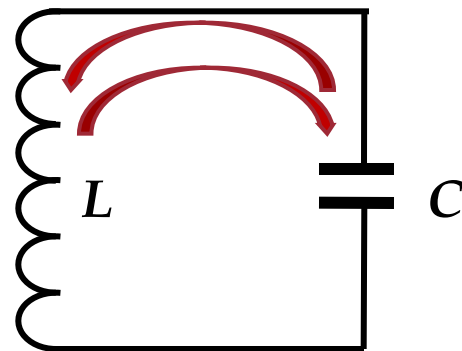
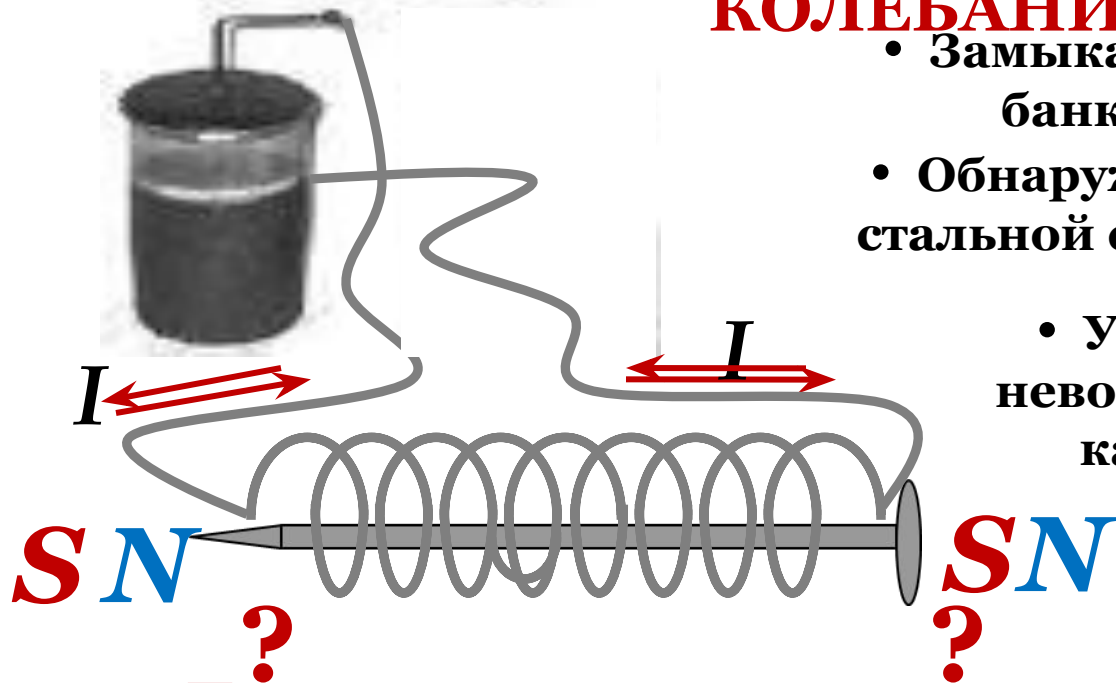


СВОБОДНЫЕ КОЛЕБАНИЯ В КОЛЕБАТЕЛЬНОМ КОНТУРЕ



ОТКРЫТИЕ СВОБОДНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ

- Замыкали обкладки лейденской банки с помощью катушки
- Обнаруживали намагничивание стальной спицы, помещенной внутрь катушки
- Удивляло то, что заранее невозможно было предсказать, какой конец спицы будет северным полюсом, а какой - южным

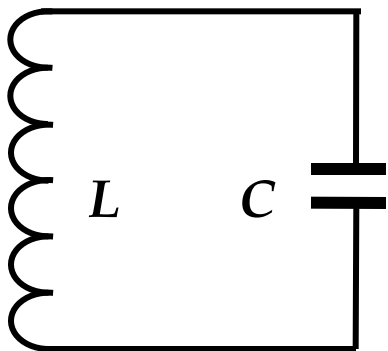


- При разрядке конденсатора через катушку возникают колебания: конденсатор успевает многократно перезарядиться и ток меняет направление много раз

Периодические или почти периодические изменения заряда, силы тока и напряжения называются **ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ КОЛЕБАНИЯМИ**
Система, в которой могут осуществляться такие колебания, называется

КОЛЕБАТЕЛЬНЫМ КОНТУРОМ

Обнаружить наличие колебаний позволяет прибор - **ОСЦИЛЛОГРАФ**



Рассмотрим подробно процессы, происходящие в колебательном контуре



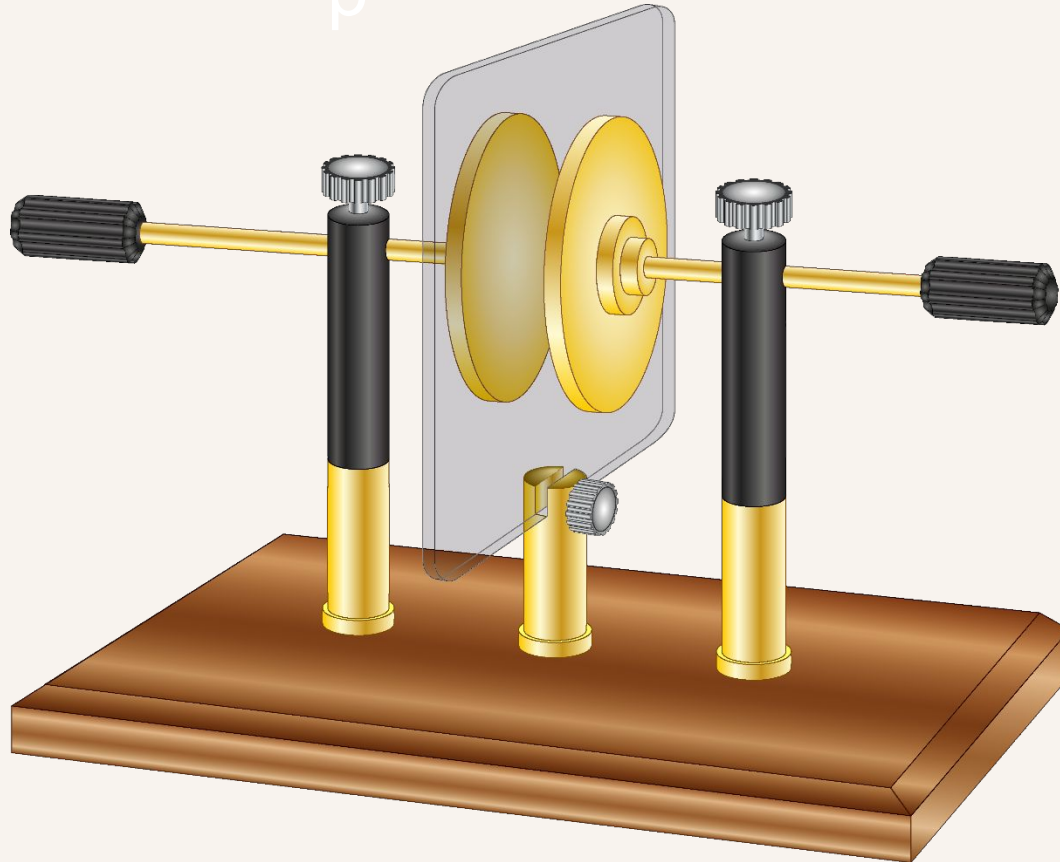
Немецкий учёный. Занимался проблемами электродинамики, создал колебательный контур, состоящий из индуктивности и ёмкости.

Гельмгольц Герман Людвиг

1821 – 1894 гг.

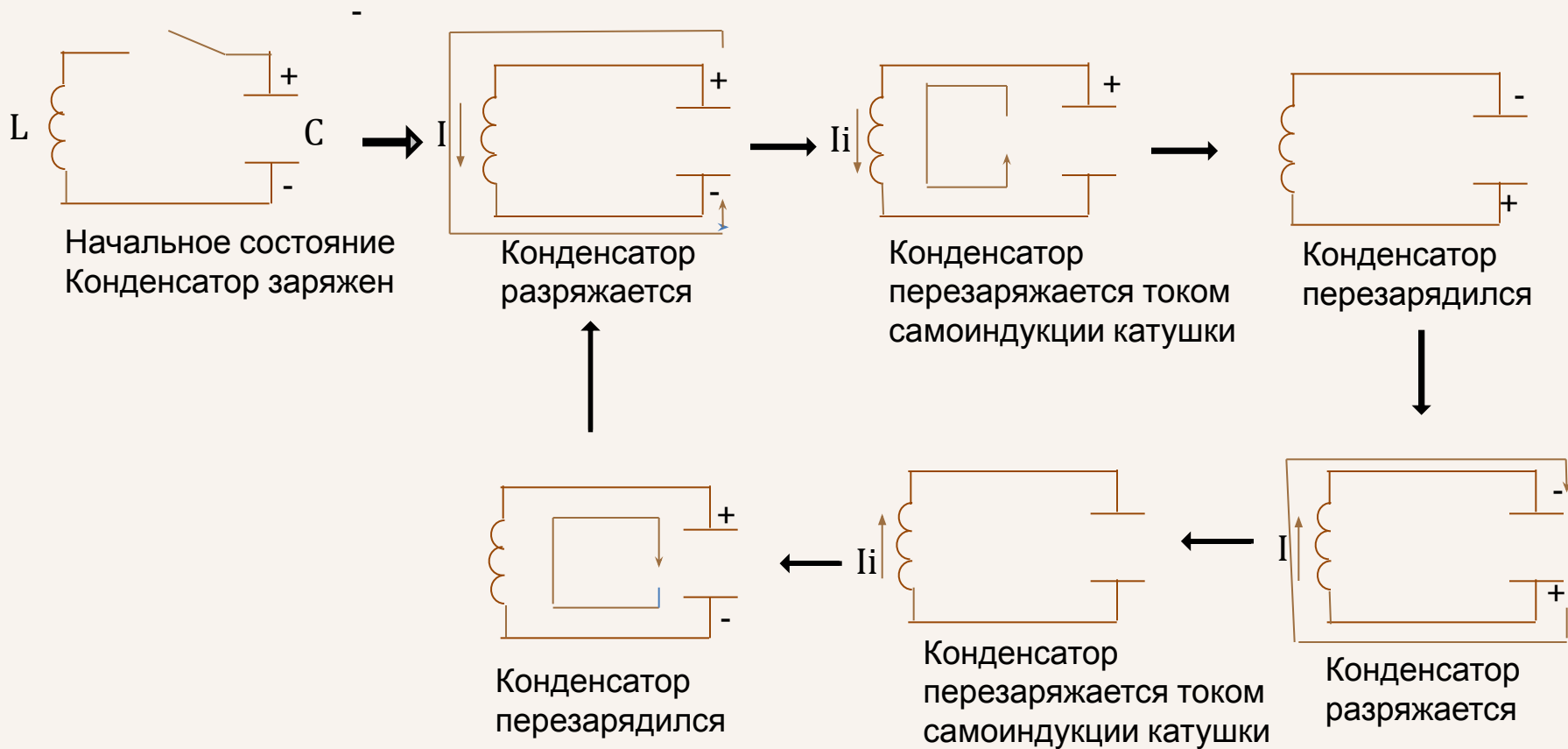
Конденсато

ρ



Конденсато

ρ

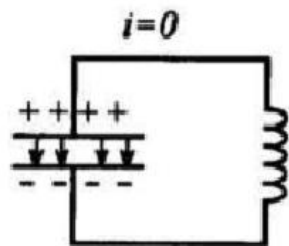


ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ

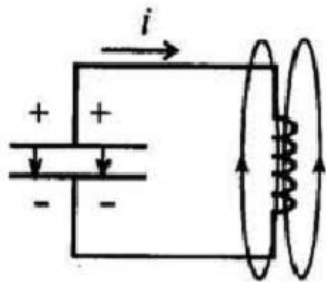
Свободные электромагнитные колебания происходят в колебательном контуре.

Период $T = 2\pi\sqrt{LC}$ (формула Томсона)

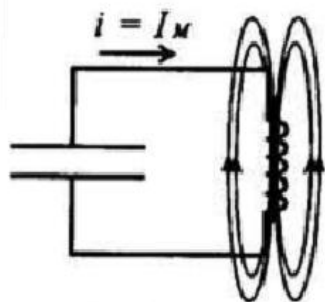
При замыкании обкладок заряженного конденсатора через катушку в цепи возникает ток.



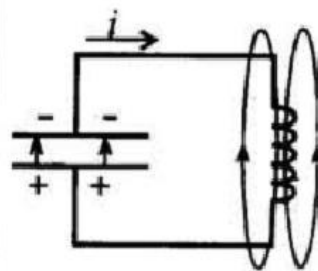
Вследствие явления самоиндукции сила тока нарастает постепенно.



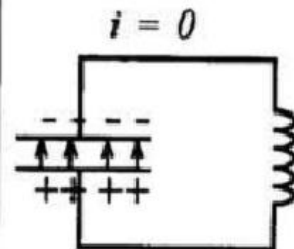
К моменту полной разрядки конденсатора сила тока достигает максимальной величины.

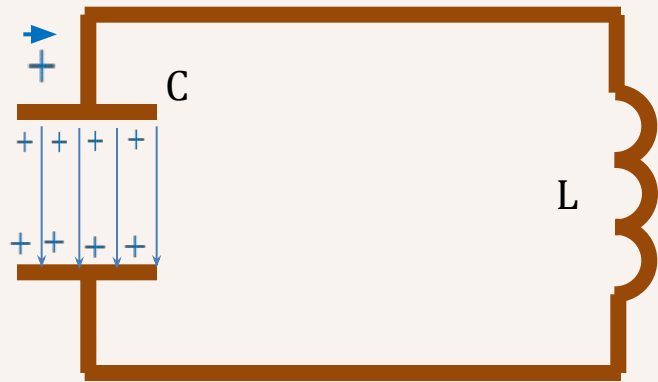


После этого сила тока начинает постепенно убывать, однако ток продолжает идти в ту же сторону, перезаряжая конденсатор.

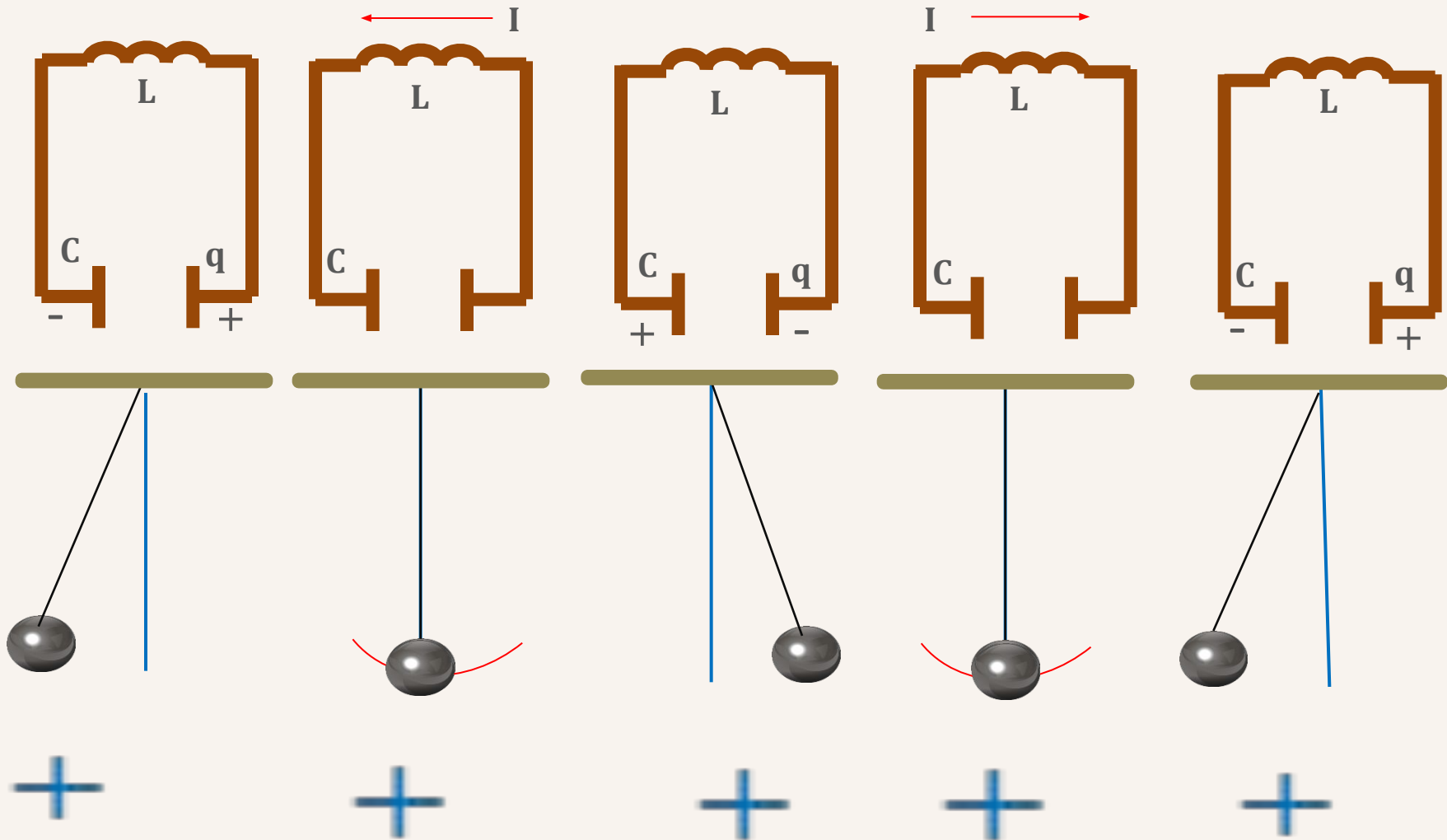


Состояние колебательного контура через половину периода.



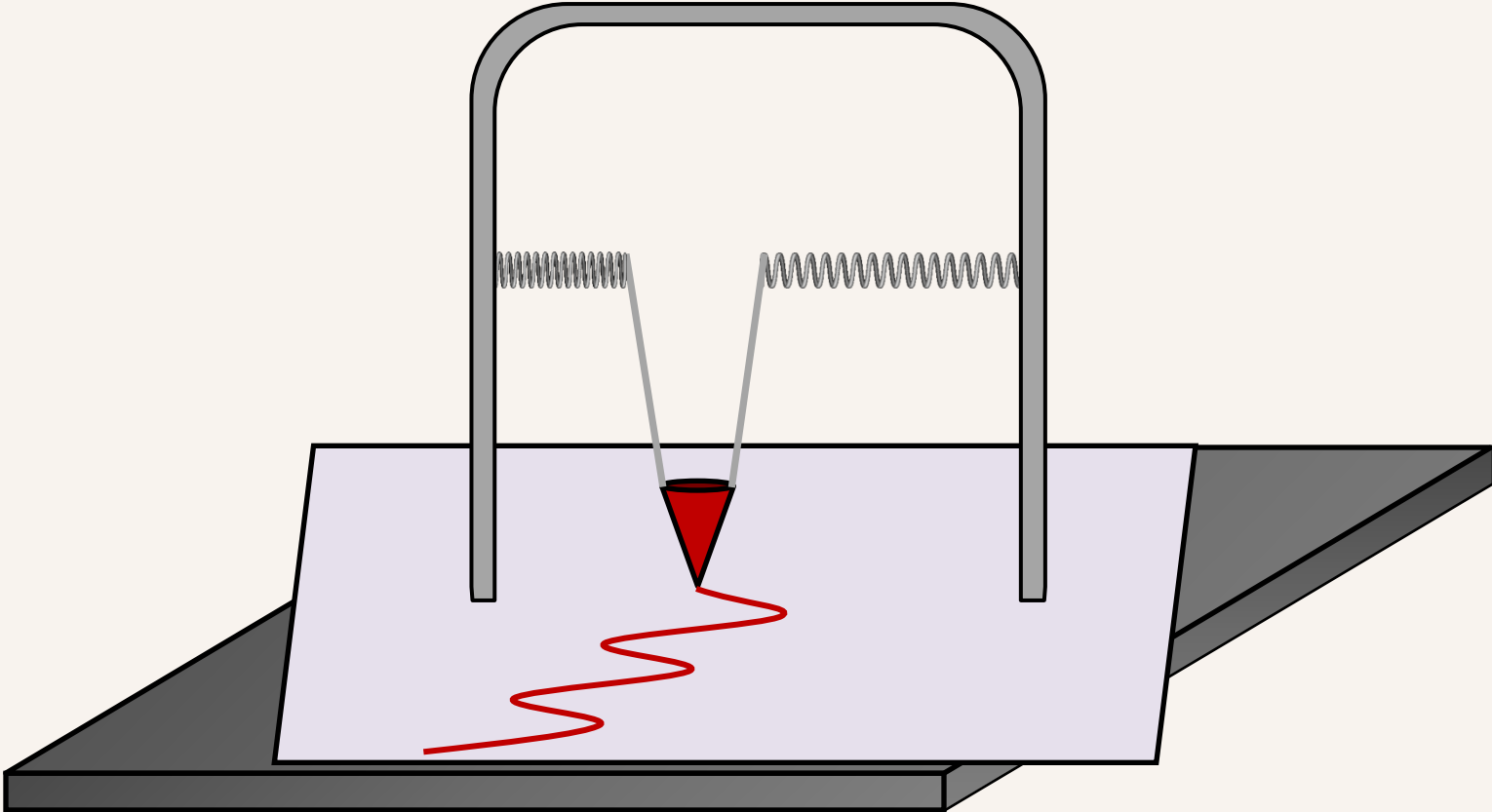


Система, в которой могут осуществляться свободные электромагнитные колебания, называется **колебательным контуром**.

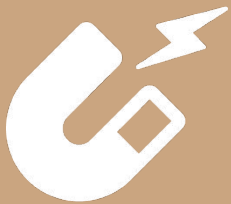


Осциллограф – прибор, который позволяет обнаружить наличие колебаний.



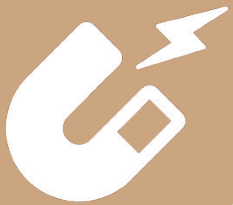
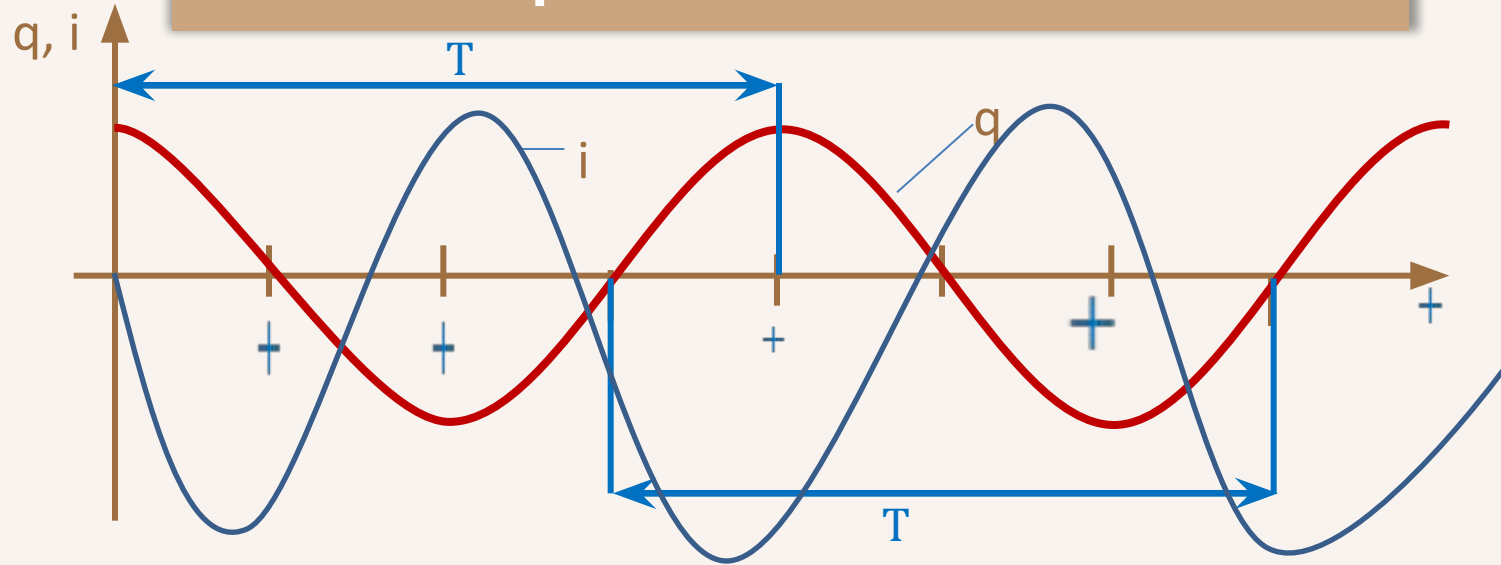


Свободные колебания

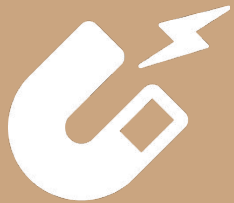
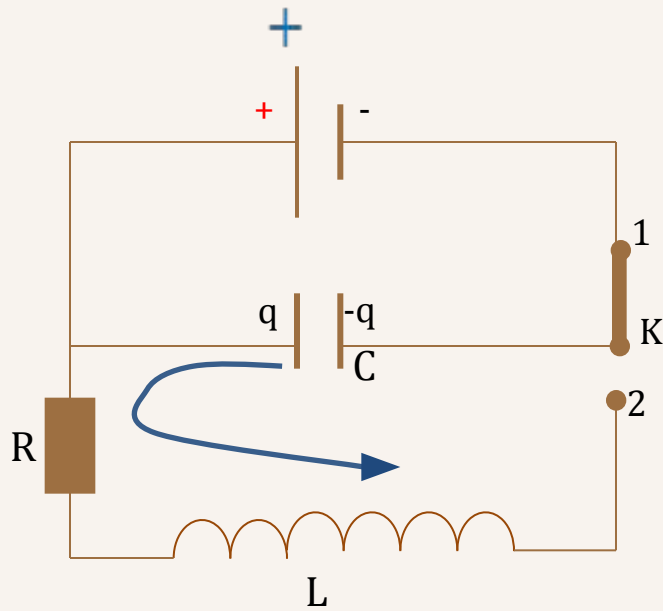


Свободными колебаниями называются колебания, которые возникают в системе, выведенной из состояния равновесия, только за счёт внутренних сил.

Электромагнитные колебания



Электромагнитные колебания – это периодические изменения со временем электрических и магнитных величин (заряда, силы тока, напряжения, напряжённости, магнитной индукции и др.) в электрической цепи.

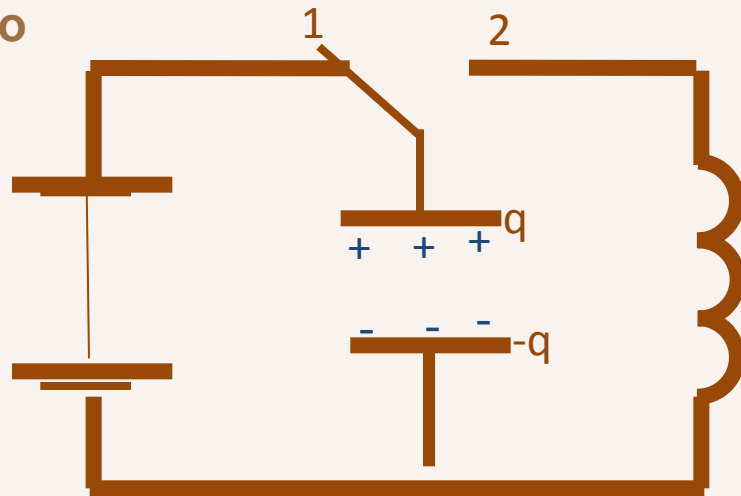


Вынужденные электромагнитные колебания – это колебания, которые возникают в цепи под действием внешней периодической электродвижущей силы.



– энергия электрического
поля конденсатора

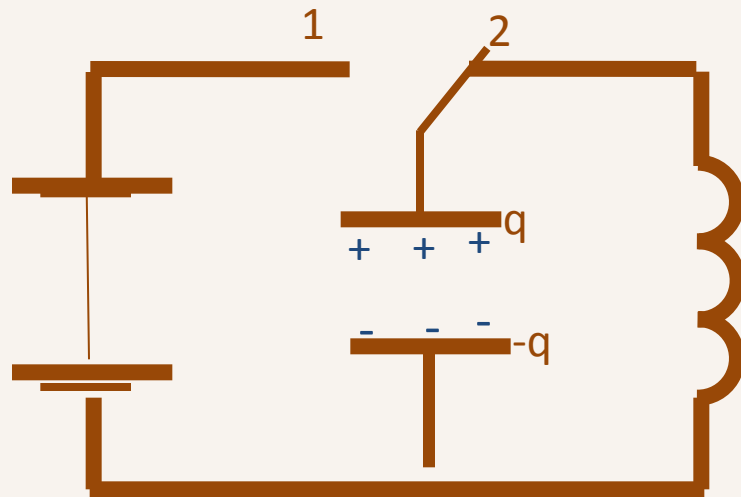
где q – заряд конденсатора;
 C – его электроёмкость.





– энергия магнитного поля
катушки

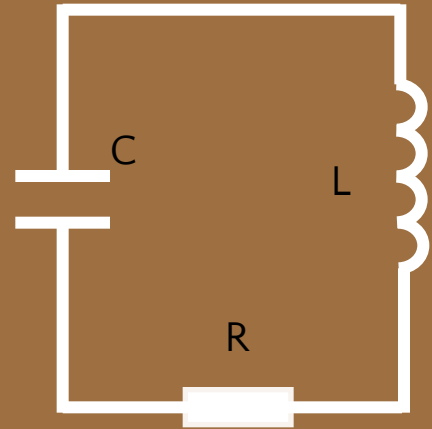
где I – сила переменного тока;
 L – индуктивность катушки.



Полная энергия электромагнитного поля контура



В момент, когда конденсатор полностью разрядится, энергия электрического поля станет равной нулю. Энергия же магнитного поля тока, согласно закону сохранения энергии, будет максимальной. В этот момент сила тока также достигнет максимального значения.



В колебательном контуре энергия электрического поля заряженного конденсатора периодически превращается в энергию магнитного поля тока.



СВОБОДНЫЕ КОЛЕБАНИЯ

МЕХАНИЧЕСКИЕ

Совершаются

- математическим маятником
- пружинным маятником

Изменяются периодически:

- координата
- скорость
- потенциальная энергия
- кинетическая энергия

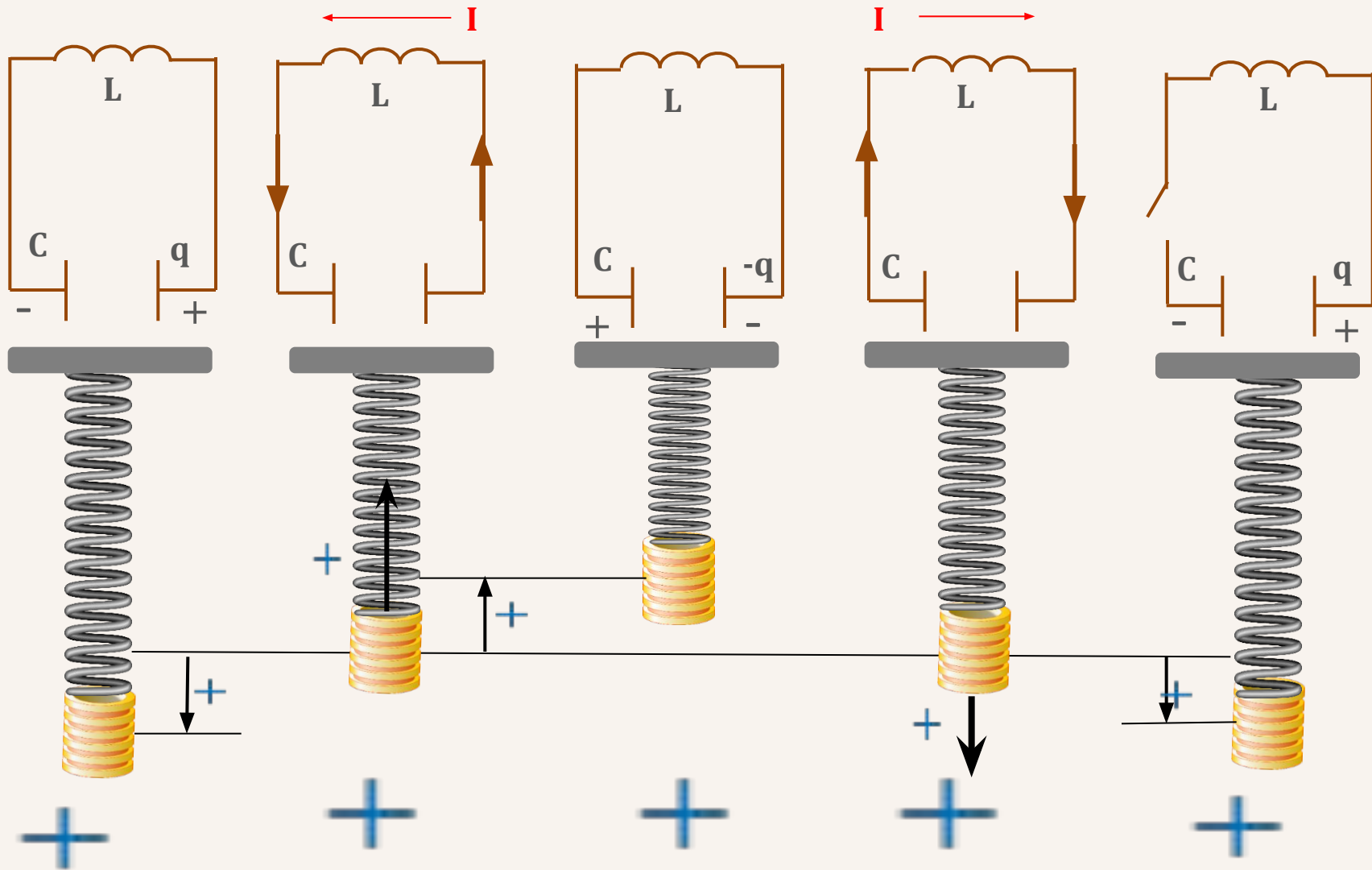
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ

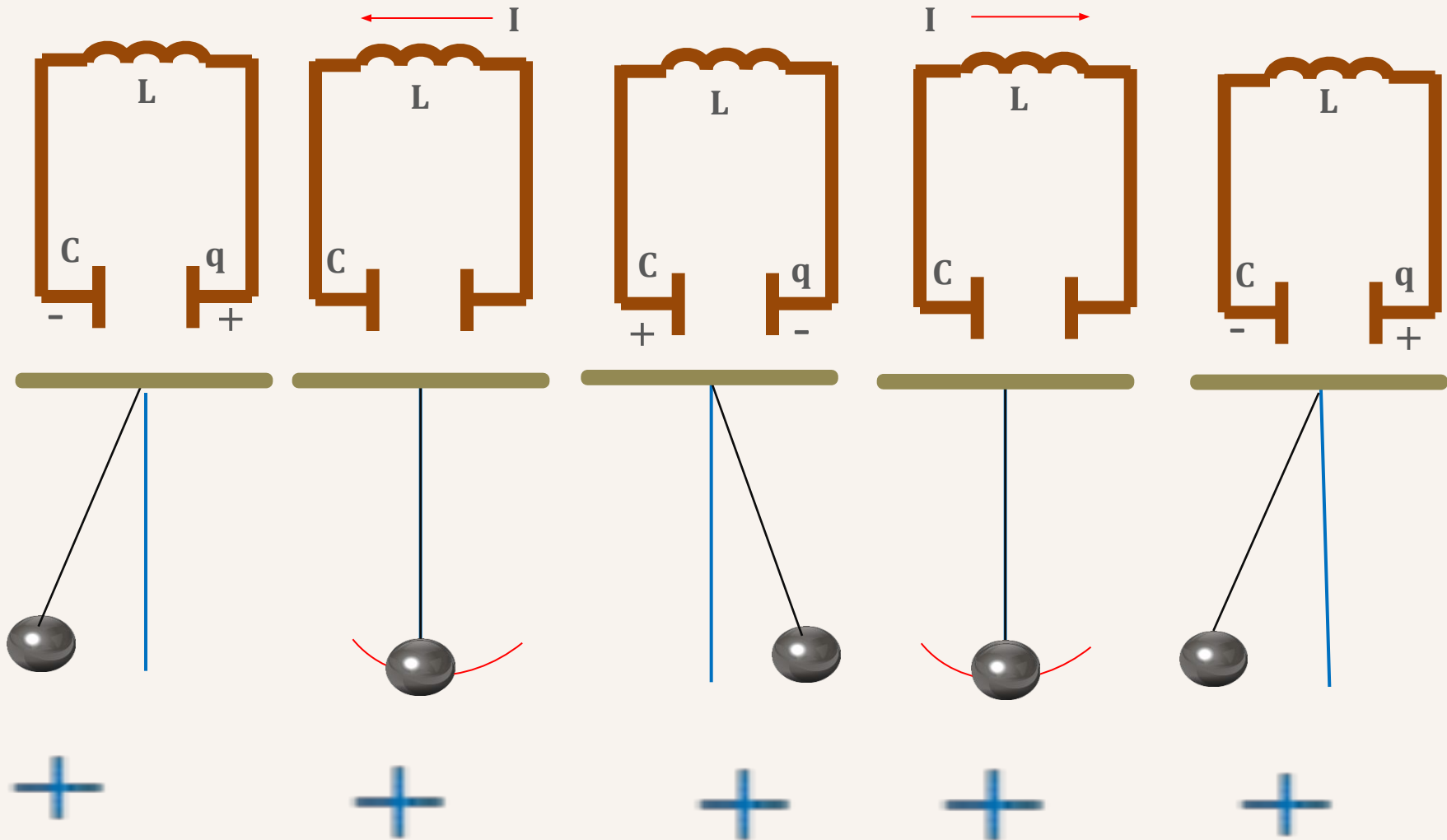
Совершаются

- в колебательном контуре

Изменяются периодически:

- заряд
- сила тока
- энергия электрического поля
- энергия магнитного поля





Сравнительная таблица механических и электромагнитных колебаний

	Механические колебания	Электромагнитные колебания
Параметры колебательной системы	Масса груза m Жёсткость пружины k	Индуктивность катушки L Величина, обратная ёмкости $\frac{1}{C}$
Энергия	Кинетическая энергия груза $E_k = \frac{mv^2}{2}$ Потенциальная энергия пружины $E_{\pi} = \frac{kx^2}{2}$	Энергия магнитного поля катушки $W_m = \frac{LI^2}{2}$ Энергия электрического поля конденсатора $W_e = \frac{1}{LC}$
Циклическая частота	$\omega^2 = \frac{k}{m}$	$\omega^2 = \frac{1}{LC}$
Величина, характеризующая отклонение	Координата $x = x_0 \cos \omega t$	Заряд $q = q_0 \cos \omega t$
Величины, характеризующие скорость изменения состояния колебательной системы	$v = v_0 \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$ $a = a_0 \cos(\omega t + \pi)$	$I = I_0 \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$ $U = U_0 \cos(\omega t + \pi)$

Электрические величины		Механические величины	
Заряд конденсатора	$q(t)$	Координата	$x(t)$
Ток в цепи	$I = \frac{dq}{dt}$	Скорость	$v = \frac{dx}{dt}$
Индуктивность	L	Масса	m
Величина, обратная электроёмкости	$\frac{1}{C}$	Жёсткость	k
Напряжение на конденсаторе	$+$	Упругая сила	kx
Энергия электрического поля конденсатора	$\frac{q^2}{2C}$	Потенциальная энергия пружины	$\frac{kx^2}{2}$
Магнитная энергия катушки	$\frac{LI^2}{2}$	Кинетическая энергия	$\frac{mv^2}{2}$
Магнитный поток	LI	Импульс	mv

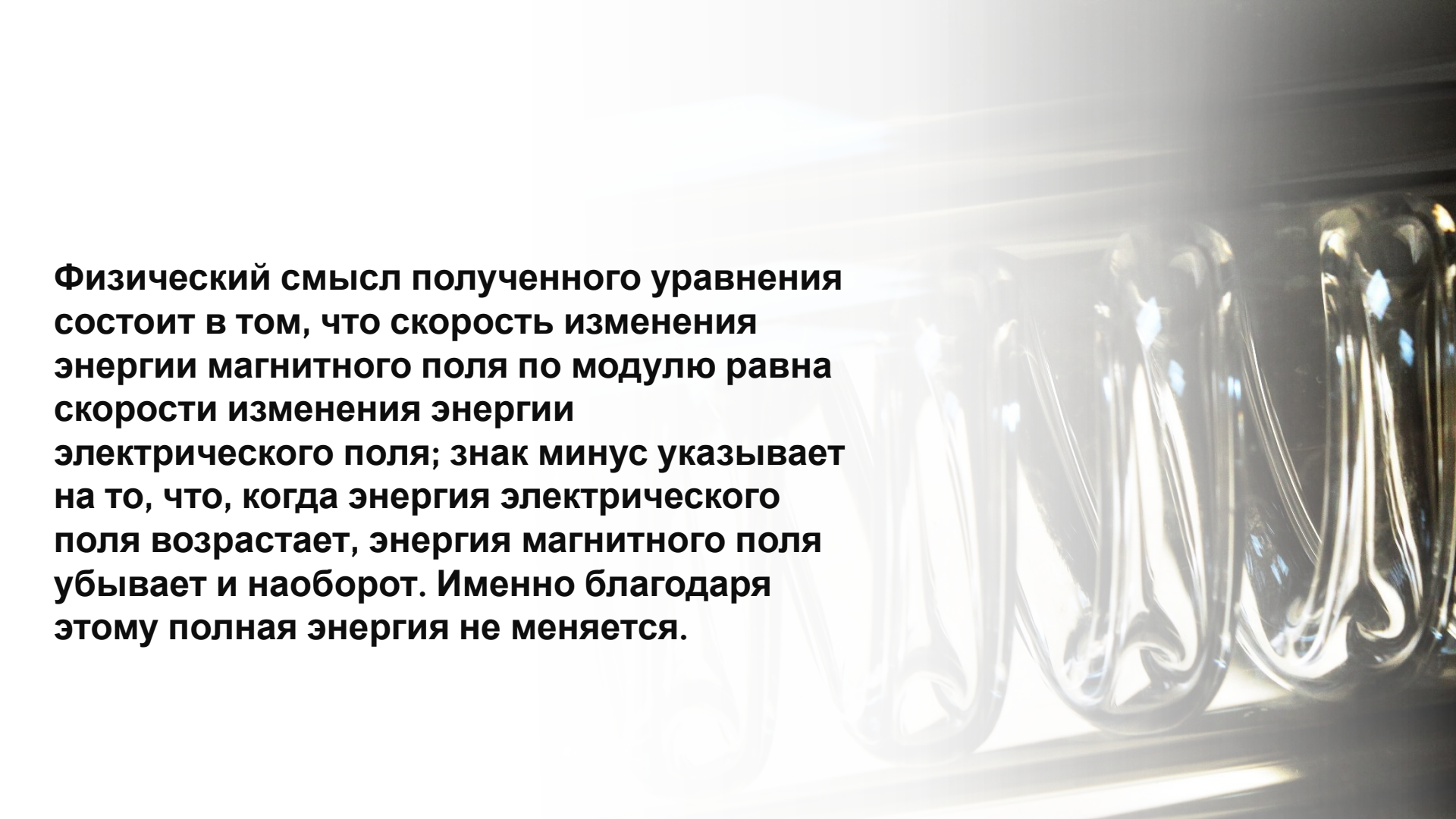
Уравнение, описывающее свободные электрические колебания в

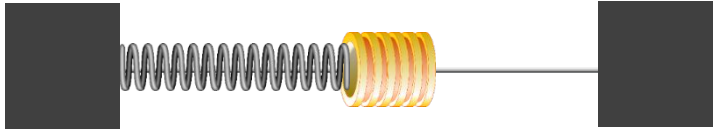


Уравнение, описывающее свободные

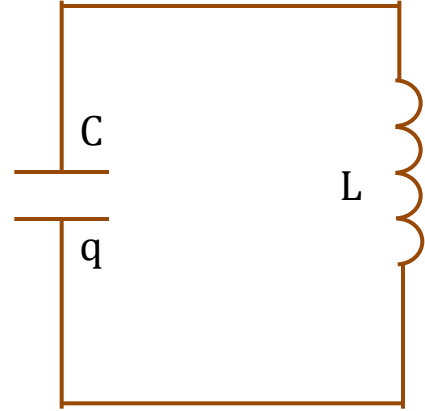


Физический смысл полученного уравнения состоит в том, что скорость изменения энергии магнитного поля по модулю равна скорости изменения энергии электрического поля; знак минус указывает на то, что, когда энергия электрического поля возрастает, энергия магнитного поля убывает и наоборот. Именно благодаря этому полная энергия не меняется.





+



+



– циклическая частота
пружинного маятника



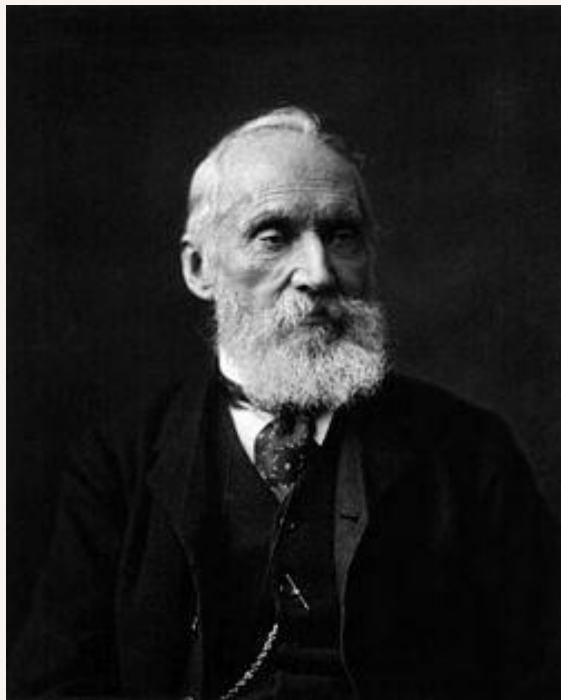
– циклическая частота свободных
электрических колебаний

Период колебаний груза на пружине:



Период свободных колебаний в
электромагнитном контуре:





У. Томсон (Кельвин)

1824 - 1907 гг.

Формула Томсона:



Уравнение изменения заряда конденсатора со временем



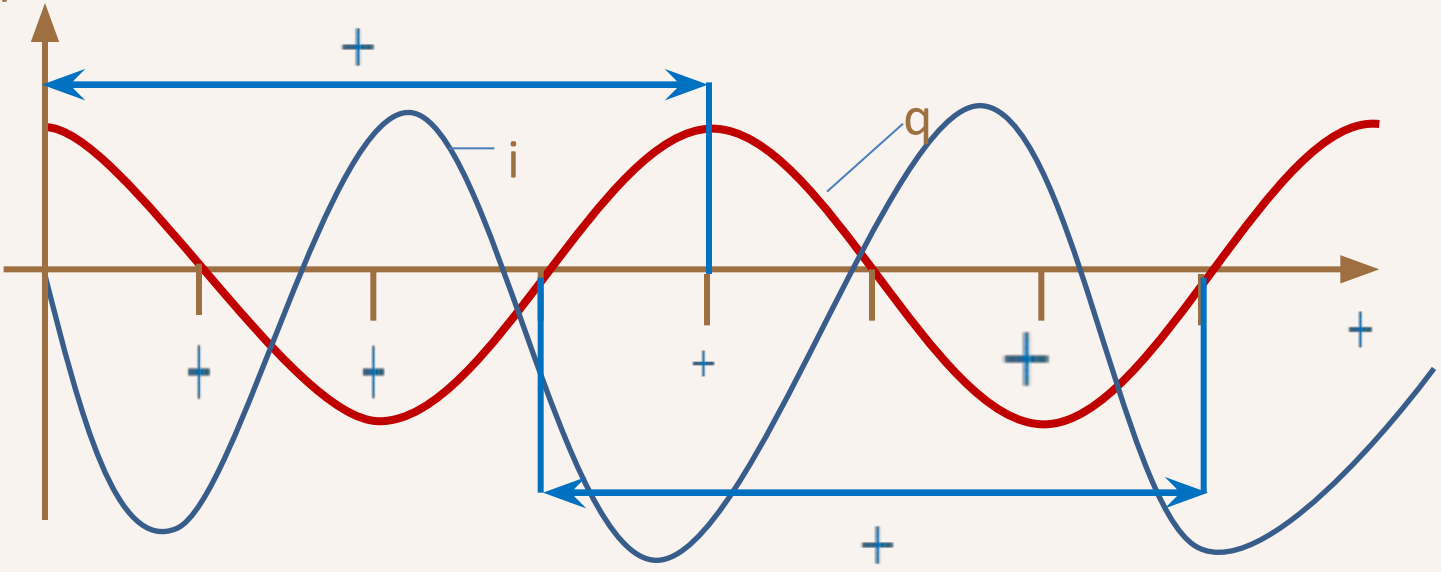
Уравнение изменения заряда конденсатора со временем



Сила тока совершает гармонические колебания



q, i



Задача. Колебательный контур состоит из катушки индуктивности и конденсатора. Индуктивность катушки уменьшили от 32 мГн до 4 мГн. Как и во сколько раз изменится в результате этого период электромагнитных колебаний в контуре?

Дано

:



Решени

е:



ОТВЕТ: в 4 раза увеличится период колебаний, соответственно в 4 раза уменьшится частота колебаний .



Дано

:



Решени

е:



Найти: Какую информацию о колебаниях заряда в контуре можно получить из этого уравнения?