



САМОИНДУКЦИЯ ИНДУКТИВНОСТЬ

Повторение

- Явление ЭМИ заключается в том, что...
- Для возникновения индукционного тока необходимо, чтобы замкнутый контур...
- Поток магнитной индукции – это...
- Направление индукционного тока определяется...



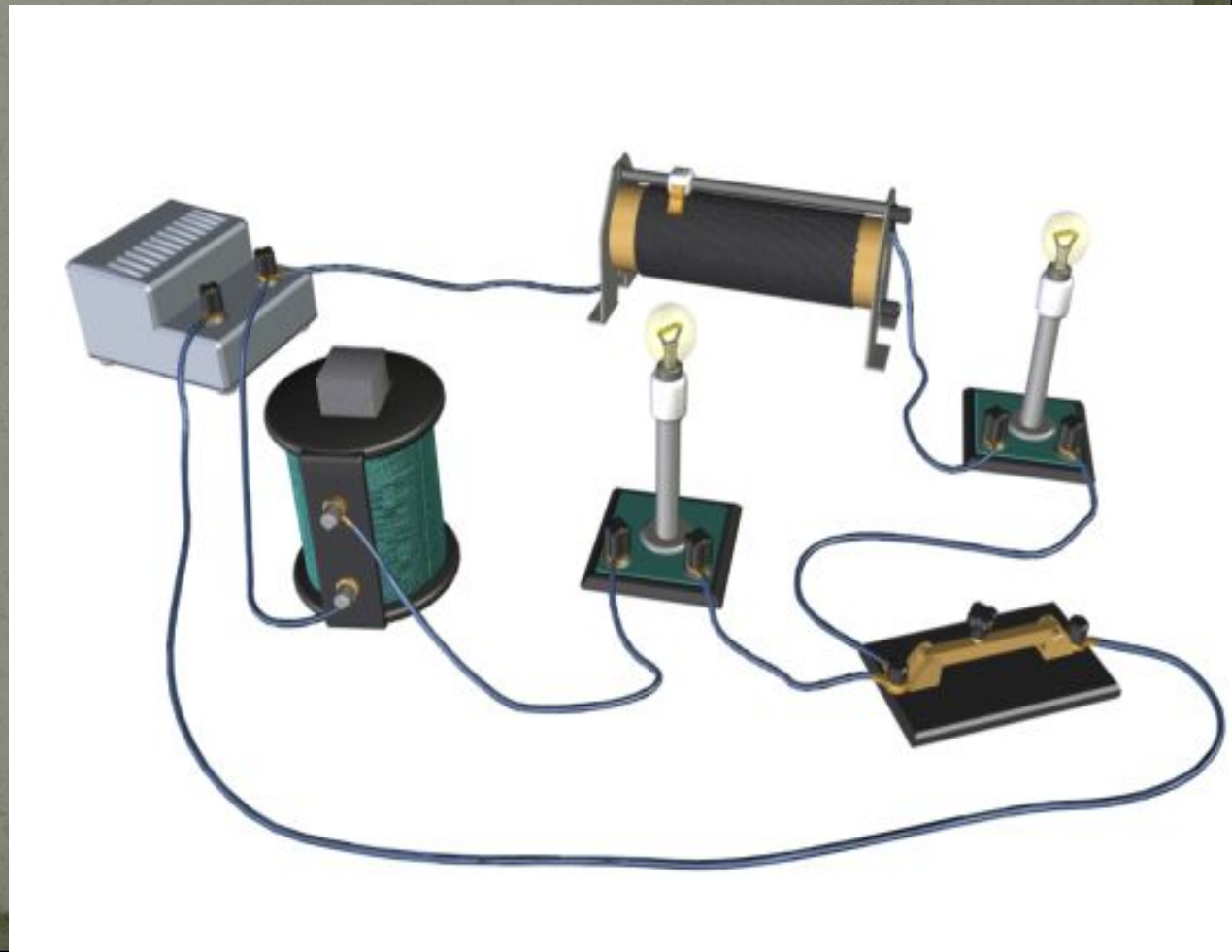
Джозеф Генри
(1797 – 1878)

В опытах Фарадея индукционный ток возникал вследствие изменения магнитного потока в катушке, вызванного изменением индукции внешнего магнитного поля. Американский ученый *Джозеф Генри* в 1832 г. впервые наблюдал возникновение индукционного тока в катушке, когда магнитный поток в ней увеличивался или уменьшался вследствие изменения тока, протекающего в самой катушке. Это явление получило название *самоиндукции*.

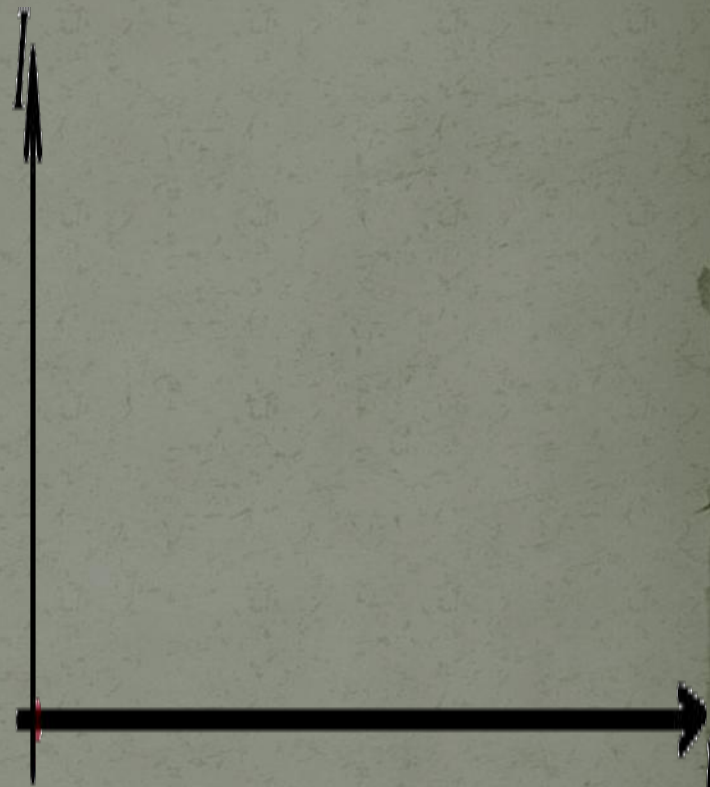
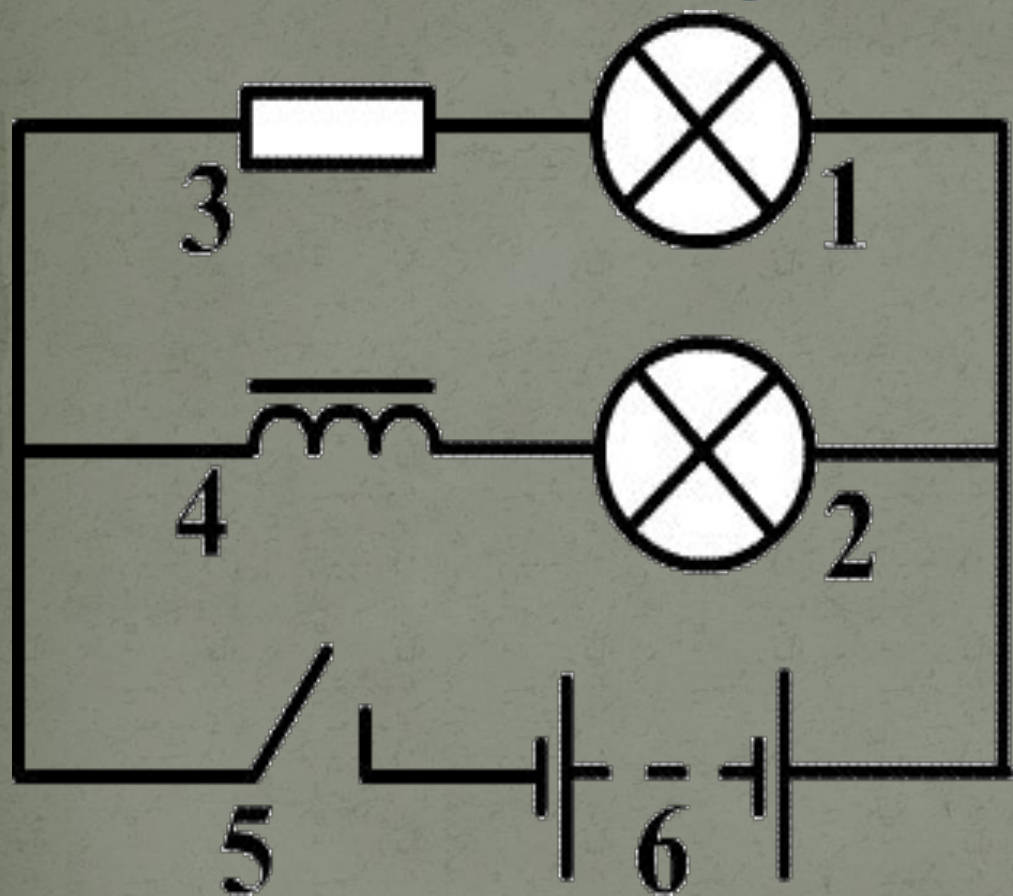
Самоиндукция -

явление возникновения ЭДС индукции в контуре при изменении силы тока в этом же контуре.

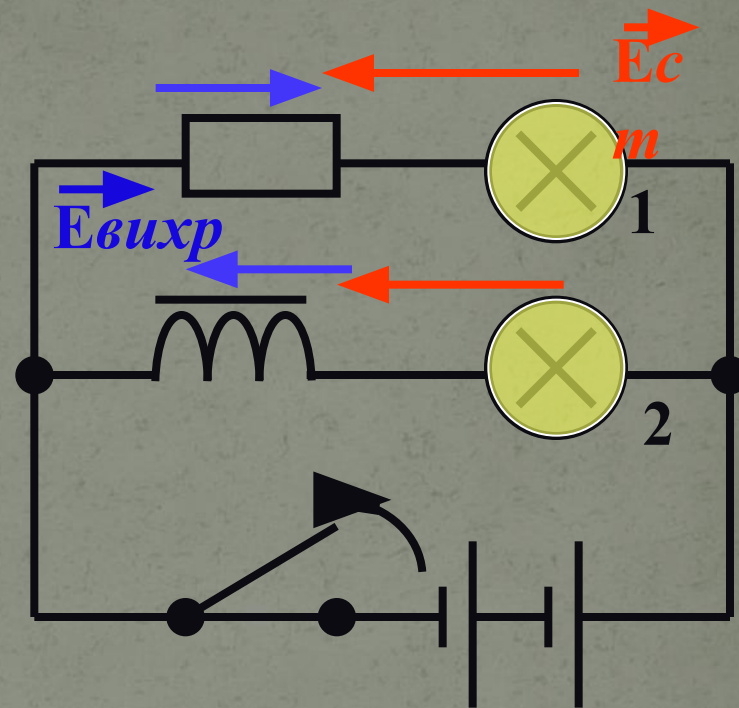
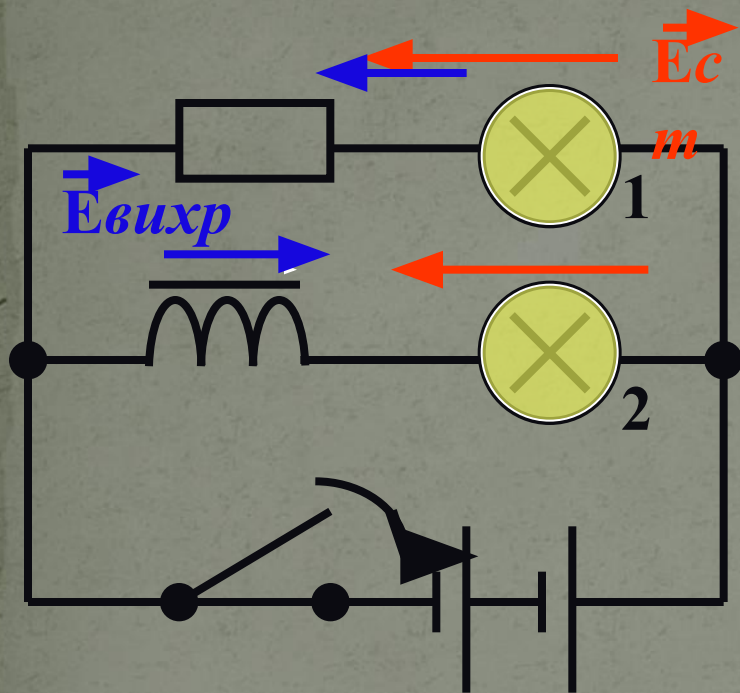
Джозеф Генри
1832 г.



Опыт



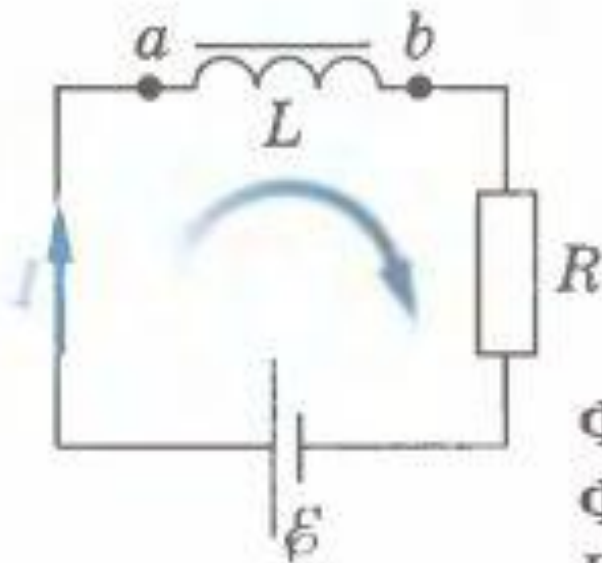
Самоиндукция



$$\vec{F} = q\vec{E}$$

$$\vec{E} = \vec{E}_{ст} + \vec{E}_{вихр}$$

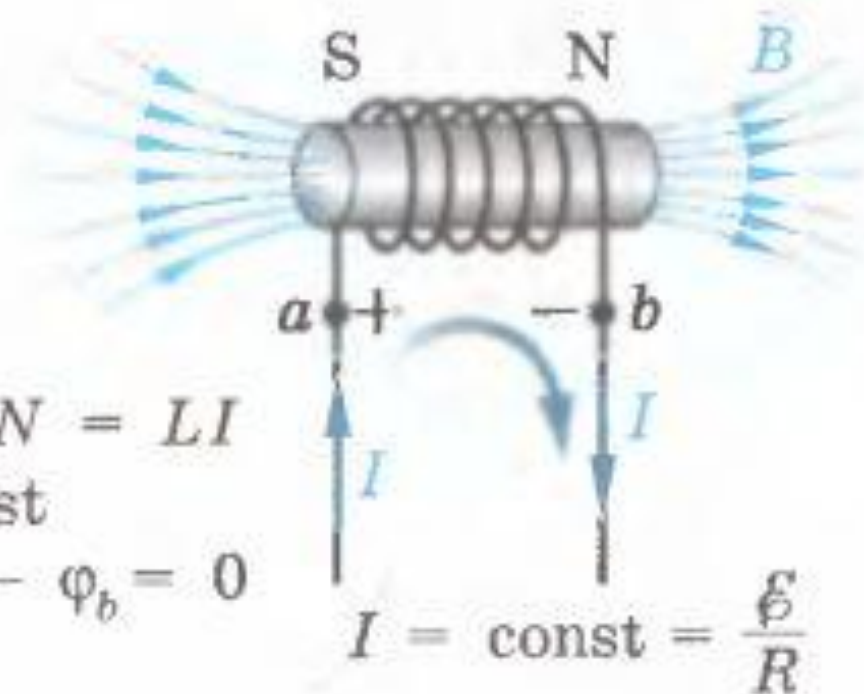




$$\Phi = BSN = LI$$

$$\Phi = \text{const}$$

$$U_{ab} = \varphi_a - \varphi_b = 0$$



- Если через соленоид протекает постоянный ток ($I = \text{const}$), ЭДС самоиндукции отсутствует. Так как катушка наряду с индуктивностью обладает электрическим сопротивлением R , то сила тока через нее

$$\mathcal{E}_{si} = 0$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

Вывод формулы ЭДС самоиндукции

Если магнитное поле создано током, то можно утверждать, что $\Phi \sim B \sim I$, т.е. $\Phi \sim I$ или

$\Phi = LI$, где L – индуктивность контура (или коэффициент самоиндукции). Тогда

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

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

Закон самоиндукции

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

ЭДС самоиндукции пропорциональна скорости изменения силы тока в электрической цепи

В таком виде справедлив при равномерном изменении силы тока

ИНДУКТИВНОСТЬ

$$L = \frac{|\mathcal{E}|}{\frac{|\Delta I|}{\Delta t}}$$

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

Характеризует способность проводника препятствовать изменению силы тока.

Физический смысл индуктивности

Индуктивность контура численно равна ЭДС самоиндукции, возникающей при изменении силы тока на 1 А за 1 с.

$$[L] = 1 \frac{\text{В} \cdot \text{с}}{\text{А}} = 1 \text{ Гн}$$

ИНДУКТИВНОСТЬ зависит:

1. от размеров проводника
2. от формы проводника
3. от магнитных свойств среды

ИНДУКТИВНОСТЬ НЕ ЗАВИСИТ :

от силы тока в проводнике



Следствия самоиндукции

Вследствие явления

самоиндукции при размыкании цепей, содержащих катушки со стальными сердечниками (электромагниты, двигатели, трансформаторы) создается значительная ЭДС самоиндукции и может возникнуть искрение или даже дуговой разряд.



Учет явления самоиндукции

В цепях, содержащих большую индуктивность (трансформаторы, генераторы, электродвигатели), выключение тока проводят **медленно**, чтобы ЭДС самоиндукции не превысила ЭДС источника, и прибор не вышел из строя.

Энергия магнитного поля тока

Магнитная энергия

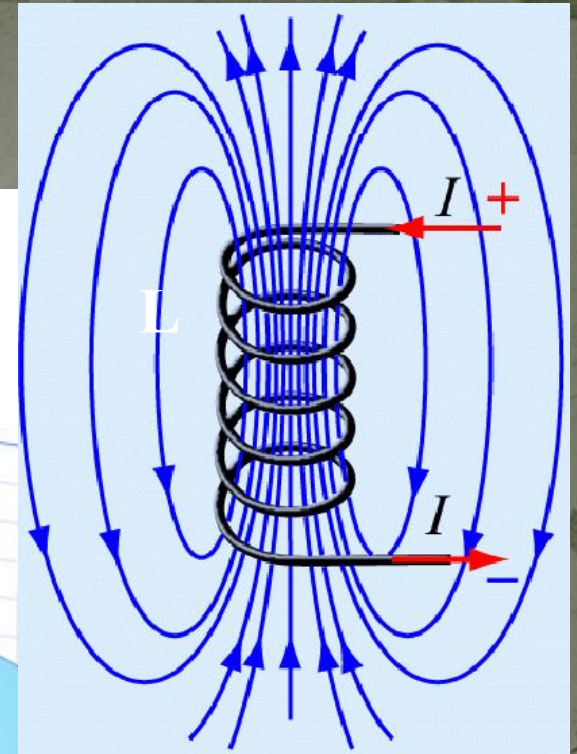
- Из закона сохранения энергии следует, что вся энергия, запасенная в катушке, выделится в виде джоулева тепла.
- Если обозначить через R полное сопротивление цепи, то за время Δt выделится количество теплоты

$$\Delta Q = I^2 R \Delta t$$

Магнитная энергия

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

W_M – энергия магнитного поля тока
 L – индуктивность
 I – сила тока в проводнике



Аналогия между установлением в цепи тока величиной I и процессом набора телом скорости V

1. Установление в цепи тока I происходит постепенно.
2. Для достижения силы тока I необходимо совершить работу.
3. Чем больше L , тем медленнее растет I .
- 4.

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

1. Достижение телом скорости V происходит постепенно.
2. Для достижения скорости V необходимо совершить работу.
3. Чем больше m , тем медленнее растет V .
- 4.

$$E_k = \frac{mV^2}{2}$$

ИНДУКТИВНОСТЬ

L

СИЛА ТОКА

i

ЭНЕРГИЯ
МАГНИТНОГО ПОЛЯ

$$W_m = \frac{L i^2}{2}$$

САМОИНДУКЦИЯ

МАССА

m

СКОРОСТЬ

v

КИНЕТИЧЕСКАЯ
ЭНЕРГИЯ

$$E_k = \frac{m v^2}{2}$$

ИНЕРЦИЯ

ЭДС самоиндукции

1. В катушке возникает магнитный поток $0,015$ Вб, когда по ее виткам проходит ток $5,0$ А. Сколько витков содержит катушка, если ее индуктивность 60 мГн?
2. Во сколько раз изменится индуктивность катушки без сердечника, если число витков в ней увеличить в два раза?
3. Какая э.д.с. самоиндукции возникнет в катушке с индуктивностью 68 мГн, если ток $3,8$ А исчезнет в ней за $0,012$ с?

4. Определить индуктивность катушки, если при ослаблении в ней тока на $2,8 \text{ А}$ за 62 мс в катушке появляется средняя э. д.с. самоиндукции 14 В .

5. За сколько времени в катушке с индуктивностью 240 мГн происходит нарастание тока от нуля до $11,4 \text{ А}$, если при этом возникает средняя э.д.с. самоиндукции 30 В ?

Энергия электромагнитного поля

1. По катушке с индуктивностью $0,6 \text{ Гн}$ течет ток силой 20 А . Какова энергия магнитного поля катушки? Как изменится эта энергия при возрастании силы тока в 2 раза? в 3 раза?
2. Какой силы ток нужно пропускать по обмотке дросселя с индуктивностью $0,5 \text{ Гн}$, чтобы энергия поля оказалась равной 100 Дж ?
3. Энергия магнитного поля какой катушки больше и во сколько раз, если первая имеет характеристики: $I_1=10\text{А}$, $L_1=20 \text{ Гн}$, вторая: $I_2=20\text{А}$, $L_2=10 \text{ Гн}$?

Энергия электромагнитного поля

4. Определить энергию магнитного поля катушки, в которой при токе $7,5 \text{ А}$ магнитный поток равен $2,3 \cdot 10^{-3} \text{ Вб}$. Число витков в катушке 120 .
5. Определить индуктивность катушки, если при токе $6,2 \text{ А}$ ее магнитное поле обладает энергией $0,32 \text{ Дж}$.
6. Магнитное поле катушки с индуктивностью 95 мГн обладает энергией $0,19 \text{ Дж}$. Чему равна сила тока в катушке