***Занятие (комбинированный урок) по дисциплине ПУД.02 Физика***

***по теме: «Магнитное поле»***

**Тема: Магнитные взаимодействия. Магнитное поле и его характеристики. Силовые линии магнитного поля. Закон Ампера.**

**Цель урока: сформировать представление о магнитном поле как виде материи; расширить знания учащихся о магнитных взаимодействиях.**

**Задачи урока.**

**Образовательные:**

**Создать условия для знакомства учащихся с магнитными явлениями, магнитными взаимодействиями; сформировать представление о магнитном поле как виде материи;**

**Воспитательные:**

**воспитывать коммуникабельность, дисциплинированность, внимательность;**

**Развивающие:**

**расширить знания учащихся о магнитных взаимодействиях, развивать умения обобщать, сравнивать, использовать полученные знания при решении задач.**

**Оборудование:**

**Электронный учебник «Физика в картинках» (Магнитное поле прямого тока, параллельных токов, соленоида, тороида, катушки);**

**Интерактивная доска;**

**Презентации РР «Магнитное поле Земли», «Магнитные взаимодействия»;**

**Видеоролики «Опыт Эрстеда», «Гипотеза Ампера»;**

**Магнитная стрелка, полосовые, дугообразные магниты.**

**Тип урока: введение новых знаний.**

**Форма работы: индивидуальная, парная, групповая.**

**Приемы технологии критического мышления: бортовой журнал, круги по воде, таблица «Что? Где? Когда? Почему?».**

**Ход урока**

***Вводно-мотивационный этап. Время: 3 мин.***

**Задание: Угадайте о каком предмете идет речь?**

**Приоритет на его изобретение оспаривают Испания, Италия, Португалия, Франция, а также арабские страны;**

**Есть сведения, что этот предмет в виде статуэтки императора с вытянутой рукой помог китайским войскам совершить маневр в тумане и выиграть битву еще в 27 веке до н.э.;**

**Первое письменное упоминание об его использовании в мореплавании относится к 11 веку.**

**Ответ: компас.**

**О каких явлениях мы будем говорить? - о магнитных.**

***Просмотр презентации «Магнитное поле Земли». Время: 10 мин***

**ИМД (Индивидуально-мыслительная деятельность).**

**Бортовой журнал – прием обучающего письма, (учащиеся записывают свои мысли).**

**Задание: Заполните свой «дневник исследователя». Время: 5 мин.**

|  |  |
| --- | --- |
| **Что мне известно по данной теме?**  | **Что нового я узнал из презентации, текста?**  |
|  |  |

**Дети заполняют левую колонку. При работе с различными источниками информации, во время пауз и остановок, учащиеся заполняют правую колонку «дневника исследователя», исходя из полученной информации и своих знаний, опыта.**

**Учащиеся по желанию зачитывают свой бортовой журнал. Время: 3 мин.**

***Операционально-деятельностный этап. Время: 20 мин.***

**Работа с учебником**

**Задание: Прочитав текст § 12-15, составьте в тетради таблицу вопросов по нему, так чтобы вопрос начинался с указанного слова. Время: 15 мин.**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Что?** | **Кто?** | **Где?** | **Когда?** | **Почему?** | **Зачем?** |
|  |  |  |  |  |  |

**А) Магнитное взаимодействие**

**Взаимное отталкивание одноименных и притяжение разноименных полюсов магнита похоже на взаимодействие электрических зарядов. Но попытки установить связь между этими явлениями длительное время не давали результатов.**

****

**В 1820 году Х. Эрстед (датский физик) заметил, как магнитная стрелка поворачивается при включении и отключении электрического тока в цепи. В этом же году А. Ампер (французский физик) обнаружил, как два параллельных проводника с током отталкиваются при прохождении по ним токов противоположных направлений и притягиваются, если токи имеют одинаковое направление. На основании опытов Ампер сделал вывод, что никаких магнитных зарядов в природе нет, взаимодействуют движущиеся электрические заряды.**

**Б) Магнитное поле и его свойства**

**Особая форма материи, через которую осуществляется взаимодействие между движущимися электрически заряженными частицами – магнитное поле. – Существует МП около проводников с током и порождается током.**

**- МП пронизывает различные среды.**

**- МП не имеет границ**

**- МП имеет два полюса: N – северный и S – южный**

**- МП оказывает на рамку с током ориентирующее действие.**

**- Изображается графически МП с помощью силовых линий.**

**В) Создается МП не только электрическим током, но и постоянными магнитами.**

**Вывод: движущиеся заряды (электрический ток) создают МП; по действию на электрический ток МП и обнаруживается.**

**Г) Вектор магнитной индукции – это величина, количественно характеризующая МП.**

**Направление магнитного поля устанавливают с помощью вектора магнитной индукции.**

**Вектор магнитной индукции направлен от южного полюса S к северному полюсу N, и устанавливается с помощью правила буравчика (штопора, правого винта):**

** **

**Если направление поступательного движения буравчика указывает движение тока в проводнике, то вращательное движение рукоятки буравчика покажет направление линий магнитной индукции. Графически МП изображают с помощью линий магнитной индукции. Линиями магнитной индукции называют линии, касательные к которым направлены так же, как и вектор В в данной точке поля**

**. **

**Линии магнитной индукции не имеют ни начала, ни конца и являются замкнутыми линиями.**

**Если поле образовано такими линиями, то поле считается вихревым. Значит МП – вихревое.**

**Просмотр видеороликов «Опыт Эрстеда» (2 мин.40 сек), «Гипотеза Ампера» (3 мин. 50 сек.);**

**Выступление групп по составленным вопросам. Время: 5 мин.**

***Закрепление изученного материала.***

***Прием «Круги по воде». Работа в парах. Время: 5 мин.***

**Задание: каждая пара выбирает себе опорное слово. Например «Магнитное поле», «Феррмагнентики», «Магнитная индукция» и др. Оно записывается в столбик и на каждую букву подбираются существительные (глаголы, прилагательные, устойчивые словосочетания) к изучаемой теме. По сути, это небольшое исследование, которое может начаться в классе и иметь продолжение дома.**

**Дополнительное задание (кто раньше выполнил предыдущее).**

**1. Электрический ток в прямолинейном проводнике направлен перпендикулярно плоскости доски (листа тетради) и входит в него сверху. Как направлены линии магнитной индукции?**

**2. На рисунке показано направление линий магнитной индукции. Определить направление тока в проводнике.**

***Просмотр презентации «Магнитное поле» (5 мин), в конце тест (7 заданий).***

***Приложение 2. Время: 7 мин***

**Самопроверка.**

**Критерии оценивания:**

**7 баллов - «5»**

**5-6 бб - «4»**

**3-4 бб - «3»**

**Рефлексивно-оценочный этап. Время: 3 мин.**

 **Можно предложить следующие вопросы для обсуждения:**

**1. Появились ли у вас новые знания, умения в процессе работы ?**

**2. Что в работе было наиболее интересным?**

**3. Каковы были основные трудности и как вы их преодолевали?**

**4. Какие можете сделать себе замечания и предложения на будущее?**

**Домашнее задание: § 12-15, упр. 7 ( 1-6).**

*Приложение 1*

**Опыт Эрстеда**

***Опыт Эрстеда*** — классический опыт, проведённый в 1820 году Эрстедом и являющийся первым экспериментальным доказательством воздействия электрических токов на магниты.

***Суть опыта***

Ганс Христиан Эрстед помещал над магнитной стрелкой прямолинейный металлический проводник, направленный параллельно стрелке. При пропускании через проводник электрического тока стрелка поворачивалась почти перпендикулярно проводнику. При изменении направления тока стрелка разворачивалась на 180°. Аналогичный разворот наблюдался, если провод переносился на другую сторону, располагаясь не над, а под стрелкой.

Принято считать, что это открытие было совершенно случайно: профессор Эрстед демонстрировал студентам опыт по тепловому воздействию электрического тока, при этом на экспериментальном столе находилась также и магнитная стрелка. Один из студентов обратил внимание профессора на то, что в момент замыкания электрической цепи стрелка немного отклонялась. Позднее Эрстед повторил опыт с более мощными батареями, усилив тем самым эффект. При этом сам он в своих поздних работах опровергал случайный характер открытия: «Все присутствующие в аудитории — свидетели того, что я заранее объявил о результате эксперимента. Открытие, таким образом, не было случайностью…»

***Объяснение опыта***

Согласно современным представлениям, при протекании через прямолинейный проводник электрического тока в пространстве вокруг него возникает магнитное поле, силовые линии которого представляют собой окружности с центром на оси проводника. При этом величина магнитного поля пропорциональна силе тока, текущего в проводнике, и обратно пропорциональна расстоянию до проводника



где *B* — модуль вектора индукции магнитного поля,

*i* — сила тока,

*r* — расстояние от точки наблюдения до проводника,

*c* — скорость света (здесь использована запись в гауссовой системе единиц).

При помещении в магнитное поле вещества, имеющего ненулевой магнитный момент (магнита), на него начинает действовать момент силы Лоренца, пропорциональный индукции магнитного поля и величине магнитного момента, а также синусу угла между их векторами



где *M* — модуль вектора момента сил, действующих на магнитный момент,

*pm* — величина магнитного момента,

α — угол между векторами $\vec{B} и \vec{p\_{m}}$.

Момент сил стремится выстроить магнитную стрелку параллельно направлению вектора магнитной индукции, то есть перпендикулярно проводнику с током. Этот эффект тем сильнее, чем выше сила тока в проводнике и чем больше сила магнита. На практике действию магнитной силы противостоят силы трения в точке крепления магнитной стрелке, поэтому эффект может быть слабо выражен.

**Роль опыта в истории физики**

Описанный 21 июля 1820 года в краткой статье *«Experimenta circa effectum conflictus electrici in acum magneticam»* опыт стал первым экспериментальным доказательством взаимосвязи электрических и магнитных явлений.

**Опыты Ампера. Магнитное взаимодействие токов.**

**Дата:** 1820.

**Методы:**качественное и количественное исследование.

**Прямота эксперимента:** прямое наблюдение, соотнесение с известными свойствами постоянных магнитов.

**Искусственность изучаемых условий:**естественные, упрощенные до модельных.

**Исследуемые фундаментальные принципы:**законы магнитостатики, молекулярно-токовое происхождение ферромагнетизма.

Андре-Мари Ампер (1775–1836) задался вопросом, естественно вытекавшим из исследований Х.К. Эрстеда: если проводник с током отклоняет магнитную стрелку, т.е. ведет себя как магнит, то будет ли он отклонять другой проводник с током? Действительно, магнитная стрелка тоже есть не что иное, как легкий магнит, и ее роль мог бы выполнять легкий и подвижный проводник с током. Между прочим, многие его современники сочли такое обобщение очевидным, когда Ампер заявил о своем открытии — однако, например, железный ключ тоже вызывает отклонение магнитной стрелки, но два таких ключа не притягиваются друг к другу.

Ампер поставил цель найти количественное выражение для силы взаимодействия  *элементов тока*. Элементом тока называется малый кусочек  контура из тонкого провода, по которому течет ток . В отличие от всего контура, элемент тока не обладает замкнутостью, однако Ампер предполагал, что взаимодействие проводников с током произвольной формы складывается из попарных взаимодействий элементов тока, из которых они состоят. Такой же взгляд на это взаимодействие принят и сейчас.

Подвижный контур *abcd*, которым в своих опытах Ампер заменил магнитную стрелку Эрстеда, изображен на рисунке справа. Он подвешен на контактах *x* и *y* на металлических кронштейнах, к которым подводится ток, и при этом может свободно вращаться относительно вертикальной оси.

Изучая взаимодействие токов с постоянными магнитами и друг с другом, Ампер пришел к следующим выводам:

* 1. взаимодействие токов существует только при замкнутых цепях, т.е. когда по обоим контурам течет ток;
	2. параллельные проводники притягиваются, если токи в них текут в одну сторону, и отталкиваются, если в противоположные (это, в некотором смысле слова, противоположно электростатическому притяжению разноименных и отталкиванию одноименных зарядов);
	3. сила взаимодействия двух *длинных* параллельных проводников с током пропорциональна силам тока в них и обратно пропорциональна расстоянию между ними;
	4. сила магнитного взаимодействия не отличается в воздухе и в пустоте, в то время как сила кулоновского взаимодействия отличается в этих двух случаях.

В том, что сила притяжения длинных параллельных проводников с током обратно пропорциональна расстоянию между ними, Ампер убедился экспериментально с помощью установки, изображенной на рисунке справа. Это, весы, состоящие из неподвижного линейного контура *AB* с током (см. рис.) и контура *CDEF*, который может вращаться относительно горизонтальной оси *CF.* Сила магнитостатического взаимодействия контуров практически полностью определяется взаимодействием линейных проводников *AB* и *DE*, поскольку расстояние между ними очень мало. Сила Ампера уравновешивается противовесом *W*, укрепленным на кронштейне *X*; кроме того, железная пластинка *P* на другом конце этого кронштейна фиксирована между двумя постоянными магнитами *M*. Если вначале, при отключенном токе, уравновесить подвижный контур в положении, в котором его часть *DE* будет находиться чуть выше *AB* (как и показано на рисунке), то после включения тока в нужном направлении сила Ампера будет стремиться притянуть проводники друг к другу. Теперь по углу отклонения подвижного контура, определяемому при помощи зеркальца *M*, можно вычислить величину силы Ампера.

С помощью данного прибора Ампер получил свою формулу для силы взаимодействия контуров в виде:



где  — токи, текущие в проводниках, а  — расстояние между ними. Ток Ампер измерял также с помощью созданного им примитивного прибора, который представлял из себя компас, на который был намотан провод с током. Протекание тока по проводу вызывало отклонение стрелки от положения «север-юг».

Результаты, полученные Ампером в отношении силы взаимодействия элементов тока, вызвали жаркие дискуссии, поскольку предложенное выражение описывало *нецентральное* взаимодействие, не подчиняющееся, кроме прочего, еще и третьему закону Ньютона. Действительно, сила , действующая со стороны элемента тока  на элемент тока , по закону Ампера равна двойному векторному произведению вида



и только первое слагаемое в фигурных скобках является центральной силой и меняет знак при замене первого заряда на второй и наоборот (тогда соединяющий заряды вектор ). Впоследствии, конечно, физики убедились в том, что для замкнутых контуров (а не элементов тока) третий закон Ньютона соблюдается.

Тем не менее, фактически, Ампер открыл первый релятивистский эффект в электродинамике. Действительно, сила взаимодействия токов имеет порядок  по сравнению с силой кулоновского взаимодействия зарядов, поскольку произведение токов выражается через произведение зарядов как



т.е. при малых скоростях зарядов  является величиной второго порядка малости. Наблюдаемым эффект делает лишь тот факт, что в проводнике находится макроскопическое (порядка  в ) число свободных носителей заряда, участвующих в текущем в нем токе. И хотя эти заряды и дрейфуют со скоростями не более нескольких миллиметров в секунду, их попарное (!) взаимодействие приводит в сумме к вполне ощутимой силе Ампера. Магнитное взаимодействие отдельных электронов при таких скоростях их движения ненаблюдаемо.

Наконец, необходимо отметить, что исследования привели Ампера к гипотезе о токовой природе постоянных магнитов: в таком магните текут элементарные, молекулярные вихревые токи; он как бы состоит из маленьких контуров с током, и поэтому обладает способностью притягивать опилки, как электромагнит (см. рис.). Это предположение было прорывом во времена Ампера, более того, оно в принципе близко к современному пониманию природы магнетизма. Молекулярные токи Ампера можно ассоциировать с электронами, вращающимися по эллиптическим орбитам атомов. Исследования XX века, однако, показали, что характерный для железа ферромагнетизм (в отличие от диа- и парамагнетизма) имеет место благодаря упорядочению [спинов](http://novmysl.finam.ru/QuantumTheory/EinsteinDeHaas.html) электронов, а не плоскостей их орбит. Тем не менее, гипотеза Ампера сохраняет свою важность, хотя бы потому, что почти все другие ученые его времени, включая Био и Лапласа, придерживались противоположной точки зрения: проводник при прохождении через него тока становится магнитом, а не магнит есть совокупность контуров с током.

Важность открытий Ампера также отмечена в определении единицы измерения силы тока, названной в его честь:

*«1Ампер — это сила неизменяющегося тока, который при прохождении по двум параллельным проводникам бесконечной длины и ничтожно малой площади поперечного сечения, расположенным в вакууме на расстоянии 1м один от другого, вызвал бы на каждом участке проводника длиной 1м силу взаимодействия, равную  ».*

*Приложение 2*

**Контрольный тест «Магнитное поле»**

*1.Источником магнитного поля являются (является)...*

1) движущиеся электрические заряды;

2) заряженный теннисный шарик;

3) полосовой магнит.

*2.Обнаружить магнитное поле можно по...*

А) по действию на любой проводник;

Б) действию на проводник, по которому течет электрический ток;

В) заряженный теннисный шарик, подвешенный на тонкой нерастяжимой нити;

Г) на движущиеся электрические заряды.

 1) А и Б, 2) А и В, 3) Б и В, 4) Б и Г.

*3.Закончить фразу: «Если электрический заряд неподвижен, то вокруг него существует...*

1) магнитное поле,

2) электрическое поле,

3) электрическое и магнитное поле.

*4. Закончить фразу: «Если электрический заряд движется, то вокруг него существует...*

1) магнитное поле,

2) электрическое поле,

3) электрическое и магнитное поле.

5.Закончить фразу: «Вокруг проводника с током существует...

1) магнитное поле,

2) электрическое поле,

3) электрическое и магнитное поле.

*6. Какие силы проявляются во взаимодействии двух проводников с током?*

1) силы магнитного поля,

2) силы электрического поля,

3) силы гравитационного поля.

*7. Какие утверждения являются верными?*

А) В природе существуют электрические заряды.

Б) В природе существуют магнитные заряды.

В) В природе не существует электрических зарядов.

Г) В природе не существует магнитных зарядов.

1) А и Б, 2) А и В, 3) А и Г, 4) Б, В и Г.