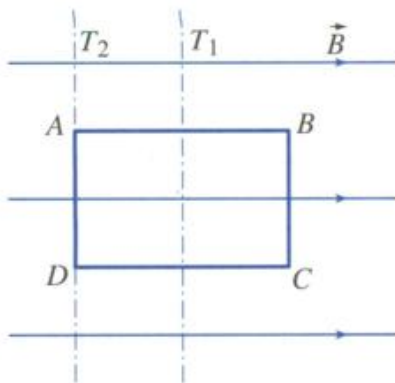
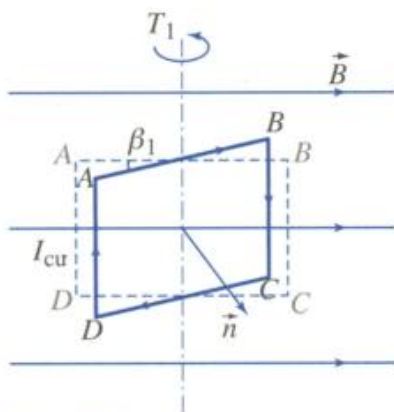


43

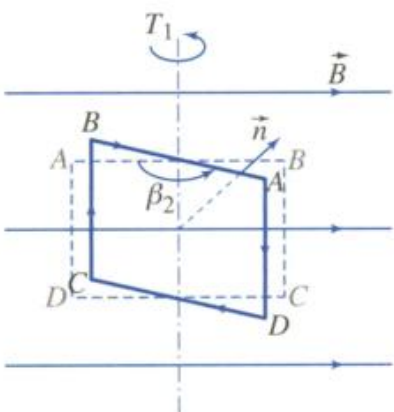
BÀI TẬP VỀ CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ



Hình 43.1



Hình 43.2



Hình 43.3

1. Cho khung dây dẫn $ABCD$, $AB = 6 \text{ cm}$, $BC = 4 \text{ cm}$. Khung có thể quay xung quanh một trong hai trục thẳng đứng T_1, T_2 ; T_1 qua hai trung điểm của hai cạnh AB, DC ; T_2 qua hai đỉnh A, D của khung (Hình 43.1). Khung quay trong từ trường đều, các đường sức là các đường nằm ngang có chiều như trên vẽ.

a) Gọi vị trí của khung như Hình 43.1 (mặt phẳng khung dây chứa các đường sức từ) là vị trí ban đầu. Dòng điện cảm ứng trong khung khi khung quay xung quanh trục T_1 được một nửa vòng kể từ vị trí ban đầu có chiều như thế nào? Cùng câu hỏi như thế đối với trường hợp trục quay là T_2 . Nhìn từ trên xuống, trong cả hai trường hợp đều thấy khung quay theo chiều ngược chiều quay của kim đồng hồ.

b) Tốc độ góc ω của khung khi khung quay quanh T_1 và T_2 đều như nhau. Hỏi cường độ lớn nhất của dòng điện cảm ứng qua khung trong hai trường hợp nói trên bằng bao nhiêu? Cho biết: $B = 0,05 \text{ T}$, tốc độ góc là 10 vòng/giây , điện trở của khung là $R = 0,1 \Omega$.

Bài giải

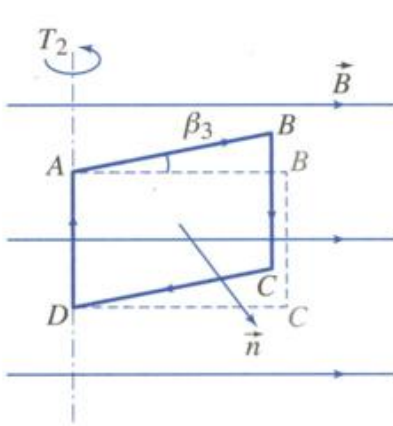
a) • Trường hợp khung quay xung quanh trục T_1 .

Giả sử khung mới lệch ra khỏi vị trí ban đầu một góc $\beta_1 < \frac{\pi}{2}$ như trên Hình 43.2. Lúc này từ thông qua khung tăng dần. Vì vậy, theo định luật Len-xơ dòng điện cảm ứng trong khung phải có chiều $ABCD$ (Hình 43.2).

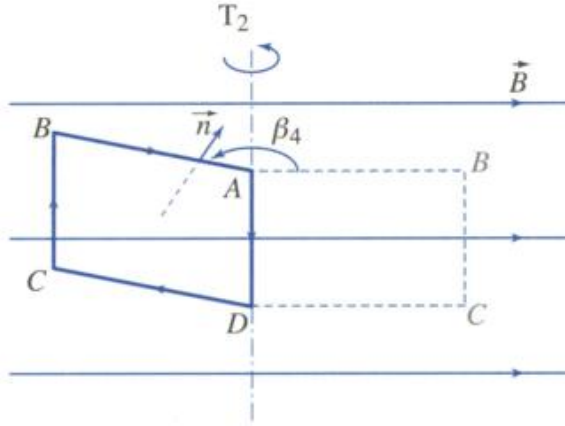
Khi khung quay đã lệch ra khỏi vị trí ban đầu góc $\beta_2 > \frac{\pi}{2}$ thì từ thông qua khung giảm dần. Vì vậy theo định luật Len-xơ dòng điện cảm ứng trong khung phải có chiều $ADCBA$ (Hình 43.3).

• Trường hợp khung quay quanh trục T_2 .

Theo định luật Len-xơ ta tìm được chiều dòng điện cảm ứng như trên Hình 43.4 và 43.5.



Hình 43.4



Hình 43.5

Chú ý : Ta cũng có thể tìm được chiều của dòng điện cảm ứng trong khung bằng cách áp dụng quy tắc bàn tay phải đối với các đoạn dây dẫn BC , AD .

Chẳng hạn áp dụng quy tắc bàn tay phải đối với đoạn dây dẫn BC trên Hình 43.2 thì đầu B đóng vai trò cực âm, đầu C đóng vai trò cực dương. Do đó, dòng điện đi ra khỏi đoạn dây từ C và đi vào ở B .

Tương tự như vậy đối với các Hình 43.3, 43.4, 43.5.

b) Từ thông qua khung dây trong cả hai trường hợp (khung quay quanh T_1 và T_2) đều có thể viết dưới dạng :

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

α là góc hợp bởi vectơ pháp tuyến \vec{n} với mặt phẳng khung dây và vectơ \vec{B} .

Khi khung quay từ thời điểm t đến thời điểm $t + \Delta t$ thì độ biến thiên của từ thông là

$$\begin{aligned} \Delta\Phi &= BS [\cos(\alpha + \Delta\alpha) - \cos\alpha] \\ &= -2BS \sin\left(\alpha + \frac{\Delta\alpha}{2}\right) \sin \frac{\Delta\alpha}{2} \end{aligned}$$

Coi Δt rất nhỏ thì $\Delta\alpha$ cũng rất nhỏ, vì vậy có thể viết

$$\Delta\Phi = -2BS(\sin \alpha) \left(\frac{\Delta\alpha}{2}\right) = -BS\Delta\alpha \sin \alpha$$

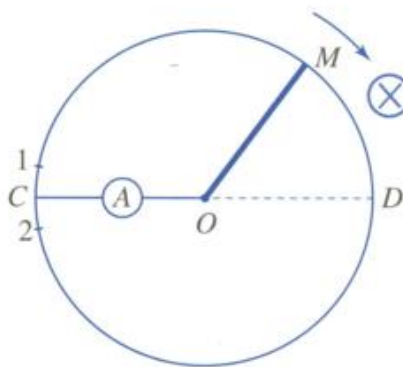
Từ đó có thể rút ra biểu thức xác định suất điện động cảm ứng trong khung :

$$e_c = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = BS \frac{\Delta\alpha}{\Delta t} \sin\alpha = BS\omega \sin\alpha$$

Theo điều kiện đã cho ta hiểu khung quay đều quanh trục quay, vì vậy $\frac{\Delta\alpha}{\Delta t} = \omega$.

Từ biểu thức vừa tìm được, ta rút ra suất điện động cảm ứng lớn nhất trong khung bằng $BS\omega$. Do đó, cường độ dòng điện cảm ứng lớn nhất qua khung là :

$$i = \frac{BS\omega}{R} = \frac{0,05 \cdot 24 \cdot 10^{-4} \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 10}{0,1} = 0,075 \text{ A}$$



Hình 43.6

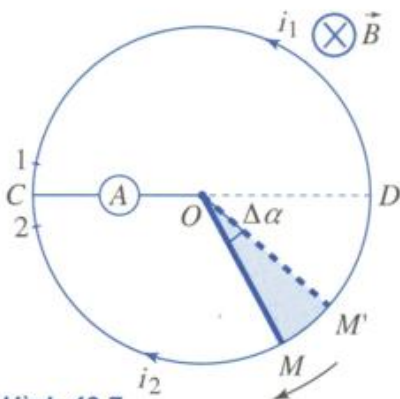
2. Một khung dây dẫn tròn tâm O đặt trong từ trường đều $B = 0,005 \text{ T}$, đường sức từ vuông góc với mặt phẳng khung dây. Thanh kim loại OM dài $l = 50 \text{ cm}$, quay quanh điểm O và đầu M của thanh luôn luôn tiếp xúc với khung dây.

Điểm C của khung dây được nối với đầu O của thanh kim loại qua một ampe kế. Chiều quay của thanh kim loại OM và chiều của đường sức từ được chỉ rõ trên Hình 43.6.

a) Hãy chỉ ra chiều dòng điện cảm ứng qua các đoạn dây dẫn CIM và $M2C$.

b) Sợi dây dẫn làm khung có tiết diện như nhau và có điện trở $R = 0,05 \Omega$. Hỏi khi thanh kim loại OM quay từ điểm 1 đến điểm 2 thì số chỉ của ampe kế thay đổi như thế nào ? Hỏi số chỉ của ampe kế khi đầu M của thanh đi qua điểm D ?

Cho biết thanh OM quay đều với tốc độ góc là 2 vòng/giây.



Hình 43.7

Bài giải

a) Khi thanh kim loại quay thì thanh kim loại đóng vai trò như một nguồn điện.

Theo quy tắc bàn tay phải ta xác định được đầu O của thanh là cực âm, đầu M là cực dương của nguồn điện đó. Do đó các dòng điện i_1, i_2 có chiều như đã chỉ ra trên Hình 43.7.

b) Giả sử thanh OM quay được một góc nhỏ $\Delta\alpha$. Khi đó thanh OM đã quét được một diện tích bằng diện tích được tô màu xanh trên Hình 43.7. Vì $\Delta\alpha$ nhỏ nên cung tròn MM' cũng nhỏ. Do đó ta có thể coi hình $OM'M$ là hình tam giác. Diện tích hình tam giác đó là $\frac{1}{2}l(l\Delta\alpha) = \frac{1}{2}l^2\Delta\alpha$.

Từ thông mà thanh OM đã quét được tương ứng với diện tích đó là :

$$\Delta\Phi = B \cdot \frac{1}{2}l^2\Delta\alpha$$

Theo (39.1) ta rút ra suất điện động cảm ứng trong thanh OM có độ lớn bằng :

$$|e_c| = \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| = \frac{1}{2}Bl^2 \frac{\Delta\alpha}{\Delta t}$$

Vì thanh OM quay đều nên $\frac{\Delta\alpha}{\Delta t} = \omega$. Do đó $|e_c| = \frac{1}{2}Bl^2\omega$.

Gọi cung $C1M$ là β thì cung $M2C$ bằng $2\pi - \beta$.

Gọi R_1 là điện trở đoạn dây $C1M$ và R_2 là điện trở đoạn dây $C2M$.

$$R_1 = \frac{R}{2\pi}\beta, \quad R_2 = \frac{R}{2\pi}(2\pi - \beta)$$

$$i_1 = \frac{|e_c|}{R_1}; \quad i_2 = \frac{|e_c|}{R_2}$$

Cường độ dòng điện qua ampe kế là :

$$i = \frac{|e_c|}{R_1} + \frac{|e_c|}{R_2} = \frac{4\pi^2|e_c|}{R\beta(2\pi - \beta)}$$

Khi đầu M của thanh kim loại gần điểm 1 thì β rất nhỏ, gần điểm 2 thì $(2\pi - \beta)$ cũng rất nhỏ, khi đó i rất lớn. Do tính chất đối xứng của khung dây nên ta có thể suy luận ra rằng khi đầu M tiến đến gần D thì i giảm dần, ra xa D thì i tăng dần. Vậy khi M đến đúng điểm D thì i cực tiểu. Khi đó $\beta = \pi$. Do đó ta có :

$$\begin{aligned} i_{ct} &= \frac{4\pi^2|e_c|}{R\pi^2} = \frac{4|e_c|}{R} \\ &= \frac{2Bl^2\omega}{R} = \frac{2 \cdot 0,005 \cdot (0,5)^2 \cdot 4,3,14}{0,05} = 0,63 \text{ A.} \end{aligned}$$

3. Một ống dây dài 40 cm, đường kính 4 cm có 400 vòng dây quấn sát nhau. Ống dây mang dòng điện cường độ $I = 1$ A.

a) Hãy tính cảm ứng từ và năng lượng từ trường trong ống dây.

b) Tính từ thông qua ống dây.

c) Bây giờ ngắt ống dây khỏi nguồn điện. Hãy tính suất điện động cảm ứng trong ống dây. Coi rằng từ thông qua ống dây giảm đều từ giá trị ban đầu đến 0 trong khoảng thời gian 0,01 s.

Bài giải

a) Áp dụng công thức (29.3), trong đó $n = \frac{400}{40} \cdot 100 = 1000$, ta tính được :

$$\begin{aligned} B &= 4\pi \cdot 10^{-7} n I = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 1000 \cdot 1 \\ &= 4,3,14 \cdot 10^{-4} = 0,00126 \text{ T.} \end{aligned}$$

Năng lượng từ trường trong ống dây được tính theo công thức (42.2) :

$$\begin{aligned} W &= \frac{1}{8\pi} 10^7 (4\pi \cdot 10^{-4})^2 V \\ &= 2\pi \cdot 10^{-1} \pi 4 \cdot 10^{-4} \cdot 0,4 \\ &= 3,2 \cdot (3,14)^2 \cdot 10^{-5} = 31,6 \cdot 10^{-5} \text{ J.} \end{aligned}$$

b) Từ thông qua ống dây :

$$\begin{aligned} \Phi &= 400 \cdot B \cdot \pi R^2 \\ &= 400 \cdot 4\pi \cdot 10^{-4} \cdot \pi \cdot 4 \cdot 10^{-4} \\ &= 64 \cdot (3,14)^2 \cdot 10^{-6} = 632 \cdot 10^{-6} \text{ Wb.} \end{aligned}$$

c) Từ thông giảm đều từ giá trị $632 \cdot 10^{-6}$ Wb đến 0 trong khoảng thời gian 0,01 s nên suất điện động cảm ứng từ trong ống dây có độ lớn là :

$$|e_c| = \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| = \frac{632 \cdot 10^{-6}}{0,01} = 0,063 \text{ V.}$$