

## I - DAO ĐỘNG CƠ

### 1. Thế nào là dao động cơ ?

Chiếc thuyền nhấp nhô tại chỗ neo, dây đàn ghita rung động, màng trống rung động,... là những ví dụ về vật *dao động* mà ta thường gặp trong đời sống hằng ngày.

Quan sát chuyển động của các vật ấy, ta thấy chúng đều chuyển động qua lại quanh một vị trí đặc biệt, gọi là *vị trí cân bằng*. Đó thường là vị trí của vật khi đứng yên. Chuyển động như vậy gọi là *dao động cơ*.

### 2. Dao động tuần hoàn

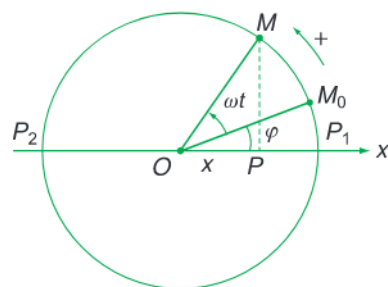
Dao động cơ của một vật có thể là *tuần hoàn* hoặc không tuần hoàn. Nếu sau những khoảng thời gian bằng nhau, vật trở lại vị trí cũ theo hướng cũ thì dao động của vật đó là tuần hoàn. Con lắc đồng hồ dao động tuần hoàn, trong khi chiếc thuyền thì dao động không tuần hoàn.

Dao động tuần hoàn có thể có mức độ phức tạp khác nhau tùy theo vật hay hệ vật dao động. Dao động tuần hoàn đơn giản nhất là *dao động điều hoà*.

## II - PHƯƠNG TRÌNH CỦA DAO ĐỘNG ĐIỀU HOÀ

### 1. Ví dụ

Giả sử có một điểm  $M$  chuyển động tròn đều trên một đường tròn theo chiều dương (ngược chiều quay của kim đồng hồ) với tốc độ góc  $\omega$  (H.1.1). Gọi  $P$  là hình chiếu của điểm  $M$  lên trục  $Ox$  trùng với một đường kính của đường tròn và có gốc trùng với tâm  $O$  của đường tròn. Ta thấy điểm  $P$  dao động trên trục  $Ox$  quanh gốc tọa độ  $O$ . Ta hãy xét xem dao động của điểm  $P$  có những đặc điểm gì.



Hình 1.1

Giả sử tại thời điểm ban đầu ( $t = 0$ ), điểm  $M$  ở vị trí  $M_0$ , được xác định bằng góc  $\widehat{P_1OM_0} = \varphi$  (rad). Sau  $t$  giây, tức là tại thời điểm  $t$ , nó chuyển động đến vị trí  $M$  được xác định bởi góc  $\widehat{P_1OM} = (\omega t + \varphi)$  (H.1.1). Khi ấy, tọa độ  $x = \overline{OP}$  của điểm  $P$  có phương trình là :

$$x = OM \cos(\omega t + \varphi)$$

Đặt  $OM = A$ , phương trình của tọa độ  $x$  được viết thành :

$$x = A \cos(\omega t + \varphi) \quad (1.1)$$

trong đó  $A$ ,  $\omega$ , và  $\varphi$  là các hằng số.

Vì hàm sin hay cosin là một hàm điều hoà, nên dao động của điểm  $P$  được gọi là *dao động điều hoà*.



## 2. Định nghĩa

Bây giờ ta xét một vật nhỏ chịu tác dụng của các lực và chuyển động giống hệt điểm  $P$ . Khi ấy, ta nói vật dao động quanh gốc tọa độ  $O$ . Còn tọa độ  $x$  được gọi là *li độ*  $x$  của vật, vì nó cho biết độ lệch và chiều lệch của vật ra khỏi gốc tọa độ (H.1.3). Từ đó ta có định nghĩa :

*Dao động điều hoà là dao động trong đó li độ của vật là một hàm cosin (hay sin) của thời gian.*

## 3. Phương trình

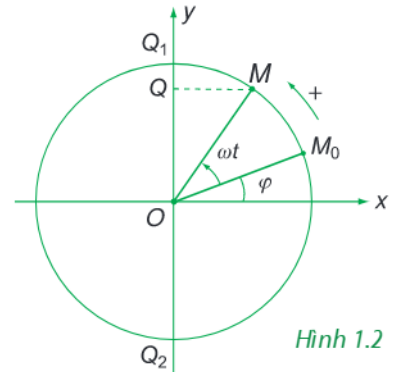
Phương trình  $x = A \cos(\omega t + \varphi)$  được gọi là *phương trình của dao động điều hoà*.

Trong phương trình này, người ta gọi :

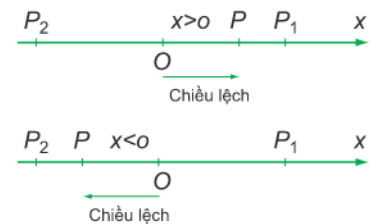
- $A$  là *biên độ dao động*. Nó là độ lệch cực đại của vật. Vì thế biên độ dao động là một số dương. Điểm  $P$  dao động qua lại giữa hai vị trí biên  $P_1$  (có  $x = A$ ) và  $P_2$  (có  $x = -A$ ).
- $(\omega t + \varphi)$  là *pha của dao động* tại thời điểm  $t$ . Nó có đơn vị là radian (rad).

Với một biên độ đã cho thì pha là đại lượng xác định vị trí và chiều chuyển động của vật tại thời điểm  $t$ .

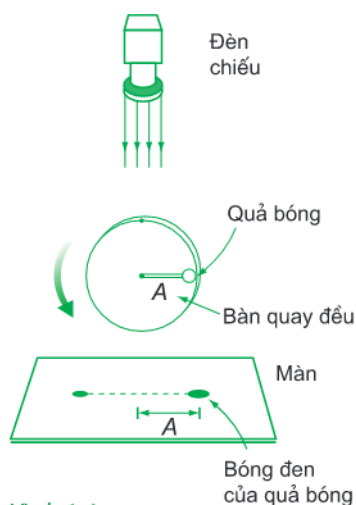
**C1** Gọi  $Q$  là hình chiếu của điểm  $M$  chuyển động tròn đều lên trục  $y$  (H.1.2). Chứng minh rằng điểm  $Q$  dao động điều hoà.



Hình 1.2



Hình 1.3



Hình 1.4

Thí nghiệm minh họa mối liên hệ giữa dao động điều hoà và chuyển động tròn đều.

- $\varphi$  là pha ban đầu của dao động, có giá trị nằm trong khoảng từ  $-\pi$  đến  $+\pi$ .

#### 4. Chú ý

a) Ta nhận thấy, giữa dao động điều hoà và chuyển động tròn đều có một mối liên hệ, thể hiện như sau : Điểm  $P$  dao động điều hoà trên một đoạn thẳng luôn luôn có thể được coi là hình chiếu của một điểm  $M$  chuyển động tròn đều lên đường kính là đoạn thẳng đó.

b) Đối với phương trình dao động điều hoà  $x = A \cos(\omega t + \varphi)$  ta quy ước chọn trục  $x$  làm gốc để tính pha của dao động và chiều tăng của pha tương ứng với chiều tăng của góc  $\widehat{P_1OM}$  trong chuyển động tròn đều (tức là ngược chiều quay của kim đồng hồ (H.1.1)).

### III - CHU KÌ. TẦN SỐ. TẦN SỐ GÓC CỦA DAO ĐỘNG ĐIỀU HOÀ

#### 1. Chu kì và tần số

Giống như chuyển động tròn đều, dao động điều hoà cũng có tính chất *tuần hoàn*. Thật vậy, cứ sau một khoảng thời gian gọi là chu kì, thì điểm  $M$  chuyển động được một vòng, còn điểm  $P$  thực hiện được một dao động toàn phần và lại trở về vị trí cũ theo hướng cũ (H.1.1). Từ đó, ta có các định nghĩa :

*Chu kì (kí hiệu là  $T$ ) của dao động điều hoà là khoảng thời gian để vật thực hiện một dao động toàn phần.*

Đơn vị của chu kì là giây (s).

*Tần số (kí hiệu là  $f$ ) của dao động điều hoà là số dao động toàn phần thực hiện được trong một giây.*

Đơn vị của tần số là một trên giây (1/s), gọi là héc (kí hiệu là Hz).

#### 2. Tần số góc

Như đã biết trong chuyển động tròn đều, giữa tốc độ góc  $\omega$ , chu kì  $T$  và tần số  $f$  có mối liên hệ :

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

Trong dao động điều hoà,  $\omega$  được gọi là *tần số góc*.

Nó cũng có đơn vị là radian trên giây (rad/s) như tốc độ góc.

Giữa tần số góc, chu kì và tần số cũng có mối liên hệ tương tự :

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f \quad (1.2)$$

## IV - VẬN TỐC VÀ GIA TỐC CỦA VẬT DAO ĐỘNG ĐIỀU HOÀ

### 1. Vận tốc

Vận tốc là đạo hàm của li độ theo thời gian :

$$v = x' = -\omega A \sin(\omega t + \varphi) \quad (1.3)$$

Ta thấy vận tốc là đại lượng biến thiên điều hoà.

- Ở vị trí biên,  $x = \pm A$  thì vận tốc bằng 0.
- Ở vị trí cân bằng  $x = 0$  thì vận tốc có độ lớn cực đại :  $v_{\max} = \omega A$ .

### 2. Gia tốc

Gia tốc là đạo hàm của vận tốc theo thời gian :

$$a = v' = -\omega^2 A \cos(\omega t + \varphi)$$

$$a = -\omega^2 x \quad (1.4)$$

Công thức (1.4) cho thấy :

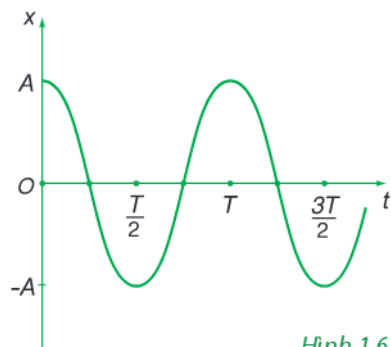
- Gốc tọa độ  $O$  là vị trí cân bằng của vật vì khi  $x = 0$  thì  $a = 0$  và hợp lực  $F = 0$ .
- Gia tốc luôn luôn ngược dấu với li độ (hay vector gia tốc luôn luôn hướng về vị trí cân bằng) và có độ lớn tỉ lệ với độ lớn của li độ (H.1.5).



Hình 1.5

## V - ĐỒ THỊ CỦA DAO ĐỘNG ĐIỀU HOÀ

Hình 1.6 là đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của li độ  $x$  vào thời gian (với  $\varphi = 0$ ). Nó là một đường hình sin, vì thế người ta còn gọi dao động điều hoà là *dao động hình sin*.



Hình 1.6

- Dao động điều hoà là dao động trong đó li độ của vật là một hàm cosin (hay sin) của thời gian.
- Phương trình của dao động điều hoà là  $x = A\cos(\omega t + \varphi)$ , trong đó :  
 $x$  là li độ của dao động ;  
 $A$  là biên độ dao động ;  
 $\omega$  là tần số góc của dao động, có đơn vị là rad/s ;  
 $(\omega t + \varphi)$  là pha của dao động tại thời điểm  $t$ , có đơn vị là rad ;  
 $\varphi$  là pha ban đầu của dao động.
- Một điểm dao động điều hoà trên một đoạn thẳng luôn luôn có thể được coi là hình chiếu của một điểm tương ứng chuyển động tròn đều lên đường kính là đoạn thẳng đó.
- Chu kì  $T$  của dao động điều hoà là khoảng thời gian để vật thực hiện được một dao động toàn phần. Đơn vị của chu kì là giây (s).
- Tần số  $f$  của dao động điều hoà là số dao động toàn phần thực hiện được trong một giây. Đơn vị của tần số là héc (Hz).
- Tần số góc  $\omega$  của dao động điều hoà là một đại lượng liên hệ với chu kì  $T$  hay với tần số  $f$  bằng các hệ thức sau đây :

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

- Công thức tính vận tốc và gia tốc của một vật dao động điều hoà :

$$v = x' = -\omega A \sin(\omega t + \varphi)$$

$$a = v' = -\omega^2 A \cos(\omega t + \varphi) = -\omega^2 x$$

- Vectơ gia tốc luôn luôn hướng về vị trí cân bằng và có độ lớn tỉ lệ với độ lớn của li độ.
- Tại vị trí biên, vận tốc bằng 0, còn gia tốc có độ lớn cực đại. Tại vị trí cân bằng, gia tốc bằng 0, còn vận tốc có độ lớn cực đại.
- Đồ thị của dao động điều hoà là một đường hình sin.

## CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP



- Phát biểu định nghĩa của dao động điều hoà.
- Viết phương trình của dao động điều hoà và giải thích các đại lượng trong phương trình.
- Mối liên hệ giữa dao động điều hoà và chuyển động tròn đều thể hiện ở chỗ nào ?
- Nêu định nghĩa chu kì và tần số của dao động điều hoà.
- Giữa chu kì, tần số và tần số góc có mối liên hệ như thế nào ?
- Một vật dao động điều hoà theo phương trình  $x = A\cos(\omega t + \varphi)$ .

- a) Lập công thức tính vận tốc và gia tốc của vật.  
 b) Ở vị trí nào thì vận tốc bằng 0 ? Ở vị trí nào thì gia tốc bằng 0 ?  
 c) Ở vị trí nào thì vận tốc có độ lớn cực đại ? Ở vị trí nào thì gia tốc có độ lớn cực đại ?



7. Một vật dao động điều hoà có quỹ đạo là một đoạn thẳng dài 12 cm. Biên độ dao động của vật là bao nhiêu ?  
 A. 12 cm. B. -12 cm.  
 C. 6 cm. D. -6 cm.
8. Một vật chuyển động tròn đều với tốc độ góc là  $\pi$  rad/s. Hình chiếu của vật trên một đường kính dao động điều hoà với tần số góc, chu kỳ và tần số bằng bao nhiêu ?  
 A.  $\pi$  rad/s ; 2 s ; 0,5 Hz.  
 B.  $2\pi$  rad/s ; 0,5 s ; 2 Hz.  
 C.  $2\pi$  rad/s ; 1 s ; 1 Hz.  
 D.  $\frac{\pi}{2}$  rad/s ; 4 s ; 0,25 Hz.
9. Cho phương trình của dao động điều hoà  $x = -5\cos(4\pi t)$  (cm). Biên độ và pha ban đầu của dao động là bao nhiêu ?  
 A. 5 cm ; 0 rad. B. 5 cm ;  $4\pi$  rad.  
 C. 5 cm ;  $(4\pi t)$  rad. D. 5 cm ;  $\pi$  rad.
10. Phương trình của dao động điều hoà là  $x = 2\cos(5t - \frac{\pi}{6})$  (cm). Hãy cho biết biên độ, pha ban đầu, và pha ở thời điểm  $t$  của dao động.
11. Một vật dao động điều hoà phải mất 0,25 s để đi từ điểm có vận tốc bằng 0 tới điểm tiếp theo cũng có vận tốc bằng 0. Khoảng cách giữa hai điểm là 36 cm. Tính :  
 a) Chu kỳ. b) Tần số. c) Biên độ.