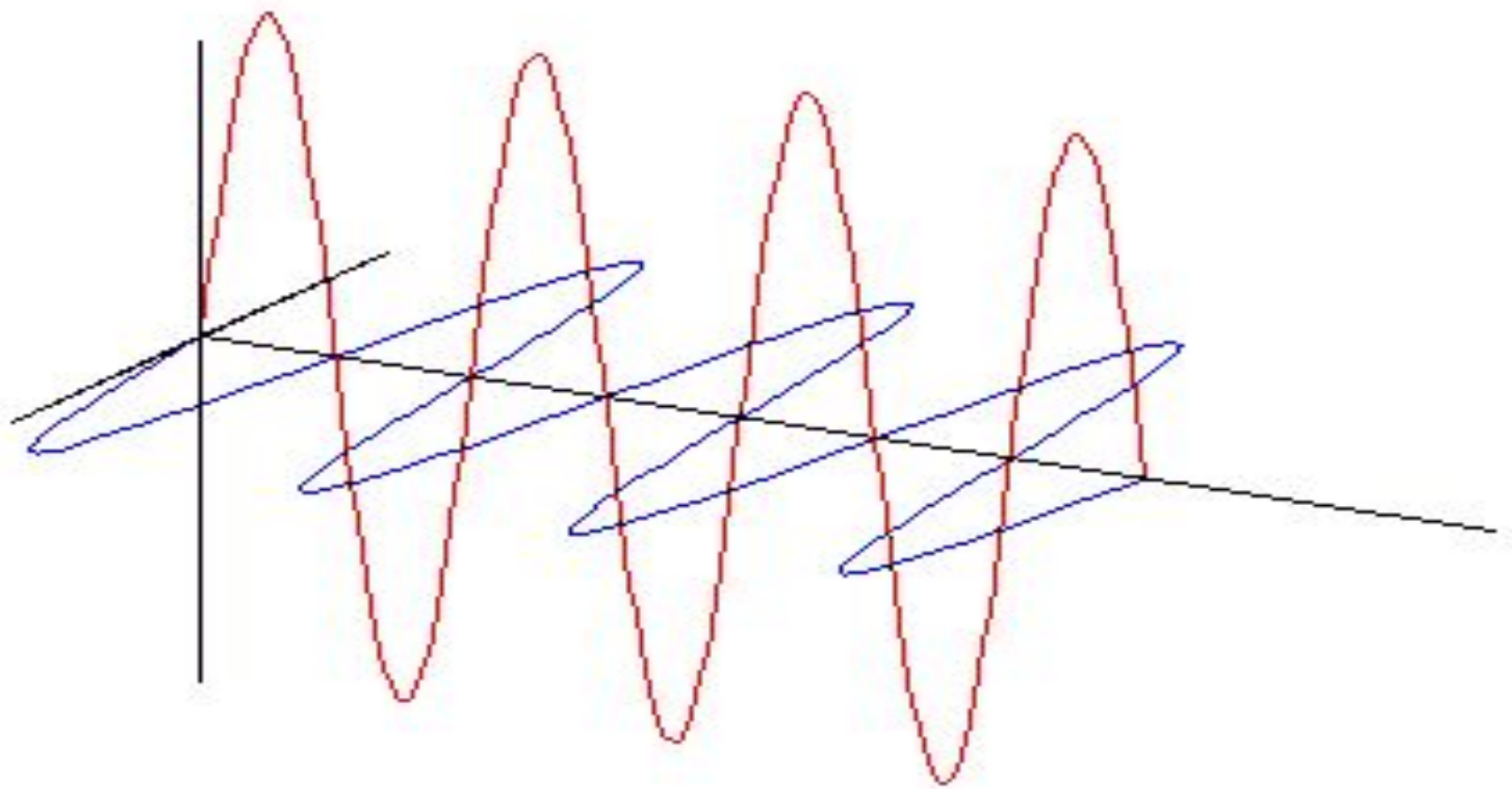


Свободные и вынужденные  
электромагнитные колебания  
Колебательный контур.  
Формула Томсона.

- **Электромагнитные колебания** — это колебания электрических и магнитных полей, которые сопровождаются периодическим изменением заряда, тока и напряжения и описываются уравнениями:

$$q = q_m \cos \omega_0 t;$$

$$i = I_m \cos(\omega_0 t + \pi/2)$$



# *Гипотеза Джеймса Клерка Ма́ксвелла*

- Существование электромагнитных полей было теоретически предсказано великим английским физиком Дж. Максвеллом в 1864 году.

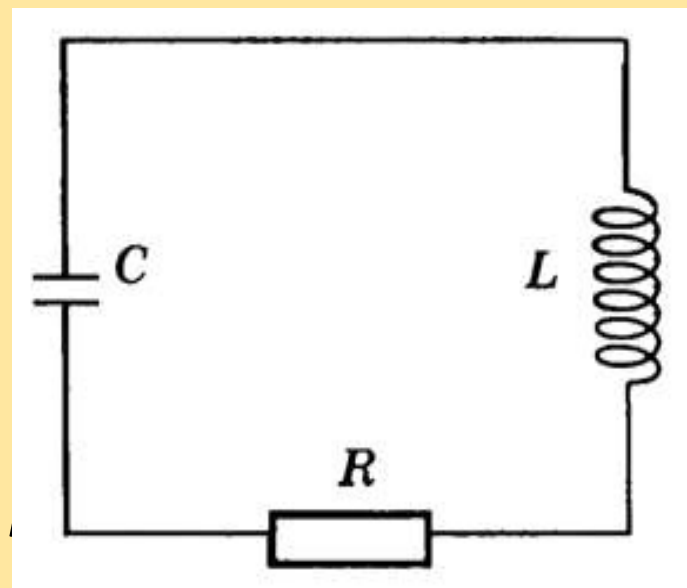
Согласно теории **Максвелла**, переменные электрические и магнитные поля не могут существовать по отдельности:

изменяющееся магнитное поле порождает электрическое поле, а изменяющееся электрическое поле порождает магнитное



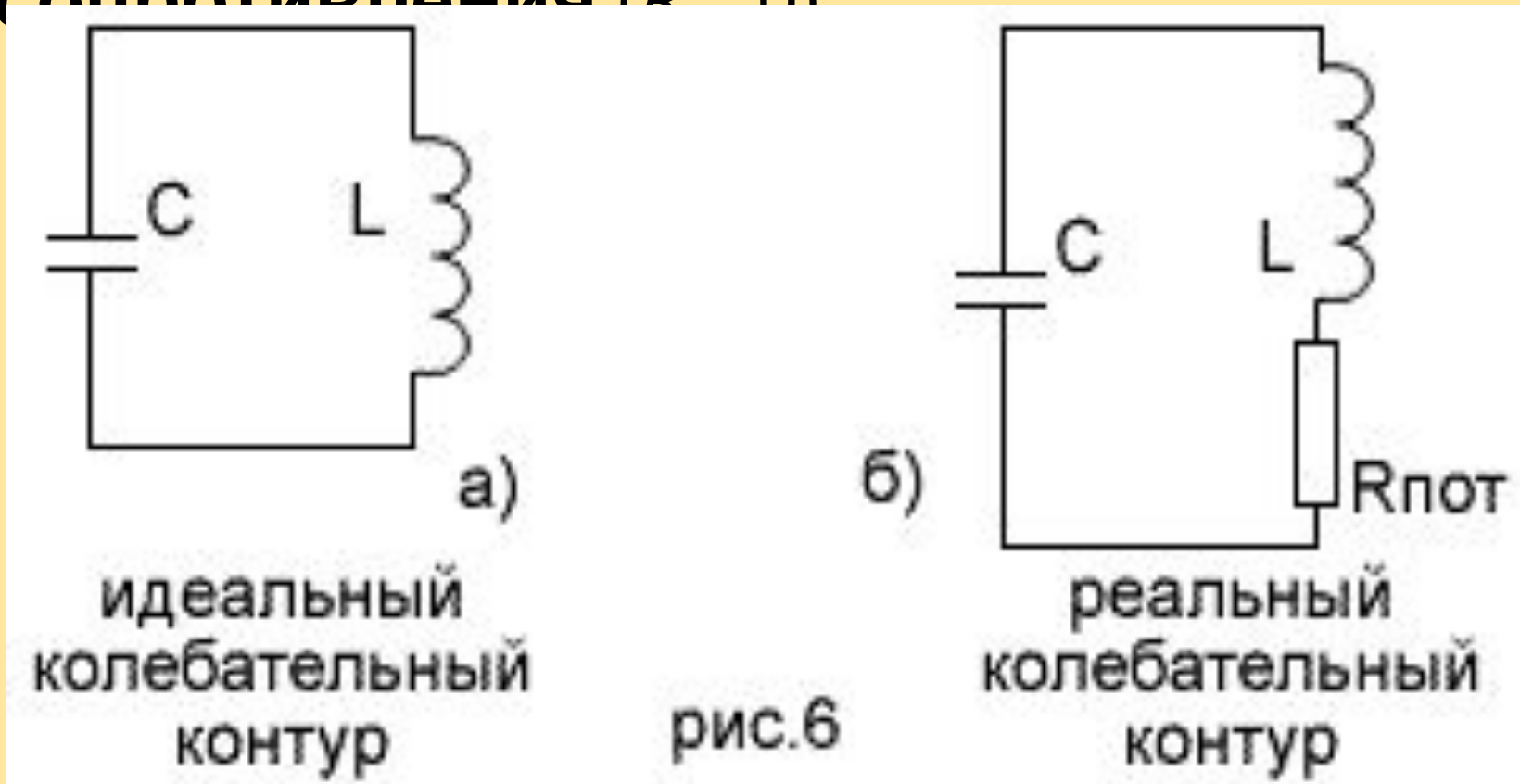
# *Колебательный контур*

- Простейшей системой, где могут возникнуть и существовать электромагнитные колебания, является *колебательный контур*.
- **Колебательный контур** — цепь, состоящая из включенных последовательно
  - 1) катушки индуктивностью  $L$ ,
  - 2) конденсатора емкостью  $C$  и
  - 3) резистора сопротивлением  $R$ .



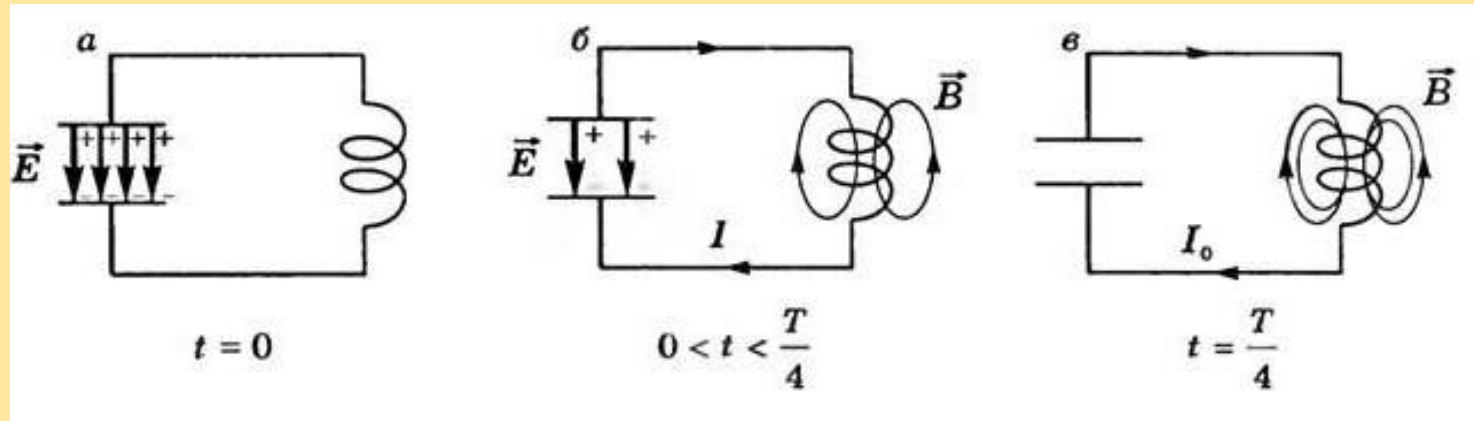
# Идеальный контур Томсона

- Идеальный контур Томсона — колебательный контур без активного сопротивления ( $R = 0$ )

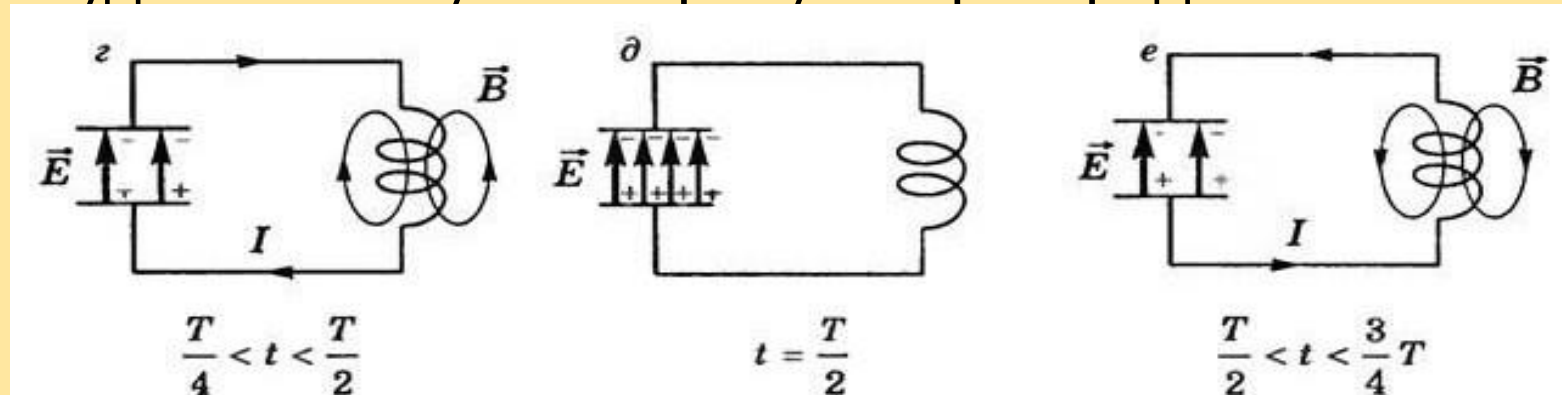


# Возникновение свободных э.м. колебаний

- Если конденсатор зарядить и замкнуть на катушку, то по катушке потечет ток. Когда конденсатор разрядится, ток в цепи не прекратится из-за самоиндукции в катушке.

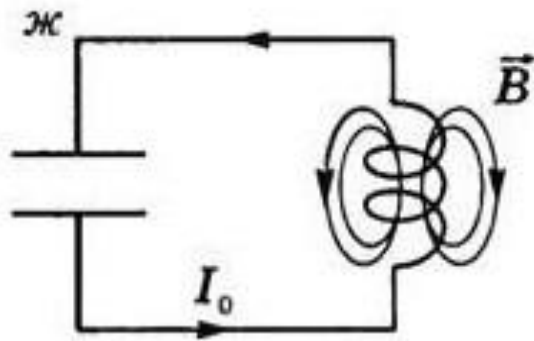


- Индукционный ток, в соответствии с правилом Ленца, будет течь в ту же сторону и перезарядит

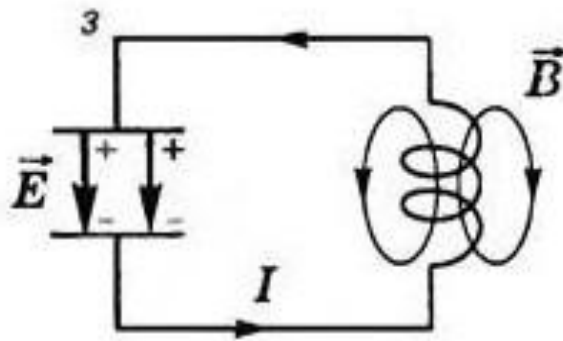


# Возникновение свободных э.м. колебаний

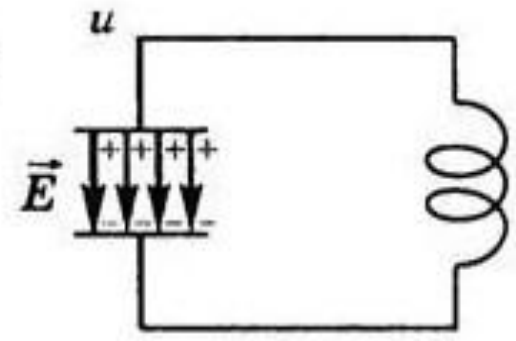
- Ток в данном направлении прекратится, и процесс повторится в обратном направлении. Таким образом, в колебательном контуре будут происходить электромагнитные колебания.



$$t = \frac{3}{4}T$$



$$\frac{3}{4}T < t < T$$



$$t = T$$



- ***Свободные электромагнитные колебания***  
– это периодически повторяющиеся изменения электромагнитных величин ( $q$  – электрический заряд,  $I$  – сила тока,  $U$  – разность потенциалов), происходящие ***без потребления энергии от внешних источников.***

# Формула Томсона

- Период электромагнитных колебаний в идеальном колебательном контуре (т. е. в таком контуре, где нет потерь энергии) зависит от индуктивности катушки и емкости конденсатора и находится по формуле Томсона, где

*T*- это промежуток времени,

*через который значения колеблющихся величин*

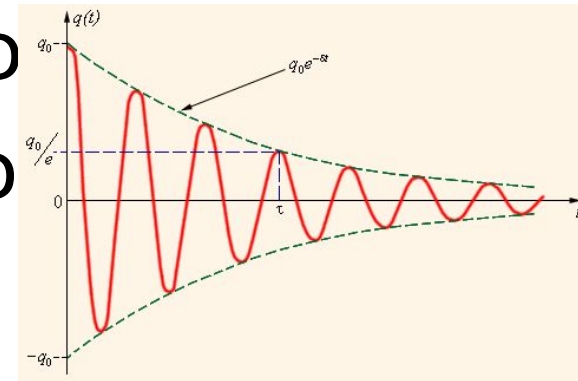
*периодически повто  
периодом колебания*

$$T = 2\pi\sqrt{LC}$$

# Затухающие свободные колебания

- В реальном колебательном контуре свободные электромагнитные колебания будут затухающими из-за потерь энергии на нагревание проводов.

При этом происходят превращения энергии электрического поля конденсатора в магнитное поле катушки с током и наоборот.



$$W_{\text{Э}} = \frac{CU^2}{2}$$

$$W_{\text{М}} = \frac{LI^2}{2}$$

# Вынужденные электрические колебания

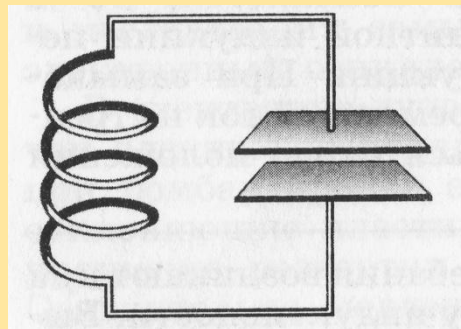
- *Незатухающие колебания в цепи под действием внешней, периодически изменяющейся ЭДС – называются вынужденными электромагнитными колебаниями*

$$e = E_m \sin \omega t$$

Установившиеся вынужденные колебания всегда происходят **на частоте  $\omega$  внешнего источника**.

Электрические цепи, в которых происходят установившиеся вынужденные колебания под действием периодического источника тока, называются **цепями переменного тока**, напряжение которого изменяется по периодическому закону.

Чему равен период собственных колебаний в контуре, если его индуктивность 2,5 Гн, а емкость 1,5 мкФ?



Дано:

$$L = 2,5 \text{ Гн}$$

$$C = 1,5 \text{ мкФ} = \\ = 1,5 * 10^{-6} \text{ Ф}$$

$T - ?$

$$T = 2\pi \sqrt{LC}$$

$$T = 2 \cdot 3,14 \sqrt{2,5 \text{ Гн} \cdot 1,5 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}}$$

$$T = 12,16 * 10^{-3} \text{ с} = 12,16 \text{ мс}$$

# Задачи:

Подставьте в формулу Томсона следующие значения:

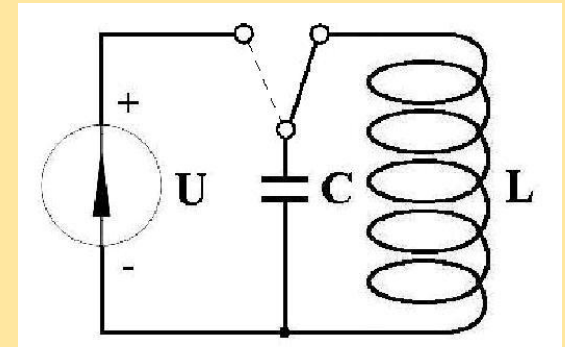
$$L = 0,5 \text{ Гн} \quad C = 0,5 \text{ мкФ}$$

Вычислите период, а затем частоту.

Ответ:  $T = 0,0031 \text{ с}$

$$\nu = 320 \text{ Гц}$$

# Задачи:



Конденсатор какой электроемкости следует подключить к катушке индуктивности  $L = 20 \text{ мГн}$ , чтобы в контуре возникли колебания с периодом  $T = 1 \text{ мс}$ ?

Ответ:  $C = 1,27 \text{ мкФ}$

# Задачи:

*Как изменится циклическая частота, если в колебательном контуре заменят конденсатор на другой меньшей в 36 раз емкостью?*

Ответ: *частота увеличится в 6 раз*



# Задачи:

*Как изменится период свободных колебаний в электрическом контуре при увеличении емкости конденсатора **в 2 раза?***

Ответ: *увеличится в 1,4 раза*