

МЕХАНИКА

КОЛЕБАНИЯ и ВОЛНЫ

$$T = \frac{t}{N}$$

1. **Период колебаний** – промежуток времени, за которое тело совершает одно полное колебание. Обозначение – T . Единица измерения – с (секунда). Формула для расчета периода включает в себя время t , за которое тело совершает N колебаний.

2. **Частота колебаний** – число колебаний за единицу времени. Обозначение – ν (ню). Единица измерения – Гц (Герц или с⁻¹). Связь между периодом и частотой $\nu = 1/T = N/t$.

3. **Смещение (координата)** – отклонение от положения равновесия. Обозначение – x . Единица измерения – м (метр).

4. **Амплитуда колебаний** – положение наибольшего смещения тела. Обозначение – x_{max} (A). Единица измерения – м (метр).

5. **Начальная фаза колебаний** – величина, которая определяет положение тела в начальный момент времени. Обозначение – φ_0 . Единица измерения – рад (радиан).

6. **Фаза колебаний** – это величина, определяющая состояние колебательной системы в любой момент времени. Обозначение – φ . Единица измерения – рад (радиан). Фаза колебаний – это величина, находящаяся под знаком синуса или косинуса в уравнении колебаний. Фаза показывает, какая часть периода прошла от начала колебаний. Фаза гармонических колебаний в процессе колебаний изменяется $\varphi = \omega t + \varphi_0$.

7. **Циклическая частота** – это число колебаний за 2π секунд. Обозначение – ω , единицы измерения – рад/с

$$\omega = 2\pi/T = 2\pi\nu$$

Важно! Путь, пройденный телом за одно полное колебание, равен четырем амплитудам.

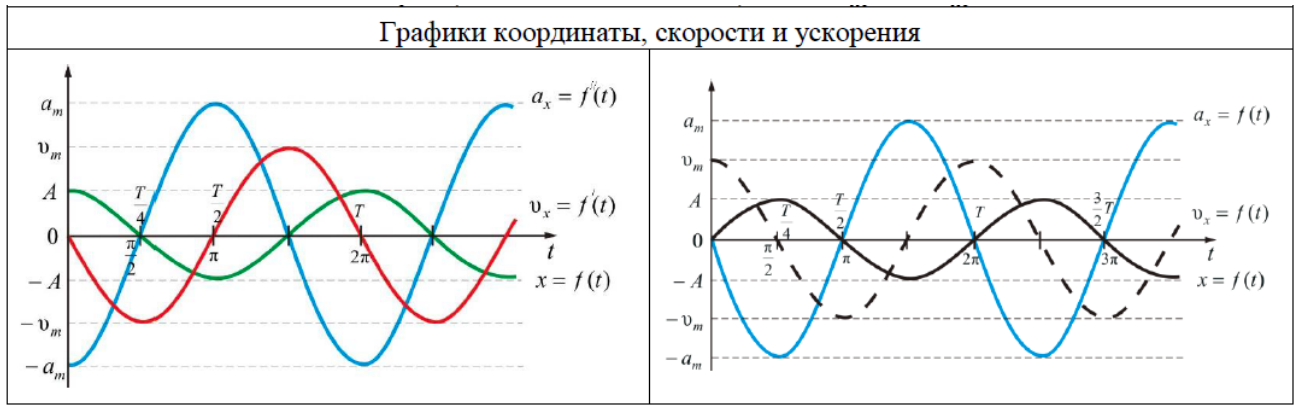
Гармонические колебания

$$x = x_m \cos(\omega t + \varphi_0) \text{ или } x = x_m \sin(\omega t + \varphi_0)$$

Когда начальная фаза колебаний равна нулю, тогда уравнения имеют вид

$$x = x_m \cos \omega t \text{ или } x = x_m \sin \omega t$$

| Уравнение $x = x_m \cos \omega t$ | Уравнение $x = x_m \sin \omega t$ |
|--|---|
| В начальный момент времени смещение тела совпадает с максимальным отклонением от положения равновесия | В начальный момент времени тело проходит положение равновесия |
| Скорость – первая производная от координаты $v_x = x'(t)$ | |
| $v_x = (x_m \cos \omega t)' = -x_m \sin \omega t \cdot (\omega t)' = -x_m \omega \sin \omega t$ | $v_x = (x_m \sin \omega t)' = x_m \cos \omega t \cdot (\omega t)' = x_m \omega \cos \omega t$ |
| Амплитуда (наибольшее значение) скорости $v_m = x_m \omega$ | |
| Ускорение – первая производная от скорости или вторая производная от координаты $a_x = v_x'(t) = x''(t)$ | |
| $a_x = (-x_m \omega \sin \omega t)' = -x_m \omega \cos \omega t \cdot (\omega t)' = -x_m \omega^2 \cos \omega t$ | $a_x = (x_m \omega \cos \omega t)' = -x_m \omega \sin \omega t \cdot (\omega t)' = -x_m \omega^2 \sin \omega t$ |
| Амплитуда (наибольшее значение) ускорения $a_m = x_m \omega^2$ | |
| Мгновенное значение силы, действующей на тело $F_x = m a_x$ | |
| $F_x = -m x_m \omega^2 \cos \omega t$ | $F_x = -m x_m \omega^2 \sin \omega t$ |
| Амплитуда (наибольшее значение) силы $F_m = m x_m \omega^2$ | |

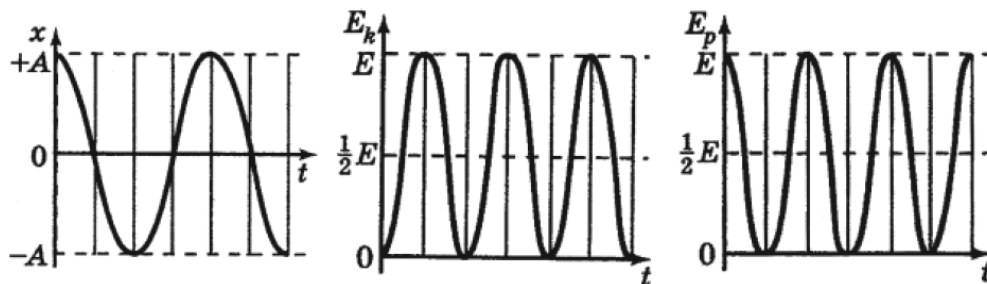
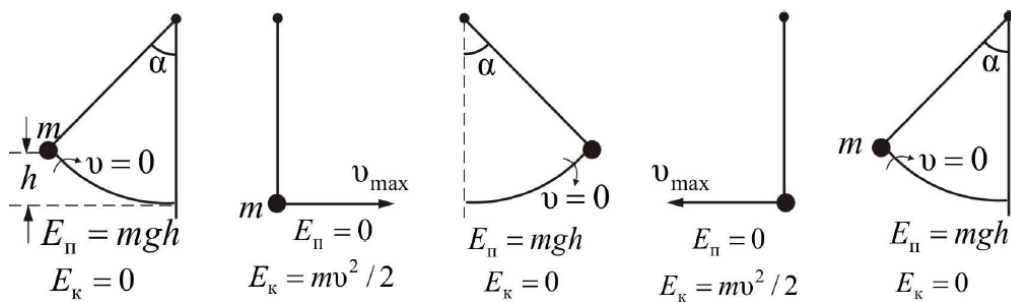


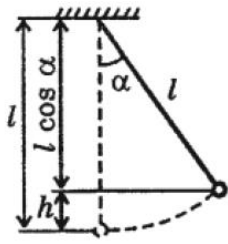
Свободные колебания – колебания, которые совершает тело под действием внутренних сил системы за счет начального запаса энергии после того как его вывели из положения устойчивого равновесия.

Система тел, способная совершать свободные колебания называется колебательной системой.

| Пружинный маятник (горизонтальный и вертикальный) | Математический маятник |
|---|--|
| | |
| Период колебаний зависит только от жесткости пружины и массы груза $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ | Период колебаний зависит только от длины нити и величины ускорения свободного падения $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ |

Энергия колебательного движения

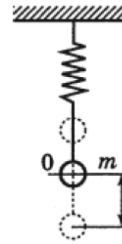




$$E_n = mgh,$$

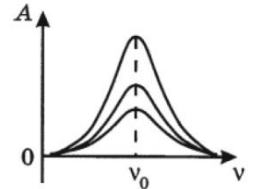
$$h = l - l \cos \alpha = l(1 - \cos \alpha).$$

$$mgh_{max} = \frac{mv_{max}^2}{2} = mgh + \frac{mv^2}{2}$$



$$\frac{kx^2}{2} = \frac{mv_{max}^2}{2} = \frac{kx^2}{2} + \frac{mv^2}{2}$$

Резонанс - явление резкого возрастания амплитуды колебаний, которое происходит при совпадении частоты вынуждающей силы и собственной частоты колебаний тела. Условие резонанса: $\nu_0 = \nu_{внеш} = \nu_{рез}$, где ν_0 - собственная частота колебаний маятника.



Механические волны

Механические волны - это процесс распространения колебаний в упругой среде.

| Продольные | Поперечные |
|--|--|
| Колебание частиц среды происходит перпендикулярно направлению распространения волны | Колебание частиц среды происходит в направлении распространения волны |
| | |
| Поперечная волна представляет собой чередование горбов и впадин. Поперечные волны возникают вследствие сдвига слоев среды относительно друг друга, поэтому они распространяются в твердых телах. | Продольная волна представляет собой чередование областей уплотнения и разрежения. Продольные волны возникают из-за сжатия и разрежения среды, поэтому они могут возникать в жидких, твердых и газообразных средах. |

Длина волны - это расстояние, на которое волна распространяется за один период, т. е. это кратчайшее расстояние между двумя точками среды, колеблющимися в одинаковых фазах. Обозначение - λ , единица измерения - м.

Расстояние между соседними гребнями или впадинами в поперечной волне и между соседними сгущениями или разрежениями в продольной волне равно длине волны.

$$\lambda = vT = v/\nu,$$

где v - скорость волны, ν - частота колебаний, T - период колебаний.

Звук - это механические волны, воспринимаемые органом слуха. Инфразвук - волны, с частотой меньше 16 Гц; звук - волны, с частотой от 16 Гц до 20 кГц; ультразвук - волны, с частотой более 20 кГц.

Скорость звука зависит от: упругих свойств среды - в воздухе - 331 м/с, в воде - 1400 м/с, в металле - 5000 м/с и от температуры - в воздухе при температуре 0°C - 331 м/с, в воздухе при температуре $+15^\circ\text{C}$ - 340 м/с.

Характеристики звуковой волны

1. Громкость - зависит от амплитуды колебаний в звуковой волне. Чем больше амплитуда, тем громче звук;

2. Высота тона - зависит от частоты колебаний. Чем больше частота, тем выше звук.