Урок по теме:

"ЯВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ. ОПЫТЫ ФАРАДЕЯ"

Цель урока: *раскрытие физической сущности явления электромагнитной индукции.*

ЗАДАЧИ УРОКА

Обучающие:

- ***изучить явление электромагнитной индукции и условия его возникновения;***
- ***рассмотреть историю вопроса о связи магнитного поля и электрического;***
- ***показать причинно-следственные связи при наблюдении явления электромагнитной индукции,***
- ***способствовать актуализации, закреплению и обобщению полученных знаний.***

Развивающие:

- ***способствовать развитию умения работать в группе, высказывать собственные суждения и аргументировать свою точку зрения.***

Воспитательные:

- ***способствовать развитию познавательных интересов у студентов;***
- ***способствовать моделированию собственной системы ценностей, базирующихся на идее саморазвития.***

ПРОВЕРКА УСВОЕНИЯ РАНЕЕ ИЗУЧЕННОГО МАТЕРИАЛА.

Что такое магнитное поле и каковы его свойства?

!

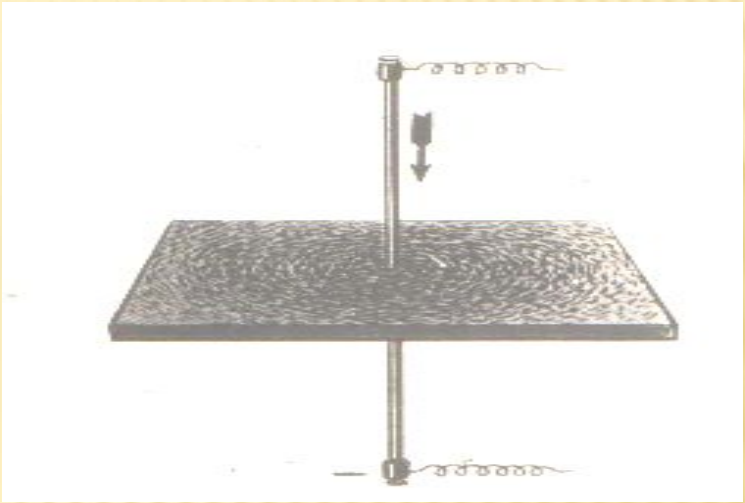
1.МП – это особая форма материи, которая существует независимо от нас и от наших знаний о нем.

2.МП порождается движущимися электрическими зарядами и обнаруживается по действию на движущиеся электрические заряды.

3.С удалением от источника МП ослабевает.

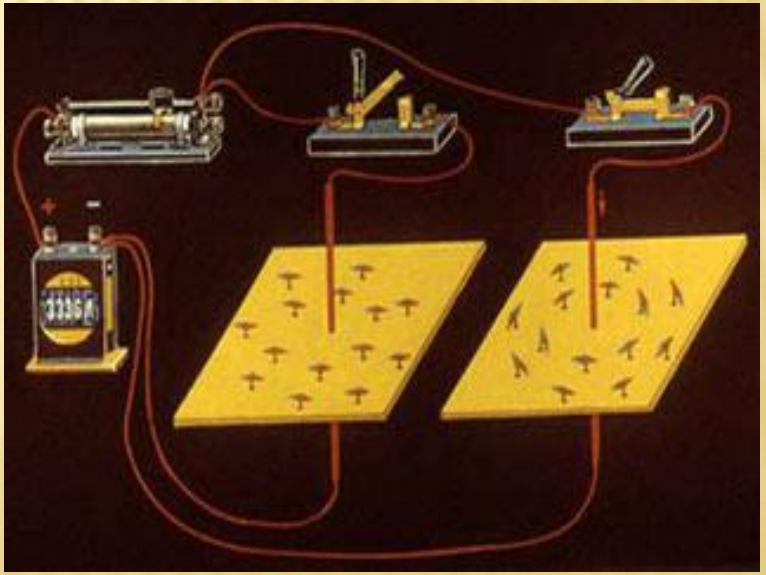
КАК МОЖНО ОБНАРУЖИТЬ МП?

Ответ: **С помощью железных опилок или магнитных стрелок.**



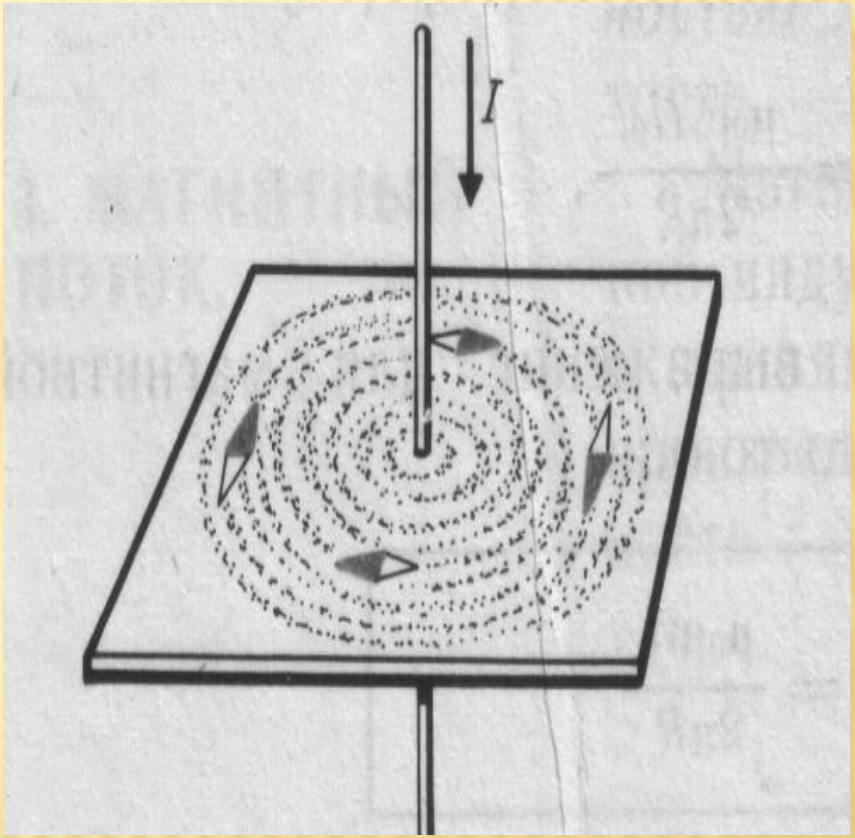
Попадая в МП, железные опилки становятся маленькими магнитными стрелочками.

А они устанавливаются вдоль магнитных линий - МП становится видимым.



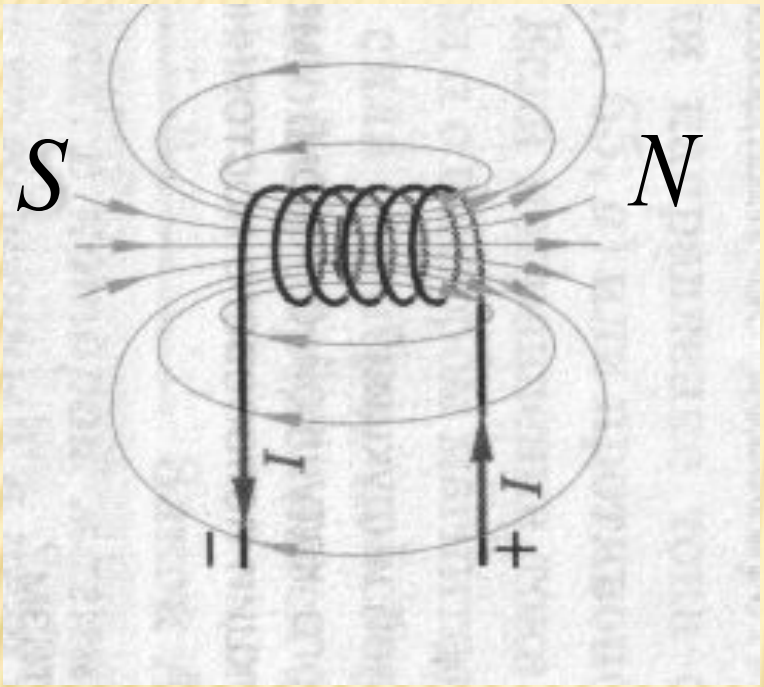
ЧТО ТАКОЕ МАГНИТНЫЕ ЛИНИИ?

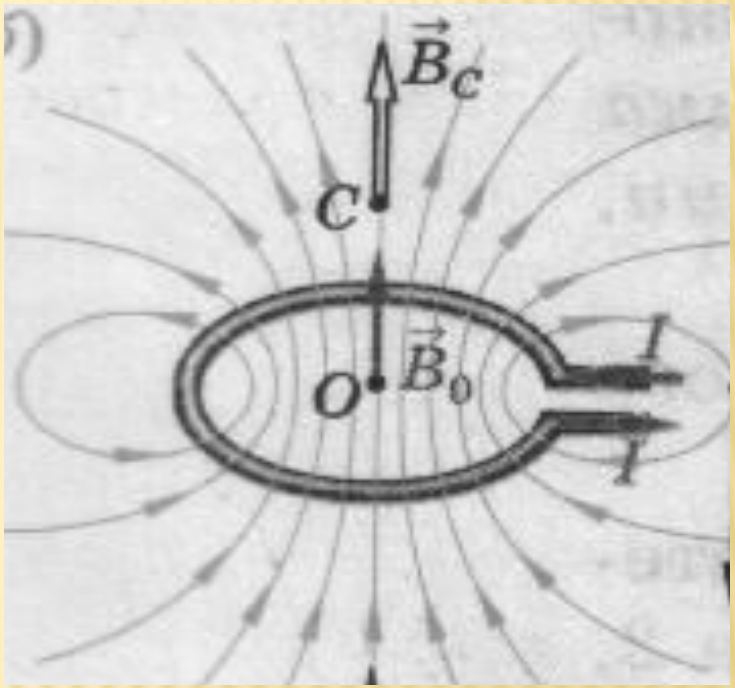
Магнитные линии – это воображаемые линии вдоль которых установились бы в магнитном поле оси маленьких магнитных стрелочек.



МАГНИТНЫЕ ЛИНИИ – ЗАМКНУТЫЕ КРИВЫЕ.

Магнитные линии – замкнутые кривые.





✔**Если магнитные линии параллельны и расположены с одинаковой густотой, то МП – является однородным (рис. слева)**

✔**Если магнитные линии искривлены и расположены с неодинаковой густотой, то МП – является неоднородным (рис. справа)**

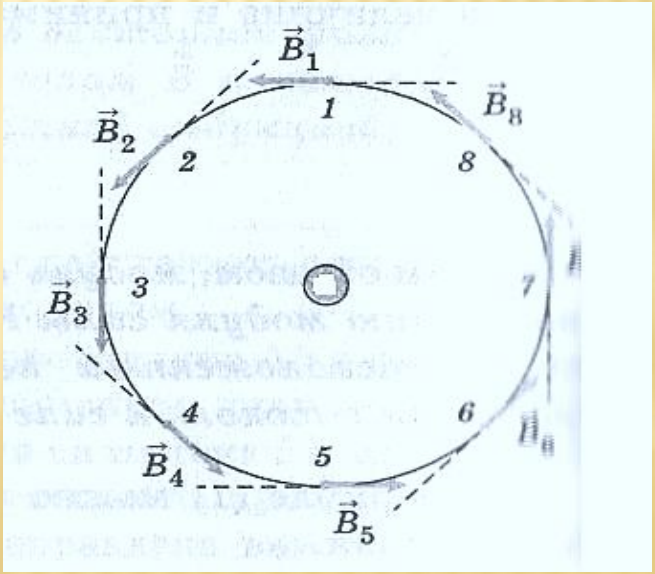
Как называется силовая характеристика магнитного поля?

Вектор магнитной индукции!

- Имеет

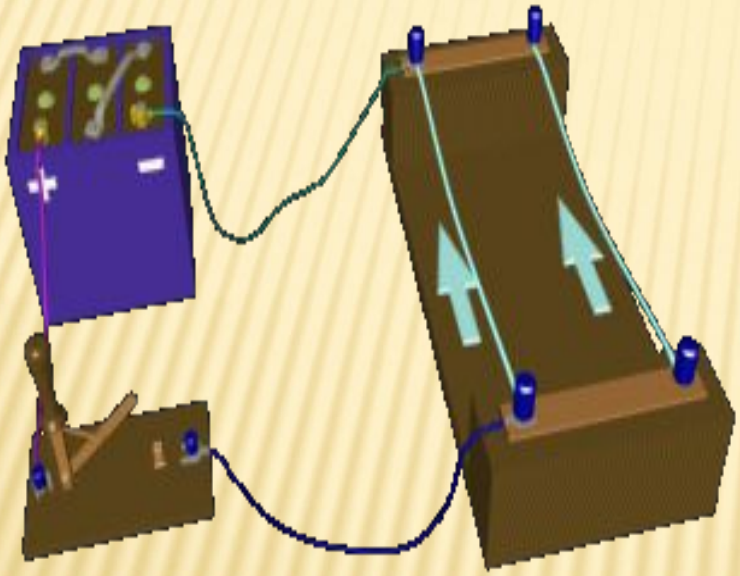
1.модуль и 2. направление в пространстве

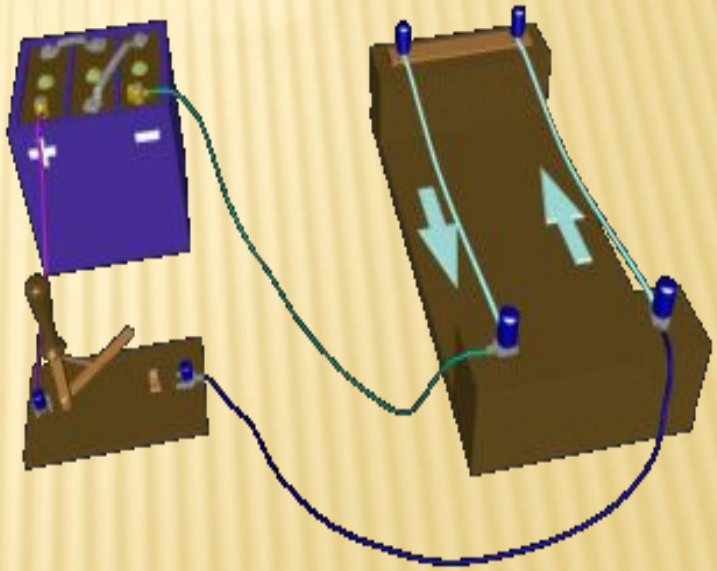
B



Как взаимодействуют токи одного направления? Противоположного направления?

Опыт Ампера 1820 г.



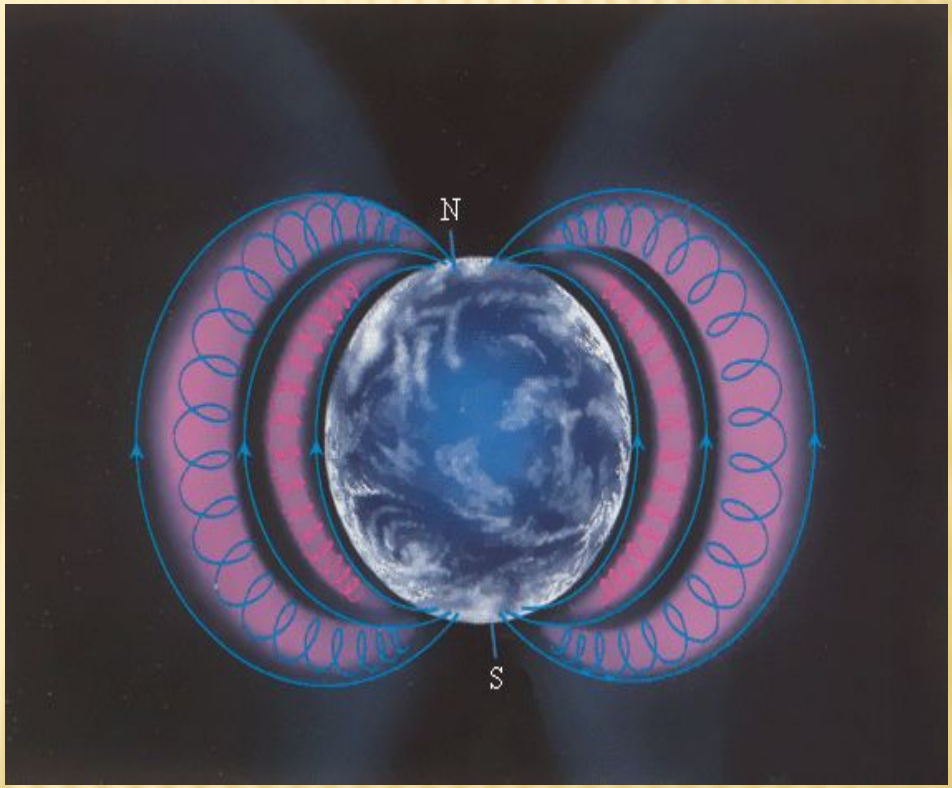


Токи одного направления притягиваются.

Токи противоположных направлений отталкиваются.

Чем объяснить, что магнитная стрелка компаса устанавливается в данном месте Земли в определенном направлении?

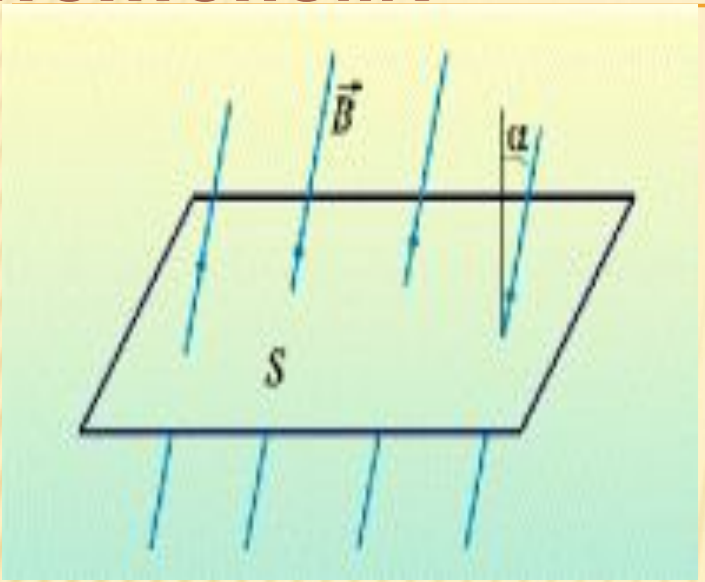
Вокруг Земли существует магнитное поле и магнитная стрелка компаса устанавливается вдоль его линий.

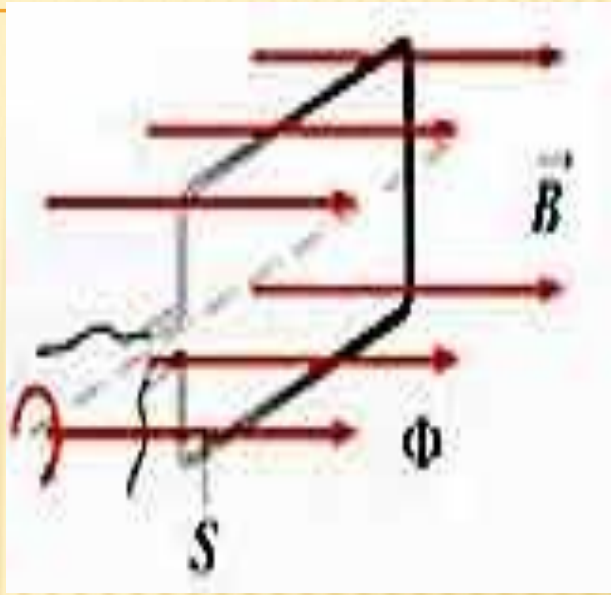


В каком месте Земли магнитная стрелка обоими концами показывает на юг?

- На северном географическом полюсе.

Что называется магнитным потоком?





Магнитным потоком **через замкнутый контур площадью S называют физическую величину, равную произведению модуля вектора магнитной индукции B на площадь контура S и на косинус угла α между направлением вектора магнитной индукции и нормалью к площади контура.** $\Phi = BS\cos\alpha$

Каковы способы изменения магнитного потока?

- Ф зависит от величины вектора магнитной индукции *B*, площади контура S и его ориентации относительно линий индукции магнитного поля.
- Магнитный поток тем больше, чем меньше угол между направлением вектора *B и* нормалью к площади S.

Ед. измерения [Ф] = 1Тл· $м^2$ = Вб (вебер)

Прямой проводник длиной 15 см. помещён в однородное магнитное поле с индукцией 0,4 Тл, направленной перпендикулярно направлению тока. Сила тока, протекающего по проводнику, равна 6 А. Найдите силу Ампера, действующую на проводник.

Дано: **Решение**

ℓ = 15 см = 0,15 м $F_A = IB\ell \sin\alpha$

B = 0,4 Тл F_A = 6 А * 0,4 Тл * 0,15 м * 1 = 0,36 Н

I = 6 А

Ответ: F_A = 0,36 Н.

F_A - ?

содержание
далее
назад

Индукция магнитного поля B = 0,3 Тл направлена в положительном направлении оси X. Протон движется со скоростью $5 * 10^6$ м/с в положительном направлении оси Y. Заряд протона равен $1,6 * 10^{-19}$ Кл. Найдите радиус окружности, по которой движется прото. (Масса протона равна $1,67*10^{-27}$ кг.

Дано: **Решение**

B = 0,3 Тл $R = \frac{m\upsilon}{q B}$ $\upsilon = 5*10^6$ м/с

q = $1,6*10^{-19}$ Кл $R = \frac{1,67*10^{-27}\text{кг} * 5*10^6\ \text{м/с}}{1,6*10^{-19}\text{ Кл} * 0,3\text{ Тл}}$

m_p = $1,67*10^{-27}$ кг

R-? **Ответ:** **R = 0,17 м,**

содержание

назад

Изучение нового материала.

Опыт Эрстеда доказал, что вокруг проводника с током существует магнитное поле.
Значит, имея электрический ток, можно получить магнитное поле. А нельзя ли наоборот, имея магнитное поле, получить электрический ток?
Что для этого нужно сделать?
Такую задачу в начале XIXв. Попытались решить многие ученые.

Швейцарский физик Жан-Даниэль-Колладон (см. Физика-11, стр. 26) и английский физик Майкл Фарадей практически одновременно занимались решением этой проблемы. Колладон даже немного опередил Фарадея, но зафиксировать свой результат ему не удалось, потому что он работал один.

29 августа 1831 г. было открыто это явление Фарадеем и его назвали ***явлением электромагнитной индукции.***

Ток, который возникает в катушке, когда относительно нее движется постоянный магнит, назвали ***индукционным.***

(Слово «индукционный» образовано от латинского слова inductio — наведение.)

Этот ток в катушке индуцируется, т. е. наводится движущимся магнитом.

В чем заключался опыт? Каковы его результаты?

Рассмотрим упрощенный вариант опытов Фарадея:

1. Подключим к чувствительному гальванометру катушку с большим числом витков. Перемещая вдоль катушки постоянный магнит, мы увидим, что, пока магнит движется, стрелка гальванометра отклоняется.

То есть в катушке возникает электрический ток.

Как только магнит останавливается, этот ток исчезает .

Можно двигать не магнит, а катушку относительно магнита; и здесь мы вновь обнаружим индукционный ток.

2. Подключим одну катушку к источнику тока и вставим во вторую, подключенную к гальванометру. При движении катушки, по которой идет ток внутри второй, также возникает индукционный ток, существование которого демонстрирует нам гальванометр.

3. При замыкании и размыкании цепи первой катушки происходит изменение силы тока, а следовательно изменение магнитного поля вокруг нее, и мы также наблюдаем наличие индукционного тока во второй катушке.

Проблема: Гальванометр показывает наличие тока. Откуда появился ток в замкнутом контуре, т.е. в катушке?

- **что существует вокруг полосового магнита?**

  ответ: *вокруг магнита существует магнитное поле.*
- **что появляется, когда в контур вносят (выносят) магнит?**

  ответ: *замкнутый контур пронизывает магнитный поток.*
- **что происходит с магнитным потоком при внесении (вынесении) магнита в замкнутый контур?**

  ответ: *магнитный поток изменяется.*

Вывод:

- ***Причина возникновения электрического тока в замкнутом контуре*** **- изменение магнитного потока, пронизывающего замкнутый контур.**

Явление электромагнитной индукции заключается в возникновении электрического (индукционного) тока в замкнутом контуре при изменении потока магнитной индукции через поверхность, ограниченную этим контуром.

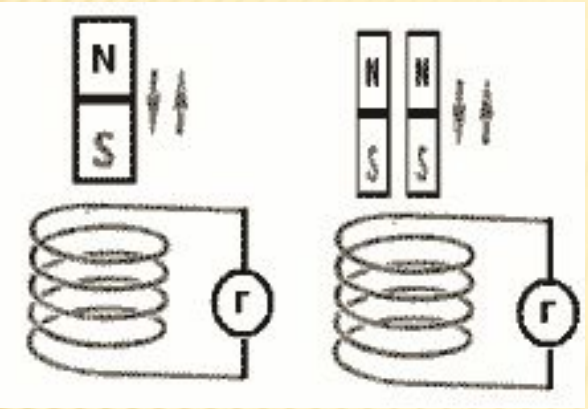
ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ

МАЙКЛ ФАРАДЕЙ

(Faraday)

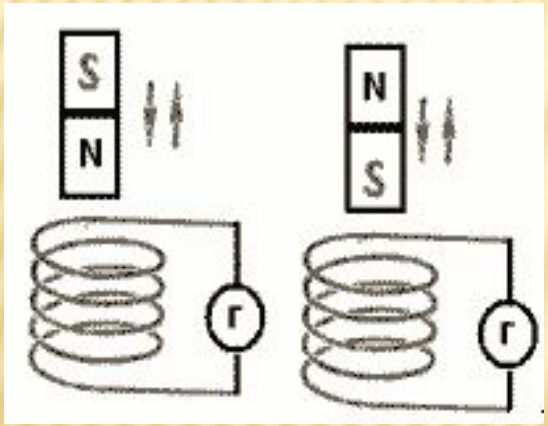
22 сентября 1791 г. – 25 августа 1867 г.

Отчего зависит величина и направление индукционного тока?



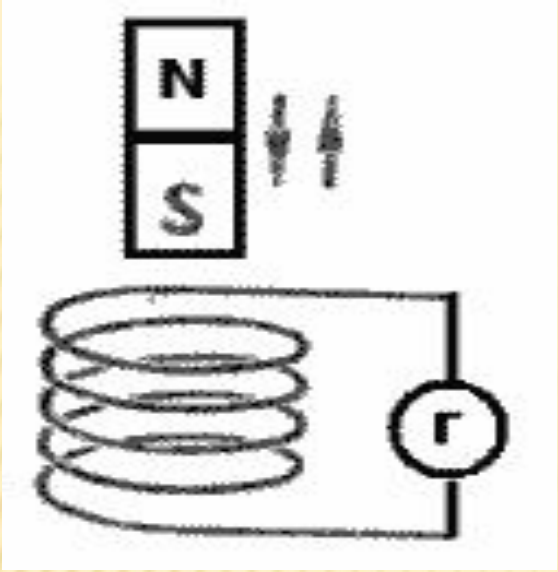
Опыт 1: внесение (вынесение) магнита в замкнутый контур сначала с одним магнитом, затем с двумя магнитами. (рис.1)

Вывод: ***величина тока зависит от величины магнитной индукции.***



Опыт 2: внесение (вынесение) магнита сначала северным полюсом, затем южным полюсом. (рис.2)

Вывод: ***направление тока зависит от направления магнитного поля.***



Опыт 3: вносим магнит сначала медленно, затем быстро.

Вывод: величина тока зависит от скорости внесения магнита.

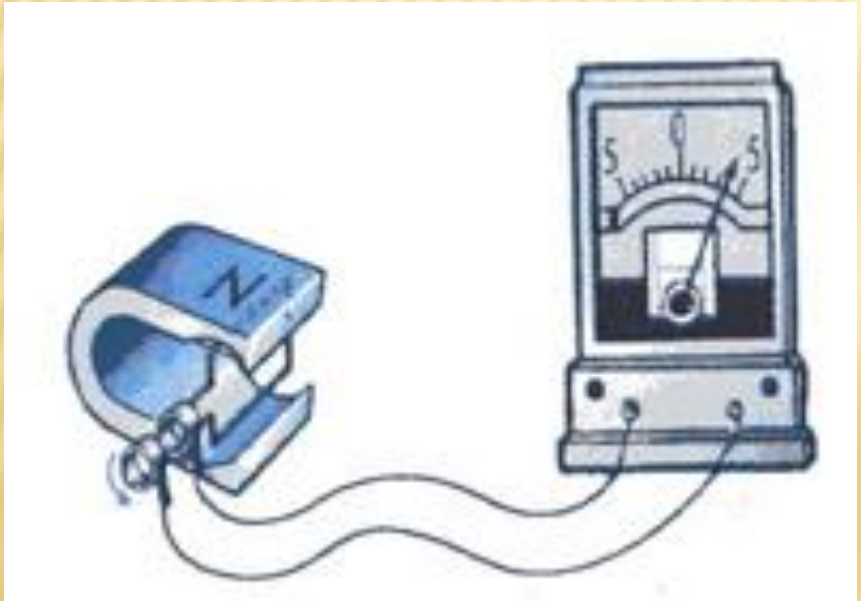
Закон электромагнитной индукции (экспериментально установил Фарадей): при изменении магнитного потока в проводящем контуре возникает ЭДС индукции $\mathcal{E}_i$, равная скорости изменения магнитного потока через поверхность, ограниченную контуром, взятой со знаком минус:

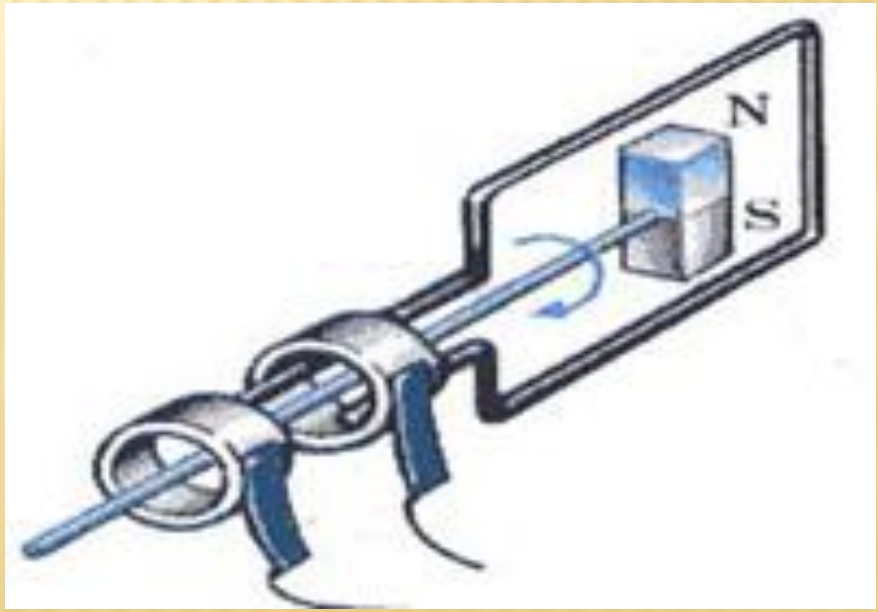
зависит от величины вектора магнитной
ндукции *B*, площади контура S и его
риентации относительно линий индукции
агнитного поля.
агнитный поток тем больше, чем меньше
гол между направлением вектора *B* и
ормалью к площади S.
измерения [Ф] = 1Тл· м^2 = Вб (вебер)

Явление электромагнитной индукции применяется: Фонарь Фарадея, велосипедный генератор, генератор постоянного тока, ручная зарядка для телефона.

На основе явления электромагнитной индукции были созданы мощные генераторы электрической энергии. Это явление вызвало появление и бурное развитие электротехники и радиотехники.

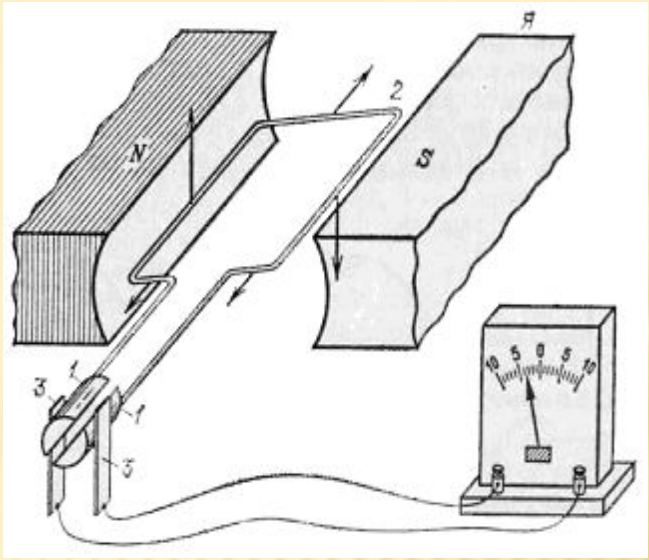
Явления электромагнитной индукции лежат в основе, устройства генераторов электростанций мира.





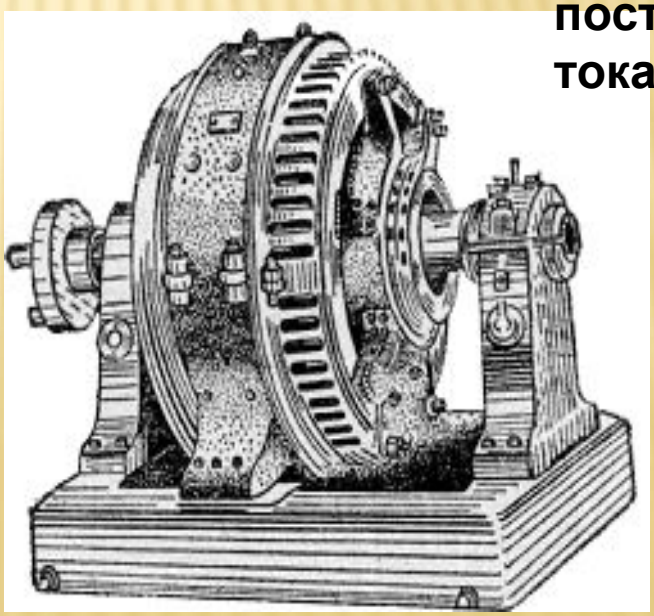
Вечный фонарик или фонарик Фарадея так называют фонарик с источником альтернативного питания. То есть данный фонарь не требует батареек или зарядки аккумулятора. Что бы его "зажечь" необходимо его потрясти. В самом фонарике стоит генератор и аккумуляторная батарея

Механическая зарядка для мобильного телефона, работающая по принципу динамо-машины. Позволяет зарядить батарею мобильного телефона в экстренных случаях, когда нет доступа к электрической сети. Зарядка экстремальная ручная подходит ко всем популярным моделям сотовых телефонов.



Генераторы постоянного тока представляют собой обычные индукционные генераторы,

Внешний вид генератора постоянного тока



Первая динамо-машина была изобретена А. Йедликом в 1827 году. Он сформулировал концепцию динамо на шесть лет раньше, чем она была озвучена Сименсом, но не запатентовал ее. Сейчас же такие крупные производители мобильной техники как Apple и Nokia производят вело генераторы для мобильных телефонов, которые заряжают их в то время когда вы движетесь.

Принцип работы ГЭС достаточно прост. Цепь гидротехнических сооружений обеспечивает необходимый напор воды, поступающей на лопасти гидротурбины, которая приводит в действие генераторы, вырабатывающие электроэнергию.

Чебоксарская ГЭС - Чебоксарская гидроэлектростанция — на р. Волга у города Новочебоксарска Чувашии. Является завершающей ступенью Волжско-Камского каскада. Строительство начато в 1968 году. К 1986 г. строительство ГЭС было в основном закончено. Проектная мощность — 1404 МВт.

ЗАКРЕПЛЕНИЕ ИЗУЧЕННОЙ ТЕМЫ:

1. **Индукционным называется ток…?**

   – *который возникает в катушке, когда относительно нее движется постоянный магнит.*

2. **Какими способами можно получать индукционный ток?**

   - *введением и выведением магнита в катушку;*

   - при перемещении катушки с током относительно другой;

   - при замыкании или размыкании эл. цепи в одной катушке, неподвижной относительно другой.

3. В чем заключается явление электро-магнитной индукции?

- *в возникновении электрического тока в замкнутом контуре при изменении магнитного потока, пронизывающего этот контур.*

4. Кто открыл это явление и когда?

- английский физик Майкл Фарадей в 1831 г.

5. Как читается правило определения направления индукционного тока (или правило Ленца)?

- возникающий в замкнутом контуре индукционный ток своим магнитным полем противодействует тому изменению

магнитного потока, которым он вызван.

Задача: ***Круговой проволочный виток площадью $2 \cdot 10^{-3}$ м^2 находится в однородном магнитном поле, индукция которого равномерно изменяется на 0,1 Тл за 0,4 с. Плоскость витка перпендикулярна линиям индукции.***
Чему равна ЭДС, возникающая в витке?

ЗАДАНИЕ НА ДОМ:

§ 8-10 (ответить на вопросы после каждого §)

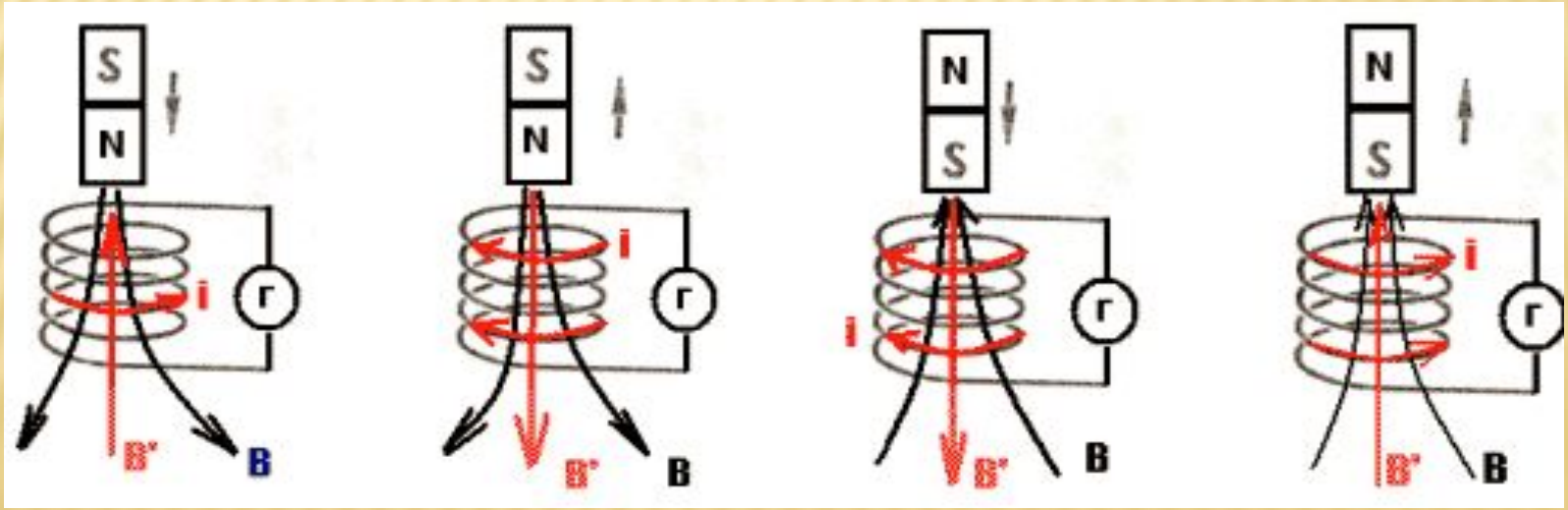
Оставленный Фарадеем открытым вопрос о направлении индукционного тока вскоре решил российский физик Эмилий Христианович Ленц (1804 - 1863).

Правило Ленца

Для определения направления индукционного тока в замкнутом контуре используется правило Ленца:

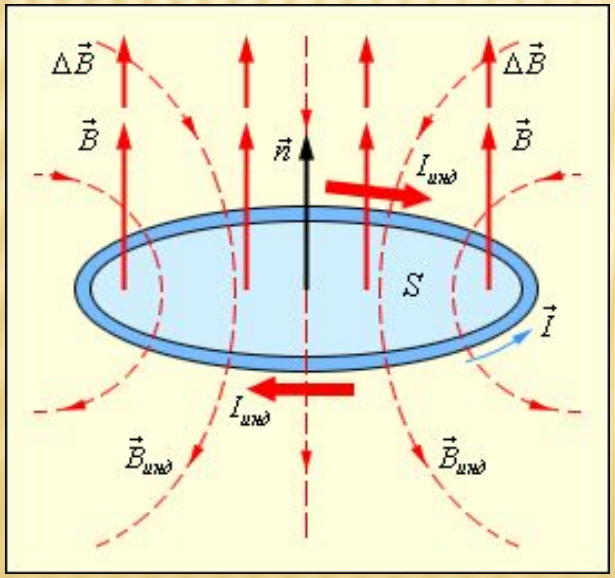
Индукционный ток имеет такое направление, что созданный им магнитный поток через поверхность, ограниченную контуром, препятствует изменению магнитного потока, вызвавшего этот ток.

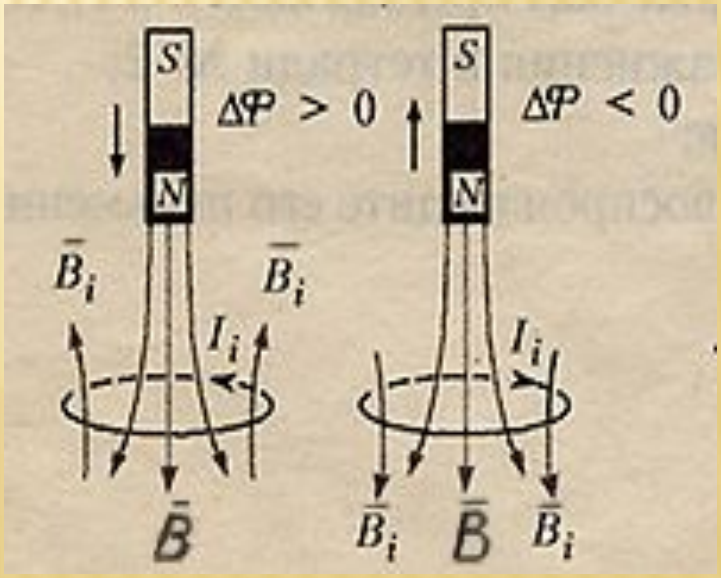
Применим данное правило для следующих случаев: (рис. 6)



Применять правило Ленца для нахождения направления индукционного тока в контуре надо так:

1. Определить направление линий магнитной индукции B внешнего магнитного поля.
2. Выяснить, увеличивается ли поток вектора магнитной индукции этого поля через поверхность, ограниченную контуром ΔФ > 0), или уменьшается (ΔФ <0).
3. Установить направление линий магнитной индукции B' магнитного поля индукционного тока. Эти линии должны быть согласно правилу Ленца направлены противоположно линиям магнитной индукции B при ΔФ > 0 и иметь одинаковое с ними направление при ΔФ <0.
4. Зная направление линий магнитной индукции B', найти направление индукционного тока, пользуясь правилом буравчика.





Вихревое электрическое поле.

Магнитный поток $\Phi = BS\cos$. Изменение магнитного потока через контур может происходить:

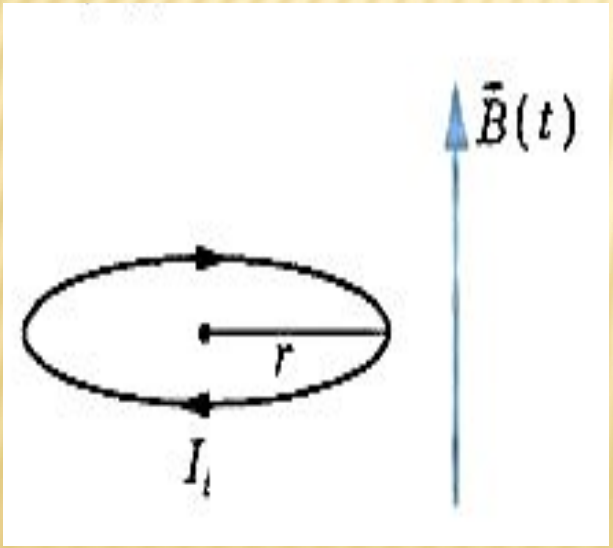
1) в случае неподвижного проводящего контура, помещенного в изменяющееся во времени поле;

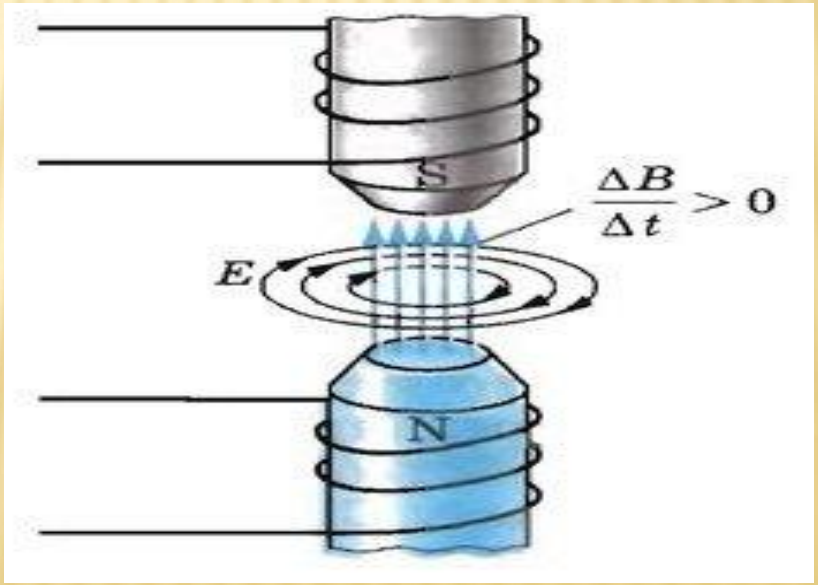
2) в случае проводника, движущегося в магнитном поле, которое может и не меняться со временем.

Значение ЭДС индукции в обоих случаях определяется законом , но происхождение этой ЭДС различно.

Рассмотрим сначала *первый случай возникновения индукционного тока*. Поместим круговой проволочный виток радиусом г в переменное во времени однородное магнитное поле (рис. 3). Можно предположить, что электроны в неподвижном проводнике приводятся в движение электрическим полем и это поле непосредственно порождается меняющимся магнитным полем. К этому выводу впервые пришел Дж. Максвелл.

Вывод: ***изменяясь во времени, магнитное поле порождает электрическое поле, которое называется <u>вихревым</u>, т. к. линии этого роля замкнуты.***





Индукционные токи в массивных проводниках.

Особенно большого числового значения индукционные токи достигают в массивных проводниках, из-за того, что их сопротивление мало.

Такие токи, называемые ***токами Фуко*** по имени исследовавшего их французского физика, можно использовать для нагревания проводников.

На этом принципе основано устройство индукционных печей, например используемых в быту ***СВЧ-печей***. Также этот принцип используется для ***плавки металлов***. Кроме этого явление электромагнитной индукции используется в ***детекторах металла***, устанавливаемых при входах в здания аэровокзалов, театров и т. д.

Однако во многих устройствах возникновение токов Фуко приводит к бесполезным и даже нежелательным потерям энергии на выделение тепла.

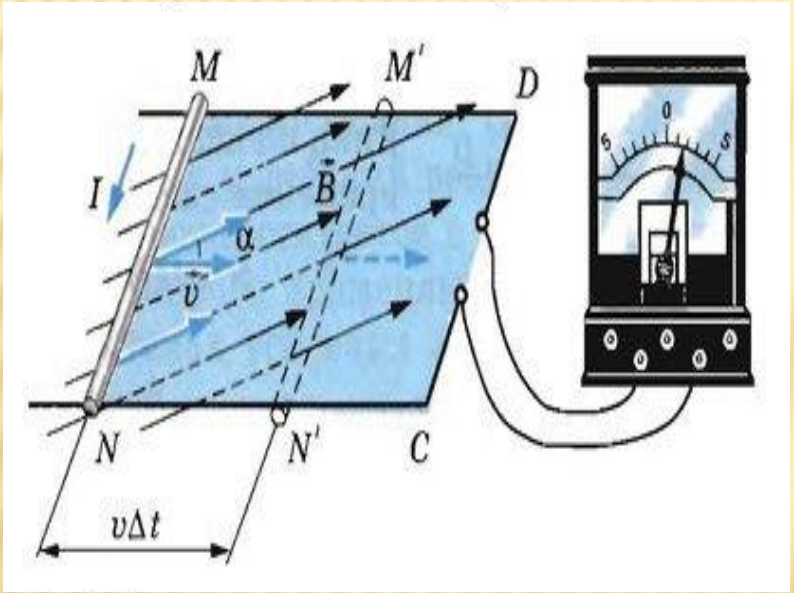
Поэтому железные сердечники трансформаторов, электродвигателей, генераторов и т. д. делают не сплошными, а состоящими из отдельных пластин, изолированных друг от друга.

Ферриты- магнитные изоляторы. При перемагничивании в ферритах не возникают вихревые токи. Поэтому из ферритов делают сердечники высокочастотных трансформаторов, магнитные антенны транзисторов и др.

Ферритовые сердечники изготовляют из смеси порошков исходных веществ. Смесь прессуется и подвергается значительной термической обработке.

- Ф зависит от величины вектора магнитной индукции *B*, площади контура S и его ориентации относительно линий индукции магнитного поля.
- Магнитный поток тем больше, чем меньше угол между направлением вектора *B и* нормалью к площади *S*.

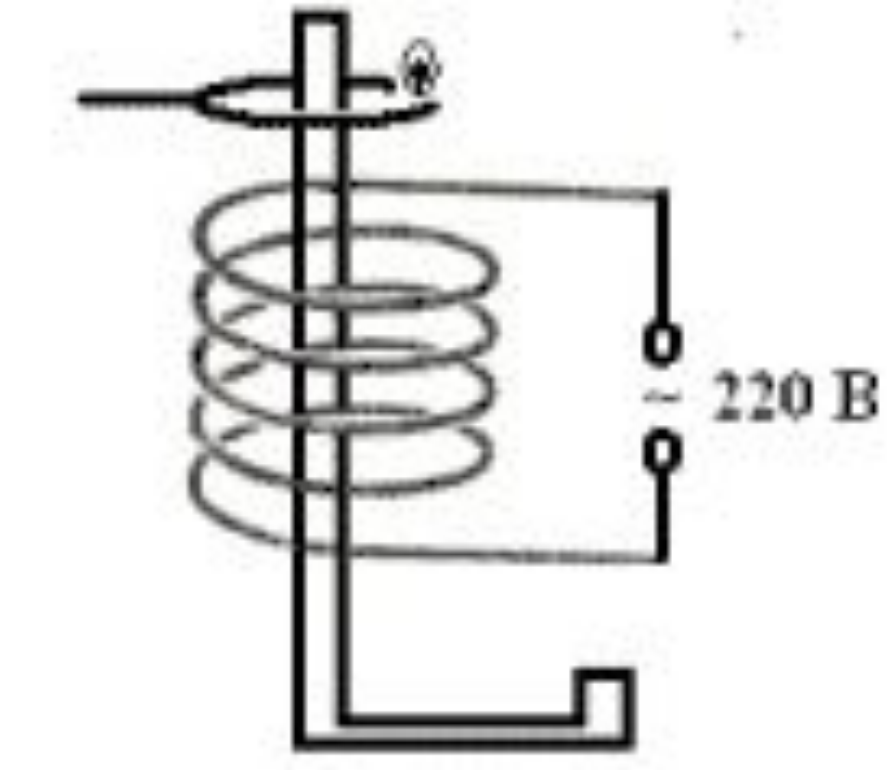
Ед. измерения **[Ф] = 1Тл· м^2 = Вб (вебер)**



- Ф зависит от величины вектора магнитной индукции *B*, площади контура S и его ориентации относительно линий индукции магнитного поля.
- Магнитный поток тем больше, чем меньше угол между направлением вектора *B и* нормалью к площади *S*.

Ед. измерения **[Ф] = 1Тл· м^2 = Вб (вебер)**

Экспериментальная задача:
в стальной сердечник трансформатора, подключенного к напряжению 220В вносят замкнутый контур с лампочкой.
Почему загорается лампочка при этом?

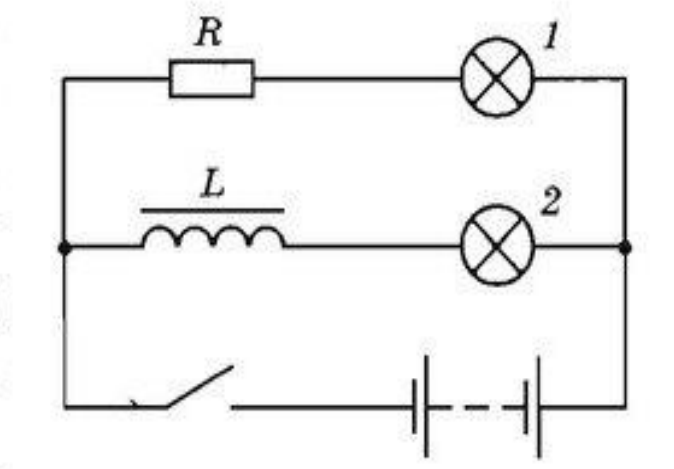


Самоиндукция.

Если по катушке идет переменный ток, то магнитный поток, пронизывающий катушку, меняется.

Поэтому в том же самом проводнике, по которому идет переменный ток, возникает ЭДС индукции. Это явление называют **самоиндукцией.**

По правилу Ленца в момент нарастания тока напряженность вихревого электрического поля направлена против тока. Следовательно, в этот момент вихревое поле препятствует нарастанию тока. Наоборот, в момент уменьшения тока вихревое поле поддерживает его.



Явление самоиндукции можно наблюдать в простых опытах.

$\mathcal{E}_{is}$ - ЭДС самоиндукции

- Ф зависит от величины вектора магнитной индукции *B*, площади контура S и его ориентации относительно линий индукции магнитного поля.
- Магнитный поток тем больше, чем меньше угол между направлением вектора *B и* нормалью к площади S.

Ед. измерения [Ф] = 1Тл· $м^2$ = Вб (вебер)

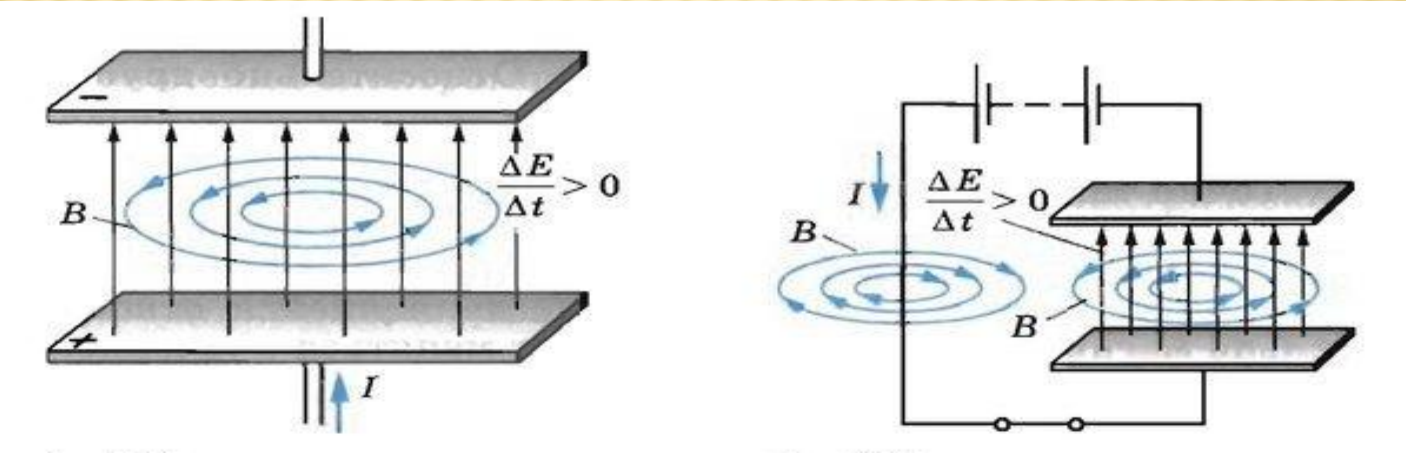
- Ф зависит от величины вектора магнитной индукции *B*, площади контура S и его ориентации относительно линий индукции магнитного поля.
- Магнитный поток тем больше, чем меньше угол между направлением вектора *B и* нормалью к площади *S*.

Ед. измерения **[Ф] = 1Тл· м^2 = Вб (вебер)**

ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ

Изучая свойства электромагнитного поля, Максвелл задался вопросом: если переменное магнитное поле порождает электрическое поле, то не порождает ли переменное электрическое поле, в свою очередь, магнитное?

Возникновение магнитного поля при изменении электрического поля. Максвелл допустил, что такого рода процесс реально происходит в природе. Линии магнитной индукции этого поля охватывают линии напряженности электрического поля (рис), подобно тому как линии напряженности электрического поля охватывают линии индукции переменного магнитного поля.



Справедливость гипотезы Максвелла была доказана экспериментальным обнаружением электромагнитных волн. **Электромагнитные волны** существуют потому, что переменное магнитное поле порождает переменное электрическое поле, которое, в свою очередь, порождает переменное магнитное поле и т. д.

После открытия взаимосвязи между изменяющимися электрическим и магнитным полями стало ясно, что эти поля не существуют обособленно, независимо одно от другого.

Электромагнитное поле — особая форма материи, осуществляющая электромагнитное взаимодействие.