



Физика. 11 класс.

“Науку все глубже постигнуть стремись.
Познанием вечного жаждой тянись.
Лишь первых познаний блеснёт тебе свет.
Узнаешь: предела для знания нет...”

Фирдоуси (персидский и таджикский поэт 940-1030 гг)

Физика. 11 класс.

Тема урока:

Свободные и вынужденные электромагнитные колебания.

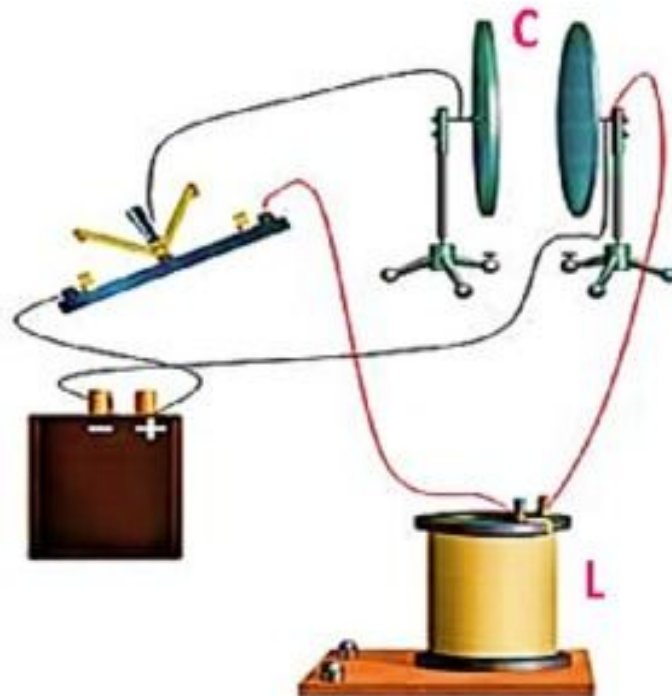
Цели обучения:

11.4.1.1-описывать условия возникновения свободных и вынужденных колебаний

Вспомним понятие «колебательный контур»

Рассмотрим электрическую цепь, состоящую из катушки индуктивностью L и конденсатора емкостью C .

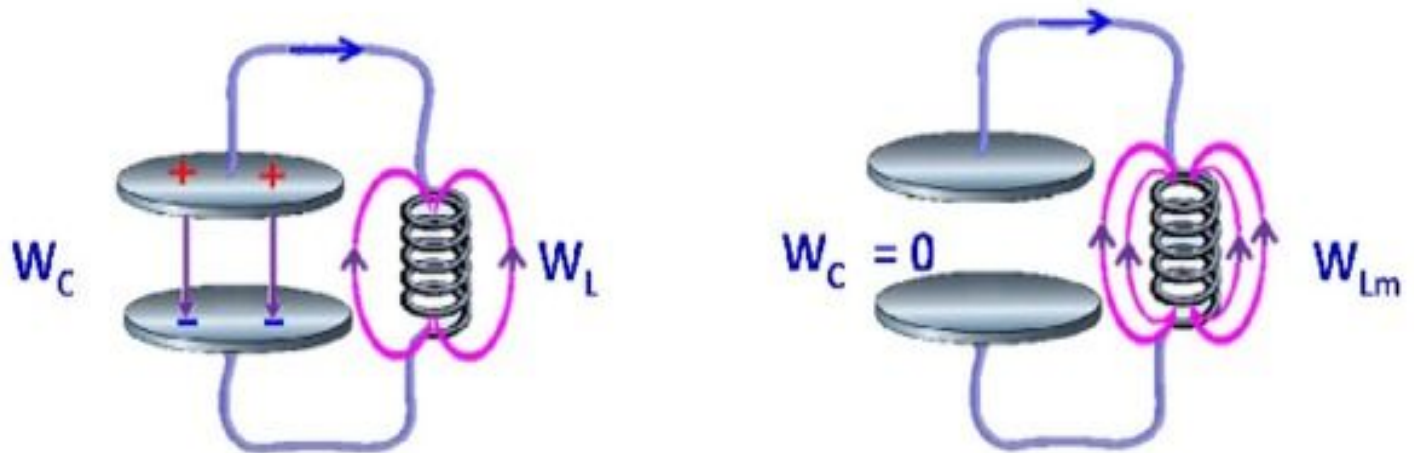
Если предварительно зарядить конденсатор и замкнуть на катушку, то получим *колебательный контур*, в котором возникнут свободные колебания q , i , u , e_s



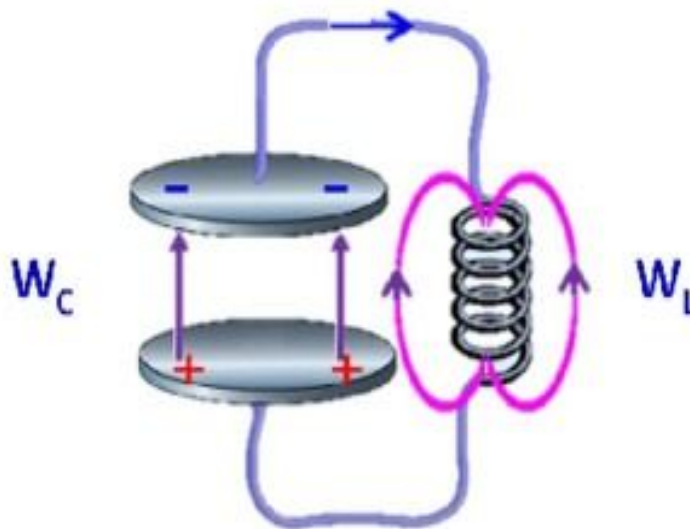
1) В начальный момент времени конденсатор имеет максимальный заряд, обладает максимальной энергией W_C .



2) В следующий момент времени конденсатор начинает разряжаться. В цепи появляется ток. По мере разрядки конденсатора ток в цепи и в катушке нарастает. Из-за явления самоиндукции это происходит не мгновенно. Энергия катушки W_L становится максимальной.

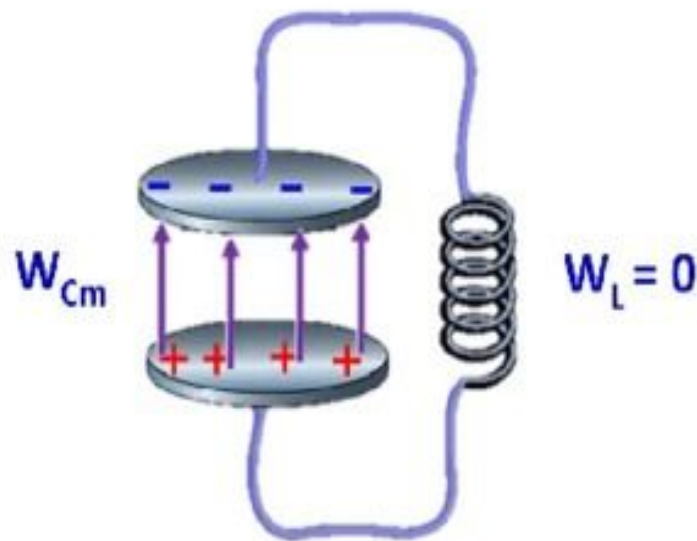


3) Электрические заряды вновь накапливаются на конденсаторе, но обкладка конденсатора, первоначально заряженная положительно, будет заряжена отрицательно. Энергия конденсатора станет максимальной.



4) Конденсатор снова разряжается, но ток протекает уже в обратном направлении.

Этот процесс будет повторяться снова и снова. Возникнут *электромагнитные колебания*. Если отсутствуют потери ($R=0$), то сила тока, заряд и напряжение со временем изменяются по гармоническому закону.



Гармонические колебания заряда и тока

описываются теми же уравнениями, что и их механические аналоги

$$x = x_m \cos \omega_0 t$$

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

$$i = q' = -\omega_0 q_m \sin \omega_0 t = I_m \cos(\omega_0 t + \pi/2)$$

$$\vartheta = x' = -\omega_0 x_m \sin \omega_0 t = \vartheta_m \cos(\omega_0 t + \pi/2)$$

$$U = q/C = q_m (\cos \omega_0 t) / C = U_m \cos \omega_0 t$$

где q_m — амплитуда колебаний заряда,

$I_m = \omega_0 q_m$ — амплитуда колебаний силы тока,

$U_m = q_m / C$ — амплитуда колебаний напряжения

Колебания силы тока опережают по фазе на $\pi/2$ колебания заряда.

Вывод

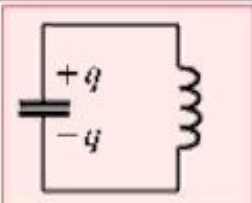
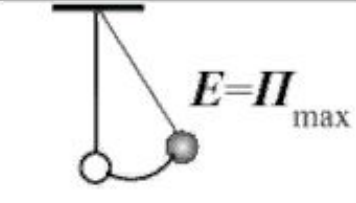
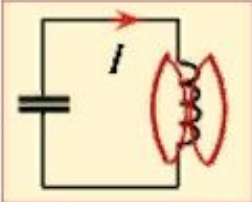
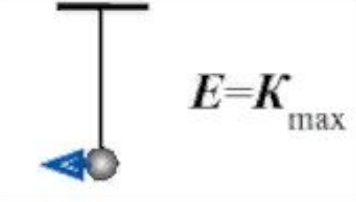
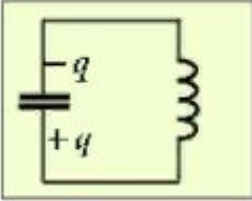
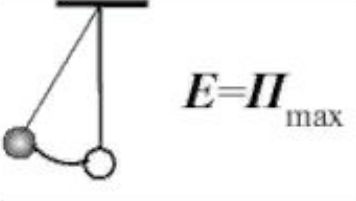
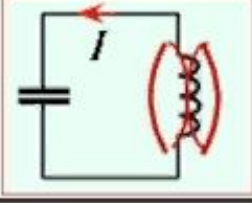
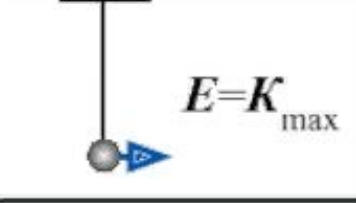
Если отсутствуют потери ($R = 0$), то сила тока, заряд и напряжение со временем изменяются по гармоническому закону.

$$q = q_0 \cos \omega t$$

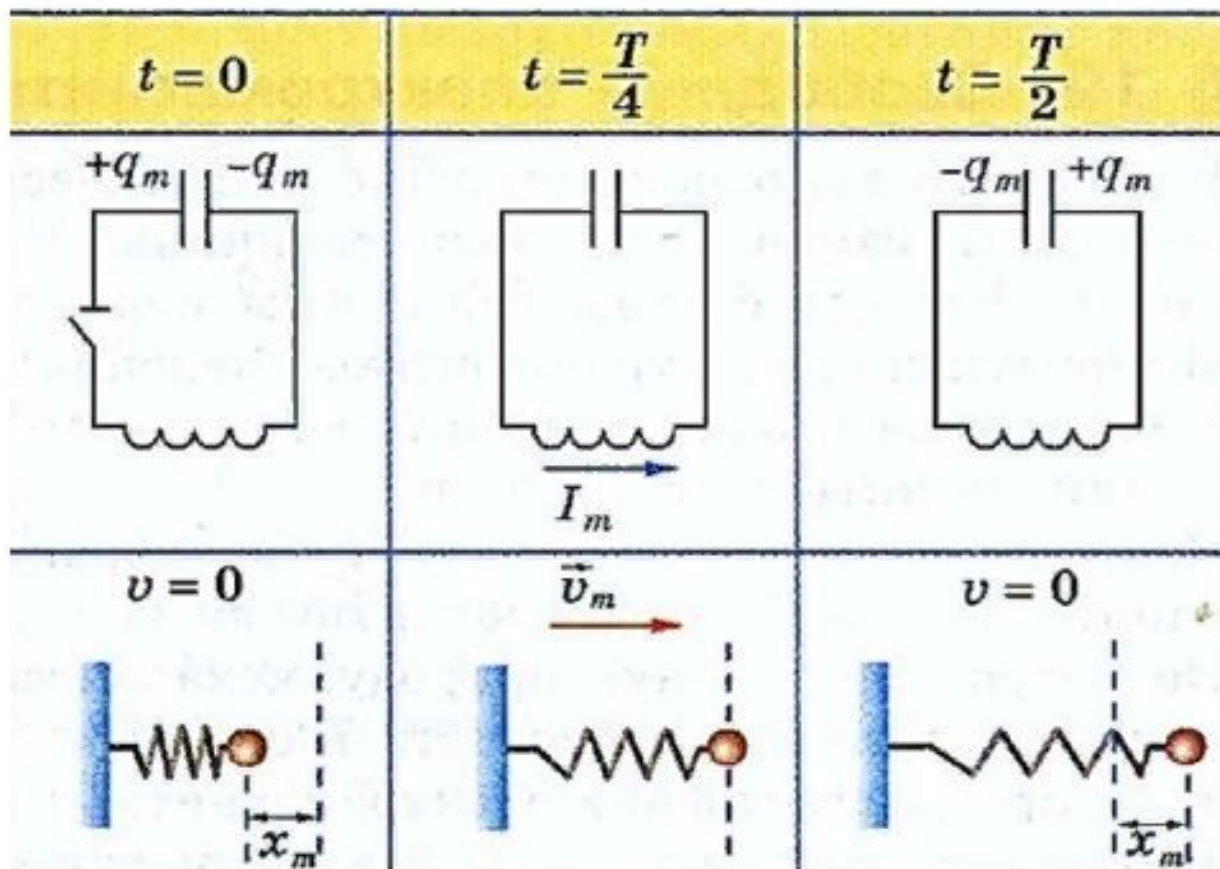
$$I_0 = q_0 \omega$$

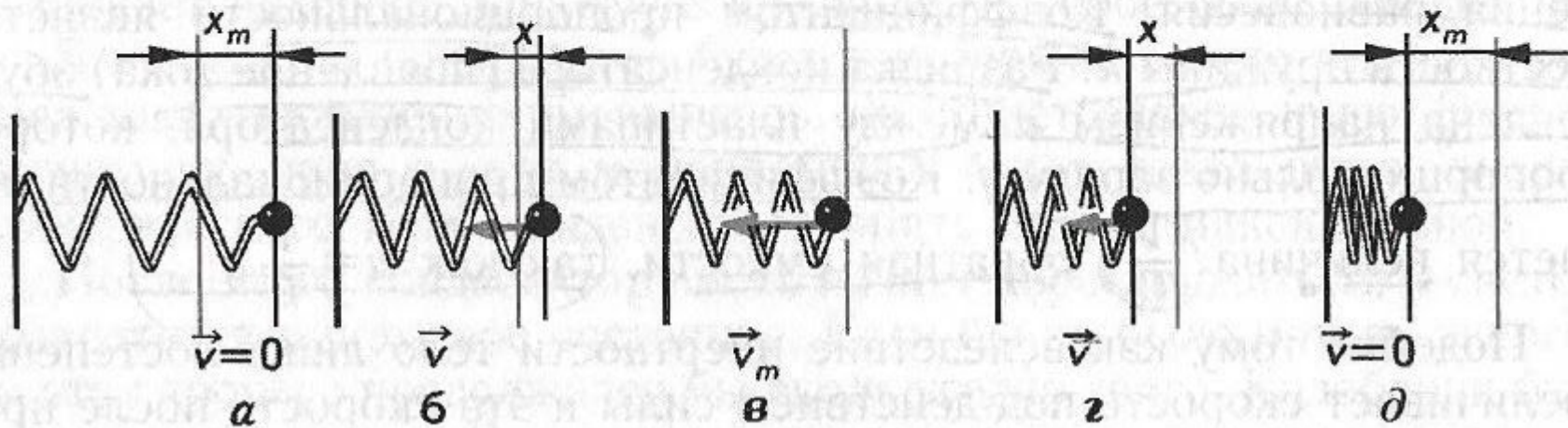
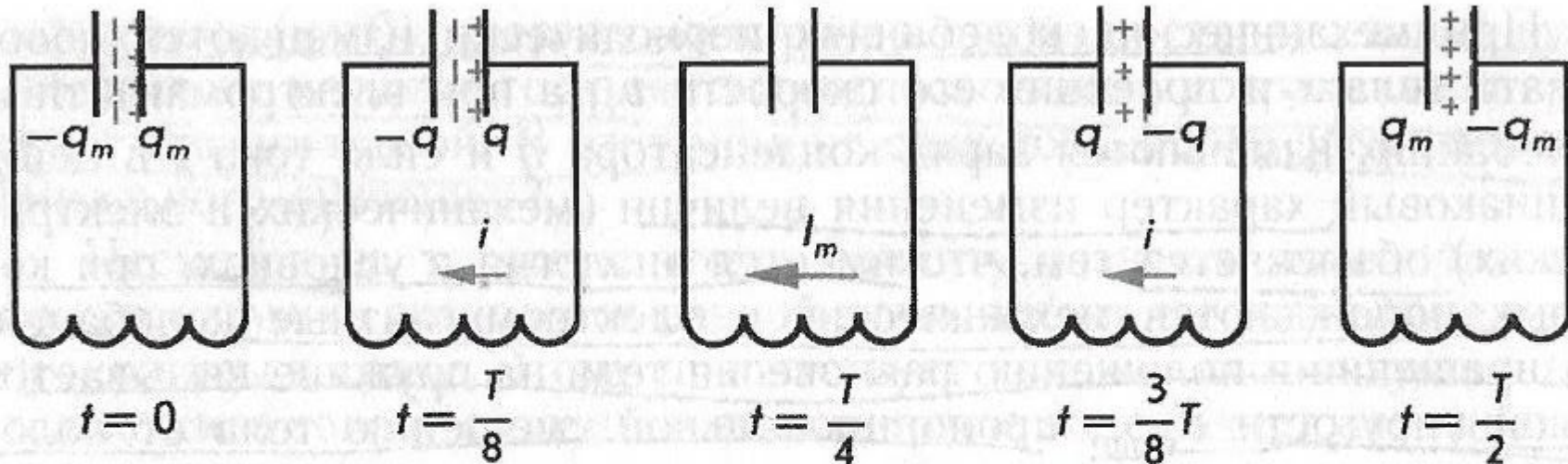
$$I = I_0 \cos \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right)$$

$$U = U_0 \cos(\omega t + \pi)$$

t	Стадии колебательного процесса		Аналогия между электромагнитными колебаниями в контуре и механическими колебаниями		
	В конденсаторе	В катушке			
$t = 0$	Начало разрядки конденсатора	Начинает течь ток		$W = \frac{q^2}{2C}$	
$t = \frac{1}{4}T$	Конденсатор разряжен	Ток максимален		$W = \frac{LI^2}{2}$	
$t = \frac{1}{2}T$	Конденсатор перезаряжается	Ток равен нулю		$W = \frac{q^2}{2C}$	
$t = \frac{3}{4}T$	Конденсатор вновь разряжен	Ток максимален и направлен противоположно.		$W = \frac{LI^2}{2}$	

Аналогия механических и электромагнитных колебаний





Аналогия механических и электромагнитных колебаний

<i>Характеристики:</i>	<i>Механические колебания</i>	<i>Электромагнитные колебания</i>
<i>Величины, выражающие свойства самой системы (параметры системы):</i>	m - масса (кг) k - жесткость пружины (Н/м)	L - индуктивность (Гн) $1/C$ - величина, обратная емкости (1/Ф)
<i>Величины, характеризующие состояние системы:</i>	$E_k = \frac{m v^2}{2}$ Кинетическая энергия (Дж) $E_p = \frac{kx^2}{2}$ Потенциальная энергия (Дж) x - смещение (м)	$W_p = \frac{CU^2}{2}$ Электрическая энергия (Дж) $W_p = \frac{LI^2}{2}$ Магнитная энергия (Дж) q - заряд конденсатора (Кл)
<i>Величины, выражающие изменение состояния системы:</i>	$v = x'(t)$ скорость-быстрота смещения (м/с)	$i = q'(t)$ сила тока – быстрота изменения заряда (А)
<i>Другие характеристики:</i> $T=1/\nu$ $T=2\pi/\omega$ $\omega=2\pi\nu$	T - период колебаний время одного полного колебания(с)	
	ν - частота-число колебаний за единицу времени (Гц)	
	ω - циклическая частота число колебаний за 2π секунд(Гц)	
	$\varphi = \omega t$ – фаза колебаний- показывает, какую часть от амплитудного значения принимает в данный момент колеблющаяся величина, т.е. фаза определяет состояние колеблющейся системы в любой момент времени t .	