

6 VẬT DẪN VÀ ĐIỆN MÔI TRONG ĐIỆN TRƯỜNG

Bài này sẽ khảo sát những tính chất của vật dẫn và điện môi khi chúng được đặt trong điện trường. Chú ý rằng một vật dẫn tích điện cũng có thể coi là vật dẫn đặt trong điện trường.

1. Vật dẫn trong điện trường

a) Trạng thái cân bằng điện

Một vật dẫn có thể được tích điện bằng hưởng ứng, bằng cọ xát hay bằng tiếp xúc.

Dù được tích điện bằng cách nào, thì lúc đầu của quá trình tích điện cũng có sự di chuyển các điện tích tự do và tạo thành dòng điện trong vật dẫn. Tuy nhiên, dòng điện chỉ tồn tại trong khoảng thời gian rất ngắn. Khi trong vật dẫn không còn dòng điện nữa, người ta nói vật dẫn cân bằng tĩnh điện, hay cũng nói tắt là cân bằng điện.

Sau này, khi nói vật dẫn trong điện trường, ta hiểu ngầm rằng chỉ nói đến trường hợp vật dẫn cân bằng điện trong điện trường.

b) Điện trường trong vật dẫn tích điện

Thí nghiệm chứng tỏ rằng *bên trong vật dẫn, điện trường bằng không*. Điều đó cũng dễ hiểu, vì trong vật dẫn đã có sẵn các điện tích tự do nên nếu điện trường khác không thì nó sẽ tác dụng lực lên các điện tích tự do và gây ra dòng điện. Điều này trái với giả thiết là vật ở trạng thái cân bằng điện.

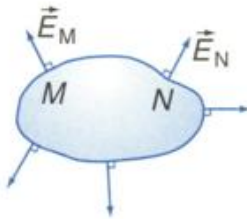
Trong phần rỗng của vật dẫn, điện trường cũng bằng không nếu ở phần này không có điện tích.

Điện trường bên trong vật dẫn rỗng bằng không nên người ta dùng các vật dẫn rỗng làm các *màn chắn điện*. Để các dụng cụ hay các máy móc chính xác không bị ảnh hưởng bởi điện trường ngoài, người ta đặt chúng trong những chiếc hộp kim loại.

Cường độ điện trường tại một điểm trên mặt ngoài vật dẫn vuông góc với mặt vật (Hình 6.1). Vì nếu cường độ điện trường không vuông góc với mặt vật dẫn thì sẽ có một thành phần tiếp tuyến với mặt vật. Thành phần này tác dụng lực lên các điện tích tự do và gây ra dòng điện trên mặt vật.

c) Điện thế của vật dẫn tích điện

- Điện thế trên mặt ngoài vật dẫn.



Hình 6.1 Trên mặt vật dẫn, vectơ cường độ điện trường vuông góc với mặt vật.

C1 Nếu trong phần rỗng của vật dẫn có một điện tích, thì điện trường trong phần rỗng đó bằng bao nhiêu ?

Thí nghiệm

Sơ đồ của thí nghiệm như trên Hình 6.2.

Thí nghiệm chứng tỏ **điện thế tại mọi điểm trên mặt ngoài vật dẫn có giá trị bằng nhau.**

- Điện thế bên trong vật dẫn.

Vì điện trường trong vật dẫn bằng không, nên từ mối liên hệ giữa E và U có thể suy ra rằng điện thế tại mọi điểm bên trong vật dẫn phải bằng nhau và bằng điện thế trên mặt ngoài của vật.

Vậy vật dẫn là **vật đẳng thế.**

d) Sự phân bố điện tích ở vật dẫn tích điện

- Sự phân bố điện tích ở mặt ngoài của vật dẫn.

Thí nghiệm

Sơ đồ thí nghiệm như ở Hình 6.3.

Thí nghiệm chứng tỏ, **ở một vật dẫn rỗng nhiễm điện, thì điện tích chỉ phân bố ở mặt ngoài của vật.**

Với vật dẫn đặc, điện tích cũng chỉ phân bố ở mặt ngoài của vật.

- Sự phân bố điện tích trên vật trong trường hợp mà mặt ngoài có chỗ lồi, chỗ lõm.

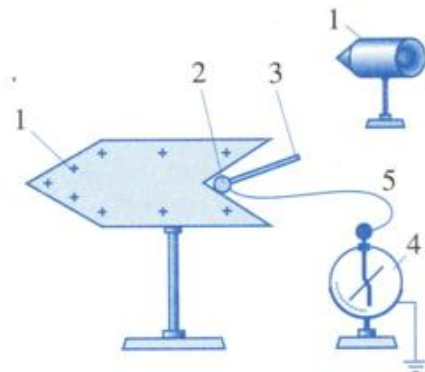
Thí nghiệm

Sơ đồ thí nghiệm như ở Hình 6.4.

Từ thí nghiệm ta rút ra kết luận: **Ở những chỗ lồi của mặt vật dẫn, điện tích tập trung nhiều hơn; ở những chỗ mũi nhọn điện tích tập trung nhiều nhất; ở chỗ lõm hầu như không có điện tích.**

Điện tích phân bố trên mặt ngoài của vật dẫn không đều, nên cường độ điện trường ở gần mặt ngoài của vật cũng khác nhau. Nơi nào điện tích tập trung nhiều hơn, điện trường ở đó mạnh hơn, đặc biệt ở gần các mũi nhọn điện trường rất mạnh.

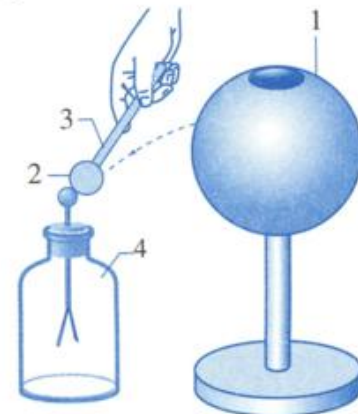
Nếu mũi nhọn đặt trong không khí, thì một số hạt mang điện có sẵn trong không khí ở gần mũi



Hình 6.2 Thí nghiệm về điện thế ở mặt ngoài của vật dẫn.

1. Vật dẫn nhiễm điện; 2. Quả cầu thử bằng kim loại; 3. Tay cầm bằng nhựa; 4. Tĩnh điện kế; 5. Dây nối quả cầu và tĩnh điện kế.

Nối núm kim loại của cần tĩnh điện kế với quả cầu thử. Di chuyển quả cầu thử đến nhiều điểm khác nhau trên mặt vật nhiễm điện. Tại mọi điểm (kể cả những điểm ở phần lõm của vật) góc lệch của kim tĩnh điện kế đều như nhau.

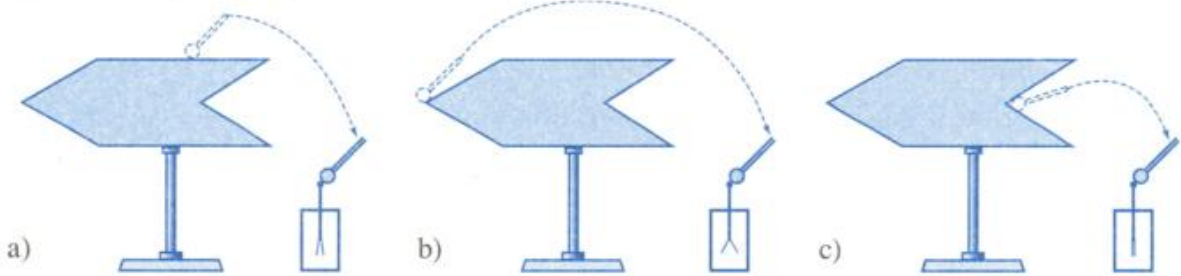


Hình 6.3 Thí nghiệm về sự phân bố điện tích ở mặt ngoài vật dẫn.

1. Quả cầu kim loại nhiễm điện; 2. Quả cầu thử bằng kim loại; 3. Tay cầm bằng nhựa; 4. Điện nghiệm.

Cho quả cầu thử tiếp xúc với mặt ngoài quả cầu kim loại 1. Sau đó đưa quả cầu thử chạm vào núm kim loại của điện nghiệm, ta thấy hai lá kim loại xoè ra. Nhưng nếu cho quả cầu thử tiếp xúc với mặt trong của quả cầu 1 thì hai lá kim loại không xoè ra.

C2 Tại sao ở thí nghiệm Hình 6.2 ta cần nối quả cầu thử với nùm kim loại của tĩnh điện kế còn thí nghiệm ở Hình 6.3 thì không nối quả cầu thử với nùm kim loại của điện nghiệm ?

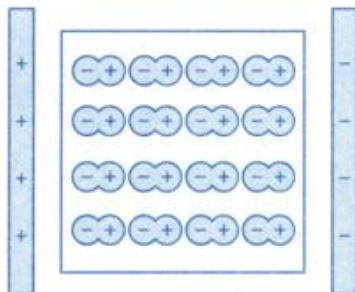


Cho quả cầu thử chạm với mặt vật dẫn nhiễm điện. Sau đó đưa quả cầu đến chạm với nùm kim loại của điện nghiệm. Cứ sau mỗi lần thử như trên, ta khử điện tích ở quả cầu và ở điện nghiệm rồi mới làm phép thử tiếp theo. Quả cầu thử có kích thước nhỏ để cho sau mỗi lần thử, điện tích của vật nhiễm điện thay đổi không đáng kể. Góc xoè của hai lá điện nghiệm ở Hình 6.4b lớn nhất. Ở Hình 6.4c hai lá kim loại hầu như không xoè ra.

Hình 6.4 Thí nghiệm về sự phân bố điện tích ở vật dẫn trong trường hợp mặt ngoài có chỗ lồi, chỗ lõm.

2. Điện môi trong điện trường

Khi đặt một vật điện môi trong điện trường thì hạt nhân và electron trong các nguyên tử của vật đó chịu tác dụng lực của điện trường. Các electron sẽ dịch ngược chiều điện trường. Còn hạt nhân thì hầu như không dịch. Kết quả là mỗi nguyên tử như được kéo dãn ra một chút và chia thành hai đầu mang điện tích trái dấu nhau. Người ta nói *điện môi bị phân cực*.



Hình 6.5 Sự phân cực của điện môi.

Mặt bên trái của mẫu điện môi nhiễm điện âm, mặt bên phải nhiễm điện dương.

Các mặt nhiễm điện của điện môi làm xuất hiện điện trường phụ. Điện trường phụ ngược chiều với điện trường ngoài làm cho điện trường bên trong điện môi giảm. Điện trường giảm kéo theo lực điện tác dụng lên điện tích trong điện môi cũng giảm. Đó là điều ta đã nói đến ở Bài 1.

Khi mẫu điện môi được đặt trong điện trường đều, chẳng hạn đặt trong điện trường bên trong hai tấm kim loại phẳng rộng, song song tích điện trái dấu và bằng nhau, thì do sự phân cực mà các mặt ngoài của điện môi trở thành các mặt nhiễm điện như trên Hình 6.5.

CÂU HỎI

1. Dựa trên căn cứ nào, ta suy đoán rằng cường độ điện trường ở mặt ngoài vật dẫn vuông góc với mặt vật ?
2. Giả sử người ta làm cho một số electron tự do từ một miếng sắt vốn là trung hoà điện di chuyển sang một vật khác. Hỏi khi đó mặt ngoài của miếng sắt là mặt nhiễm điện hay mặt trung hoà điện ?
3. Hãy giải thích vì sao khi đưa một vật nhiễm điện dương lại gần một quả cầu bắc (điện môi) thì quả cầu bắc bị hút về phía vật nhiễm điện dương ? Nếu đưa lại gần quả cầu bắc một vật nhiễm điện âm thì quả cầu bắc bị hút về phía vật nhiễm điện âm hay bị đẩy ra xa vật đó ?

BÀI TẬP

1. Chọn phương án đúng.
Một quả cầu nhôm rỗng được nhiễm điện thì điện tích của quả cầu
A. chỉ phân bố ở mặt trong của quả cầu.
B. chỉ phân bố ở mặt ngoài của quả cầu.
C. phân bố cả ở mặt trong và mặt ngoài của quả cầu.
D. phân bố ở mặt trong nếu quả cầu nhiễm điện âm, ở mặt ngoài nếu quả cầu nhiễm điện dương.
2. Trong các phát biểu sau, phát biểu nào **đúng**, **sai** ? **Đúng Sai**
 - A. Một quả cầu kim loại nhiễm điện dương thì điện thế ở một điểm trên mặt quả cầu lớn hơn điện thế ở tâm quả cầu.
 - B. Một quả cầu bằng đồng nhiễm điện âm thì cường độ điện trường tại điểm bất kì bên trong quả cầu có chiều hướng về tâm quả cầu.
 - C. Cường độ điện trường tại một điểm bên ngoài vật nhiễm điện có phương vuông góc với mặt vật đó.
 - D. Điện tích ở mặt ngoài của một quả cầu kim loại nhiễm điện được phân bố như nhau ở mọi điểm.

Em có biết ?

Theo định luật Cu-lông thì lực tương tác giữa hai điện tích điểm tỉ lệ nghịch với bình phương khoảng cách giữa chúng. Điều này trùng hợp một cách kì lạ với định luật vạn vật hấp dẫn của Niu-tơn. Vì vậy, từ lâu nhiều nhà vật lí đã tìm cách kiểm chứng định luật Cu-lông về sự tỉ lệ nghịch của lực với bình phương khoảng cách $\left(F \sim \frac{1}{r^2}\right)$ chính xác đến mức nào. Bằng lí thuyết người ta chứng minh rằng, nếu định luật Cu-lông đúng thì điện tích mà ta tích cho vật phải phân bố ở mặt ngoài của vật dẫn. Vì vậy, để kiểm chứng định luật Cu-lông người ta làm thí nghiệm chứng minh rằng điện tích chỉ phân bố ở mặt ngoài của vật dẫn tích điện. Đó là lí do tại sao thí nghiệm chứng minh điện tích chỉ phân bố ở mặt ngoài của vật có ý nghĩa rất lớn. Với những dụng cụ thí nghiệm hiện đại người ta đã chứng minh rằng, trong hệ thức lực tương tác giữa hai điện tích điểm, số mũ của r nếu sai khác với 2 thì chỉ sai khác rất ít, nhỏ hơn 10^{-16} . Vì vậy, với tuyệt đại đa số các trường hợp thì định luật tỉ lệ nghịch với bình phương khoảng cách được coi là hoàn toàn chính xác.