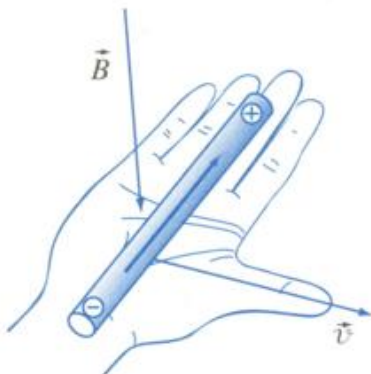


Hình 39.1 Thí nghiệm về suất điện động cảm ứng trong một đoạn dây chuyển động.

MN là đoạn dây dẫn cứng, PN và QM là hai thanh ray dẫn điện đặt nằm ngang. Từ trường đều và hướng từ trên xuống dưới.



Hình 39.2 Quy tắc bàn tay phải.

1. Suất điện động cảm ứng trong một đoạn dây dẫn chuyển động trong từ trường

Xét một mạch điện như trên Hình 39.1. Cho đoạn dây dẫn MN chuyển động và vẫn tiếp xúc điện với hai thanh ray, ta thấy kim điện kế lệch khỏi vạch số 0. Điều đó chứng tỏ khi đó trong mạch xuất hiện suất điện động cảm ứng. Khi đoạn dây MN dừng lại thì kim điện kế lại trở về vạch số 0.

Có thể đoán nhận rằng suất điện động cảm ứng trong mạch đang xét thực chất chỉ xuất hiện khi đoạn dây MN chuyển động. Nói cách khác đoạn dây MN chuyển động đóng vai trò như một nguồn điện, còn hai thanh ray chỉ đóng vai trò các dây nối tạo thành mạch điện.

Vậy, khi đoạn dây MN chuyển động cắt các đường sức từ nhưng không nối với hai thanh ray, thì trong đoạn dây đó vẫn xuất hiện suất điện động cảm ứng.

2. Quy tắc bàn tay phải

Ở thí nghiệm trên, khi đoạn dây MN chuyển động về bên trái thì dòng điện cảm ứng có chiều $MNPQM$. Do đó nếu coi đoạn dây đó như một nguồn điện thì M là cực âm, còn N là cực dương. Vậy ta có thể phát biểu quy tắc xác định các cực của nguồn điện đó như sau, gọi là *quy tắc bàn tay phải* :

Đặt bàn tay phải hứng các đường sức từ, ngón cái choãi ra 90° hướng theo chiều chuyển động của đoạn dây, khi đó đoạn dây dẫn đóng vai trò như một nguồn điện, chiều từ cổ tay đến bốn ngón tay chỉ chiều từ cực âm sang cực dương của nguồn điện đó (Hình 39.2).

3. Biểu thức suất điện động cảm ứng trong đoạn dây

Trước hết, ta tạm thời coi đoạn dây chuyển động và luôn tiếp xúc điện với hai thanh ray như Hình 39.1. Trong trường hợp đó, suất điện động cảm ứng xuất hiện trong mạch được xác định theo công thức 38.2.

Nhưng như ta đã nói, suất điện động cảm ứng trong mạch đó chính là suất điện động trong đoạn dây chuyển động. Vì vậy, ta suy ra suất điện động cảm ứng trong đoạn dây chuyển động có độ lớn là :

$$|e_c| = \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| \quad (39.1)$$

Ở công thức này $\Delta\Phi$ có thể hiểu là từ thông được quét bởi đoạn dây đó trong thời gian Δt .

Trong trường hợp đơn giản, chẳng hạn chuyển động của đoạn dây MN trong thí nghiệm Hình 39.1 (\vec{v} và \vec{B} cùng vuông góc với MN , đồng thời \vec{v} vuông góc với \vec{B}), thì

$$\Delta\Phi = B\Delta S = B(lv\Delta t)$$

trong đó l là độ dài và v là tốc độ của thanh MN .

Từ đó ta rút ra công thức :

$$|e_c| = Blv \quad (39.2)$$

Ta cũng có thể rút ra công thức (39.2) bằng cách xét lực tác dụng lên các electron trong thanh MN chuyển động.

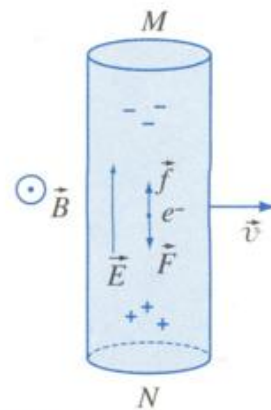
Trong đoạn dây MN có vô số electron tự do. Khi đoạn dây chuyển động thì các electron đó cũng chuyển động với cùng vận tốc \vec{v} như đoạn dây.

Vì electron mang điện tích âm nên theo quy tắc bàn tay trái, ta thấy lực Lo-ren-xơ tác dụng lên electron có chiều $N \rightarrow M$. Do đó, đầu M của đoạn dây thừa electron, đầu N thiếu electron. Trong đoạn dây MN xuất hiện điện trường \vec{E} (Hình 39.3). Ta gọi điện trường này là điện trường cảm ứng.

Lúc này ngoài lực Lo-ren-xơ \vec{f} , còn có lực điện trường cảm ứng \vec{F} tác dụng lên electron. Hai lực này ngược chiều nhau. Sau khoảng thời gian rất ngắn, hai lực này cân bằng nhau. Từ lúc đó điện trường cảm ứng giữ giá trị ổn định.

Trong nhiều trường hợp ta cần phát biểu về chiều dòng điện cảm ứng được sinh ra trong đoạn dây chuyển động, nếu đoạn dây đó được nối thành mạch kín. Trong trường hợp đó ta cũng có thể dùng quy tắc bàn tay phải nói trên, bởi vì bên trong nguồn, chiều dòng điện là chiều từ cực âm sang cực dương. Vậy quy tắc có thể được phát biểu là :

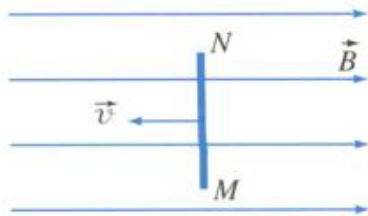
Đặt bàn tay phải hứng các đường sức từ, ngón cái choãi ra 90° hướng theo chiều chuyển động của đoạn dây dẫn, khi đó chiều từ cổ tay đến bốn ngón kia chỉ chiều của dòng điện cảm ứng trong đoạn dây đó.



Hình 39.3 Để giải thích sự xuất hiện suất điện động cảm ứng trong đoạn dây MN .

Khi đoạn dây chuyển động, các electron tự do chuyển động về một đầu đoạn dây làm cho một đầu tích điện âm, đầu kia tích điện dương, trong đoạn dây xuất hiện điện trường cảm ứng.

C1 Một thanh dẫn điện MN chuyển động dọc theo đường sức của từ trường đều như trên Hình 39.4 thì suất điện động trong thanh bằng bao nhiêu ?



Hình 39.4

Gọi E là cường độ điện trường cảm ứng khi đã ổn định thì có thể viết :

$$eE = eBv$$

e là độ lớn điện tích của electron.

Từ đó ta rút ra :

$$E = Bv$$

Gọi l là chiều dài của đoạn dây MN thì từ biểu thức (4.4) ta có thể viết :

$$U = El = lBv$$

Trong trường hợp mạch hở, độ lớn hiệu điện thế giữa hai cực của nguồn điện bằng độ lớn suất điện động của nguồn. Từ đó rút ra công thức (39.2).

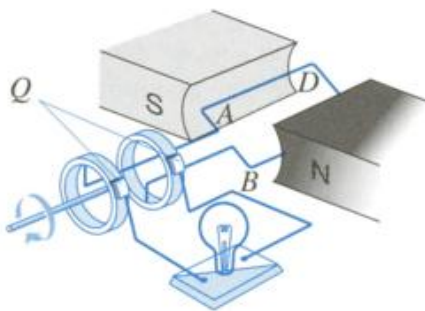
Trong một trường hợp riêng khác, \vec{v} và \vec{B} cùng vuông góc với đoạn dây, đồng thời \vec{v} hợp với \vec{B} một góc θ thì có thể chứng minh rằng độ lớn của suất điện động trong đoạn dây là :

$$|e_c| = Blv \sin \theta \quad (39.3)$$

Ta đã nói đoạn dây dẫn chuyển động trong từ trường được coi như một nguồn điện. Khi đó lực Lo-ren-xơ tác dụng lên các electron đóng vai trò lực lạ tạo thành dòng điện.

4. Máy phát điện

• Máy phát điện là một ứng dụng quan trọng và quen thuộc của hiện tượng cảm ứng điện từ trong các đoạn dây chuyển động. Khi khung dây quay, các cạnh AD , BC cắt các đường sức (Hình 39.5). Vì vậy trong các đoạn dây đó xuất hiện suất điện động cảm ứng.



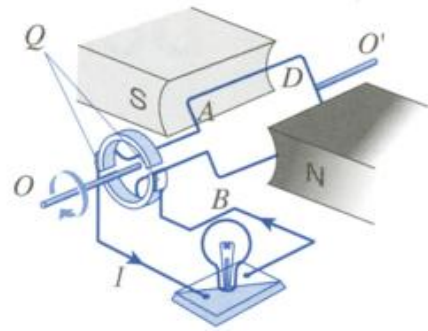
Hình 39.5 Nguyên tắc cấu tạo của máy phát điện xoay chiều.

Hai đầu khung dây nối với hai vòng đồng, hai vòng đồng tiếp xúc với hai chổi quét Q . Mỗi chổi quét là một cực của máy phát điện.

Dòng điện đưa ra mạch ngoài là dòng điện có chiều thay đổi theo thời gian.

Vì vậy máy phát điện nói trên gọi là máy phát điện xoay chiều.

• Máy phát điện một chiều có cấu tạo như trên Hình 39.6. Khi khung quay, trong khung xuất hiện suất điện động cảm ứng. Hai bán khuyên bằng đồng tiếp xúc với hai chổi quét Q . Mỗi chổi quét là một cực của máy. Dòng điện được đưa ra mạch ngoài có chiều không đổi.



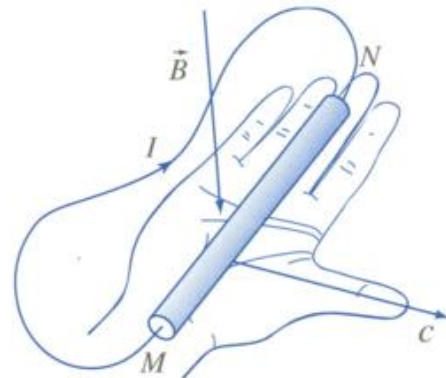
Hình 39.6 Nguyên tắc cấu tạo của máy phát điện một chiều.

? CÂU HỎI

1. Hãy thiết lập biểu thức xác định suất điện động cảm ứng trong đoạn dây dẫn chuyển động trong từ trường.
2. Hãy phát biểu quy tắc bàn tay phải.
3. Hãy nêu nguyên tắc, cấu tạo và hoạt động của máy phát điện.

BÀI TẬP

1. Chọn phương án đúng.
Thanh dẫn điện MN trên Hình 39.7 chuyển động
A. theo chiều c (nghĩa là theo chiều ngón cái của bàn tay phải choãi ra 90°).
B. ngược chiều với c .
C. theo chiều \vec{B} .
D. ngược chiều \vec{B} .
2. Một thanh dẫn điện dài 20 cm tịnh tiến trong từ trường đều, cảm ứng từ $B = 5 \cdot 10^{-4}$ T. Vectơ vận tốc của thanh vuông góc với vectơ cảm ứng từ và có độ lớn bằng 5 m/s. Tính suất điện động cảm ứng trong thanh.
3. Một thanh dẫn điện dài 20 cm được nối hai đầu của nó với hai đầu của một đoạn mạch điện có điện trở $0,5 \Omega$. Cho thanh tịnh tiến trong từ trường đều cảm ứng từ $B = 0,08$ T với tốc độ 7 m/s. Hỏi số chỉ của ampe kế đặt trong mạch điện đó là bao nhiêu? Cho biết vectơ vận tốc của thanh vuông góc với các đường sức từ và điện trở của thanh rất nhỏ.
4. Một thanh dẫn điện tịnh tiến trong từ trường đều, cảm ứng từ bằng 0,4 T. Vectơ vận tốc của thanh hợp với đường sức từ một góc 30° . Thanh dài 40 cm. Một vôn kế nối với hai đầu thanh chỉ 0,2 V. Tính tốc độ của thanh.



Hình 39.7