

Уральский технологический колледж –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(УрТК НИЯУ МИФИ)

Урок №23

Тема Урока: Магнетизм. Параметры магнитного поля. Правило «Левой руки».

Преподаватель Сакерин С.В.

Дисциплина: ОП О2. Электротехника.

Специальность 13.02.03 «Электрические станции сети и системы»

Группа 2С1

Составлен в соответствии с рабочей программой дисциплины, разработанной в соответствии ФГОС-3+ СПО по специальности 13.02.03 «Электрические станции сети и системы» утвержденной приказом Министерства образования и науки РФ № 824 от 28.07г.

Тема урока: «Магнетизм. Параметры магнитного поля. Правило «левой руки» .»

Тип урока: урок комплексного приложения знаний;

Методы обучения: проблемно-репродуктивный;

Вид занятия: лекция с практическим применением полученных знаний;

Формы организации познавательной деятельности обучающихся: фронтальная, индивидуальная.

Межпредметные связи: физика, математика;

Компетенции: ОК2, ОК3, ОК6, ПК1.1, ПК2.2, ПК4.3;

Цели урока:

• *Образовательные:*

- изучить как обнаруживается магнитное поле по его действию на электрический ток, изучить правило левой руки, закрепить правило левой руки с помощью упражнений;
- научить применять знания, полученные на уроке;
- показать связь с жизнью;
- расширить межпредметные связи;

• *Воспитательные:*

- формировать интерес к предмету, к учебе, воспитывать инициативу, творческое отношение, воспитывать добросовестное отношение к учебе;

• *Развивающие:*

- развивать мышление учащихся, их творческие способности, умение самостоятельно формулировать выводы;

Этапы урока:

1. Организационный момент – 2 мин.

3. Объяснение нового материала – 43 мин.

5. Закрепление. Решение задач – 43 мин.

6. Итоги. Выводы. Домашнее задание – 2 мин.

ХОД УРОКА

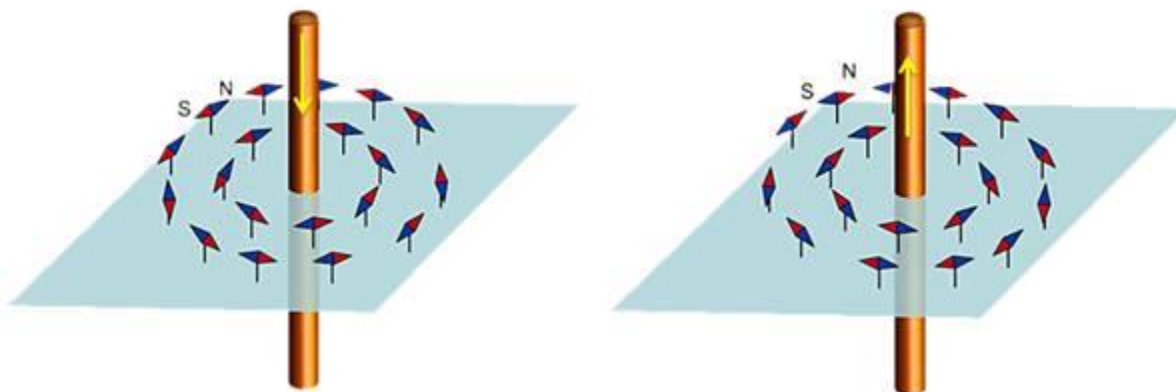
I. Объяснение нового материала – 15 мин

Преподаватель: Как можно обнаружить магнитное поле? Оно не действует на наши органы чувств – не имеет запаха, цвета, вкуса. Мы не можем, правда, с уверенностью утверждать, что в животном мире нет существ, чувствующих магнитное поле. В США и Канаде для отгона осьминог с места скопления мальков на реках, впадающих в Великие озера, установлены электромагнитные барьеры. Ученые объясняют способность рыб ориентироваться в просторах океана их реакцией на магнитные поля... Явление магнетизма известно людям очень давно. Древние приписывали магниту много чудесных свойств. Считалось, что истолченный в порошок "магнитный камень", излечивает от водянки и безумия, останавливает любое кровотечение, рассасывает раковые опухоли и даже дает бессмертие. Хотя одни лекари считали, что магнит – сильный яд, другие предлагали использовать его как противоядие.. Царица Египта Клеопатра носила магнитный амулет, чтобы сохранить молодость и красоту. Об использовании постоянных магнитов в лечебных целях встречаются упоминания в трудах Гиппократ, Парацельса, ученых древнего Китая. В XVII веке способ прикладывания к "болезненному месту" магнитного железняка стал распространенным и даже упоминался в книгах-лечебниках. Магнитную терапию применял и знаменитый врач 18 века Франц Антуан Месмер для лечения боли, подагры, нервных расстройств и колик. Великий Моцарт был настолько впечатлен лечебным успехом Месмера, что включил описание целебного действия магнитов в свою оперу "Così fan tutti". Месмер лечил больных магнитами, которыми водил над телом пациента. Он делал специальные сосуды, которые наполнял химическими веществами, чтобы производить электрический заряд. На этих сосудах были металлические ручки. Люди вставали рядом с ними и держались за ручки, чтобы получить магнитную силу. Сегодня на уроке мы изучим, как обнаружить магнитное поле по его действию на электрический ток и изучим правило левой руки. На всякий проводник с током, помещенный в магнитное поле и не совпадающий с его магнитными линиями, это поле действует с некоторой силой, наличие такой силы можно

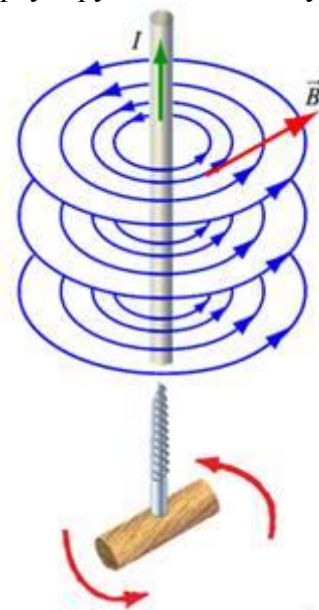
посмотреть с помощью такого опыта: проводник подвешен на гибких проводах, который через ключ присоединен к аккумуляторам. Проводник помещен между полюсами подковообразного магнита, т. е. находится в магнитном поле. При замыкании ключа в цепи возникает электрический ток, и проводник приходит в движение. Если убрать магнит, то при замыкании цепи проводник с током двигаться не будет. (Демонстрация опыта)

Если студенты смогут сами ответить: Значит, со стороны магнитного поля на проводник с током действует некоторая сила, отклоняющая его от первоначального положения.

Преподаватель: Действие магнитного поля на проводник с током может быть использовано для обнаружения магнитного поля в данной области пространства. Конечно, обнаружить магнитное поле проще с помощью компаса.



Но действие магнитного поля на находящуюся в нем магнитную стрелку компаса, по существу, тоже сводится к действию поля на элементарные электрические токи, циркулирующие в молекулах и



атомах магнитного вещества, из которого изготовлена стрелка. На рисунке показано расположение магнитных стрелок вокруг проводника с током, перпендикулярного плоскости чертежа. Если изменить направление тока в проводнике, то можно увидеть, что изменение направления тока приводит к повороту всех магнитных стрелок на 180° . **Причем оси стрелок располагаются по касательной к магнитным линиям.**

Т.о. можно сделать вывод, что **направление линий магнитного поля будет зависеть от направления тока в проводнике.**

Эта связь может быть выражена простым правилом, которое называют правилом буравчика (или правилом правого винта).

Правило буравчика заключается в следующем: если поворачивать головку винта так, чтобы поступательное движение острия винта происходило вдоль тока в проводнике, то направление вращения головки указывает направление линий магнитного поля тока.

С помощью правила буравчика по направлению тока можно определить направление линий магнитного поля, создаваемого этим током, а по направлению линий магнитного поля — направление тока, создающего это поле

Магнитная индукция

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

$$B = \frac{F_{\max}}{Il} \quad H = \frac{I l}{I A \cdot l_m}$$

Некоторые значения магнитной индукции



MyShared

Магнитная проницаемость среды

- Физическая величина, равная отношению индукции магнитного поля в однородной среде к индукции магнитного поля в вакууме, называется магнитной проницаемостью среды.

$$\mu = B/B_0$$

$$\mathbf{B} = \mu_a \mathbf{H}, \quad (1.15)$$

где μ_a - абсолютная магнитная проницаемость вещества.

Абсолютная магнитная проницаемость вещества является коэффициентом пропорциональности между векторами магнитной индукции и напряженности магнитного поля.

В вакууме векторы магнитной индукции и напряженности магнитного поля связаны следующим соотношением:

$$\mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{H}, \quad (1.16)$$

где μ_0 - магнитная постоянная, Г/м

Магнитная постоянная определена экспериментально и равна $4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м.

Магнитная постоянная является коэффициентом пропорциональности между векторами магнитной индукции и напряженности магнитного поля в вакууме.

По аналогии с диэлектриком можно ввести *относительную магнитную проницаемость*, определив ее следующим соотношением:

$$\mu = \frac{\mu_a}{\mu_0}. \quad (1.17)$$

В отличие от относительной диэлектрической проницаемости, которая в обычных условиях больше единицы, относительная магнитная проницаемость может быть и меньше единицы. Такие вещества называют *диамагнетиками*.

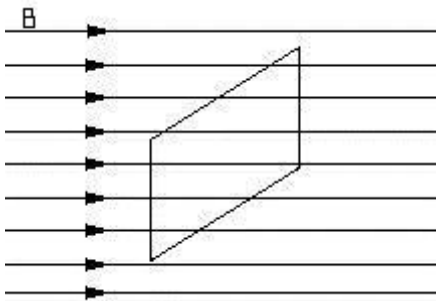
Если относительная магнитная проницаемость равна единице, это вакуум или иной **немагнитный материал**.

Если же относительная магнитная проницаемость вещества больше единицы, то оно относится к **парамагнетикам**. В особый класс выделяют **ферромагнетики**, у которых относительная магнитная проницаемость значительно больше единицы.

Соотношения (1.10) и (1.15) относятся к **материальным уравнениям электромагнитного поля**. Материальные уравнения описывают макроскопические свойства вещества, существенные при воздействии на него электромагнитного поля.

Записанные материальные уравнения являются линейными. Линейными являются многие среды, в которых решаются прикладные радиотехнические задачи. Однако существуют и **нелинейные среды**. К ним относится трансформаторное железо в сравнительно сильном магнитном поле. Из диэлектриков нелинейные свойства при обычных условиях наблюдаются у сегнетоэлектриков, к которым относится, в частности, конденсаторная керамика титанат бария.

Магнитный поток.



Магнитным потоком Φ через поверхность S называют количество линий вектора магнитной индукции B , проходящих через поверхность S .

Формула магнитного потока:

$$\Phi = BS \cos \alpha$$

здесь α - угол между направлением вектора магнитной индукции B и нормалью к поверхности S .

Из формулы магнитного потока видно, что максимальным магнитный поток будет при $\cos \alpha = 1$, а это случится, когда вектор B параллелен нормали к поверхности S . Минимальным магнитный поток будет при $\cos \alpha = 0$, это будет, когда вектор B перпендикулярен нормали к поверхности S , ведь в этом случае линии вектора B будут скользить по поверхности S , не пересекая её.

А по определению магнитного потока учитываются только те линии вектора магнитной индукции, которые пересекают данную поверхность.

Измеряется магнитный поток в веберах (вольт-секундах): $1 \text{ вб} = 1 \text{ в} \cdot \text{с}$. Кроме того, для измерения магнитного потока применяют максвелл: $1 \text{ вб} = 10^8 \text{ мкс}$. Соответственно $1 \text{ мкс} = 10^{-8} \text{ вб}$.

Магнитный поток является скалярной величиной.

ЭНЕРГИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ТОКА

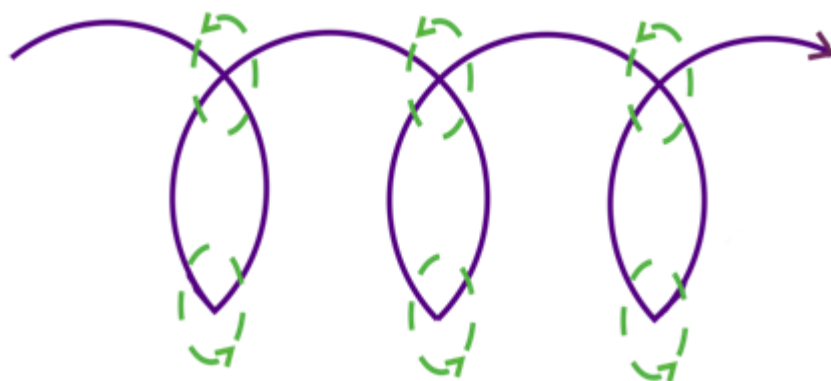
Вокруг проводника с током существует магнитное поле, которое обладает энергией. Откуда она берется? Источник тока, включенный в эл.цепь, обладает запасом энергии. В момент замыкания эл.цепи источник тока расходует часть своей энергии на преодоление действия возникающей ЭДС

самоиндукции. Эта часть энергии, называемая собственной энергией тока, и идет на образование магнитного поля. Энергия магнитного поля равна собственной энергии тока. Собственная энергия тока численно равна работе, которую должен совершить источник тока для преодоления ЭДС самоиндукции, чтобы создать ток в цепи.

$$W = \frac{L \cdot I^2}{2}$$

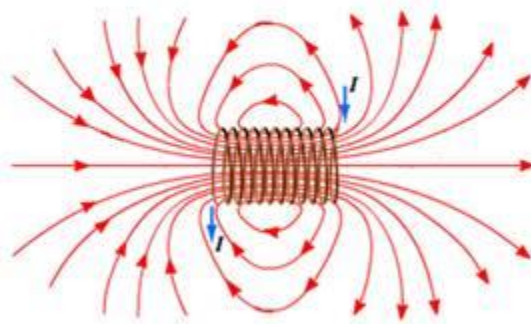
Энергия магнитного поля, созданного током, прямо пропорциональна квадрату силы тока. Куда пропадает энергия магнитного поля после прекращения тока? - выделяется (при размыкании цепи с достаточно большой силой тока возможно возникновение искры или дуги).

Соленоид — это катушка цилиндрической формы из проволоки, витки которой намотаны вплотную друг к другу в одном направлении, а длина катушки значительно больше радиуса витка. **Магнитное поле соленоида можно представить как результат сложения полей, создаваемых несколькими круговыми токами, имеющими общую ось.**

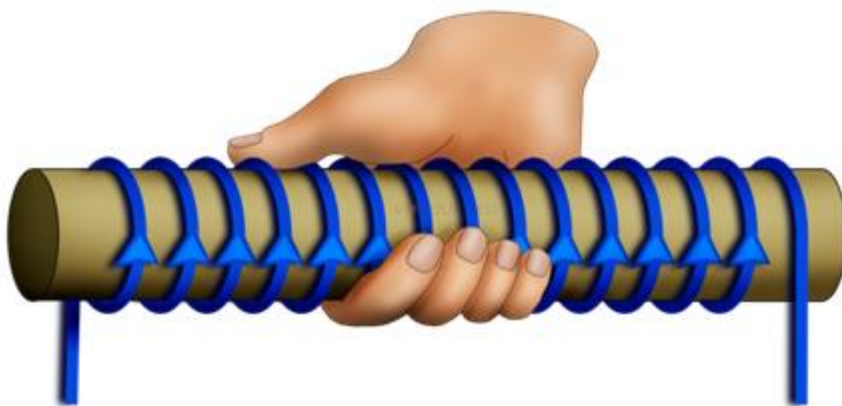


На рисунке видно, что внутри соленоида линии магнитного поля каждого отдельного витка имеют одинаковое направление, тогда как между соседними витками они имеют противоположное направление. Поэтому, при достаточно плотной намотке соленоида, противоположно направленные участки линий магнитного поля соседних витков взаимно уничтожаются, а одинаково направленные участки сольются в общую линию.

Изучение этого поля с помощью железных опилок показало, что **внутри соленоида магнитные линии поля представляют собой прямые, параллельные оси соленоида, которые расходятся на его концах и замыкаются вне соленоида.**



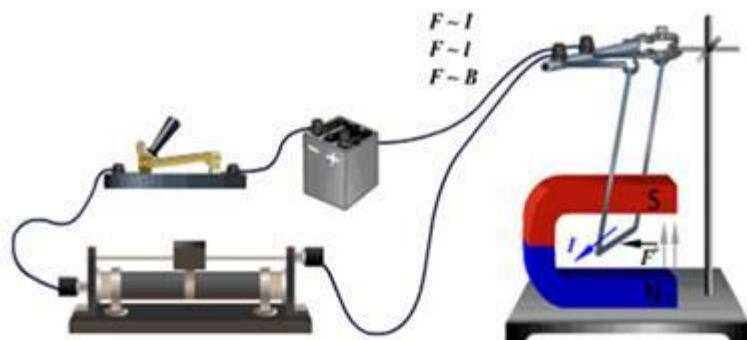
Зная направление тока в витке, полюсы соленоида можно определить с помощью **правила правой руки**: если обхватить соленоид, ладонью правой руки, направив четыре пальца по направлению тока в витках, то отставленный большой палец покажет направление линий магнитного поля внутри соленоида.



Правило правой руки можно применять и для определения направления линий магнитного поля в центре одиночного витка с током.

Из курса физики 8 класса известно, что на всякий проводник с током, помещенный в магнитное поле и не совпадающий с его магнитными линиями, это поле действует с некоторой силой.

Наличие такой силы можно показать с помощью установки. Проволочная трехсторонняя рамка ABCD подвешена на крюках так, что может свободно отклоняться от вертикали.



Страна BC находится в области наиболее сильного поля дугообразного магнита, располагаясь между его полюсами. Рамка присоединена к источнику тока последовательно с реостатом и ключом. При замыкании ключа в цепи возникает электрический ток, и страна BC втягивается в пространство между полюсами.

Если убрать магнит, то при замыкании цепи проводник BC двигаться не будет. Значит, со стороны магнитного поля на проводник с током действует некоторая сила, отклоняющая его от первоначального положения.

Таким образом, **магнитное поле создается электрическим током и обнаруживается по его действию на электрический ток.**

Если изменить направление тока в цепи, поменяв местами провода в гнездах изолирующего штатива, то, при этом, изменится и направление движения проводника, а значит, и направление действующей на него силы.

Направление силы изменится и в том случае, если, не меняя направления тока, поменять местами полюсы магнита (т. е. изменить направление линий магнитного поля).

Следовательно, **направление тока в проводнике, направление линий магнитного поля и направление силы, действующей на проводник, связаны между**

Вывод 1: Таким образом, магнитное поле создается электрическим током и обнаруживается по его действию на электрический ток. Выясним, от чего зависит направление силы, действующей на проводник с током в магнитном поле. Опыт показывает, что при изменении направления тока изменяется и направление движения проводника, а значит, и направление действующей на него силы. Направление силы изменится и в том случае, если, не меняя направления тока, поменять местами полюсы магнита (т. е. изменить направление линий магнитного поля). Следовательно, направление тока в проводнике, направление линий магнитного поля и направление силы, действующей на проводник, связаны между собой. Что же будет происходить с проводником в магнитном поле, если магнитные силовые линии с одной стороны проводника

направлены встречно, а с другой – согласно. **Студентам зарисовать искривление магнитного поля** **в** **тетради.**

Направление силы, действующей на проводник с током в магнитном поле, можно определить, пользуясь правилом левой руки. В наиболее простом случае, когда проводник расположен в плоскости, перпендикулярной линиям магнитного поля, это правило заключается в следующем: **если левую руку расположить так, чтобы линии магнитного поля входили в ладонь перпендикулярно к ней, а четыре пальца были направлены по току, то отставленный на 90° большой палец покажет направление действующей на проводник силы.**

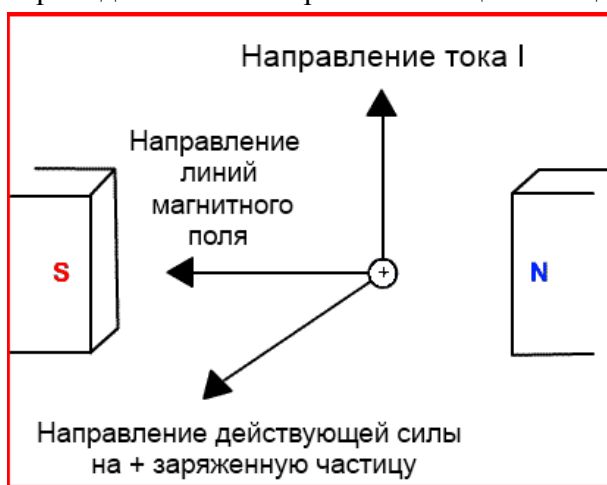
Студенты: за направление тока во внешней части электрической цепи (т.е. вне источника тока) принимается направление от положительного полюса источника тока к отрицательному.

Преподаватель: Пользуясь правилом левой руки это следует помнить. Другими словами, четыре пальца левой руки должны быть направлены против движения электронов в электрической цепи. В таких проводящих средах, как растворы электролитов, где электрический ток создается движением зарядов обоих знаков, направление тока, а значит, и направление четырех пальцев левой руки совпадает с направлением движения положительно заряженных частиц.

С помощью правила левой руки можно определить направление силы, с которой магнитное поле действует на отдельно взятую движущуюся в нем частицу, как положительно, так и отрицательно заряженную. Для наиболее простого случая, когда частица движется в плоскости, перпендикулярной магнитным линиям, это правило формулируется следующим образом: **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), то отставленный на 90° большой палец покажет направление действующей на частицу силы.**

Пользуясь правилом левой руки, можно определить не только направление силы, действующей в магнитном поле на проводник с током или движущуюся заряженную частицу. По этому правилу мы можем определить направление тока (если знаем, как направлены линии магнитного поля и действующая на проводник сила), направление магнитных линий (если известны направления тока и силы), знак заряда движущейся частицы (по направлению магнитных линий, силы и скорости движения частицы).

Сила действия магнитного поля на проводник с током или движущуюся заряженную частицу равна нулю, если направление тока в проводнике или скорость частицы совпадают с линиями



магнитного поля или параллельны им.

Величина выталкивающей силы определяется силой Ампера- это та сила, с которой магнитное поле действует на проводник, с током помещённый в это поле. Величину этой силы можно определить с помощью закона Ампера. В этом законе определяется бесконечно малая сила для бесконечно малого участка проводника. Что дает возможность применять этот закон для проводников различной формы.

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

B- индукция магнитного поля, в котором находится проводник с током

I- сила тока в проводнике

dl- бесконечно малый элемент длинны проводника с током

альфа- угол между индукцией внешнего магнитного поля и направлением тока в проводнике

Студентам: вывести з.Ампера для единичного заряда $e=1.6 \cdot 10^{-19}$ Кл $F=B \cdot n \cdot e \cdot L \cdot \sin \alpha$

Направление силы Ампера находится по правилу левой руки. Формулировка этого правила, звучит так. Когда левая рука расположена таким образом, что линии магнитной индукции внешнего поля входят в ладонь, а четыре вытянутых пальца указывают направление движения тока в проводнике, при этом отогнутый под прямым углом большой палец будет указывать направление силы, которая действует на элемент проводника.

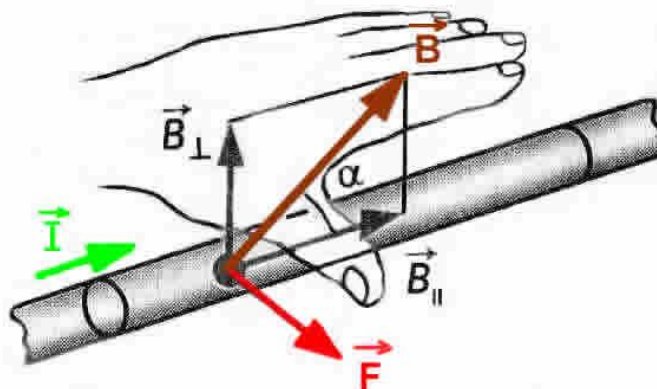


Рисунок 1 — правило левой руки

Некоторые проблемы возникают, при использовании правила левой руки, в случае если угол между индукцией поля и током маленький. Трудно определить, где должна находиться открытая ладонь. Поэтому для простоты применения этого правила, можно ладонь располагать так, чтобы в нее входил не сам вектор магнитной индукции, а его модуль.

Из закона Ампера следует, что сила Ампера будет равна нулю, если угол между линией магнитной индукции поля и током будет равен нулю. То есть проводник будет располагаться вдоль такой линии. И сила Ампера будет иметь максимально возможное значение для этой системы, если угол будут составлять 90 градусов. То есть ток будет перпендикулярен линии магнитной индукции.

С помощью закона Ампера можно найти силу, действующую в системе из двух проводников. Представим себе два бесконечно длинных проводника, которые находятся на расстоянии друг от друга. По этим проводникам протекают токи. Силу, действующую со стороны поля создаваемого проводником с током номер один на проводник номер два можно представить в виде.

$$\Delta F = \mu_0 \cdot \frac{I_2 \cdot I_1 \cdot \Delta l}{2\pi \cdot r}$$

Сила Ампера для двух параллельных проводников.

Сила, действующая со стороны проводника номер один на второй проводник, будет иметь такой же вид. При этом если токи в проводниках текут в одном направлении, то проводники будут притягиваться. Если же в противоположных, то они будут отталкиваться. Возникает некоторое замешательство, ведь токи текут в одном направлении, так как же они могут притягиваться. Ведь одноименные полюса и заряды всегда отталкивались. Или Ампер решил, что не стоит подражать остальным и придумал что то новое.

На самом деле Ампер ничего не выдумывал, так как если задуматься то поля, создаваемые параллельными проводниками, направлены встречно друг другу. И почему они притягиваются, вопроса уже не возникает. Чтобы определить, в какую сторону направлено поле создаваемое проводником, можно воспользоваться правилом правого винта.

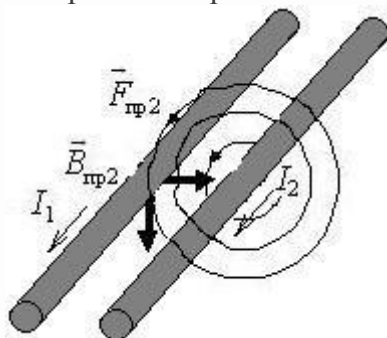
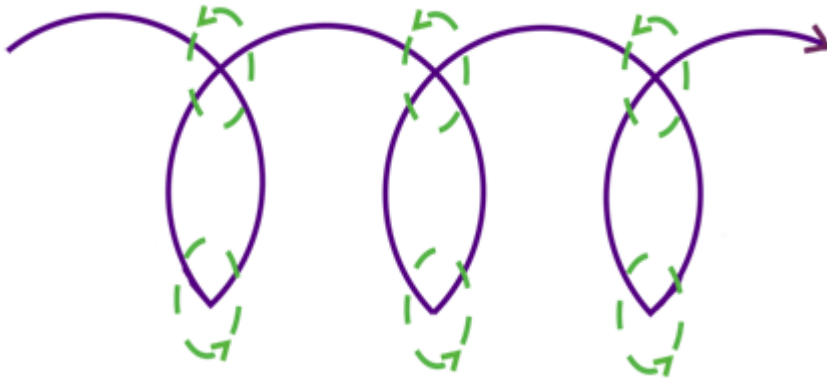


Рисунок 2 — Параллельные проводники с током

Используя параллельные проводники и выражение силы Ампера для них можно определить единицу в один Ампер. Если по бесконечно длинным параллельным проводникам, находящимся на расстоянии в один метр, текут одинаковые токи силой в один ампер, то силы взаимодействия между ними будут составлять в $2 \cdot 10^{-7}$ Ньютона, на каждый метр длины. Используя эту зависимость, можно выразить чему будет равен один Ампер.

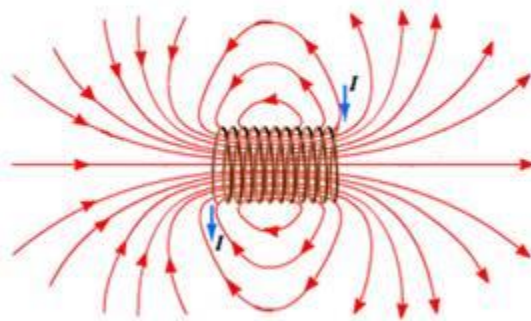
Соленоид — это катушка цилиндрической формы из проволоки, витки которой намотаны вплотную друг к другу в одном направлении, а длина катушки значительно больше радиусвитка. **Магнитное поле соленоида можно представить как результат сложения полей, создаваемых несколькими круговыми токами, имеющими общую ось.**



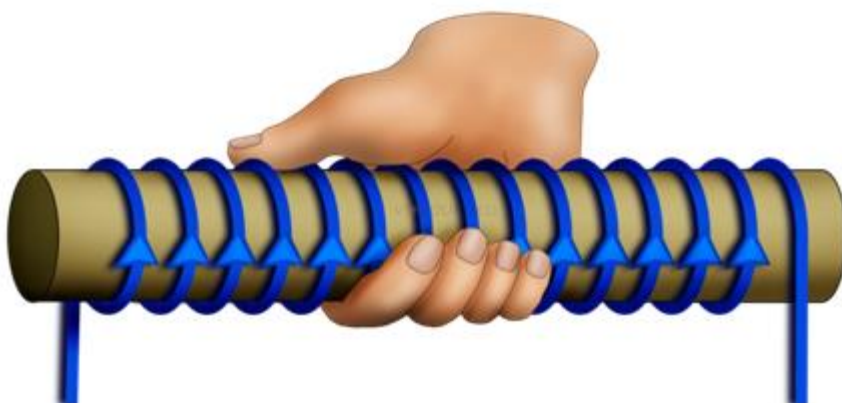


На рисунке видно, что внутри соленоида линии магнитного поля каждого отдельного витка имеют одинаковое направление, тогда как между соседними витками они имеют противоположное направление. Поэтому, при достаточно плотной намотке соленоида, противоположно направленные участки линий магнитного поля соседних витков взаимно уничтожаются, а одинаково направленные участки сольются в общую линию.

Изучение этого поля с помощью железных опилок показало, что **внутри соленоида магнитные линии поля представляют собой прямые, параллельные оси соленоида, которые расходятся на его концах и замыкаются вне соленоида.**



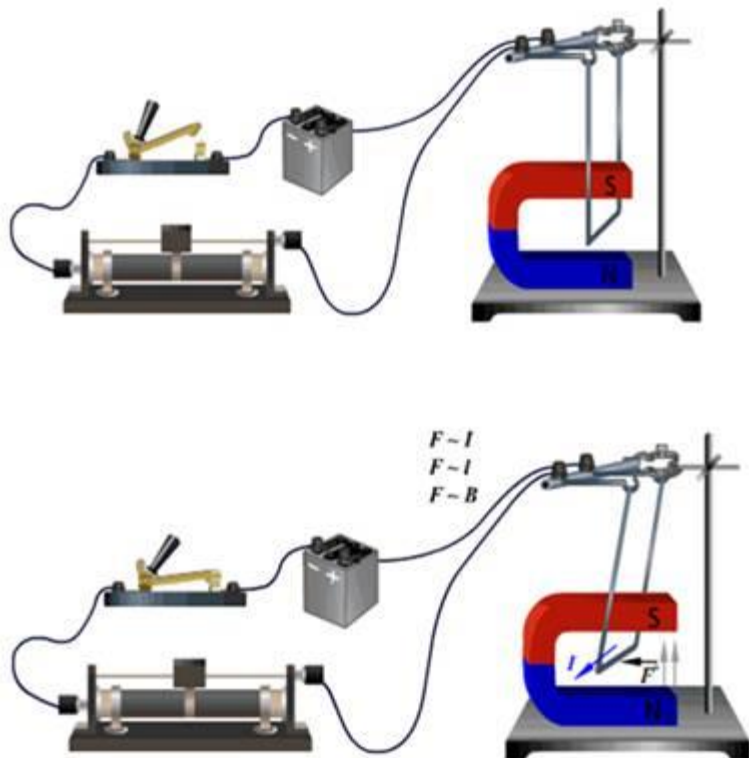
Зная направление тока в витке, полюсы соленоида можно определить с помощью **правила правой руки**: если обхватить соленоид, ладонью правой руки, направив четыре пальца по направлению тока в витках, то отставленный большой палец покажет направление линий магнитного поля внутри соленоида.



Правило правой руки можно применять и для определения направления линий магнитного поля в центре одиночного витка с током.

Из курса физики 9 класса известно, что на всякий проводник с током, помещенный в магнитное поле и не совпадающий с его магнитными линиями, это поле действует с некоторой силой.

Наличие такой силы можно показать с помощью установки. Проволочная трехсторонняя рамка ABCD подвешена на крюках так, что может свободно отклоняться от вертикали. В какую сторону отклонится рамка при замыкании цепи?



Сторона BC находится в области наиболее сильного поля дугообразного магнита, располагаясь между его полюсами. Рамка присоединена к источнику тока последовательно с реостатом и ключом. При замыкании ключа в цепи возникает электрический ток, и сторона BC втягивается в пространство между полюсами.

Если убрать магнит, то при замыкании цепи проводник BC двигаться не будет. Значит, со стороны магнитного поля на проводник с током действует некоторая сила, отклоняющая его от первоначального положения.

Таким образом, **магнитное поле создается электрическим током и обнаруживается по его действию на электрический ток.**

Если изменить направление тока в цепи, поменяв местами провода в гнездах изолирующего штатива, то, при этом, изменится и направление движения проводника, а значит, и направление действующей на него силы.

Направление силы изменится и в том случае, если, не меняя направления тока, поменять местами полюсы магнита (т. е. изменить направление линий магнитного поля).

IV. Закрепление материала. Решение задач – 40 мин.

В какую сторону отклонится рамка при замыкании цепи?

Преподаватель : Давайте проверим на опыте ваши ответы.

Решение задач А.Частоедов Контрольная карта 7.2

Контрольная карта 7.3

Номера заданий	Содержание заданий	Ответы	Числа кода	Номера консультаций	При неправильном ответе повторите	
					части	параграф
1	Кольцевая катушка с числом витков ω имеет сопротивление r . Определить напряженность поля по окружности среднего радиуса $R = 5$ см, если напряжение на зажимах катушки $U = 24$ В	300 А/м 200 А/м 150 А/м 400 А/м		416 432 447 456	1	7.5

133

Продолжение контрольной карты 7.3

Номера заданий	Содержание заданий	Ответы	Числа кода	Номера консультаций	При неправильном ответе повторите																									
					части	параграф																								
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Значения</th> <th colspan="4">Варианты</th> </tr> <tr> <th>1-й</th> <th>2-й</th> <th>3-й</th> <th>4-й</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ω, вит</td> <td>314</td> <td>157</td> <td>314</td> <td>157</td> </tr> <tr> <td>r, Ом</td> <td>129</td> <td>89</td> <td>80</td> <td>40</td> </tr> </tbody> </table>	Значения	Варианты				1-й	2-й	3-й	4-й	ω , вит	314	157	314	157	r , Ом	129	89	80	40										
Значения	Варианты																													
	1-й	2-й	3-й	4-й																										
ω , вит	314	157	314	157																										
r , Ом	129	89	80	40																										
2	По данным задания 1 определить индукцию на окружности среднего радиуса, если абсолютная проницаемость среды $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ Гн/м	$1,88 \cdot 10^{-4}$ Тл $5,02 \cdot 10^{-4}$ Тл $3,76 \cdot 10^{-4}$ Тл $2,51 \cdot 10^{-4}$ Тл		469 486 514 535	1	7.5																								
3	Определить силу взаимодействия двух параллельных проводников, если известны токи I_1 , I_2 и расстояние a . Длина их $l = 50$ м. Магнитная проницаемость $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м	$2,6 \cdot 10^{-3}$ Н $3,5 \cdot 10^{-3}$ Н $3 \cdot 10^{-3}$ Н $3,2 \cdot 10^{-3}$ Н		433 448 457 488	1	7.6																								
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Значения</th> <th colspan="4">Варианты</th> </tr> <tr> <th>1-й</th> <th>2-й</th> <th>3-й</th> <th>4-й</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I_1, А</td> <td>10</td> <td>10</td> <td>14</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>I_2, А</td> <td>12</td> <td>13</td> <td>10</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>a, см</td> <td>40</td> <td>50</td> <td>40</td> <td>50</td> </tr> </tbody> </table>	Значения	Варианты				1-й	2-й	3-й	4-й	I_1 , А	10	10	14	16	I_2 , А	12	13	10	10	a , см	40	50	40	50					
Значения	Варианты																													
	1-й	2-й	3-й	4-й																										
I_1 , А	10	10	14	16																										
I_2 , А	12	13	10	10																										
a , см	40	50	40	50																										
4	Ток $I_1 = I_2 = I_3$ (рис. 7.24) и расстояние $a_{12} = a_{23}$. Напишите формулу силы, действующей на первый проводник	$F_1 = \mu_0 \frac{I_1 I_2}{2\pi a_{12}} l$ $F_1 = \mu_0 \left(\frac{I_1 I_2}{2\pi a_{12}} - \frac{I_1 I_3}{2\pi a_{13}} \right) l$ $F_1 = \mu_0 \left(\frac{I_1 I_2}{2\pi a_{12}} + \frac{I_1 I_3}{2\pi a_{13}} \right) l$		487 516 536	1,2	7.6																								

134

Преподаватель : Сегодня на уроке мы изучили, как обнаружить магнитное поле по его действию на электрический ток. Определили параметры магнитного поля. Рассмотрели правило левой руки.

V. Домашнее задание: § 7.1-6, задачи № 7.2-5

Вопросы на следующий урок.

<p>1.Магнитное поле порождается _____</p> <p>2.Магнитное поле создается _____ заряженными частицами</p> <p>3. За направление магнитной линии в какой-либо ее точке условно принимают направление, которое указывает _____ полюс магнитной стрелки, помещенной в эту точку</p> <p>4.Магнитные линии выходят из _____ полюса магнита и входят в _____</p> <p>5. Как взаимодействуют два провода троллейбусной линии: притягиваются или отталкиваются?</p>	<p>1.Магнитное поле порождается _____</p> <p>2.Магнитное поле создается _____ заряженными частицами</p> <p>3. За направление магнитной линии в какой-либо ее точке условно принимают направление, которое указывает _____ полюс магнитной стрелки, помещенной в эту точку</p> <p>4.Магнитные линии выходят из _____ полюса магнита и входят в _____</p> <p>5. Как взаимодействуют два провода троллейбусной линии: притягиваются или отталкиваются?</p>
<p>1.Магнитное поле порождается _____</p> <p>2.Магнитное поле создается _____ заряженными частицами</p> <p>3. За направление магнитной линии в какой-либо ее точке условно принимают направление, которое указывает _____ полюс магнитной стрелки, помещенной в эту точку</p> <p>4.Магнитные линии выходят из _____ полюса магнита и входят в _____</p> <p>5. Как взаимодействуют два провода троллейбусной линии: притягиваются или отталкиваются?</p>	<p>1.Магнитное поле порождается _____</p> <p>2.Магнитное поле создается _____ заряженными частицами</p> <p>3. За направление магнитной линии в какой-либо ее точке условно принимают направление, которое указывает _____ полюс магнитной стрелки, помещенной в эту точку</p> <p>4.Магнитные линии выходят из _____ полюса магнита и входят в _____</p> <p>5. Как взаимодействуют два провода троллейбусной линии: притягиваются или отталкиваются?</p>