

Chương IV

TỪ TRƯỜNG

Mục tiêu

- Trình bày được khái niệm cảm ứng từ (phương, chiều, độ lớn).
- Vận dụng được các công thức xác định lực từ tác dụng lên một đoạn dòng điện, công thức xác định lực Lo-ren-xơ.
- Trình bày và vận dụng được quy tắc bàn tay trái.
- Mô tả được từ trường của một số dòng điện có dạng đơn giản, vận dụng được quy tắc nắm tay phải.
- Trình bày và vận dụng được công thức xác định momen ngẫu lực từ tác dụng lên một khung dây mang dòng điện.

26 TỪ TRƯỜNG

I - Mục tiêu

- Nêu được khái niệm tương tác từ, từ trường, tính chất cơ bản của từ trường.
- Trình bày được khái niệm cảm ứng từ (phương và chiều), đường sức từ, từ phổ, những tính chất của đường sức từ.
- Trả lời được câu hỏi từ trường đều là gì và nêu được một ví dụ về từ trường đều.

II - Chuẩn bị

Giáo viên

Hai thanh nam châm thẳng. Một nam châm hình chữ *U*. Một kim nam châm hay một chiếc la bàn. Một đoạn dây dẫn, một bộ pin hay bộ acquy. Một bộ thí nghiệm về tương tác giữa hai dòng điện. Một tờ bìa hay một tấm kính, mặt sắt.

Học sinh

Ôn lại phần từ trường đã học ở THCS.

III - Những điều cần lưu ý

1. Như trên đã nói, giảng dạy về tương tác từ và từ trường gặp nhiều khó khăn hơn khi giảng dạy về tương tác điện và điện trường. Tương tác điện là tương tác giữa hai điện tích. Nhưng nói về tương tác từ, GV phải làm cho HS hiểu đó là tương tác giữa hai nam châm, hoặc giữa nam châm và dòng điện, hoặc giữa hai dòng điện.

Khi trình bày khái niệm từ trường, GV cũng gặp những khó khăn tương tự. HS đã biết rằng điện trường tồn tại xung quanh điện tích, nhưng đối với từ trường GV phải làm cho HS hiểu rằng từ trường tồn tại cả xung quanh nam châm, xung quanh dòng điện, xung quanh hạt mang điện chuyển động.

Để giúp cho HS hiểu được những điều nói trên, đầu tiên, GV dùng nam châm để đưa ra khái niệm tương tác từ và từ trường. Sau đó bằng thí nghiệm, GV hướng dẫn HS tiếp cận dần dần và từng bước đi đến khái niệm từ trường. Thực ra đó cũng là con đường mà lịch sử đã đi qua. Đầu tiên, con người tiếp xúc với các hiện tượng từ qua các nam châm tự nhiên được phát hiện ra một cách tình cờ. Sau đó bằng những quan sát trong tự nhiên, bằng những thí nghiệm người ta mới dần dần đi đến những hiểu biết như hiện nay.

Trong đời sống hằng ngày không một HS nào không biết đến nam châm, vì vậy một cách hoàn toàn tự nhiên họ hiểu hiện tượng từ là những hiện tượng gắn với nam châm. Do đó, dựa trên những hiểu biết đã có của HS để mở đầu việc giảng dạy hiện tượng từ là điều nên làm.

2. Như vừa nói ở phần mở đầu của chương này, HS đã quen với khái niệm cường độ điện trường và việc biểu diễn lực điện qua cường độ điện trường. Vì vậy, ở đây chắc chắn HS cũng chờ đợi việc biểu diễn lực từ qua một đại lượng nào đó tương tự như cường độ điện trường. Tuy nhiên, mối quan hệ giữa lực từ và đại lượng mà HS chờ đợi lại không đơn giản như trường hợp điện trường.

Đại lượng đặc trưng cho từ trường về mặt lực từ không gọi là cường độ từ trường mà gọi là cảm ứng từ, đó là vấn đề có tính lịch sử mà ta phải chấp nhận. Điều này cũng gây cho HS đôi chút rắc rối nhưng không phải là khó khăn. Khó khăn đáng nói là lực điện tác dụng lên điện tích điểm bao giờ cũng cùng phương với cường độ điện trường ; còn lực từ thì khác, phức tạp hơn nhiều.

Đối với một kim nam châm quay tự do nằm cân bằng trong từ trường đều thì phương của hai lực từ tác dụng lên hai cực của kim nam châm cùng phương với cảm ứng từ của từ trường đều, nhưng lực từ tác dụng lên dòng

điện hay lên hạt mang điện chuyển động lại không cùng phương với cảm ứng từ. Để HS hiểu được mối liên hệ giữa phương, chiều và độ lớn của lực từ tác dụng lên dòng điện với phương, chiều và độ lớn của cảm ứng từ thì phải đi dần từng bước như đã làm trong SGK.

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

1. Tương tác từ

Có ba thí nghiệm dẫn đến khái niệm tương tác từ.

Thí nghiệm thứ nhất khảo sát về tương tác giữa nam châm và nam châm. Từ lớp 9 HS đã biết về các cực cùng tên của hai nam châm thì đẩy nhau, các cực khác tên thì hút nhau. Vì vậy, thí nghiệm này nhằm mục đích đưa ra khái niệm tương tác từ giữa hai nam châm, nhưng thực chất chỉ là sự lặp lại thí nghiệm đã thực hiện ở lớp 9.

Gợi ý **C1** nhằm giúp cho HS tránh hiểu nhầm rằng các cực từ phải là các đầu của thanh nam châm. Một nam châm hình đĩa như ở Hình 26.4 SGK thì không có hai đầu như ở các thanh nam châm. Vì vậy, rất có thể có HS cho rằng ở rìa của nam châm hình đĩa là cực của nó. Thực ra ở đây người ta đã từ hoá các nam châm sao cho hai mặt của đĩa là hai cực của nam châm. Trong Hình 26.4 SGK hai mặt đối diện nhau là hai cực cùng tên, do đó chúng đẩy nhau.

Thí nghiệm thứ hai là thí nghiệm O-xtét. Thí nghiệm này nhằm đưa đến nhận xét rằng không chỉ nam châm tác dụng lên nam châm mà dòng điện cũng tác dụng lên nam châm. Nói cách khác, dòng điện cũng gây ra lực từ tác dụng lên nam châm.

Khi giảng dạy vấn đề này, GV nên chỉ ra cho HS thấy rằng nếu thay dòng điện trong thí nghiệm O-xtét bằng một nam châm đặt ở vị trí thích hợp thì nam châm cũng tác dụng lực lên kim nam châm một lực giống như dòng điện tác dụng lên kim nam châm. Điều đó có nghĩa là, đứng về mặt bản chất của lực tác dụng lên kim nam châm mà nói thì dòng điện và nam châm có thể thay thế cho nhau. Vậy bản chất của lực mà nam châm tác dụng lên nam châm và lực mà dòng điện tác dụng lên nam châm là giống nhau, vì thế chúng đều gọi là lực từ.

Thí nghiệm thứ ba nhằm nêu lên nhận xét rằng dòng điện cũng gây ra lực từ tác dụng lên dòng điện. Trên đây ta vừa nói, xét về mặt bản chất của lực tác dụng lên nam châm thì vai trò của dòng điện và của nam châm là

giống nhau. Vì vậy, bản chất của lực mà dòng điện tác dụng lên dòng điện và lực mà nam châm tác dụng lên nam châm là giống nhau. Vì lí do đó mà lực tương tác giữa hai dòng điện trong thí nghiệm thứ ba cũng là lực từ.

2. Từ trường

Mục này gồm có bốn tiểu mục :

a) Tiểu mục thứ nhất dành cho việc trình bày khái niệm từ trường. HS đã biết rằng, một vật gây ra lực hấp dẫn thì xung quanh vật đó có trường hấp dẫn, một vật gây ra lực điện thì xung quanh vật đó có điện trường. Vì vậy sau khi đã đưa ra khái niệm về lực từ, GV có thể gợi ý để HS suy luận rằng xung quanh một vật gây ra lực từ thì có từ trường.

Tuy nhiên, ở đây GV cần lưu ý HS rằng nam châm và dòng điện đều gây ra lực từ, vì thế ta phải đi đến kết luận rằng từ trường tồn tại xung quanh nam châm và xung quanh dòng điện.

b) Tiểu mục thứ hai nêu lên một kết luận có tính bao quát là xung quanh điện tích chuyển động có từ trường. Chú ý rằng SGK chỉ nêu một suy luận là từ trường của dòng điện chính là từ trường của các điện tích chuyển động tạo thành dòng điện đó gây ra. Từ trường của nam châm chủ yếu là do spin của electron chứ không phải là do chuyển động của electron trong nguyên tử gây ra. Vì vậy ở bài này, SGK không đề cập đến nguyên nhân gây ra từ trường của nam châm.

c) Tiểu mục thứ ba nói về tính chất cơ bản của từ trường. Tiểu mục này có nội dung giống như tiểu mục nói về tính chất cơ bản của điện trường. Vì vậy chắc chắn là HS dễ dàng chấp nhận.

d) Tiểu mục thứ tư nói về cảm ứng từ. Trên đây đã nói, vì phương của cảm ứng từ và của lực từ không trùng nhau nên việc đưa ra khái niệm cảm ứng từ phải qua nhiều bước. Ở tiểu mục này chỉ mới nói đến phương và chiều của cảm ứng từ.

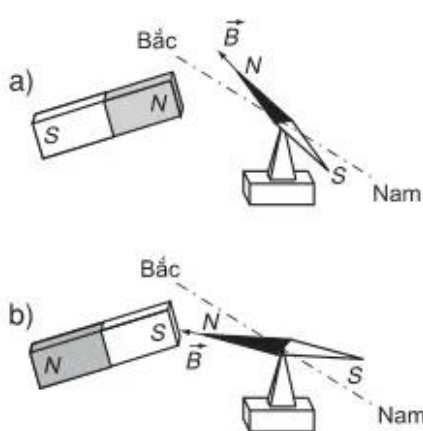
Những điều nói về cảm ứng từ ở tiểu mục này được trình bày lần lượt trong ba ý như sau.

Ý thứ nhất thông báo với HS rằng, khi xét từ trường, người ta cũng dùng một đại lượng đặc trưng cho trường về mặt tác dụng lực từ, đó là cảm ứng từ. Ý thứ hai nói về định nghĩa phương và chiều của cảm ứng từ. Ý cuối cùng chỉ là một thông báo rất sơ lược về độ lớn của cảm ứng từ.

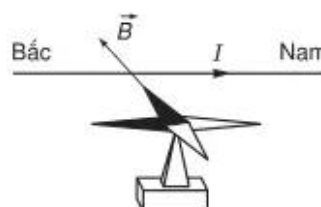
Sau khi nêu ý thứ nhất như vừa nói trên, GV nên thông báo để HS thấy rằng mối liên hệ giữa cảm ứng từ với lực từ phức tạp hơn mối liên hệ giữa điện trường với lực điện. Vì lí do đó nên người ta định nghĩa phương và chiều của cảm ứng từ trước, sau đó đến khi xét về lực từ tác dụng lên dòng điện mới đưa ra định nghĩa về độ lớn của cảm ứng từ.

Phương và chiều của cảm ứng từ được định nghĩa không phải bằng cách dựa vào khái niệm lực từ mà bằng cách dựa vào thí nghiệm kim nam châm nằm cân bằng trong từ trường.

Gợi ý **C2** trong đoạn này nhằm luyện cho HS vận dụng định nghĩa về phương và chiều của cảm ứng từ. Trả lời cho **C2** được nêu trên các Hình 26.1 và 26.2.



Hình 26.1



Hình 26.2

Về độ lớn của cảm ứng từ, ở đây vẫn chưa thể đưa ra định nghĩa định lượng, mà mới chỉ nêu lên một thông báo về mặt định tính. Thông báo đó là : lực từ tác dụng lên cùng một đoạn dòng điện ở điểm nào lớn hơn thì ta thừa nhận rằng cảm ứng từ ở điểm đó lớn hơn. Thông báo đó mang tính chất hé mở cho HS thấy rằng, cảm ứng từ có liên hệ với độ lớn của lực từ tác dụng lên dòng điện. Đến đây ta chưa xét đến độ lớn của lực từ tác dụng lên dòng điện nên chưa nói được về độ lớn của cảm ứng từ một cách cụ thể.

Một vài thắc mắc HS có thể đặt ra :

- Xung quanh thanh nam châm và xung quanh dòng điện có từ trường, vậy phải chăng có hai loại từ trường, từ trường của nam châm và từ trường của dòng điện ?

Gợi ý giải đáp : Về mặt bản chất thì không có sự phân biệt giữa từ trường của nam châm và từ trường của dòng điện. Bởi vì từ trường của nam châm và từ trường của dòng điện đều gây ra lực từ, nghĩa là chúng có bản chất giống nhau.

– Tại sao ta không gọi đại lượng đặc trưng cho từ trường về mặt tác dụng lực từ là cường độ từ trường như trường hợp điện trường ?

Gợi ý giải đáp : Tương ứng với cách gọi tên như trong điện trường, thì đại lượng đặc trưng cho từ trường về mặt gây ra lực từ đáng lẽ phải gọi là cường độ từ trường. Nhưng trước đây, người ta đã gọi đại lượng đó là cảm ứng từ. Cho đến nay tên gọi đó đã thành quen nên không thay đổi lại.

– Có nam châm một cực, ba cực, năm cực,... không ?

Gợi ý giải đáp : Người ta có thể chế tạo ra những nam châm có số cực nhiều hơn hai, chẳng hạn nam châm bốn cực, sáu cực. Số cực của nam châm bao giờ cũng là một số chẵn. Không thể chế tạo những nam châm có một cực, ba cực, năm cực,... Hiện nay ta chưa giải thích được tại sao trong tự nhiên không có nam châm có số lẻ cực, vì đó là một vấn đề lớn trong lí thuyết từ. Vấn đề trong tự nhiên có các đơn cực từ hay không cho đến nay vẫn chưa có lời giải đáp.

3. Đường sức từ

Về từ phổ và các đường sức từ HS đã được học ở lớp 9. Mặt khác, trong chương I HS đã quen với khái niệm điện phổ, đường sức điện và các tính chất của đường sức điện. Vì vậy, khi giảng dạy mục này GV nên tận dụng những điều tương tự mà HS đã biết trong điện trường. Khi nói về từ phổ và các đường sức từ của các nam châm, GV nên nhấn mạnh vào từ phổ và đường sức từ của nam châm thẳng và nam châm hình chữ *U*.

GV có thể dùng gợi ý **C3** để chỉ ra cho HS phân biệt được từ phổ và các đường sức từ.

Trả lời **C3** : các "đường magnet" của từ phổ cho ta hình ảnh về các đường sức từ. Nói một cách chặt chẽ thì chưa thể coi chúng là các đường sức từ vì bản thân các "đường magnet" là các đường không có hướng. Tuy nhiên, nhiều khi người ta vẫn coi chúng là các đường sức từ.

4. Từ trường đều

Định nghĩa từ trường đều cũng tương tự như định nghĩa điện trường đều, vì vậy không có khó khăn gì đáng kể. Điều mà GV cần nhấn mạnh ở đây là các đường sức từ của từ trường đều là các đường song song và cách đều nhau ; đồng thời từ trường bên trong khoảng giữa hai cực của nam châm hình chữ U là từ trường đều.

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

Câu hỏi

1. Có thể có nhiều câu trả lời. Chẳng hạn, đưa chiếc la bàn lại gần dòng điện, kim la bàn bị quay đi.
2. Đặc tính cơ bản của từ trường là gây ra lực từ tác dụng lên một nam châm thử đặt trong đó. Muốn biết nơi nào đó có từ trường, ta đưa nam châm thử vào nơi đó, nếu nam châm thử không nằm theo hướng Bắc - Nam thì chứng tỏ nơi đó có từ trường.
3. Đặt tờ bìa lên trên thanh nam châm. Rắc mạt sắt lên trên tờ bìa và gõ nhẹ tờ bìa. Các mạt sắt sẽ di chuyển và tạo thành các "đường mạt sắt". Tập hợp các "đường mạt sắt" đó gọi là từ phổ của nam châm nằm ở dưới tờ bìa.

Nếu dùng một tấm kính nhẵn đặt trên nam châm, thì chỉ cần rắc mạt sắt lên trên tấm kính mà không cần gõ nhẹ tấm kính cũng có thể tạo ra từ phổ.

4. Đường sức từ là các đường (thường là đường cong) thoả mãn yêu cầu sau :
 - Tại bất kì điểm nào trên đường, cảm ứng từ cũng nằm trên tiếp tuyến với đường đó.Độ mau hay thưa của đường sức từ phụ thuộc vào độ lớn của cảm ứng từ tại điểm khảo sát. Nơi nào cảm ứng từ lớn hơn ta vẽ các đường sức từ ở đó dày hơn.
5. Xem mục 3.b SGK.
6. Một từ trường mà trong đó các vectơ cảm ứng từ tại mọi điểm bằng nhau là từ trường đều. Các đường sức từ của từ trường đều là các đường song song cách đều nhau.

Bài tập

1. C.

Xung quanh một điện tích đứng yên chỉ có điện trường.

2. A. đúng

B. sai. Các đường sức từ của từ trường đều *phải* là các đường thẳng song song và cách đều nhau.

C. đúng.

D. sai. Khi đó quỹ đạo của điện tích vuông góc với đường sức từ.