9 BÀI TẬP VỀ TỤ ĐIỆN

1. Hai bản của một tụ điện phẳng là các hình tròn, tụ điện được tích điện sao cho điện trường trong tụ điện bằng $3.10^5 \frac{V}{m}$. Khi đó điện tích của tụ điện là $q = 100$ nC. Hãy tính bán kính của các bản. Cho biết bên trong tụ điện là không khí.

Bài giải

Hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện $U = Ed$.

Điện dung của tụ điện $C = \frac{q}{U} = \frac{q}{Ed}$.

Áp dụng công thức tính điện dung của tụ điện phẳng ta viết được :

$$C = \frac{S}{9.10^9.4\pi d} = \frac{q}{Ed}$$

Mặt khác $S = \pi R^2$, do đó ta có :

$$R^2 = \frac{36.10^9 q}{E}$$

Thay số ta được $R = \sqrt{120}.10^{-2} \approx 0{,}11$ m = 11 cm.

2. Có hai tụ điện, tụ điện thứ nhất điện dung $C_1 = 3$ μF, tích điện đến hiệu điện thế $U_1 = 300$ V, tụ điện thứ hai điện dung $C_2 = 2$ μF, tích điện đến hiệu điện thế $U_2 = 200$ V.

a) Xác định hiệu điện thế giữa các bản của tụ điện khi nối hai bản mang điện tích cùng dấu của hai tụ điện đó với nhau.

b) Tính nhiệt lượng toả ra sau khi nối các bản.

Bài giải

a) Hai tụ điện đó được ghép song song nên điện dung của bộ tụ điện là $C = C_1 + C_2$. Gọi q là điện tích của cả bộ thì :

$$U = \frac{q}{C} = \frac{q}{C_1 + C_2}$$

Vì nối hai bản cùng tên với nhau nên :

$$q = q_1 + q_2 = C_1U_1 + C_2U_2$$

Do đó :

$$U = \frac{C_1U_1 + C_2U_2}{C_1 + C_2} = 260 \text{ V}$$

b) Trước khi nối các bản của hai tụ điện đó với nhau, năng lượng tổng cộng của hai tụ điện đó là :

$$W = \frac{1}{2}C_1U_1^2 + \frac{1}{2}C_2U_2^2 = 175.10^{-3} \text{ J}$$

Sau khi nối, năng lượng của bộ tụ điện là :

$$W_b = \frac{CU^2}{2} = \frac{1}{2}(C_1 + C_2)U^2 = 169.10^{-3} \text{ J}$$

Nhiệt lượng toả ra là :

$$Q = W - W_b = 0{,}006 \text{ J}$$

3. Một bộ tụ điện gồm $n = 10$ tụ điện có điện dung giống nhau ghép nối tiếp với nhau. Bộ tụ điện được nối với hiệu điện thế $U = 150$ V.

a) Xác định độ biến thiên năng lượng của bộ tụ điện sau khi có một tụ điện của bộ bị đánh thủng. Có nhận xét gì về kết quả tính được ?

b) Khi tụ điện nói trên bị đánh thủng thì năng lượng của bộ tụ điện bị tiêu hao do sự phóng điện. Tìm năng lượng tiêu hao đó.

Cho biết điện dung của mỗi tụ điện là $C = 8\ \mu$F.

Bài giải

a) Trước khi tụ điện bị đánh thủng, điện dung của bộ tụ điện là $C_b = \frac{C}{n}$ và năng lượng của bộ tụ điện bằng :

$$W_1 = \frac{1}{2}C_bU^2 = \frac{CU^2}{2n}$$

Ở tụ điện bị đánh thủng, hai bản của tụ điện nối với nhau. Sau khi tụ điện bị đánh thủng, điện dung của bộ tụ điện là $C_b' = \frac{C}{n-1}$ và năng lượng của bộ tụ điện bằng :

$$W_2 = \frac{1}{2}C_b^{'}U^2 = \frac{CU^2}{2(n-1)}$$

Độ biến thiên năng lượng của bộ tụ điện là :

$$\Delta W = W_2 - W_1 = \frac{CU^2}{2n(n-1)} = 0,001 \text{ J}$$

Năng lượng của bộ tụ điện tăng lên mặc dù có sự tiêu hao năng lượng do một tụ điện bị đánh thủng.

b) Trước khi tụ điện bị đánh thủng, điện tích của bộ tụ điện là :

$$q_1 = C_bU = \frac{CU}{n}$$

Sau khi tụ điện bị đánh thủng thì :

$$q_2 = C_b^{'}U = \frac{CU}{n-1}$$

Sau khi tụ điện bị đánh thủng, điện tích của bộ tụ điện tăng lên :

$$\Delta q = q_2 - q_1 = \frac{CU}{n(n-1)}$$

Năng lượng của tụ điện tăng lên là do nguồn điện đã thực hiện công để đưa thêm điện tích đến tụ điện :

$$A = \Delta qU = \frac{CU^2}{n(n-1)}$$

Gọi năng lượng tiêu hao do sự đánh thủng là W_{th} thì từ định luật bảo toàn năng lượng ta có thể viết :

$$A = \Delta W + W_{th}$$

Từ đó rút ra :

$$W_{th} = A - \Delta W = \frac{CU^2}{2n(n-1)} = 0,001 \text{ J}$$