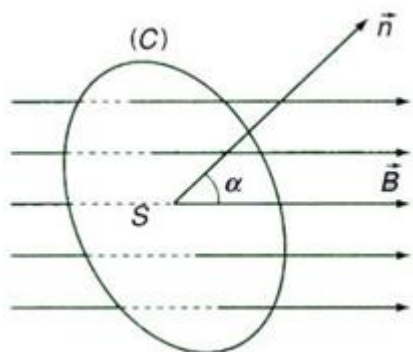


Dạng 2: Tính từ thông, suất điện động cảm ứng và cường độ dòng điện cảm ứng

I. Lí thuyết

1. Từ thông

- Xét khung dây dẫn (C) phẳng kín, có diện tích bề mặt S, đặt trong vùng không gian có từ trường đều \vec{B} .



- Gọi \vec{n} là vectơ pháp tuyến dương của khung dây. Khi đó số đường sức từ xuyên qua một mạch kín (C) gọi là từ thông, được xác định bằng công thức:

$$\Phi = BS \cos \alpha$$

Trong đó:

Φ là từ thông, đơn vị vécbe (Wb) và $1\text{Wb} = 1\text{T} \cdot 1\text{m}^2$

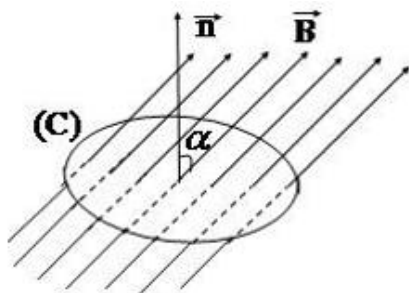
B là từ trường, đơn vị T

S là diện tích bề mặt, đơn vị m^2

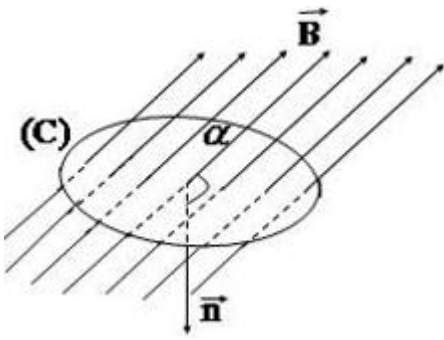
α là góc tạo bởi vectơ pháp tuyến \vec{n} và \vec{B}

- **Chú ý:** Từ thông là đại lượng đại số (có thể dương, âm và bằng 0).

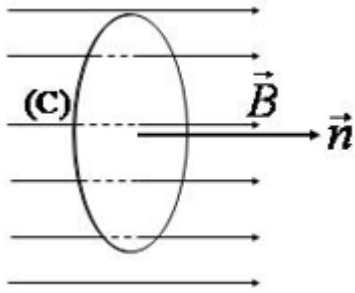
+ Nếu α nhọn thì $\cos \alpha > 0 \Rightarrow \Phi > 0$



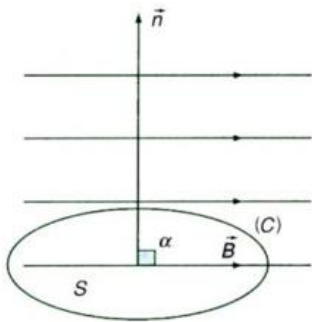
+ Nếu α tù thì $\cos \alpha < 0 \Rightarrow \Phi < 0$



+ Nếu $\alpha = 0$ thì $\cos \alpha = 1 \Rightarrow \Phi = BS$



+ Nếu $\alpha = 90^\circ$ thì $\cos \alpha = 0 \Rightarrow \Phi = 0$



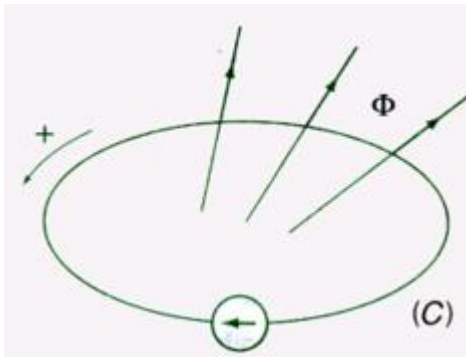
2. Suất điện động cảm ứng

a, Định nghĩa

Suất điện động cảm ứng là suất điện động sinh ra dòng điện cảm ứng trong mạch kín.

b, Định luật Fa-ra-đây

- Giả sử tại mạch kín (C) đặt trong một từ trường, từ thông qua mạch kín biến thiên một lượng $\Delta\Phi$ trong khoảng thời gian Δt .



- Suất điện động cảm ứng: $e_c = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

- Nếu chỉ xét về độ lớn của suất điện động cảm ứng thì: Độ lớn của suất điện động cảm ứng xuất hiện trong mạch kín tỉ lệ với tốc độ biến thiên từ thông qua mạch kín

đó: $|e_c| = \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right|$. Phát biểu này được gọi là định luật cơ bản của hiện tượng cảm ứng

điện từ - định luật Fa-ra-đây.

- Sự xuất hiện dấu (-) trong biểu thức của e_c là phù hợp với định luật Len-xơ.

Trong đó:

e_c là suất điện động cảm ứng, đơn vị V

$\Delta\Phi$: độ biến thiên từ thông, đơn vị Wb

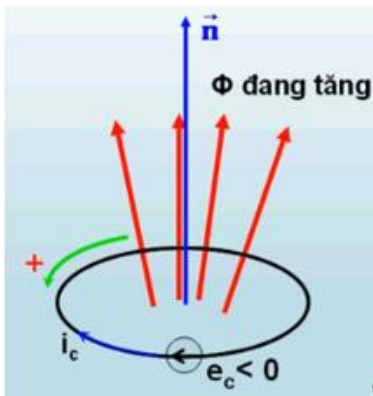
Δt : thời gian từ thông biến thiên qua mạch kín, đơn vị s

$\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$: tốc độ biến thiên từ thông qua mạch kín, đơn vị Wb/s

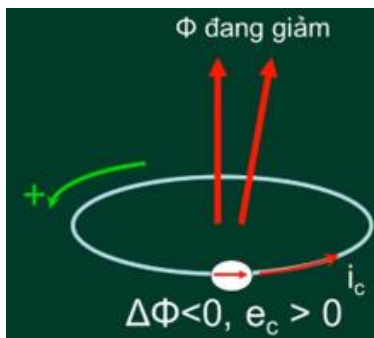
c, Quan hệ giữa suất điện động cảm ứng và định luật Len-xơ

Trước hết mạch kín (C) phải được định hướng. Dựa vào chiều đã chọn trên (C), ta chọn chiều pháp tuyến dương để tính từ thông qua mạch kín.

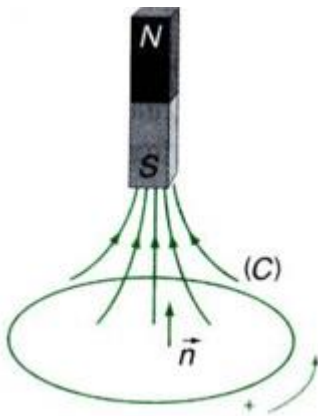
+ Nếu Φ tăng thì $e_c < 0$: Chiều của suất điện động cảm ứng (chiều của dòng điện cảm ứng) ngược chiều với chiều của mạch.



+ Nếu Φ giảm thì $e_c > 0$: Chiều của suất điện động cảm ứng (chiều của dòng điện cảm ứng) là chiều của mạch.



d, Chuyển hóa năng lượng trong hiện tượng cảm ứng điện từ



- Xét mạch kín (C) đặt trong từ trường không đổi, để tạo ra sự biến thiên của từ thông qua mạch (C) phải có một ngoại lực tác dụng vào (C) để thực hiện một dịch chuyển nào đó của (C) và ngoại lực này đã sinh ra một công cơ học. Công cơ học này làm xuất hiện suất điện động cảm ứng trong mạch, nghĩa là tạo ra điện năng.

Vậy: Bản chất của hiện tượng cảm ứng điện từ là quá trình chuyển hóa cơ năng thành điện năng.

3. Cường độ dòng điện cảm ứng

a, Khái niệm

Dòng điện cảm ứng là dòng điện xuất hiện khi có sự biến đổi từ thông qua mạch điện kín.

b, Chiều dòng điện cảm ứng

Định luật Len - xo cho phép ta xác định chiều dòng điện cảm ứng xuất hiện trong mạch kín: Dòng điện cảm ứng xuất hiện trong mạch kín có chiều sao cho từ trường cảm ứng có tác dụng chống lại sự biến thiên của từ thông ban đầu qua mạch kín.

II. Phương pháp giải

- Áp dụng công thức tính từ thông: $\Phi = BS\cos\alpha$

- Áp dụng công thức tính suất điện động cảm ứng: $\mathcal{E}_c = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

+ Nếu B biến thiên: $\Delta\Phi = S.\Delta B.\cos\alpha$

+ Nếu S biến thiên: $\Delta\Phi = B.\Delta S.\cos\alpha$

+ Nếu α biến thiên: $\Delta\Phi = B.S.\Delta(\cos\alpha)$

- Công thức tính dòng điện cảm ứng: $|i_c| = \frac{|\mathcal{E}_c|}{R} = \frac{|\Delta\Phi|}{R\Delta t}$

III. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Một vòng dây phẳng giới hạn diện tích là 6cm^2 đặt trong từ trường đều có cảm ứng từ $B = 0,4\text{T}$. Mặt phẳng vòng dây làm thành với \vec{B} một góc 30° . Tính từ thông qua diện tích trên?

A. $1,2.10^{-4}\text{Wb}$

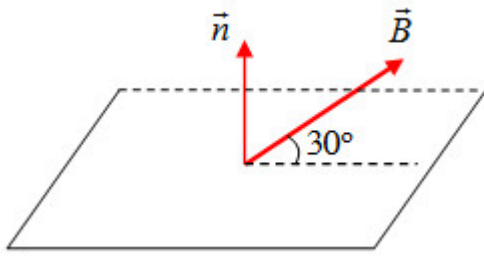
B. $1,2.10^{-5}\text{Wb}$

C. $2,1.10^{-4}\text{Wb}$

D. $2,1.10^{-5}\text{Wb}$

Lời giải chi tiết

Biểu diễn hình vẽ ta có:



Ta có góc hợp bởi vectơ cảm ứng từ và vòng dây là 30° suy ra góc hợp bởi vectơ pháp tuyến của mặt phẳng và vectơ cảm ứng từ là $\alpha = 90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$

Áp dụng công thức xác định từ thông qua diện tích trên là:

$$\Phi = N.B.S.\cos\alpha = 1.0,4.6.10^{-4}.\cos 60^\circ = 1,2.10^{-4} \text{ Wb}$$

Chọn đáp án A

Ví dụ 2: Một khung dây phẳng diện tích 40cm^2 , gồm 20 vòng được đặt trong từ trường đều. Vectơ cảm ứng từ làm với mặt phẳng khung dây một góc 45° và có độ lớn bằng 2.10^{-4}T . Người ta làm cho từ trường giảm đều đến 0 trong thời gian 0,015s. Tính suất điện động cảm ứng xuất hiện trong khung dây trong thời gian từ trường biến đổi?

A. $6,53.10^{-4}\text{V}$

B. $7,53.10^{-4}\text{V}$

C. $8,53.10^{-4}\text{V}$

D. $9,53.10^{-4}\text{V}$

Lời giải chi tiết

Độ biến thiên từ thông:

$$\Delta\Phi = \Phi_1 - \Phi_2 = N.B.S.\cos\alpha - 0 = 20.2.10^{-4}.40.10^{-4}.\cos 45^\circ \approx 1,13.10^{-5} \text{ Wb}$$

$$\text{Suất điện động cảm ứng trong khung dây là } e_c = \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| = \left| \frac{1,13.10^{-5}}{0,015} \right| \approx 7,53.10^{-4} \text{ V}$$

Chọn đáp án B

IV. Bài tập

Bài 1: Một khung dây tròn bán kính 5cm gồm 30 vòng dây được đặt trong từ trường đều. Cảm ứng từ hợp với mặt phẳng khung dây một góc 30° . Lúc đầu cảm ứng từ có giá trị bằng 0,03T. Tìm suất điện động cảm ứng trong khung nếu trong khoảng 0,03s cảm ứng từ tăng gấp đôi? (chọn đáp án đúng nhất).

- A. 0,12V
- B. 0,22V
- C. 0,32V
- D. 0,42V

Chọn đáp án A

Bài 2: Một khung dây dẫn đặt vuông góc với một từ trường đều, cảm ứng từ B có độ lớn biến đổi theo thời gian. Xác định suất điện động cảm ứng và tốc độ biến thiên của cảm ứng từ, biết rằng cường độ dòng điện cảm ứng là $i_c = 0,4A$, điện trở của khung là $R = 5\Omega$ và diện tích của khung là $S = 160cm^2$?

- A. 1V và 125T/s
- B. 2V và 125T/s
- C. 1V và 143,3T/s
- D. 2V và 143,3T/s

Chọn đáp án B

Bài 3: Một vòng dây có diện tích $S = 120cm^2$ nối vào tụ điện có điện dung $C = 200mF$, được đặt trong từ trường đều có vectơ cảm ứng từ vuông góc với mặt phẳng chứa khung dây, có độ lớn tăng đều $5.10^{-2}T/s$. Xác định điện tích của tụ?

- A. $1,2.10^{-5}C$
- B. $1,25.10^{-5}C$
- C. $1,2.10^{-4}C$
- D. $1,25.10^{-4}C$

Chọn đáp án C

Bài 4: Hãy xác định suất điện động cảm ứng của khung dây, biết rằng trong khoảng thời gian 0,5s từ thông giảm đều 1,8Wb về 0Wb?

- A. 1,6V

B. 2,6V

C. 3,6V

D. 4,6V

Chọn đáp án C

Bài 5: Một khung dây hình chữ nhật kích thước 4cm x 5cm đặt trong từ trường đều có cảm ứng từ $B = 5 \cdot 10^{-4} \text{T}$. Vectơ cảm ứng từ hợp với mặt phẳng khung một góc 45° . Tính từ thông qua khung dây?

A. $4,1 \cdot 10^{-7} \text{Wb}$

B. $5,1 \cdot 10^{-7} \text{Wb}$

C. $6,1 \cdot 10^{-7} \text{Wb}$

D. $7,1 \cdot 10^{-7} \text{Wb}$

Chọn đáp án D

Bài 6: Một khung dây phẳng giới hạn diện tích $S = 6 \text{cm}^2$ gồm 25 vòng dây đặt trong từ trường đều có cảm ứng từ $B = 0,2 \text{T}$ sao cho mặt phẳng khung dây hợp với vectơ cảm ứng từ một góc 30° . Tính từ thông qua diện tích giới hạn bởi khung dây?

A. $0,5 \cdot 10^{-3} \text{Wb}$

B. $1,5 \cdot 10^{-3} \text{Wb}$

C. $2,5 \cdot 10^{-3} \text{Wb}$

D. $3,5 \cdot 10^{-3} \text{Wb}$

Chọn đáp án B

Bài 7: Một khung dây hình vuông cạnh 5cm đặt trong từ trường đều có cảm ứng từ $B = 5 \cdot 10^{-4} \text{T}$. Từ thông qua hình vuông đó bằng 10^{-6}Wb . Xác định góc hợp bởi vectơ cảm ứng từ và vectơ pháp tuyến của hình vuông đó? (chọn đáp án gần đúng nhất).

A. $\alpha = 16^\circ$

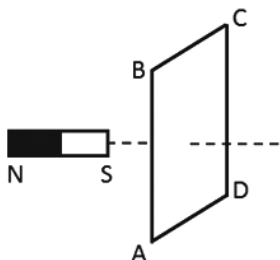
B. $\alpha = 26^\circ$

C. $\alpha = 36^\circ$

D. $\alpha = 46^\circ$

Chọn đáp án C

Bài 8: Đặt một thanh nam châm thẳng ở gần một khung dây kín ABCD như hình vẽ. Xác định chiều của dòng điện cảm ứng xuất hiện trong khung dây trong trường hợp đưa nam châm lại gần khung dây?



- A. Theo chiều từ B đến A
- B. Theo chiều từ A đến B
- C. Không xuất hiện dòng điện cảm ứng
- D. Không xác định được chiều dòng điện cảm ứng

Chọn đáp án A

Bài 9: Một khung dây hình tròn có diện tích là $S = 3\text{cm}^2$ đặt trong từ trường đều, các đường sức từ xuyên vuông góc với khung dây. Hãy xác định từ thông xuyên qua khung dây biết $B = 5.10^{-2}\text{T}$?

- A. $0,5.10^{-5}\text{Wb}$
- B. $1,5.10^{-5}\text{Wb}$
- C. $2,5.10^{-5}\text{Wb}$
- D. $3,5.10^{-5}\text{Wb}$

Chọn đáp án B

Bài 10: Một khung dây hình chữ nhật có chiều dài là 30cm, được đặt vuông góc với các đường sức từ của một từ trường đều $B = 6.10^{-3}\text{T}$. Xác định được từ thông xuyên qua khung dây là 4.10^{-4}Wb , hãy xác định chiều rộng của khung dây nói trên? (chọn đáp án gần đúng nhất).

- A. 12cm
- B. 18cm

C. 22cm

D. 28cm

Chọn đáp án C