

3

ĐIỆN TRƯỜNG

Hai điện tích trong chân không không tiếp xúc với nhau nhưng vẫn hút nhau hoặc đẩy nhau. Chúng tác dụng lực lên nhau bằng cách nào?

1. Điện trường

a) Khái niệm điện trường

Ta đã biết một vật tác dụng lực hấp dẫn lên các vật khác ở gần nó vì xung quanh vật đó có trường hấp dẫn.

Ở đây ta cũng có hiện tượng tương tự. **Một điện tích tác dụng lực điện lên các điện tích khác ở gần nó. Ta nói, xung quanh điện tích có điện trường.** Các điện tích tương tác được với nhau là vì điện trường của điện tích này tác dụng lên điện tích kia. Hiện nay, khoa học chứng tỏ những điều nói trên là đúng.

b) Tính chất cơ bản của điện trường

Tính chất cơ bản của điện trường là nó tác dụng lực điện lên điện tích đặt trong nó.

Một vật có kích thước nhỏ, mang một điện tích nhỏ, được dùng để phát hiện lực điện tác dụng lên nó gọi là **điện tích thử**. Người ta dùng điện tích thử để nhận biết điện trường.



Con cá mập đầu búa có thể nhận biết được điện trường.

Trong chương này, ta chỉ xét điện trường của các điện tích đứng yên đối với nhau, tức là **điện trường tĩnh**, gọi tắt là **điện trường**.

2. Cường độ điện trường

- Giả sử ta có một số điện tích thử q_1, q_2, q_3, \dots . Đặt lần lượt các điện tích này tại một điểm nhất định trong điện trường và xác định các lực $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, \dots$ tác dụng lên chúng. Thí nghiệm cho biết các lực $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3$, có độ lớn khác nhau, nhưng các thương số dạng $\frac{F}{|q|}$ thì bằng nhau. Nếu để ý đến cả chiều của các lực tác dụng lên các điện tích thử thì

C1 Một bạn phát biểu : "Từ (3.1) ta có nhận xét, tại một điểm xác định trong điện trường thì cường độ điện trường E tỉ lệ nghịch với độ lớn của điện tích q ". Câu phát biểu đó đúng hay sai ?

các thương dạng $\frac{\vec{F}}{q}$ cũng không đổi, nghĩa là

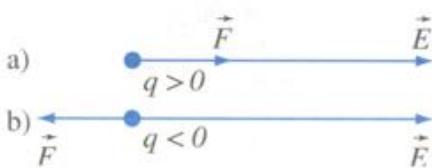
$\frac{\vec{F}_1}{q_1} = \frac{\vec{F}_2}{q_2} = \frac{\vec{F}_3}{q_3} = \dots$ Làm thí nghiệm ở các điểm khác nhau thì các thương $\frac{\vec{F}}{q}$ là khác nhau.

Thương $\frac{\vec{F}}{q}$ đặc trưng cho điện trường ở điểm đang xét về mặt tác dụng lực gọi là *cường độ điện trường* và kí hiệu là \vec{E} .

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \quad (3.1)$$

Trong trường hợp đã biết cường độ điện trường, thì từ công thức (3.1) suy ra :

$$\vec{F} = q\vec{E} \quad (3.2)$$



Hình 3.1 Chiều của lực điện tác dụng lên điện tích.

Cường độ điện trường (\vec{E}) là đại lượng vectơ, nhưng nhiều khi người ta cũng gọi độ lớn của \vec{E} , kí hiệu E , là cường độ điện trường.

Từ (3.2) ta thấy nếu $q > 0$ thì \vec{F} cùng chiều với \vec{E} (Hình 3.1a), ngược lại nếu $q < 0$ thì \vec{F} ngược chiều với \vec{E} (Hình 3.1b).

- Trong hệ SI, đơn vị cường độ điện trường có thể là niuton trên culông, nhưng thường dùng đơn vị vôn trên mét, kí hiệu là V/m (xem Bài 4).

3. Đường sức điện

a) Định nghĩa

Có nhiều cách mô tả điện trường. Cách mô tả có tính trực quan rõ rệt là dùng cách vẽ các đường sức điện.

Đường sức điện là đường được vẽ trong điện trường sao cho tiếp tuyến tại bất kỳ điểm nào trên đường cũng trùng với phương của vectơ cường độ điện trường tại điểm đó.

Tuy nhiên, trong thực tế người ta thường quy định cho đường sức một chiều đi sao cho chiều của đường sức và chiều của vectơ cường độ điện trường tại các điểm trên đường là trùng nhau. Khi đó, ta hiểu các đường sức là các đường có chiều xác định (Hình 3.2).

Các đường sức điện của một điện tích điểm và của hệ hai điện tích điểm được trình bày trên Hình 3.3 và Hình 3.4.

b) Các tính chất của đường sức điện

Các đường sức điện có một số tính chất sau đây :

- Tại mỗi điểm trong điện trường, ta có thể vẽ được một đường sức điện đi qua và chỉ một mà thôi.
- Các đường sức điện là các đường cong không kín. Nó xuất phát từ các điện tích dương và tận cùng ở các điện tích âm (hoặc ở vô cực).

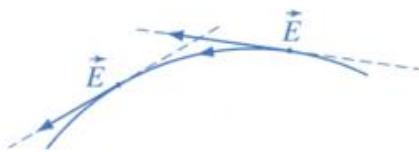
Trong trường hợp chỉ có một điện tích, thì các đường sức xuất phát từ điện tích dương ra vô cực, hoặc từ vô cực đến điện tích âm (Hình 3.3).

- Nơi nào cường độ điện trường lớn hơn thì các đường sức điện ở đó được vẽ mau hơn (dày hơn), nơi nào cường độ điện trường nhỏ hơn thì các đường sức điện ở đó được vẽ thưa hơn. Chẳng hạn, trên các Hình 3.3 và 3.4, ở nơi gần điện tích, các đường sức điện mau hơn nơi xa điện tích.

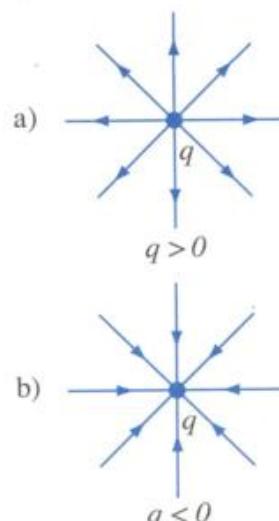
c) Điện phô

Dùng một loại bột cách điện rắc vào dầu cách điện và khuấy đều. Sau đó đặt một quả cầu nhỏ nhiễm điện vào trong dầu. Gõ nhẹ vào khay dầu thì các hạt bột sẽ sắp xếp thành các “đường hạt bột”. Ta gọi hệ các “đường hạt bột” đó là *điện phô* của quả cầu nhiễm điện. Điện phô cho phép ta hình dung dạng và sự phân bố các đường sức điện.

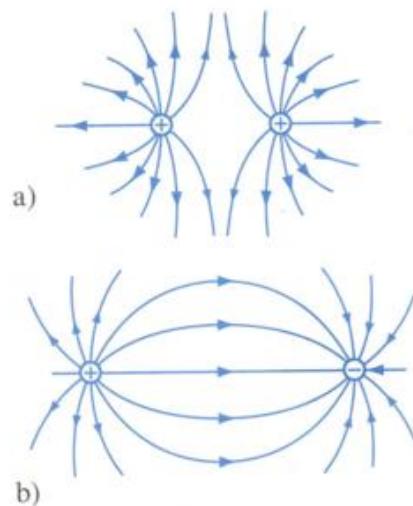
Đường sức điện vẽ trong các Hình 3.3, 3.4 tương ứng với các điện phô ở hình 3.5 và 3.6.



Hình 3.2 Đường sức điện và vectơ cường độ điện trường.



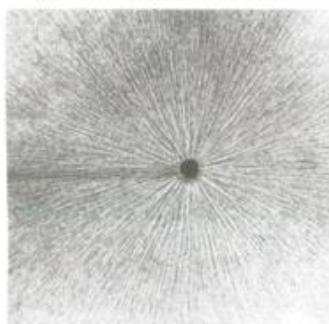
Hình 3.3 Đường sức của một điện tích điểm.



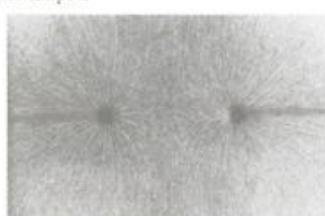
Hình 3.4 Đường sức của hệ hai điện tích điểm.

- a) Hai điện tích dương.
- b) Hai điện tích trái dấu.

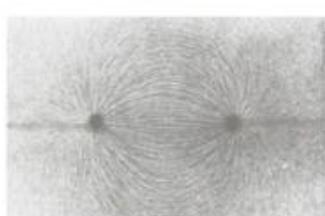
C2 Có thể coi các “đường hạt bột” của điện phổ là các đường sức được không? Giải thích.



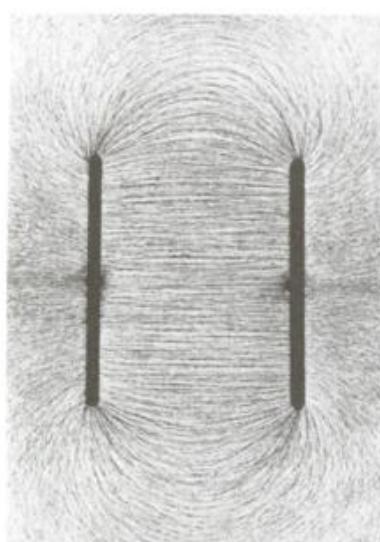
Hình 3.5 Điện phổ của một quả cầu nhiễm điện.



Hình 3.6a Điện phổ của hai quả cầu nhiễm điện cùng dấu.



Hình 3.6b Điện phosp của hai quả cầu nhiễm điện trái dấu.



Hình 3.7 Điện phosp của điện trường ở giữa hai tấm kim loại phẳng, rộng, song song, mang điện tích trái dấu, có độ lớn bằng nhau.

4. Điện trường đều

Một điện trường mà vectơ cường độ điện trường tại mọi điểm đều bằng nhau gọi là **điện trường đều**.

Theo tính chất của đường sức, ta suy ra các đường sức của điện trường đều là các đường thẳng song song và cách đều nhau.

Hình 3.7 cho biết điện phosp của hai tấm kim loại phẳng, rộng, song song, mang điện tích trái dấu, có độ lớn bằng nhau. Ở rìa của hai tấm kim loại, các “đường hạt bột” là các đường cong, còn ở giữa hai tấm, các “đường hạt bột” song song và cách đều nhau.

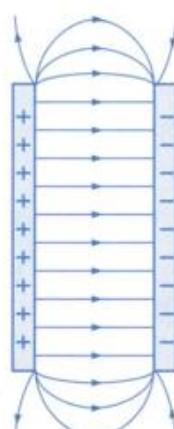
Dựa vào điện phosp, ta có thể nói điện trường giữa hai tấm kim loại là **điện trường đều**. Đường sức của điện trường này được vẽ trên Hình 3.8.

5. Điện trường của một điện tích điểm

Hai điện tích điểm q , Q đặt cách nhau một khoảng r trong chân không thì lực Cu-lông tác dụng lên điện tích q được viết dưới dạng :

$$F = 9 \cdot 10^9 \frac{|qQ|}{r^2}$$

Từ công thức (3.1) ta suy ra cường độ điện trường của điện tích điểm Q tại một điểm là :



Hình 3.8 Các đường sức ở giữa hai tấm kim loại phẳng, rộng, song song, mang điện tích trái dấu, có độ lớn bằng nhau. Các đường sức này song song với nhau và cách đều nhau.

$$E = 9 \cdot 10^9 \frac{|Q|}{r^2} \quad (3.3)$$

r là khoảng cách từ điểm khảo sát đến điện tích Q .

Nếu $Q > 0$ thì cường độ điện trường hướng ra xa điện tích Q (Hình 3.9a), nếu $Q < 0$ thì cường độ điện trường hướng về phía điện tích Q (Hình 3.9b).

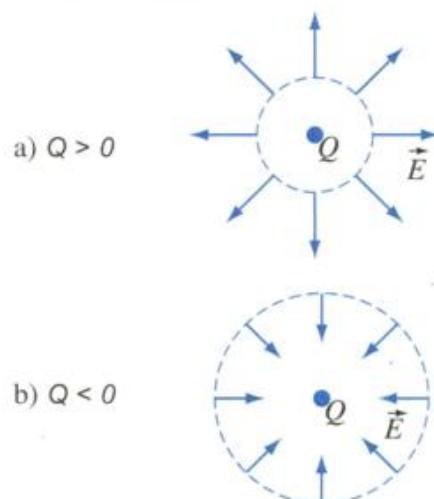
6. Nguyên lí chồng chất điện trường

Giả sử ta có hệ n điện tích điểm $Q_1, Q_2 \dots Q_n$. Gọi cường độ điện trường của hệ ở một điểm nào đó là \vec{E} . Cường độ điện trường chỉ của điện tích Q_1 là \vec{E}_1 , cường độ điện trường chỉ của điện tích Q_2 là \vec{E}_2 , ..., cường độ điện trường chỉ của điện tích Q_n là \vec{E}_n tại điểm đang xét. Khi đó ta có :

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots + \vec{E}_n \quad (3.4)$$

Chú ý rằng, vẽ phải là tổng các vectơ $\vec{E}_1, \vec{E}_2, \dots$

- C3** Có hai điện tích q_1, q_2 đặt tại hai điểm A, B . Hãy tìm những điểm mà tại đó hai vectơ cường độ điện trường của hai điện tích :
- cùng phương, cùng chiều.
 - cùng phương, ngược chiều.



Hình 3.9 Chiều của vectơ cường độ điện trường của điện tích điểm phụ thuộc vào dấu của điện tích.

?

CÂU HỎI

- Cường độ điện trường \vec{E} luôn cùng phương và cùng chiều với lực \vec{F} tác dụng lên một điện tích bất kì đặt trong điện trường đó. Điều đó đúng hay sai ? Giải thích.
- Hãy nêu tính chất cơ bản của điện trường.
- Có thể coi đường sức điện là quỹ đạo của một điện tích điểm chuyển động dưới tác dụng của điện trường được không ? Hãy giải thích.
- Hãy nêu tính chất các đường sức điện và giải thích.

BÀI TẬP

- Chọn phát biểu sai.
 - Điện phổ cho phép ta nhận biết sự phân bố các đường sức của điện trường.
 - Đường sức điện có thể là đường cong kín.
 - Cũng có khi đường sức điện không xuất phát từ điện tích dương mà xuất phát từ vô cùng.
 - Các đường sức của điện trường đều là các đường thẳng song song và cách đều nhau.

2. Chọn phương án đúng.

Công thức xác định cường độ điện trường của điện tích điểm $Q < 0$ có dạng :

A. $E = 9 \cdot 10^9 \frac{Q}{r^2}$.

B. $E = -9 \cdot 10^9 \frac{Q}{r^2}$.

C. $E = 9 \cdot 10^9 \frac{Q}{r}$.

D. $E = -9 \cdot 10^9 \frac{Q}{r}$.

3. Một điện tích thử đặt tại điểm có cường độ điện trường $0,16 \text{ V/m}$. Lực tác dụng lên điện tích đó bằng $2 \cdot 10^{-4} \text{ N}$. Hồi độ lớn của điện tích đó là bao nhiêu ?
4. Có một điện tích $Q = 5 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ đặt tại điểm A trong chân không. Xác định cường độ điện trường tại điểm B cách A một khoảng 10 cm.
5. Có hai điện tích q_1, q_2 đặt cách nhau 10 cm trong chân không. Điện tích $q_1 = 5 \cdot 10^{-9} \text{ C}$, điện tích $q_2 = -5 \cdot 10^{-9} \text{ C}$. Xác định cường độ điện trường tại điểm M nằm trên đường thẳng đi qua hai điện tích đó và :
- a) cách đều hai điện tích ;
 - b) cách q_1 một khoảng 5 cm và cách q_2 một khoảng 15 cm.
6. Hai điện tích $q_1 = q_2 = 5 \cdot 10^{-16} \text{ C}$ được đặt cố định tại hai đỉnh B, C của một tam giác đều cạnh là 8 cm. Các điện tích đặt trong không khí.
- a) Xác định cường độ điện trường tại đỉnh A của tam giác nói trên.
 - b) Câu trả lời sẽ thay đổi thế nào nếu $q_1 = 5 \cdot 10^{-16} \text{ C}, q_2 = -5 \cdot 10^{-16} \text{ C}$?
7. Ba điện tích q giống nhau được đặt cố định tại ba đỉnh của một tam giác đều cạnh a. Xác định cường độ điện trường tại tâm của tam giác.

Em có biết ?

TƯƠNG TÁC GẦN VÀ TƯƠNG TÁC XA

Tương tác giữa hai vật không tiếp xúc với nhau được thực hiện bằng cách nào ? Có hai cách giải đáp câu hỏi đó. Cách giải đáp thứ nhất cho rằng hai vật không tiếp xúc với nhau vẫn có thể tương tác với nhau. Quan điểm này gọi là *quan điểm tương tác xa*. Định luật vạn vật hấp dẫn và định luật Cu-lông thể hiện quan điểm đó.

Cách giải đáp thứ hai cho rằng, có tương tác hấp dẫn giữa hai vật không tiếp xúc với nhau là vì vật này được đặt trong trường hấp dẫn của vật kia, lực hấp dẫn tác dụng lên vật B là do trường hấp dẫn của vật A tại điểm đặt vật B gây ra. Tương tự như vậy, nếu có hai điện tích A và B, thì có lực điện tác dụng lên điện tích B là vì B được đặt trong điện trường của điện tích A. Điện trường của điện tích A là thực thể vật lí truyền lực điện từ điện tích A đến điện tích B. Quan điểm này gọi là *quan điểm tương tác gần*. Theo quan điểm tương tác xa thì tốc độ truyền tương tác là vô hạn. Điều đó trái với thực tế. Còn theo quan điểm tương tác gần thì tốc độ truyền tương tác là hữu hạn. Nhiều sự kiện thực nghiệm đã chứng tỏ quan điểm tương tác gần là phù hợp với thực tế.