

## 23. Công thức tính từ trường của dòng điện

### 1. Định nghĩa

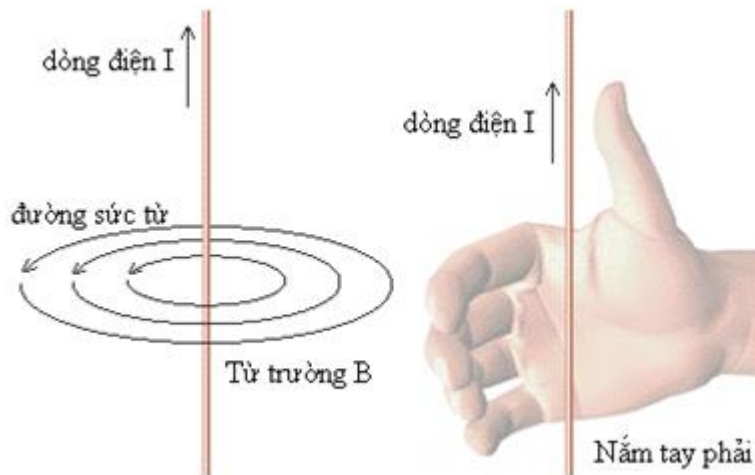
- Xung quanh dòng điện tồn tại một từ trường. Thực nghiệm và lý thuyết đã xác định được cảm ứng từ tại một điểm cho trước trong từ trường của một dòng điện chạy trong dây dẫn có hình dạng nhất định.

Cảm ứng từ  $\vec{B}$  tại một điểm M:

- + Tỷ lệ với cường độ dòng điện  $I$  gây ra từ trường;
- + Phụ thuộc vào dạng hình học của dây dẫn;
- + Phụ thuộc vào vị trí của điểm M;
- + Phụ thuộc vào môi trường xung quanh.

#### 1, Từ trường của dòng điện chạy trong dây dẫn thẳng dài

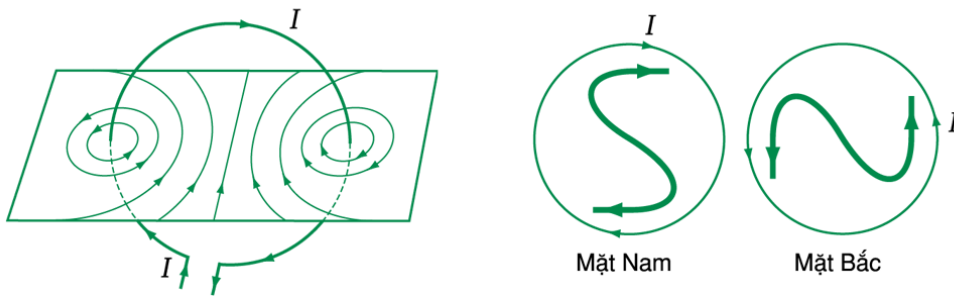
- + Đường sức từ là những đường tròn nằm trong những mặt phẳng vuông góc với dòng điện và có tâm nằm trên trục dây dẫn.
- + Chiều đường sức từ được xác định theo qui tắc nắm tay phải.



Nắm bàn tay phải sao cho ngón cái choãi ra  $90^\circ$  chỉ chiều dòng điện, các ngón tay kia khum lại chỉ chiều của đường sức từ.

#### 2, Từ trường của dòng điện chạy trong dây dẫn uốn thành vòng tròn.

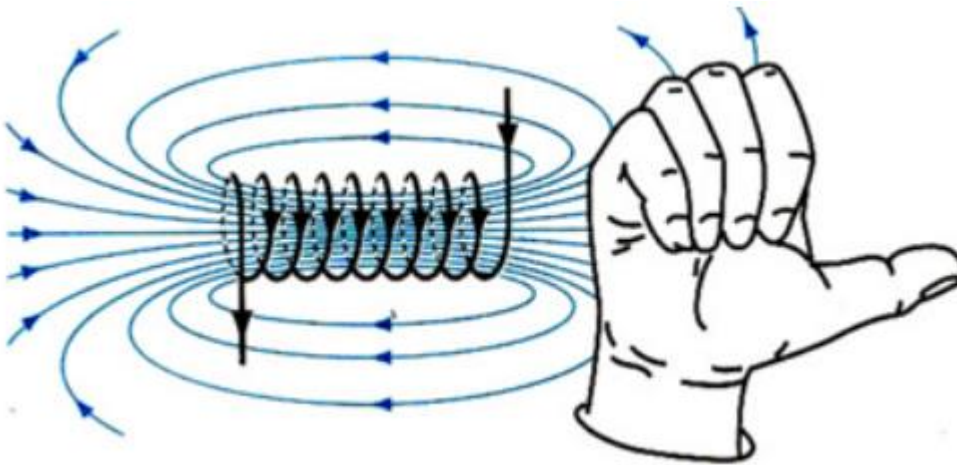
- + Đường sức từ đi qua tâm O là đường thẳng vô hạn ở hai đầu và vuông góc với mặt phẳng chứa vòng tròn, còn các đường khác là những đường cong, có chiều đi vào mặt Nam và đi ra mặt Bắc của dòng điện tròn đó.



### 3, Từ trường của dòng điện chạy trong ống dây dẫn hình trụ

+ Trong lòng ống dây: các đường sức từ là những đường thẳng song song cùng chiều và cách đều nhau (từ trường đều). Ở gần miệng ống và ở ngoài ống: các đường cảm ứng từ là những đường cong, có dạng giống các đường sức từ của nam châm thẳng.

+ Chiều của các đường sức từ được xác định bằng quy tắc nắm tay phải.



## 2. Công thức – đơn vị đo

### 1, Từ trường của dòng điện chạy trong dây dẫn thẳng dài

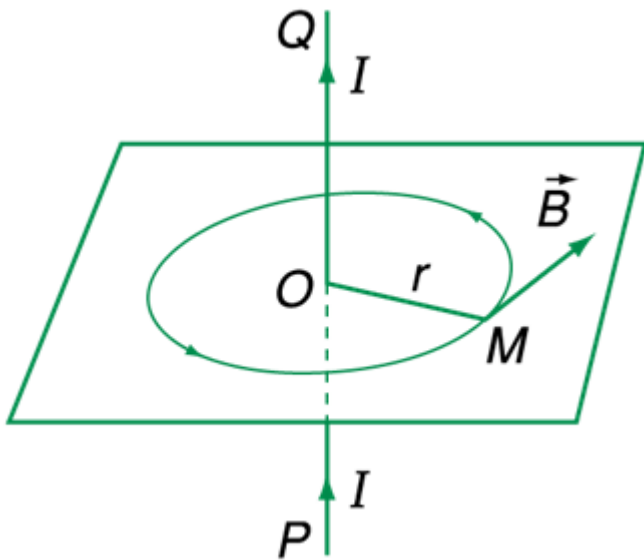
- Có độ lớn:  $B = 2 \cdot 10^{-7} \frac{I}{r}$ .

Trong đó:

+ B là cảm ứng từ, có đơn vị tesla (T);

+ I là cường độ dòng điện, có đơn vị ampe (A);

+ r là khoảng cách từ dòng điện đến vị trí ta xét, có đơn vị mét (m).



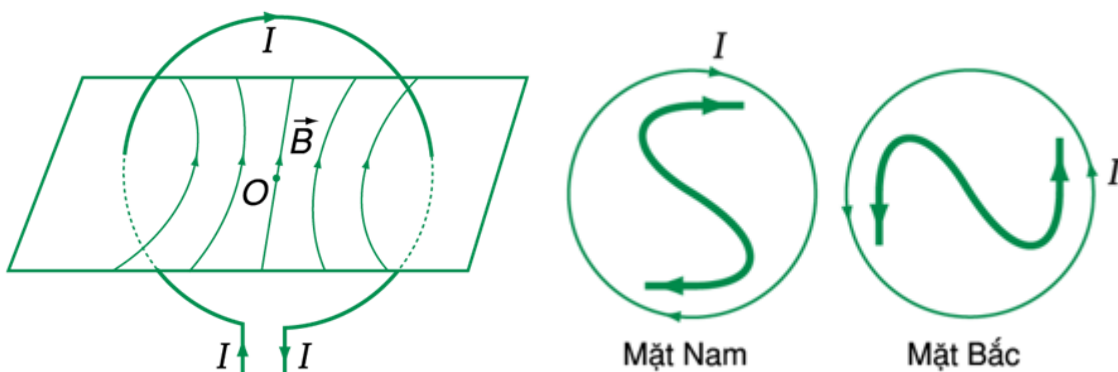
2, Từ trường của dòng điện chạy trong dây dẫn uốn thành vòng tròn

- Có độ lớn:  $B = 2\pi \cdot 10^{-7} \frac{I}{R}$ ;

Nếu khung dây tròn tạo bởi N vòng dây sát nhau thì:  $B = 2\pi \cdot 10^{-7} N \frac{I}{R}$ .

Trong đó:

- + B là cảm ứng từ, có đơn vị tesla (T);
- + I là cường độ dòng điện, có đơn vị ampe (A);
- + R là bán kính vòng dây mang dòng điện, có đơn vị mét (m).
- + N là số vòng dây



3, Từ trường của dòng điện chạy trong ống dây dẫn hình trụ.

- Có độ lớn:  $B = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N}{l} \cdot I = 4\pi \cdot 10^{-7} nI$ ;

Trong đó:

+  $B$  là cảm ứng từ, có đơn vị tesla (T);

+  $I$  là cường độ dòng điện, có đơn vị ampe (A);

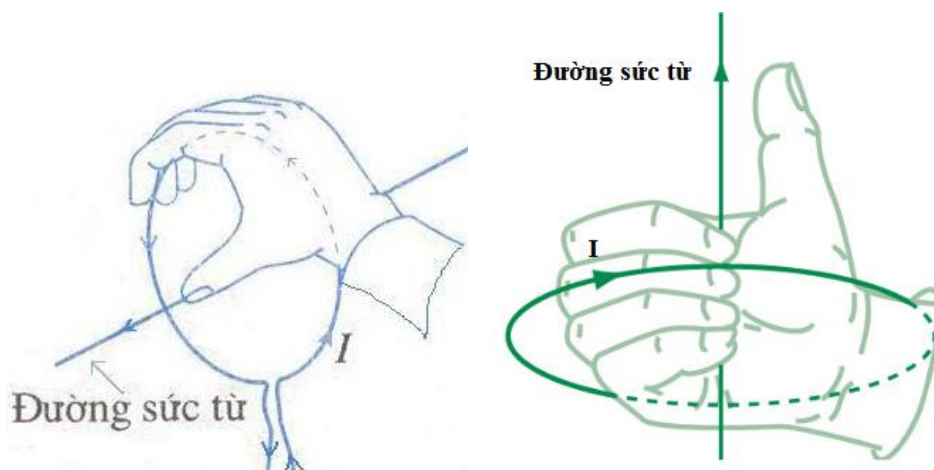
+  $N$  là tổng số vòng dây;

+  $l$  là chiều dài ống dây, có đơn vị mét (m);

+  $n = \frac{N}{l}$  là số vòng dây quấn trên một đơn vị dài của ống dây.

### 3. Mở rộng

1, Quy tắc nắm tay phải để xác định chiều cảm ứng từ tại tâm  $O$  của vòng dây tròn: Khum bàn tay phải theo các vòng dây sao cho chiều từ cổ tay đến các ngón tay trùng với chiều dòng điện trong vòng dây, ngón tay cái choãi ra  $90^\circ$  chỉ chiều các đường sức từ xuyên qua mặt phẳng vòng dây.



2, Véc tơ cảm ứng từ tại một điểm do nhiều dòng điện gây ra bằng tổng các véc tơ cảm ứng từ do từng dòng điện gây ra tại điểm đó.

Nguyên lí chồng chất từ trường:  $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \dots + \vec{B}_n$

Trong đó:

+  $\vec{B}$  là vectơ cảm ứng từ do nhiều dòng điện gây ra tại điểm ta xét.

+  $\vec{B}_1, \vec{B}_2, \dots$  là vectơ cảm ứng do từng dòng điện riêng lẻ gây ra tại điểm mà ta xét.

Việc cộng các vectơ cảm ứng từ thực hiện theo quy tắc hình hình hành.

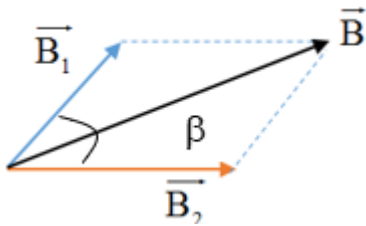
Quy tắc hình bình hành: Nếu vectơ đồng quy làm thành hai cạnh của một hình bình hành, thì đường chéo kẻ từ điểm đồng quy biểu diễn vectơ tổng của chúng.

- Nếu tại điểm xét có hai vectơ cảm ứng từ  $\vec{B}_1$ ,  $\vec{B}_2$  lần lượt do  $I_1$  và  $I_2$  gây ra thì

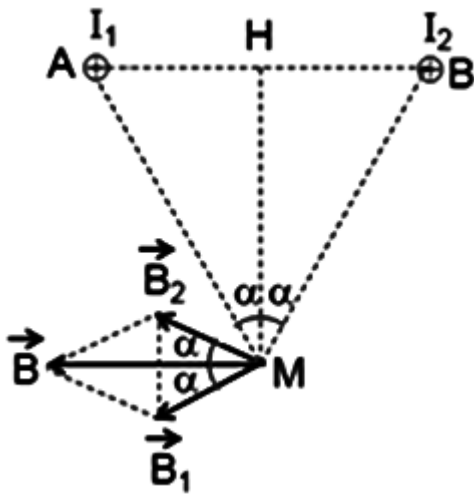
Cảm ứng từ tổng hợp tại điểm xét là:  $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$

+ Khi  $\vec{B}_1$ ,  $\vec{B}_2$  hợp với nhau một góc thì, độ lớn cảm ứng từ tổng hợp:

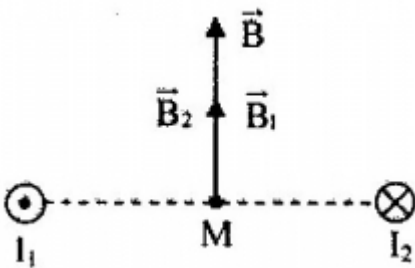
$$B = \sqrt{B_1^2 + B_2^2 + 2.B_1.B_2.\cos\beta}$$



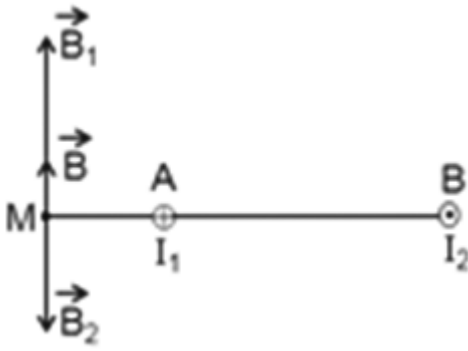
Nếu  $B_1 = B_2$ ;  $(\vec{B}_1, \vec{B}_2) = \alpha = \frac{\beta}{2}$  thì  $B = 2B_1.\cos\alpha$



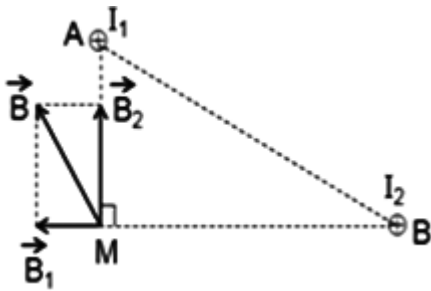
+ Khi  $\vec{B}_1$  và  $\vec{B}_2$  cùng chiều thì  $B = B_1 + B_2$ , và  $\vec{B}$  cùng chiều với  $\vec{B}_1; \vec{B}_2$ .



+ Khi  $\vec{B}_1$  và  $\vec{B}_2$  ngược chiều thì  $B = |B_1 - B_2|$ , và  $\vec{B}$  cùng chiều với vectơ cảm ứng từ nào lớn hơn.



+ Khi  $\vec{B}_1$  và  $\vec{B}_2$  vuông góc với nhau thì  $B = \sqrt{B_1^2 + B_2^2}$



3. Từ các công thức xác định độ lớn cảm ứng từ, ta có thể suy ra công thức xác định cường độ dòng điện, số vòng dây, khoảng cách đến dây dẫn hoặc bán kính dòng điện tròn.

Với dòng điện thẳng:

$$B = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I}{r} \Rightarrow r = \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot I}{B} \Rightarrow I = \frac{B \cdot r}{2 \cdot 10^{-7}}$$

Với dòng điện tròn:

$$B = 2\pi \cdot 10^{-7} \frac{I}{R} \Rightarrow I = \frac{B \cdot R}{2\pi \cdot 10^{-7}}$$

$$B = 2\pi \cdot 10^{-7} \frac{I}{R} \Rightarrow R = \frac{2\pi \cdot 10^{-7} \cdot I}{B}$$

Với ống dây:

$$B = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N}{l} \cdot I = 4\pi \cdot 10^{-7} nI \Rightarrow I = \frac{B \cdot l}{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot N}$$

$$B = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N}{l} \cdot I = 4\pi \cdot 10^{-7} nI \Rightarrow n = \frac{B}{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot I}$$

#### 4. Ví dụ minh họa

**Bài 1:** Dòng điện  $I = 1$  (A) chạy trong dây dẫn thẳng dài. Cảm ứng từ tại điểm M cách dây dẫn 10 (cm) có độ lớn bao nhiêu?

**Bài giải:**

Áp dụng công thức:  $B = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I}{r} = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{1}{0,1} = 2 \cdot 10^{-6} (T)$

**Bài 2 :** Một dòng điện 2A chạy trong một dây dẫn uốn thành vòng tròn có bán kính 20 cm gồm 20 vòng dây. Cảm ứng từ tại tâm vòng dây có độ lớn là bao nhiêu ?

**Bài giải :**

Áp dụng công thức

$$B = 2\pi \cdot 10^{-7} \cdot N \frac{I}{R} = 2\pi \cdot 10^{-7} \cdot 20 \cdot \frac{2}{0,2} = 1,256 \cdot 10^{-4} (T)$$

Đáp án:  $1,256 \cdot 10^{-4} (T)$

**Bài 3:** Một ống dây dài 50 (cm), cường độ dòng điện chạy qua mỗi vòng dây là 2 (A). cảm ứng từ bên trong ống dây có độ lớn  $B = 25 \cdot 10^{-4} (T)$ . Số vòng dây của ống dây là bao nhiêu ?

**Bài giải :**

$$\text{Áp dụng công thức : } B = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N}{l} \cdot I \Rightarrow N = \frac{B \cdot l}{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot I} = \frac{25 \cdot 10^{-4} \cdot 0,5}{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 2} = 487$$

Đáp án: 497 vòng