



ИНФОРМАЦИОННЫЕ
И КОММУНИКАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОЙ ШКОЛЕ

Капустина Е.В.

ФИЗИКА

КОНСПЕКТЫ ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ

МАГНИТНОЕ ПОЛЕ

8

Урок №4.

Электромагнитная индукция. Опыты Фарадея.

1. ОПЫТЫ ФАРАДЕЯ.

Опыт Эрстеда (1820 год), положивший начало теории электромагнетизма, показал, что **электрический ток создает магнитное поле**. А можно ли осуществить обратный процесс, то есть с **помощью магнитного поля создать электрический ток**?

Английский физик и химик Майкл Фарадей был убежден в существовании взаимосвязи между различными явлениями природы. Ведь можно преобразовать тепловую энергию в механическую энергию и наоборот, электрическую энергию в химическую и наоборот. Поэтому в своем дневнике в 1822 году Майкл Фарадей так и записал: «Превратить магнетизм в электричество!» Он шел к этой цели целых десять лет. Как напоминание о том, над чем ему все время следует думать, он даже носил в кармане магнит.

29 августа 1831 года после проведения более чем 16 тысяч опытов Фарадей получил электрический ток с помощью магнитного поля постоянного магнита!

Опыт №1. Присоединим к гальванометру катушку. Если в эту катушку вводить магнит или выводить магнит из катушки, то гальванометр показывает возникновение электрического тока в этой катушке. Если магнит неподвижен – тока в катушке нет.

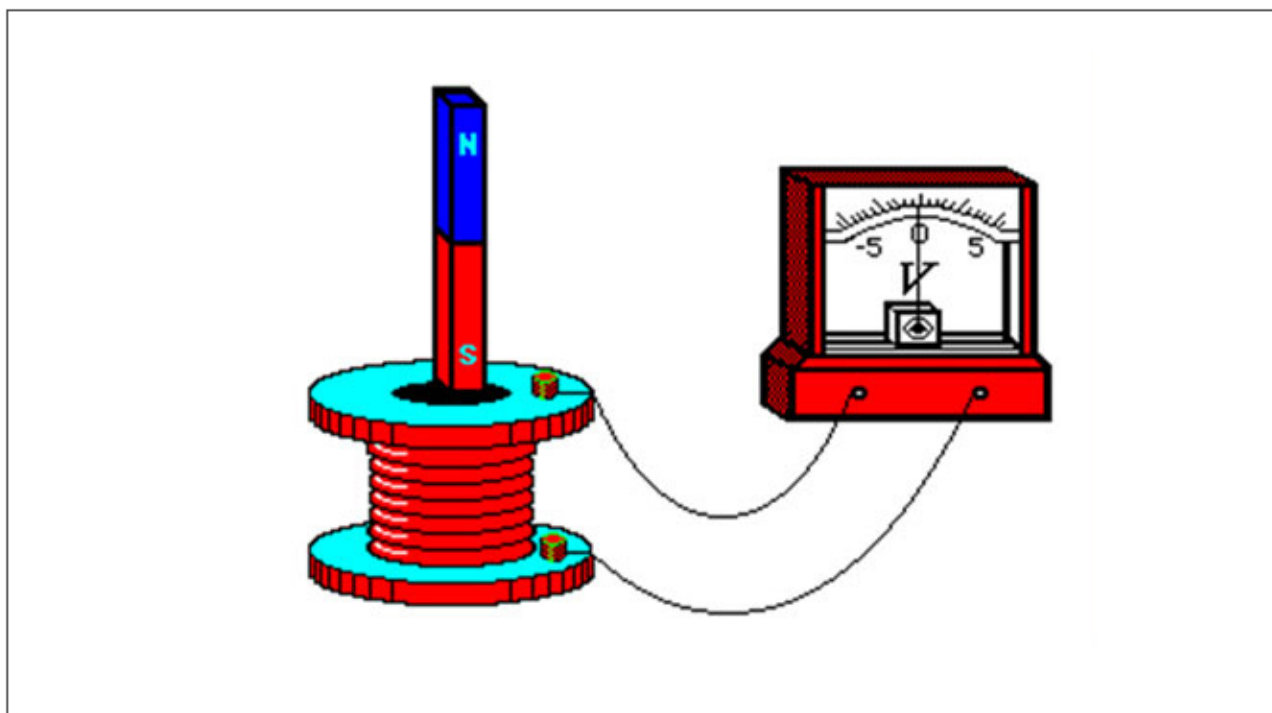


Рис. 14. Опыт Фарадея с магнитом.

Опыт №2. Присоединим к гальванометру катушку (1). Вставим в катушку (1) другую катушку (2) меньшего диаметра, которую можно присоединить к источнику тока. В момент замыкания или размыкания цепи катушки (2) стрелка гальванометра отклоняется, то есть при изменении магнитного поля катушки (2) по катушке (1) протекает электрический ток. Но после установления тока в катушке (2) магнитное поле перестает изменяться, ток в катушке (1) исчезает. Стрелка гальванометра устанавливается на нуле.

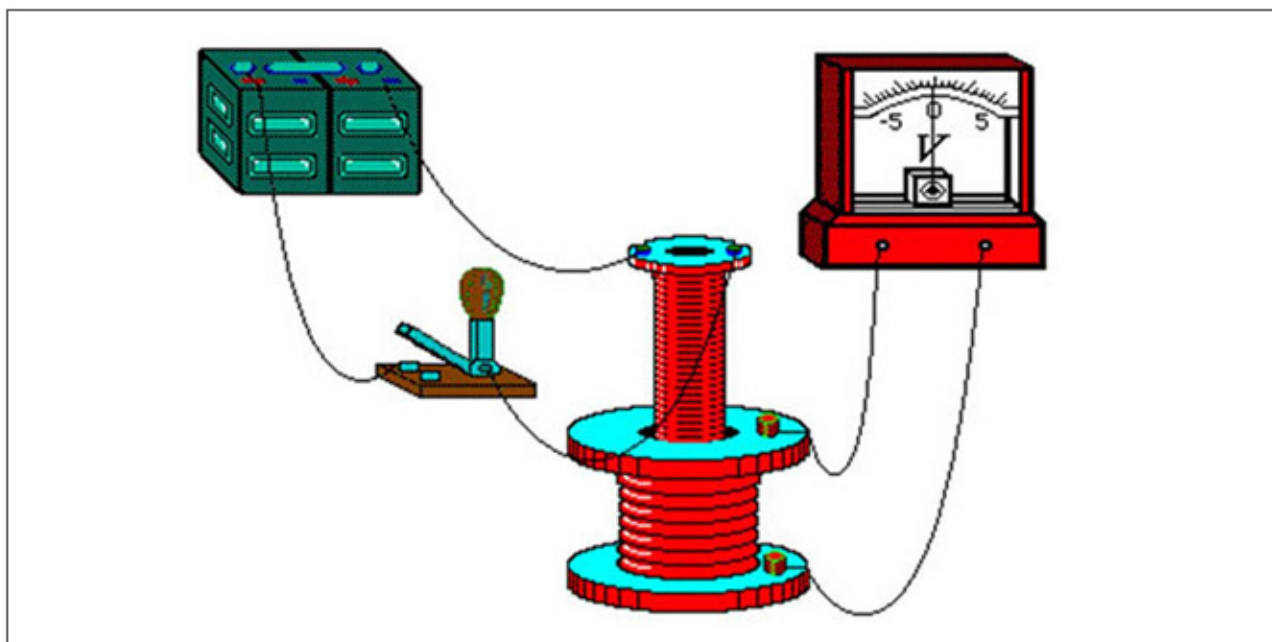


Рис. 15. Опыт Фарадея с катушками.

Опыт №3. Присоединим к гальванометру катушку (1). Вставим в катушку (1) другую катушку (2) меньшего диаметра, которую можно присоединить к источнику тока через реостат. Реостат – устройство, регулирующее силу тока в цепи. Если передвигать ползунок реостата, то в момент увеличения или уменьшения силы тока в катушке (2) стрелка гальванометра отклоняется, то есть при изменении магнитного поля катушки (2) по катушке (1) протекает электрический ток. Но после установления тока в катушке (2) магнитное поле перестает изменяться, ток в катушке (1) исчезает. Стрелка гальванометра устанавливается на нуле.

Опыт №4. Закрепим полосовой магнит в штативе и наденем катушку, прикрепив её к гальванометру, на магнит. Если катушку двигать относительно магнита, то гальванометр показывает возникновение электрического тока в катушке. Если катушка относительно магнита неподвижна – тока в катушке нет.

Все рассмотренные опыты – это современный вариант тех, которые в течение 10 лет проводил Майкл Фарадей, прежде чем прийти к выводу: **электрический ток в замкнутой катушке возникает только тогда, когда магнитное поле, пронизывающее катушку, меняется.**

Такой ток был назван **индукционным электрическим током.**

2. ОДНОРОДНОЕ И НЕОДНОРОДНОЕ МАГНИТНОЕ ПОЛЕ.

Если плотность и направление магнитных линий постоянны, то есть магнитные линии параллельны, а расстояние между соседними линиями одинаковы, то такое поле называют **однородным магнитным полем.**

Примером однородного магнитного поля является магнитное поле между широкими полюсами постоянных магнитов или магнитное поле внутри катушки с током.

Магнитное поле с переменной плотностью и направлением называют **неоднородным магнитным полем.**

3. ИНДУКЦИОННЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК. ЯВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ.

Электромагнитная индукция – явление возникновения в замкнутом проводнике переменного электрического тока при пересечении этим проводником линий магнитного поля.

Индукционный электрический ток – это переменный электрический ток, возникающий в замкнутом проводнике при пересечении этим проводником линий магнитного поля.

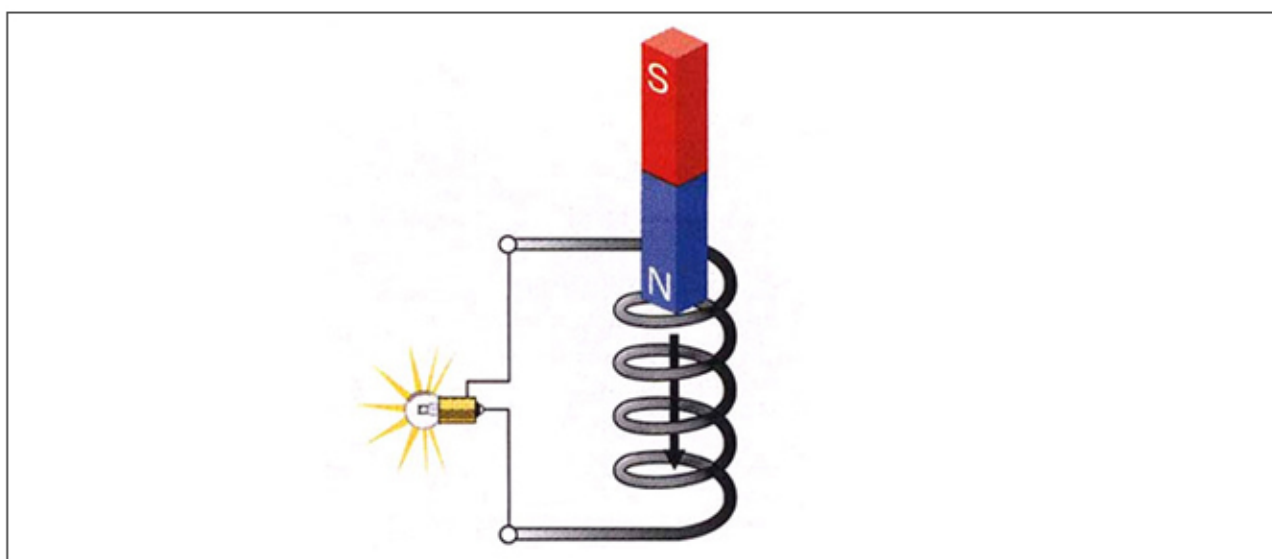


Рис. 16. Индукционный электрический ток.

Условия возникновения индукционного тока:

- Проводник должен быть замкнутым. Проводник может быть прямолинейным, может быть в виде катушки, может быть в виде рамки, в виде кольца. Форма проводника значения не имеет.
- Магнитное поле, пронизывающее неподвижный проводник, должно быть изменяющимся (переменным). Происхождение магнитного поля – поле постоянного магнита или поле электромагнита - значение не имеет. Однако, если в катушку, соединенную с гальванометром, вставить магнит, а потом двигать их вместе так, чтобы они относительно друг друга оставались в покое, то индукционный ток в катушке возникать не будет (магнитное поле, пронизывающее катушку, остается постоянным).
- Проводник в однородном магнитном поле должен двигаться с изменяющейся скоростью.
- Проводник, перемещаясь в однородном магнитном поле, обязательно должен пересекать магнитные линии. Если проводник движется вдоль магнитных линий, то индукционный ток не возникает. Например, если рамку, соединенную с гальванометром, помещают в однородное магнитное поле и вращают, то в рамке возникает индукционный ток. Если же рамка движется поступательно, не пересекая магнитных линий, то ток в ней не возникает.

Причина возникновения индукционного тока заключается в том, что переменное магнитное поле всегда сопровождается возникновением в окружающем пространстве электрического поля. Такое электрическое поле называют вихревым. Именно электрическое поле, а не магнитное поле, действует на свободные заряженные частицы в катушке и приводит их в направленное движение, создавая таким образом индукционный ток.

Сила индукционного тока зависит:

- От скорости изменения магнитного поля.
- От величины магнитного поля.
- От взаимного расположения проводника и магнитного поля.
- От электрических свойств проводника – его электропроводности.

Индукционный ток в проводнике может иметь разные направления. опыты показывают, что направление индукционного тока зависит от направления линий магнитного поля и направления движения проводника.

В случае возникновения индукционного тока в прямом проводнике, являющемся участком замкнутой цепи и движущемся во внешнем магнитном поле перпендикулярно к линиям магнитного поля, направление индукционного тока можно определить по правилу правой руки.

Правило правой руки: если ладонь правой руки разместить так, чтобы в неё входили линии магнитного поля, а отведенный под прямым углом большой палец указывал направление движения проводника, то вытянутые четыре пальца укажут направление индукционного тока в проводнике.

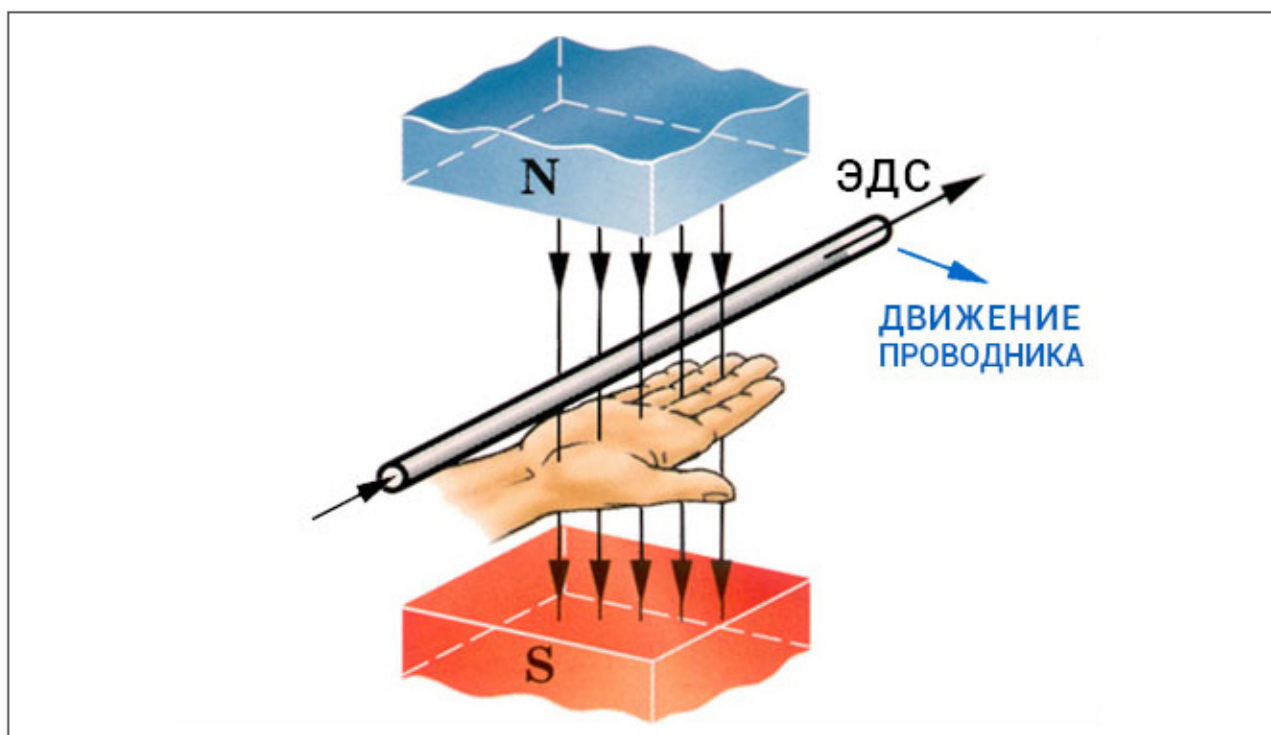


Рис. 17. Правило правой руки.

4. ПРАВИЛО ЛЕНЦА.

В опытах по обнаружению явления электромагнитной индукции было замечено, что стрелка гальванометра отклоняется в противоположные стороны, то есть индукционный ток в разных случаях имеет различное направление.

Для определения направления индукционного тока в витке провода используют прибор, состоящий из двух алюминиевых колец, которые скреплены пластиной. Пластина опирается в середине на острие иглы и может свободно вращаться под действием очень малых сил. Одно из колец сплошное, а второе разрезанное.

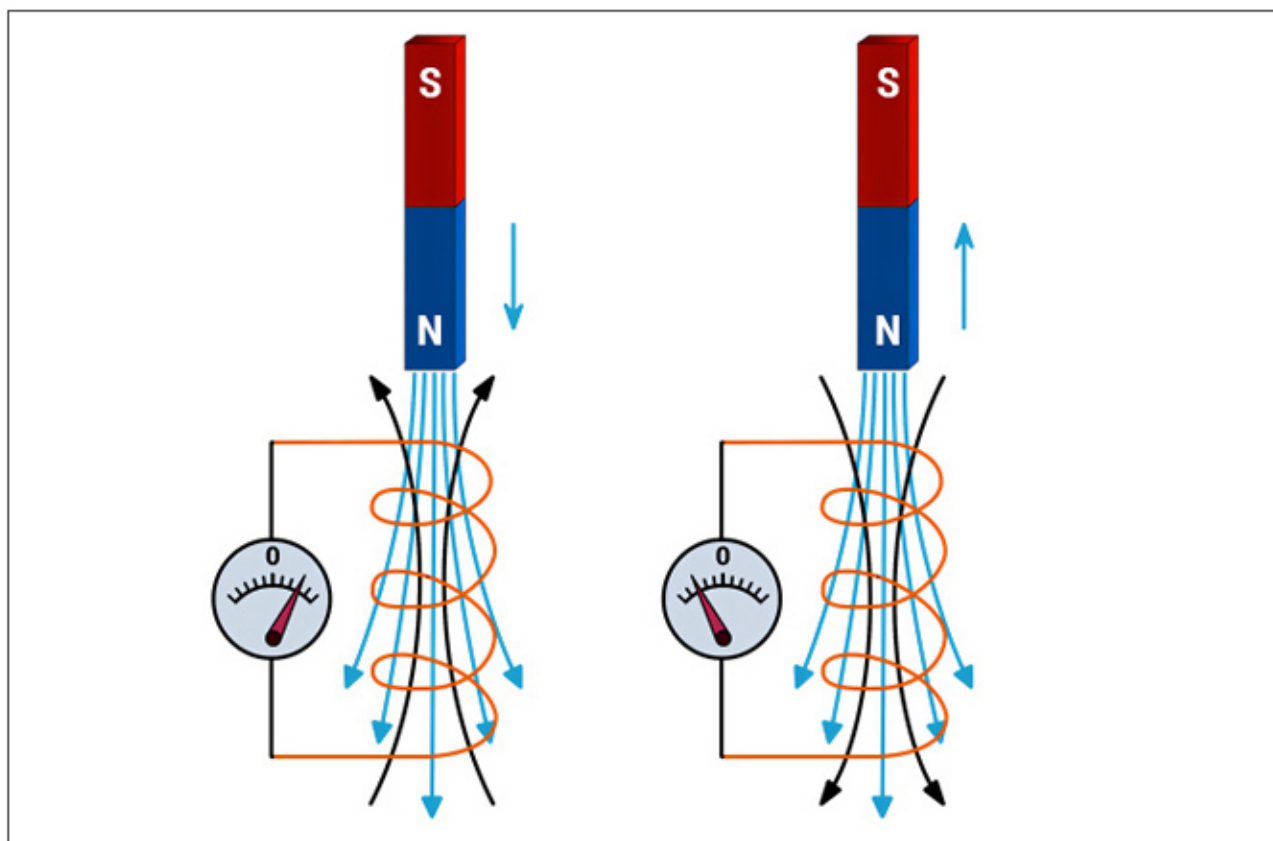


Рис. 18. Взаимодействие индукционного тока с магнитом.

При приближении магнита к разрезанному кольцу никаких изменений пластины не происходит. При приближении магнита к сплошному кольцу (независимо от того, каким полюсом его приближать) оно всегда отталкивается. Наоборот, удаление магнита всегда вызывает притяжение к нему кольца.

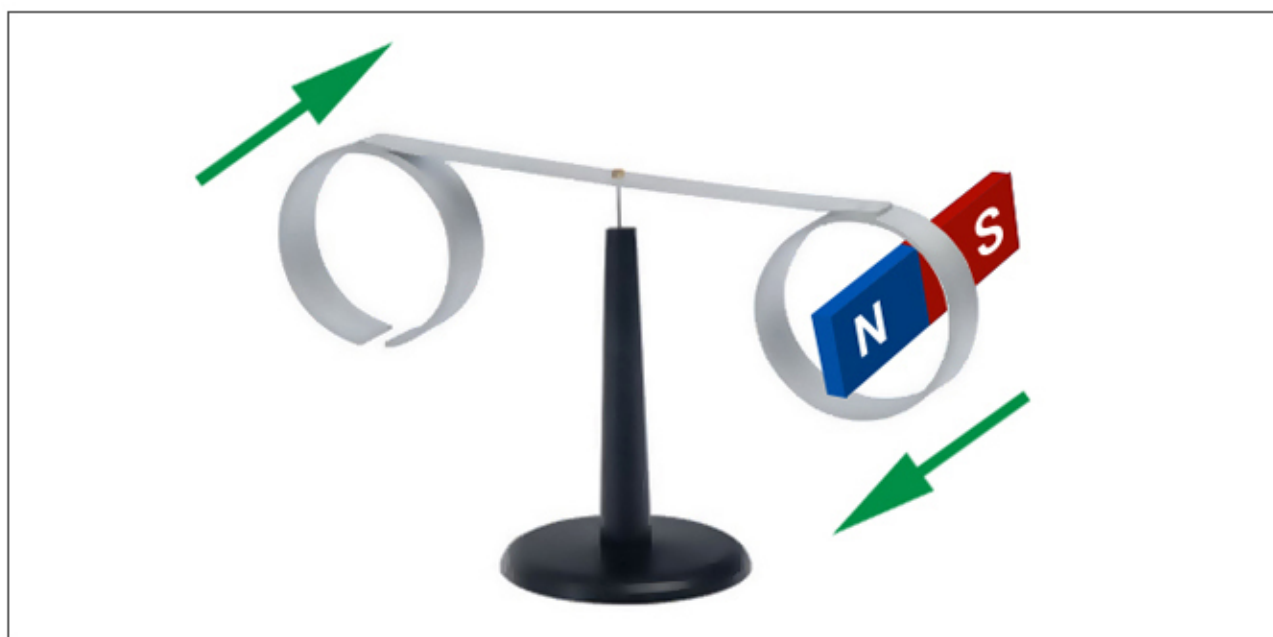


Рис. 19. Обнаружение явления электромагнитной индукции.

Почему? Рассматривая алюминиевое кольцо как катушку из одного витка провода, можно утверждать, что при движении магнита в замкнутом кольце возникает индукционный электрический ток. Таким образом, отталкивание кольца от магнита при его введении в кольцо и притяжение к магниту при его удалении из кольца обусловлены взаимодействием магнитного поля индукционного тока с магнитным полем постоянного магнита. В разрезанном кольце индукционный ток при движении магнита не возникает, следовательно, отсутствует магнитное поле, которое взаимодействовало бы с внешним магнитным полем этого постоянного магнита.

При введении магнита в кольцо между магнитом и кольцом действуют силы отталкивания. Значит, магнитное поле индукционного тока в кольце подобно полю постоянного магнита, обращенного одноименным полюсом к вводимому в кольцо магниту. При выведении магнита из кольца между магнитом и кольцом действуют силы притяжения. Значит, магнитное поле индукционного тока в кольце подобно полю постоянного магнита, обращенного противоположным полюсом к выводимому из кольца магниту.

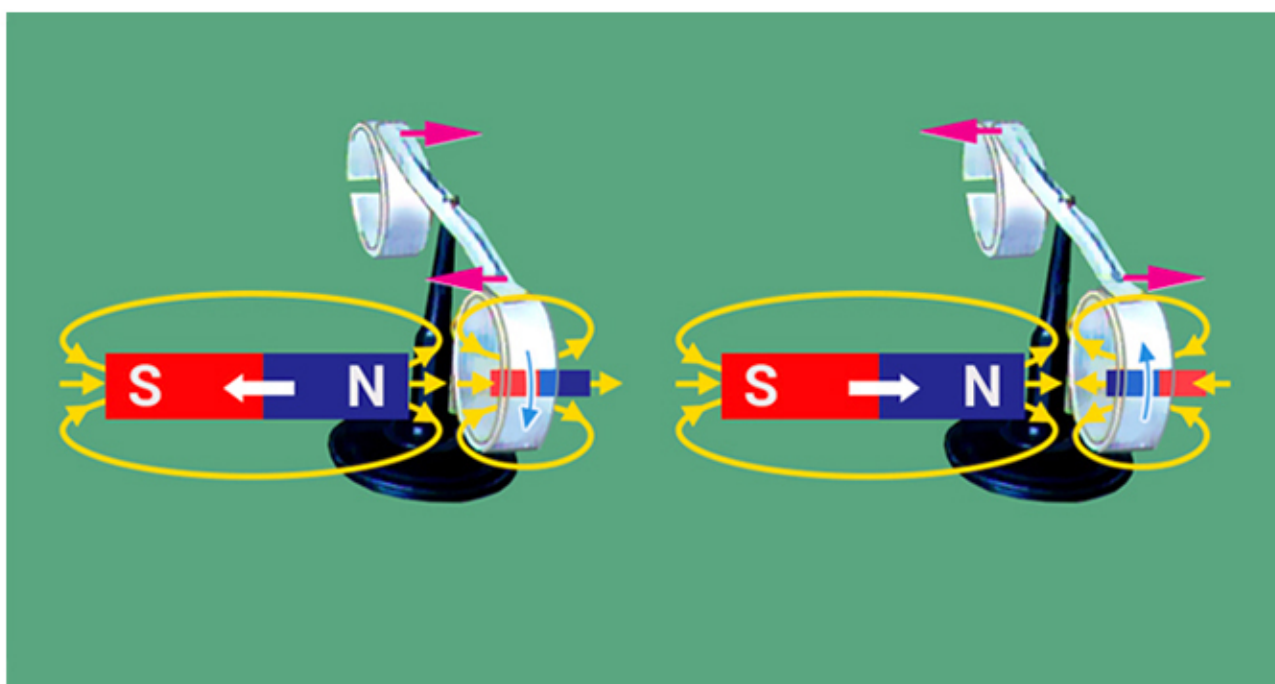


Рис. 20. Правило Ленца.

Зная направление силовых линий магнитного поля, созданного индукционным током в замкнутом кольце, можно по правилу правого винта определить направление индукционного тока.

Общее правило для определения направления индукционного тока сформулировал русский физик **Эмиль Христианович Ленц** в 1833 году: **индукционный ток всегда имеет такое направление, что его магнитное поле препятствует тем действиям, которые вызывают появление индукционного тока.**

Энергия индукционного тока не создается магнитным полем, а возникает за счет работы, совершаемой внешними силами при перемещении проводника в магнитном поле или источника магнитного поля относительно проводника.