

# 12 TỔNG HỢP DAO ĐỘNG

## I - MỤC TIÊU

• Biết rằng có thể thực hiện việc cộng hai hàm dạng sin :  $x_1$  và  $x_2$  cùng tần số góc bằng việc cộng hai vector quay tương ứng  $\vec{X}_1$  và  $\vec{X}_2$  ở thời điểm  $t = 0$ .

Nếu  $x_1 \leftrightarrow \vec{X}_1, x_2 \leftrightarrow \vec{X}_2$ , thì  $x_1 + x_2 \leftrightarrow \vec{X}_1 + \vec{X}_2$ .

• Có kĩ năng dùng phương pháp giản đồ Fre-nen để tổng hợp hai dao động cùng tần số góc.

• Hiểu được tầm quan trọng của độ lệch pha khi tổng hợp hai dao động.

## II - CHUẨN BỊ

HS ôn lại cách biểu diễn dao động điều hoà bằng vector quay ở Bài 6.

### III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

1. Cần hiểu rõ rằng quy tắc tổng hợp dao động thực chất là quy tắc cộng hai (hay nhiều) hàm dạng sin. Giả thiết có hai đại lượng cùng loại biến đổi theo thời gian theo định luật dạng sin với cùng tần số góc  $\omega$  :

$$x_1 = A_1 \cos(\omega t + \varphi_1) \quad (12.1)$$

$$x_2 = A_2 \cos(\omega t + \varphi_2) \quad (12.2)$$

Quá trình biến đổi của mỗi đại lượng là một dao động. Nếu hai đại lượng có thể cộng được, thì tổng của chúng  $x = x_1 + x_2$  cũng biến đổi theo thời gian theo định luật dạng sin. Quá trình biến đổi của  $x$  là một dao động, dao động này được coi là tổng hợp của hai dao động nói trên.

Quy tắc tổng hợp hai dao động sẽ được dùng để khảo sát sự giao thoa của hai sóng, khảo sát mạch điện xoay chiều *RLC*.

2. Như phần I đã nêu rõ, khi dạy bài này GV cần chú ý đến ba mục tiêu đã dẫn.

Phương pháp giản đồ Fre-nen (còn gọi là phương pháp giản đồ vectơ quay) dùng phép cộng vectơ thay cho phép cộng hai hàm sin cùng tần số góc. Nội dung của mục 2 chính là để chứng minh cụ thể điều đó. Vectơ tổng  $\vec{X} = \vec{X}_1 + \vec{X}_2$  tương ứng với tổng  $x = x_1 + x_2$ . Dùng hệ thức lượng giác trong tam giác có thể tính được độ lớn của vectơ  $\vec{X}$  tức là biên độ của hàm  $\sin x$ , và góc giữa trục  $Ox$  và  $\vec{X}$  đó là pha ban đầu của hàm  $x$ .

GV cần luyện cho HS kĩ năng tổng hợp hai dao động cùng tần số bằng phương pháp giản đồ Fre-nen qua ví dụ trong cột phải và bài tập 2 SGK.

Qua biểu thức của biên độ  $A$  của dao động tổng hợp (12.5) SGK, GV nêu rõ vai trò của độ lệch pha trong việc tổng hợp dao động.

Một điều lưu ý về cách vẽ vectơ  $\vec{X}$  khi đã biết  $\vec{X}_1$  và  $\vec{X}_2$  : có thể vẽ hình bình hành có hai cạnh là vectơ  $\vec{X}_1, \vec{X}_2$  gốc ở  $O$ , đường chéo của hình bình hành là  $\vec{X}$  (Hình 12.1) ; cũng có thể vẽ vectơ  $\vec{X}_1$  có gốc ở  $O$  rồi từ điểm mút của  $\vec{X}_1$  vẽ một vectơ song song và bằng  $\vec{X}_2$ ,  $\vec{X}$  là cạnh thứ ba của tam giác (Hình 12.2). Hai cách vẽ đó cùng dẫn đến một kết quả. Khi cộng nhiều vectơ thì dùng cách thứ hai thuận tiện hơn.

Ví dụ vẽ  $\vec{R} = \vec{X}_1 + \vec{X}_2 + \vec{X}_3$ .

Cách 1 (Hình 12.1).

Vẽ  $\vec{X} = \vec{X}_1 + \vec{X}_2$  bằng quy tắc hình bình hành.

Vẽ  $\vec{R} = \vec{X} + \vec{X}_3$  cũng bằng quy tắc hình bình hành.

Ta sẽ có :

$$\vec{R} = \vec{X}_1 + \vec{X}_2 + \vec{X}_3$$

Cách 2 (Hình 12.2).

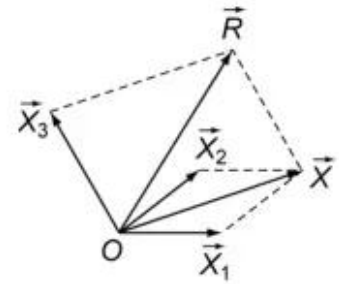
$$\text{Vẽ : } \vec{OM} = \vec{X}_1$$

$$\vec{MP} = \vec{X}_2$$

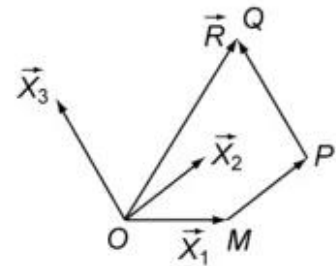
$$\vec{PQ} = \vec{X}_3$$

$$\text{Ta sẽ có : } \vec{OQ} = \vec{OM} + \vec{MP} + \vec{PQ}$$

$$= \vec{X}_1 + \vec{X}_2 + \vec{X}_3 = \vec{R}$$



Hình 12.1



Hình 12.2

#### IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

**I.** Nội dung của bài này là xây dựng một quy tắc tính tổng của hai đại lượng biến đổi điều hoà (cùng tần số góc) bằng cách vẽ vectơ và tính toán dựa trên hình vẽ. Phương pháp của bài là suy luận.

GV nên nêu rõ cách làm, chia ra từng bước cụ thể và hướng dẫn HS tính toán trên giấy nháp và tìm ra kết luận của từng phần.

Ví dụ : muốn cộng hai hàm :

$$x_1 = A_1 \cos (\omega t + \varphi_1)$$

$$x_2 = A_2 \cos (\omega t + \varphi_2)$$

ta làm các việc sau :

a) Vẽ hai vectơ quay  $\vec{X}_1$  và  $\vec{X}_2$  biểu diễn  $x_1$  và  $x_2$  vào lúc  $t = 0$  (HS tự vẽ trên giấy nháp, trả lời câu hỏi : hãy cho biết độ dài và góc hợp với trục  $Ox$  của từng vectơ).

b) Vẽ  $\vec{X} = \vec{X}_1 + \vec{X}_2$

(HS lập luận dẫn đến kết quả : hình bình hành mà hai cạnh là  $\vec{X}_1$  và  $\vec{X}_2$  không biến dạng khi hai vectơ  $\vec{X}_1$  và  $\vec{X}_2$  quay quanh gốc chung  $O$ ).

c) Chứng minh rằng vectơ  $\vec{X}$  là vectơ quay biểu diễn dao động tổng hợp  $x = x_1 + x_2$ .

d) Dựa vào hình vẽ tính độ dài  $A$  của vectơ  $\vec{X}$  và góc  $\varphi$  mà vectơ này hợp với trục  $Ox$  lúc  $t = 0$ . Đó chính là biên độ  $A$  và pha ban đầu  $\varphi$  của dao động tổng hợp.

2. Ví dụ ở cột phụ SGK được giải bằng phương pháp giản đồ Fre-nen, nhưng đã thực hiện chi tiết đầy đủ bốn bước ở mục 1. Đây là cách giải để tập luyện. Sau này, gặp một bài toán như vậy thì HS cần làm nhanh theo phương pháp của câu hỏi C2, dùng công thức (12.5) SGK để tính biên độ  $A$  của dao động tổng hợp :

$$A^2 = (2a)^2 + a^2 + 2 \cdot 2a \cdot a \cos \frac{2\pi}{3} = 3a^2$$

và công thức (12.6) SGK để tính pha ban đầu  $\varphi$  :

$$\tan \varphi = \frac{2a \sin \frac{\pi}{3} + a \sin \pi}{2a \cos \frac{\pi}{3} + a \cos \pi} = \frac{2a \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{2a \cdot \frac{1}{2} - a} = \infty$$

$$\Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{2}$$

$$\text{Vậy : } x = A \cos(\omega t + \varphi) = a\sqrt{3} \cos(100\pi t + \frac{\pi}{2})$$

## V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

### Câu hỏi

Độ lệch pha  $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$  của hai dao động thành phần  $x_1$  và  $x_2$  có mặt trong công thức (12.5) SGK để xác định biên độ  $A$  của dao động tổng hợp. Sự phụ thuộc của biên độ  $A$  vào độ lệch pha  $\Delta\varphi$  đã được nêu rõ ở nửa sau của cột chính SGK.

### Bài tập

#### 1. C.

2.  $x_1 = 0,100 \cos 50t$  (m)

$$x_2 = 0,173 \cos \left( 50t - \frac{\pi}{2} \right) \text{ (m)}$$

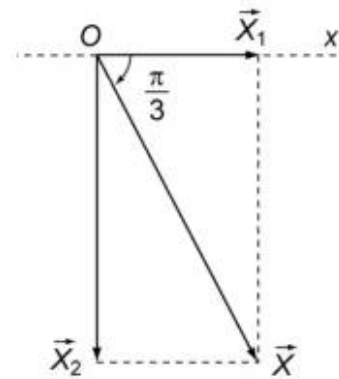
Các vectơ tương ứng :

$$x_1 \leftrightarrow \vec{X}_1 \text{ có độ dài } 0,100 \text{ m}$$

$$x_2 \leftrightarrow \vec{X}_2 \text{ có độ dài } 0,173 \text{ m}$$

Vào thời điểm  $t = 0$ ,

$$\text{góc } (Ox, \vec{X}_1) = 0, \text{ góc } (Ox, \vec{X}_2) = -\frac{\pi}{2} \text{ (Hình 12.3).}$$



Hình 12.3

Xét tam giác vuông

$$X^2 = X_1^2 + X_2^2 = (0,100)^2 + (0,173)^2 = 0,01(1^2 + \sqrt{3}^2) = 0,04$$

$$X = 0,2 \text{ m}$$

$$\text{Góc } (Ox, \vec{X}) = -\frac{\pi}{3} ;$$

$$\text{vậy } x = 0,200 \cos\left(50t - \frac{\pi}{3}\right) \text{ (m).}$$

$$3. \text{ Cho } x_1 = A \cos(\omega t + \varphi_1) ; x_2 = A \cos(\omega t + \varphi_2)$$

có thể tính  $x = x_1 + x_2$  bằng công thức lượng giác :

$$\cos p + \cos q = 2 \cos \frac{p+q}{2} \cos \frac{p-q}{2}$$

$$\text{Thật vậy } x = A[\cos(\omega t + \varphi_1) + \cos(\omega t + \varphi_2)]$$

$$= A \cdot 2 \cos\left(\omega t + \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}\right) \cos\left(\frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2}\right)$$

$$= 2A \cos \frac{\Delta\varphi}{2} \cos\left(\omega t + \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}\right)$$

Với  $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$ . Công thức trên chứng tỏ rằng : dao động tổng hợp  $x$  có cùng tần số góc  $\omega$ , có biên độ  $2A \cos \frac{\Delta\varphi}{2}$  và lệch pha  $\frac{\Delta\varphi}{2}$  so với từng dao động  $x_1$  hoặc  $x_2$ .