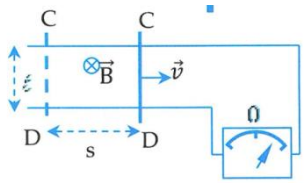
PHƯƠNG PHÁP TÍNH

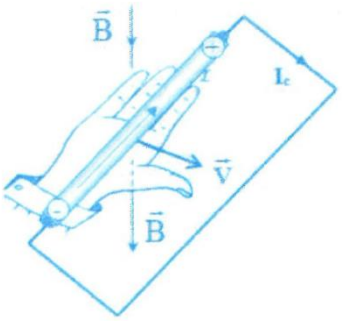
SUẤT ĐIỆN ĐỘNG CẢM ỨNG TRONG MỘT ĐOẠN DÂY CHUYỂN ĐỘNG

1. Phương pháp chung



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

Khi đoạn dây dẫn chuyển động cắt các đường sức từ thì trong đoạn dây đó xuất hiện suất điện động (đóng vai trò như nguồn điện). Suất điện động trong trường hợp này cũng gọi là suất điện động cảm ứng.



b. **Quy tắc bàn tay phải**

Đặt bàn tay phải hứng các đường sức từ, ngón tay cái choãi ra 90^0 chỉ chuyều chuyển động của đoạn dây, khi đó đoạn dây dẫn đóng vai trò như một nguồn điện, chiều từ cổ tay đến ngón tay giữa chỉ chiều từ cực âm sang cực dương của nguồn điện đó.

Chú ý:

- Khi mạch được nối kín thì trong mạch có dòng điện cảm ứng i_c.
- Bên trong nguồn điện, dòng điện có chiều từ cực âm sang cực dương, bên ngoài thì ngược lại.

c. **Biểu thức suất điện động cảm ứng trong đoạn dây**

- Xét trường hợp đơn giản từ trường $\vec{B}$ vuông góc với mặt khung dây, khi đó suất điện động trong khung dây được tính theo công thức:

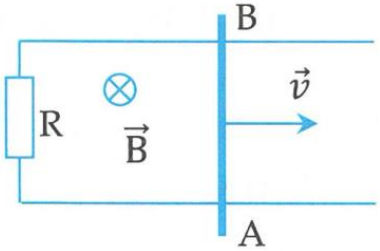
$$\begin{cases} e_C = \left|\dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| = \dfrac{B.|\Delta S|}{\Delta t} \Rightarrow |e_C| = Blv \\ \Delta S = l.s = lv.\Delta t \end{cases}$$

- Trong trường hợp $\vec{B}$ và $\vec{v}$ hợp với nhau một góc α thì: $|e_C| = Bvl\sin\alpha$

Chú ý:

- Khi mạch kín thì dòng cảm ứng chạy trong dây dẫn có điện trở R: $i_C = \dfrac{e_C}{R}$
- Khi trong mạch có hai dòng điện thì số chỉ Ampe kế sẽ là tổng đại số hai dòng điện (hai dòng điện ở đây chính là dòng *I* do nguồn *E* tạo ra và dòng i_C do hiện tượng cảm ứng điện từ tạo ra).

2. Ví dụ minh hoạ



Ví dụ 1: Thanh kim loại AB dài 20 cm kéo trượt đều trên hai thanh ray kim loại nằm ngang như hình vẽ. Các dây nối nhau bằng điện trở $R = 3\ \Omega$. Vận tốc của thanh AB là 12 m/s. Hệ thống đặt trong từ trường đều có $B = 0{,}4$ T, $\vec{B}$ vuông góc với mạch điện.

a) Tìm suất điện động cảm ứng trong khung.

A. 0,48 V. **B.** 0,96 V. **C.** 0,83 V. **D.** 0,69 V.

b) Cường độ dòng điện cảm ứng và cho biết chiều?

A. $I_C = 0,32\,(\text{A})$ và chiều từ A đến B.

B. $I_C = 0,32\,(\text{A})$ và chiều từ B đến A.

C. $I_C = 0,23\,(\text{A})$ và chiều từ A đến B.

D. $I_C = 0,23\,(\text{A})$ và chiều từ B đến A.

Lời giải

a) Suất điện động cảm ứng trong thanh:

$$e_C = B.v.l\sin\alpha = 0,4.0,2.12.\sin 90^0 = 0,96\,(\text{V})$$

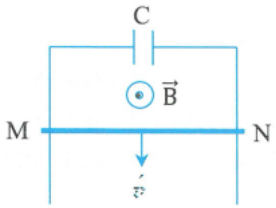
Đáp án B.

b) Dòng điện trong mạch: $I_C = \frac{e_C}{R} = 0,32\,(\text{A})$

Áp dụng quy tắc bàn tay phải suy ra chiều của dòng điện cảm ứng đi qua thanh AB theo chiều từ A đến B.

Đáp án A.

Ví dụ 2: Cho hệ thống như hình vẽ, thanh MN có chiều dài 50 m chuyển động với tốc độ 10 m/s trong từ trường đều $B = 0,25$ T. Tụ điện có điện dung $C = 10$ μF. Tính độ lớn điện tích của tụ điện và cho biết bản nào tích điện dương.



A. $q = 12,5$ μC, bản M tích điện dương.

B. $q = 12,5$ μC, bản N tích điện dương.

C. $q = 1,25$ μC, bản M tích điện dương.

D. $q = 1,25$ μC, bản N tích điện dương.

Lời giải

+ Khi thanh MN chuyển động thì thanh MN xem như nguồn điện có suất điện động có độ lớn là:

$$e = Bvl = 1,25\,(\text{V})$$

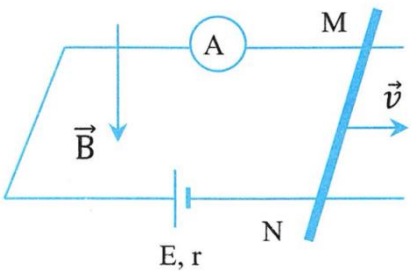
+ Nguồn điện MN sẽ nạp điện cho tụ C nên điện tích của tụ C là:

$$q = C.e = 12,5\,(\mu\text{C})$$

+ Áp dụng quy tắc bàn tay phải suy ra N là cực âm M là cực dương của nguồn điện. Do đó bản M sẽ mang điện tích dương, bản N mang điện tích âm.

Đáp án A.

Ví dụ 3: Cho mạch điện như hình vẽ, nguồn có suất điện động $E = 1,5$ V, điện trở trong $r = 0,1\,\Omega$, thanh MN có chiều dài 1 m có điện trở $R = 2,9\,\Omega$. Từ trường $\vec{B}$ có phương thẳng đứng, hướng xuống và vuông góc với mặt khung như hình vẽ và $B = 0,1$ T. Thanh MN dài có điện trở không đáng kể.



a. Ampe kế chỉ bao nhiêu khi MN đứng yên? Tính độ lớn lực từ tác dụng lên thanh MN khi đó.

A. $I = 0,5$ A; $F = 0,025$ N. **B.** $I = 0,5$ A; $F = 0,05$ N.

C. $I = 0,25$ A; $F = 0,025$ N. **D.** $I = 0,25$ A; $F = 0,05$ N.

b. Ampe kế chỉ bao nhiêu khi MN di chuyển về phía phải với vận tốc $v = 3$ m/s sao cho hai đầu MN luôn tiếp xúc với hai thanh đỡ bằng kim loại? Tính độ lớn lực từ tác dụng lên thanh MN khi đó.

A. $I = 0,1$ A; $F = 0,01$ N. **B.** $I = 0,5$ A; $F = 0,05$ N.

C. $I = 0,6$ A; $F = 0,06$ N. **D.** $I = 0,4$ A; $F = 0,04$ N.

c. Muốn Ampe kế chỉ số 0 phải để thanh MN di chuyển về phía nào với vận tốc là bao nhiêu?

A. MN chuyển động sang trái, $v = 10$ m/s.

B. MN chuyển động sang phải, $v = 10$ m/s.

C. MN chuyển động sang trái, $v = 15$ m/s.

D. MN chuyển động sang phải, $v = 15$ m/s.

Lời giải

a) Khi thanh MN đứng yên thì trong mạch không có dòng cảm ứng nên số chỉ ampe kế là:

$$I = \frac{E}{R+r} = 0,5 \text{ A}$$

+ Độ lớn từ tác dụng lên thanh MN: $F = B.\text{I}.l = 0,05$ N

Đáp án B.

b) Khi thanh chuyển động về phía phải thì trong mạch có dòng cảm ứng có chiều từ M đến N và có độ lớn được xác định theo công thức: $i_C = \frac{e_C}{R+r} = \frac{Blv}{R+r} = 0,1$ A.

+ Trong mạch có hai dòng điện là dòng do nguồn tạo ra và dòng do cảm ứng do hiện tượng cảm ứng điện từ tạo ra, hai dòng điện này cùng chiều nên số chỉ của ampe kế chính là tổng của hai dòng này, do đó: $I_A = I + i_C = 0,6$ A

+ Lực từ tác dụng lên thanh MN khi này là: $F = B.I_A.l = 0,06$ N.

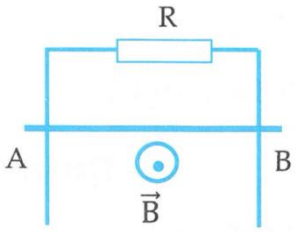
Đáp án C.

c) Muốn ampe kế chỉ số 0 thì i_C phải có độ lớn bằng $I = 0,5$ A và dòng i_C phải ngược chiều với dòng i, tức dòng i_C có chiều từ N đến M vậy suy ra thanh MN phải chuyển động sang trái.

Gọi v là vận tốc của thanh MN, ta có: $i_C = \frac{Blv}{R+r} \Rightarrow v = \frac{i_C(R+r)}{Bl} = 15$ m/s

Đáp án D.

Ví dụ 4: Hai thanh kim loại song song, thẳng đứng có điện trở không đáng kể, một đầu nối vào điện trở $R = 0,5\ \Omega$. Một đoạn dây dẫn AB, độ dài $l = 14$ cm, khối lượng $m = 2$ g, điện trở $r = 0,5\ \Omega$ tì vào hai thanh kim loại tự do trượt không ma sát xuống dưới và luôn luôn vuông góc với hai thanh kim loại đó.



Toàn bộ hệ thống đặt trong một từ trường đều có hướng vuông góc với mặt phẳng hai thanh kim loại có cảm ứng từ $B = 0,2$ T. Lấy $g = 9,8\ \text{m}/\text{s}^2$.

a) Xác định chiều dòng điện qua *R*.

A. Chiều từ A đến B. **B.** Chiều từ B đến A.

C. Chiều bất kì. **D.** Không đủ dữ liệu để xác định.

b) Chứng minh rằng lúc đầu thanh AB chuyển động nhanh dần, sau một thời gian chuyển động trở thành chuyển động đều. Tính vận tốc chuyển động đều ấy và tính U_{AB}.

A. $v = 20$ m/s; $U = 0,28$ V. **B.** $v = 25$ m/s; $U = 0,35$ V.

C. $v = 50$ m/s; $U = 0,7$ V. **D.** $v = 40$ m/s; $U = 0,56$ V.

c) Bây giờ đặt hai thanh kim loại nghiêng với mặt phẳng nằm ngang một góc $\alpha = 60^0$. Độ lớn và chiều của $\vec{B}$ vẫn như cũ. Tính vận tốc v của chuyển động đều của thanh AB và U_{AB}.

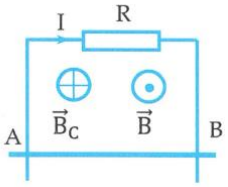
A. $v = 20$ m/s; $U = 0,28$ V. **B.** $v = 40$ m/s; $U = 0,56$ V.

C. $v = 25$ m/s; $U = 0,35$ V. **D.** $v = 28,87$ m/s; $U = 0,35$ V.

Lời giải

a) Do thanh đi xuống nên từ thông qua mạch tăng. Áp dụng định luật Lenxơ, dòng điện cảm ứng sinh ra $\vec{B_c}$ ngược chiều $\vec{B}$ (Hình vẽ).

Áp dụng qui tắc nắm bàn tay phải, *I* chạy qua *R* có chiều từ $\text{A} \to \text{B}$.



Đáp án A.

b) Ngày sau khi buông thì thanh AB chỉ chịu tác dụng của trọng lực $P = mg$ nên thanh chuyển động nhanh dần $\to v$ tăng dần.

- Đồng thời, do sau đó trong mạch xuất hiện dòng điện *I* nên thanh AB chịu thêm tác dụng của lực từ $F = BIl$ có hướng đi lên.

- Mặt khác, suất điện động xuất hiện trong AB là: $e = \dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t} = Blv$ nên

$$I = \frac{e}{R+r} = \frac{Blv}{R+r} \to F = \frac{B^2l^2v}{R+r}$$

- Cho nên khi *v* tăng đều thì F tăng dần $\to$ tồn tại thời điểm mà $F = P$. Khi đó thanh chuyển động đều.

- Khi thanh chuyển động đều thì:

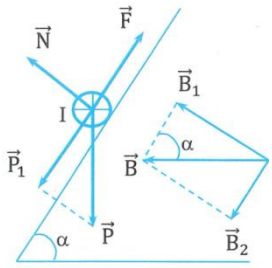
$$F = mg \Leftrightarrow \frac{B^2l^2v}{R+r} = mg \Leftrightarrow v = \frac{(R+r)mg}{B^2l^2} = \frac{(0,5+0,5).2.10^{-3}.9,8}{0,2^2.0,14^2} = 25\ (\text{m/s})$$

- Hiệu điện thế giữa hai đầu thanh khi đó là: $U_{AB} = I.R = \dfrac{Blv}{R+r}.R = \dfrac{0,2.0,14.25}{0,5+0,5}.0,5 = 0,35\ (\text{V})$

Đáp án B.

c) Khi để nghiêng hai thanh kim loại ta có hình vẽ bên:

- Hiện tượng xảy ra tương tự như trường hợp b) khi ta thay P bằng Psin$a$, thay B bằng B_1 với $B_1 = B\sin a$.



- Lập luận tương tự ta có: $F = mg\sin\alpha \Rightarrow \dfrac{(B\sin\alpha)^2 l^2 v}{R+r} = mg\sin\alpha.$

$$\Rightarrow v = \frac{(R+r)mg\sin\alpha}{(B\sin\alpha)^2 l^2} = \frac{(0,5+0,5).2.10^{-3}.9,8.\sin 60^0}{(0,2.\sin 60^0)^2.0,14^2} = 28,87\ (\text{m/s})$$

- Hiệu điện thế giữa hai đầu thanh khi đó là:

$$U_{AB} = I.R = \frac{B\sin\alpha.lv}{R+r}.R = \frac{0,2.\sin 60^0.0,14.28,87}{0,5+0,5}.0,5 = 0,35\ (\text{V})$$

Đáp án D.