

Раздел III. Колебания и волны.

Глава 4. Сложение колебаний.

1. Сложение колебаний, направленных вдоль одного направления. Биения.

$$x_1(t) = A \cos \omega_1 t; \quad x_2(t) = A \cos \omega_2 t \quad \omega_1 > \omega_2$$

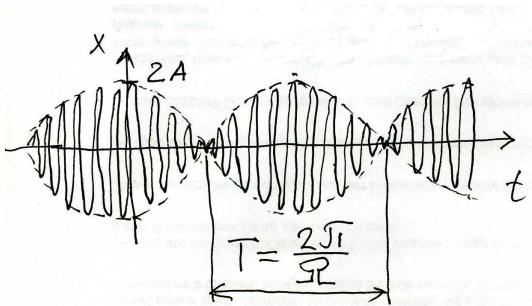
$$x(t) = x_1(t) + x_2(t) = 2A \cos \frac{\omega_1 + \omega_2}{2} t \cos \frac{\omega_1 - \omega_2}{2} t$$

Если ω_1 и ω_2 близки, т.е.

$$\boxed{\Omega = \omega_1 - \omega_2} \quad \ll \quad \boxed{\omega = \frac{\omega_1 + \omega_2}{2}}$$

суммарное колебание будет иметь вид:

$$x(t) = 2A \cos \omega t \cos \frac{\Omega}{2} t$$



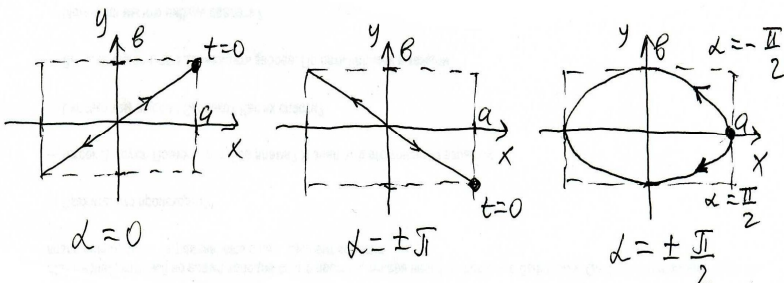
Это биения – колебания с высокой частотой ω и амплитудой, промодулированной низкой частотой Ω .

2. Сложение взаимно перпендикулярных колебаний одинаковой частоты.

$$\begin{cases} x(t) = a \cos \omega t \\ y(t) = b \cos(\omega t + \alpha) \end{cases} \Rightarrow$$

$$\boxed{\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{2xy}{ab} \cos \alpha = \sin^2 \alpha}$$

это уравнение эллипса



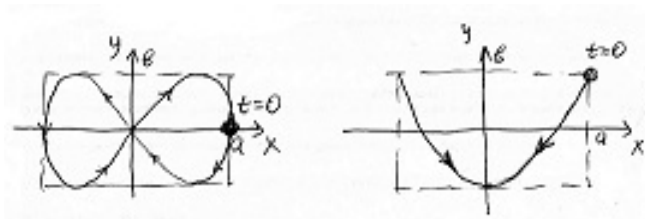
При сложении взаимно перпендикулярных колебаний с одинаковой частотой изображающая точка в общем случае будет двигаться по эллипсу.

3. Сложение взаимно перпендикулярных колебаний с различными частотами.

В результате сложения получаются фигуры Лиссажу.

Примеры:

ω и 2ω



$$\begin{cases} x(t) = a \cos \omega t \\ y(t) = b \cos(2\omega t + \frac{\pi}{2}) \end{cases}$$

$$\begin{cases} x(t) = a \cos \omega t \\ y(t) = b \cos 2\omega t \end{cases}$$

Вопросы.

1. Что такое биения, график биений.

2. Нарисовать сложение взаимно перпендикулярных

колебаний одинаковой частоты $\Delta\varphi = 0, \Delta\varphi = \frac{\pi}{2}$

3. Нарисовать сложение взаимно перпендикулярных

колебаний с частотами ω и 2ω $\Delta\varphi = 0, \Delta\varphi = \frac{\pi}{2}$