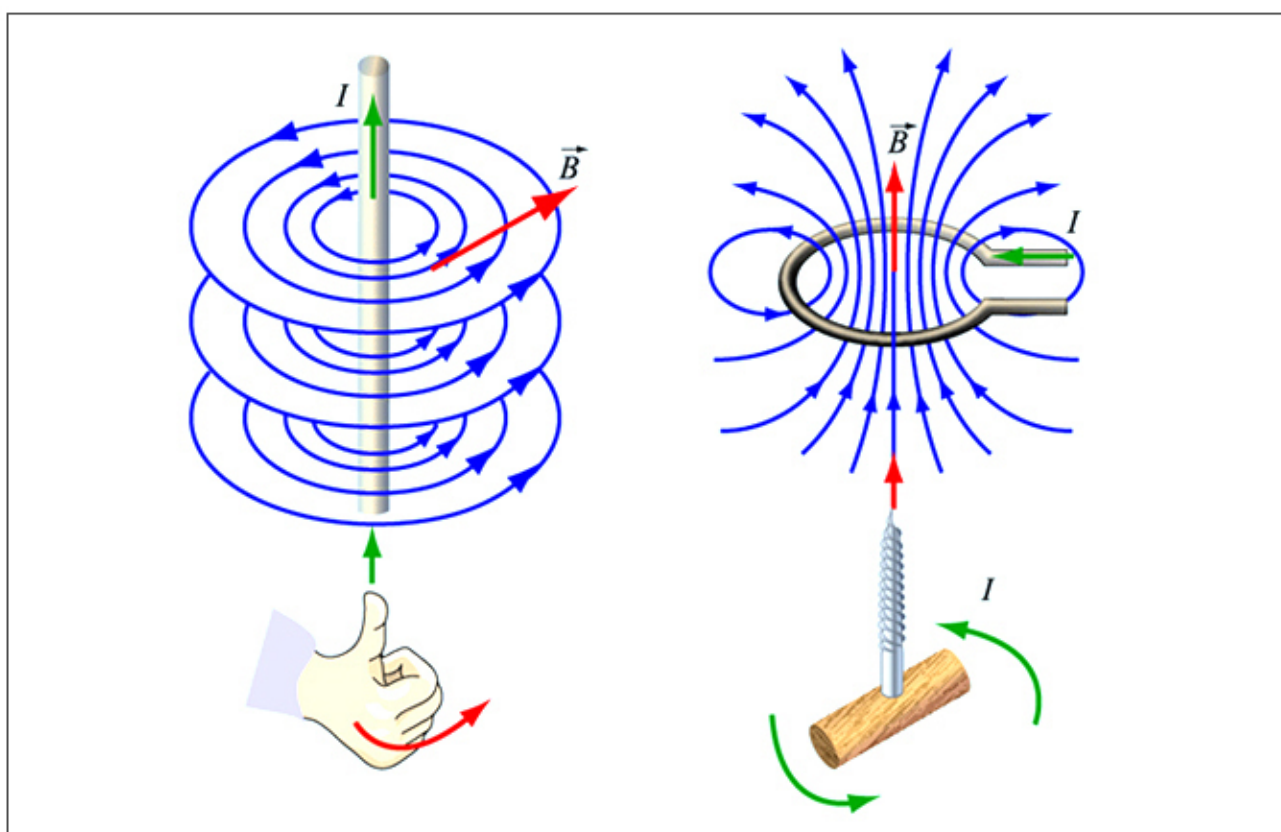


Рис. 6. Правмло буравчика и правой руки

Полюса катушки с током определяются по правилу правой руки: если четыре согнутых пальца правой руки расположить по направлению тока в катушке, то отогнутый на 90° большой палец укажет направление на северный полюс катушки.

7. ЭЛЕКТРОМАГНИТ.

Катушка с железным сердечником внутри называется электромагнитом.

Основные детали электромагнита:

1. стальной сердечник;
2. катушка (обмотка);
3. якорь – деталь, которая притягивается к сердечнику.

Магнитные свойства электромагнита:

- При увеличении силы тока в катушке её магнитное действие усиливается.
- Если увеличить число витков в катушке, её магнитное действие усиливается.
- Магнитное действие катушки значительно усиливается в случае введения внутрь железного сердечника.
- Электромагнит быстро размагничивается при выключении тока.
- Электромагниты можно изготовить любых форм и размеров.

8. ЭТО ИНТЕРЕСНО ЗНАТЬ!

8.1. БОЛЬШОЙ АДРОННЫЙ КОЛЛАЙДЕР (БАК)

это ускоритель заряженных частиц на встречных пучках, предназначенный для разгона протонов и тяжёлых ионов и изучения продуктов их соударений.

БАК находится в Европейском центре ядерных исследований ЦЕРН (CERN), возле Женевы в Швейцарии. В ЦЕРНе постоянно работает около 2 500 человек, еще около 8 000 физиков и инженеров из 580 университетов и институтов из 85 стран участвуют в международных экспериментах ЦЕРНа и работают там временно, в том числе и ученые из России.

Территория ЦЕРНа состоит из двух основных и нескольких меньших площадок. Большой комплекс зданий включает в себя рабочие кабинеты, лаборатории, производственные помещения, залы для конференций, жилые помещения, столовые. Ускорительный комплекс расположен как на поверхности, так и под землей – на глубине 100 метров.

В ускорительном комплексе частицы разгоняют в несколько этапов до скорости света, затем разделяют на два потока и запускают навстречу друг другу в большое кольцо адронного коллайдера длиной 26,7 км.

Кольцо коллайдера разделено на восемь равных секторов, в каждом из которых стоят магниты, управляющие движением пучка протонов.

Под воздействием магнитного поля элементарные частицы не улетают по касательной за пределы кольца, а остаются внутри. Всего вдоль тоннеля установлено 1624 магнита. Их длина в общей сложности превышает 22 км, длина каждого магнита – около 15 метров. Общая масса одного магнита – более 27 тонн.

Для достижения требуемых величин напряженности магнитного поля магниты пришлось делать со сверхпроводящими обмотками. Их охлаждают до температуры 1,9 К или $-271,3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Это ниже, чем температура в открытом космическом пространстве (2,7 К или $-270,5\text{ }^{\circ}\text{C}$). Чтобы охладить конструкцию массой 36 800 тонн и получить космический холод в земных условиях, для БАКа создали мощнейшую криогенную систему. Она использует 10 000 тонн жидкого азота и 130 тонн жидкого гелия.

В четырех местах пучки из двух труб ускорителя пересекаются, и именно здесь происходят столкновения протонов. В точке столкновения протонов температура более чем в 100 тысяч раз выше, чем в центре Солнца, а ведь сверхпроводящие магниты БАКа охлаждены до $-271,3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Так что БАК – это одновременно и самая горячая, и самая холодная установка в мире!

В ЦЕРНе впервые был создан Интернет, как средство обмена данными между многими институтами мира. Сейчас отрабатывается новая система GRID, в миллиарды раз мощнее по скорости обмена и сохранения информации.

8.2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОСТОЯННЫХ МАГНИТОВ И ЭЛЕКТРОМАГНИТОВ.

1. Магнитные носители информации: кассеты содержат катушки из магнитной ленты. Видео и звуковая информация кодируется на магнитном покрытии на ленте. Также в компьютерных дискетах и жёстких дисках запись данных происходит на тонком магнитном покрытии. Однако носители информации не являются магнитами в строгом смысле, так как они не притягивают предметы.

2. Электромагниты: электромагнитные подъемные краны могут поднимать магнитные предметы. Магниты могут использоваться при обработке металлолома для отделения магнитных металлов (железа, стали и никеля) от немагнитных (алюминия, цветных сплавов и т. д.).

3. Обычные телевизоры и компьютерные мониторы: телевизоры и компьютерные мониторы, содержащие электронно-лучевую трубку, используют электромагнит для управления пучком электронов и формирования изображения на экране. Плазменные панели и ЖК-дисплеи используют другие технологии.

4. Громкоговорители и микрофоны: большинство громкоговорителей используют постоянный магнит и токовую катушку для преобразования электрической энергии (сигнала) в механическую энергию (движение, которое создает звук). Обмотка намотана на катушку, прикрепляется к диффузору и по ней протекает переменный ток, который взаимодействует с полем постоянного магнита.

5. Электродвигатели и генераторы: некоторые электрические двигатели (так же, как громкоговорители) основываются на комбинации электромагнита и постоянного магнита. Они преобразовывают электрическую энергию в механическую энергию. Генератор, наоборот, преобразует механическую энергию в электрическую энергию путем перемещения проводника через магнитное поле.

6. Трансформаторы: устройства передачи электрической энергии между двумя обмотками провода, которые электрически изолированы, но связаны магнитным полем.

7. Электромагнитное реле: устройство для управления электрической цепью, сила тока в которой достаточно велика.

8. Электроизмерительные приборы: стрелочные измерители электрических величин, работа которых основана на магнитном действии тока (амперметр, вольтметр, гальванометр). Такие приборы весьма чувствительны.

9. Компасы: компас (или морской компас) является намагниченным указателем, который может свободно вращаться и ориентируется на направление магнитного поля, чаще всего магнитного поля Земли.

10. Искусство: виниловые магнитные листы могут быть прикреплены к живописи, фотографии и другим декоративным изделиям, что позволяет присоединять их к холодильникам и другим металлическим поверхностям.

11. Кредитные карты имеют магнитную полосу на одной стороне. Эта полоса кодирует информацию, необходимую для соединения с финансовым учреждением и связи с их счетами.

12. Поезд на магнитном подвесе, движимый и управляемый магнитными силами. Такой состав, в отличие от традиционных поездов, в процессе движения не касается поверхности рельса. Так как между поездом и поверхностью движения существует зазор, трение исключается, и единственной тормозящей силой является лишь сила аэродинамического сопротивления.