

Suất điện động cảm ứng trong khung dây

A. Phương pháp & Ví dụ

+ Suất điện động cảm ứng trong khung dây có N vòng:

+ Dòng điện cảm ứng chạy trong dây dẫn có điện trở R:

Lưu ý:

Nếu B biến thiên thì $\Delta\Phi = S \cdot \cos\alpha \cdot \Delta B = S \cdot \cos\alpha \cdot (B_2 - B_1)$

Nếu S biến thiên thì $\Delta\Phi = B \cdot \cos\alpha \cdot \Delta S = B \cdot \cos\alpha \cdot (S_2 - S_1)$

Nếu α biến thiên thì $\Delta\Phi = B \cdot S \cdot \Delta(\cos\alpha) = B \cdot S \cdot (\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1)$

Khi nói mặt phẳng khung dây hợp với cảm ứng từ B một góc β thì $\alpha = 90^\circ \pm \beta$

Ví dụ 1: Một khung dây phẳng diện tích 20 cm^2 , gồm 10 vòng được đặt trong từ trường đều. Véc tơ cảm ứng từ làm thành với mặt phẳng khung dây góc 30° và có độ lớn bằng $2 \cdot 10^{-4} \text{ T}$. Người ta làm cho từ trường giảm đều đến 0 trong thời gian 0,01 s. Tính suất điện động cảm ứng xuất hiện trong khung dây trong thời gian từ trường biến đổi.

Hướng dẫn:

Ta có:

Ví dụ 2: Cuộn dây có N = 100 vòng, diện tích mỗi vòng S = 300 cm^2 có trục song song với B của từ trường đều, B = 0,2 T. Quay đều cuộn dây để sau $\Delta t = 0,5 \text{ s}$, trục của nó vuông góc với B . Tính suất điện động cảm ứng trung bình trong cuộn dây.

Hướng dẫn:

Ban đầu:

+ Trục của vòng dây song song với B nên: $\alpha_1 = \angle(n \rightarrow B) = 0$

+ Từ thông qua N vòng dây lúc đầu: $\Phi_1 = NBS \cos\alpha_1 = NBS$

Lúc sau:

+ Trục của vòng dây vuông góc với B nên: $\alpha_2 = \angle(n \rightarrow B) = 90^\circ$

+ Từ thông qua N vòng dây lúc sau: $\Phi_2 = NBS \cos\alpha_2 = 0$

+ Độ biến thiên từ thông: $\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1 = -\Phi_1 = -NBS$

+ Độ lớn suất điện động:

Vậy: Suất điện động cảm ứng trung bình trong cuộn dây là 1,2 V.

Ví dụ 3: Một ống dây hình trụ dài gồm N = 1000 vòng dây, diện tích mỗi vòng dây S = 100 cm^2 . Ống dây có R = 16 Ω , hai đầu nối đoạn mạch và được đặt trong từ trường đều: vector cảm ứng từ B song song với trục của hình trụ và độ lớn tăng đều 0,04 T/s. Tính công suất tỏa nhiệt trong ống dây

Hướng dẫn:

+ Từ thông qua ống dây: $\Phi = NBS \cos 0^\circ = NBS$

+ Tốc độ biến thiên từ thông:

+ Độ lớn suất điện động trong khung dây:

+ Dòng điện cảm ứng trong ống dây:

+ Công suất tỏa nhiệt trên R:

Ví dụ 4: Vòng dây đồng ($\rho = 1,75 \cdot 10^{-8} \Omega.m$) đường kính $d = 20cm$, tiết diện $S_0 = 5 mm^2$ đặt vuông góc với $B \rightarrow$ của từ trường đều. Tính độ biến thiên $\Delta B/\Delta t$ của cảm ứng từ khi dòng điện cảm ứng trong vòng dây là $I = 2A$.

Hướng dẫn:

Suất điện động cảm ứng xuất hiện trong vòng dây có độ lớn:

Điện trở của vòng dây:

Cường độ dòng điện cảm ứng qua vòng dây:

Ví dụ 5: Một khung dây cứng, phẳng diện tích $25 cm^2$, gồm 10 vòng dây. Khung dây được đặt trong từ trường đều. Khung dây nằm trong mặt phẳng như hình vẽ. Cảm ứng từ biến thiên theo thời gian theo đồ thị

a) Tính độ biến thiên của từ thông qua khung dây kể từ lúc $t = 0$ đến $t = 0,4s$.

b) Xác định giá trị của suất điện động cảm ứng trong khung.

c) Tìm chiều của dòng điện cảm ứng trong khung.

Hướng dẫn:

a) Độ biến thiên của từ thông qua khung dây kể từ lúc $t_1 = 0$ đến $t_2 = 0,4s$.

Từ đồ thị ta có :

+ Độ biến thiên cảm ứng từ: $\Delta B = B_2 - B_1 = - 2,4 \cdot 10^{-3} (T)$

+ Khung dây vuông góc với mặt phẳng khung dây nên: $\alpha = \angle(n \rightarrow B) = 0$

+ Độ biến thiên từ thông qua khung dây:

$$\Delta \Phi = N(\Delta B) \cdot S \cdot \cos \alpha = 10 \cdot (- 2,4 \cdot 10^{-3}) \cdot 25 \cdot 10^{-4} \cdot 1 = - 6 \cdot 10^{-5} (Wb)$$

+ Vậy từ thông giảm một lượng $|\Delta \Phi| = 6 \cdot 10^{-5} (Wb)$

b) Suất điện động cảm ứng trong khung dây:

c) Vì từ thông giảm nên vectơ cảm ứng từ cảm ứng B_c cùng chiều với cảm ứng từ $B \rightarrow$. Áp dụng quy tắc nắm bàn tay phải suy ra chiều của dòng điện cảm ứng có chiều là chiều kim đồng hồ (hình vẽ).

B. Bài tập

Bài 1: Một khung dây tròn bán kính $10 cm$ gồm 50 vòng dây được đặt trong từ trường đều. Cảm ứng từ hợp với mặt phẳng khung dây một góc 60° . Lúc đầu cảm ứng từ có giá trị bằng $0,05 T$. Tìm suất điện động cảm ứng trong khung nếu trong khoảng $0,05 s$:

a) Cảm ứng từ tăng gấp đôi.

b) Cảm ứng từ giảm đến 0 .

Lời giải:

Từ thông qua khung dây lúc đầu:

$$\Phi_1 = NBS \cos(n \rightarrow B) = 6,8 \cdot 10^{-2} Wb.$$

a) Khi $\Phi_2 = 2\Phi_1$ thì . Dấu “-” cho biết nếu khung dây khép kín thì suất điện động cảm ứng sẽ gây ra dòng điện cảm ứng có từ trường cảm ứng ngược chiều với từ trường ngoài.

b) Khi $\Phi_2 = 0$ thì

Bài 2: Một khung dây dẫn hình chữ nhật có diện tích 200 cm^2 , ban đầu ở vị trí song song với các đường sức từ của một từ trường đều có độ lớn $B = 0,01 \text{ T}$. Khung quay đều trong thời gian $\Delta t = 0,04 \text{ s}$ đến vị trí vuông góc với các đường sức từ. Xác định suất điện động cảm ứng xuất hiện trong khung.

Lời giải:

Ta có: $\Phi_1 = 0$ vì lúc đầu $n \perp B \rightarrow \Phi_2 = BS = 2 \cdot 10^{-4} \text{ Wb}$ vì lúc sau $n // B \rightarrow$ Do đó:

Bài 3: Một khung dây hình chữ nhật kín gồm $N = 10$ vòng dây, diện tích mỗi vòng $S = 20 \text{ cm}^2$ đặt trong một từ trường đều có véc tơ cảm ứng từ B hợp với pháp tuyến n của mặt phẳng khung dây góc $\alpha = 60^\circ$, độ lớn cảm ứng từ $B = 0,04 \text{ T}$, điện trở khung dây $R = 0,2 \Omega$. Tính suất điện động cảm ứng và cường độ dòng điện xuất hiện trong khung dây nếu trong thời gian $\Delta t = 0,01$ giây, cảm ứng từ:

a) Giảm đều từ B đến 0 .

b) Tăng đều từ 0 đến $0,5B$.

Lời giải:

Ta có:

Bài 4: Một khung dây dẫn đặt vuông góc với một từ trường đều, cảm ứng từ B có độ lớn biến đổi theo thời gian. Tính suất điện động cảm ứng và tốc độ biến thiên của cảm ứng từ, biết rằng cường độ dòng điện cảm ứng là $I_c = 0,5 \text{ A}$, điện trở của khung là $R = 2 \Omega$ và diện tích của khung là $S = 100 \text{ cm}^2$.

Lời giải:

Ta có:

Bài 5: Một ống dây hình trụ dài gồm 10^3 vòng dây, diện tích mỗi vòng dây $S = 100 \text{ cm}^2$. Ống dây có điện trở $R = 16 \Omega$, hai đầu nối đoạn mạch và được đặt trong từ trường đều có véc tơ cảm ứng từ song song với trục của ống dây và có độ lớn tăng đều 10^{-2} T/s . Tính công suất tỏa nhiệt của ống dây.

Lời giải:

Ta có:

$$P = i^2 R = 6,25 \cdot 10^{-4} \text{ W}.$$

Bài 6: Một vòng dây diện tích $S = 100 \text{ cm}^2$ nối vào tụ điện có điện dung $C = 200 \mu\text{F}$, được đặt trong từ trường đều có véc tơ cảm ứng từ vuông góc với mặt phẳng chứa khung dây, có độ lớn tăng đều $5 \cdot 10^{-2} \text{ T/s}$. Tính điện tích tụ điện.

Lời giải:

Ta có: ; $q = CU = 10^{-7} \text{ C}$.

Bài 7: Một khung dây có 1000 vòng được đặt trong từ trường đều sao cho các đường sức từ vuông góc với mặt phẳng của khung. Diện tích mặt phẳng giới hạn bởi mỗi vòng là 2 dm^2 . Cảm ứng từ của từ trường giảm đều từ $0,5 \text{ T}$ đến $0,2 \text{ T}$ trong thời gian $0,1 \text{ s}$. Tính suất điện động cảm ứng xuất hiện trong một vòng dây và trong khung dây.

Lời giải:

Trong một vòng dây:

Trong khung dây: $|E_c| = N|e_c| = 60 \text{ V}$.

