

Cách giải bài tập về Mối liên hệ giữa dòng điện xoay chiều và dao động điều hòa

A. Phương pháp & Ví dụ

1. Phương pháp

- Ta dùng mối liên hệ giữa dao động điều hòa và chuyển động tròn đều để tính. Theo lượng giác : $u = U_0 \cos(\omega t + \varphi)$ được biểu diễn bằng vòng tròn tâm O bán kính U_0 , quay với tốc độ góc ω
 - + Có 2 điểm M, N chuyển động tròn đều có hình chiếu lên Ox là u, nhưng N có hình chiếu lên Oy có u đang tăng (vận tốc là dương), còn M có hình chiếu lên Oy có u đang giảm (vận tốc là âm)
 - + Ta xác định xem vào thời điểm ta xét điện áp u có giá trị u và đang biến đổi thế nào (Ví dụ chiều âm) \Rightarrow ta chọn M rồi tính góc MOA = φ ; còn nếu theo chiều dương ta chọn N và tính $\varphi = -NOA$ theo lượng giác
- Dòng điện xoay chiều $i = I_0 \cos(2\pi f t + \varphi_i)$
- * Mỗi giây đổi chiều $2f$ lần
- * Nếu cho dòng điện qua bộ phận làm rung dây trong hiện tượng sóng dừng thì dây rung với tần số $2f$
- Công thức tính thời gian đèn huỳnh quang sáng trong một chu kỳ
Khi đặt điện áp $u = U_0 \cos(\omega t + \varphi_u)$ vào hai đầu bóng đèn, biết đèn chỉ sáng lên khi $|u| \geq U_1$. Gọi Δt là khoảng thời gian đèn sáng trong một chu kỳ

2. Ví dụ

Ví dụ 1: Biểu thức cường độ dòng điện xoay chiều chạy qua một đoạn mạch là $i = I_0 \cos(100\pi t)$, với $I_0 > 0$ và t tính bằng giây (s). Tính từ lúc 0 s, xác định thời điểm đầu tiên mà dòng điện có cường độ tức thời bằng cường độ hiệu dụng ?

Hướng dẫn:

Biểu thức cường độ dòng điện $i = I_0 \cos(100\pi t)$ giống về mặt toán học với biểu thức li độ $x = A \cos(\omega t)$ của chất điểm dao động cơ điều hòa. Do đó, tính từ lúc 0 s, tìm thời điểm đầu tiên để dòng điện có cường độ tức thời bằng cường độ hiệu dụng $i = I = I_0/\sqrt{2}$ cũng giống như tính từ lúc 0 s, tìm thời điểm đầu tiên để chất điểm dao động cơ điều hòa có li độ $x = A/\sqrt{2}$. Vì pha ban đầu của dao động bằng 0, nghĩa là lúc 0 s thì chất điểm đang ở vị trí giới hạn $x = A$, nên thời điểm cần tìm chính bằng thời gian ngắn nhất để chất điểm đi từ vị trí giới hạn $x = A$ đến vị trí có li độ $x = A/\sqrt{2}$. Ta sử dụng tính chất hình chiếu của một chất điểm chuyển động tròn đều lên một đường thẳng nằm trong mặt phẳng quỹ đạo là một dao động điều hòa với cùng chu kỳ để giải Bài toán này.

Thời gian ngắn nhất để chất điểm dao động điều hòa chuyển động từ vị trí có li độ $x = A$ đến vị trí có li độ $x = A/\sqrt{2}$ (từ P đến D) chính bằng thời gian chất điểm chuyển động tròn đều với cùng chu kỳ đi từ P đến Q theo cung tròn PQ.

Tam giác ODQ vuông tại D và có $OQ = A$, $OD = A/\sqrt{2}$ nên ta có : $\cos \alpha = OD / OQ = \sqrt{2}/2$ Suy ra : $\alpha = \pi/4$ rad

Thời gian chất điểm chuyển động tròn đều đi từ P đến Q theo cung tròn PQ là : $t = \alpha / \omega = 1/4\omega$

Trong biểu thức của dòng điện, thì tần số góc $\omega = 100\pi$ rad/s nên ta suy ra tính từ lúc 0 s thì thời điểm đầu tiên mà dòng điện có cường độ tức thời bằng cường độ hiệu dụng là : $t = \pi/4\omega = 1/400$ s

Ví dụ 2: Một đèn neon mắc với mạch điện xoay chiều có điện áp hiệu dụng 220V và tần số 50Hz. Biết đèn sáng khi điện áp giữa 2 cực không nhỏ hơn 155V.

a) Trong một giây, bao nhiêu lần đèn sáng ? bao nhiêu lần đèn tắt ?

b) Tính tỉ số giữa thời gian đèn sáng và thời gian đèn tắt trong một chu kỳ của dòng điện ?

Hướng dẫn:

a) $u = 220\sqrt{2}\sin(100\pi t)$ (V)

- Trong một chu kỳ có 2 khoảng thời gian thỏa mãn điều kiện đèn sáng $|u| \geq 155$ Do đó trong một chu kỳ, đèn chớp sáng 2 lần, 2 lần đèn tắt

- Số chu kỳ trong một giây : $n = f = 50$ chu kỳ

- Trong một giây đèn chớp sáng 100 lần, đèn chớp tắt 100 lần

b) Tìm khoảng thời gian đèn sáng trong nửa chu kỳ đầu

- Thời gian đèn sáng trong nửa chu kỳ :

Thời gian đèn sáng trong một chu kỳ :

- Thời gian đèn tắt trong chu kỳ :

- Tỉ số thời gian đèn sáng và thời gian đèn tắt trong một chu kỳ :

Có thể giải Bài toán trên bằng pp nêu trên :

$|u| \geq 155 \Rightarrow 155 = 220\sqrt{2}/2 = U_0/2$. Vậy thời gian đèn sáng tương ứng chuyển động tròn đều quay góc EOM và góc E'OM'. Biểu diễn bằng hình ta thấy tổng thời gian đèn sáng ứng với thời gian $t_s = 4.t$ với t là thời gian bán kính quét góc BOM = φ ; với

. $\varphi = \pi/3$

Ví dụ 3: Tại thời điểm t , điện áp $u = 200\sqrt{2}\cos(100\pi t - \pi/2)$ (trong đó u tính bằng V, t tính bằng s) có giá trị $100\sqrt{2}$ và đang giảm. Sau thời điểm đó $1/300$ s, điện áp này có giá trị là

A. $-100V$. B. $100\sqrt{3}$ C. $-100\sqrt{2}$ D. $200 V$.

Hướng dẫn:

Dùng mối liên quan giữa dddh và CDTD, khi $t=0$, u ứng với CDTD ở C. Vào thời điểm t , $u = 100\sqrt{2} V$ và đang giảm nên ứng với CDTD tại M với $MOB = \Delta\varphi$.

B. Bài tập trắc nghiệm

Câu 1. Điện áp ở hai đầu một đoạn mạch là $u = 160\cos 100\pi t$ (V) (t tính bằng giây). Tại thời điểm t_1 , điện áp ở hai đầu đoạn mạch có giá trị là $80V$ và đang giảm. Đến thời điểm $t_2 = t_1 + 0,015s$, điện áp ở hai đầu đoạn mạch có giá trị bằng

A. $40\sqrt{3} V$ B. $80\sqrt{3} V$ C. $40 V$ D. $80 V$

Lời giải:

Ta có: $t_2 = t_1 + 0,015s = t_1 + 3T/4$.

Với $3T/4$ ứng góc quay $3\pi/2$.

Nhìn hình vẽ thời gian quay $3T/4$ (ứng góc quay $3\pi/2$).

M_2 chiếu xuống trục $u \Rightarrow u = 80\sqrt{3} V$.

Chọn B.

Câu 2. Tại thời điểm t , điện áp $u = 200\sqrt{2}\cos(100\pi t - \pi/2)$ (trong đó u tính bằng V, t tính bằng s) có giá trị $100\sqrt{2}$ V và đang giảm. Sau thời điểm đó $1/300$ s, điện áp này có giá trị là

A. -100 V. B. $100\sqrt{3}$ V C. $-100\sqrt{2}$ V D. 200 V.

Lời giải:

Chọn C.

Dùng mối liên quan giữa dao động điều hòa và chuyển động tròn đều, khi $t = 0$, u ứng với chuyển động tròn đều ở C. Vào thời điểm t , $u = 100\sqrt{2}$ V và đang giảm nên

ứng với chuyển động tròn đều tại M với $\angle MOB = \Delta\varphi$. Ta có: .

Suy ra .

Vì vậy thêm $1/300$ s

u ứng với chuyển động tròn đều ở B với $\angle MOB = 60^\circ$.

Suy ra lúc đó $u = -100\sqrt{2}$ V.

Câu 3. Vào cùng một thời điểm nào đó, hai dòng điện xoay chiều $i_1 = I_0\cos(\omega t + \varphi_1)$ và $i_2 = I_0\cos(\omega t + \varphi_2)$ đều cùng có giá trị tức thời là $0,5I_0$, nhưng một dòng điện đang giảm, còn một dòng điện đang tăng. Hai dòng điện này lệch pha nhau một góc bằng.

A. $5\pi/6$ B. $2\pi/3$ C. $\pi/6$ D. $4\pi/3$

Lời giải:

Chọn B.

Dùng mối liên quan giữa dao động điều hòa và chuyển động tròn đều: Đối với dòng i_1 khi có giá trị tức thời $0,5I_0$ và đang tăng ứng với chuyển động tròn đều ở M', còn đối với dòng i_2 khi có giá trị tức thời $0,5I_0$ và đang giảm ứng với chuyển động tròn đều ở B. Bằng công thức lượng giác, ta có :

\Rightarrow 2 cường độ dòng điện tức thời i_1 và i_2 lệch pha nhau $2\pi/3$.

Câu 4. Đặt điện áp xoay chiều có trị hiệu dụng 120 V tần số 60 Hz vào hai đầu một bóng đèn huỳnh quang. Biết đèn chỉ sáng lên khi điện áp đặt vào đèn không nhỏ hơn $60\sqrt{2}$ V. Thời gian đèn sáng trong mỗi giây là:

A. $1/2$ (s) B. $1/3$ (s) C. $2/3$ (s) D. $0,8$ (s)

Lời giải:

Chọn C

Thời gian hoạt động trong 1 s:

Câu 5. Một đèn ống sử dụng điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng 220V. Biết đèn sáng khi điện áp đặt vào đèn không nhỏ hơn 155 V. Tỷ số giữa khoảng thời gian đèn sáng và khoảng thời gian đèn tắt trong một chu kỳ là

A. 0,5 lần B. 2 lần C. $\sqrt{2}$ lần D. 3 lần

Lời giải:

Chọn B

Thời gian đèn sáng trong một chu kì:

Thời gian đèn tắt trong một chu kì: $t_t = T - t_s = T/3 \Rightarrow t_s/t_t = 2$

Câu 6. (ĐH-2007) Dòng điện chạy qua một đoạn mạch có biểu thức $i = I_0 \sin 100\pi t$. Trong khoảng thời gian từ 0 đến 0,01 s cường độ dòng điện tức thời có giá trị bằng $0,5I_0$ vào những thời điểm

- A. $1/300$ s; $2/300$ s B. $1/400$ s; $2/400$ s
C. $1/500$ s; $3/500$ s D. $1/600$ s; $5/600$ s

Lời giải:

Chọn D

Khi bài toán chỉ yêu cầu tìm hai thời điểm đầu có thể giải phương trình lượng giác:

Câu 7. Điện áp hai đầu đoạn mạch có biểu thức $u = 200\cos(100\pi t + 5\pi/6)$ (u đo bằng vôn, t đo bằng giây). Trong khoảng thời gian từ 0 đến 0,01 s điện áp tức thời có giá trị bằng 100 V vào những thời điểm

- A. $3/200$ s; $5/600$ s B. $1/400$ s; $2/400$ s
C. $1/500$ s; $3/500$ s D. $1/200$ s; $7/600$ s

Lời giải:

Chọn A

Dùng vòng tròn lượng giác

Vị trí xuất phát ứng với pha dao động: $\Phi_0 = 5\pi/6$. Lần 1 điện áp tức thời có giá trị bằng 100 V ứng với pha dao động: $\Phi_1 = -3\pi/2 + 2\pi$ nên thời gian:

Lần 2 điện áp tức thời có giá trị bằng 100 V ứng với pha dao động: $\Phi_2 = 3\pi/2 + 2\pi$ nên thời gian

Câu 8. Điện áp giữa hai đầu một đoạn mạch có biểu thức: $u = 120\sin 100\pi t$ (u đo bằng vôn, t đo bằng giây). Hãy xác định các thời điểm mà điện áp $u = 60$ V và đang tăng (với $k = 0, 1, 2, \dots$)

- A. $t = 1/3 + k$ (ms) B. $t = 1/6 + k$ (ms)
C. $t = 1/3 + 20k$ (ms) D. $t = 5/3 + 20k$ (ms)

Lời giải:

Chọn D

Câu 9. Điện áp giữa hai đầu một đoạn mạch có biểu thức $u = U_0 \cos(2\pi t/T)$. Tính từ thời điểm $t = 0$ s, thì thời điểm lần thứ 2014 mà $u = 0,5U_0$ và đang tăng là

- A. $12089.T/6$ B. $12055.T/6$
C. $12059.T/6$ D. $12083.T/6$

Lời giải:

Chọn D

Các thời điểm mà $u = 0,5U_0$ và đang tăng thì chuyển động tròn đều nằm ở nửa dưới vòng tròn lượng giác (mỗi chu kì chỉ có một lần).

Vị trí xuất phát ứng với pha dao động: $\Phi_0 = 0$

Lần 1 mà $u = 0,5U_0$ và đang tăng ứng với pha dao động: $\Phi_1 = -\pi/3 + 2\pi$ nên thời gian

Lần 2: $t_2 = t_1 + T \dots$

Lần 2014: $t_{2014} = t_1 + 2013T$

$$t_{2014} = 5T/6 + 2013T = 12083T/6$$

Câu 10. Điện áp giữa hai đầu một đoạn mạch có biểu thức $u = U_0 \cos(2\pi t/T)$. Tính từ thời $t = 0$ s, thì thời điểm lần thứ 2010 mà $u = 0,5U_0$ và đang giảm là

A. $6031.T/6$ B. $12055.T/6$

C. $12059.T/6$ D. $6025.T/6$

Lời giải:

Chọn B

Vị trí xuất phát $\Phi_0 = (100\pi.0) = 0$

Lần 1 mà $u = 0,5U_0$ theo chiều âm: $t_1 = T/6$

Lần 2010 mà $u = 0,5U_0$ theo chiều âm:

$$t_{2010} = T/6 + 2009T = 12055T/6$$

Câu 11. Đặt vào hai đầu đoạn mạch một điện áp $u = U_0 \cos 100\pi t$ (V). Trong chu kì thứ 3 của dòng điện, các thời điểm điện áp tức thời u có giá trị bằng điện áp hiệu dụng là

A. 0,0625 s và 0,0675 s B. 0,0225 s và 0,0275 s

C. 0,0025 s và 0,0075 s D. 0,0425 s và 0,0575 s

Lời giải:

Chọn D

Dùng vòng tròn lượng giác.

Vị trí xuất phát: $\Phi_0 = 0$

Câu 12. Dòng điện xoay chiều qua một đoạn mạch có biểu thức $i = I_0 \cos(100\pi t - \pi/3)$ (A) (t đo bằng giây). Thời điểm thứ 2009 cường độ dòng điện tức thời $i = I_0/\sqrt{2}$ là

A. $t = 12049/1440$ (s) B. $t = 24097/14400$ (s) C. $t = 24113/1440$ (s) D. $t = 22049/1440$ (s)

Lời giải:

Chọn B

Ta thấy: $2009/2 = 1004$ dư 1 $\Rightarrow t_{2009} = 1004T + t_1$

Ta dùng vòng tròn lượng giác để tính t_1 : $t_1 = T/24$

$$t_{2009} = 1004T + T/24 = 24097/1440 \text{ (s)}$$

Câu 13. Dòng điện xoay chiều qua một đoạn mạch có biểu thức $i = I_0 \cos(100\pi t - \pi/3)$ (A) (t đo bằng giây). Thời điểm thứ 2013 giá trị tuyệt đối của cường độ dòng điện tức thời bằng cường độ dòng điện hiệu dụng là

A. $t = 12043/12000$ (s) B. $t = 9649/1200$ (s)

C. $t = 2411/240$ (s) D. $t = 12073/1200$ (s)

Lời giải:

Chọn D

Ta nhận thấy: $2013/4 = 503$ dư 1 $\Rightarrow t_{2013} = 503T + t_1$

Ta dùng vòng tròn lượng giác để tính t_1 : $t_1 = T/24$

$$t_{2013} = 503T + T/24 = 12073T/24 = 12073/1200 \text{ (s)}$$

Câu 14. (ĐH-2010) Tại thời điểm t , điện áp $u = 200\sqrt{2}\cos(100\pi t - \pi/2)$ (trong đó u tính bằng V, t tính bằng s) có giá trị $100\sqrt{2}$ (V) và đang giảm. Sau thời điểm đó $1/300$ (s), điện áp này có giá trị là
A. -100 (V) B. $100\sqrt{3}$ (V)
C. $-100\sqrt{2}$ (V) D. 200 (V)

Lời giải:

Chọn C

Khi $u = 100\sqrt{2}$ (V) và đang giảm thì pha dao động có thể chọn: $\Phi_1 = \pi/3$

Sau thời điểm đó $1/300$ (s) (tương ứng với góc quét $\Delta\Phi = \omega\Delta t = 100\pi/300 = \pi/3$)

thì pha dao động: $\Phi_2 = \Phi_1 + \Delta\Phi = 2\pi/3 \Rightarrow u_2 = 200\sqrt{2}\cos\Phi_2 = -100\sqrt{2}$ (V)

Câu 15. Dòng điện chạy qua một đoạn mạch có biểu thức $i = 4\cos(120\pi t)$ (A), t đo bằng giây. Tại thời điểm t_1 nào đó, dòng điện có cường độ $2\sqrt{3}$ (A). Đến thời điểm $t = t_1 + 1/240$ (s), cường độ dòng điện bằng

A. 2 (A) hoặc -2 (A) B. $-\sqrt{2}$ (A) hoặc 2 (A)
C. $-\sqrt{3}$ (A) hoặc 2 (A) D. $\sqrt{3}$ (A) hoặc -2 (A)

Lời giải:

Chọn A

Vì không liên quan đến chiều đang tăng hoặc đang giảm nên ta có thể giải phương trình lượng giác để tìm nhanh kết quả.

$$i_{(t_1)} = 4\cos 120\pi t_1 = 2\sqrt{3} \Rightarrow 120\pi t_1 = \pm\pi/6$$

Cường độ dòng điện ở thời điểm $t = t_1 + 1/240$ (s):