

# VẬT LÝ II

**TS. Ngô Văn Thanh,**  
*Viện Vật lý.*

***Chuyên ngành : Điện tử - Viễn thông , Công nghệ thông tin,  
Điện - Điện tử***

# Tài liệu tham khảo.

- Vật lý đại cương tập I, II, III; Lương Duyên Bình; NXB Giáo dục 1995.
- Vật lý đại cương tập I, II, III; Nguyễn Xuân Chi, Đặng Quang Khang; ĐH BK HN 2001.
- Cơ sở Vật lý tập V, VI; Halliday, Resnick, Walker; NXB Giáo dục 1998.
- Raymond A. Serway and John W. Jewett, "*Physics for Scientists and Engineers*" 6<sup>th</sup> Ed., (Thomson Brooks/Cole, 2004).

# *Phần I: Quang học sóng*

---

## **Chương 1: Dao động và sóng.**

### 1.1 Dao động.

1.1.1 Dao động cơ

1.1.2 Dao động điện từ

1.1.3 Tổng hợp hai dao động điều hoà cùng phương;  
có phương vuông góc

### 1.2 Sóng

1.2.1 Sóng cơ

1.2.2 Sóng âm và hiệu ứng Doppler

1.2.3 Sóng điện từ và hệ phương trình Maxwell

1.2.4 Năng lượng và cường độ sóng điện từ

# Chương 1: Dao động và sóng

## 1.1 Dao động

- Khái niệm: Dao động là chuyển động tuần hoàn của vật thể quanh vị trí cân bằng theo một chu kỳ nào đó. Lực tác dụng lên vật tỷ lệ thuận với độ dịch chuyển của vật so với vị trí cân bằng.
- Loại dao động: có 2 loại dao động đó là dao động cơ và dao động điện từ.

### 1.1.1 Dao động cơ

- Chuyển động điều hoà đơn giản

- Định luật Hooke

$$F_s = -kx$$

- Lực đàn hồi của lò xo luôn đưa vật về vị trí cân bằng.

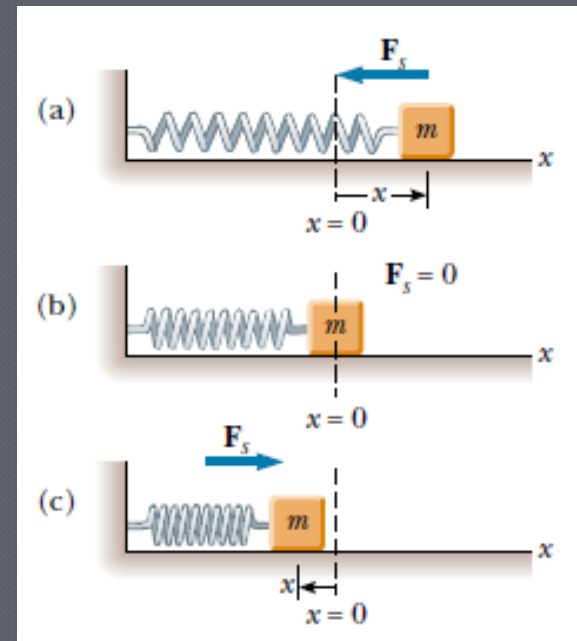
- Định luật II Newton

$$F_s = -kx = ma$$

- suy ra gia tốc của vật:

$$a = -\frac{k}{m}x$$

- Gia tốc của vật tỷ lệ thuận với độ dịch chuyển nhưng trái dấu.



## 1.1.1 Dao động cơ

- Độ dịch chuyển của vật quanh vị trí cân bằng phụ thuộc vào thời gian:

$$x = A \cos(\omega t + \phi)$$

- $A$  là biên độ dao động, chính là độ dịch chuyển cực đại của vật so với vị trí cân bằng.
- $\omega$  là tần số góc, đặc trưng cho tốc độ dao động, đơn vị đo là rad/s
- $\phi$  là hằng số pha hoặc là góc pha.
- $(\omega t + \phi)$  gọi là pha của chuyển động.

- Chu kỳ: thời gian để vật chuyển động được một vòng.

$$\omega t + \phi + 2\pi = \omega(t + T) + \phi \rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega}$$

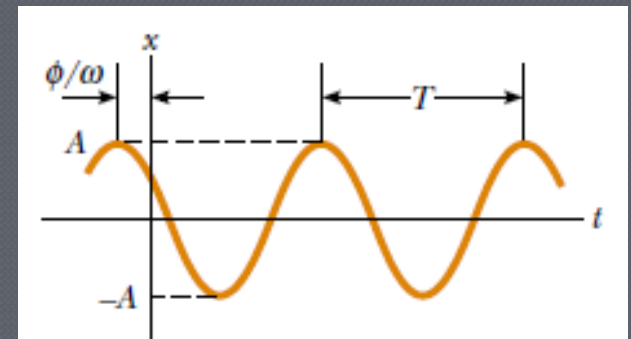
- Tần số: là số dao động của vật quanh vị trí cân bằng trong một đơn vị thời gian

$$f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$$

- Vận tốc và gia tốc:

$$v = dx/dt = -\omega A \sin(\omega t + \phi)$$

$$a = dv/dt = -\omega^2 A \cos(\omega t + \phi)$$



## 1.1.1 Dao động cơ

- Góc pha và biên độ: Xét tại thời điểm  $t = 0$ , vị trí ban đầu và vận tốc ban đầu của vật:

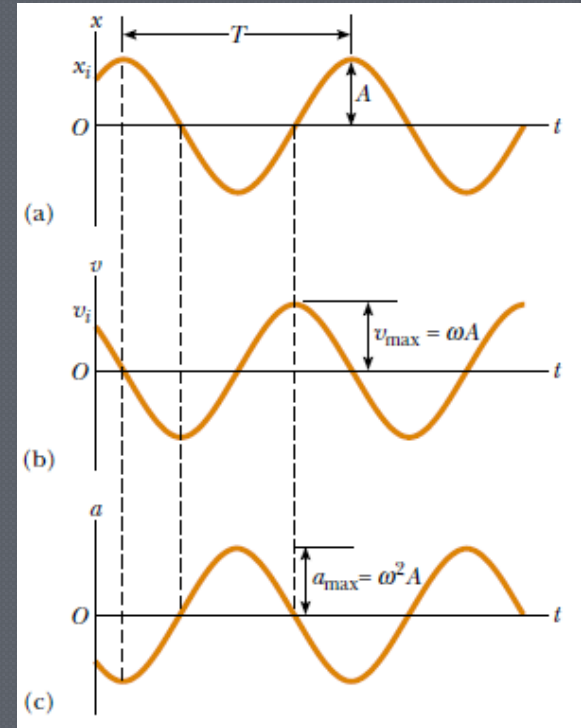
$$x_i = A \cos \phi; \quad v_i = -\omega A \sin \phi$$

suy ra

$$\tan \phi = -\frac{v_i}{\omega x_i}$$

$$x_i^2 + \left(\frac{v_i}{\omega}\right)^2 = A^2(\cos^2 \phi + \sin^2 \phi)$$

$$\rightarrow A = \sqrt{x_i^2 + \left(\frac{v_i}{\omega}\right)^2}$$



- ✓ Gia tốc của vật tỷ lệ thuận với độ dịch chuyển nhưng trái dấu, đây là điều kiện cần và đủ cho một chuyển động điều hoà đơn giản.
- ✓ Độ dịch chuyển từ vị trí cân bằng, vận tốc và gia tốc của vật đều biến thiên theo thời gian dạng hàm Sin nhưng khác pha.
- ✓ Tần số và chu kỳ của chuyển động không phụ thuộc vào biên độ.

## 1.1.1 Dao động cơ

- Xét biểu thức gia tốc của vật phụ thuộc vào hệ số lực và khối lượng của vật:

$$a = \frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{k}{m}x$$

$$\Leftrightarrow \frac{d^2x}{dt^2} = -\omega^2x; \quad \omega^2 = -\frac{k}{m}$$

- nghiệm tổng quát của phương trình vi phân:

$$x = A \cos(\omega t + \phi)$$

- Chu kỳ và tần số của hệ

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

## 1.1.1 Dao động cơ

### ■ Năng lượng của dao động điều hoà

➤ Động năng và thế năng đàn hồi:

$$K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 \sin^2(\omega t + \phi)$$

$$U = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}kA^2 \cos^2(\omega t + \phi)$$

vì  $\omega^2 = -k/m$  ta có năng lượng toàn phần của hệ:

$$\begin{aligned} E &= K + U = \frac{1}{2}kA^2 [\cos^2(\omega t + \phi) + \sin^2(\omega t + \phi)] \\ &= \frac{1}{2}kA^2 \end{aligned}$$

✓ Năng lượng toàn phần (cơ năng) của hệ bảo toàn, tỷ lệ với bình phương biên độ dao động. Vận tốc của hệ được xác định bởi

$$v = \pm \sqrt{\frac{k}{m}(A^2 - x^2)} = \pm \omega \sqrt{A^2 - x^2}$$



## 1.1.1 Dao động cơ

### ■ Con lắc đơn

- Lực tác dụng lên quả cầu theo phương tiếp tuyến:

$$F_t = -mg \sin \theta = m \frac{d^2 s}{dt^2}$$

- Xét trường hợp góc lệch bé

$$s = L \sin \theta \sim L\theta$$

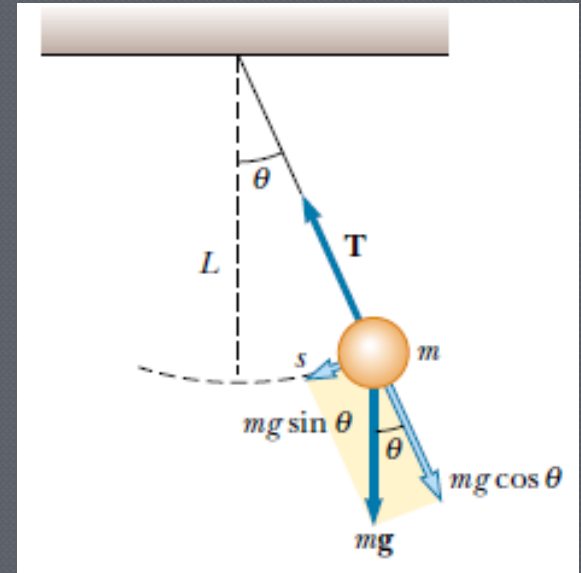
- viết lại phương trình trên

$$\frac{d^2 \theta}{dt^2} = -\frac{g}{L} \sin \theta \sim -\frac{g}{L} \theta$$

- nghiệm của phương trình vi phân:

$$\theta = \theta_{\max} \cos(\omega t + \phi); \quad \omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$



- ✓ Chu kỳ của con lắc đơn tỷ lệ với độ dài của dây, tỷ lệ nghịch với gia tốc trọng trường.

## 1.1.1 Dao động cơ

### ■ Con vật lý

➤ Vật dao động quanh một trục tại điểm  $O$  :

$$-mgd \sin \theta = I \frac{d^2 \theta}{dt^2}$$

- $d$  là khoảng cách từ khối tâm đến trục
- $I$  là mô men quán tính

➤ Giả thiết rằng góc  $\theta$  bé, ta có

$$\frac{d^2 \theta}{dt^2} = - \left( \frac{mgd}{I} \right) \theta = -\omega^2 \theta$$

$$\theta = \theta_{\max} \cos(\omega t + \phi)$$

$$\omega = \sqrt{\frac{mgd}{I}}; \quad T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgd}}$$

