

Tổng hợp công thức về suất điện động của bộ nguồn

Khi cần một nguồn điện có suất điện động hoặc công suất lớn hơn so với một nguồn riêng lẻ, người ta thường ghép các nguồn điện thành bộ nguồn. Tài liệu này sẽ tổng hợp các công thức và phương pháp tính toán cho các cách ghép nguồn điện cơ bản trong chương trình Vật Lý lớp 11.

1. Bộ nguồn ghép nối tiếp

a. Sơ đồ và định nghĩa

Ghép nối tiếp là cách ghép các nguồn điện liên tiếp nhau, trong đó cực âm của nguồn điện trước được nối với cực dương của nguồn điện kế tiếp. Sơ đồ này tạo thành một dãy liên tục.

Sơ đồ minh họa: $(+ E_1, r_1 -) - (+ E_2, r_2 -) - \dots - (+ E_n, r_n -)$

b. Công thức tính suất điện động và điện trở trong

Khi có n nguồn điện được ghép nối tiếp, suất điện động và điện trở trong của bộ nguồn được tính như sau:

- **Suất điện động của bộ nguồn (E_b):** Bằng tổng các suất điện động của các nguồn thành phần.

$$E_b = E_1 + E_2 + \dots + E_n$$

- **Điện trở trong của bộ nguồn (r_b):** Bằng tổng các điện trở trong của các nguồn thành phần.

$$r_b = r_1 + r_2 + \dots + r_n$$

Trường hợp đặc biệt: Nếu bộ nguồn gồm n nguồn điện giống hệt nhau (cùng suất điện động E và điện trở trong r) ghép nối tiếp, công thức sẽ là:

- $E_b = n * E$

- $r_b = n * r$

Lưu ý quan trọng: Nếu có một nguồn điện bị mắc ngược chiều (cực dương nối với cực dương, hoặc cực âm nối với cực âm), thì khi tính E_b , suất điện động của nguồn đó sẽ mang dấu âm (-).

c. Ví dụ minh họa

1. **Ví dụ 1:** Có ba nguồn điện được ghép nối tiếp. Nguồn 1 có $E_1 = 3V$, $r_1 = 0.5\Omega$. Nguồn 2 có $E_2 = 6V$, $r_2 = 1\Omega$. Nguồn 3 có $E_3 = 9V$, $r_3 = 1.5\Omega$. Tính suất điện động và điện trở trong của bộ nguồn.

Giải:

Áp dụng công thức cho bộ nguồn ghép nối tiếp:

Suất điện động bộ nguồn: $E_b = E_1 + E_2 + E_3 = 3 + 6 + 9 = 18V$.

Điện trở trong bộ nguồn: $r_b = r_1 + r_2 + r_3 = 0.5 + 1 + 1.5 = 3\Omega$.

2. **Ví dụ 2:** Một bộ nguồn gồm 5 pin tiểu giống nhau, mỗi pin có suất điện động $1.5V$ và điện trở trong 0.2Ω , được ghép nối tiếp. Tìm E_b và r_b .

Giải:

Đây là trường hợp các nguồn giống nhau ghép nối tiếp ($n=5$, $E=1.5V$,

$r=0.2\Omega$).

Suất điện động bộ nguồn: $E_b = n * E = 5 * 1.5 = 7.5V$.

Điện trở trong bộ nguồn: $r_b = n * r = 5 * 0.2 = 1\Omega$.

3. **Ví dụ 3 (Nguồn mắc ngược):** Cho 3 nguồn $E_1 = 4V$, $E_2 = 6V$, $E_3 = 2V$ và $r_1 = r_2 = r_3 = 0.5\Omega$. Các nguồn E_1 và E_3 mắc xuôi chiều, nguồn E_2 mắc ngược chiều. Tính E_b và r_b .

Giải:

Vì E_2 mắc ngược chiều, suất điện động của nó sẽ mang dấu âm.

Suất điện động bộ nguồn: $E_b = E_1 - E_2 + E_3 = 4 - 6 + 2 = 0V$.

Điện trở trong của bộ nguồn không phụ thuộc vào chiều mắc: $r_b = r_1 + r_2 + r_3 = 0.5 + 0.5 + 0.5 = 1.5\Omega$.

2. Bộ nguồn ghép song song (Các nguồn giống nhau)

a. Sơ đồ và định nghĩa

Ghép song song là cách ghép các nguồn điện có cùng suất điện động và điện trở trong. Các cực dương của các nguồn được nối chung vào một điểm, và các cực âm được nối chung vào một điểm khác. Trong chương trình phổ thông, ta chỉ xét trường hợp các nguồn ghép song song là giống hệt nhau.

Sơ đồ minh họa: Các cực dương nối với điểm A, các cực âm nối với điểm B.

b. Công thức tính suất điện động và điện trở trong

Khi có **m** nguồn điện giống hệt nhau (cùng E và r) được ghép song song:

- **Suất điện động của bộ nguồn (E_b):** Bằng suất điện động của một nguồn thành phần.

$$E_b = E$$

- **Điện trở trong của bộ nguồn (r_b):** Bằng điện trở trong của một nguồn chia cho số nguồn.

$$r_b = r / m$$

Mục đích: Cách ghép này không làm tăng suất điện động nhưng giúp giảm điện trở trong của bộ nguồn, từ đó có thể cung cấp dòng điện có cường độ lớn hơn cho mạch ngoài.

c. Ví dụ minh họa

1. **Ví dụ 1:** Có 4 acquy giống nhau, mỗi acquy có $E = 12V$ và $r = 0.8\Omega$, được ghép song song. Tính suất điện động và điện trở trong của bộ nguồn.

Giải:

Đây là trường hợp 4 nguồn giống nhau ghép song song ($m=4$, $E=12V$, $r=0.8\Omega$).

Suất điện động bộ nguồn: $E_b = E = 12V$.

Điện trở trong bộ nguồn: $r_b = r / m = 0.8 / 4 = 0.2\Omega$.

2. **Ví dụ 2:** Mắc một điện trở $R = 2.8\Omega$ vào hai cực của bộ nguồn gồm 3 pin giống nhau ($E = 1.5V$, $r = 0.6\Omega$) ghép song song. Tính cường độ dòng điện qua R .

Giải:

Bước 1: Tính E_b và r_b của bộ nguồn.

$$E_b = E = 1.5V.$$

$$r_b = r / 3 = 0.6 / 3 = 0.2\Omega.$$

Bước 2: Áp dụng định luật Ôm cho toàn mạch.

$$I = E_b / (R + r_b) = 1.5 / (2.8 + 0.2) = 1.5 / 3 = 0.5A.$$

3. Bộ nguồn ghép hỗn hợp đối xứng

a. Sơ đồ và định nghĩa

Ghép hỗn hợp đối xứng là cách ghép một bộ nguồn gồm **m** dãy (nhánh) mắc song song, trong đó mỗi dãy gồm **n** nguồn điện giống hệt nhau (cùng E và r) mắc nối tiếp. Tổng số nguồn trong bộ là $N = m * n$.

b. Công thức tính suất điện động và điện trở trong

Để tính toán, ta xem mỗi dãy là một bộ nguồn nối tiếp, sau đó ghép song song các dãy này lại.

- **Suất điện động và điện trở trong của mỗi dãy nối tiếp:**

$$E_{\text{dãy}} = n * E$$

$$r_{\text{dãy}} = n * r$$

- **Suất điện động và điện trở trong của cả bộ nguồn (gồm m dãy song song):**

$$E_b = E_{\text{dãy}} = n * E$$

$$r_b = r_{\text{dãy}} / m = (n * r) / m$$

c. Ví dụ minh họa

1. **Ví dụ 1:** Một bộ nguồn gồm 2 dãy mắc song song, mỗi dãy có 5 nguồn điện ($E = 2V$, $r = 0.4\Omega$) mắc nối tiếp. Tính E_b và r_b của bộ nguồn.

Giải:

Ta có: $m = 2$ dãy, $n = 5$ nguồn/dãy.

$$E = 2V, r = 0.4\Omega.$$

Suất điện động bộ nguồn: $E_b = n * E = 5 * 2 = 10V.$

Điện trở trong bộ nguồn: $r_b = (n * r) / m = (5 * 0.4) / 2 = 2 / 2 = 1\Omega.$

2. **Ví dụ 2:** Có 12 nguồn điện giống nhau ($E=1.5V, r=0.5\Omega$). Phải ghép các nguồn này như thế nào để được một bộ nguồn có suất điện động $E_b = 6V$?
Tính r_b của bộ nguồn đó.

Giải:

Gọi n là số nguồn trên mỗi dãy nối tiếp, m là số dãy song song. Ta có: $n * m = 12.$

Theo công thức: $E_b = n * E \Rightarrow 6 = n * 1.5 \Rightarrow n = 4$ nguồn.

Vậy, mỗi dãy nối tiếp phải có 4 nguồn.

Số dãy song song là: $m = 12 / n = 12 / 4 = 3$ dãy.

Kết luận: Phải ghép thành 3 dãy song song, mỗi dãy gồm 4 nguồn nối tiếp.

Điện trở trong của bộ nguồn khi đó là: $r_b = (n * r) / m = (4 * 0.5) / 3 = 2/3 \approx 0.67\Omega.$

4. Bảng so sánh các cách ghép bộ nguồn

Tiêu chí	Ghép nối tiếp	Ghép song song (nguồn giống nhau)	Ghép hỗn hợp đối xứng
Đặc điểm mắc	Cực âm nguồn trước nối với cực dương nguồn sau.	Các cực cùng tên nối chung vào một điểm.	Gồm m dãy song song, mỗi dãy có n nguồn nối tiếp.
Suất điện động (E_b)	$E_b = E_1 + E_2 + \dots$ (Nếu giống nhau: $E_b = n * E$)	$E_b = E$	$E_b = n * E$
Điện trở trong (r_b)	$r_b = r_1 + r_2 + \dots$ (Nếu giống nhau: $r_b = n * r$)	$r_b = r / m$	$r_b = (n * r) / m$

Tiêu chí	Ghép nối tiếp	Ghép song song (nguồn giống nhau)	Ghép hỗn hợp đối xứng
Mục đích chính	Tăng suất điện động (hiệu điện thế) của bộ nguồn.	Giảm điện trở trong, tăng khả năng cung cấp dòng điện lớn, tăng thời gian sử dụng.	Vừa tăng suất điện động, vừa điều chỉnh điện trở trong cho phù hợp với mạch ngoài.