

**Свободные и  
вынужденные  
электромагнитные  
колебания.**

**Колебательный контур.**

**Период свободных  
электромагнитных  
колебаний.**

# 1. Электроёмкость. Конденсатор



# Ёлектроёмкость

физическая величина, равная отношению заряда проводника к разности потенциалов между этим проводником и соседним

Обозначение: С

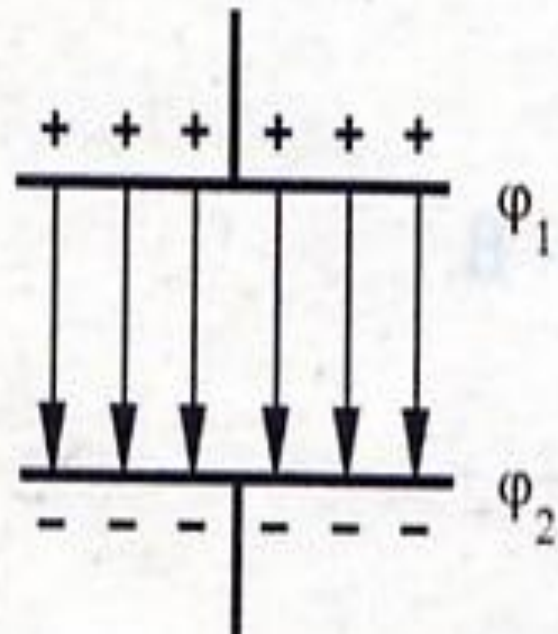
Единица измерения Ф

$$[C] = \text{Кл} / \text{В} = \text{Ф}$$

$$1 \text{ мкФ} = 10^{-6} \text{ Ф}$$

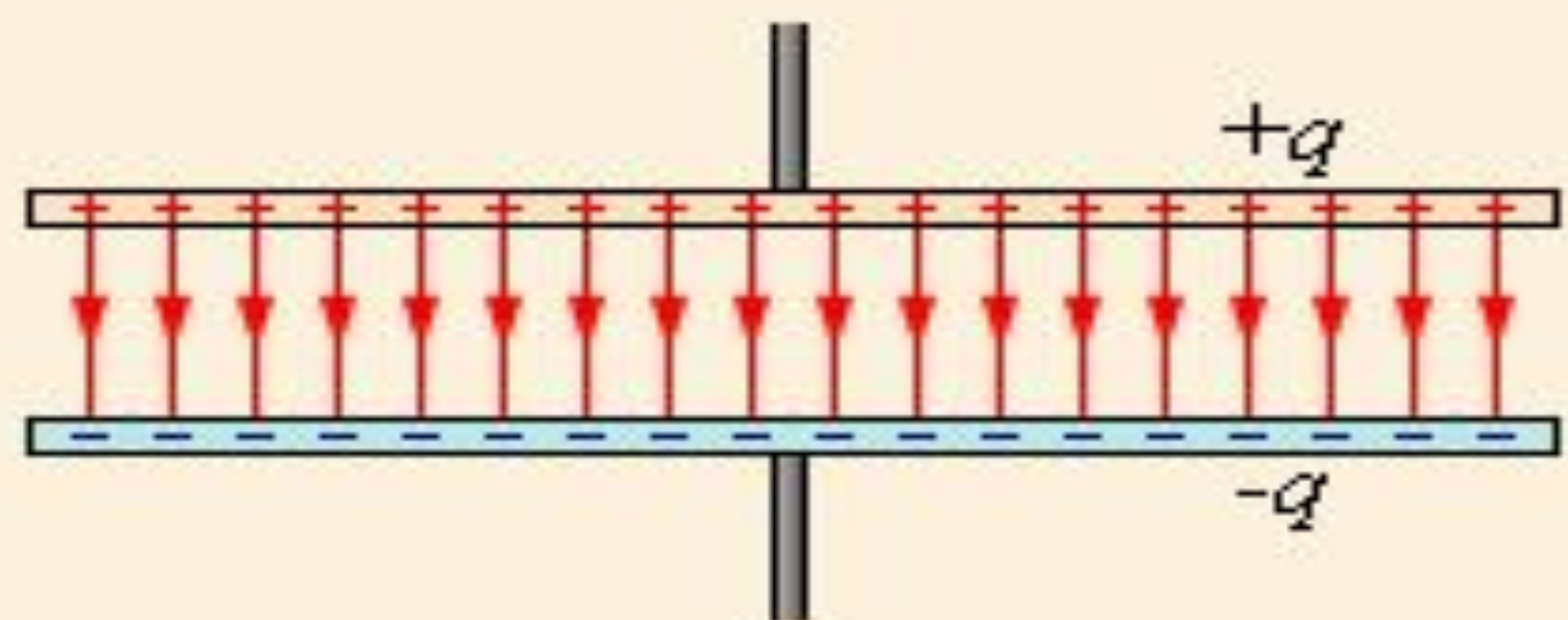
$$1 \text{ нФ} = 10^{-9} \text{ Ф}$$

$$1 \text{ пФ} = 10^{-12} \text{ Ф}$$



$$C = \frac{q}{U} = \text{const}$$

$$C = \frac{q}{U} = \frac{q}{\varphi_1 - \varphi_2}$$



## ПЛОСКИЙ КОНДЕНСАТОР



$$C = \frac{q}{U}$$

ФОРМУЛА  
ЕМКОСТИ  
ПЛОСКОГО  
КОНДЕНСАТОРА

$$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$$

## ВИДЫ КОНДЕНСАТОРОВ

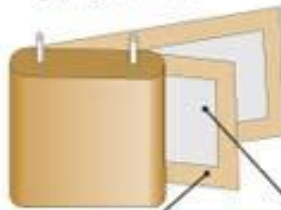
## БУМАЖНЫЙ

Внешний вид



Парафинированная бумага

Внутреннее устройство

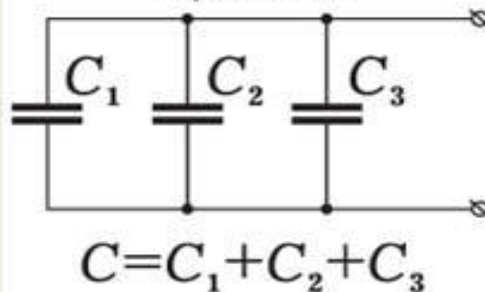


Алюминиевая фольга

ПЕРЕМЕННОЙ  
ЕМКОСТИЭЛЕКТРО-  
ЛИТИЧЕСКИЙ

## СОЕДИНЕНИЯ КОНДЕНСАТОРОВ

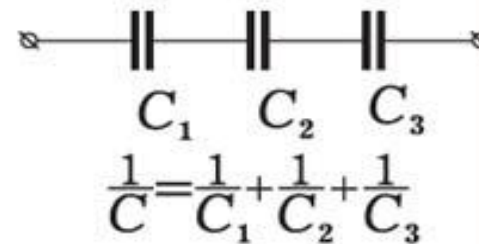
параллельное



Энергия заряженного конденсатора

$$W = \frac{qU}{2} = \frac{q^2}{2C} = \frac{CU^2}{2}$$

последовательное

Плотность энергии  
электростатического поля

$$\omega_n = \frac{\epsilon \epsilon_0 E^2}{2}$$

# Энергия заряженного конденсатора

$$W_p = \frac{qU}{2} = \frac{CU^2}{2} = \frac{q^2}{2C}$$

$W_p$  – энергия электрического поля заряженного конденсатора

$q$  – модуль заряда любого из проводников конденсатора

$U$  – разность потенциалов между проводниками

$C$  – емкость конденсатора

# Справочник урока

1. Формула магнитного потока
2. Формула закона Электромагнитной индукции
3. Обозначение индуктивности
4. Единица измерения индуктивности
5. Формула энергии магнитного поля
6. Формула энергии конденсатора
7. Дифференциальное уравнение гармонических колебаний
8. Уравнение гармонических колебаний

1.  $\Phi = B \cdot S \cdot \cos \alpha$

2.  $\varepsilon = -\Delta\Phi / \Delta t$

3. L

4. Гн

5.

$$W_{\text{лс}} = \frac{LI_{\text{м}}^2}{2}$$

6.

$$W_{\text{с}} = \frac{CU_{\text{м}}^2}{2}$$

7.

$$\ddot{x} + \omega_0^2 x = 0,$$

8.

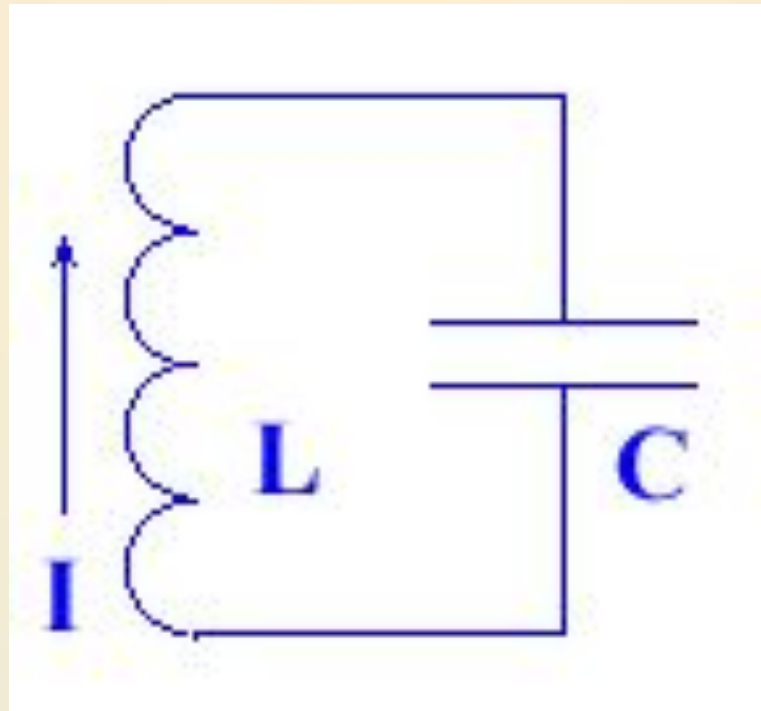
$$x = A \cos(\omega t + \varphi)$$

# Электромагнитные колебания-

**периодические или почти  
периодические  
изменения заряда, силы  
тока, напряжения**

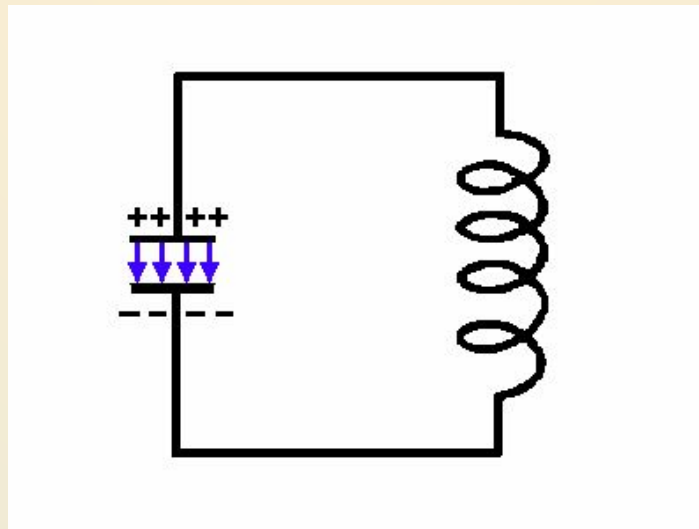


# Колебательный контур- устройство с помощью которого можно получить электромагнитные колебания



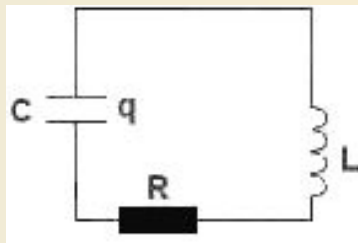
# Свободные электромагнитные колебания

Колебания, происходящие в колебательном контуре при сообщении заряда конденсатору

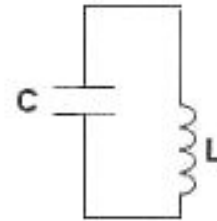


$R \neq 0 \rightarrow$  колебания затухающие

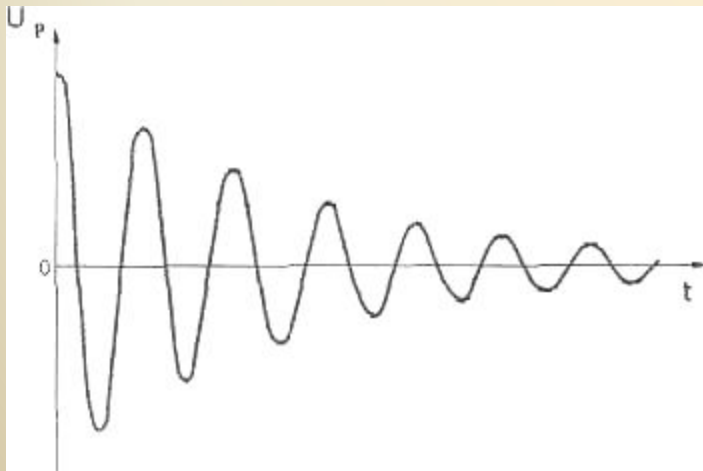
$R=0 \rightarrow$  идеальный  
колебательный контур



реальный  
колебат.  
контур

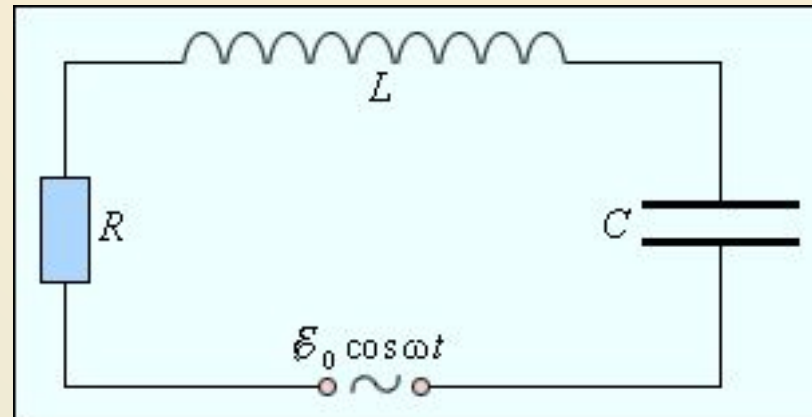


Физическая модель –  
идеальный колебат.  
контур (контур Томсона  
 $R \approx 0$ , закрытый)

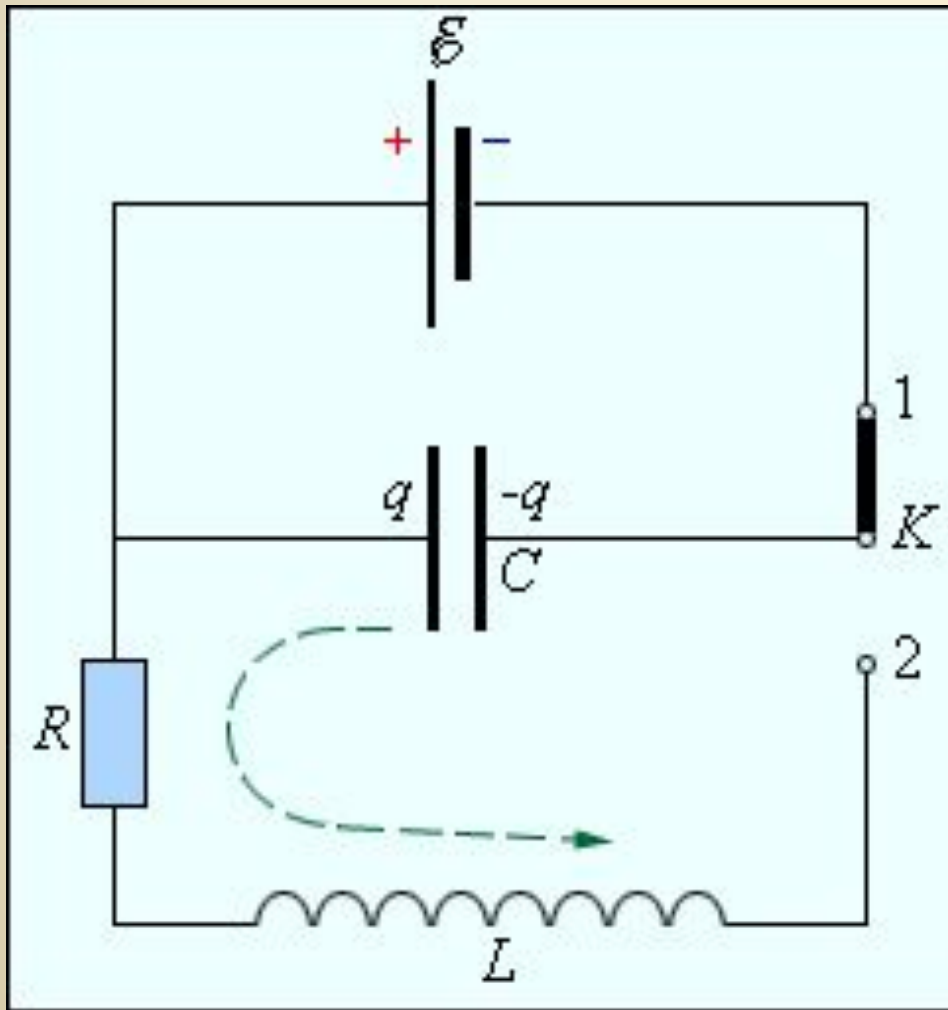


# Вынужденные колебания

колебания в цепи под  
действием внешней  
периодической  
электродвижущей силы



# Преобразования энергии при электромагнитных колебаниях



**t=0**

$$W_{\text{э}} = \frac{CU_m^2}{2}$$

**t=1/8T**

$$E = \frac{CU_m^2}{2} + \frac{LI_m^2}{2} = \text{const}$$

**t=1/4T**

$$W_{\text{net}} = \frac{LI_m^2}{2}$$

$$\frac{Cu^2}{2} + \frac{Li^2}{2} = \frac{CU_m^2}{2} = \frac{LI_m^2}{2}$$

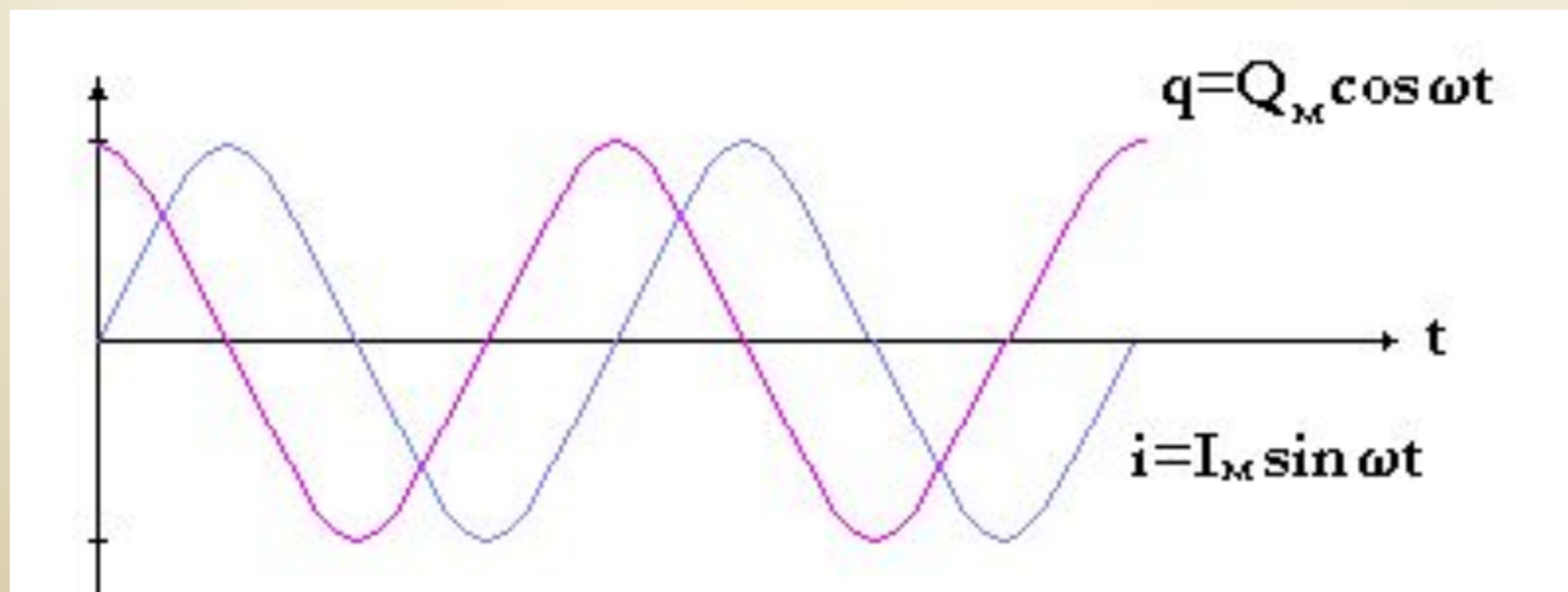
# Уравнение колебаний идеального колебательного контура

$$W = W_{\text{э}} + W_{\text{м}} = \frac{q^2}{2C} + \frac{LJ^2}{2} = \text{const.}$$

$$\ddot{q} + \omega_0^2 q = 0.$$

# Электромагнитные колебания- гармонические

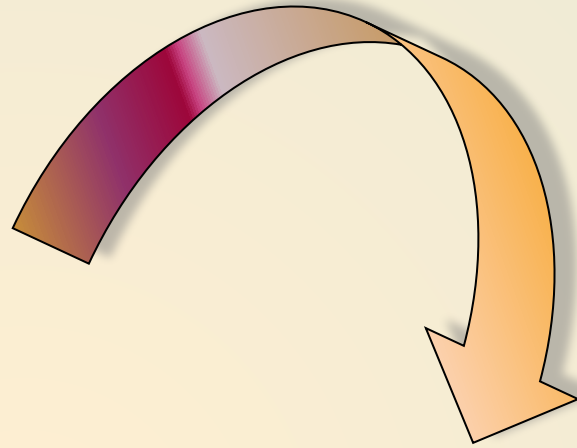
$$q = q_m \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$$





$$\omega^2 = 1/LC$$

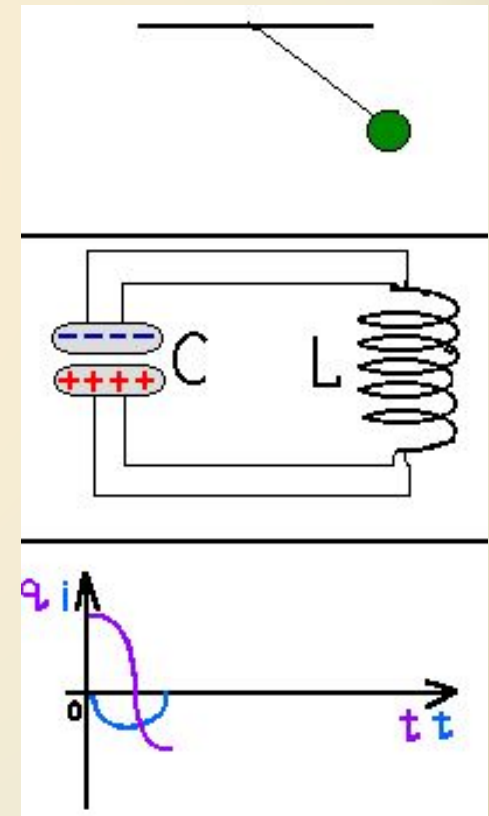
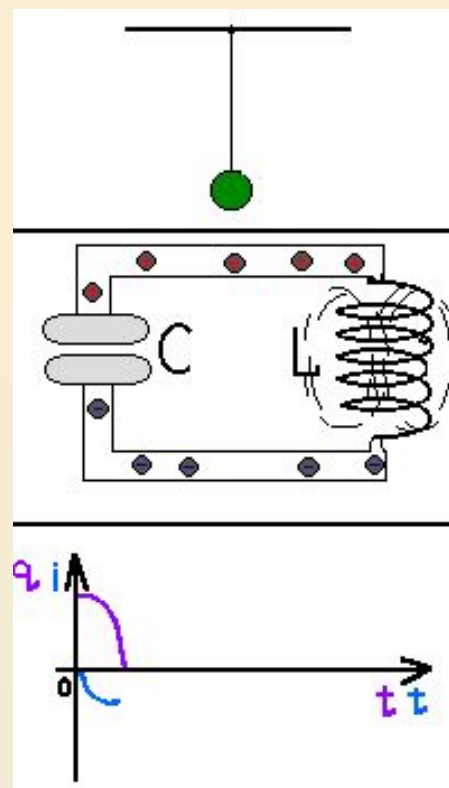
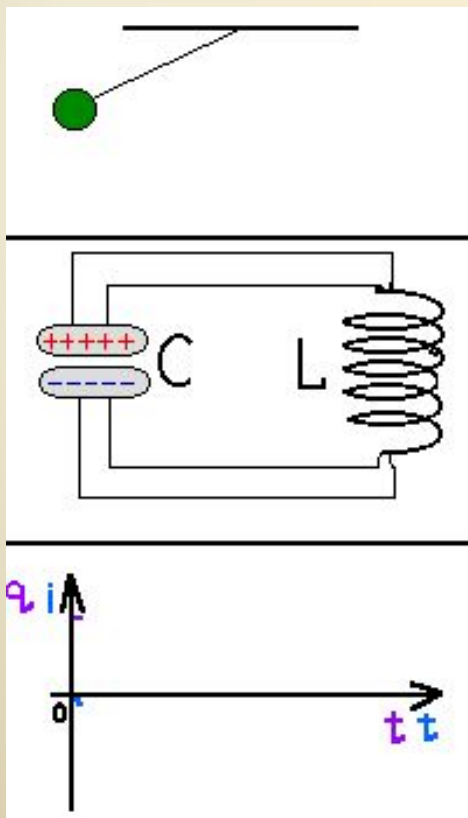
$$\omega = 2\pi/T$$



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

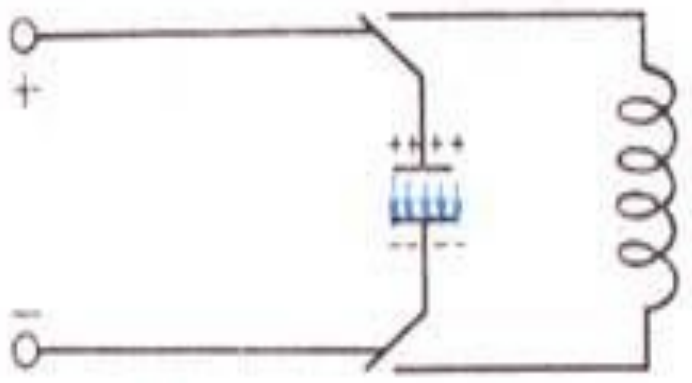
**Формула Томпсона**

# Аналогии между механическими и электромагнитными колебаниями

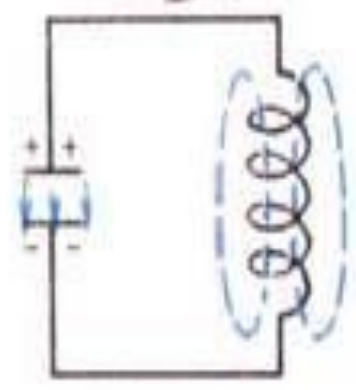


<b>Механические колебания</b>	<b>Электромагнитные колебания</b>
<b>Координата <math>x</math></b>	<b>Заряд <math>q</math></b>
<b>Скорость <math>v_x</math></b>	<b>Сила тока <math>I</math></b>
<b>Масса <math>m</math></b>	<b>Индуктивность <math>L</math></b>
<b>Жёсткость <math>k</math></b>	<b>Величина <math>1/C</math></b>
<b>Потенциальная энергия</b>	<b>Энергия электрического поля конденсатора</b>
<b>Кинетическая энергия</b>	<b>Энергия магнитного поля катушки</b>

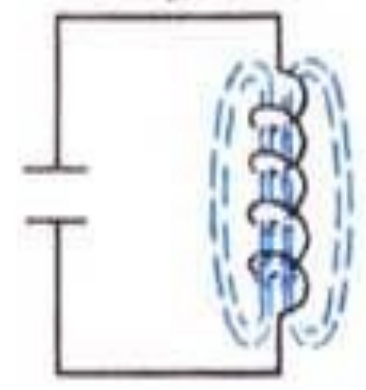
1



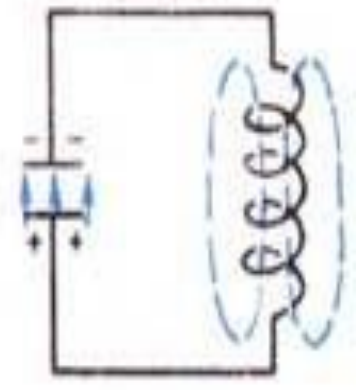
2



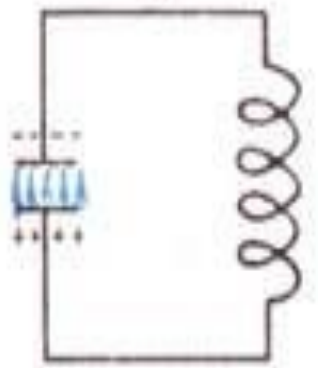
3



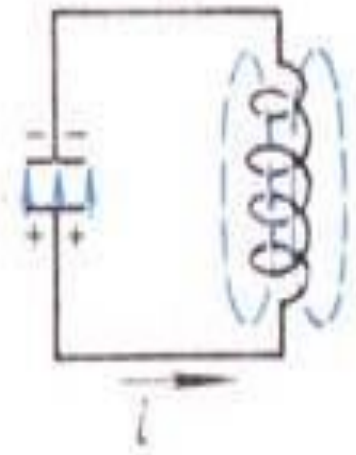
4



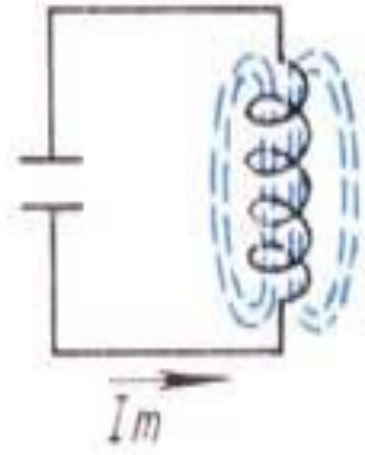
5



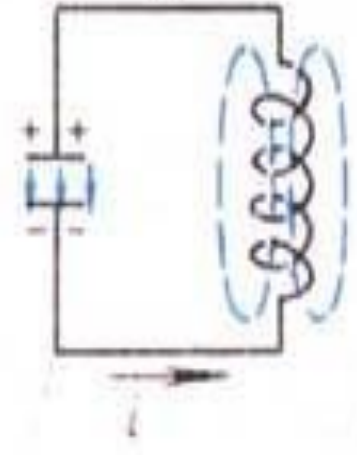
6



7



8



9

