

Cảm ứng điện từ

23

TỪ THÔNG
CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ

I – MỤC TIÊU

1. Viết được công thức và hiểu được ý nghĩa vật lí của từ thông.
2. Phát biểu được định nghĩa và hiểu được khi nào có hiện tượng cảm ứng điện từ.
3. Phát biểu được định luật Len-xơ theo những cách khác nhau và biết vận dụng để xác định chiều dòng điện cảm ứng trong các trường hợp khác nhau.
4. Phát biểu được định nghĩa và nêu được một số tính chất của dòng điện Fu-cô.

II – CHUẨN BỊ

Giáo viên

1. Chuẩn bị các hình vẽ về các đường sức từ trong nhiều ví dụ khác nhau.
2. Chuẩn bị các thí nghiệm về cảm ứng điện từ.

Học sinh

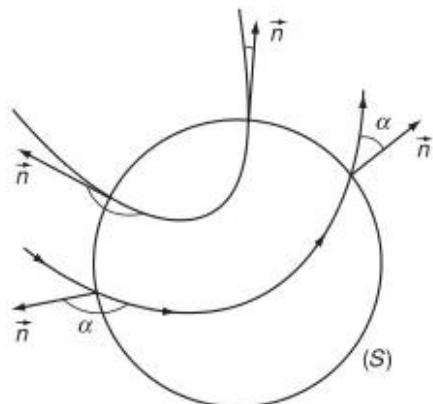
1. Ôn lại về đường sức từ.
2. So sánh đường sức điện và đường sức từ.

III – THÔNG TIN BỔ SUNG

1. Định lí Gao-xơ (Gauss) đối với từ trường

Phát biểu : Từ thông qua một mặt kín luôn bằng không (với điều kiện chọn pháp tuyến dương cùng hướng ra ngoài) hoặc cùng hướng vào trong mặt kín.

Việc chứng minh chặt chẽ định lí này ra ngoài phạm vi của chương trình. Nhưng có thể minh họa một cách đơn giản như sau : Xét một mặt kín (S) đặt trong từ trường. Các đường sức từ là những đường cong khép kín, do đó chúng gặp mặt (S) tại hai điểm (hoặc một số chẵn điểm). Do ta chọn pháp tuyến dương hướng ra ngoài mặt (S) nên với mỗi đường sức từ, tại giao điểm thứ nhất với mặt (S), góc α giữa hướng của từ trường và pháp tuyến dương là góc nhọn ($\cos\alpha > 0$), còn ở giao điểm thứ hai góc đó là góc tù ($\cos\alpha < 0$) (Hình 23.1).

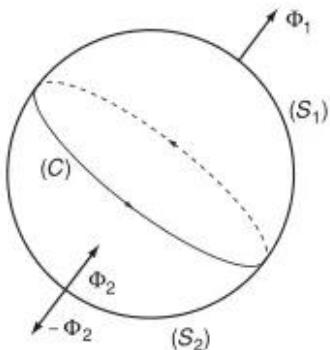


Hình 23.1

Vậy đối với mỗi đường sức từ, đóng góp của nó vào từ thông qua mặt kín (S) là bằng không.

Từ định lí Gao-xơ, dễ dàng suy ra hệ quả :

Từ thông qua các mặt cùng tựa trên một mạch kín định hướng luôn bằng nhau (với điều kiện chọn pháp tuyến dương hướng theo chiều thuận với chiều của mạch). Quả vậy, xét một mạch kín (C) có định hướng và hai mặt (S_1), (S_2) tựa trên (C). Với các pháp tuyến định hướng thuận chiều với (C), các từ thông qua (S_1), (S_2) lần lượt là Φ_1 và Φ_2 .



Hình 23.2

Đối với mặt kín (S_1) + (S_2) có chiều pháp tuyến hướng ra ngoài thì từ thông qua mặt kín ấy bằng $\Phi_1 + (-\Phi_2)$. Theo định lí Gao-xơ :

$$\Phi_1 + (-\Phi_2) = 0 \Rightarrow \Phi_1 = \Phi_2$$

2. Nguyên lí từ thông cực đại

Xét một mạch kín không biến dạng (C), trong có dòng điện cường độ I không đổi. Đặt trong một từ trường ngoài, mạch kín đó chuyển động từ vị trí 1 sang vị trí 2, với các từ thông tương ứng là Φ_1 và Φ_2 (chiều pháp tuyến dương được chọn thuận với chiều dòng điện). Công của các lực từ tác dụng lên mạch kín (C) cho bởi :

$$A = I(\Phi_2 - \Phi_1)$$

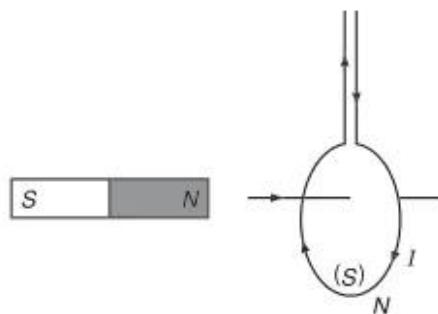
Giả sử lúc đầu mạch (C) nằm yên và mạch đó chỉ chịu tác dụng của các lực từ : trong quá trình mạch (C) chuyển động, các lực từ sẽ sinh công dương :

$$A = I(\Phi_2 - \Phi_1) > 0 \Rightarrow \Phi_2 > \Phi_1$$

Nói cách khác, mạch (C) chuyển động từ vị trí 1 đến vị trí 2 sao cho *từ thông qua mạch ngày càng tăng lên*. Quá trình cứ tiếp diễn đến khi từ thông qua mạch đạt giá trị cực đại thì mạch đạt tới vị trí cân bằng. Đó là nội dung của *nguyên lý từ thông cực đại*.

Mạch điện kín không biến dạng đặt trong từ trường ngoài sẽ chuyển động đến vị trí sao cho từ thông qua nó từ mặt Nam sang mặt Bắc đạt giá trị cực đại.

Ví dụ : Trên Hình 23.3, cuộn dây điện sẽ chuyển đến lồng vào nam châm. Nếu mặt đối diện với cực N của nam châm là mặt Bắc thì cuộn dây điện sẽ quay mặt lại và chuyển đến lồng vào nam châm.



Hình 23.3

3. Vẽ định luật Len-xơ

a) Trong khi trình bày định luật Len-xơ, ta đã chọn chiều dương trên mạch (C) thuận với chiều đường sức từ qua (C) (nghĩa là qua một mặt (S) bất kì tựa trên chu vi (C)). Khi đó xác định được chiều pháp tuyến \vec{n} trên (S) để tính từ thông qua (S). Việc làm này chỉ có mục đích tạo thuận lợi cho sự trình bày ; khi đó từ thông Φ qua S là số dương.

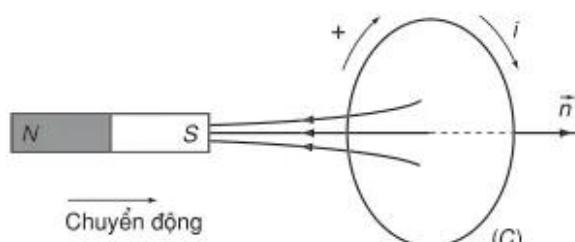
b) Về nguyên tắc, ta có thể chọn chiều dương bất kì trên (C), từ đó suy ra chiều của pháp tuyến \vec{n} trên mặt (S) (tựa trên chu vi (C)) để tính từ thông Φ . Từ thông Φ này là một đại lượng vô hướng có thể > 0 hay < 0 . Định luật Len-xơ được phát biểu như sau :

Nếu từ thông Φ tăng, dòng điện cảm ứng trong (C) chạy theo chiều ngược với chiều dương đã chọn.

Nếu từ thông Φ giảm, dòng điện cảm ứng trong (C) chạy theo chiều dương đã chọn.

Ví dụ :

Trên Hình 23.4, chọn chiều dương trên (C) theo chiều mũi tên ; khi đó pháp tuyến \vec{n} ngược chiều với các đường sức từ chui qua (C) ; từ thông qua (C) : $\Phi < 0$.



Hình 23.4

Khi cho nam châm NS dịch chuyển lại gần (C), từ thông Φ qua (C) giảm (vì Φ là một số âm có giá trị tuyệt đối tăng lên). Theo định luật Len-xơ, dòng điện cảm ứng chạy theo chiều dương của (C); mặt của (C) đối diện với cực S của nam châm sẽ là mặt Nam. Ta vẫn nhận được kết quả này nếu đổi chiều dương trên (C) và đổi chiều pháp tuyến \vec{n} .

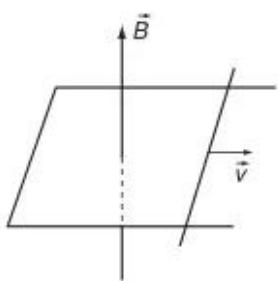
IV – GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

1. Các khái niệm cần khắc sâu cho HS :

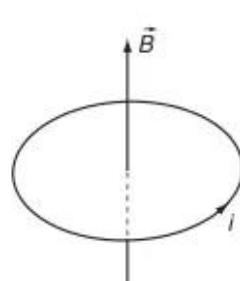
- Từ thông và đường sức từ.
- Cách tính từ thông trong một vài trường hợp đơn giản.
- Trong điều kiện nào có sự biến thiên từ thông ?

GV nên đưa ra nhiều tình huống cụ thể bằng những hình vẽ để HS giải.

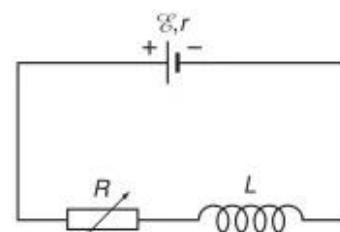
Ví dụ : Hình 23.5, 23.6, 23.7.



Hình 23.5



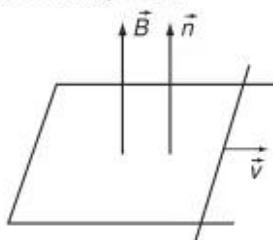
Hình 23.6



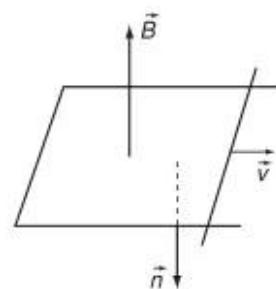
Hình 23.7

2. Cân luyện cho HS cách chọn chiều pháp tuyến dương (chiều \vec{n} được chọn tùy ý), tuỳ theo tương quan giữa chiều của \vec{B} và \vec{n} mà suy ra dấu của Φ . Từ đó xác định Φ tăng hay giảm.

Ví dụ : Hình 23.8, 23.9.



Hình 23.8. Φ tăng



Hình 23.9. Φ giảm

V – TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP

C1. – Thí nghiệm 1 (Hình 23.3a SGK). Từ thông qua mạch kín (C) tăng.

– Thí nghiệm 2 (Hình 23.3b SGK). Từ thông qua mạch kín (C) giảm.

– Thí nghiệm 3 (Hình 23.3a, b SGK). Nếu cho nam châm đứng yên và mạch (C) dịch chuyển lại gần nam châm, thì từ thông qua mạch kín (C) tăng. Nếu nam châm đứng yên và mạch (C) dịch chuyển ra xa nam châm, thì từ thông qua mạch kín (C) giảm.

C2. Khi đóng khoá K (Hình 23.4a SGK), từ thông qua mạch (C) tăng đột ngột, làm xuất hiện dòng điện cảm ứng trong mạch (C).

Khi ngắt khoá K , từ thông qua mạch (C) giảm đột ngột, làm xuất hiện dòng điện cảm ứng trong mạch (C).

Khi dòng điện tăng hoặc giảm (Hình 23.4b SGK), thì từ thông qua mạch kín (C) cũng tăng hoặc giảm (biến thiên), làm xuất hiện dòng điện cảm ứng trong mạch (C).

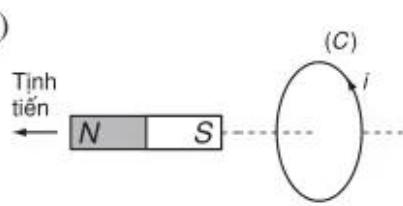
C3. Khi nam châm còn ở phía trên mạch kín (C) (Hình 23.5 SGK), thì từ thông qua mạch kín (C) tăng, trong mạch (C) xuất hiện dòng điện cảm ứng có chiều sao cho mặt trên của mạch (C) là mặt Bắc, chống lại sự chuyển động của nam châm. Nếu nhìn từ trên xuống thì dòng điện cảm ứng có chiều ngược chiều kim đồng hồ.

Khi nam châm đã chui qua mạch (C) xuống dưới, thì từ thông qua mạch kín (C) giảm, xuất hiện dòng điện cảm ứng có chiều sao cho mặt dưới của mạch (C) là mặt Bắc, chống lại sự chuyển động của nam châm. Nếu nhìn từ trên xuống thì dòng điện cảm ứng cùng chiều với chiều kim đồng hồ.

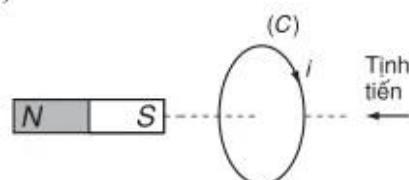
3. D.

4. A. Vì lúc đó từ thông qua (C) tăng hoặc giảm.

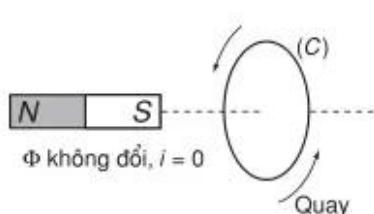
5. a)



b)



c)



d) Từ thông qua khung biến thiên tuần hoàn nên trong khung xuất hiện dòng điện cảm ứng xoay chiều.