

5. Công thức tính công suất tỏa nhiệt của vật dẫn khi có dòng điện chạy qua

1. Định nghĩa

Công suất tỏa nhiệt \mathcal{P} ở vật dẫn khi có dòng điện chạy qua đặc trưng cho tốc độ tỏa nhiệt của vật dẫn đó và được xác định bằng nhiệt lượng tỏa ra ở vật dẫn trong một đơn vị thời gian.

2. Công thức – Đơn vị đo

Công thức xác định công suất tỏa nhiệt ở vật dẫn khi có dòng điện chạy qua:

$$\mathcal{P} = \frac{Q}{t} = R \cdot I^2$$

Trong đó:

\mathcal{P} là công suất tỏa nhiệt.

Q là nhiệt lượng tỏa ra trên vật dẫn trong thời gian t , có đơn vị Jun (J);

t là thời gian dòng điện chạy qua vật dẫn tỏa nhiệt, có đơn vị giây (s);

R là điện trở của vật dẫn, có đơn vị ôm (Ω);

I là cường độ dòng điện chạy qua vật dẫn, có đơn vị ampe (A).

Đơn vị của công suất tỏa nhiệt là Jun trên giây, kí hiệu là $\frac{J}{s}$ hoặc đơn vị Oát, kí

hiệu là W. Ta có $1 \frac{J}{s} = 1W$

3. Mở rộng

Với các dụng cụ có công suất tỏa nhiệt lớn, ta còn dùng đơn vị kilôoát, kí hiệu là kW. Đổi đơn vị như sau: $1 kW = 1000 W$.

Khi biết công suất tỏa nhiệt của dụng cụ điện, ta có thể tính được nhiệt lượng tỏa ra trên dụng cụ điện trong thời gian t như sau:

$$\mathcal{P} = \frac{Q}{t} \Rightarrow Q = \mathcal{P} \cdot t$$

Từ công thức công suất tỏa nhiệt, ta có thể suy ra điện trở của vật dẫn, cường độ dòng điện chạy qua vật dẫn như sau

$$\mathcal{P} = R \cdot I^2 \Rightarrow R = \frac{\mathcal{P}}{I^2}$$

$$\mathcal{P} = R.I^2 \Rightarrow I = \sqrt{\frac{\mathcal{P}}{R}}$$

Sử dụng biểu thức định luật Ôm cho đoạn mạch $I = \frac{U}{R}$, ta có thể biến đổi công thức tính công suất tỏa nhiệt:

$$\mathcal{P} = R.I^2 = R.\left(\frac{U}{R}\right)^2 = \frac{U^2}{R}$$

Trong đó:

+ U là hiệu điện thế hai đầu vật dẫn, có đơn vị vôn (V);

+ R là điện trở của vật dẫn, có đơn vị Ôm (Ω);

4. Ví dụ minh họa

Bài 1: Một bóng đèn dây tóc có ghi 120V – 60W được mắc vào mạch điện để đèn sáng bình thường. Tính điện trở của bóng đèn và cường độ dòng điện chạy qua bóng đèn khi đèn sáng bình thường.

Bài giải:

Trên bóng đèn có ghi 120V là giá trị hiệu điện thế định mức của đèn và 60W là công suất của bóng đèn. Khi đèn sáng bình thường thì nó có công suất 60W ở hiệu điện thế 120V.

Áp dụng công thức công suất, ta có:

$$\mathcal{P} = \frac{U^2}{R} \Rightarrow R = \frac{U^2}{\mathcal{P}} = \frac{120^2}{60} = 240 \text{ (}\Omega\text{)}$$

Cường độ dòng điện chạy qua bóng đèn là

$$\mathcal{P} = R.I^2 \Rightarrow I = \sqrt{\frac{\mathcal{P}}{R}} = \sqrt{\frac{60}{240}} = 0,5 \text{ (A)}$$

Bài 2: Một bếp điện có công suất tỏa nhiệt là $\mathcal{P} = 1,1 \text{ kW}$ được dùng ở mạng điện có hiệu điện thế $U = 120 \text{ V}$.

a) Tính điện trở của bếp điện.

b) Tính nhiệt lượng bếp tỏa ra khi sử dụng liên tục trong thời gian nửa giờ.

Bài giải:

Đổi $1,1 \text{ kW} = 1100 \text{ W}$

a) Điện trở của bếp điện là

$$\mathcal{P} = \frac{U^2}{R} \Rightarrow R = \frac{U^2}{\mathcal{P}} = \frac{120^2}{1100} = 13,09 \text{ } (\Omega)$$

b) Nhiệt lượng bếp tỏa ra trong nửa giờ là

$$Q = \mathcal{P}.t = 1100.(30.60) = 1980000 \text{ (J)} = 1,98.10^6 \text{ (J)}$$