CHƯƠNG 0

CHUYÊN ĐỀ: CÁC PHƯƠNG PHÁP GIẢI VẬT LÍ

Chương này tác giả trình bày về ba phương pháp hay dùng (ngoài phương pháp đại số thông thường) trong giải bài tập Vật lí. Đó là:

- Phương pháp số phức.
- Phương pháp giản đồ véctơ trong giải toán điện xoay chiều.
- Phương pháp chuẩn hóa.

Chương này coi như một phụ lục, có những kiến thức bạn đọc phải đọc từ các chương sau mới hiểu được. Do đó, tốt nhất bạn nên bắt đầu từ chương 1 của cuốn sách.

A. PHƯƠNG PHÁP SỐ PHỨC

I. CƠ SỞ PHƯƠNG PHÁP.

Xét dao động điều hòa có phương trình: $x = A\cos(\omega t + \varphi_0)$

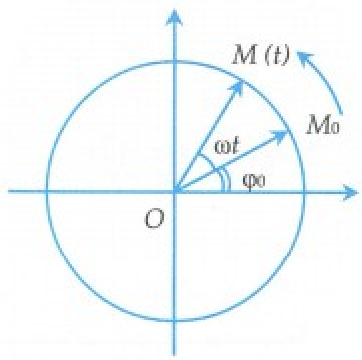
Dao động này có thể biểu diễn bằng véctơ quay $A = OM$ (xem chi tiết ở phần VI. 1 chương I)

Điểm *M(t)* có tọa độ $\left(A\cos(\omega t + \varphi_0); A\sin(\omega t + \varphi_0)\right)$ được biểu diễn bởi một số phức có dạng:

$$z = x_M + y_M.i = A\cos(\omega t + \varphi_0) + A\sin(\omega t + \varphi_0).i$$

$$= A\left[\cos(\omega t + \varphi_0) + \sin(\omega t + \varphi_0).i\right] = Ae^{i(\omega t + \varphi_0)}$$

Kí hiệu $z = A\angle(\omega t + \varphi_0)$



Như vậy, điểm *M(t)* chuyển động tròn đều quanh tâm O của đường tròn lượng giác có thể biểu diễn bằng số phức dạng lượng giác như sau

$$z = Ae^{i(\omega t + \varphi_0)} = A\angle(\omega t + \varphi_0)$$

Mà hình chiếu của *M(t)* lên *Ox* biểu diễn dao động điều hòa.

$$x = A\cos(\omega t + \varphi_0)$$

Nên ta *có thể coi* dao động điều hòa $x = A\cos(\omega t + \varphi_0)$ (hay một đại lượng biến thiên điều hòa) có thể biểu diễn bằng số phức dạng lượng giác như sau

$$z = Ae^{i(\omega t+\varphi_0)} = A\angle(\omega t+\varphi_0)$$

Xét hai dao động điều hòa cùng phương cùng tần số có phương trình

$$\begin{cases} x_1 = A_1\cos(\omega t+\varphi_1) \\ x_2 = A_2\cos(\omega t+\varphi_2) \end{cases}$$

Phương trình dao động tổng hợp là

$$x = x_1 + x_2 = A\cos(\omega t+\varphi)$$

Hai dao động này được biểu diễn dưới dạng lượng giác của số phức là

$$\begin{cases} z_1 = A_1\cos(\omega t+\varphi_1) + A_1\sin(\omega t+\varphi_1).i \\ z_2 = A_2\cos(\omega t+\varphi_2) + A_2\sin(\omega t+\varphi_2).i \end{cases}$$

Ta có

$$z = z_1 + z_2 = A_1\cos(\omega t+\varphi_1) + A_1\sin(\omega t+\varphi_1).i + A_2\cos(\omega t+\varphi_2) + A_2\sin(\omega t+\varphi_2).i$$

$$= A\cos(\omega t+\varphi) + A\sin(\omega t+\varphi).i = A\angle(\omega t+\varphi)$$

Số phức này biểu diễn dao động điều hòa có phương trình $x = A\cos(\omega t+\varphi)$, là phương trình của dao động tổng hợp x_1 và x_2.

Như vậy, việc tổng hợp dao động điều hòa cùng phương cùng tần số đồng nghĩa với việc cộng các số phức biểu diễn dao động đó.

Vì trong tổng hợp dao động, tần số góc bằng nhau nên ta chỉ quan tâm đến vấn đề tìm biên độ tổng hợp và pha ban đầu của dao động tổng hợp. Tại thời điểm ban đầu $t = 0$, ta có:

$$z_1 = A_1\cos(\varphi_1) + A_1\sin(\varphi_1).i = A_1e^{i\varphi_1} = A_1\angle\varphi_1$$

$$z_2 = A_2\cos(\varphi_2) + A_2\sin(\varphi_2).i = A_2e^{i\varphi_2} = A_2\angle\varphi_2$$

$$z = A\cos(\varphi) + A\sin(\varphi).i = Ae^{i\varphi} = A\angle\varphi$$

Vì thế nên: $z = z_1 + z_2 \Leftrightarrow \boxed{A\angle\varphi = A_1\angle\varphi_1 + A_2\angle\varphi_2}$

Trong máy tính cầm tay, $A\angle\varphi$ kí hiệu dưới dạng $r\angle\theta$.

II. SỬ DỤNG MÁY TÍNH THỰC HIỆN PHÉP TOÁN VỀ SỐ PHỨC.

Máy tính ở đây tác giả dùng là CASIO fx - 570ES, các máy tính đời tương đương (VINACAL,..) làm tương tự. Dưới đây là các chế độ trong máy tính

Các bước chọn chế độ	**Thao tác**	**Ý nghĩa kết quả**
Cài đặt ban đầu (Reset all):	Bấm: SHIFT MODE 9 3 = =	Reset all
Phép toán thông thường	Bấm: SHIFT MODE 1	Màn hình xuất hiện Math.
Phép toán về số phức	Bấm: MODE 2	Màn hình xuất hiện CMPLX

Dạng tọa độ cực đại: $r\angle\theta$ (ta hiểu: $A\angle\varphi$)	Bấm: SHIFT MODE 3 2	Hiển thị số phức kiểu $r\angle\theta$
Dạng tọa độ đề các: $a+bi$	Bấm: SHIFT MODE 3 1	Hiển thị số phức kiểu $a+bi$
Chọn đơn vị đo góc là độ (D)	Bấm: SHIFT MODE 3	Màn hình hiển thị chữ D
Chọn đơn vị đo góc là rad (R)	Bấm: SHIFT MODE 4	Màn hình hiển thị chữ R
Để nhập kí hiệu góc $\angle$	Bấm: SHIFT (−)	Màn hình hiển thị kí hiệu $\angle$

III. VẬN DỤNG PHƯƠNG PHÁP TRONG BÀI TOÁN TỔNG HỢP DAO ĐỘNG.

1. Cách nhập vào máy tính

Xét phương trình $x=8\cos\left(\omega t+\frac{\pi}{3}\right)$. Dạng số phức của nó là $8\angle 60^\circ$ hoặc $8\angle\frac{\pi}{3}$.

Để biểu diễn trên máy tính, ta làm như sau

- Chọn chế độ tính toán với số phức

Bấm máy MODE 2 màn hình xuất hiện chữ CMPLX

- Chọn chế độ tính góc (là độ hay rad)

Nếu chọn đơn vị đo góc là độ (D) ta bấm: SHIFT MODE 3 trên màn hình hiển thị chữ D. Nhập máy: 8 SHIFT (−) 6 0 sẽ hiển thị là: $8\angle 60$

Nếu chọn đơn vị đo góc là Rad (R) ta bấm: SHIFT MODE 4 trên màn hình hiển thị chữ R.

Nhập máy: 8 SHIFT (−) (π) : 3 sẽ hiển thị là: $8\angle\frac{1}{3}\pi$

Tùy thuộc vào bài toán mà ta dùng chế độ tính góc theo độ hay rad. Cách chuyển từ rad sang độ $\varphi(rad)=\frac{\varphi(D)\pi}{180^\circ}$

STUDY TIP
Để chuyển từ dạng đại số của số phức *a* + *bi* sang dạng lượng giác $A\angle\varphi$ ta bấm SHIFT 2 3 =

Ví dụ: Nếu trên máy tính hiển thị: $4+4\sqrt{3}i$ thì ta bấm phím SHIFT 2 3 = sẽ thu được kết quả: $8\angle\frac{1}{3}\pi$

Để chuyển từ dạng lượng giác $A\angle\varphi$ sang dạng đại số *a* + *bi*, ta bấm SHIFT 2 4 =

Ví dụ: Nếu trên máy hiển thị: $8\angle\frac{1}{3}\pi$ thì ta bấm phím SHIFT 2 4 = sẽ thu được kết quả: $4+4\sqrt{3}i$

IV. VẬN DỤNG PHƯƠNG PHÁP GIẢI BÀI TOÁN ĐIỆN XOAY CHIỀU

1. Tổng trở phức. Định luật ôm dạng phức

Xét mạch điện *RLC* mắc nối tiếp, điện trở thuần và cuộn cảm thuần.

Giả sử cường độ dòng điện trong mạch là $i_t=I_0\cos(\omega t+\varphi_1)$(ở đây ta kí hiệu biểu thức cường độ dòng điện là i_t để phân biệt với *i* trong số phức) và hiệu điện thế đặt giữa hai đầu đoạn mạch là

$u = U_0 \cos(\omega t + \varphi_u)$.

Hiệu điện thế tức thời giữa hai đầu điện trở, cuộn cảm và tụ điện lần lượt là

$$\begin{cases} u_R = U_{0R} \cos(\omega t + \varphi_i) \\ u_L = U_{0L} \cos\left(\omega t + \varphi_i + \dfrac{\pi}{2}\right) \\ u_C = U_{0C} \cos\left(\omega t + \varphi_i - \dfrac{\pi}{2}\right) \end{cases}$$

Từ giản đồ véctơ chung gốc và dựa vào sự biểu diễn hình học của số phức, ta biểu diễn các đại lượng biến thiên điều hòa U, U_R, U_L, U_C dưới dạng đại số của số phức như sau:

$$\begin{cases} u_R = U_{0R} + 0i \\ u_L = 0 + U_{0L} i \\ u_C = 0 - U_{0C} i \\ u = U_0 \cos\varphi + (U_0 \sin\varphi) i \end{cases}$$

Vì $u = u_R + u_L + u_C$ nên ta có $U_0 \cos\varphi + (U_0 \sin\varphi) i = U_{0R} + 0i + 0 + U_{0L} i + 0 - U_{0C} i$

$$\Leftrightarrow Z\cos\varphi + Z\sin\varphi . i = r + (Z_L - Z_C).i$$

Mặt khác, ta có biến đổi sau:

$$u = U_0 \cos(\omega t + \varphi_u) = I_0 Z \cos(\omega t + \varphi_u)$$

$$= I_0 \cos(\omega t + \varphi_1) Z \frac{\cos(\omega t + \varphi_u)}{\cos(\omega t + \varphi_i)} = i_t . Z \frac{\cos(\omega t + \varphi_u)}{\cos(\omega t + \varphi_i)}$$

Mà đại lượng biến thiên điều hòa $\cos(\omega t + \varphi)$ có thể biểu diễn dưới dạng số phức $z = \cos(\omega t + \varphi) + \sin(\omega t + \varphi).i$.Để cho gọn ta đặt $X = \omega t + \varphi$. Khi đó ta có

$$X_u - X_i = (\omega t + \varphi_u) - (\omega t + \varphi_i) = \varphi_u - \varphi_i = \varphi$$

Tiếp tục biến đổi biểu thức trên, ta có

$$u = i_t . Z \frac{\cos(\omega t + \varphi_u)}{\cos(\omega t + \varphi_i)} = i_t . Z \frac{\cos(X_u)}{\cos(X_i)} = i_t . Z \frac{\cos(X_u) + \sin(X_u).i}{\cos(X_i) + \sin(X_i).i}$$

$$= i_t . Z \frac{\left[\cos(X_u) + \sin(X_u).i\right]}{\left[\cos(X_i) + \sin(X_i).i\right]} \frac{\left[\cos(X_i) - \sin(X_i).i\right]}{\left[\cos(X_i) - \sin(X_i).i\right]}$$

$$= i_t . Z \frac{\cos(X_u)\cos(X_i) - \sin(X_u)\sin(X_i).i^2 + \left[\sin(X_u)\cos(X_i) - \cos(X_u)\sin(X_i)\right].i}{\cos^2(X_i) - \sin^2(X_i).i^2}$$

$$= i_t . Z \frac{\cos(X_u - X_i) + \sin(X_u - X_i).i}{\cos^2(X_i) + \sin^2(X_i)} = i_t . Z\left[\cos(X_u - X_i) + \sin(X_u - X_i).i\right]$$

$$= i_t . Z\left[\cos\varphi + \sin\varphi . i\right] = i_t . \left[R + (Z_L - Z_C).i\right]$$

Đặt $\boxed{Z^* = R + (Z_L - Z_C).i}$ gọi là tổng trở phức. Nếu trong mạch thiếu phần tử nào thì cho phần tử đó bằng 0. Khi đó ta có $\boxed{u = i_t.Z^*}$

Hay có thể viết dưới dạng $\boxed{i_t = \frac{u}{Z^*}}$

Dạng này gọi là định luật Ôm dạng phức.

Nhận xét: Từ biểu thức trên, ta suy ra một số hệ quả rất quan trọng sau:

- Nếu ta biết được biểu thức của *u*, biết được tổng trở phức thì ta sẽ viết được biểu thức *i*.
- Nếu ta biết được biểu thức của *i*, biết được tổng trở phức thì ta sẽ viết được biểu thức *u*.
- Nếu ta biết được biểu thức của *u* và *i*, ta sẽ suy ra được tổng trở phức, và từ đó biết được các giá trị R, Z_L, Z_C trong mạch.

2.Vận dụng

V. LỜI KẾT VỀ PHƯƠNG PHÁP SỐ PHỨC.

Như vậy, chúng ta đã tìm hiểu xong phương pháp số phức. Và chúng ta cần rút ra được kinh nghiệm: *khi nào thì dùng phương pháp số phức?*

Câu trả lời là:

- Khi ta cần tổng hợp các đại lượng biến thiên điều hòa cùng tần số, cùng phương.
- Khi ta muốn viết biểu thức cường độ dòng điện, hiệu điện thế trong đoạn mạch RLC một cách nhanh chóng mà không cần phải tính $\tan\varphi$.
- Khi ta muốn tìm các phần tử và các giá trị của nó trong hộp kín X khi biết biểu thức *u* và *i*. Nắm vững bản chất Vật lí, biết cách áp dụng phương pháp sẽ khiến chúng ta giải các bài toán liệt kê bên trên trên một cách nhanh chóng.