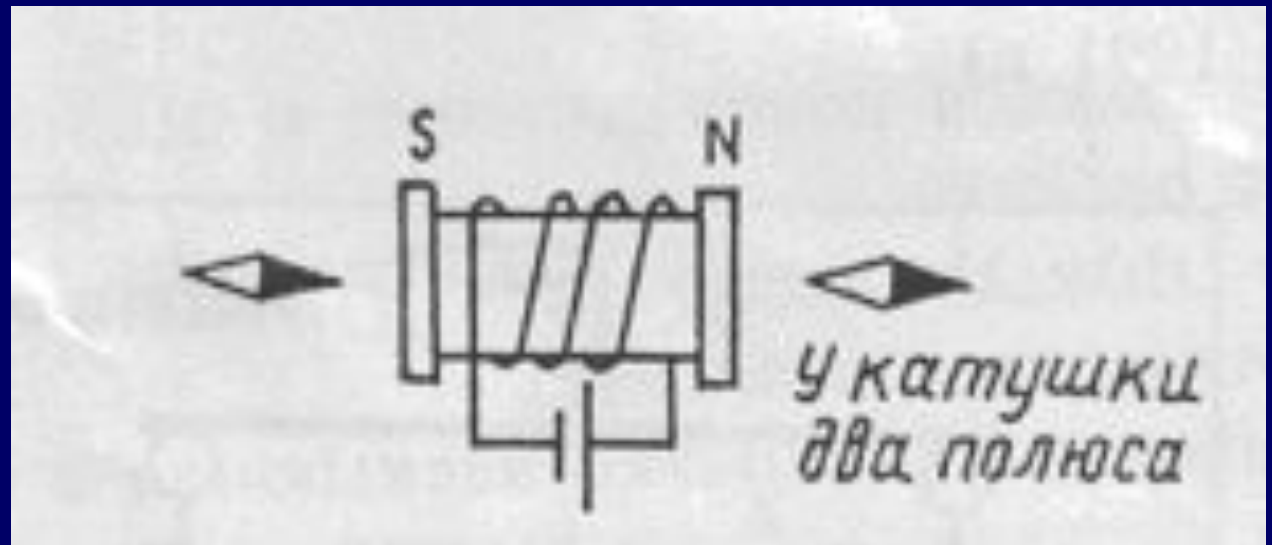


# Электромагнитная ИНДУКЦИЯ





# Сравнение электростатического и магнитного полей

|   | Электростатическое | магнитное |
|---|--------------------|-----------|
| Источник поля                               |                    |           |
| Что служит индикатором поля?                |                    |           |
| Характеристика поля                         |                    |           |
| Линии поля: замкнуты или незамкнуты         |                    |           |
| Характер поля ( потенциальное или вихревое) |                    |           |
|   |                    |           |

---

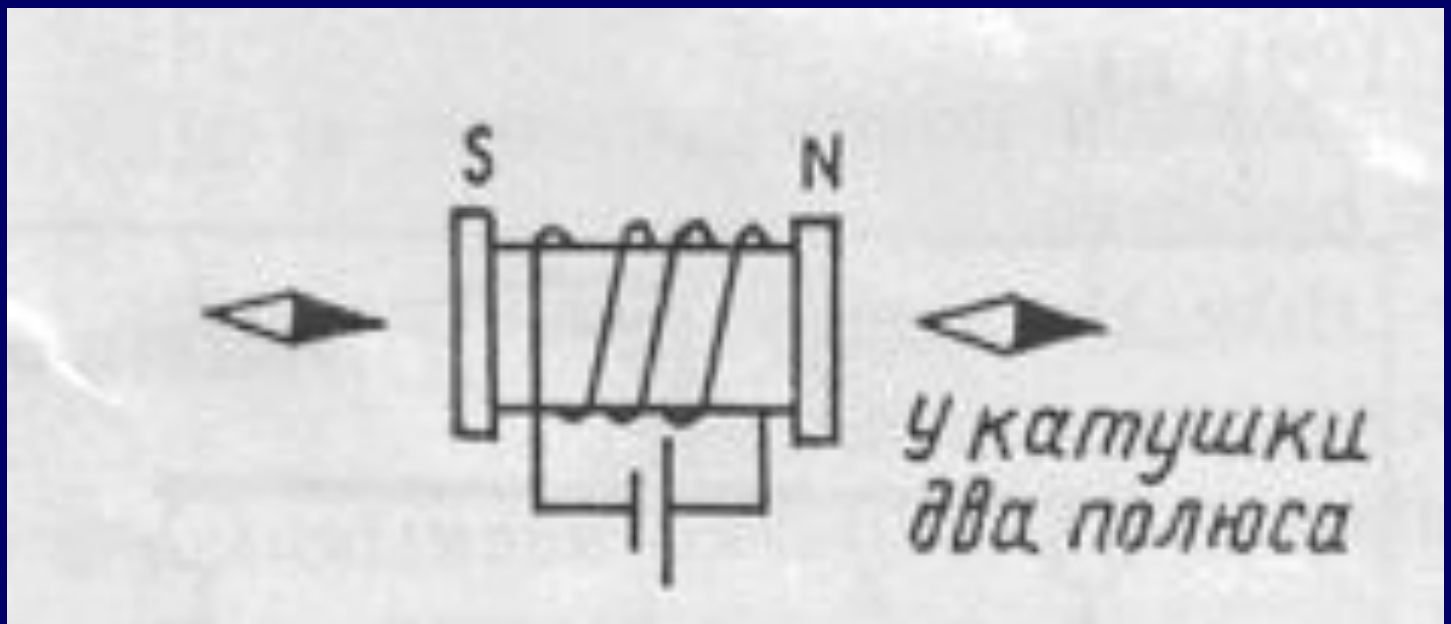


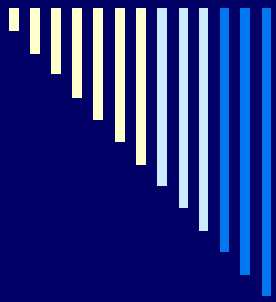
# Знаем:

- Электрическое поле создается неподвижными заряженными частицами
  - Магнитное поле – движущимися, т.е. электрическим током
-

# Умеем:

- Превращать электричество в магнетизм





Задача:

*«Превратить  
магнетизм в  
электричество»*

1821-1831 годы

М. Фарадей

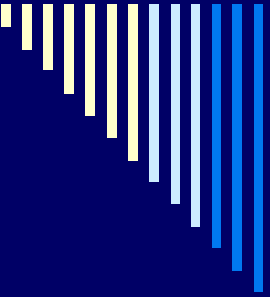
Благодаря этому открытию были сконструированы  
устройства: генераторы, трансформаторы и т.д.

---



# Майкл Фарадей (1791 - 1867)

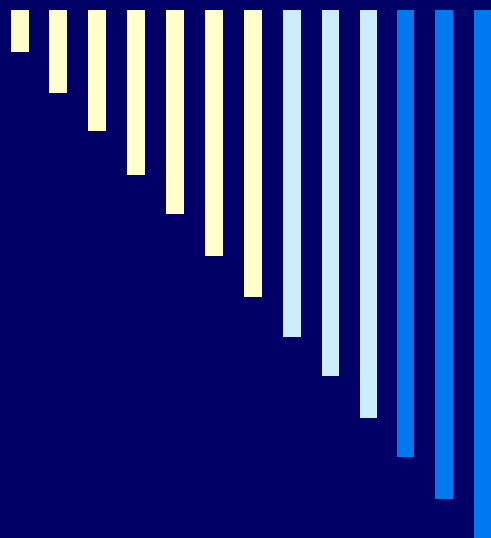




---

# Вопросы к данному эксперименту:

1. Что наблюдаем в данном эксперименте?
  2. Что является **причиной** появления тока в катушке?
-



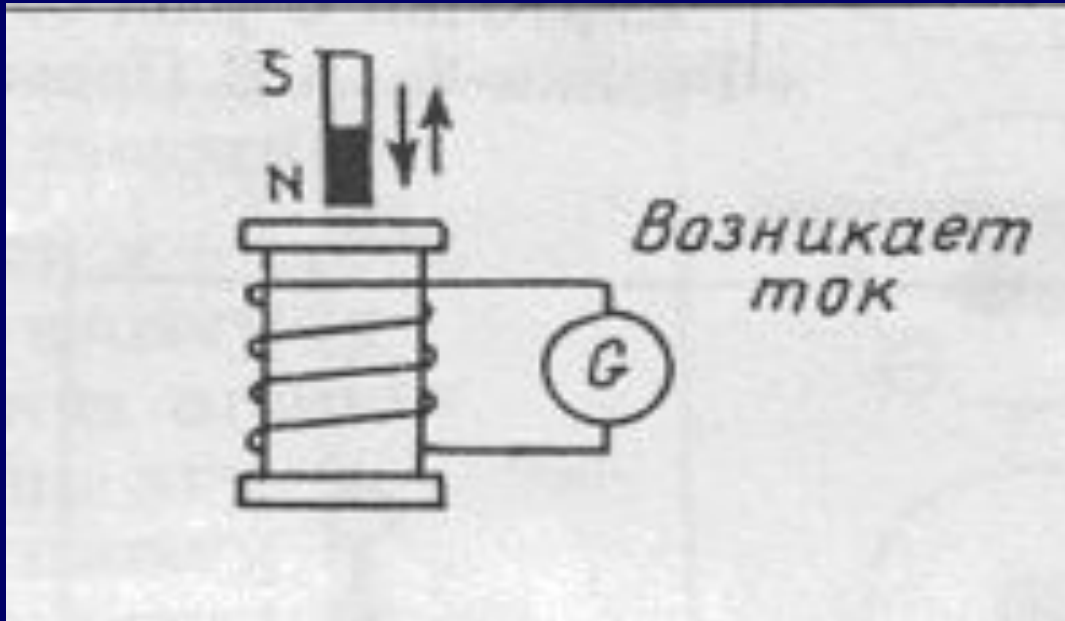
**Электрический ток,  
возникший в контуре, будем  
называть индукционным.**

**А явление возникновения  
тока при данных условиях,  
*-явлением  
электромагнитной  
индукции***

---



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



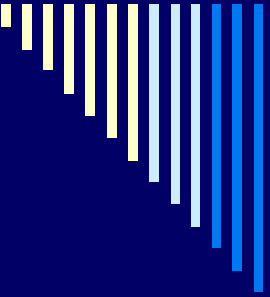
$$\Delta\phi > 0$$

$$\Delta\phi < 0$$

---



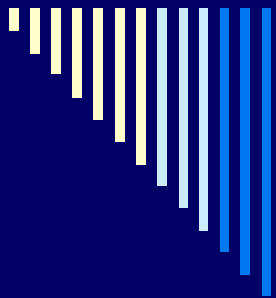
# Способы индуцирования тока (Опыты Фарадея)



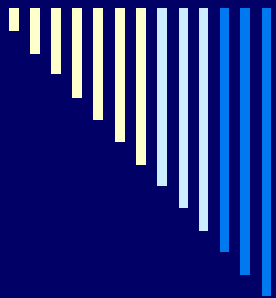
---

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

- за счет изменения магнитного поля, в котором находится неподвижная катушка;
-



- за счет движения самой катушки в магнитном поле



- Если по катушке идет переменный ток



---

# Определение явления ЭМИ

- Явление электромагнитной индукции заключается 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 меняется магнитный поток, пронизывающий этот контур.
-



---

## Направление тока Правило Ленца.

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

---

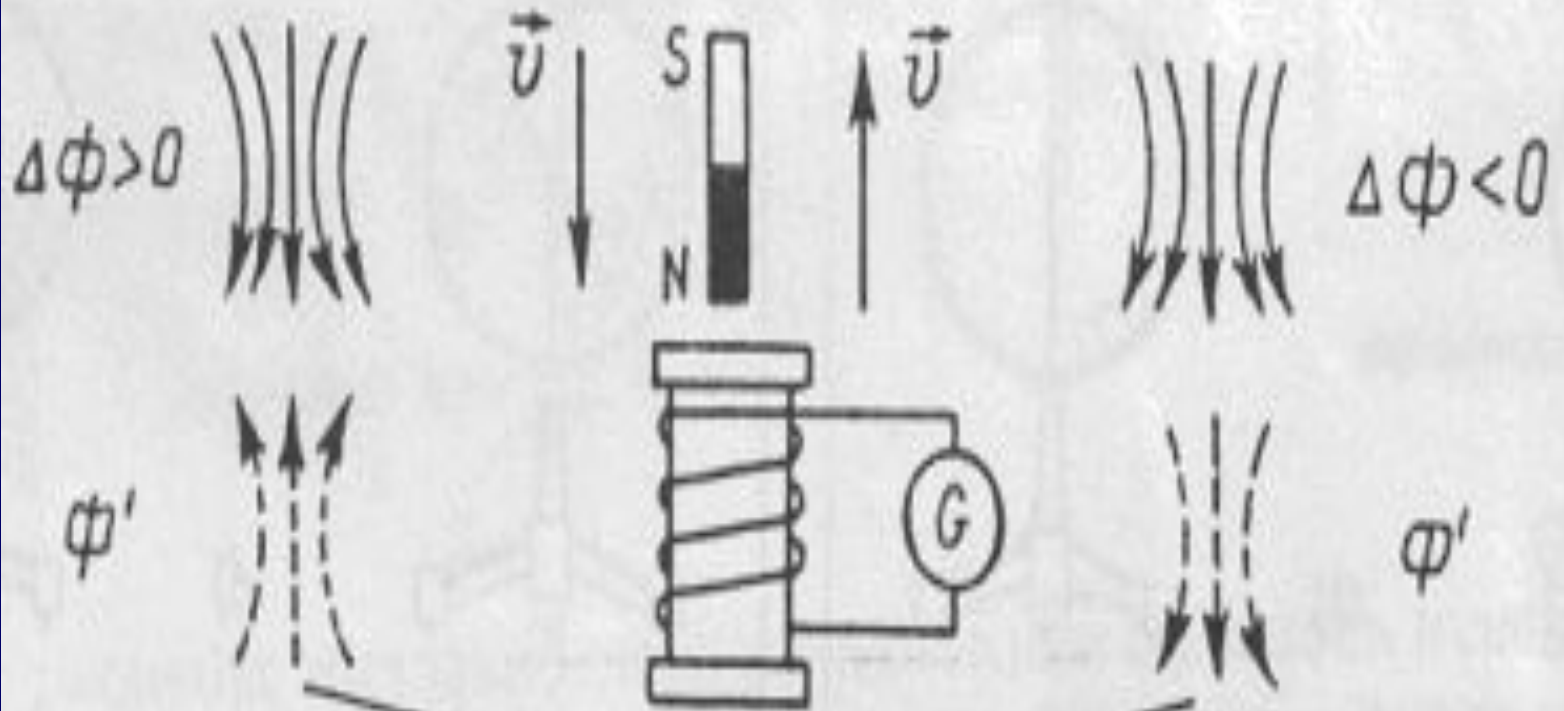


## *Применение правила Ленца:*

- ✓ Установить направление линий магнитной индукции  $B$  внешнего поля
- ✓ Выяснить, увеличивается или уменьшается магнитный поток
- ✓ Установить направление линий магнитной индукции  $B'$  магнитного поля индукционного тока.  
при  $\Delta\Phi > 0$ ,  $B' \uparrow \downarrow B$   
при  $\Delta\Phi < 0$ ,  $B' \uparrow \uparrow B$
- ✓ Зная направление линий магнитной индукции  $B'$ , найти направление индукционного тока, пользуясь правилом буравчика или правилом правой руки

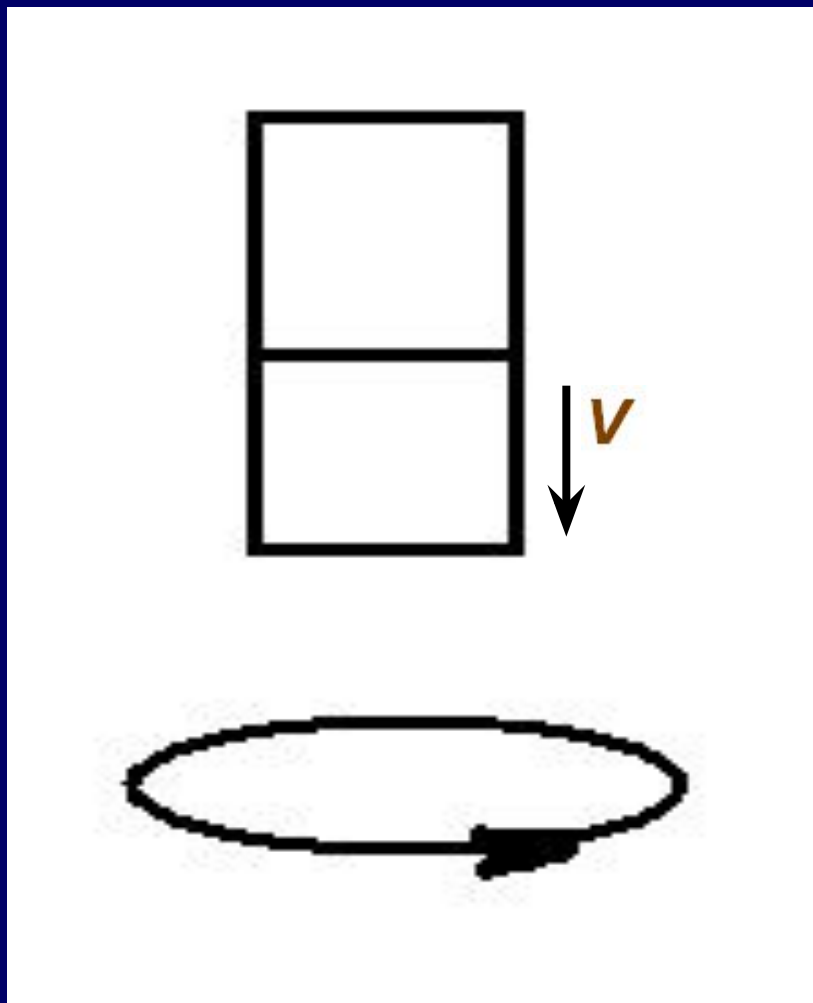


# Правило Ленца

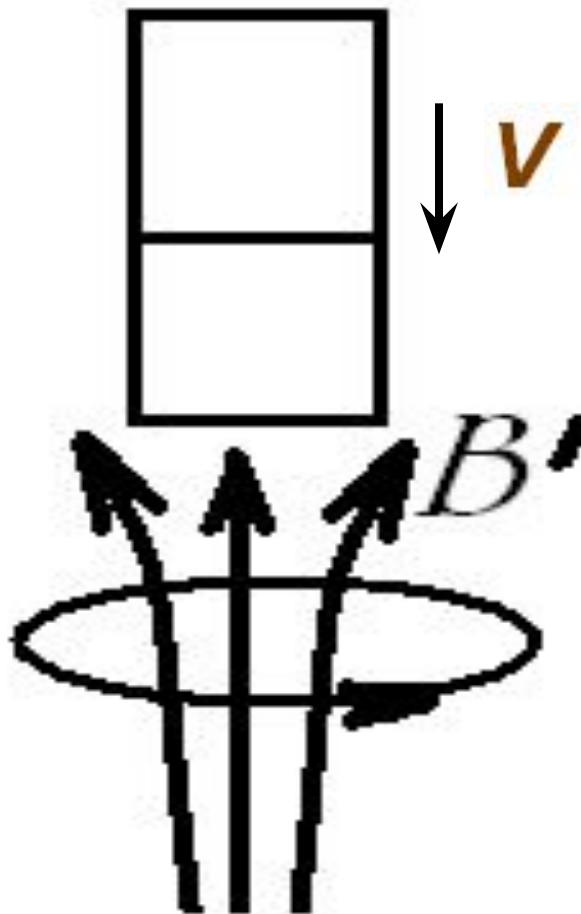


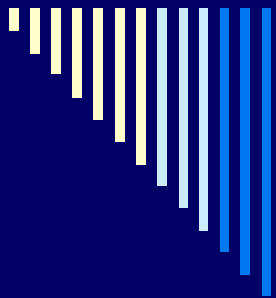
Правило Ленца

# Пример 1



По правилу буравчика:  $B'$

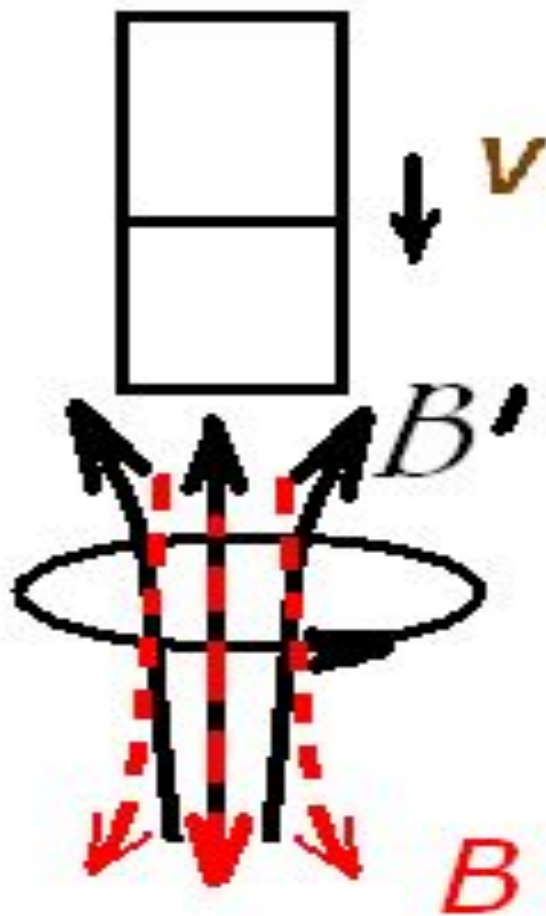




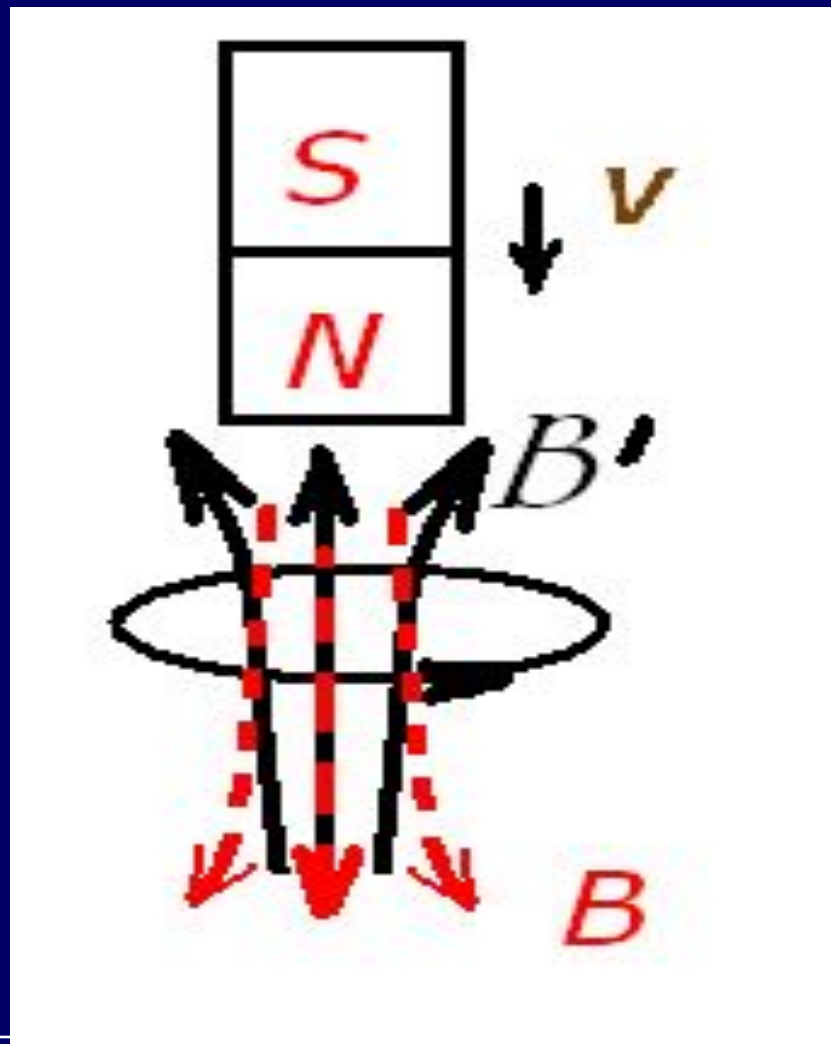
$$\Delta\phi > 0$$

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

# Направление В



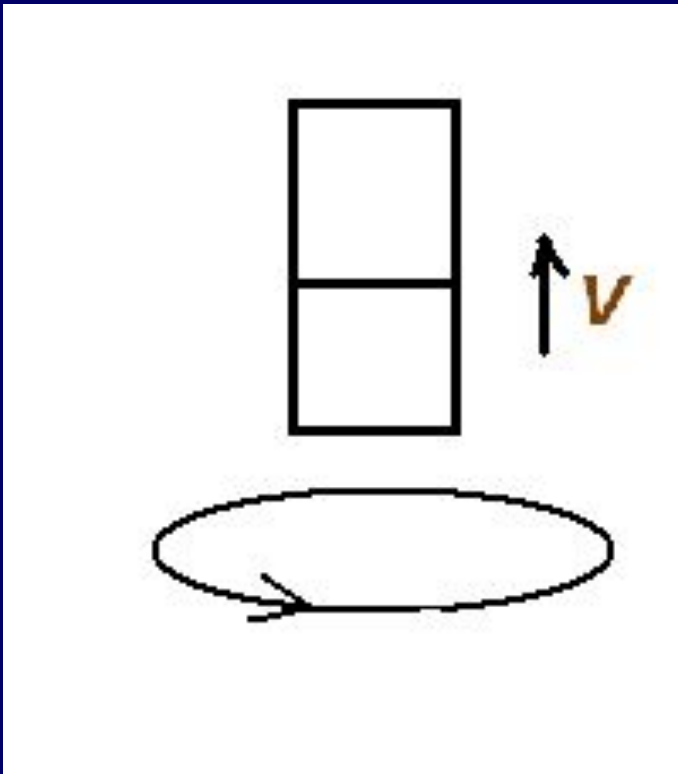
# Определяем полюса магнита



# Самостоятельная работа

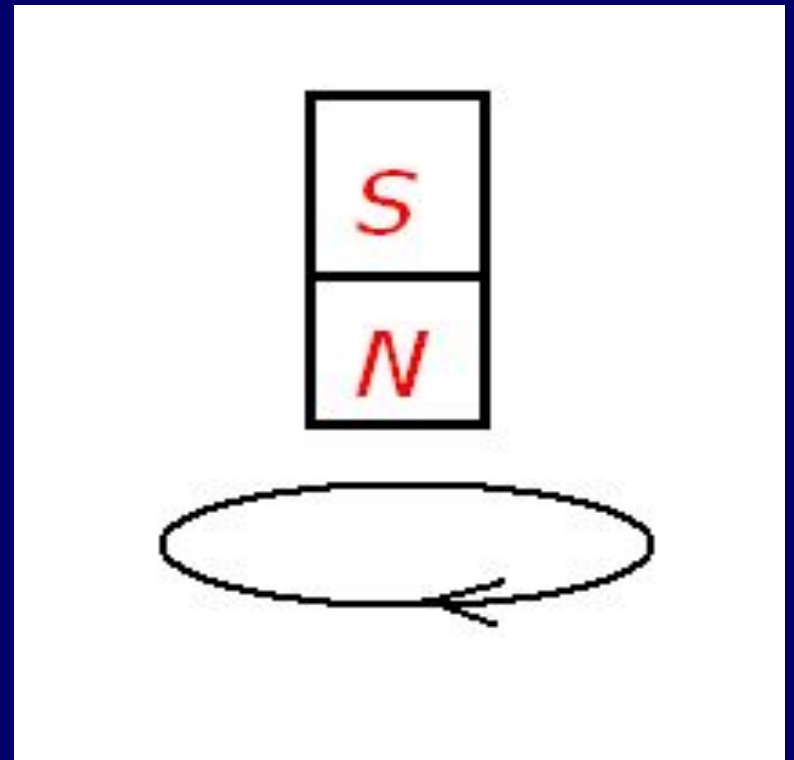
## □ 1 вариант

Определить полюса магнита.



## □ 2 вариант

Определить направление движения магнита





---

# ЭДС индукции

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





# 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:

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

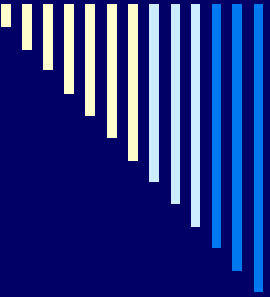


## ЭДС в проводнике, движущемся в магнитном поле

- 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.

□

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



## ЭДС индукции в неподвижном проводнике.

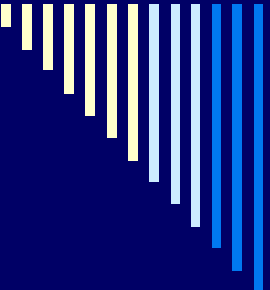
- На неподвижные заряды может оказывать действие только электрическое поле. Но индукционный ток появляется в результате действия переменного магнитного поля. Это заставляет предположить, *что электроны в неподвижном проводнике приводятся в движение электрическим полем, которое порождается переменным магнитным полем*

---



# Теория Максвелла

- *Изменяясь во времени, магнитное поле порождает электрическое поле*
-



# свойства вихревого электрического поля

- Источник поля: изменяющееся магнитное поле
- Индикатором поля являются электрические заряды
- Силовые линии представляют собой замкнутые линии. Поле носит вихревой характер.
- Работа вихревого поля на замкнутом пути *не равна нулю*.
- Характеристика поля: напряженность:

$$\vec{F} = q \vec{E}$$



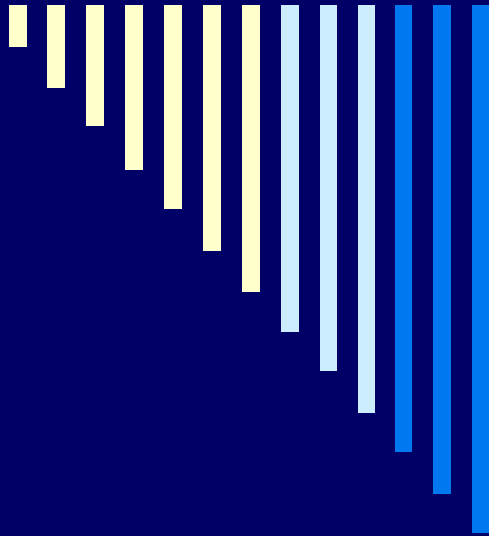
---

# Явление ЭМИ в новом свете:

- Явление электромагнитной индукции заключается в возникновении вихревого электрического поля, вызывающего электрический ток в замкнутом контуре, при изменении магнитного потока пронизывающего этот контур.
-

# Опыты Генри

- Если по катушке идет переменный ток, то магнитный поток, пронизывающий катушку, меняется. Поэтому возникает ЭДС в том же самом проводнике, по которому идет переменный ток.
- Это явление называется самоиндукцией:  
*Возникновение ЭДС индукции в проводящем контуре при изменении в нем силы тока.*



Всего хорошего!

До новых встреч!

---