

# 8

# NĂNG LƯỢNG ĐIỆN TRƯỜNG

Ngoài tính chất cơ bản đã nói trong bài 3, điện trường còn một tính chất cơ bản nữa là nó có năng lượng.

## 1. Năng lượng của tụ điện

### a) Nhận xét

Trong bộ đèn của máy ảnh có một tụ điện. Tụ điện này được tích điện nhờ bộ pin nhỏ và bộ đổi điện. Khi bấm máy để chụp ảnh trong bóng tối, ta thấy đèn loé sáng. Năng lượng làm cho đèn loé sáng là do tụ điện cung cấp. Điều đó chứng tỏ tụ điện tích điện thì có năng lượng. Ta gọi đó là năng lượng của tụ điện.

### b) Công thức tính năng lượng của tụ điện

Giả sử, điện tích được đưa dần từ xa đến các bán tụ điện, khi đó, ta cần thực hiện công. Theo định luật bảo toàn năng lượng, công này bằng năng lượng của tụ điện. Vì vậy, để tính năng lượng của tụ điện, ta tính công cần thực hiện để đưa điện tích đến các bán. Đầu tiên điện tích của tụ điện bằng không, hiệu điện thế của tụ điện cũng bằng không. Năng lượng của tụ điện lúc đó bằng không. Sau đó, điện tích của tụ điện tăng dần, hiệu điện thế cũng tăng và luôn luôn tỉ lệ với điện tích. Cuối cùng, điện tích của tụ điện bằng  $Q$ , hiệu điện thế của tụ điện bằng  $U$ . Giá trị trung bình của hiệu điện thế của tụ điện trong quá trình

tích điện là  $\frac{U}{2}$ . Do đó công mà nguồn điện đã thực hiện là :

$$A = Q \frac{U}{2}$$

Vậy năng lượng của tụ điện là :

$$W = \frac{QU}{2} \quad (8.1)$$

Sử dụng công thức (7.1) còn có thể viết  $W$  dưới dạng sau :

$$W = \frac{CU^2}{2} = \frac{Q^2}{2C} \quad (8.2)$$

## 2. Năng lượng điện trường

Khi tụ điện tích điện, thì trong tụ điện có điện trường. Vì vậy, năng lượng của tụ điện chính là *năng lượng của điện trường trong tụ điện*.

Sử dụng các công thức (7.3) và (4.5) để rút ra các biểu thức của  $C$  và  $U$ . Sau đó, thay các biểu thức của  $C$  và  $U$  vừa rút ra

vào biểu thức  $\frac{CU^2}{2}$ . Ngoài ra, gọi  $V$  là thể tích khoảng không gian

giữa hai bản tụ điện phẳng thì  $V = Sd$ . Cuối cùng ta được công thức tính năng lượng điện trường trong tụ điện phẳng :

$$W = \frac{\epsilon E^2}{9.10^9.8\pi} V \quad (8.3)$$

Vì điện trường trong tụ điện phẳng là điện trường đều, nên từ (8.3) có thể suy ra công thức xác định năng lượng điện trường trong một đơn vị thể tích, gọi là *mật độ năng lượng điện trường* :

$$w = \frac{\epsilon E^2}{9.10^9.8\pi} \quad (8.4)$$

Công thức (8.4) có ý nghĩa tổng quát, nó đúng cả cho trường hợp điện trường không đều và điện trường phụ thuộc thời gian.

**C1** Hãy rút ra công thức (8.3).

### ?

### CÂU HỎI

1. Hãy viết các công thức xác định năng lượng của tụ điện.
2. Hãy viết công thức xác định năng lượng điện trường trong tụ điện phẳng và rút ra công thức xác định mật độ năng lượng điện trường.

### BÀI TẬP

1. Chọn phương án đúng.

Sau khi ngắt tụ điện phẳng khỏi nguồn điện, ta tịnh tiến hai bản để khoảng cách giữa chúng giảm đi hai lần, khi đó, năng lượng điện trường trong tụ điện :

- A. Tăng lên hai lần.  
B. Tăng lên bốn lần.  
C. Giảm đi hai lần.  
D. Giảm đi bốn lần.
2. Một tụ điện có điện dung  $C = 6 \mu F$  được mắc vào nguồn điện có hiệu điện thế  $U = 100 V$ . Sau khi tụ điện được ngắt khỏi nguồn, điện tích của tụ điện phóng qua lớp điện môi trong tụ điện đến khi tụ điện mất hoàn toàn điện tích. Tính nhiệt lượng tỏa ra ở điện môi trong thời gian phóng điện đó.
3. Một tụ điện có điện dung  $C = 5 \mu F$  được tích điện, điện tích của tụ điện  $Q = 10^{-3} C$ . Nối tụ điện đó vào bộ acquy có hiệu điện thế không đổi  $U = 80 V$ ; bản tích điện dương nối với cực dương, bản tích điện âm nối với cực âm của bộ acquy. Hỏi khi đó năng lượng của bộ acquy tăng lên hay giảm đi ? Tăng hay giảm bao nhiêu ?
4. Một tụ điện không khí phẳng mắc vào nguồn điện có hiệu điện thế  $U = 200 V$ . Hai bản tụ điện cách nhau  $d = 4 mm$ . Hãy tính mật độ năng lượng điện trường trong tụ điện.

### Em có biết ?

#### NĂNG LƯỢNG VÀ CÔNG SUẤT PHÓNG ĐIỆN CỦA TỤ ĐIỆN

Thông thường, năng lượng điện trường tích trữ trong tụ điện là không lớn. Tuy nhiên, nếu làm cho tụ điện giải phóng năng lượng trong một khoảng thời gian rất ngắn thì công suất cũng đáng kể. Chẳng hạn trong việc chụp ảnh cực nhanh, thời gian phóng điện của tụ điện trong bộ đèn vào khoảng  $\frac{1}{200} s$  đến  $\frac{1}{1000000} s$ , thậm chí có thể còn ngắn hơn nữa. Trong khoảng thời gian rất ngắn đó, đèn chiếu phát sáng rất mạnh.

Trong y tế, người ta cũng dùng cách phóng điện của tụ điện qua tim để làm ngừng một cách nhanh chóng những cơn loạn nhịp tim của người bị bệnh đau tim. Đặt hai điện cực trên ngực người bệnh ở chỗ gần tim. Hai bản của tụ điện có hiệu điện thế vào khoảng một nghìn vôn được nối với hai điện cực đó. Thời gian phóng điện vào khoảng vài phần nghìn giây.

Trong những trường hợp trên, công suất phóng điện tức thời của tụ điện có thể có giá trị vào khoảng hàng chục kilôoát đến hàng trăm kilôoát.