



# ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ

Кириллов Андрей Михайлович, <http://generalphysics.ru>, <http://iefsqu.ucoz.ru>

# Сравнение электростатического и магнитного полей

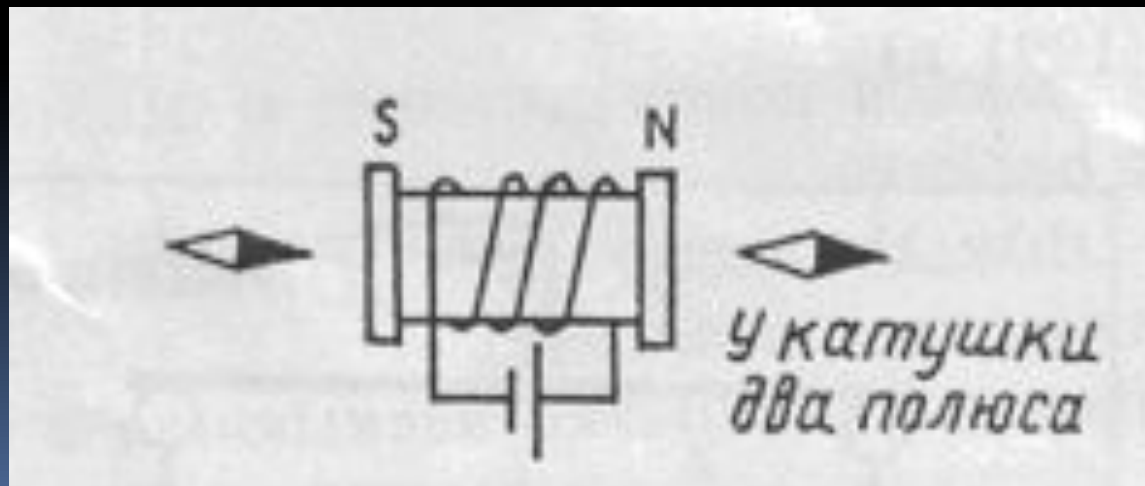
	Электростатическое	Магнитное
Источник поля		
Как обнаруживается поле?		
Характеристика поля		
Линии поля: замкнуты или незамкнуты?		

# Знаем:

- Электрическое поле создается электрически заряженными частицами (подвижными и неподвижными).
- Магнитное поле – движущимися, т.е. электрическим током

# Умеем:

- Превращать электричество в магнетизм





Задача:

*«Превратить магнетизм в  
электричество»*



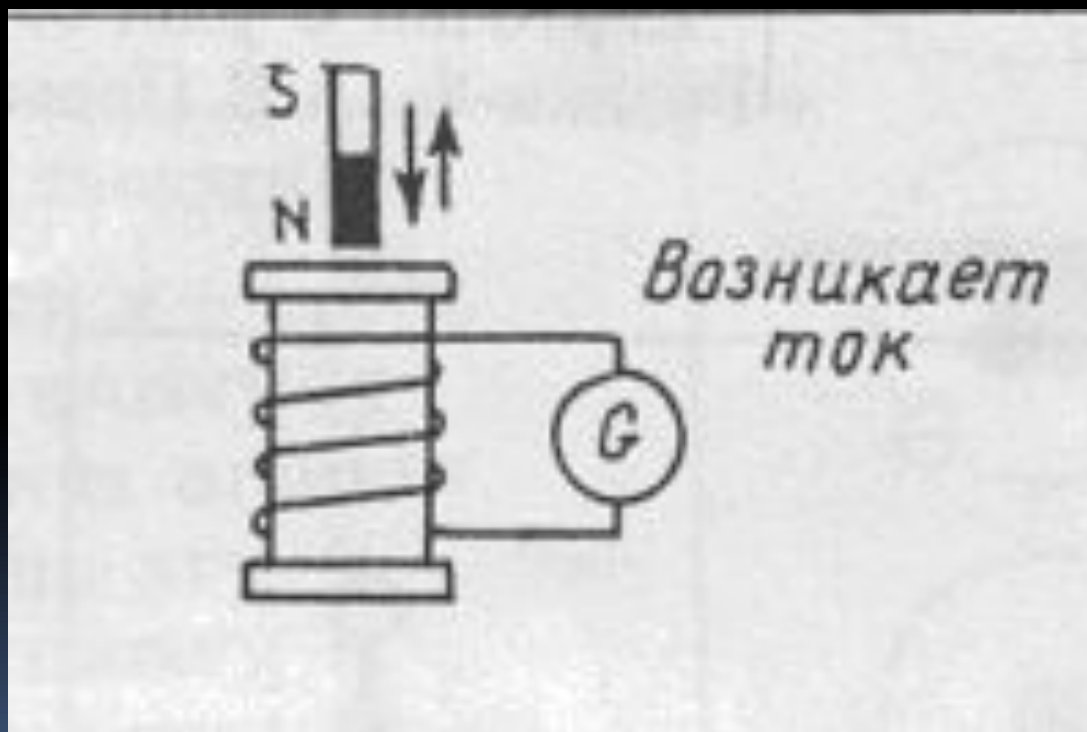
- «Превратить магнетизм в электричество», — записал в 1822 г. Фарадей в своём дневнике.

- И только в августе 1831 г. многолетние опыты увенчались успехом: было открыто явление электромагнитной индукции.

Благодаря этому открытию были сконструированы устройства: электрогенераторы, трансформаторы и т.д.

М. Фарадей (1791 - 1867)

Явление электромагнитной индукции заключается в возникновении электрического тока в проводящем контуре, при изменении числа линий магнитной индукции, пронизывающих этот контур (при изменении магнитного потока).

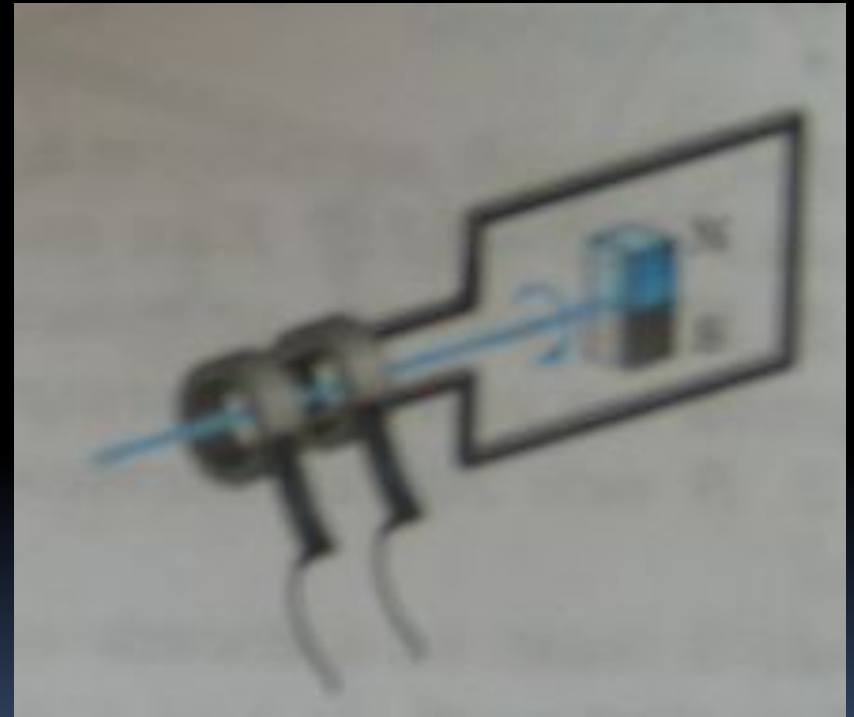
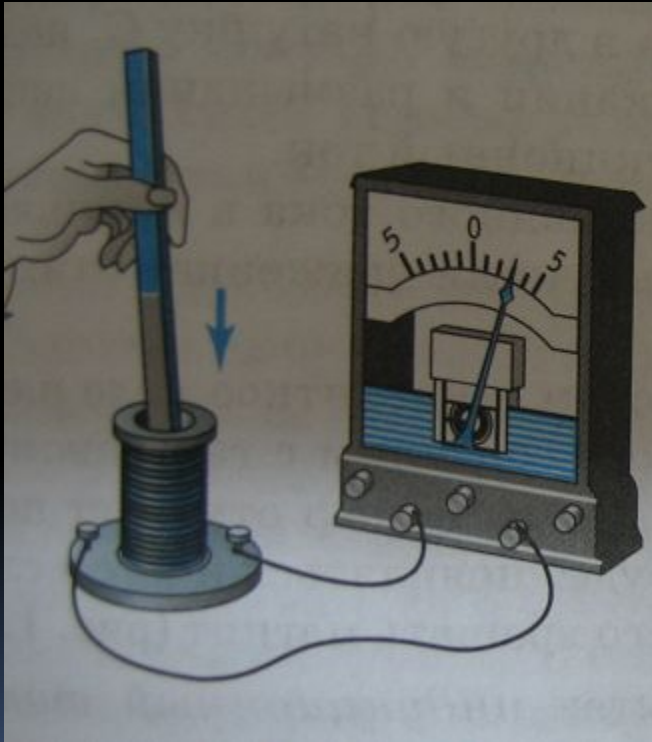


$$\Delta\phi > 0$$

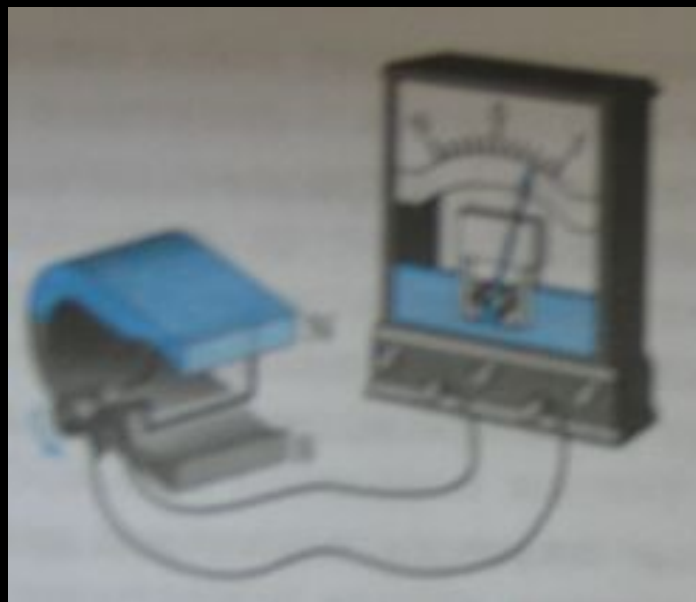
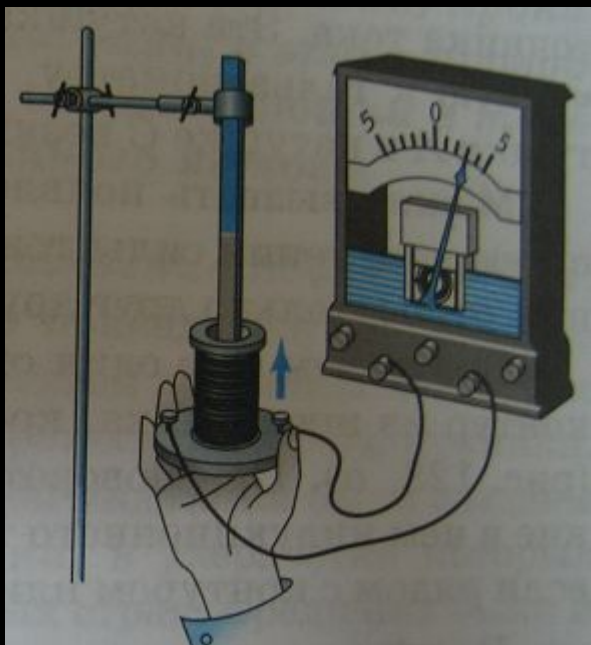
$$\Delta\phi < 0$$

# Способы индуцирования тока (опыты Фарадея)

Магнитный поток, пронизывающий катушку, может изменяться по трем причинам:



1. за счет изменения магнитного поля, в котором находится неподвижная катушка (проводящий контур)



2. за счет движения (поступательного или углового) самой катушки (проводящего контура) в магнитном поле



- Можно вызвать появление индукционного тока в катушке С и путем изменения силы тока в катушке А или движением этих катушек относительно друг друга.



3. если по катушке, создающей магнитное поле, идет переменный ток или эта катушка движется относительно той, в которой индуцируется ток

■ Итак, при любом изменении магнитного потока, пронизывающего контур замкнутого проводника (замкнутый проводящий контур), в этом проводнике возникает электрический ток, существующий в течение всего процесса изменения магнитного потока. Возникший электрический ток называют *индукционным*, а явление *электромагнитной индукцией*.

# Направление тока. Правило Ленца

*Индукционный ток всегда имеет такое направление, что создаваемое им магнитное поле препятствует изменению магнитного потока, вызывающего индукционный ток.*

## *Применение правила Ленца:*

1. Установить направление линий магнитной индукции  $B$  внешнего поля
2. Выяснить, увеличивается или уменьшается магнитный поток
3. Установить направление линий магнитной индукции  $B'$  магнитного поля индукционного тока.

при  $\Delta\Phi > 0$ ,  $B' \uparrow \downarrow B$

при  $\Delta\Phi < 0$ ,  $B' \uparrow \uparrow B$

4. Зная направление линий магнитной индукции  $B'$ , найти направление индукционного тока, пользуясь правилом буравчика или правилом правой руки

# ЭДС электромагнитной индукции

1. В цепи появляется электрический ток в том случае, когда на свободные заряды действуют сторонние силы.
2. При изменении магнитного потока через контур, в контуре появляются сторонние силы, действие которых характеризуется ЭДС, называемой *ЭДС индукции*

# Закон электромагнитной индукции

- Сила индукционного тока пропорциональна скорости изменения магнитного потока через поверхность, ограниченную контуром:

$$I_i \sim \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

- ЭДС индукции в замкнутом контуре равна по модулю скорости изменения магнитного потока через поверхность, ограниченную контуром:

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

## ЭДС в проводнике, движущемся в магнитном поле

- При движении проводника его свободные заряды движутся вместе с ним. Поэтому на заряды со стороны магнитного поля действует сила Лоренца. Она-то и вызывает перемещение зарядов внутри проводника. Следовательно, ЭДС индукции в движущемся проводнике имеет *магнитное* происхождение.

$$\mathcal{E}_i = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = B l v \sin\alpha$$