

Механические колебания

Механические колебания - вид движения, при котором положение тела повторяется за равные промежутки времени.

Характеристики колебаний.

Период – время одного полного колебания.

$$T = t/N \quad (\text{где } N - \text{ количество колебаний, } t - \text{ время наблюдения}). \quad T = [c]$$

Частота (собственная) – количество полных колебаний за единицу времени.

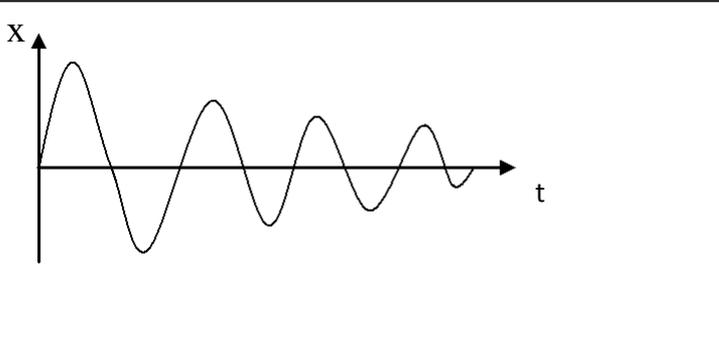
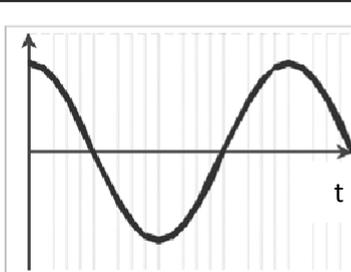
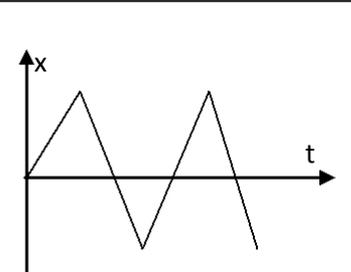
$$v = \frac{N}{t}; \quad v = \frac{1}{c} = [c^{-1}] = [Гц] \quad T = \frac{1}{v}; \quad v = \frac{1}{T}$$

Циклическая частота $\omega = 2\pi v = \frac{2\pi}{T}$ $\omega = \frac{\text{рад}}{c}$

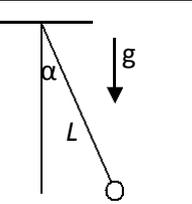
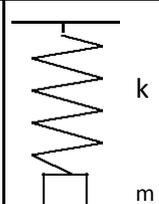
Смещение – отклонение тела от положения равновесия; $x = [м]$

Амплитуда – максимальное отклонение тела от положения равновесия, $x_m = [м]$

Виды колебаний.

Свободные	Вынужденные
колебания, совершаемые в системе, выведенной из состояния равновесия и затем предоставленной самой себе. (Колебания, происходящие только за счёт первоначального запаса энергии)	колебания, происходящие под действием внешней периодически изменяющейся силы
затухающие (причина – сила трения)	не затухающие (причина – периодически действующая внешняя сила)
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Гармонические (sin, cos)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Не гармонические</p> </div> </div>

Механические колебательные системы – маятники.

Маятник на нити	Маятник на пружине.
<div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ $v = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{g}{l}}; \quad \omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$ </div> </div>	<div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ $v = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{k}{m}}; \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ </div> </div>

Уравнения колебаний.

$x = X_M \cos(\omega t + \varphi_0)$ - уравнение координаты

$\varphi = \omega t + \varphi_0$ - фаза колебаний $\varphi = \omega(t_2 - t_1)$ - разность фаз.

$v = x'$ и $a = v' = x''$ - физический смысл производной

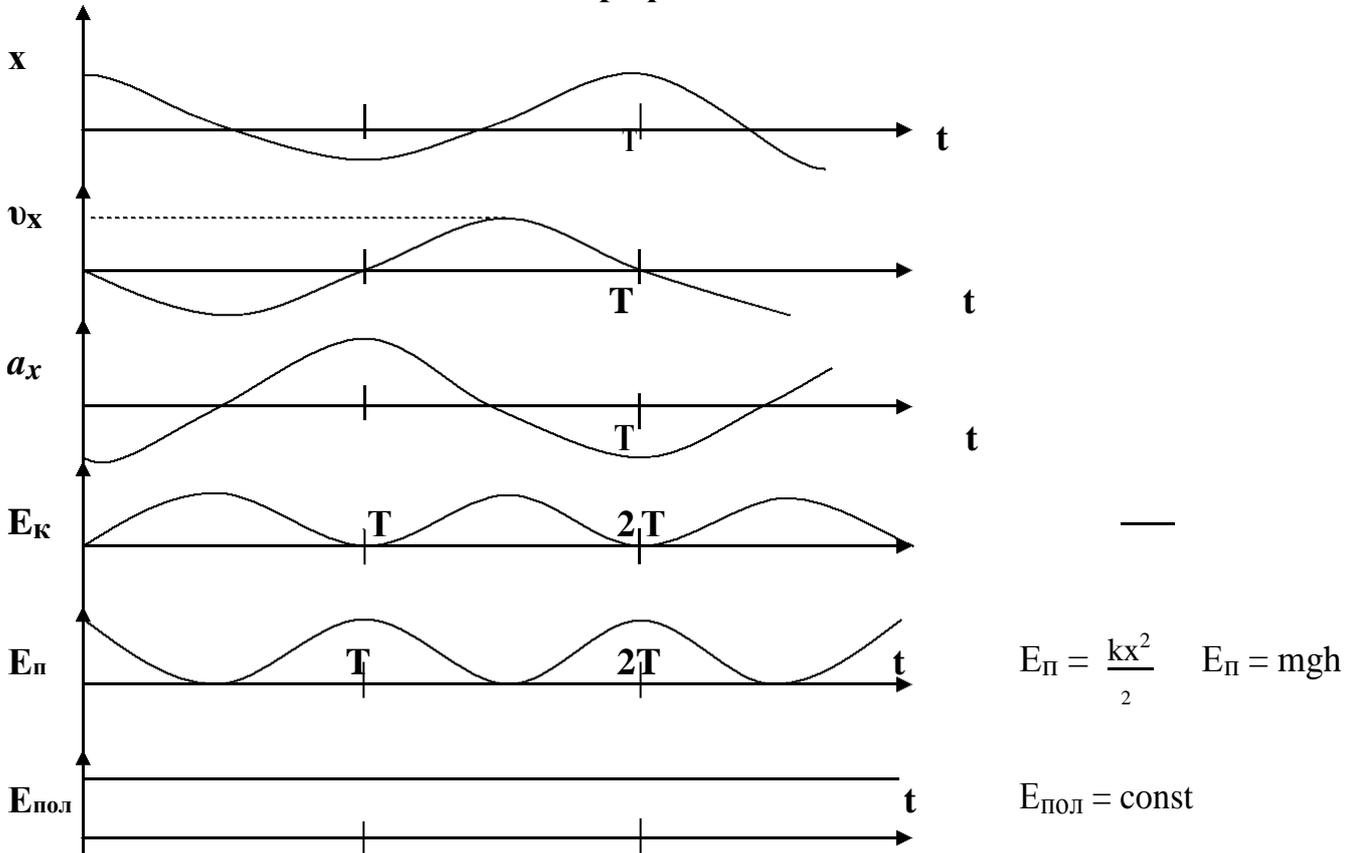
$v = -X_M \omega \sin(\omega t + \varphi_0) = -v_M \sin(\omega t + \varphi_0)$ уравнение скорости, где

$$v_M = X_M \omega$$

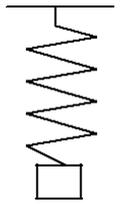
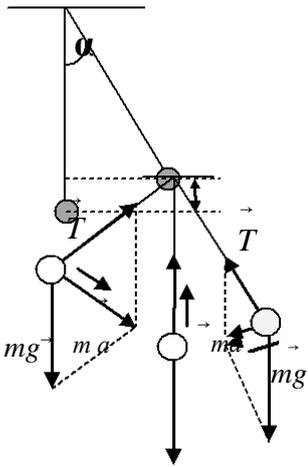
$a = -X_M \omega^2 \cos(\omega t + \varphi_0) = a_m \cos(\omega t + \varphi_0)$ уравнение ускорения, где

$$a_m = X_M \omega^2$$

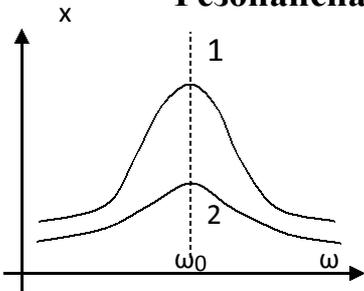
Графики колебаний.



Вывод: при колебания маятника его x , v , a имеют *одинаковые* период и частоту, а $E_{\text{пот}}$ и $E_{\text{кин}}$ колеблются с периодом $T/2$ и частотой 2ν .



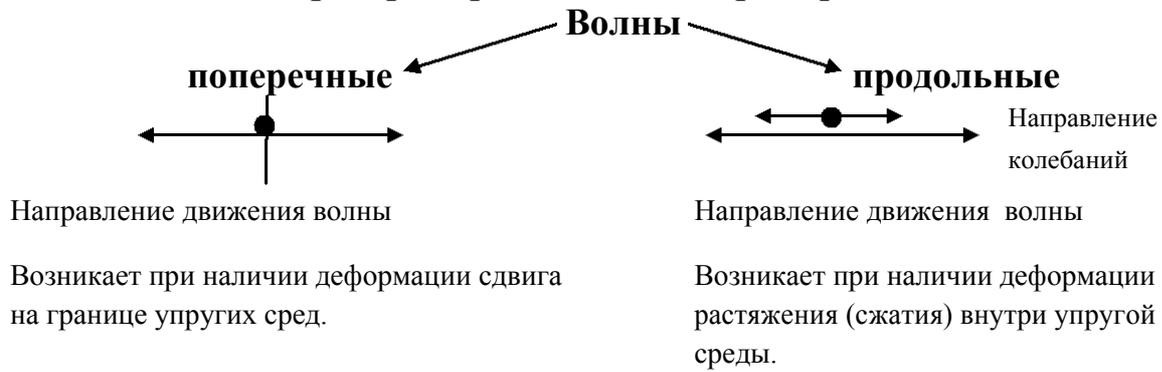
Резонансная кривая при различных значениях силы трения.



Резонанс – явление резкого возрастания амплитуды колебаний, при совпадении собственной частоты колебательной системы с частотой внешней силы.
 Возрастание амплитуды при резонансе выражено тем отчетливее, чем меньше трение в системе. $F_{\text{тр}1} < F_{\text{тр}2}$

Механические волны.

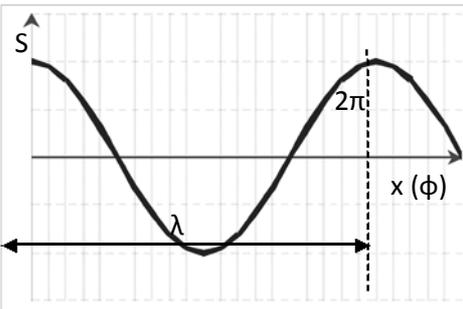
Волна - это колебания, распространяющиеся в пространстве с течением времени.



Характеристики волн.

Длина волны – это расстояние, на которое распространяется волна за время равное периоду или расстояние между ближайшими точками, колеблющимися в одинаковой фазе.

$$\lambda = vT \quad \lambda = v/v$$



Волна переносит энергию и импульс, но не переносит вещество.

Примером механической продольной волны может являться звук. Человеческое ухо воспринимает колебания в интервале от 16 до 20000 Гц. Скорость звука в воздухе при нормальном атмосферном давлении равна 332 м/с.

Волны обладают двойкой периодичностью:

- периодичностью во времени
- периодичностью в пространстве

Свойства механических волн:

1. Поглощение (не упругими средами)
2. Отражение (от упругих сред)
3. Дифракция (огибание препятствий)
4. Интерференция (сложение когерентных волн).

