Колебания цепочек

Этап 1

Юсупов Эмиль Артурович Подлесный Иван Сергеевич Сироджиддинов Камолиддин Джамолиддинович Абу Сувейлим Мухаммед Мунифович

24 февраля 2024

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Информация

Докладчик

- Подлесный Иван Сергеевич
- НКН-01-21
- Российский университет дружбы народов

Вводная часть

Актуальность

- Для моделирования поведения металлических цепей, электрических цепей, акустических систем, биохимических реакций.
- Для моделирования и анализа более сложных физических моделей и процессов.

Объект и предмет исследования

- Объектом исследования являются колебания цепочек.
- Предмет исследования - математические модели колебании цепочек.

Цели и задачи

Цель:

- Целью работы является построение математической модели колебании цепочек.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнение следующих задач.

Задачи:

- исследовать какие условия необходимы для установления равновесия;
- исследовать как происходит приближение к равновесию;
- исследовать какие интересные явления возможны в простейшем одномерном случае.

Используемые концепции

- Гармонические колебания — колебания, при которых физическая величина изменяется с течением времени по гармоническому (синусоидальному, косинусоидальному) закону.
- Суммарная сила, действующая на частицу с номером i:
  $F_i = k(y_{i=1} - y_i) - k(y_i - y_{i-1}) = k(y_{y+1} - 2y_i + y_{i-1})$
- Уравнение движения для i-частицы: $m\frac{d^2y_i}{dt^2} = k(y_{y+1} - 2y_i + y_{i-1}), i = 1...N$.
- Полная энергия системы, учитывая скорость частиц:
  $U = \frac{m}{2}\sum_{i=1}^{N}(\frac{dy_i}{dt})^2 + \frac{k}{2}\sum_{i=1}^{N+1}(y_i - y_{i-1})^2$.

- Для реальных пружин линейное выражение для возвращающей силы F = -kx верно только для малых деформаций. При больших сжатиях пружины сила обычно больше, а при больших растяжениях меньше, чем kx. Такую зависимость можно получить, добавив еще одно слагаемое к силе:
    - $F = -kx(1 - \frac{\alpha x}{d})$, где α - безразмерный коэффициент.
- Выражение для энергии:
    - $U = \frac{m}{2} \sum_{i=1}^{N} (\frac{dy_i}{dt})^2 + \frac{k}{2} \sum_{i=1}^{N+1} (y_i - y_{i-1})^2 - \frac{k\alpha}{3d} \sum_{i=1}^{N+1} (y_i - y_{i-1})^3)$.

Математические модели

Модель колебании одномерной цепочки атомов

1. N точечных частиц массой m соединены между собой пружинками жесткости k.
2. Крайние частицы прикреплены пружинками к неподвижным стенкам. Всего пружинок будет N+1 длина каждой из них d.
3. частицы могут двигаться только вдоль прямой.

Нелинейная модель

1. Ангармоническая цепочка - это цепочка, в которой связи между элементами не являются линейными и включают нелинейные эффекты, что приводит к более сложному поведению системы. Такие цепочки могут использоваться для изучения различных явлений в физике, математике и других областях науки.

Итоги

Итоги

- Колебания бывают разных видов - гармонические и ангармонические;
- Определили объект и предмет исследования;
- Описали используемые концепции;
- Рассмотрели виды математичесих моделей для реализации проекта.

Библиография

Библиография

- Медведев Д. А., Куперштох А. Л., Прууэл Э. Р., Сатонкина Н. П., Карпов Д. И. Моделирование физических процессов и явлений на ПК: Учеб. пособие / Новосибирск: Новосиб. гос. ун-т., 2010. — 101 с.
- Блейкмор, Джон Физика твердого тела. - Москва: Мир, 1988. - 608 с.
- Горелик Г. С. Колебания и волны. Введение в акустику, радиофизику и оптику. — М.: Физматлит, 1959. — 572 с.