

## Từ trường của dây dẫn có hình dạng đặc biệt

### A. Phương pháp & Ví dụ

#### Từ trường của dòng điện thẳng dài vô hạn:

Giả sử cần xác định từ trường  $B$  tại  $M$  cách dây dẫn một đoạn  $r$  biết dây dẫn có cường độ  $I$  (A).

Véc tơ cảm ứng từ  $B$ —do dòng điện thẳng gây ra có:

- + Điểm đặt: Tại điểm  $M$  ta xét.
- + Phương: Vuông góc với mặt phẳng chứa dây dẫn và điểm xét.
- + Chiều: Xác định theo qui tắc nắm tay phải: “Để bàn tay phải sao cho ngón cái nằm dọc theo dây dẫn và chỉ theo chiều dòng điện, khi đó các ngón tay kia khum lại cho ta chiều của các đường sức từ.”

+ Độ lớn:

Trong đó:  $B_M$  là từ trường tại điểm  $M$

$r_M$  là khoảng cách từ sợi dây đến điểm  $M$

$I$  là cường độ dòng điện chạy qua sợi dây.

**Chú ý:** Nếu dây dẫn có chiều dài hữu hạn thì cảm ứng từ do dây dẫn gây ra tại  $M$

được tính theo công thức:

Trong đó:

Nhận thấy khi  $AB = \infty \Rightarrow \alpha_1 = \alpha_2 = \pi/2$

#### Từ trường của dòng điện tròn:

Giả sử muốn xác định từ trường  $B$  tại tâm  $O$  của vòng dây dẫn hình tròn bán kính  $R$  có dòng điện  $I$  (A).

Véc tơ cảm ứng từ  $B$ —do dòng điện trong gây ra có:

- + Điểm đặt: Tại điểm ta xét  $O$ .
- + Phương: Vuông góc với mặt phẳng vòng dây.
- + Chiều: Xác định theo qui tắc nắm bàn tay phải: “Để bàn tay phải sao cho ngón cái nằm dọc theo dây dẫn và chỉ theo chiều dòng điện, khi đó các ngón kia khum lại cho ta chiều của cảm ứng từ.”

+ Độ lớn:

#### Từ trường của ống dây:

Giả sử muốn xác định từ trường  $B$  tại những điểm bên trong lòng ống dây dẫn điện có cường độ  $I$  (A).

Véc tơ cảm ứng từ  $B$ —do dòng điện của ống dây gây ra có:

- + Điểm đặt: Tại điểm ta xét.
- + Phương: Song song với trục của ống dây.
- + Chiều: Xác định theo qui tắc nắm bàn tay phải.

+ Độ lớn:

$N$  là số vòng dây,  $L$  là chiều dài ống dây,  $n$  là mật độ vòng dây.

**Ví dụ 1:** Một dây dẫn thẳng dài vô hạn, dòng điện chạy trong dây có cường độ  $I = 10$  A.

1. Hãy xác định độ lớn cảm ứng từ do dòng điện trên gây ra tại:

a) Điểm  $M$  nằm cách dây dẫn 5 cm.

b) Điểm  $N$  nằm cách dây dẫn 8 cm.

2. Ở điểm  $D$  có cảm ứng từ là  $2 \cdot 10^{-5}$  T, điểm  $D$  nằm cách dây dẫn 1 đoạn bằng bao nhiêu ?

### Hướng dẫn:

Độ lớn cảm ứng từ do dòng điện thẳng gây ra tại một điểm được xác định theo công

thức: . Như vậy nếu có được cường độ dòng điện và khoảng cách từ điểm đang xét tới dây dẫn chứa dòng điện là ta sẽ giải quyết được bài toán.

1. a) Cảm ứng từ tại M:

b) Cảm ứng từ tại N:

2) Nếu có cảm ứng từ, yêu cầu tìm khoảng cách thì từ công thức ta suy ra r là xong.

Ta có:

**Ví dụ 2:** Một khung dây có N vòng dây như nhau dạng hình tròn có bán kính 5cm. Cho dòng điện có cường độ  $I = 5 \text{ A}$  chạy qua khung dây. Hãy xác định vectơ cảm ứng từ tại tâm của khung dây nếu:

a) Khung dây có 1 vòng dây ( $N = 1$ )

b) Khung dây có 10 vòng dây ( $N = 10$ )

### Hướng dẫn:

a) Khung dây có 1 vòng dây ( $N = 1$ )

Cảm ứng từ tại tâm O có:

+ Điểm đặt tại O.

+ Phương và chiều theo quy tắc nắm bàn tay phải. Phương  $B_1$  vuông góc với mặt phẳng khung dây và chiều hướng xuống (nếu dòng điện cùng chiều kim đồng hồ). (như hình vẽ).

+ Độ lớn:

b) Khung dây có 10 vòng dây ( $N = 10$ )

Cảm ứng từ gây ra tại tâm của khung dây gồm nhiều vòng dây có điểm đặt, phương và chiều giống cảm ứng từ của 1 vòng dây, chỉ khác nhau về độ lớn.

Độ lớn cảm ứng từ của khung dây có 10 vòng dây:

$$\text{Hay } B_{10} = NB_1 = 10B_1 = 2\pi \cdot 10^{-4} \text{ (T)}$$

**Ví dụ 3:** Dùng một dây đồng đường kính  $d = 0,8 \text{ mm}$  có một lớp sơn cách điện mỏng, quấn quanh một hình trụ có đường kính  $D = 2 \text{ cm}$ , chiều dài 40 cm để làm một ống dây, các vòng dây quấn sát nhau. Muốn từ trường có cảm ứng từ bên trong ống dây bằng  $2\pi \cdot 10^{-3} \text{ T}$  thì phải đặt vào ống dây một hiệu điện thế là bao nhiêu. Biết điện trở suất của đồng bằng  $1,76 \cdot 10^{-8} \Omega \text{ m}$ .

### Hướng dẫn:

+ Gọi N là số vòng dây phải quấn trên ống dây. Đường kính của dây quấn chính là bề dày một vòng quấn, để quấn hết chiều dài ống dây l thì phải cần N vòng quấn

nên:  $N \cdot d = l$  (vòng)

+ Ta có:

+ Điện trở của dây quấn:

+ Chiều dài mỗi vòng quấn là chiều dài chu vi vòng tròn:  $C = 2\pi r = \pi D$

+ Chiều dài dây quấn:  $L = N.C = N.\pi D$

Thay vào (\*) ta được:

+ Hiệu điện thế ở hai đầu ống dây:  $U = IR = 4,4 \text{ V}$

**Ví dụ 4:** Hai dây dẫn thẳng, rất dài, đặt song song, cách nhau 10 cm trong không khí, có hai dòng điện cùng chiều, có cường độ  $I_1 = 9 \text{ A}$ ;  $I_2 = 16 \text{ A}$  chạy qua. Xác định cảm ứng từ tổng hợp do hai dòng điện này gây ra tại điểm M cách dây dẫn mang dòng  $I_1$  6 cm và cách dây dẫn mang dòng  $I_2$  8 cm.

**Hướng dẫn:**

Giả sử hai dây dẫn được đặt vuông góc với mặt phẳng hình vẽ, dòng  $I_1$  đi vào tại A, dòng  $I_2$  đi vào tại B. Tam giác AMB vuông tại M. Các dòng điện  $I_1$  và  $I_2$  gây ra tại M các véc tơ cảm ứng từ  $B_1$  và  $B_2$  có phương chiều như hình vẽ, có độ lớn:

Cảm ứng từ tổng hợp tại M là:  $B \rightarrow$   $B_1 \rightarrow$   $B_2 \rightarrow$  có phương chiều như hình vẽ và có độ lớn:

**Ví dụ 5:** Hai dây dẫn thẳng dài vô hạn, đặt song song trong không khí cách nhau một đoạn  $d = 2a$  có các dòng điện ngược chiều cùng cường độ  $I_1 = I_2 = I$  chạy qua.

a) Xác định cảm ứng từ tổng hợp do hai dòng điện này gây ra tại điểm M cách đều hai dây dẫn một đoạn  $x$ .

b) Hãy xác định  $x$  để độ lớn cảm ứng từ tổng hợp do hai dòng điện gây ra đạt giá trị cực đại. Tính giá trị cực đại đó.

**Hướng dẫn:**

a) Giả sử hai dây dẫn được đặt vuông góc với mặt phẳng hình vẽ, dòng  $I_1$  đi vào tại A, dòng  $I_2$  đi ra tại B. Các dòng điện  $I_1$  và  $I_2$  gây ra tại M các véc tơ cảm ứng

từ  $B_1$  và  $B_2$  có phương chiều như hình vẽ, có độ lớn:

Cảm ứng từ tổng hợp tại M là  $B \rightarrow$   $B_1 \rightarrow$   $B_2 \rightarrow$

$\rightarrow B = B_1 \cos \alpha + B_2 \cos \alpha = 2B_1 \cos \alpha$

b) Đặt  $MH = y$ ; ta có  $x^2 = a^2 + y^2 \rightarrow B = 4.10^{-7} I$  ; B đạt cực đại khi  $y = 0 \rightarrow x = a$ ;

khi đó  $B_{\max} = 4.10^{-7}$  .

## B. Bài tập

**Bài 1:** Một dây thẳng dài vô hạn mang dòng điện  $I = 0,5 \text{ A}$  đặt trong không khí.

a) Tính cảm ứng từ tại M cách dòng điện 4 cm.

b) Cảm ứng từ tại N bằng  $10^{-6} \text{ T}$ . Tính khoảng cách từ N đến dòng điện.

**Lời giải:**

a) Cảm ứng từ tại điểm M cách dòng điện 4 cm:

b) Ta có:

**Bài 2:** Một dòng điện có cường độ  $I = 5 \text{ A}$  chạy trong một dây dẫn thẳng, dài. Xác định cảm ứng từ tại hai điểm M, N. Cho biết M, N và dòng điện nằm trong mặt phẳng hình vẽ và M, N cách dòng điện một đoạn  $d = 4 \text{ cm}$

**Lời giải:**

Vì M và N cùng cách dòng điện một đoạn  $d = 4 \text{ cm}$  nên cảm ứng từ do dòng điện gây ra tại M và N có cùng độ lớn.

Ta có :

**Bài 3:** Dòng điện có cường độ  $2 \text{ A}$  chạy cùng chiều qua hai dây dẫn thẳng chập sát lại. Tính cảm ứng từ do hai dây dẫn gây ra tại nơi cách chúng  $5 \text{ cm}$ .

**Lời giải:**

Hai dây dẫn có cùng dòng điện  $I = 2 \text{ A}$  và cùng chiều, khi đặt sát nhau thì có thể xem như một dây dẫn có dòng điện  $I' = 4 \text{ A}$  và có chiều cùng chiều với dòng điện lúc ban đầu nên cảm ứng từ do hai dây gây ra tại điểm M cách chúng  $5 \text{ cm}$  có độ lớn đúng bằng cảm ứng từ tổng hợp do hai dây gây ra tại M.

Do đó:

**Bài 4:** Cuộn dây tròn có bán kính  $R = 5 \text{ cm}$  (gồm 100 vòng dây quấn nối tiếp cách điện nhau) đặt trong không khí có dòng điện  $I$  chạy qua mỗi vòng dây, từ trường ở tâm vòng dây là  $B = 5 \cdot 10^{-4} \text{ T}$ . Tìm  $I$ .

**Lời giải:**

Cảm ứng từ tại tâm của vòng dây gồm  $N$  vòng:

Do đó:

**Bài 5:** Cho các dòng điện tròn có chiều của vector cảm ứng từ tại tâm O có chiều như hình vẽ, hãy xác định chiều các dòng điện trong vòng dây.

**Lời giải:**

Áp dụng quy tắc nắm bàn tay phải ta xác định được chiều của dòng điện có chiều như hình.

**Bài 6:** Cuộn dây tròn dẹt gồm 20 vòng, bán kính là  $\pi \text{ cm}$ . Khi có dòng điện đi vào thì tại tâm của vòng dây xuất hiện từ trường là  $B = 2 \cdot 10^{-3} \text{ T}$ . Tính cường độ dòng điện trong cuộn dây.

**Lời giải:**

Cảm ứng từ tại tâm của vòng dây gồm  $N$  vòng:

Do đó:

**Bài 7:** Cuộn dây tròn bán kính  $R = 5 \text{ cm}$  gồm 40 vòng dây quấn nối tiếp với nhau, đặt trong không khí có dòng điện  $I$  chạy qua mỗi vòng dây.

a) Từ trường ở tâm O vòng dây là  $B = 5\pi \cdot 10^{-4} \text{ T}$ . Tính  $I$ .

b) Nếu dòng điện qua dây tăng lên gấp đôi, bán kính vòng dây giảm đi một nửa. Thì cảm ứng từ tại tâm O có giá trị là bao nhiêu ?

**Lời giải:**

a) Cảm ứng từ tại tâm của vòng dây gồm N vòng:

Do đó:

b) Từ công thức ta thấy khi I tăng 2 và r giảm đi một nửa thì cảm ứng từ B tăng 4 lần nên ta có:  $B' = 4B = 20\pi \cdot 10^{-4} \text{ T}$

**Bài 8:** Cuộn dây tròn bán kính  $2\pi \text{ cm}$ , 100 vòng, đặt trong không khí có dòng điện 2 A chạy qua.

a) Tính cảm ứng từ tại tâm vòng dây.

b) Tăng chu vi của dòng điện tròn lên 2 lần mà vẫn giữ nguyên cường độ dòng điện.

Hỏi độ lớn cảm ứng từ tại tâm dòng điện lúc này bằng bao nhiêu?

**Lời giải:**

a) Cảm ứng từ tại tâm của vòng dây gồm N vòng:

b) Chu vi vòng tròn:  $C = 2\pi r \Rightarrow$  khi tăng chu vi 2 lần thì bán kính r cũng tăng 2 nên bán kính mới lúc này là:  $r' = 2r$

Cảm ứng từ tại tâm của vòng dây gồm N vòng:

**Bài 9:** Một ống dây dài 50 cm, cường độ dòng điện chạy qua mỗi vòng dây là 2A. Cảm ứng từ bên trong ống dây có độ lớn  $B = 8\pi \cdot 10^{-4}$ . Hãy xác định số vòng dây của ống dây ?

**Lời giải:**

Độ lớn cảm ứng từ bên trong ống dây:

Do đó:

**Bài 10:** Một ống dây thẳng dài 20 cm, đường kính  $D = 2 \text{ cm}$ . Một dây dẫn có vỏ bọc cách điện dài 300 m được quấn đều theo chiều dài ống dây. Ống dây không có lõi sắt và đặt trong không khí. Cường độ dòng điện đi qua dây dẫn là 0,5 A. Tìm cảm ứng từ bên trong ống dây.

**Lời giải:**

Chiều dài mỗi vòng quấn là chiều dài chu vi vòng tròn:  $C = 2\pi R = \pi D$

Số vòng quấn được ứng với chiều dài  $L = 300 \text{ m}$  là:

Cảm ứng từ bên trong ống dây:

**Bài 11:** Một ống dây hình trụ có chiều dài 1,5m gồm 4500 vòng dây.

a) Xác định cảm ứng từ trong lòng ống dây khi cho dòng điện  $I = 5\text{A}$  chạy trong ống dây ?

b) Nếu ống dây tạo ra từ trường có  $B = 0,03\text{T}$  thì I bằng bao nhiêu?

**Lời giải:**

a) Độ lớn cảm ứng từ bên trong ống dây:

b) Dòng điện I trong ống dây:

**Bài 12:** Một ống dây có chiều dài 10 cm, gồm 2000 vòng dây. Cho dòng điện chạy trong ống dây thì thấy cảm ứng từ trong ống dây là  $2\pi \cdot 10^{-3} \text{T}$ .

- a) Hãy xác định số vòng dây trên 1 m chiều dài ống dây ?
- b) Cường độ dòng điện bên trong ống dây ?

**Lời giải:**

a) Số vòng dây trên 1 mét chiều dài:

b) Dòng điện chạy trong dây: