

Chương II

DÒNG ĐIỆN KHÔNG ĐỔI

- | | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| 2.1. A. | 2.2. B. | 2.3. C | 2.4. A |
| 2.5. D. | 2.6. B. | 2.7. C. | 2.8. A. |
| 2.9. B. | 2.10. D. | 2.11. A. | 2.12. A. |
| 2.13. B. | 2.14. A. | 2.15. B. | 2.16. C. |
| 2.17. A. | 2.18. D. | 2.19. B. | |

2.20. a) Vì ampe kế có điện trở không đáng kể nên có thể chập hai điểm B và C làm một khi tính điện trở. Khi đó ta có mạch điện như Hình 2.1G và các điện trở được mắc như sau :

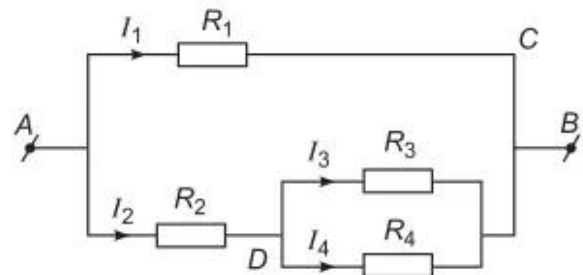
$$R_1 // [R_2 \text{ nt } (R_3 // R_4)]$$

Ta có : $R_{34} = \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} = 5 \Omega$

$$R_{234} = R_2 + R_{34} = 15 \Omega$$

Từ đó :

$$R_{AB} = \frac{R_1 R_{234}}{R_1 + R_{234}} = 7,5 \Omega$$



Hình 2.1G

b) Theo hình vẽ, cường độ dòng điện qua ampe kế là :

$$I_A = I_{AB} - I_4$$

Vì $R_3 = R_4 \Rightarrow I_3 = I_4 = \frac{I_2}{2}$; $R_1 = R_{234} \Rightarrow I_1 = I_2 = \frac{I_{AB}}{2}$

$$\text{Từ đó } I_4 = \frac{I_2}{2} = \frac{I_{AB}}{4} \text{ và } I_A = I_{AB} - I_4 = \frac{3I_{AB}}{4}.$$

$$\text{Theo đề bài } I_A = 3 \text{ A, từ đó } I_{AB} = \frac{4I_A}{3} = 4 \text{ A.}$$

$$I_1 = I_2 = \frac{I_{AB}}{2} = 2 \text{ A ; } I_3 = I_4 = \frac{I_2}{2} = 1 \text{ A}$$

$$U_{AB} = I_{AB}R_{AB} = 30 \text{ V}$$

2.21. Vì $R_A = 0$ nên có thể chập hai điểm D và B làm một và sơ đồ có thể vẽ như Hình 2.2G.

Các điện trở được mắc như sau :

$$R_2 // [R_1 \text{ nt } (R_3 // R_4)]$$

Ta có :

$$R_{34} = \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} = 5 \Omega$$

$$R_{134} = R_1 + R_{34} = 15 \Omega$$

$$R_{AB} = \frac{R_2 R_{134}}{R_2 + R_{134}} = 6 \Omega$$

Biết $U_{AB} = 30 \text{ V}$, ta có :

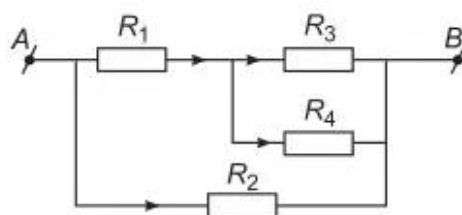
$$I_{AB} = \frac{U_{AB}}{R_{AB}} = 5 \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{U_{AB}}{R_2} = 3 \text{ A}$$

$$I_{134} = \frac{U_{AB}}{R_{134}} = 2 \text{ A} \Rightarrow I_1 = 2 \text{ A}$$

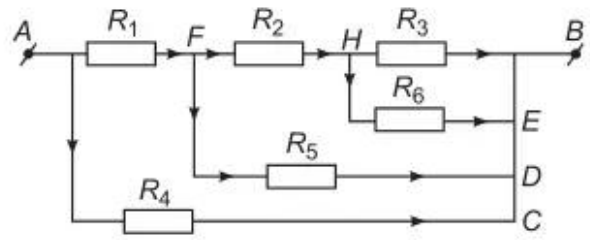
Vì $R_3 = R_4$ nên $I_3 = I_4 = \frac{I_1}{2} = 1 \text{ A}$.

Theo hình vẽ, ta có $I_A = I_{AB} - I_3 = 5 - 1 = 4 \text{ A}$.



Hình 2.2G

2.22. a) Vì điện trở của các ampe kế không đáng kể, do đó có thể chập các điểm C, D, E, B làm một. Các điện trở còn lại được mắc như Hình 2.3G.



Hình 2.3G

Ta có : $R_{36} = \frac{R_3 R_6}{R_3 + R_6} = 2 \Omega$

$$R_{236} = R_2 + R_{36} = 4 \Omega$$

$$R_{5236} = \frac{R_5 R_{236}}{R_5 + R_{236}} = 2 \Omega = R_{FB}$$

$$R_{15236} = R_1 + R_{5236} = 4 \Omega = R_{AFB}$$

và $R_{AB} = \frac{R_4 R_{AFB}}{R_4 + R_{AFB}} = 2 \Omega.$

b) Theo định luật Ôm :

$$I_4 = \frac{U_{AB}}{R_4} = 3 \text{ A}$$

$$I_{AFB} = \frac{U_{AB}}{R_{AFB}} = 3 \text{ A} ; I_1 = I_{FB} = I_{AFB} = 3 \text{ A}$$

$$U_{FB} = I_{FB} R_{FB} = 6 \text{ V}$$

$$I_5 = \frac{U_{FB}}{R_5} = 1,5 \text{ A}$$

$$I_{FHB} = \frac{U_{FB}}{R_{236}} = 1,5 \text{ A} \Rightarrow I_2 = I_{HB} = I_{FHB} = 1,5 \text{ A}$$

Vì $R_3 = R_6 \Rightarrow I_3 = I_6 = \frac{I_2}{2} = 0,75 \text{ A}.$

Số chỉ các ampe kế :

$$I_{A_1} = I_4 = 3 \text{ A}$$

$$I_{A_2} = I_4 + I_5 = 4,5 \text{ A}$$

và $I_{A_3} = I_4 + I_5 + I_6 = 5,25 \text{ A}.$

2.23. Vì $I_5 = 0$ nên $V_C = V_D$ và $I_1 = I_2$; $I_3 = I_4.$ (1)

Theo định luật Ôm :

$$V_A - V_C = V_A - V_D \Rightarrow I_1 R_1 = I_3 R_3 \quad (2)$$

$$V_C - V_B = V_D - V_B \Rightarrow I_2 R_2 = I_4 R_4 \quad (3)$$

Chia (2) cho (3) và chú ý đến (1), ta rút ra hệ thức :

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$$

Ta cũng có thể kết luận ngược lại :

Nếu $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$ thì $I_5 = 0.$

2.24. a) Vì $R_A = 0$ nên $U_{CD} = 0$ và có thể nối C và D với nhau. Mạch điện có dạng $(R_1 // R_3)$ nt $(R_2 // R_4).$

$$\begin{aligned} R_{AB} &= R_{13} + R_{24} = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} + \frac{R_2 R_4}{R_2 + R_4} \\ &= \frac{15 \cdot 45}{15 + 45} + \frac{30 \cdot 10}{30 + 10} = 18,75 \Omega \end{aligned}$$

$$I = \frac{U_{AB}}{R_{AB}} = 4 \text{ A} ; U_{AC} = I R_{13} = 45 \text{ V} \Rightarrow I_1 = \frac{U_{AC}}{R_1} = \frac{45}{15} = 3 \text{ A}$$

$$U_{CB} = I R_{24} = 4 \cdot 7,5 = 30 \text{ V} ; I_2 = \frac{U_{CB}}{R_2} = \frac{30}{30} = 1 \text{ A}$$

Vì $I_1 > I_2$, dòng điện qua ampe kế có chiều từ C đến D và có cường độ $I_A = I_1 - I_2 = 2 \text{ A}.$

b) $I_A = 0$, mạch cầu cân bằng nên :

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}, \text{ suy ra } R_4 = \frac{R_2 R_3}{R_1} = \frac{30 \cdot 45}{15} = 90 \Omega$$

2.25. a) Ta có : $R_{12} = R_1 + R_2 = 4 \Omega$

$$R_{56} = R_5 + R_6 = 4 \Omega$$

Ta nhận xét rằng :

$$\frac{R_{12}}{R_4} = \frac{4}{1}; \frac{R_3}{R_{56}} = \frac{16}{4}$$

Vậy ta có $\frac{R_{12}}{R_4} = \frac{R_3}{R_{56}}$, mạch cầu cân bằng.

Từ đó, có $I_7 = 0$ và $V_C = V_D$, nghĩa là có thể chập hai điểm C và D lại khi tính điện trở và cường độ dòng điện qua các điện trở. Khi đó, các điện trở trong mạch được mắc như sau :

$$(R_{12} // R_4) \text{ nt } (R_3 // R_{56}).$$

Do đó :

$$R_{124} = \frac{R_{12}R_4}{R_{12} + R_4} = 0,8 \Omega$$

$$R_{356} = \frac{R_3R_{56}}{R_3 + R_{56}} = 3,2 \Omega$$

và $R_{AB} = R_{124} + R_{356} = 4 \Omega.$

b) $I_{AB} = \frac{U_{AB}}{R_{AB}} = 1 \text{ A} \Rightarrow U_{AC} = I_{AB}R_{124} = 0,8 \text{ V}$

từ đó $I_1 = I_2 = \frac{U_{AC}}{R_{12}} = 0,2 \text{ A} ; I_4 = \frac{U_{AC}}{R_4} = 0,8 \text{ A}.$

Ta lại có : $U_{CB} = I_{AB}R_{356} = 3,2 \text{ V}$

từ đó $I_3 = \frac{U_{CB}}{R_3} = 0,2 \text{ A} ; I_5 = I_6 = \frac{U_{CB}}{R_{56}} = 0,8 \text{ A}.$

Vì mạch cầu cân bằng nên cũng có thể kết luận ngay là :

$$I_3 = I_1 = I_2 = 0,2 \text{ A}$$

$$I_5 = I_6 = I_4 = 0,8 \text{ A}$$

Ampe kế chỉ 0.

2.26. Giải tương tự như bài 2.25. Mạch cầu cân bằng, ta được :

$$R_{AB} = 6 \Omega ; I_1 = I_4 = 0,75 \text{ A}$$

$$I_2 = I_5 = 0,25 \text{ A} ; I_3 = 0$$

Ampe kế chỉ 0.

2.27.* Vì các ampe kế có điện trở không đáng kể nên hiệu điện thế giữa hai đầu ampe kế coi như bằng không. Vì vậy, khi vẽ lại mạch điện để tính điện trở và cường độ dòng điện ta có thể chấp hai đầu ampe kế làm một (chập P với A ; N với Q). Hơn nữa, vì điện trở vôn kế rất lớn, coi như không có dòng điện qua vôn kế và do đó khi vẽ lại mạch điện không cần vẽ vôn kế vào mạch. Số chỉ của vôn kế khi đó là U_{NB} .

Sau khi vẽ lại, ta có mạch điện như Hình 2.4G ta thấy $R_3 // R_4$; R_5 nt R_6 và ta có mạch cầu cân bằng.

Theo đầu bài :

$$R_{34} = \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} = 1 \Omega$$

$$R_{56} = R_5 + R_6 = 2 \Omega$$

và ta thấy :

$$\frac{R_1}{R_{34}} = \frac{2}{1} ; \frac{R_7}{R_{56}} = \frac{4}{2}$$

Suy ra
$$\frac{R_1}{R_{34}} = \frac{R_7}{R_{56}}.$$

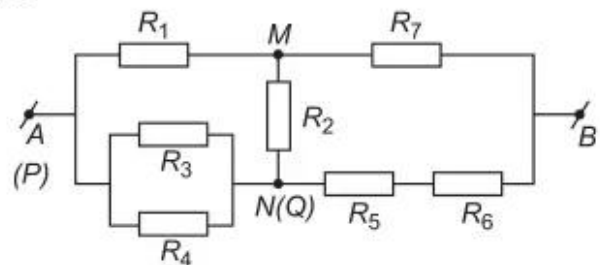
Vậy mạch cầu cân bằng, ta có $I_2 = 0$, $U_{MN} = 0$, và có thể chập hai điểm M và N làm một khi tính điện trở.

$$\text{Vì } R_1 // R_{34} \Rightarrow R_{134} = \frac{2}{3} \Omega ; R_7 // R_{56} \Rightarrow R_{756} = \frac{4}{3} \Omega.$$

$$\text{Do đó } R_{AB} = R_{134} + R_{756} = 2 \Omega.$$

Theo định luật Ôm :

$$I_{AB} = \frac{U_{AB}}{R_{AB}} = 3 \text{ A}$$



Hình 2.4G

Từ đó : $U_{AM} = I_{AB}R_{134} = 2 \text{ V}$

và $I_1 = \frac{U_{AM}}{R_1} = 1 \text{ A}, I_3 = \frac{U_{AM}}{R_3} = 1 \text{ A}$

$$I_4 = \frac{U_{AM}}{R_4} = 1 \text{ A}$$

Tương tự : $U_{MB} = I_{AB}R_{756} = 4 \text{ V}$

và $I_7 = \frac{U_{MB}}{R_7} = 1 \text{ A}; I_5 = I_6 = \frac{U_{MB}}{R_{56}} = 2 \text{ A}$

Số chỉ các ampe kế :

$$I_{A_1} = I_3 + I_4 = 2 \text{ A}$$

$$I_{A_2} = I_3 = 1 \text{ A}$$

Số chỉ vôn kế $U = U_{NB} = U_{MB} = 4 \text{ V}$.

2.28. Ta có $(R_1 \text{ nt } R_2) // R_3$.

$$R_{AB} = \frac{(R_1 + R_2)R_3}{R_1 + R_2 + R_3} = 2,5 \Omega \quad (1)$$

Nếu $(R_1 \text{ nt } R_3) // R_2$ thì :

$$R_{AB} = \frac{(R_1 + R_3)R_2}{R_1 + R_2 + R_3} = 4 \Omega \quad (2)$$

Nếu $(R_2 \text{ nt } R_3) // R_1$ thì :

$$R_{AB} = \frac{(R_2 + R_3)R_1}{R_1 + R_2 + R_3} = 4,5 \Omega \quad (3)$$

Từ đó suy ra : $R_1 = 9 \Omega ; R_2 = 6 \Omega ; R_3 = 3 \Omega$.

2.29. Theo đề bài, nếu đặt vào hai đầu A và B một hiệu điện thế $U_{AB} = 60 \text{ V}$ thì $U_{CD} = 15 \text{ V}$ và $I_3 = 1 \text{ A}$.

Như vậy $R_3 = \frac{U_{CD}}{I_3} = 15 \Omega$ và $U_{DB} = U_{AB} - U_{CD} = 45 \text{ V}$.

Mặt khác : $R_{DB} = R_2$

$$R_{CD} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = \frac{15R_2}{R_2 + 15}$$

Vì $R_{CD} \text{ nt } R_{DB}$ nên :

$$\frac{U_{CD}}{U_{DB}} = \frac{R_{CD}}{R_{DB}}$$

$$\frac{15}{45} = \frac{15R_2}{(R_2 + 15)R_2} \Rightarrow \frac{1}{3} = \frac{15}{R_2 + 15} \Rightarrow R_2 = 30 \Omega$$

Theo đầu bài, khi mắc vào hai đầu C và D một hiệu điện thế $U_{CD} = 60 \text{ V}$ thì $U_{AB} = 10 \text{ V}$.

Từ đó $U_{BD} = U_{CD} - U_{AB} = 50 \text{ V}$.

Theo hình vẽ, khi đó R_{BD} và R_1 mắc nối tiếp, do đó :

$$\frac{U_{AB}}{U_{BD}} = \frac{R_1}{R_2} \Rightarrow \frac{10}{50} = \frac{R_1}{30} \Rightarrow R_1 = 6 \Omega$$

2.30. a) Ta có :

$$I_{d_1} = \frac{\mathcal{P}_1}{U_1} = 0,5 \text{ A} ; R_{d_1} = \frac{U_1^2}{\mathcal{P}_1} = 240 \Omega$$

$$I_{d_2} = \frac{\mathcal{P}_2}{U_2} = 0,375 \text{ A} ; R_{d_2} = \frac{U_2^2}{\mathcal{P}_2} = 320 \Omega$$

b) Theo sơ đồ Hình 2.24a, muốn hai bóng sáng bình thường ta phải có :

$$U_{BC} = 120 \text{ V}$$

từ đó $U_{R_1} = 240 - 120 = 120 \text{ V}$. (1)

Vì $I_{d_1} = 0,5 \text{ A} ; I_{d_2} = 0,375 \text{ A}$, nên

$$I_{R_1} = I_1 + I_2 = 0,875 \text{ A} \quad (2)$$

Từ (1) và (2) suy ra :

$$R_1 = \frac{U_{R_1}}{I_{R_1}} = 137 \Omega$$

Theo sơ đồ Hình 2.24b ta lại có :

$$U_{R_2} = U_2 = 120 \text{ V}$$

$$I_{R_2} = I_{d_1} - I_{d_2} = 0,125 \text{ A}$$

Suy ra
$$R_2 = \frac{U_{R_2}}{I_{R_2}} = 960 \Omega.$$

2.31. Nhiệt lượng cần thiết để đun sôi nước, tức là để làm tăng nhiệt độ của nước từ $T_1 = 293 \text{ K}$ (hay 20°C) đến $T_2 = 373 \text{ K}$ (hay 100°C) là :

$$Q = cm(T_2 - T_1) \quad (1)$$

trong đó m là khối lượng nước cần đun ; ở đây $m = 2 \text{ kg}$ (ứng với 2 lít nước). Mặt khác, nhiệt lượng có ích để đun nước do bếp điện cung cấp trong thời gian t là :

$$Q = H\mathcal{P}t \quad (2)$$

trong đó \mathcal{P} là công suất của bếp điện.

Từ (1) và (2) ta suy ra :

$$\mathcal{P} = \frac{cm(T_2 - T_1)}{Ht} = \frac{4,18 \cdot 10^3 \cdot 2(373 - 293)}{\frac{70}{100} \cdot 20 \cdot 60} = 796 \text{ W}$$

2.32.
$$\frac{t_1}{R_1} = \frac{t_2}{R_2} = \frac{t_3}{R_1 + R_2} = \frac{t_4}{\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}}$$

suy ra $t_2 = 20$ phút, $t_3 = 30$ phút, $t_4 = 6$ phút 40 giây.

2.33. $Q = cm(T_2 - T_1) = 501\,600 \text{ J}.$

Công suất có ích của bếp :

$$\mathcal{P}_1 = \frac{80}{100} \mathcal{P} = 480 \text{ W}$$

Suy ra $t = \frac{Q}{\mathcal{P}_1} = 17$ phút 25 giây.

$$2.34. Q = (c_1 m_1 + c_2 m_2)(373 - T_1) = 698\,240 \text{ J}$$

Nhiệt lượng này chỉ bằng $H = 60\%$ nhiệt lượng do bếp điện toả ra, do đó :

$$Q = \frac{60}{100} UIt$$

$$\text{Suy ra } I = \frac{Q}{0,6Ut} = 4,4 \text{ A.}$$

$$2.35. \text{ a) } A_1 = U_1 I_1 t = 400 \text{ J}$$

$$U_1 = \mathcal{E}_p + rI_1 \text{ với } \mathcal{E}_p = \mathcal{E}$$

$$r = \frac{U_1 - \mathcal{E}_p}{I_1} = \frac{20 - 12}{2} = 4 \Omega$$

$$Q_1 = rI_1^2 t = 4(2)^2 \cdot 10 = 160 \text{ J}$$

b) Khi acquy phát điện, công do nó sinh ra ở mạch ngoài là :

$$A_2 = U_2 I_2 t = (\mathcal{E} - I_2 r) I_2 t = 80 \text{ J}$$

Nhiệt lượng toả ra trong acquy $Q_2 = rI_2^2 t = 40 \text{ J.}$

2.36. a) Điện năng của acquy :

$$A = q\mathcal{E} = (240 \cdot 3600) \cdot 2 = 1,728 \cdot 10^6 \text{ J}$$

b) Công suất điện tiêu thụ ở mạch ngoài :

$$\mathcal{P} = I^2 R = \left(\frac{\mathcal{E}}{R+r} \right)^2 R = \left(\frac{2}{9+1} \right)^2 9 = 0,36 \text{ W}$$

Hiệu suất :

$$H = \frac{R}{R+r} = \frac{9}{9+1} = 90\%$$

$$2.37. \text{ a) } \mathcal{P} = R \left(\frac{U}{1+R} \right)^2 = 1\,100 \text{ W}$$

$$11R^2 - 122R + 11 = 0$$

Có hai nghiệm $R_1 = 11 \Omega$; $R_2 = \frac{1}{11} \Omega$ (loại vì nếu thế, hiệu điện thế ở bếp điện $U = \sqrt{\mathcal{P}R} = 10 \text{ V}$).

$$\text{b) } Q = \mathcal{P}t = 1\,980 \text{ kJ}$$

2.38. a) Ta có :

$$I_0 = \frac{\mathcal{P}_0}{U_0} = \frac{1100}{220} = 5 \text{ A}$$

$$R_0 = \frac{U_0^2}{\mathcal{P}_0} = 44 \text{ } \Omega$$

b) Ta có
$$I' = \frac{\mathcal{P}'}{U'} \quad (1)$$

Mặt khác dòng điện qua bàn là cũng là dòng điện qua điện trở R , vì vậy

$$I' = \frac{U_R}{R} = \frac{U_0 - U'}{R} \quad (2)$$

Từ (1) và (2) suy ra :

$$U'^2 - U_0 U' + \mathcal{P}' R = 0$$

Thay số và giải phương trình ta được hai trị số của U' lần lượt bằng 180 V và 40 V. Nghiệm $U' = 40$ V không chấp nhận được, vì nếu thế, công suất

tiêu thụ khi đó của bàn là $\left(\mathcal{P}' = \frac{U'^2}{R'} \right)$ không thể bằng 800 W được.

Vậy ta có $U' = 180$ V.

Từ đó $I' = \frac{\mathcal{P}'}{U'} = \frac{800}{180} = 4,4 \text{ A}$ và $R' = \frac{U'^2}{\mathcal{P}'} = 40,5 \text{ } \Omega$.

Nhận xét rằng $R' < R_0$, vì điện trở giảm theo nhiệt độ.

2.39. a) $\mathcal{P} = \mathcal{E} I = 50 \text{ W}$, $H = \frac{\mathcal{E} - Ir}{\mathcal{E}} = 92\%$.

b) Công suất điện tiêu thụ của động cơ :

$$\mathcal{P}_d = UI = (\mathcal{E} - rI)I = 46 \text{ W}$$

Công suất toả nhiệt của động cơ $\mathcal{P}_n = RI^2 = 6 \text{ W}$.

Công suất cơ học của động cơ $\mathcal{P}_c = \mathcal{P}_d - \mathcal{P}_n = 40 \text{ W}$.

Hiệu suất của động cơ $H_d = \frac{\mathcal{P}_c}{\mathcal{P}_d} = 87\%$.

c) Khi động cơ bị kẹt, điện năng không chuyển thành cơ năng được, do đó dòng điện chạy qua cuộn dây của động cơ là :

$$I' = \frac{\mathcal{E}}{R + r} = 10 \text{ A}$$

2.40. Các dòng điện có chiều như Hình 2.5G. Ta tính điện trở mạch ngoài. Vì điện trở ampe kế nhỏ không đáng kể, có thể coi C và D chập làm một và ta có :

$$(R_2 // R_4) \text{ nt } (R_3 // R_5)$$

Như vậy :

$$R_{24} = \frac{R_2 R_4}{R_2 + R_4} = 1,5 \Omega$$

$$R_{35} = \frac{R_3 R_5}{R_3 + R_5} = 2 \Omega$$

Từ đó, điện trở ngoài là :

$$R = R_1 + R_{24} + R_{35} = 5,5 \Omega$$

Áp dụng định luật Ôm :

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r} = \frac{6}{5,5 + 0,5} = 1 \text{ A}$$

Hiệu điện thế hai cực nguồn điện :

$$U = \mathcal{E} - Ir = 5,5 \text{ V}$$

Cường độ dòng điện qua các điện trở :

$$I_1 = I = 1 \text{ A}$$

$$U_{24} = IR_{24} = 1,5 \text{ V} \Rightarrow U_2 = U_4 = 1,5 \text{ V}$$

$$I_2 = \frac{U_2}{R_2} = 0,75 \text{ A} ; I_4 = \frac{U_4}{R_4} = 0,25 \text{ A}$$

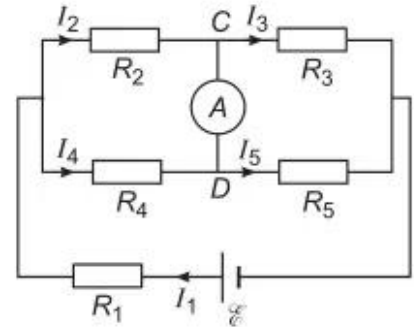
$$U_{35} = IR_{35} = 2 \text{ V} \Rightarrow U_3 = U_5 = 2 \text{ V}$$

$$I_3 = \frac{U_3}{R_3} = 0,5 \text{ A} ; I_5 = \frac{U_5}{R_5} = 0,5 \text{ A}$$

Vì $I_2 > I_3$ nên dòng điện qua ampe kế có chiều từ C đến D và có cường độ :

$$I_A = I_2 - I_3 = 0,75 - 0,5 = 0,25 \text{ A}$$

Vậy ampe kế chỉ 0,25 A.



Hình 2.5G

2.41. *Sơ đồ a.* Vì nguồn điện có điện trở trong $r = 0$ nên $U_{AB} = \mathcal{E}$. Vôn kế mắc vào hai điểm A và B , vậy số chỉ của vôn kế là $U_{AB} = 180 \text{ V}$.

Sơ đồ b. Điện trở đoạn mạch AB là :

$$R_{AB} = \frac{R_2 R_V}{R_2 + R_V} = 600 \Omega$$

Cường độ dòng điện toàn mạch :

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + R_{AB}} = 0,1 \text{ A}$$

Do đó :

$$U_{AB} = IR_{AB} = 60 \text{ V}$$

Vôn kế chỉ 60 V.

Sơ đồ c. Vì $R_1 = R_2$ nên trong sơ đồ c số chỉ của vôn kế giống như trong sơ đồ b , nghĩa là vôn kế chỉ $U_{AB} = 60 \text{ V}$.

2.42. a) Ta có $U_{MN} = U_{MA} + U_{AN} = U_{AN} - U_{AM}$, do ($U_{MA} = -U_{AM}$). Vì nguồn điện có điện trở trong bằng không nên $U_{AB} = \mathcal{E}$. Dòng điện chạy trên các đoạn mạch AMB và ANB theo chiều từ A đến B . Ta có :

$$U_{AN} = \frac{U_{AB}}{R_2 + R_4} \cdot R_2 = \frac{\mathcal{E}}{R_2 + R_4} \cdot R_2 = 16 \text{ V}$$

$$U_{AM} = \frac{U_{AB}}{R_1 + R_3} \cdot R_1 = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + R_3} \cdot R_1 = 12 \text{ V}$$

Từ đó :

$$U_{MN} = U_{AN} - U_{AM} = 4 \text{ V}$$

b) Vì $U_{MN} = V_M - V_N = 4 \text{ V} > 0$. Từ đó suy ra $V_M > V_N$. Vậy cực dương của vôn kế phải mắc vào điểm M là điểm có điện thế cao hơn.

2.43. Cường độ dòng điện định mức và điện trở của các bóng đèn :

$$I_{d_1} = \frac{\mathcal{P}_1}{U_1} = 0,5 \text{ A} ; \quad R_{d_1} = \frac{U_1^2}{\mathcal{P}_1} = 12 \Omega$$

$$I_{d_2} = \frac{\mathcal{P}_2}{U_2} = 0,5 \text{ A} ; \quad R_{d_2} = \frac{U_2^2}{\mathcal{P}_2} = 5 \Omega$$

a) Vì các đèn sáng bình thường, ta có :

$$U_{CB} = U_1 = 6 \text{ V} ; U_2 = 2,5 \text{ V}$$

suy ra $U_{R_2} = U_{CB} - U_2 = 3,5 \text{ V}.$

Hơn nữa :

$$I_{R_2} = I_{d_2} = 0,5 \text{ A}$$

suy ra $R_2 = \frac{U_{R_2}}{I_{R_2}} = 7 \Omega.$

Ngoài ra $I = I_{R_1} = I_{d_1} + I_{d_2} = 1 \text{ A}$

từ đó $U_{AB} = \mathcal{E} - Ir = 6,6 - 1.0,12 = 6,48 \text{ V}$

$$U_{R_1} = U_{AC} = U_{AB} - U_{CB} = 6,48 - 6 = 0,48 \text{ V}$$

suy ra $R_1 = \frac{U_{R_1}}{I_{R_1}} = 0,48 \Omega.$

b) Với $R'_2 = 1 \Omega$, ta có :

$$R_{CB} = \frac{R_{d_1}(R'_2 + R_{d_2})}{R_{d_1} + R'_2 + R_{d_2}} = 4 \Omega$$

$$R_{AB} = R_1 + R_{CB} = 4,48 \Omega$$

Cường độ dòng điện trong mạch chính :

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_{AB} + r} = 1,43 \text{ A}$$

Từ đó $U_{CB} = IR_{CB} = 5,74 \text{ V}.$

Hiệu điện thế trên đèn D_1 bây giờ là :

$$U'_1 = U_{CB} = 5,74 \text{ V}$$

Vì $U'_1 < U_1$ nên đèn D_1 kém sáng hơn trước.

Cường độ dòng điện qua đèn D_2 bây giờ là :

$$I'_2 = \frac{U_{CB}}{R'_2 + R_{d_2}} = 0,95 \text{ A}$$

Như vậy $I'_2 > I_{d_2}$, đèn D_2 bây giờ sáng hơn trước nhiều và có thể bị cháy.

2.44. Công suất mạch ngoài trong hai trường hợp đó :

$$\mathcal{P}_1 = \left(\frac{\mathcal{E}}{R_1 + r} \right)^2 R_1 ; \mathcal{P}_2 = \left(\frac{\mathcal{E}}{R_2 + r} \right)^2 R_2$$

Theo giả thiết $\mathcal{P}_1 = \mathcal{P}_2$ nên $r = \sqrt{R_1 R_2} = 4 \Omega$.

2.45. Từ các công thức $\mathcal{P}_1 = I_1(\mathcal{E} - I_1 r)$ và $\mathcal{P}_2 = I_2(\mathcal{E} - I_2 r)$, suy ra :

$$r = \frac{\mathcal{P}_2 I_1 - \mathcal{P}_1 I_2}{I_1 I_2 (I_1 - I_2)} = 0,2 \Omega$$

$$\mathcal{E} = \frac{\mathcal{P}_2 I_1^2 - \mathcal{P}_1 I_2^2}{I_1 I_2 (I_1 - I_2)} = 12 \text{ V}$$

2.46. a) Áp dụng công thức $\mathcal{P} = \left(\frac{\mathcal{E}}{R + r} \right)^2 R$, ta có :

$$4 = \left(\frac{6}{R + 2} \right)^2 R$$

Giải ra, ta được $R_1 = 4 \Omega$ và $R_2 = 1 \Omega$.

b) $\mathcal{P} = \frac{\mathcal{E}^2}{\left(\sqrt{R} + \frac{r}{\sqrt{R}} \right)^2}$. Muốn \mathcal{P} lớn nhất thì $\sqrt{R} + \frac{r}{\sqrt{R}}$ phải nhỏ nhất,

muốn vậy phải có $\sqrt{R} = \frac{r}{\sqrt{R}}$, suy ra :

$$R = r = 2 \Omega$$

$$\mathcal{P}_{\max} = \frac{\mathcal{E}^2}{4r} = 4,5 \text{ W}$$

2.47. Theo bài 2.46, ta có $\mathcal{P}_{\max} = \frac{\mathcal{E}^2}{4r}$

ở đây : $\mathcal{P}_1 = \frac{\mathcal{E}^2}{4r_1} \Rightarrow r_1 = \frac{\mathcal{E}^2}{4\mathcal{P}_1}$

$$\mathcal{P}_2 = \frac{\mathcal{E}^2}{4r_2} \Rightarrow r_2 = \frac{\mathcal{E}^2}{4\mathcal{P}_2}$$

Khi hai nguồn mắc nối tiếp :

$$\mathcal{P}_{nt} = \frac{(2\mathcal{E})^2}{4(r_1 + r_2)} = 48 \text{ W}$$

Khi hai nguồn mắc song song :

$$\mathcal{P}_{ss} = \frac{\mathcal{E}^2}{4 \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2}} = 50 \text{ W}$$

2.48. $H_1 = \frac{R_1}{R_1 + r}$; $H_2 = \frac{R_2}{R_2 + r}$. Từ điều kiện $H_2 = 2H_1$, suy ra :

$$r = \frac{R_1 R_2}{R_2 - 2R_1} = 7 \Omega$$

2.49. a) Giải tương tự như bài 2.46. Công suất mạch ngoài lớn nhất khi $R_1 + R = r$, suy ra $R = r - R_1 = 1 \Omega$.

b) Công suất điện tiêu thụ trên R :

$$\mathcal{P}_R = RI^2 = \left(\frac{\mathcal{E}}{R_1 + r + R} \right)^2 R = \frac{\mathcal{E}^2}{\left(\sqrt{R} + \frac{R_1 + r}{\sqrt{R}} \right)^2}$$

\mathcal{P}_R lớn nhất khi $\sqrt{R} = \frac{R_1 + r}{\sqrt{R}}$ hay $R = R_1 + r = 1,2 \Omega$.

$$\mathcal{P}_{R_{\max}} = \frac{\mathcal{E}^2}{4R} = 30 \text{ W}$$

2.50. $U = \frac{\mathcal{E}}{r + \frac{R_1 R}{R_1 + R}} \cdot \frac{R_1 R}{R_1 + R} = \frac{30R}{2 + 3R}$

Công suất điện tiêu thụ trên R :

$$\mathcal{P}_R = \frac{U^2}{R} = \frac{900R}{(2 + 3R)^2} = \frac{900}{\left(\frac{2}{\sqrt{R}} + 3\sqrt{R} \right)^2}$$

\mathcal{P}_R cực đại khi $\frac{2}{\sqrt{R}} = 3\sqrt{R} \Rightarrow R = \frac{2}{3} \Omega$.

Khi đó $\mathcal{P}_{R_{\max}} = 37,5 \text{ W}$.

2.51. a) Khi các bóng đèn sáng bình thường, tức là tiêu thụ đúng công suất định mức thì công suất điện ở mạch ngoài có giá trị hoàn toàn xác định :

$$\mathcal{P} = 4.3 = 12 \text{ W}$$

Biết công suất điện ở mạch ngoài, ta tính được điện trở mạch ngoài theo công thức :

$$\mathcal{P} = I^2 R = \left(\frac{\mathcal{E}}{R + r} \right)^2 R$$

hay $\mathcal{P} R^2 + (2\mathcal{P}r - \mathcal{E}^2)R + \mathcal{P}r^2 = 0$

thay số $\mathcal{P} = 12 \text{ W}, \mathcal{E} = 18 \text{ V}, r = 6 \Omega$

ta được phương trình :

$$R^2 - 15R + 36 = 0$$

Phương trình này có hai nghiệm là :

$$R_1 = 3 \Omega \text{ và } R_2 = 12 \Omega.$$

– Khi $R = R_1 = 3 \Omega$, cường độ dòng điện toàn mạch là :

$$I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + r} = 2 \text{ A}$$

Vì các bóng đèn giống nhau nên ta phải mắc chúng thành x dãy, mỗi dãy có y bóng nối tiếp và $xy = 4$. Muốn các bóng đèn sáng bình thường thì cường độ dòng điện qua chúng phải có giá trị định mức :

$$I_d = \frac{\mathcal{P}_d}{U_d} = 0,5 \text{ A}$$

Do đó, số dãy là :

$$x_1 = \frac{I_1}{I_d} = 4 \text{ dãy}$$

và số bóng đèn mỗi dãy là :

$$y_1 = \frac{4}{x_1} = 1 \text{ bóng đèn}$$

– Khi $R = R_2 = 12 \Omega$, cường độ dòng điện toàn mạch là :

$$I_2 = \frac{\mathcal{E}}{R_2 + r} = 1 \text{ A}$$

Số dây là :

$$x_2 = \frac{I_2}{I_d} = 2 \text{ dây}$$

và số bóng đèn mỗi dây là :

$$y_2 = \frac{4}{x_2} = 2 \text{ bóng đèn}$$

b) Hiệu suất nguồn điện :

Với cách mắc thứ nhất :

$$H_1 = \frac{R_1}{R_1 + r} = \frac{1}{3} = 33\%$$

Với cách mắc thứ hai :

$$H_2 = \frac{R_2}{R_2 + r} = \frac{2}{3} = 67\%$$

Như vậy cách mắc thứ hai (2 dây, mỗi dây 2 bóng) lợi hơn.

2.52. a) Gọi N là số bóng đèn được thắp sáng. Nếu chúng đều sáng bình thường thì công suất điện tiêu thụ ở mạch ngoài là $\mathcal{P} = 3N$.

Mặt khác, theo định luật Ôm :

$$\mathcal{P} = UI = (\mathcal{E} - rI)I = 24I - 6I^2$$

Như vậy ta có $3N = 24I - 6I^2$.

Suy ra phương trình :

$$2I^2 - 8I + N = 0 \tag{1}$$

để xác định cường độ mạch chính I . Muốn cho phương trình đó có nghiệm phải có :

$$\Delta' \geq 0 \Rightarrow 16 - 2N \geq 0$$

hay $N \leq 8$.

Vậy số bóng đèn tối đa là 8 bóng.

Với $N = 8$ phương trình (1) có nghiệm $I = 2$ A.

Giả sử số bóng đèn đó được mắc thành m dây, mỗi dây có n bóng. Biết cường độ định mức của bóng đèn là :

$$I_d = \frac{\mathcal{P}_d}{U_d} = \frac{3}{6} = 0,5 \text{ A}$$

Ta phải có $I = mI_d$.

suy ra
$$m = \frac{I}{I_d} = \frac{2}{0,5} = 4 \text{ dây}$$

và
$$n = \frac{N}{m} = \frac{8}{4} = 2 \text{ bóng đèn.}$$

b) Thay $N = 6$ vào (1) ta được : $I_1 = 1 \text{ A}$ và $I_2 = 3 \text{ A}$

Với $I_1 = 1 \text{ A}$:

$$m = \frac{I_1}{I_d} = 2 \text{ dây}$$

và
$$n = \frac{N}{m} = \frac{6}{2} = 3 \text{ bóng đèn.}$$

Công suất nguồn điện là :

$$\mathcal{P}_{\mathcal{E}_1} = \mathcal{E}I_1 = 24 \text{ W}$$

và công suất điện ở mạch ngoài là :

$$\mathcal{P} = N\mathcal{P}_d = 6.3 = 18 \text{ W}$$

Từ đó, hiệu suất nguồn điện là :

$$H_1 = \frac{\mathcal{P}}{\mathcal{P}_{\mathcal{E}_1}} = \frac{18}{24} = 0,75 = 75\%$$

Với $I_2 = 3 \text{ A}$

$$m = \frac{I_2}{I_d} = 6 \text{ dây}$$

và
$$n = \frac{N}{m} = \frac{6}{6} = 1 \text{ bóng đèn.}$$

Công suất nguồn điện là :

$$\mathcal{P}_{\mathcal{E}_2} = \mathcal{E}I_2 = 72 \text{ W}$$

và công suất điện ở mạch ngoài là :

$$\mathcal{P} = N\mathcal{P}_d = 18 \text{ W}$$

Từ đó, hiệu suất nguồn điện là :

$$H_{\mathcal{E}_2} = \frac{\mathcal{P}}{\mathcal{P}_{\mathcal{E}_2}} = \frac{18}{72} = 0,25 = 25\%$$

Như vậy cách mắc 6 bóng đèn thành 2 dãy, mỗi dãy có 3 bóng đèn thì có lợi hơn.

2.53, 2.54, 2.55 : Học sinh tự làm.

$$2.56. \quad I_1 = \frac{\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2}{R + r_1 + r_2} ; I_2 = \frac{\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2}{R + r_1 + r_2}$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2}{\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2} \Rightarrow \mathcal{E}_2 = \frac{I_1 - I_2}{I_1 + I_2} \mathcal{E}_1 = \frac{2,5 - 0,5}{2,5 + 0,5} \cdot 18 = 12 \text{ V}$$

Từ đó $r_2 = 2 \Omega$.

Trường hợp 1 : $U_1 = \mathcal{E}_2 - I_1 r_2 = 7 \text{ V}$.

Trường hợp 2 : $U_2 = \mathcal{E}_2 + I_2 r_2 = 13 \text{ V}$.

$$2.57. \text{ a) } \quad U = \mathcal{E}_p + I_1(r + R) \text{ với } \mathcal{E}_p = \mathcal{E}$$

$$R = \frac{U - \mathcal{E}_p - I_1 r}{I_1} = \frac{12 - 6 - 2 \cdot 0,6}{2} = 2,4 \Omega$$

$$\text{b) } \quad q = I_1 t_1 = 2,4 = 8 \text{ A.h}$$

$$\text{c) } \quad t_2 = \frac{q}{I_2} = \frac{8}{2,5} = 3,2 \text{ h} = 3 \text{ giờ } 12 \text{ phút}$$

$$2.58. \text{ Ta có } U_{AB} = U_{AD} + U_{DB} = U_{DB} - U_{DA}.$$

Điện trở đoạn mạch DF là :

$$R_{DF} = \frac{(R_2 + R_3)R_4}{R_2 + R_3 + R_4} = 1,6 \Omega$$

Cường độ dòng điện toàn mạch :

$$I = \frac{\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2}{R_1 + R_{DF} + r_1 + r_2} = 1 \text{ A}$$

Hiệu điện thế giữa D và F là :

$$U_{DF} = IR_{DF} = 1,6 \text{ V}$$

Vì $R_2 = R_3$ nên :

$$U_{DA} = \frac{U_{DF}}{2} = 0,8 \text{ V}$$

Ta lại có $U_{DB} = \mathcal{E}_1 - Ir_1 = 2,3 \text{ V}$.

Từ đó $U_{AB} = U_{DB} - U_{DA} = 2,3 - 0,8 = 1,5 \text{ V}$.

Ta lại có :

$$U_{AC} = U_{AB} + U_{BC} = U_{AB} - U_{CB}$$

Vì $U_{CB} = IR_1 = 3,5 \text{ V}$, suy ra :

$$U_{AC} = 1,5 - 3,5 = -2 \text{ V}$$

2.59. Với sơ đồ a : $I = \frac{3\mathcal{E}}{3r} = 2 \text{ A}$

$$U_{AB} = 2\mathcal{E} - 2Ir = 0 ; q = 0$$

Với sơ đồ b : $I = \frac{\mathcal{E}}{3r} = \frac{2}{3} \text{ A}$

$$U_{AB} = \mathcal{E} + Ir = \frac{8}{3} \text{ V} ; q = 8 \mu\text{C}$$

Với sơ đồ c : $I = \frac{\mathcal{E}}{3r} = \frac{2}{3} \text{ A}$

$$U_{AB} = \mathcal{E} - Ir = \frac{4}{3} \text{ V} ; q = 4 \mu\text{C}$$

2.60. a) Áp dụng hệ thức của định luật Ôm cho ba đoạn mạch, ta có :

$$I_1 = \frac{U_{BA} + \mathcal{E}_1}{r_1} \quad (1)$$

$$I_2 = \frac{U_{BA} + \mathcal{E}_2}{r_2} \quad (2)$$

$$I = \frac{U_{AB}}{R} \quad (3)$$

$$\text{Và tại nút A : } I = I_1 + I_2 \quad (4)$$

Rút ra
$$U_{AB} = \frac{\frac{\mathcal{E}_1}{r_1} + \frac{\mathcal{E}_2}{r_2}}{\frac{1}{R} + \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}}. \quad (5)$$

b) Nếu \mathcal{E}_2 là nguồn phát, $I_2 > 0$, từ (2) rút ra :

$$U_{AB} = \mathcal{E}_2 - I_2 r_2 < \mathcal{E}_2 \quad (6)$$

và từ (5) và (6), suy ra $R < \frac{\mathcal{E}_2}{\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2} r_1$.

Nếu \mathcal{E}_2 không phát cũng không thu thì $I_2 = 0$:

$$U_{AB} = \mathcal{E}_2, \text{ suy ra } R = \frac{\mathcal{E}_2}{\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2} r_1$$

Nếu \mathcal{E}_2 là máy thu thì $I_2 < 0$, $U_{AB} > \mathcal{E}_2$

và
$$R > \frac{\mathcal{E}_2}{\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2} r_1.$$

2.61. a) $U_{AB} = 1,4 \text{ V}$.

b) $I_1 = 6 \text{ A}$; $I_2 = 1 \text{ A}$; $I = 7 \text{ A}$.

2.62. a) K mở, mạch ngoài có điện trở $R = \infty$.

Áp dụng công thức định luật Ôm cho đoạn mạch chứa nguồn :

$$U_{AB} = 13,5 \text{ V} ; I_1 = 1,125 \text{ A} ; I_2 = -1,125 \text{ A}$$

($I_2 < 0$ nghĩa là nguồn \mathcal{E}_2 là máy thu).

Số chỉ ampe kế $I_A = 0$; $q = CU_{AB} = 2,7 \cdot 10^{-5} \text{ C}$.

b) K đóng :

Điện trở mạch ngoài $R = 6 \Omega$; $U_{AB} = 10,8 \text{ V}$.

$$I_1 = 1,8 \text{ A} ; I_2 = 0 ; I_A = 1,8 \text{ A}$$

$$U_C = IR_2 = 5,4 \text{ V} ; q = CU_C = 1,08 \cdot 10^{-5} \text{ C}$$

2.63. Điện kế chỉ số 0 nghĩa là không có dòng điện qua nguồn \mathcal{E}_2 , do đó $\mathcal{E}_2 = U_{AC}$. Dòng điện qua AB là dòng điện phát ra từ \mathcal{E}_1 :

$$I = \frac{\mathcal{E}_1}{R_{AB} + r_1}$$

$$U_{AC} = IR_{AC} = I \cdot \frac{R_{AB} \cdot AC}{AB} = \frac{\mathcal{E}_1}{R_{AB} + r_1} \cdot \frac{R_{AB} \cdot AC}{AB}$$

$$= \frac{12}{23 + 1} \cdot \frac{23 \cdot 1,5}{11,5} = 1,5 \text{ V}$$

$$\mathcal{E}_2 = 1,5 \text{ V}$$

2.64. $U_{BA} = \mathcal{E}_1 - I_1 r_1 = \mathcal{E}_2 - I_2 r_2 = \mathcal{E}_3 = IR$

Suy ra $I_1 = 1 \text{ A}$; $I_2 = 1 \text{ A}$; $I = 2 \text{ A}$; $R = 0,8 \Omega$.

2.65. $I = \frac{2\mathcal{E}_1}{R + r_1 + r_2}$ với $R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$

Từ $U = \mathcal{E}_1 - Ir_1 = 0$, suy ra :

$$r_1 = \frac{R_1 R_2 + r_2 (R_1 + R_2)}{R_1 + R_2} = 2,4 \Omega$$

2.66. Để cho dòng điện qua R_2 bằng không phải mắc cực dương của \mathcal{E}_2 vào điểm A và cực âm vào điểm B . Gọi I_1 , I_2 và I_3 là dòng điện qua các điện trở R_1 , R_2 , R_3 .

$$U_{MN} = I_2 R_2 = \mathcal{E}_2 - I_3 (R_3 + R_4) = -(\mathcal{E}_1 - I_1 R_1)$$

$I_3 = I_2 + I_1$. Cho $I_2 = 0$, suy ra :

$$\mathcal{E}_2 = \frac{R_3 + R_4}{R_1} \mathcal{E}_1 = \frac{2 + 2}{2} \cdot 1,5 = 3 \text{ V}$$

2.67. Giả sử bộ nguồn gồm N nguồn giống nhau mắc thành m dãy, mỗi dãy có n nguồn ($N = nm$). Suất điện động và điện trở trong của bộ nguồn là :

$$\mathcal{E}_b = n\mathcal{E} = 2n ; r_b = \frac{nr}{m} = \frac{6n}{m} = \frac{6n^2}{N}$$

Áp dụng định luật Ôm đối với toàn mạch :

$$I = \frac{\mathcal{E}_b}{R + r_b}$$

với R là điện trở của đèn, $R = \frac{U_d^2}{\mathcal{P}_d} = 24 \Omega$.

Vì đèn sáng bình thường, ta có :

$$I = I_d = \frac{\mathcal{P}_d}{U_d} = 0,5 \text{ A}$$

Từ đó :

$$0,5 = \frac{2n}{24 + \frac{6n^2}{N}}$$

hay $3n^2 - 2nN + 12N = 0$. (1)

a) Với $N = 48$, phương trình (1) có nghiệm :

$$n_1 = 8 \text{ nguồn ; } n_2 = 24 \text{ nguồn}$$

Một cách tương ứng $m_1 = \frac{48}{8} = 6$ dây và $m_2 = \frac{48}{24} = 2$ dây.

Vậy có hai cách mắc : 8 nguồn \times 6 dây và 24 nguồn \times 2 dây. Điện trở trong của bộ nguồn ứng với mỗi cách mắc :

$$r_{b_1} = \frac{6n_1^2}{N} = 8 \Omega ; r_{b_2} = \frac{6n_2^2}{N} = 72 \Omega$$

Hiệu suất của bộ nguồn ứng với mỗi cách mắc :

$$H_1 = \frac{R}{R + r_{b_1}} = \frac{24}{24 + 8} = 0,75 = 75\%$$

$$H_2 = \frac{R}{R + r_{b_2}} = \frac{24}{24 + 72} = 0,25 = 25\%$$

b) Điều kiện để phương trình (1) có nghiệm là :

$$\Delta' \geq 0 \Rightarrow N^2 - 36N \geq 0$$

Từ đó $N \geq 36$.

Số nguồn ít nhất là $N_{\min} = 36$ nguồn.

Với $N = 36$, phương trình (1) có nghiệm :

$$n = \frac{N}{3} = 12 \text{ nguồn}$$

và do đó $m = \frac{N}{n} = 3$ dây.

Vậy cần có 36 nguồn mắc thành 3 dãy, mỗi dãy 12 nguồn. Điện trở trong của bộ nguồn :

$$r_b = \frac{6n^2}{N} = 24 \Omega$$

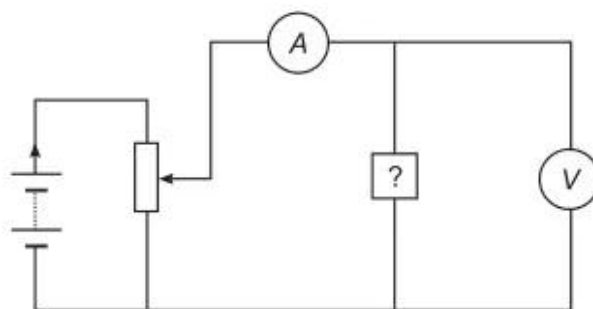
$$\text{Hiệu suất bộ nguồn } H = \frac{R}{R + r_b} = \frac{24}{24 + 24} = 50\%.$$

Hướng dẫn bài tập thực hành

- 2.68.** – Đánh dấu ba điểm đầu dây là 1 – 2 – 3 và ba điểm cuối dây là $a - b - c$.
 – Nối 1 – 2, mắc pin nối tiếp đèn rồi chạm vào hai điểm cuối bất kì (ví dụ a, c), nếu đèn sáng thì đầu b chính là điểm cuối của dây 3.
 – Tách 1– 2, nối 1 – 3 rồi làm tương tự ta sẽ phát hiện được điểm cuối của dây 2 và suy ra điểm cuối của dây 1.

- 2.69.** – Cần dựa vào đặc tính dẫn điện của điện trở và dây tóc bóng đèn trong điều kiện bình thường :

Điện trở ít thay đổi theo nhiệt độ khi dòng điện chạy qua, do đó sự phụ thuộc của I vào U gần như tuyến tính.



Hình 2.6G

Dây tóc bóng đèn có điện trở thay đổi theo nhiệt độ rất nhiều khi dòng điện chạy qua trong điều kiện thường, do đó sự phụ thuộc của I vào U không tuyến tính (điện trở của dây tóc bóng đèn tăng rất nhiều khi bị đốt nóng sáng).

- Từ đó suy ra cách phát hiện là : Mắc mạch điện khảo sát đường đặc trưng vôn–ampe của hai hộp đen (Hình 2.6G). Hộp nào có đường đặc trưng gần thẳng thì hộp đó chứa điện trở. Hộp nào có đường đặc trưng cong thì hộp đó chứa bóng đèn.
 – Chú ý cách mắc biến trở để lấy được các giá trị của U tùy ý.
- 2.70.** Nguyên nhân của hiện tượng trên là do tương quan giữa công suất thực và công suất định mức của mỗi bóng đèn.
 Giả sử các đèn ban đầu thuộc loại 12 V – 5 W.

Lần đầu, nếu Minh thay đèn hỏng bằng đèn loại 12 V và công suất định mức nhỏ hơn 5 W (ví dụ 3 W) thì đèn đó sẽ bị đứt ngay vì công suất thực sẽ lớn hơn nhiều so với công suất định mức.

Lần sau, nếu thay bằng đèn 6 V – 3 W thì các đèn sẽ sáng ổn định vì công suất thực của các bóng sẽ gần bằng hoặc nhỏ hơn công suất định mức.

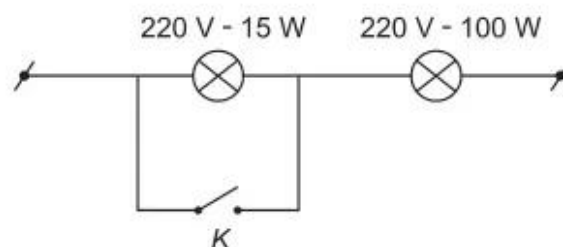
2.71. Mắc mạch như Hình 2.7G.

- Khi K đóng thì đèn 15 W sẽ tắt và đèn 100 W sáng bình thường.
- Khi K mở thì đèn 15 W sẽ sáng, còn đèn 100 W sẽ gần như không sáng vì :

$$R = \frac{U^2}{\mathcal{P}}$$

Suy ra : $R_1 \approx 3200 \Omega$; $R_2 = 484 \Omega$

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}$$



Hình 2.7G

Suy ra hiệu điện thế thực $U_1 \approx 190$ V. Hiệu điện thế này chỉ nhỏ hơn định mức một chút nên đèn 15 W sáng yếu hơn bình thường. Còn hiệu điện thế thực $U_2 \approx 220 - 190 = 30$ V rất nhỏ hơn định mức, nên đèn 100 W hầu như không sáng. Ngoài ra còn có nguyên nhân điện trở tăng theo nhiệt độ làm cho hiện tượng càng rõ rệt hơn.