



Механика

Лекция 15

Общность колебательных процессов, их разнообразие и в то же время их специфическое своеобразие играют существенную роль в установлении внутренних связей между весьма разнородными, на первый взгляд, явлениями.

Л.И.Мандельштам

aislepkov.phys.msu.ru

Лекция 15

План

Глава 6. Основы механики деформируемых тел.

П.6.4. Энергия упругих деформаций.

Глава 7. Колебания

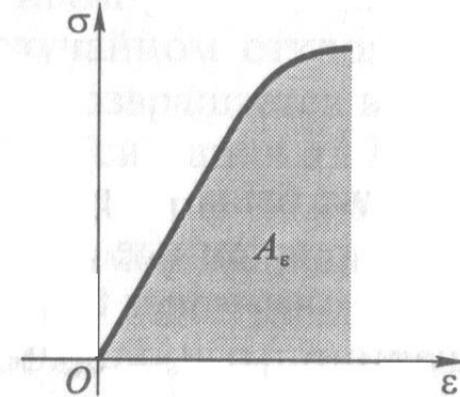
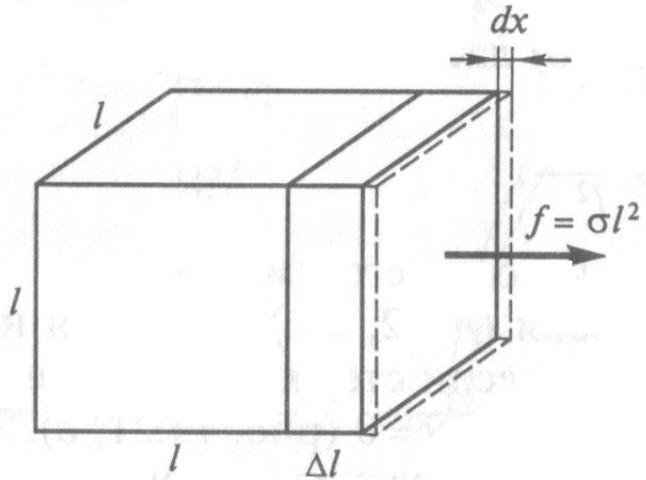
П.7.1. Свободные колебания систем с одной степенью свободы.

7.1.1. Свободные колебания в простейших консервативных системах.

7.1.2. Затухающие колебания.

П.7.2. Вынужденные колебания.

6.4. Энергия упругих деформаций.



$$dA_\sigma = f dx = (\sigma l^2) (d\epsilon' \cdot l) = \sigma \cdot l^3 d\epsilon'$$

$$\epsilon' = \frac{\Delta l}{l}, d\epsilon' = d\left(\frac{\Delta l}{l}\right) = \frac{dx}{l}$$

$$A_\sigma = \int_0^\epsilon l^3 \sigma(\epsilon') d\epsilon' = l^3 \cdot E \int_0^\epsilon \epsilon' \cdot d\epsilon' = \frac{1}{2} E \epsilon^2 l^3$$

Лекция 15

План

Глава 7. Колебания

П.7.1. Свободные колебания систем с одной степенью свободы.

7.1.1. Свободные колебания в простейших консервативных системах.

7.1.2. Затухающие колебания.

П.7.2. Вынужденные колебания.

Глава 7. Колебания

Колебания – движения или состояния, обладающие той или иной степенью повторяемости во времени. (Физический энциклопедический словарь, М.1990)

Глава 7. Колебания

Колебаниями называют ограниченные и чаще всего повторяющиеся движения в окрестности некоторого среднего положения (например, устойчивого положения равновесия).

Лекция 15

План

Глава 7. Колебания

П.7.1. Свободные колебания систем с одной степенью свободы.

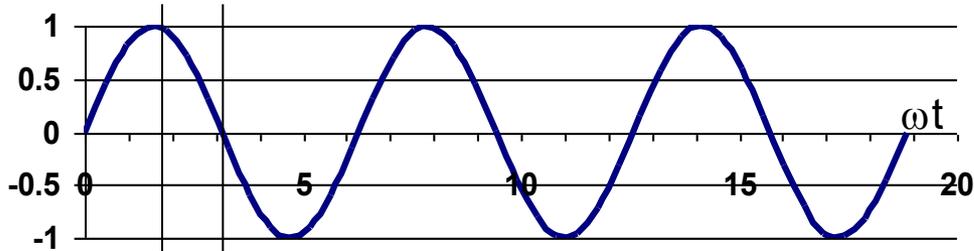
7.1.1. Свободные колебания в простейших консервативных системах.

7.1.2. Затухающие колебания.

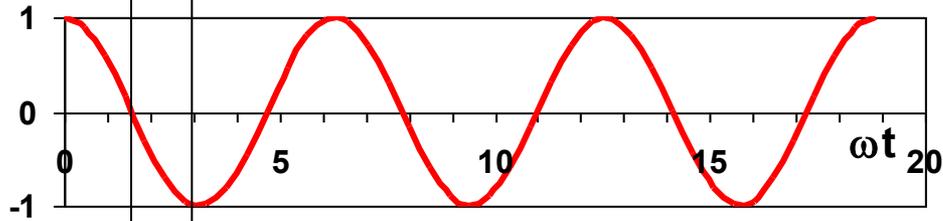
П.7.2. Вынужденные колебания.

7.1.1. Свободные колебания в простейших консервативных системах.

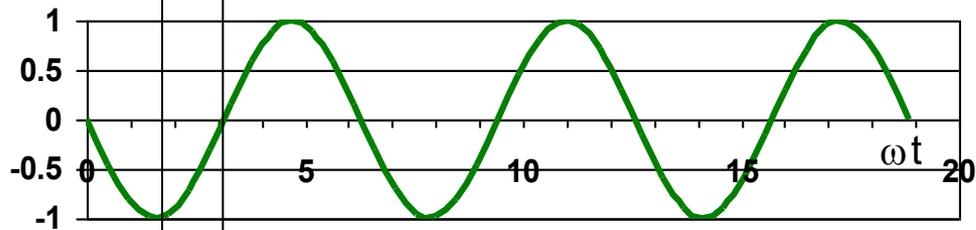
смещение



скорость



ускорение



Лекция 15

План

Глава 7. Колебания

П.7.1. Свободные колебания систем с одной степенью свободы.

7.1.1. Свободные колебания в простейших консервативных системах.

7.1.2. Затухающие колебания.

П.7.2. Вынужденные колебания.

7.1.2. Затухающие колебания.

$$m\ddot{x} + h\dot{x} + kx = 0$$

$$\ddot{x} + 2\delta\dot{x} + \omega_0^2 x = 0$$

$$x(t) = A_0 e^{-\gamma t} \cos(\omega t + \varphi)$$

$$\gamma^2 - \omega^2 - 2\delta\gamma + \omega_0^2 = 0$$

$$2\omega(\delta - \gamma) = 0$$

7.1.2. Затухающие колебания.

$$\omega_0 > \delta \quad \omega = \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2}$$

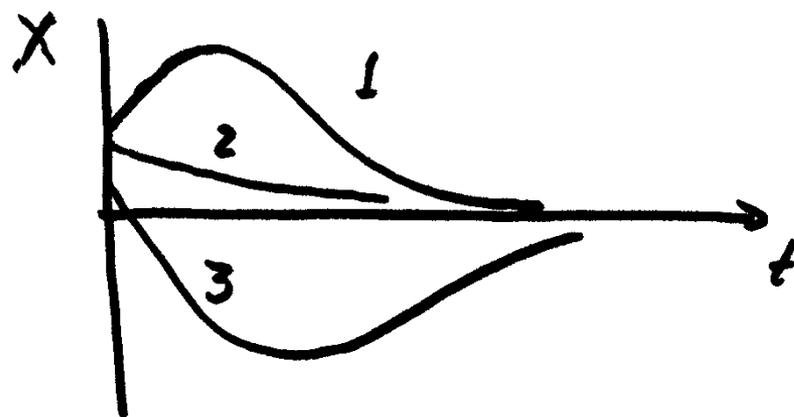
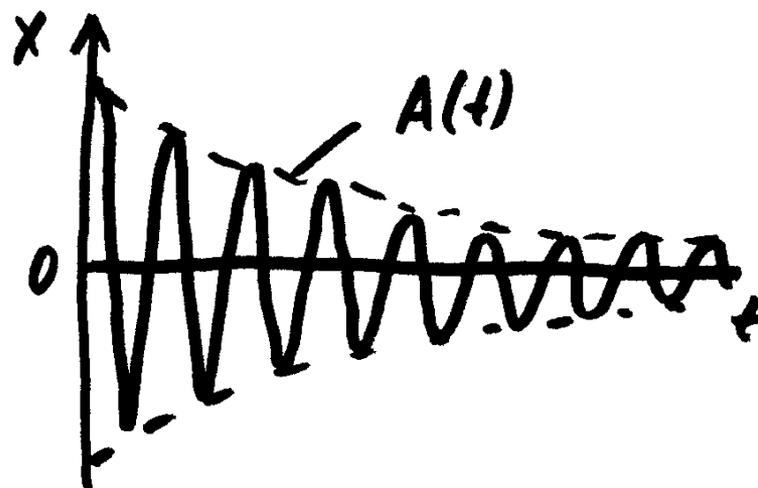
$$x(t) = A_0 e^{-\delta t} \cos(\omega t + \varphi)$$

$$\omega_0 < \delta$$

$$x(t) = A_1 e^{-\left(\delta + \sqrt{\delta^2 - \omega_0^2}\right)t} + A_2 e^{-\left(\delta - \sqrt{\delta^2 - \omega_0^2}\right)t}$$

$$\omega_0 = \delta \quad x(t) = (A_3 + A_4 \cdot t) \cdot e^{-\delta t}$$

7.1.2. Затухающие колебания.



7.1.2. Затухающие колебания.

Примеры.

Пружинный маятник	$\theta \sim (2 - 5) \cdot 10^{-2}$
Струны музыкальных инструментов	$\theta \sim 10^{-3}$
Камертоны	$\theta \sim 10^{-3}$

Для камертона с частотой колебаний $\nu = \frac{\omega}{2\pi} = 50 \text{Гц}$

$$\tau = \frac{1}{\delta} = \frac{T}{\theta} = \frac{2\pi}{\theta\omega} = \frac{1}{50 \cdot 10^{-3}} \approx 20 \text{с.} \quad \text{- время затухания}$$