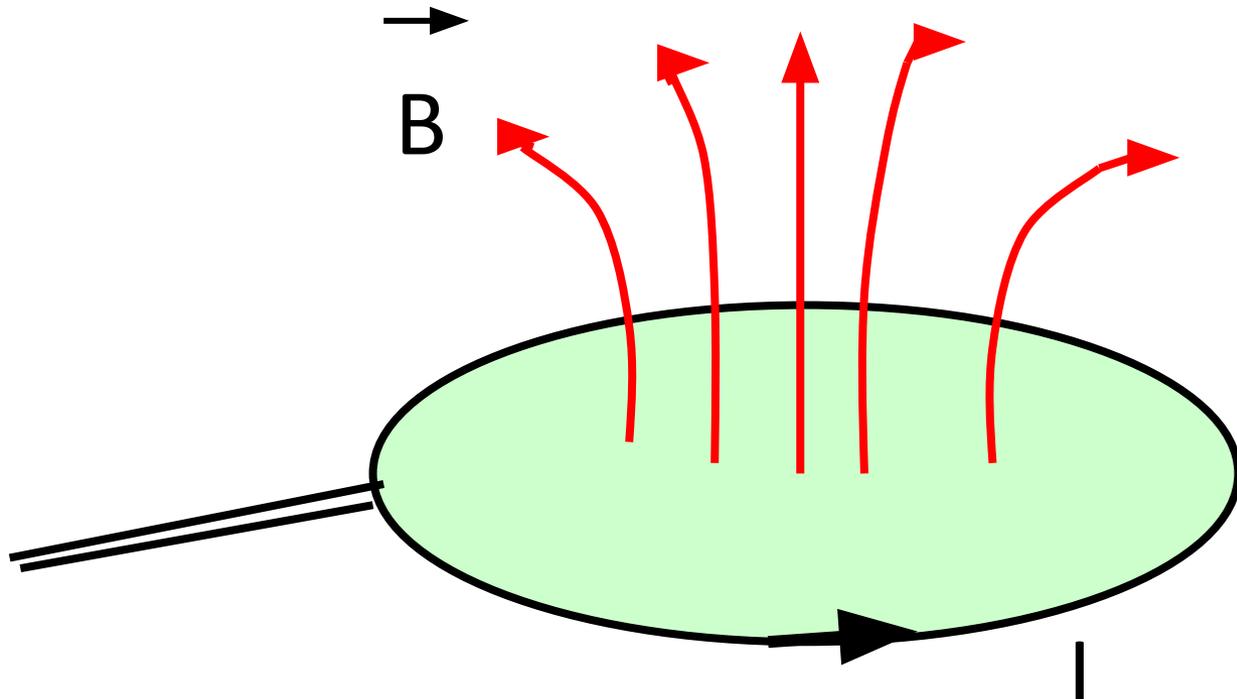


# Явление самоиндукции

# Самоиндукция

- Возникновение ЭДС электромагнитной индукции в электрической цепи вследствие изменения в ней электрического тока



$$\Phi_B = \int_S \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S}$$

# Магнитный поток контура

$$B \sim I,$$

$$\Phi \sim B$$

$$\Phi_M = L \cdot I$$

# ЭДС самоиндукции

$$\mathcal{E}_{\text{самоинд}} = - \frac{d\Phi_B}{dt} = -L \frac{dI}{dt}$$

Индуктивность – мера инертности контура по отношению к изменению силы тока

Полный магнитный поток  
(потокосцепление)

$$\Psi_M = N \cdot \Phi_M$$

# Индуктивность соленоида

$$B = \mu_0 \cdot n \cdot I$$

$$\Phi_M = \int_S \overset{\boxtimes}{B} d\overset{\boxtimes}{S} = B \cdot S$$

$$\psi_M = N \cdot \Phi_M$$

Все подставим

$$\Psi_M = N \cdot \mu \cdot \mu_0 \cdot \frac{N}{l} \cdot I \cdot S$$

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

# ИНДУКТИВНОСТЬ СОЛЕНОИДА

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

$$L = \mu \cdot \mu_0 \cdot n^2 \cdot V$$

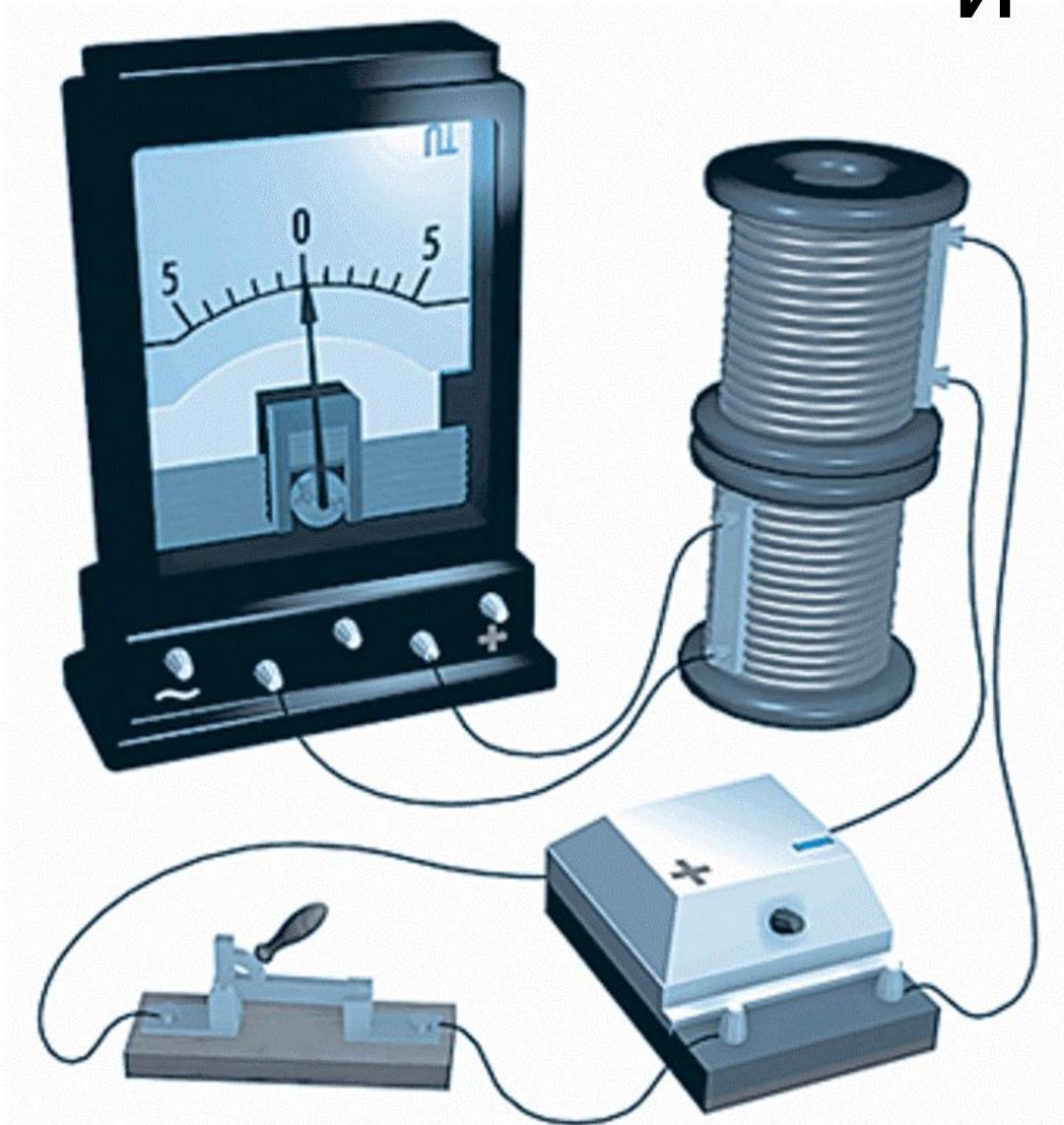
ЭДС самоиндукции при наличии  
ферромагнетика

$$\varepsilon_{\text{самоинд}} = - \frac{d(L \cdot I)}{dt}$$

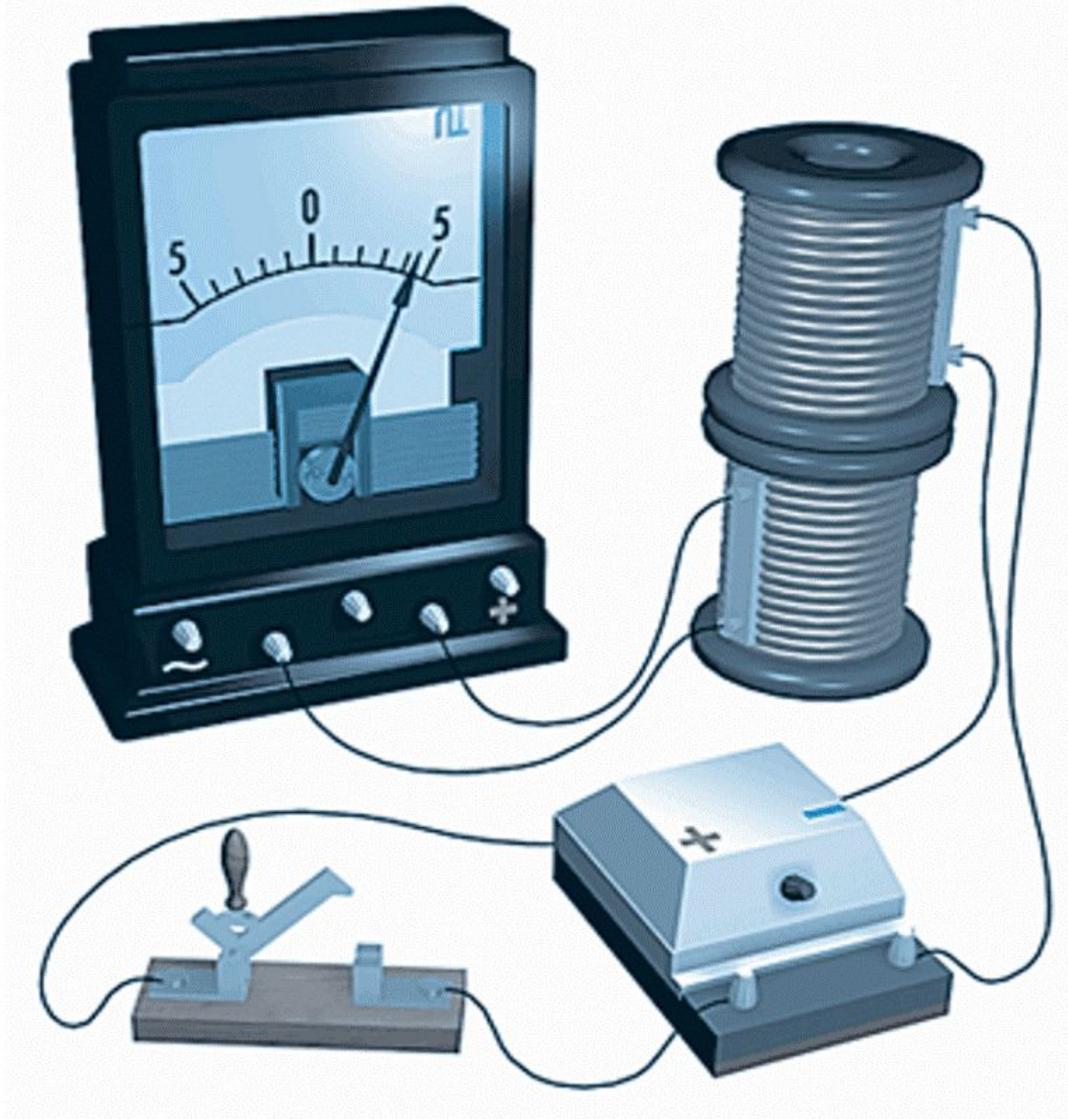
# Явление взаимной индукции

- Наведение ЭДС индукции во всех проводниках, находящихся вблизи цепи переменного тока

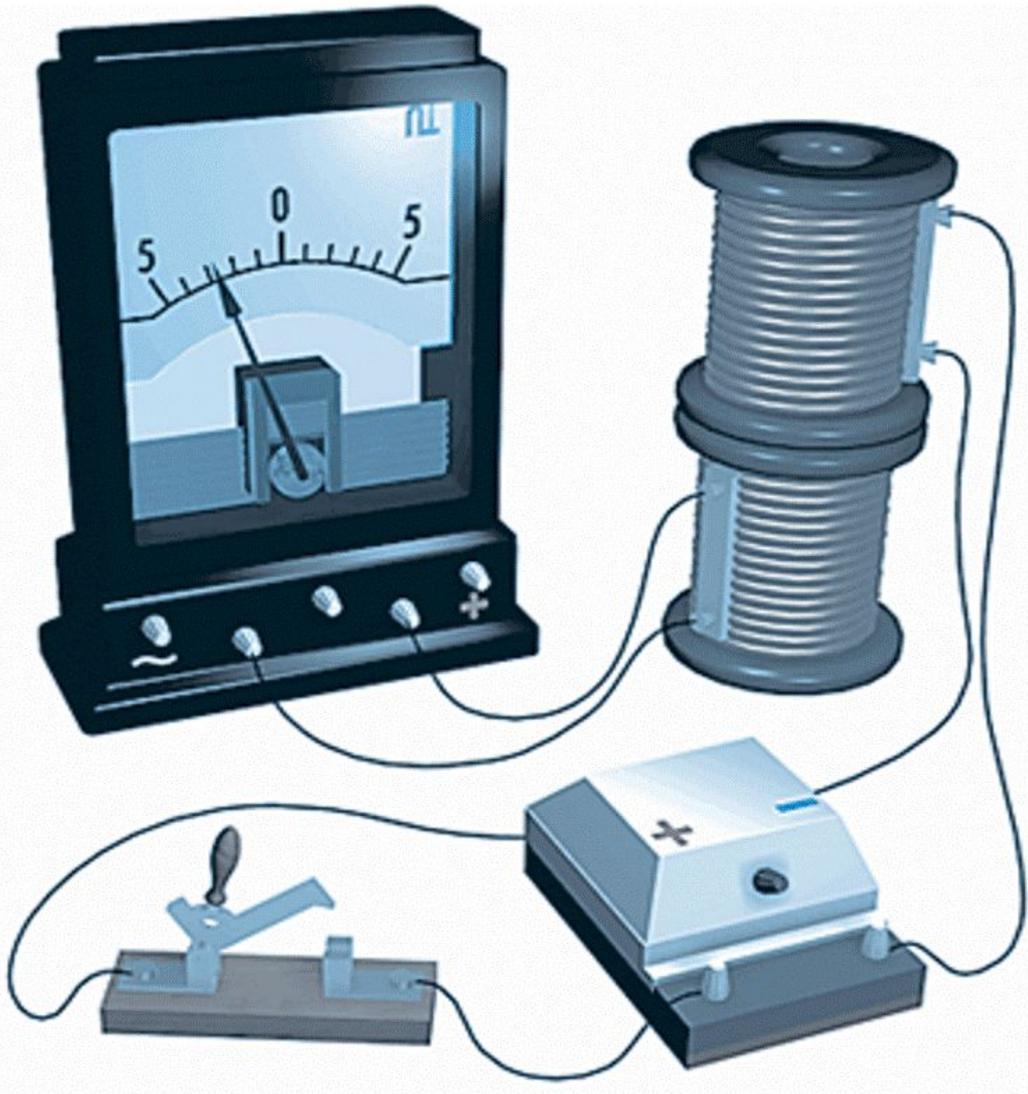
- ПОСТОЯННЫ  
Й ТОК



- Размыкаем цепь



- Замыкаем цепь



# ЭДС индукции во второй катушке

- Возникает за счет изменения потокосцепления во второй катушке.
- Потокосцепление во второй катушке пропорционально току в первой катушке

$$\varepsilon_2 = - \frac{d\psi_2}{dt}$$

$$\psi_2 = L_{21} \cdot I_1$$

$$\varepsilon_2 = -L_{21} \frac{dI_1}{dt}$$

$$B_1 = \mu_0 \cdot n_1 \cdot I_1$$

$$\Psi_2 = L_{21} I_1 = B_1 \cdot S_2 \cdot N_2$$

# Коэффициент взаимной индукции

$$L_{21} = \frac{B_1 N_2 S_2}{I_1} = \frac{\mu_0 N_1 N_2 S_2}{l}$$

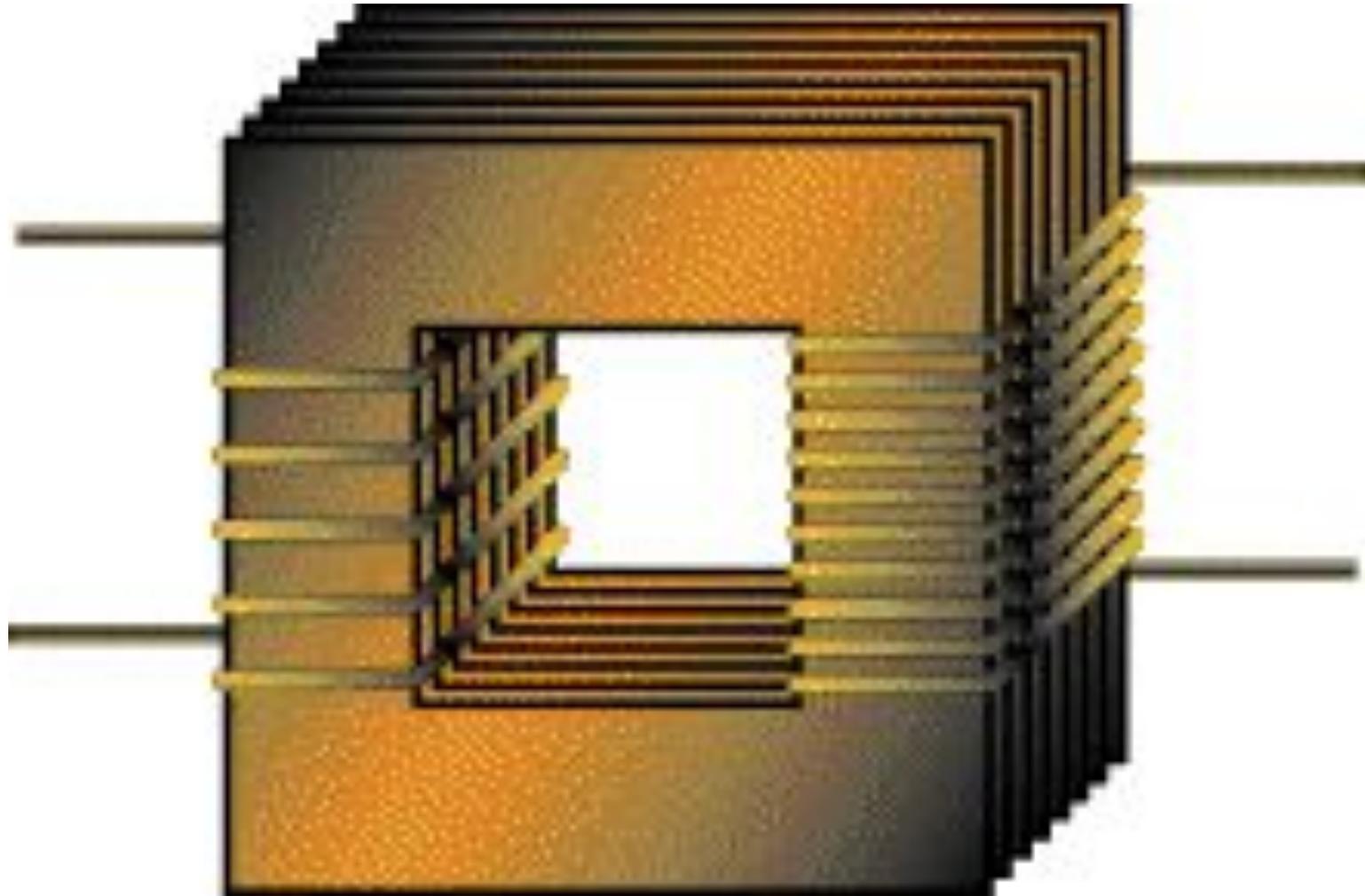
$$L_{21} = \mu_0 n_1 n_2 S_2 l$$

$$\varepsilon_1 = -L_{12} \frac{dI_2}{dt}$$

$$L_{21} = L_{12}$$

# Трансформаторы

Две катушки с разным числом витков и с общим сердечником



ЭДС индукции на вторичной  
обмотке трансформатора

$$|\mathcal{E}_2| = U_2 = N_2 \frac{d\Phi}{dt}$$

ЭДС самоиндукции в первичной  
обмотке трансформатора

$$|\mathcal{E}_1| = U_1 = N_1 \frac{d\Phi}{dt}$$

# Коэффициент трансформации

$$k = \frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

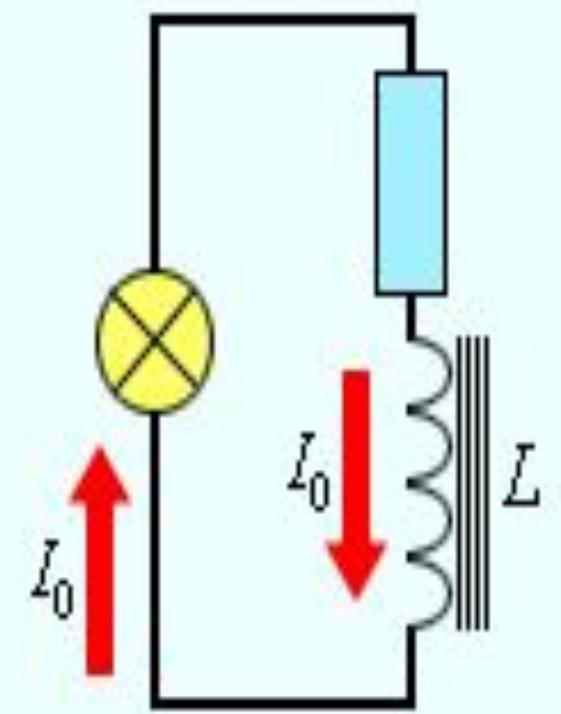
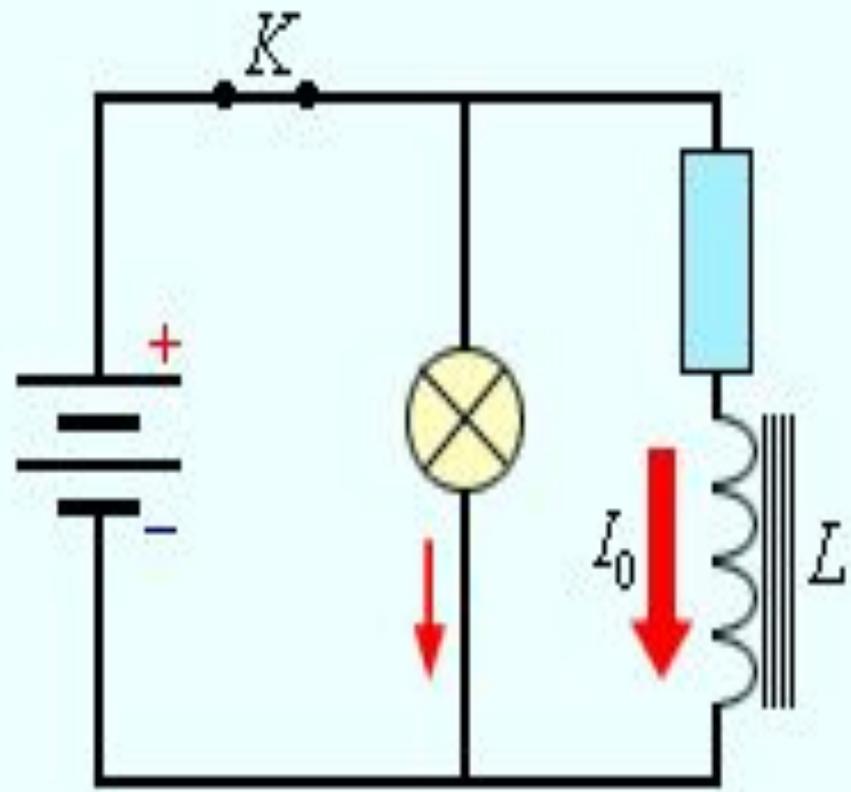
$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$$

$$I_1 = I_2 \frac{N_1}{N_2}$$

$$P_1 = P_2$$

# Энергия магнитного поля

- Магнитной энергией  
называется энергия, которой  
обладает электрический ток



# Работа при выключении тока

$$A = \int_{t_1}^{t_2} \varepsilon \cdot I \cdot dt = - \int_I^0 L I dI$$

$$A = \frac{LI^2}{2} \quad \varepsilon = -L \frac{dI}{dt}$$

# Работа при включении источника

$$A = - \int_{t_1}^{t_2} \varepsilon \cdot I \cdot dt = \int_0^I LI dI$$

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

# Энергия магнитного поля

$$W_{\text{магн}} = \frac{LI^2}{2}$$

# Энергия магнитного поля

$$W = \frac{\Phi \cdot I}{2}$$

# Энергия длинного соленоида

$$L = \mu_0 \cdot n^2 \cdot V$$

$$W = \frac{\mu_0 n^2 V I^2}{2}$$

$$W = \frac{B^2 V}{2\mu_0} \quad B = \mu_0 \cdot n \cdot I$$

# Объемная плотность энергии магнитного поля

$$w = \frac{W}{V} = \frac{B^2}{2\mu_0}$$