

# Электромагнитная ИНДУКЦИЯ

- 1) Определение электромагнитной индукции (ЭМИ)
- 2) Опыт Фарадея
- 3) Индукционный ток
- 4) Замкнутый контур
- 5) Магнитный поток
- 6) Вектор магнитной индукции
- 7) Правило Ленца

# Электромагнитная индукция

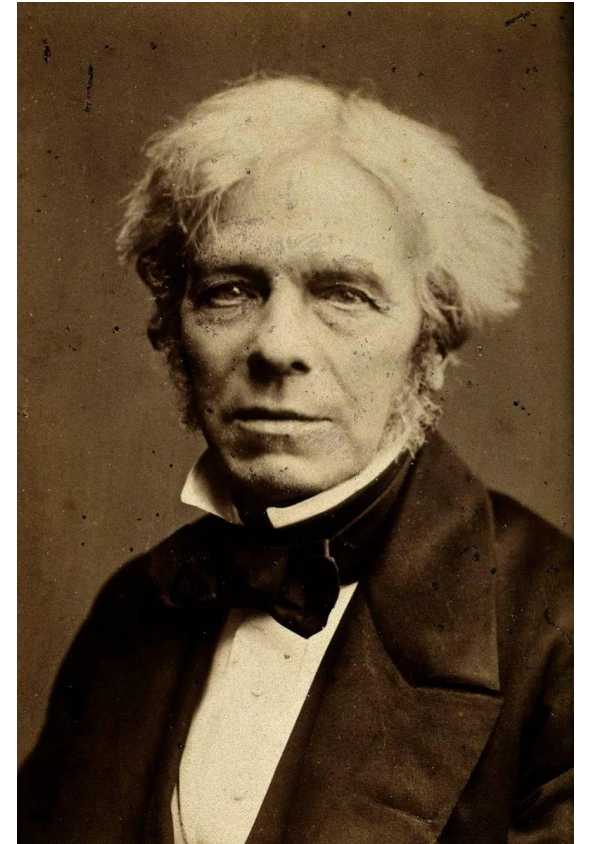
В настоящее время в основе многих устройств лежит явление электромагнитной индукции, например в двигателе или генераторе электрического тока, в трансформаторах, радиоприемниках и многих других устройствах.

**Электромагнитная индукция** – это явление возникновения тока в замкнутом проводнике при прохождении через него магнитного потока, изменяющегося со временем.

То есть благодаря этому явлению мы можем преобразовывать механическую энергию в электрическую, и это замечательно. Ведь до открытия этого явления люди не знали о методах получения электрического тока кроме как от источников тока. Явление электромагнитной индукции было открыто Майклом Фарадеем в 1831 году. Он опытным путем установил, что при изменении магнитного поля внутри замкнутого проводящего контура в нем возникает электрический ток, который назвали индукционным током. Воспроизведем пару классических опытов Фарадея.

# 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

Опыты Фарадея по исследованию ЭМИ можно разделить на две серии:

1. возникновение индукционного тока при вдвигании и выдвигании магнита (катушки с током);

**Объяснение опыта:** При внесении магнита в катушку, соединенную с амперметром в цепи возникает индукционный ток. При удалении так же возникает индукционный ток, но другого направления. Видно, что индукционный ток зависит от направления движения магнита, и каким полюсом он вносится. Сила тока зависит от скорости движения магнита.



## 2. возникновение индукционного тока в одной катушке при изменении тока в другой катушке.

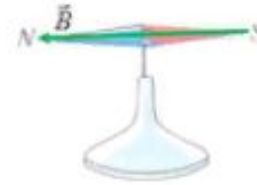


**Объяснение опыта:** электрический ток в катушке 2 возникает в моменты замыкания и размыкания ключа в цепи катушки 1. Видно, что направление тока зависит от того, замыкают или размыкают цепь катушки 1, т.е. от того, увеличивается (при замыкании цепи) или уменьшается (при размыкании цепи) магнитный поток, пронизывающий 1-ю катушку.

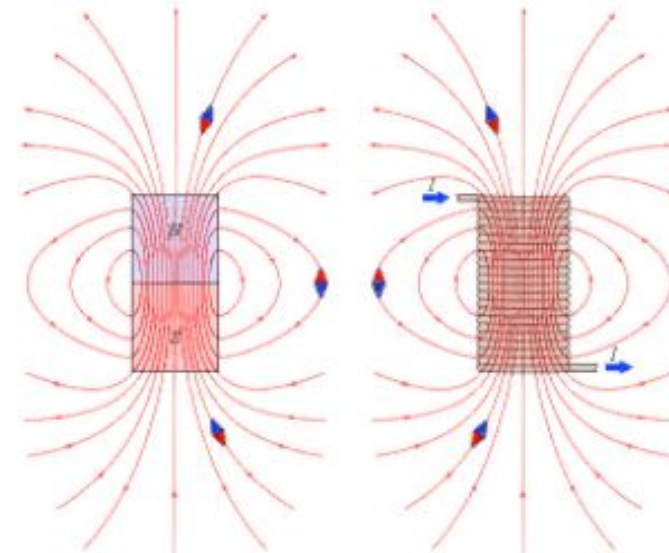
- Исследуя результаты своих многочисленных опытов, Фарадей пришел к заключению, что индукционный ток возникает всегда, когда в опыте осуществляется изменение сцепленного с контуром потока магнитной индукции (магнитного потока). Например, при повороте в однородном магнитном поле замкнутого проводящего контура в нем также появляется **ИНДУКЦИОННЫЙ ТОК** – в этом случае индукция магнитного поля вблизи контура остается постоянной, а меняется только поток магнитной индукции сквозь контур.
- В результате опыта было также установлено, что значение индукционного тока абсолютно не зависит от способа изменения потока магнитной индукции, а определяется лишь скоростью его изменения (также в опытах Фарадея доказывалось, что отклонение стрелки гальванометра (сила тока) тем больше, чем больше скорость движения магнита, или скорость изменения силы тока, или скорость движения катушек).
- Открытие явления электромагнитной индукции имело огромное значение, поскольку появилась возможность получения электрического тока с помощью магнитного поля. Этим открытие дало взаимосвязь между электрическими и магнитными явлениями, что в дальнейшем послужило толчком для разработки теории электромагнитного поля.

# Вектор магнитной индукции

- Силовой характеристикой магнитного поля в каждой его точке является векторная величина  $\vec{B}$ , называемая **вектором магнитной индукции поля**.
- За направление вектора магнитной индукции  $\vec{B}$  принимается то, в котором устанавливается свободная (воображаемая) магнитная стрелка, или нормаль к витку с током.



Вектор индукции магнитного поля  $\vec{B}$  направлен от южного полюса  $S$  стрелки (свободно вращающейся в магнитном поле) к северному  $N$ .



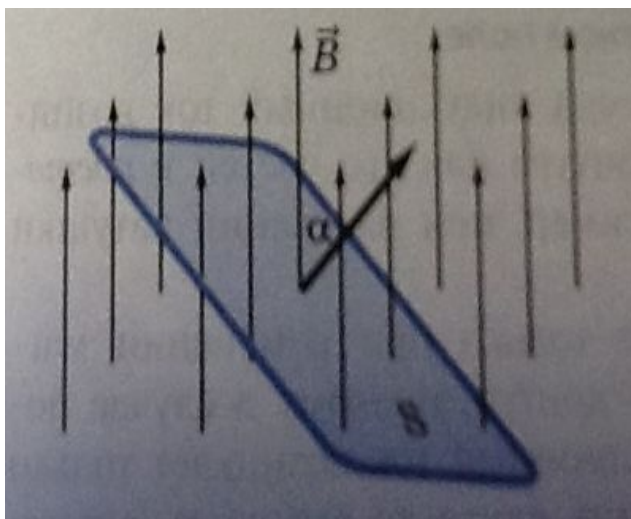
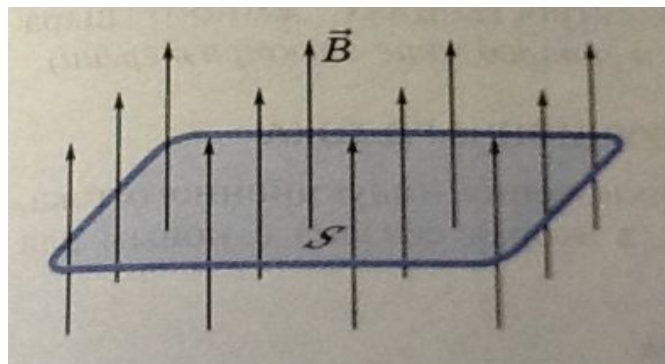


# Магнитный поток

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

[ВБ]

Когда плоскость контура перпендикулярна  $B$ , то магнитный поток через контур равен  $BS$



Число пронизывающих контур линий магнитной индукции пропорционально  $\cos \alpha$ , где  $\alpha$  – угол между  $B$  и перпендикуляром к плоскости контура

# 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.

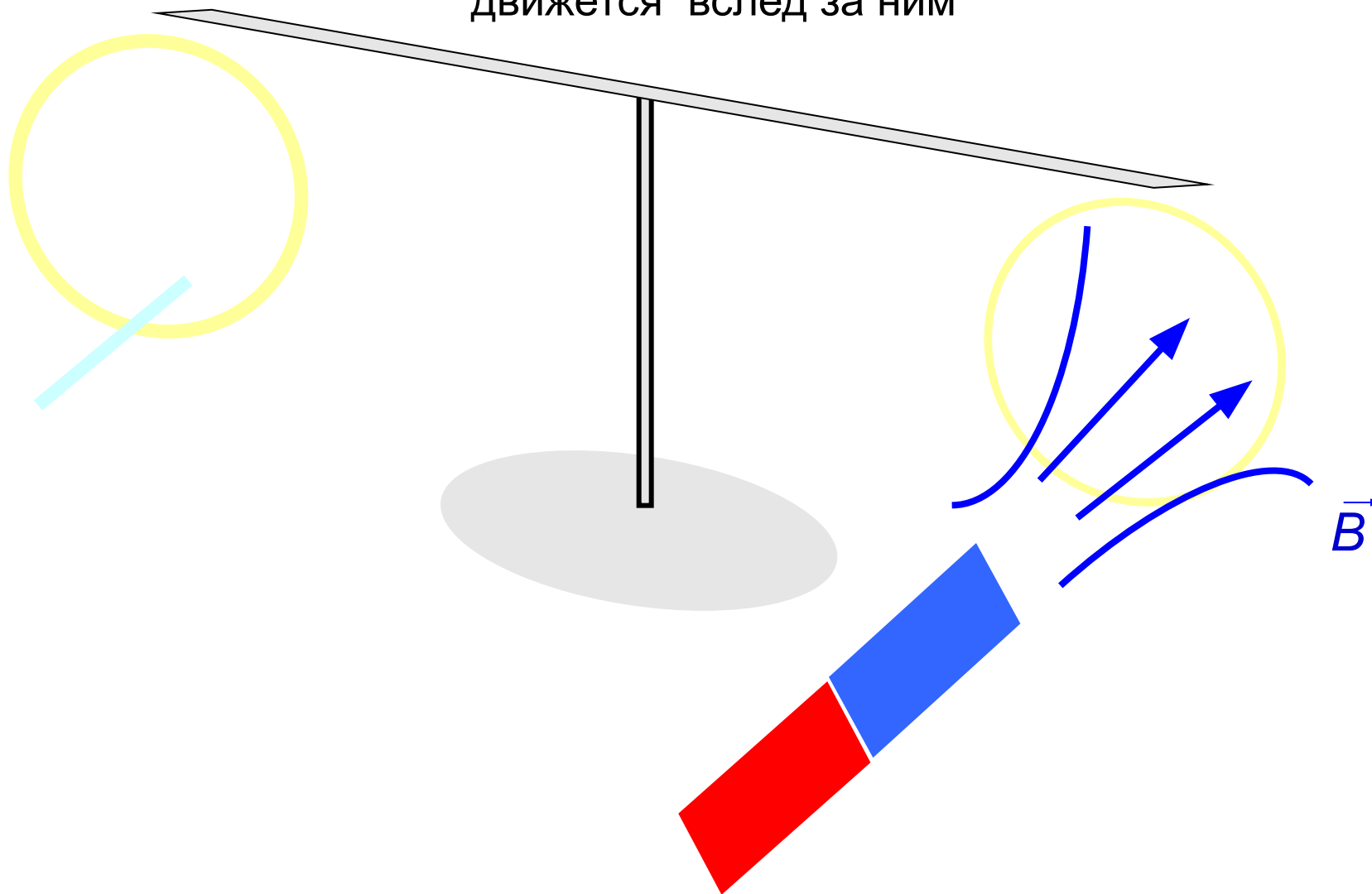
**ВЫВОД:** Вокруг индукционного тока должно существовать магнитное поле и это поле должно взаимодействовать с магнитным полем постоянного магнита (должно наблюдаться притяжение или отталкивание)

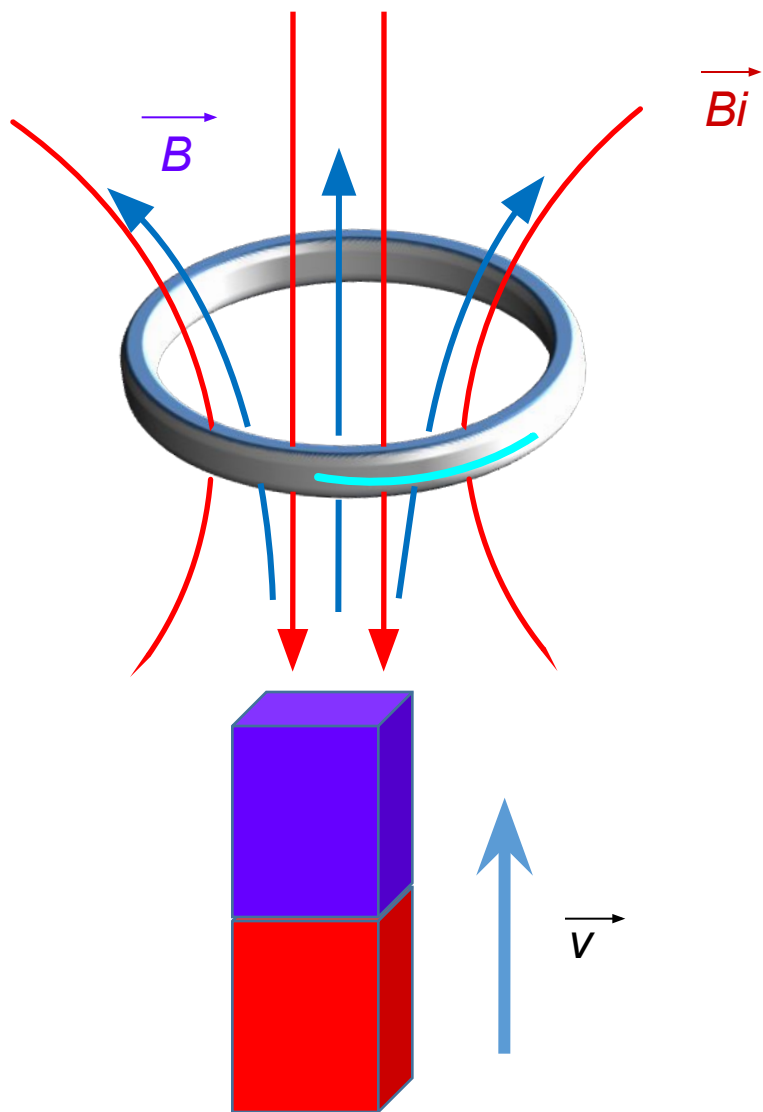
3. Так как направление тока различно, то и взаимодействие поля индукционного тока с полем постоянного магнита должно быть различным в случаях:

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

При поднесении магнита к кольцу оно начинает удаляться от магнита,

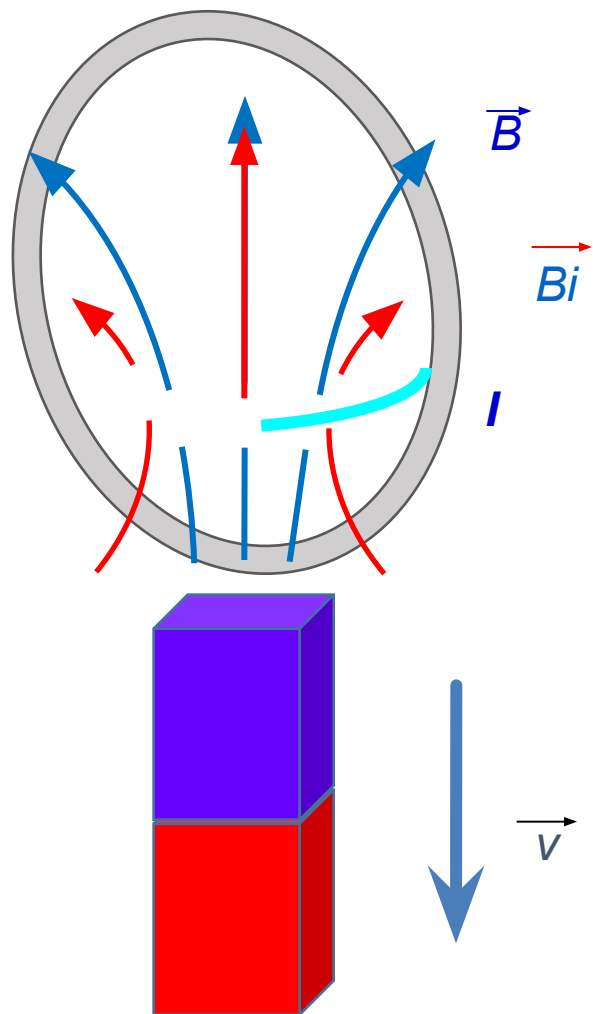
а при удалении магнита – движется вслед за ним





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

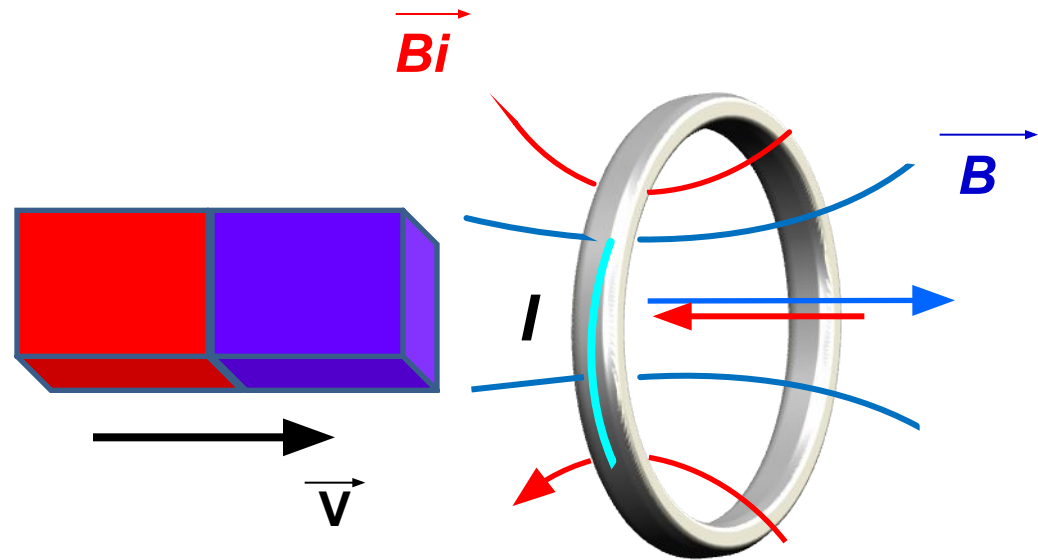
В контуре возникает индукционный ток, имеющий такое направление, что созданный им магнитный поток

**препятствует уменьшению**

магнитного потока, вызвавшего ток

# Правило Ленца

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



# Важно различать!

## Электромагнитная индукция

- Явление возникновения электрического тока в проводящем контуре при изменении магнитного потока через поверхность, ограниченную этим контуром.

## Магнитная индукция

- Векторная физическая величина, являющаяся силовой характеристикой магнитного поля.