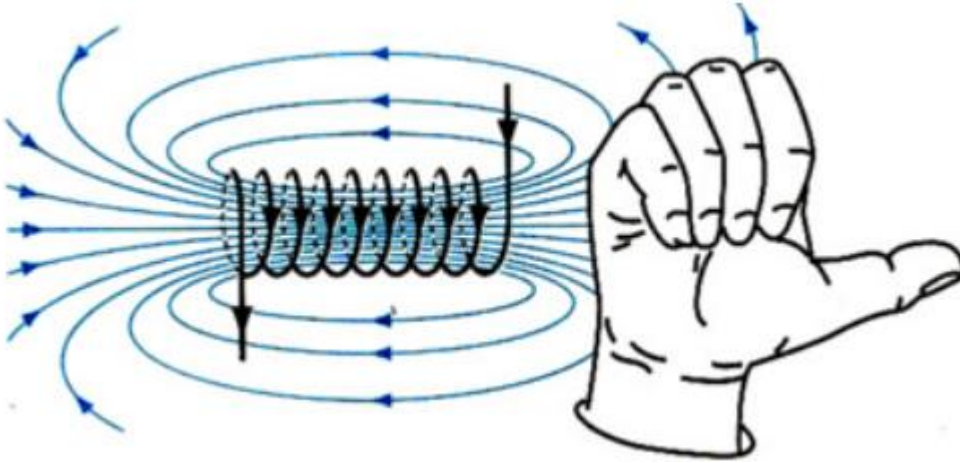


21. Công thức tính cảm ứng từ tổng hợp

1. Định nghĩa

- Nguyên lí chồng chất từ trường: Vectơ 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.

- **Quy tắc nắm tay phải đối với ống dây hình trụ:** 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° chỉ chiều các đường sức từ trong lòng ống dây.



2. Công thức – đơn vị đo

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.

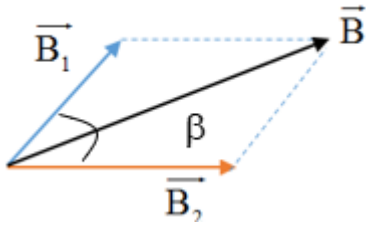
- Việc cộng các vectơ cảm ứng từ thực hiện theo quy tắc hình hình hành.

- 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

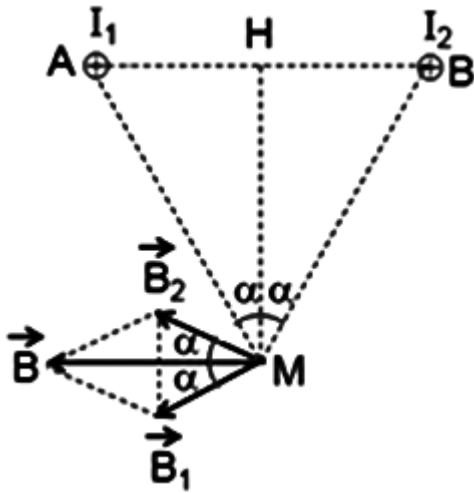
Cảm ứng từ tổng hợp tại điểm xét là: $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$

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

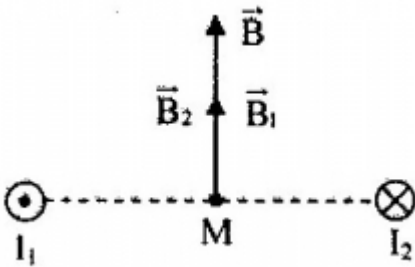
$$B = \sqrt{B_1^2 + B_2^2 + 2.B_1.B_2.\cos\beta}$$



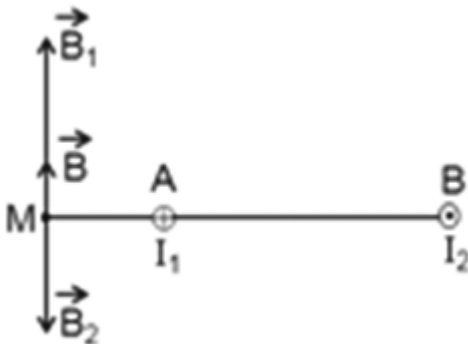
Nếu $B_1 = B_2$; $(\vec{B}_1, \vec{B}_2) = \alpha = \frac{\beta}{2}$ thì $B = 2B_1 \cdot \cos \alpha$



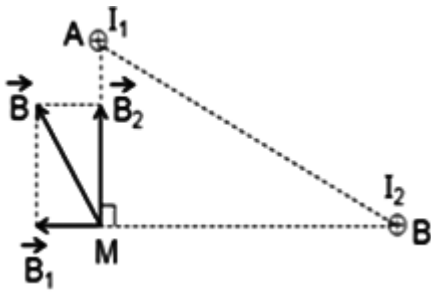
+ Khi \vec{B}_1 và \vec{B}_2 cùng chiều thì $B = B_1 + B_2$, và \vec{B} cùng chiều với $\vec{B}_1; \vec{B}_2$.



+ 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. Mở rộng

Khi trong không gian có nhiều dòng điện gây ra từ trường, cần sử dụng các kiến thức sau để xác định từ trường của dòng điện chạy trong dây dẫn có hình dạng đặc biệt:

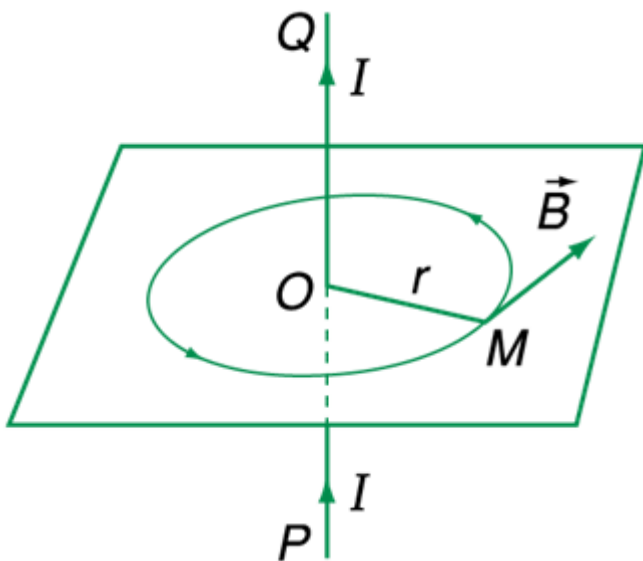
1, Từ trường của dòng điện chạy trong dây dẫn thẳng dài

Véc tơ cảm ứng từ tại điểm cách dây dẫn một khoảng r :

- Có điểm đặt tại điểm ta xét;
- Có phương vuông góc với mặt phẳng chứa dòng điện và điểm ta xét;
- Có chiều xác định theo qui tắc nắm tay phải;
- 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

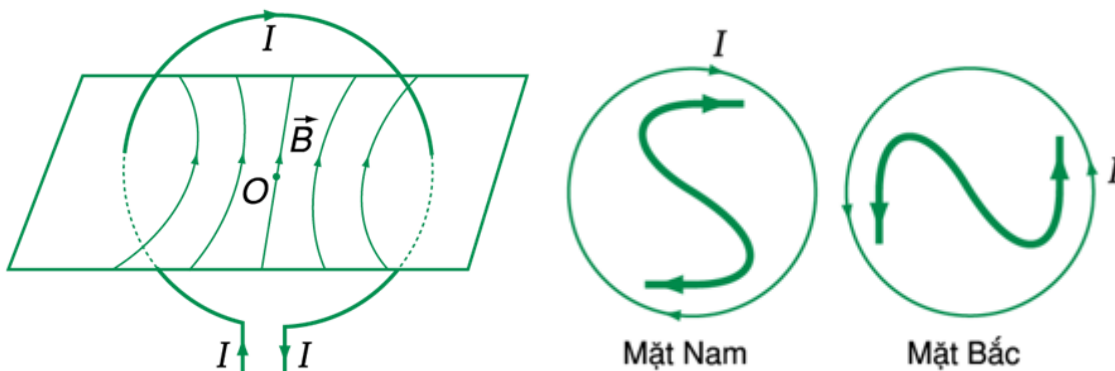
Véc tơ cảm ứng từ \vec{B} tại tâm O của vòng dây:

- Có điểm đặt tại tâm vòng dây;
- Có phương vuông góc với mặt phẳng chứa vòng dây.
- Có chiều tuân theo quy tắc: vào mặt Nam ra mặt Bắc;
- 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.

- + Véc tơ cảm ứng từ \vec{B} trong lòng ống dây (tại vùng có từ trường đều):
- Có điểm đặt: tại điểm ta xét;
- Có phương song song với trục ống dây;
- Có chiều vào Nam ra Bắc hoặc xác định theo quy tắc nắm tay phải;
- 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.

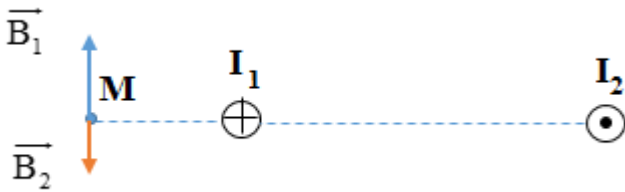
4. Ví dụ minh họa

Bài 1:

Hai dây dẫn thẳng, dài song song cách nhau 32 (cm) trong không khí, dòng điện chạy trên dây 1 là $I_1 = 5$ (A), dòng điện chạy trên dây 2 là $I_2 = 1$ (A) ngược chiều với I_1 . Điểm M nằm trong mặt phẳng của 2 dòng điện ngoài khoảng hai dòng điện và cách dòng điện I_1 8 (cm). Cảm ứng từ tại M có độ lớn là bao nhiêu ?

Bài giải :

Áp dụng quy tắc nắm tay phải ta xác định được các vectơ cảm ứng từ $\vec{B}_1; \vec{B}_2$ như hình vẽ.



Cảm ứng từ do dòng điện I_1 gây ra tại M là :

$$B_1 = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I_1}{r_1} = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{5}{0,08} = 1,25 \cdot 10^{-5} \text{ (T)}$$

Điểm M cách dòng điện I_2 một khoảng là $r_2 = 8 + 32 = 40 \text{ cm} = 0,4 \text{ m}$

Cảm ứng từ do dòng điện I_2 gây ra tại M là :

$$B_2 = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I_2}{r_2} = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{1}{0,4} = 0,05 \cdot 10^{-5} \text{ (T)}$$

Áp dụng nguyên lý chồng chất từ trường

$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$$

$$\text{Vì } \vec{B}_1 \uparrow \downarrow \vec{B}_2 \text{ nên } B = |B_1 - B_2| = |1,25 \cdot 10^{-5} - 0,05 \cdot 10^{-5}| = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ (T)}$$

Và vectơ \vec{B} cùng chiều với vectơ cảm ứng từ \vec{B}_1 .

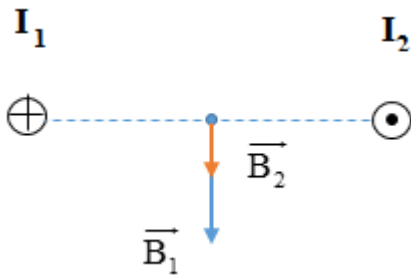
Bài 2:

Hai dây dẫn thẳng, dài song song cách nhau 32 (cm) trong không khí, dòng điện chạy trên dây 1 là $I_1 = 5$ (A), dòng điện chạy trên dây 2 là $I_2 = 1$ (A) ngược chiều

với I_1 . Điểm M nằm trong mặt phẳng của hai dây và cách đều hai dây. Cảm ứng từ tại M có độ lớn và chiều như thế nào?

Bài giải:

Áp dụng quy tắc nắm tay phải ta xác định được các vectơ cảm ứng từ $\vec{B}_1; \vec{B}_2$ như hình vẽ.



Vì M nằm trong mặt phẳng hai dòng điện và cách đều hai dòng điện nên khoảng cách từ M đến mỗi dòng điện là $16 \text{ cm} = 0,16 \text{ m}$.

Cảm ứng từ do dòng điện I_1 gây ra tại M là :

$$B_1 = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I_1}{r_1} = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{5}{0,16} = 0,625 \cdot 10^{-5} (\text{T})$$

Cảm ứng từ do dòng điện I_2 gây ra tại M là :

$$B_2 = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I_2}{r_2} = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{1}{0,16} = 0,125 \cdot 10^{-5} (\text{T})$$

Áp dụng nguyên lý chồng chất từ trường

$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$$

$$\text{Vì } \vec{B}_1 \uparrow \uparrow \vec{B}_2 \text{ nên } B = B_1 + B_2 = 0,625 \cdot 10^{-5} + 0,125 \cdot 10^{-5} = 0,75 \cdot 10^{-5} (\text{T})$$

Và vectơ \vec{B} cùng chiều với vectơ cảm ứng từ $\vec{B}_1; \vec{B}_2$