

**Правило Ленца. Явление  
самоиндукции.**

## Содержание

1. Явление ЭМИ и опыт Фарадея
2. Опыт Ленца. Правило Ленца и закон сохранения энергии
3. Явление самоиндукции
4. Индуктивность
5. Следствия самоиндукции
6. Энергия магнитного поля тока

Цель: научиться определять направление индукционного тока; на примере правила Ленца сформулировать представление о фундаментальности ЗСЭ; разъяснить сущность явления самоиндукции; вывести формулу для расчета энергии магнитного поля, выяснить физический смысл этой формулы.

Опыт Фарадея: направление отклонения стрелки амперметра (а, значит, и направление тока) может быть различным.



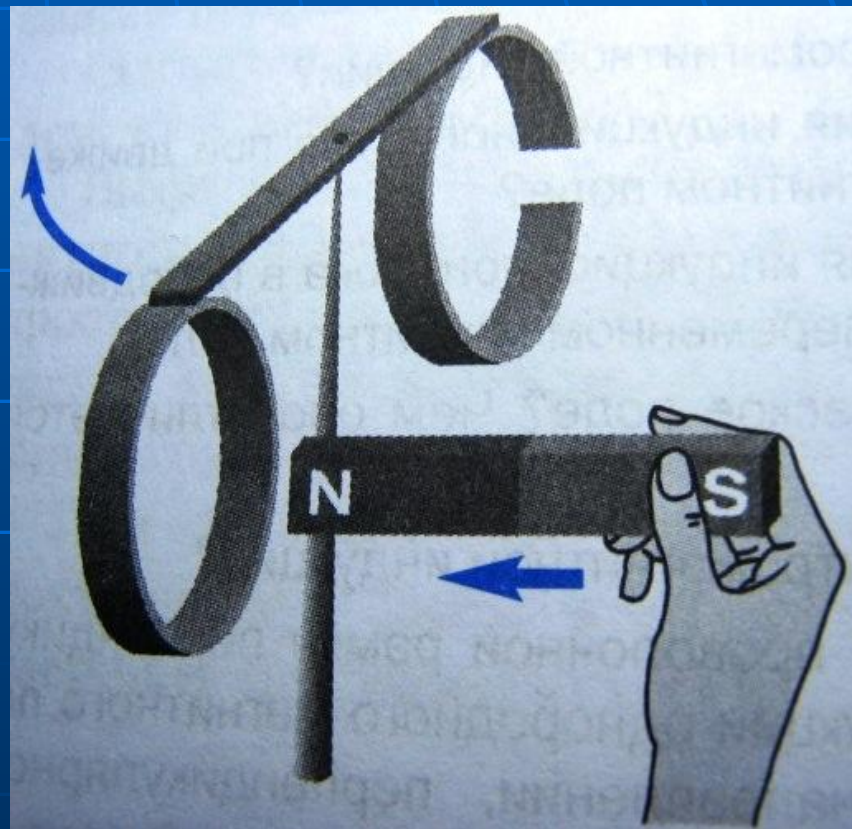
# В чем заключается явление ЭМИ?

*Если в цепи, содержащей замкнутый контур (катушку) менять силу тока, то в самом контуре возникнет ещё и индукционный ток. Этот ток также будет подчиняться правилу Ленца.*



# Опыт Ленца

Если приблизить магнит к проводящему кольцу, то оно начнет отталкиваться от магнита. Это отталкивание можно объяснить только тем, что в кольце возникает индукционный ток, обусловленный возрастанием магнитного потока через кольцо, а кольцо с током взаимодействует с магнитом.



Если магнитный поток через контур возрастает, то направление индукционного тока в контуре таково, что вектор магнитной индукции созданного этим током поля направлен противоположно вектору магнитной индукции внешнего магнитного поля.

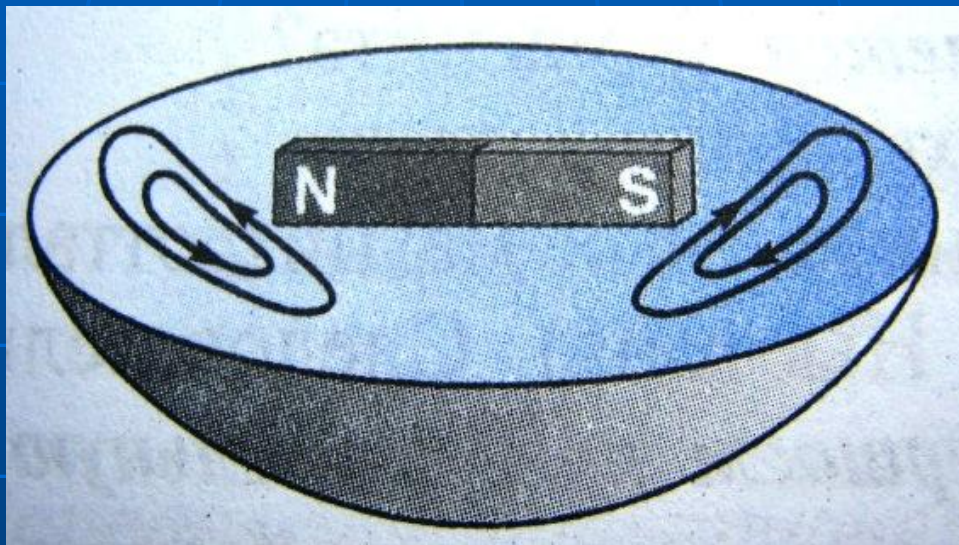
Если магнитный поток через контур уменьшается, то направление индукционного тока таково, что вектор магнитной индукции созданного этим током поля сонаправлен вектору магнитной индукции внешнего поля.

**Правило Ленца: индукционный ток имеет такое направление, что созданный им магнитный поток всегда стремится скомпенсировать то изменение магнитного потока, которое вызвало данный ток.**

**Правило Ленца является следствием закона сохранения энергии.**

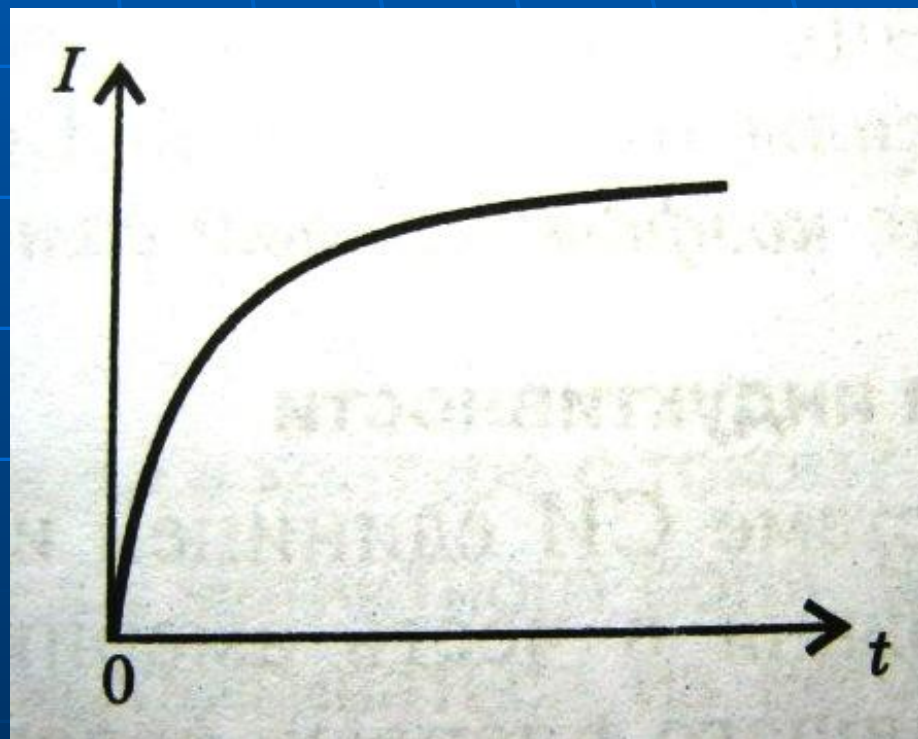
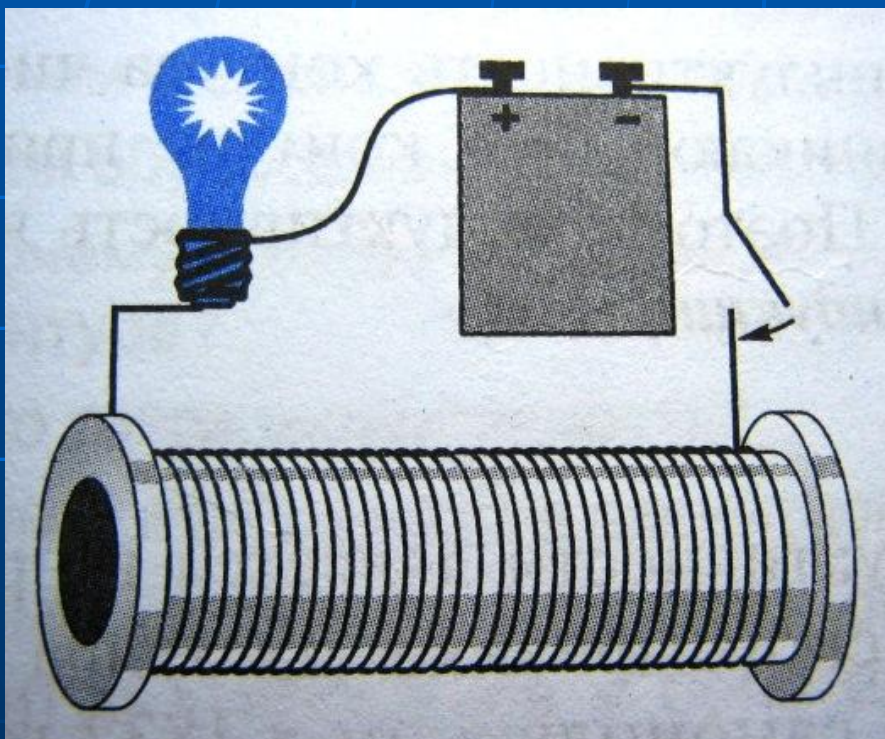


## Парение магнита над сверхпроводящей чашей



*Магнит падает; возникает переменное магнитное поле; возникает вихревое электрическое поле; в сверхпроводнике возникают незатухающие кольцевые токи; согласно правилу Ленца направление этих токов таково, что магнит отталкивается от сверхпроводника; магнит «парит» над чашей.*

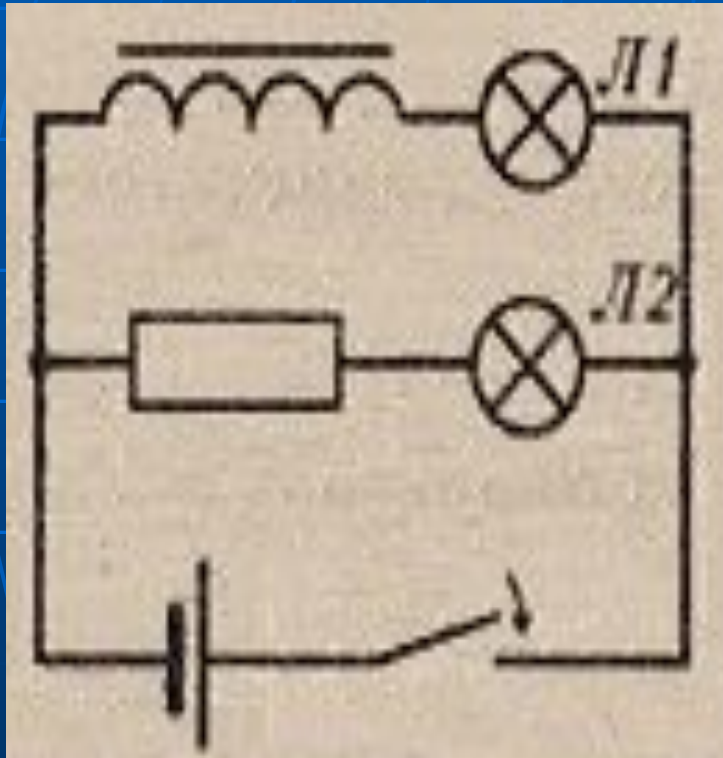
# Явление самоиндукции



**САМОИНДУКЦИЯ – возникновение вихревого электрического поля в проводящем контуре при изменении силы тока в нем; частный случай электромагнитной индукции.**

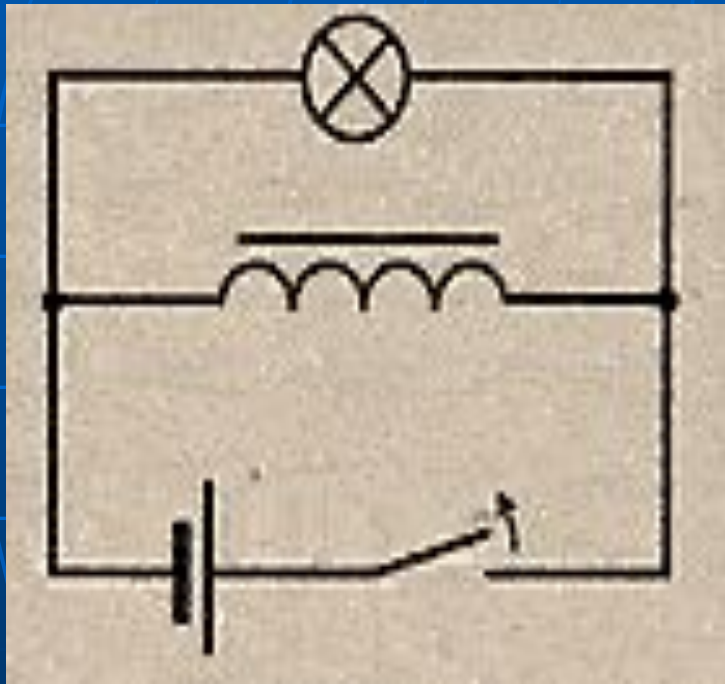
*Вследствие самоиндукции замкнутый контур обладает «инертностью»: силу тока в контуре, содержащем катушку, нельзя изменить мгновенно.*

# Проявление явления самоиндукции



## Замыкание цепи

При замыкании в электрической цепи нарастает ток, что вызывает в катушке увеличение магнитного потока, возникает вихревое электрическое поле, направленное против тока, т. е. в катушке возникает ЭДС самоиндукции, препятствующая нарастанию тока в цепи. В результате L1 загорается позже, чем L2.



## Размыкание цепи

При размыкании электрической цепи ток убывает, возникает уменьшение магнитного потока в катушке, возникает вихревое электрическое поле, направленное как ток, т. е. в катушке возникает ЭДС самоиндукции, поддерживающая ток в цепи. В результате Л при выключении ярко вспыхивает.

# 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

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

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

# Физический смысл индуктивности

Индуктивность - физическая величина, численно равная ЭДС самоиндукции, возникающей в контуре при изменении силы тока на 1 А за 1 с.

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

*Явление самоиндукции особенно резко проявляется в цепи, содержащей в себе катушку с железным сердечником, т. к. железо значительно увеличивает магнитный поток катушки, а следовательно, и величину ЭДС самоиндукции при его изменении.*



# 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.*



# 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.

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

# Вопросы к проверочной работе по теме «Явление ЭМИ. Самоиндукция»

1. Определение явления ЭМИ
2. Правило Ленца
3. Закон ЭМИ(определение, формула)
4. Определение явления самоиндукции
5. ЭДС самоиндукции(формула)
6. Индуктивность(определение, формула, единица измерения)
7. Энергия магнитного поля тока(формула)

# *Использованные ресурсы*

1. Л.Э.Генденштейн, Ю.Л.Дик.- М.: Мнемозина, 2009.-272 с.:ил.
2. ОК «1С: Школа. Физика. 7-11 классы: Библиотека наглядных пособий.»
3. [http://files.shcool – collection.edu.ru](http://files.shcool-collection.edu.ru)
4. <http://class-fizika.narod.ru>

*Спасибо за внимание!*