



ОСЦИЛЛЯТОР

Авторы: В. П. Павлов

ОСЦИЛЛЯТОР (от лат. *oscillo* – качаться), физическая система, совершающая колебания. Термин «О.» может использоваться для любой системы, если описывающие её величины периодически меняются со временем.

Классический осциллятор

Представляет собой механич. систему, совершающую колебания около положения устойчивого равновесия. В положении равновесия потенциальная энергия

U системы имеет минимум. Если отклонения

x от этого положения малы, то в разложении

$U(x)$ по степеням

x можно считать

$U(x) = kx^2/2$ (где

k – постоянный коэф.), при этом квазиупругая сила

$F = \partial U/\partial x = -kx$. Такие О. называют гармоническими; их движение описывается

линейным уравнением

$m\ddot{x} = -kx$, решение которого имеет вид:

$x = A\sin(\omega t + \phi)$, где

m – масса О.,

A – амплитуда колебаний,

$\omega = \sqrt{k/m}$ – частота,

ϕ – начальная фаза,

t – время. Полная энергия гармонич. О.

$E = m\omega^2 A^2/2$ является суммой периодически меняющихся в противофазе кинетической

T и потенциальной

U энергий

($E = T + U$) и не зависит от времени. Когда отклонение

x нельзя считать малым, в разложении

$U(x)$ необходим учёт членов более высокого порядка – уравнение движения

становится нелинейным, а O . называется ангармоническим.

Понятие « O .» применяется также к немеханич. колебательным системам. В частности, с помощью этого понятия можно описывать колебания напряжённостей электрич. и магнитного полей в плоской электромагнитной волне.

Квантовый осциллятор

В квантовой механике задача о линейном (с одной степенью свободы) гармонич. O . решается с помощью [Шрёдингера уравнения](#), в котором потенциальная энергия полагается равной

$U = kx^2/2$. При этом оказывается, что решение существует лишь для дискретного набора значений энергии

$$E_n = \hbar\sqrt{k/m}\left(n + \frac{1}{2}\right), n = 0, 1, 2, \dots,$$

где

\hbar – постоянная Планка. Важной особенностью энергетич. спектра O . является то, что уровни энергии

E_n расположены на равных расстояниях (эквидистантны). Т. к. [отбора](#)

[правила](#) разрешают в данном случае переходы только между соседними уровнями, то, хотя квантовый O . имеет набор собств. частот

$\omega_n = E_n/\hbar$, его излучение происходит на одной частоте

$\omega = \sqrt{k/m}$. В отличие от классич. O ., наименьшее возможное значение энергии (при $n = 0$) квантового O . равно не нулю, а

$\hbar\omega/2$ (см. [Нулевые колебания](#)).

Понятие O . играет важную роль в теории твёрдого тела, электромагнитного излучения, колебат. спектров молекул и др.

Литература

Лит. см. при статьях [Колебания](#), [Квантовая механика](#).

Processing math: 100%