

DAO ĐỘNG ĐIỀU HÒA (harmonic oscillator)

Một hệ vật lý nào đó bị buộc vào một vị trí cân bằng ổn định bởi một lực phục hồi hoặc mômen xoắn tỷ lệ với dịch chuyển tịnh tiến hoặc dịch chuyển góc tính từ vị trí cân bằng này. Nếu một vật như vậy bị đưa ra khỏi vị trí cân bằng của nó và được thả ra, và nếu sự giảm chấn có thể được bỏ qua, thì dao động thu được sẽ là chuyển động điều hòa đơn giản, không có dao động bội. Tần số dao động là tần số tự nhiên của bộ dao động, được xác định bởi quán tính (khối lượng) và độ cứng của lực phục hồi của nó.

Dao động điều hòa không chỉ bị giới hạn trong một hệ thống cơ học, mà có thể, ví dụ, là hệ thống điện. Tuy nhiên, các bộ dao động điện tử điển hình chỉ là xấp xỉ điều hòa.

Nếu một vật dao động điều hòa, thay vì dao động tự do, được điều khiển bởi một lực tuần hoàn, nó sẽ dao động điều hòa với chu kỳ của lực; ban đầu, tần số tự nhiên cũng sẽ xuất hiện, nhưng bất kỳ sự giảm chấn nào cuối cùng sẽ loại bỏ chuyển động tự nhiên. Đáp ứng của một hệ dao động điều hòa được điều khiển bởi lực tổng quát $f(t)$, là một hàm tùy ý của thời gian, được mô tả bằng một phương trình vi phân tuyến tính. Nếu $x(t)$ biểu diễn độ dời như là một hàm của thời gian t , thì phương trình chuyển động là

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = -c \frac{dx}{dt} - kx + f(t). \quad (1)$$

Phía bên trái của phương trình (1) đại diện cho khối lượng m nhân với gia tốc. Lực ở vế phải của phương trình bao gồm, ngoài lực phục hồi kx và lực dẫn động, một lực "giảm chấn nhớt" $-cdx/dt$ tỷ lệ với vận tốc. (Giảm chấn này có thể triệt tiêu.) Lời giải hiện của phương trình (1) là phương trình (2)

$$x = e^{-kt} \left\{ A \sin(\omega - \delta) + \frac{e^{-bt}}{m\omega} \int_{-\infty}^t e^{bT} \sin(\omega(t - T)) f(T) dT \right\}, \quad (2)$$

trong đó $b = \frac{c}{2m}\omega^2$, $\omega^2 = \frac{k}{m} - \left(\frac{c}{2m}\right)^2$, A và σ là các hằng số tùy ý có thể được đặt bằng 0 nếu độ dịch chuyển và vận tốc của bộ dao động bằng 0 trước khi tác dụng lực $f(t)$. Biến của tích phân T là thời điểm lực $f(t)$ được coi là bắt đầu tác dụng.

Trong cả cơ học lượng tử và cơ học cổ điển, dao động điều hòa là một bài toán quan trọng. Đây là một trong số ít các bài toán giải được một cách chặt chẽ của cơ học lượng tử. Cơ học lượng tử mô tả điện từ, điện tử, siêu âm và các trường khác thường qua phân tích Fourier. Các thành phần Fourier riêng lẻ của các trường không tương tác là các dao động điều hòa độc lập.

LÃ ĐỨC VIỆT

Tài liệu tham khảo

1. R. Baierlein, *Newtonian Dynamics*, McGraw-Hill, New York, 1983.
2. R. M. Eisberg, *Fundamentals of Modern Physics*, Wiley, US, 1961.
3. R. M. Eisberg and R. Resnick, *Quantum Physics of Atoms, Molecules, Solids, and Particles*, 2nd ed., Wiley, US, 1985.
4. H. Goldstein, C. P. Poole, and J. L. Safko, *Classical Mechanics*, 3d ed., 2002;
5. C. Kittel, W.D. Knight, and M. A. Ruderman, *Mechanics*, Berkeley Physics Course, vol. 1, 2nd ed., McGraw-Hill, New York, 1973.