

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ МАЯТНИКОВ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ.

Автор: Григоров Роман Алексеевич.

Научный руководитель: Горелик Иван Юрьевич.

“От атома до галактики – 2018”

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Нашей главной целью является приобрести навыки в методах работы с колебательными системами, знать, что такое резонанс, как его получить и как его избежать, если он опасен. Мы сравниваем механические и электромагнитные колебания, находим подобия, пытаемся довести до автоматизма наше понимание колебательных явлений.

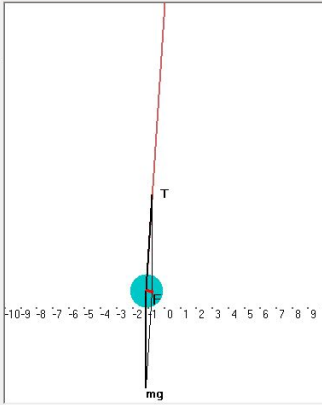
КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Form1

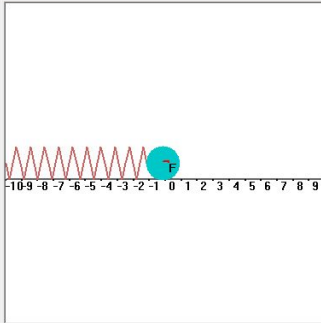
Start

Stop

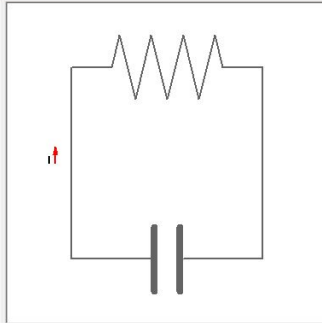
Амплитуда
5



Математический маятник



Пружинный маятник



колебательный контур

Активация Windows
Чтобы активировать Windows, перейдите в раздел "Параметры".



Механические колебания

Механические колебания – это движения, которые точно или приблизительно повторяются через определённые интервалы времени.

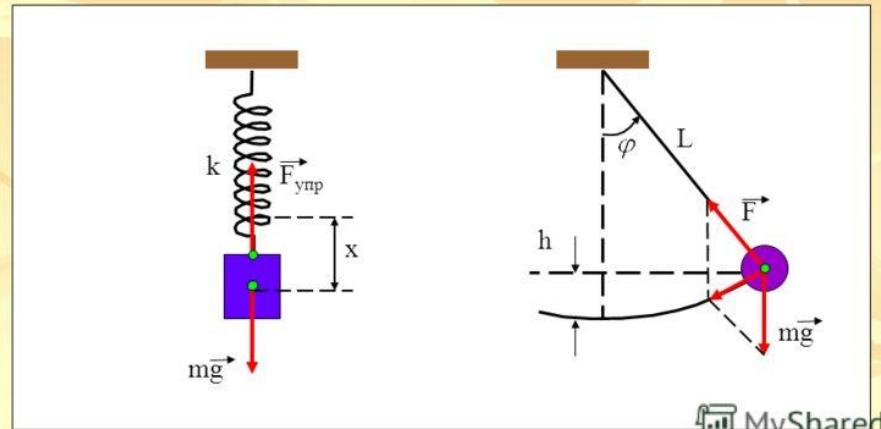
Различают следующие виды механических колебаний:

Свободные или собственные.

Вынужденные

Механические колебания

Примерами простых механических колебательных систем могут служить груз на пружине или математический маятник.



Пружинный маятник

Пружинный маятник представляет собой материальную точку массой m , прикрепленную к абсолютно упругой невесомой пружине с жесткостью k

Горизонтальный пружинный маятник. При смещении груза m из положения 0 равновесия на величину x на него действует в горизонтальном направлении возвращающая упругая сила:

$F = -kx$ (закон Гука).



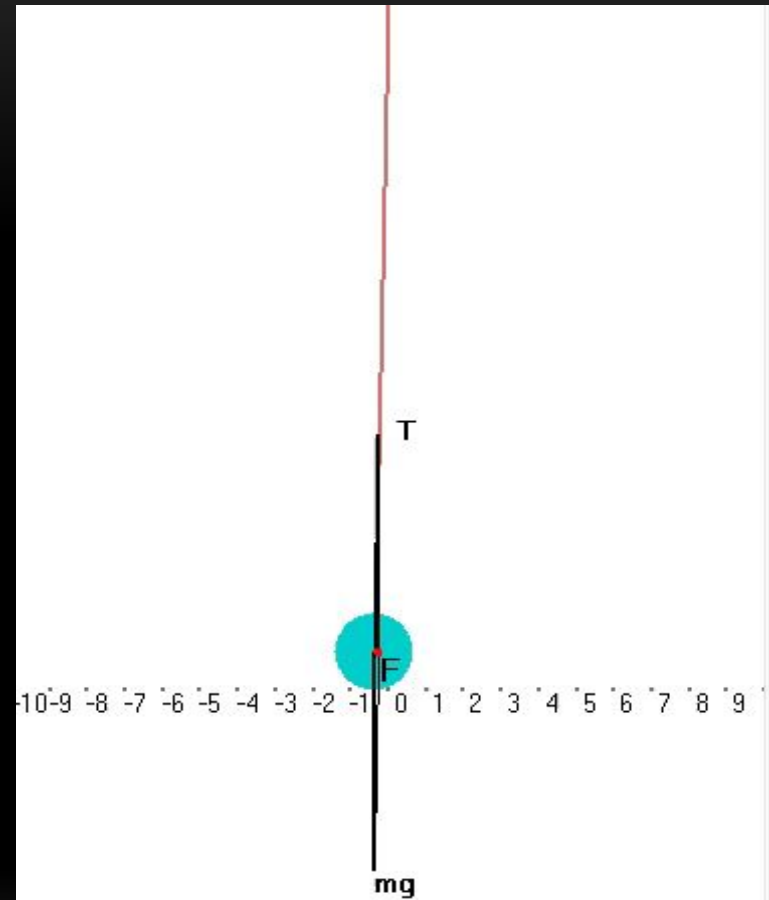
Математический маятник

Математический маятник представляет собой идеализированную систему в виде материальной точки, подвешенной на невесомой нерастяжимой нити длиной , которая совершает малые колебания под действием силы тяжести

Колебания такого маятника при малых углах отклонения α можно считать гармоническими, и циклическая частота математического маятника:

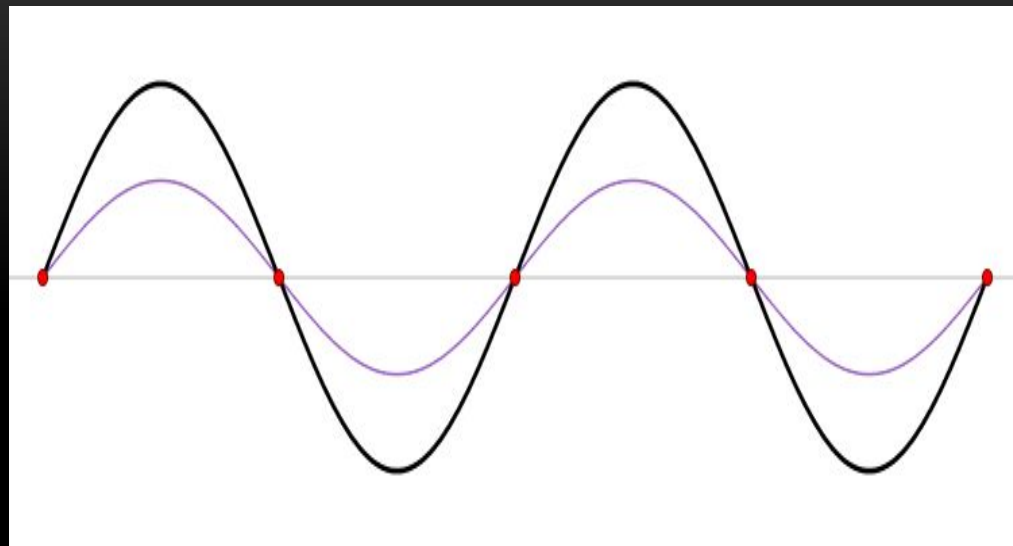
$$\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{l}}$$

Период: $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$



Гармонические колебание

Это периодическое колебание, при котором координата, скорость, ускорение, характеризующие движение, изменяются по закону синуса или косинуса. Уравнение гармонического колебания устанавливает зависимость координаты тела от времени



$$x = A \cos(\omega t + \varphi_0)$$

$$x = A \sin(\omega t + \varphi_0)$$

x — координата колеблющегося тела

A (x_0) — амплитуда колебания

ω — циклическая частота

t — время

φ_0 — начальная фаза

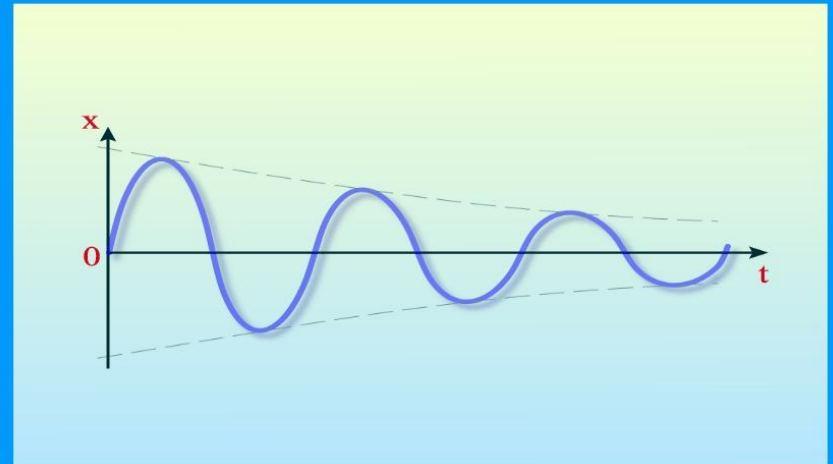
$$[x] = 1\text{ м} \quad [A] = 1\text{ м} \quad [\omega] = 1 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

$$[t] = 1\text{ с} \quad [\varphi] = 1\text{ рад}$$

Затухающие колебания

Колебания при наличии сил сопротивления являются затухающими

График затухающих колебаний

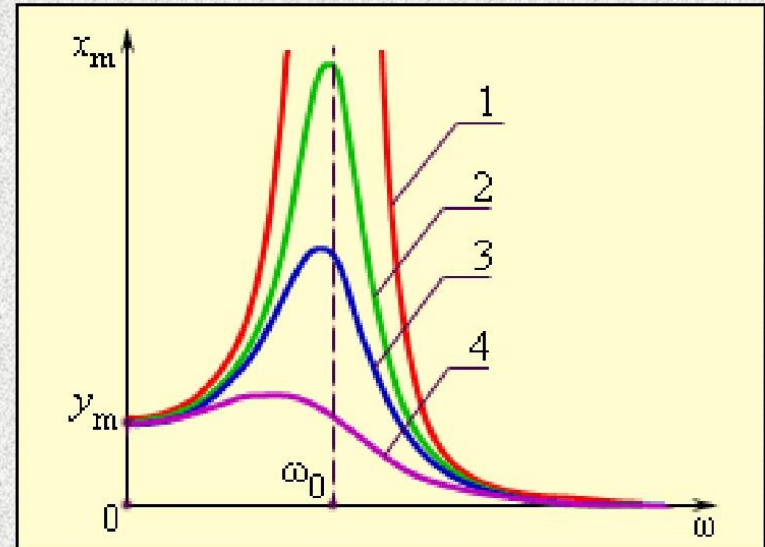


Резонанс

Резкое возрастание амплитуды вынужденных колебаний при совпадении частоты изменения внешней силы, действующей на систему, с частотой её свободных колебаний называется резонансом.

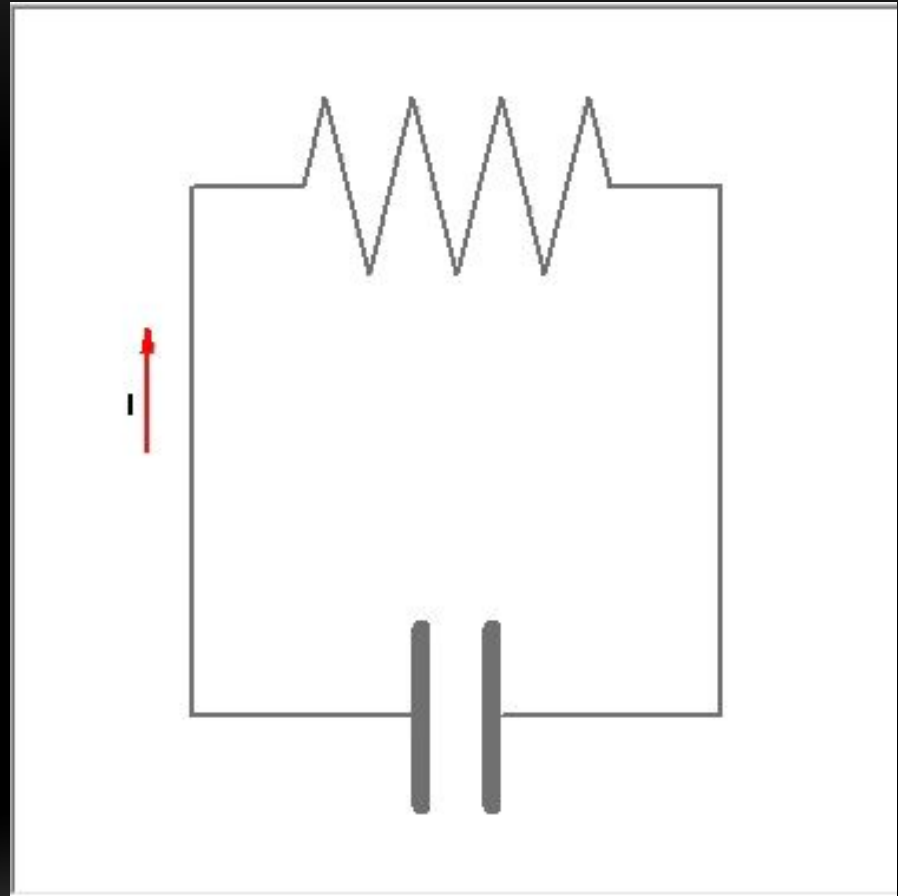
Резонансные кривые

- Резонансные кривые при различных уровнях затухания



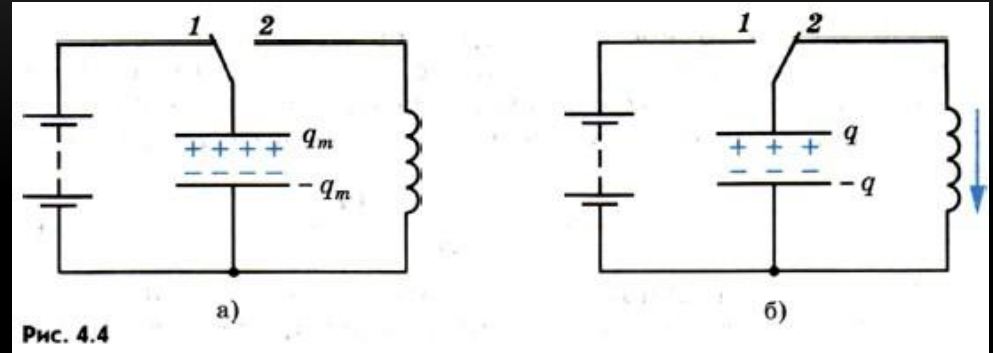
колебательный контур

Простейшая система, в которой могут происходить свободные электромагнитные колебания, состоит из конденсатора и катушки, соединенной с его обкладками, и называется колебательным контуром.



Свободные электромагнитные колебания, превращение энергии при электромагнитных колебаниях

Зарядим конденсатор, присоединив его на некоторое время к батарее. При этом конденсатор получит энергию и между обкладками конденсатора возникнет разность потенциалов. Переведём переключатель в положение 2. Конденсатор начнёт разряжаться, и в цепи появится электрический ток. Благодаря явлению самоиндукции сила тока не сразу достигнет максимального значения, а увеличивается постепенно. По мере разрядки конденсатора энергия электрического поля уменьшается, но одновременно возрастает энергия магнитного поля тока. 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.



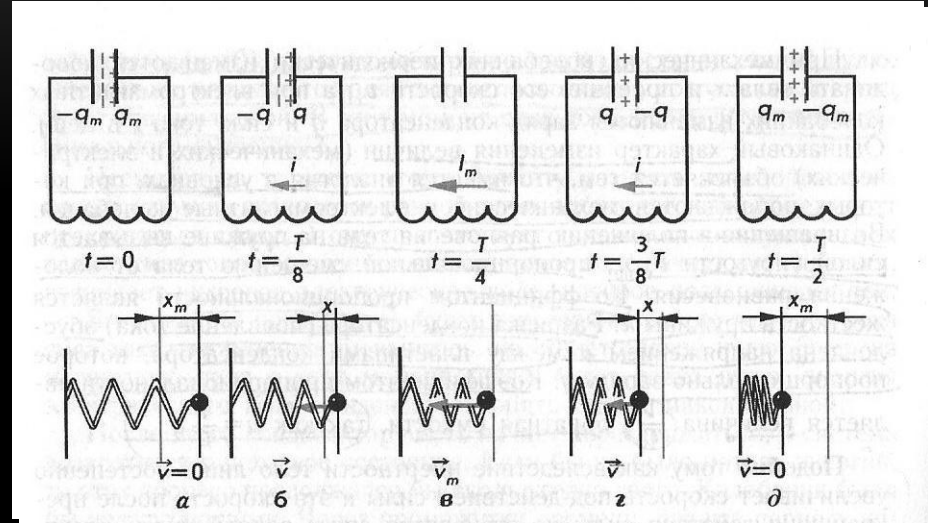
Аналогия между механическими и электромагнитными колебаниями

Электромагнитные колебания в контуре имеют сходство со свободными механическими колебаниями, например с колебаниями тела, закреплённого на пружине. Хотя причины, вызывающие колебания, имеют разную физическую природу, характер периодического изменения различных величин одинаков.

При механических колебаниях периодически изменяются координаты тела x и проекция его скорости v_x , а при электромагнитных колебаниях изменяются заряд q конденсатора и сила тока I в цепи.

Возвращение к положению равновесия тела на пружине вызывается силой упругости F , пропорциональной смещению тела от положения равновесия. Коэффициентом пропорциональности является жёсткость пружины k .

Разрядка конденсатора (появление тока) обусловлена напряжением и между пластинами конденсатора, которое пропорционально заряду q . Коэффициентом пропорциональности является величина $1/C$, обратная ёмкости, так как $u = 1/c \cdot q$



АНАЛОГИЯ МЕЖДУ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ И МЕХАНИЧЕСКИМИ ВЕЛИЧИНАМИ

Электрические величины		Механические величины	
Заряд конденсатора	$q(t)$	Координата	$x(t)$
Ток в цепи	$J = \frac{dq}{dt}$	Скорость	$v = \frac{dx}{dt}$
Индуктивность	L	Масса	m
Величина, обратная электроемкости	$\frac{1}{C}$	Жесткость	k
Напряжение на конденсаторе	$U = \frac{q}{C}$	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

Гармонические колебания электрона

