**Решение задач на применение правила Ленца к явлению электромагнитной индукции.**

Деятельность учащихся. Работа в малых группах: знакомство с заданием, отпечатанным на бумажных носителях, распределение обязанностей, обсуждение способов выполнения заданий, выполнение «прикидочных» построений в тетрадях. Перенос решений на интерактивную доску в заранее подготовленный и сохранённый файл с рисунками-заготовками.

Деятельность учителя. Консультативная помощь.

Содержание заданий для групповой работы (в качестве примера предлагаю задания для шести групп).

Указание: Рисунок к каждому из предложенных в задании варианту помещён на отдельную страницу файла GWB. Выполните поверх рисунка построение силовых линий внешнего и индукционного магнитных полей, укажите направление индукционного тока.

Задание I. Э. Х. Ленц в работе «Об определении направления индукционных токов», в которой впервые было изложено знаменитое правило Ленца, описывал ряд своих опытов по определению направления индукционных токов. В частности, он рассматривал случай возникновения индукционного тока в круговом проводнике при его повороте на 90º относительно другого кругового проводника с током.

Определите направление тока в подвижном проводнике В, если он переводится из перпендикулярного положения в параллельное по отношению к контуру А, вращаясь 1) по часовой стрелке; 2) против часовой стрелки (рисунок 2).

Рисунок 2

Найдите направление индукционного тока, возникающего в витке В, если в цепи витка А ключ замыкают и если этот ключ размыкают (рисунок 3). Укажите также направление индукционного тока в витке В, когда при замкнутом ключе скользящий контакт реостата передвигают вправо или его передвигают влево.

Рисунок 3

Будет ли возникать индукционный ток в проводнике В при изменении тока в проводнике А, когда проводники расположатся перпендикулярно друг другу?

Задание II. Около проводника с током находится прямоугольная рамка ABCD, лежащая в одной плоскости с проводником. Определите направление индукционного тока в рамке при 1) включении тока; 2) отключении тока в проводнике. Будет ли в рамке возникать индукционный ток, если повернуть рамку вокруг оси, проходящей через: а) сторону AB? б) сторону BC? в) середины сторон AD и BC? г) на 180º относительно проводника?

Рисунок 4. Рамка около проводника с током

Возникнет ли индукционный ток в рамке пре её поступательном движении перпендикулярно проводнику? Параллельно проводнику?

В каких случаях в рамке будет возникать наибольшая и наименьшая ЭДС индукции? От чего зависит её величина?

Задание III. В вертикальной плоскости подвешено на нити проводящее кольцо. Сквозь него в горизонтальном направлении вдвигается один раз железный стержень, а другой раз – магнит (рисунок 5). Повлияет ли движение стержня и магнита на положение кольца?

Рисунок 5. Движение магнита относительно проводящего кольца

Определите направление индукционного тока в кольце при: 1) введении магнита северным полюсом; 2) выведении магнита из кольца северным полюсом; 3) введении магнита южным полюсом 4) выведении магнита из кольца южным полюсом. Опишите поведение кольца в каждом случае.

Что произойдёт в кольце, когда в него введут магнит, если кольцо сделано из: а) диэлектрика; б) проводника; в) сверхпроводника?

Задание IV. Определите направление индукционного тока в проводнике CD в случаях, когда: 1) цепь проводника АВ замыкают; 2) размыкают; 3) ползунок реостата в замкнутой цепи проводника АВ перемещают вверх; 4) вниз; 5) прямолинейные части контуров АВ и CD сближают; 6) удаляют.

Возникнет ли индукционный ток в проводнике CD при изменении силы тока в проводнике АВ, если он расположится перпендикулярно проводнику АВ?

Рисунок 6

Задание V. Определите направление индукционного тока в нижней катушке В, надетой вместе с верхней катушкой А на общий сердечник из ферромагнетика (рисунок 7), при 1) замыкании цепи верхней катушки; 2) размыкании; 3) перемещении ползунка реостата в замкнутой цепи верхней катушки вправо; 4) влево.

Рисунок 7

Что произойдёт при замене стального сердечника на медный или алюминиевый? На сердечник из диэлектрика?

Задание VI. Определите направление индукционного тока в замкнутом проводящем контуре, находящемся в однородном магнитном поле с индукцией , одна из сторон которого может скользить без нарушения электрического контакта с остальными. Магнитное поле перпендикулярно плоскости рамки. Рассмотрите случаи: 1) перекладина движется вправо в магнитном поле, направленном за плоскость рисунка; 2) перекладина движется влево.

Рисунок 8. Рамка с подвижной перекладиной в однородном магнитном поле

Как изменится ответ, если магнитное поле будет направлено из-за плоскости рисунка?

Как можно объяснить причину возникновения индукционного тока в данном случае?

Другие задания содержат аналогичные вопросы, но в них рассматривается возникновение индукционного тока в катушке при движении относительно неё постоянного магнита или электромагнита, возникновение индукционного тока в неподвижных по отношению друг к другу катушках, надетых на линейный сердечник и т. д.

III. Проверка выполнения заданий с помощью интерактивной доски в режиме слайд-шоу с комментарием учителя: «Обратите внимание! ».

В проводящем замкнутом контуре возникает электрический ток, если контур находится в переменном магнитном поле или движется в постоянном во времени поле так, что число линий магнитной индукции, пронизывающих контур, меняется. Это явление называется явлением электромагнитной индукции, а электрический ток – индукционным током.

Индукционный ток всегда возникает при изменении магнитного потока, пронизывающего замкнутый проводящий контур. Необходимого изменения магнитного потока можно достичь:

изменяя магнитную индукцию поля (например, изменяя силу тока в цепи, создающей внешнее магнитное поле, с помощью реостата или при включении и (или) выключении тока в цепи, или перемещая постоянный магнит относительно контура);

изменяя площадь контура, пронизываемого магнитным потоком (например, при перемещении подвижного проводника, скользящего по проводящему контуру в однородном магнитном поле, или при изменении формы контура);

при изменении угла между контуром и полем (например, при повороте контура относительно линий магнитной индукции, или при изменении направления поля).

Направление индукционного тока можно найти, пользуясь правилом Ленца, которое можно рассматривать в качестве следствия закона сохранения и превращения энергии, применительно к явлению электромагнитной индукции. Индукционный ток во всех случаях своим магнитным полем препятствует изменению магнитного потока, вызывающему этот ток.

Несложно выделить определённую систему правил (алгоритм) применения правила Ленца на практике. Для этого необходимо:

установить направление магнитного поля, вызывающего появление индукционного тока;

установить характер изменения магнитного потока внешнего магнитного поля: магнитный поток усиливается или ослабляется;

непосредственно применить правило Ленца: при так как при усилении внешнего магнитного поля противодействие заключается в необходимости его ослабить; при ослаблении внешнего магнитного поля противодействие заключается в необходимости это поле усилить, поэтому, если

применить правило буравчика (или другие мнемонические правила) для определения направления индукционного тока по направлению его магнитного поля.

Явление электромагнитной индукции следует трактовать как порождение вихревого электрического поля переменным магнитным полем, при этом механизм данного процесса в общем случае не может быть объяснён. Закон электромагнитной индукции – фундаментальный закон природы, то есть первичный, основной. Таков мир, в котором мы живём. У человечества пока ещё нет таких знаний, которые выводили бы законы, считающиеся на сегодняшний день фундаментальными, как следствие более общих теорий. Закон широко используется на практике.

IV. Рефлексия. Работа в парах в режиме интерактивного голосования с InterWrite PRS. Автозапуск вопросов (установка таймера - 30 с, цена вопроса – 1 балл). Режим отображения – таблица ответов.

Примечание: к сожалению, пультов на весь класс не хватает. Идеальный вариант - индивидуальная работа, а не работа в парах.

Примерное содержание заданий для работы с InterWrite PRS приводится в приложении 1.

Самоанализ выполнения заданий на основе таблицы результатов. Коррекция знаний.

V. Домашнее задание. Рассчитайте изменение магнитного потока, возникающее в однородном магнитном поле с индукцией , при изменении формы кольца площади S (рисунок 9).

Рисунок 9

Анализ задания. Изменяем форму: а) не выводя провода из плоскости; б) перекручивая малое кольцо; в) перекручивая большое кольцо.