1. Доказать формулу

Здесь круговая частота резонанса , ширина амплитудной резонансной кривой, – добротность.

Докажем обратную формулу:

По определению добротность колебательной системы – это отношение энергии, запасенной системой, к потере энергии за время изменения фазы на 1 радиан.

Покажем связь с характеристиками колебаний

Координата колеблющегося тела в случае затухающих колебаний:

- время увеличения фазы на 1 радиан

Пусть затухание мало:

Тогда заменим на

Докажем, что ширина амплитудной резонансной кривой приблизительно равна удвоенному коэффициенту затухания колебательного контура :

Формула для амплитуды напряжения на конденсаторе , выраженная через собственную частоту контура и коэффициент затухания :

Предположим, что величина коэффициента затухания последовательного колебательного контура мала: . Тогда частота , при которой функция достигает наибольшего значения, приблизительно равна собственной частоте контура : .

Подставим

— это диапазон частот колебаний внешнего напряжения , границам которого соответствуют значения напряжения в раз меньше резонансного, т. е. ширина амплитудной резонансной кривой на такой ее высоте, где значения функции в раз меньше ее максимального значения .

Частота , при которой амплитуда напряжения в раз меньше максимального резонансного значения, должна удовлетворять условию

Используем формулу при условии, что

Сделаем предположение о том, что резонансная кривая является достаточно узкой. Это означает, что:

Тогда

Т. к. близки друг к другу, то:

Т. к.

Тогда

Источники:

<https://www.youtube.com/watch?v=tNJDjGcEgVs>

Леденев А.Н. - Физика. Кн. 4. Колебания и волны. Оптика-ФМЛ (2005) (<https://studfile.net/preview/12632504/page:5/#7>) стр 26-29

2. Что называют собственными частотами в связанных колебательных системах? Как найти собственные частоты двух одинаковых маятников, связанных между собой пружиной. Приведите примеры связанных колебаний.

Собственные частоты в связанных колебательных системах – это частоты собственных колебаний. Собственные колебания системы – это набор характерных для колебательной системы типов гармонических колебаний, происходящих за счёт начального запаса энергии. Колебание физической системы можно представить в виде суперпозиции различных нормальных колебаний.

Система двух одинаковых связанных пружиной маятников

Изображение выглядит как линия, диаграмма

Автоматически созданное описание

Чтобы найти их собственные частоты, нужно решить следующую систему уравнений

При малом отклонении

При малом отклонении

Здесь

Сложим уравнения:

Вычтем из второго первое:

Перейдем к координатам и

Тогда нормальные частоты равны:

В зависимости от типа колебаний (синфазные, противофазные, общий случай) собственные частоты маятников будут равны либо первой моде:

либо второй моде:

либо их полусумме:

Источники:

<https://study.physics.itmo.ru/mod/resource/view.php?id=5669> стр 7-16

<https://vital.lib.tsu.ru/vital/access/services/Download/vtls:000469545/SOURCE1> стр 8-11

3. -схема, показанная на рисунке, называется фильтром высоких частот, поскольку она пропускает высокочастотные сигналы переменного тока с меньшим затуханием, чем низкочастотные сигналы.

Изображение выглядит как диаграмма, линия, зарисовка, белый

Автоматически созданное описание

(a) Покажите, что коэффициент передачи по напряжению равен

Закон Ома:

Полное сопротивление:

не учитываем

Реактивное сопротивление:

Источники: <https://studfile.net/preview/7510994/>

<https://ru.wikipedia.org/wiki/Реактивное_сопротивление>

(b) Коэффициент усиления при и

(c) При и постройте график зависимости log(A) от log(f) в подходящих масштабах, чтобы показать поведение схемы на высоких и низких частотах

Можно заметить, что на больших частотах логарифм коэффициента усиления стремится к 0, т. к. сам коэффициент стремится к единице. При низких частотах коэффициент стремится к 0, поэтому логарифм стремится к (т.к. основание логарифма взяла =2)