

Тема урока:

Энергия магнитного поля

## Цель урока:

- проводить аналогии между механической и магнитной энергии;

***Явление самоиндукции*** - ЭТО ВОЗНИКНОВЕНИЕ  
в проводящем контуре ЭДС, создаваемой  
вследствие изменения силы тока в самом  
контуре.

$$\Phi = LI$$

$\Phi$  – собственный магнитный поток

$L$  – индуктивность контура

$I$  – сила тока в контуре

$[\Phi] = 1 \text{ Вб}$        $[L] = 1 \text{ Гн (Генри)}$        $[I] = 1 \text{ А}$

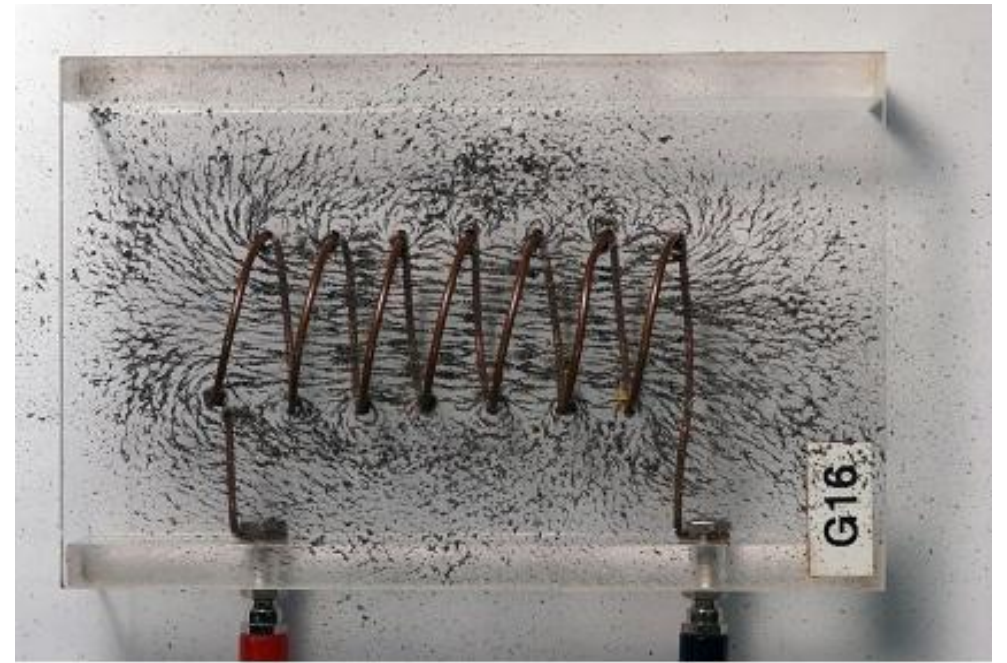
$$B_0 = \mu_0 * I * N / l = \mu_0 * I * n$$

$n = N / l$  – витков на единицу длины

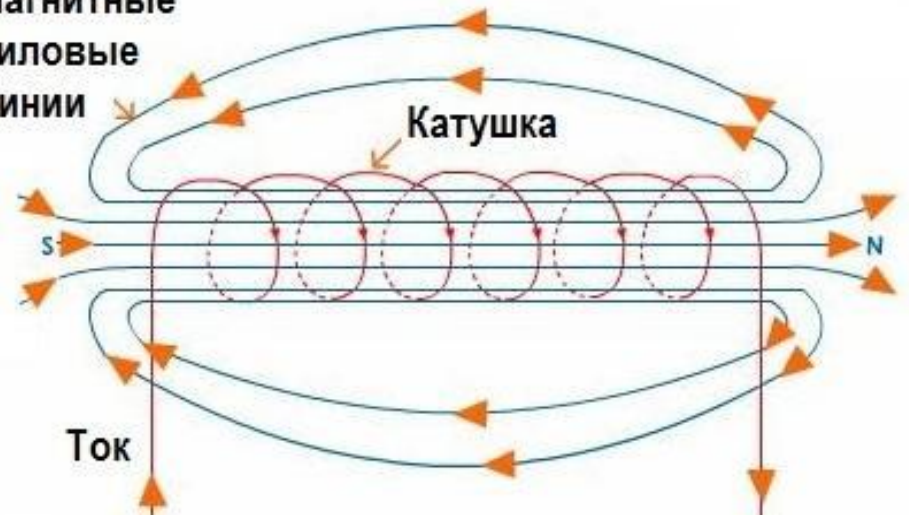
$I * n$  – ампер – витков на единицу длины

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ кг} \cdot \text{м} / (\text{с}^2 \cdot \text{А}^2)$  – магнитная постоянная

(магнитная проницаемость вакуума)



Магнитные  
силовые  
линии



**Индуктивность контура** зависит от его формы и размеров, от магнитных свойств окружающей среды и не зависит от силы тока в контуре.

ЭДС самоиндукции определяется по формуле:

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

$\mathcal{E}_{si}$  – ЭДС самоиндукции

$\Delta\Phi$  – изменение собственного магнитного потока

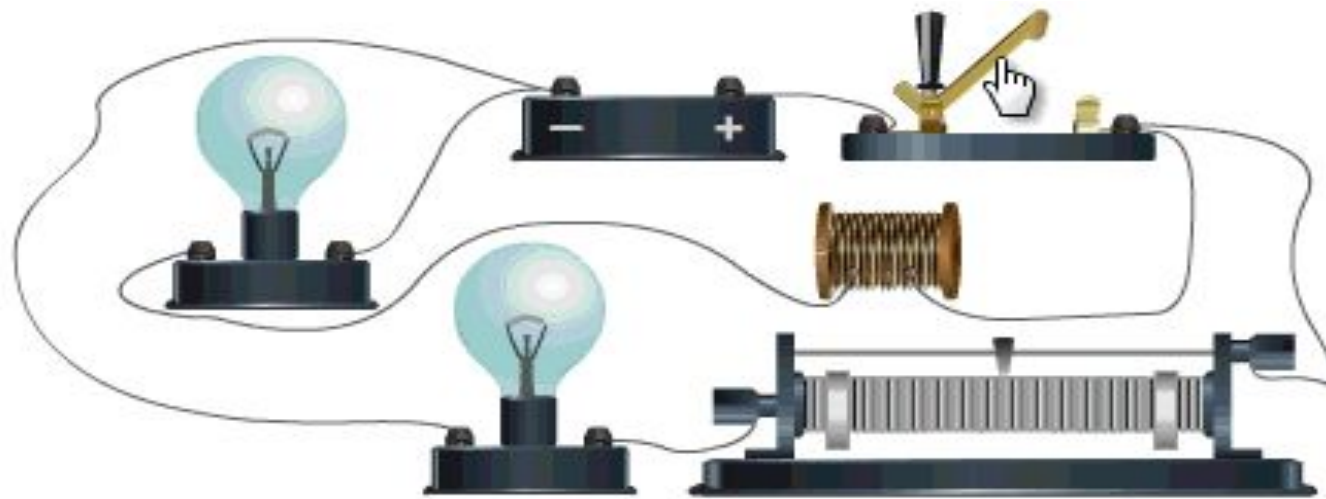
$L$  – индуктивность контура

$\Delta I$  – изменение силы тока в контуре

$\Delta t$  – промежуток времени

$$[\mathcal{E}_{si}] = 1В \quad [\Phi] = 1Вб \quad [L] = 1Гн \quad [I] = 1А \quad [t] = 1с$$

Явление **самоиндукции** подобно явлению **инерции**. Так же, как в механике нельзя мгновенно остановить движущееся тело, так и ток не может мгновенно приобрести определенное значение за счет явления самоиндукции. Если в цепь, состоящую из двух параллельно подключенных к источнику тока одинаковых ламп, последовательно со второй лампой включить катушку, то при замыкании цепи первая лампа загорается практически сразу, а вторая с заметным запаздыванием.



При размыкании цепи сила тока быстро уменьшается, и возникающая ЭДС самоиндукции препятствует уменьшению магнитного потока. При этом индуцированный ток направлен так же, как и исходный. ЭДС самоиндукции может во многом раз превысить внешнюю ЭДС. Поэтому электрические лампочки очень часто перегорают при выключении света.

## Энергия магнитного поля

Энергия магнитного поля контура с током:

$$W_m = \frac{LI^2}{2} = \frac{\Phi I}{2} = \frac{\Phi^2}{2L}$$

$W_m$  – энергия магнитного поля

$L$  – индуктивность контура

$I$  – сила тока в контуре

$\Phi$  – магнитный поток

$[W_m] = 1 \text{ Дж}$      $[\Phi] = 1 \text{ Вб}$      $[L] = 1 \text{ Гн}$      $[I] = 1 \text{ А}$

## Самостоятельное решение задачи (с последующей проверкой):

1. Какой должна быть сила тока в катушке с индуктивностью  $20 \text{ мГн}$ , чтобы энергия магнитного поля составляла  $5 \text{ Дж}$ ?
2. На катушке с индуктивностью  $80 \text{ мГн}$  поддерживается постоянное напряжение  $12 \text{ В}$ . Известно, что сопротивление катушки равно  $3 \text{ Ом}$ . Найдите энергию, которая выделится при размыкании цепи. Также найдите ЭДС самоиндукции в катушке, предполагая, что размыкание произошло за  $10 \text{ мс}$ .
3. Соленоид длиной  $40 \text{ см}$  содержит  $14$  витков на каждый сантиметр. Найдите энергию магнитного поля при силе тока в  $5 \text{ А}$ , если при этом магнитный поток через поперечное сечение соленоида равен  $10 \text{ мВб}$ .
4. При увеличении силы тока в катушке от  $3 \text{ А}$  до  $8 \text{ А}$ , энергия магнитного поля возросла на  $20 \text{ Дж}$ . Найдите индуктивность этой катушки.