

28 CẢM ỨNG TỪ. ĐỊNH LUẬT AM-PE

I - Mục tiêu

- Phát biểu được định nghĩa và ý nghĩa của cảm ứng từ.
- Vận dụng được định luật Am-pe.

II - Chuẩn bị

Giáo viên

Bộ thiết bị thí nghiệm xác định lực từ tác dụng lên đoạn dòng điện.

Học sinh

Ôn lại bài về từ trường đã học ở lớp 9.

III - Những điều cần lưu ý

1. Trong bài 26 SGK, ta đã nói để đặc trưng cho từ trường về mặt tác dụng lực từ ta đưa ra đại lượng cảm ứng từ. Phương và chiều của cảm ứng từ đã được định nghĩa trong bài 26 SGK. Còn độ lớn của cảm ứng từ thì cho đến nay vẫn chưa được nói đến. Đó là vì người ta dùng nam châm thử nằm cân bằng trong từ trường để định nghĩa phương và chiều của cảm ứng từ. Nhưng do khó khăn về mặt thực nghiệm, nên không thể định nghĩa cảm ứng từ qua độ lớn của lực từ tác dụng lên kim nam châm thử mà định nghĩa qua độ lớn của lực từ tác dụng lên một đoạn dòng điện. Vì lí do đó nên việc đưa ra định nghĩa độ lớn của cảm ứng từ phải gắn liền với việc xét độ lớn của lực từ tác dụng lên một đoạn dòng điện. Trong bài này ta sẽ xét độ lớn của lực từ để từ đó đưa ra định nghĩa về độ lớn của cảm ứng từ.

Nhân tiện đây ta nói vài lời về mặt lịch sử. Thí nghiệm Ô-xtét về tác dụng của dòng điện lên nam châm có sức lôi cuốn mạnh mẽ các nhà khoa học đương thời, trong số đó có Am-pe, ông cho rằng dòng điện tác dụng lên nam châm thì nam châm cũng tác dụng lên dòng điện. Ông đã bắt tay ngay vào việc thí nghiệm để xác định độ lớn của lực từ tác dụng lên dòng điện. Và chỉ sau Ô-xtét một thời gian ngắn Am-pe đã công bố các kết quả nghiên cứu về lực từ tác dụng lên dòng điện mà ngày nay ta gọi là định luật Am-pe. Vì lí do đó nên lực từ tác dụng lên dòng điện cũng được gọi là lực Am-pe.

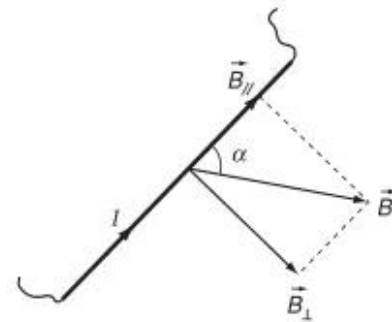
Thực ra trước Am-pe thì Bi-ô và Xa-va đã thành lập công thức xác định lực tương tác giữa hai dòng điện. Sau đó La-plát-xơ viết lại công thức của

Bi-ô và Xa-va dưới dạng chính xác hơn, đó là dạng tương tác giữa hai phần tử dòng điện (SGK gọi là hai đoạn dòng điện). Do đó, đôi khi người ta gọi định luật về lực từ tác dụng lên dòng điện là định luật La-plát-xơ.

2. Định luật Am-pe trong trường hợp tổng quát được biểu diễn bằng công thức (28.2). Từ công thức tổng quát đó, GV nên chú ý đến hai trường hợp riêng sau đây. Nếu đường sức từ vuông góc với đoạn dòng điện thì lực từ tác dụng lên đoạn dòng điện có giá trị lớn nhất. Nếu đường sức từ song song với đoạn dòng điện thì lực từ tác dụng lên đoạn dòng điện bằng không.

Đối với HS khá, GV có thể hướng dẫn HS suy luận như sau để rút ra công thức (28.2)

Trong trường hợp tổng quát cảm ứng từ \vec{B} hợp với đoạn dòng điện góc α (Hình 28.1) ta phân tích cảm ứng từ \vec{B} thành hai thành phần, thành phần $\vec{B}_{//}$ (song song với đoạn dòng điện) và thành phần \vec{B}_{\perp} (vuông góc với đoạn dòng điện). Thành phần $\vec{B}_{//}$ không gây ra lực từ tác dụng lên dòng điện. Vậy lực từ tác dụng lên đoạn dòng điện được quyết định bởi thành phần \vec{B}_{\perp} . Đại lượng $B\sin\alpha$ trong công thức (28.2) chính là độ lớn của thành phần \vec{B}_{\perp} ; $B\sin\alpha = |\vec{B}_{\perp}|$.



Hình 28.1

3. Có một phương án khác đưa ra định nghĩa cảm ứng từ như sau :

Trước hết, hãy xét một khung dây có kích thước nhỏ mang dòng điện. Ta định nghĩa vectơ pháp tuyến với khung như sau : Quay cái đinh ốc theo chiều dòng điện trong khung, chiều tiến của cái đinh ốc được chọn là chiều của đường pháp tuyến của khung.

Thí nghiệm cho biết khi đặt khung dây mang dòng điện nói trên trong từ trường, thì có momen ngẫu lực từ tác dụng lên khung. Vì vậy khi đặt khung dây vào từ trường thì đầu tiên khung dây bị quay rồi sau đó nằm cân bằng. Phương và chiều của vectơ pháp tuyến của khung dây mang dòng điện khi khung nằm cân bằng trong từ trường được coi là phương và chiều của cảm ứng từ \vec{B} .

Gọi giá trị cực đại của momen ngẫu lực từ tác dụng lên khung dây là M_{\max} . Thí nghiệm cho biết M_{\max} tỉ lệ với cường độ dòng điện I trong khung và diện tích S của khung. Độ lớn của cảm ứng từ được kí hiệu là B và B được định nghĩa bằng biểu thức sau : $B = \frac{M_{\max}}{IS}$.

Cách đưa ra định nghĩa cảm ứng từ như vừa trình bày có ưu điểm là đơn giản. Nhưng nhược điểm của phương án này là không thể làm thí nghiệm để xác định momen ngẫu lực tác dụng lên khung. Vì vậy không thể giảng dạy theo phương án này.

IV - Gợi ý về phương pháp và tổ chức hoạt động dạy học

1. Cảm ứng từ

Có hai yếu tố đặc trưng cho đoạn dòng điện, đó là cường độ dòng điện và chiều dài của đoạn dòng điện đó. Thí nghiệm trình bày trong mục này nhằm hai mục đích : Mục đích thứ nhất là rút ra định nghĩa cảm ứng từ ; mục đích thứ hai là chuẩn bị để rút ra định luật Am-pe.

Để đưa ra định nghĩa cảm ứng từ GV lần lượt tiến hành ba thí nghiệm 1, 2, 3 SGK để thành lập ba bảng 28.1, 2, 3 SGK. Dùng ba bảng này GV hướng dẫn HS rút ra kết luận.

GV chuẩn bị kĩ và nếu điều kiện thuận lợi, thì có thể tiến hành thí nghiệm và thành lập gần như đầy đủ ba bảng 28.1, 2, 3 SGK. Nếu có những khó khăn, thì GV có thể chỉ thực hiện một vài thí nghiệm, sau đó sử dụng các số liệu trong ba bảng 28.1, 2, 3.

Ba thí nghiệm tiến hành trong bài này nhằm rút ra nhận xét về sự phụ thuộc giữa lực F tác dụng lên đoạn dòng điện và các yếu tố I, l, α .

Trong thí nghiệm 1, ta giữ α và l không đổi còn I thay đổi. Cụ thể là đặt mặt phẳng khung dây vuông góc với đường sức từ ($\alpha = 90^\circ$) và dùng khung dây có cạnh AB dài $l = 4$ cm. Vì vậy Bảng 28.1 biểu diễn sự phụ thuộc giữa F và I . Trong thí nghiệm này có ý kiến cho rằng, không thể tạo ra một dòng điện với cường độ $I = 240$ A như SGK. Ở đây, cần chú ý rằng vì khung dây có 100 vòng, nên cường độ dòng điện qua cạnh AB của khung dây tuy đạt đến 240 A, nhưng dòng điện qua mỗi vòng dây chỉ là 2,40 A.

Trong thí nghiệm 2 ta giữ α và I không đổi còn l thay đổi. Vì vậy Bảng 28.2 biểu diễn sự phụ thuộc giữa F và l .

Tiếp theo, GV làm thí nghiệm 3. Trong thí nghiệm này ta giữ I và l không đổi và thay đổi α . Bảng 28.3 biểu diễn sự phụ thuộc giữa F và $\sin\alpha$. Các thí nghiệm trên đây dẫn đến nhận xét thương số $\frac{F}{Il \sin\alpha}$ là một hằng số và kí hiệu hằng số đó là B .

Cho đến đây, mặc dù đã tiến rất gần đến định nghĩa cảm ứng từ nhưng vẫn chưa thể coi hằng số B là cảm ứng từ.

Để có thể đưa ra định nghĩa cảm ứng từ còn cần tiến hành thí nghiệm sau :

Giữ cường độ dòng điện, chiều dài đoạn dòng điện và góc α không đổi rồi tiến hành thí nghiệm với những nam châm khác nhau. Thí nghiệm trình bày trong SGK được tiến hành với nam châm điện, vì vậy, chỉ cần thay đổi cường độ dòng điện trong cuộn dây của nam châm điện là ta được các nam châm khác nhau. Thí nghiệm cho thấy khi thay đổi nam châm làm thí nghiệm thì thương số $\frac{F}{Il \sin \alpha}$ cũng thay đổi. Điều đó chứng tỏ hằng số B phụ thuộc vào bản thân nam châm, vậy nó là đại lượng đặc trưng cho từ trường về mặt lực từ.

Vì những lí do vừa nói, nên trong hệ SI người ta gọi đại lượng $B = \frac{F}{Il \sin \alpha}$ là độ lớn cảm ứng từ của từ trường và từ đó đưa ra định nghĩa cảm ứng từ.

GV có thể sử dụng gợi ý [C1] để củng cố định nghĩa cảm ứng từ vừa được phát biểu. Dùng công thức $B = \frac{F}{Il \sin \alpha}$ ta có thể tìm thấy giá trị của B vào khoảng 0,024 T.

2. Định luật Am-pe

Sau khi đã đưa ra định nghĩa cảm ứng từ và viết hệ thức (28.1), GV hướng dẫn HS rút ra công thức tính lực từ F (28.2), công thức đó là định luật Am-pe.

3. Nguyên lí chồng chất từ trường

Vì HS đã học nguyên lí chồng chất điện trường nên ở đây, GV có thể chỉ cần thông báo nội dung nguyên lí này.

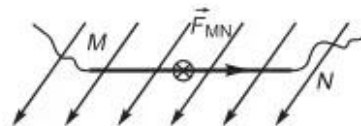
V - Hướng dẫn trả lời câu hỏi và giải bài tập

Câu hỏi

1. Một đoạn dòng điện chiều dài l , trong đó có dòng điện cường độ I , khi đặt trong từ trường thì có lực từ F tác dụng lên nó. Thương số $\frac{F}{Il \sin \alpha}$ được định nghĩa là độ lớn cảm ứng từ, α là góc hợp bởi đường sức từ và đoạn dòng điện.
2. Đặt đoạn dòng điện có cường độ I , chiều dài l sao cho đoạn dòng điện hợp với đường sức từ góc α thì lực từ tác dụng lên đoạn dòng điện đó được tính theo công thức $F = BIl \sin \alpha$. Đó là công thức định luật Am-pe.

Bài tập

1. F tỉ lệ với \sin của góc hợp bởi đoạn dây và đường sức từ.
2. B. Khi đó $\alpha = 0$ hay $\alpha = \pi$, trong cả hai trường hợp $\sin \alpha = 0$.
3. Không phụ thuộc chiều dài và cường độ dòng điện trong đoạn dây vì lực từ tác dụng lên đoạn dòng điện đó bằng không.
4. Áp dụng công thức (28.2), trong đó đã biết $\sin \alpha = 1$; $l = 0,05 \text{ m}$; $I = 0,75 \text{ A}$; $F = 3.10^{-3} \text{ N}$. Từ đó tính được B .
5. a) Chiều của lực từ được vẽ trên Hình 28.2.
b) Áp dụng công thức (28.2), trong đó đã biết $l = 0,06 \text{ m}$; $B = 0,5 \text{ T}$; $I = 5 \text{ A}$ và $F = 0,075 \text{ N}$. Từ đó tính được $\sin \alpha = 0,5$.



Hình 28.2