### "Использование явления электромагнитной индукции"

**Цель**: Рассмотреть применение закона электромагнитной индукции к различным техническим устройствам и приборам.

**Задачи:**

1. Повышать интерес к изучению физики.  
2. Развивать творческие способности школьников, умение анализировать, моделировать, прогнозировать, творчески мыслить.  
3. Формировать понятие о явлении электромагнитной индукции, его проявлении в различных устройствах и приборах.  
4. Воспитывать чувства ответственности и взаимопомощи.

**Оборудование:** магнитоэлектрическая машина, демонстрационный гальванометр, полосовой магнит, катушка, компьютер, мультимедиапроектор, экран, лампа на подставке, трансформатор универсальный, трансформаторы различного вида.

**Пояснения к проведению хода урока**

При построении урока возможно применение электронных учебников: «Открытая физика» часть 1, версия 2.5, часть 2, версия 2.5, «Физика 7-11 класс».

Класс заранее (на предыдыщем уроке) делится на три группы. Учителем предлагается учащимся изучить самостоятельно три вопроса (по группам):

1. «Использование электромагнитной индукции в трансформаторах».  
2. «Использование явления электромагнитной индукции в современной технике».  
3. «Генератор переменного тока».

Каждая группа готовит зарание материал о своём вопросе в виде сообщений, сопровождая их презентациями, опытами, решениями задач.

При подготовке к своим сообщениям учащиеся пользуются: учебником, энциклопедиями, справочниками, электронными учебниками, Интернетом.

**План урока**

I. Организационный момент.  
II. Изучение нового материала.  
III. Закрепление.  
IV. Итоги урока.

**Ход урока**

**I. Организационный момент**

**Учитель:** Приветствие, проверка присутствующих, объяснение хода урока.

**II. Изучение нового материала**

**Учитель:** Рассмотрим, как явление электромагнитной индукции применяется в технических устройствах, приборах **(**[***Презентация 1***](http://festival.1september.ru/articles/576411/pril1.ppt)**, слайд 1).** К уроку были подготовлены сообщения. Их готовили три группы. У каждой группы было своё задание. Учащиеся из каждой группы раскрывают свою тему с использованием сообщений, приготовленных заранее.

Тема, над которой работала первая группа: «Использование явления электромагнитной индукции в трансформаторах». Прошу предоставить результаты вашей работы (с помощью компьютера и проектора учащиеся показывают компьютерные презентации и  рассказывают о применении электромагнитной индукции в трансформаторах).

После каждого сообщения учащегося ему задают вопросы из других рабочих групп.

**Сообщение учащегося по теме: «Из истории создания трансформаторов, устройство трансформатора»**

Трансформатор изобретен в 1878 году русским электротехником Павлом Николаевичем Яблочковым. Впервые был применен для питания электрических свечей.

Трансформатор – устройство, применямое для повышения или понижения переменного тока. В простом варианте трансформатор состоит из стального сердечника, на который надеты две катушки с проволочными обмотками. Первичная катушка подключается к источнику переменного напряжения, вторичная - к нагрузке. **(Презентация 1, слайд 2)**

**Учитель:** Вопросы учащемуся из других групп.

**Сообщение учащегося по теме: «Принцип действия трансформатора»**

В основе действия трансформатора лежит явление электромагнитной индукции. Переменный токi1, протекающий в первичной катушке, создает  в сердечнике переменное магнитное поле http://festival.1september.ru/articles/576411/full_clip_image002.gif. Замкнутые линии индукции этого поля концентрируются внутри сердечника, поэтому магнитный поток Ф во вторичной обмотке оказывается таким же, как и в первичной. **(Презентация 1, слайд 3)**

В каждом витке этих обмоток возникает ЭДС индукции: http://festival.1september.ru/articles/576411/full_clip_image004.gif.

Результирующие ЭДС индукции http://festival.1september.ru/articles/576411/full_clip_image006.gif в первичной и http://festival.1september.ru/articles/576411/full_clip_image008.gif во вторичной обмотках пропорциональны числу витков в них (так как ЭДС отдельных витков направлены согласованно и складываются):

http://festival.1september.ru/articles/576411/full_clip_image010.gif, http://festival.1september.ru/articles/576411/full_clip_image012.gif.

Отношение ЭДС индукции в обмотках: http://festival.1september.ru/articles/576411/full_clip_image014.gif.

Если сопротивлением обмоток можно пренебречь, то ЭДС индукции в них равны напряжению на их зажимах: http://festival.1september.ru/articles/576411/full_clip_image016.gif; http://festival.1september.ru/articles/576411/full_clip_image018.gif.

Изменение напряжения трансформатором характеризует коэффициент трансформации.

Коэффициент трансформации - величина, равная отношению напряжений в первичной и вторичной обмотках трасформатора: http://festival.1september.ru/articles/576411/full_clip_image020.gif.

Коэффициент трансформации также определяется отношением числа витков в первичной N1 и вторичной N2 обмотках.

Повышающий трансформатор - трансформатор, увеличивающий напряжение (U2>U1). У повышающего трансформатора число витков N2 во вторичной обмотке должно быть больше числа витковN1 в первичной обмотке, т. е. k<1.

Понижающий трансформатор - трансформатор, уменьшающий напряжение (U2<U1).

У понижающего трансформатора число витков N2 во вторичной обмотке должно быть меньше числа витков N1 в первичной обмотке, т.е. k>1.

**Учитель:** Вопросы учащемуся из других групп.

**Сообщение учащегося по теме: «Токи Фуко и мощность трансформатора»**

Переменный ток в обмотках трансформатора вызывает индукционные токи (вихревые) в стальном сердечнике трансформатора. Вихревые токи в массивных проводниках были открыты в 1855 году французским ученым Фуко.

Токи Фуко - замкнутые индукционные токи, возникающие в массивных проводящих телах.

Как и любые другие токи, вихревые токи оказывают на проводник тепловое действие: тела в которых возникают токи, нагреваются. Для уменьшения потерь энергии, вызванных вихревыми токами, сердечник ламинируют, т.е. изготавливают из тонких, изолированных друг от друга, пластин. **(Презентация 1, слайд 4)** Изолирующее покрытие пластин ограничивает индукционные токи в пределах каждого слоя, что заметно снижает силу индукционных токов.

В небольших трансформаторах в качестве материала сердечника иногда используют ферриты - ферромагнетики, имеющие значительное сопротивление по сравнению с сопротивлением железа. Потери мощности в трансформаторах составляют 2 - 3 % от мощности источника в первичной обмотке. Поэтому мощность тока во вторичной обмотке можно считать равной мощности тока в первичной обмотке: http://festival.1september.ru/articles/576411/full_clip_image024.gif.

Cледовательно, http://festival.1september.ru/articles/576411/full_clip_image026.gif

При повышении напряжения с помощью трансформатора (U2 > U1) во столько же раз уменьшается сила тока (I2 < I1) и наоборот.

**Учитель:** Вопросы учащемуся из других групп.

На доске ученик решает задачу на нахождение коэффициента трансформации.

Сколько витков должна иметь вторичная обмотка трансформатора для повышения напряжения от 220 В до 1100 В, если в первичной обмотке 20 витков? Каков коэффициент трансформации? Ответ: N2 = 100, k = 0,2. **(**[***Презентация 2***](http://festival.1september.ru/articles/576411/pril2.ppt)**, слайд 2)**

**Учитель:** Вопросы учащемуся из других групп.

**Учитель:** Тема, над которой работала вторая группа: «Использование явления электромагнитной индукции в современной технике». Прошу предоставить результаты вашей работы. (С помощью компьютера и проектора учащиеся показывают компьютерные презентации и  рассказывают о применении электромагнитной индукции всовременной технике.)

После каждого сообщения учащегося ему задают вопросы из других рабочих групп.

**Сообщение учащегося по теме: «Детектор металла»**

Для обнаружения металлических предметов применяются специальные детекторы. **(**[***Презентация 1***](http://festival.1september.ru/articles/576411/pril1.ppt)**, слайд 5)** Например, в аэропортах детектор металла фиксирует поля индукционных токов в металлических предметах. Магнитное поле http://festival.1september.ru/articles/576411/full_clip_image028.gif, создаваемое током http://festival.1september.ru/articles/576411/full_clip_image030.gif передающей катушки, индуцирует в металлических предметах токи, препятствующие (по правилу Ленца) изменению магнитного потока. В свою очередь, магнитное поле http://festival.1september.ru/articles/576411/full_clip_image032.gif этих токов индуцирует в катушке-приемнике ток http://festival.1september.ru/articles/576411/full_clip_image034.gif, запускающий сигнал тревоги.

**Учитель:** Вопросы учащемуся из других групп.

**Сообщение учащегося по теме: «Поезд на магнитной подушке»**

В поезде на магнитной подушке сверхпроводящие катушки с током, размещенные на дне вагона, индуцируют ток в алюминиевых катушках на полотне дороги. **(Презентация 1, слайд 6)** Отталкивание сверхпроводящих катушек и катушек на полотне дороги приподнимает вагон над землей. Движение поезда вызывается взаимодействием сверхпроводящих катушек, расположенных  вдоль стенок вагонов, и катушек внутри ограничительных бортиков полотна дороги.

**Учитель:** Вопросы учащемуся из других групп.

**Сообщение учащегося по теме: «Печь СВЧ»**

Индукционные токи, возникающие в проводниках (токи Фуко), используются для их нагревания. На этом принципе основано устройство электропечей для для плавки металлов. Тот же эффект используется в бытовых микроволновых СВЧ-печах. **(Презентация 1, слайды 7, 8)**

**Учитель:** Вопросы учащемуся из других групп.

**Сообщение учащегося по теме: «Запись и воспроизведение информации с помощью магнитной ленты»**

Явление электромагнитной индукции позволяет считывать видеоинформацию и аудиоинформацию с магнитных лент. **(Презентация 1, слайды 9, 10)** Магнитная лента – тонкая пластмассовая лента, покрытая слоем ферромагнитного порошка. При записи информации на магнитную ленту сигнал подается на записывающую головку (ферромагнетик С-образной формы с зазором). Магнитное поле, возникающее в зазоре, ориентирует беспорядочно расположенные домены на движущейся магнитной ленте. При воспроизведении записи остаточная индукция доменов, движущихся вместе с лентой, создает магнитное поле в зазоре головки воспроизведения.

Это поле в результате электромагнитной индукции вызывает ЭДС индукции в выходной обмотке головки.

**Учитель:** Вопросы учащемуся из других групп.

**Учитель:** Тема, над которой работала третья группа: «Генератор переменного тока». Прошу предоставить результаты вашей работы. (С помощью компьютера и проектора учащиеся показывают компьютерные презентации и  рассказывают о генраторе переменного тока.)

После каждого сообщения учащегося ему задают вопросы из других рабочих групп.

**Сообщение учащегося по теме: «История вопроса»**

На основании явления электромагнитной индукции были созданы мощные генераторы электрической энергии, в разработке которых принимали участие ученые и техники разных стран. Среди них были и наши отечественные ученые: Эмилей Христианович Ленц, Борис Семенович Якоби, Доливо-Добровольский и другие, внесшие большой вклад в развитие электротехники. **(Презентация 1, слайд 11)**

Учащийся кратко рассказывает вклад этих учёных.

**Учитель:** Вопросы учащемуся из других групп.

**Сообщение учащегося по теме «Устройство и принцип действия индукционного генератора»**

В настоящее время для получения переменного тока используют в основном электромеханические индукционные генераторы, т.е. устройства, в которых механическая энергия преобразуется в электрическую. Индукционными они называются потому, что их действие основано на явлении электромагнитной индукции.

Неподвижная часть генератора, аналогичная контуру, называется статором, а вращающаяся, т.е. магнит, ротором. В мощных промышленных генераторах вместо постоянного магнита используется электромагнит.

На рисунке а **(Презентация 1, слайд 12, рисунок a)** показано, как устроен статор промышленного генератора. Статор представляет собой стальную станину цилиндрической формы (станина - это основная несущая часть машины, на которой монтируются различные рабочие узлы, механизмы и пр.). Во внутренней его части прорезаются пазы, в которые укладывается толстый медный провод. На рисунке показан только один виток провода, на самом деле таких витков в статоре много. Именно в них и индуцируется переменный электрический ток при изменении пронизывающего их магнитного потока.

Магнитное поле создается ротором **(Презентация 1, слайд 12, рисунок б)**. Он представляет собой электромагнит: на стальной сердечник сложной формы надета обмотка, по которой протекает постоянный электрический ток. Ток к этой обмотке подводится через щетки и кольца от постороннего источника постоянного тока.

На рисунке **(Презентация 1, слайд 12)** вы видите полную схему генератора переменного тока. Пунктиром показано примерное расположение линий индукции магнитного поля ротора. При вращении ротора какой-либо внешней механической силой, создаваемое им магнитное поле тоже вращается. При этом магнитный поток, пронизывающий витки об­мотки статора, периодически меняется, в результате чего в них индуцируется переменный ток.

**Учитель:** Вопросы учащемуся из других групп.

**Сообщение учащегося по теме: «Гидрогенератор»**

На тепловых электростанциях ротор генератора вращается с помощью паровой турбины, на гидроэлектростанциях - внешний вид мощного гидрогенератора, а на слайде 14 **(Презентация 1, слайд 14)** схематично показано его устройство, где цифрой 1 обозначен статор, цифрой 2- ротор, а цифрой 3 - водяная турбина.

Мы видим, что ротор гидрогенератора имеет не одну, а несколько пар магнитных полюсов. Чем больше пар полюсов, тем больше частота переменного электрического тока, вырабатываемого генератором при данной скорости вращения ротора. Поскольку скорость вращения водяных турбин обычно невелика, то для создания тока стандартной частоты используют многополюсные роторы.

Стандартная частота переменного тока, применяемого в промышленности и осветительной сети в России и многих других странах, равна 50 Гц. Это означает, что на протяжении 1 с ток 50 раз течет в одну сторону и 50 раз в другую. В некоторых странах (например, США) стандартная частота переменного тока равна 60 Гц.

**Учитель:** Вопросы учащемуся из других групп.

**Учащийся проводит опыт «Демонстрация генерирования тока»**

Получение переменного тока (вращение ротора магнитоэлектрической машины, щетки которой замкнуты на лампочку). После проведения опытов с магнитоэлектрической машиной ученик анализирует и делает выводы о генерировании тока **(Презентация 1, слайды 15-17)**

**Учитель:** Вопросы учащемуся из других групп.

**Вывод формулы зависимости ЭДС от времени** (вывод формулы на доске и анализ графика сопровождается пояснениями ученика) **(Презентация 1, слайд 18)**

**http://festival.1september.ru/articles/576411/full_clip_image036.gif,**

**http://festival.1september.ru/articles/576411/full_clip_image038.gif,**

**http://festival.1september.ru/articles/576411/full_clip_image040.gif**.

**Учитель:** Вопросы учащемуся из других групп.

Учащийся проводит опыт с компьютерной моделью генератора переменного тока (поясняет работу компьютерной модели генератора, проводит компьютерные эксперименты, делает выводы***) (Презентация 1, слайд 19)*** (электронный учебник по физике: «Открытая физика» часть 1, версия 2.5, часть 2, версия 2.5.)

Если плоская рамка площади S равномерно вращается с частотой f оборотов в секунду в однородном магнитном поле с индукцией http://festival.1september.ru/articles/576411/full_clip_image042.gif, то магнитный поток Φ, пронизывающий рамку, периодически изменяется во времени:

Φ(t) = B · S cos (2πft).

В соответствии с законом электромагнитной индукции Фарадея, на концах рамки появится переменное напряжение:

Edsинд = 2πfBS sin (2πft).

Амплитуда этого напряжения пропорциональна скорости вращения рамки. Такая рамка, вращающаяся в магнитном поле, является моделью генератора переменного тока.

В компьютерной модели можно изменять индукцию магнитного поля B, частоту вращения рамки f и ее площадь S. На экране дисплея можно наблюдать периодические изменения магнитного потока Φ и ЭДС индукции Edsинд(t). Обратите внимание, что изменение ЭДС индукции отстает от изменения магнитного потока по фазе на угол π / 2.

**Учитель:** Вопросы учащемуся из других групп.

**III. Закрепление**

**Учитель:** Решение задач в группах по теме «Генератор переменного тока». Каждая группа решает свою задачу. Учащиеся показывают решения задач на доске и объясняют ход решения задачи. (Решения показывают те учащиеся, которые не были задействованы при раскрытии тем.)

**Задача 1.** Виток провода площадью 2,5·10-3  м2 вращается с частотой 50 Гц в магнитном поле с индукцией 1,1 Тл. Определить амплитуду колебаний ЭДС индукции в витке. Ответ: 0,86 В. **(**[***Презентация 2***](http://festival.1september.ru/articles/576411/pril2.ppt)**, слайд 3)**

**Задача 2.** С какой частотой должен вращаться виток провода в однородном магнитном поле с индукцией 1,2 Тл для того, чтобы амплитуда колебаний ЭДС индукции в нем была 1 В? Площадь витка 2,5·10-3  м2 . Ответ: 53 Гц. **(Презентация 2, слайд 4)**

**Задача 3.** Какова площадь проволочного витка, вращающегося в однородном магнитном поле с индукцией 2 Тл и с частотой 60 Гц? Максимальная ЭДС индукции в витке 1,8 В. Ответ: 2,4·10-3 м2. **(Презентация 2, слайд 5)**

**IV. Итоги урока**

**Учитель:** Подводит итоги урока, выставляет оценки, сообщает домашнее задание.

**Домашнее задание:** §35, 36, задачи 1 - 3 ст. 133.

**Литература**

1. Касьянов В.А. Физика 11-й класс. – М.: Дрофа, 2003.   
2. Рымкевич А.П. Сборник задач по физике. – М.: Просвещение, 2002.   
3. Марон А.Е., Марон Е.А. Физика 11-й класс: Дидактические материалы – М.: Дрофа, 2004.   
4. Томилин А.Н. Мир электричества – М.: Дрофа, 2004.  
5. Энциклопедия для детей. Физика. – Аванта+, 2001.

Материалы, входящие в компьютерные программы: Открытая физика 2.6», «1С: Школа. Физика. Библиотека наглядных пособий», «Новая школа. Экспресс - подготовка к экзамену».