Дисциплина «Физика, математика»

Основные лекторы

1 поток: Тишков Артем Валерьевич, к.ф.-м.н., доцент

2 поток: Кулинкин Борис Сергевич, к.ф.-м.н., доцент

2019

Разделы дисциплины

- Элементы высшей математики
- Механика
- Акустика
- Гидродинамика, реология
- Термодинамика
- Токи НЧ, ВЧ, их воздействие на живую ткань
- Импеданс биологических тканей. Электробезопасность.
- Оптика.
- Ионизирующее излучение и дозиметрия.

Объем дисциплины

Лекции: 24 часа (12 лекций)

Практические занятия: 48 часов (12 занятий по 4 часа, с необходимыми перерывами между парами)

Среди этих 12 занятий:

Контрольные работы: 6

Лабораторные работы: 10 (две спаренные – по вязкости и по взаимодействию света с веществом)

Балльно-рейтинговая система (БРС) (1/2)

Темы	Виды деятельности	Min	Max
Обр. измерений, математика	КР №1	6	10
Колебания	КР №2	4	6
Вязкость	Две ЛР	4	6
Теплопродукция	ЛР	2	3
Модуль Юнга	ЛР	3	5
Звук	ЛР	2	3
Техника безопасности, импеданс	ЛР	2	3
УВЧ, импульсные токи, ЭКГ	ЛР	2	3
Биомеханика, акустика, реология	КР №3	6	10
Действие ЭМП	КР №4	6	10

Балльно-рейтинговая система (БРС) (2/2)

Темы	Виды деятельности	Min	Max
Лазер	ЛР	2	3
Микроскоп	ЛР	2	3
Микроскоп	КР №5	6	10
Поляриметр, рефрактометр	ЛР	4	6
Взаимодействие света с веществом	КР №6	6	10
Рентген	ЛР	2	3
Ионизирующее излучение, основы дозиметрии	Пров. работа или реферат на усмотрение преподавателя	2	6
ИТОГО ЗА СЕМЕСТР		61	100

Взаимосвязь с курсом медицинской информатики

Один месяц (4 занятия по 4 часа) вы занимаетесь медицинской информатикой в компьютерных классах.

Какой именно месяц – зависит от «линейки».

Линейка – это последовательность занятий. Всего существует пять линеек.

Какая группа учится по какой линейке и составы линеек определены в расписании кафедры (обращайтесь ВК Артем Тишков – пришлю всем желающим)

Линейки и дисциплины

- 1 линейка – медицинская информатика в сентябре, физика – с октября
- 2 линейка – медицинская информатика с 7 октября, физика – сентябрь + ноябрь-декабрь
- 3 линейка – медицинская информатика в с 4 ноября, физика – сентябрь-октябрь + декабрь
- 4,5 линейка – медицинская информатика с 25 ноября физика – сентябрь-ноябрь

Литература и материалы

- Конспекты и слайды лекций
- Методички
  - 0791, 0801 (лабораторные работы ч1.2)
  - Некоторые понятия теории ошибок
  - Краткие основы медицинской электронной аппаратуры
  - 0742 Ионизирующее излучение
- Ремизов. Медицинская и биологическая физика
- Ремизов, Максина. Сборник задач по медицинской и биологической физике.

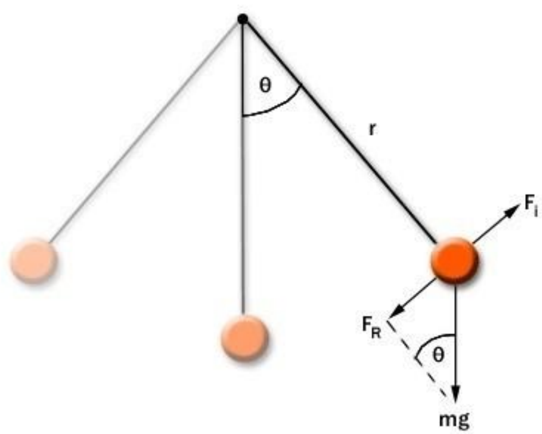
Дресс-код на занятиях

- Сменная обувь или бахилы
- Верхнюю одежду оставлять в гардеробе

- Халат – по требованию преподавателя

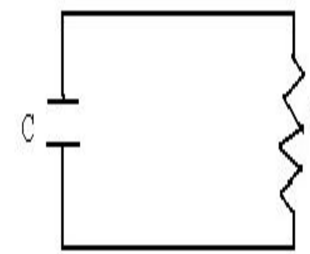
Тема 1. Колебания и волны

- При колебаниях характеристики системы отклоняются от положения равновесия



математический маятник

пружинный маятник



колебательный контур

Колебания

- Колебаниями называют такое движение или изменение состояния, которое характеризуется повторяемостью во времени значений физических величин, определяющих это движение или состояние.

- Колебательное движение называют периодическим, если значения физических величин, изменяющихся в процессе колебаний, повторяются через равные промежутки времени.

- Простейшим типом периодических колебаний являются гармонические колебания.

- Колебания какой-либо физической величины x называются гармоническими, если ее зависимость от времени t имеет вид:

$$\boxed{x(t) = A \cdot \cos(\omega_0 \cdot t + \varphi_0)}$$

или

$$\boxed{x(t) = A \cdot \sin(\omega_0 \cdot t + \varphi_1)}$$

Причем значения A, ω_0, φ_0 и φ_1 с течением времени не изменяются

Используемые обозначения

x – смещение от положения равновесия

t – время

A – амплитуда колебаний

T – период

$(\omega_0 t + \varphi_0)$ – фаза колебания, φ_0 - начальная фаза (при $t = 0$)

ω_0 – циклическая (круговая) частота гармонических колебаний

ν – частота, $\omega_0 = \pi \cdot \nu$

υ – скорость движения

a – ускорение

g – ускорение свободного падения

F – сила

E – энергия

Дифференциальное колебание гармонических колебаний

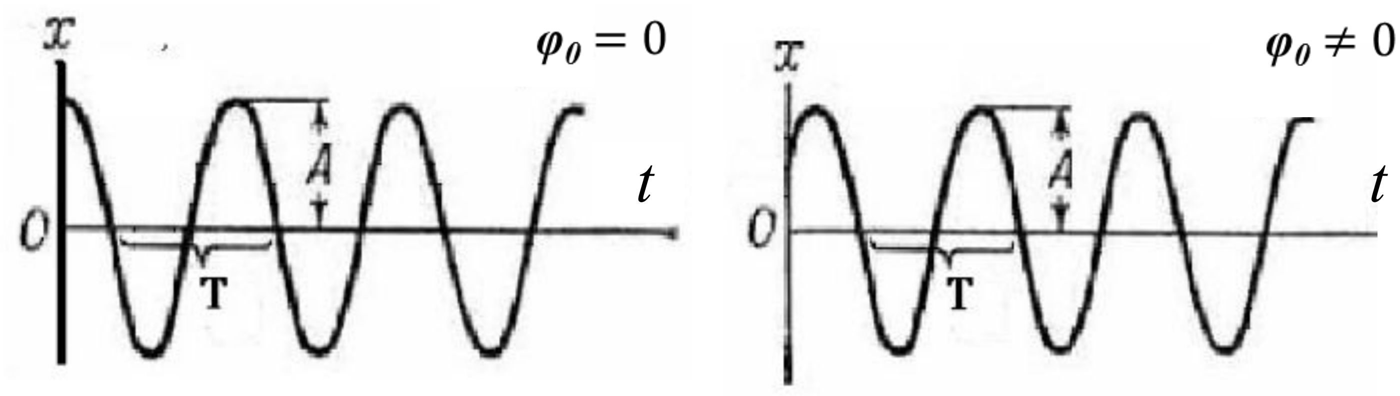
- Если величина x изменяется по закону гармонических колебаний, то она удовлетворяет уравнению гармонических колебаний

$$\boxed{\frac{d^2x}{dt^2}+\omega_0^2 x=0}$$

Решение дифференциального уравнения

$$x(t) = A \cdot \cos(\omega_0 \cdot t + \varphi_0)$$

φ_0 - начальная фаза (при $t = 0$)



Соотношение между смещением, скоростью и ускорением

первая и вторая производные величины $\boldsymbol{x}$ по времени совершают колебания с той же частотой , но с амплитудами $A\omega_0$ и $A\omega_0^2$ и со сдвигом по фазе на $\pi/2$ и π, соответственно

$$\upsilon(t) = \frac{dx}{dt} = -A\omega_0 \sin(\omega_0 t + \varphi_0) = -\upsilon_{\max} \sin(\omega_0 t + \varphi_0)$$

$$\upsilon(t) = \upsilon_{\max} \cos[\frac{\pi}{2} + (\omega_0 t + \varphi_0]$$

$$a(t) = \frac{d\upsilon}{dt} = -A\omega_0^2 \cos(\omega_0 t + \varphi_0) = -a_{\max} \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$$

$$a(t) = a_{\max} \cos[\pi + (\omega_0 t + \varphi_0]$$

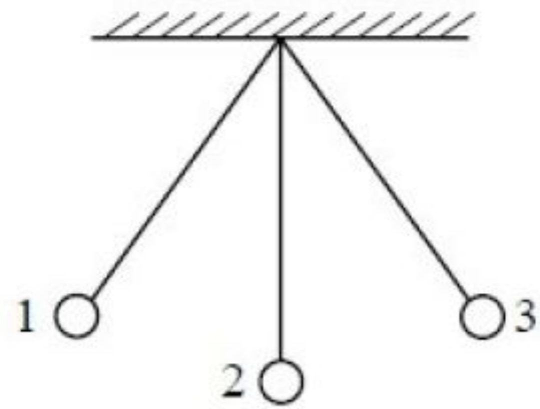
Равенство энергий вытекает из закона сохранения энергии: энергия ниоткуда не берется и не исчезает бесследно

1. $E_{потенциальная} = \boldsymbol{m \cdot g \cdot h}$

2. $E_{кинетическая} = \boldsymbol{m \cdot \upsilon^2/2}$

3. $E_{потенциальная} = \boldsymbol{m \cdot g \cdot h}$

$$E_1 = E_2 = E_3$$



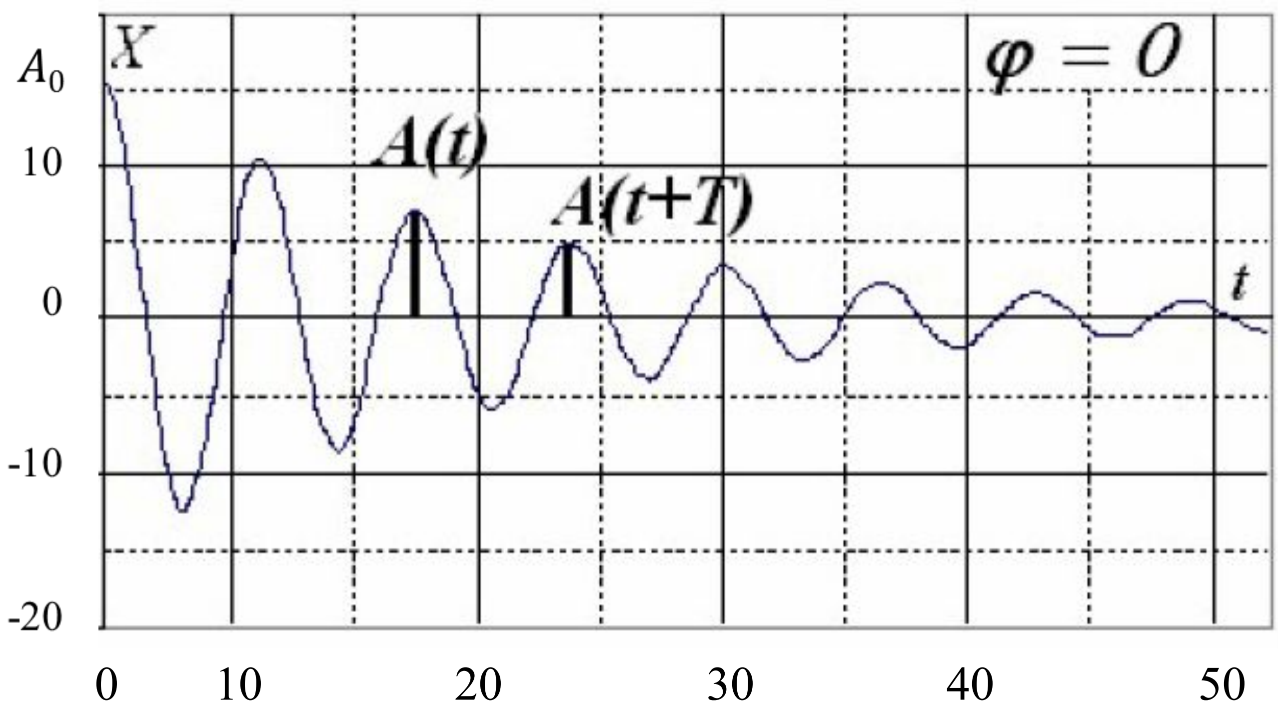
Энергия гармонических колебаний

$$E_{\text{пот}} = \frac{k \cdot x^2}{2} = \frac{m \cdot \omega_0^{\ 2} \cdot A^2}{2} \cdot \cos^2(\omega_0 \cdot t + \varphi_0)$$

$$E_{кин} = \frac{m \cdot \upsilon^2}{2} = \frac{m \cdot \omega_0^{\ 2} \cdot A^2}{2} \cdot \sin^2(\omega_0 \cdot t + \varphi_0)$$

$$E_{полн} = E_{кин} + E_{\text{пот}} = \text{const} = \frac{kA^2}{2} = \frac{m\omega_0^2 A^2}{2}$$

Затухающие колебания



Колебания какой-либо физической величины ***x*** называются затухающими, если ее зависимость от времени ***t*** имеет вид:

$$\boxed{x(t) = A_0 e^{-\beta t} \cos(\omega \cdot t + \varphi_0)}$$

ω - частота затухающих колебаний $\qquad \omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}$

Дифференциальное уравнение затухающих колебаний:

$$\boxed{\frac{d^2 x}{dt^2} + 2\beta \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = 0}$$

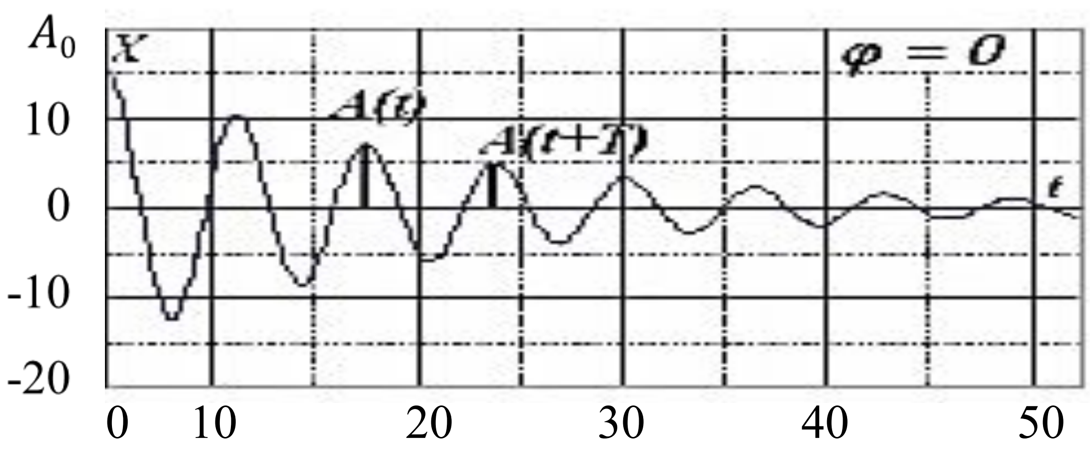
Характеристики затухающих колебаний

λ – логарифмический декремент затухания

β – коэффициент затухания

Место для формулы.

$$\lambda = \ln\frac{A(t)}{A(t+T)} = \ln\frac{A_0 \cdot e^{-\beta t}}{A_0 \cdot e^{-(\beta t+T)}} = \beta \cdot T$$



$$ma = m\frac{d^2x}{dt^2} = -kx - r\frac{dx}{dt}$$

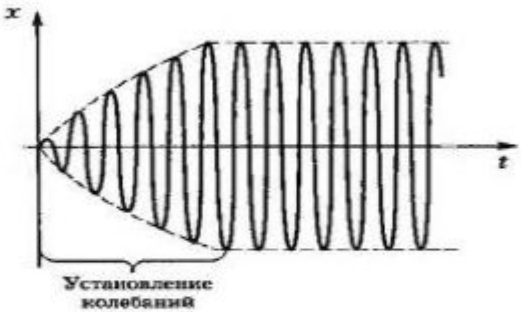
$$F_{тр} = -r\frac{dx}{dt} \qquad \beta = \frac{r}{2m};\ \omega_0^2 = \frac{k}{m}$$

$$\boxed{\frac{d^2x}{dt^2} + 2\beta\frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = 0}$$

решение дифференциального уравнения

$$\boxed{x(t) = A_0 e^{-\beta t}\cos(\omega \cdot t + \varphi_0)}$$

Вынужденные колебания возникают в осцилляторе под влиянием переменного **внешнего** воздействия



$$m \cdot \frac{d^2x}{dt^2} = -k \cdot x - r \cdot \frac{dx}{dt} + F_0 \cdot \cos(\omega \cdot t)$$

дифференциальное уравнение вынужденных колебаний

$$\boxed{\frac{d^2x}{dt^2} + 2\beta \cdot \frac{dx}{dt} + \omega_0{}^2 x = \frac{F_0}{m}\cos(\omega \cdot t)}$$

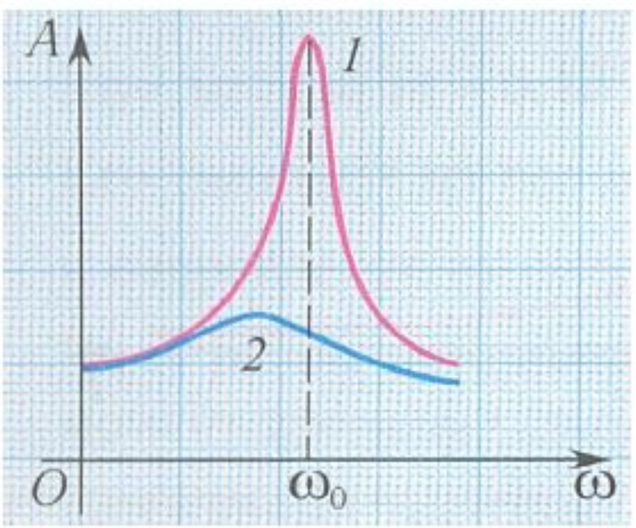
решение дифференциального уравнения

$$\boxed{x(t) = A \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi_0)}$$

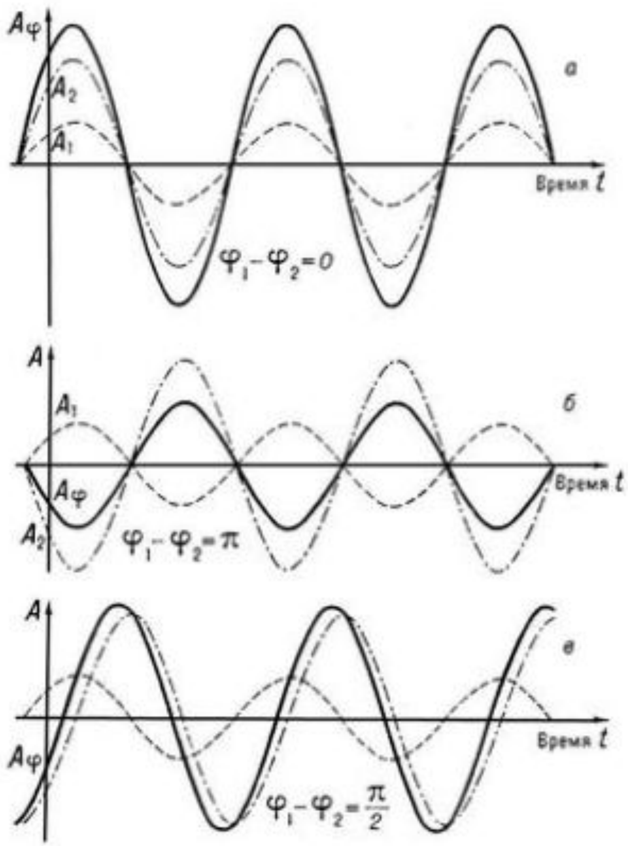
$$A = \frac{F_0/m}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4\beta^2\omega^2}}$$

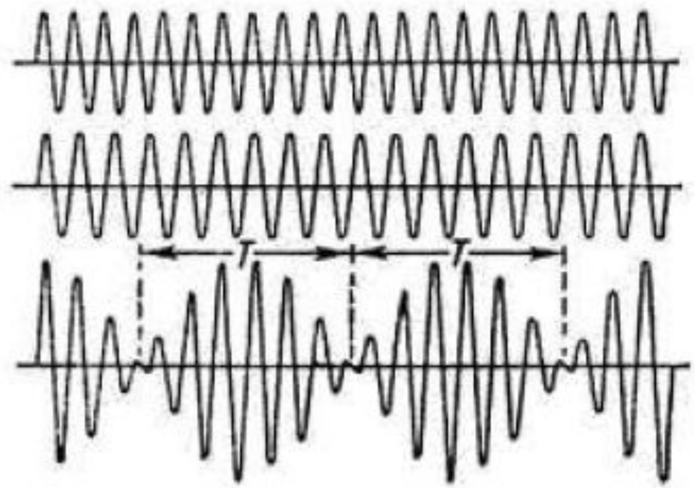
Резонанс

- Амплитуда вынужденных колебаний имеет максимальное значение при определенной частоте вынуждающей силы. Эту частоту называют резонансной.
- Явление достижения максимальной амплитуды вынужденных колебаний при совпадении собственной частоты колебаний с частотой вынуждающей силы называют резонансом.



Сложение колебаний

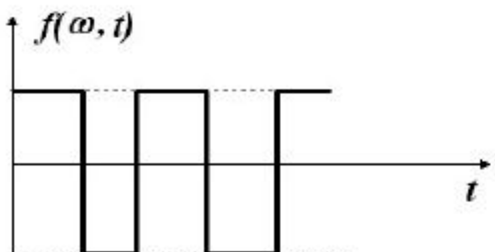


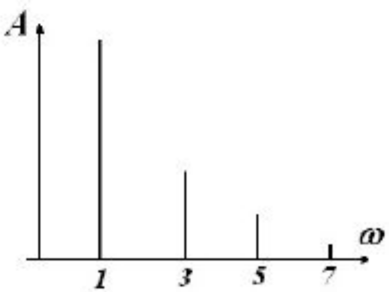


Сложное колебание. Теорема Фурье

Сложная периодическая функция может быть представлена в виде суммы гармонических функций, частоты которых кратны частоте сложной периодической функции

$$f(\omega,t) = A_1 \sin\omega t + B_1 \cos\omega t + A_2 \sin 2\omega t + B_2 \cos 2\omega t + A_3 \sin 3\omega t + B_3 \cos 3\omega t + \ldots\ldots$$





$$f(t) = \frac{4A}{T}\left(\sin t + \frac{1}{3}\sin 3t + \frac{1}{5}\sin 5t + \ldots\right)$$

Волны это возмущения, которые с конечной скоростью распространяются от источника. Распространение волн связано с переносом энергии без переноса вещества, при этом возможны явления отражения, преломления, интерференции, дифракции, поляризации, поглощения и рассеяния.

Уравнение плоской волны:

$$S(x,t) = A \cdot \cos(\omega(t - \frac{x}{\upsilon}))$$

Волна называется **гармонической**, если соответствующие ей колебания частиц происходят по закону **синуса** или **косинуса**.

Если ***S*** и ***x*** направлены вдоль одной прямой, волна **продольная,** если они взаимно перпендикулярны, волна **поперечная**.

Вопросы к лекции:

1. Гармонические колебания
2. Характеристики колебаний
3. Векторная диаграмма гармонического колебания
4. Энергия гармонического колебания
5. Затухающие колебания
6. Вынужденные колебания
6. Автоколебания
8. Сложение гармонических колебаний
9. Сложное колебание и его гармонический спектр
10. Механические волны. Уравнение плоской волны