

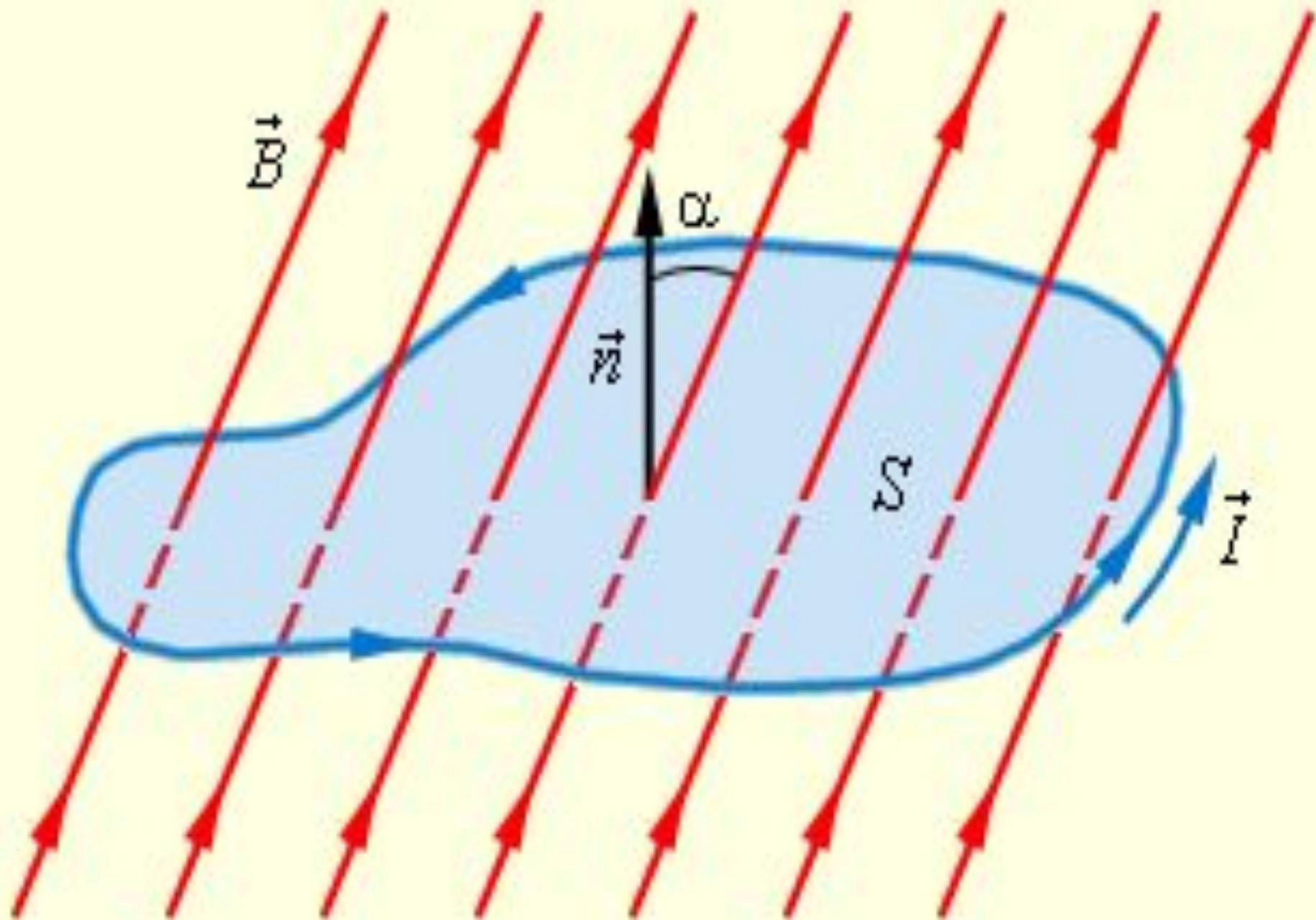
# Электромагнитная ИНДУКЦИЯ



# Вопросы лекции

1. *Магнитный поток*
2. *Явление электромагнитной индукции*
3. *Правило Ленца*
4. *Закон электромагнитной индукции*
5. *Вихревое электрическое поле*
6. *Движение проводника в постоянном магнитном поле*
7. *Самоиндукция, индуктивность*
8. *Энергия магнитного поля тока*

- 1. Магнитное взаимодействие**
- 2. Магнитное поле**
- 3. Магнитная линия**
- 4. Вектор магнитной индукции**
- 5. Модуль магнитной индукции**
- 6. Вихревое магнитное поле**
- 7. Сила Ампера**
- 8. Закон Ампера**
- 9. Сила Лоренца**
- 10. Правило буравчика**
- 11. Правило правой руки**
- 12. Электрический ток**
- 13. Условия возникновения электрического тока**



# Магнитный поток-

*Физическая величина, равная произведению модуля вектора магнитной индукции на площадь и косинус угла между вектором магнитной индукции и вектором нормали к плоскости проводника*

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

$$1 \text{ Вб} = 1 \text{ Тл} \cdot 1 \text{ м}^2$$

# Величины, входящие в формулу

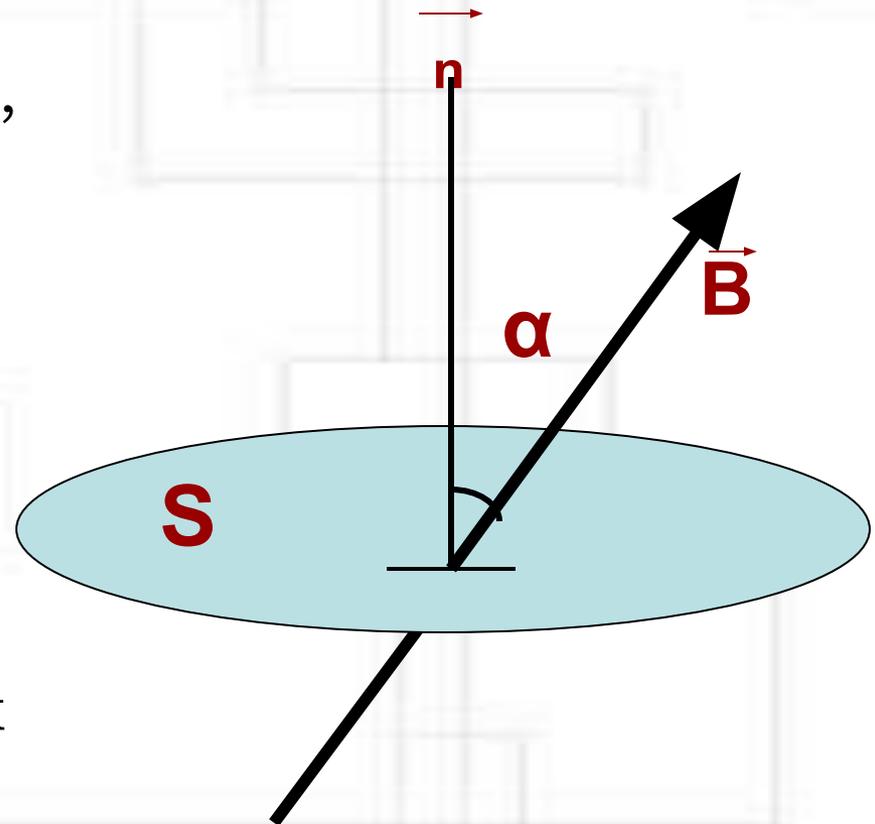
$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos \alpha$$

**B** – магнитная индукция,

**S** – площадь контура,  
ограничивающего  
площадку,

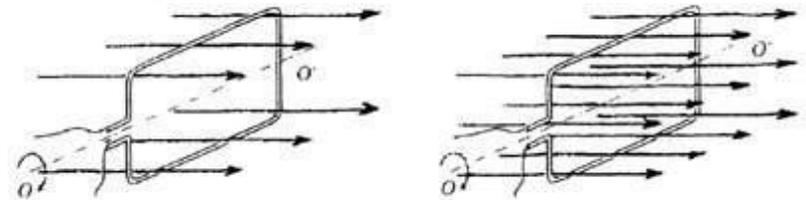
**$\alpha$**  – угол между  
направлением вектора  
индукции **B** и нормалью

**n** (перпендикуляром) к  
площадке



# Способы изменения магнитного потока $\Delta \Phi$

1) Путем изменения площади контура  $\Delta S$

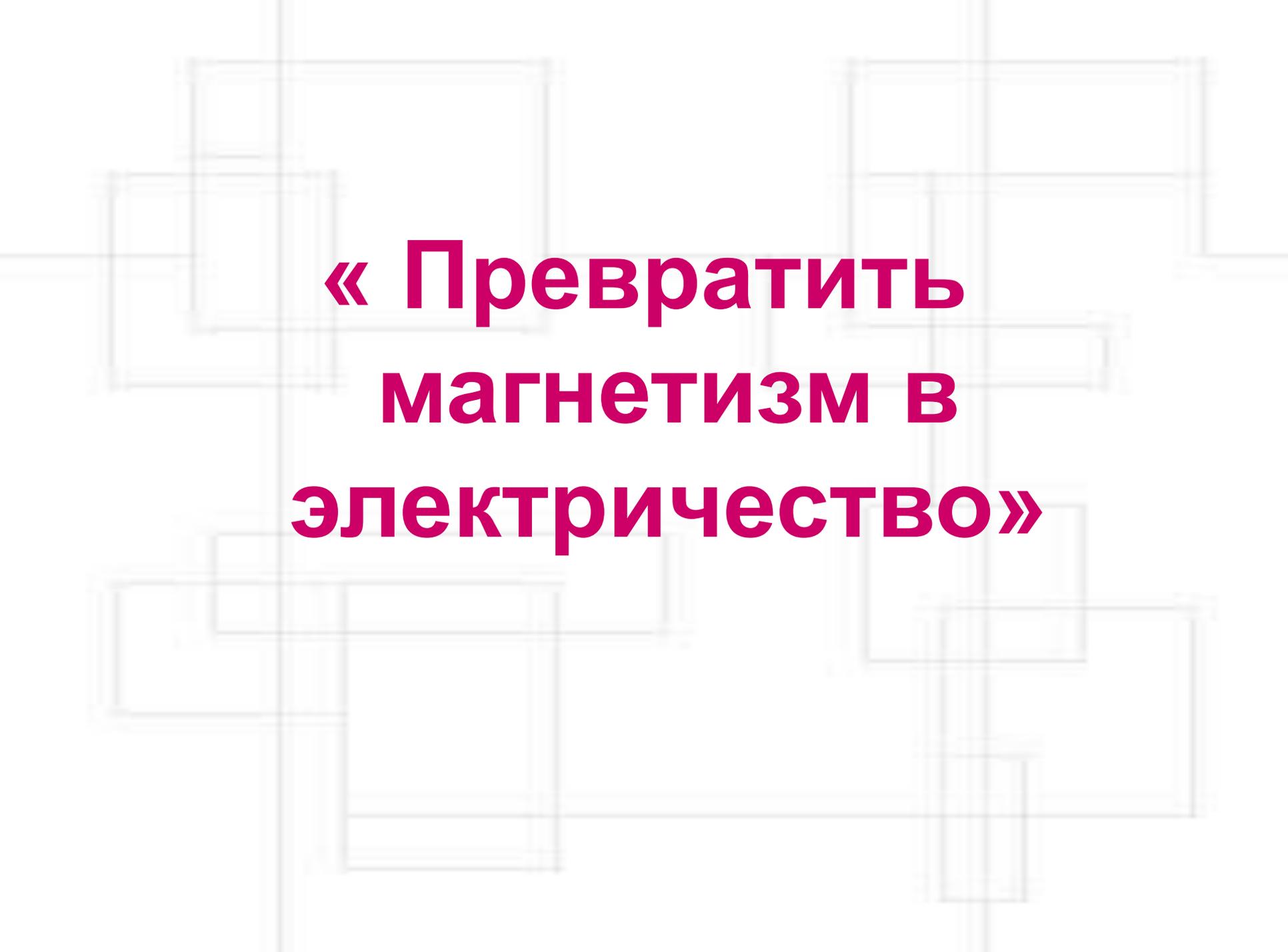


2) Путем изменения величины магнитного поля  $\Delta B$

(движение магнита, переменный эл\ток)



3) Путем изменения угла  $\Delta \alpha$  (вращение)



**« Превратить  
магнетизм в  
электричество»**

# Исследовательская работа

**Цель: получить электрический ток в катушке**

**Вывод:**

- 1. Когда возникает электрический ток в катушке**
- 2. От чего зависит сила тока**

# Явление электромагнитной индукции

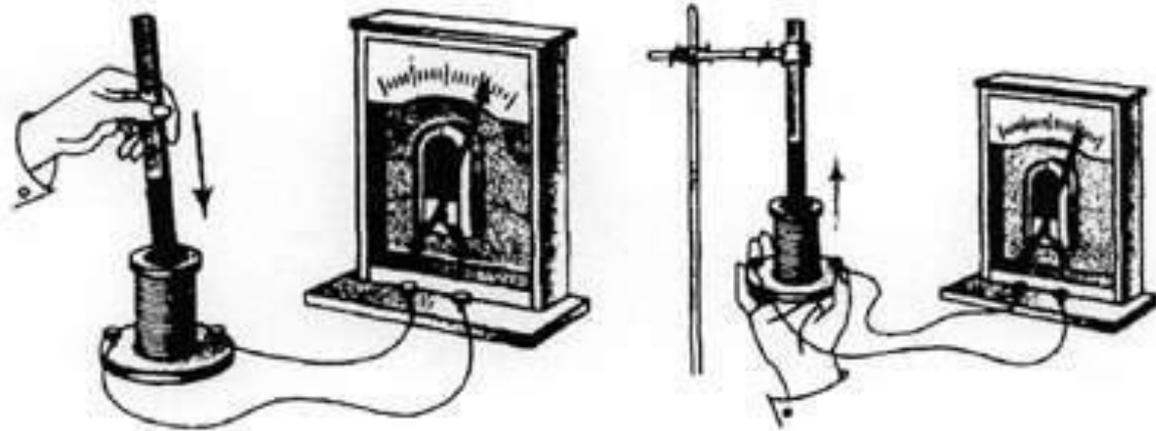
*1831г. Майкл Фарадей*

**явление возникновения  
индукционного тока в  
замкнутом контуре при  
изменении магнитного  
потока, пронизывающего  
контур**



**$i$  - зависит от скорости  
изменения магнитного  
потока**

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



# Закон электромагнитной индукции

***ЭДС индукции в замкнутом контуре равна скорости изменения магнитного потока через поверхность, ограниченную контуром***

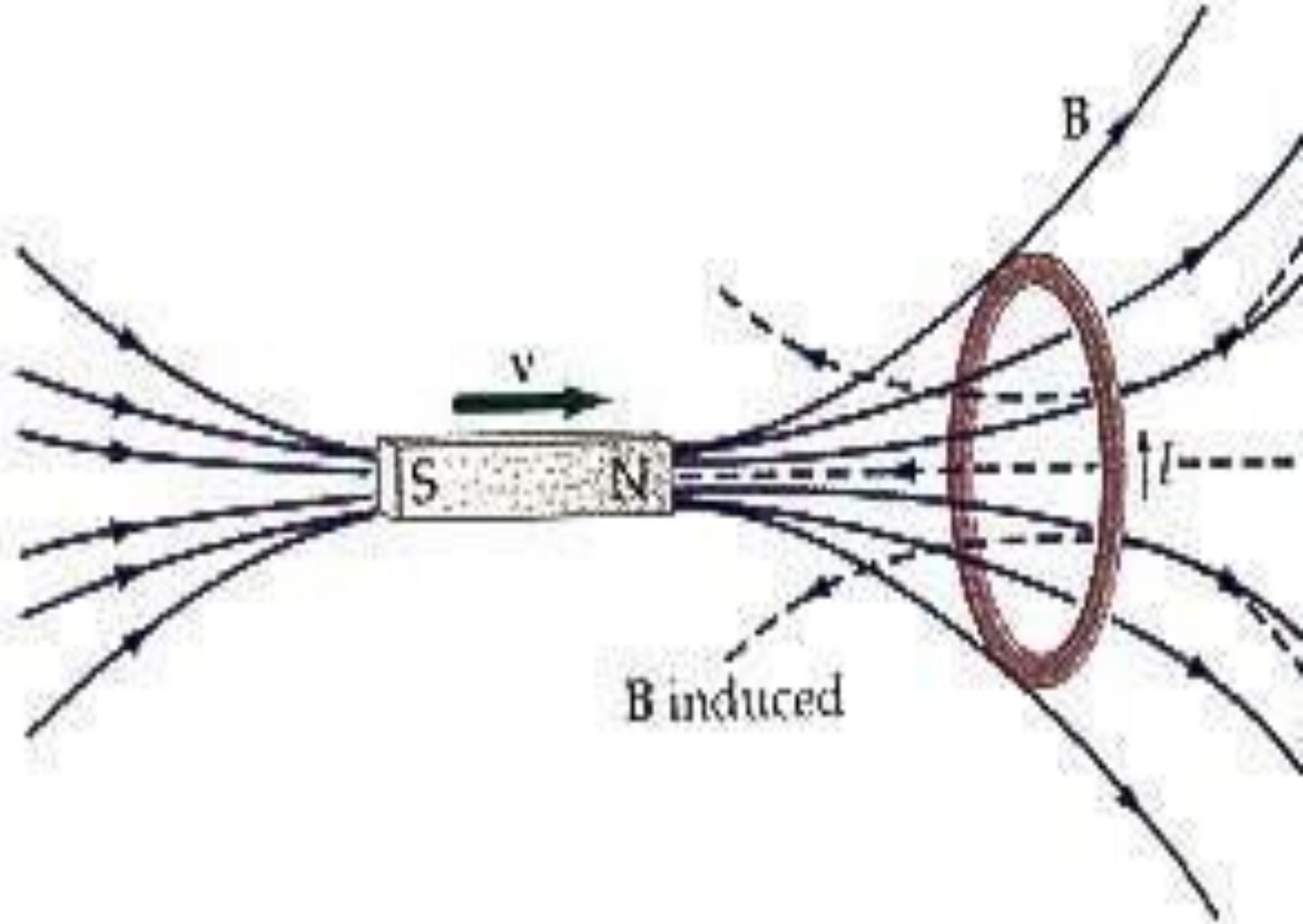
# Куда направлен индукционный ток?



## Правило Ленца

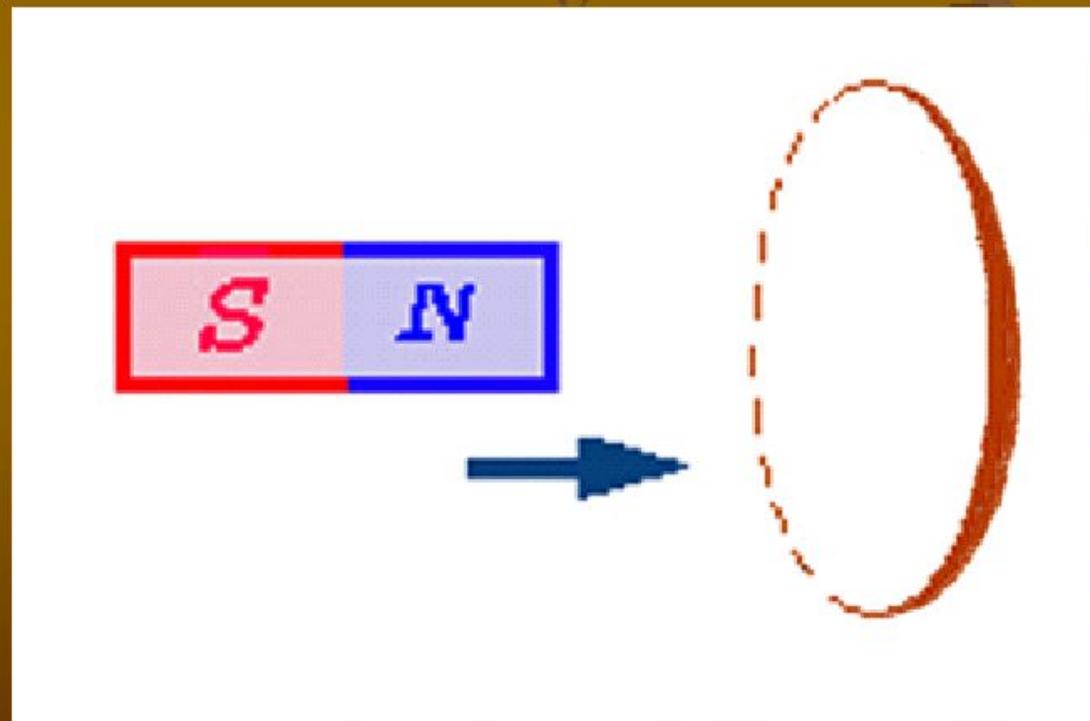
Направление индукционного тока определяется  
следующим образом:

1. установить направление внешнего магнитного поля  $B$
2. определить увеличивается или уменьшается поток вектора магнитной индукции внешнего поля
3. по правилу Ленца указать направление вектора магнитной индукции индукционного тока  $B_i$
4. по правилу правого винта определить направление индукционного тока в контуре.



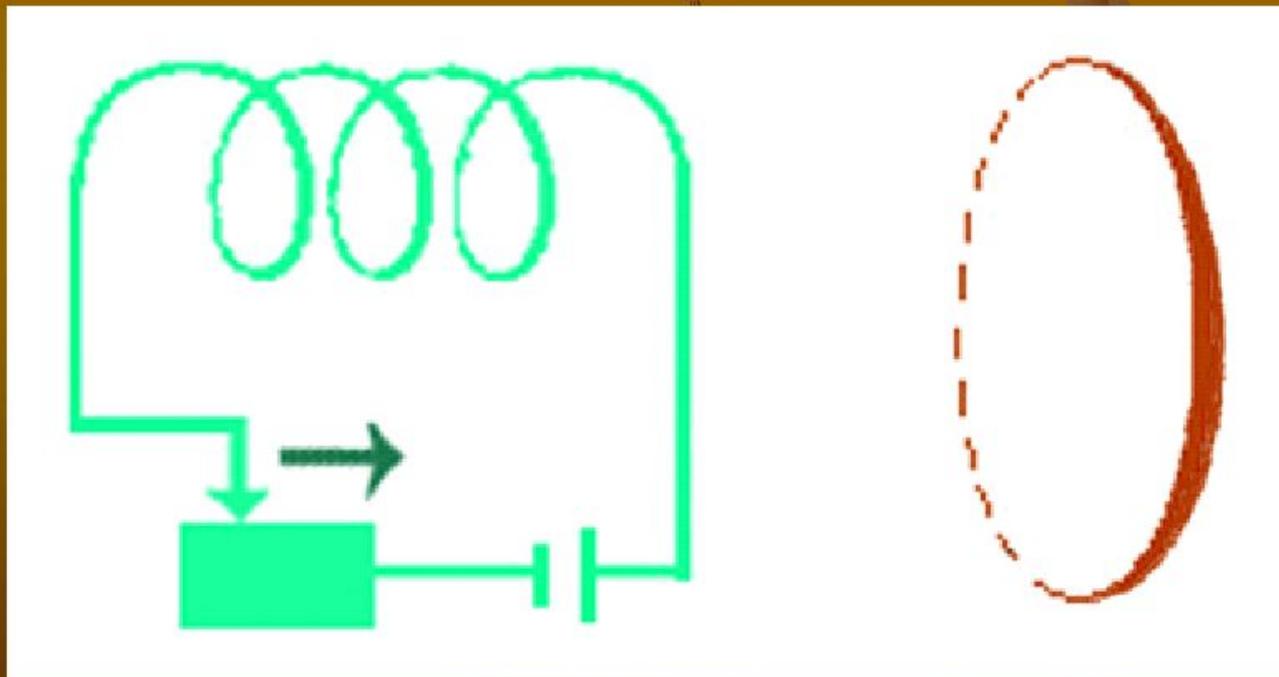
# 1. Пример для самостоятельного решения

- Задание: Определить, как будут направлены линии  $\vec{B}$  и  $\vec{B}_i$ .



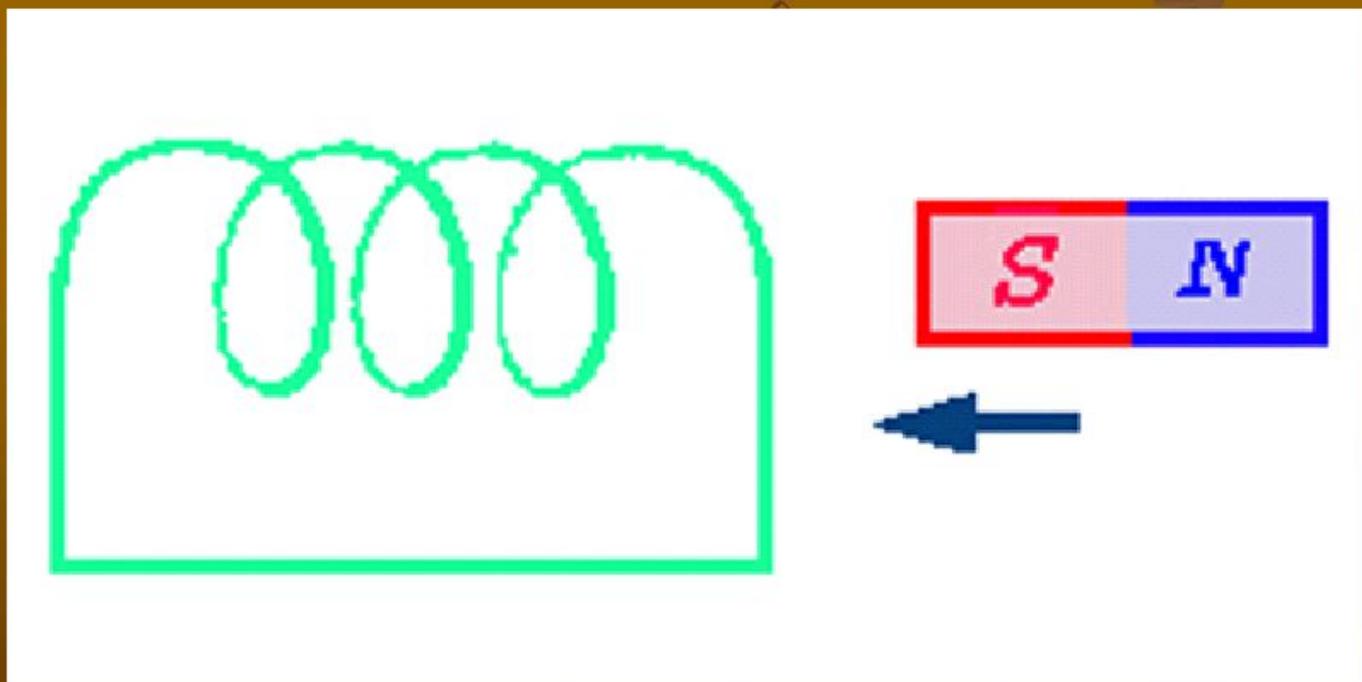
## 2. Пример для самостоятельного решения

- Задание: Определить, как будут направлены линии  $\vec{B}$  и  $\vec{B}_i$ .



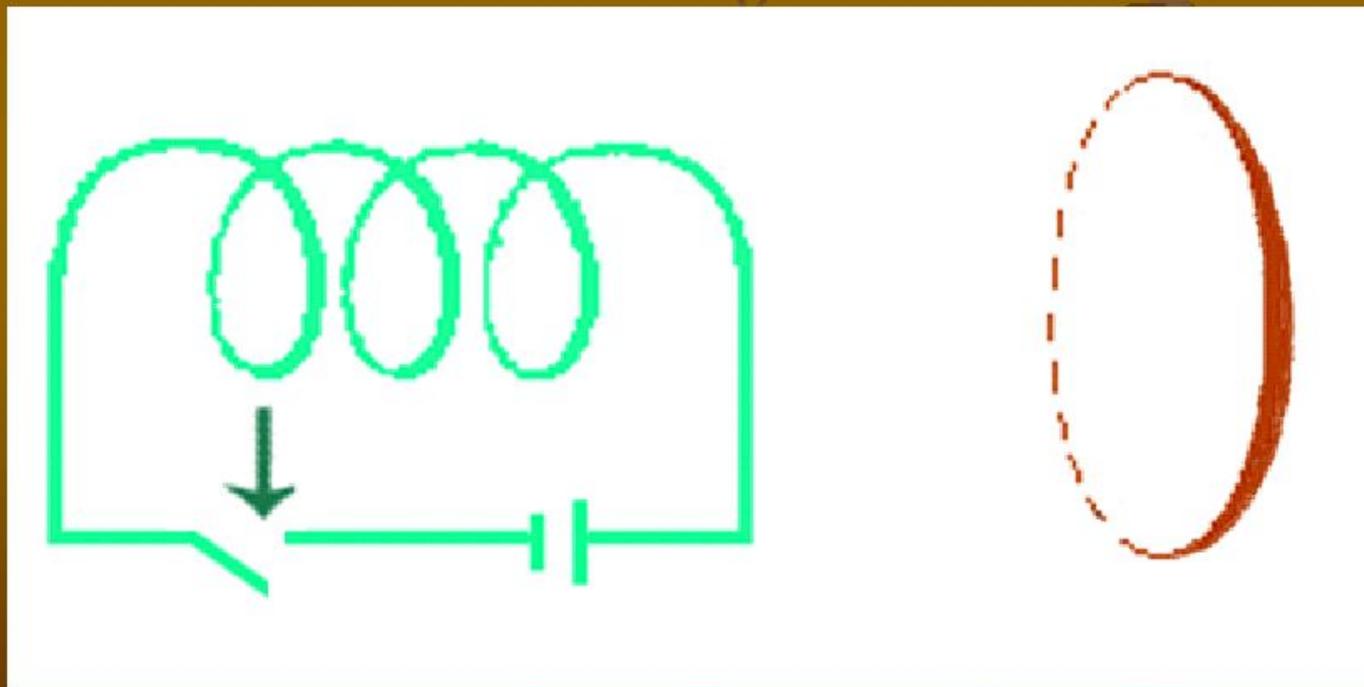
### 3. Пример для самостоятельного решения

- Задание: Определить, пользуясь правилом Ленца, направление индукционного тока.



## 4. Пример для самостоятельного решения

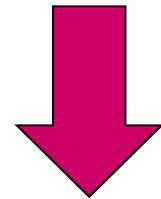
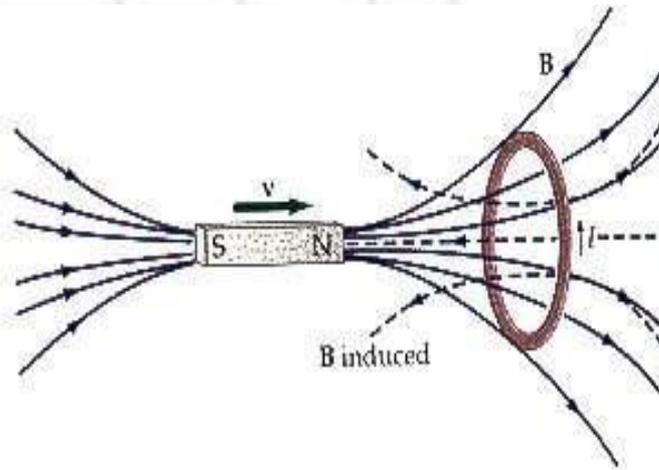
- Задание: Определить, пользуясь правилом Ленца, направление индукционного тока.



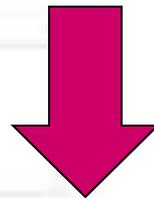
# **В каком случае изменяется магнитный поток?**

- 1. Неподвижный проводящий контур, помещённый в переменное магнитное поле**
- 2. Проводник, движущийся в магнитном поле.**

**Неподвижный проводящий  
контур, помещённый в  
переменное магнитное поле.**



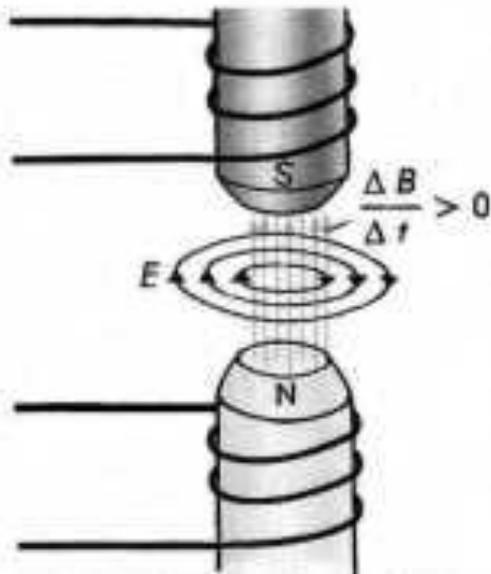
$\Delta\Phi$



**Возникает  $I_i$**

*Какие силы заставляют  
заряды в витке двигаться?*

# Переменное магнитное поле порождает переменное (вихревое) электрическое поле



Дж. Максвелл

# **Свойства переменного электрического поля**

- 1. Не связано с зарядами, силовые линии замкнуты**
- 2. Переменное электрическое поле – вихревое**
- 3. Вектор напряжённости вихревого электрического поля сонаправлен с индукционным током**
- 4. Вихревое электрическое поле непотенциально ( работа поля по замкнутой траектории не равна нулю)**

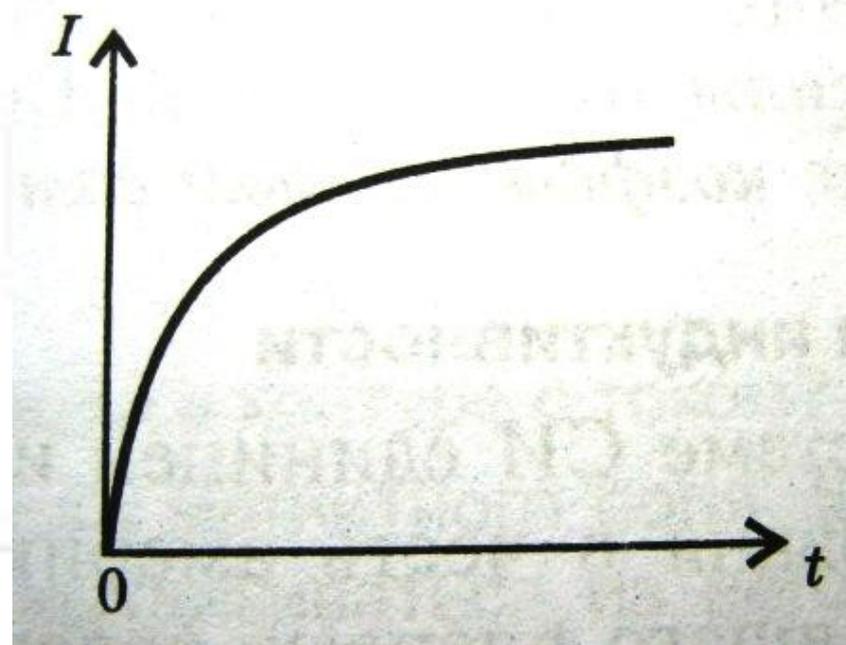
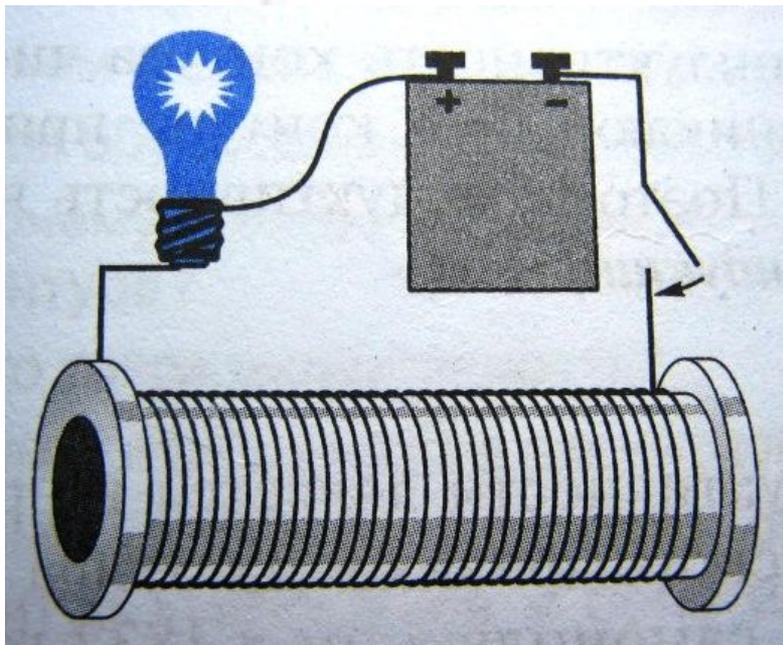
# Движение проводника в постоянном магнитном поле

$$\mathcal{E}_i = B \cdot v \cdot l \cdot \sin \alpha$$



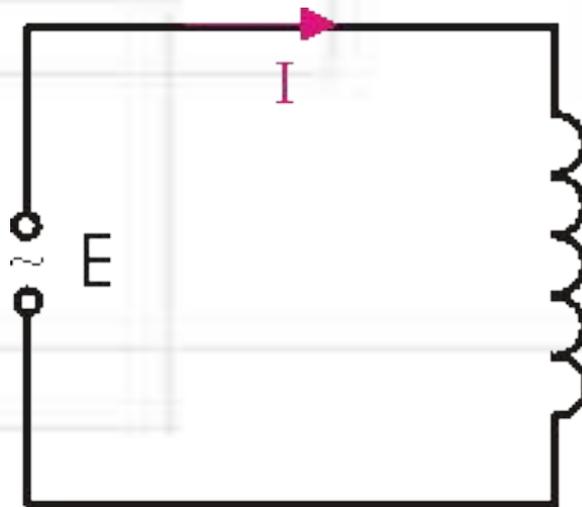
# Явление самоиндукции

При замыкании цепи с катушкой определенное значение силы тока устанавливается лишь спустя некоторое время.



# Самоиндукция-

явление возникновения вихревого электрического поля в проводнике при изменении магнитного поля, созданного изменяющимся током в этом же проводнике



# ИНДУКТИВНОСТЬ-

**физическая величина,  
характеризующая свойство  
контуров с током и окружающей  
их среды накапливать магнитное  
поле**

$$\Phi = L \cdot I$$

**Единица измерения индуктивности в системе СИ  
- 1 Генри (Гн).**

# **L зависит**



**Геометрических  
размеров  
проводника**



**Свойств окружающей  
среды  $\mu$**

$$\mathcal{E}_i = -L \Delta I / \Delta t$$