

Tổng hợp kiến thức về Điện năng và Công suất điện

Tài liệu này cung cấp một cái nhìn toàn diện về các khái niệm, công thức và ứng dụng liên quan đến điện năng tiêu thụ và công suất của đoạn mạch cũng như của nguồn điện trong chương trình Vật Lý lớp 11.

1. Điện năng tiêu thụ của đoạn mạch

a. Khái niệm

Điện năng tiêu thụ của một đoạn mạch là lượng năng lượng điện mà đoạn mạch đó nhận và chuyển hóa thành các dạng năng lượng khác (như nhiệt năng, cơ năng, quang năng...) khi có dòng điện chạy qua. Về bản chất, nó chính là công của lực điện thực hiện dịch chuyển các điện tích trong đoạn mạch đó.

b. Công thức tính điện năng tiêu thụ

Công thức cơ bản để tính điện năng tiêu thụ là:

$$A = U.I.t$$

- **A**: Điện năng tiêu thụ (đơn vị: Jun - J)
- **U**: Hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch (đơn vị: Vôn - V)
- **I**: Cường độ dòng điện chạy qua đoạn mạch (đơn vị: Ampe - A)
- **t**: Thời gian dòng điện chạy qua (đơn vị: giây - s)

Ngoài ra, áp dụng định luật Ôm ($U = I.R$), ta có các công thức biến đổi:

- $A = I^2.R.t$ (khi đoạn mạch chỉ có điện trở thuần R)
- $A = (U^2/R).t$ (khi đoạn mạch chỉ có điện trở thuần R)

c. Đơn vị đo điện năng

- Đơn vị chuẩn trong hệ SI là **Jun (J)**.
- Trong thực tế, người ta thường dùng đơn vị **kilôoát giờ (kWh)**, còn gọi là "số điện".
- Mối quan hệ chuyển đổi: **$1 \text{ kWh} = 1000 \text{ W} \times 3600 \text{ s} = 3.600.000 \text{ J} = 3,6.10^6 \text{ J}$** .

d. Ví dụ minh họa

1. **Ví dụ 1:** Một bóng đèn có hiệu điện thế định mức 220V, khi hoạt động bình thường có dòng điện 0,5A chạy qua. Tính điện năng bóng đèn tiêu thụ trong 30 phút.

2. *Giải:*

Đổi thời gian: $t = 30 \text{ phút} = 30 \times 60 = 1800 \text{ s}$.

Điện năng tiêu thụ là: $A = U.I.t = 220 \times 0,5 \times 1800 = 198.000 \text{ J}$.

3. **Ví dụ 2:** Một bếp điện có điện trở $R = 80\Omega$ được mắc vào mạng điện có hiệu điện thế 220V. Tính điện năng bếp tiêu thụ trong 1 giờ và quy đổi ra kWh.

4. *Giải:*

Đổi thời gian: $t = 1 \text{ giờ} = 3600 \text{ s}$.

Điện năng tiêu thụ là: $A = (U^2/R).t = (220^2 / 80) \times 3600 = 2.178.000 \text{ J}$.

Quy đổi ra kWh: $A = 2.178.000 / 3.600.000 \approx 0,605$ kWh.

2. Công suất điện của đoạn mạch

a. Khái niệm

Công suất điện của một đoạn mạch là đại lượng đặc trưng cho tốc độ thực hiện công của dòng điện, được đo bằng điện năng tiêu thụ trong một đơn vị thời gian.

b. Công thức tính công suất điện

Từ định nghĩa, ta có công thức:

$$P = A/t = U.I$$

- **P**: Công suất điện (đơn vị: Oát - W)

Các công thức biến đổi tương tự điện năng:

- **$P = I^2.R$**
- **$P = U^2/R$**

c. Ví dụ minh họa

1. **Ví dụ 1:** Trên một bàn là có ghi 220V - 1100W. Tính cường độ dòng điện định mức của bàn là.

2. *Giải:*

Áp dụng công thức $P = U.I$, ta có $I = P/U = 1100 / 220 = 5$ A.

3. **Ví dụ 2:** Một điện trở 100Ω được mắc vào nguồn điện. Dòng điện qua nó là 2A. Tính công suất tỏa nhiệt trên điện trở.

4. Giải:

Công suất tỏa nhiệt là: $P = I^2.R = 2^2 \times 100 = 400 \text{ W}$.

3. Định luật Jun - Len-xơ (Joule's Law)

a. Nội dung định luật

Nhiệt lượng tỏa ra trên một vật dẫn khi có dòng điện chạy qua tỉ lệ thuận với bình phương cường độ dòng điện, với điện trở của vật dẫn và với thời gian dòng điện chạy qua.

Lưu ý: Định luật này áp dụng cho trường hợp điện năng hoàn toàn biến thành nhiệt năng (ví dụ: dây tóc bóng đèn, bếp điện, bàn là...).

b. Công thức tính nhiệt lượng

Công thức của định luật Jun - Len-xơ chính là công thức tính điện năng tiêu thụ trên điện trở thuần.

$$Q = I^2.R.t$$

- **Q:** Nhiệt lượng tỏa ra (đơn vị: Jun - J)

Nếu muốn tính theo đơn vị calo (cal), ta dùng hệ số chuyển đổi: $1 \text{ J} \approx 0,24 \text{ cal}$.

Khi đó: **$Q \approx 0,24.I^2.R.t$ (cal).**

c. Ví dụ minh họa

1. **Ví dụ 1:** Một dây dẫn có điện trở 176Ω được mắc vào hiệu điện thế 220V.

Tính nhiệt lượng tỏa ra từ dây dẫn trong 10 phút.

2. Giải:

Cường độ dòng điện: $I = U/R = 220 / 176 = 1,25 \text{ A}$.

Thời gian: $t = 10 \text{ phút} = 600 \text{ s}$.

Nhiệt lượng tỏa ra: $Q = I^2.R.t = (1,25)^2 \times 176 \times 600 = 165.000 \text{ J}$.

4. Công và Công suất của nguồn điện

a. Công của nguồn điện

- **Khái niệm:** Công của nguồn điện là công của các lực lạ bên trong nguồn điện, có tác dụng dịch chuyển các điện tích qua nguồn, tạo ra và duy trì dòng điện trong toàn mạch.
- **Công thức:** $A_{ng} = E.I.t$
 - **A_{ng} :** Công của nguồn điện (J)
 - **E :** Suất điện động của nguồn (V)
 - **I :** Cường độ dòng điện trong toàn mạch (A)
 - **t :** Thời gian (s)

b. Công suất của nguồn điện

- **Khái niệm:** Công suất của nguồn điện đặc trưng cho tốc độ thực hiện công của nguồn điện.
- **Công thức:** $P_{ng} = A_{ng} / t = E.I$
 - **P_{ng} :** Công suất của nguồn điện (W)

c. Ví dụ minh họa

1. **Ví dụ 1:** Một ắc quy có suất điện động $E = 12\text{V}$. Khi được mắc vào mạch ngoài, nó cung cấp một dòng điện $I = 2\text{A}$. Tính công suất của ắc quy và công mà nó thực hiện trong 5 phút.

2. *Giải:*

Công suất của ắc quy: $P_{\text{ng}} = E.I = 12 \times 2 = 24 \text{ W}$.

Thời gian: $t = 5 \text{ phút} = 300 \text{ s}$.

Công của ắc quy: $A_{\text{ng}} = P_{\text{ng}} \times t = 24 \times 300 = 7200 \text{ J}$.

5. Hiệu suất của nguồn điện

a. Khái niệm

Hiệu suất của nguồn điện là tỉ số giữa công suất có ích (công suất tiêu thụ ở mạch ngoài) và công suất toàn phần (công suất của nguồn điện).

b. Công thức tính hiệu suất

$$H = (P_{\text{ngoài}} / P_{\text{ng}}) \times 100\%$$

Trong đó:

- Công suất mạch ngoài: $P_{\text{ngoài}} = U_N.I$ (với U_N là hiệu điện thế mạch ngoài)
- Công suất nguồn: $P_{\text{ng}} = E.I$

Do đó, ta có các công thức tương đương:

- $H = (U_N / E) \times 100\%$
- Vì $U_N = I.R_N$ và $E = I.(R_N + r)$, ta có: $H = (R_N / (R_N + r)) \times 100\%$

- **R_N** : Điện trở tương đương của mạch ngoài
- **r** : Điện trở trong của nguồn

c. Ví dụ minh họa

1. **Ví dụ 1:** Một nguồn điện có suất điện động $E = 6V$, điện trở trong $r = 1\Omega$, mắc với mạch ngoài là một điện trở $R_N = 5\Omega$. Tính hiệu suất của nguồn điện.

2. *Giải:*

Áp dụng công thức: $H = (R_N / (R_N + r)) \times 100\% = (5 / (5 + 1)) \times 100\% \approx 83,33\%$.

6. Bảng tổng hợp công thức

Đại lượng	Ký hiệu	Công thức	Đơn vị
Điện năng tiêu thụ (đoạn mạch)	A	$A = U.I.t = I^2.R.t = (U^2/R).t$	Jun (J), kWh
Công suất tiêu thụ (đoạn mạch)	P	$P = U.I = I^2.R = U^2/R$	Oát (W)
Nhiệt lượng tỏa ra (định luật Jun-Lenxơ)	Q	$Q = I^2.R.t$	Jun (J)
Công của nguồn điện	A_ng	$A_{ng} = E.I.t$	Jun (J)
Công suất của nguồn điện	P_ng	$P_{ng} = E.I$	Oát (W)
Hiệu suất của nguồn điện	H	$H = (U_N / E) = R_N / (R_N + r)$	%