

# 3

## ĐIỆN TRƯỜNG VÀ CƯỜNG ĐỘ ĐIỆN TRƯỜNG ĐƯỜNG SỨC ĐIỆN

### I – MỤC TIÊU

1. Trình bày được khái niệm sơ lược về điện trường.

2. Phát biểu được định nghĩa cường độ điện trường ; viết được công thức tổng quát  $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$  và nói rõ được ý nghĩa của các đại lượng vật lí trong công thức đó.

Nêu được đơn vị của cường độ điện trường và tính được cường độ điện trường của một điện tích điểm tại một điểm bất kì.

3. Nêu được các đặc điểm về phương, chiều và độ lớn của vectơ cường độ điện trường. Vẽ được vectơ cường độ điện trường của một điện tích điểm.

4. Nêu được định nghĩa của đường sức điện và một vài đặc điểm quan trọng của các đường sức điện. Trình bày được khái niệm về điện trường đều.

5. Vận dụng được các công thức về điện trường và nguyên lí chồng chất của điện trường để giải một số bài tập đơn giản về điện trường tĩnh điện.

### II – CHUẨN BỊ

#### Giáo viên

1. Chuẩn bị một số thí nghiệm minh họa về sự mạnh, yếu của lực tác dụng của một quả cầu mang điện lên một điện tích thử.

2. Hình vẽ các đường sức điện trên giấy khổ lớn.

#### Học sinh

Ôn lại kiến thức về định luật Cu-lông và về tổng hợp lực.

### III – THÔNG TIN BỔ SUNG

#### 1. Về điện trường

Khái niệm trọng trường đã được đề cập đến ở lớp 10, đến đây HS được học thêm một loại trường khác là điện trường.

Điện trường là một môi trường vật chất : nó là môi trường vật chất dạng liên tục, còn những môi trường thông thường là môi trường vật chất dạng hạt. Điều khẳng định điện trường là một môi trường vật chất có cơ sở như sau : Tuy ta không có thể cảm nhận được điện trường trực tiếp bằng mắt hoặc bằng tay..., nhưng ta lại có rất nhiều phương pháp và phương tiện khách quan để phát hiện ra sự tồn tại của điện trường.

Có thể có hai cách quan niệm về vai trò của điện trường trong sự tương tác giữa hai điện tích. Cách thứ nhất : điện trường là môi trường truyền tương tác điện giữa hai điện tích. Cách thứ hai : điện trường tác dụng lực điện trực tiếp lên điện tích khác đặt trong đó. Hai cách quan niệm này không những không mâu thuẫn với nhau mà lại thống nhất với nhau làm một. Thực vậy, ta hãy lấy ví dụ một người đang múc một gàu nước ở dưới giếng lên. Có thể coi dây gàu là vật truyền tương tác giữa người và cái gàu, nhưng cũng có thể coi dây gàu là vật tác dụng lực trực tiếp lên cái gàu. Hai cách xem xét vai trò của dây gàu không có gì mâu thuẫn với nhau cả. Chỉ có điều khác biệt là điện trường thì gắn liền với điện tích, còn dây gàu là vật tách biệt với gàu và người.

Cần chú ý rằng điện tích không chịu tác dụng của điện trường do chính nó gây ra, mà chỉ chịu tác dụng của điện trường do các điện tích khác gây ra. Như vậy, giả sử có hai điện tích  $q_1, q_2$  tương tác với nhau, thì trong không gian xung quanh hai điện tích tồn tại hai điện trường của  $q_1$  và  $q_2$ . Điện trường của  $q_1$  tác dụng lực lên  $q_2$  và ngược lại. Một điện tích thứ ba nằm trong vùng không gian trên sẽ chịu tác dụng đồng thời của cả hai điện trường của  $q_1$  và  $q_2$ .

## 2. Về cường độ điện trường

HS thường nhầm lẫn mối quan hệ giữa  $\vec{E}$  và  $q$  và cho rằng về độ lớn  $E$  tỉ lệ nghịch với  $q$ . Thực ra mối quan hệ giữa  $\vec{E}, \vec{F}$  và  $q$  trong công thức  $\vec{F} = q\vec{E}$  hoàn toàn tương tự như mối quan hệ giữa  $\vec{g}, \vec{P}$  và  $m$  trong công thức  $\vec{P} = m\vec{g}$ , với  $\vec{E}$  và  $\vec{g}$  đặc trưng riêng cho trường. Ở lớp 10 ta đã quá quen với quan niệm cho rằng  $\vec{g}$  là gia tốc chuyển động của vật mà quên mất rằng  $\vec{g}$  là đặc trưng riêng của trọng trường và không dính dáng gì đến vật : mọi vật đều rơi với cùng một gia tốc  $\vec{g}$ .  $q$  và  $m$  là đặc trưng riêng của vật. Còn  $\vec{F}$  và  $\vec{P}$  là đặc trưng cho tác dụng lực của trường lên vật, chúng vừa phụ thuộc vào trường vừa phụ thuộc vào vật.

$q$  và  $m$  dùng để phát hiện sự tồn tại của trường. Dĩ nhiên là độ lớn của trường ( $E$  và  $g$ ) không thể phụ thuộc vào độ lớn của các vật đó được.

Nếu như  $\vec{E}$  là vectơ trường của điện trường thì  $\vec{g}$  phải là vectơ trường của trọng trường.

Cần chú ý rằng cường độ điện trường là một đại lượng vectơ. Tại mỗi điểm thì cường độ điện trường có một phương, chiều và độ lớn nhất định. Vectơ cường độ điện trường là một mô hình dùng để biểu diễn cường độ điện trường. Tại mỗi điểm, vectơ cường độ điện trường có phương và chiều là phương và chiều của cường độ điện trường ; có môđun (độ dài) tỉ lệ thuận với độ lớn của cường độ điện trường theo một tỉ xích nào đó.

Độ lớn của cường độ điện trường cho biết giá trị của nó là bao nhiêu vôn trên mét tại điểm mà ta xét. Giá trị này là một giá trị số học. Vì vậy, nên viết  $E = \frac{F}{|q|}$  thì hợp lí hơn.

### 3. Về đường sức điện

Để phát hiện các đường sức điện, ta tạo ra điện trường trong một bình dầu cách điện trong suốt rồi cho vào trong đó những hạt mạt cưa. Mỗi hạt mạt cưa sẽ bị phân cực và trở thành một lưỡng cực điện. Dưới tác dụng của điện trường thì lưỡng cực điện nằm ở điểm nào sẽ bị quay cho đến khi trục lưỡng cực trùng với vectơ cường độ điện trường tại điểm đó. Vì vậy, các hạt mạt cưa sẽ nằm dọc theo các đường sức điện tạo ra một hình ảnh của điện trường.

Phải chăng đường sức điện chỉ là mô hình dùng để biểu diễn điện trường ?

Có nhà giáo dục ở nước ta khi viết SGK thực nghiệm cho bậc Tiểu học đã dạy HS chỉ vào *hình vẽ* cây chuối trong sách để nói đó là *mô hình* của cây chuối. Điều đó là hoàn toàn đúng. Đối với các đường sức điện cũng vậy. Các đường cong cũng như các ảnh chụp đường sức điện in trong SGK cũng chỉ là những mô hình. Nhưng chúng không phải là mô hình của điện trường mà là mô hình của các đường sức có thật trong điện trường. Chỉ có điều khác là cây chuối là một thực thể vật chất mà ta có thể nhận biết trực tiếp được, còn các đường sức điện là một cấu trúc của vật chất mà ta không thể nhận biết trực tiếp được. Theo Fa-ra-đây, các đường sức điện là những *cấu trúc thực* của điện trường. Chẳng hạn, muốn vẽ một đường sức điện đi qua một điểm nhất định trong một điện trường thì mọi người đều phải vẽ một đường như nhau. Điều đó chứng tỏ đường sức điện có tính khách quan, ta không thể biểu diễn điện trường bằng những đường tùy tiện được.

## IV – GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

Bài này được dạy trong hai tiết. Có thể phân bố như sau :

– Tiết 1 : I – Điện trường và II – Cường độ điện trường (các mục 1, 2, 3, 4, 5).

– Tiết 2 : 6. Nguyên lí chồng chất điện trường và III – Đường sức điện.

Có thể cắt một phần nội dung của tiết 1 để đưa sang tiết 2.

**1. Mục I (Điện trường)** chỉ nhằm giới thiệu khái niệm sơ lược về điện trường. Không nên đưa HS vào những ý nghĩa sâu xa hoặc những vấn đề có tính triết học về điện trường. Chỉ cần cho HS nắm được điện trường là môi trường vật chất truyền lực điện và gắn liền với điện tích.

**2. Mục II (Cường độ điện trường)** là phần chính của bài.

Trong các SGK Vật lí 11 trước đây của ta, người ta hình thành khái niệm cường độ điện trường một cách tổng quát dựa vào điều khẳng định là tại một điểm nhất

định, tỉ số  $\frac{F}{q}$  là một đại lượng không đổi, không phụ thuộc vào  $q$  mà chỉ phụ

thuộc vào điện trường tại đó, nên người ta gọi nó là cường độ điện trường... Cách hình thành khái niệm như vậy thực ra quá trừu tượng đối với HS phổ thông. Vì vậy, ta chọn cách tiếp cận sau : Vì cường độ điện trường đặc trưng cho tác dụng lực của điện trường, nên ta có thể lấy cường độ của lực điện tác dụng lên điện tích thử 1 C làm số đo của cường độ điện trường tại điểm mà ta xét. Mặt khác, cường độ của lực điện lại luôn luôn tỉ lệ thuận với độ lớn  $q$  của điện tích thử (xem phần chữ nhỏ

ở cột phụ trang 16 SGK). Vì vậy, tỉ số  $\frac{F}{q}$  chính là cường độ của lực điện tác dụng

lên điện tích thử 1 C. Cách hình thành định nghĩa này cũng được nhiều tác giả nước ngoài sử dụng.

Để tránh làm HS lúng túng, trong quá trình hình thành khái niệm, ta chưa cần nhấn mạnh vào các đặc điểm là  $E$  không phụ thuộc  $q$  hoặc  $F$  tỉ lệ thuận với  $q$ ... Chỉ sau khi nêu các đặc điểm của cường độ điện trường, đơn vị đo cường độ điện trường và công thức tính cường độ điện trường của một điện tích điểm, ta mới nhấn mạnh ý : độ lớn của cường độ điện trường không phụ thuộc độ lớn của điện tích thử.

**3. Mục III (Đường sức điện)** tuy không quan trọng bằng phần trên, nhưng đây là vấn đề mà lần đầu tiên HS được học, hơn nữa nó lại còn có nhiệm vụ chuẩn bị cho HS tiếp cận với kiến thức tương tự trong Điện từ học là đường sức từ, nên không nên dạy một cách lướt qua.

SGK Vật lí 11 cũ coi đường sức điện chỉ là một mô hình dùng để biểu diễn điện trường, hơn nữa, sách này còn cho rằng đó chỉ là một cách thuận tiện nhất trong số rất nhiều cách biểu diễn điện trường. Vì vậy, sách hình thành khái niệm đường sức điện xuất phát từ một định nghĩa có tính chất áp đặt.

Trong SGK Vật lí 11 này, ta coi các đường sức điện như một cấu trúc thực của điện trường, tồn tại khách quan và các đường sức trong điện phổ mà ta chụp ảnh hoặc vẽ được chỉ là hình ảnh ghi lại của những đường có thật đó. Vì vậy ta bắt đầu hình thành khái niệm đường sức điện bằng việc cho HS quan sát ảnh chụp của các đường sức điện. Sau đó, xuất phát từ việc phân tích cách hình thành các đường sức trong ảnh, ta đi đến định nghĩa các đường sức điện, rồi đến phép vẽ các đường sức điện.

## V – TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP

**C1.** Nếu đặt tại điểm  $M$  trong điện trường một điện tích thử dương  $q$  thì phương và chiều của lực điện tác dụng lên  $q$  sẽ cho biết phương và chiều của cường độ điện trường tại đó. Vì vậy, vectơ cường độ điện trường của điện tích điểm dương sẽ hướng ra xa điện tích đó ; của điện tích âm sẽ hướng về điện tích đó.

**C2.** Ở gần điện tích  $Q$ , các đường sức sát nhau, ở xa điện tích  $Q$ , các đường sức nằm xa nhau. Điều đó chứng tỏ, ở gần điện tích  $Q$  thì cường độ điện trường lớn, ở xa điện tích  $Q$  thì cường độ điện trường nhỏ.

9. B.                    10. D.

11.  $144 \cdot 10^3$  V/m.

**12.** Điện tích  $q_1 = 3 \cdot 10^{-8}$  C đặt tại điểm  $A$ , điện tích  $q_2 = -4 \cdot 10^{-8}$  C đặt tại điểm  $B$  ;  $AB = 10$  cm. Gọi  $C$  là điểm mà tại đó cường độ điện trường bằng không. Gọi  $\vec{E}_{1C}$  và  $\vec{E}_{2C}$  là cường độ điện trường của  $q_1$  và  $q_2$  tại  $C$ . Tại đó  $\vec{E}_{1C} = -\vec{E}_{2C}$ . Hai vectơ này phải cùng phương, tức là điểm  $C$  phải nằm trên đường thẳng  $AB$  (Hình 3.1). Hai vectơ này phải ngược chiều, tức là phải nằm ngoài đoạn  $AB$ . Hai vectơ này phải có môđun bằng nhau, tức là điểm  $C$  gần  $A$  hơn  $B$  vì  $|q_1| < |q_2|$ .



Hình 3.1

Đặt  $AB = l$  và  $AC = x$ , ta có :

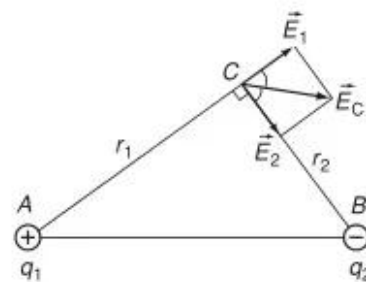
$$k \frac{|q_1|}{x^2} = k \frac{|q_2|}{(l+x)^2} \text{ hay } \left( \frac{l+x}{x} \right)^2 = \frac{|q_2|}{|q_1|} = \frac{4}{3} \text{ hay } x = 64,6 \text{ cm.}$$

Ngoài ra còn phải kể tất cả các điểm nằm rất xa  $q_1$  và  $q_2$ . Tại điểm  $C$  và các điểm này thì cường độ điện trường bằng không, tức là không có điện trường.

13. Đặt  $AC = r_1$  và  $BC = r_2$ . Gọi  $\vec{E}_1$  và  $\vec{E}_2$  là cường độ điện trường do  $q_1$  và  $q_2$  gây ra ở  $C$  (Hình 3.2).

$$E_1 = k \frac{|q_1|}{r_1^2} = 9 \cdot 10^5 \text{ V/m (hướng theo phương AC).}$$

$$E_2 = k \frac{|q_2|}{r_2^2} = 9 \cdot 10^5 \text{ V/m (hướng theo phương CB).}$$



Hình 3.2

Vì tam giác  $ABC$  là tam giác vuông nên hai vectơ  $\vec{E}_1$  và  $\vec{E}_2$  vuông góc với nhau.

Gọi  $\vec{E}_C$  là cường độ điện trường tổng hợp :

$$\vec{E}_C = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$$

$$E_C = \sqrt{2}E_1 = 12,7 \cdot 10^5 \text{ V/m.}$$

Vectơ  $\vec{E}_C$  làm với các phương  $AC$  và  $BC$  những góc  $45^\circ$  và có chiều như trên hình vẽ.