

3 ĐIỆN TRƯỜNG

I - Mục tiêu

– Trả lời được câu hỏi điện trường là gì và tính chất cơ bản của điện trường là tính chất gì.

– Phát biểu được định nghĩa cường độ điện trường. Vận dụng được biểu thức xác định cường độ điện trường của một điện tích điểm.

– Trình bày được khái niệm đường sức điện và ý nghĩa của đường sức điện, các tính chất của đường sức điện.

– Trả lời được câu hỏi điện trường đều là gì và nêu lên được một ví dụ về điện trường đều.

– Phát biểu được nội dung của nguyên lí chồng chất điện trường.

II - Chuẩn bị

Giáo viên

Thiết bị thí nghiệm về điện phổ.

Học sinh

Xem lại đường sức từ, từ phổ (đã học ở THCS) để học về đường sức điện, điện phổ ở bài này.

III - Những điều cần lưu ý

1. Việc trình bày khái niệm điện trường trong SGK khác với cách trình bày cũ ở hai điểm. Thứ nhất là nội dung định nghĩa khái niệm điện trường. Trong SGK cũ ta nói điện trường là một dạng vật chất.

Trong SGK mới, khái niệm điện trường được định nghĩa đơn giản hơn. Nơi nào có lực điện tác dụng lên điện tích thì ta nói nơi đó có điện trường. Định luật Cu-lông cho biết hai điện tích ở gần nhau thì có lực điện tác dụng lên chúng. Vậy ta nói điện trường tồn tại ở khoảng không gian xung quanh điện tích.

Thứ hai là cách đưa ra khái niệm điện trường. Phương pháp cũ thường là xuất phát từ cách đặt vấn đề có tính chất rất tổng quát. Còn ở đây ta dựa vào điều mà HS đã biết là trường hấp dẫn để đưa ra khái niệm điện trường. Cụ thể là ở SGK lớp 10, xuất phát từ lực hấp dẫn ta đưa ra khái niệm trường hấp dẫn, trường hấp dẫn gây ra lực hấp dẫn. Khoa học cũng chứng minh rằng lực điện là do một trường nào đó gây ra. Trường gây ra lực điện gọi là điện trường.

2. SGK coi tính chất gây ra lực điện tác dụng lên điện tích là tính chất cơ bản của điện trường. Tuy vậy, không nên hiểu tính chất của điện trường chỉ bó hẹp ở chỗ gây ra lực điện. Thực ra tính chất đó không phải là tính chất cơ bản duy nhất của điện trường. Ngoài ra điện trường còn có những tính chất khác cũng rất cơ bản, chẳng hạn như điện trường có năng lượng (điều này sẽ được nói đến ở bài 8 SGK). Vì ở những bài đầu của chương ta không thể đưa ra nhiều tính chất của điện trường, tránh gây ra những rắc rối không đáng có cho HS, nên chỉ đưa ra một tính chất như vừa nói.

3. Khái niệm điện trường đã được đưa ra từ thế kỉ XIX. Với sự phát triển của khoa học, nội dung của khái niệm điện trường cũng thay đổi cùng với thời gian. Điều này được gắn một cách chặt chẽ với sự phát triển về quan điểm tương tác, đó là tương tác xa và tương tác gần.

Đầu tiên, người ta cho rằng hai điện tích cách nhau một khoảng nào đó vẫn tương tác với nhau mà không cần đến một thực thể vật lí nào. Đó là quan điểm tương tác xa. Theo quan điểm tương tác xa thì việc đưa ra khái niệm điện trường chỉ là một biện pháp toán học, điện trường được hiểu như một trường toán học, nó được đưa ra để làm cho việc mô tả trường lực điện được dễ dàng hơn.

Ngày nay, có những cơ sở lí thuyết cũng như những bằng chứng thực nghiệm chứng tỏ rằng quan điểm tương tác xa là không đúng. Bởi vì, theo quan điểm tương tác xa thì tương tác giữa hai điện tích được truyền đi một cách tức thời. Nghĩa là nếu điện tích q_1 có một biến đổi nào đó, thì theo công thức định luật Cu-lông, điện tích q_2 sẽ nhận thấy ngay lập tức những biến đổi của q_1 thể hiện ra ở lực tác dụng lên nó.

Quan điểm cho rằng xung quanh điện tích có điện trường gọi là quan điểm tương tác gần. Hai điện tích cách nhau một khoảng nào đó tương tác với nhau là vì điện tích này nằm trong điện trường của điện tích kia. Điều đó có nghĩa là điện trường là một thực thể vật lí, một môi trường vật lí. Với quan điểm tương tác gần, thì khi điện tích q_1 có một biến đổi, điện trường của nó cũng biến đổi, nhưng phải sau một khoảng thời gian nào đó ảnh hưởng do sự biến đổi của q_1 mới truyền đến điểm đặt điện tích q_2 . Vậy theo quan điểm tương tác gần, ta hiểu rằng định luật Cu-lông là đúng trong phạm vi tĩnh điện.

4. Cách đưa định nghĩa đường sức điện ở đây không khác so với cách trình bày trong SGK cũ. GV cần làm nổi bật hai điều sau : một là, đường sức điện là đường (thường là đường cong) do ta vẽ ra sao cho ở bất kì điểm nào vectơ cường độ điện trường cũng tiếp tuyến với đường đó ; hai là, mỗi đường sức có một chiều xác định, chiều của đường sức tại một điểm biểu diễn chiều của vectơ cường độ điện trường tại điểm đó.

5. So với cách trình bày cũ thì trong SGK có đưa thêm vào khái niệm điện phổ, đó là một khái niệm mới. Người ta dùng một loại hạt cách điện kích thước rất nhỏ (chẳng hạn các hạt phấn hoa) rắc đều lên trên một lớp dầu cách điện. Cũng có thể dùng những sợi chỉ mảnh cách điện hay những sợi tóc cắt vụn thành những đoạn rất ngắn để thay cho các hạt nhỏ nói trên.

Nếu tạo ra một điện trường trong dầu, chẳng hạn đặt một quả cầu nhỏ tích điện vào trong dầu, thì dưới tác dụng của điện trường, các hạt bột hay những đoạn chỉ ngắn sẽ bị phân cực, do đó chúng sẽ tự xoay hướng và sắp xếp thành những đường trong dầu mà mắt ta có thể nhìn thấy. Ta gọi hệ thống các đường được tạo thành bởi các hạt nhỏ hay bởi các đoạn chỉ ngắn nói trên là điện phổ.

Những đường cong tạo bởi những hạt nhỏ hay những đoạn chỉ cho phép ta hình dung hình ảnh các đường sức điện. Để cho gọn, sau này ta sẽ gọi các đường tạo thành điện phổ là "đường hạt bột".

6. Nguyên lí chồng chất điện trường ở đây được trình bày dưới dạng hệ thức $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots + \vec{E}_n$, nghĩa là nguyên lí chồng chất điện trường thực chất là dẫn đến phép cộng các vectơ. Tuy nhiên, ở đây có một chi tiết GV nên lưu ý. Đó là ý nghĩa của các vectơ $\vec{E}_1, \vec{E}_2, \dots$. Trong SGK, không nói $\vec{E}_1, \vec{E}_2, \dots$ là các cường độ điện trường của các điện tích q_1, q_2, \dots tương ứng mà nói $\vec{E}_1, \vec{E}_2, \dots$ là các cường độ điện trường *chỉ* của các điện tích q_1, q_2, \dots tương ứng. Điện trường tổng hợp \vec{E} của hệ hai điện tích bằng tổng của hai điện trường \vec{E}_1 và \vec{E}_2 . Điện trường \vec{E}_1 được gây ra bởi q_1 như khi chỉ có mình nó, \vec{E}_2 được gây ra bởi điện tích q_2 như khi chỉ có mình nó. Nói cách khác, nguyên lí chồng chất điện trường coi rằng khi các điện tích hợp thành hệ thì điện tích này không làm ảnh hưởng đến điện trường của điện tích kia.

IV - Gợi ý về phương pháp và tổ chức hoạt động dạy học

1. Điện trường

Nội dung mục thứ nhất là đưa ra khái niệm điện trường và nêu lên tính chất cơ bản của điện trường.

Về khái niệm điện trường, chỉ yêu cầu HS hiểu rằng điện trường tồn tại xung quanh điện tích, nó là nguyên nhân gây ra lực điện tác dụng lên điện tích, vì vậy nơi nào có lực điện tác dụng lên điện tích thì nơi đó có điện trường.

Ở lớp 10, HS đã được biết về trường hấp dẫn, vì vậy GV nên chú ý làm cho HS quen với sự liên tưởng khi đưa ra khái niệm điện trường, vì về sau GV còn nhiều dịp cần sử dụng đến nó.

Tính chất cơ bản của điện trường là gây ra lực điện tác dụng lên điện tích. Đây là một nội dung đơn giản nhưng GV không thể bỏ qua, bởi vì việc đưa ra khái niệm điện trường gắn liền với lực điện. Lực điện là một dấu hiệu để nhận ra điện trường. GV nên nhấn mạnh điều đó với HS.

Trong mục này có đưa ra khái niệm điện tích thử. Điện tích thử là một điện tích dùng để phát hiện ra lực điện, để nhận biết được ở một nơi nào đó có điện trường hay không. Khi nói về điện tích thử cần lưu ý hai điểm : kích thước nhỏ và điện lượng nhỏ. Kích thước nhỏ để có thể coi là điện tích điểm. Điện lượng nhỏ để điện tích thử không ảnh hưởng đến điện trường ngoài. Điện tích thử thường được hiểu là điện tích dương nhưng không bắt buộc phải là điện tích dương.

HS có thể thắc mắc :

– Có thể nói : "Tính chất cơ bản của điện trường là điện trường tác dụng lực lên điện tích đặt trong nó" được không ?

* Gợi ý giải đáp : Nếu hiểu ngầm rằng lực trong câu phát biểu đó là lực điện thì cũng có thể nói được như vậy. Tuy nhiên, nên nói rõ lực điện thì hơn. Sở dĩ cần phải nói rõ lực điện là có ẩn ý nhấn mạnh rằng, lực mà điện trường tác dụng lên điện tích là một loại lực khác với những lực mà HS đã biết, chẳng hạn lực hấp dẫn, lực mà vật này va chạm vào vật kia, lực ma sát, lực hút hay đẩy giữa hai nam châm,...

2. Cường độ điện trường

Cường độ điện trường được định nghĩa bằng hệ thức (3.1) $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$. Từ hệ thức (3.1) ta suy ra công thức (3.2) xác định lực điện tác dụng lên điện tích q : $\vec{F} = q\vec{E}$. Tuy nhiên, GV cần làm cho HS chú ý rằng hai công thức (3.1) và (3.2) có ý nghĩa khác nhau. Công thức (3.1) là công thức định nghĩa cường độ điện trường \vec{E} còn (3.2) là công thức biểu diễn sự phụ thuộc của \vec{F} vào q và \vec{E} . Vì vậy, tại một điểm nhất định trong điện trường đại lượng ở vế trái của hệ thức (3.1) là đại lượng không đổi, không phụ thuộc vào độ lớn, cũng không phụ thuộc vào dấu của điện tích q trong công thức đó. Khi q thay đổi thì \vec{F} cũng thay đổi, nhưng thương số $\frac{\vec{F}}{q}$, tức là vectơ \vec{E} , thì không đổi. Còn trong công thức (3.2), đại lượng \vec{F} ở vế trái của công thức đó thay đổi theo q và \vec{E} .

GV có thể sử dụng gợi ý [C1] để giúp HS hiểu sâu thêm vấn đề này.

Trả lời [C1] : Câu phát biểu của bạn đó không đúng, hệ thức (3.1) là hệ thức định nghĩa cường độ điện trường \vec{E} . Tại một điểm xác định trong điện trường, khi q thay đổi thì \vec{F} cũng thay đổi, nhưng \vec{E} thì không đổi.

3. Đường sức điện

a) Ở lớp 9 HS đã được học về các đường sức từ, vì vậy HS đã có được một số những hiểu biết ban đầu là có thể dùng cách vẽ các đường sức từ để mô tả từ trường. Đồng thời ở lớp 9, HS cũng đã biết cách dựa vào từ phổ để vẽ các đường sức từ. Vì vậy, ở đây GV có thể dựa vào những điều mà HS đã biết ở lớp 9 để đưa ra khái niệm về các đường sức điện và vẽ các đường sức điện.

Khi nói về việc vẽ đường sức điện, có người nghĩ đến phương pháp tô theo các "đường hạt bột". Cũng có thể làm như vậy nhưng không nên làm cho HS hiểu nhầm rằng, chỉ có những "đường hạt bột" của điện phổ là các đường sức, ngoài các đường đó ra thì không thể vẽ được đường sức nào khác nữa.

b) Sau đây là một gợi ý về cách giảng dạy khái niệm đường sức điện. Trước hết, GV dùng Hình 3.5 SGK và cho HS nhận xét điện phổ của một quả cầu nhỏ nhiễm điện. Nhận xét cần được rút ra là các "đường hạt bột" của điện phổ này là các đường thẳng, hình như chúng xuất phát từ quả cầu rồi đi ra xa. Sau đó, GV gợi ý để HS nhận thấy rằng, nếu đặt một điện tích tại những điểm bất kì trên đường thẳng đó thì phương của lực điện tác dụng lên điện tích trùng với đường thẳng đó. Từ đó đi đến nhận xét là cường độ điện trường tại các điểm trên "đường hạt bột" đều nằm trên "đường hạt bột" này.

Sau đó, GV mở rộng vấn đề bằng việc khảo sát một hệ gồm hai điện tích $+Q, -Q$ đặt cách nhau một khoảng nhỏ. GV gợi cho HS nhớ lại nguyên lí chồng chất điện trường (cụ thể là phép cộng các vectơ cường độ điện trường) và yêu cầu HS vẽ phác qua (không đòi hỏi chính xác) vectơ cường độ điện trường của hệ hai điện tích $+Q, -Q$ ở một số điểm. Từ hình vẽ, GV dẫn dắt HS đến nhận xét là có thể vẽ những đường cong sao cho các vectơ cường độ điện trường tiếp tuyến với đường cong đó.

Cuối cùng, cần nói về chiều của các đường cong vừa vẽ. Trong ví dụ đang nói ở đây thì HS đã biết chiều của cường độ điện trường tại một số điểm trên đường cong đó. Biết được chiều của cường độ điện trường ta có thể nói

về chiều của đường cong đó. Nói một cách chặt chẽ, chỉ sau khi đã nói được về chiều của đường cong thì đường cong đó mới gọi là đường sức điện.

GV có thể dùng gợi ý **C2** để nhấn mạnh về sự khác nhau giữa các "đường hạt bột" của điện phổ với các đường sức. Các "đường hạt bột" cho ta biết dạng và sự phân bố của các đường sức trong điện trường. Nhưng bản thân các "đường hạt bột" không cho ta biết chiều của cường độ điện trường nên nói một cách chặt chẽ, thì các đường đó chưa thể coi là các đường sức. Tuy nhiên, đôi khi người ta vẫn coi các "đường hạt bột" đó là đường sức điện.

c) Khi dạy về các tính chất của đường sức điện, GV có thể giải thích về ý nghĩa các tính chất đó như sau.

- Tại mỗi điểm trong điện trường, nói chung, ta có thể vẽ được một đường sức điện đi qua và chỉ một mà thôi. Có hai điểm GV nên chú ý :

Thứ nhất là tại điểm nào điện trường khác không thì tại điểm đó phải tồn tại cường độ điện trường \vec{E} , nghĩa là có thể vẽ được đường sức điện qua điểm đó. Hiển nhiên là ở đây không nói đến một vài trường hợp đặc biệt, đó là một vài điểm trong điện trường mà tại đó cường độ điện trường bằng không. Ở những điểm đó không có đường sức điện đi qua.

Thứ hai là tại sao "chỉ vẽ được một đường sức điện" ? Bởi vì tại mỗi điểm trong điện trường chỉ được đặc trưng bằng một vectơ cường độ điện trường.

- Các đường sức điện xuất phát từ các điện tích dương, tận cùng tại các điện tích âm. Tuy nhiên có một số ít trường hợp, đường sức điện xuất phát từ vô cực hay tận cùng tại vô cực. GV có thể dùng Hình 3.3 SGK để giải thích về điểm xuất phát và điểm tận cùng của các đường sức điện.

- Các đường sức điện không bao giờ cắt nhau. Tính chất này đã được giải thích trong SGK : Nếu hai đường sức điện cắt nhau thì tại một điểm có thể vẽ được hai vectơ cường độ điện trường, điều đó không bao giờ xảy ra.

- Nơi nào cường độ điện trường lớn hơn thì các đường sức ở đó được vẽ mau hơn,... Có thể dùng các thí nghiệm về điện phổ để minh họa điều đó. Chẳng hạn trên các Hình 3.5 ; 3.6 SGK, những điểm ở gần quả cầu nhiễm điện các "đường hạt bột" ở sát nhau hơn những điểm ở xa quả cầu.

4. Điện trường đều

Điện trường đều là một dạng điện trường mà sự phân bố đường sức có dạng đơn giản nhất. Trong dạy và học, GV và HS rất hay gặp loại điện trường này (chẳng hạn nó sẽ được nói đến trong các bài 4, bài 6... SGK.)

Trong SGK, khái niệm điện trường đều được đưa ra dưới dạng thông báo sau khi đã đưa ra khái niệm đường sức, và đã xét điện phổ của hai tấm kim loại song song tích điện trái dấu. Làm như vậy là vì hai lí do sau đây : Thứ nhất, ở THCS HS đã biết đến điện trường đều trong một trường hợp duy nhất là điện trường bên trong hai tấm kim loại phẳng song song tích điện trái dấu. Thứ hai, điều đáng để ý nhất về đường sức của điện trường đều là ở chỗ đường sức của điện trường đều là những đường thẳng song song cách đều nhau.

5. Điện trường của một điện tích điểm

Ở đây, ta dùng phương pháp suy luận để xây dựng công thức xác định cường độ điện trường của một điện tích điểm. Nói về điện trường của điện tích điểm, có hai điều cần chú ý. Đó là hướng và độ lớn của cường độ điện trường. Cường độ điện trường của điện tích dương hướng ra xa điện tích, của điện tích âm hướng về phía điện tích. Tại những điểm cách điện tích những khoảng bằng nhau thì độ lớn của cường độ điện trường bằng nhau. Có thể dùng các Hình 3.1 a, b SGK để làm cho HS hiểu rõ những điều nói trên.

Để giúp HS chú ý hơn đến hướng của cường độ điện trường phụ thuộc vào dấu của điện tích, GV có thể dùng gợi ý [C3]. Trong gợi ý [C3] chưa nói đến dấu của các điện tích, GV hướng dẫn HS tự đề ra giả thiết về dấu của điện tích và tìm lời giải theo các giả thiết đó.

6. Nguyên lí chồng chất điện trường

Ở mục này, SGK phát biểu nguyên lí cho trường hợp tổng quát. Khi dạy, GV cũng có thể phát biểu cho trường hợp đơn giản là trường hợp có hai điện trường thành phần sau đó tổng quát hoá cho trường hợp chung. GV cần lưu ý HS về phép cộng vectơ, đó là phép cộng theo nguyên tắc hình bình hành.

V - Hướng dẫn trả lời câu hỏi và giải bài tập

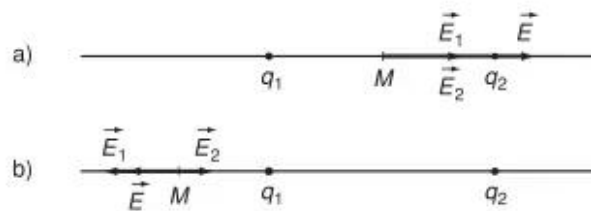
Câu hỏi

1. Sai. Nếu đó là lực tác dụng lên điện tích âm thì \vec{E} ngược chiều với \vec{F} .
2. Tính chất cơ bản của điện trường là : điện trường gây ra lực điện tác dụng lên điện tích đặt trong nó.

3. Quỹ đạo chuyển động của điện tích điểm nói chung không trùng với đường sức, trừ trường hợp đặc biệt : điện tích điểm không có vận tốc ban đầu chuyển động trong điện trường đều.
4. Xem mục 3.b SGK.

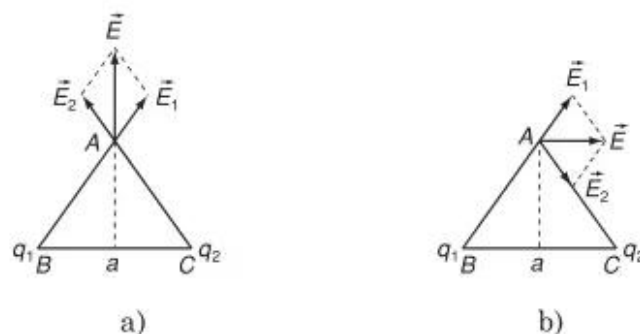
Bài tập

1. B.
2. B. Vì $Q < 0$ nên $-Q > 0$.
3. Dùng công thức $F = |q|E$, trong đó đã biết $F = 2.10^{-4}$ N ; $E = 0,16$ V/m. Từ đó tính được $|q|$.
4. Độ lớn của cường độ điện trường : $E = 9.10^9 \frac{Q}{r^2}$, trong đó đã biết $Q = 5.10^{-9}$ C, $r = 0,1$ m. Từ đó tính được E , phương của \vec{E} là đường thẳng qua A, B. Chiều của \vec{E} hướng ra xa Q.
5. a) \vec{E} trong trường hợp này được vẽ trên Hình 3.1a. $E = E_1 + E_2$.
b) \vec{E} trong trường hợp này được vẽ trên Hình 3.1b. $E = E_1 - E_2$.



Hình 3.1

6.



Hình 3.2

a) Phương và chiều của vectơ \vec{E} được biểu diễn trên Hình 3.2a ($\vec{E} \perp BC$).

$$E = 2.9.10^9 \frac{q}{a^2} \cdot \cos 30^\circ \approx 1,2.10^{-3} \text{V/m}$$

b) Phương và chiều của vectơ \vec{E} được biểu diễn trên hình 3.2b ($\vec{E} \parallel BC$).

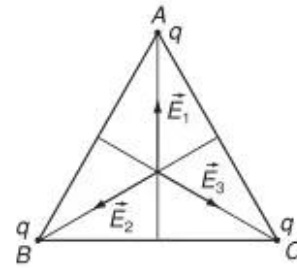
$$E = 9.10^9 \frac{q}{a^2} \approx 0,70.10^{-3} \text{V/m}$$

7. Giả sử $q < 0$, các vectơ điện trường $\vec{E}_1, \vec{E}_2, \vec{E}_3$ được biểu diễn trên hình 3.3.

$$E_1 = E_2 = E_3$$

Do đó

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 = \vec{0}$$



Hình 3.3