

# 16

## LỰC TƯƠNG TÁC GIỮA HAI ĐIỆN TÍCH

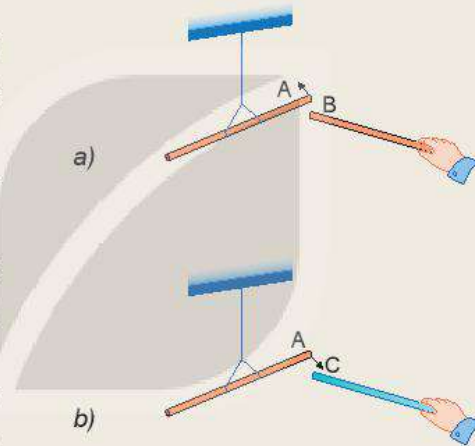


Em đã biết các điện tích cùng dấu đẩy nhau, khác dấu hút nhau. Theo em, độ lớn của lực tương tác giữa hai điện tích phụ thuộc như thế nào vào độ lớn của các điện tích và khoảng cách giữa chúng?

### I. LỰC HÚT VÀ LỰC ĐẨY GIỮA CÁC ĐIỆN TÍCH

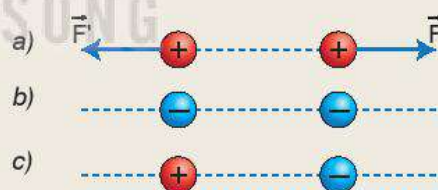


- Treo thanh nhựa A bằng một dây chỉ để nó có thể quay tự do rồi dùng len cọ xát một đầu của nó.
- Quan sát, mô tả và giải thích hiện tượng xảy ra khi:
  - a) Dùng len cọ xát một đầu thanh nhựa B rồi đưa lại gần đầu đã được cọ xát của thanh nhựa A (Hình 16.1a).
  - b) Dùng lụa cọ xát một đầu thanh thủy tinh C rồi đưa lại gần đầu đã được cọ xát của thanh nhựa A (Hình 16.1b).



Hình 16.1. Sự hút, đẩy của các điện tích

- Dựa vào Hình 16.2a, vẽ các vector lực biểu diễn tương tác giữa các điện tích trong các hình còn lại.
- Vẽ vector lực của ba điện tích đặt tại các đỉnh của một tam giác đều. Biết các điện tích trên đều cùng dấu và cùng độ lớn.



Hình 16.2. Lực tương tác giữa hai điện tích

Từ những thí nghiệm trên có thể rút ra kết luận:

- Có hai loại điện tích trái dấu. Điện tích xuất hiện ở thanh thủy tinh khi được cọ xát vào len được quy ước gọi là điện tích dương, điện tích xuất hiện ở thanh nhựa được cọ xát vào vải được quy ước gọi là điện tích âm.
- Các điện tích cùng loại đẩy nhau.
- Các điện tích khác loại hút nhau.

Lực hút, đẩy giữa các điện tích được gọi chung là lực tương tác giữa các điện tích (thường gọi tắt là lực điện).



Độ lớn của lực tương tác giữa các điện tích có phụ thuộc như thế nào vào khoảng cách giữa các điện tích? Đề xuất phương án thí nghiệm để kiểm tra dự đoán.

## II. ĐỊNH LUẬT COULOMB (CU-LÔNG)

### 1. Đơn vị điện tích, điện tích điểm

Người ta kí hiệu giá trị của điện tích bằng chữ “q”. Trong hệ SI đơn vị đo điện tích là Coulomb (C), lấy theo tên của nhà vật lí người Pháp Charles Coulomb (Sác-lơ Cu-lông).

Điện tích điểm là vật tích điện có kích thước nhỏ so với khoảng cách tới điểm mà ta xét. Trong các thí nghiệm vật lí, người ta coi các quả cầu tích điện có bán kính nhỏ so với khoảng cách giữa chúng là các điện tích điểm, khoảng cách giữa các điện tích điểm này là khoảng cách giữa tâm của các quả cầu.

### 2. Định luật Coulomb

Coulomb cho rằng độ lớn của lực tương tác giữa hai điện tích phụ thuộc vào giá trị của các điện tích và khoảng cách giữa chúng. Ông dùng cân xoắn (Hình 16.4) để xác định mối liên hệ giữa độ lớn lực tương tác giữa hai quả cầu tích điện với điện tích của hai quả cầu và khoảng cách giữa chúng.

Các kết quả thí nghiệm được phát biểu thành định luật sau đây mang tên ông:

*Lực tương tác giữa hai điện tích điểm có phương trùng với đường thẳng nối hai điện tích điểm, có độ lớn tỉ lệ thuận với tích giá trị của hai điện tích điểm và tỉ lệ nghịch với bình phương khoảng cách giữa chúng.*

$$F = \frac{k |q_1 q_2|}{r^2} \quad (16.1)$$

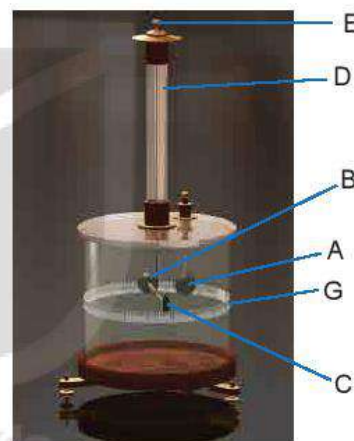
Trong đó  $r$  là khoảng cách giữa hai điện tích điểm  $q_1, q_2$ ;  $k$  là hệ số tỉ lệ có độ lớn phụ thuộc vào môi trường trong đó đặt điện tích và đơn vị sử dụng. Khi các điện



Hình 16.3. Charles Coulomb (Sác-lơ Cu-lông, 1736-1806), nhà vật lí người Pháp có nhiều công trình nghiên cứu về điện và từ

### EM CÓ BIẾT

#### Thí nghiệm cân xoắn Coulomb



Hình 16.4. Cân xoắn Coulomb

A: Quả cầu kim loại được giữ cố định.  
B: Quả cầu kim loại giống hệt A, được gắn vào một đầu của thanh ngang làm bằng chất cách điện.  
C: Quả cầu đối trọng của B để giữ thanh ngang cân bằng.  
D: Dây treo có tính đàn hồi chống lại sự xoắn.  
E: Chốt quay để thay đổi vị trí của thanh ngang.

G: Bảng chia độ.

Tích điện cho quả cầu A. Cho quả cầu A chưa tích điện tiếp xúc với quả cầu B. Khi đó quả cầu A sẽ truyền cho quả cầu B một nửa điện tích của mình và đẩy quả cầu này ra xa nhờ lực tĩnh điện. Lực đẩy tĩnh điện của hai quả cầu làm xoắn dây treo D. Góc xoắn giữa hai quả cầu được xác định nhờ bảng chia độ G trên hình trụ. Từ đó, xác định được độ lớn của lực tương tác giữa hai quả cầu và quan hệ của lực này với độ lớn của điện tích và khoảng cách giữa hai quả cầu.



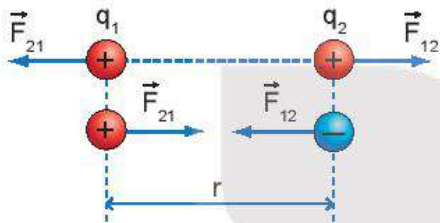
tích đặt trong chân không và hệ đơn vị sử dụng là SI thì  $k$  được xác định bởi:

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

Trong đó  $\epsilon_0$  là một hằng số điện  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$  C<sup>2</sup>/Nm<sup>2</sup>. Do đó, định luật Coulomb đối với các điện tích điểm đặt trong chân không có biểu thức:

$$F = \frac{|q_1 q_2|}{4\pi\epsilon_0 r^2} \quad (16.2)$$

$$\text{hoặc } F = \frac{k |q_1 q_2|}{r^2}, \text{ với } k = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2 \quad (16.3)$$



Hình 16.5. Lực tương tác giữa hai điện tích điểm

**!** Vì không khí khô có tính chất điện giống của chân không nên người ta thường áp dụng biểu thức (16.2), (16.3) cho cả hai môi trường chân không và không khí.

### III. BÀI TẬP VỀ ĐỊNH LUẬT COULOMB

#### 1. Bài tập ví dụ

Người ta dùng máy phát tĩnh điện để tích điện cho hai quả cầu kim loại nhỏ đặt cách nhau 10 cm trong không khí. Tính lực điện tương tác giữa hai quả cầu khi:

- Hai quả cầu được tích điện cùng dấu và cùng độ lớn  $9,45 \cdot 10^{-7}$  C.
- Đưa hai quả cầu cách nhau 20 cm.
- Đưa hai quả cầu về vị trí cũ và làm giảm điện tích của một quả cầu đi một nửa.

*Giải:*

- a) Theo định luật Coulomb:

$$F = \frac{|q_1 q_2|}{4\pi\epsilon_0 r^2} = \frac{(9,45 \cdot 10^{-7})^2}{4 \cdot 3,14 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 10^{-2}} \approx 0,8 \text{ N.}$$

- b) Vì lực điện tỉ lệ nghịch với bình phương khoảng cách giữa hai điện tích nên khi khoảng cách tăng lên 2 lần thì  $F$  giảm đi 4 lần:  $F \approx 0,2 \text{ N}$ .

- c) Vì lực điện tỉ lệ thuận với tích của  $q_1$  và  $q_2$  nên khi  $q_1$  giảm đi một nửa thì lực cũng giảm đi một nửa:  $F \approx 0,4 \text{ N}$ .

#### 2. Bài tập luyện tập

?

- Hãy nêu tên các đại lượng và tên các đơn vị trong biểu thức (16.2) và (16.3).
- Nếu khoảng cách giữa hai điện tích điểm tăng lên 2 lần và giá trị của mỗi điện tích điểm tăng lên 3 lần thì lực điện tương tác giữa chúng tăng hay giảm bao nhiêu lần?
- Hãy vẽ các vector lực điện tương tác giữa hai điện tích điểm  $q_1 = 10^{-5}$  C và  $q_2 = 10^{-7}$  C đặt cách nhau 10 cm trong chân không theo tỉ lệ 1 cm ứng với khoảng cách 2 cm và lực 0,4 N. Lấy  $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ .

- Người ta có thể dùng lực tĩnh điện để tách các trang sách bị dính chặt vào nhau mà không làm chúng hỏng. Hãy mô tả cách làm này.
- Có thể dùng định luật Coulomb để xác định độ lớn của lực tương tác giữa các điện tích trong các thí nghiệm ở Hình 16.1 không? Tại sao?
- Xác định lực điện tương tác giữa electron và proton của nguyên tử hydrogen. Biết khoảng cách từ electron trong nguyên tử hydrogen đến hạt nhân của nguyên tử này là  $5 \cdot 10^{-11}$  m; điện tích của electron và proton có độ lớn bằng nhau  $1,6 \cdot 10^{-19}$  C. Lấy  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{N} \cdot \text{m}^2}$ .

4. Hai điện tích điểm  $q_1 = 15 \mu\text{C}$ ;  $q_2 = -6 \mu\text{C}$  đặt cách nhau 0,2 m trong không khí. Phải đặt một điện tích  $q_3$  ở vị trí nào để lực điện tác dụng lên điện tích này bằng 0?

### EM ĐÃ HỌC

- Có hai loại điện tích khác dấu là điện tích dương và điện tích âm.
- Các điện tích cùng dấu đẩy nhau, khác dấu hút nhau.
- Trong hệ SI đơn vị điện tích là Coulomb (C).
- Định luật Coulomb: *Lực tương tác giữa hai điện tích điểm có phương trùng với đường thẳng nối hai điện tích điểm, có độ lớn tỉ lệ thuận với tích giá trị của hai điện tích điểm và tỉ lệ nghịch với bình phương khoảng cách giữa chúng.*
- Biểu thức của định luật Coulomb đối với môi trường chân không:

$$F = \frac{|q_1 q_2|}{4\pi \epsilon_0 r^2}; F = \frac{k |q_1 q_2|}{r^2}$$

với  $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$

### EM CÓ BIẾT

Hình 16.6 mô tả một ứng dụng của lực điện vào thực tế: Sơn tĩnh điện (còn gọi là sơn khô tĩnh điện). Mũi của “súng sơn” được nối với cực dương của một máy phát tĩnh điện, vật cần sơn được nối với cực âm của máy này.

Các hạt sơn cực nhỏ khi bay ra khỏi mũi của súng sơn mang điện dương nên bị vật cần sơn mang điện âm hút dính chặt vào. Cách sơn tĩnh điện tiết kiệm được sơn, ít làm ô nhiễm môi trường, có nước sơn bền lâu hơn so với cách phun sơn thông thường.



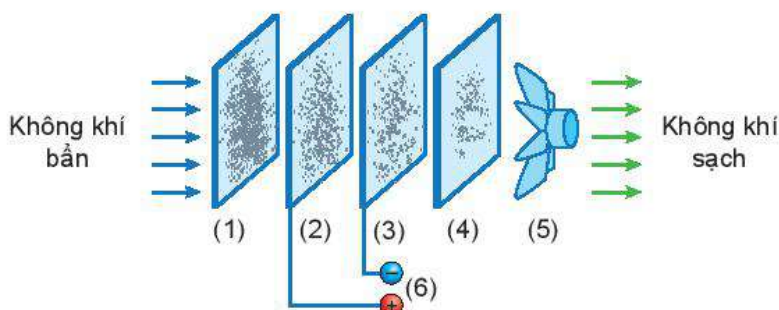
Mũi súng phun sơn

Vật cần sơn

Hình 16.6. Sơn tĩnh điện

### EM CÓ THỂ

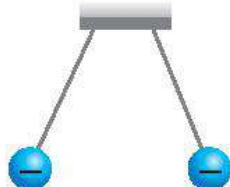
Có thể trình bày được nguyên tắc hoạt động của máy lọc không khí trong gia đình dựa trên sơ đồ (Hình 16.7).



Hình 16.7. Sơ đồ máy lọc bụi không khí

- 1: Lớp lọc bụi có kích thước lớn.
- 2, 3: Lưới lọc tĩnh điện.
- 4: Lớp lọc vi khuẩn, mùi.
- 5: Quạt.
- 6: Nguồn điện.





Hai quả cầu tích điện có tương tác với nhau

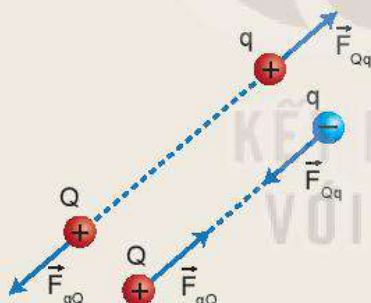
Hai quả cầu tích điện cùng dấu được treo bằng hai sợi dây mảnh không dẫn điện như hình bên. Tại sao chúng không tiếp xúc nhưng vẫn tương tác được với nhau?

## I. KHÁI NIỆM ĐIỆN TRƯỜNG

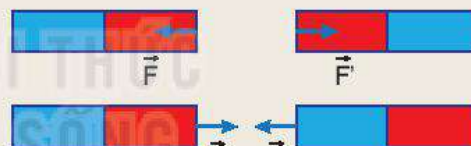


Đặt điện tích  $q$  cách điện tích  $Q$  một khoảng  $r$  (Hình 17.1):

1. Có phải không khí đã truyền tương tác điện từ điện tích  $Q$  tới điện tích  $q$ ?
2. Vùng không gian bao quanh một nam châm có từ trường. Tương tự như vậy, vùng không gian bao quanh một điện tích có điện trường. Ta có thể phát hiện sự tồn tại của điện trường bằng cách nào?



Hình 17.1. Tương tác giữa hai điện tích



Hình 17.2. Tương tác giữa hai nam châm

- Xung quanh nam châm có từ trường, từ trường sẽ truyền tương tác từ nam châm này tới nam châm khác (Hình 17.2). Tương tự như nam châm, xung quanh điện tích có một điện trường, điện trường sẽ truyền tương tác giữa các điện tích, đó là một trường lực.
- Điện trường được tạo ra bởi điện tích, là dạng vật chất tồn tại xung quanh điện tích và truyền tương tác giữa các điện tích.



Trong bài này ta chỉ xét điện trường của các điện tích đứng yên.

## II. CƯỜNG ĐỘ ĐIỆN TRƯỜNG

- Người ta sử dụng điện tích dương có điện tích nhỏ, được gọi là điện tích thử, để phát hiện lực điện tác dụng lên nó, qua đó nhận biết được độ mạnh yếu của điện trường tại điểm ta xét. Đại lượng đặc trưng cho độ mạnh yếu của điện trường được gọi là cường độ điện trường.

- Theo công thức (16.2), độ lớn của lực điện  $F$  tỉ lệ

với độ lớn của điện tích  $q$ . Tỉ số  $\frac{F}{q}$  chính bằng độ

lớn của lực điện tác dụng lên điện tích 1 C, do đó

tỉ số này được lấy làm số đo cường độ điện trường tại điểm đặt điện tích thử  $q$ .

Cường độ điện trường tại một điểm được đo bằng tỉ số giữa lực điện tác dụng lên một điện tích dương đặt tại điểm đó và độ lớn của điện tích đó.

$$E = \frac{F}{q} \quad (17.1)$$

- Trong hệ SI, đơn vị của cường độ điện trường là vôn trên mét (V/m).
- Vì lực là đại lượng vector,  $q$  là đại lượng vô hướng nên cường độ điện trường  $E$  là đại lượng vector. Vector cường độ điện trường  $\vec{E}$  tại một điểm được xác định bằng tỉ số giữa vector lực điện  $\vec{F}$  tác dụng lên một điện tích  $q$  đặt tại điểm đó và trị số của điện tích đó:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \quad (17.2)$$

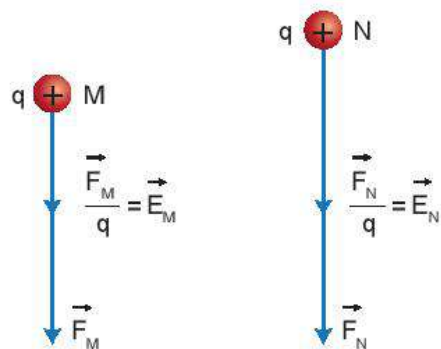


Hãy chứng tỏ rằng vector cường độ điện trường  $\vec{E}$  có:

- + Phương trùng với phương của lực điện tác dụng lên điện tích.
- + Chiều cùng với chiều của lực điện khi  $q > 0$ , ngược chiều với chiều của lực điện khi  $q < 0$ .
- + Độ lớn của vector cường độ điện trường  $\vec{E}$  bằng độ lớn của lực điện tác dụng lên điện tích 1C đặt tại điểm ta xét.

- Từ công thức (16.2), ta xác định được độ lớn cường độ điện trường do một điện tích điểm  $Q$  đặt trong chân không hoặc trong không khí gây ra tại một điểm cách nó một khoảng  $r$  có giá trị bằng:

$$E = \frac{|Q|}{4\pi\epsilon_0 r^2} \quad (17.3)$$



Hình 17.3. Điện trường tại N mạnh hơn điện trường tại M



Xét điện trường của điện tích  $Q = 6 \cdot 10^{-14} \text{C}$ , sử dụng đoạn thẳng dài 1cm để biểu diễn cho độ lớn vector cường độ điện

trường  $E = \frac{10^{-10}}{6\pi\epsilon_0}$  (V/m). Hãy tính và

vẽ vector cường độ điện trường tại một điểm cách  $Q$  một khoảng 2 cm và 3 cm.



?

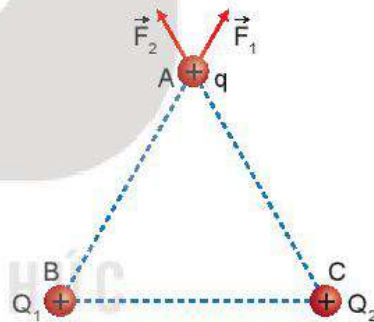
1. Hãy chứng tỏ rằng: Độ lớn cường độ điện trường tại một điểm trong công thức (17.1) bằng độ lớn của lực điện tác dụng lên một đơn vị điện tích đặt tại điểm đó.
2. Một điện tích điểm  $Q = 6 \cdot 10^{-13} \text{ C}$  đặt trong chân không.
  - a) Xác định phương, chiều, độ lớn của cường độ điện trường do điện tích điểm  $Q$  gây ra tại một điểm cách nó một khoảng 1 cm, 2 cm, 3 cm.
  - b) Nhận xét về cường độ điện trường ở những điểm gần điện tích  $Q$  và ở những điểm cách xa điện tích  $Q$ .
  - c) Từ các nhận xét trên, em hãy mô tả cường độ điện trường do một điện tích điểm dương  $Q$  đặt trong chân không gây ra tại một điểm cách nó một khoảng  $r$ . Vẽ hình minh họa.

## EM CÓ BIẾT

Trong cơn dông, thường xuất hiện những đám mây tích điện do các hạt nước trong đó nhiễm điện, chúng tạo ra những vùng điện trường mạnh quanh các đám mây này. Khi các đám mây tích điện trái dấu tới gần nhau có thể xảy ra hiện tượng phóng điện mà ta gọi là sét.



Nếu trong không gian có hai điện tích điểm dương  $Q_1 = Q_2$  được đặt ở hai điểm B và C, một điện tích thử  $q$  được đặt tại một điểm A như Hình 17.4. Hãy mô tả bằng hình vẽ lực điện tổng hợp do  $Q_1$  và  $Q_2$  tác dụng lên điện tích thử  $q$ .



Hình 17.4. Lực điện tác dụng lên điện tích thử  $q$  tại điểm A

- Muốn tính vector cường độ điện trường của hệ điện tích tại điểm A bất kì ta cũng có vector

cường độ điện trường  $\vec{E}_1 = \frac{\vec{F}_1}{q}$  do  $Q_1$  gây ra tại điểm A, vector cường độ điện trường

$\vec{E}_2 = \frac{\vec{F}_2}{q}$  do  $Q_2$  gây ra tại điểm A,... tổng các vector cường độ điện trường  $\vec{E}_1, \vec{E}_2, \dots$  theo

quy tắc tổng hợp vector ta sẽ có vector cường độ điện trường tổng hợp của hệ điện tích gây ra tại điểm A. Vector cường độ điện trường tổng hợp chính bằng thương số của vector lực

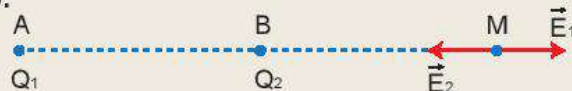
điện tổng hợp chia cho trị số của điện tích  $q$ :  $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$

Như vậy, cường độ điện trường của hệ điện tích điểm được tổng hợp từ cường độ điện trường theo công thức (17.2) hay (17.3) của mỗi điện tích điểm.

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + \dots$$

?

- Đặt điện tích điểm  $Q_1 = 6.10^{-8} \text{ C}$  tại điểm A và điện tích điểm  $Q_2 = -2.10^{-8} \text{ C}$  tại điểm B cách A một khoảng bằng 3 cm (Hình 17.5). Hãy xác định những điểm mà cường độ điện trường tại đó bằng 0.



Hình 17.5

- Cho tam giác ABC vuông tại A có  $AB = 3 \text{ cm}$  và  $AC = 4 \text{ cm}$ . Tại điểm B ta đặt điện tích  $Q_1 = 4,5.10^{-8} \text{ C}$ , tại điểm C ta đặt điện tích  $Q_2 = 2.10^{-8} \text{ C}$ .
  - Tính độ lớn của cường độ điện trường do mỗi điện tích trên gây ra tại A.
  - Tính cường độ điện trường tổng cộng tại A.

### EM CÓ BIẾT

- Trong thực tế, một quả cầu có điện tích phân bố đều trong toàn bộ thể tích hoặc phân bố đều trên mặt cầu thì điện trường bên ngoài quả cầu tương đương với điện trường của một điện tích điểm đặt tại tâm cầu và có điện tích bằng với điện tích của quả cầu. Ta thấy công thức  $E = \frac{|Q|}{4\pi\epsilon_0 r^2}$  vẫn được vận dụng để tìm cường độ điện trường trong trường hợp này. Do đó trong các thí nghiệm đơn giản về điện trường người ta thường sử dụng các quả cầu tích điện để thuận tiện trong đo đạc, nghiên cứu và tính toán.
- Thực nghiệm cho thấy, ngay sát bề mặt của Trái Đất luôn có một điện trường có phương thẳng đứng, hướng từ trên xuống dưới và cường độ vào khoảng từ 100 V/m đến 200 V/m. Các hạt bụi mịn lơ lửng trong không khí được phân loại dựa vào kích thước của chúng như pm1, pm2.5, pm10,... con số đứng sau chữ pm chỉ đường kính tối đa của hạt bụi tính theo đơn vị  $\mu\text{m}$ . Ví dụ pm2.5 là hạt bụi mịn có đường kính tối đa bằng 2,5  $\mu\text{m}$ . Những hạt bụi mịn này thường tích điện dương nên không thể bay lên cao và phân tán đi xa được và là nguyên nhân chính gây ô nhiễm môi trường ở các thành phố lớn.

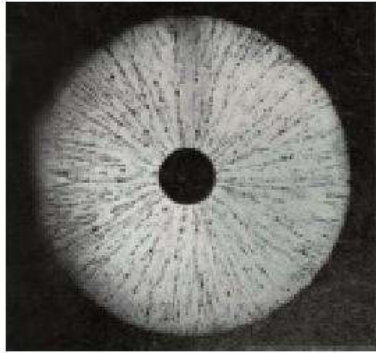
?

Một hạt bụi mịn loại pm2,5 có điện tích bằng  $1,6.10^{-19} \text{ C}$  lơ lửng trong không khí nơi có điện trường của Trái Đất bằng 120 V/m. Bỏ qua trọng lực, tính lực điện của Trái Đất tác dụng lên hạt bụi mịn và từ đó giải thích lí do hạt bụi loại này thường lơ lửng trong không khí.

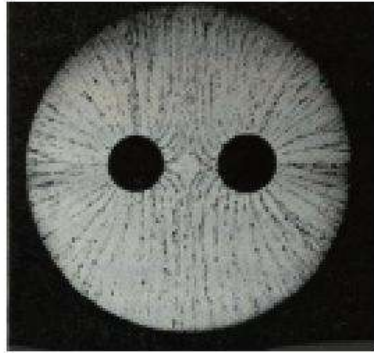


### III. ĐIỆN PHỔ

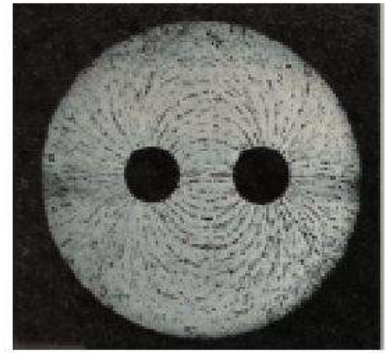
Để quan sát điện trường của hệ hai điện tích, người ta thực hiện thí nghiệm như sau: Cho vào bể chứa dầu một ít hạt cách điện mịn (mạt cưa chẳng hạn) rồi khuấy đều để các hạt lơ lửng trong dầu. Đặt một hoặc hai quả cầu kim loại tích điện trong bể chứa dầu đó, ta thấy các hạt cách điện sẽ nằm dọc theo các đường nhất định (Hình 17.6). Hình ảnh các đường như trên gọi là điện phổ.



a) Điện phổ của một điện tích



b) Điện phổ của hai điện tích cùng dấu

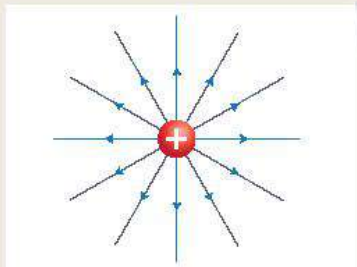


c) Điện phổ của hai điện tích trái dấu

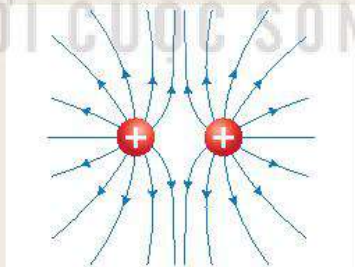
Hình 17.6. Ảnh chụp điện phổ



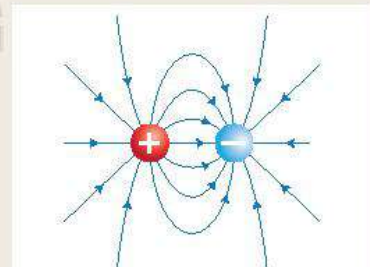
- Em hãy quan sát Hình 17.6 và đưa ra nhận xét về đặc điểm của điện phổ:
  - Ở những vùng có điện trường mạnh hơn tức là ở gần điện tích hơn.
  - Ở những vùng có điện trường yếu hơn tức là ở xa điện tích hơn.
  - Ở điện trường có một điện tích và điện trường có nhiều điện tích.
  - Ở vùng gần điện tích dương và ở vùng gần điện tích âm.



a) Các đường sức điện của một điện tích dương



b) Hệ các đường sức điện của hai điện tích dương  $Q_1 = Q_2 > 0$  đặt gần nhau



c) Hệ các đường sức điện của hai điện tích trái dấu  $Q_1 = -Q_2$  đặt gần nhau

Hình 17.7. Các đường sức điện

- Từ quan sát Hình 17.7 và các nhận xét trên, em hãy vẽ các đường sức điện của một điện tích âm; các đường sức điện của hai điện tích âm  $Q_1 = Q_2 < 0$  đặt gần nhau.

**EM ĐÃ HỌC**

- Điện trường được tạo ra bởi điện tích, là dạng vật chất tồn tại quanh điện tích và truyền tương tác giữa các điện tích.
- Vector cường độ điện trường  $\vec{E}$  tại một điểm được xác định bằng tỉ số giữa vector lực điện  $\vec{F}$  tác dụng lên một điện tích  $q$  đặt tại điểm đó và giá trị của điện tích đó:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$

- Độ lớn của cường độ điện trường do một điện tích điểm  $Q$  đặt trong chân không hoặc trong không khí gây ra tại một điểm cách nó một khoảng  $r$  có giá trị bằng:

$$E = \frac{|Q|}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

- Khi cho một hoặc một số quả cầu tích điện vào trong một bể dầu đã trộn đều các hạt cách điện. Hệ các đường được tạo thành từ các hạt cách điện được gọi là điện phổ của điện tích hoặc hệ điện tích nói trên.
- Công thức tính độ lớn cường độ điện trường của một điện tích điểm được vận dụng để tính cường độ điện trường của một hệ điện tích điểm hay tính cường độ điện trường của vật hình cầu tích điện đều.
- Đường sức điện xuất phát ở điện tích dương và kết thúc ở điện tích âm.

**EM CÓ THỂ**

- Xác định phương, chiều, độ lớn của vector cường độ điện trường tại một điểm bất kì trong điện trường.
- Tính được độ lớn cường độ điện trường và mô tả được vector cường độ điện trường do một điện tích điểm gây ra tại một điểm trong không gian.
- Vẽ được hệ các đường sức điện trong trường hợp một điện tích hoặc hệ hai điện tích.
- Vận dụng công thức  $E = \frac{|Q|}{4\pi\epsilon_0 r^2}$  để tính toán và mô tả điện trường của hệ nhiều điện tích, vật tích điện hình cầu,...
- Dùng hình ảnh điện phổ để qua đó giải thích được ngay sát sát bề mặt của Trái Đất có điện trường theo phương thẳng đứng hướng từ trên xuống dưới.