

BÀI 11

11.1. a) Điện trở tương đương R_N của mạch ngoài là điện trở của R_1 , R_2 và R_3 mắc nối tiếp. Do đó :

$$R_N = R_1 + R_2 + R_3 = 57 \Omega$$

b) Dòng điện chạy qua các điện trở

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_N + r} = \frac{30}{60} = 0,5 \text{ A}$$

Số chỉ của vôn kế $U_V = I(R_2 + R_3) = 0,5.45 = 22,5 \text{ V}$.

11.2. a) Cường độ dòng điện chạy trong mạch là : $I = 0,25 \text{ A}$.

Lượng hoá năng được chuyển hoá thành điện năng khi đó là :

$$A_{\text{hoá}} = \mathcal{E}It = 112,5 \text{ J}$$

b) Nhiệt lượng toả ra ở điện trở R khi đó là : $Q = 93,75 \text{ J}$.

c) Lượng hoá năng $A_{\text{hoá}}$ được chuyển hoá thành điện năng và bằng nhiệt lượng Q toả ra ở điện trở R và ở trong nguồn do điện trở trong r . Vì vậy Q chỉ là một phần của $A_{\text{hoá}}$.

11.3. a) Vì các bóng đèn cùng loại nên phải được mắc thành các dãy song song, mỗi dãy gồm cùng số đèn mắc nối tiếp. Bằng cách đó, dòng điện chạy qua mỗi đèn mới có cùng cường độ bằng cường độ định mức. Giả sử các đèn được mắc thành x dãy song song, mỗi dãy gồm y đèn mắc nối tiếp theo sơ đồ như trên Hình 11.1G.

Các trị số định mức của mỗi đèn là :

$$U_{\text{Đ}} = 6 \text{ V} ; \mathcal{P}_{\text{Đ}} = 3 \text{ W} ; I_{\text{Đ}} = 0,5 \text{ A}.$$

Khi đó hiệu điện thế mạch ngoài là : $U = yU_{\text{Đ}} = 6y$.

Dòng điện mạch chính có cường độ là :

$$I = xI_{\text{Đ}} = 0,5x.$$

Theo định luật Ôm ta có : $U = \mathcal{E} - Ir$, sau khi thay các trị số đã có ta được : $2y + x = 8$ (1)

Kí hiệu số bóng đèn là $n = xy$ và sử dụng bất đẳng thức Cô-si ta có :

$$2y + x \geq 2\sqrt{2xy} \quad (2)$$

Kết hợp (1) và (2) ta tìm được : $n = xy \leq 8$.

Vậy có thể mắc nhiều nhất là $n = 8$ bóng đèn loại này.

Dấu bằng xảy ra với bất đẳng thức (2) khi $2y = x$ và với $xy = 8$. Từ đó suy ra $x = 4$ và $y = 2$, nghĩa là trong trường hợp này phải mắc 8 bóng đèn thành 4 dãy song song, mỗi dãy gồm 2 bóng đèn mắc nối tiếp như sơ đồ Hình 11.2G.

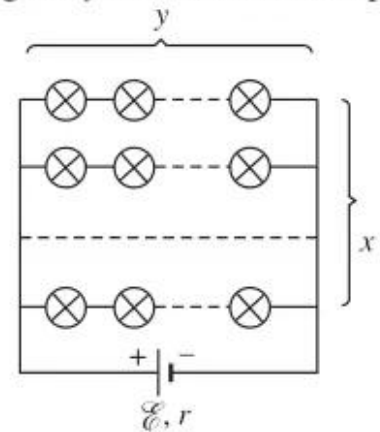
b) Xét trường hợp chỉ có 6 bóng đèn loại đã cho, ta có : $xy = 6$. (3)

Kết hợp với phương trình (1) trên đây ta tìm được :

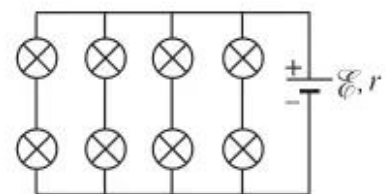
$$x = 2 \text{ và do đó } y = 3 \quad \text{hoặc} \quad x = 6 \text{ và do đó } y = 1.$$

Nghĩa là có hai cách mắc 6 bóng đèn loại này :

– Cách thứ nhất : Mắc thành 2 dãy song song, mỗi dãy có 3 đèn nối tiếp như sơ đồ Hình 11.3Ga.

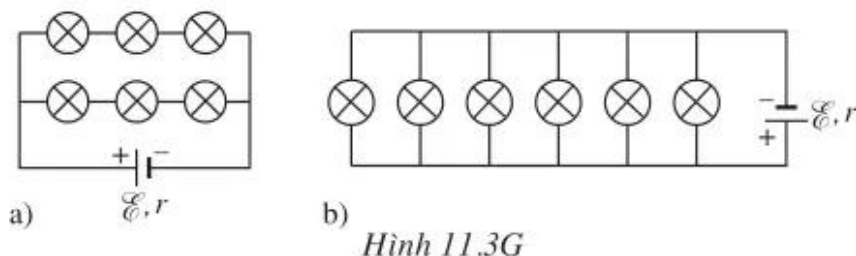


Hình 11.1G



Hình 11.2G

– Cách thứ hai : Mắc thành 6 dãy song song, mỗi dãy 1 đèn như sơ đồ Hình 11.3Gb.



Hình 11.3G

Theo cách mắc thứ nhất thì hiệu suất của nguồn là : $H_1 = 75\%$.

Theo cách mắc thứ hai thì hiệu suất của nguồn là : $H_2 = 25\%$.

Vậy cách mắc thứ nhất có lợi hơn vì có hiệu suất lớn hơn (tổn hao điện năng vô ích nhỏ hơn).

11.4. a) Để các đèn cùng loại sáng bình thường thì các đèn phải được mắc thành các dãy song song, mỗi dãy có cùng một số đèn mắc nối tiếp. Gọi số dãy các đèn mắc song song là x và số đèn mắc nối tiếp trong mỗi dãy là y thì theo đầu bài ta xét trường hợp có tổng số đèn là : $N_1 = xy = 8$.

Giả sử bộ nguồn hỗn hợp đối xứng gồm n dãy song song và mỗi dãy gồm m nguồn được mắc nối tiếp (Hình 11.4G). Khi đó bộ nguồn gồm $N_2 = mn$ nguồn và có suất điện động là : $\mathcal{E}_b = m\mathcal{E}_0 = 4m$ và có điện trở

trong là : $r_b = \frac{mr_0}{n} = \frac{m}{n}$.

Các trị số định mức của đèn là :

$$U_D = 3 \text{ V} ; \mathcal{P}_D = 3 \text{ W} \text{ do đó } I_D = 1 \text{ A.}$$

Cường độ dòng điện mạch chính là :

$$I = xI_D = x.$$

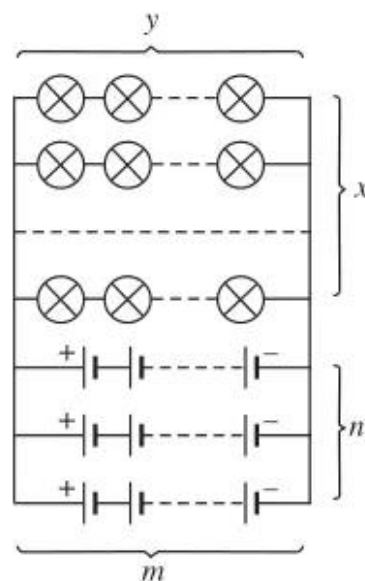
Hiệu điện thế mạch ngoài là : $U = yU_D = 3y$.

Theo định luật Ôm ta có : $U = \mathcal{E}_b - Ir_b$ hay $3y = 4m - x\frac{m}{n}$. Từ đó suy ra :

$$3yn + xm = 4mn \tag{1}$$

Sử dụng bất đẳng thức Cô-si ta có : $3yn + xm \geq 2\sqrt{3mnxy}$. $\tag{2}$

Kết hợp (1) và (2) trong đó chú ý là $N_1 = xy = 8$ và $N_2 = mn$ ta tìm được : $N_2 \geq 6$.



Hình 11.4G

Vậy số nguồn ít nhất là $N_2(\min) = 6$ để thắp sáng bình thường $N_1 = 8$ bóng đèn.

• Để vẽ được sơ đồ các cách mắc nguồn và đèn cho trường hợp này ta trở lại xét phương trình (1) trên đây, trong đó thay trị số $N_2 = mn = 6$ và $y = \frac{N_1}{x} = \frac{8}{x}$ ta đi tới phương trình : $yn^2 - 8n + 2x = 0$

Phương trình này có nghiệm kép ($\Delta' = 0$) là : $n = \frac{4}{y}$.

Chú ý rằng x, y, n và m đều là số nguyên, dương nên ta có bảng các trị số này như sau :

| y | x | n | m |
|-----|-----|-----|-----|
| 2 | 4 | 2 | 3 |
| 4 | 2 | 1 | 6 |

Như vậy trong trường hợp này chỉ có hai cách mắc các nguồn và các bóng đèn là :

– Cách một : Bộ nguồn gồm $n = 2$ dãy song song, mỗi dãy gồm $m = 3$ nguồn mắc nối tiếp và các bóng đèn được mắc thành $x = 4$ dãy song song với mỗi dãy gồm $y = 2$ bóng đèn mắc nối tiếp (Hình 11.5Ga).

Cách mắc này có hiệu suất là :

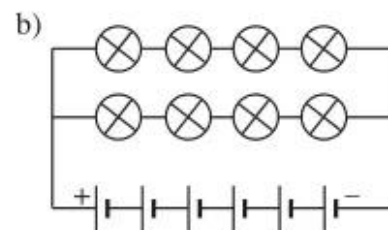
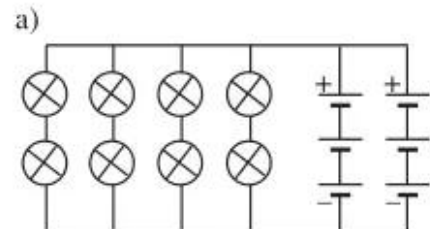
$$H_1 = \frac{6}{12} = 50\%$$

– Cách hai : Bộ nguồn gồm $n = 1$ dãy gồm $m = 6$ nguồn mắc nối tiếp và các bóng đèn được mắc thành $x = 2$ dãy

song song với mỗi dãy gồm $y = 4$ bóng đèn mắc nối tiếp (Hình 11.5Gb).

Cách mắc này có hiệu suất là : $H_2 = \frac{12}{24} = 50\%$.

b) Nếu số nguồn là $N_2 = mn = 15$ và với số đèn là $N_1 = xy$ ta cũng có phương trình (1) và bất đẳng thức (2) trên đây. Kết quả là trong trường hợp này ta có :



Hình 11.5G

$$3yn + xm = 4mn \geq 2\sqrt{3mnxy} \quad \text{hay} \quad 60 \geq 2\sqrt{45N_1}$$

Từ đó suy ra : $N_1 \leq 20$. Vậy với số nguồn là $N_2 = 15$ thì có thể thắp sáng bình thường số đèn lớn nhất là $N_1 = 20$.

• Để tìm được cách mắc nguồn và đèn trong trường hợp này ta có $xy = 20$ hay $y = \frac{20}{x}$. Thay giá trị này vào phương trình (1) ta đi tới phương trình :

$$mx^2 - 60x + 60n = 0$$

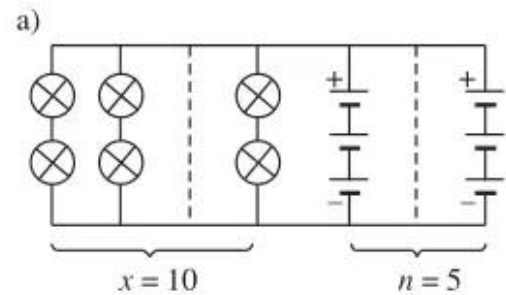
Phương trình này có nghiệm kép ($\Delta' = 0$) là : $x = \frac{30}{m}$.

Chú ý rằng x, y, n và m đều là số nguyên, dương nên ta có bảng các trị số này như sau :

| m | n | x | y |
|-----|-----|-----|-----|
| 3 | 5 | 10 | 2 |
| 15 | 1 | 2 | 10 |

Như vậy trong trường hợp này chỉ có hai cách mắc các nguồn và các bóng đèn là :

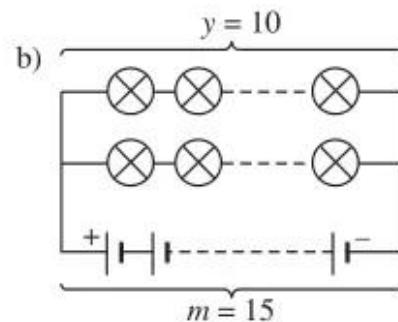
– Cách một : Bộ nguồn gồm $n = 5$ dãy song song, mỗi dãy gồm $m = 3$ nguồn mắc nối tiếp và các bóng đèn được mắc thành $x = 10$ dãy song song với mỗi dãy gồm $y = 2$ bóng đèn mắc nối tiếp (Hình 11.6Ga).



Cách mắc này có hiệu suất là :

$$H_1 = \frac{6}{12} = 50\%$$

– Cách hai : Bộ nguồn gồm $n = 1$ dãy có $m = 15$ nguồn mắc nối tiếp và các bóng đèn được mắc thành $x = 2$ dãy song song với mỗi dãy gồm $y = 10$ bóng đèn mắc nối tiếp (Hình 11.6Gb).



Hình 11.6G

Cách mắc này có hiệu suất là :

$$H_2 = \frac{30}{60} = 50\%.$$