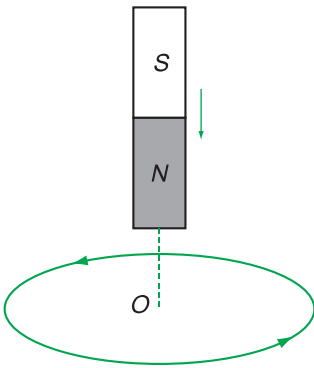


Điện từ trường và sóng điện từ là hai khái niệm trung tâm của một thuyết vật lí lớn : Thuyết điện từ. Sự ra đời của thuyết điện từ được đánh dấu bằng hai công trình nổi tiếng của Mắc-xoen : “Về những đường sức từ của Fa-ra-đây” (1856) và “Lí thuyết động lực về điện từ trường” (1864).

I - MỐI QUAN HỆ GIỮA ĐIỆN TRƯỜNG VÀ TỪ TRƯỜNG

1. Từ trường biến thiên và điện trường xoáy

C1 Phát biểu định luật cảm ứng điện từ.



Hình 21.1

C2 Nêu các đặc điểm của đường sức của một điện trường tĩnh điện và so sánh với đường sức của điện trường xoáy.

a) Phân tích thí nghiệm cảm ứng điện từ của Fa-ra-đây.



Trong thí nghiệm vẽ trên Hình 21.1, khi từ thông qua vòng dây dẫn kín biến thiên thì trong vòng dây xuất hiện một dòng điện cảm ứng.

– Sự xuất hiện của dòng điện cảm ứng chứng tỏ tại mỗi điểm trong dây có một điện trường mà vectơ cường độ điện trường cùng chiều với dòng điện. Đường sức của điện trường này nằm dọc theo dây, nó là một đường cong kín.

Điện trường có đường sức là đường cong kín gọi là điện trường xoáy.



– Tại những điểm nằm ngoài vòng dây có điện trường nói trên hay không ? Ta chỉ việc thay đổi vị trí của vòng dây, hoặc làm các vòng dây kín nhỏ hơn hay to hơn một chút rồi lặp lại thí nghiệm thì sẽ có đủ cơ sở để trả lời câu hỏi này.

– Gọi O là vị trí tâm của vòng dây. Nếu không có vòng dây mà vẫn cho nam châm tiến lại gần O thì liệu xung quanh O có xuất hiện điện trường xoáy hay không ? Lúc đó ta không thể nói về sự biến thiên của từ thông được, mà chỉ có thể nói về sự biến thiên (mạnh lên hay yếu đi) của cảm ứng từ tại O theo thời gian.



b) Kết luận

Trả lời cho những câu hỏi trên, ta đi đến một luận điểm quan trọng của thuyết điện từ Mắc-xoen :

Nếu tại một nơi có một từ trường biến thiên theo thời gian thì tại nơi đó xuất hiện một điện trường xoáy.

2. Điện trường biến thiên và từ trường

a) Từ trường của mạch dao động

Xung quanh một điện trường biến thiên có xuất hiện một từ trường hay không ? Xuất phát từ quan điểm cho rằng “có sự đối xứng giữa điện và từ”, Mắc-xoen đã khẳng định là có và đã chứng minh chặt chẽ điều đó bằng toán học. Ta có thể hiểu được sơ bộ điều này nếu nghiên cứu từ trường của mạch dao động.


Ta hãy xét một mạch dao động lí tưởng đang hoạt động. Giả sử ở thời điểm t điện tích của tụ điện và chiều dòng điện đang như ở Hình 21.2. Tụ điện là phẳng và có hai bản cách xa nhau. Cường độ dòng điện tức thời trong mạch là :

$$i = \frac{dq}{dt} \quad (21.1)$$

Mặt khác, ta lại có $q = CU = CED$; d là khoảng cách giữa hai bản tụ điện. Vậy, biểu thức của dòng điện i sẽ có dạng :

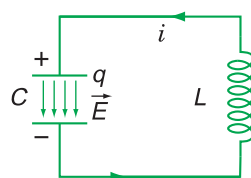
$$i = Cd \frac{dE}{dt} \quad (21.2)$$

Biểu thức (21.2) cho thấy có sự liên quan mật thiết giữa cường độ dòng điện trong mạch với tốc độ biến thiên của cường độ điện trường trong tụ điện.

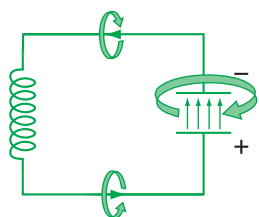
 Vòng dây dẫn kín có vai trò gì hay không trong việc tạo ra điện trường xoáy ?



Mắc-xoen (James Clerk Maxwell, 1831-1879) là nhà vật lí người Anh đã xây dựng thuyết điện từ, thống nhất các hiện tượng điện và từ. Ông cũng đề ra thuyết điện từ về ánh sáng.



Hình 21.2



Hình 21.3

Theo Mắc-xoen, nếu ta quan niệm dòng điện chạy trong mạch phải là dòng điện kín thì *phần dòng điện chạy qua tụ điện lúc đó* sẽ ứng với sự biến thiên của điện trường trong tụ điện theo thời gian.

Mặt khác, thực nghiệm cho thấy dòng điện tức thời trong mạch dao động cũng tạo ra một từ trường. Như vậy, xung quanh chỗ có điện trường biến thiên trong tụ điện đã xuất hiện một từ trường.

b) Kết luận

Nếu tại một nơi có điện trường biến thiên theo thời gian thì tại nơi đó xuất hiện một từ trường. Đường sức của từ trường bao giờ cũng khép kín.

II - ĐIỆN TỪ TRƯỜNG VÀ THUYẾT ĐIỆN TỪ MẮC-XOEN

1. Điện từ trường

Như vậy, điện trường biến thiên theo thời gian sinh ra từ trường, từ trường biến thiên theo thời gian sinh ra điện trường xoáy. *Hai trường biến thiên này liên quan mật thiết với nhau và là hai thành phần của một trường thống nhất, gọi là điện từ trường.*

2. Thuyết điện từ Mắc-xoen

Mắc-xoen đã xây dựng được một hệ thống bốn phương trình diễn tả mối quan hệ giữa :

- điện tích, điện trường, dòng điện và từ trường ;
- sự biến thiên của từ trường theo thời gian và điện trường xoáy ;
- sự biến thiên của điện trường theo thời gian và từ trường.

Đó là các phương trình Mắc-xoen, hạt nhân của một thuyết vật lí lớn : Thuyết điện từ. Thuyết này khẳng định mối quan hệ khăng khít giữa điện tích, điện trường và từ trường.

Những kết luận lí thuyết của Mắc-xoen đã được nhiều công trình nghiên cứu thực nghiệm sau này xác nhận là hoàn toàn chính xác.

- Nếu tại một nơi có điện trường biến thiên theo thời gian thì tại nơi đó xuất hiện từ trường.
- Nếu tại một nơi có từ trường biến thiên theo thời gian thì tại đó xuất hiện điện trường xoáy. (Điện trường xoáy là điện trường có đường sức khép kín).
- Điện từ trường là trường có hai thành phần biến thiên theo thời gian, liên quan mật thiết với nhau là điện trường biến thiên và từ trường biến thiên.

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP



1. Phát biểu mối quan hệ giữa sự biến thiên theo thời gian của từ trường và điện trường xoáy.
 2. Phát biểu mối quan hệ giữa sự biến thiên theo thời gian của điện trường và từ trường.
 3. Điện từ trường là gì ?
- ▼
4. Ở đâu xuất hiện điện từ trường ?
 - A. Xung quanh một điện tích đứng yên.
 - B. Xung quanh một dòng điện không đổi.
 - C. Xung quanh một ống dây điện.
 - D. Xung quanh chỗ có tia lửa điện.
 5. Hãy chọn câu đúng.
Đặt một hộp kín bằng sắt trong điện từ trường.
Trong hộp kín sẽ
 - A. có điện trường.
 - B. có từ trường.
 - C. có điện từ trường.
 - D. không có các trường nói trên.
 6. Điểm nào dưới đây không thuộc về nội dung của thuyết điện từ Mắc-xoen ?
 - A. Tương tác giữa các điện tích hoặc giữa điện tích với điện trường và từ trường.
 - B. Mối quan hệ giữa điện tích và sự tồn tại của điện trường và từ trường.
 - C. Mối quan hệ giữa sự biến thiên theo thời gian của từ trường và điện trường xoáy.
 - D. Mối quan hệ giữa sự biến thiên theo thời gian của điện trường và từ trường.