

Hai quả cầu tích điện có tương tác với nhau

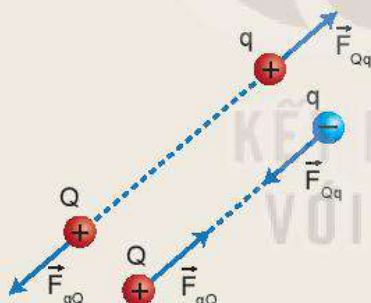
Hai quả cầu tích điện cùng dấu được treo bằng hai sợi dây mảnh không dẫn điện như hình bên. Tại sao chúng không tiếp xúc nhưng vẫn tương tác được với nhau?

I. KHÁI NIỆM ĐIỆN TRƯỜNG

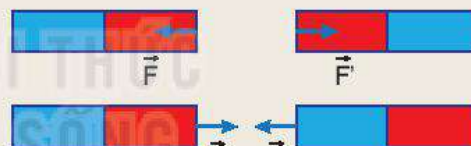


Đặt điện tích q cách điện tích Q một khoảng r (Hình 17.1):

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:

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

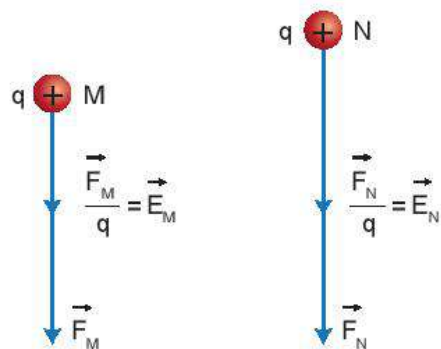


Hãy chứng tỏ rằng vector cường độ điện trường \vec{E} có:

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

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

?

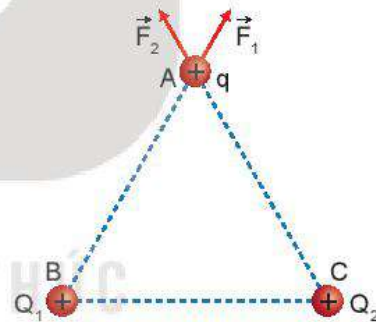
1. Hãy chứng tỏ rằng: Độ lớn cường độ điện trường tại một điểm trong công thức (17.1) bằng độ lớn của lực điện tác dụng lên một đơn vị điện tích đặt tại điểm đó.
2. Một điện tích điểm $Q = 6 \cdot 10^{-13} \text{ C}$ đặt trong chân không.
 - a) Xác định phương, chiều, độ lớn của cường độ điện trường 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

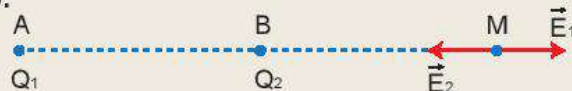
điện tổng hợp chia cho trị số của điện tích q : $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$

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

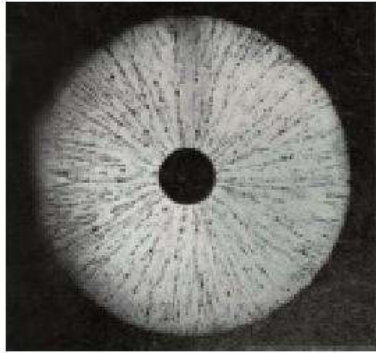
- Trong thực tế, một quả cầu có điện tích phân bố đều trong toàn bộ thể tích hoặc phân bố đều trên mặt cầu thì điện trường bên ngoài quả cầu tương đương với điện trường của một điện tích điểm đặt tại tâm cầu và có điện tích bằng với điện tích của quả cầu. Ta thấy công thức $E = \frac{|Q|}{4\pi\epsilon_0 r^2}$ 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 μm . Ví dụ pm2.5 là hạt bụi mịn có đường kính tối đa bằng 2,5 μm . 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.

?

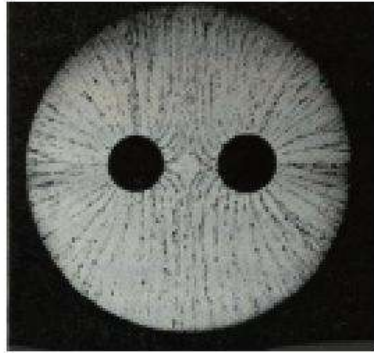
Một hạt bụi mịn loại pm2,5 có điện tích bằng $1,6.10^{-19} \text{ C}$ lơ lửng trong không khí nơi có điện trường của Trái Đất bằng 120 V/m. Bỏ qua trọng lực, tính lực điện của Trái Đất tác dụng lên hạt bụi mịn và từ đó giải thích lí do hạt bụi loại này thường lơ lửng trong không khí.

III. ĐIỆN PHỔ

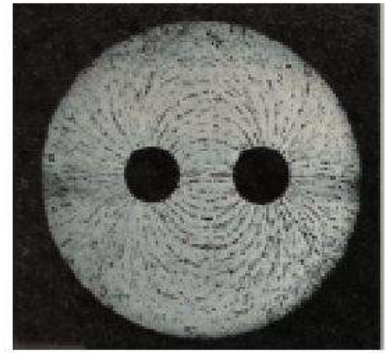
Để quan sát điện trường của hệ hai điện tích, người ta thực hiện thí nghiệm như sau: Cho vào bể chứa dầu một ít hạt cách điện mịn (mạt cưa chẳng hạn) rồi khuấy đều để các hạt lơ lửng trong dầu. Đặt một hoặc hai quả cầu kim loại tích điện trong bể chứa dầu đó, ta thấy các hạt cách điện sẽ nằm dọc theo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

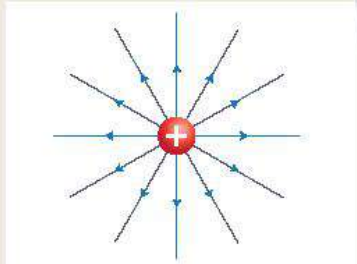


c) Điện phổ của hai điện tích trái dấu

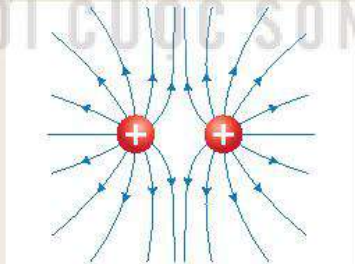
Hình 17.6. Ảnh chụp điện phổ



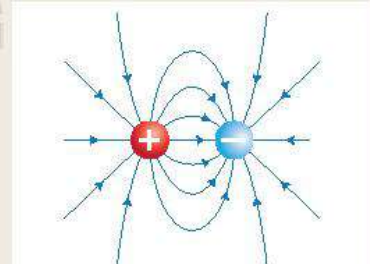
- Em hãy quan sát Hình 17.6 và đưa ra nhận xét về đặc điểm của điện phổ:
 - Ở những vùng có điện trường mạnh hơn tức là ở gần điện tích hơn.
 - Ở những vùng có điện trường yếu hơn tức là ở xa điện tích hơn.
 - Ở điện trường có một điện tích và điện trường có nhiều điện tích.
 - Ở vùng gần điện tích dương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