

***Явление
электромагнитной
индукции. Правило
Ленцаю. Закон
электромагнитной
индукции.***

Цель: познакомиться с явлением электромагнитной индукции; показать значение этого явления для физики и техники; ввести понятие вихревого электрического поля; научиться определять направление индукционного тока.

- 1. История открытия явления ЭМИ.**
- 2. Опыты Фарадея.**
- 3. Магнитный поток.**
- 4. Явление ЭМИ.**
- 5. Причина возникновения
индукционного тока.**
- 6. Вихревое электрическое поле.**
- 7. Правило Ленца.**
- 8. Закон ЭМИ.**

В 1820 г Эрстед обнаружил действие проводника с током на магнитную стрелку. Этим опытом показали «превращение электричества в магнетизм».

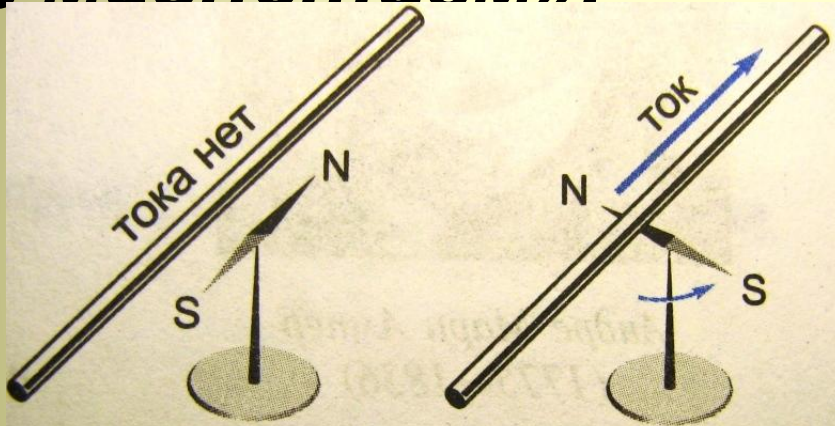


Рис. 12.3. Поворот магнитной стрелки при включении тока.



«Превратить магнетизм в электричество...»

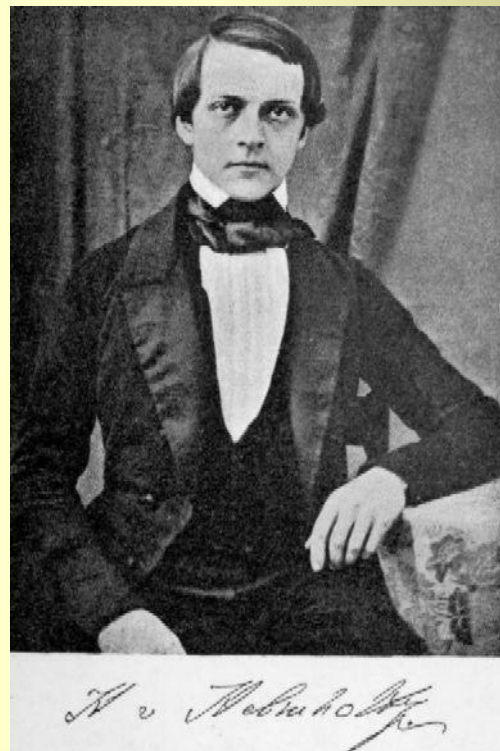
Английский физик Майкл Фарадей, узнав об опытах Эрстеда, поставил перед собой задачу – «превратить магнетизм в электричество». Решал эту задачу в течение 10 лет – с 1821 по 1831 г. Фарадей доказал, что магнитное поле может порождать электрический ток.



Значение ЭМИ для физики и техники

На явлении ЭМИ основано действие генераторов электрического тока на всех электростанциях Земли.

Немецкий физик Генрих Гельмгольц сказал: «Пока люди будут пользоваться благами электричества, они будут помнить имя



Опыты Фарадея по исследованию ЭМИ можно разделить на две серии:

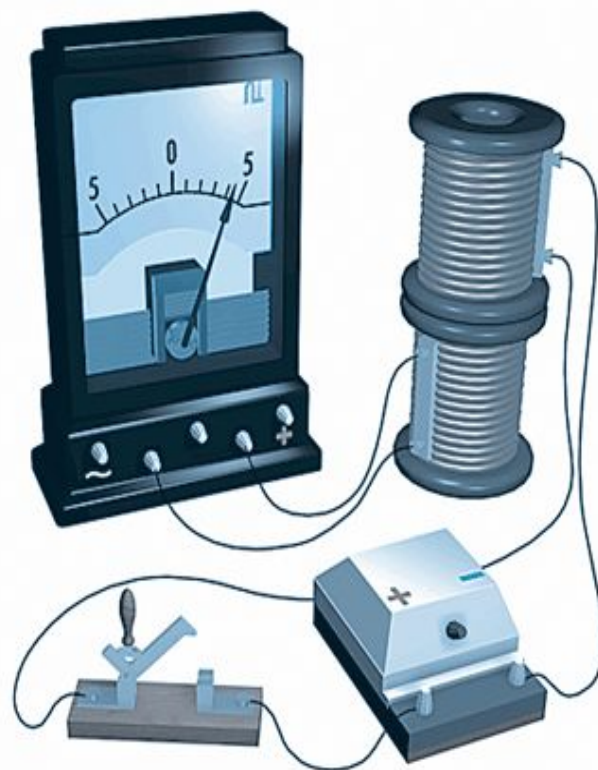
- возникновение индукционного тока при вдвигании и выдвигании магнита (катушки с током);
- возникновение индукционного тока в одной катушке при изменении тока в другой катушке.

Опыты Фарадея

1 серия опытов



2 серия опытов



Вывод из опытов Фарадея:
индукционный ток в катушке возникает
тогда, когда изменяется число линий
магнитной индукции, пронизывающих
катушку.



**Магнитным потоком Φ (поток
магнитной индукции) через замкнутый
контур называют физическую величину,
равную произведению модуля вектора
магнитной индукции B на площадь
контура S и на косинус угла между
вектором B и перпендикуляром к
плоскости контура.**

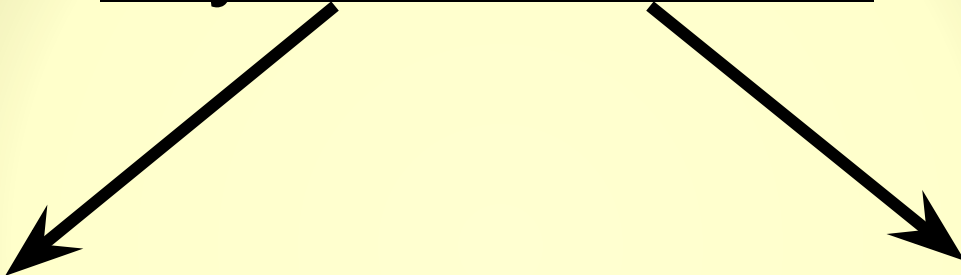
$$\Phi = BS \cos \varphi$$

$$[\Phi] = 1 \text{ Вб}$$

На основании опытов
Фарадея можно сделать вывод о
том, при каких условиях может
наблюдаться явление ЭМИ:

- ***Явление электромагнитной индукции заключается в возникновении индукционного тока в замкнутом контуре при изменении магнитного потока через площадь, ограниченную контуром.***

Выполнение условия возникновения ЭМИ – изменение магнитного потока через контур – можно осуществить двумя способами:



- Движение контура в постоянном магнитном поле

- Изменение во времени магнитного поля, в котором покоится контур

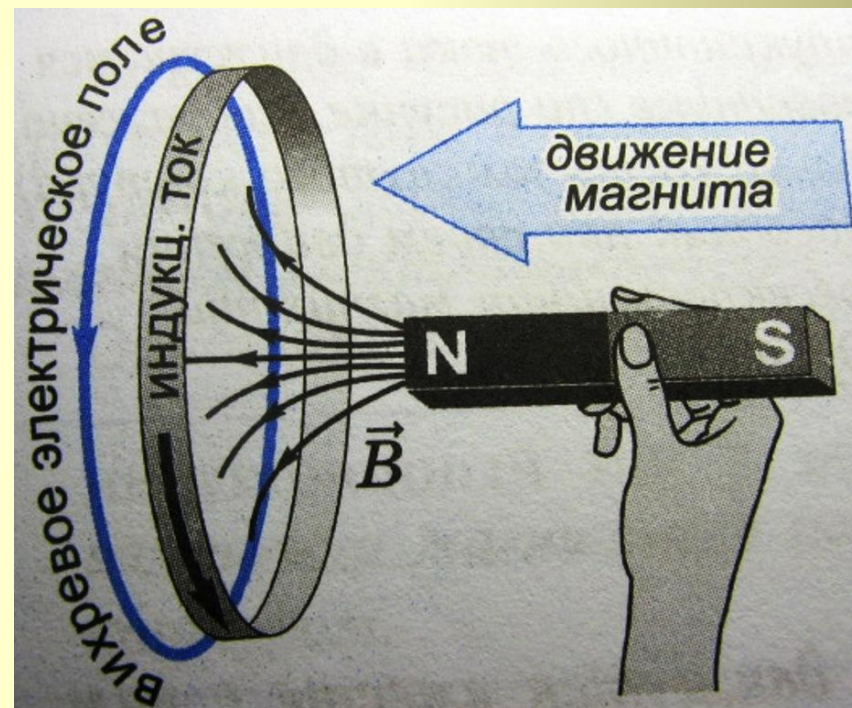
Движение контура в постоянном магнитном поле

Индукционный ток
при движении
проводящего контура
в постоянном
магнитном поле
вызывает сила
Лоренца,
действующая на
свободные заряды в
проводнике



Изменение во времени магнитного поля, в котором покоится контур

Индукционный ток в неподвижном замкнутом контуре, находящемся в переменном магнитном поле, вызывается электрическим полем, порождаемым переменным магнитным полем (**вихревым электрическим полем**)

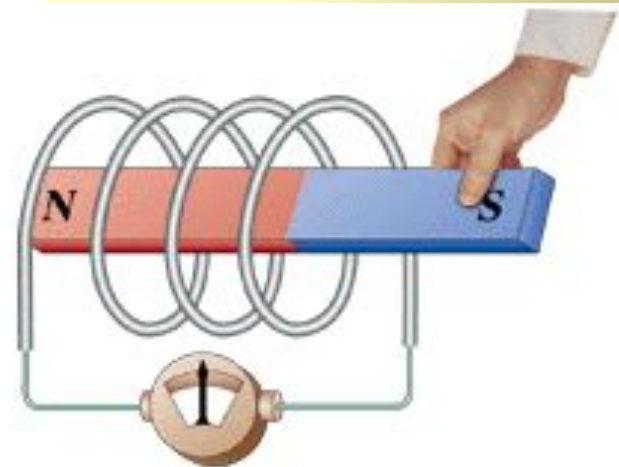


Отличие вихревого электрического поля от электростатического

- 1) Оно не связано с электрическими зарядами;
- 2) Силовые линии этого поля всегда замкнуты;
- 3) Работа сил вихревого поля по перемещению зарядов на замкнутой траектории не равна нулю.

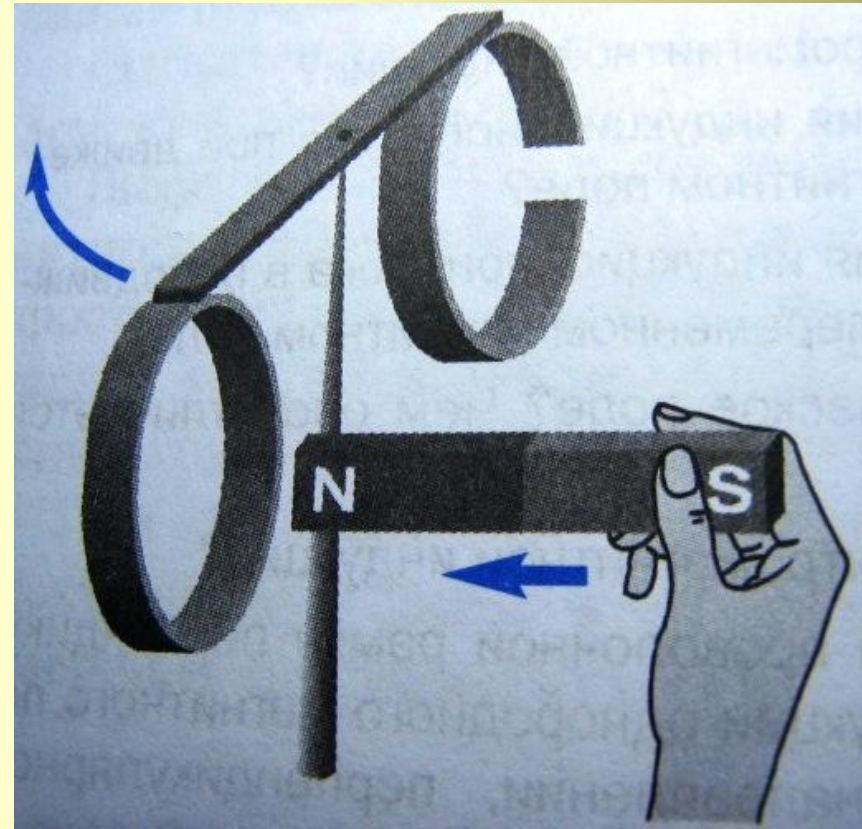
Направление индукционного тока

Вспомним опыт Фарадея: направление отклонения стрелки амперметра (а значит, и направление тока) может быть различным.



Объяснение опыта Ленца

Если приблизить магнит к проводящему кольцу, то оно начнет отталкиваться от магнита. Это отталкивание можно объяснить только тем, что в кольце возникает индукционный ток, обусловленный возрастанием магнитного потока через кольцо, а кольцо с током взаимодействует с магнитом.



Правило Ленца и ЗСЭ

Если магнитный поток через контур возрастает, то направление индукционного тока в контуре таково, что вектор магнитной индукции созданного этим током поля направлен противоположно вектору магнитной индукции внешнего магнитного поля.

Если магнитный поток через контур уменьшается, то направление индукционного тока таково, что вектор магнитной индукции созданного этим током поля сонаправлен вектору магнитной индукции внешнего поля.

Правило Ленца: индукционный ток имеет такое направление, что созданный им магнитный поток всегда стремится скомпенсировать то изменение магнитного потока, которое вызвало данный ток.

Правило Ленца является следствием закона сохранения энергии

Закон ЭМИ: ЭДС индукции в замкнутом контуре равна модулю скорости изменения магнитного потока, пронизывающего этот контур.

$$\mathcal{E}_i = \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right|$$

Закон ЭМИ с учетом правила Ленца.

$$\mathcal{E}_i = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

Закрепление

- Вопросы 1 - 3 на стр. 30, (1-2) на стр.34, 1-4 на стр.36

Домашнее задание

- § 9-13

Упр.2(6-8)

- Подготовиться к л/р № 2, стр. 364.

По желанию - презентация

«Применение вихревого электрического поля (токи Фуко)»