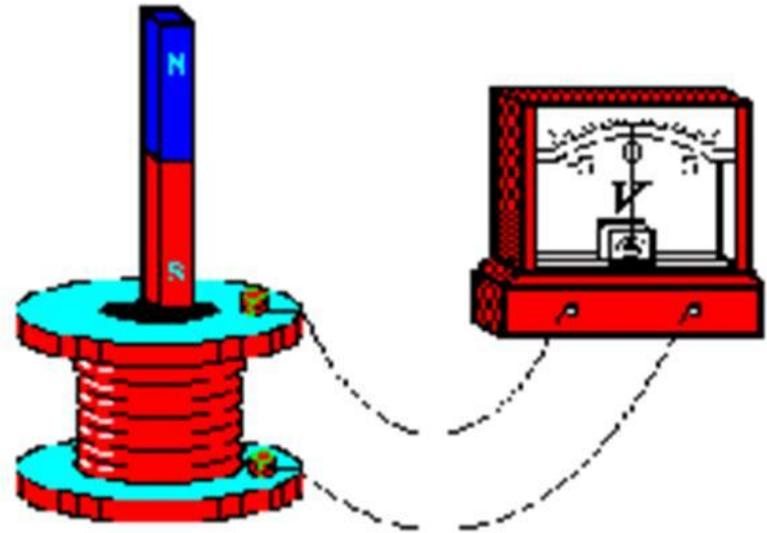


Явление электромагнитной индукции



**«Счастливая случайность выпадает
лишь на одну долю подготовленного
ума».**

Л.Пастернак

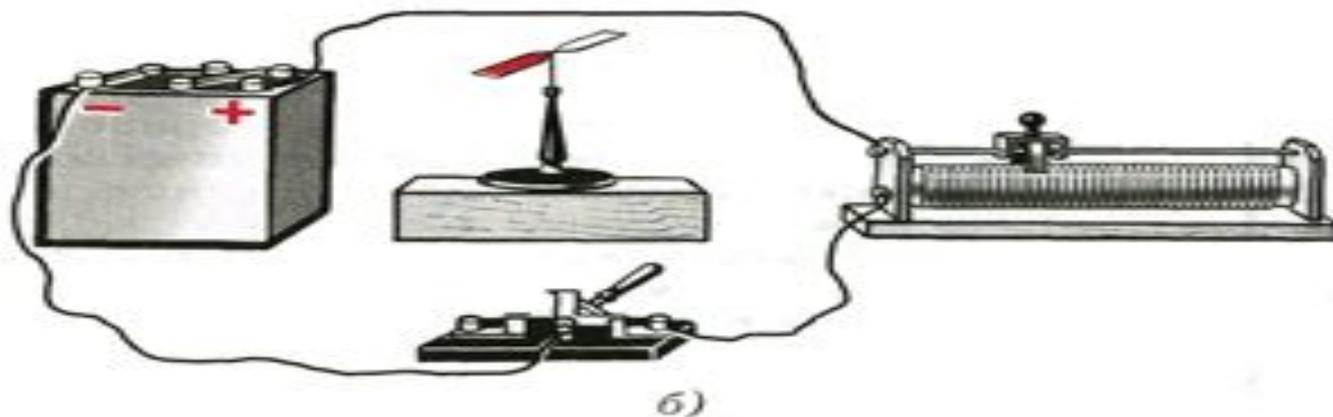
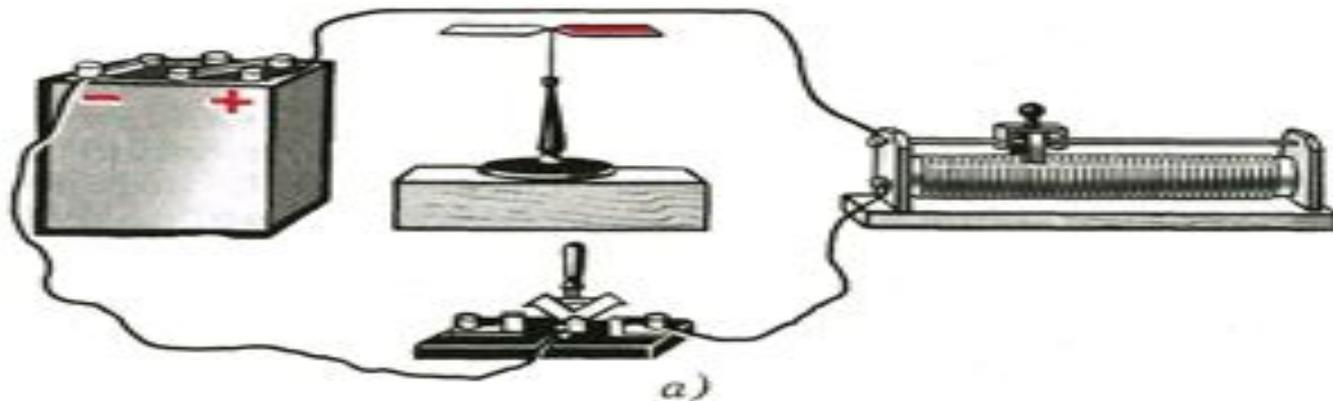
Опыт датского учёного Эрстеда

1820 год

Магнитная стрелка, расположенная вблизи проводника, при пропускании тока поворачивается на некоторый угол. При размыкании цепи стрелка возвращается в исходное положение.



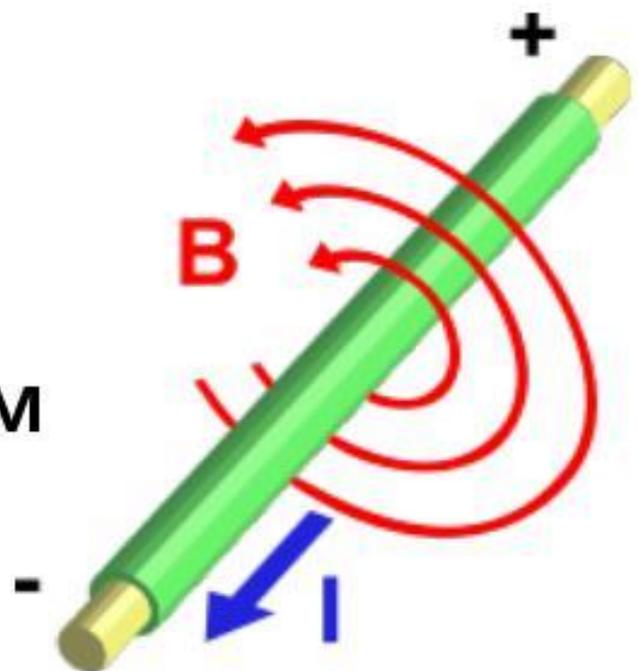
1777 – 1851г



Что этим опытом объяснял и доказывал Эрстед?

Установленный факт:

- магнитное поле – особый вид материи
- магнитное поле порождается электрическим током



Возможно ли обратное явление?

- Может ли магнитное поле «создать» электрический ток?



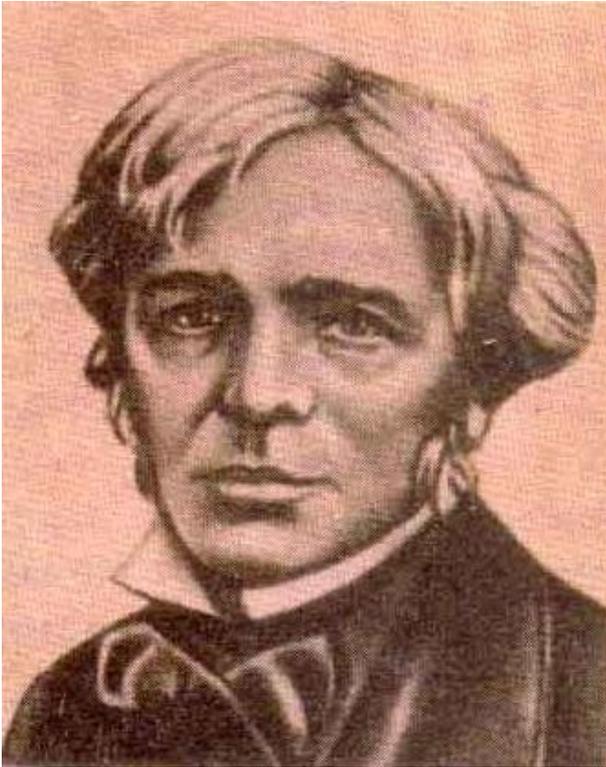
1822 год...

Майкл Фарадей ставит задачу:

**ПРЕВРАТИТЬ
МАГНЕТИЗМ
В
ЭЛЕКТРИЧЕСТВО**



Майкл Фарадей

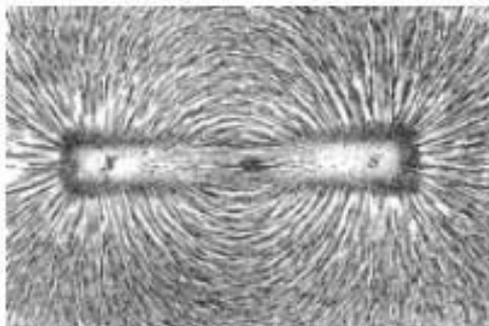


**1791 – 1867 г.г., английский физик,
Почетный член Петербургской
Академии Наук (1830),
Основоположник учения об
электромагнитном поле; ввел
понятия «электрическое» и
«магнитное поле»;
высказал идею существования
электромагнитных волн.**

1821 год: «Превратить магнетизм в электричество».
1831 год – получил электрический ток с помощью
магнитного поля

29 августа 1831 года

Майклом Фарадеем открыто явление
электромагнитной индукции



Ему удалось превратить магнетизм в
электричество

«Электромагнитная индукция» -

слово латинское, означает «наведение»



Скорая помощь студентам

Опыт М. Фарадея

29 августа 1831

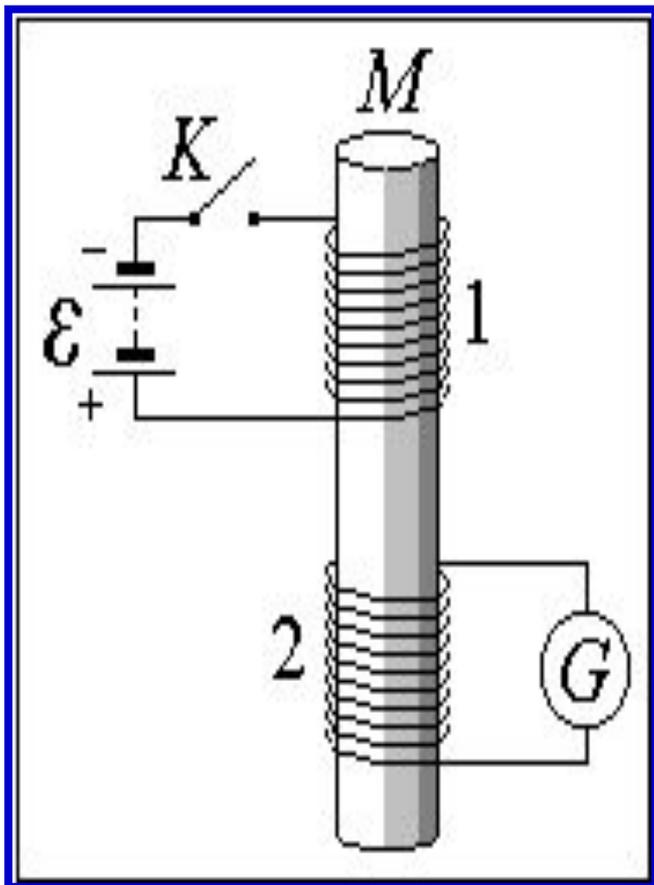
года

«На широкую деревянную катушку была намотана медная проволока длиной в 203 фута и между витками её намотана проволока такой же длины, изолированная от первой хлопчатобумажной нитью.

Одна из этих спиралей была соединена с гальванометром, другая - с сильной батареей...

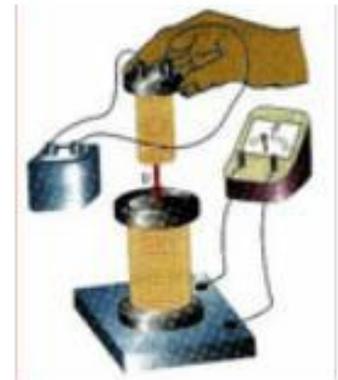
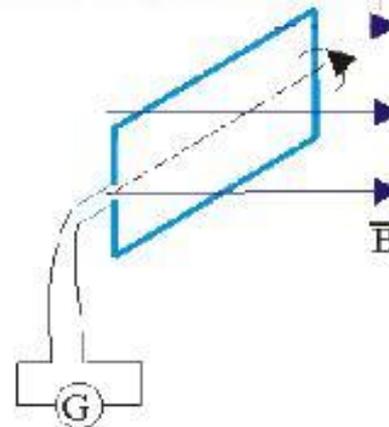
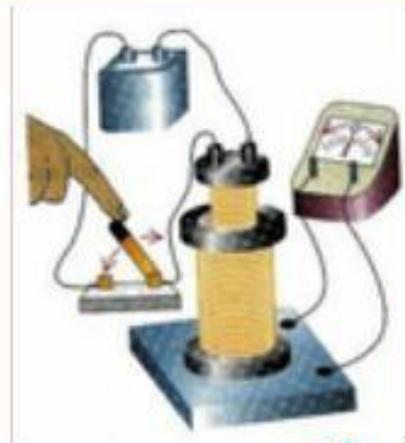
При замыкании цепи наблюдалось внезапное, но чрезвычайно слабое действие на гальванометре, и то же самое действие замечалось при прекращении тока.

При непрерывном же прохождении тока через одну из спиралей не удалось обнаружить отклонения стрелки гальванометра...»



ФАРАДЕЙ ПРЕДЛОЖИЛ И ДРУГИЕ РАЗНОВИДНОСТИ ОПЫТА:

- Замыкание (размыкание) цепи катушки с током
- Регулирование реостатом силы тока в цепи катушки
- Внесение (извлечение) катушки с током из катушки, замкнутой на гальванометр
- Вращение замкнутого контура в магнитном поле





Что мы видим?

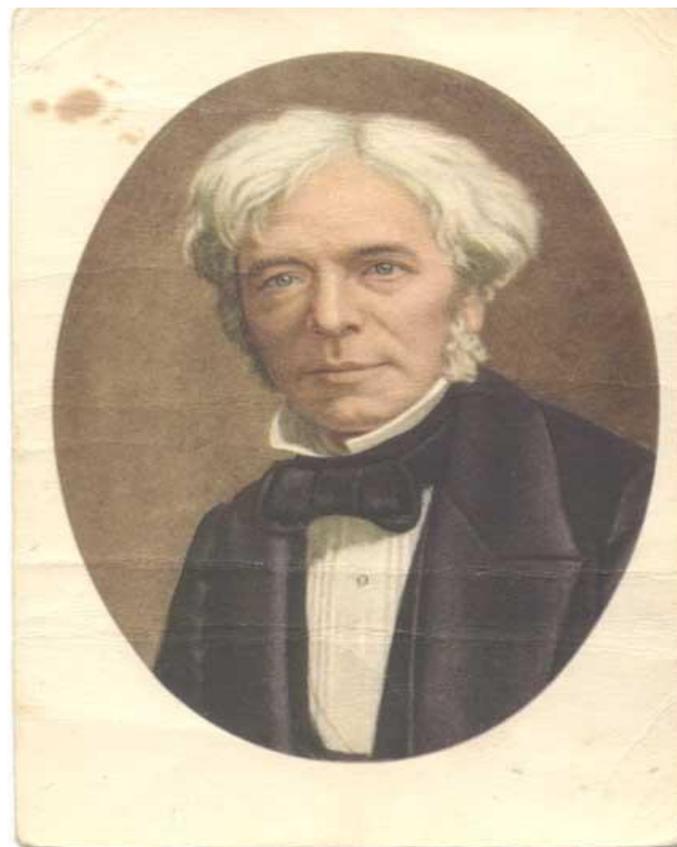


Вывод из увиденного опыт

- Ток, возникающий в катушке (замкнутом контуре), называют ИНДУКЦИОННЫМ.
- Отличие полученного тока от известного нам ранее заключается в том, что для его получения не нужен ИСТОЧНИК ТОКА.

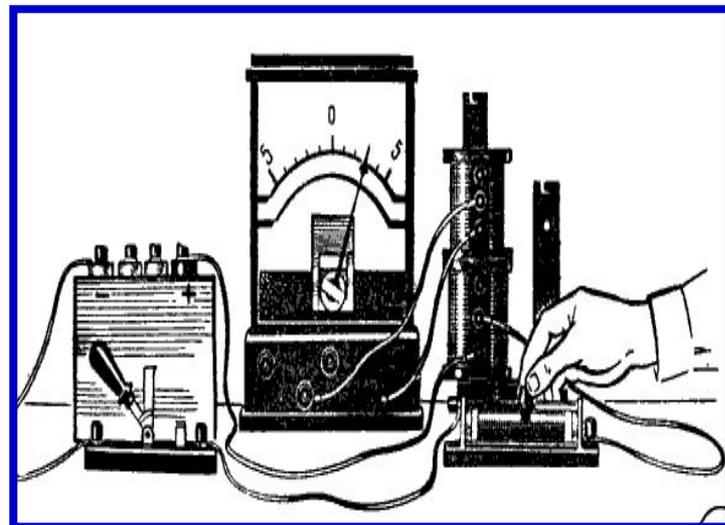
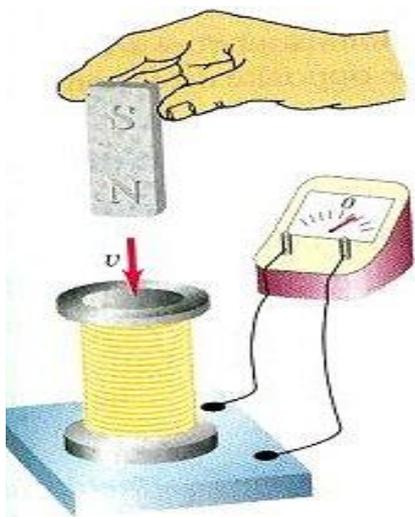
Общий вывод Фарадея

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

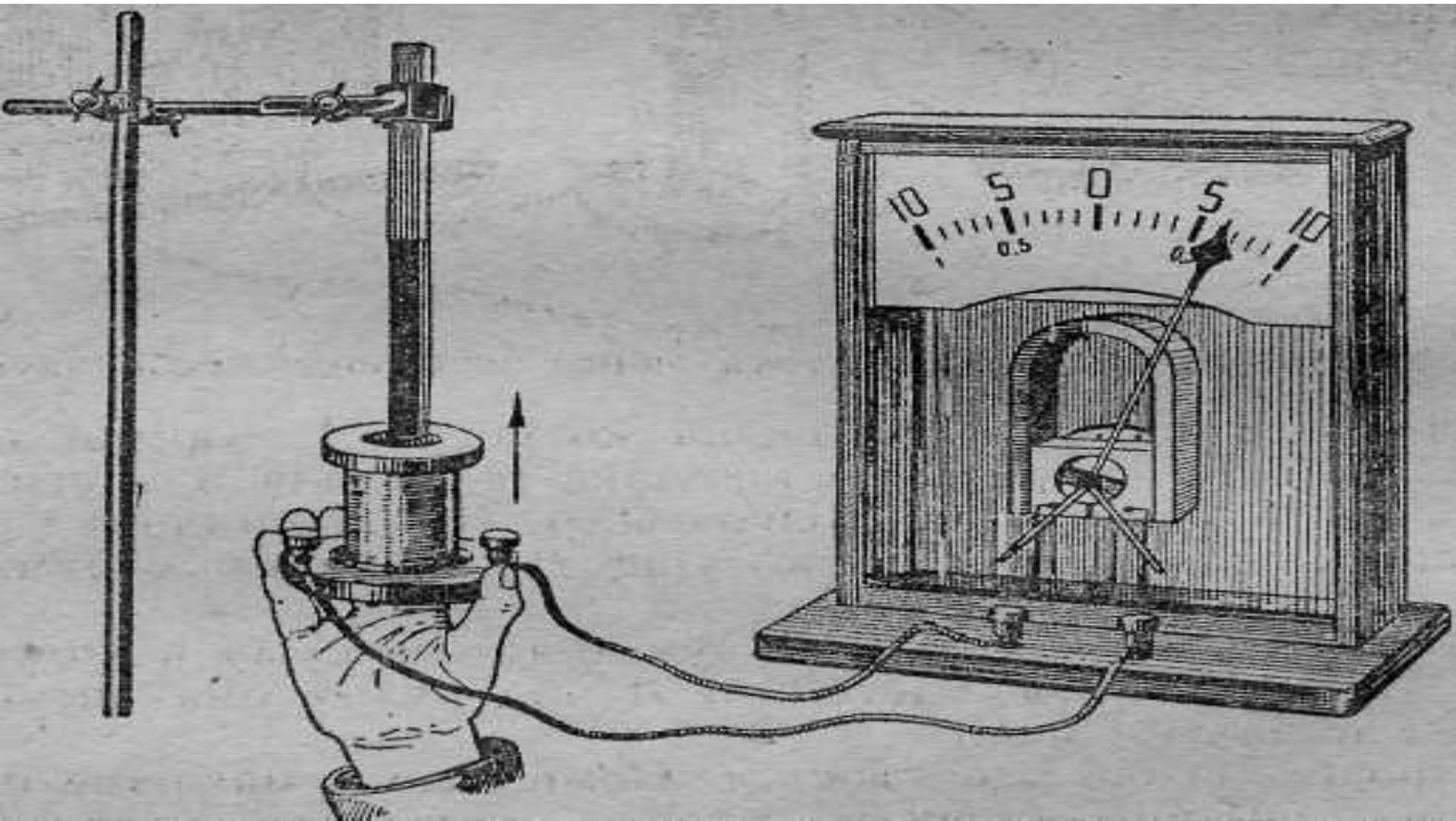


Электромагнитная индукция – это физическое явление, заключающееся в возникновении электрического тока в проводящем контуре, который либо покоится в переменном во времени магнитном поле, либо движется в постоянном магнитном поле таким образом, что число линий магнитной индукции, пронизывающих контур, меняется.

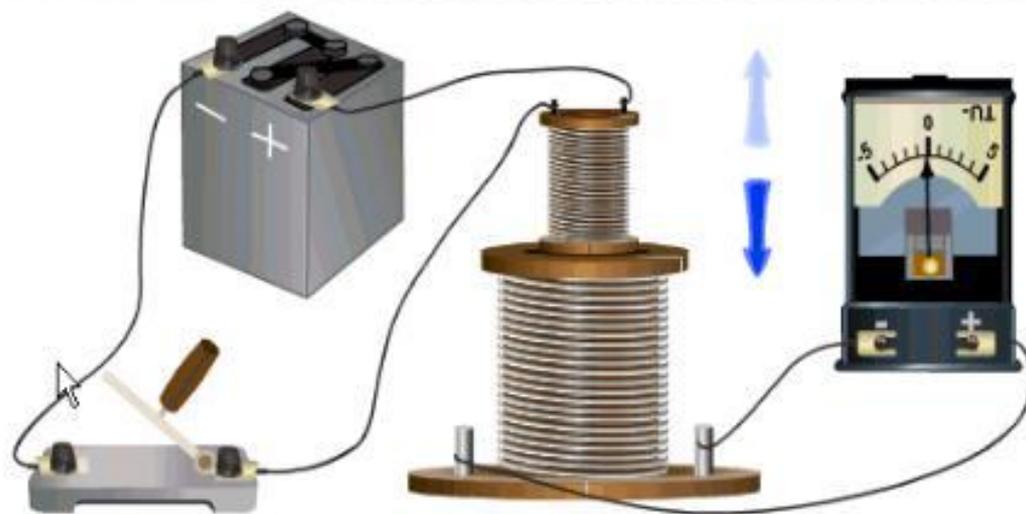
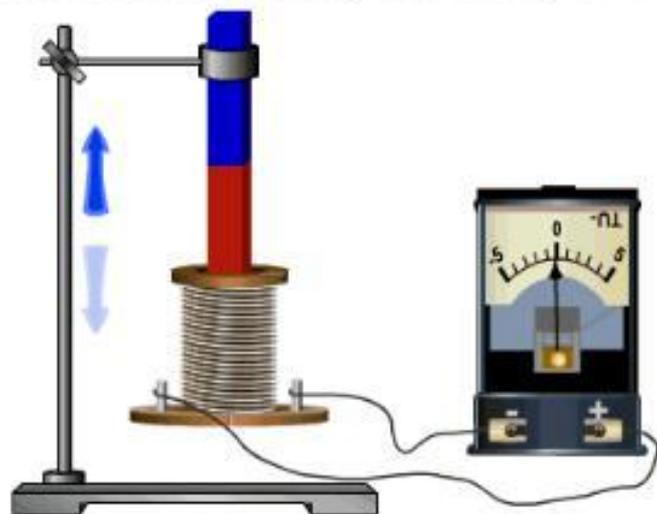
Возникающий при этом ток называют **ИНДУКЦИОННЫМ**.



А будет ли возникать ток, если магнит не подвижен, а катушка движется?



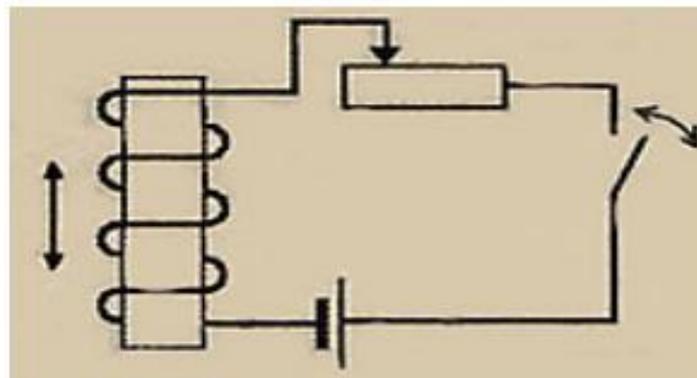
Электромагнитная индукция - это явление возникновения индукционного тока в катушке при любом изменении магнитного поля, пронизывающего площадь его витков.



ЯВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ

- Заключается в возникновении электрического тока в замкнутом контуре при

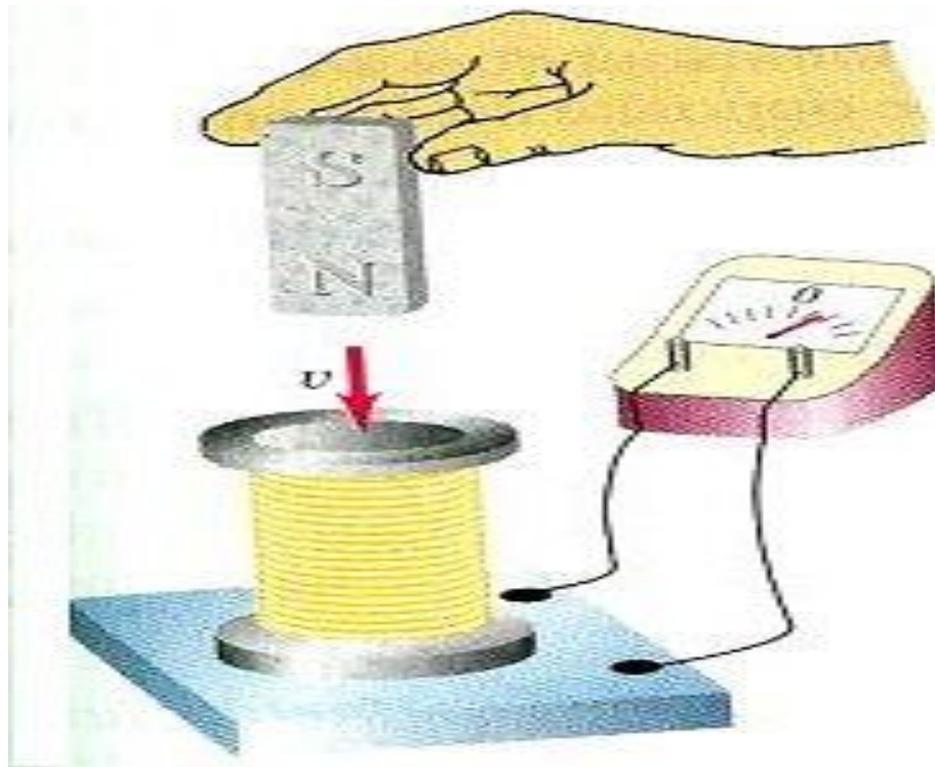
любом изменении магнитного потока через поверхность, ограниченную этим контуром



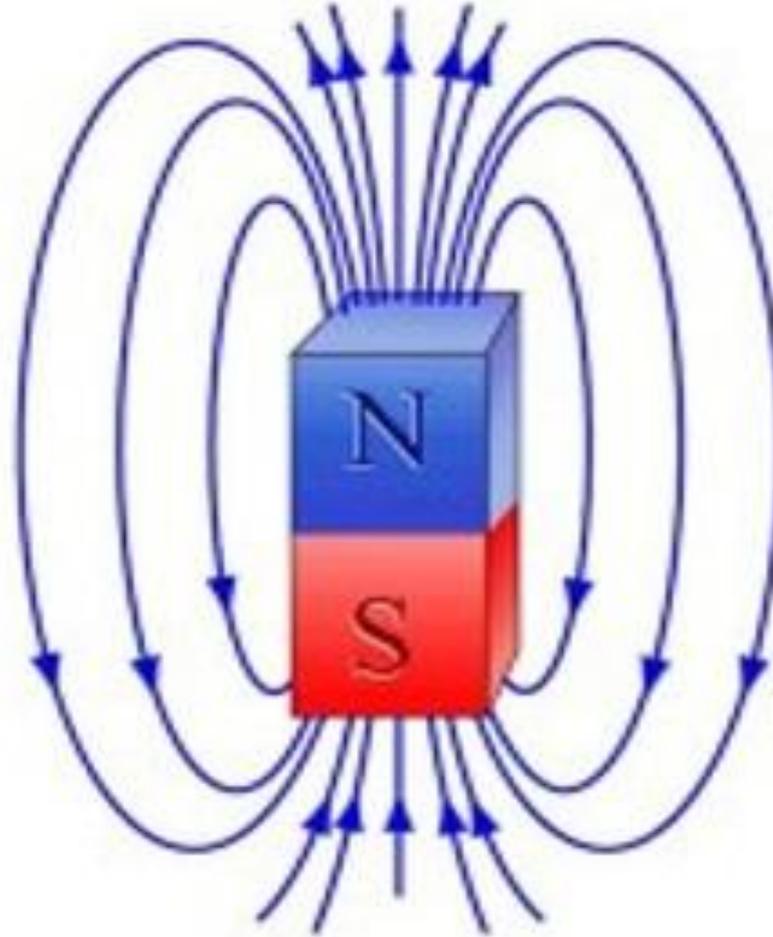
- Отличие полученного тока от известного нам ранее заключается в том, что для его получения

не нужен источник тока

**В чём причина возникновения
индукционного тока в катушке?**



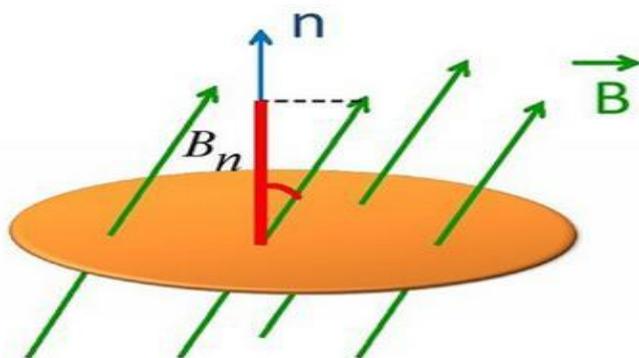
Рассмотрим магнит:



Что вы можете сказать о магните?

Когда мы вносим магнит в замкнутый контур катушки, что у него изменяется?

Магнитный поток

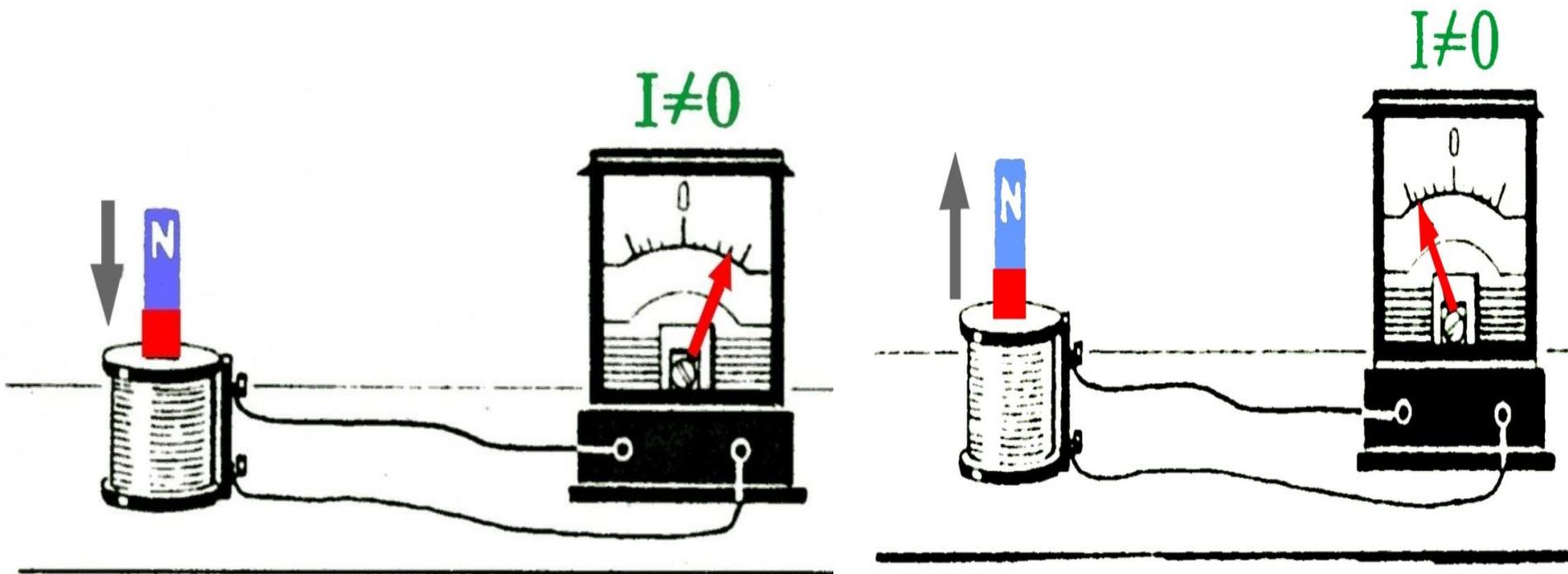


$$\Phi = B_n S$$

$$\Phi = B S \cos \alpha$$

Φ макс, если
 $\cos \alpha = 1, \alpha = 0 \Rightarrow$
 $B \perp$ плоскости
рамки

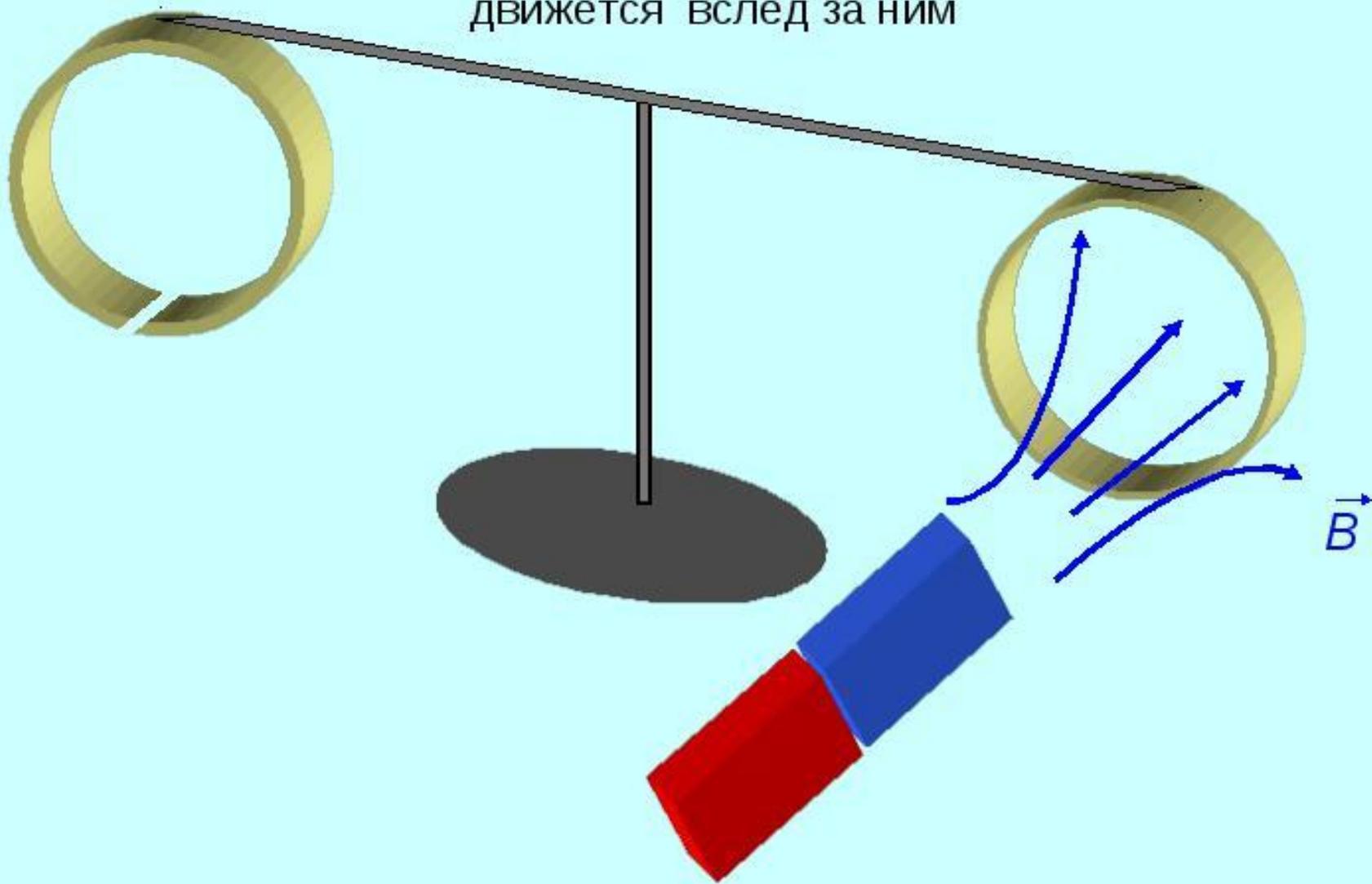
А как определить направление индукционного тока?

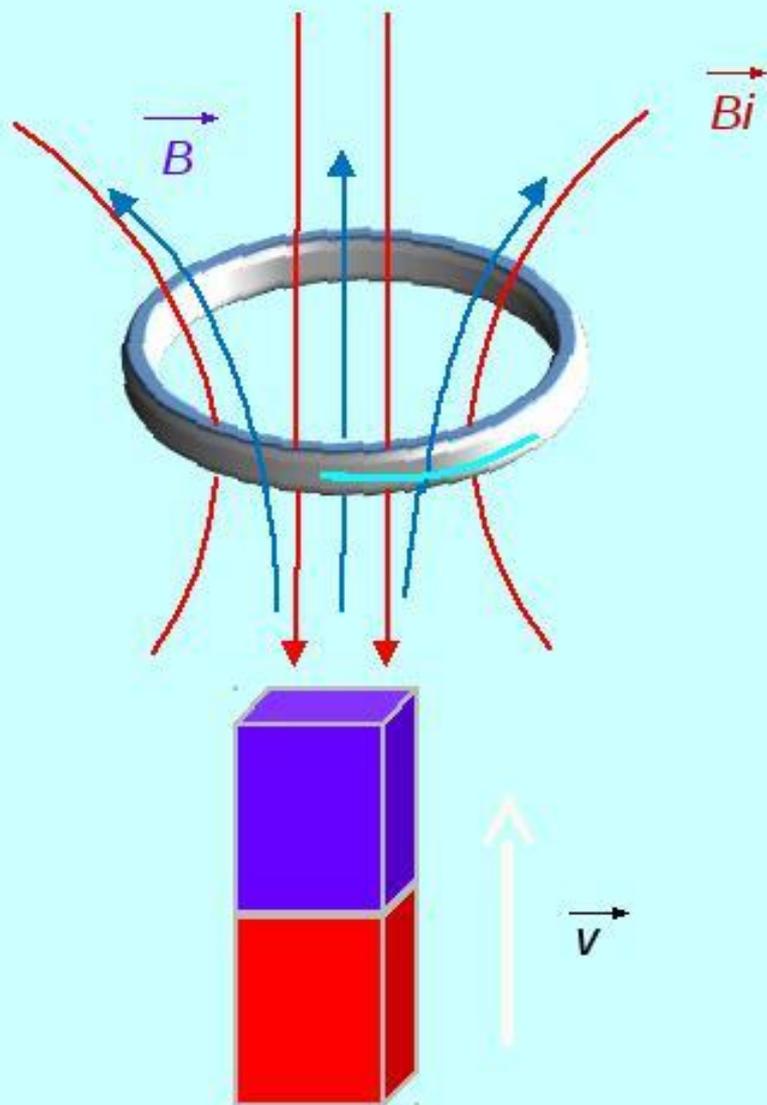


Мы видим, что направление индукционного тока разное в этих опытах.

При поднесении магнита к кольцу оно начинает удаляться от магнита,

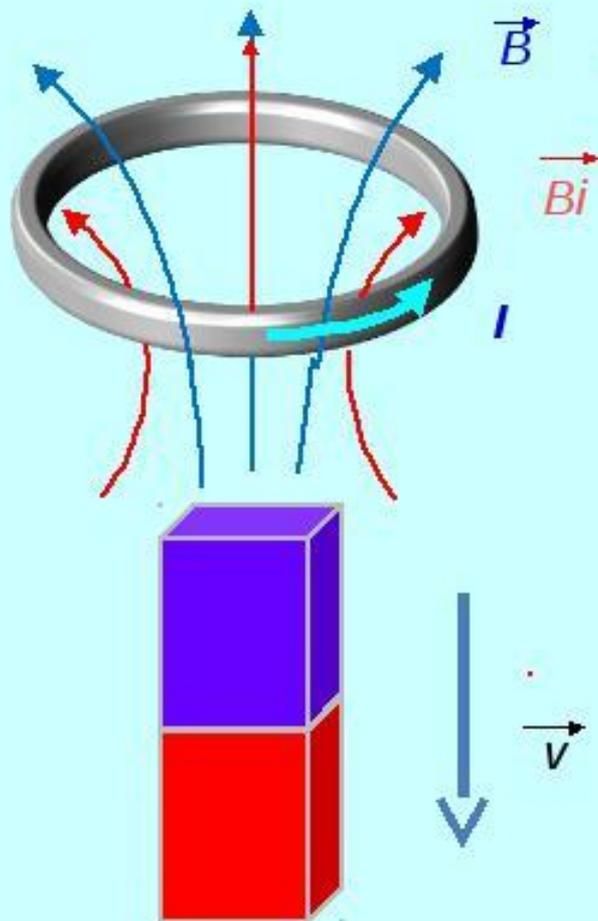
а при удалении магнита – движется вслед за ним





При **приближении** магнита к замкнутому контуру увеличивается магнитный поток через поверхность, ограниченную контуром

В контуре возникает индукционный ток, имеющий такое направление, что созданный им магнитный поток, **препятствует уменьшению** магнитного потока, вызвавшего ток.



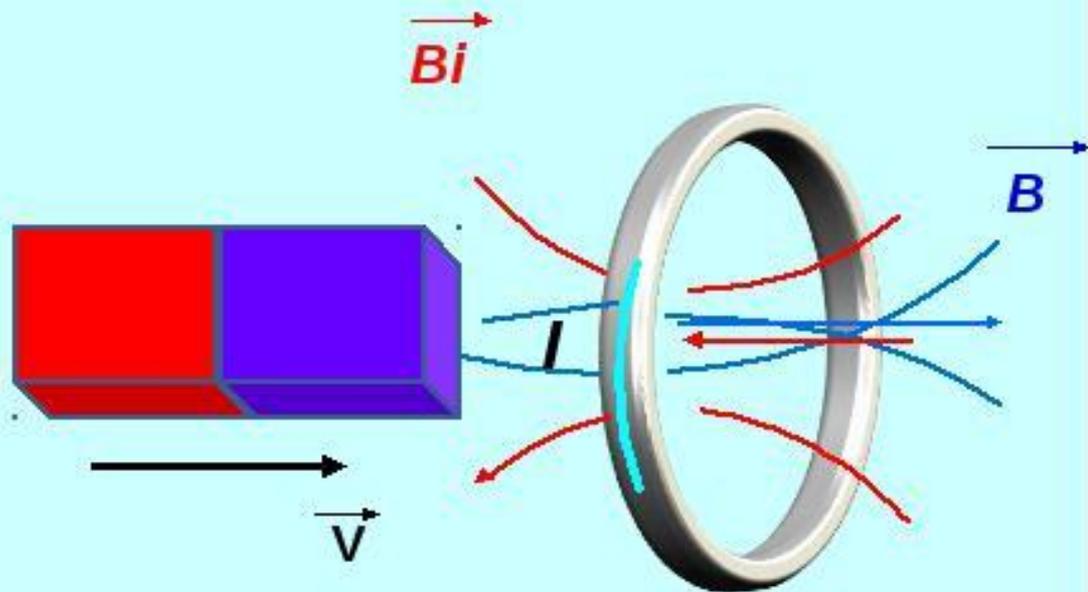
При **удалении** магнита от замкнутого контура уменьшается магнитный поток через поверхность, ограниченную контуром

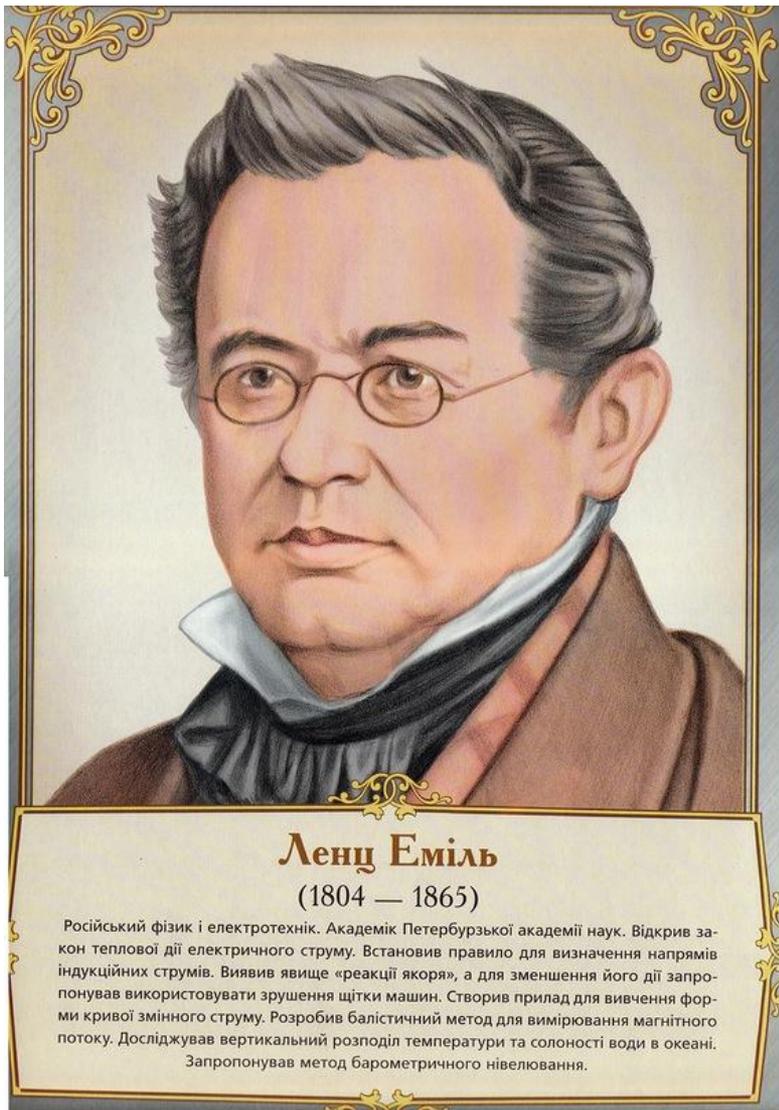
В контуре возникает индукционный ток, имеющий такое направление, что созданный им магнитный поток

препятствует уменьшению

магнитного потока, вызвавшего ток

Индукционный ток
направлен так,
чтобы своим
магнитным полем
противодействовать
тому изменению
магнитного потока,
которым он вызван





Основываясь на законе сохранения энергии, русский учёный Ленц предложил правило, по которому определяется направление индукционного тока.

Русский физик Эмиль Ленц

1804 – 1865гг.

Правило Ленца



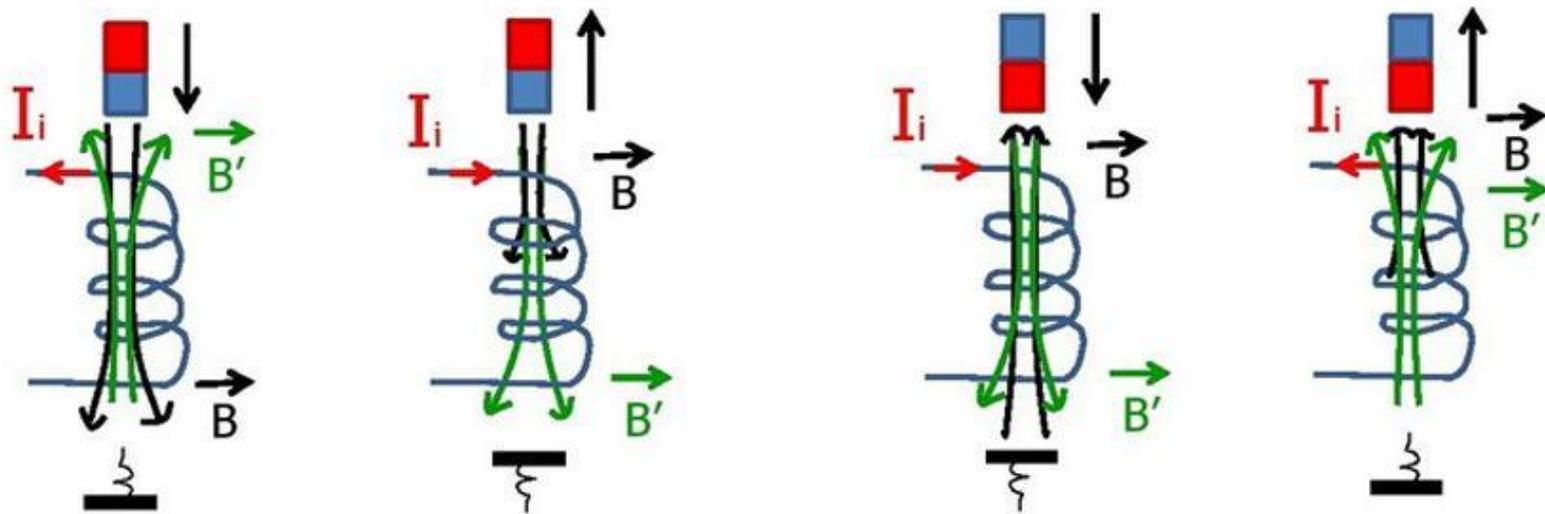
Э.Х.Ленц
1804 – 1865 г.г.,
академик,
ректор
Петербургского
Университета



*Индукционный ток
всегда имеет такое
направление,
при котором
возникает
противодействие
причинам,
его породившим.*

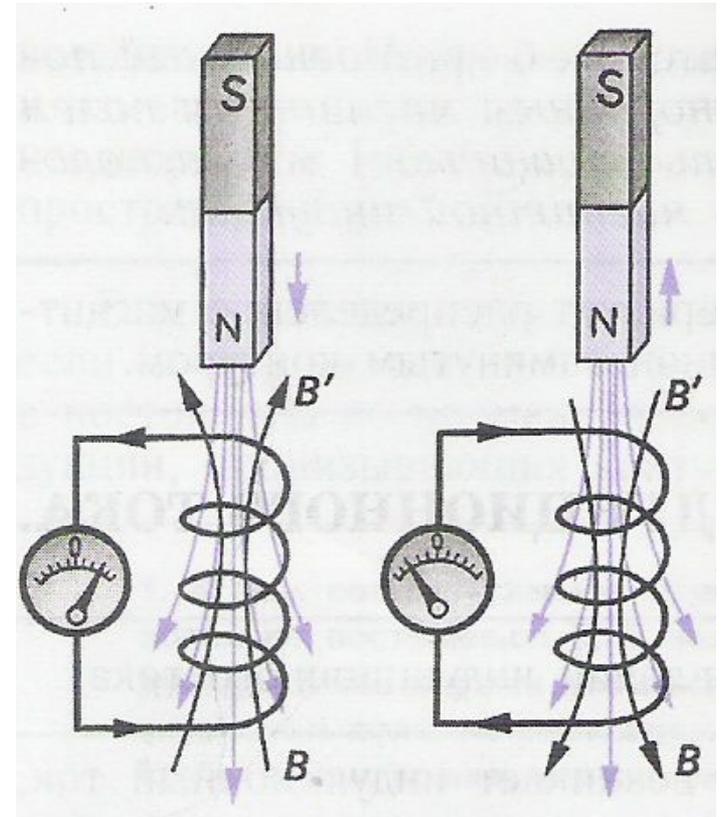
Правило Ленца

возникающий в замкнутом контуре индукционный ток имеет такое направление, что созданный им магнитный поток через площадь, ограниченную контуром, стремится компенсировать то изменение магнитного потока, которым вызывается данный ток.



Алгоритм определения направления индукционного тока

1. Определить направление линий индукции внешнего поля B (выходят из N и входят в S).
2. Определить, увеличивается или уменьшается магнитный поток через контур (если магнит вдвигается в кольцо, то $\Delta\Phi > 0$, если выдвигается, то $\Delta\Phi < 0$).
3. Определить направление линий индукции магнитного поля B' , созданного индукционным током (если $\Delta\Phi > 0$, то линии B и B' направлены в противоположные стороны; если $\Delta\Phi < 0$, то линии B и B' сонаправлены).
4. Пользуясь правилом буравчика (правой руки), определить направление индукционного тока.



$\Delta\Phi$

характеризуется изменением
числа линий магнитной индукции B ,
пронизывающих контур

УСТАНОВЛЕННЫЕ ФАКТЫ:

1. Направление индукционного тока зависит от того:

- приближаем мы магнит к контуру или удаляем его
- каким полюсом мы делаем это - северным или южным

2. В пространстве вокруг движущихся зарядов (токов) существует магнитное поле.

Вывод: Вокруг индукционного тока должно существовать

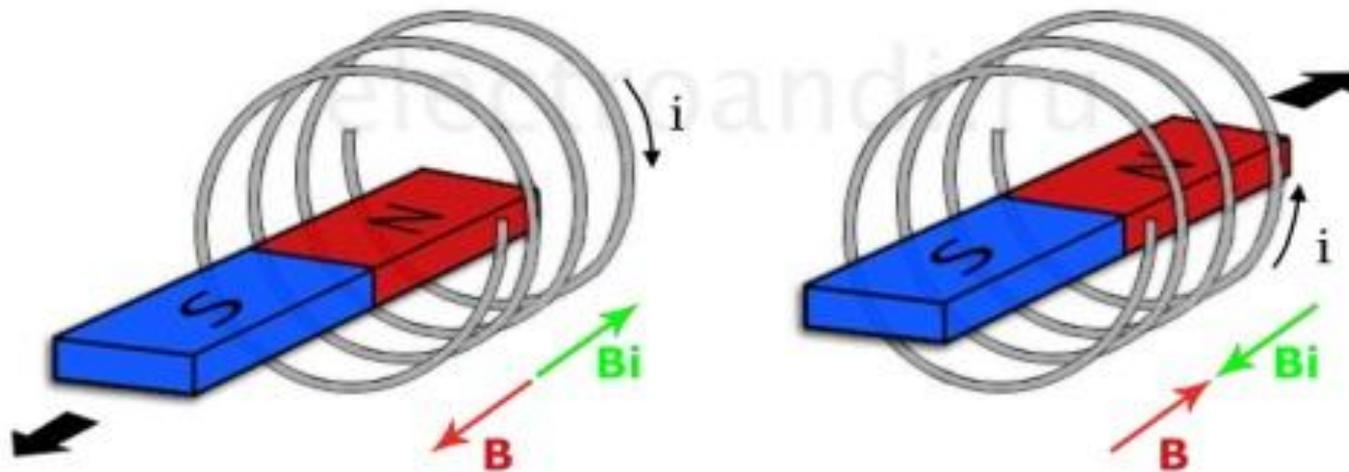
магнитное поле и это поле должно взаимодействовать с магнитным полем постоянного магнита

(должно наблюдаться притяжение или отталкивание)

3. Так как направление тока различно, то и взаимодействие поля индукционного тока с полем постоянного магнита должно быть различным в случаях:

- приближения и удаления магнита
- приближения (удаления) северного и южного полюса

Закон электромагнитной ИНДУКЦИИ



Математическая формула закона электромагнитной индукции

$$\varepsilon = | - \Delta\Phi/\Delta t |$$

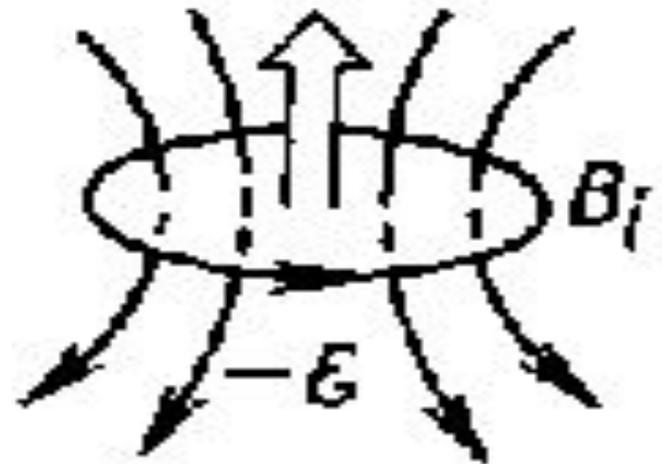
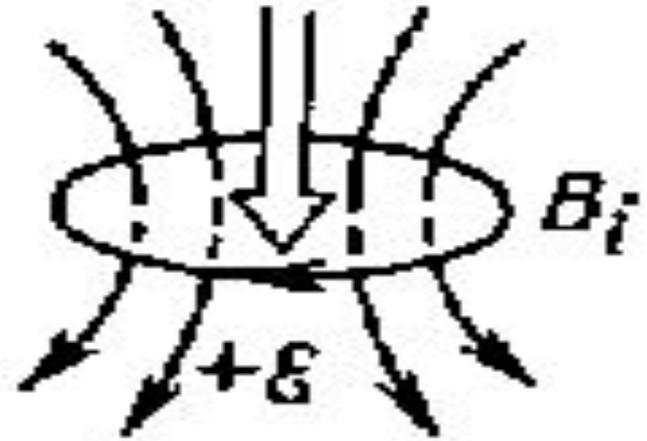
*$\Delta\Phi/\Delta t$ - скорость изменения магнитного потока (единицы измерения **Вб/с**)*

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

Закон электромагнитной ИНДУКЦИИ

ЭДС электромагнитной индукции в замкнутом контуре численно равна и противоположна по знаку скорости изменения магнитного потока через поверхность, ограниченную этим контуром.

Ток в контуре имеет положительное направление при убывании внешнего магнитного потока.



Формула для ЭДС индукции

$$\varepsilon_i = \frac{A_{\text{вих.эл.поля}}}{q}$$

ЭДС индукции равна **работе** по перемещению **единичного заряда** вдоль замкнутого контура, совершаемой силами вихревого электрического поля

Закон электромагнитной ИНДУКЦИИ



направление индукционного тока

$$I_i = \frac{\varepsilon_i}{R}$$

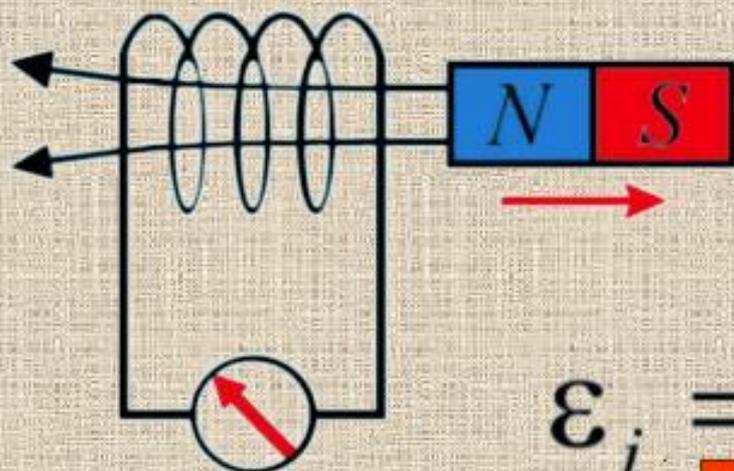
$$\varepsilon_i = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

Закон электромагнитной индукции

- ЭДС индукции прямо пропорциональна скорости изменения магнитного потока

$$\varepsilon_i = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

Знак ЭДС индукции



магнитный поток **убывает**

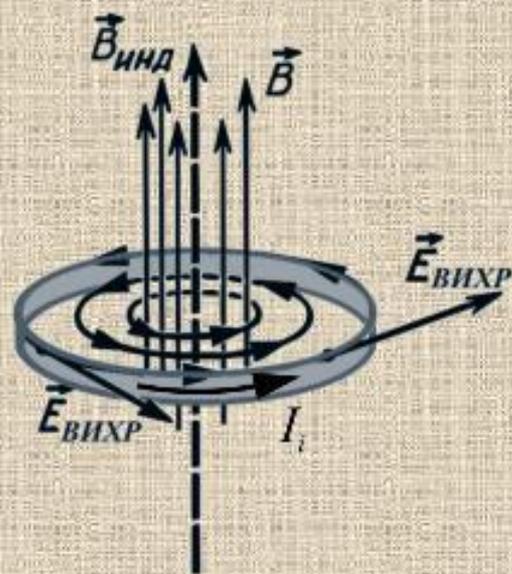
$$\varepsilon_i = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

$$\Phi_2 < \Phi_1$$

$$\Delta \Phi < 0$$

$$\varepsilon_i > 0$$

$$\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} < 0$$



Знак ЭДС индукции

$$\varepsilon_i < 0$$

если

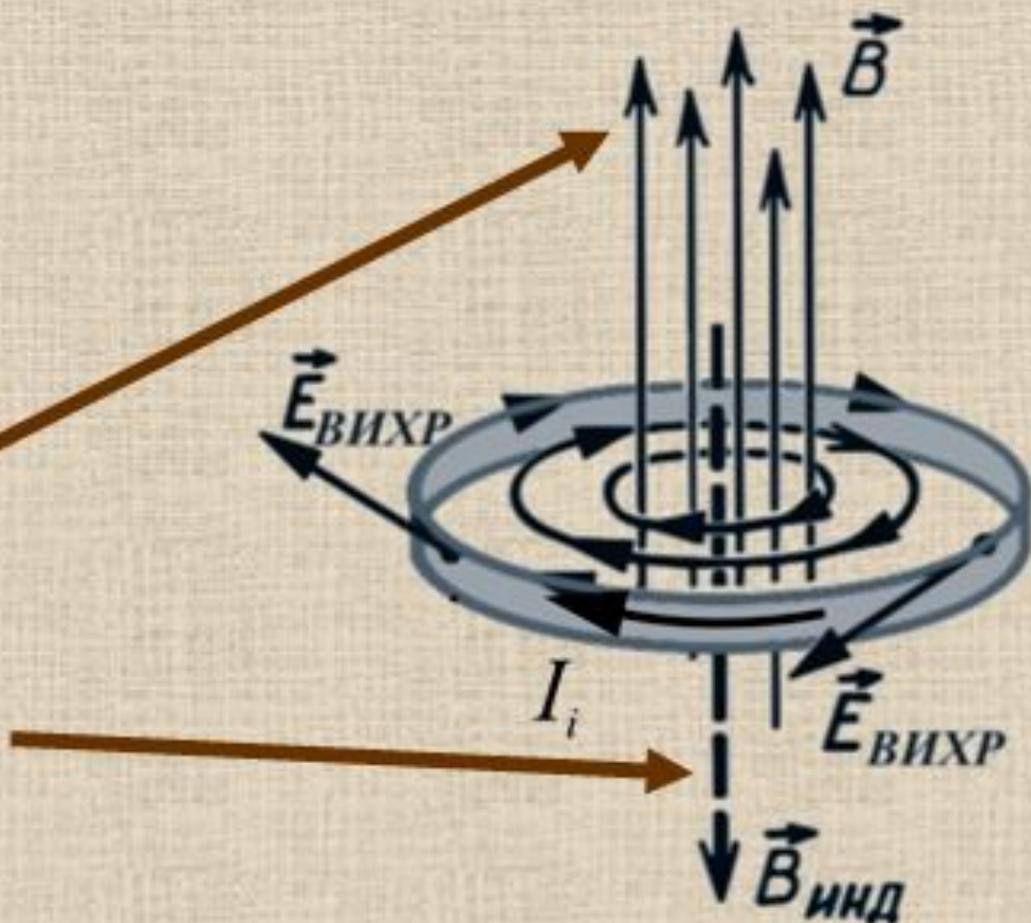
направления

вектора магнитной
индукции внешнего
поля

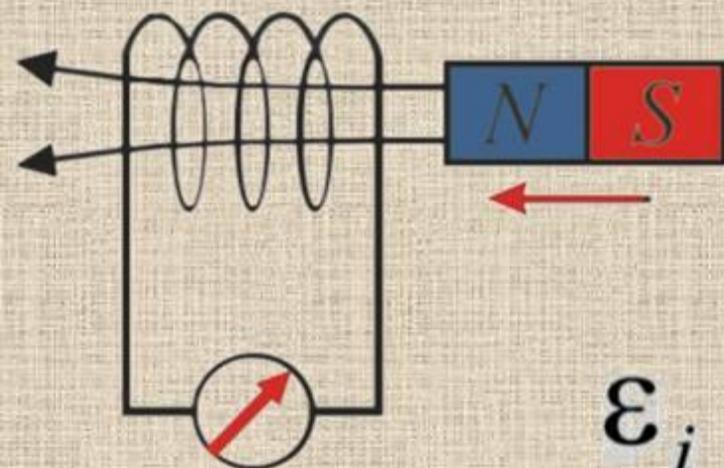
вектора магнитной
индукции

индукционного тока

противоположны



Знак ЭДС индукции



МАГНИТНЫЙ ПОТОК
нарастает

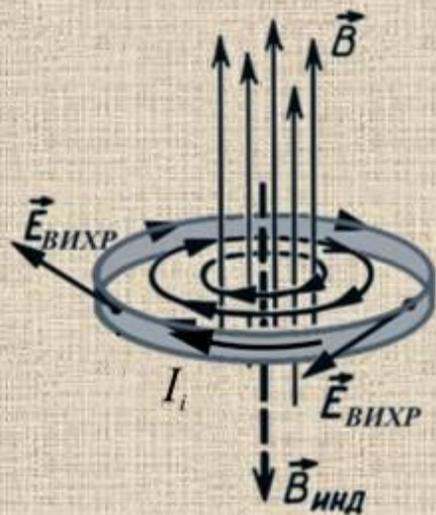
$$\varepsilon_i = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

$$\Phi_2 > \Phi_1$$

$$\Delta \Phi > 0$$

$$\varepsilon_i < 0$$

$$\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} > 0$$



Знак ЭДС индукции

$$\varepsilon_i > 0$$

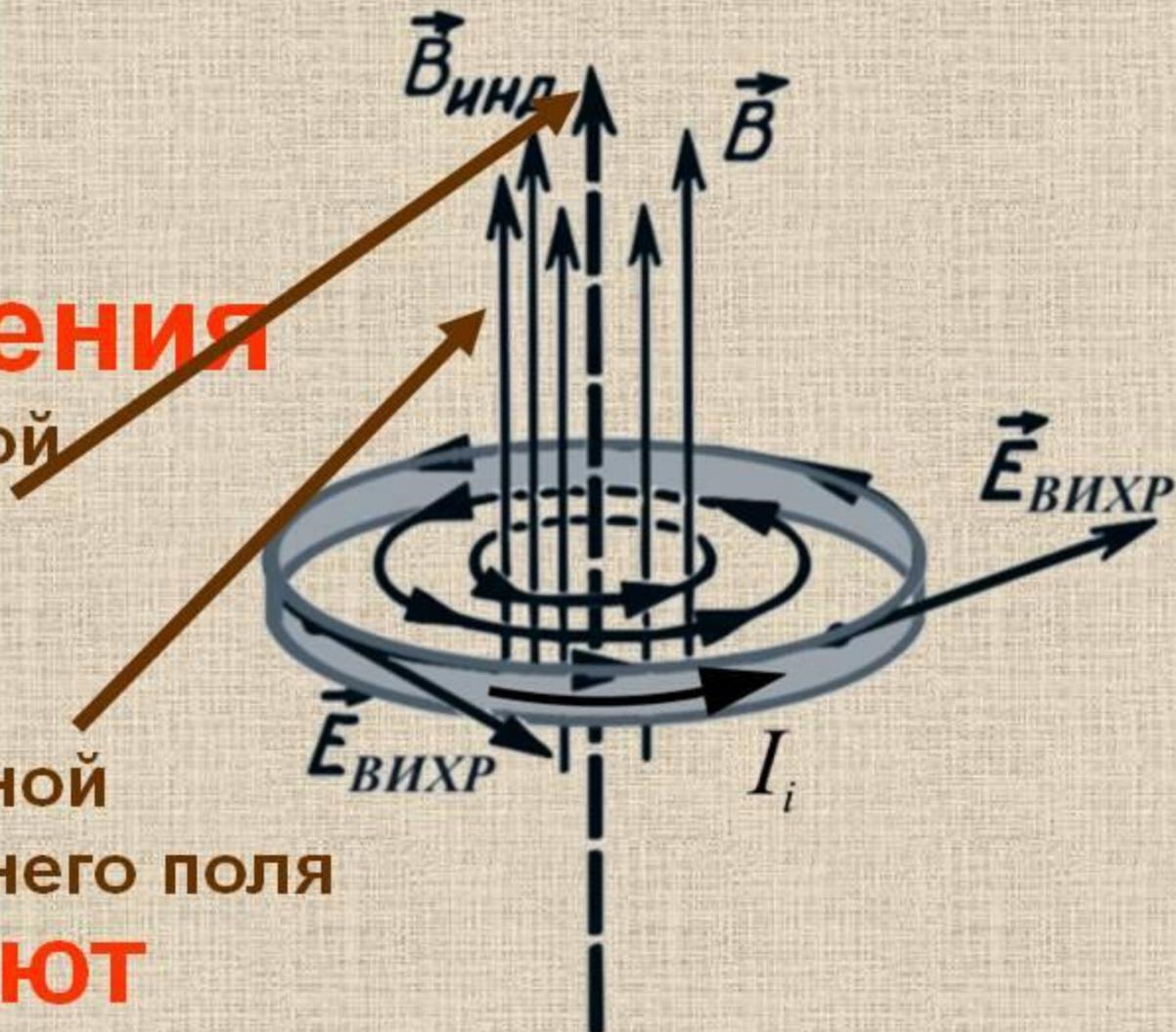
если

направления

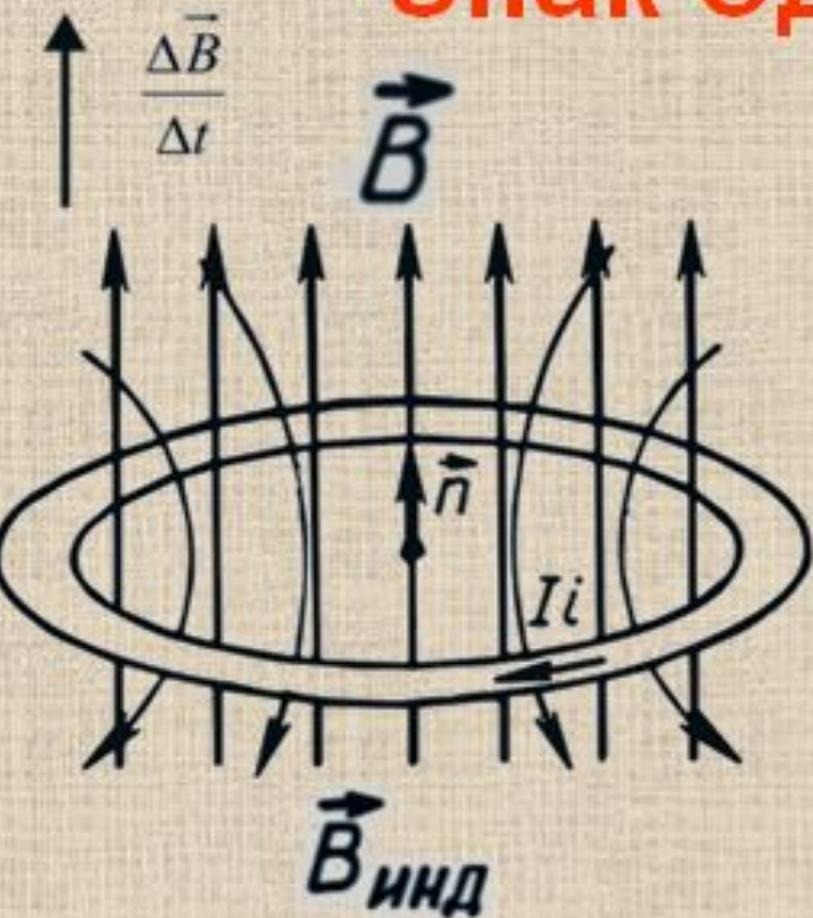
вектора магнитной
индукции
индукционного
тока

вектора магнитной
индукции внешнего поля

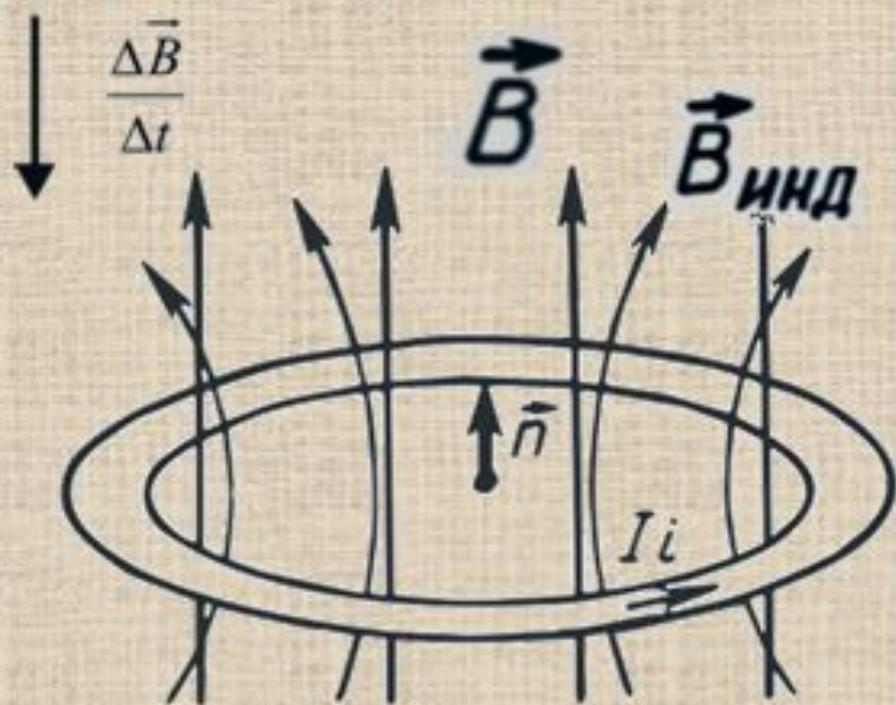
совпадают



Знак ЭДС индукции



$$\varepsilon_i < 0$$



$$\varepsilon_i > 0$$

ЭДС индукции не зависит от:

материала проводника

рода носителей тока

сопротивления проводника

температуры проводника

**ЭДС индукции зависит только от
характера изменения магнитного
поля**

Применение электромагнитной ИНДУКЦИИ

Явление электромагнитной индукции используют для создания генераторов, при помощи которых механическую энергию преобразовывают в электрическую на электростанциях.



Электродвигатели пылесосов, фенов, миксеров, кулеров и прочих многочисленных приборов, используемых нами ежедневно, основаны на использовании электромагнитной индукции и магнитных сил.

Электромагнитная индукция в современном мире

Видеомагнитофон.



Детектор полицейского.

Жесткий диск компьютера.



Поезд на магнитной подушке



Маглев

Детектор металла в аэропортах

