

Тема занятия:

Электромагнитная индукция

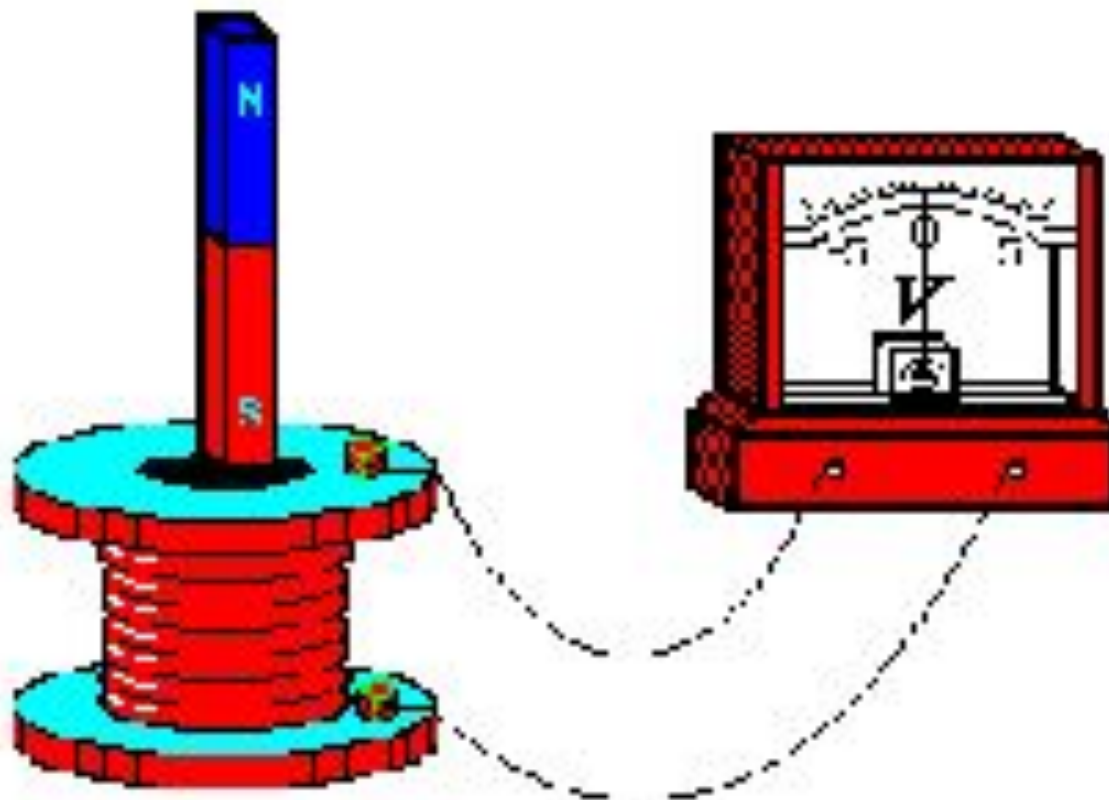
Преподаватель
Волощук Г.В.

Открытие электромагнитной индукции

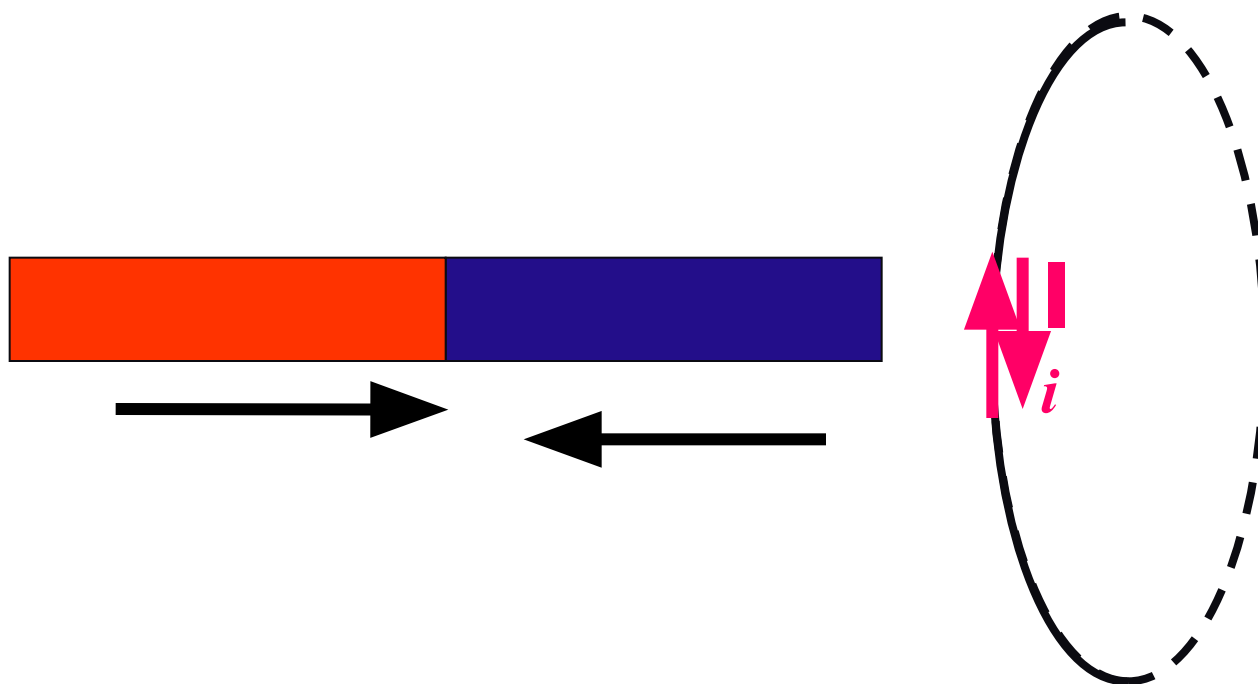
- 29 августа 1831 г.
Майкл Фарадей
- В основе опытов Фарадея лежала идея, что если вокруг проводника с током возникает магнитное поле, то должно существовать и обратное явление – возникновение электрического тока в замкнутом проводнике под действием магнитного поля.



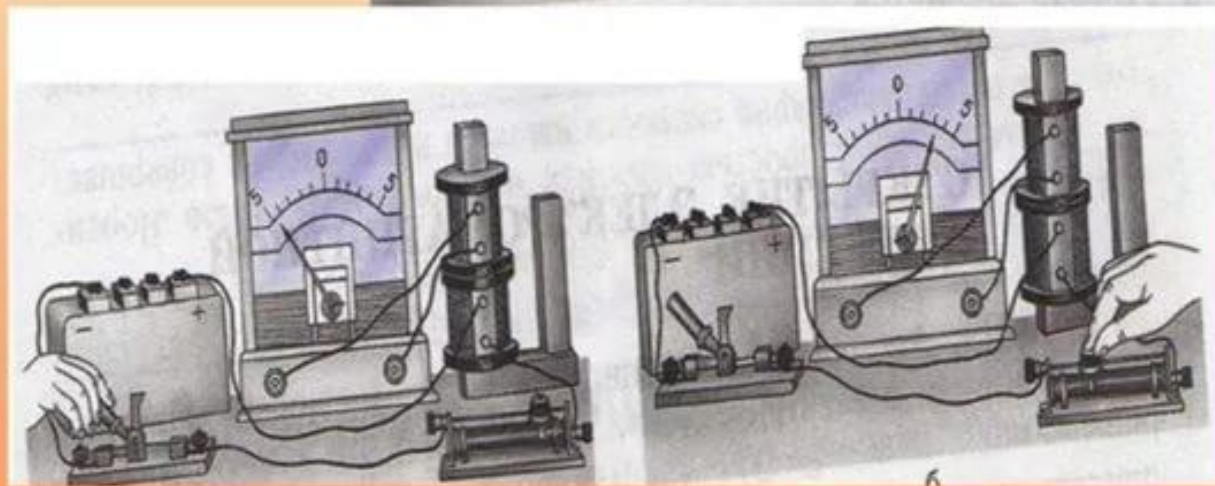
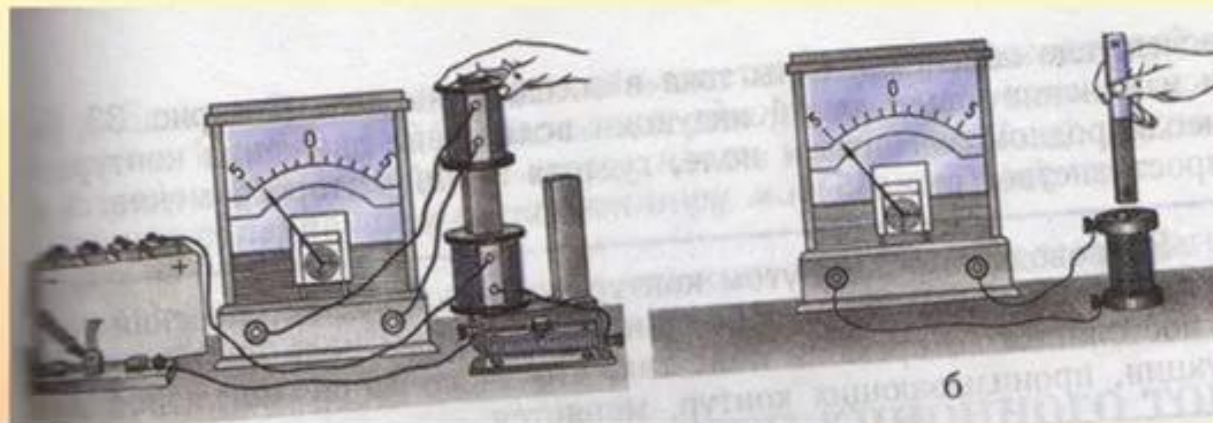
Опыты Фарадея



Электромагнитная индукция



Открытие явления электромагнитной индукции. М. Фарадей.



Открытие опытным путём явления электромагнитной индукции



My Study

Электромагнитная индукция

- ▣ Электромагнитная индукция - физическое явление, заключающееся в возникновении вихревого электрического поля, вызывающего электрический ток в замкнутом контуре при изменении потока магнитной индукции через поверхность, ограниченную этим контуром.
- ▣ Ток, возникающий в замкнутом контуре, называется **ИНДУКЦИОННЫМ** .



Выводы

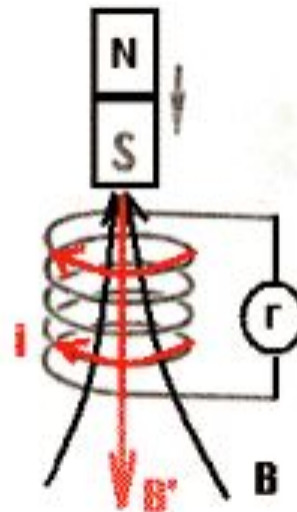
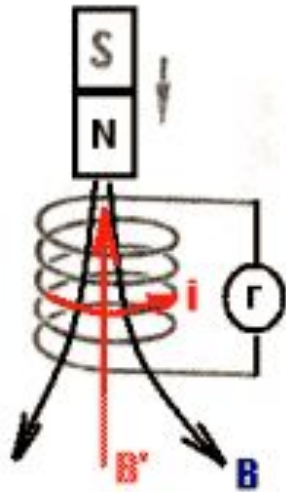
Явление электромагнитной индукции наблюдается в случаях:

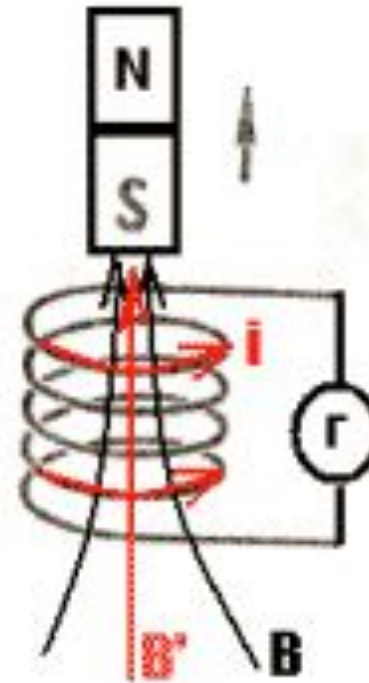
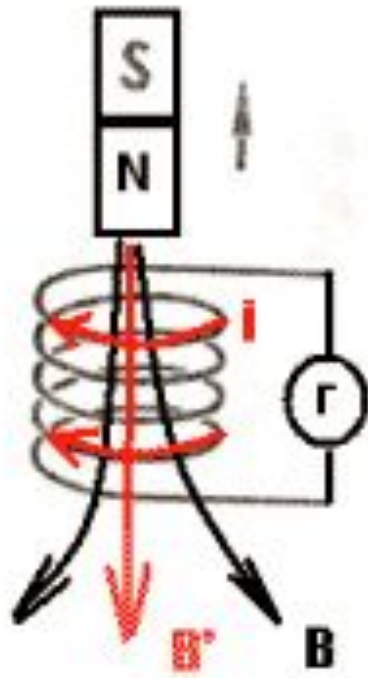
- движение магнита относительно катушки (или наоборот);
- движение катушек относительно друг друга;
- изменение силы тока в цепи первой катушки (с помощью реостата или замыканием и размыканием выключателя);
- вращением контура в магнитном поле;
- вращением магнита внутри контура.



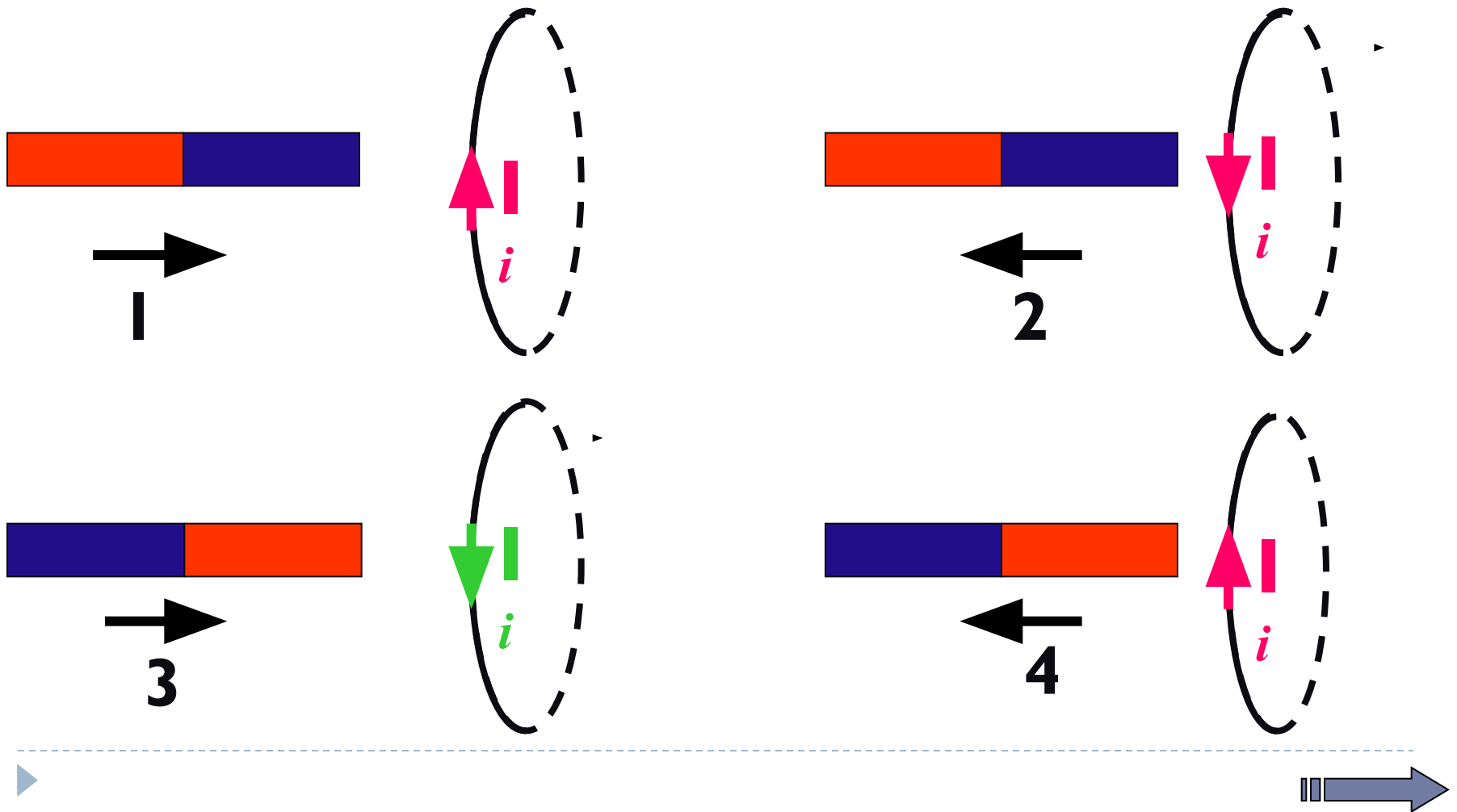
Правило Ленца

- 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.

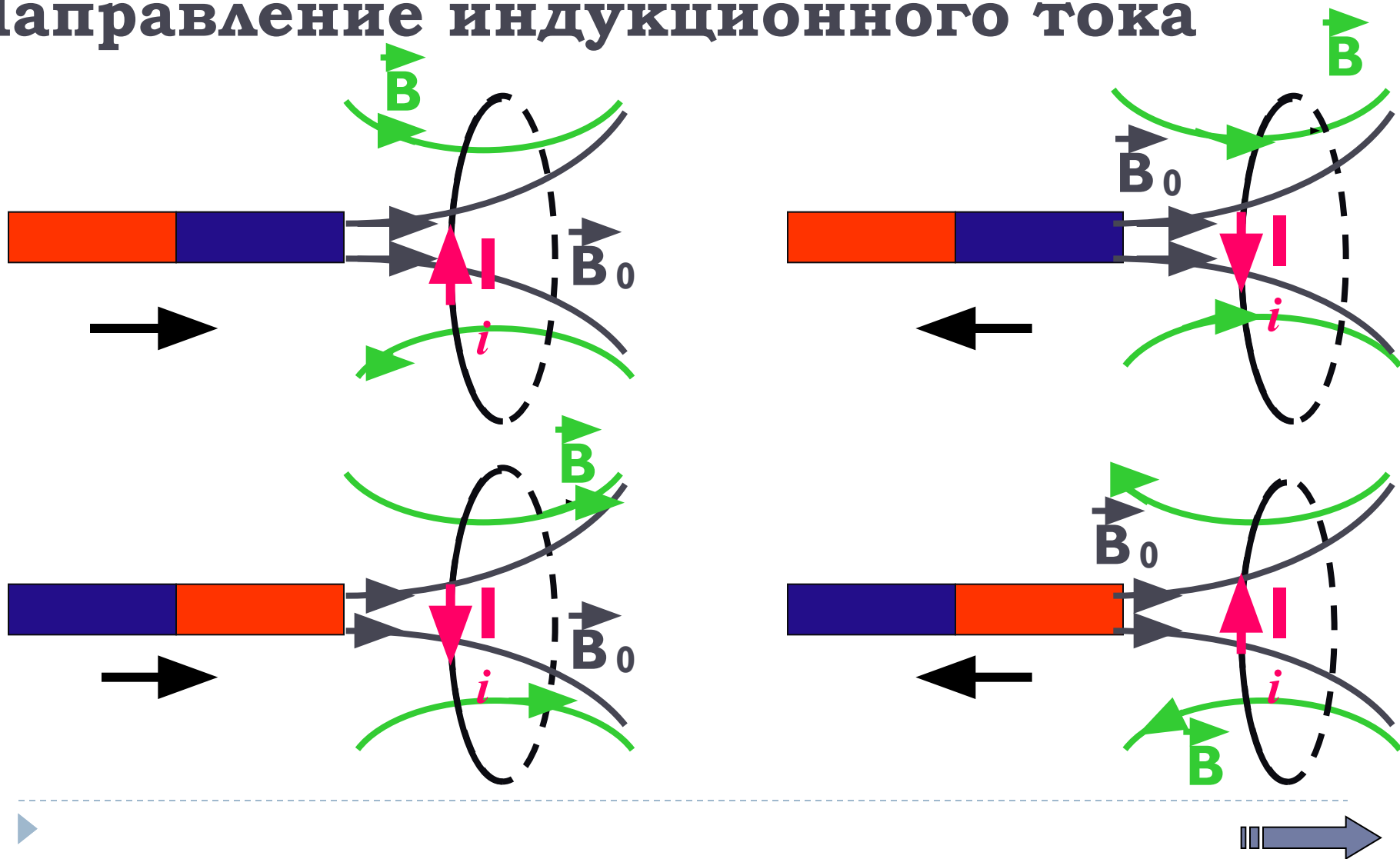




Направление индукционного тока

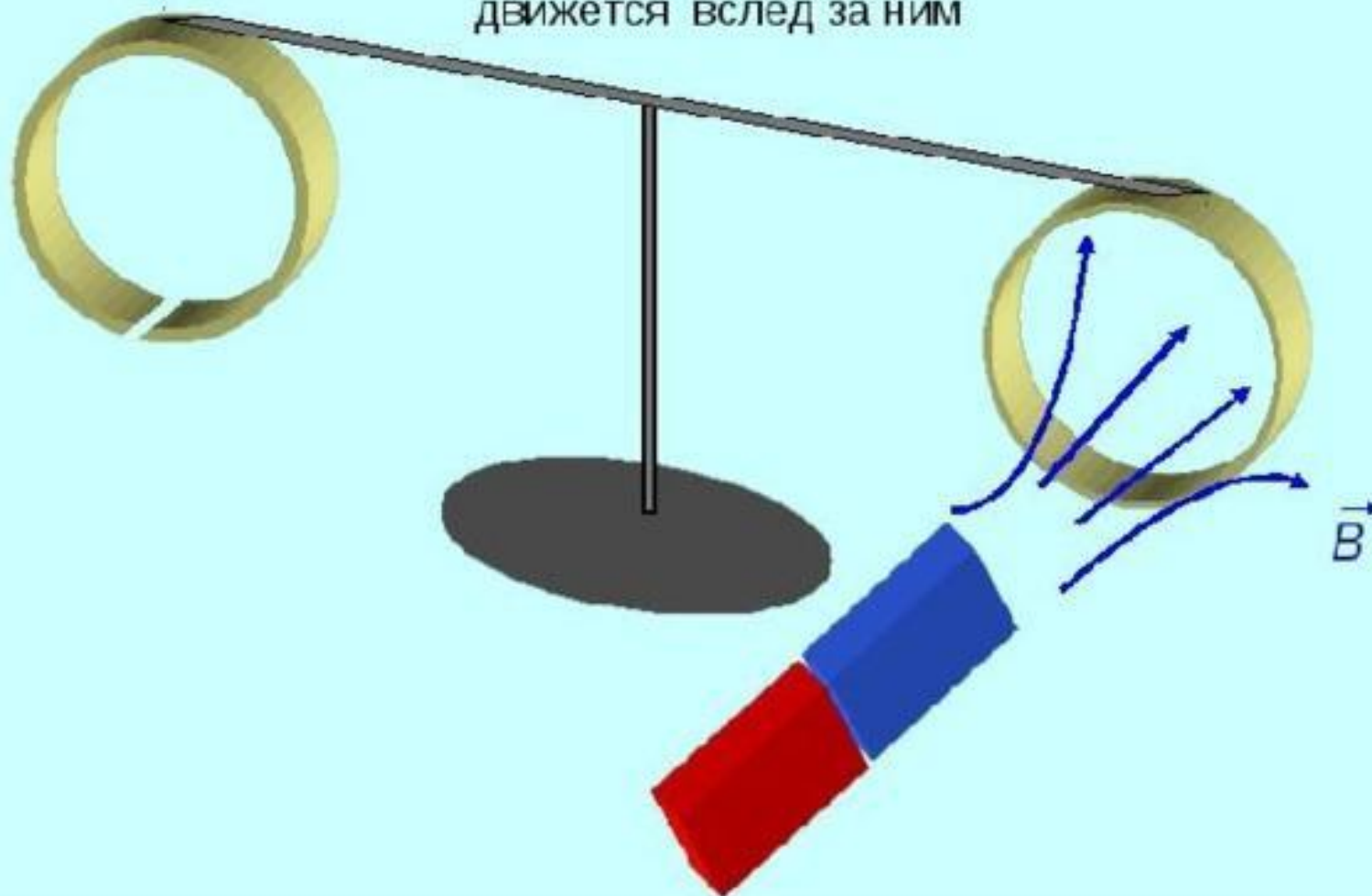


Направление индукционного тока



При поднесении магнита к кольцу оно начинает удаляться от магнита,

а при удалении магнита – движется вслед за ним

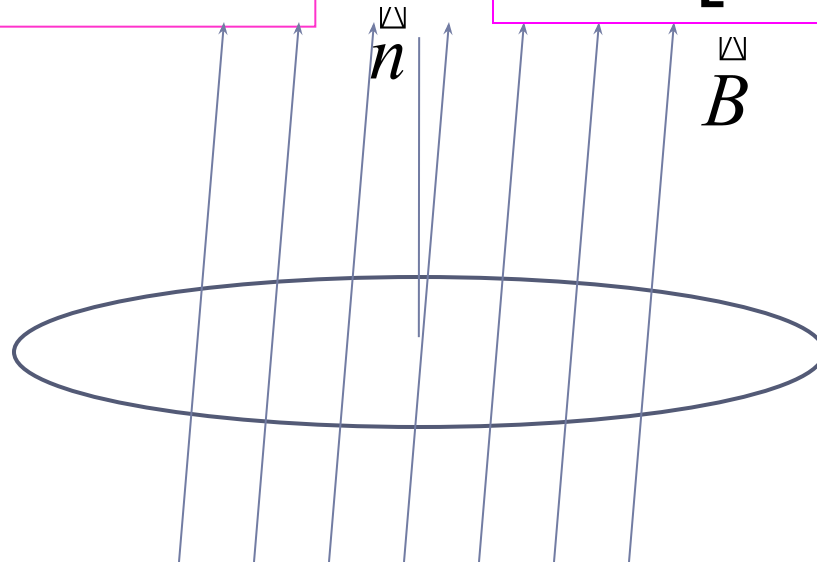


Магнитный поток

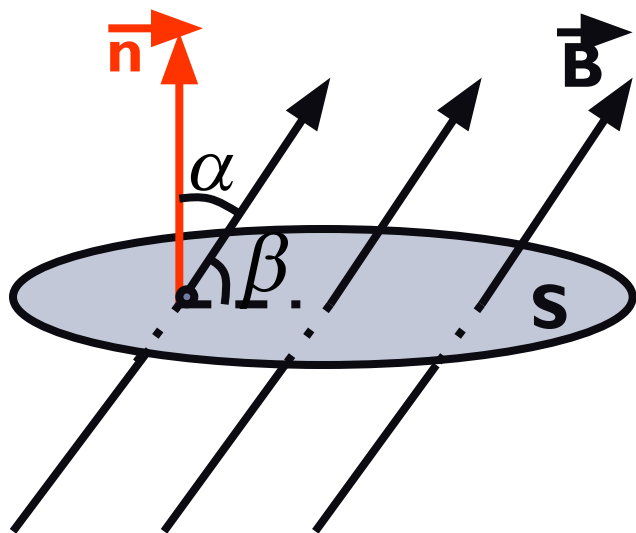
Магнитным потоком Φ через поверхность площадью S называют величину, равную произведению модуля вектора магнитной индукции B на площадь S и косинус угла α между векторами B и n .

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

$$\Phi = [1Bб](\text{веббер})$$



Магнитный поток



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

$$\Phi = BS \sin \beta$$

$$[\Phi] = B\sigma$$

$$1B\sigma = 1Tл \cdot 1м^2$$

$$\Phi = \Phi_{\max} = BS \text{ если } \alpha = 0^0 \text{ (} \beta = 90^0 \text{)}$$

$$\Phi = 0 \text{ если } \alpha = 90^0 \text{ (} \beta = 0^0 \text{)}$$



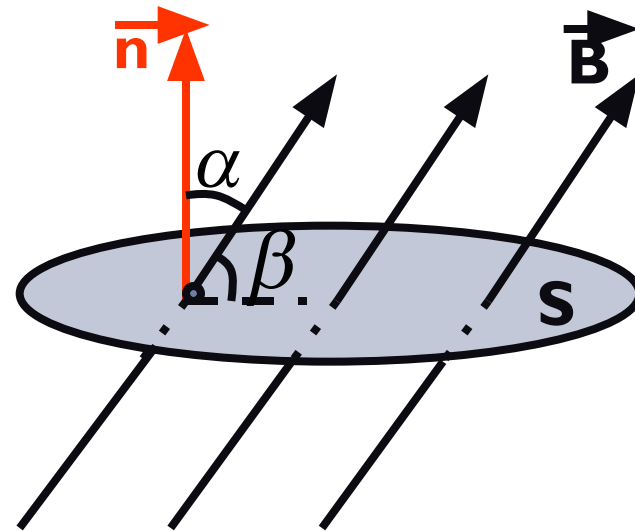
Магнитный поток

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

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

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

$$\Delta \Phi = BS \Delta(\cos \alpha)$$



Магнитный поток через поверхность изменяется, если изменяется число магнитных линий пронизывающих поверхность.



Закон электромагнитной индукции

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

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

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

$$I_i = \frac{\mathcal{E}_i}{R}$$

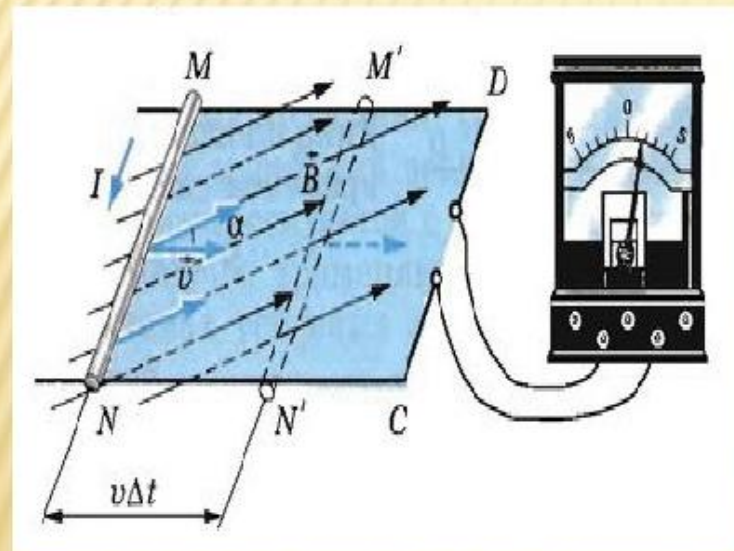


ЭДС индукции в движущихся проводниках

При движении проводника его свободные заряды движутся вместе с ним. Поэтому на заряды со стороны магнитного поля действует сила Лоренца. $F_{\text{л}} = |q|vB \sin \alpha$

Работа силы Лоренца на пути l положительна и составляет:

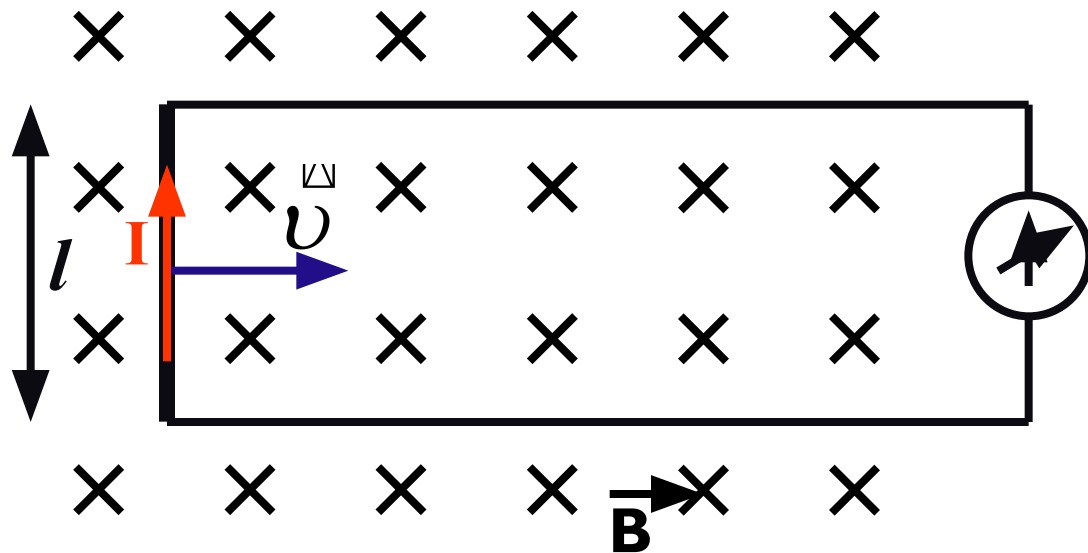
$$A = F_{\text{л}} l = |q|vB l \sin \alpha$$



Электродвижущая сила индукции в проводнике MN равна:

$$\mathcal{E}_i = \frac{A}{|q|} = vB l \sin \alpha$$

ЭДС индукции в движущихся проводниках



$$F_{\text{Л}} = |q|vB \sin \alpha$$

$$A = F_{\text{Л}} l = |q|vBl \sin \alpha$$

$$\varepsilon_i = \frac{A}{|q|}$$

$$\varepsilon_i = vBl \sin \alpha$$

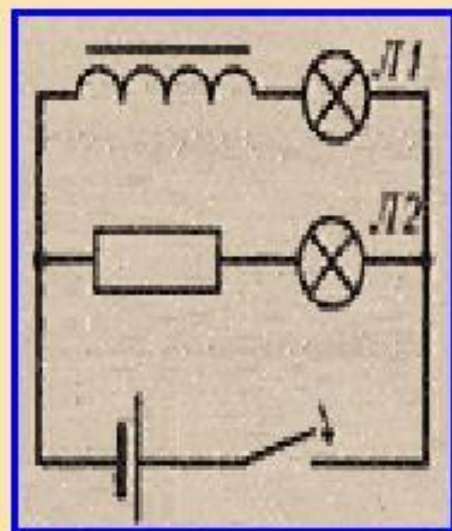
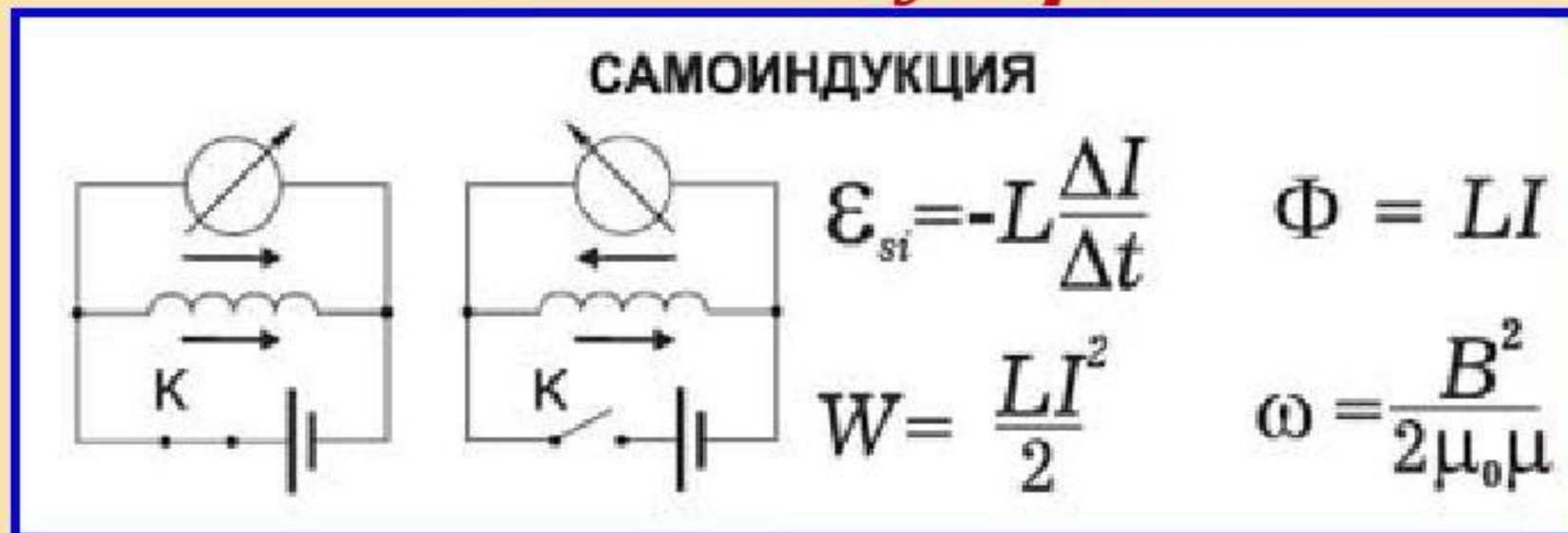
α - угол между направлением скорости проводника и вектором магнитной индукции.



Явление самоиндукции

- ***Явление самоиндукции*** открыл американский ученый Дж. Генри в 1831 г.
- Явление самоиндукции можно определить следующим образом.
- ***Ток I , текущий в любом контуре создает магнитный поток Ψ , пронизывающий этот же контур. При изменении I , будет изменяться Ψ , следовательно в контуре будет наводиться ЭДС индукции.***

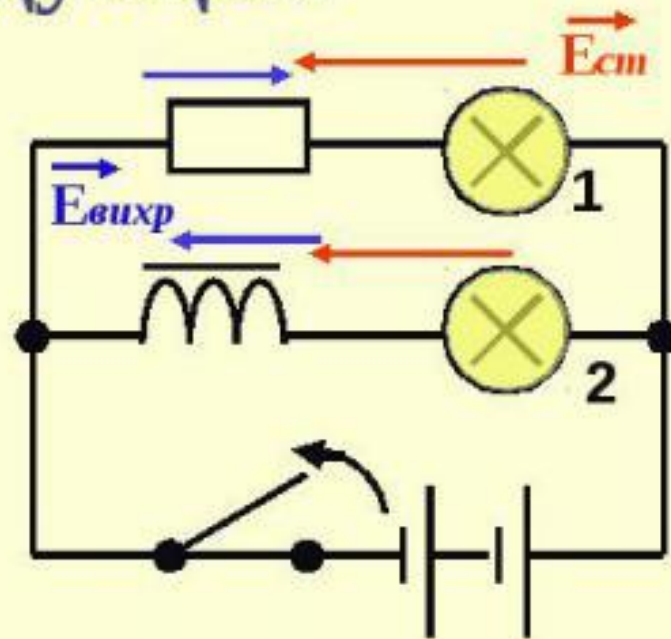
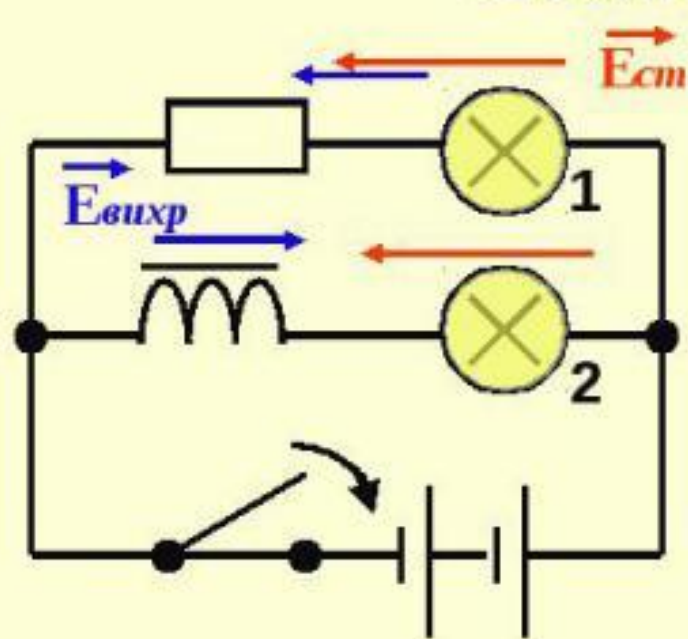
Самоиндукция



Самоиндукция – возникновение ЭДС индукции в проводящем контуре при изменении в нём силы тока.

Лампа Л1 будет загораться позже лампы Л2, т.к. возникающая ЭДС самоиндукции, будет препятствовать нарастанию тока в цепи.

Самоиндукция



$$F = qE$$

$$E = E_{ст} + E_{вихр}$$

Самоиндукция

$$B = \mu\mu_0 I \frac{N}{l}$$
$$\Phi = BS \cos \alpha$$

$$\Phi \sim B \sim I$$

$$\Phi = LI$$

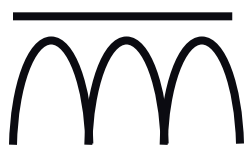
$$L = \frac{\Phi}{I}$$

$$[L] = \Gamma_{\text{H}} \quad - \text{индуктивность контура}$$

$$1 \Gamma_{\text{H}} = \frac{1 \text{ Вб}}{1 \text{ А}}$$

$$\mathcal{E}_{is} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = - \frac{L \Delta I}{\Delta t}$$

$$\mathcal{E}_{is} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

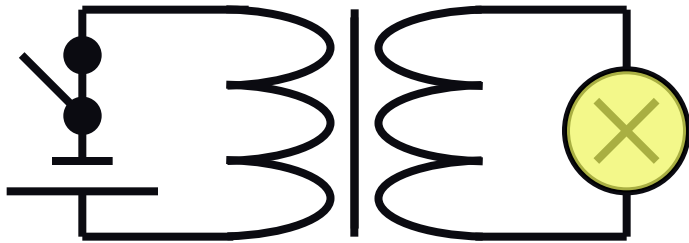


$$L = \mu\mu_0 \frac{N^2 S}{l}$$

- индуктивность катушки



Энергия магнитного поля тока



$$W_B = \frac{LI^2}{2}$$

$$\Phi = LI$$

$$W_B = \frac{\Phi I}{2}$$

$$W_B = \frac{\Phi^2}{2L}$$



Электромагнитное поле

- Утверждение, что в данной точке пространства существует только электрическое или только магнитное поле, не имеет смысла, если не указать, по отношению к какой системе отсчета эти поля рассматриваются.
- Электрические и магнитные поля – проявление единого **электромагнитного поля**.

