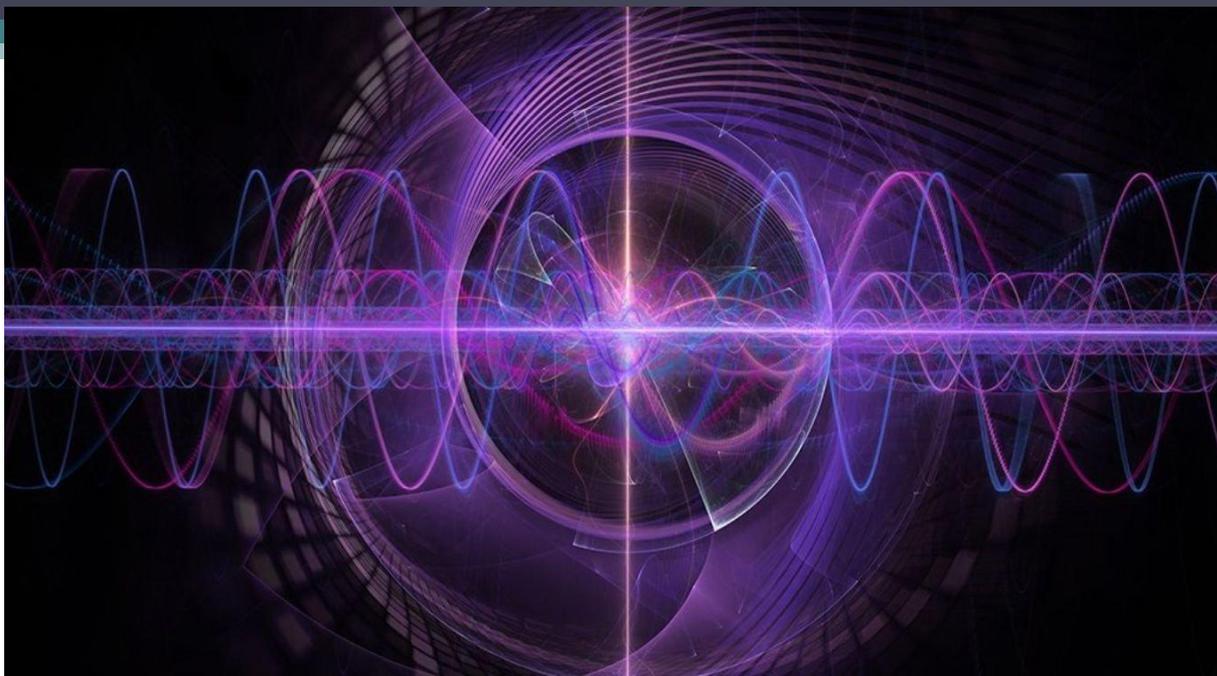


Электромагнитная ИНДУКЦИЯ



Содержание

1. Опыты Фарадея
2. Магнитный поток
3. Электромагнитная индукция
4. Возникновение индукционного тока
5. Вихревое электрическое поле
6. Закон электромагнитной индукции
7. Явление самоиндукции
8. Индуктивность
9. Электромагнитное поле

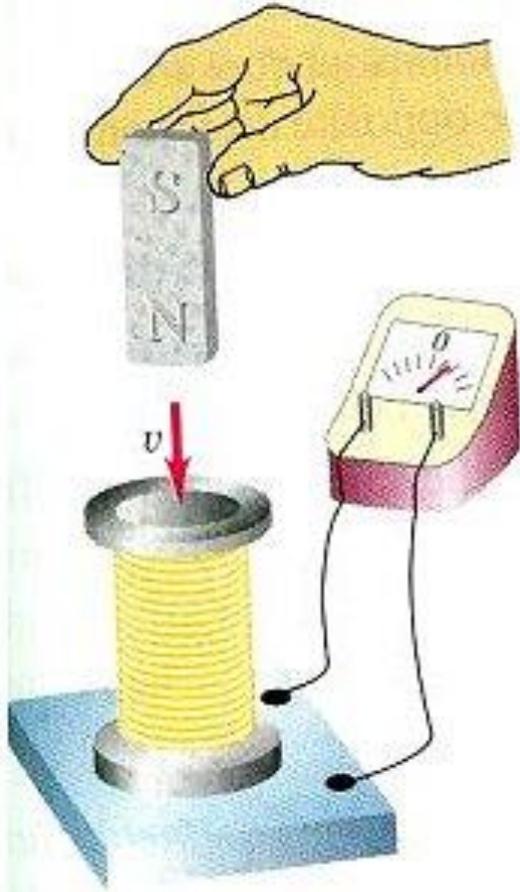
Майкл Фарадей (1791-1867)



Основоположник учения об электромагнитном поле. Он ввел понятия «Электрическое» и «Магнитное поле», предположил, что существуют электромагнитные волны.

В 1821 году Фарадей задался целью «Превратить магнетизм в электричество», а через 10 лет, в 1831, ему это удалось.

Опыт Фарадея

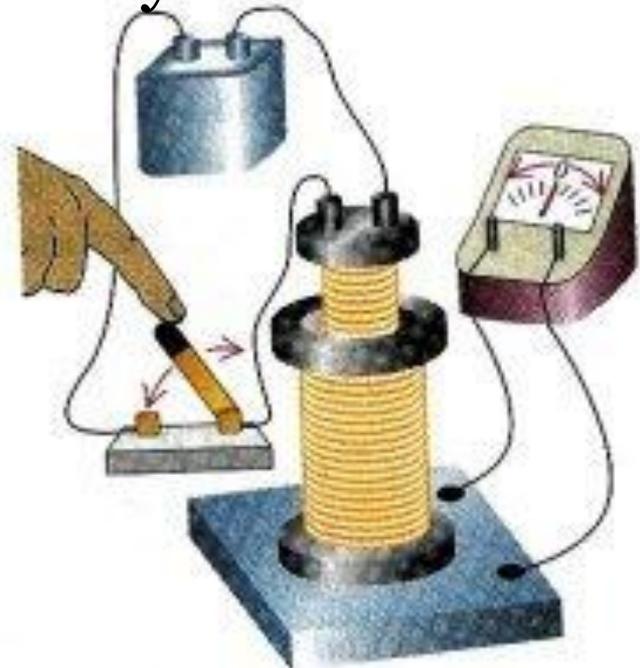
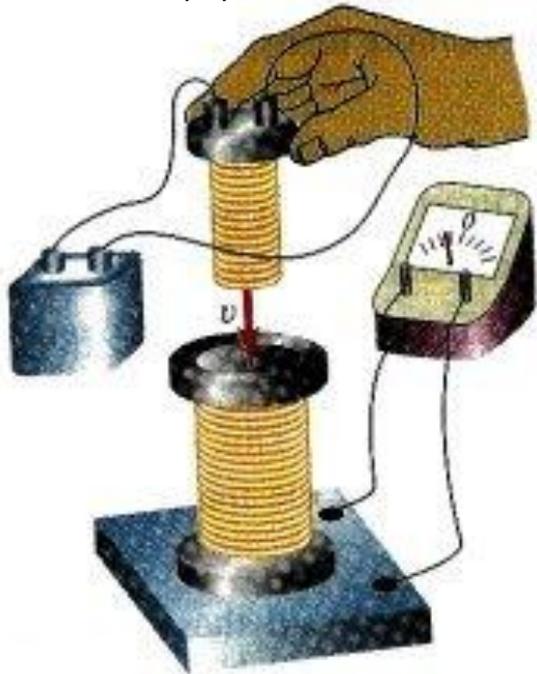


Постоянный магнит вставляют в катушку, замкнутую на гальванометр, или вынимают из нее. При движении магнита в контуре возникает электрический ток.

Фарадей заметил, что индукционный ток возникает при изменении числа линий магнитной индукции, пронизывающих катушку.

Опыт Фарадея

Аналогичный результат будет в случае перемещения электромагнита, по которому пропускают постоянный ток, относительно первичной катушки или при изменении тока в неподвижной вторичной катушке.

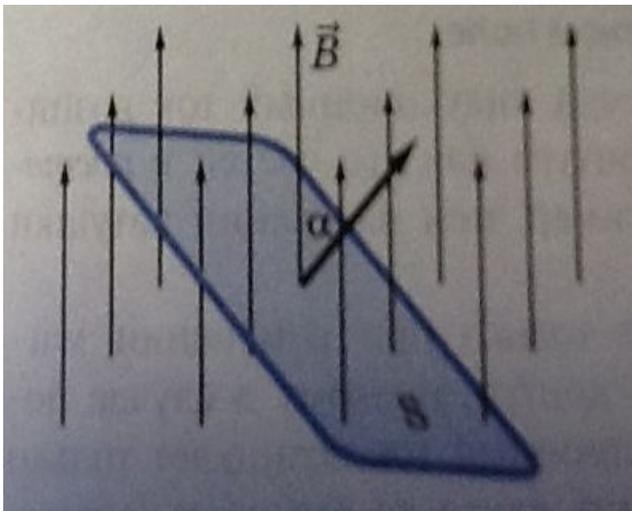
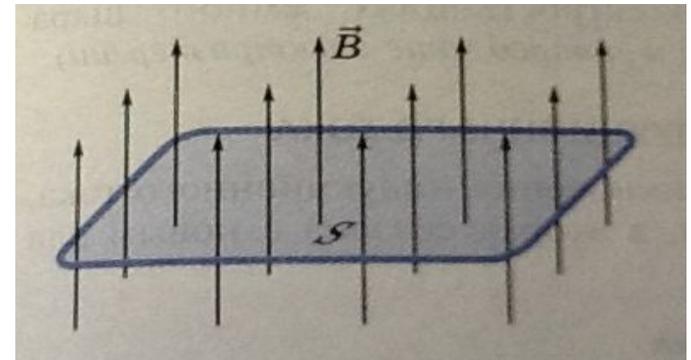


Магнитный поток

Когда плоскость контура перпендикулярна \vec{B} , то магнитный поток через контур равен BS

$$\Phi = BS \cos \alpha$$

[ВБ]



Число пронизывающих контур линий магнитной индукции пропорционально $\cos \alpha$, где α — угол между \vec{B} и перпендикуляром к плоскости контура

Электромагнитная индукция

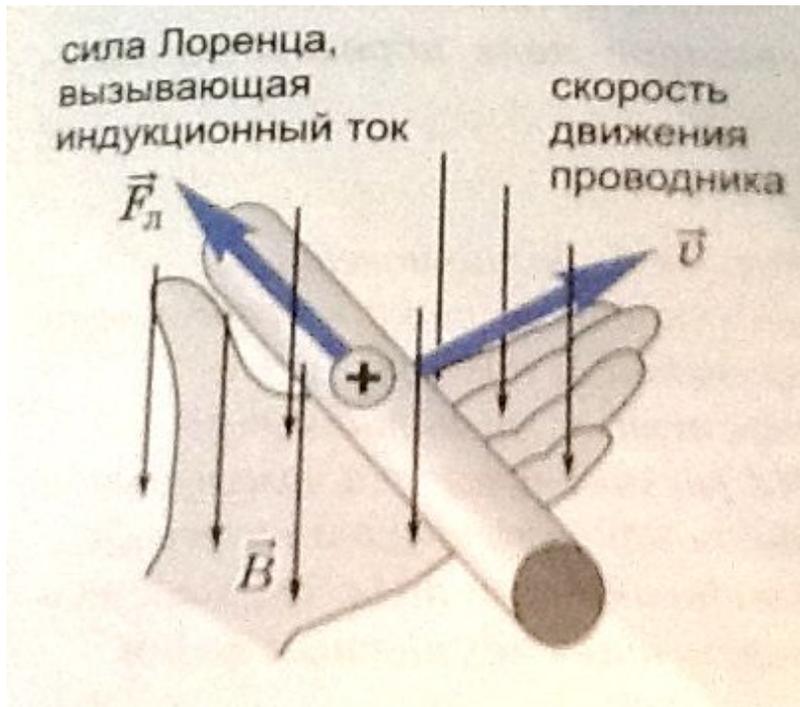
- **Электромагнитная индукция** - возникновения электрического индукционного тока в замкнутом контуре при изменении магнитного потока через ограниченную контуром площадь.

Вывод из опытов Фарадея:

Индукционный ток в замкнутом контуре возникает при изменении магнитного потока через площадь, ограниченную контуром

Возникновение индукционного тока при движении контура в магнитном поле

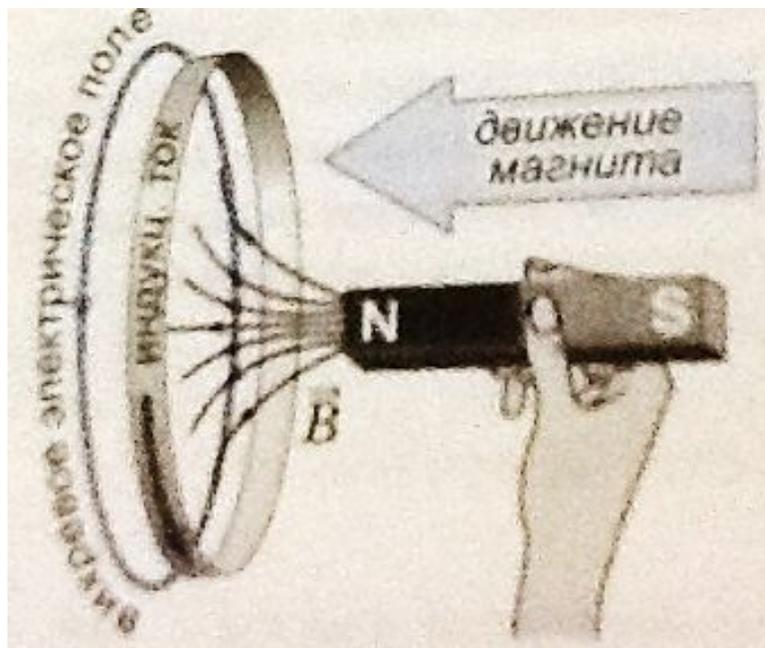
- Пусть один из проводников контура \perp вектору магн.инд., а его скорость \perp и проводнику, и вектору магн.инд.



Свободные заряды в проводнике движутся вместе с ним, и на них действует сила Лоренца, которую находим по правилу левой руки. В данном случае она направлена вдоль проводника и вызывает индукционный ток

Возникновение индукционного тока в неподвижном контуре в переменном магнитном поле

- В этом случае силы Лоренца нет, а изменение магн. потока через контур происходит тогда, когда магн. поле изменяется во времени.



Возникновение инд.тока в неподвижном проводнике можно объяснить тем, что на свободные заряды действует сила со стороны электрического поля.

Следовательно, переменное магнитное поле порождает электрическое поле

Переменное магнитное поле

порождает



Вихревое электрическое поле

действует на



Свободные заряды в контуре

приходят в движение



Индукционный ток

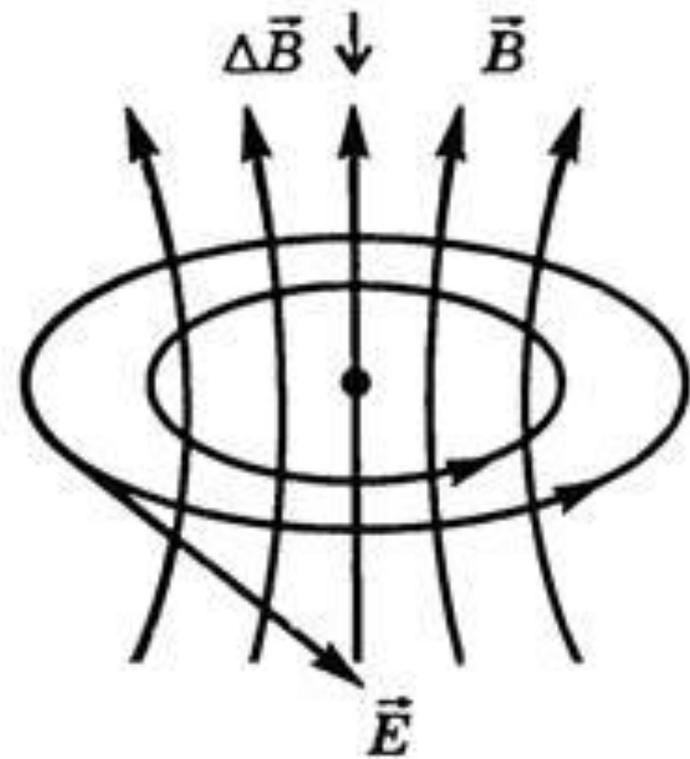
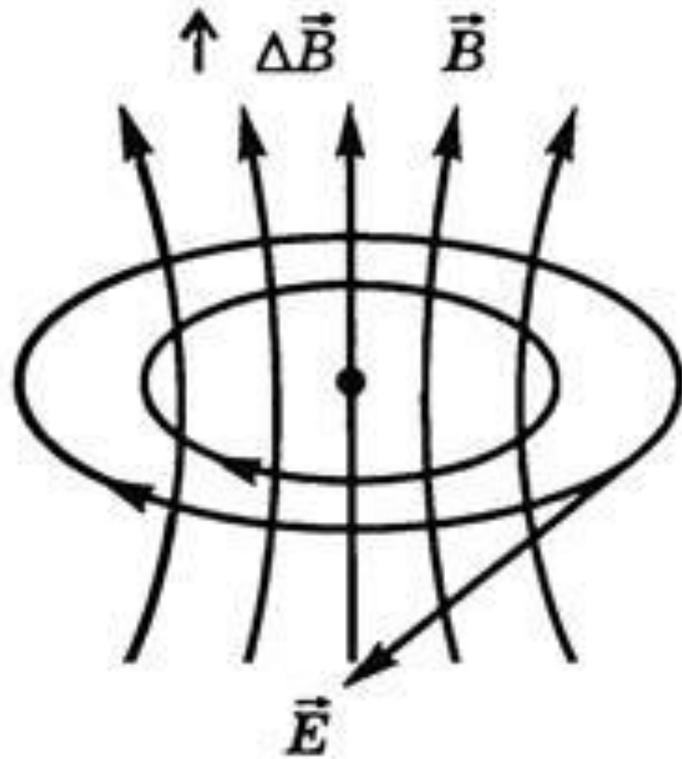
Вихревое электрическое поле

- **Вихревое поле** – электрическое поле, созданное переменным магнитным полем. Всегда возникает при изменении магнитного поля.

В отличие от электростатического поля:

- Линии напряженности электрического поля, созданного переменным магнитным полем, замкнуты.
- При перемещении заряда по замкнутому контуру вихревое электрическое поле совершает над ним работу.

Вихревое электрическое поле



Закон электромагнитной индукции

- Сторонние силы действуют на свободные заряды, если в замкнутом контуре возникает индукционный ток. Они характеризуются электродвижущей силой.
- По закону Ома для полной цепи:

$$\mathcal{E}_i = I_i R$$

I_i - сила инд.тока

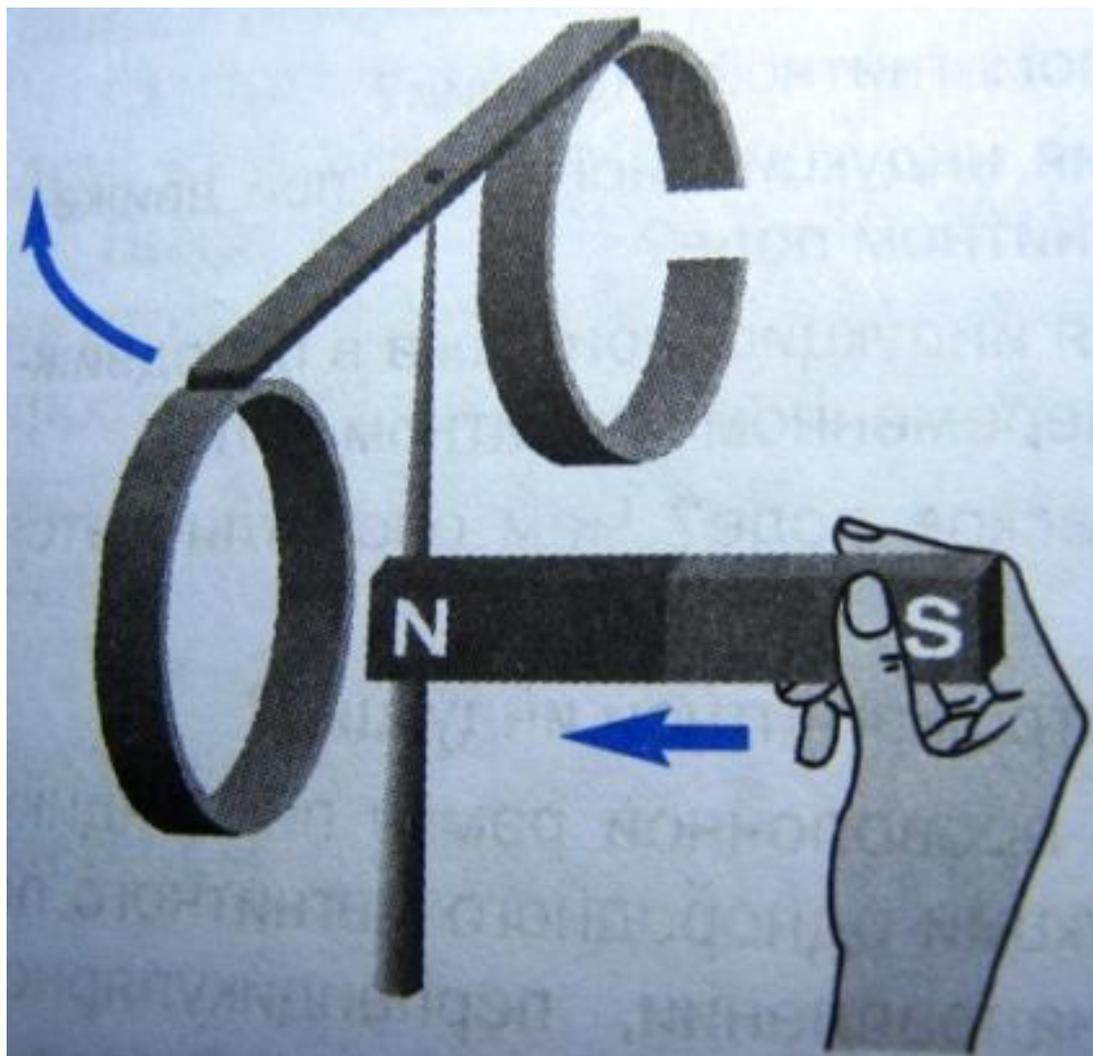
R - полное сопротивление замкнутого контура

Закон электромагнитной индукции:

ЭДС индукции в замкнутом контуре равна модулю скорости изменения магнитного потока, пронизывающего этот контур

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

Объяснение опыта Ленца



Закон сохранения энергии

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.

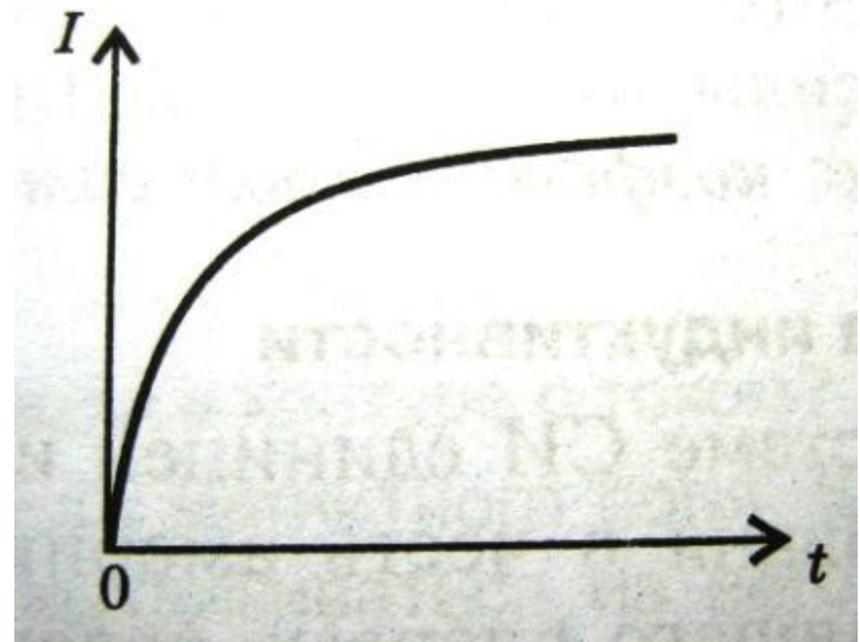
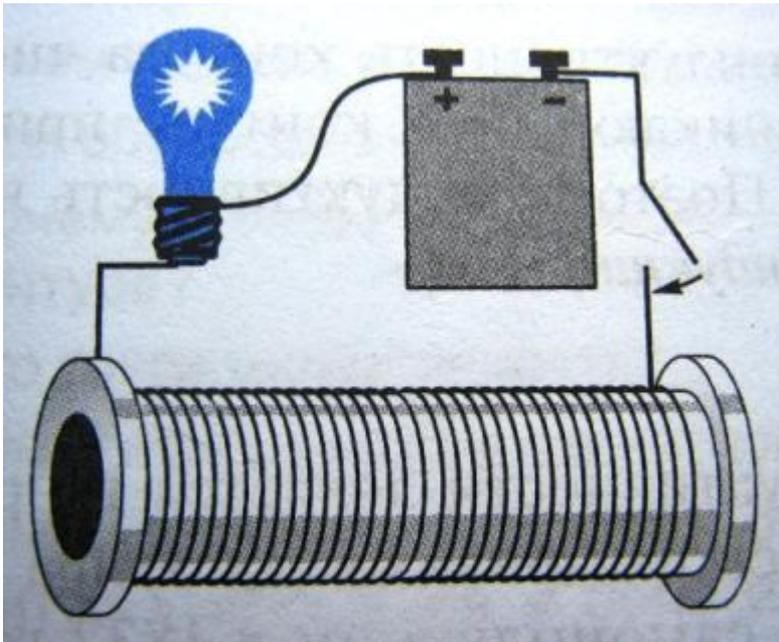
Правило Ленца:

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.

Явление самоиндукции

При замыкании цепи с катушкой определенное значение силы тока устанавливается лишь спустя некоторое время. Впервые это явление наблюдал в 1832 г. Джозеф Генри.



САМОИНДУКЦИЯ – возникновение вихревого электрического поля в проводящем контуре при изменении силы тока в нем; частный случай электромагнитной индукции.

Вследствие самоиндукции замкнутый контур обладает «инертностью»: силу тока в контуре, содержащем катушку, нельзя изменить мгновенно.

Индуктивность

- способность проводника в с током создавать магнитное поле.

$$L = \frac{\Phi}{I}$$

L – индуктивность; I – сила тока;
 Φ – магнитный поток, созданный током.

Индуктивность проводника – это скалярная физическая величина численно равная отношению магнитного потока, созданного током в соленоиде к силе тока в нем.

Индуктивность показывает, какой магнитный поток создается соленоидом при протекании по нему единичной силы тока.

$$L = \frac{\Phi}{I = 1}$$

Генри равен индуктивности такого соленоида, в котором при силе постоянного тока в 1 А создается магнитный поток в 1 Вб .

$$[L] = 1\text{Гн} = 1\frac{\text{Вб}}{\text{А}}$$

Индуктивность соленоида зависит от его размеров, формы и магнитных свойств среды внутри соленоида.

$$L = \frac{\mu\mu_0 N^2 S}{l}$$

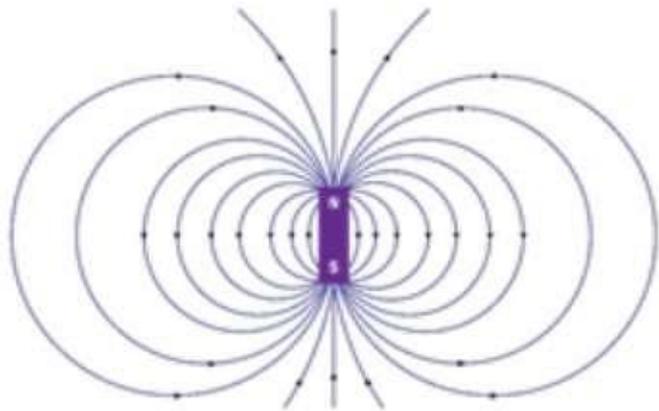
Учет явления самоиндукции

В цепях, содержащих большую индуктивность (трансформаторы, генераторы, электродвигатели), выключение тока проводят медленно, чтобы ЭДС самоиндукции не превысила ЭДС источника, и прибор не вышел из строя.

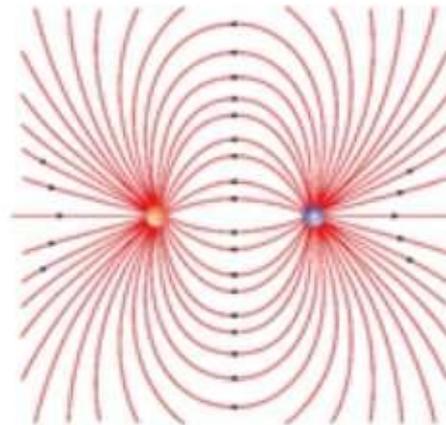
Электромагнитное поле

Всякое изменение магнитного поля порождает переменное электрическое поле, а всякое изменение электрического поля порождает переменное магнитное поле.

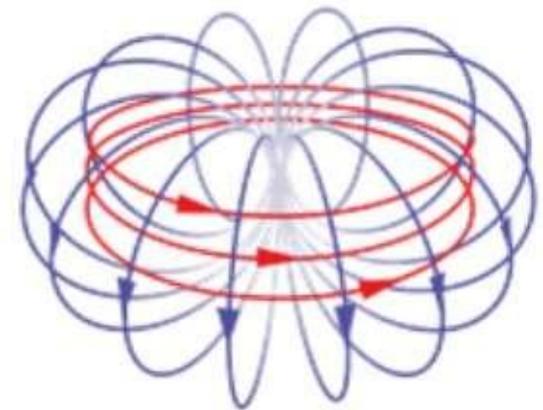
Единое электромагнитное поле создается в результате изменения электрических и магнитных полей.



магнитное поле



электрическое
поле



электромагнитное
поле

Свойства электромагнитного поля

- Материально
- Действует на заряды и токи с некоторой силой
- Обладает энергией
- Может отрываться от источника и самостоятельно распространяться в пространстве с конечной скоростью
- Источником его является колеблющийся заряд