Электромагнитная индукция

**2013**

Меклеш Г.Б. учитель физики

Заполосная ООШ



**Явление электромагнитной индукции.**

**Цели урока:**

1. **Изучить материал учебника по данной теме.**
2. **Усвоить понятия: индукционный ток, электромагнитная индукция, эдс, магнитный поток.**
3. **Уяснить физическую природу электромагнитной индукции.**
4. **Научиться выполнять опыты по получению индукционного тока.**
5. **Приобрести навыки решения задач на правило правой руки.**
6. **Видеть применение электромагнитной индукции в технике.**
7. **Объяснить устройство и принцип действия простых электромагнитных устройств.**
8. **Проверить полученные знания через тестирование.**
9. **Сделать анализ своей работы на уроке.**

**Приборы и материалы**: гальванометр, катушка с сердечником, магнит, соединительные провода, тесты по теме « Электромагнитная индукция.» ,модель телеграфа, модель трансформатора, плакат генератора электрического тока, схема громкоговорителя, учебник.

**План урока:**  
1) Опыты : получение индукционного тока.

Движение магнита относительно катушки ( и наоборот)

Движение катушки с током относительно другой катушки.

Изменение тока в первичной катушке( размыкание, замыкание цепи)

2) Разбор по картинкам вращения рамки с током в однородном и неоднородном магнитных полях.

3) Понятия индукционного тока, эдс, электромагнитной индукции.

4) Природа эдс.

5) Способы получения индукционного тока.

6) Понятие электромагнитной индукции.

7) Определение магнитного потока.

8) Нахождение направления индукционного тока.( по правилу правой руки)

9) Решение задач на правило правой руки.

10) Доклад « Открытие электромагнитной индукции.»

11) Тесты по теме «Электромагнитная индукция.»

12) Доклад « Применение электромагнитной индукции.»

13) Рефлексия учебной деятельности.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Рис. 2. | Электромагнитная индукция. Явление электромагнитной индукции обнаружено в 1831 г. Фарадеем. Оно выражает взаимосвязь электрических и магнитных явлений.  Рассмотрим некоторые экспериментальные факты:   |  |  | | --- | --- | | bullet | **постоянный магнит вставляют в катушку, замкнутую на гальванометр, или вынимают из нее.** При движении магнита в контуре возникает электрический ток (см. рис. 2). |   http://e-science.ru/img/images/theory/electrodyn/farady1.jpg  *Аналогичный результат будет иметь место в случае перемещения электромагнита, по которому пропускают постоянный ток, относительно первичной катушки или при изменении тока в неподвижной вторичной катушке.*  *http://e-science.ru/img/images/theory/electrodyn/magnetizm/m12.jpghttp://e-science.ru/img/images/theory/electrodyn/magnetizm/m13.jpgРис. 3.* |
| Рис. 3. | |  |  | | --- | --- | |  | **рамку, замкнутую на гальванометр, помещают в однородное магнитное поле и вращают.** В рамке возникает электрический ток. Если же рамка движется поступательно, не пересекая силовых линий, то ток в ней не возникает (см. рис. 3). | | bullet | **,**  **рамка движется  в неоднородном магнитном поле.** Число линий индукции, пересекающих рамку, изменяется. В рамке возникает электрический ток (см.  рис. 4). | |
| http://e-science.ru/img/images/theory/electrodyn/magnetizm/t4r4.gif  Рис. 4. | Ток, возникающий в контуре при изменении магнитного потока, называют индукционным током.  Направление индукционного тока в контуре определяется правилом Ленца:  ***Индукционный ток направлен так, чтобы своим магнитным полем противодействовать изменению магнитного потока, которым он вызван.***  **Явление электромагнитной индукции**  - возникновение электрического тока в замкнутом проводящем контуре, который либо покоится в переменном во времени магнитном поле, либо движется в постоянном магнитном поле так, что число линий магнитной индукции, пронизывающих контур, меняется. Чем быстрее меняется число линий магнитной индукции, тем больше индукционный ток.,  ,  Природа ЭДС индукции заключается в возникновении **вихревого электрического поля** в любой области пространства, где существует переменное магнитное поле.  Закон электромагнитной индукции формулируется следующим образом:  ***ЭДС индукции в замкнутом контуре равна скорости изменения магнитного потока, пронизывающего контур*,**, |

,,

**Явление электромагнитной индукции.**

Ток, возникающий в контуре при изменении магнитного потока, называют **индукционным током.**

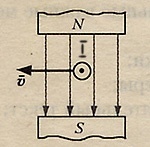
***Явление электромагнитной индукции***  
  
- возникновение электрического тока в замкнутом проводящем контуре при изменении магнитного потока , пронизывающего контур.

|  |  |
| --- | --- |
| **Способы получения индукционного тока** | **Индукционный ток зависит** |
| **http://class-fizika.narod.ru/10_11_class/10_magn/40.jpg........... http://class-fizika.narod.ru/10_11_class/10_magn/35.jpg**  1.перемещение магнита и катушки относительно друг друга;  2. перемещение одной катушки относительно другой;  3. изменение силы тока в одной из катушек; 4. замыкание и размыкание цепи;  5. перемещение сердечника,  6.вращение контура в магнитном поле или  вращение магнита относительно контура. | 1. **От скорости движения магнита, катушки, сердечника относительно другой катушки.** 2. **От направления движения катушки, сердечника, магнита.** 3. **От величины изменения силы тока в цепи.** 4. **От количества витков в катушке.** |
| **1) Почему в опытах Фарадея так долго не был обнаружен индукционный ток?**  **2)В чём суть явления электромагнитной индукции?** | |
| **3)Как повлияет на результаты опытов увеличение числа витков в катушках?**  **4)Как будет изменяться сила индукционного тока, если скорость вращения контура увеличится?** | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| |  |  | | --- | --- | | .    **МАГНИТНЫЙ ПОТОК  ( или поток магнитной индукции)**  Магнитным потоком через поверхность площадью S называют величину, равную произведению модуля вектора магнитной индукции В на площадь S и косинус угла между векторами В и n.  . Нормаль **n** к плоскости контура составляет угол с направлением вектора магнитной индукции **В** (см. рис. 1).  http://class-fizika.narod.ru/10_11_class/10_magn/7.jpg  Магнитный поток пропрционален числу линий магнитной индукции, пронизывающих поверхность площадью S.  http://class-fizika.narod.ru/10_11_class/10_magn/9.jpg  Магнитный поток характеризует распределение магнитного поля по поверхности , ограниченной контуром.  http://class-fizika.narod.ru/10_11_class/10_magn/8.jpg  Магнитный поток в 1Вб создается однородным магнитным полем с индукцией 1Тл через поверхность площадью 1м2, расположенной перпендикулярно вектору магнитной индукции.  .  http://class-fizika.narod.ru/index/1.jpg | http://class-fizika.narod.ru/index/space.gif | |

**НАПРАВЛЕНИЕ ИНДУКЦИОННОГО ТОКА**

**Прямолинейный проводник**

****

Направление индукционного тока определяется по правилу правой руки:

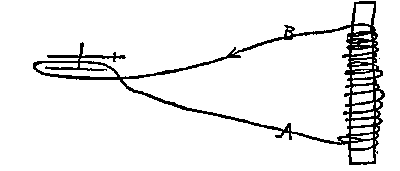
Если поставить правую руку так, чтобы вектор магнитной индукции входил в ладонь, отставленный на 90 градусов большой палец указывал направление вектора скорости, то выпрямленные 4 пальца покажут направление индукционного тока в проводнике,,

Открытие электромагнитной индукции

Фарадей, будучи еще молодым ученым, так же как и Эрстед, думал, что все силы природы связаны между собой и, более того, что они способны превращаться друг в друга. Интересно, что эту мысль Фарадей высказывал еще до установления закона сохранения и превращения энергии. Фарадей знал об открытии Ампера, о том, что он, говоря образным языком, превратил злектричество в магнетизм. Раздумывая над этим открытием, Фарадей пришел к мысли, что если “электричество создает магнетизм” , то и наоборот, “магнетизм должен создавать электричество”. И вот еще в 1823 г. он записал в своем дневнике: “Обратить магнетизм в электричество”. В течение восьми лет Фарадей работал над решением поставленной задачи. Долгое время его преследовали неудачи . . Говорят, он постоянно носил в жилетном кармане магнит, который должен был напоминать ему о поставленной задаче. Через десять лет в результате упорного труда и веры в успех задача была решена. Им было сделано открытие, лежащее в основе устройства всех генераторов электростанций мира, превращающих механическую энергию в энергию электрического тока. Другие источники: гальванические элементы, аккумуляторы, термо- и фотоэлементы дают ничтожную долю вырабатываемой энергии.

Электрический ток, рассуждал Фарадей, способен намагнитить кусок железа. Для этого достаточно положить кусок внутрь катушки. Не может ли магнит в свою очередь вызвать появление электрического тока или изменить его величину? Долгое время ничего обнаружить не удавалось.

Какого рода случайности могли помешать открытию, показывает следующий любопытный факт. Почти одновременно с Фарадеем швейцарский физик Колладон также пытался получить электрический ток с помощью магнита. При работе он пользовался гальванометром, легкая магнитная стрелка которого помещалась внутри катушки прибора. Чтобы магнит не оказывал непосредственного влияния на стрелку, концы катушки, в которую Колладон вдвигал магнит, надеясь получить в ней ток, были выведены в соседнюю комнату и там присоединены к гальванометру. Вдвинув магнит в катушку, Колладон шел в эту комнату и с огорчением убеждался, что гальванометр показывает нуль. Стоило бы ему все время наблюдать за гальванометром и попросить кого-нибудь заняться магнитом, замечательное открытие было бы сделано. Но этого не случилось. Покоящийся относительно катушки магнит мог лежать преспокойно внутри нее сотни лет, не вызывая в катушке тока.



С подобного рода случайностями сталкивался и Фарадей, потому что он неоднократно пытался получить электрический ток при помощи магнита и при помощи тока в другом проводнике, но безуспешно.

Открытие электромагнитной индукции, как назвал сам Фарадей это явление (по-русски слово «индукция» означает наведение), было сделано 29 августа  **В 1831 году англичанином Майклом Фарадеем было открыто явление электромагнитной индукции. Его опыт, в котором ток в одном проводнике появлялся благодаря другому, без прямого контакта между ними, некоторыми людьми воспринимался как цирковой фокус, а некоторыми как откровенное шарлатанство.**

Вот краткое описание первого опыта: «На широкую деревянную катушку была намотана медная проволока длиной в 203 фута, и между витками ее намотана проволока такой же длины, но изолированная от первой хлопчатобумажной нитью, Одна из этих спиралей была соединена с гальванометром, а другая с сильной батареей, состоящей из 100 пар пластин... При замыкании цепи удавалось заметить внезапное, но чрезвычайно слабое действие на гальванометре, и то же самое замечалось при прекращении тока. При непрерывном же прохождении тока через одну из спиралей не удавалось отметить ни действия на гальванометр, ни вообще какого-либо индукционного действия на другую спираль, несмотря на то, что нагревание всей спирали, соединенной с батареей, и яркость искры, проскакивающей между углями, свидетельствовали о мощности батареи» (М. Фарадей, «Экспериментальные исследования по электричеству», I серия).

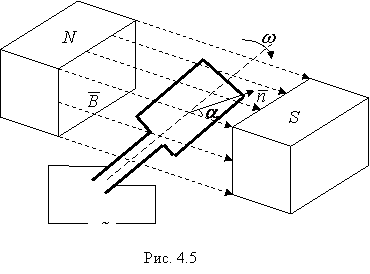
**1** [2](http://www.p-energy.ru/node/171?page=0p1) Во-первых, Фарадей обнаружил явление электромагнитной индукции для случая, когда катушки намотаны на один и тот же барабан. Если в одной катушке возникает или пропадает электрический ток в результате подключения к ней или отключения от нее гальванической батареи, то в другой катушке в этот момент возникает кратковременный ток. Этот ток обнаруживается гальванометром, который присоединен ко второй катушке.

Затем Фарадей установил также наличие индукционного тока в катушке, когда к ней приближали или удаляли от нее катушку, в которой протекал электрический ток.

Наконец, третий случай электромагнитной индукции, который обнаружил Фарадей, заключался в том, что в катушке появлялся ток, когда в нее вносили или же удаляли из нее магнит.

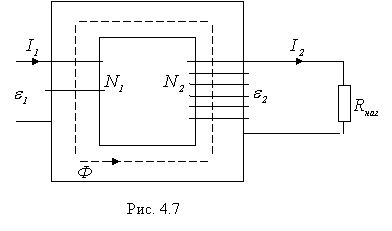
|  |
| --- |
| В течение одного месяца Фарадей экспериментально открыл все существенные особенности явления. «Его могучий ум обошел широкое поле и едва ли оставил для сбора последователям хотя бы крохи фактов»,— писал друг Фарадея Тиндаль. Оставалось только придать закону строгую количественную форму и полностью вскрыть физическую природу явления. Уже сам Фарадей уловил то общее, от чего зависит появление индукционного тока в этих, выглядевших внешне по-разному, опытах. В контуре возникает ток при изменении числа силовых линий магнитного поля, пронизывающих площадь, ограниченную этим контуром (в частности, при изменении величины магнитного поля, пронизывающего контур). И чем быстрее меняется это число, тем больше ток. Причина изменения числа силовых линий совершенно безразлична. Это может быть и изменение силы тока (а следовательно и его поля), и сближение катушек, и движение магнита.  Фарадей не только открыл явление, но и первым осуществил несовершенную пока еще модель генератора электрического тока, превращающего механическую энергию вращения в ток. Это был массивный медный диск, вращающийся между полюсами сильного магнита. Присоединив ось и край диска к гальванометру, Фарадей обнаружил отклонение стрелки. Ток был, правда, слаб, но найденный принцип позволил впоследствии построить мощные генераторы. Без них электричество и по сей день было бы мало кому доступной роскошью.  Развитие электротехники.  Прежде всего возникает электрический телеграф. Первый эпектромагнитный телеграф был изобретен русским изобретателем П. Л. Шиллингом в 1832 г.  Телеграф Шиллинга состоял из передающего и принимающего устройств, соединенных несколькими проводами. В приемном аппарате имелось шесть так называемых мультипликаторов. Каждый мультипликатор представлял собой проволочную катушку, внутри которой находилась магнитная стрелка, подвешенная на нити. К нити вне катушки прикреплялась еще одна магнитная стрелка, направление полюсов которой было противоположным направлению полюсов первой стрелки. Такая система называется астатической, она употребляется для того, чтобы исключить действие на стрелки магнитного поля Земли. Помимо этого, к каждой нити был прикреплен кружок, стороны которого были окрашены в черный и белый цвета.  Когда в катушку мупьтипликатора поступал электрический ток определенного направления, то на стрелку, находящуюся внутри катушки, действовала пара сил. Стрелка поворачивалась, вместе с ней поворачивался и кружок, показывая белую или черную сторону. На приемном аппарате находилось шесть мультипликаторов, соединенных проводниками с передающими аппаратами :  Передающий аппарат имел соответствующее число клавишей и источник электрического тока - гальваническую батарею. При нажатии определенной клавиши ток посылался по проводам в соответствующий мультипликатор, в котором стрелки и кружок поворачивались в нужном направлении. Таким образом осуществлялась передача сигналов. Из сочетания черных и белых кружков была разработана условная азбука.  Телеграф Шиллинга употреблялся для практических целей. С его помощью осуществлялась связь между Зимним дворцом и зданием министерства путей сообщения в Петербурге.  Вскоре появились и другие телеграфные аппараты, отличающиеся от аппарата Шинлинга. В 1837 г. американец Морзе сконструировал более удобный телеграфный аппарат.  В телеграфе Морзе при замыкании ключа электрический ток поступал в обмотку электромагнита, который притягивал висящий маятник с закрепленным на конце карандашом, При этом конец карандаша касался бумажной ленты, непрерывно передвигающейся с помощью специального механизма в горизонтальном направлении перпендикулярно плоскости качания маятника.  3амыкание ключа на короткое время давало на бумажной ленте изображение точки, а на более длительное - тире. С помощью комбинаций точек и тире Морзе разработал специальный телеграфный код - азбуку Морзе.  В 1844 г. Морзе построил первую телеграфную линию в Америке между Вашингтоном и Балтиморой Индукционная катушка. Микрофон и телефон.  2. *Микрофон и телефон* (рис.331). В цепи микрофона под действием звуковых колебаний возникают изменения тока (благодаря изменениям сопротивления угольного порошка, имеющегося в микрофоне). Эти изменения вызывают переменное напряжение во вторичной катушке; по телефонной линии оно поступает к головному телефону. Здесь магнитное поле токов, меняющихся со звуковой частотой, налагаются на магнитное поле постоянного магнита, усиливая или ослабляя последнее. Меняющееся магнитное поле приводит в вынужденные колебания мембрану телефона (см.стр.238).  3. *Электродинамический громкоговоритель*. В кольцеобразной щели между полюсами электромагнита (или постоянного магнита) существует радиальное магнитное поле. В этом поле расположена легкая катушка, жестко связанная с диффузором громкоговорителя. При прохождении по катушке тока звуковой частоты происходит взаимное наложение магнитных полей. Катушка то втягивается в щель, то выталкивается из неё. Диффузор приходит в движение и создает звуковые колебания в окружающем воздухе (рис.332).  Электродинамический громкоговоритель. Маятник Вальтенхофена.  Вслед за применением электричества для связи изобретательская мысль начинает работать над задачей использования его в качестве движущей силы.  Уже в 30-х гг. XIX в. появляются изобретения различных электродвигателей. Первый электродвигатель, применяемый для практических целей, был изоретен в 1834 г. петербургским академиком Б. С. Якоби (1801 - 1874). В 1838 г. этот двигатель был применен для приведения в движение лодки, которая плавала по Неве со скоростью 2 км/ч.  Предлагались и другие конструкции электрических двигателей. Однако, так же как и двигатель Якоби, они были неудобны для практики и не получали широкого применения. Только во второй половине XIX в. в результате работ ряда ученых и изобретателей появился электродвигатель, который начал широко применяться в технике.  Одновременно с электродвигателем начались попытки конструирования генераторов электрического тока. Первые практически пригодные генераторы электрического тока также появились только во второй половине XIX в.  *Генераторы переменного тока.* |

Явление электромагнитной индукции используется, прежде всего, для преобразования механической энергии в энергию электрического тока. Для этой цели применяются *генераторы переменного тока* (индукционные генераторы).



     Простейшим генератором переменного тока является проволочная рамка, вращающаяся равномерно в однородном магнитном поле с индукцией *В*

Для промышленного производства электроэнергии на электрических станциях используются *синхронные генераторы* (турбогенераторы, если станция тепловая или атомная, и гидрогенераторы, если станция гидравлическая). Неподвижная часть синхронного генератора называется *статором*, а вращающаяся – *ротором* (рис. 4.6). Ротор генератора имеет обмотку постоянного тока (обмотку возбуждения) и является мощным электромагнитом. Постоянный ток, подаваемый на обмотку возбуждения через щеточно-контактный аппарат, намагничивает ротор, и при этом образуется электромагнит с северным и южным полюсами.   
     На статоре генератора расположены три обмотки переменного тока, которые смещены одна относительно другой на 1200 и соединены между собой по определенной схеме включения.   
     При вращении возбужденного ротора с помощью паровой или гидравлической турбины его полюсы проходят под обмотками статора, и в них индуцируется изменяющаяся по гармоническому закону электродвижущая сила. Далее генератор по определенной схеме электрической сети соединяется с узлами потребления электроэнергии.   
     Если передавать электроэнергию от генераторов станций к потребителям по линиям электропередачи непосредственно (на генераторном напряжении, которое относительно невелико), то в сети будут происходить большие потери энергии и напряжения (обратите внимание на соотношения http://www.mivlgu.ru/kafedra/phisica/xml/books/188644873e/image1786.gif, http://www.mivlgu.ru/kafedra/phisica/xml/books/188644873e/image1788.gif). Следовательно, для экономичной транспортировки электроэнергии необходимо уменьшить силу тока. Но так как передаваемая мощность при этом остается неизменной, напряжение должно увеличиться во столько же раз, во сколько раз уменьшается сила тока.   
     У потребителя электроэнергии, в свою очередь, напряжение необходимо понизить до требуемого уровня. Электрические аппараты, в которых напряжение увеличивается или уменьшается в заданное количество раз, называются *трансформаторами*. Работа трансформатора также основана на законе электромагнитной индукции.



**ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ**



**Катушка замкнута на гальванометр.**

**а) В катушку вдвигают постоянный магнит.**

**б) Катушку надевают на постоянный магнит.**

**Электрический ток возникает**

**только в случае а)   только в случае б)**

**в обоих случаях     ни в одном из перечисленных случаев**



 **Медное кольцо, находящееся в магнитном поле, поворачивается из положения, когда его плоскость параллельна линиям магнитной индукции, в перпендикулярное положение. Модуль магнитного потока при этом:**

**увеличивается  уменьшается  не изменяется равен 0**

    3.      **За 3 секунды магнитный поток, пронизывающий проволочную рамку, равномерно увеличился с 6 Вб до 9 Вб. Чему равно при этом значение ЭДС индукции в рамке?**

**1 В   2 В   3 В   0 В**

    4.   **Магнитный поток в 1 Вб может быть выражен в системе СИ  как**

**Н/м2      Тл/м2     Тл/с     Тл/м**

    5.   **Постоянный прямой магнит падает сквозь алюминиевое кольцо. Модуль ускорения падения магнита.**

**равен g          больше g               меньше g**

**в начале пролета кольца меньше g, в конце больше g.**

    6.  **В короткозамкнутую катушку вдвигают постоянный магнит: один раз быстро, второй раз медленно. Сравните значения заряда, переносимого индукционным током.**

**g1 = g2    g1>g2    g1<g2  не знаю**

    7.  **Изменяясь во времени, магнитное поле порождает**

** вихревое электрическое поле   электростатическое поле**

**постоянное магнитное поле          гравитационное поле**

    8.  **Тонкое медное кольцо площадью 100 см2 расположено во внешнем магнитном поле так, что плоскость кольца параллельна линиям магнитной индукции. За 1 секунду магнитная индукция равномерно увеличивается с 1 мТл до 2 мТл. Модуль ЭДС индукции, возникающей при этом в контуре, равен**

**0,0001В       0,001 В       0,1 В         0 В**

     9.    **Медное кольцо находится во внешнем магнитном поле так, что плоскость кольца перпендикулярна линиям магнитной индукции. Индукция магнитного поля равномерно увеличивается. Индукционный ток в кольце**

**увеличивается    уменьшается равен 0   постоянен**

    10. **Сила тока в катушке с индуктивностью 1 Гн увеличилась в 2 раза. Магнитный поток через катушку**

** увеличился в 2 раза         увеличился в 4 раза**

** уменьшился в 2 раза          уменьшился в 4 раза**