

PHẦN II. DÒNG ĐIỆN KHÔNG ĐỔI

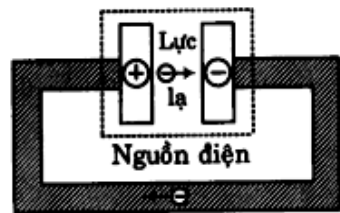
I. KIẾN THỨC CƠ BẢN

1. Dòng điện

- + Dòng điện là dòng các điện tích dịch chuyển có hướng.
- + Chiều qui ước của dòng điện là chiều dịch chuyển của các điện tích dương tức là ngược chiều dịch chuyển của các electron.
- + Các tác dụng của dòng điện: dòng điện có tác dụng nhiệt, tác dụng hoá học, tác dụng từ, tác dụng cơ và tác dụng sinh lí, trong đó tác dụng từ là tác dụng đặc trưng của dòng điện.
- + Cường độ dòng điện đặc trưng cho tác dụng mạnh yếu của dòng điện và được xác định bằng thương số giữa điện lượng Δq dịch chuyển qua tiết diện thẳng của vật dẫn trong khoảng thời gian Δt và khoảng thời gian đó: $I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$
- + Dòng điện có chiều và cường độ không thay đổi theo thời gian gọi là dòng điện không đổi. Với dòng điện không đổi ta có: $I = \frac{q}{t}$
- + Điều kiện để có dòng điện trong một môi trường nào đó là trong môi trường đó phải có các điện tích tự do và phải có một điện trường để đẩy các điện tích tự do chuyển động có hướng. Trong vật dẫn điện có các điện tích tự do nên điều kiện để có dòng điện là phải có một hiệu điện thế đặt vào hai đầu vật dẫn điện.

2. Nguồn điện

- + Nguồn điện là thiết bị để tạo ra và duy trì hiệu điện thế nhằm duy trì dòng điện trong mạch.
- + Nguồn điện có hai cực: cực dương (+) và cực âm (-).
- + Các lực lạ (khác bản chất với lực điện) bên trong nguồn điện có tác dụng làm cho hai cực của nguồn điện được tích điện khác nhau và do đó duy trì hiệu điện thế giữa hai cực của nó.
- + Suất điện động của nguồn điện đặc trưng cho khả năng thực hiện công của nguồn điện và được đo bằng công của lực lạ khi làm dịch chuyển một đơn vị điện tích dương ngược chiều điện trường bên trong nguồn điện: $E = \frac{A}{q}$
- + Để đo suất điện động của nguồn ta dùng vôn kế mắc vào hai cực của nguồn điện khi mạch ngoài để hở.
- + Điện trở r của nguồn điện được gọi là điện trở trong của nó.



3. Điện trở

- + Điện trở của đoạn dây dẫn: $R = \rho \frac{\ell}{S}$

Trong đó: ℓ là chiều dài (m); S là tiết diện ngang (m^2); ρ là điện trở suất (Ωm)

- + Điện trở tương đương của đoạn mạch mắc nối tiếp:

$$R = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

- + Điện trở tương đương của đoạn mạch mắc song song:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

4. Điện năng. Công suất điện

- + Lượng điện năng mà một đoạn mạch tiêu thụ khi có dòng điện chạy qua để chuyển hóa thành các dạng năng lượng khác được đo bằng công của lực điện thực hiện khi dịch chuyển có hướng các điện tích.

- + Công suất điện của một đoạn mạch là công suất tiêu thụ điện năng của đoạn mạch đó và có trị số bằng điện năng mà đoạn mạch tiêu thụ trong một đơn vị thời gian, hoặc bằng tích của hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch

và cường độ dòng điện chạy qua đoạn mạch đó: $P = \frac{A}{t} = UI$

- + Nhiệt lượng tỏa ra trên một vật dẫn khi có dòng điện chạy qua tỉ lệ thuận với điện trở của vật dẫn, với bình phương cường độ dòng điện và với thời gian dòng điện chạy qua vật dẫn đó: $Q = RI^2t$.

- + Công suất tỏa nhiệt 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: $P = \frac{Q}{t} = I^2R$

- + Công của nguồn điện bằng điện năng tiêu thụ trong toàn mạch: $A_{ng} = EIt$

- + Công suất của nguồn điện bằng công suất tiêu thụ điện năng của toàn mạch: $P_{ng} = E.I$

- + Để đo công suất điện người ta dùng oát-kế. Để đo công của dòng điện, tức là điện năng tiêu thụ, người ta dùng máy đếm điện năng hay công tơ điện.

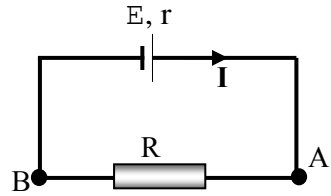
- + Điện năng tiêu thụ thường được tính ra kilôoat giờ (kWh).

$$1\text{kW.h} = 3\,600\,000\text{J}$$

5. Định luật Ôm đối với toàn mạch

- + Cường độ dòng điện chạy trong mạch kín tỉ lệ thuận với suất điện động của nguồn điện và tỉ lệ nghịch với điện trở toàn phần

của mạch đó:
$$I = \frac{E}{R_N + r}$$

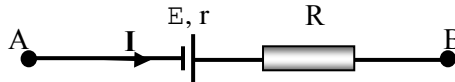


- + Tích của cường độ dòng điện chạy qua một đoạn mạch và điện trở của nó được gọi là độ giảm thế trên đoạn mạch đó. Suất điện động của nguồn điện có giá trị bằng tổng các độ giảm điện thế ở mạch ngoài và mạch trong:
$$E = I.R_N + I.r = U + I.r$$
- + Hiện tượng đoản mạch xảy ra khi nối hai cực của một nguồn điện chỉ bằng dây dẫn có điện trở rất nhỏ. Khi đoản mạch, dòng điện qua mạch có cường độ lớn và có hại.

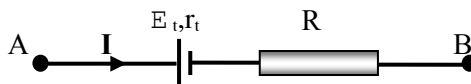
- + Hiệu suất của nguồn điện:
$$H = \frac{P_{\text{ích}}}{P_{\text{nguồn}}} = \frac{U.I}{E.I} = \frac{U}{E} = \frac{I.R}{I.R + I.r} = \frac{R}{R + r}$$

6. Định luật ôm đối với các loại đoạn mạch

- + Định luật Ohm chứa nguồn (máy phát):
$$I = \frac{U_{AB} + E_p}{r + R}$$
 - Đối với nguồn điện (máy phát): dòng điện đi vào cực âm và đi ra từ cực dương.
 - U_{AB} : tính theo chiều dòng điện đi từ A đến B qua mạch ($U_{AB} = -U_{BA}$).



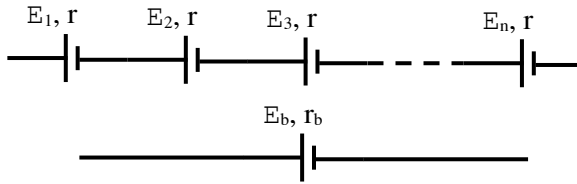
- + Định luật Ohm cho đoạn mạch chứa máy thu điện:
$$I = \frac{U_{AB} - E_t}{r_t + R}$$
 - Đối với máy thu E_t : dòng điện đi vào cực dương và đi ra từ cực âm.
 - U_{AB} : tính theo chiều dòng điện đi từ A đến B qua mạch.



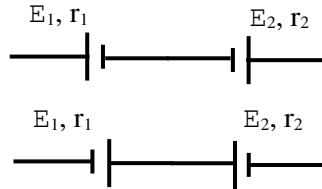
- + Mắc nguồn điện thành bộ:

- Mắc nối tiếp:
$$\begin{cases} E_b = E_1 + E_2 + E_3 + \dots + E_n \\ r_b = r_1 + r_2 + r_3 + \dots + r_n \end{cases}$$

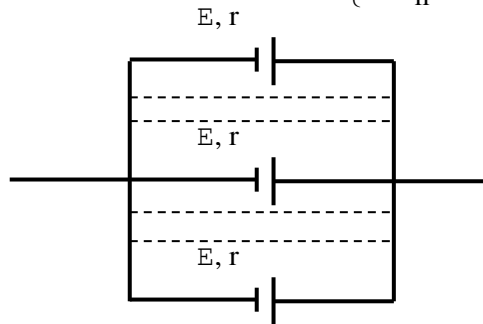
- Nếu có n nguồn giống nhau:
$$\begin{cases} E_b = nE \\ r_b = n.r \end{cases}$$



- + Mắc xung đối:
$$\begin{cases} E_b = |E_1 - E_2| \\ r_b = r_1 + r_2 \end{cases}$$



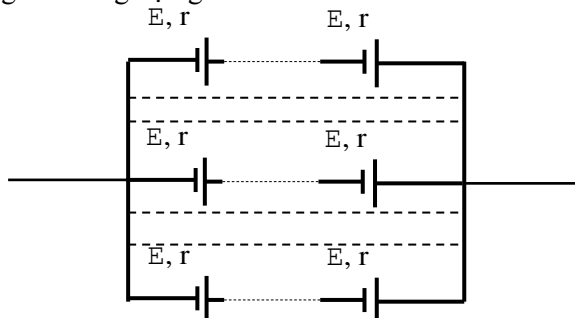
- + Mắc song song (các nguồn giống nhau):
$$\begin{cases} E_b = E \\ r_b = \frac{r}{n} \end{cases}$$



- + Mắc hỗn hợp đối xứng (các nguồn giống nhau):
$$\begin{cases} E_b = mE \\ r_b = \frac{mr}{n} \end{cases}$$

Với m: là số nguồn trong một dãy (hàng ngang); n: là số dãy (hàng dọc)

Tổng số nguồn trong bộ nguồn: $N = n.m$



II. CÁC DẠNG TOÁN

Dạng 1. ĐẠI CƯƠNG VỀ DÒNG ĐIỆN KHÔNG ĐỔI

A. Phương pháp giải

+ Cường độ dòng điện: $I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$

+ Số elcetron: $n = \frac{\Delta q}{|e|} = \frac{I.t}{|e|}$

+ Mật độ dòng điện: $i = \frac{I}{S} = \frac{\Delta q}{\Delta t.S} = \frac{N.|e|}{\Delta t.S} = \frac{N.|e|.d}{\Delta t.S.d} = \frac{N.|e|.d}{V.\Delta t} = nv|e|$

Trong đó:

I là cường độ dòng điện, đơn vị là Ampe (A);

S là tiết diện ngang của dây dẫn, đơn vị là m^2 ;

n là mật độ hạt, đơn vị là hạt/ m^3 ;

Δq là điện lượng (lượng điện tích);

v là tốc độ trung bình của hạt mang điện (m/s).

▪ Với $n = \frac{N}{V}$ gọi là mật độ hạt, đơn vị là hạt/ m^3

▪ $v = \frac{d}{\Delta t}$ là tốc độ trung bình của hạt mang điện (m/s)

Chú ý: Δt hữu hạn thì I có giá trị trung bình, Δt rất nhỏ thì I là dòng điện tức thời i (dòng điện tại một thời điểm).

+ Suất điện động của nguồn điện: $E = \frac{A}{q} \Rightarrow A = Eq = E.I.t$

Trong đó:

A là công mà nguồn điện (công lực lạ), đơn vị là Jun (J);

q độ lớn điện tích, đơn vị là Cu-lông (C);

E là suất điện động của nguồn điện, đơn vị là Vôn (V).

B. VÍ DỤ MẪU

Ví dụ 1: Trong mỗi giây có 10^9 hạt electron đi qua tiết diện thẳng của một ống phóng điện. Biết điện tích mỗi hạt có độ lớn bằng $1,6.10^{-19}C$. Tính:

a) Cường độ dòng điện qua ống.

b) Mật độ dòng điện, biết ống có tiết diện ngang là $S = 1 \text{ cm}^2$.

Hướng dẫn giải

a) Điện lượng chuyển qua tiết diện ngang của ống dây:

$$\Delta q = n|e| = 10^9.1,6.10^{-19} = 1,6.10^{-10} (C)$$

+ Dòng điện chạy qua ống dây: $I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = 1,6.10^{-10} (A)$

b) Mật độ dòng điện: $i = \frac{I}{S} = 1,6 \cdot 10^{-6} \text{ (A / m}^2\text{)}$

Ví dụ 2: Một dòng điện không đổi có $I = 4,8\text{A}$ chạy qua một dây kim loại tiết diện thẳng $S = 1\text{cm}^2$. Tính:

- Số êlectrôn qua tiết diện thẳng của dây trong 1s.
 - Vận tốc trung bình của chuyển động định hướng của êlectrôn.
- Biết mật độ êlectrôn tự do $n = 3 \cdot 10^{28}\text{m}^{-3}$.

Hướng dẫn giải

- a) Số êlectrôn qua tiết diện thẳng của dây trong 1s

$$\text{Ta có: } I = \frac{q}{t} = \frac{ne}{t} \Rightarrow n = \frac{It}{e} = \frac{4,8 \cdot 1}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 3 \cdot 10^{19}$$

Vậy: Số êlectrôn qua tiết diện thẳng của dây trong 1s là $n = 3 \cdot 10^{19}$.

- b) Vận tốc trung bình của chuyển động định hướng của êlectrôn

$$\text{Ta có: Mật độ dòng điện: } i = \frac{I}{S} = nqv$$

$$\Rightarrow v = \frac{I}{nqS} = \frac{4,8}{3 \cdot 10^{28} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 10^{-4}} = 10^{-5} \text{ m/s} = 0,01 \text{ mm/s}.$$

Vậy Vận tốc trung bình của chuyển động định hướng của êlectrôn là $v = 0,01\text{mm/s}$.

Ví dụ 3: Pin Lơclăngsê sản ra một công là 270 J khi dịch chuyển lượng điện tích là 180C giữa hai cực bên trong pin. Tính công mà pin sản ra khi dịch chuyển một lượng điện tích 40 (C) giữa hai cực bên trong pin.

Hướng dẫn giải

$$+ \text{ Suất điện động của pin: } E = \frac{A}{q} = \frac{270}{180} = 1,5 \text{ (V)}$$

+ Công mà pin sản ra khi dịch chuyển một lượng điện tích 60 (C) giữa hai cực bên trong pin. Ta có: $E = \frac{A}{q} \Rightarrow A = qE = 40 \cdot 1,5 = 60\text{J}$

Ví dụ 4: Một bộ acquy cung cấp một dòng điện 5A liên tục trong 4 giờ thì phải nạp lại.

- Tính cường độ dòng điện mà acquy này có thể cung cấp liên tục trong thời gian 12 giờ thì phải nạp lại.
- Tính suất điện động của acquy này nếu trong thời gian hoạt động trên nó sản sinh một công 1728 kJ.

Hướng dẫn giải

a) Mỗi acquy có một dung lượng xác định. Dung lượng của mỗi acquy là điện lượng lớn nhất mà acquy có thể cung cấp được khi nó phát điện.

+ Dung lượng của acquy: $q = I.t \Rightarrow I_1.t_1 = I_2.t_2 \Rightarrow I_2 = I_1 \frac{t_1}{t_2} = \frac{5}{3}(\text{A})$

b) Suất điện động của nguồn điện: $E = \frac{A}{q} = \frac{A}{I_1 t_1} = \frac{1728.10^3}{5.4.3600} = 24(\text{V})$

C. BÀI TẬP VẬN DỤNG

Bài 1. Tính số electron đi qua tiết diện thẳng của dây dẫn trong 5 giây, biết rằng cường độ dòng điện qua dây dẫn là 2 A.

Bài 2. Cường độ dòng điện không đổi chạy qua dây tóc của một bóng đèn là 0,64 A.

- Tính điện lượng dịch chuyển qua tiết diện thẳng của dây tóc trong thời gian một phút.
- Tính số electron dịch chuyển qua tiết diện thẳng của dây tóc trong khoảng thời gian nói trên.

Bài 3. Một dây dẫn hình trụ có bán kính tiết diện ngang là $R = 0,5 \text{ mm}$. Hạt mang điện tự do trong dây dẫn là các electron tạo thành dòng điện không đổi có cường độ $I = 1,57 \text{ A}$. Biết độ lớn điện tích của mỗi hạt electron là $1,6.10^{-19} \text{ C}$. Lấy $\pi = 3,14$.

- Tính điện lượng chuyển qua tiết diện ngang của dây trong thời gian 5s.
- Tính mật độ dòng điện và số electron đi qua tiết diện ngang của dây dẫn trong thời gian 10s.
- Tính vận tốc trung bình của các electron tạo nên dòng điện, biết mật độ electron tự do là $n = 5.10^{28} \text{ hạt/m}^3$.

Bài 4. Một dây dẫn kim loại có các electron tự do chạy qua và tạo thành một dòng điện không đổi. Dây có tiết diện ngang $S = 0,6 \text{ mm}^2$, trong thời gian 10 s có điện lượng $q = 9,6 \text{ C}$ đi qua. Tính:

- Cường độ và mật độ dòng điện qua dây dẫn.
- Số electron đi qua tiết diện ngang của dây dẫn trong 10s
- Tính tốc độ trung bình của các electron tạo nên dòng điện, biết mật độ electron tự do là $n = 4.10^{28} \text{ hạt/m}^3$

Bài 5. Một dây dẫn hình trụ tiết diện ngang $S = 10 \text{ mm}^2$ có dòng điện $I = 2 \text{ A}$ chạy qua. Hạt mang điện tự do trong dây dẫn là electron có độ lớn điện tích $e = 1,6.10^{-19} \text{ C}$.

- Tính số hạt electron chuyển động qua tiết diện ngang của dây trong 1s
- Biết vận tốc trung bình của hạt electron trong chuyển động có hướng là 0,1 mm/s. Tính mật độ hạt electron trong dây dẫn.

Bài 6. Trong khoảng thời gian 10s, dòng điện qua dây dẫn tăng đều từ $I_1 = 1 \text{ A}$ đến $I_2 = 4 \text{ A}$. Tính cường độ dòng điện trung bình và điện lượng qua dây trong thời gian trên.

Bài 7. Một bộ acquy có suất điện động 12V, cung cấp một dòng điện 2A liên tục trong 8 giờ thì phải nạp lại. Tính công mà acquy sản sinh ra trong khoảng thời gian trên.

Bài 8. Lực lạ thực hiện công 1200 mJ khi di chuyển một lượng điện tích 50 mC giữa hai cực bên trong nguồn điện.

- Tính suất điện động của nguồn điện này.
- Tính công của lực lạ khi di chuyển một lượng điện tích 125 mC giữa hai cực bên trong nguồn điện.

Bài 9. Một bộ acquy có suất điện động 12V nối vào một mạch kín.

- Tính lượng điện tích dịch chuyển ở giữa hai cực của nguồn điện để acquy sản ra công 720 J.
- Thời gian dịch chuyển lượng điện tích này là 5 phút. Tính cường độ dòng điện chạy qua acquy này.
- Tính số electron dịch chuyển qua tiết diện thẳng của dây dẫn trong thời gian 1 phút.

Bài 10. Biết rằng trong đồng số êlectron dẫn bằng với số nguyên tử. Đồng có khối lượng mol là $M = 64\text{g/mol}$, và có khối lượng riêng là $\rho = 9,0\text{ kg/dm}^3$. Một sợi dây đồng có đường kính 1,8mm, mang dòng điện không đổi $I = 1,3\text{A}$. Hãy tìm vận tốc trôi của các êlectron dẫn trong dây đồng.

D. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP VẬN DỤNG

Bài 1. Số êlectron đi qua tiết diện thẳng của dây dẫn trong 5 giây:

$$n = \frac{q}{e} = \frac{It}{e} = 6,25 \cdot 10^{19} \text{ êlectron.}$$

Bài 2.

- Điện lượng chuyển qua tiết diện thẳng của dây tóc: $q = It = 38,4(\text{C})$
- Số electron dịch chuyển qua tiết diện thẳng của dây tóc: $N = \frac{q}{|e|} = 24 \cdot 10^{19} \text{ (hạt)}$

Bài 3.

- Điện lượng chuyển qua tiết diện ngang của dây: $q = I \cdot t = 1,575 = 7,85(\text{C})$ s
- Tính mật độ dòng điện và số electron đi qua tiết diện ngang của dây dẫn trong thời gian 10s

+ Tiết diện ngang của dây dẫn: $S = \pi R^2 = 7,85 \cdot 10^{-7} (\text{m}^2)$

+ Mật độ dòng điện là: $i = \frac{I}{S} = 2 \cdot 10^6 (\text{A} / \text{m}^2)$

+ Điện lượng chuyển qua tiết diện ngang của dây dẫn trong thời gian 10s:

$$\Delta q = I \cdot t = 15,7(\text{C})$$

+ Số electron chuyển qua tiết diện ngang của dây trong 10s:

$$N = \frac{\Delta q}{e} = It = 9,8125 \cdot 10^{19} \text{ (hạt)}$$

c) Tính vận tốc trung bình của các electron tạo nên dòng điện

$$+ \text{Ta có: } i = nqv \Rightarrow v = \frac{i}{nq} = \frac{i}{n|e|} = \frac{2 \cdot 10^6}{5 \cdot 10^{28} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ (m/s)}$$

Bài 4.

a) Cường độ dòng điện: $I = \frac{q}{t} = 0,96 \text{ (A)}$

+ Mật độ dòng điện: $i = \frac{I}{S} = 1,6 \cdot 10^6 \text{ (A/m}^2\text{)}$

b) Số electron đi qua tiết diện ngang của dây: $N = \frac{q}{|e|} = 6 \cdot 10^{19} \text{ (hạt)}$

c) Tốc độ trung bình của các hạt tạo nên dòng điện:

$$v = \frac{i}{nq} = \frac{i}{n|e|} = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ (m/s)} = 0,25 \text{ (mm)}$$

Bài 5.

a) Điện lượng chuyển qua tiết diện thẳng của dây trong 1s: $\Delta q = It = 2 \text{ (C)}$

+ Số electron chuyển qua tiết diện thẳng của dây trong 1s: $N = \frac{q}{|e|} = 1,25 \cdot 10^{19}$

b) Ta có: $i = nqv \Rightarrow n = \frac{i}{qv} = \frac{i}{|e|v} = \frac{I}{S|e|v} = 1,25 \cdot 10^{28} \text{ (hạt/m}^3\text{)}$

Bài 6.

Cường độ dòng điện trung bình: $I = \frac{I_1 + I_2}{2} = \frac{1 + 4}{2} = 2,5 \text{ A}$

Điện lượng qua dây trong thời gian trên: $q = It = 2,5 \cdot 10 = 25 \text{ C}$

Bài 7. $A = qE = EIt = 12 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 3600 = 691200 \text{ J}$

Bài 8.

a) Suất điện động của nguồn: $E = \frac{A}{q} = \frac{1,2}{5 \cdot 10^{-2}} = 24 \text{ (V)}$

b) Công của lực lạ khi di chuyển một lượng điện tích $125 \cdot 10^{-3} \text{ C}$ giữa hai cực bên trong nguồn điện. Ta có: $E = \frac{A}{q} \Rightarrow A = qE = 125 \cdot 10^{-3} \cdot 24 = 3 \text{ J}$

Bài 9.

a) Ta có: $E = \frac{A}{q} \Rightarrow q = \frac{A}{E} = \frac{720}{12} = 60 \text{ C}$

b) Cường độ dòng điện: $I = \frac{A}{E.t} = \frac{720}{12.5.60} = 0,2(A)$

c) Số electron dịch chuyển qua tiết diện thẳng của dây dẫn trong thời gian 1 phút

$$N_e = \frac{q}{|e|} = \frac{I.t}{|e|} = \frac{0,2.60}{1,6.10^{-19}} = 7,5.10^{19}$$

Bài 10.

+ Ta có: $I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{Ne}{\Delta t}$ (với N là số e dẫn

chuyển qua 1 tiết diện của dây dẫn trong thời gian Δt = số nguyên tử đồng có trong thể tích V ở hình vẽ)

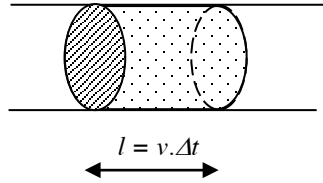
+ Lại có: $N = nN_A$ (với n: số mol đồng có trong thể tích V; N_A : số Avôgađrô)

$$\Rightarrow I = \frac{e.nN_A}{\Delta t} = \frac{e.mN_A}{M.\Delta t} = \frac{e.\rho N_A V}{M.\Delta t} = \frac{e.\rho N_A S l}{M.\Delta t} = \frac{e.\rho N_A \pi d^2}{4M} v$$

$$\Rightarrow v = \frac{4MI}{e\rho N_A \pi d^2}$$

Thay số: $M = 64g/mol = 64.10^{-3} kg/mol$; $\rho = 9,0kg/dm^3 = 9,0.10^3 kg/m^3$, $N_A = 6,02.10^{23} mol^{-1}$, $e = 1,6.10^{-19} C$; $d = 1,8mm = 1,8.10^{-3} m$

$$\Rightarrow v = \frac{4.64.10^{-3}.1,3}{1,6.10^{-19}.9.10^3.6,02.10^{23}.3,14.(1,8.10^{-3})^2} = 3,8.10^{-5} m/s$$



Dạng 2. Điện trở – Định luật Ôm cho đoạn mạch chỉ có điện trở R

A. PHƯƠNG PHÁP GIẢI

1. Điện trở

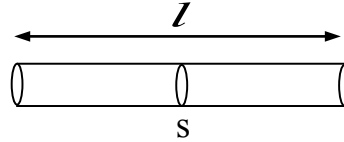
– Điện trở của dây dẫn kim loại hình trụ: $R = \rho \frac{l}{S}$

Trong đó:

l là chiều dài (m).

S là tiết diện ngang (m^2).

ρ là điện trở suất (Ωm)



– Điện trở phụ thuộc vào nhiệt độ: $R = R_0(1 + \alpha t)$ hay $\rho = \rho_0(1 + \alpha t)$.

Trong đó:

R_0 là điện trở dây dẫn ở $0^\circ C$.

R là điện trở dây dẫn ở $t^\circ C$.

ρ_0 là điện trở suất dây dẫn ở $0^\circ C$.

ρ là điện trở suất dây dẫn ở $t^\circ C$.

Với kim loại $\rho > 0$.

Với chất điện phân $\rho < 0$.

2. Định luật Ôm cho đoạn mạch chỉ có điện trở R: $I = \frac{U}{R}$.

B. VÍ DỤ MẪU

Ví dụ 1: Một dây đồng có điện trở $R_1 = 2\Omega$ ở $20^\circ C$. Sau một thời gian có dòng điện đi qua, nhiệt độ của dây đồng là $74^\circ C$. Tính điện trở R_2 của dây đồng ở $74^\circ C$. Hệ số nhiệt điện trở của đồng $\alpha = 0,004K^{-1}$.

Hướng dẫn giải

Điện trở R_2 của dây đồng ở $74^\circ C$:

$$R_2 = R_1(1 + \alpha(t_2 - t_1)) = 2(1 + 0,004 \cdot 54) = 2,43\Omega.$$

Ví dụ 2: Một thanh than và một thanh sắt có cùng tiết diện thẳng mà nối tiếp. Tìm tỉ số chiều dài của hai thanh để điện trở của mạch này không phụ thuộc nhiệt độ.

Than có. $\rho_1 = 4 \cdot 10^{-5} \Omega m$, $\alpha_1 = -0,8 \cdot 10^{-3} K^{-1}$ sắt có

$\rho_2 = 1,2 \cdot 10^{-7} \Omega m$, $\alpha_2 = -6 \cdot 10^{-3} K^{-1}$.

Hướng dẫn giải

Ở nhiệt độ t , ta có: $R_1 = R_{01}(1 + \alpha_1 t)$; $R_2 = R_{02}(1 + \alpha_2 t)$.

R_1 mắc nối tiếp R_2 , điện trở tương đương :

$$R = R_1 + R_2 = (R_{01} + R_{02}) + (\alpha_1 R_{01} + \alpha_2 R_{02})t.$$

Muốn R không phụ thuộc nhiệt độ, thì : $\alpha_1 R_{01} + \alpha_2 R_{02} = 0$.

$$\Leftrightarrow \alpha_1 \rho_1 \frac{l_1}{S} + \alpha_2 \rho_2 \frac{l_2}{S} = 0$$

$$\Rightarrow \frac{l_2}{l_1} = -\frac{\alpha_1}{\alpha_2} \cdot \frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{400}{9}.$$

Ví dụ 3: Đặt hiệu điện thế $4,8V$ vào hai đầu dây thép dài 5 m tiết diện đều $0,5\text{mm}^2$ thì cường độ dòng điện trong dây thép bằng bao nhiêu ? Điện trở suất của thép là $12.10^{-8}\Omega\text{m}$.

Hướng dẫn giải

Điện trở của dây thép : $R = \rho \frac{l}{S}$

Cường độ dòng điện trong dây thép : $I = \frac{U}{R} = \frac{US}{\rho l} = 4(A)$

Ví dụ 4: Một thanh than ($\rho_1 = 4.10^{-5}\Omega\text{m}$; $\alpha_1 = -0,8.10^{-3}\text{K}^{-1}$) và một thanh sắt ($\rho_2 = 1,2.10^{-6}\Omega\text{m}$; $\alpha_2 = 6.10^{-3}\text{K}^{-1}$) cùng tiết diện, mắc nối tiếp. Tìm tỉ số chiều dài hai thanh để điện trở của mạch không phụ thuộc nhiệt độ.

Hướng dẫn giải

- Điện trở của thanh than và thanh sắt ở nhiệt độ t :
 $R_1 = R_{01}(1 + \alpha_1 t)$; $R_2 = R_{02}(1 + \alpha_2 t)$
- Khi hai thanh mắc nối tiếp thì điện trở tương đương của hai thanh là:
 $R = R_1 + R_2 = (R_{01} + R_{02}) + (R_{01}\alpha_1 + R_{02}\alpha_2)t$
- Để R không phụ thuộc vào nhiệt độ thì: $(R_{01}\alpha_1 + R_{02}\alpha_2) = 0 \Rightarrow R_{01}\alpha_1 = -R_{02}\alpha_2$

Mà: $R_{01} = \rho_1 \frac{l_1}{S}$; $R_{02} = \rho_2 \frac{l_2}{S} \Rightarrow \rho_1 \frac{l_1}{S} \cdot \alpha_1 = -\rho_2 \frac{l_2}{S} \cdot \alpha_2$

$$\Rightarrow \frac{l_1}{l_2} = -\frac{\rho_2 \alpha_2}{\rho_1 \alpha_1} = +\frac{1,2.10^{-7} \cdot 6.10^{-3}}{4.10^{-5} \cdot 0,8.10^{-3}} = \frac{9}{400} \approx \frac{1}{44}.$$

Vậy: Để điện trở của mạch không phụ thuộc vào nhiệt độ thì tỉ số chiều dài hai thanh phải bằng $\frac{l_1}{l_2} \approx \frac{1}{44}$.

Ví dụ 5: Một biến trở con chạy có điện trở lớn nhất là 150Ω . Dây điện trở của biến trở là một hợp kim nicrom có tiết diện $0,11\text{mm}^2$ và được quấn đều xung quanh một lõi sứ tròn có đường kính $2,5\text{cm}$. Biết điện trở suất của nicrom là $1,1.10^{-6}\Omega\text{m}$

- a) Tính số vòng dây của biến trở này.
- b) Biết dòng điện lớn nhất mà dây có thể chịu được là $2A$. Hỏi có thể đặt vào hai đầu dây này một hiệu điện thế lớn nhất là bao nhiêu để biến trở không bị hỏng.

Hướng dẫn giải

a) Ta có: $R = \rho \frac{\ell}{S}$. Chiều dài của dây là: $\ell = \frac{R.S}{\rho} = \frac{150.0,11.10^{-6}}{1,1.10^{-6}} = 15\text{m}$

+ Chiều dài một vòng quấn: $C = 2\pi R = \pi d = 0,0785\text{m}$

+ Số vòng quấn: $n = \frac{\ell}{C} = 191$ vòng

b) Điện trở lớn nhất của biến trở là $R_0 = 150\Omega$. Nên hiệu điện thế lớn nhất có thể đặt vào biến trở là: $U_{\max} = I_{\max}.R_0 = 2.150 = 300\text{V}$

Ví dụ 6: Đoạn mạch gồm 4 đoạn dây cùng độ dài, cùng làm bằng một chất, diện tích tiết diện: $S_1 = 1\text{mm}^2$; $S_2 = 2\text{mm}^2$; $S_3 = 3\text{mm}^2$; $S_4 = 4\text{mm}^2$. Bốn đoạn dây mắc nối tiếp vào nguồn $U = 100\text{V}$.

Tính hiệu điện thế trên mỗi đoạn dây.

Hướng dẫn giải

Điện trở của đoạn 1: $R_1 = \rho \frac{l}{S_1}$; điện trở của đoạn 2: $R_2 = \rho \frac{l}{S_2}$.

Điện trở của đoạn 3: $R_3 = \rho \frac{l}{S_3}$; điện trở của đoạn 4: $R_4 = \rho \frac{l}{S_4}$.

Điện trở tương đương của đoạn mạch:

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 = \rho l \left(\frac{1}{S_1} + \frac{1}{S_2} + \frac{1}{S_3} + \frac{1}{S_4} \right).$$

Cường độ dòng điện qua mạch: $I = \frac{U}{R} = \frac{U}{\rho l \left(\frac{1}{S_1} + \frac{1}{S_2} + \frac{1}{S_3} + \frac{1}{S_4} \right)}$.

Hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn 1:

$$U_1 = IR_1 = \frac{U}{\rho l \left(\frac{1}{S_1} + \frac{1}{S_2} + \frac{1}{S_3} + \frac{1}{S_4} \right)} \cdot \frac{\rho l}{S_1} = \frac{U}{S_1 \left(\frac{1}{S_1} + \frac{1}{S_2} + \frac{1}{S_3} + \frac{1}{S_4} \right)}$$

$$\Rightarrow U_1 = \frac{100}{10^{-6} \cdot \left(\frac{1}{10^{-6}} + \frac{1}{2.10^{-6}} + \frac{1}{3.10^{-6}} + \frac{1}{4.10^{-6}} \right)} = 48\text{V}.$$

Hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn 2: $U_2 = IR_2 = \frac{U}{S_2 \left(\frac{1}{S_1} + \frac{1}{S_2} + \frac{1}{S_3} + \frac{1}{S_4} \right)}$

Vì $S_2 = 2S_1 \Rightarrow U_2 = \frac{U_1}{2} = \frac{48}{2} = 24\text{V}.$

Hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn 3:

$$U_3 = IR_3 = \frac{U}{S_3 \left(\frac{1}{S_1} + \frac{1}{S_2} + \frac{1}{S_3} + \frac{1}{S_4} \right)} = \frac{U_1}{3} = 16 \text{ V}.$$

Hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn 4:

$$U_4 = IR_4 = \frac{U}{S_4 \left(\frac{1}{S_1} + \frac{1}{S_2} + \frac{1}{S_3} + \frac{1}{S_4} \right)} = \frac{U_1}{4} = 12 \text{ V}.$$

Vậy: Hiệu điện thế giữa hai đầu các đoạn dây là $U_1 = 48 \text{ V}$; $U_2 = 24 \text{ V}$; $U_3 = 16 \text{ V}$ và $U_4 = 12 \text{ V}$.

C. BÀI TẬP VẬN DỤNG

Bài 1. Tìm hệ số nhiệt điện trở của dây dẫn biết ở nhiệt độ $t_1 = 20^\circ\text{C}$, dây có điện trở $R_1 = 100\Omega$; ở nhiệt độ $t_2 = 2400^\circ\text{C}$, dây có điện trở $R_2 = 200\Omega$.

Bài 2. Một lò điện được quấn bằng dây constantan ở 25°C , dây có chiều dài 15 m, đường kính tiết diện đều 0,5 mm, điện trở suất $5.10^{-7} \Omega\text{m}$.

- Tính điện trở R_1 của dây dẫn ở 25°C .
- Khi đốt nóng dây dẫn đến 100°C , tính điện trở R_2 của dây dẫn. Hệ số nhiệt điện trở của constantan $\alpha = 5.10^{-5} \text{ K}^{-1}$ không đổi trong khoảng nhiệt độ trên.

Bài 3. Một dây đồng dài $l_1 = 1\text{m}$. Tìm chiều dài l_2 của dây nhôm để hai dây đồng và nhôm có cùng khối lượng và điện trở. Đồng có điện trở suất $\rho_1 = 1,7.10^{-8} \Omega\text{m}$, khối lượng riêng $D_1 = 8,9.10^3 \text{ kg/m}^3$, nhôm có điện trở suất $\rho_2 = 2,8.10^{-8} \Omega\text{m}$, khối lượng riêng $D_2 = 2,7.10^3 \text{ kg/m}^3$.

Bài 4. Một dây nhôm dạng hình trụ tròn được quấn thành cuộn có khối lượng 0,81 kg, tiết diện thẳng của dây là $0,1 \text{ mm}^2$. Tìm điện trở của dây đó biết rằng nhôm có khối lượng riêng và điện trở suất lần lượt là $2,7 \text{ g/cm}^3$ và $2,8.10^{-8} \Omega\text{m}$.

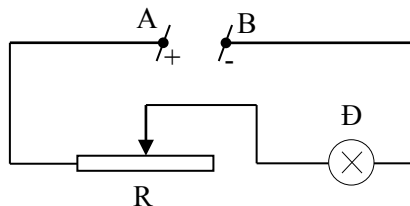
Bài 5. Một bóng đèn dây tóc bằng vonfam. Mắc đèn vào hiệu điện thế $U_1 = 10\text{mV}$ thì cường độ dòng điện qua đèn $I_1 = 4\text{mA}$ và nhiệt độ của dây vonfam $t_1 = 25^\circ\text{C}$. Nếu mắc đèn vào hiệu điện thế $U_2 = 40\text{V}$ thì cường độ dòng điện qua đèn $I_2 = 4\text{A}$. Tính nhiệt độ của dây vonfam lúc đó. Hệ số nhiệt của vonfam là $4,6.10^{-3} \text{ K}^{-1}$.

Bài 6. Hai dây dẫn có hệ số nhiệt điện trở α_1, α_2 ở 0°C có điện trở R_{01}, R_{02} . Tìm hệ số nhiệt điện trở chung của hai dây khi chúng mắc:

- Nối tiếp.
- Song song.

Bài 7. Cho mạch điện như hình, trên bóng đèn Đ có ghi 24V - 0,8A, hiệu điện thế giữa hai điểm A và B được giữ không đổi $U = 32\text{V}$.

- Biết đèn sáng bình thường, tính điện trở của biến trở khi đó.



- b) Dịch chuyển con chạy của biến trở sao cho điện trở của biến trở tăng 2 lần so với giá trị ban đầu. Khi đó cường độ dòng điện qua biến trở là bao nhiêu? Cường độ sáng của bóng đèn như thế nào.
- c) Hỏi dịch con chạy về phía nào thì đèn sẽ dễ bị cháy.

Bài 8. Cuộn dây đồng ($\rho = 1,75 \cdot 10^{-8} \Omega \text{m}$) có $n = 1000$ vòng, đường kính mỗi vòng là $d = 6 \text{cm}$. Mật độ dòng điện cho phép qua cuộn dây $i = 2 \text{A/mm}^2$. Tìm hiệu điện thế lớn nhất có thể đặt vào cuộn dây.

Bài 9. Một biến trở con chạy được làm bằng dây dẫn hợp kim nikelin có điện trở suất $4 \cdot 10^{-7} \Omega \cdot \text{m}$, có tiết diện đều là $0,8 \text{ mm}^2$ và gồm 300 vòng quấn quanh lõi sứ trụ tròn có đường kính $4,5 \text{ cm}$.

- a) Tính điện trở lớn nhất của biến trở này.
- b) Hiệu điện thế lớn nhất được phép đặt vào là $63,585 \text{V}$. Hỏi biến trở này chịu được dòng điện có cường độ lớn nhất là bao nhiêu?

D. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP VẬN DỤNG

Bài 1.

- Ở nhiệt độ t_1 : $R_1 = R_0(1 + \alpha t_1) \Leftrightarrow 100 = R_0(1 + \alpha \cdot 20)$ (1)
- Ở nhiệt độ t_2 : $R_2 = R_0(1 + \alpha t_2) \Leftrightarrow 200 = R_0(1 + \alpha \cdot 2400)$ (2)
- Lấy (2) chia (1) ta được: $2 = \frac{1 + 2400\alpha}{1 + 20\alpha}$

$$\Leftrightarrow 2 + 40\alpha = 1 + 2400\alpha \Leftrightarrow 2360\alpha = 1 \Rightarrow \alpha = 4,24 \cdot 10^{-4} (\text{độ}^{-1}).$$

Vậy: Hệ số nhiệt điện trở của chất làm dây dẫn là $\alpha = 4,24 \cdot 10^{-4} (\text{độ}^{-1})$.

Bài 2.

- a) Điện trở R_1 của dây dẫn ở 25°C .

$$R_1 = \rho \frac{l}{S_1} = \frac{4\rho l}{\pi d^2} = 38,22 (\Omega).$$

- b) Điện trở R_2 của dây dẫn ở 100°C .

$$\text{Ta có: } \frac{R_2}{R_1} = \frac{1 + \alpha t_2}{1 + \alpha t_1} \approx 1 + \alpha(t_2 - t_1).$$

$$\Rightarrow R_2 = R_1[1 + \alpha(t_2 - t_1)] = 38,36 (\Omega).$$

Bài 3.

$$\text{Ta có: } \begin{cases} R_1 = \rho_1 \frac{l_1}{S_1} \\ R_2 = \rho_2 \frac{l_2}{S_2} \end{cases} \text{ vì } R_1 = R_2 \Leftrightarrow \rho_1 \frac{l_1}{S_1} = \rho_2 \frac{l_2}{S_2} \Rightarrow \frac{S_1}{S_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2} \cdot \frac{l_1}{l_2} \quad (1)$$

$$\text{Mà } m_1 = m_2 \Leftrightarrow S_1 l_1 D_1 = S_2 l_2 D_2 \Rightarrow \frac{S_1}{S_2} = \frac{D_2}{D_1} \cdot \frac{l_2}{l_1} \quad (2)$$

$$\text{Từ (1) và (2)} \Rightarrow \frac{\rho_1}{\rho_2} \cdot \frac{l_1}{l_2} = \frac{D_2}{D_1} \cdot \frac{l_2}{l_1} \Leftrightarrow \frac{1,7 \cdot 10^{-8}}{2,8 \cdot 10^{-8}} \cdot \frac{1}{l_2} = \frac{2,7 \cdot 10^3}{9,8 \cdot 10^3} \cdot \frac{l_2}{1} \Rightarrow l_2 = 1,48 \text{m}$$

Bài 4.

$$+ \text{ Thể tích của cuộn dây: } V = \frac{m}{D} = \frac{0,81}{2,7 \cdot 10^3} = 3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$+ \text{ Chiều dài của dây nhôm: } \ell = \frac{V}{S} = \frac{3 \cdot 10^{-4}}{0,1 \cdot 10^{-6}} = 3000 \text{m}$$

$$+ \text{ Điện trở của dây cuộn dây nhôm: } R = \rho \frac{\ell}{S} = 840 \Omega$$

Bài 5.

$$\text{Ta có: } R_1 = \frac{U_1}{I_1} = 2,5(\Omega); R_2 = \frac{U_2}{I_2} = 10(\Omega).$$

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{1 + \alpha t_2}{1 + \alpha t_1} = 4 \Rightarrow t_2 = \frac{3 + 4\alpha t_1}{\alpha} = 752^\circ \text{C}.$$

Bài 6.

$$- \text{ Điện trở của hai dây dẫn ở nhiệt độ } t: R_1 = R_{01}(1 + \alpha_1 t); R_2 = R_{02}(1 + \alpha_2 t). \\ (\text{với } \alpha_1 t, \alpha_2 t \ll 1)$$

$$- \text{ Gọi } R_0 \text{ là điện trở chung của hai dây dẫn ở } 0^\circ \text{C}; \alpha \text{ là hệ số nhiệt điện trở chung của hai dây dẫn. Điện trở chung của hai dây dẫn ở nhiệt độ } t \text{ là:}$$

$$R = R_0(1 + \alpha t) \quad (1)$$

$$\text{a) Khi mắc nối tiếp: } R = R_1 + R_2 = R_{01}(1 + \alpha_1 t) + R_{02}(1 + \alpha_2 t)$$

$$\Rightarrow R = (R_{01} + R_{02}) + (R_{01}\alpha_1 + R_{02}\alpha_2)t$$

$$\Rightarrow R = (R_{01} + R_{02}) \left[1 + \frac{R_{01}\alpha_1 + R_{02}\alpha_2}{R_{01} + R_{02}} t \right] \quad (2)$$

$$- \text{ Từ (1) và (2) suy ra: } \alpha = \frac{R_{01}\alpha_1 + R_{02}\alpha_2}{R_{01} + R_{02}}.$$

$$\text{b) Khi mắc song song:}$$

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{R_{01}(1 + \alpha_1 t) \cdot R_{02}(1 + \alpha_2 t)}{R_{01}(1 + \alpha_1 t) + R_{02}(1 + \alpha_2 t)}$$

$$\Rightarrow R = \frac{R_{01} \cdot R_{02} (1 + \alpha_1 t)(1 + \alpha_2 t)}{R_{01} + R_{02} + R_{01}\alpha_1 t + R_{02}\alpha_2 t} = \frac{R_{01} \cdot R_{02}}{R_{01} + R_{02}} \cdot \frac{(1 + \alpha_1 t)(1 + \alpha_2 t)}{1 + \frac{R_{01}\alpha_1 + R_{02}\alpha_2}{R_{01} + R_{02}} t}$$

$$- \text{ Với } \alpha_1, \alpha_2 \ll 1, \text{ ta có các công thức gần đúng:}$$

$$(1 + \varepsilon_1)(1 + \varepsilon_2) \approx 1 + \varepsilon_1 + \varepsilon_2; \quad \frac{1 + \varepsilon_1}{1 + \varepsilon_2} \approx 1 + \varepsilon_1 - \varepsilon_2$$

$$\text{nên } (1 + \alpha_1 t)(1 + \alpha_2 t) \approx 1 + (\alpha_1 + \alpha_2)t$$

$$\Rightarrow \frac{1 + (\alpha_1 + \alpha_2)t}{1 + \frac{R_{01}\alpha_1 + R_{02}\alpha_2}{R_{01} + R_{02}}t} \approx 1 + (\alpha_1 + \alpha_2 - \frac{R_{01}\alpha_1 + R_{02}\alpha_2}{R_{01} + R_{02}})t \approx 1 + \frac{R_{01}\alpha_2 + R_{02}\alpha_1}{R_{01} + R_{02}}t$$

$$\Rightarrow R = \frac{R_{01} \cdot R_{02}}{R_{01} + R_{02}} \left[1 + \frac{R_{01}\alpha_2 + R_{02}\alpha_1}{R_{01} + R_{02}}t \right] \quad (3)$$

$$- \text{ Từ (1) và (3) suy ra: } \alpha = \frac{R_{01}\alpha_2 + R_{02}\alpha_1}{R_{01} + R_{02}}.$$

Vậy: Hệ số nhiệt điện trở chung của hai dây khi chúng mắc nối tiếp là

$$\alpha = \frac{R_{01}\alpha_1 + R_{02}\alpha_2}{R_{01} + R_{02}}; \text{ khi chúng mắc song song là } \alpha = \frac{R_{01}\alpha_2 + R_{02}\alpha_1}{R_{01} + R_{02}}.$$

Bài 7.

+ Vì đèn sáng bình thường nên dòng điện chạy trong mạch là $I = 0,8 \text{ A}$

+ Điện trở của bóng đèn:

$$R_D = \frac{U_D}{I_D} = \frac{24}{0,8} = 30\Omega$$

+ Điện trở của mạch:

$$R_{AB} = \frac{U_{AB}}{I} = \frac{32}{0,8} = 40\Omega$$

+ Vì biến trở mắc nối tiếp với bóng đèn Đ nên: $R_{AB} = R_D + R \Rightarrow R = 10\Omega$

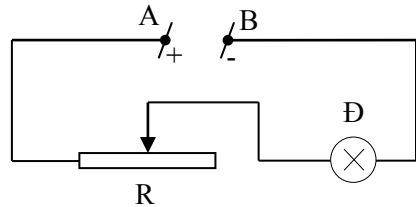
b) Theo đề ra ta có giá trị của biến trở khi này là $R' = 2R = 20\Omega$

+ Điện trở toàn mạch: $R_m = R_D + R' = 30 + 20 = 50\Omega$

+ Dòng điện trong mạch khi này: $I = \frac{U}{R_m} = \frac{32}{50} = 0,64 \text{ A}$

+ Vì $I < 0,8 \text{ A}$ nên đèn sáng yếu hơn mức bình thường

c) Đèn sẽ dễ bị cháy khi dòng điện qua nó lớn hơn giá trị $I_{\max} = 0,8 \text{ A}$. Vì hiệu điện thế hai đầu mạch không đổi nên nếu điện trở toàn mạch mà giảm xuống thì dòng điện trong mạch sẽ lớn hơn $0,8 \text{ A}$. Vì R_D không đổi nên R của biến trở phải giảm, R giảm khi chiều dài ℓ phải giảm tức là dịch chuyển con chạy sang trái.



Bài 8.

Cường độ dòng điện cho phép qua cuộn dây: $I = iS = 2 \cdot 10^6 \cdot \pi r^2$.

Điện trở của cuộn dây đồng: $R = \rho \frac{l}{S} = \rho \frac{n\pi d}{S} = \rho \frac{n\pi d}{\pi r^2}$.

Hiệu điện thế lớn nhất đặt vào cuộn dây: $U_{\max} = IR = 2 \cdot 10^6 \cdot \pi r^2 \cdot \rho \frac{n\pi d}{\pi r^2}$.

$\Rightarrow U_{\max} = 2 \cdot 10^6 \cdot 1,75 \cdot 10^{-8} \cdot 1000 \cdot \pi \cdot 0,06 \approx 6,6 \text{ V}$.

Vậy: Hiệu điện thế lớn nhất có thể đặt vào cuộn dây là $U_{\max} \approx 6,6 \text{ V}$.

Bài 9.

a) Chiều dài một vòng quấn: $C = 2\pi R = \pi d = 0,1413\text{m}$

+ Chiều dài toàn bộ dây quấn: $\ell = nC = 300 \cdot 0,1413 = 42,39\text{m}$

+ Ta có: $R = \rho \frac{\ell}{S} = \frac{4 \cdot 10^{-7} \cdot 42,39}{0,8 \cdot 10^{-6}} = 21,195\Omega$.

b) Ta có: $U_{\max} = I_{\max} R_{\max}$

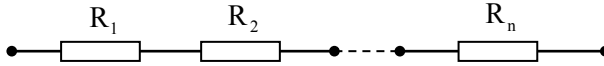
+ Dòng điện lớn nhất biến trở chịu được : $I_{\max} = \frac{U_{\max}}{R_{\max}} = \frac{63,585}{21,195} = 3\text{A}$

Dạng 3. Tính điện trở tương đương

A. Phương pháp giải

- Áp dụng công thức tính điện trở tương đương của:

- + Mạch điện mắc nối tiếp các điện trở: $R = R_1 + R_2 + \dots + R_n$



Các điện trở mắc nối tiếp

- + Mạch điện mắc song song các điện trở:

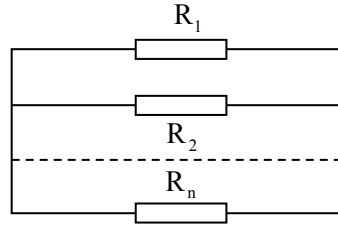
$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

- + Nếu có 2 điện trở thì:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

- + Nếu có n điện trở R_0 giống thì:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_0} + \dots + \frac{1}{R_0} \Rightarrow R = \frac{R_0}{n}$$



Các điện trở mắc song song

- Trường hợp mạch điện trở phức tạp có đoạn nối tắt (dây nối không điện trở) được giải quyết như sau:

- Đồng nhất các điểm cùng điện thế (chập mạch)
- Vẽ lại sơ đồ lý thuyết và thực hiện tính toán theo sơ đồ.

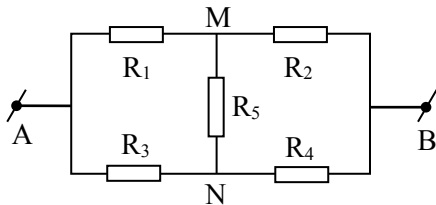
- Trong trường hợp đoạn mạch có cấu tạo đối xứng, có thể lý luận dựa vào sự đối xứng để định các điểm đồng nhất về điện thế.

Trường hợp đặc biệt

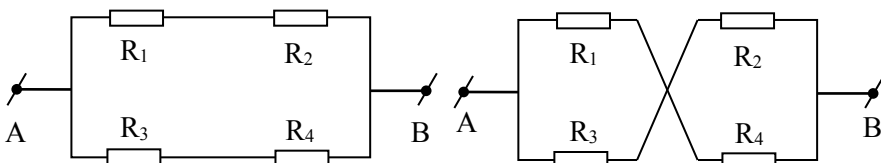
1. Mạch cầu cân bằng

- + Mạch cầu là mạch gồm 5 điện trở như hình vẽ.
- + Điều kiện để mạch cầu là cân bằng:

$$I_5 = 0 \Rightarrow \frac{R_1}{R_3} = \frac{R_2}{R_4}$$



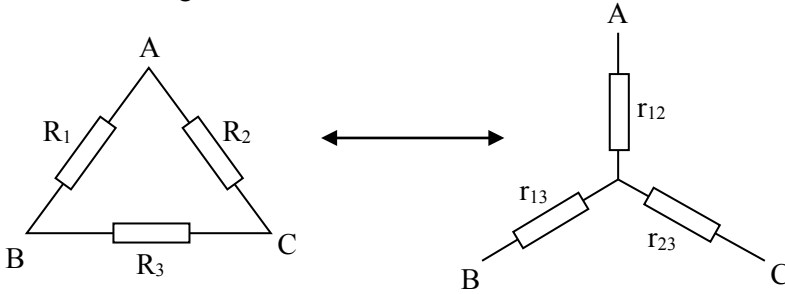
- + Khi đó có thể bỏ R_5 hoặc chập hai điểm M và N lại, nên mạch điện được vẽ lại như một trong 2 hình sau:



2. Mạch cầu không cân bằng

Mạch cầu không cân bằng khi: $\frac{R_1}{R_3} \neq \frac{R_2}{R_4}$

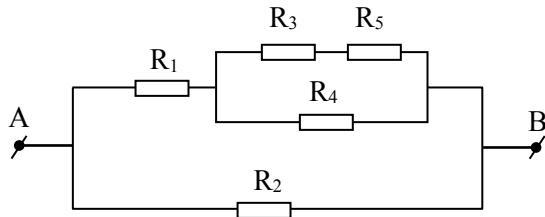
Để giải các bài toán về mạch cầu không cân bằng ta chuyển từ mạch tam giác sang mạch hình sao hoặc ngược lại.



$$r_{12} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2 + R_3}, r_{13} = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_2 + R_3}, r_{23} = \frac{R_2 R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$$

B. VÍ DỤ MẪU

Ví dụ 1: Cho đoạn mạch điện như hình vẽ. Trong đó $R_1 = 10\Omega$, $R_2 = 6\Omega$, $R_3 = 2\Omega$, $R_4 = 2\Omega$, $R_5 = 4\Omega$. Tính điện trở tương đương của đoạn mạch đó.



Hướng dẫn giải

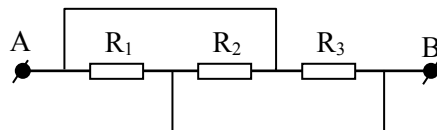
+ Vì R_3 và R_5 mắc nối tiếp nên ta có: $R_{35} = R_3 + R_5 = 6\Omega$

+ Vì R_4 mắc song song với R_{35} nên: $\frac{1}{R_{345}} = \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_{35}} \Rightarrow R_{345} = \frac{R_4 R_{35}}{R_4 + R_{35}} = 1,5\Omega$

+ Vì R_1 mắc nối tiếp với R_{345} nên: $R_{1345} = R_1 + R_{345} = 10 + 1,5 = 11,5\Omega$

+ Vì R_2 mắc song song với R_{1345} nên: $\frac{1}{R_{td}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_{1345}} \Rightarrow R_{td} = \frac{R_2 R_{1345}}{R_2 + R_{1345}} = 4\Omega$

Ví dụ 2: Cho đoạn mạch điện như hình vẽ. Trong đó $R_1 = 6\Omega$, $R_2 = 2\Omega$, $R_3 = 3\Omega$. Tính điện trở tương đương của đoạn mạch đó.

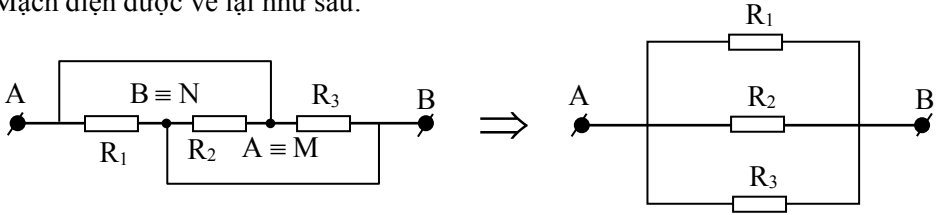


Hướng dẫn giải

+ Gọi M là điểm nối giữa điện trở R_2 và R_3 . M và A nối trực tiếp với nhau nên M trùng với A.

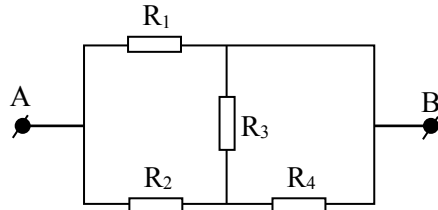
+ Gọi N là điểm nối giữa điện trở R_1 và R_2 . N và B nối trực tiếp với nhau nên N trùng với B.

Mạch điện được vẽ lại như sau:



+ Vì $(R_1 // R_2 // R_3)$ nên: $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{6} + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} = 1 \Rightarrow R = 1\Omega$

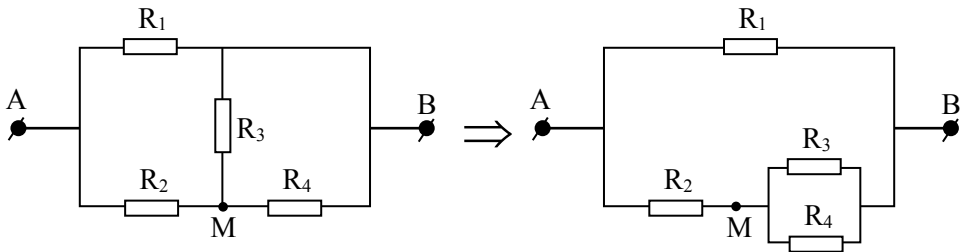
Ví dụ 3: Cho đoạn mạch điện như hình vẽ. Trong đó $R_1 = 15\Omega$, $R_2 = 10\Omega$, $R_3 = 10\Omega$, $R_4 = 10\Omega$. Tính điện trở tương đương của đoạn mạch đó.



Hướng dẫn giải

+ Gọi M là điểm nối giữa điện trở R_2 , R_3 và R_4 .

Mạch điện được vẽ lại như sau:



+ Vì $(R_3 // R_4)$ nên: $\frac{1}{R_{34}} = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} = \frac{1}{10} + \frac{1}{10} \Rightarrow R_{34} = 5\Omega$

+ Vì $(R_2 \text{ nt } R_{34})$ nên: $R_{234} = R_2 + R_{34} = 10 + 5 = 15\Omega$

+ Vì $(R_1 // R_{234})$ nên: $\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_{234}} = \frac{1}{15} + \frac{1}{15} \Rightarrow R_{AB} = 7,5\Omega$

Ví dụ 4: Ba điện trở $R_1 = 1\Omega$, $R_2 = 2\Omega$, $R_3 = 3\Omega$. Hỏi có bao nhiêu cách mắc

các điện trở này với nhau? Tìm điện trở tương đương trong mỗi trường hợp.

Hướng dẫn giải

Các cách mắc 3 điện trở R_1, R_2, R_3 là:

- $[R_1 \text{ nt } R_2 \text{ nt } R_3]: R_{td} = R_1 + R_2 + R_3 = 1 + 2 + 3 = 6\Omega.$
- $[R_1 // R_2 // R_3]: \frac{1}{R_{td}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \frac{11}{6} \Rightarrow R_{td} = \frac{6}{11} \approx 0,55\Omega.$
- $[R_1 \text{ nt } (R_2 // R_3)]: R_{td} = R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = 1 + \frac{2 \cdot 3}{2 + 3} = 2,2\Omega.$
- $[R_1 // (R_2 \text{ nt } R_3)]: R_{td} = \frac{R_1 (R_2 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{1 \cdot (2 + 3)}{1 + 2 + 3} = \frac{5}{6} \approx 0,83\Omega.$
- $[R_2 \text{ nt } (R_1 // R_3)]: R_{td} = R_2 + \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} = 2 + \frac{1 \cdot 3}{1 + 3} = 2,75\Omega.$
- $[R_2 // (R_1 \text{ nt } R_3)]: R_{td} = \frac{R_2 (R_1 + R_3)}{R_2 + R_1 + R_3} = \frac{2 \cdot (1 + 3)}{2 + 1 + 3} \approx 1,33\Omega.$
- $[R_3 \text{ nt } (R_1 // R_2)]: R_{td} = R_3 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 3 + \frac{1 \cdot 2}{1 + 2} \approx 3,67\Omega.$
- $[R_3 // (R_1 \text{ nt } R_2)]: R_{td} = \frac{R_3 (R_1 + R_2)}{R_3 + R_1 + R_2} = \frac{3 \cdot (1 + 2)}{3 + 1 + 2} = 1,5\Omega.$

Vậy: Có 8 cách mắc 3 điện trở R_2, R_1, R_3 như trên.

Ví dụ 5: Dây dẫn có điện trở $R = 144\Omega$. Phải cắt dây ra bao nhiêu đoạn bằng nhau để khi mắc các đoạn đó song song nhau, điện trở tương đương là 4Ω ?

Hướng dẫn giải

Điện trở của mỗi đoạn dây sau khi cắt là: $R_0 = \frac{R}{n}.$

Điện trở tương đương của n đoạn dây giống nhau mắc song song là:

$$R_{td} = \frac{R_0}{n} = \frac{R}{n^2} \Rightarrow n = \sqrt{\frac{R}{R_{td}}} = \sqrt{\frac{144}{4}} = 6.$$

Vậy: Phải cắt dây dẫn thành 6 đoạn bằng nhau.

Ví dụ 6: Có hai loại điện trở $R_1 = 3\Omega, R_2 = 5\Omega$. Hỏi phải cần mỗi loại mấy cái để khi ghép nối tiếp, chúng có điện trở tương đương là 55Ω ?

Hướng dẫn giải

Gọi x là số điện trở R_1 , y là số điện trở R_2 cần dùng: x, y nguyên, dương.

- Điện trở tương đương khi hệ ghép nối tiếp: $R_{td} = 3x + 5y = 55$

$$\Rightarrow y = \frac{55 - 3x}{5} = 11 - 0,6x$$

– Vì y nguyên, dương nên: $11 - 0,6x \geq 0 \Rightarrow x \leq 18,3$.

+ $x = 0 \Rightarrow y = 11$

+ $x = 5 \Rightarrow y = 8$

+ $x = 10 \Rightarrow y = 5$

+ $x = 15 \Rightarrow y = 2$.

Vậy: Có 4 phương án chọn các điện trở R_1, R_2 để khi ghép nối tiếp điện trở tương đương của chúng là 55Ω gồm:

+ mạch gồm 11 điện trở R_2 ghép nối tiếp.

+ mạch gồm 5 điện trở R_1 và 8 điện trở R_2 ghép nối tiếp.

+ mạch gồm 10 điện trở R_1 và 5 điện trở R_2 ghép nối tiếp.

+ mạch gồm 15 điện trở R_1 và 2 điện trở R_2 ghép nối tiếp.

Ví dụ 7: Có 50 chiếc điện trở, gồm ba loại điện trở $1\Omega; 3\Omega$ và 8Ω .

a) Tìm số cách chọn số điện trở mỗi loại sao cho khi ghép nối tiếp ta được điện trở tổng cộng là 100Ω .

b) Tìm cách chọn số điện trở mỗi loại sao cho khi ghép nối tiếp ta được điện trở tổng cộng là 100Ω và tổng số loại điện trở $1\Omega; 3\Omega$ là nhỏ nhất.

Hướng dẫn giải

Gọi $x; y$ và z lần lượt là số điện trở loại $1\Omega; 3\Omega$ và 8Ω (với $x; y$ và z là các số nguyên không âm)

a) Theo đề ra ta có:
$$\begin{cases} x + 3y + 8z = 100 & (1) \\ x + y + z = 50 & (2) \end{cases}$$

+ Lấy (1) – (2) ta có: $2y + 7z = 50 \Rightarrow y = 25 - \frac{7}{2}z$

+ Vì $y \geq 0 \Rightarrow 25 - \frac{7}{2}z \geq 0 \Rightarrow z \leq 7,1$ (*)

+ Để y là số nguyên, không âm thì z phải là bội của 2 hoặc $y = 0$ và thỏa mãn điều kiện (*). Vậy: $z = 0$ thì $y = 25 \Rightarrow x = 25$; hoặc $z = 2$ thì $y = 18 \Rightarrow x = 30$; hoặc $z = 4$ thì $y = 11 \Rightarrow x = 35$; hoặc $z = 6$ thì $y = 4 \Rightarrow x = 40$

b) Từ câu a ta suy ra cách chọn số loại điện trở sao cho tổng số loại điện trở $1\Omega; 3\Omega$ là nhỏ nhất nên phải chọn 40 điện trở 1Ω và 4 điện trở 3Ω .

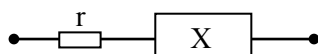
Ví dụ 8: Có một số điện trở $r = 4\Omega$. Tìm số điện trở ít nhất và cách mắc chúng để có một điện trở tương đương là $6,4\Omega$.

Hướng dẫn giải

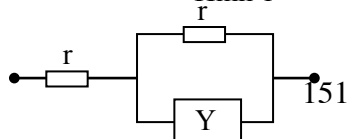
Gọi điện trở của mạch là R

+ Vì $R > r$ nên coi mạch gồm điện trở r mắc nối tiếp với một đoạn mạch có điện trở X như hình 1.

Ta có: $R = r + X \Rightarrow X = R - r = 2,4\Omega$.



Hình 1



Hình 2

+ Vì $X < r \Rightarrow X$ là đoạn mạch gồm r mắc song song với một đoạn mạch có điện trở Y như hình 2.

$$\text{Ta có: } X = \frac{r.Y}{r+Y} \Leftrightarrow 2,4 = \frac{4.Y}{4+Y} \Rightarrow Y = 6\Omega$$

+ Vì $Y > r$ nên Y là một đoạn mạch gồm r mắc nối tiếp với một đoạn mạch có điện trở Z như hình 3.

$$\text{Ta có: } Y = r + Z \Rightarrow Z = Y - r = 2\Omega$$

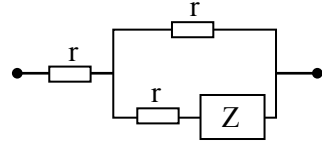
+ Vì $Z < r$ nên Z là một đoạn mạch gồm r mắc song song với một đoạn mạch có điện trở W như hình 4.

$$\text{Ta có: } Z = \frac{r.W}{r+W} \Leftrightarrow 2 = \frac{4.W}{4+W} \Rightarrow W = 4\Omega = r$$

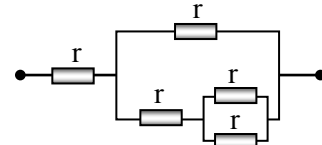
Như vậy W chính là điện trở r .

+ Vậy Z là đoạn mạch gồm 2 điện trở r mắc song song với nhau như hình 4.

+ Vậy cần phải có 5 điện trở mắc theo sơ đồ như hình 4.

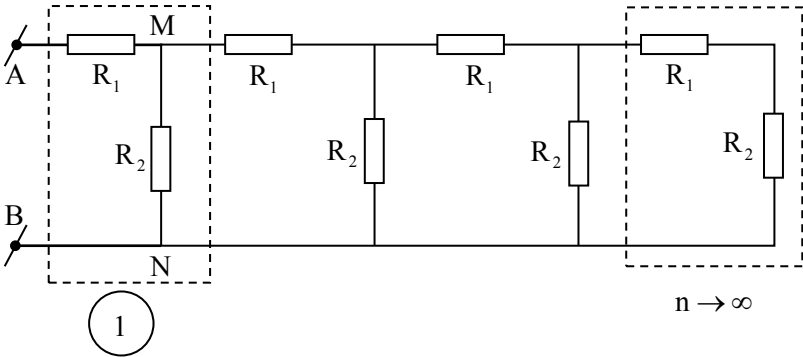


Hình 3



Hình 4

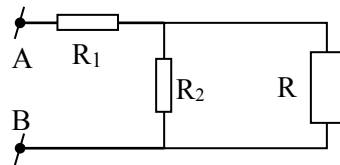
Ví dụ 9: Một mạch điện gồm rất nhiều nhóm giống nhau ($n \rightarrow \infty$), mỗi nhóm gồm hai điện trở $R_1 = 10\Omega$ và $R_2 = 20\Omega$. Tính điện trở tương đương của mạch điện. Coi rằng việc bỏ đi nhóm điện trở (1) thì cũng không làm thay đổi điện trở tương đương của toàn mạch.



Hướng dẫn giải

+ Gọi R là điện trở tương đương của toàn mạch.

+ Vì mạch điện có nhiều nhóm giống nhau nên nếu không kể nhóm (1) thì điện trở toàn mạch xem như cũng không đổi, nghĩa là vẫn bằng R . Ta có mạch điện tương đương như hình vẽ.



$$\text{+ Ta có: } R = R_1 + \frac{R.R_2}{R+R_2}$$

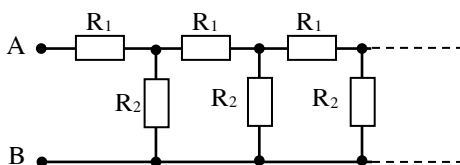
$$\Leftrightarrow R^2 - R_1R - R_1R_2 = 0 \Leftrightarrow R^2 - 10R - 200 = 0 \Rightarrow R = 20\Omega$$

Ví dụ 10: Cho mạch điện như

hình bên $R_1 = 0,4\Omega$; $R_2 =$

8Ω , số ô điện trở là vô tận.

Tìm điện trở tương đương của mạch.



Hướng dẫn giải

- Vì mạch điện dài vô hạn nên đoạn mạch từ CD trở đi tương đương với cả đoạn mạch AB.
- Gọi R là điện trở tương đương của đoạn mạch ($R = R_{AB} = R_{CD}$):

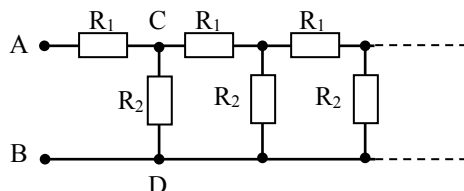
$$R = R_1 + \frac{R_2 R}{R_2 + R} = 0,4 + \frac{8R}{8 + R}$$

$$\Rightarrow 8R + R^2 = 3,2 + 8,4R$$

$$\Rightarrow R^2 - 0,4R - 3,2 = 0$$

$$\Rightarrow R = 2\Omega; R' = -\frac{8}{5}\Omega \text{ (loại)}.$$

Vậy: Điện trở tương đương của mạch là $R = 2\Omega$.

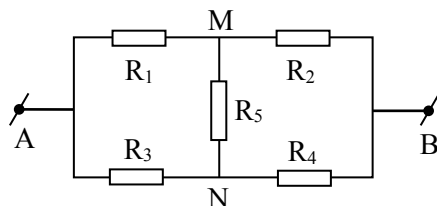


Ví dụ 11: Cho mạch điện như

hình vẽ. Biết $R_1 = R_3 = 2\Omega$, $R_2 =$

$R_5 = 4\Omega$, $R_4 = 5\Omega$. Tính

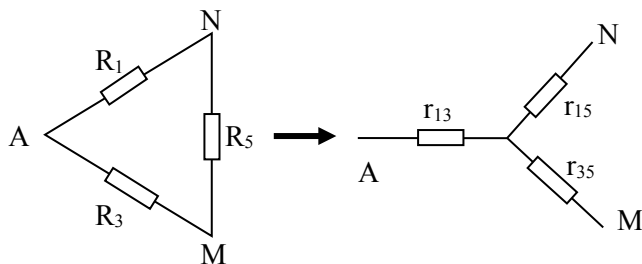
điện trở tương đương của mạch.



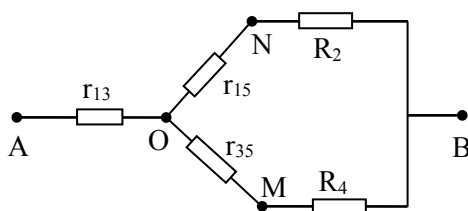
Hướng dẫn giải

+ Ta có: $\frac{R_1}{R_2} \neq \frac{R_3}{R_4} \Rightarrow$ mạch cầu không cân bằng.

+ Trước tiên ta chuyển mạch có dạng tam giác AMN thành mạch hình sao.



$$\text{Với: } \begin{cases} r_{13} = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3 + R_5} = 0,5\Omega \\ r_{15} = \frac{R_1 R_5}{R_1 + R_3 + R_5} = 1\Omega \\ r_{35} = \frac{R_3 R_5}{R_1 + R_3 + R_5} = 1\Omega \end{cases}$$



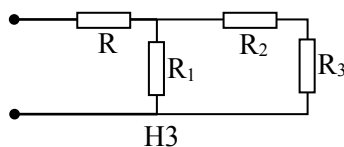
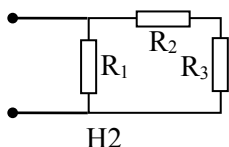
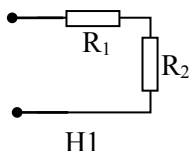
+ Mạch điện được vẽ lại đầy đủ hình. Ta có: $\begin{cases} R_{152} = r_{15} + R_2 = 1 + 4 = 5\Omega \\ R_{354} = r_{35} + R_4 = 1 + 5 = 6\Omega \end{cases}$

+ Lại có: $R_{OB} = \frac{R_{152} R_{354}}{R_{152} + R_{354}} = \frac{30}{11} \Omega$

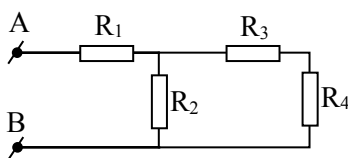
+ Vậy điện trở tương đương của mạch là: $R_{AB} = r_{13} + R_{OB} = \frac{71}{22} \Omega \approx 3,2\Omega$

C. BÀI TẬP VẬN DỤNG

Bài 1. Tính điện trở tương đương của những đoạn mạch điện hình bên, biết rằng các điện trở đều bằng nhau và bằng $R = 12\Omega$



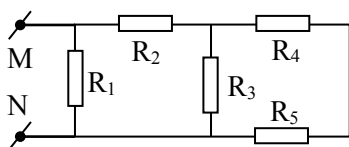
Bài 2. Cho đoạn mạch điện như hình vẽ. Trong đó $R_1 = 22,5\Omega$, $R_2 = 12\Omega$, $R_3 = 5\Omega$, $R_4 = 15\Omega$. Tính điện trở tương đương của đoạn mạch đó.



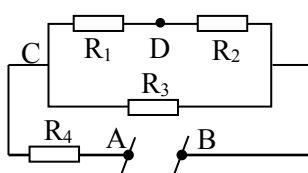
Bài 3. Tính điện trở tương đương của mạch điện cho trong các trường hợp sau:

a. Cho mạch điện cho như hình vẽ a, biết: $R_1 = 1\Omega$, $R_2 = 2,4\Omega$, $R_3 = 2\Omega$, $R_4 = 5\Omega$, $R_5 = 3\Omega$.

b. Mạch điện cho như hình vẽ b, biết: $R_1 = 1\Omega$, $R_2 = R_3 = 2\Omega$, $R_4 = 0,8\Omega$.



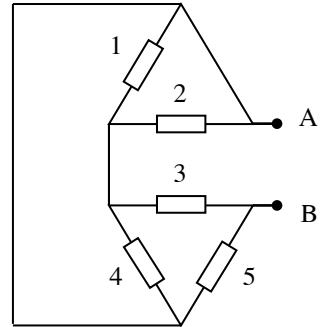
Hình a



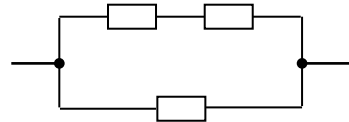
Hình b

Bài 4. Hai dây dẫn, khi mắc nối tiếp có điện trở lớn gấp 6,25 lần khi mắc song song. Tính tỉ số điện trở của hai dây.

Bài 5. Các điện trở trong mạch có sơ đồ như hình bên đều có cùng giá trị R . Tính điện trở giữa hai nút A và B.



Bài 6. Ba điện trở R_1, R_2, R_3 được mắc theo sơ đồ bên. Biết khi đổi chỗ các điện trở, ta có thể tạo được các mạch có điện trở $2,5\Omega; 4\Omega; 4,5\Omega$.



Tính R_1, R_2, R_3 .

Bài 7. Cho đoạn mạch gồm n điện trở $R_1 = 1\Omega; R_2 = \frac{1}{2}\Omega; \dots R_n = \frac{1}{n}\Omega$ mắc song song. Tìm điện trở tương đương của mạch.

Bài 8. Cho n điện trở $R_1, R_2, \dots, R_n$ mắc song song. Tính:

1. Điện trở tương đương theo R_1 . Biết:

$$\frac{R_1}{2R_2} = \frac{2R_2}{3R_3} = \frac{3R_3}{4R_4} = \dots = \frac{(n-1)R_{(n-1)}}{nR_n} = \frac{nR_n}{R_1}$$

2. Số điện trở cần mắc song song để được điện trở tương đương nhỏ thua điện trở thứ n là 3 lần.

Bài 9. Có hai loại điện trở 5Ω và 7Ω . Tìm số điện trở mỗi loại sao cho khi ghép nối tiếp ta được điện trở tổng cộng là 95Ω với số điện trở nhỏ nhất.

Bài 10. Phải dùng tối thiểu bao nhiêu điện trở loại 5Ω để mắc thành mạch điện có điện trở 8Ω . Vẽ sơ đồ cách mắc.

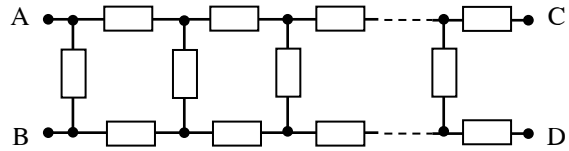
Bài 11. Có một số điện trở $r = 5\Omega$.

- Hỏi phải dùng tối thiểu bao nhiêu điện trở đó để mắc thành mạch có điện trở 3Ω . Xác định số điện trở r , lập luận vẽ sơ đồ mạch ?
- Hỏi phải dùng tối thiểu bao nhiêu điện trở đó để mắc thành mạch có điện trở 7Ω . Xác định số điện trở r , lập luận vẽ sơ đồ mạch ?

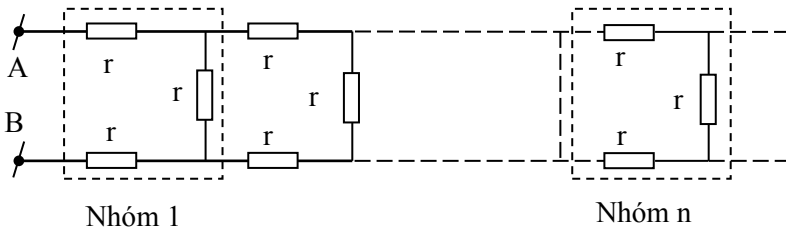
Bài 12. Có một số điện trở giống nhau, mỗi điện trở có giá trị $R = 12\Omega$. Tìm số điện trở ít nhất và cách mắc để có điện trở tương đương bằng $7,5\Omega$.

Bài 13. Mạch điện cấu tạo bằng các điện trở r như hình vẽ.

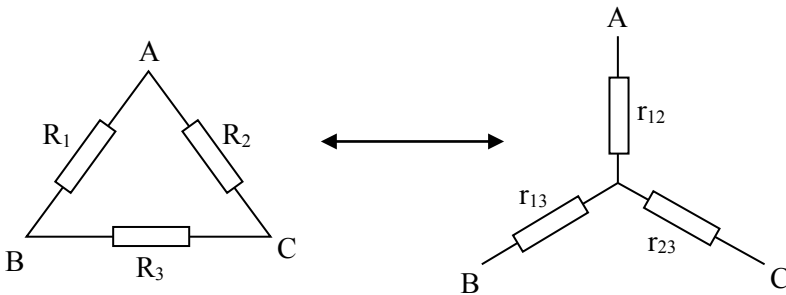
Phải mắc thêm vào CD điện trở R bao nhiêu để điện trở tương đương của mạch AB không phụ thuộc vào số ô điện trở?



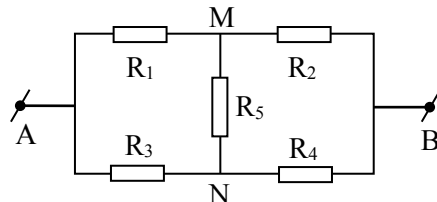
Bài 14. Một mạch điện gồm vô hạn những nhóm cấu tạo từ 3 điện trở giống nhau r như hình vẽ. Tính điện trở tương đương của mạch điện. Coi rằng việc bỏ đi nhóm điện trở (1) thì cũng không làm thay đổi điện trở tương đương của toàn mạch.



Bài 15. Cho hai sơ đồ mạch điện sau đây gồm 3 điện trở mắc vào 3 điểm A, B, C. Với các giá trị điện trở thích hợp, có thể thay đổi mạch này bởi mạch kia. Khi đó hai mạch tương đương nhau. Hãy thiết lập công thức tính điện trở của mạch này theo mạch kia khi chúng tương đương nhau (biến đổi $\Delta \leftrightarrow Y$).



Bài 16. Cho mạch điện như hình vẽ. Biết $R_1 = R_3 = 2\Omega$, $R_2 = R_5 = 4\Omega$, $R_4 = 4\Omega$. Tính điện trở tương đương của mạch



D. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP VẬN DỤNG

Bài 1.

a) Hình 1: Vì R_1 và R_2 mắc nối tiếp nên ta có: $R_{td} = R_1 + R_2 = 24 \Omega$

b) Hình 2: Vì R_2 và R_3 mắc nối tiếp nên ta có: $R_{23} = R_2 + R_3 = 24 \Omega$

+ Vì R_1 mắc song song với R_{23} nên: $\frac{1}{R_{td}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_{23}} \Rightarrow R_{td} = \frac{R_1 R_{23}}{R_1 + R_{23}} = 8 \Omega$

c) Hình 3 : Vì R_2 và R_3 mắc nối tiếp nên ta có: $R_{23} = R_2 + R_3 = 24 \Omega$

+ Vì R_1 mắc song song với R_{23} nên: $\frac{1}{R_{1-23}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_{23}} \Rightarrow R_{1-23} = \frac{R_1 R_{23}}{R_1 + R_{23}} = 8 \Omega$

+ Vì R mắc nối tiếp với R_{1-23} nên: $R_{td} = R +$

$$R_{1-23} = 12 + 8 = 20 \Omega$$

Bài 2.

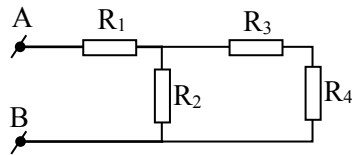
+ Vì R_3 và R_4 mắc nối tiếp nên ta có: $R_{34} =$

$$R_3 + R_4 = 20 \Omega$$

+ Vì R_2 mắc song song với R_{34} nên:

$$\frac{1}{R_{234}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_{34}} \Rightarrow R_{234} = \frac{R_2 R_{34}}{R_2 + R_{34}} = 7,5 \Omega$$

+ Vì R_1 mắc nối tiếp với R_{234} nên: $R_{td} = R_1 + R_{234} = 7,5 + 22,5 = 30 \Omega$



Bài 3.

a) Vì R_4 và R_5 mắc nối tiếp nên ta có: $R_{45} = R_4 + R_5 = 8 \Omega$

+ Vì R_3 mắc song song với R_{45} nên:

$$\frac{1}{R_{3-45}} = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_{45}} \Rightarrow R_{3-45} = \frac{R_3 R_{45}}{R_3 + R_{45}} = 1,6 \Omega$$

+ Vì R_2 mắc nối tiếp với R_{3-45} nên: $R_{2-3-45} = R_2 + R_{3-45} = 4 \Omega$

+ Do R_1 mắc song song với R_{2-3-45} nên:

$$\frac{1}{R_{td}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_{2-3-45}} \Rightarrow R_{td} = \frac{R_1 R_{2-3-45}}{R_1 + R_{2-3-45}} = 0,8 \Omega$$

b) Vì R_1 mắc nối tiếp với R_2 nên: $R_{12} = R_1 + R_2 = 3 \Omega$

+ Vì R_{12} mắc song song với R_3 nên: $\frac{1}{R_{12-3}} = \frac{1}{R_{12}} + \frac{1}{R_3} \Rightarrow R_{12-3} = \frac{R_{12} R_3}{R_{12} + R_3} = 1,2 \Omega$

+ R_4 mắc nối tiếp với R_{12-3} nên: $R_{td} = R_4 + R_{12-3} = 0,8 + 1,2 = 2 \Omega$

Bài 4.

$$\text{Ta có: } R_1 + R_2 = 6,25 \cdot \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \Leftrightarrow (R_1 + R_2)^2 - 6,25 R_1 R_2 = 0$$

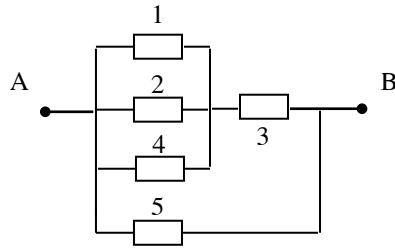
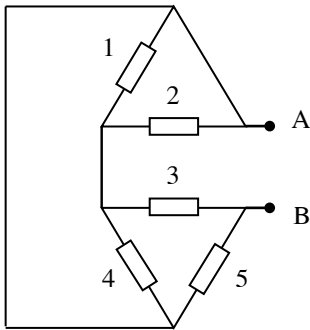
$$\Leftrightarrow R_1^2 + 2R_1 R_2 + R_2^2 - 6,25 R_1 R_2 = 0 \Leftrightarrow R_1^2 - 4,25 R_1 R_2 + R_2^2 = 0$$

$$\Leftrightarrow (R_1 - 2,125 R_2)^2 = (1,875 R_2)^2 \Leftrightarrow R_1 - 2,125 R_2 = 1,875 R_2$$

$$\Rightarrow R_1 = 4 R_2 \quad (\text{loại giá trị âm}) \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = 4.$$

Vậy: Tỉ số điện trở của hai dây là $\frac{R_1}{R_2} = 4$.

Bài 5.



– Mạch điện được vẽ lại như sau:

– Điện trở tương đương của điện trở 1, 2, 4: $R_{124} = \frac{R}{3}$

– Điện trở tương đương của điện trở 1, 2, 3, 4:

$$R_{1234} = \frac{R}{3} + R = \frac{4R}{3}$$

– Điện trở tương đương của đoạn mạch AB:

$$R_{AB} = \frac{R_{1234} \cdot R_5}{R_{1234} + R_5}$$

$$R_{AB} = \frac{\frac{4R}{3} \cdot R}{\frac{4R}{3} + R} = \frac{4R}{3} \cdot \frac{3}{7} = \frac{4R}{7}.$$

Vậy: Điện trở giữa hai nút A, B là $R_{AB} = \frac{4R}{7}$.

Bài 6.

Vì vai trò của R_1, R_2, R_3 như nhau nên giả sử các cách mắc có điện trở tương đương tương ứng là:

$$+ [(R_1 \text{ nt } R_2) // R_3]: R_{td} = \frac{(R_1 + R_2) \cdot R_3}{R_1 + R_2 + R_3} = 2,5 \quad (1)$$

$$+ [(R_1 \text{ nt } R_3) // R_2]: R_{td} = \frac{(R_1 + R_3) \cdot R_2}{R_1 + R_2 + R_3} = 4 \quad (2)$$

$$+ [(R_2 \text{ nt } R_3) // R_1]: R_{td} = \frac{(R_2 + R_3) \cdot R_1}{R_1 + R_2 + R_3} = 4,5 \quad (3)$$

$$- \text{Từ (1)} \Leftrightarrow R_1 R_3 + R_2 R_3 = 2,5 \cdot (R_1 + R_2 + R_3) \quad (4)$$

$$- \text{Từ (2)} \Leftrightarrow R_1 R_2 + R_2 R_3 = 4 \cdot (R_1 + R_2 + R_3) \quad (5)$$

$$- \text{Từ (3)} \Leftrightarrow R_1 R_2 + R_1 R_3 = 4,5 \cdot (R_1 + R_2 + R_3) \quad (6)$$

$$- \text{Lấy (5) - (4)} \Rightarrow R_1 R_2 - R_1 R_3 = 1,5 \cdot (R_1 + R_2 + R_3) \quad (7)$$

$$- \text{Lấy (7) + (6)} \Rightarrow 2R_1 R_2 = 6 \cdot (R_1 + R_2 + R_3) \quad (8)$$

$$R_1 R_2 = 3 \cdot (R_1 + R_2 + R_3) \quad (8)$$

$$- \text{Thay (8) vào (5)} \Rightarrow R_2 R_3 = R_1 + R_2 + R_3 \quad (9)$$

$$- \text{Thay (8) vào (6)} \Rightarrow R_1 R_3 = 1,5(R_1 + R_2 + R_3) \quad (10)$$

$$- \text{Lấy (8) chia (9): } \frac{R_1}{R_3} = 3 \Rightarrow R_3 = \frac{R_1}{3} \quad (11)$$

$$- \text{Lấy (10) chia (9): } \frac{R_1}{R_2} = 1,5 \Rightarrow R_2 = \frac{R_1}{1,5} \quad (12)$$

$$- \text{Thay (11) và (12) vào (8), ta được: } R_1 \cdot \frac{R_1}{1,5} = 3 \cdot (R_1 + \frac{R_1}{1,5} + \frac{R_1}{3})$$

$$\Rightarrow R_1 = 4,5 \cdot (1 + \frac{1}{1,5} + \frac{1}{3}) = 9\Omega; R_2 = \frac{R_1}{1,5} = \frac{9}{1,5} = 6\Omega; R_3 = \frac{R_1}{3} = \frac{9}{3} = 3\Omega.$$

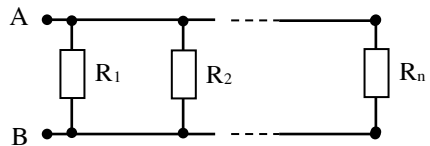
Vậy: Giá trị của các điện trở là $3\Omega; 6\Omega$ và 9Ω .

Bài 7.

$$\text{Ta có: } \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} = 1 + 2 + \dots + n$$

$$= \frac{n(n+1)}{2}.$$

$$\Rightarrow R = \frac{2}{n(n+1)}.$$



$$\text{Vậy: Điện trở tương đương của mạch là } R = \frac{2}{n(n+1)}.$$

Bài 8.

$$1) \text{ Đặt } \frac{R_1}{2R_2} = k \Rightarrow R_2 = \frac{R_1}{2k} \Rightarrow \begin{cases} R_3 = \frac{R_1}{3k^2} \\ R_4 = \frac{R_1}{4k^3} \\ \dots\dots\dots \\ R_n = \frac{R_1}{nk^{n-1}} \end{cases} \quad (1)$$

$$+ \text{ Mặt khác ta có: } \frac{nR_n}{R_1} = k \quad (2)$$

$$+ \text{ Từ (1) và (2) suy ra } k = 1 \Rightarrow R_2 = \frac{R_1}{2}; R_3 = \frac{R_1}{3}; R_4 = \frac{R_1}{4}; \dots; R_n = \frac{R_1}{n}$$

$$+ \text{ Điện trở tương đương: } R_{td} = \frac{R_1}{1+2+\dots+n} = \frac{2R_1}{n(n+1)}$$

$$2) \text{ Theo đề: } R_{td} = \frac{R_n}{3} \Leftrightarrow \frac{2R_1}{n(n+1)} = \frac{R_1}{3n} \Rightarrow n = 5.$$

+ Số điện trở cần mắc là 5, đó là các điện trở: R_1, R_2, R_3, R_4, R_5

Bài 9.

Gọi x và y lần lượt là số điện trở loại 5Ω và 7Ω (với x và y là các số nguyên không âm)

$$+ \text{ Theo đề ra ta có: } 5x + 7y = 95 \Rightarrow x = 19 - \frac{7}{5}y$$

$$+ \text{ Vì } x \geq 0 \Rightarrow 19 - \frac{7}{5}y \geq 0 \Rightarrow y \leq 13,6 \quad (*)$$

+ Để x là số nguyên không âm thì y phải là bội của 5 hoặc $y = 0$ và thỏa mãn điều kiện (*). Vậy: $y = 0$ thì $x = 19$; hoặc $y = 5$ thì $x = 12$; hoặc $y = 10$ thì $x = 5$

Vì tổng số điện trở nhỏ nhất nên chọn $x = 5$ và $y = 10$. Vậy phải cần ít nhất 5 điện trở loại 5Ω và 10 điện trở loại 7Ω .

Bài 10.

+ Để có điện trở 8Ω phải mắc nối tiếp điện trở 5Ω với điện trở X sao cho:

$$5 + X = 8 \Rightarrow X = 3\Omega$$

+ Để có điện trở $X = 3\Omega$ phải mắc song song điện trở 5Ω với điện trở Y sao cho:

$$\frac{1}{5} + \frac{1}{Y} = \frac{1}{X} \Leftrightarrow \frac{1}{Y} = \frac{1}{3} - \frac{1}{5} \Rightarrow Y = 7,5\Omega$$

+ Để có điện trở $Y = 7,5\Omega$ phải mắc nối tiếp điện trở 5Ω với điện trở Z sao cho:

$$5 + Z = Y \Leftrightarrow 5 + Z = 7,5\Omega \Rightarrow Z = 2,5\Omega$$

+ Để có điện trở $Z = 2,5\Omega$ phải mắc song song điện trở 5Ω với điện trở T sao cho:

$$\frac{1}{5} + \frac{1}{T} = \frac{1}{Z} \Leftrightarrow \frac{1}{T} = \frac{1}{2,5} - \frac{1}{5} \Rightarrow T = 5\Omega$$

Vậy số điện trở tối thiểu là 5 điện trở

Bài 11.

a) Gọi điện trở của mạch là $R \Rightarrow R = 3\Omega$

+ Vì $R < r$ nên các điện trở r phải được mắc song song.

+ Giả sử rằng mạch này gồm 1 điện trở r mắc song song với một mạch nào đó có điện trở X như hình a.

$$\text{Ta có: } R = \frac{r \cdot X}{r + X} \Leftrightarrow 3 = \frac{5 \cdot X}{5 + X} \Rightarrow X = 7,5\Omega$$

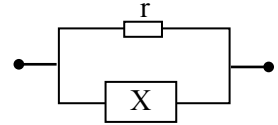
+ Với $X = 7,5 > R = 3\Omega \Rightarrow$ phải mắc nối tiếp điện trở r với điện trở Y nào đó (sơ đồ như hình b).

+ Ta có: $X = r + Y \Rightarrow Y = X - r = 2,5\Omega$

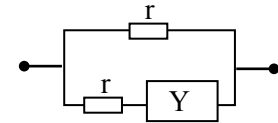
+ Vì $Y = 2,5\Omega < R = 3\Omega \Rightarrow$ mắc r song song với Z

$$\Rightarrow \frac{1}{2,5} = \frac{1}{Z} + \frac{1}{5} \Rightarrow Z = 5\Omega = r$$

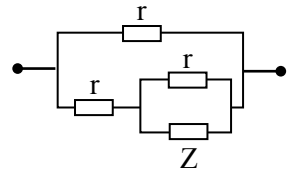
+ Vậy phải có tối thiểu 4 điện trở r mắc như hình c.



a)



b)



c)

b) Gọi điện trở của mạch là R'

+ Vì $R' > r$ nên coi mạch gồm điện trở r mắc nối tiếp với một đoạn mạch có điện trở X như hình d.

$$\text{Ta có: } R' = r + X' \Rightarrow X' = R' - r = 2\Omega.$$

+ Vì $X' < r \Rightarrow X'$ là đoạn mạch gồm r mắc song song với một đoạn mạch có điện trở Y' như hình e.

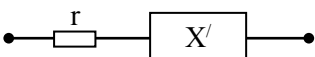
$$\text{Ta có: } X' = \frac{r \cdot Y'}{r + Y'} \Leftrightarrow 2 = \frac{5 \cdot Y'}{5 + Y'} \Rightarrow Y' = \frac{10}{3}\Omega$$

+ Vì $Y' < r$ nên Y' là một đoạn mạch gồm r mắc song song với một đoạn mạch có điện trở Z' như hình f.

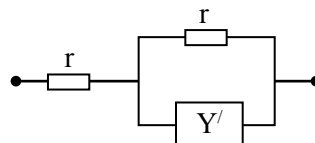
$$\text{Ta có: } Y' = \frac{r \cdot Z'}{r + Z'} \Leftrightarrow \frac{10}{3} = \frac{5 \cdot Z'}{5 + Z'} \Rightarrow Z' = 10\Omega$$

+ Vậy Z là đoạn mạch gồm 2 điện trở r mắc nối tiếp với nhau như hình g.

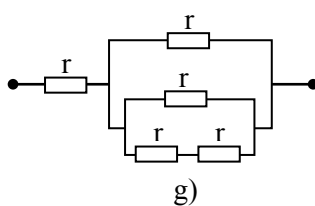
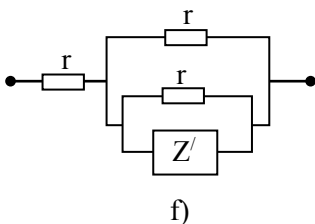
+ Vậy cần phải có 5 điện trở mắc theo sơ đồ như hình g.



d)



e)



Bài 12.

- Để có điện trở $7,5\Omega$ phải mắc song song với điện trở 12Ω một điện trở X

$$\text{mà: } \frac{1}{X} + \frac{1}{12} = \frac{1}{7,5} \Rightarrow X = 20\Omega$$

- Để có điện trở 20Ω phải mắc nối tiếp với điện trở 12Ω một điện trở Y mà:

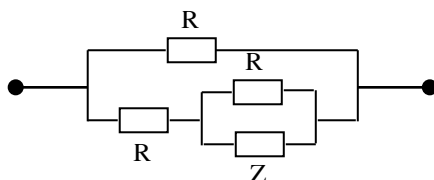
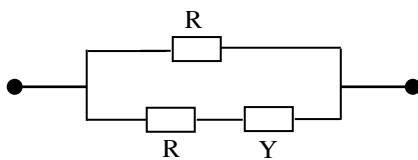
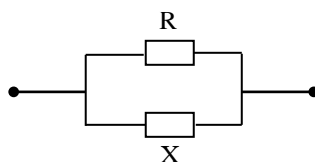
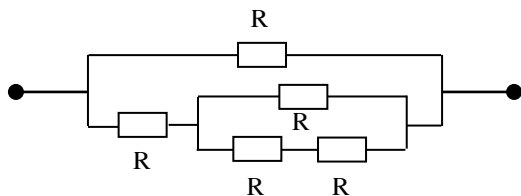
$$Y + 12 = 20 \Rightarrow Y = 8\Omega$$

- Để có điện trở 8Ω phải mắc song song với điện trở 12Ω một điện trở Z mà:

$$\frac{1}{Z} + \frac{1}{12} = \frac{1}{8} \Rightarrow Z = 24\Omega$$

- Để có điện trở 24Ω phải mắc nối tiếp với điện trở 12Ω một điện trở 12Ω nữa.

Vậy: Số điện trở tối thiểu là 5 điện trở và được mắc như sau:

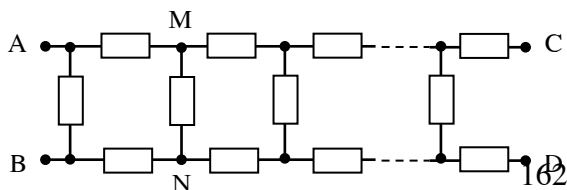


Bài 13.

- Do mạch điện dài vô hạn nên đoạn mạch từ MN trở đi tương đương với cả đoạn mạch AB.
- Gọi R là điện trở tương đương của đoạn mạch:

$$R = \frac{(2r + R)r}{2r + R + r} = \frac{2r^2 + Rr}{3r + R}$$

$$\Leftrightarrow R^2 + 2rR - 2r^2 = 0$$



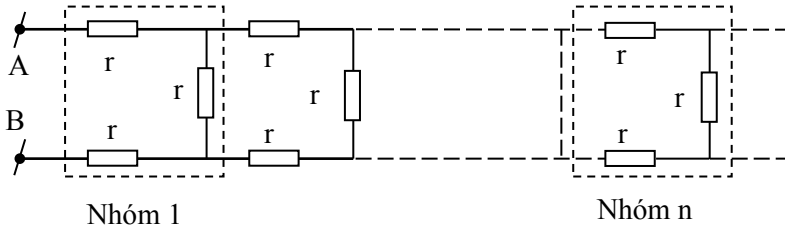
$$\Rightarrow R = r(\sqrt{3} - 1);$$

$$R = -r(\sqrt{3} + 1) < 0 \text{ (loại)}.$$

Vậy: Để R_{AB} không phụ thuộc vào số ô điện trở phải mắc thêm vào CD điện trở

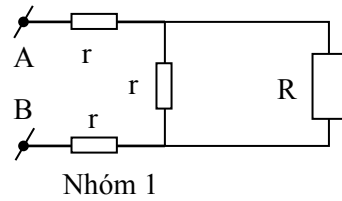
$$R = r(\sqrt{3} - 1).$$

Bài 14.



+ Gọi R là điện trở tương đương của toàn mạch.

+ Vì mạch điện có nhiều nhóm giống nhau nên nếu không kể nhóm (1) thì điện trở toàn mạch xem như cũng không đổi, nghĩa là vẫn bằng R . Ta có mạch điện tương đương như hình vẽ.



$$+ \text{ Ta có: } \begin{cases} R = 2r + \frac{Rr}{R+r} \Rightarrow R^2 - 2rR - 2r^2 = 0 \Rightarrow \Delta' = (b')^2 - ac = 3r^2 \\ R = -b' + r\sqrt{3} = r + r\sqrt{3} = r(1 + \sqrt{3}) \end{cases}$$

Bài 15.

Vì hai mạch điện là tương đương nhau nên khi nối hai điểm nào đó vào nguồn thì điện trở đều như nhau.

Khi nối hai đầu AB vào nguồn: Mạch Δ có $\{R_1 // (R_2 \text{ nt } R_3)\}$, mạch Y có $r_{12} \text{ nt } r_{13}$.

$$\text{Do đó ta có: } R_{AB} = \frac{R_1(R_2 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3} = r_{13} + r_{12} \quad (1)$$

$$\text{Tương tự ta cũng có: } R_{BC} = \frac{R_3(R_1 + R_2)}{R_1 + R_2 + R_3} = r_{13} + r_{23} \quad (2)$$

$$\text{và } R_{AC} = \frac{R_2(R_1 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3} = r_{23} + r_{12} \quad (3)$$

$$\text{Giải (1), (2) và (3) ta có: } r_{12} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2 + R_3}, r_{13} = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_2 + R_3}, r_{23} = \frac{R_2 R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$$

Bài 16.

Ta có: $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4} = 0,5 \Rightarrow$ mạch cầu cân bằng nên dòng điện qua R_5 bằng 0 nên bỏ

đoạn R_5 đi ta có mạch $(R_1 \text{ nt } R_2) // (R_3 \text{ nt } R_4)$.

Ta có: $R_{12} = R_1 + R_2 = 2 + 4 = 6\Omega$, $R_{34} = R_3 + R_4 = 2 + 4 = 6\Omega$

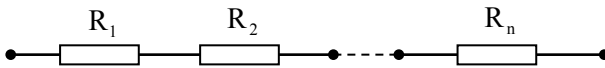
Vậy điện trở tương đương của mạch $R = \frac{R_{12}R_{34}}{R_{12} + R_{34}} = \frac{6.6}{6 + 6} = 3\Omega$

Dạng 4. Định luật Ôm cho đoạn mạch điện trở mắc nối tiếp và song song.

A. Phương pháp giải

+ Định luật ôm cho toàn mạch: $I = \frac{U}{R}$. Trong đó: I là dòng điện chạy trong mạch, R là điện trở tương đương của mạch, U là hiệu điện thế hai đầu mạch.

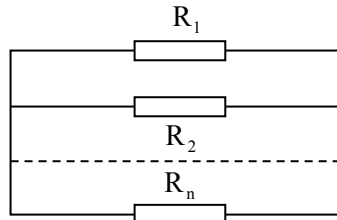
+ Mạch điện mắc nối tiếp các điện trở:
$$\begin{cases} R = R_1 + R_2 + \dots + R_n \\ I = I_1 = I_2 = \dots = I_n \\ U = U_1 + U_2 + \dots + U_n \end{cases}$$



Các điện trở mắc nối tiếp

+ Mạch điện mắc song song các điện trở:

$$\begin{cases} \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} \\ I = I_1 + I_2 + \dots + I_n \\ U = U_1 = U_2 = \dots = U_n \end{cases}$$



Các điện trở mắc song song

B. VÍ DỤ MẪU

Ví dụ 1: Hai điện trở R_1, R_2 mắc vào hiệu điện thế $U = 12V$. Lần đầu R_1, R_2 mắc song song, dòng điện mạch chính $I_s = 10A$. Lần sau R_1, R_2 mắc nối tiếp, dòng điện trong mạch $I_n = 2,4A$. Tìm R_1, R_2 .

Hướng dẫn giải

Điện trở tương đương của đoạn mạch khi:

$$+ [R_1 // R_2]: R_s = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{U}{I_s}$$

$$\Rightarrow \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{12}{10} = 1,2 \quad (1)$$

$$+ [R_1 \text{ nt } R_2]: R_n = R_1 + R_2 = \frac{U}{I_n}$$

$$\Rightarrow R_1 + R_2 = \frac{12}{2,4} = 5 \quad (2)$$

$$\text{Thay (2) vào (1) ta được: } R_1 R_2 = 1,2 \cdot 5 = 6 \quad (3)$$

$$\text{Từ (2) suy ra: } R_2 = 5 - R_1 \quad (4)$$

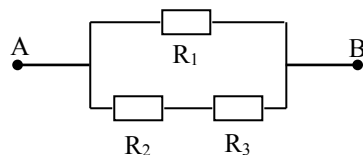
$$\text{Thay (4) vào (3) ta được: } R_1 \cdot (5 - R_1) = 6$$

$$\Leftrightarrow R_1^2 - 5R_1 + 6 = 0 \Rightarrow \begin{cases} R_1 = 3\Omega \\ R_1 = 2\Omega \end{cases}; \begin{cases} R_2 = 2\Omega \\ R_2 = 3\Omega \end{cases}$$

Vậy: Có hai giá trị của R_1 và R_2 là

($R_1 = 3\Omega$; $R_2 = 2\Omega$) hoặc ($R_1 = 2\Omega$; $R_2 = 3\Omega$).

Ví dụ 2: Cho mạch điện như hình vẽ: $R_1 = 12\Omega$, $R_2 = 15\Omega$, $R_3 = 5\Omega$, cường độ qua mạch chính $I = 2A$.
Tìm cường độ dòng điện qua từng điện trở.



Hướng dẫn giải

Điện trở tương đương của R_2 và R_3 : $R_{23} = R_2 + R_3 = 15 + 5 = 20\Omega$.

Điện trở tương đương của đoạn mạch AB: $R_{AB} = \frac{R_1 R_{23}}{R_1 + R_{23}} = \frac{12 \cdot 20}{12 + 20} = 7,5\Omega$.

Hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch AB: $U_{AB} = IR_{AB} = 2 \cdot 7,5 = 15V$.

Cường độ dòng điện qua điện trở R_1 : $I_1 = \frac{U_{AB}}{R_1} = \frac{15}{12} = 1,25A$.

Cường độ dòng điện qua điện trở R_2, R_3 : $I_2 = I_3 = \frac{U_{AB}}{R_{23}} = \frac{15}{20} = 0,75A$.

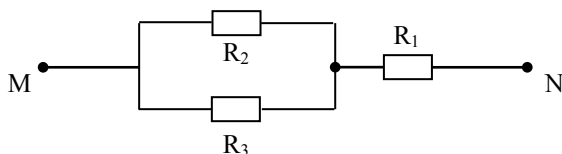
Vậy: Cường độ dòng điện qua các điện trở là $I_1 = 1,25A$; $I_2 = I_3 = 0,75A$.

Ví dụ 3: Cho mạch điện như hình vẽ. Biết $U_{MN} = 18V$, cường độ dòng điện qua R_2 là $I_2 = 2A$. Tìm:

a) R_1 nếu $R_2 = 6\Omega$, $R_3 = 3\Omega$.

b) R_3 nếu $R_1 = 3\Omega$, $R_2 = 1\Omega$.

c) R_2 nếu $R_1 = 5\Omega$, $R_3 = 3\Omega$.



Hướng dẫn giải

a) Ta có:

Hiệu điện thế giữa hai đầu R_2 : $U_2 = I_2 R_2 = 2 \cdot 6 = 12V$.

Cường độ dòng điện qua R_3 : $I_3 = \frac{U_2}{R_3} = \frac{12}{3} = 4A$.

Cường độ dòng điện qua R_1 : $I_1 = I_2 + I_3 = 2 + 4 = 6A$.

Hiệu điện thế giữa hai đầu R_1 : $U_1 = U_{MN} - U_2 = 18 - 12 = 6V$.

Điện trở của R_1 : $R_1 = \frac{U_1}{I_1} = \frac{6}{6} = 1\Omega$.

b) Ta có:

Hiệu điện thế giữa hai đầu R_2 : $U_2 = I_2 R_2 = 2 \cdot 1 = 2V$.

Hiệu điện thế giữa hai đầu R_1 : $U_1 = U_{MN} - U_2 = 18 - 2 = 16V$.

Cường độ dòng điện qua R_1 : $I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{16}{3} A$.

Cường độ dòng điện qua R_3 : $I_3 = I_1 - I_2 = \frac{16}{3} - 2 = \frac{10}{3} A$.

Điện trở của R_3 : $R_3 = \frac{U_3}{I_3} = \frac{2}{\frac{10}{3}} = 0,6\Omega$.

c) Ta có:

Hiệu điện thế giữa hai đầu R_2 : $U_2 = I_2 R_2 = 2R_2$.

Cường độ dòng điện qua R_3 : $I_3 = \frac{U_2}{R_3} = \frac{2R_2}{3}$.

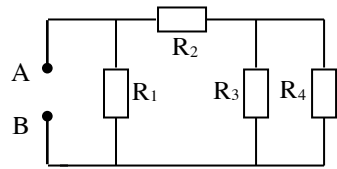
Cường độ dòng điện qua R_1 : $I_1 = I_2 + I_3 = 2 + \frac{2R_2}{3}$.

Hiệu điện thế giữa hai đầu R_1 : $U_1 = U - U_2 = I_1 R_1$.

$$\Leftrightarrow 18 - 2R_2 = \left(2 + \frac{2R_2}{3}\right) \cdot 5 \Leftrightarrow 9 - R_2 = 5 + \frac{5R_2}{3} \Leftrightarrow \frac{5R_2}{3} + R_2 = 4 \Rightarrow R_2 = 1,5\Omega.$$

Ví dụ 4: Cho đoạn mạch như hình vẽ: $R_1 = 36\Omega$, $R_2 = 12\Omega$, $R_3 = 10\Omega$, $R_4 = 30\Omega$, $U_{AB} = 54V$.

Tìm cường độ dòng điện qua từng điện trở.



Hướng dẫn giải

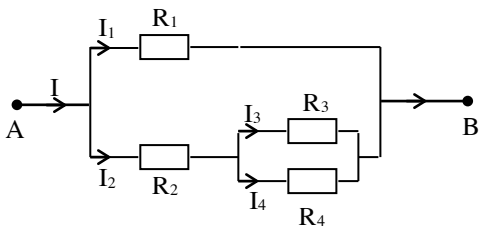
Mạch điện được vẽ lại như sau:

Cường độ dòng điện qua R_1 :

$$I_1 = \frac{U_{AB}}{R_1} = \frac{54}{36} = 1,5A$$

Điện trở tương đương của R_3 , R_4 :

$$R_{34} = \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} = \frac{20 \cdot 30}{20 + 30} = 12\Omega$$



Cường độ dòng điện qua R_2 : $I_2 = \frac{U_{AB}}{R_{234}} = \frac{U_{AB}}{R_2 + R_{34}} = \frac{54}{12 + 12} = 2,25A$.

Hiệu điện thế giữa hai đầu điện trở R_3 và R_4 :

$$U_{34} = U_3 = U_4 = I_2 R_{34} = 2,25 \cdot 12 = 27V.$$

Cường độ dòng điện qua R_3 : $I_3 = \frac{U_3}{R_3} = \frac{27}{20} = 1,35A$.

Cường độ dòng điện qua R_4 : $I_4 = \frac{U_4}{R_4} = \frac{27}{30} = 0,9A$.

Vậy: Cường độ dòng điện qua các điện trở là $I_1 = 1,5A$; $I_2 = 2,25A$; $I_3 = 1,35A$ và $I_4 = 0,9A$.

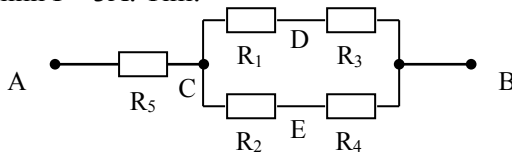
Ví dụ 5: Cho đoạn mạch như hình vẽ: $R_1 = R_3 = 3\Omega$, $R_2 = 2\Omega$, $R_4 = 1\Omega$, $R_5 = 4\Omega$, cường độ qua mạch chính $I = 3A$. Tìm:

a) U_{AB} .

b) Hiệu điện thế hai đầu mỗi điện trở.

c) U_{AD} , U_{ED} .

d) Nối D, E bằng tụ điện $C = 2\mu F$. Tìm điện tích của tụ.



Hướng dẫn giải

a) Hiệu điện thế giữa hai điểm A, B:

Điện trở tương đương của R_1 , R_3 : $R_{13} = R_1 + R_3 = 3 + 3 = 6\Omega$.

Điện trở tương đương của R_2 , R_4 : $R_{24} = R_2 + R_4 = 2 + 1 = 3\Omega$.

Điện trở tương đương của đoạn mạch CB: $R_{CB} = \frac{R_{13} \cdot R_{24}}{R_{13} + R_{24}} = \frac{6 \cdot 3}{6 + 3} = 2\Omega$.

Điện trở tương đương của đoạn mạch AB: $R_{AB} = R_5 + R_{CB} = 4 + 2 = 6\Omega$.

Hiệu điện thế hai đầu đoạn mạch AB: $U_{AB} = IR_{AB} = 3 \cdot 6 = 18V$.

b) Hiệu điện thế hai đầu mỗi điện trở

Hiệu điện thế hai đầu R_5 : $U_5 = IR_5 = 3 \cdot 4 = 12V$.

Hiệu điện thế hai đầu CB: $U_{CB} = IR_{CB} = 3 \cdot 2 = 6V$.

Cường độ dòng điện qua R_1 , R_3 : $I_1 = I_3 = \frac{U_{CB}}{R_{13}} = \frac{6}{6} = 1A$.

Hiệu điện thế hai đầu R_1 : $U_1 = I_1 R_1 = 1 \cdot 3 = 3V$.

Hiệu điện thế hai đầu R_3 : $U_3 = I_3 R_3 = 1 \cdot 3 = 3V$.

Cường độ dòng điện qua R_2 , R_4 : $I_2 = I_4 = \frac{U_{CB}}{R_{24}} = \frac{6}{3} = 2A$.

Hiệu điện thế hai đầu R_2 : $U_2 = I_2 R_2 = 2 \cdot 2 = 4V$.

Hiệu điện thế hai đầu R_4 : $U_4 = I_4 R_4 = 2 \cdot 1 = 2V$.

Vậy: Hiệu điện thế hai đầu các điện trở là

$U_1 = 3V$; $U_2 = 4V$; $U_3 = 3V$; $U_4 = 2V$ và $U_5 = 12V$.

c) Hiệu điện thế hai đầu các đoạn mạch A, D; E, D:

Hiệu điện thế hai đầu A, D: $U_{AD} = U_{AC} + U_{CD} = U_5 + U_1 = 12 + 3 = 15V$.

Hiệu điện thế hai đầu E, D: $U_{ED} = U_{EB} + U_{BD} = U_4 - U_3 = 2 - 3 = -1V$.

d) Điện tích của tụ điện

Ta có: $Q = CU = 2.10^{-6}.1 = 2.10^{-6} C$.

Vậy: Điện tích của tụ điện là $Q = 2.10^{-6}C$.

Ví dụ 6: Cho mạch điện như hình vẽ: $R_4 = R_2$.

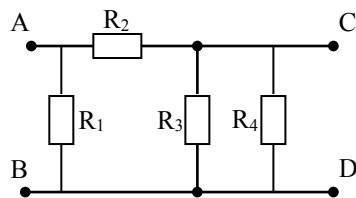
– Nếu nối A, B với nguồn $U = 120V$

thì $I_3 = 2A$, $U_{CD} = 30V$.

– Nếu nối C, D với nguồn $U' = 120V$

thì $U'_{AB} = 20V$.

Tìm R_1, R_2, R_3 .



Hướng dẫn giải

Nếu nối A, B với nguồn U thì: $R_3 = \frac{U_{CD}}{I_3} = \frac{30}{2} = 15\Omega$.

Cường độ dòng điện qua R_4 : $I_4 = \frac{U_{CD}}{R_4} = \frac{30}{R_2}$.

Cường độ dòng điện qua R_2 : $I_2 = I_3 + I_4 = 2 + \frac{30}{R_2}$.

Điện trở tương đương của R_2, R_3, R_4 : $R_{234} = R_2 + \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} = R_2 + \frac{15R_2}{15 + R_2}$.

Ta có: $I_2 = \frac{U_{AB}}{R_{234}} \Leftrightarrow 2 + \frac{30}{R_2} = \frac{120}{R_2 + \frac{15R_2}{15 + R_2}}$

$$\Leftrightarrow \frac{(2R_2 + 30)}{R_2} \cdot \frac{(15R_2 + R_2^2 + 15R_2)}{15 + R_2} = 120$$

$$\Leftrightarrow \frac{(2R_2 + 30)(R_2 + 30)}{R_2 + 15} = 120 \Rightarrow R_2^2 - 15R_2 - 450 = 0$$

$$\Rightarrow R_2 = 30\Omega; R_2 = -15\Omega < 0 \text{ (loại)}.$$

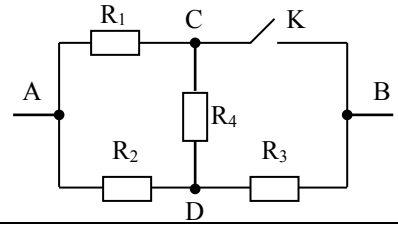
Nếu nối C, D với nguồn U' thì cường độ dòng điện qua R_1 :

$$I_1 = \frac{U'_{AB}}{R_1} = \frac{U'_{CD}}{R_1 + R_2} \Leftrightarrow \frac{20}{R_1} = \frac{120}{R_1 + 30}$$

$$\Leftrightarrow R_1 + 30 = 6R_1 \Rightarrow 5R_1 = 30 \Rightarrow R_1 = 6\Omega.$$

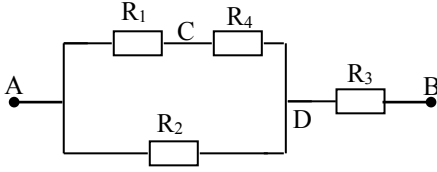
Vậy: Giá trị các điện trở là $R_1 = 6\Omega$; $R_2 = 30\Omega$; $R_3 = 15\Omega$.

Ví dụ 7: Cho mạch điện như hình vẽ: $R_1 = R_3 = 45\Omega$, $R_2 = 90\Omega$, $U_{AB} = 90V$. Khi K mở hoặc đóng, cường độ dòng điện qua R_4 là như nhau. Tính R_4 và hiệu điện thế hai đầu R_4 .

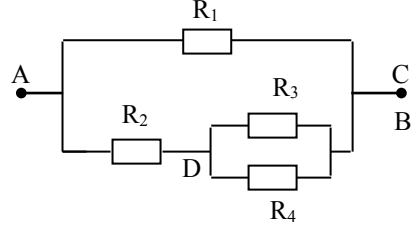


Hướng dẫn giải

- Khi K đóng, mạch điện được vẽ như hình a; khi K mở, mạch điện được vẽ như hình b:



Hình a



Hình b

- Khi K đóng, ta có:

$$I_2 = \frac{U_{AB}}{R_2 + R_{34}}; U_{34} = I_2 R_{34}$$

$$I_4 = \frac{U_{34}}{R_4} = \frac{I_2 R_{34}}{R_4} = \frac{U_{AB} \cdot R_{34}}{(R_2 + R_{34}) R_4}$$

$$I_4 = \frac{90 \cdot \frac{45R_4}{45 + R_4}}{R_4(90 + \frac{45R_4}{45 + R_4})} = \frac{90}{3R_4 + 90} = \frac{30}{R_4 + 30} \quad (1)$$

- Khi K mở, ta có: $I_3 = \frac{U_{AB}}{R_3 + R_{124}}; U_{AD} = I_3 R_{124}$

$$I_4 = \frac{U_{AD}}{R_{14}} = \frac{I_3 R_{124}}{R_{14}} = \frac{U_{AB} \cdot R_{124}}{R_{14}(R_3 + R_{124})}$$

$$I_4 = \frac{90 \cdot \frac{90(45 + R_4)}{90 + 45 + R_4}}{(45 + R_4)(45 + \frac{90(45 + R_4)}{90 + 45 + R_4})} = \frac{90^2}{135R_4 + 10125} \quad (2)$$

- Từ (1) và (2), ta có: $\frac{30}{R_4 + 30} = \frac{90^2}{135R_4 + 10125}$

$$\Leftrightarrow 90^2 R_4 + 243000 = 4050R_4 + 303750$$

$$\Leftrightarrow 4050R_4 = 60750 \Rightarrow R_4 = 15\Omega.$$

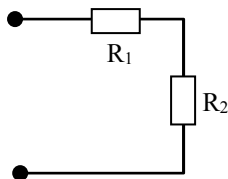
$$\Rightarrow I_4 = \frac{30}{15 + 30} = \frac{2}{3} \text{ A}$$

– Hiệu điện thế hai đầu R_4 : $U_4 = I_4 R_4 = \frac{2}{3} \cdot 15 = 10 \text{ V}$.

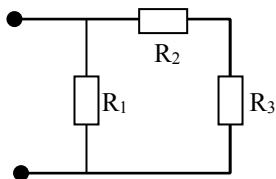
Vậy: Giá trị điện trở R_4 và hiệu điện thế hai đầu R_4 là $R_4 = 15 \Omega$ và $U_4 = 10 \text{ V}$.

C. BÀI TẬP VẬN DỤNG

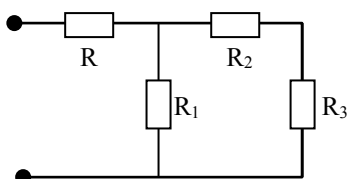
Bài 1. Tính điện trở tương đương của những đoạn mạch điện hình bên, biết rằng các điện trở đều bằng nhau và bằng $R = 12 \Omega$



Hình 1



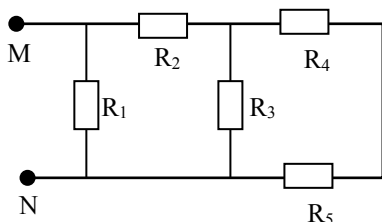
Hình 2



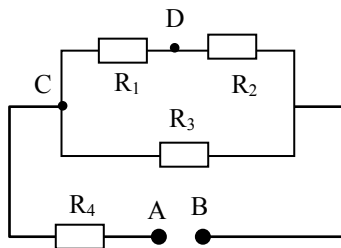
Hình 3

Bài 2. Tính điện trở tương đương của mạch điện cho trong các trường hợp sau:

- Cho mạch điện cho như hình vẽ a, biết: $R_1 = 1 \Omega$, $R_2 = 2,4 \Omega$, $R_3 = 2 \Omega$, $R_4 = 5 \Omega$, $R_5 = 3 \Omega$.
- Mạch điện cho như hình vẽ b, biết: $R_1 = 1 \Omega$, $R_2 = R_3 = 2 \Omega$, $R_4 = 0,8 \Omega$.



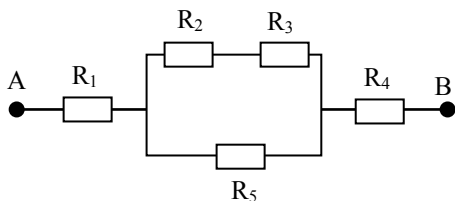
Hình a



Hình b

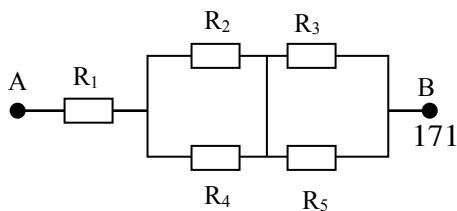
Bài 3. Cho mạch điện như hình vẽ.

Trong đó $R_1 = R_2 = 4 \Omega$; $R_3 = 6 \Omega$; $R_4 = 3 \Omega$; $R_5 = 10 \Omega$; $U_{AB} = 24 \text{ V}$. Tính điện trở tương đương của đoạn mạch AB và cường độ dòng điện qua từng điện trở.



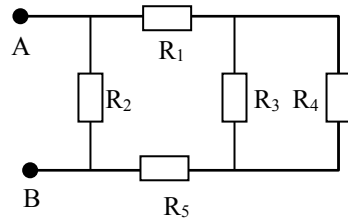
Bài 4. Cho mạch điện như hình vẽ.

Trong đó $R_1 = 2,4 \Omega$; $R_3 = 4 \Omega$; $R_2 = 14$

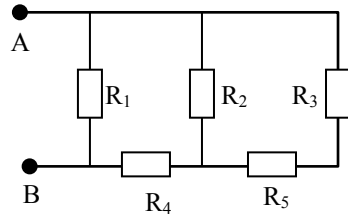


Ω ; $R_4 = R_5 = 6 \Omega$; $I_3 = 2 \text{ A}$. Tính điện trở tương đương của đoạn mạch AB và hiệu điện thế giữa hai đầu các điện trở.

Bài 5. Cho mạch điện như hình vẽ. Trong đó $R_1 = R_3 = R_5 = 3 \Omega$; $R_2 = 8 \Omega$; $R_4 = 6 \Omega$; $U_5 = 6 \text{ V}$. Tính điện trở tương đương của đoạn mạch AB và cường độ dòng điện chạy qua từng điện trở.

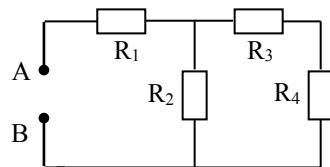


Bài 6. Cho mạch điện như hình vẽ. Trong đó $R_1 = 8 \Omega$; $R_3 = 10 \Omega$; $R_2 = R_4 = R_5 = 20 \Omega$; $I_3 = 2 \text{ A}$. Tính điện trở tương đương của đoạn mạch AB, hiệu điện thế và cường độ dòng điện trên từng điện trở.

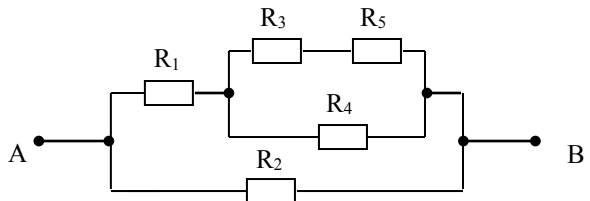


Bài 7. Hai điện trở $R_1 = 6\Omega$, $R_2 = 4\Omega$ chịu được cường độ dòng điện tối đa là 1A và $1,2\text{A}$. Hỏi bộ hai điện trở chịu được cường độ tối đa là bao nhiêu nếu chúng mắc:
a) Nối tiếp. b) Song song.

Bài 8. Cho đoạn mạch như hình vẽ: $R_1 = 22,5\Omega$, $R_2 = 12\Omega$, $R_3 = 5\Omega$, $R_4 = 15\Omega$, $U_{AB} = 12\text{V}$. Tính điện trở tương đương của mạch và cường độ qua từng điện trở.

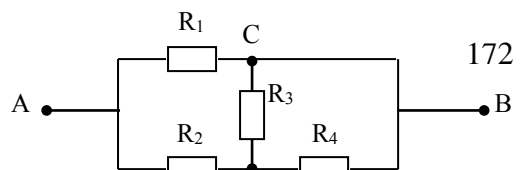
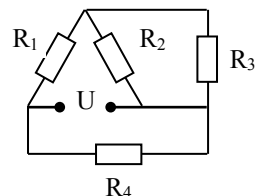


Bài 9. Cho mạch điện như hình vẽ: $R_1 = 10\Omega$, $R_2 = 6\Omega$, $R_3 = 2\Omega$, $R_4 = 3\Omega$, $R_5 = 4\Omega$. Cường độ dòng điện qua R_3 là $0,5\text{A}$.



Tìm cường độ qua từng điện trở và U_{AB} .

Bài 10. Cho mạch điện như hình vẽ: $R_1 = 18\Omega$, $R_2 = 20\Omega$, $R_3 = 30\Omega$, cường độ qua nguồn $I = 0,5\text{A}$, hiệu điện thế hai đầu R_3 là $U_3 = 2,4\text{V}$. Tính R_4 .

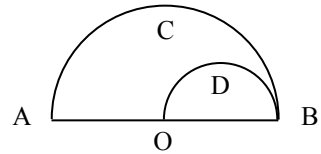


Bài 11. Cho mạch điện như hình vẽ:

$R_1 = 15\Omega$, $R_2 = R_3 = R_4 = 10\Omega$,
dòng điện qua CB có cường độ là
3A. Tìm U_{AB} .

Bài 12. Các đoạn dây đồng chất, tiết diện như nhau
có dạng thẳng và bán nguyệt được nối như hình
vẽ. Dòng điện đi vào ở A và đi ra ở B.

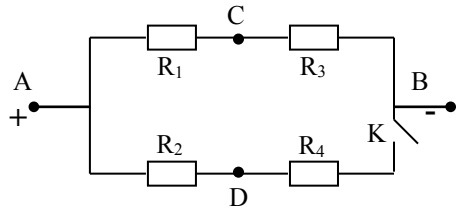
Tính tỉ số cường độ dòng điện qua hai đoạn dây
bán nguyệt.



Bài 13. Cho mạch điện như hình vẽ:

$U = 12V$, $R_2 = 3\Omega$, $R_3 = 5\Omega$.

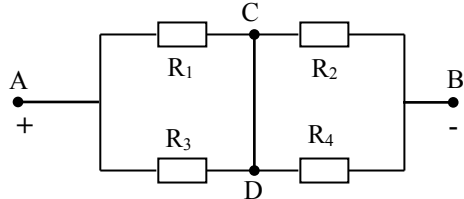
- a) Khi K mở, hiệu điện thế giữa C, D
là 2V. Tìm R_1 .
b) Khi K đóng, hiệu điện thế giữa C,
D là 1V. Tìm R_4 .



Bài 14. Cho mạch điện như hình vẽ.

$U_{AB} = 75V$, $R_2 = 2R_1 = 6\Omega$, $R_3 = 9\Omega$.

- a) Cho $R_4 = 2\Omega$. Tính cường độ qua CD.
b) Tính R_4 khi cường độ qua CD là 0.
c) Tính R_4 khi cường độ qua CD là 2A.



D. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP VẬN DỤNG

Bài 1.

a) Hình 1: Vì R_1 và R_2 mắc nối tiếp nên ta có: $R_{td} = R_1 + R_2 = 24 \Omega$

b) Hình 2: Vì R_2 và R_3 mắc nối tiếp nên ta có: $R_{23} = R_2 + R_3 = 24 \Omega$

+ Vì R_1 mắc song song với R_{23} nên: $\frac{1}{R_{td}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_{23}} \Rightarrow R_{td} = \frac{R_1 R_{23}}{R_1 + R_{23}} = 8\Omega$

c) Hình 3 : Vì R_2 và R_3 mắc nối tiếp nên ta có: $R_{23} = R_2 + R_3 = 24 \Omega$

+ Vì R_1 mắc song song với R_{23} nên: $\frac{1}{R_{123}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_{23}} \Rightarrow R_{1-23} = \frac{R_1 R_{23}}{R_1 + R_{23}} = 8\Omega$

+ Vì R mắc nối tiếp với R_{1-23} nên: $R_{td} = R + R_{123} = 12 + 8 = 20\Omega$

Bài 2.

a) Vì R_4 và R_5 mắc nối tiếp nên ta có: $R_{45} = R_4 + R_5 = 8 \Omega$

+ Vì R_3 mắc song song với R_{45} nên:

$$\frac{1}{R_{345}} = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_{45}} \Rightarrow R_{345} = \frac{R_3 R_{45}}{R_3 + R_{45}} = 1,6\Omega$$

+ Vì R_2 mắc nối tiếp với R_{345} nên: $R_{2345} = R_2 + R_{345} = 4\Omega$

+ Do R_1 mắc song song với R_{2345} nên:

$$\frac{1}{R_{td}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_{2345}} \Rightarrow R_{td} = \frac{R_1 R_{2345}}{R_1 + R_{2345}} = 0,8\Omega$$

b) Vì R_1 mắc nối tiếp với R_2 nên: $R_{12} = R_1 + R_2 = 3\Omega$

+ Vì R_{12} mắc song song với R_3 nên: $\frac{1}{R_{123}} = \frac{1}{R_{12}} + \frac{1}{R_3} \Rightarrow R_{123} = \frac{R_{12} \cdot R_3}{R_{12} + R_3} = 1,2\Omega$

+ R_4 mắc nối tiếp với R_{123} nên: $R_{td} = R_4 + R_{123} = 0,8 + 1,2 = 2\Omega$

Bài 3.

- Phân tích đoạn mạch: R_1 nt $((R_2$ nt $R_3) // R_5)$ nt R_4 .

Ta có: $R_{23} = R_2 + R_3 = 10\Omega$

$$\Rightarrow R_{235} = \frac{R_{23} R_5}{R_{23} + R_5} = 5\Omega$$

- Điện trở tương đương của mạch:

$$R = R_1 + R_{235} + R_4 = 12\Omega$$

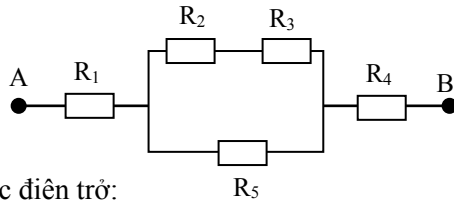
$\Rightarrow$ Cường độ dòng điện chạy trong các điện trở:

$$I = I_1 = I_{235} = I_4 = \frac{U_{AB}}{R} = 2\text{ A}$$

Với: $U_{235} = U_{23} = U_5 = I_{235} R_{235} = 10\text{ V}$ nên:

$$I_5 = \frac{U_5}{R_5} = 1\text{ A}$$

$$I_{23} = I_2 = I_3 = \frac{U_{23}}{R_{23}} = 1\text{ A}.$$



Bài 4.

R_1 nt $(R_2 // R_4)$ nt $(R_3 // R_5)$.

Ta có: $R_{24} = \frac{R_2 R_4}{R_2 + R_4} = 4,2\Omega$; $R_{35} = \frac{R_3 R_5}{R_3 + R_5} = 2,4\Omega$

$\Rightarrow$ Điện trở tương đương của mạch:

$$R = R_1 + R_{24} + R_{35} = 9\Omega$$

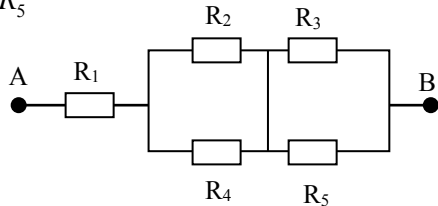
- Hiệu điện thế hai đầu các điện trở:

$$U_3 = U_3 = U_{35} = I_3 R_3 = 8\text{ V}$$

- Với $I_{35} = I_{24} = I_1 = I = \frac{U_{35}}{R_{35}} = \frac{10}{3}\text{ A}$ nên:

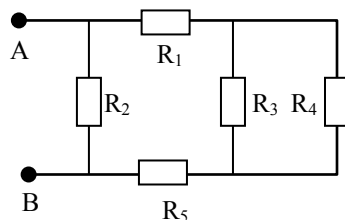
$$U_{24} = U_2 = U_4 = I_{24} R_{24} = 14\text{ V}$$

$$U_1 = I_1 R_1 = 8\text{ V}.$$



Bài 5.

$(R_1$ nt $(R_3 // R_4)$ nt $R_5) // R_2$.



Ta có: $R_{34} = \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} = 2 \Omega$

$R_{1345} = R_1 + R_{34} + R_5 = 8 \Omega$

$\Rightarrow$ Điện trở tương đương của mạch: $R = \frac{R_2 R_{1345}}{R_2 + R_{1345}} = 4 \Omega$

- Cường độ dòng điện chạy trong các điện trở:

$I_5 = I_{34} = I_1 = I_{1345} = \frac{U_5}{R_5} = 2 \text{ A}$

Mặt khác: $U_{34} = U_3 = U_4 = I_{34} R_{34} = 4 \text{ V}$

$U_{1345} = U_2 = U_{AB} = I_{1345} R_{1345} = 16 \text{ V}$

Nên: $I_3 = \frac{U_3}{R_3} = \frac{4}{3} \text{ A}; I_4 = \frac{U_4}{R_4} = \frac{2}{3} \text{ A}$

$I_2 = \frac{U_2}{R_2} = 2 \text{ A}.$

Bài 6.

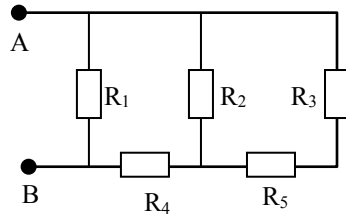
R_4 nt $(R_2 // (R_3 \text{ nt } R_5)) // R_1$.

$R_{35} = R_3 + R_5 = 30 \Omega;$

$R_{235} = \frac{R_2 R_{35}}{R_2 + R_{35}} = 12 \Omega$

$R_{4235} = R_4 + R_{235} = 32 \Omega;$

$R = \frac{R_1 R_{4235}}{R_1 + R_{4235}} = 6,4 \Omega; I_3 = I_5 = I_{35} = 2 \text{ A}$



$U_{35} = U_2 = U_{235} = I_{35} R_{35} = 60 \text{ V}; I_2 = \frac{U_2}{R_2} = 3 \text{ A};$

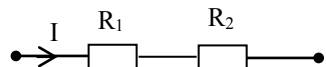
$I_{235} = I_4 = I_{4235} = \frac{U_{235}}{R_{235}} = 5 \text{ A}; U_{4235} = U_1 = U_{AB} = I_{4235} R_{4235} = 160 \text{ V}$

$I_1 = \frac{U_1}{R_1} = 20 \text{ A}.$

Bài 7.

a) Hai điện trở mắc nối tiếp

Khi R_1 mắc nối tiếp với R_2 : $\begin{cases} I \leq I_1 \\ I \leq I_2 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} I \leq 1 \text{ A} \\ I \leq 1,2 \text{ A} \end{cases}$



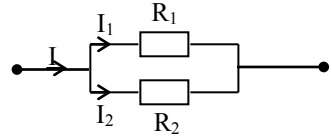
Vậy: Bộ hai điện trở mắc nối tiếp chịu được cường độ dòng điện tối đa là $I_{\max} = 1 \text{ A}.$

b) Hai điện trở mắc song song

- Khi R_1 mắc song song với R_2 : $I = I_1 + I_2 = I_1 + \frac{R_1 I_1}{R_2} = \frac{R_1 + R_2}{R_2} I_1$

$$\Rightarrow I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} I = \frac{4}{6 + 4} I = 0,4I \leq 1 \quad (1)$$

$$\text{và } I_2 = I - I_1 = 0,6I \leq 1,2 \quad (2)$$



- Từ (1) và (2) suy ra: $\begin{cases} I \leq 2,5A \\ I \leq 2A \end{cases}$.

Vậy: Bộ hai điện trở mắc song song chịu được cường độ dòng điện tối đa là $I_{\max} = 2A$.

Bài 8.

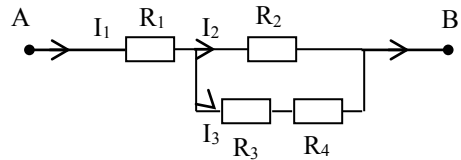
Mạch điện được vẽ lại như sau:

Điện trở tương đương của R_3 và R_4 :

$$R_{34} = R_3 + R_4 = 5 + 15 = 20\Omega$$

Điện trở tương đương của R_2 , R_3 và R_4 :

$$R_{234} = \frac{R_2 R_{34}}{R_2 + R_{34}} = \frac{12 \cdot 20}{12 + 20} = 7,5\Omega$$



Điện trở tương đương của đoạn mạch AB:

$$R_{AB} = R_1 + R_{234} = 22,5 + 7,5 = 30\Omega$$

$$\text{Cường độ dòng điện qua } R_1: I_1 = \frac{U_{AB}}{R_{AB}} = \frac{12}{30} = 0,4A.$$

$$\text{Hiệu điện thế giữa hai đầu } R_2: U_2 = I_1 R_{234} = 0,4 \cdot 7,5 = 3V.$$

$$\text{Cường độ dòng điện qua } R_2: I_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{3}{12} = 0,25A.$$

$$\text{Cường độ dòng điện qua } R_3, R_4: I_3 = I_4 = \frac{U_2}{R_{34}} = \frac{3}{20} = 0,15A.$$

Vậy: Điện trở tương đương của mạch và cường độ dòng điện qua các điện trở là $R_{AB} = 30\Omega$; $I_1 = 0,4A$, $I_2 = 0,25A$, $I_3 = I_4 = 0,15A$.

Bài 9.

Điện trở tương đương của R_3 , R_5 : $R_{35} = R_3 + R_5 = 2 + 4 = 6\Omega$.

Hiệu điện thế hai đầu R_{35} : $U_{35} = U_4 = I_3 R_{35} = 0,5 \cdot 6 = 3V$.

Cường độ dòng điện qua R_3 , R_5 : $I_3 = I_5 = 0,5A$.

$$\text{Cường độ dòng điện qua } R_4: I_4 = \frac{U_4}{R_4} = \frac{3}{3} = 1A.$$

Cường độ dòng điện qua R_1 : $I_1 = I_3 + I_4 = 0,5 + 1 = 1,5A$.

Hiệu điện thế hai đầu R_1 : $U_1 = I_1 R_1 = 1,5 \cdot 10 = 15V$.

Hiệu điện thế hai đầu AB: $U_{AB} = U_1 + U_{35} = 15 + 3 = 18V$.

Cường độ dòng điện qua R_2 : $I_2 = \frac{U_{AB}}{R_2} = \frac{18}{6} = 3A$.

Vậy: Cường độ dòng điện qua từng điện trở và U_{AB} là $I_1 = 1,5A$, $I_2 = 3A$, $I_3 = I_5 = 0,5A$, $I_4 = 1A$ và $U_{AB} = 18V$.

Bài 10.

Mạch điện được vẽ lại như sau:

Cường độ dòng điện qua R_3 : $I_3 = \frac{U_3}{R_3} = \frac{2,4}{30} = 0,08A$

Cường độ dòng điện qua R_2 :

$$I_2 = \frac{U_3}{R_2} = \frac{2,4}{20} = 0,12A$$

Cường độ dòng điện qua R_1 :

$$I_1 = I_2 + I_3 = 0,12 + 0,08 = 0,2A.$$

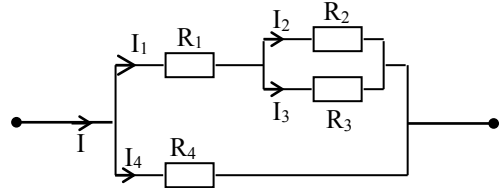
Hiệu điện thế hai đầu R_1 : $U_1 = I_1 R_1 = 0,2 \cdot 18 = 3,6V$.

Hiệu điện thế hai đầu cả đoạn mạch: $U = U_1 + U_3 = 3,6 + 2,4 = 6V$.

Cường độ dòng điện qua R_4 : $I_4 = I - I_1 = 0,5 - 0,2 = 0,3A$.

$$\Rightarrow R_4 = \frac{U_4}{I_4} = \frac{6}{0,3} = 20\Omega.$$

Vậy: Giá trị điện trở $R_4 = 20\Omega$.



Bài 11.

Mạch điện được vẽ lại như sau:

Áp dụng qui tắc nút mạng, tại C ta có:

$$I_{CB} = I_1 + I_3 = 3 \quad (1)$$

$$\text{mà: } I_1 = \frac{U_{AB}}{R_1} = \frac{U_{AB}}{15} \quad (2)$$

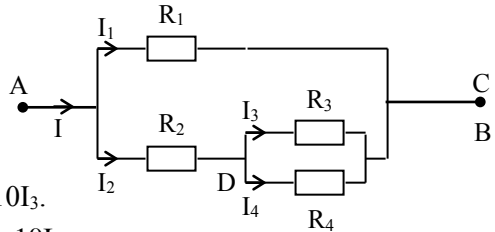
Hiệu điện thế hai đầu R_3 : $U_3 = I_3 R_3 = 10I_3$.

Cường độ dòng điện qua R_4 : $I_4 = \frac{U_3}{R_4} = \frac{10I_3}{10} = I_3$.

Cường độ dòng điện qua R_2 : $I_2 = I_3 + I_4 = 2I_3 = \frac{U_{AB}}{R_{234}}$.

Điện trở tương đương của R_2, R_3, R_4 : $R_{234} = R_2 + \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} = 10 + 5 = 15\Omega$.

$$\Rightarrow I_2 = 2I_3 = \frac{U_{AB}}{15} \Rightarrow I_3 = \frac{U_{AB}}{30} \quad (3)$$



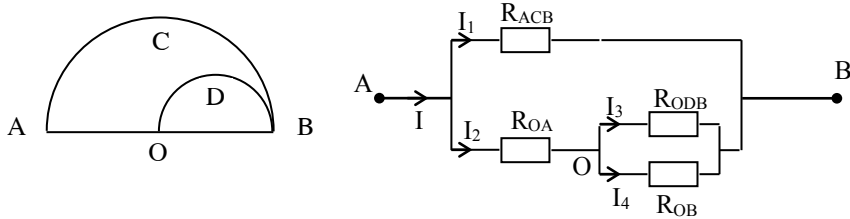
Thay (2) và (3) vào (1): $\frac{U_{AB}}{15} + \frac{U_{AB}}{30} = 3 \Rightarrow U_{AB} = 30V$.

Vậy: Hiệu điện thế giữa hai điểm A, B là $U_{AB} = 30V$.

Bài 12.

Mạch điện được vẽ lại như sau: Ta có: $R_{OA} = R_{OB} = R$

Đặt $OB = d$, ta có:



+ R_{OB} có chiều dài là d ; R_{ODB} có chiều dài là $\frac{\pi d}{2} \Rightarrow R_{ODB} = \frac{\pi R}{2}$.

+ R_{ACB} có chiều dài là $\pi d \Rightarrow R_{ACB} = \pi R$.

$$\Rightarrow I_1 = \frac{U}{R_{ACB}} = \frac{U}{\pi R} \quad (1)$$

$$I_2 = \frac{U}{R_{AOB}} = \frac{U}{R_{AO} + \frac{R_{ODB} \cdot R_{OB}}{R_{ODB} + R_{OB}}}$$

$$U_{OB} = I_2 R_{OB}$$

$$I_3 = \frac{U_{OB}}{R_{ODB}} = \frac{U}{\left(R + \frac{\pi R}{2}\right) \cdot \frac{\pi R}{2} + R} \cdot \left(\frac{\pi R}{2}\right)$$

$$\Rightarrow I_3 = \frac{U}{R(\pi + 1)} \quad (2)$$

Từ (1) và (2), ta có: $\frac{I_1}{I_3} = \frac{\pi + 1}{\pi} = 1,318$.

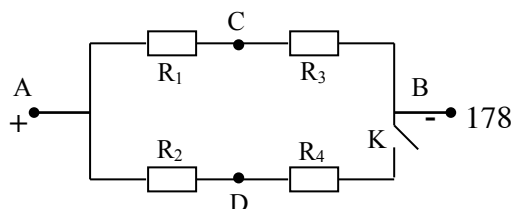
Vậy: Tỷ số cường độ dòng điện qua hai đoạn dây bán nguyệt là 1,318.

Bài 13.

a) Khi K mở:

Ta có: $U_{CD} = U_{CA} + U_{AD} = -U_1 + U_2$

$$\Rightarrow U_1 = IR_1 = \frac{U}{R_1 + R_3} \cdot R_1$$



$$\Leftrightarrow 2 = \frac{12.R_1}{R_1+5} \Leftrightarrow 2R_1+10 = 12R_1$$

$$\Leftrightarrow 10R_1 = 10 \Rightarrow R_1 = 1\Omega.$$

Vậy: Khi K mở, $R_1 = 1\Omega$.

b) Khi K đóng:

Ta có: $U_{CD} = U_{CB} + U_{BD} = U_3 - U_4$

$$\text{Hiệu điện thế hai đầu } R_3: U_3 = \frac{U}{R_1 + R_3} \cdot R_3 = \frac{12}{1 + 5} \cdot 5 = 10V.$$

$$\text{Hiệu điện thế hai đầu } R_4: U_4 = \frac{U}{R_2 + R_4} \cdot R_4 = \frac{12}{3 + R_4} \cdot R_4.$$

Ta có:

$$+ U_{CD} = 10 - \frac{12}{3+R_4} \cdot R_4 = 1 \Leftrightarrow 12R_4 = 9 \cdot (R_4 + 3) \Rightarrow R_4 = 9\Omega.$$

$$+ U_{CD} = 10 - \frac{12}{3 + R_4} \cdot R_4 = -1.$$

$$12R_4 = 11 \cdot (R_4 + 3) \Rightarrow R_4 = 33\Omega.$$

Vậy: Khi K đóng, để $U_{CD} = 1V$ thì $R_4 = 9\Omega$ hoặc $R_4 = 33\Omega$.

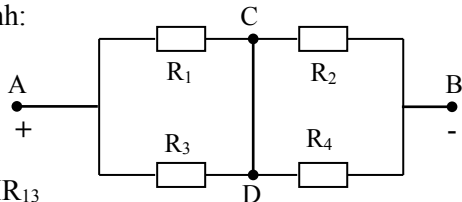
Bài 14.

Điện trở tương đương đoạn mạch AB:

$$R_{AB} = R_{13} + R_{24} = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} + \frac{R_2 R_4}{R_2 + R_4} = \frac{3 \cdot 9}{3 + 9} + \frac{6R_4}{6 + R_4} = 2,25 + \frac{6R_4}{6 + R_4}.$$

Cường độ dòng điện qua mạch chính:

$$I = \frac{U_{AB}}{R_{AB}} = \frac{75}{2,25 + \frac{6R_4}{6 + R_4}}.$$



Hiệu điện thế hai đầu A, C: $U_{AC} = IR_{13}$

$$\Rightarrow U_{AC} = \frac{75}{2,25 + \frac{6R_4}{6 + R_4}} \cdot 2,25 = \frac{168,75 \cdot (6 + R_4)}{13,5 + 8,25R_4}$$

Cường độ dòng điện qua R_1 : $I_1 = \frac{U_{AC}}{R_1}$

$$\Rightarrow I_1 = \frac{168,75 \cdot (6 + R_4)}{13,5 + 8,25R_4} \cdot \frac{1}{3} = \frac{56,25 \cdot (R_4 + 6)}{13,5 + 8,25R_4}$$

Hiệu điện thế hai đầu C, B: $U_{CB} = U_{AB} - U_{AC}$

$$\Rightarrow U_{CB} = 75 - \frac{168,75 \cdot (6 + R_4)}{13,5 + 8,25R_4} = \frac{450R_4}{8,25R_4 + 13,5}$$

Cường độ dòng điện qua R_2 :

$$I_2 = \frac{U_{CB}}{R_2} \Rightarrow I_2 = \frac{450R_4}{6 \cdot (8,25R_4 + 13,5)} = \frac{75R_4}{8,25R_4 + 13,5}.$$

a) Khi $R_4 = 2\Omega$:

$$\text{Ta có: } I_1 = \frac{56,25 \cdot (2 + 6)}{8,25 \cdot 2 + 13,5} = 15A; I_2 = \frac{75 \cdot 2}{8,25 \cdot 2 + 13,5} = 10A.$$

$$\text{Tại C: } I_1 = I_2 + I_{CD} \Rightarrow I_{CD} = I_1 - I_2 = 15 - 10 = 5A.$$

Vậy: Khi $R_4 = 2\Omega$ thì $I_{CD} = 5A$.

b) Khi $I_{CD} = 0$: Lúc đó mạch cầu cân bằng nên:

$$R_1 \cdot R_4 = R_2 \cdot R_3 \Rightarrow R_4 = \frac{R_2 R_3}{R_1} = \frac{6 \cdot 9}{3} = 18\Omega.$$

Vậy: Để $I_{CD} = 0$ thì $R_4 = 18\Omega$,

c) Khi $I_{CD} = 2A$:

Tại C, ta có:

+ Trường hợp 1: $I_1 = I_2 + I_{CD}$

$$\Leftrightarrow \frac{56,25 \cdot (R_4 + 6)}{8,25R_4 + 13,5} = \frac{75R_4}{8,25R_4 + 13,5} + 2 \Leftrightarrow 56,25R_4 + 337,5 = 91,5R_4 + 27$$

$$\Leftrightarrow 35,25R_4 = 310,5 \Rightarrow R_4 = 8,81\Omega.$$

+ Trường hợp 2: $I_1 + I_{CD} = I_2$

$$\Leftrightarrow \frac{56,25 \cdot (R_4 + 6)}{8,25R_4 + 13,5} + 2 = \frac{75R_4}{8,25R_4 + 13,5} \Leftrightarrow 72,75R_4 + 364,5 = 75R_4$$

$$\Leftrightarrow 2,25R_4 = 364,5 \Rightarrow R_4 = 162\Omega.$$

Vậy: Để $I_{CD} = 2A$ thì $R_4 = 8,81\Omega$ hoặc $R_4 = 162\Omega$.

Dạng 5. Mắc Ampe kế và Vôn kế vào mạch

A. PHƯƠNG PHÁP GIẢI

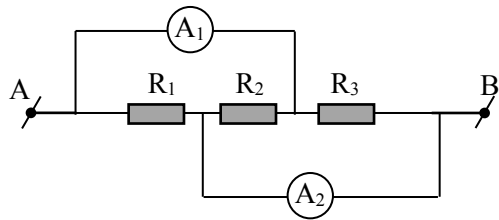
- + Ampe kế mắc nối tiếp với điện trở R, để đo dòng điện chạy qua nó, số chỉ của ampe kế là cường độ dòng điện chạy qua R.
- + Vôn kế mắc song song với điện trở R, để đo hiệu điện thế hai đầu điện trở R, số chỉ của vôn kế là hiệu điện thế hai đầu R.

Lưu ý:

- Nếu điện trở của vôn kế không phải rất lớn (bằng vô cùng) thì dòng điện vẫn chạy qua vôn kế V nên không thể bỏ đoạn mạch chứa vôn kế được.
- Nếu ampe kế có điện trở đáng kể thì xem ampe kế như một điện trở.

B. VÍ DỤ MẪU

Ví dụ 1: Cho đoạn mạch điện như hình vẽ. Trong đó các điện trở $R_1 = 2\Omega$, $R_2 = 3\Omega$, $R_3 = 6\Omega$, các ampe kế có điện trở không đáng kể. Hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch $U_{AB} = 6V$. Tìm số chỉ của các ampe kế.



Hướng dẫn giải

Gọi C là giao điểm của (R_2, R_3)

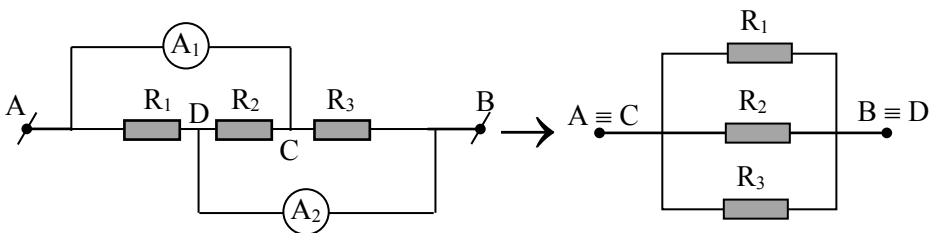
D là giao điểm của (R_1, R_2)

Vì các ampe kế có điện trở không đáng kể nên:

A và C có cùng điện thế $\rightarrow$ chập C và A lại.

B và D có cùng điện thế $\rightarrow$ chập D và B lại.

Mạch điện được vẽ lại như sau:



Ta có: $(R_1 // R_2 // R_3)$

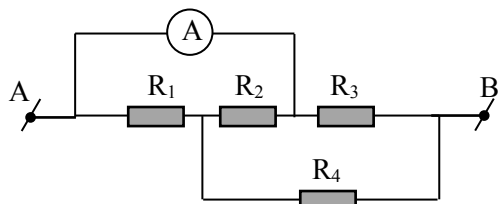
$$\text{Vậy: } \Rightarrow \frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{6} \Rightarrow R_{AB} = 1\Omega$$

$$\Rightarrow I = \frac{U}{R_{AB}} = \frac{6}{1} = 6A; I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{6}{2} = 3A; I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{6}{3} = 2A; I_3 = \frac{U}{R_3} = \frac{6}{6} = 1A$$

Số chỉ ampe kế 1: $I = I_1 + I_{A_1} \Rightarrow I_{A_1} = I - I_1 = 3A$

Số chỉ ampe kế 2: $I_3 + I_{A_2} = I \Rightarrow I_{A_2} = I - I_3 = 5A$

Ví dụ 2: Cho đoạn mạch điện như hình vẽ. Trong đó các điện trở $R_1 = 40\Omega$, $R_2 = 40\Omega$, $R_3 = 30\Omega$, $R_4 = 40\Omega$, ampe kế có điện trở không đáng kể, cường độ dòng điện chạy trong mạch chính $I = 1,2^\circ$. Tìm số chỉ của các ampe kế và cường độ dòng điện qua mỗi trở.



Hướng dẫn giải

Gọi C là giao điểm của (R_2, R_3)

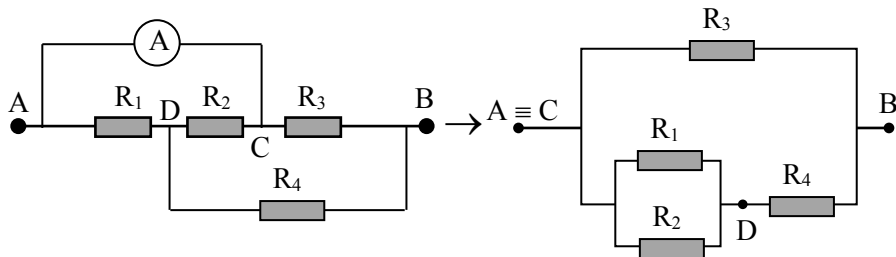
D là giao điểm của (R_1, R_2)

Vì các ampe kế có điện trở không đáng kể nên:

A và C có cùng điện thế $\rightarrow$ chập C và A lại.

B và D có cùng điện thế $\rightarrow$ chập D và B lại.

Mạch điện được vẽ lại như sau:



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

$$\text{Vậy: } \begin{cases} R_{12} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 20\Omega \\ R_{124} = R_{12} + R_4 = 60\Omega \end{cases} \Rightarrow R_{AB} = \frac{R_{124} R_3}{R_{124} + R_3} = 20\Omega$$

$$\Rightarrow U = I R_{AB} = 1,2 \cdot 20 = 24V \Rightarrow I_3 = \frac{U}{R_3} = \frac{24}{30} = 0,8A$$

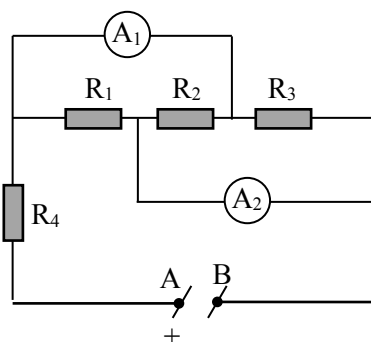
$$\text{Mà } I = I_{124} + I_3 \Rightarrow I_{124} = I - I_3 = 1,2 - 0,8 = 0,4A = I_4 = I_{12}$$

$$U_{12} = I_{12} R_{12} = 0,4.20 = 8V \Rightarrow \begin{cases} I_1 = \frac{U_{12}}{R_1} = \frac{8}{40} = 0,2A \\ I_2 = \frac{U_{12}}{R_2} = \frac{8}{40} = 0,2A \end{cases}$$

Để tìm số chỉ ampe kế ta dựa vào mạch ban đầu:

$$I = I_1 + I_A \Rightarrow I_A = I - I_1 = 1,2 - 0,2 = 1A$$

Ví dụ 3: Cho mạch điện như hình vẽ. $R_1 = 12\Omega$, $R_2 = 6\Omega$, $R_3 = R_4 = 4\Omega$, $U_{AB} = 18V$. Biết điện trở của ampe kế và dây nối không đáng kể. Tìm số chỉ của các ampe kế.



Hướng dẫn giải

Gọi C là giao điểm của (R_2, R_3)

D là giao điểm của (R_1, R_2)

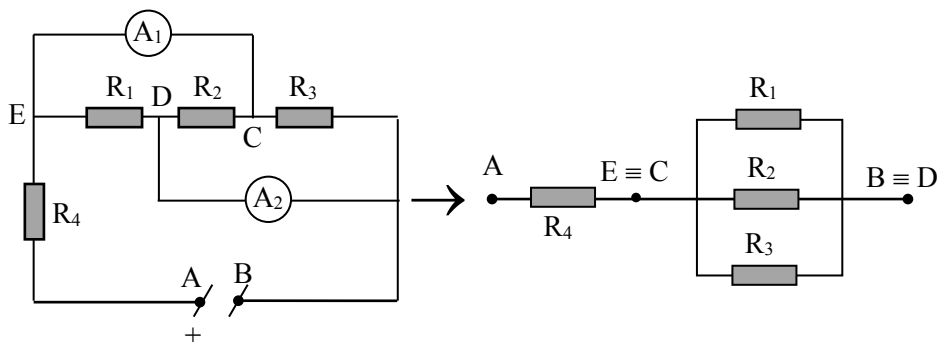
E là giao điểm của (R_1, R_4, A_1)

Vì các ampe kế có điện trở không đáng kể nên:

E và C có cùng điện thế $\rightarrow$ chập C và E lại.

B và D có cùng điện thế $\rightarrow$ chập D và B lại.

Mạch điện được vẽ lại như sau:



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

$$\frac{1}{R_{123}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{12} + \frac{1}{6} + \frac{1}{4} \Rightarrow R_{123} = 2\Omega$$

$$\Rightarrow R_{AB} = R_4 + R_{123} = 6\Omega$$

$$\Rightarrow I = \frac{U}{R_{AB}} = \frac{18}{6} = 3A = I_4 = I_{123}$$

$$\Rightarrow U_4 = R_4 I_4 = 4 \cdot 3 = 12V \Rightarrow U_{123} = U - U_4 = 6V$$

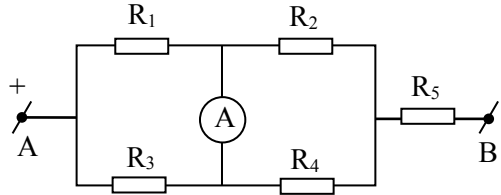
$$\Rightarrow I_1 = \frac{U_{123}}{R_1} = \frac{6}{12} = 0,5A; I_2 = \frac{U_{123}}{R_2} = \frac{6}{6} = 1A; I_3 = \frac{U_{123}}{R_3} = \frac{6}{4} = 1,5A$$

$$\text{Số chỉ ampe kế 1: } I_4 = I_1 + I_{A_1} \Rightarrow I_{A_1} = I_4 - I_1 = 2,5A$$

$$\text{Số chỉ ampe kế 2: } I_3 + I_{A_2} = I \Rightarrow I_{A_2} = I - I_3 = 1,5A$$

Ví dụ 4: Cho mạch điện như hình vẽ. $R_1 = R_2 = 8\Omega$, $R_3 = 12\Omega$, $R_4 = 24\Omega$, $R_5 = 1,2\Omega$, $R_A = 0$, $U_{AB} = 24V$. Tính:

- Điện trở tương đương của đoạn mạch.
- Cường độ dòng điện qua các điện trở.
- Số chỉ ampe kế.



Hướng dẫn giải

Gọi C là giao điểm của (R_1, R_2)

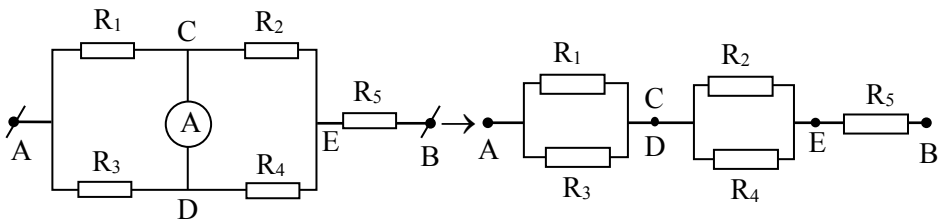
D là giao điểm của (R_3, R_4)

Vì ampe kế có điện trở không đáng kể nên C và D có cùng điện thế $\rightarrow$ chập C và D lại.

Mạch điện được vẽ lại như sau:

- Điện trở tương đương của đoạn mạch.

Ta có: $\left[(R_1 // R_3) \text{ nt } (R_2 // R_4) \right] \text{ nt } R_5$



$$R_{13} = \frac{R_1 \cdot R_3}{R_1 + R_3} = \frac{8 \cdot 12}{8 + 12} = 4,8\Omega; \quad R_{24} = \frac{R_2 \cdot R_4}{R_2 + R_4} = \frac{8 \cdot 24}{8 + 24} = 6\Omega,$$

Điện trở tương đương toàn mạch:

$$R = R_{13} + R_{24} + R_5 = 4,8 + 6 + 1,2 = 12\Omega$$

b. Cường độ dòng điện qua các điện trở.

Cường độ dòng điện qua R_5 : $I_5 = I = \frac{U}{R} = \frac{24}{12} = 2A \Rightarrow I_{13} = I_{24} = I_5 = I = 2A$

$$\Rightarrow \begin{cases} U_{13} = R_{13} I_{13} = 4,8 \cdot 2 = 9,6V \Rightarrow U_1 = U_3 = U_{13} = 9,6V \\ U_{24} = R_{24} I_{24} = 6 \cdot 2 = 12V \Rightarrow U_2 = U_4 = U_{24} = 12V \end{cases}$$

Cường độ dòng điện qua R_1 và R_3 :
$$\begin{cases} I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{9,6}{8} = 1,2A \\ I_3 = \frac{U_3}{R_3} = \frac{9,6}{12} = 0,8A \end{cases}$$

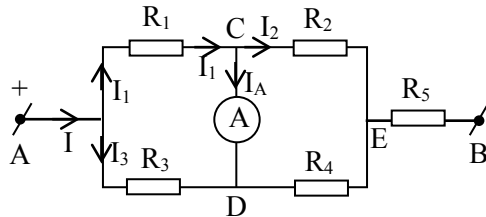
Cường độ dòng điện qua R_2 và R_4 :
$$\begin{cases} I_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{12}{8} = 1,5A \\ I_4 = \frac{U_4}{R_4} = \frac{12}{24} = 0,5A \end{cases}$$

c. Số chỉ ampe kế.

Giả sử chiều dòng điện chạy qua ampe kế có chiều từ C đến D (như hình vẽ).

Khi đó tại nút C ta có: $I_1 = I_A + I_2$
 $\Rightarrow I_A = I_1 - I_2 = 1,2 - 1,5 = -0,3A$.

Dấu “-” chứng tỏ rằng: dòng điện phải chạy từ D đến C và số chỉ của ampe kế là 0,3A.



Ví dụ 5: Cho mạch điện như hình

vẽ: trong đó $R_1 = 8\Omega$, $R_2 = 12\Omega$,
 $R_3 = 3\Omega$, $R_5 = 4\Omega$. R_4 là biến trở.
 Biết $U_{AB} = 34V$ và V rất lớn.

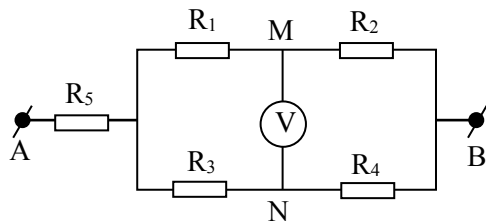
1. Với $R_4 = 3\Omega$. Tính:

a. R_{AB} .

b. Cường độ dòng điện ở mạch chính.

c. Số chỉ của vôn kế. Cực dương của Vôn kế phải nối với điểm nào?

2. Điều chỉnh R_4 để (V) chỉ 0V. Tính R_4 .



Hướng dẫn giải

Vì vôn kế có điện trở rất lớn nên dòng điện không chạy qua vôn kế.

Mạch điện được vẽ lại như sau:

1. Với $R_4 = 3\Omega$.

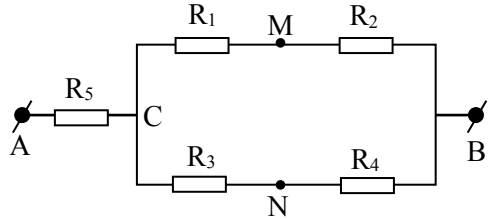
a) Tìm R_{AB} .

Ta có: $R_5 \text{ nt } [(R_1 \text{ nt } R_2) // (R_3 \text{ nt } R_4)]$

$$R_{12} = R_1 + R_2 = 18\Omega$$

$$R_{34} = R_3 + R_4 = 6\Omega$$

$$R_{1234} = \frac{R_{12} \cdot R_{34}}{R_{12} + R_{34}} = \frac{6 \cdot 18}{6 + 18} = 4,5\Omega,$$



Điện trở tương đương toàn mạch:

$$R = R_5 + R_{1234} = 4 + 4,5 = 8,5\Omega$$

b. Cường độ dòng điện trong mạch chính: $I = \frac{U}{R} = \frac{34}{8,5} = 4A$

c. Số chỉ của vôn kế:

Cường độ dòng điện qua R_5 : $I_5 = I_{1234} = I = 4A$

$$U_5 = R_5 I_5 = 4 \cdot 4 = 16V \Rightarrow U_{1234} = U - U_5 = 18V$$

Cường độ dòng điện qua R_1 và R_2 : $I_1 = I_2 = I_{12} = \frac{U_{12}}{R_{12}} = \frac{U_{1234}}{R_{12}} = \frac{18}{18} = 1A$

Cường độ dòng điện qua R_3 và R_4 : $I_3 = I_4 = I_{34} = \frac{U_{34}}{R_{34}} = \frac{U_{1234}}{R_{34}} = \frac{18}{6} = 3A$

Từ hình vẽ ta có: $U_{MN} = U_{MC} + U_{CN} = -R_1 I_1 + R_3 I_3 = -6 \cdot 1 + 3 \cdot 3 = 3V$

Mà: $U_{MN} = V_M - V_N = 3V > 0 \Rightarrow V_M > V_N$ nên cực dương của (V) mắc với M và cực âm mắc với N.

2. Điều chỉnh R_4 để (V) chỉ 0V

Ta có: $U_{MN} = U_{MC} + U_{CN} = -U_{CM} + U_{CN} = 0 \Rightarrow U_{CM} = U_{CN}$

$$\Leftrightarrow I_1 R_1 = I_3 R_3 \quad (1)$$

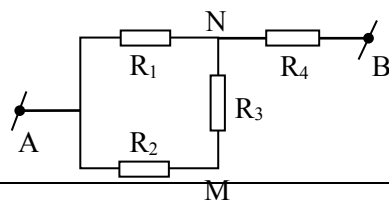
$$\text{Mặt khác: } U_{MN} = U_{MB} + U_{BN} = U_{MB} - U_{NB} = 0 \Rightarrow U_{MB} = U_{NB}$$

$$\Leftrightarrow I_1 R_2 = I_3 R_4 \quad (2)$$

– Lấy (1) chia (2) ta được: $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4} \Rightarrow R_4 = \frac{R_2 R_3}{R_1} = 6\Omega$: mạch cầu cân bằng.

Ví dụ 6: Cho mạch điện như hình vẽ, biết $R_1 = R_2 = R_3 = 6\Omega$, $R_4 = 2\Omega$. Tính điện trở tương đương của mạch trong các trường hợp sau:

a) Nối M và B bằng một vôn kế có



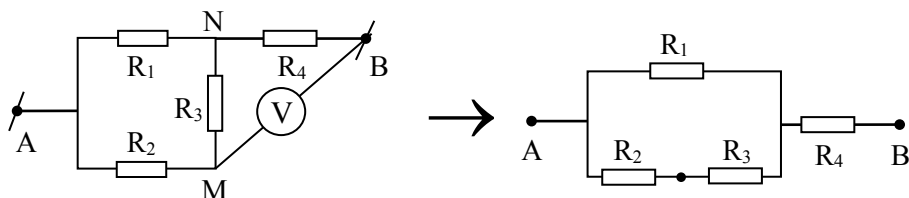
điện trở rất lớn.

b) Nối M và B bằng một ampe kế có điện trở rất nhỏ.

Hướng dẫn giải

a) Vì vôn kế có điện trở rất lớn nên dòng điện không qua vôn kế nên đoạn mạch chứa vôn kế có thể bỏ đi khi đó:

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

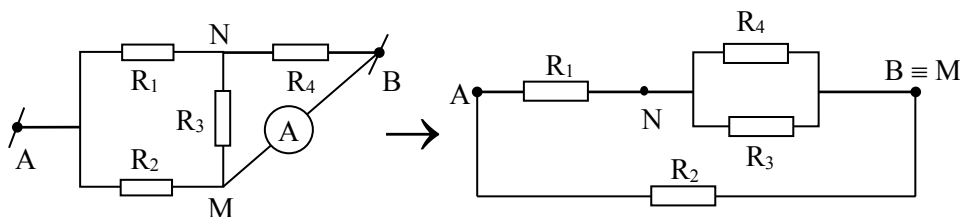


$$+ \text{Ta có: } \begin{cases} R_{23} = R_2 + R_3 = 12\Omega \\ R_{1-23} = \frac{R_1 \cdot R_{23}}{R_1 + R_{23}} = 4\Omega \end{cases}$$

+ Điện trở tương đương của toàn mạch: $R_{td} = R_{1-23} + R_4 = 6\Omega$

b) Vì ampe kế có điện trở rất nhỏ nên M và B cùng điện thế $\Rightarrow$ chập M và B mạch điện được vẽ lại như sau:

$$\text{Ta có: } \left[(R_3 // R_4) \text{ nt } R_1 \right] // R_2$$



$$\text{Ta có: } R_{34} = \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4} = \frac{6 \cdot 2}{6 + 2} = 1,5\Omega,$$

$$R_{34-1} = R_{34} + R_1 = 1,5 + 6 = 7,5\Omega$$

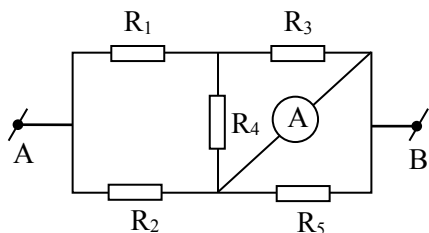
Điện trở tương đương toàn mạch:

$$R = \frac{R_{34-1} \cdot R_2}{R_{34-1} + R_2} = \frac{7,5 \cdot 6}{7,5 + 6} = \frac{10}{3} \Omega \Rightarrow I = \frac{U}{R} = \frac{18,3}{10} = 5,4A$$

Ví dụ 7: Cho mạch điện như hình vẽ. $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = 10\Omega$, $U_{AB} = 30V$, $R_A = 0$.

Tìm:

- R_{AB} .
- Cường độ dòng điện qua các điện trở.
- Số chỉ Ampe kế



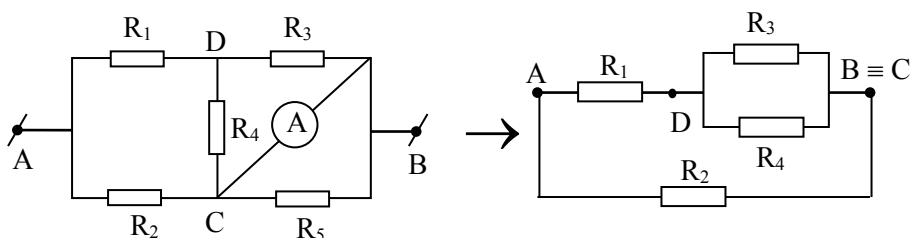
Hướng dẫn giải

Gọi C là giao điểm của (R_2, R_4, R_5)

D là giao điểm của (R_1, R_3, R_4)

Vì ampe kế có điện trở không đáng kể nên B và C có cùng điện thế $\rightarrow$ chập C và B lại (dòng điện không chạy qua R_5 nên $I_5 = 0$).

Mạch điện được vẽ lại như sau:



a) Ta có: $[(R_3 // R_4) \text{ nt } R_1] // R_2$

$$\text{Vậy: } \begin{cases} R_{34} = \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} = 5\Omega \\ R_{134} = R_1 + R_{34} = 15\Omega \end{cases} \Rightarrow R_{AB} = \frac{R_{134} R_2}{R_{134} + R_2} = 6\Omega$$

b)

+ Ta có $U_{134} = U_2 = U_{AB} = 30V$

+ Dòng điện chạy qua đoạn R_2 : $I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{30}{10} = 3A$

+ Dòng điện chạy qua đoạn $R_1 - R_{34}$: $I_{134} = \frac{U}{R_{134}} = \frac{30}{15} = 2A$

Lại có: $I_1 = I_{34} = I_{134} = 2A$ nên: $U_{34} = U_{AB} - U_1 = U_{AB} - I_1 R_1 = 30 - 2 \cdot 10 = 10V$

Vì $U_3 = U_4 = U_{34} = 10V$, mà $R_3 = R_4 = 10\Omega \Rightarrow I_3 = I_4 = \frac{U_{34}}{R_4} = \frac{10}{10} = 1A$

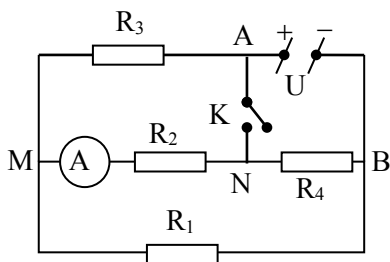
c) Để tìm số chỉ ampe kế A ta phải tìm I_2 và I_4 , sau đó xác định chiều của I_4 rồi suy ra số chỉ của A.

Ta có: $I_1 > I_3$ nên từ mạch gốc, ta thấy tại D dòng qua I_4 phải có chiều từ D đến C vậy I_2 và I_4 qua chập qua A nên: $I_A = I_2 + I_4 = 3 + 1 = 4A$

Ví dụ 8: Cho mạch điện như hình. Biết: $U_{AB} = 7,2V$ không đổi; $R_1 = R_2 = R_3 = 2\Omega$, $R_4 = 6\Omega$. Điện trở của ampe kế và của khóa K nhỏ không đáng kể. Tính số chỉ của ampe kế và U_{AN} khi:

a) K mở.

b) K đóng.



Hướng dẫn giải

a) Khi khóa K mở mạch vẽ như hình,

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

Điện trở tương đương của mạch:

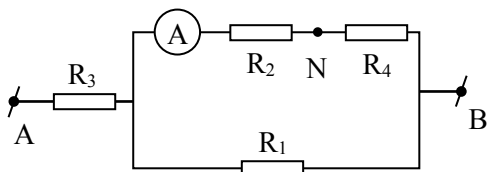
$$R = R_3 + \frac{(R_2 + R_4) \cdot R_1}{(R_2 + R_4) + R_1} = 3,6\Omega$$

$$\text{Dòng điện qua mạch chính: } I = \frac{U}{R} = \frac{7,2}{3,6} = 2A$$

$$\text{Ta có: } U_{MB} = U - IR_3 = 7,2 - 2 \cdot 2 = 3,2V \Rightarrow I_2 = \frac{U_{MB}}{R_4} = \frac{3,2}{2 + 6} = 0,4A$$

Vậy số chỉ của ampe kế là 0,4A

$$\text{Ta có: } U_{AN} = U_{AM} + U_{MN} = U_3 + U_2 = I_3 R_3 + I_2 R_2 = 2 \cdot 2 + 0,4 \cdot 2 = 4,8V$$



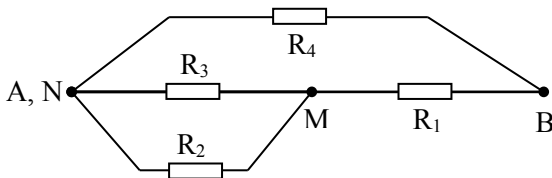
b) Khi đóng khóa K thì A và N cùng điện thế nên chập A và N lại mạch điện vẽ như hình sau:

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

$$R_{23} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = \frac{2 \cdot 2}{2 + 2} = 1\Omega$$

$$R_{123} = R_{23} + R_1 = 1 + 2 = 3\Omega$$

$$R = \frac{R_{123} + R_4}{R_{123} \cdot R_4} = \frac{3 \cdot 6}{3 + 6} = 2\Omega$$



$$\text{Cường độ dòng điện trong mạch chính là: } I = \frac{U}{R} = \frac{7,2}{2} = 3,6A$$

$$\text{Từ hình ta có } U_4 = U_{AB} = 7,2V \text{ nên } I_4 = \frac{U_{AB}}{R_4} = \frac{7,2}{6} = 1,2A$$

$$\text{Vậy dòng điện qua } R_1 \text{ là: } I_1 = I - I_4 = 3,6 - 1,2 = 2,4A$$

Lại có $U_{23} = I_1 R_{23} = 2,4.1 = 2,4V$. Dòng điện qua R_2 là:

$$I_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{U_{23}}{R_2} = \frac{2,4}{2} = 1,2A$$

Vì số chỉ của ampe kế A là I_2 nên ta có $I_A = 1,2A$

Vì A và N trùng nhau (cùng điện thế) nên $U_{AN} = 0$

Ví dụ 9: Khi mắc điện trở R nối tiếp với mạch gồm hai ampe kế mắc song song vào nguồn điện có hiệu điện thế U không đổi thì ampe kế A_1 chỉ $I_1 = 2A$; ampe kế A_2 chỉ $I_2 = 3A$. Nếu chuyển hai ampe kế thành nối tiếp thì chúng đều chỉ $I = 4A$. Nếu chỉ mắc R vào nguồn điện trên thì dòng điện qua R là bao nhiêu?

Hướng dẫn giải

+ Gọi R_1 là điện trở của ampe kế A_1 ,
 R_2 là điện trở của ampe kế A_2 .

*Khi mắc 2 ampe kế song song nhau.

Ta có: $I_1 R_1 = I_2 R_2$

$$\Leftrightarrow 2R_1 = 3R_2 \Rightarrow R_1 = 1,5R_2$$

Cường độ dòng điện trong mạch chính: $I = I_1 + I_2 = 2 + 3 = 5 (A)$

$$\text{Điện trở toàn mạch: } R_{AB} = R + R_{12} = R + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = R + \frac{1,5R_2 R_2}{1,5R_2 + R_2} = R + 0,6R_2$$

$$\text{Ta có: } U_{AB} = I.R_{AB} \Leftrightarrow U = 5(R + 0,6R_2) \quad (1)$$

*Khi A_1 nối tiếp A_2 :

Ta có: $U_{AB} = I'R' = I'(R + R_1 + R_2)$

$$\Leftrightarrow U = 4(R + 2,5R_2) \quad (2)$$

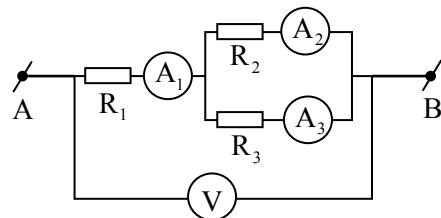
$$\text{Giải (1) và (2) ta có: } \begin{cases} 5R + 3R_2 = U \\ 4R + 10R_2 = U \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} R_2 = \frac{U}{38} \\ R = \frac{7U}{3} \end{cases}$$

$$\text{*Khi mạch chỉ có R, ta có: } U = I_R.R \Leftrightarrow U = I_R \cdot \frac{7U}{38} \Rightarrow I_R = \frac{38}{7} \approx 5,43A$$

C. BÀI TẬP VẬN DỤNG

Bài 1. Cho mạch điện có sơ đồ như hình. Biết $R_1 = 10\Omega$ và $R_2 = 3R_3$. Ampe kế A_1 chỉ $4A$.

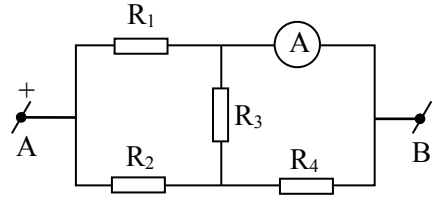
- Tìm số chỉ của các ampe kế A_2 và A_3 .
- Hiệu điện thế ở 2 đầu R_3 là $15V$. Tìm số chỉ của vôn kế V.



Bài 2. Cho mạch điện như hình vẽ. $R_1 = 15\Omega$, $R_2 = R_3 = R_4 = 10\Omega$, $R_A = 0$.

a. Tìm R_{AB} .

b. Ampe kế chỉ 3A, tính U_{AB} và cường độ dòng điện qua các điện trở.

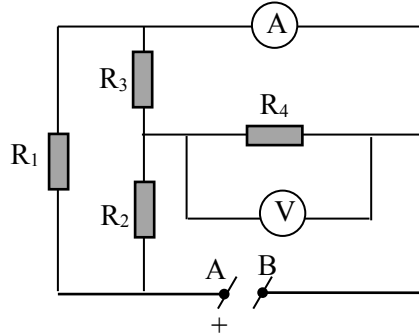


Bài 3. Cho mạch điện như hình vẽ. $R_1 = R_3 = 30\Omega$, $R_2 = 5\Omega$, $R_4 = 15\Omega$, $R_A = 0$, $U_{AB} = 90V$, R_V rất lớn.

Tìm:

a. Điện trở tương đương của đoạn mạch.

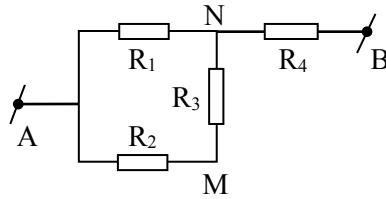
b. Số chỉ ampe kế và vôn kế



Bài 4. Cho mạch điện như hình vẽ. Biết $U_{AB} = 18V$, $R_1 = R_2 = R_3 = 6\Omega$, $R_4 = 2\Omega$.

a) Nối M và B bằng một vôn kế có điện trở rất lớn. Tìm số chỉ của vôn kế.

b) Nối M và B bằng một ampe kế có điện trở rất nhỏ. Tìm số chỉ của ampe kế và chiều dòng điện qua ampe kế.



Bài 5. Cho mạch điện như hình:

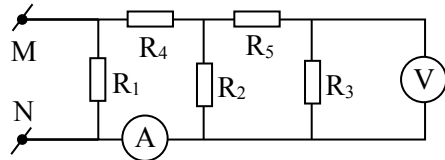
$U_{MN} = 4V$; $R_1 = R_2 = 2\Omega$;

$R_3 = R_4 = R_5 = 1\Omega$;

$R_A \approx 0$; $R_V = \infty$ (rất lớn).

a) Tính R_{MN} .

b) Tính số chỉ của ampe kế và vôn kế.



Bài 6. Cho mạch điện như hình vẽ: $U_{AB} = 12V$, $R_1 = 5\Omega$, $R_2 = 25\Omega$, $R_3 = 20\Omega$, R_V rất lớn. Khi hai điện trở r nối tiếp, vôn kế chỉ U_1 , khi chúng song song vôn kế chỉ $U_2 = 3U_1$.

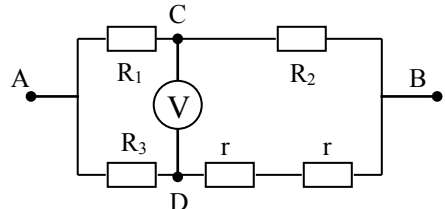
a) Tính r .

b) Tính số chỉ V khi nhánh DB chỉ có một điện trở r .

c) Vôn kế đang chỉ U_1 (hai r nối tiếp).

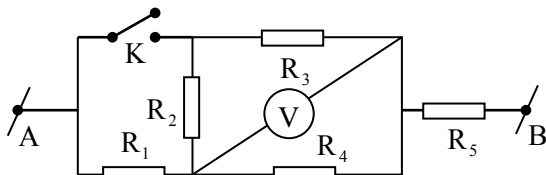
Đề V chỉ 0:

– Ta chuyển chỗ một điện trở, đó là điện trở nào và chuyển đi đâu?



– Hoặc đổi chỗ hai điện trở. Đó là các điện trở nào?

Bài 7. Cho mạch điện như hình vẽ. Cho biết: $R_1 = 1\Omega$, $R_2 = 2\Omega$, $R_3 = 3\Omega$, $R_4 = 5\Omega$, $R_5 = 0,5\Omega$, điện trở vôn kế rất lớn, dây dẫn và khóa K có điện trở không đáng kể. Hiệu điện thế giữa hai điểm A, B là $U_{AB} = 20V$. Hãy tính điện trở tương đương của mạch toàn mạch, dòng điện qua các điện trở và số chỉ của vôn kế, trong các trường hợp sau:

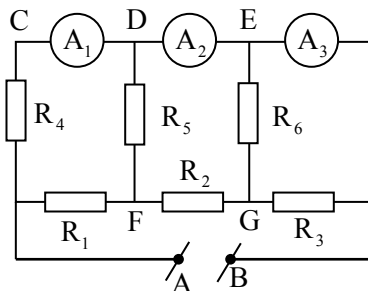


- Khóa K đang mở.
- Đóng khóa K.

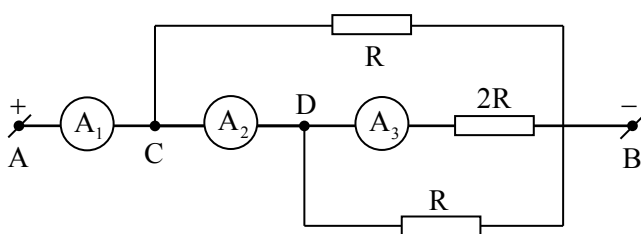
Bài 8. Vôn kế V được mắc vào mạch điện có $U = 220V$. Khi mắc nối tiếp V với $R_1 = 15k\Omega$ thì V chỉ $U_1 = 70V$. Khi mắc nối tiếp V với R_2 thì V chỉ $U_2 = 20V$. Tính R_2 .

Bài 9. Cho mạch điện như hình. Cho biết: $R_1 = R_2 = 5\Omega$; $R_3 = R_4 = R_5 = R_6 = 10\Omega$. Điện trở của các ampe kế nhỏ không đáng kể.

- Tính điện trở tương đương R_{AB} của đoạn mạch AB.
- Cho hiệu điện thế giữa hai điểm A và B là $U_{AB} = 30V$. Tìm cường độ dòng điện qua các điện trở và số chỉ các ampe kế.

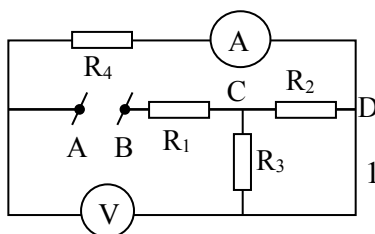


Bài 10. Cho mạch điện như hình. Các Ampe kế giống nhau có điện trở R_A . Số chỉ của các Ampe kế A_2 , A_3 lần lượt là $1A$ và $0,2A$. Hãy tìm:



- Tỷ số $\frac{R}{R_A}$
- Số chỉ của Ampe kế A_1 bằng bao nhiêu ?

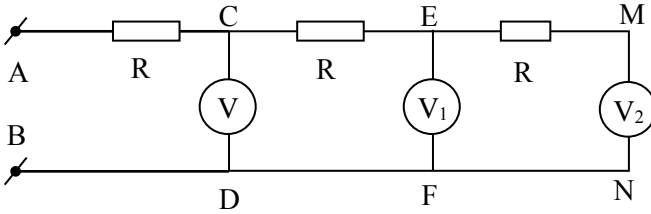
Bài 11. Cho mạch điện như hình. Hiệu điện thế giữa hai điểm A, B là $U_{AB} = 18V$ không đổi. Trong đó giá trị các điện trở là:



$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 6\Omega$; điện trở ampe kế không đáng kể, điện trở vôn kế vô cùng lớn.

- a) Tính số chỉ của vôn kế, ampe kế.
b) Đổi chỗ ampe kế và vôn kế cho nhau.
Tính số chỉ của ampe kế và vôn kế lúc này.

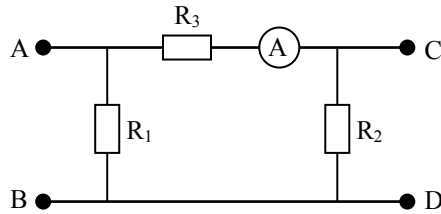
Bài 12. Cho mạch điện như hình vẽ trong đó 3 vôn kế giống nhau. Hỏi vôn kế V_1 chỉ giá trị bao nhiêu biết $V = 5(V)$ và $V_2 = 1(V)$.



Bài 13. Cho mạch điện như hình vẽ.

Nếu đặt vào AB hiệu điện thế 100 V thì người ta có thể lấy ra ở hai đầu CD một hiệu điện thế $U_{CD} = 40$ V và ampe kế chỉ 1 A.

Nếu đặt vào CD hiệu điện thế 60 V thì người ta có thể lấy ra ở hai đầu AB hiệu điện thế $U_{AB} = 15$ V. Coi điện trở của ampe kế không đáng kể. Tính giá trị của mỗi điện trở.



C. BÀI TẬP VẬN DỤNG

Bài 1.

a) Ta có:

$$U_{23} = U_2 = U_3 \Leftrightarrow I_2 R_2 = I_3 R_3$$

$$\Leftrightarrow I_2 \cdot 3R_3 = I_3 R_3 \Rightarrow I_3 = 3I_2$$

Lại có:

$$I = I_1 = I_2 + I_3 \Leftrightarrow 4 = I_2 + 3I_2$$

$$\Rightarrow I_2 = 1A \Rightarrow I_3 = 3A$$

Vậy số chỉ của A_2 là 1A và số chỉ của A_3 là 3A.

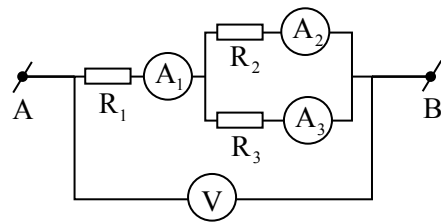
b) Hiệu điện thế hai đầu điện trở R_1 : $U_1 = I_1 R_1 = 4 \cdot 10 = 40$ V

Hiệu điện thế hai đầu mạch là: $U = U_1 + U_3 = 40 + 15 = 55$ V

Bài 2.

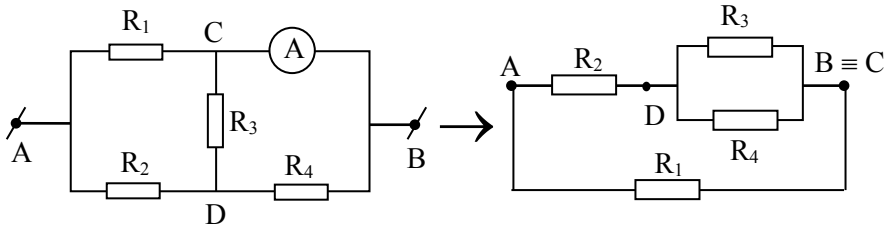
Gọi C là giao điểm của (R_1, R_3, R_A)

D là giao điểm của (R_2, R_3, R_4)



Vì ampe kế có điện trở không đáng kể nên B và C có cùng điện thế $\rightarrow$ chập C và B lại.

Mạch điện được vẽ lại như sau:



a) Điện trở tương đương của đoạn mạch.

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

$$\text{Vậy: } \begin{cases} R_{34} = \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} = 5\Omega \\ R_{234} = R_2 + R_{34} = 15\Omega \end{cases} \Rightarrow R_{AB} = \frac{R_{234} R_1}{R_{234} + R_1} = 7,5\Omega$$

b) Tính U_{AB} và cường độ dòng điện qua các điện trở.

Giả sử dòng điện qua R_3 có chiều từ D đến C.

$$\text{Khi đó tại C ta có: } I_A = I_1 + I_3 \Leftrightarrow 3 = \frac{U}{R_1} + \frac{U_3}{R_3} \Rightarrow \frac{U_3}{R_3} = 3 - \frac{U}{R_1} \quad (1)$$

$$\text{Tại A: } I = I_1 + I_2$$

$$\Leftrightarrow \frac{U}{R} = \frac{U}{R_1} + \frac{U_2}{R_2} = \frac{U}{R_1} + \frac{(U - U_3)}{R_2} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} - \frac{U_3}{R_3} \quad (2) \text{ do } (R_2 = R_3)$$

$$\text{Từ (1) và (2) ta có: } I = I_1 + I_2 \Leftrightarrow \frac{U}{R} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} - \left(3 - \frac{U}{R_1}\right)$$

$$\Rightarrow U = \frac{3}{\frac{2}{R_1} + \frac{1}{R_2} - \frac{1}{R}} = \frac{3}{\frac{2}{15} + \frac{1}{10} - \frac{1}{7,5}} = 30V$$

$$\text{Cường độ dòng điện qua } R_1: I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{30}{15} = 2A < I$$

Như vậy chiều dòng điện qua R_3 có chiều từ C đến D.

$$\text{Cường độ dòng điện qua } R_2: I = I_1 + I_2 \Rightarrow I_2 = I - I_1 = 1A = I_{34}$$

$$\Rightarrow U_{34} = I_{34} \cdot R_{34} = 1,5 \cdot 5V$$

$$\text{Cường độ dòng điện qua } R_3: I_3 = \frac{U_3}{R_3} = \frac{U_{34}}{R_3} = \frac{5}{10} = 0,5A$$

Cường độ dòng điện qua R_4 : $I_4 = \frac{U_4}{R_4} = \frac{U_{34}}{R_4} = \frac{5}{10} = 0,5A$

Nếu giả sử dòng điện qua R_3 có chiều từ C đến D.

Khi đó tại C ta có: $I_1 = I_A + I_3 \Leftrightarrow \frac{U}{R_1} = 3 + \frac{U_3}{R_3} \Rightarrow \frac{U_3}{R_3} = \frac{U}{R_1} - 3$ (1)

Tại A: $I = I_1 + I_2$

$$\Leftrightarrow \frac{U}{R} = \frac{U}{R_1} + \frac{U_2}{R_2} = \frac{U}{R_1} + \frac{(U - U_3)}{R_2} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} - \frac{U_3}{R_3} \quad (2) \text{ do } (R_2 = R_3)$$

Từ (1) và (2) ta có: $I = I_1 + I_2 \Leftrightarrow \frac{U}{R} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} - \left(\frac{U}{R_1} - 3 \right)$

$$\Rightarrow U = \frac{3}{\frac{1}{R} - \frac{1}{R_2}} = \frac{3}{\frac{1}{7,5} - \frac{1}{10}} = 90V$$

Cường độ dòng điện qua R_1 : $I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{90}{15} = 6A > I$ vô lý. Như vậy dòng điện phải

có chiều từ D đến C.

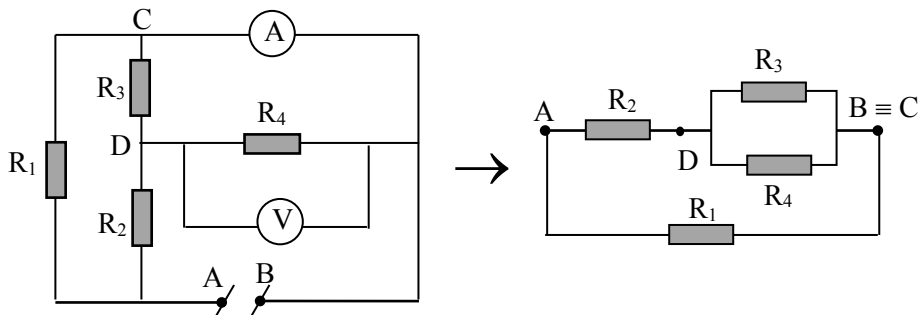
Bài 3.

Gọi C là giao điểm của (R_1, R_3)

D là giao điểm của (R_2, R_3, R_4)

Vì ampe kế có điện trở không đáng kể nên B và C có cùng điện thế $\rightarrow$ chập C và B lại. Vôn kế có điện trở rất lớn nên dòng điện không chạy qua vôn kế.

Mạch điện được vẽ lại như sau:



a) Điện trở tương đương của đoạn mạch.

Ta có: $\left[R_{2nt}(R_3 // R_4) \right] // R_1$

$$\text{Vậy: } \begin{cases} R_{34} = \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} = 10\Omega \\ R_{234} = R_2 + R_{34} = 15\Omega \end{cases} \Rightarrow R_{AB} = \frac{R_{234} R_1}{R_{234} + R_1} = 6\Omega$$

b) Số chỉ ampe kế và vôn kế

+ Ta có $U_{234} = U_1 = U_{AB} = 90V$

+ Dòng điện chạy qua đoạn R_1 : $I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{90}{30} = 3A$

+ Dòng điện chạy qua đoạn $R_2 - R_{34}$: $I_{234} = \frac{U}{R_{234}} = \frac{90}{15} = 6A$

Lại có: $I_2 = I_{34} = I_{234} = 6A$ nên: $U_{34} = U_{AB} - U_2 = U_{AB} - I_2 R_2 = 90 - 6.5 = 60V$

Vì $U_3 = U_4 = U_{34} = 60V \Rightarrow I_3 = \frac{U_{34}}{R_3} = \frac{60}{30} = 2A$; $I_4 = \frac{U_{34}}{R_4} = \frac{60}{15} = 4A$

Số chỉ của ampe kế: $I_A = I_1 + I_3 = 3 + 2 = 5A$

Số chỉ của vôn kế: $U_4 = U_{34} = 60V$

Bài 4.

a) Khi nối M và B bằng vôn kế thì dòng không qua M và B nên mạch có:

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

+ Ta có: $R_{23} = R_2 + R_3 = 6 + 6 = 12\Omega$

$$\Rightarrow R_{123} = \frac{R_1 R_{23}}{R_1 + R_{23}} = \frac{6.12}{6 + 12} = 4\Omega$$

+ Điện trở tương đương của mạch: $R = R_4 + R_{123} = 2 + 4 = 6\Omega$

+ Cường độ dòng điện trong mạch chính: $I = \frac{U}{R} = \frac{18}{6} = 3A$

+ Dòng điện qua R_4 bằng dòng điện qua mạch chính nên: $I_4 = I = 3A$.

+ Hiệu điện thế hai đầu R_4 : $U_4 = I_4 R_4 = 6V$.

+ Ta có: $U_{AN} = U - U_4 = 12V$

+ Vì $U_1 = U_{23} = 12V$

$$\Rightarrow \begin{cases} I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{12}{6} = 2A \\ I_2 = I_3 = I_{23} = \frac{U_{23}}{R_{23}} = 1A \end{cases}$$

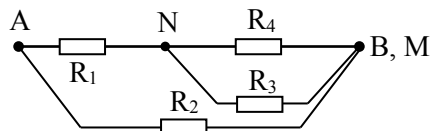
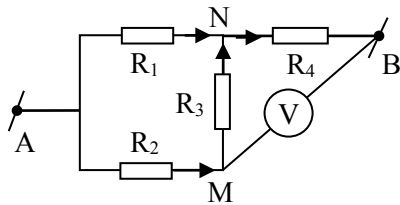
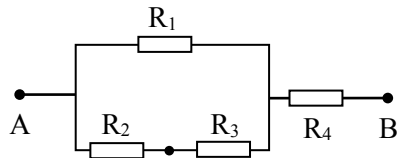
+ Tại N ta có: $I_4 = I_1 + I_3 = 3A$ nên dòng từ M đến N nên:

$$U_{MB} = U_{MN} + U_{NB} = I_3 R_3 + I_4 R_4 = 12V$$

b) Khi nối ampe kế vào giữa M và B thì M và B được chập lại, mạch điện được vẽ lại: $[(R_3 // R_4) \text{ nt } R_1] // R_2$

+ Ta có: $R_{34} = \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4} = \frac{6.2}{6 + 2} = 1,5\Omega$

$$\Rightarrow R_{341} = R_{34} + R_1 = 1,5 + 6 = 7,5\Omega$$



+ Điện trở tương đương toàn mạch:

$$R = \frac{R_{341} \cdot R_2}{R_{341} + R_2} = \frac{7,5 \cdot 6}{7,5 + 6} = \frac{10}{3} \Omega \Rightarrow I = \frac{U}{R} = \frac{18 \cdot 3}{10} = 5,4 \text{ A}$$

+ Lại có: $U = U_2 = U_{134} = 18 \text{ V} \Rightarrow I_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{18}{6} = 3 \text{ A}$

$$\Rightarrow I_{134} = I - I_2 = 5,4 - 3 = 2,4 \text{ A}$$

+ Vì $I_{134} = I_1 = I_{34} = 2,4 \text{ A}$

$$\Rightarrow U_1 = I_1 R_1 = 2,4 \cdot 6 = 14,4 \text{ V}$$

$$\Rightarrow U_{34} = U_{134} - U_1 = 3,6 \text{ V}$$

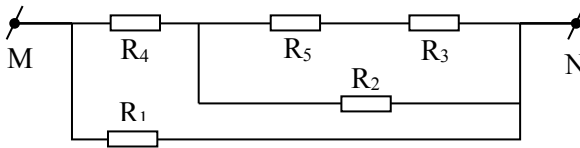
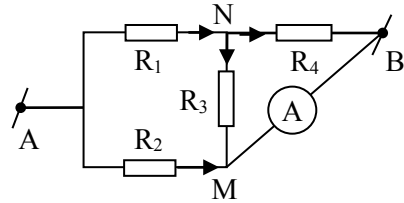
+ Lại có $R_4 // R_3 \Rightarrow U_3 = U_4 = U_{34} = 3,6 \text{ V}$

$$\Rightarrow I_3 = 0,6 \text{ A và } I_4 = 1,8 \text{ A}$$

+ Vì $I_1 = I_3 + I_4 = 2,4 \text{ A}$ nên dòng qua R_3 từ N đến M do vậy: $I_A = I_3 + I_2 = 3,6 \text{ A}$

Bài 5.

a) Mạch điện được vẽ lại như hình:



Từ hình thấy: $\left\{ \left[(R_5 \text{ nt } R_3) // R_2 \right] \text{ nt } R_4 \right\} // R_1$

Ta có: $R_{35} = R_3 + R_5 = 1 + 1 = 2 \Omega \Rightarrow R_{235} = \frac{R_2 \cdot R_{35}}{R_2 + R_{35}} = \frac{2 \cdot 2}{2 + 2} = 1 \Omega$

$$R_{4235} = R_{235} + R_4 = 1 + 1 = 2 \Omega \Rightarrow R = \frac{R_1 \cdot R_{4235}}{R_1 + R_{4235}} = \frac{2 \cdot 2}{2 + 2} = 1 \Omega$$

b) Từ mạch gốc suy ra số chỉ của ampe kế A chính là cường độ dòng I_4 , theo mạch

vẽ lại ta có: $I_4 = \frac{U_{MN}}{R_{4253}} = \frac{4}{2} = 2 \text{ A}$

Số chỉ vôn kế V là $U_3 = I_3 R_3$. Lại có: $U_{35} = U - U_4 = 4 - 2 \cdot 1 = 2 \text{ V}$

$$\Rightarrow I_{35} = \frac{U_{35}}{R_{35}} = \frac{2}{2} = 1 \text{ A} \Rightarrow U_3 = I_{35} \cdot R_3 = 1 \cdot 1 = 1 \text{ V}$$

Bài 6.

Hiệu điện thế hai đầu C, D: $U_{CD} = U_{CB} + U_{BD} = U_2 - U_{DB}$

Cường độ dòng điện qua R_1 : $I_1 = \frac{U}{R_1 + R_2} = \frac{12}{5 + 25} = \frac{12}{30} = 0,4 \text{ A}$.

Hiệu điện thế hai đầu R_2 : $U_2 = I_1 R_2 = 0,4 \cdot 25 = 10 \text{ V}$.

Cường độ dòng điện qua R_3 : $I_3 = \frac{U}{R_3 + R_{DB}} = \frac{12}{20 + R_{DB}}$.

Hiệu điện thế hai đầu D, B: $U_{DB} = I_3 R_{DB} = \frac{12 R_{DB}}{20 + R_{DB}} \Rightarrow U_{CD} = 10 - \frac{12 R_{DB}}{20 + R_{DB}}$.

a) Tính r

– Khi hai điện trở r mắc nối tiếp: $R_{DB} = 2r$

$$\Rightarrow U_1 = 10 - \frac{12 \cdot 2r}{20 + 2r} = \frac{100 - 2r}{10 + r} \quad (1)$$

– Khi hai điện trở r mắc song song: $R_{DB} = \frac{r}{2} \Rightarrow U_2 = 10 - \frac{12 \cdot \frac{r}{2}}{20 + \frac{r}{2}} = 3U_1$

$$\Leftrightarrow \frac{400 - 2r}{40 + r} = 3U_1 \quad (2)$$

– Lấy (2) chia (1): $\frac{400 + 2r}{40 + r} \cdot \frac{10 + r}{100 - 2r} = 3 \Leftrightarrow 4000 + 380r - 2r^2 = 3 \cdot (4000 + 20r - 2r^2)$

$$\Leftrightarrow r^2 + 80r - 2000 = 0 \Rightarrow r = 20\Omega \text{ và } r = -100(\Omega) < 0: (\text{loại}).$$

Vậy: Giá trị của r là $r = 20\Omega$.

b) Số chỉ V khi nhánh DB chỉ có một điện trở r

Khi nhánh DB chỉ có một điện trở r thì: $U_{CD} = 10 - \frac{12r}{20 + r} = 10 - \frac{12 \cdot 20}{20 + 20} = 4V$

Vậy: Khi nhánh DB chỉ có một điện trở r thì số chỉ V là $4V$.

c) Điện trở cần phải di chuyển để V chỉ số 0

Ta có: $U_{CD} = U_{CB} + U_{BD} = U_{CB} - U_{DB} = 0 \Rightarrow U_{CB} = U_{DB}$

$$\Leftrightarrow I_1 R_{CB} = I_3 R_{DB} \quad (1)$$

Mặt khác: $U_{CD} = U_{CA} + U_{AD} = -U_{AC} + U_{AD} = 0 \Rightarrow U_{AC} = U_{AD}$

$$\Leftrightarrow I_1 R_{AC} = I_3 R_{AD} \quad (2)$$

– Lấy (2) chia (1) ta được: $\frac{R_{AC}}{R_{CB}} = \frac{R_{AD}}{R_{DB}}$: mạch cầu cân bằng.

$$\Leftrightarrow R_{AC} \cdot R_{DB} = R_{AD} \cdot R_{CB}$$

Với: $R_1 = 5\Omega$, $R_2 = 25\Omega$, $R_3 = 20\Omega$, $r = 20\Omega$:

$$\Leftrightarrow R_2 R_3 = 25 \cdot 20 = 500; R_1 \cdot r = 5 \cdot 20 = 100.$$

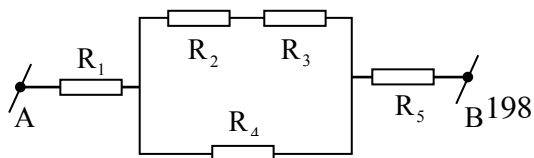
Vậy: Để mạch cầu cân bằng, ta chuyển r nối tiếp R_1 , lúc đó:

$$R_{AC} = R_1 + r = 25\Omega \text{ và } R_{AC} \cdot r = 25 \cdot 20 = 500.$$

Bài 7.

a) Khóa K mở, mạch vẽ lại như hình.

+ Ta có: $R_{23} = R_2 + R_3 = 2 + 3 = 5\Omega$;



$$R_{23-4} = \frac{R_{23} \cdot R_4}{R_{23} + R_4} = \frac{5 \cdot 5}{5 + 5} = 2,5 \Omega$$

Điện trở tương đương của mạch:

$$R_{AB} = R_{23-4} + R_1 + R_5 = 2,5 + 1 + 0,5 = 4 \Omega$$

$$\text{Dòng điện trong mạch chính: } I = \frac{U_{AB}}{R_{AB}} = \frac{20}{4} = 5 \text{ A}$$

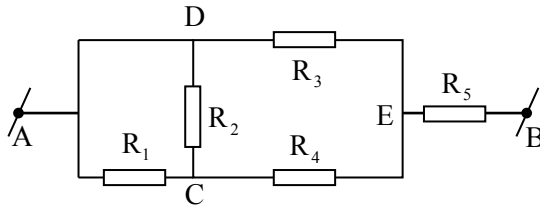
$$\text{Ta có: } I_1 = I_5 = I_{23-4} = I = 5 \text{ A} \Rightarrow U_{23-4} = I_{23-4} \cdot R_{23-4} = 5 \cdot 2,5 = 12,5 \text{ V}$$

$$\text{Mà: } U_{23} = U_4 = U_{23-4} = 12,5 \text{ V} \Rightarrow I_{23} = \frac{U_{23}}{R_{23}} = \frac{12,5}{5} = 2,5 \text{ A}$$

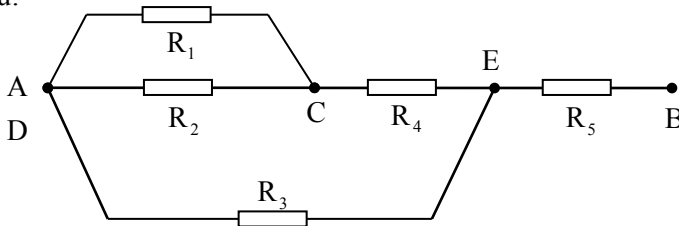
$$\text{Lại có: } I_4 = I_1 - I_{23} = 5 - 2,5 = 2,5 \text{ A}$$

Từ hình ban đầu ta suy ra số chỉ của V chính là $U_4 \Rightarrow U_V = U_4 = 12,5 \text{ V}$

b) Đóng khóa K, mạch điện như hình.



Chập hai điểm A và D lại rồi thực hiện các bước vẽ lại mạch như bài trên ta vẽ được mạch sau:



$$\text{Ta có: } R_{12} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{1 \cdot 2}{1 + 2} = \frac{2}{3} \Omega \Rightarrow R_{12-4} = R_{12} + R_4 = \frac{2}{3} + 5 = \frac{17}{3} \Omega$$

$$R_{AE} = \frac{R_{12-4} \cdot R_3}{R_{12-4} + R_3} = \frac{\frac{17}{3} \cdot 3}{\frac{17}{3} + 3} = \frac{51}{26} \Omega \Rightarrow R_{AB} = R_{AE} + R_5 = \frac{51}{26} + 0,5 = \frac{32}{13} \Omega$$

$$\text{Dòng điện qua mạch chính: } I = \frac{U_{AB}}{R_{AB}} = \frac{20}{\frac{32}{13}} = 8,125 \text{ A}$$

Ta có: $I_5 = I_{AE} = I = 8,125A \Rightarrow U_{AE} = I_{AE} \cdot R_{AE} = 8,125 \cdot \frac{51}{26} = 15,9375 = U_3 = U_{12-4}$

Dòng điện qua R_3 : $I_3 = \frac{U_3}{R_3} = \frac{15,9375}{3} = 5,3125A$

Dòng điện qua đoạn $R_{1,2-4}$ là:

$$I_{12-4} = I - I_3 = 8,125 - 5,3125 = 2,8125A \Rightarrow I_{12} = I_4 = 2,8125A$$

Hiệu điện thế giữa hai điểm A, C:

$$U_{AC} = U_{12} = I_{12} \cdot R_{12} = I_4 \cdot R_{12} = 2,8125 \cdot \frac{2}{3} = 1,875V$$

Dòng điện qua R_1 : $I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{U_{12}}{R_1} = \frac{1,875}{1} = 1,875A$

Dòng điện qua R_2 : $I_2 = I_{12} - I_1 = 2,8125 - 1,875 = 0,9375A$

Từ hình ban đầu ta suy ra số chỉ của V chính là $U_4 \Rightarrow U_V = U_4 = I_4 \cdot R_4 = 14,0625V$

Bài 8.

Hiệu điện thế giữa hai đầu vôn kế khi mắc với R_1 :

$$U_{V1} = I_1 R_V = \frac{U}{R_1 + R_V} \cdot R_V \Leftrightarrow 70 = \frac{220}{15000 + R_V} \cdot R_V \Rightarrow R_V = 7000\Omega.$$

Hiệu điện thế giữa hai đầu vôn kế khi mắc với R_2 :

$$U_{V2} = I_2 R_V = \frac{U}{R_2 + R_V} \cdot R_V$$

$$\Rightarrow R_2 = \frac{U R_V}{U_{V2}} - R_V = \frac{220 \cdot 7000}{20} - 7000 = 70000\Omega = 70k\Omega.$$

Vậy: Giá trị của R_2 là $R_2 = 70k\Omega$.

Bài 9.

a) Từ sơ đồ mạch điện vẽ lại như sau, ta dễ dàng xác định được sơ đồ mắc các điện trở như sau: $\left\{ \left[\left(R_3 // R_6 \right) nt R_2 \right] // R_5 \right\} nt R_1 // R_4$

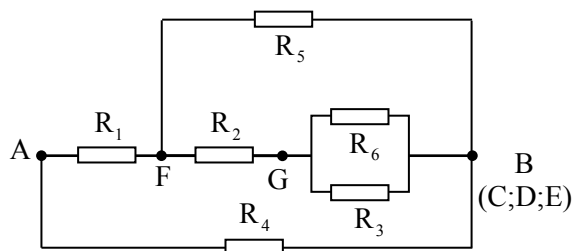
Ta có: $R_{GB} = \frac{R_3 R_6}{R_3 + R_6} = 5\Omega$

$$\Rightarrow R_{GB-2} = R_{GB} + R_2 = 10\Omega$$

$$R_{FB} = \frac{R_{GB-2} \cdot R_5}{R_{GB-2} + R_5} = 5\Omega$$

$$\Rightarrow R_{FB-1} = R_{FB} + R_1 = 10\Omega$$

Vậy: $R_{AB} = \frac{R_{FB-1} \cdot R_4}{R_{FB-1} + R_4} = 5\Omega$



b) Dòng điện trong mạch chính: $I = \frac{U_{AB}}{R_{AB}} = \frac{30}{5} = 6A$

Ta có: $I_4 = \frac{U_4}{R_4} = \frac{U_{AB}}{R_4} = \frac{30}{10} = 3A$, $I = I_1 + I_4 \Rightarrow I_1 = I - I_4 = 6 - 3 = 3A$

Hiệu điện thế hai đầu R_1 : $U_1 = I_1 R_1 = 3 \cdot 5 = 15V$

Lại có: $U_{FB} = U_{AB} - U_1 = 30 - 15 = 15V = U_5$

Dòng điện chạy qua R_5 : $I_5 = \frac{U_5}{R_5} = \frac{15}{10} = 1,5A$

Dòng điện chạy qua R_2 : $I_2 = I_1 - I_5 = 3 - 1,5 = 1,5A$

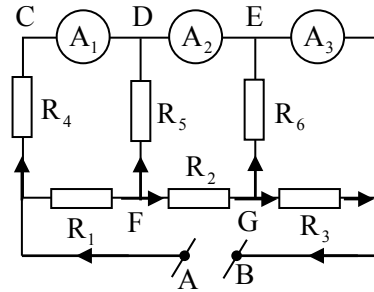
Ta có: $I_{36} = I_2 = 1,5A \Rightarrow U_{36} = U_{GB} = I_{36} \cdot R_{36} = I_{36} \cdot R_{GB} = 1,5 \cdot 5 = 7,5V = U_3 = U_6$

Nên:
$$\begin{cases} I_3 = \frac{U_3}{R_3} = \frac{7,5}{10} = 0,75A \\ I_6 = \frac{U_6}{R_6} = \frac{7,5}{10} = 0,75A \end{cases}$$

Số chỉ các ampe kế: Để tìm số chỉ các ampe kế ta phải dựa trên mạch gốc. Theo mạch gốc ta có: $I_{A1} = I_4 = 3A$.

Để xem A_2 đo dòng nào ta phải xét nút F. Tại nút F có I_1 đến, I_2 đi mà $I_2 < I_1$ nên I_1 phân nhánh cho I_2 và I_5 . Vậy A_2 sẽ đo dòng $I_4 + I_5 \Rightarrow I_{A2} = I_4 + I_5 = 3 + 1,5 = 4,5A$

Vì $I_3 < I_2$ nên A_3 đo dòng $I_4 + I_5 + I_6 \Rightarrow I_{A3} = I_4 + I_5 + I_6 = 4,5 + 0,75 = 5,25A$



Bài 10.

Theo giả thiết các Ampe kế có điện trở R_A .

Ta thấy: $\left\langle \left[(A_3 \text{ nt } 2R) / R \right] \text{ nt } A_2 \right\rangle / R \rangle \text{ nt } A_1$

a) Ta có: $U_{DB} = I_{A3} \cdot (2R + R_A) = (I_{A2} - I_{A3})R$

$$\Leftrightarrow I_{A3} \cdot R_A = (I_{A2} - 3I_{A3})R \Rightarrow \frac{R}{R_A} = \frac{I_{A3}}{I_{A2} - 3I_{A3}} = \frac{0,2}{1 - 3 \cdot 0,2} = \frac{1}{2}$$

b) Ta có:

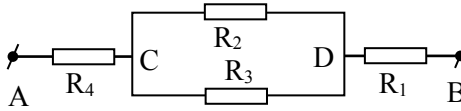
$$U_{CB} = U_{CD} + U_{DB} = I_{A2} \cdot R_A + I_{A3} \cdot (2R + R_A) = 1,2R + 0,2 \cdot (2R + 2R) = 2,8R$$

Lại có: $U_{CB} = (I_{A1} - I_{A2})R = (I_{A1} - 1)R$

Vậy ta có: $(I_{A1} - 1)R = 2,8R \Rightarrow I_{A1} = 2,8 + 1 = 3,8A$

Bài 11.

a) Mạch được vẽ lại R_4 nt $(R_2 // R_3)$ nt R_1



+ Điện trở tương đương của mạch: $R = R_4 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} + R_1 = 15\Omega$

+ Dòng điện trong mạch chính: $I = \frac{U}{R} = \frac{18}{15} = 1,2A$

+ Dòng qua R_1 và R_4 là dòng chính: $I_1 = I_4 = I = 1,2A$

+ Hiệu điện thế giữa hai đầu R_1 và R_4 là: $U_1 = U_4 = 7,2V$

+ Hiệu điện thế giữa hai điểm C và D: $U_{CD} = U_2 = U_3 = 18 - 2 \cdot 7,2 = 3,6V$

+ Số chỉ ampe kế A là I_4 nên: $I_A = I_4 = 1,2A$

+ Số chỉ vôn kế là U_4 nên: $U_V = U_4 = 7,2V$

b) Khi đổi chỗ ampe kế và vôn kế mạch vẽ lại: R_1 nt $(R_2 // R_3)$

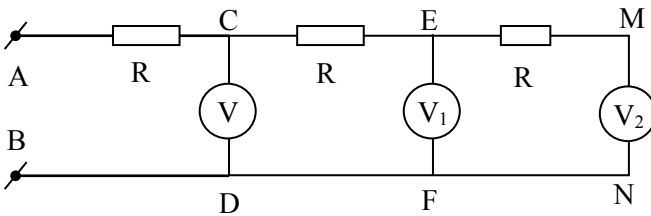
+ Điện trở tương đương của mạch: $R = R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = 9\Omega$

+ Dòng điện trong mạch chính: $I = \frac{U}{R} = \frac{18}{9} = 2A$

+ Số chỉ ampe kế A chính là dòng điện trong mạch chính nên $I_A = I = 2A$

+ Hiệu điện thế giữa hai đầu vôn kế cũng chính là hiệu điện thế giữa hai điểm A và D nên $U_V = 0$.

Bài 12.



Giả sử các vôn kế có điện trở vô cùng lớn, khi đó mạch chỉ gồm các điện trở nối

tiếp. Ta có:
$$\begin{cases} U_{CD} = V = I \cdot 2R \\ U_{MN} = V_2 = 0 \end{cases}$$

$\Rightarrow$ vôn kế có điện trở R_V không phải rất lớn so với R .

+ Xét đoạn mạch MN: $I_{V2}R_V = 1 \Rightarrow I_{V2} = \frac{1}{R_V}$

+ Xét đoạn mạch

EF: $U_{EF} = I_{V1}R_V = I_{V2}R + U_{MN} = I_{V2}R + 1 = \frac{R}{R_V} + 1 \Rightarrow I_{V1} = \frac{R}{R_V^2} + \frac{1}{R_V}$

+ Xét đoạn mạch CD: $U_{CD} = I_1R + U_{EF} = I_1R + \frac{R}{R_V} + 1 = 5$

$$\Rightarrow I_1R + \frac{R}{R_V} = 4 \Leftrightarrow (I_{V1} + I_{V2})R + \frac{R}{R_V} = 4 \Leftrightarrow \left(\frac{R}{R_V^2} + \frac{1}{R_V} + \frac{1}{R_V} \right)R + \frac{R}{R_V} = 4$$

$$\Leftrightarrow \frac{R^2}{R_V^2} + \frac{3R}{R_V} = 4 \Leftrightarrow R^2 + 3RR_V - 4R_V^2 = 0 \Rightarrow R = R_V$$

+ Vậy: $U_{EF} = I_{V1}R_V = I_{V2}R + U_{MN} = I_{V2}R + 1 = \frac{R}{R_V} + 1 = 2V$

Bài 13.

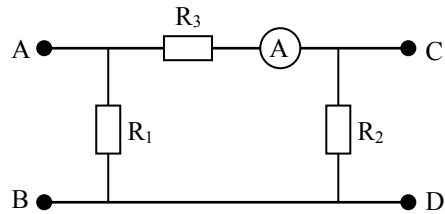
Trường hợp đặt vào giữa A và B hiệu điện thế 100 V thì đoạn mạch có:

$(R_3 \text{ nt } R_2) // R_1$, nên $I_3 = I_2 = I_A = 1 \text{ A}$;

$$R_2 = \frac{U_{CD}}{I_2} = 40 \Omega.$$

$$U_{AC} = U_{AB} - U_{CD} = 60 \text{ V};$$

$$R_3 = \frac{U_{AC}}{I_3} = 60 \Omega.$$



Trường hợp đặt vào giữa C và D hiệu điện thế 60 V thì đoạn mạch có:

$(R_3 \text{ nt } R_1) // R_2$. Khi đó $U_{AC} = U_{CD} - U_{AB} = 45 \text{ V}$.

$$I_3 = I_1 = \frac{U_{AC}}{R_3} = 0,75 \text{ A}; R_1 = \frac{U_{AB}}{I_1} = 20 \Omega.$$

Dạng 5. CÔNG VÀ CÔNG SUẤT CỦA DÒNG ĐIỆN

A. PHƯƠNG PHÁP GIẢI

1. Công và công suất của dòng điện trên một đoạn mạch bất kì

- Công của dòng điện: $A = UI t$.
- Công suất của dòng điện: $P = \frac{A}{t} = UI$.

2. Nhiệt lượng và công suất tiêu thụ bởi đoạn mạch chỉ tỏa nhiệt

- Nhiệt lượng: $Q = A = UI t = RI^2 t = \frac{U^2}{R} t$.
- Công suất nhiệt: $P = \frac{Q}{t} = UI = RI^2 = \frac{U^2}{R}$.

• Chú ý:

- Đơn vị của A và Q có thể là J, kWh hoặc cal (calo) với:
 - + 1kWh (số chỉ công-tơ điện) = 3.600.000J = 3.600kJ.
 - + 1J = 0,24 cal; 1cal = 4,18J.
- Các dụng cụ chỉ tỏa nhiệt thường gặp là bóng đèn, bàn là, bếp điện,... Các dụng cụ này hoạt động bình thường khi hiệu điện thế đặt vào hai đầu dụng cụ bằng hiệu điện thế định mức (ghi trên dụng cụ), lúc đó dòng điện qua dụng cụ bằng dòng điện định mức và công suất tiêu thụ của dụng cụ bằng công suất định mức (ghi trên dụng cụ).

B. VÍ DỤ MẪU

Ví dụ 1: Một bàn là được sử dụng đúng với hiệu điện thế định mức là 220V trong 30 phút thì tiêu thụ một lượng điện năng là 1440 kJ. Hãy tính:

- Công suất điện của bàn là.
- Điện trở của bàn là và dòng điện chạy qua nó khi đó.

Hướng dẫn giải

a) Công suất tiêu thụ của bàn là: $P = \frac{A}{t} = \frac{1440 \cdot 10^3}{30 \cdot 60} = 800W$

b) Cường độ dòng điện qua bàn là: $A = Q = UI t \Rightarrow I = \frac{A}{Ut} = \frac{1440 \cdot 10^3}{220 \cdot 30 \cdot 60} = \frac{40}{11} (A)$

+ Điện trở của bàn là: $R = \frac{U}{I} = 60,5\Omega$

Ví dụ 2: Một bếp điện được sử dụng liên tục trong 1,8 giờ ở hiệu điện thế 220V, khi đó số chỉ công tơ điện tăng thêm 2,4 số.

- Tính điện năng mà bếp điện sử dụng, công suất của bếp điện và cường độ dòng điện chạy qua bếp trong thời gian nói trên.
- Giả sử 1 số điện có giá là 2000 VNĐ thì số tiền phải trả khi dùng bếp trên mỗi ngày 1,8 giờ trong thời gian 1 tháng (30 ngày) là bao nhiêu?

Hướng dẫn giải

a) Điện năng mà bếp tiêu thụ: $A = 2,4 \text{ số} = 2,4 \text{ kW.h}$

+ Công suất của bếp: $P = \frac{A}{t} = \frac{2,4}{1,8} = \frac{4}{3} (\text{kW})$

+ Cường độ dòng điện qua bếp: $P = UI \Rightarrow I = \frac{P}{U} = \frac{4.10^3}{3.220} = \frac{200}{33} (\text{A}) = 6,06 (\text{A})$

b) Số điện mà bếp đã tiêu thụ là: $n = 2,4.30 = 72 \text{ số}$

+ Số tiền điện phải trả: $72.2000 = 144.000 \text{ VNĐ}$

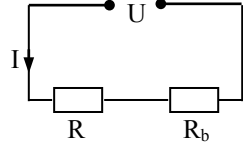
Ví dụ 3: Bếp điện mắc vào nguồn $U = 120\text{V}$. Tổng điện trở của dây nối từ nguồn đến bếp là 1Ω . Công suất tỏa nhiệt trên bếp là $1,1\text{kW}$. Tính cường độ dòng điện qua bếp và điện trở của bếp.

Hướng dẫn giải

Mạch điện được vẽ lại như sau:

Cường độ dòng điện qua mạch chính: $I = \frac{U}{R+R_b}$

Hiệu điện thế hai đầu của bếp: $U_b = R_b I = \frac{UR_b}{R+R_b}$



Công suất tỏa nhiệt trên bếp: $P = \frac{U_b^2}{R_b} = \left(\frac{U.R_b}{R+R_b} \right)^2 \cdot \frac{1}{R_b} = \frac{U^2.R_b}{(R+R_b)^2}$

$$\Leftrightarrow 1100 = \frac{120^2.R_b}{(R_b+1)^2} \Leftrightarrow 144R_b = 11(R_b+1)^2$$

$$\Leftrightarrow 11R_b^2 - 122R_b + 11 = 0 \Rightarrow R_b = 11\Omega.$$

Cường độ dòng điện qua bếp: $I = \frac{U}{R+R_b} = \frac{120}{1+11} = 10\text{A}.$

Vậy: Cường độ dòng điện qua bếp là $I = 10\text{A}$, điện trở của bếp là $R_b = 11\Omega$.

Ví dụ 4: Cho hai đèn $120\text{V} - 40\text{W}$ và $120\text{V} - 60\text{W}$ mắc nối tiếp vào nguồn $U = 240\text{V}$.

a) Tính điện trở mỗi đèn và cường độ dòng điện qua hai đèn.

b) Tính hiệu điện thế và công suất tiêu thụ mỗi đèn.

Nhận xét về độ sáng của mỗi đèn

Cho biết điều kiện để hai đèn 120V sáng bình thường khi mắc nối tiếp vào nguồn 240V là gì?

Hướng dẫn giải

a) Điện trở mỗi đèn và cường độ dòng điện qua hai đèn

$$\text{Điện trở của đèn 1: } R_1 = \frac{U_{dm1}^2}{P_{dm1}} = \frac{120^2}{40} = 360\Omega.$$

$$\text{Điện trở của đèn 2: } R_2 = \frac{U_{dm2}^2}{P_{dm2}} = \frac{120^2}{60} = 240\Omega.$$

$$\text{Cường độ dòng điện qua hai đèn: } I = \frac{U}{R_1 + R_2} = \frac{240}{360 + 240} = 0,4A.$$

b) Hiệu điện thế và công suất tiêu thụ mỗi đèn

$$\text{Hiệu điện thế của đèn 1: } U_1 = R_1 I = 360 \cdot 0,4 = 144V.$$

$$\text{Công suất tiêu thụ của đèn 1: } P_1 = R_1 I^2 = 360 \cdot 0,4^2 = 57,6W.$$

$$\text{Hiệu điện thế của đèn 2: } U_2 = R_2 I = 240 \cdot 0,4 = 96V.$$

$$\text{Công suất tiêu thụ của đèn 2: } P_2 = R_2 I^2 = 240 \cdot 0,4^2 = 38,4W.$$

Ta có: $P_1 > P_{dm1} \Rightarrow$ đèn 1 sáng chói.

$$P_2 < P_{dm2} \Rightarrow \text{đèn 2 sáng mờ.}$$

Để hai đèn 120V sáng bình thường khi mắc nối tiếp vào nguồn 240V thì hai đèn phải có cùng công suất định mức.

Ví dụ 5: Để trang trí cho một quầy hàng, người ta dùng các bóng đèn 6V - 9W mắc nối tiếp vào mạch điện có hiệu điện thế không đổi $U = 240V$.

a) Tìm số bóng đèn cần dùng để chúng sáng bình thường.

b) Nếu có một bóng bị cháy, người ta nối tắt đoạn mạch có bóng đó lại thì công suất tiêu thụ của mỗi bóng tăng hay giảm bao nhiêu phần trăm?

Hướng dẫn giải

a) Số bóng cần dùng: $n = \frac{U}{U_D} = \frac{240}{6} = 40 \text{ (bóng)}$

b) Điện trở mỗi bóng: $R_D = \frac{U_D^2}{P_D} = \frac{6^2}{9} = 4\Omega$

+ Nếu có một bóng bị cháy thì điện trở tổng cộng của các bóng còn lại là:

$$R = 39R_D = 156\Omega$$

+ Dòng điện qua mỗi đèn bây giờ là: $I = \frac{U}{R} = \frac{240}{156} = 1,54A$

+ Công suất tiêu thụ của mỗi bóng bây giờ là: $P = I^2 R_D = 9,47W$

+ Nghĩa là tăng lên so với trước: $\frac{9,47 - 9}{9} \cdot 100\% = 5,2\%$

Nhận xét: Vì công suất của đèn vượt quá giá trị định mức nên rất dễ cháy.

Ví dụ 6: Có hai bóng đèn có ghi: đèn 1 (220V – 100W), đèn 2 (110V – 60W)

a) Nêu ý nghĩa các số liệu trên.

- b) Ghép hai bóng đèn trên nối tiếp nhau. Hỏi công suất tối đa mà hai bóng đèn chịu được.
- c) Ghép hai bóng đèn trên song song nhau. Hỏi công suất tối đa mà hai bóng đèn chịu được.

Hướng dẫn giải

a) Cho biết hiệu điện thế lớn nhất của mỗi đèn tương ứng là $U_{D1} = 220V$, $U_{D2} = 110V$

và công suất lớn nhất của mỗi bóng đèn tương ứng là $P_{D1} = 100W$, $P_{D2} = 60W$

b) Khi mắc nối tiếp thì $I_{\max} = I_1 = \frac{5}{11}A$ nên: $P_{nt} = I_{\max}^2 (R_{D1} + R_{D2})$

$$\text{Ta có: } \begin{cases} I_{D1} = \frac{P_{D1}}{U_{D1}} = \frac{5}{11}A, R_{D1} = \frac{U_{D1}^2}{P_{D1}} = 484\Omega \\ I_{D2} = \frac{P_{D2}}{U_{D2}} = \frac{6}{11}A, R_{D2} = \frac{U_{D2}^2}{P_{D2}} = \frac{605}{3}\Omega \end{cases}$$

Vậy: $P_{nt} = I_{\max}^2 (R_{D1} + R_{D2}) = 141,67W$

c) Khi mắc song song thì $U_{\max} = U_{D2} = 110V \Rightarrow P_{ss} = U_{\max}^2 : \left(\frac{R_{D1}R_{D2}}{R_{D1} + R_{D2}} \right)$

$$\text{Ta có: } \begin{cases} U_{D1} = 220V, R_{D1} = \frac{U_{D1}^2}{P_{D1}} = 484\Omega \\ U_{D2} = 110V, R_{D2} = \frac{U_{D2}^2}{P_{D2}} = \frac{605}{3}\Omega \end{cases}$$

Vậy: $P_{ss} = U_{\max}^2 : \left(\frac{R_{D1}R_{D2}}{R_{D1} + R_{D2}} \right) = 84,628W$

Ví dụ 7: Một bếp điện gồm hai điện trở R_1 và R_2 có thể mắc nối tiếp hoặc song song vào cùng hiệu điện thế không đổi. Lúc đầu hai điện trở này mắc nối tiếp sau đó chuyển qua mắc song song. Công suất của bếp đã tăng lên hay giảm đi. Tăng lên hay giảm đi mấy lần. Tính R_1 theo R_2 để công suất bếp điện tăng lên (hay giảm đi) ít nhất.

Hướng dẫn giải

+ Lúc đầu hai điện trở mắc nối tiếp nên ta có: $P_{nt} = I^2 (R_1 + R_2) = \frac{U^2}{R_1 + R_2}$

+ Lúc sau hai điện trở mắc song song nên ta có: $P_{ss} = I^2 \left(\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \right) = \frac{U^2 (R_1 + R_2)}{R_1 R_2}$

$$+ \text{Ta có: } \frac{P_{ss}}{P_{nt}} = \frac{(R_1 + R_2)^2}{R_1 R_2} = \left(\frac{R_1 + R_2}{\sqrt{R_1 R_2}} \right)^2$$

$$+ \text{Theo bất đẳng thức cô-si: } R_1 + R_2 \geq 2\sqrt{R_1 R_2} \Rightarrow \frac{P_{ss}}{P_{nt}} \geq (2)^2 = 4$$

+ Dấu “=” xảy ra khi $R_1 = R_2$

Vậy khi chuyển từ mắc nối tiếp sang mắc song song thì công suất tăng lên 4 lần

Ví dụ 8: Người ta dùng một ấm nhôm có khối lượng $m_1 = 0,4 \text{ kg}$ để đun một lượng nước $m_2 = 2 \text{ kg}$ thì sau 20 phút nước sẽ sôi. Bếp điện có hiệu suất $H = 60\%$ và được dùng ở mạng điện có hiệu điện thế $U = 220\text{V}$. Nhiệt độ ban đầu của nước là $t_1 = 20^\circ\text{C}$, nhiệt dung riêng của nhôm $c_1 = 920 \text{ J/kg.K}$, nhiệt dung riêng của nước là $c_2 = 4,18 \text{ kJ/kg.K}$. Hãy tính nhiệt lượng cần cung cấp cho ấm nước và dòng điện chạy qua bếp.

Hướng dẫn giải

+ Nhiệt lượng thu vào của ấm nước: $Q_{\text{thu}} = (m_1 c_1 + m_2 c_2) \Delta t^\circ = 698240 \text{ J}$

+ Do hiệu suất của chỉ đạt được 60% nên nhiệt lượng thực tế phải cung cấp là:

$$Q_{\text{toa}} = \frac{Q_{\text{thu}}}{H} = 1,164.10^6 \text{ J}$$

$$+ \text{Cường độ dòng điện chạy qua bếp: } Q_{\text{toa}} = UIt \Rightarrow I = \frac{Q_{\text{toa}}}{Ut} = 4,41(\text{A})$$

Ví dụ 9: Một dây xoắn của ấm điện có tiết diện $0,20 \text{ mm}^2$, chiều dài $0,1 \text{ m}$. Tính thời gian cần thiết để đun sôi 2 lít nước từ 27°C nếu hiệu điện thế được đặt vào hai đầu dây xoắn là 220V . Biết hiệu suất của ấm là 80%, điện trở suất của chất làm dây xoắn là $5,4.10^{-5} \Omega\text{m}$, nhiệt dung riêng của nước là 4200 J/kg.K , khối lượng riêng của nước $D = 1000 \text{ kg/m}^3$.

Hướng dẫn giải

$$+ \text{Điện trở của dây xoắn là: } R = \rho \frac{\ell}{S} = 5,4.10^{-5} \cdot \frac{10}{0,2.10^{-6}} = 27\Omega$$

+ Nhiệt lượng có ích để đun cho nước đến sôi:

$$Q = mc(t_2 - t_1) = DVc(t_2 - t_1) = 1000.2.10^{-3}.4200.(100 - 27) = 613200\text{J}$$

+ Bếp có hiệu suất 80% nên nhiệt lượng bếp phải cấp:

$$Q = \frac{Q_i}{H} = \frac{613200}{0,8} = 766500\text{J}$$

+ Nhiệt lượng này do điện năng chuyển thành từ dây xoắn. Do đó thời gian cần

$$\text{thiết để đun cho nước sôi là: } Q = I^2 R t = \frac{U^2}{R} t \Rightarrow t = \frac{Q.R}{U^2} = \frac{766500.27}{220^2} = 427,59\text{s} =$$

7,13 phút

Ví dụ 10: Để đun sôi một ấm nước người ta dùng hai dây dẫn R_1, R_2 . Nếu chỉ dùng

R_1 thì sau 10 phút nước sôi, chỉ dùng R_2 thì sau 15 phút nước sôi. Biết rằng hiệu điện thế của nguồn điện không đổi, bỏ qua sự tỏa nhiệt từ ấm ra môi trường. Hỏi thời gian đun sẽ là bao nhiêu nếu:

- Dùng hai dây trên ghép song song.
- Dùng hai dây trên ghép nối tiếp.

Hướng dẫn giải

Nếu ấm nước có hai sợi dây nung R_1 và R_2 dùng cùng một nguồn (giá trị hiệu điện thế không thay đổi) để đun một lượng nước nhất định thì Q và U đều không đổi.

+ Ta có: $Q = I^2 R t = \frac{U^2}{R} t \Rightarrow R = \frac{U^2}{Q} t$

+ Áp dụng cho các trường hợp hợp dùng R_1 hoặc dùng R_2 ta có:

$$\begin{cases} R = R_1 \Rightarrow R_1 = \frac{U^2}{Q} t_1 \\ R = R_2 \Rightarrow R_2 = \frac{U^2}{Q} t_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} R_{nt} = R_1 + R_2 \Rightarrow \frac{U^2}{Q} t_{nt} = \frac{U^2}{Q} t_1 + \frac{U^2}{Q} t_2 \\ \frac{1}{R_{ss}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow \frac{Q}{U^2 t_{ss}} = \frac{Q}{U^2 t_1} + \frac{Q}{U^2 t_2} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} t_{nt} = t_1 + t_2 \\ \frac{1}{t_{ss}} = \frac{1}{t_1} + \frac{1}{t_2} \end{cases}$$

a) Khi dùng 2 dây ghép song song thì: $\frac{1}{t_{ss}} = \frac{1}{t_1} + \frac{1}{t_2} \Rightarrow t_{ss} = \frac{t_1 t_2}{t_1 + t_2} = \frac{10 \cdot 15}{10 + 15} = 6$

phút

b) Khi dùng 2 dây ghép nối tiếp thì: $t_{nt} = t_1 + t_2 = 10 + 15 = 25$ phút

Ví dụ 11: Một ấm nước dùng với hiệu điện thế 220V thì đun sôi được 1,5 lít nước từ nhiệt độ 20°C trong thời gian 10 phút. Biết nhiệt dung riêng của nước là 4200 J/(kg.K) , khối lượng riêng của nước $d = 1000 \text{ kg/m}^3$ và hiệu suất của ấm là 90%.

- Tính điện trở của ấm điện.
- Tính công suất điện của ấm này.
- Tính tiền điện phải trả cho việc sử dụng ấm này trong thời gian 30 ngày, mỗi ngày 20 phút, cho rằng giá điện là 1000 đồng/(kW.h).

Hướng dẫn giải

a) Nhiệt lượng mà ấm tỏa ra trong thời gian $t = 10$ phút: $Q_1 = I^2 R t = \frac{U^2}{R} t$

+ Nhiệt lượng mà nước thu vào: $Q_2 = mc(t_2 - t_1) = DVc(t_2 - t_1)$

+ Vì hiệu suất của ấm là $H = 90\%$ nên ta có: $Q_2 = H \cdot Q_1 \Leftrightarrow DVc(t_2 - t_1) = H \cdot \frac{U^2}{R} t$

+ Vậy: $R = H \cdot \frac{U^2 t}{DV_c(t_2 - t_1)} = 0,9 \cdot \frac{220^2 \cdot 10 \cdot 60}{1000 \cdot 1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 4200 \cdot 80} \approx 52 \Omega$

b) Công suất của ấm: $P = I^2 R = \frac{U^2}{R} = \frac{220^2}{52} = 933,33 \text{ W} = 0,933 \text{ kW}$

c) Thời gian sử dụng ấm trong 30 ngày là: $t = t = \frac{1}{3} \cdot 30 = 10 \text{ h}$

+ Điện năng mà ấm tiêu thụ trong thời gian 30 ngày dùng là:

$$A = P \cdot t = 0,933 \cdot 10 = 9,33 \text{ kWh}$$

+ Mỗi kWh thì phải trả số tiền là 1000 đồng nên số tiền phải trả cho 9,33 kWh là 9330 đồng.

Ví dụ 12: Người ta đun sôi một ấm nước bằng một bếp điện. Ấm tỏa nhiệt ra không khí trong đó nhiệt lượng hao phí tỉ lệ với thời gian đun. Khi hiệu điện thế $U_1 = 200 \text{ V}$ thì sau 5 phút nước sôi, khi hiệu điện thế $U_2 = 100 \text{ V}$ thì sau 25 phút nước sôi. Hỏi nếu khi hiệu điện thế $U_3 = 150 \text{ V}$ thì sau bao lâu nước sôi ?

Hướng dẫn giải

Ta có công suất toàn phần: $P = \frac{U^2}{R}$

+ Gọi ΔP là công suất hao phí (vì tỏa nhiệt ra không khí). Nhiệt lượng cần cung cấp cho nước sôi với từng hiệu điện thế:

$$Q_1 = \left(\frac{U_1^2}{R} - \Delta P \right) t_1; Q_2 = \left(\frac{U_2^2}{R} - \Delta P \right) t_2; Q_3 = \left(\frac{U_3^2}{R} - \Delta P \right) t_3$$

+ Nhiệt lượng Q_1, Q_2, Q_3 đều dùng để làm sôi nước do đó: $Q_1 = Q_2 = Q_3$

$$\Leftrightarrow \left(\frac{U_1^2}{R} - \Delta P \right) t_1 = \left(\frac{U_2^2}{R} - \Delta P \right) t_2 = \left(\frac{U_3^2}{R} - \Delta P \right) t_3$$

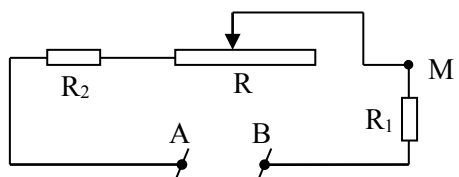
Suy ra:
$$\begin{cases} (200^2 - \Delta P \cdot R) \cdot 5 = (100^2 - \Delta P \cdot R) \cdot 25 & (1) \\ (100^2 - \Delta P \cdot R) \cdot 25 = (150^2 - \Delta P \cdot R) t_3 & (2) \end{cases}$$

Từ (1) ta có: $(200^2 - \Delta P \cdot R) \cdot 5 = (100^2 - \Delta P \cdot R) \cdot 25 \Rightarrow \Delta P \cdot R = 2500$

Thay $\Delta P \cdot R = 2500$ vào (2) ta có:
$$t_3 = \frac{(100^2 - \Delta P \cdot R) \cdot 25}{(150^2 - \Delta P \cdot R)} = 9,375 \text{ phút}$$

Ví dụ 13: Cho mạch điện như hình vẽ:
 $U_{AB} = U = 6 \text{ V}$; $R_1 = 5,5 \Omega$; $R_2 = 3 \Omega$; R là một biến trở.

a) Khi $R = 3,5 \Omega$, tìm công suất tiêu thụ của đoạn mạch AM.



- b) Với giá trị nào của biến trở R thì công suất tiêu thụ trên biến trở R đạt giá trị lớn nhất. Tìm giá trị lớn nhất đó.

Hướng dẫn giải

- a) Khi $R = 3,5\Omega$ thì điện trở tương đương của mạch là:

$$R_{AB} = R_1 + R_2 + R = 5,5 + 3 + 3,5 = 12\Omega$$

Dòng điện chạy trong mạch: $I = \frac{U}{R_{AB}} = \frac{6}{12} = 0,5A$

Công suất trên đoạn AM là:

$$P_{AM} = I^2 R_{AM} = 0,5^2 (R_2 + R) = 0,5^2 (3 + 3,5) = 1,625W$$

b) Ta có: $P_R = I^2 R = \frac{U^2 R}{(R_1 + R_2 + R)^2} = \frac{6^2 R}{(8,5 + R)^2} = \frac{6^2 \cdot R}{R^2 + 17R + 8,5^2} = \frac{6^2}{R + \frac{8,5^2}{R} + 17}$

Theo bất đẳng thức cô-si: $R + \frac{8,5^2}{R} \geq 2\sqrt{R \cdot \frac{8,5^2}{R}} = 17$

Do đó: $R + \frac{8,5^2}{R} + 17 \geq 34$. $P_R = \max$ khi và chỉ khi $R + \frac{8,5^2}{R} + 17 = \min = 34$

Vậy $P_{R_{\max}} = \frac{6^2}{34} = 1,06W$. Dấu “=” xảy ra khi $R = \frac{8,5^2}{R} \Rightarrow R = 8,5\Omega$

C. BÀI TẬP VẬN DỤNG

Bài 1. Một bóng đèn dây tóc có ghi 24V – 2,4W.

- Cho biết ý nghĩa của con số trên. Tính điện trở của bóng đèn, dòng điện qua bóng đèn khi đèn sáng bình thường.
- Mắc bóng đèn trên vào hai điểm có hiệu điện thế $U = 20V$. Cho rằng điện trở của dây tóc bóng đèn thay đổi không đáng kể theo nhiệt độ. Tính công suất của bóng đèn khi đó.

Bài 2. Một bóng đèn dây tóc có ghi 806Ω – 60W.

- Cho biết ý nghĩa của con số trên. Tính hiệu điện thế tối ta có thể đặt vào hai đầu của bóng đèn; dòng điện qua bóng đèn khi đèn sáng bình thường.
- Mắc bóng đèn trên vào hai điểm có hiệu điện thế $U' = 200V$. Cho rằng điện trở của dây tóc bóng đèn thay đổi không đáng kể theo nhiệt độ. Tính công suất của bóng đèn khi đó.

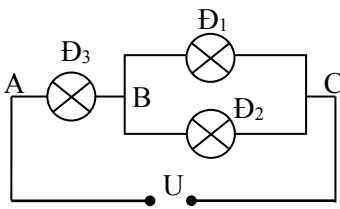
Bài 3. Bóng đèn 1 có ghi 220V – 100W và bóng đèn 2 có ghi 220V – 25W

- Mắc song song hai bóng đèn này vào hiệu điện thế 220V. Tính điện trở R_1 và R_2 tương ứng của mỗi đèn và cường độ dòng I_1 và I_2 chạy qua mỗi đèn khi đó.
- Mắc nối tiếp hai bóng đèn vào hiệu điện thế 220V và cho rằng điện trở của mỗi bóng vẫn có giá trị như câu a. Hỏi đèn nào sáng hơn và có công suất gấp bao nhiêu lần đèn kia.

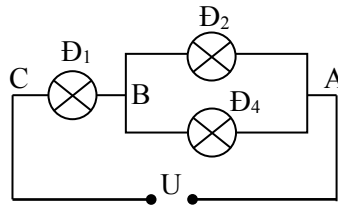
Bài 4. Hai bóng đèn có công suất định mức lần lượt là 25W và 100W đều làm việc bình thường ở hiệu điện thế 110V. Hỏi:

- Cường độ dòng điện qua bóng nào lớn hơn.
- Điện trở của bóng đèn nào lớn hơn.
- Có thể mắc nối tiếp hai bóng đèn này vào hiệu điện thế 220V được không? Đèn nào sẽ dễ hỏng?

Bài 5. Mắc hai bóng đèn Đ_1 (120V – 60W) và Đ_2 (120V – 45W) vào mạng điện có hiệu điện thế $U = 240\text{V}$ theo sơ đồ a và b như hình vẽ. Tìm hiệu điện thế và công suất định mức của hai đèn Đ_3 và Đ_4 để các đèn đều sáng bình thường.



a)



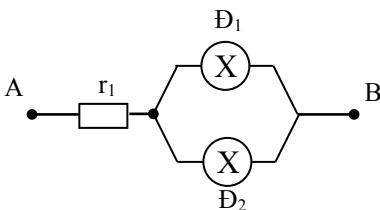
b)

Bài 6. Bếp điện dùng với nguồn $U = 220\text{V}$.

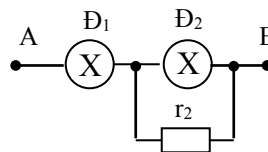
- Nếu mắc bếp vào nguồn 110V, công suất bếp thay đổi bao nhiêu lần?
- Muốn công suất không giảm khi mắc vào nguồn 110V phải mắc lại cuộn dây bếp điện như thế nào?

Bài 7. Có hai đèn 120V – 60W và 120V – 45W.

- Tìm điện trở và cường độ dòng điện định mức mỗi đèn.
- Mắc hai đèn theo một trong hai cách như hình dưới, $U_{AB} = 240\text{V}$. Hai đèn sáng bình thường. Tìm r_1 , r_2 . Cách mắc nào có lợi hơn?



(Cách 1)

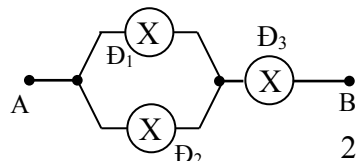


(Cách 2)

Bài 8. Có thể mắc hai đèn (120V – 100W) và (6V – 5W) nối tiếp vào nguồn $U = 120\text{V}$ được không?

Bài 9. Có ba đèn, hiệu điện thế định mức mỗi đèn là 110V mắc vào nguồn $U = 220\text{V}$.

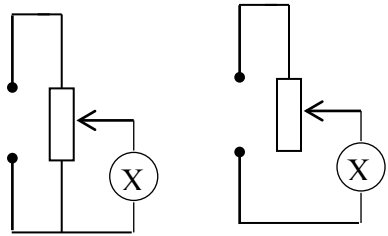
Tìm hệ thức liên hệ các công suất P_1 , P_2 , P_3 để chúng sáng bình thường?



Bài 10. Một bóng đèn dây tóc có ghi 220V – 110W và một bàn là có ghi 220V – 250W cùng được mắc vào ổ lấy điện 220V của gia đình.

- Tính điện trở tương đương của đoạn mạch này.
- Hãy chứng tỏ rằng công suất P của đoạn mạch bằng tổng công suất của đèn và của bàn là.
- Nếu đem bóng đèn trên mắc vào hiệu điện thế $U = 110V$ thì dòng điện qua bóng và công suất toả nhiệt của bóng là bao nhiêu ?

Bài 11. Để mắc đèn vào nguồn hiệu điện thế lớn hơn giá trị ghi trên đèn, có thể dùng một trong hai sơ đồ bên. Sơ đồ nào có hiệu suất cao hơn?
Biết trong hai trường hợp đèn sáng bình thường.



Bài 12. Một bếp điện khi hoạt động bình thường có điện trở 80Ω và cường độ dòng điện qua bếp khi đó là 2,5 A.

- Tính nhiệt lượng mà bếp tỏa ra trong thời gian 1 phút.
- Dùng bếp điện trên để đun sôi 1,5 lít nước có nhiệt độ ban đầu là $25^\circ C$ thì thời gian đun sôi nước là 20 phút. Coi rằng nhiệt lượng cần thiết để đun sôi nước là có ích. Tính hiệu suất của bếp. Biết nhiệt dung riêng của nước là $4200 J/(kg.K)$, khối lượng riêng của nước $d = 1000 kg/m^3$.
- Mỗi ngày sử dụng bếp điện này 3 giờ. Tính tiền điện phải trả cho việc sử dụng bếp điện đó trong 30 ngày, nếu giá 1kWh điện là 2000 đồng.

Bài 13. Dùng một bếp điện loại 200V – 1000W hoạt động ở hiệu điện thế $U = 150V$ để đun sôi ấm nước. Bếp có hiệu suất là 80%. Sự tỏa nhiệt từ ấm ra không khí như sau: Nếu thử ngắt điện thì sau 1 phút nước hạ xuống $0,5^\circ C$. Ấm có $m_1 = 100g$, $c_1 = 600J/kg.K$, nước có $m_2 = 500g$, $c_2 = 4200J/kg.K$, nhiệt độ ban đầu là $20^\circ C$. Tìm thời gian cần thiết để đun sôi.

Bài 14. Một ấm đun nước bằng điện có 3 dây lò xo, mỗi cái có điện trở $R = 120\Omega$, được mắc song song với nhau. Ấm được mắc nối tiếp với điện trở $r = 50\Omega$ và được mắc vào nguồn điện. Hỏi thời gian cần thiết để đun ấm đựng đầy nước đến khi sôi sẽ thay đổi như thế nào khi một trong ba lò xo bị đứt.

Bài 15. Bóng đèn công suất 60W có dây tóc bằng vonfram (hệ số nhiệt điện trở $\alpha = 4,5 \cdot 10^{-3} \text{độ}^{-1}$). Nhiệt độ khi cháy sáng là $2800^\circ C$. Tìm công suất đèn ngay lúc vừa bật đèn. Nhiệt độ phòng là $20^\circ C$.

Bài 16. Dây nikêlin (điện trở suất $\rho = 4,4.10^{-7}\Omega m$), chiều dài 1m, tiết diện $2mm^2$ và dây nicrom ($\rho = 4,7.10^{-7}\Omega m$), chiều dài 2m, tiết diện $0,5mm^2$ mắc nối tiếp vào một nguồn điện. Dây nào sẽ tỏa nhiệt nhiều hơn và nhiều gấp mấy lần?

Bài 17. Bếp điện nối với hiệu điện thế $U = 120V$ có công suất $P = 600W$ được dùng để đun sôi 2 lít nước ($c = 4200J/kg.\text{độ}$) từ $20^\circ C$ đến $100^\circ C$, hiệu suất bếp là 80%.

Tìm thời gian đun và điện năng tiêu thụ theo kWh.

Bài 18. Dùng bếp điện để đun nước trong ấm. Nếu nối bếp với hiệu điện thế $U_1 = 120V$, thời gian nước sôi là $t_1 = 10$ phút còn nếu $U_2 = 100V$ thì $t_2 = 15$ phút.

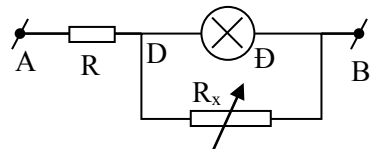
Hỏi nếu dùng $U_3 = 80V$ thì thời gian nước sôi t_3 là bao nhiêu?

Biết rằng nhiệt lượng hao phí trong khi đun nước tỉ lệ với thời gian đun nước.

Bài 19. Một dây dẫn, khi có dòng điện $I_1 = 1,4A$ đi qua thì nóng lên đến $t_1 = 55^\circ C$, khi có dòng $I_2 = 2,8A$; $t_2 = 160^\circ C$. Coi nhiệt lượng tỏa ra môi trường xung quanh tỉ lệ thuận với độ chênh lệch nhiệt độ giữa dây và môi trường.

Nhiệt độ môi trường không đổi. Bỏ qua sự thay đổi của điện trở dây theo nhiệt độ. Tìm nhiệt độ dây dẫn khi có dòng $I_3 = 5,6A$ đi qua.

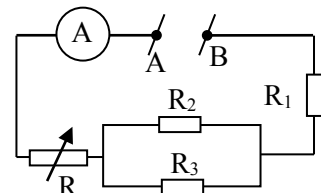
Bài 20. Cho mạch điện như hình vẽ. Biết $R = 4\Omega$, đèn Đ ghi 6V - 3W, $U_{AB} = 9V$ không đổi, R_x là biến trở. Điện trở của đèn không đổi. Xác định giá trị của R_x để:



a) Đèn sáng bình thường.

b) Công suất tiêu thụ trên biến trở là lớn nhất. Tính công suất đó.

Bài 21. Có mạch điện như hình vẽ. Hiệu điện thế hai đầu mạch là $U = 12V$. Các điện trở mạch ngoài: $R_1 = 0,5\Omega$; $R_2 = 6\Omega$; $R_3 = 12\Omega$. Điện trở R có giá trị thay đổi từ 0 đến vô cùng. Điện trở ampe kế không đáng kể.



a) Điều chỉnh $R = 1,5\Omega$. Tìm số chỉ của ampe kế và công suất tỏa nhiệt của mạch AB.

b) Điều chỉnh R có giá trị bằng bao nhiêu thì công suất trên R đạt giá trị cực đại.

D. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP VẬN DỤNG

Bài 1.

a) Số trên có ý nghĩa, hiệu điện thế lớn nhất của bóng đèn là $U_{\max} = 24V$ và công suất lớn nhất là $P_{\max} = 2,4W$.

$$+ \text{ Điện trở của bóng đèn: } R_d = \frac{U_d^2}{P_d} = \frac{24^2}{2,4} = 240\Omega$$

$$+ \text{ Khi đèn sáng bình thường thì: } I_d = \frac{P_d}{U_d} = \frac{2,4}{24} = 0,1(A)$$

$$+ \text{ Công suất của đèn khi mắc vào nguồn } U = 20V: P = \frac{U^2}{R_d} = \frac{20^2}{240} = \frac{5}{3} = 1,67W$$

Bài 2.

a) Số trên cho biết điện trở của dây tóc bóng đèn là 806Ω , công suất cực đại đạt được bằng $60W$

+ Hiệu điện thế cực đại có thể đặt vào hai đầu của bóng đèn:

$$P = \frac{U^2}{R} \Rightarrow U = \sqrt{P \cdot R} = 219,91V$$

+ Dòng điện qua bóng đèn khi đèn sáng bình thường: $I = \frac{P}{U} = \frac{60}{219,91} = 0,273A$

b) Công suất của bóng đèn khi mắc vào hiệu điện thế $U' = 200V$:

$$P' = \frac{(U')^2}{R} = 49,6W$$

Bài 3.

a) Điện trở mỗi bóng đèn:
$$\begin{cases} R_1 = \frac{U_1^2}{P_1} = 484\Omega \\ R_2 = \frac{U_2^2}{P_2} = 1936\Omega \end{cases}$$

+ Khi hai bóng trên mắc song song vào hiệu điện thế $U = 220V$ thì hiệu điện thế hai đầu mỗi bóng đèn đều bằng hiệu điện thế định mức của chúng nên hai đèn lúc này sáng bình thường.

+ Và cường độ dòng điện qua mỗi bóng là:
$$\begin{cases} I_1 = \frac{P_1}{U} = 0,455A \\ I_2 = \frac{P_2}{U} = 0,114A \end{cases}$$

b) Khi mắc nối tiếp hai điện trở thì điện trở tương đương của mạch là:

$$R_{td} = R_1 + R_2 = 2420\Omega$$

+ Cường độ dòng điện qua mỗi bóng lúc này là: $I_1 = I_2 = I = \frac{U}{R_{td}} = \frac{1}{11}(A)$

+ Công suất của mỗi bóng lúc này:
$$\begin{cases} P_1 = I_1^2 R_1 = 4W \\ P_2 = I_2^2 R_2 = 16W \end{cases} \Rightarrow P_2 = 4P_1$$

+ Cùng cường độ dòng điện, nhưng $P_2 = 4P_1$ nên đèn 2 sáng hơn đèn 1.

Bài 4.

a) Cường độ dòng điện định mức của mỗi bóng đèn:
$$\begin{cases} I_1 = \frac{P_1}{U} = 0,227A \\ I_2 = \frac{P_2}{U} = 0,909A \end{cases}$$

b) Điện trở của mỗi bóng đèn:
$$\begin{cases} R_1 = \frac{U^2}{P_1} = 484\Omega \\ R_2 = \frac{U^2}{P_2} = 121\Omega \end{cases}$$

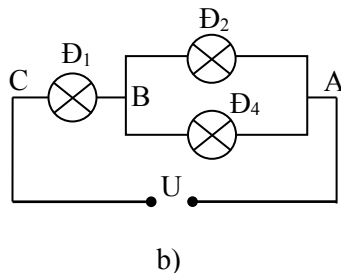
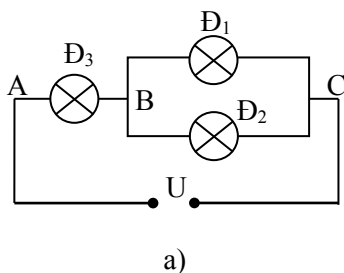
c) Khi mắc hai bóng nối tiếp thì điện trở tương đương của mạch lúc này là:

$$R_{td} = R_1 + R_2 = 605\Omega$$

+ Dòng điện qua mỗi bóng đèn lúc này là: $I_1 = I_2 = I = \frac{U'}{R_{td}} = \frac{4}{11} \approx 0,364(A)$

+ Không thể mắc được vì đèn 1 sẽ dễ bị cháy

Bài 5.



Vì các đèn đều sáng bình thường nên:

$$\begin{cases} U_2 = U_{d2} = 120(V); I_1 = I_{d1} = \frac{P_{d1}}{U_{d1}} = 0,5(A) \\ U_1 = U_{d1} = 120(V); I_2 = I_{d2} = \frac{P_{d2}}{U_{d2}} = 0,375(A) \end{cases}$$

+ Để đèn 3 sáng bình thường thì:
$$\begin{cases} I_3 = I_{d3} = I_1 + I_2 = 0,875(A) \\ U_3 = U_{d3} = U - U_1 = 120(V) \end{cases}$$

+ Công suất định mức của đèn 3 là: $P_{d3} = U_{d3} I_{d3} = 105(W)$

+ Vậy đèn Đ₃ phải có hiệu điện thế định mức là 120V và công suất định mức là 105W.

+ Để đèn 4 sáng bình thường thì:
$$\begin{cases} I_4 = I_{d4} = I_1 - I_2 = 0,125(A) \\ U_4 = U_{d4} = U_{d2} = 120(V) \end{cases}$$

+ Công suất định mức của đèn 4 là: $P_{d4} = U_{d4} I_{d4} = 15(W)$

+ Vây đèn Đ₄ phải có hiệu điện thế định mức là 120V và công suất định mức là 15W.

Bài 6.

a) Công suất bếp thay đổi bao nhiêu lần

– Khi mắc bếp điện vào nguồn $U = 220V$: $P = \frac{U^2}{R}$.

– Khi mắc bếp vào nguồn $U_1 = 110V$: $P_1 = \frac{U_1^2}{R} \Rightarrow \frac{P_1}{P} = \frac{U_1^2}{U^2} = \frac{110^2}{220^2} = \frac{1}{4}$

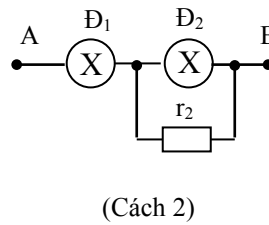
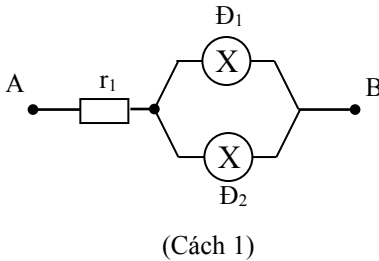
Vậy: Nếu mắc bếp vào nguồn 110V thì công suất của bếp giảm đi 4 lần.

b) Cách mắc lại cuộn dây bếp điện: Muốn công suất không đổi thì điện trở phải

giảm đi 4 lần: $R' = \frac{R}{4} = \frac{\frac{R}{2} \cdot \frac{R}{2}}{\frac{R}{2} + \frac{R}{2}}$

Vậy: Phải mắc song song hai nửa dây dẫn.

Bài 7.



a) Điện trở và cường độ dòng điện định mức mỗi đèn

Điện trở của đèn 1: $R_{d1} = \frac{U_{dm1}^2}{P_{dm1}} = \frac{120^2}{60} = 240\Omega$.

Cường độ dòng điện định mức của đèn 1: $I_{dm1} = \frac{P_{dm1}}{U_{dm1}} = \frac{60}{120} = 0,5A$.

Điện trở của đèn 2: $R_{d2} = \frac{U_{dm2}^2}{P_{dm2}} = \frac{120^2}{45} = 320\Omega$.

Cường độ dòng điện định mức của đèn 2: $I_{dm2} = \frac{P_{dm2}}{U_{dm2}} = \frac{45}{120} = 0,375A$.

b) Tính r_1, r_2

Cường độ dòng điện qua r_1 : $I_1 = I_{dm1} + I_{dm2} = 0,5 + 0,375 = 0,875A$.

Hiệu điện thế hai đầu r_1 : $U_1 = U_{AB} - U_{dm_1} = 240 - 120 = 120V$.

$$\text{Điện trở } r_1: r_1 = \frac{U_1}{I_1} = \frac{120}{0,875} = 137\Omega.$$

Cường độ dòng điện qua r_2 : $I_2 = I_{dm_1} - I_{dm_2} = 0,5 - 0,375 = 0,125A$.

Hiệu điện thế hai đầu r_2 : $U_2 = U_{dm_2} = 120V$.

$$\text{Điện trở } r_2: r_2 = \frac{U_2}{I_2} = \frac{120}{0,125} = 960\Omega.$$

Công suất tỏa nhiệt trên dây:

$$+ \text{ Cách 1: } P_1 = \frac{U^2}{R_1} = \frac{U^2}{r_1 + \frac{R_{d_1} \cdot R_{d_2}}{R_{d_1} + R_{d_2}}} = \frac{240^2}{137 + \frac{240 \cdot 320}{240 + 320}} = 210W.$$

$$+ \text{ Cách 2: } P_2 = \frac{U^2}{R_2} = \frac{U^2}{R_{d_1} + \frac{r_2 R_{d_2}}{r_2 + R_{d_2}}} = \frac{240^2}{240 + \frac{960 \cdot 320}{960 + 320}} = 120W$$

Ta thấy: $P_2 < P_1$ nên cách mắc thứ 2 lợi hơn.

Bài 8.

$$\text{Điện trở của đèn 1: } R_1 = \frac{U_{dm_1}^2}{P_{dm_1}} = \frac{120^2}{100} = 144\Omega.$$

$$\text{Cường độ dòng điện định mức của đèn 1: } I_{dm_1} = \frac{P_{dm_1}}{U_{dm_1}} = \frac{100}{120} = \frac{5}{6} \approx 0,83A.$$

$$\text{Điện trở của đèn 2: } R_2 = \frac{U_{dm_2}^2}{P_{dm_2}} = \frac{6^2}{5} = 7,2\Omega.$$

$$\text{Cường độ dòng điện định mức của đèn 2: } I_{dm_2} = \frac{P_{dm_2}}{U_{dm_2}} = \frac{5}{6} \approx 0,83A.$$

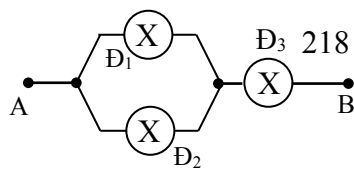
Nếu mắc vào nguồn $U = 120V$ thì cường độ dòng điện qua mỗi đèn là:

$$I = \frac{U}{R_1 + R_2} = \frac{120}{144 + 7,2} = 0,79A$$

Ta thấy: $I < I_{dm}$ nên có thể mắc nối tiếp hai đèn vào nguồn 120V.

Bài 9.

Để 3 đèn sáng bình thường thì: $I_{dm_1} + I_{dm_2} = I_{dm_3}$



$$\Leftrightarrow \frac{P_{dm1}}{U_{dm1}} + \frac{P_{dm2}}{U_{dm2}} = \frac{P_{dm3}}{U_{dm3}} \Leftrightarrow \frac{P_1}{U_1} + \frac{P_2}{U_2} = \frac{P_3}{U_3}$$

Mà $U_1 = U_2 = U_3 = 110V \Rightarrow P_1 + P_2 = P_3$

Vậy: Để các đèn sáng bình thường thì $P_1 + P_2 = P_3$.

Bài 10.

a) Gọi điện trở của bóng đèn và bàn là lần lượt là R_1 và R_2 .

Ta có: $R_1 = \frac{U_D^2}{P_D} = \frac{220^2}{110} = 440\Omega$ và $R_2 = \frac{U_{bl}^2}{P_{bl}} = \frac{220^2}{250} = 193,6\Omega$

Vì bóng đèn và bàn là cùng mắc vào một nguồn nên chúng mắc song song. Vậy

điện trở tương đương của mạch là: $R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{1210}{9} = 134,44\Omega$

b) Khi mắc hai dụng cụ song song vào mạch điện có $U = 220V$ thì mỗi dụng cụ tiêu thụ công suất đúng bằng giá trị định mức của nó nên $P = P_1 + P_2 = 110 + 250 = 360W$

Trong khi đó công suất của mạch là: $P = \frac{U^2}{R} = \frac{220^2}{\frac{1210}{9}} = 360W \rightarrow \text{đpcm}$

c) Nếu đem bóng đèn mắc vào hiệu điện thế $U = 110V$ thì dòng điện qua bóng đèn

khi này là: $I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{110}{440} = 0,25A$

Công suất toả nhiệt của bóng đèn khi này là: $P_1 = \frac{U^2}{R_1} = \frac{110^2}{440} = 27,5W$

Bài 11.

Hiệu suất cao hơn tức là công suất hao phí do tỏa nhiệt nhỏ hơn.

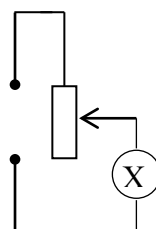
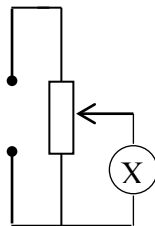
Gọi R là điện trở mắc thêm vào đèn. Ta có:

+ Điện trở tương đương của toàn mạch trong sơ đồ 1:

$$R_1 = \frac{R_d \cdot \frac{R}{2}}{R_d + \frac{R}{2}} + \frac{R}{2}$$

+ Điện trở tương đương của toàn mạch trong sơ đồ 2:

$$R_2 = \frac{R}{2} + R_d$$



Ta thấy: $R_d > \frac{R_d \frac{R}{2}}{R_d + \frac{R}{2}} \Rightarrow R_2 > R_1$

Công suất tỏa nhiệt: $P_1 = \frac{U^2}{R_1}$; $P_2 = \frac{U^2}{R_2}$.

Vì $R_2 > R_1 \Rightarrow P_2 < P_1$ nên cách mắc thứ 2 có hiệu suất cao hơn.

Bài 12.

a) Nhiệt lượng mà bếp toả ra trong thời gian 1 phút: $Q = I^2 R t = 2,5^2 \cdot 80 \cdot 60 = 3 \cdot 10^4 \text{ J}$

b) Nhiệt lượng mà bếp tiêu thụ trong 20 phút: $Q = I^2 R t = 2,5^2 \cdot 80 \cdot 20 \cdot 60 = 6 \cdot 10^5 \text{ J}$

+ Nhiệt lượng cần thiết để làm nước sôi:

$$Q_{\text{thu}} = m \cdot c \cdot (t_2 - t_1) = DV \cdot c \cdot (t_2 - t_1) = 1000 \cdot 1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 4200 \cdot (100 - 25) = 472500 \text{ J}$$

+ Hiệu suất của bếp: $H = \frac{Q_i}{Q_{\text{tp}}} \cdot 100\% = \frac{472500}{6 \cdot 10^5} \cdot 100\% = 78,75\%$

c) Công suất tỏa nhiệt của bếp là: $P = I^2 R = 2,5^2 \cdot 80 = 500 \text{ W} = 0,5 \text{ kW}$

+ Mỗi ngày sử dụng 3h, do đó thời gian sử dụng của 30 ngày là 90h

+ Điện năng mà bếp tiêu thụ là: $A = P \cdot t = 0,5 \cdot 90 = 45 \text{ kW.h}$

+ Vì giá 1kW.h điện là 2000 đồng nên số tiền phải trả trong 30 ngày là:
45.20000000 đồng

Bài 13.

Độ giảm nhiệt lượng của ấm trong thời gian 1 phút là:

$$\Delta Q = (m_1 c_1 + m_2 c_2) \Delta t = (0,1 \cdot 600 + 0,5 \cdot 4200) 0,5 = 1080 \text{ J}$$

+ Nhiệt lượng hao phí trong mỗi giây là: $Q_0 = \frac{\Delta Q}{t} = \frac{1080}{60} = 18 \text{ (J/s)}$, đây chính là
phần công suất hao phí ra bên ngoài môi trường $\Delta P = 18 \text{ W}$.

+ Điện trở của bếp: $R = \frac{U_b^2}{P_b} = \frac{200^2}{1000} = 40 \Omega$

+ Công suất của bếp khi mắc vào nguồn $U = 150 \text{ V}$ là: $P = \frac{U^2}{R_b} = \frac{150^2}{40} = 562,5 \text{ W}$

+ Công suất có ích của ấm truyền cho nước: $P_i = H \cdot P = 0,8 \cdot 562,5 = 450 \text{ W}$

+ Ấm cung cấp công suất có ích là $P_i = 450 \text{ W}$ nhưng bị hao phí ra bên ngoài môi trường mất ΔP nên thực chất công suất có ích cho quá trình đun sôi là:

$$P_i = P_i - \Delta P = 450 - 18 = 432 \text{ W}$$

+ Nhiệt lượng có ích dùng cho việc đun sôi nước là:

$$Q_i = (m_1 c_1 + m_2 c_2) (t_2 - t_1) = (0,1 \cdot 600 + 0,5 \cdot 4200) (100 - 20) = 172800 \text{ J}$$

Vậy thời gian cần thiết để đun sôi ấm nước trên là:

$$t = \frac{Q_i}{P_i} = \frac{172800}{432} = 400s = 6 \text{ phút } 40 \text{ giây}$$

Bài 14.

**Lúc 3 lò xo mắc song song:*

+ Điện trở tương đương của ấm: $R_{1m} = \frac{R}{3} = 40(\Omega)$

+ Dòng điện chạy trong mạch: $I_{1m} = \frac{U}{R_{1m} + r}$

+ Thời gian t_1 cần thiết để đun ấm nước đến khi sôi:

$$Q_1 = I_{1m}^2 R_{1m} t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{Q_1}{R_{1m} I_{1m}^2} = \frac{Q}{R_{1m} \left(\frac{U}{R_{1m} + r} \right)^2} = \frac{Q(R_{1m} + r)^2}{U^2 R_{1m}} \quad (1)$$

**Lúc 2 lò xo mắc song song:*

Tương tự trên ta có: $R_{2m} = \frac{R}{2} = 60(\Omega)$ và $I_{2m} = \frac{U}{R_{2m} + r}$

+ Thời gian t_1 cần thiết để đun ấm nước đến khi sôi:

$$Q_2 = I_{2m}^2 R_{2m} t_2 \Rightarrow t_2 = \frac{Q_2}{R_{2m} I_{2m}^2} = \frac{Q}{R_{2m} \left(\frac{U}{R_{2m} + r} \right)^2} = \frac{Q(R_{2m} + r)^2}{U^2 R_{2m}} \quad (2)$$

Lấy (1) chia cho (2) ta có: $\frac{t_1}{t_2} = \frac{R_{2m}(R_{1m} + r)^2}{R_{1m}(R_{2m} + r)^2} = \frac{60(40 + 50)^2}{40(60 + 50)^2} = \frac{243}{242} \approx 1$

Vậy $t_2 \approx t_1$ phút

Bài 15.

Gọi R_0 là điện trở của đèn ở 0°C .

– Điện trở của đèn khi cháy sáng ($t_1 = 2800^\circ\text{C}$) là: $R_1 = R_0(1 + \alpha t_1)$.

– Điện trở của đèn lúc vừa mới bật ở nhiệt độ phòng ($t_2 = 20^\circ\text{C}$) là:
 $R_2 = R_0(1 + \alpha t_2)$.

– Công suất của đèn khi cháy sáng: $P_1 = \frac{U^2}{R_1} = \frac{U^2}{R_0(1 + \alpha t_1)} = 60 \Rightarrow \frac{U^2}{R_0} = 60(1 + \alpha t_1)$

– Công suất của đèn lúc mới bật: $P_2 = \frac{U^2}{R_2} = \frac{U^2}{R_0(1 + \alpha t_2)}$.

$$\Rightarrow P_2 = \frac{60(1 + \alpha t_1)}{1 + \alpha t_2} = \frac{60(1 + 4,5.10^{-3}.2800)}{1 + 4,5.10^{-3}.20} = 748,6W$$

Vậy: Công suất của đèn lúc vừa mới bật là $P_2 = 748,6W$.

Bài 16.

Công suất tỏa nhiệt của dây nikêlin: $P_1 = R_1 I^2 = R_1 \frac{U^2}{R_1 + R_2}$.

Công suất tỏa nhiệt của dây nicrom: $P_2 = R_2 I^2 = R_2 \frac{U^2}{R_1 + R_2}$.

$$\Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho_2 \frac{l_2}{S_2}}{\rho_1 \frac{l_1}{S_1}} = \frac{4,7.10^{-7}.2}{0,5.10^{-6}} \cdot \frac{2.10^{-6}}{4,4.10^{-7}.1} = 8,55$$

Vậy: Dây nicrom sẽ tỏa nhiệt nhiều hơn và nhiều gấp 8,55 lần.

Bài 17.

Thời gian đun và điện năng tiêu thụ

$$\text{Hiệu suất của bếp: } H = \frac{A}{A'} \cdot 100\% = \frac{Q}{P \cdot t} \cdot 100\% = 80\%$$

$$\Leftrightarrow \frac{mc\Delta t}{Pt} = 0,8 \Rightarrow t = \frac{mc \cdot \Delta t}{0,8P} = \frac{2.4200 \cdot (100 - 20)}{0,8 \cdot 600} = 1400s \approx 23,3 \text{ phút.}$$

$$\text{Điện năng tiêu thụ: } A = Pt = 600 \cdot 1400 = 840000J = \frac{840000}{3600000} \approx 0,23 \text{ kWh.}$$

Vậy: Thời gian đun và điện năng tiêu thụ của bếp là $t = 23,3$ phút và $A = 0,23$ kWh.

Bài 18.

Gọi A là hệ số tỉ lệ, nhiệt lượng hao phí trong thời gian đun nước là: $\Delta Q = A \cdot t$.

Nhiệt lượng cung cấp cho nước trong 3 trường hợp là như nhau và bằng:

$$Q' = Q - \Delta Q = \left(\frac{U_1^2}{R} - A\right)t_1 = \left(\frac{U_2^2}{R} - A\right)t_2 = \left(\frac{U_3^2}{R} - A\right)t_3$$

$$\Rightarrow (U_1^2 - AR)t_1 = (U_2^2 - AR)t_2 = (U_3^2 - AR)t_3$$

$$\text{Ta có: } (U_1^2 - AR)t_1 = (U_2^2 - AR)t_2$$

$$\Leftrightarrow (120^2 - AR) \cdot 10 = (100^2 - AR) \cdot 15 \Leftrightarrow 120^2 - AR = 15000 - 1,5AR$$

$$\Leftrightarrow 0,5AR = 600 \Rightarrow AR = 1200$$

$$\text{Mặt khác: } (U_2^2 - AR)t_2 = (U_3^2 - AR)t_3$$

$$\Rightarrow t_3 = \frac{(U_2^2 - AR)t_2}{U_3^2 - AR} = \frac{(100^2 - 1200).15}{80^2 - 1200} = 25,4 \text{ (phút)}.$$

Vậy: Thời gian đun sôi nước là $t_3 = 25,4$ phút.

Bài 19.

Gọi A là hệ số tỉ lệ nhiệt lượng toả ra môi trường xung quanh:

$$\Delta Q = A.\Delta t = A(t - t_0)$$

Nhiệt lượng toàn phần cung cấp cho dây: $Q = Q' + \Delta Q$:

$$RI_1^2 t = mc(t_1 - t_0) + A(t_1 - t_0) = (t_1 - t_0)(mc + A) \quad (1)$$

$$RI_2^2 t = mc(t_2 - t_0) + A(t_2 - t_0) = (t_2 - t_0)(mc + A) \quad (2)$$

$$RI_3^2 t = mc(t_3 - t_0) + A(t_3 - t_0) = (t_3 - t_0)(mc + A) \quad (3)$$

Lấy (1) chia cho (2): $\frac{I_1^2}{I_2^2} = \frac{t_1 - t_0}{t_2 - t_0} \Leftrightarrow \left(\frac{1,4}{2,8}\right)^2 = \frac{55 - t_0}{160 - t_0} = \frac{1}{4}$

$$\Leftrightarrow 220 - 4t_0 = 160 - t_0 \Rightarrow t_0 = 20^\circ\text{C}.$$

Lấy (2) chia cho (3):

$$\frac{I_2^2}{I_3^2} = \frac{t_2 - t_0}{t_3 - t_0} \Leftrightarrow \frac{2,8^2}{5,6^2} = \frac{160 - 20}{t_3 - 20} \Rightarrow t_3 = \frac{(160 - 20).5,6^2}{2,8^2} + 20 = 580^\circ\text{C}.$$

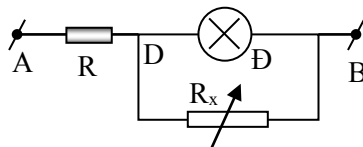
Vậy: Khi có dòng I_3 chạy qua thì nhiệt độ của dây dẫn là $t_3 = 580^\circ\text{C}$.

Bài 20.

a) Đèn sáng bình thường nên:

$$U_{DB} = U_{R_x} = U_D = 6 \text{ V}$$

$$\Rightarrow I = \frac{U_{AD}}{R} = \frac{U_{AB} - U_{DB}}{R} = 0,75 \text{ A}$$



Mặt khác: $I_{R_x} = I - I_D = I - \frac{P_D}{U_D} = 0,75 - 0,5 = 0,25 \text{ A}$

$$\Rightarrow R_x = \frac{U_{DB}}{I_{R_x}} = \frac{6}{0,25} = 24 \Omega$$

b) Đặt $R_x = x$.

Ta có: $U_{DB} = U - U_{AD} = U - I.R = U - \frac{U.R}{R + \frac{R_D \cdot x}{R_D + x}} = \frac{27x}{4(3 + x)}$

$$\Rightarrow P_x = \frac{U_{DB}^2}{R_x} = \frac{729}{16\left(\frac{3}{\sqrt{x}} + \sqrt{x}\right)^2} \cdot P_{x \max} \text{ khi } \left(\frac{3}{\sqrt{x}} + \sqrt{x}\right)_{\min}$$

Theo bất đẳng thức cô-si suy ra: $x = 3 \Omega \Rightarrow P_x \approx 3,8 \text{ W}$

Bài 21.

a) Điện trở tương đương của toàn mạch:

$$R = R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} + R = 0,5 + \frac{6 \cdot 12}{6 + 12} + 1,5 = 6 \Omega$$

Cường độ dòng điện mạch chính AB:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{12}{6} = 2 \text{ A}$$

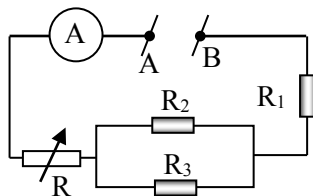
Công suất mạch AB: $P_{AB} = I_{AB}^2 R_{AB} = 2^2 \cdot 6 = 24 \text{ W}$

b) Công suất trên R:

$$P_R = I^2 R = \frac{U^2 R}{\left(R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} + R\right)^2} = \frac{12^2 R}{(4,5 + R)^2} = \frac{12^2 R}{R^2 + 4,5^2 + 9R} = \frac{12^2}{R + \frac{4,5^2}{R} + 9}$$

Theo cô-si ta có: $R + \frac{4,5^2}{R} \geq 2\sqrt{R \cdot \frac{4,5^2}{R}} = 9 \Rightarrow P_{R \max} = \frac{12^2}{9 + 9} = 8 \text{ W}$

Dấu “=” xảy ra khi $R = \frac{4,5^2}{R} \Rightarrow R = 4,5 \Omega$



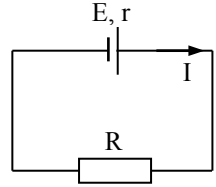
Dạng 1. Định luật Ôm cho toàn mạch (mạch kín)

A. KIẾN THỨC CƠ BẢN

1. Mạch kín cơ bản (gồm nguồn và điện trở thuần):

$$I = \frac{E}{R+r}$$

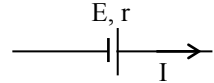
(R là điện trở của mạch ngoài; E, r là suất điện động và điện trở trong của nguồn).



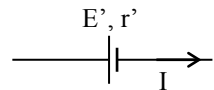
2. Mạch kín gồm nhiều nguồn điện và máy thu mắc nối tiếp với điện trở thuần:

$$I = \frac{\Sigma E - \Sigma E'}{R + \Sigma r + \Sigma r'}$$

(R là điện trở tương đương của mạch ngoài; E, r là suất điện động và điện trở trong của nguồn; E', r' là suất điện động và điện trở trong của máy thu điện với quy ước: nguồn khi dòng điện đi vào từ cực âm và đi ra từ cực dương; máy thu khi dòng điện đi vào từ cực dương và đi ra từ cực âm).



Nguồn điện

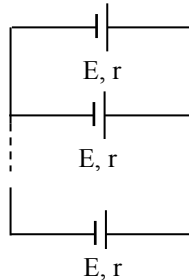


Máy thu

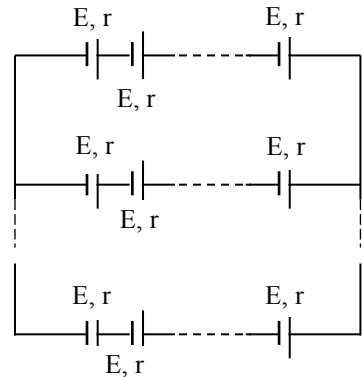
3. Mạch kín gồm nhiều nguồn giống nhau (E, r) mắc thành bộ và điện trở thuần:

$$I = \frac{E_b}{R + r_b}$$

(R là điện trở tương đương của mạch ngoài; E_b, r_b là suất điện động và điện trở trong của bộ nguồn)



Song song

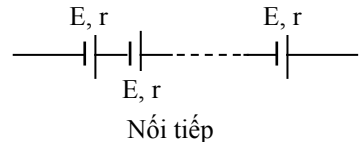


Hỗn hợp đối xứng

+ Nếu n nguồn giống nhau mắc nối tiếp thì: $E_b = nE$; $r_b = nr$.

+ Nếu n nguồn giống nhau mắc song song thì: $E_b = E$; $r_b = \frac{r}{n}$.

+ Nếu N nguồn giống nhau mắc hỗn hợp đối xứng thành m dãy, mỗi dãy có n nguồn thì: $E_b = nE$; $r_b = \frac{nr}{m}$.



Nối tiếp

B. VÍ DỤ MẪU

Ví dụ 1: Đèn 3V – 6W mắc vào hai cực ac quy ($E = 3V$, $r = 0,5\Omega$). Tính điện trở đèn, cường độ dòng điện, hiệu điện thế và công suất tiêu thụ của đèn.

Hướng dẫn giải

$$\text{Điện trở của đèn: } R = \frac{U_{dm}^2}{P_{dm}} = \frac{3^2}{6} = 1,5\Omega$$

$$\text{Cường độ dòng điện qua đèn: } I = \frac{E}{R + r} = \frac{3}{1,5 + 0,5} = 1,5A.$$

$$\text{Hiệu điện thế của đèn: } U = IR = 1,5.1,5 = 2,25V.$$

$$\text{Công suất tiêu thụ của đèn: } P = RI^2 = 1,5.1,5^2 = 3,375W.$$

Ví dụ 2: Khi mắc điện trở $R_1 = 5\Omega$ vào hai cực của một nguồn điện thì hiệu điện thế mạch ngoài là $U_1 = 10V$, nếu thay R_1 bởi điện trở $R_2 = 11\Omega$ thì hiệu điện thế mạch ngoài là $U_2 = 11V$. Tính suất điện động của nguồn điện.

Hướng dẫn giải

Khi mắc điện trở R_1 vào hai cực của nguồn điện thì:

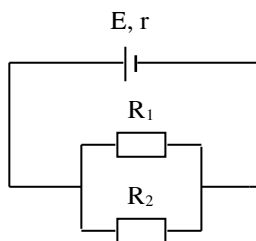
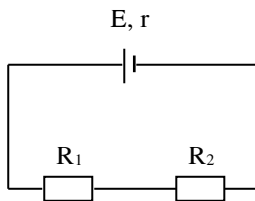
$$\begin{cases} I_1 = \frac{U_1}{R_1} = 2(A) \\ E = U_1 + I_1 r = 10 + 2r \quad (1) \end{cases}$$

+ Khi mắc điện trở R_2 vào hai cực của nguồn điện thì:

$$\begin{cases} I_2 = \frac{U_2}{R_2} = 1(A) \\ E = U_2 + I_2 r = 11 + r \quad (2) \end{cases}$$

$$+ \text{ Từ (1) và (2) ta có: } \begin{cases} E = 12(V) \\ r = 1\Omega \end{cases}$$

Ví dụ 3: Hai điện trở $R_1 = 2\Omega$, $R_2 = 6\Omega$ mắc vào nguồn (E , r). Khi R_1 , R_2 nối tiếp, cường độ trong mạch $I_N = 0,5A$. Khi R_1 , R_2 song song, cường độ mạch chính $I_S = 1,8A$. Tìm E , r .



Hướng dẫn giải

– Khi $[R_1 \text{ nt } R_2] \Rightarrow R_N = R_1 + R_2 = 2 + 6 = 8\Omega$.

$$\Rightarrow I_N = \frac{E}{R_N + r} \Rightarrow 0,5 = \frac{E}{8 + r} \quad (1)$$

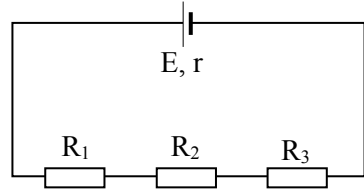
$$- \text{ Khi } [R_1 // R_2] \Rightarrow R'_N = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{2.6}{2 + 6} = 1,5\Omega.$$

$$\Rightarrow I_s = \frac{E}{R'_N + r} \Rightarrow 1,8 = \frac{E}{1,5 + r} \quad (2)$$

$$- \text{ Từ (1) và (2), suy ra: } \begin{cases} 4 + 0,5r = E \\ 2,7 + 1,8r = E \end{cases} \Rightarrow r = 1\Omega; E = 4,5V.$$

Vậy: Suất điện động và điện trở trong của nguồn là $E = 4,5V$ và $r = 1\Omega$.

Ví dụ 4: Cho mạch điện như hình. Biết nguồn điện có suất điện động $E = 12V$ và có điện trở trong $r = 1\Omega$, các điện trở $R_1 = 10\Omega$, $R_2 = 5\Omega$ và $R_3 = 8\Omega$.



- Tính tổng trở R_N của mạch ngoài.
- Tính cường độ dòng điện I chạy qua nguồn điện và hiệu điện thế mạch ngoài U .
- Tính hiệu điện thế U_1 giữa hai đầu điện trở R_1 .
- Tính hiệu suất H của nguồn điện.
- Tính nhiệt lượng tỏa ra ở mạch ngoài trong thời gian 10 phút.

Hướng dẫn giải

a) Tổng trở mạch ngoài: $R_N = R_1 + R_2 + R_3 = 23\Omega$

b) Cường độ dòng điện chạy qua nguồn: $I = \frac{E}{R_N + r} = \frac{12}{23 + 1} = 0,5(A)$

+ Hiệu điện thế mạch ngoài U : $U = I.R_N = 0,5.23 = 11,5(V)$

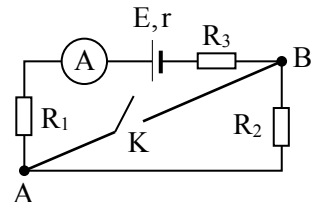
c) Hiệu điện thế giữa hai đầu điện trở R_1 : $U_1 = I.R_1 = 0,5.10 = 5V$

d) Hiệu suất của nguồn điện: $H = \frac{U}{E}.100\% = \frac{11,5}{12}.100\% = 95,83\%$

e) Nhiệt lượng tỏa ra trong 10 phút ở mạch ngoài:

$$Q = I^2 R_N t = 0,5^2 . 23 . (10.60) = 3450(J) = 3,45(kJ)$$

Ví dụ 5: Có mạch điện như hình vẽ. Nguồn điện có suất điện động $E = 12V$ và có điện trở trong $r = 0,5\Omega$. Các điện trở mạch ngoài $R_1 = 4,5\Omega$, $R_2 = 4\Omega$, $R_3 = 3\Omega$. Hãy số chỉ của ampe kế, công suất tỏa nhiệt của mạch ngoài, hiệu suất của nguồn điện khi



- K mở.
- K đóng.

a) Khi K mở mạch gồm R_1 nối tiếp R_2 nối tiếp R_3

+ Tổng trở mạch ngoài là: $R_{td} = R_1 + R_2 + R_3 = 11,5\Omega$

+ Dòng điện trong mạch: $I = \frac{E}{R_{td} + r} = 1(A) \Rightarrow I_A = 1(A)$

+ Công suất tỏa nhiệt mạch ngoài: $P_{ngoai} = I^2 R_{td} = 11,5W$

+ Hiệu suất nguồn: $H = \frac{U}{E} = \frac{I R_{td}}{E} = \frac{1 \cdot 11,5}{12} = 95,83\%$

b) Khi khóa K đóng, A và B cùng điện thế nên chập A, B, mạch điện vẽ lại như hình

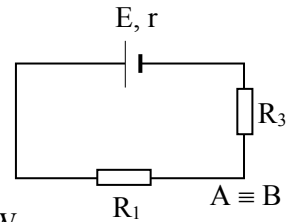
+ Tổng trở mạch ngoài là: $R_{td} = R_1 + R_2 = 7,5\Omega$

+ Dòng điện trong mạch:

$$I = \frac{E}{R_{td} + r} = 1,5(A) \Rightarrow I_A = 1,5(A)$$

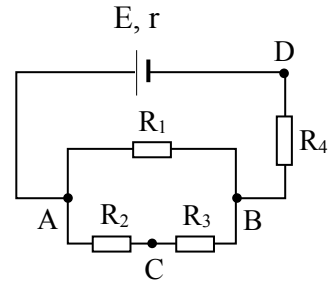
+ Công suất tỏa nhiệt mạch ngoài: $P_{ngoai} = I^2 R_{td} = 16,875W$

+ Hiệu suất nguồn: $H = \frac{U}{E} = \frac{I R_{td}}{E} = \frac{1,5 \cdot 7,5}{12} = 93,75\%$



Ví dụ 6: Cho mạch điện như hình vẽ. Nguồn điện có suất điện động $E = 9V$ và điện trở trong $r = 1\Omega$. Các điện trở mạch ngoài $R_1 = R_2 = R_3 = 3\Omega$, $R_4 = 6\Omega$.

- Tính cường độ dòng điện chạy qua các điện trở và hiệu điện thế hai đầu mỗi điện trở.
- Tính hiệu điện thế giữa hai điểm C và D.
- Tính hiệu điện thế hai đầu nguồn điện và hiệu suất của nguồn điện.



Hướng dẫn giải

a) Ta có: $R_{23} = R_2 + R_3 = 6\Omega \Rightarrow R_{AB} = \frac{R_1 \cdot R_{23}}{R_1 + R_{23}} = 2\Omega$

+ Tổng trở của mạch ngoài: $R_{ng} = R_{AB} + R_4 = 8\Omega$

+ Cường độ dòng điện trong mạch chính: $I = \frac{E}{R_{ng} + r} = 1(A) \Rightarrow I_4 = 1(A)$

+ Hiệu điện thế giữa hai đầu R_4 : $U_4 = I_4 R_4 = 6(V)$

+ Hiệu điện thế giữa hai điểm A, B: $U_{AB} = I R_{AB} = 2(V) \Rightarrow U_1 = U_{23} = 2(V)$

+ Dòng điện qua R_1 : $I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{2}{3} \text{ (A)}$

+ Dòng điện qua R_2 và R_3 là: $I_{23} = I_2 = I_3 = I - I_1 = 1 - \frac{2}{3} = \frac{1}{3} \text{ (A)}$

+ Hiệu điện thế giữa hai đầu mỗi điện trở R_2 và R_3 là:
$$\begin{cases} U_2 = I_2 R_2 = 1 \text{ (V)} \\ U_3 = I_3 R_3 = 1 \text{ (V)} \end{cases}$$

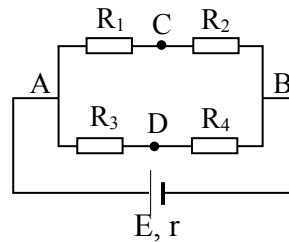
b) Hiệu điện thế giữa hai điểm C và D: $U_{CD} = U_3 + U_4 = 1 + 6 = 7 \text{ (V)}$

c) Hiệu điện thế hai đầu nguồn: $U = E - Ir = 9 - 1 = 8 \text{ (V)}$

+ Hiệu suất của nguồn: $H = \frac{U}{E} = \frac{8}{9} = 88,89\%$

Ví dụ 7: Cho mạch điện như hình: $E = 12 \text{ V}$, $r = 1 \Omega$, $R_1 = R_2 = 4 \Omega$, $R_3 = 3 \Omega$, $R_4 = 5 \Omega$.

- Tìm điện trở tương đương mạch ngoài.
- Tìm cường độ dòng điện mạch chính và U_{AB} .
- Tìm cường độ dòng điện trong mỗi nhánh và U_{CD} .



Hướng dẫn giải

a) Ta có:
$$\begin{cases} R_{12} = R_1 + R_2 = 8\Omega \\ R_{34} = R_3 + R_4 = 8\Omega \end{cases}$$

+ Điện trở tương đương của mạch ngoài: $R_{ng} = \frac{R_{12} R_{34}}{R_{12} + R_{34}} = 4\Omega$

b) Cường độ dòng điện trong mạch chính: $I = \frac{E}{R_{ng} + r} = 2,4 \text{ (A)}$

+ Hiệu điện thế giữa hai điểm A, B: $U_{AB} = I R_{ng} = 9,6 \text{ V}$

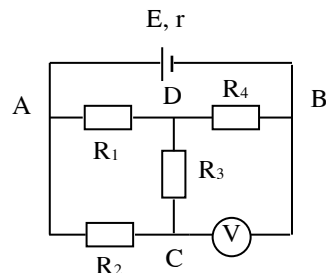
c) Do R_{12} và R_{34} bằng nhau, mà chúng mắc song song nên:

$$I_{12} = I_{34} = \frac{U_{AB}}{R_{12}} = 1,2 \text{ (A)}$$

Ví dụ 8: Cho mạch điện như hình vẽ:

$E = 4,8 \text{ V}$, $r = 1\Omega$, $R_1 = R_2 = R_3 = 3\Omega$, $R_4 = 1\Omega$, R_V rất lớn.

- Tìm số chỉ của vôn kế.
- Thay vôn kế bằng ampe kế có $R_A = 0$.
Tìm số chỉ của ampe kế.



Hướng dẫn giải

a) Số chỉ của vôn kế

Vì R_V rất lớn nên mạch được vẽ lại như sau: Số chỉ của vôn kế bằng U_{AB}

Điện trở mạch ngoài:

$$R_N = R_4 + \frac{R_1(R_2 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3} = 1 + \frac{3 \cdot (3 + 3)}{3 + 3 + 3} = 3\Omega$$

Cường độ dòng điện qua mạch chính:

$$I = \frac{E}{R_N + r} = \frac{4,8}{3 + 1} = 1,2A$$

$$\Rightarrow U_4 = IR_4 = 1,2 \cdot 1 = 1,2V$$

$$U_3 = I_3 R_3 = \frac{U_{AD}}{R_{23}} \cdot R_3 = \frac{I \cdot R_{AD}}{R_{23}} \cdot R_3$$

$$\text{với } R_{23} = R_2 + R_3 = 3 + 3 = 6\Omega$$

$$\Rightarrow R_{AD} = \frac{R_1 R_{23}}{R_1 + R_{23}} = \frac{3 \cdot 6}{3 + 6} = 2\Omega \Rightarrow U_3 = \frac{1,2 \cdot 2}{6} \cdot 3 = 1,2V$$

Vậy: Số chỉ của vôn kế là: $U_{CB} = U_{CD} + U_{DB} = U_3 + U_4 = 1,2 + 1,2 = 2,4V$.

b) Số chỉ của ampe kế

Khi thay vôn kế bằng ampe kế có $R_A = 0$ thì mạch được vẽ lại như sau:

Số chỉ của ampe kế bằng: $I_2 + I_3$.

$$\text{Điện trở mạch ngoài: } R_N = \frac{R_{134} R_2}{R_{134} + R_2},$$

$$\text{với } R_{134} = R_1 + \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} = 3 + \frac{3 \cdot 1}{3 + 1} = 3,75\Omega \Rightarrow R_N = \frac{3,75 \cdot 3}{3,75 + 3} = \frac{5}{3}\Omega$$

Cường độ dòng điện qua mạch chính:

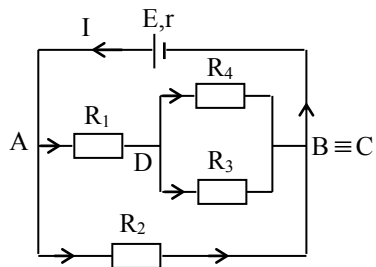
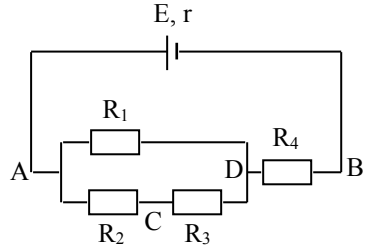
$$I = \frac{E}{R_N + r} = \frac{4,8}{\frac{5}{3} + 1} = \frac{9}{5} = 1,8A$$

$$\text{và } I_2 = \frac{U_{AB}}{R_2} = \frac{I \cdot R_N}{R_2} = \frac{1,8 \cdot \frac{5}{3}}{3} = 1A.$$

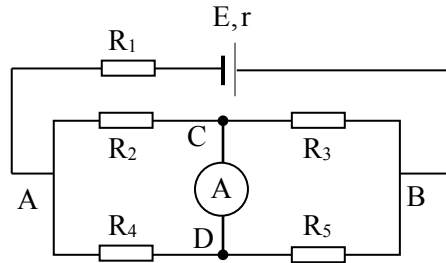
$$I_1 = I - I_2 = 1,8 - 1 = 0,8A.$$

$$I_3 = \frac{U_{DB}}{R_3} = \frac{I_1 \cdot R_{DB}}{R_3} = \frac{I_1 \cdot R_3 \cdot R_4}{R_3(R_3 + R_4)} = \frac{I_1 R_4}{R_3 + R_4} = \frac{0,8 \cdot 1}{3 + 1} = 0,2A.$$

Vậy: Số chỉ của ampe kế: $I_2 + I_3 = 1 + 0,2 = 1,2A$.



Ví dụ 9: Cho mạch điện như hình vẽ. Nguồn điện có suất điện động $E = 6V$, và điện trở trong $r = 0,5\Omega$. Các điện trở mạch ngoài $R_1 = R_2 = 2\Omega$, $R_3 = R_5 = 4\Omega$, $R_4 = 6\Omega$. Điện trở của ampe kế không đáng kể.

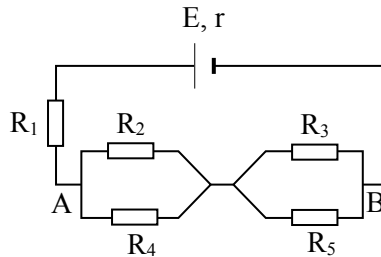


- Tính cường độ dòng điện chạy qua các điện trở.
- Tìm số chỉ của ampe kế, tính công suất tỏa nhiệt của mạch ngoài và hiệu suất nguồn điện.

Hướng dẫn giải

a) Vì ampe kế có điện trở không đáng kể nên C và D có cùng điện thế nên chập C và D vẽ lại mạch điện như hình.

+ Ta có:
$$\begin{cases} R_{24} = \frac{R_2 \cdot R_4}{R_2 + R_4} = 1,5\Omega \\ R_{35} = \frac{R_3 \cdot R_5}{R_3 + R_5} = 2\Omega \end{cases}$$



+ Do đó: $R_{AB} = R_{24} + R_{35} = 3,5\Omega$

+ Tổng trở mạch ngoài: $R_{td} = R_1 + R_{AB} = 5,5\Omega$

+ Dòng điện trong mạch chính: $I = \frac{E}{R_{td} + r} = 1(A) \Rightarrow I_1 = 1(A)$

+ Ta có: $I_{24} = I_{35} = I = 1(A) \Rightarrow \begin{cases} U_2 = U_4 = U_{24} = I_{24} \cdot R_{24} = 1,5V \\ U_3 = U_5 = U_{35} = I_{35} \cdot R_{35} = 2V \end{cases}$

+ Do đó:
$$\begin{cases} I_2 = \frac{U_2}{R_2} = 0,75(A) \Rightarrow I_4 = I_{24} - I_2 = 0,25(A) \\ I_3 = \frac{U_3}{R_3} = 0,5(A) \Rightarrow I_5 = I_{35} - I_3 = 0,5(A) \end{cases}$$

b) Để tìm số chỉ ampe kế ta phải quay về mạch gốc, và phải chỉ ra được dòng điện qua ampe kế theo chiều C đến D hay ngược lại.

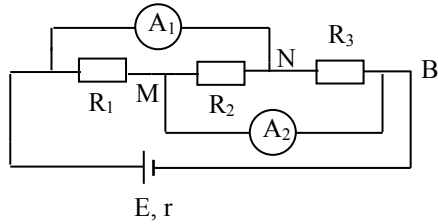
+ Nhận thấy: $I_2 = 0,75(A) > I_3 = 0,5(A) \Rightarrow$ dòng điện từ R_2 chia làm hai nhánh, một nhánh qua ampe kế và một nhánh qua R_3 . Hay dòng điện qua ampe kế theo chiều C đến D và số chỉ của ampe kế khi đó là: $I_A = I_2 - I_3 = 0,25(A)$

+ Công suất tỏa nhiệt mạch ngoài: $P_{ngoai} = I^2 R_{td} = 5,5W$

+ Hiệu suất nguồn: $H = \frac{U}{E} = \frac{I.R_{td}}{E} = \frac{1.5,5}{6} = 91,67\%$

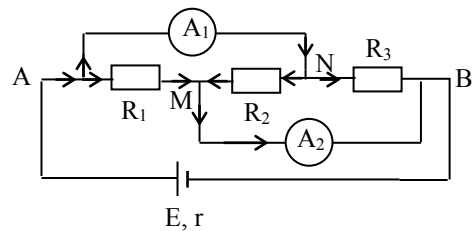
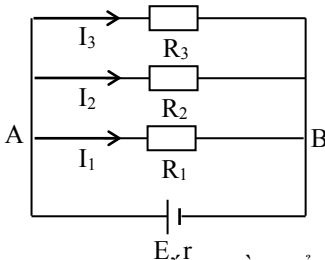
Ví dụ 10: Cho mạch điện như hình

vẽ: $R_1 = R_2 = 6\Omega$, $R_3 = 3\Omega$, $r = 5\Omega$, $R_A = 0$. Ampe kế chỉ $0,6A$.
Tính E và số chỉ của ampe kế A_2 .



Hướng dẫn giải

Vì điện trở của các ampe kế bằng 0 nên ta có thể vẽ lại mạch điện như hình sau $[R_1 // R_2 // R_3]$:



Số chỉ của ampe kế A_1 bằng tổng I_2 và I_3 : $I_2 + I_3 = 0,6A = I_{23}$

$$\Rightarrow U_{AB} = I_{23} \cdot R_{23} = 0,6 \cdot 2 = 1,2V \Rightarrow I_1 = \frac{U_{AB}}{R_1} = \frac{1,2}{6} = 0,2A$$

$$\Rightarrow I_2 = \frac{U_{AB}}{R_2} = \frac{1,2}{6} = 0,2A \text{ và } I_3 = I_{23} - I_2 = 0,6 - 0,2 = 0,4A.$$

Số chỉ của ampe kế A_2 bằng tổng I_1 và I_2 : $I_1 + I_2 = 0,2 + 0,2 = 0,4A$.

Tìm E : Ta có: $I = \frac{E}{R_N + r} \Rightarrow E = I(R_N + r)$

với: $I = I_1 + I_2 + I_3 = 0,2 + 0,2 + 0,4 = 0,8A$

$$\frac{1}{R_N} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{6} + \frac{1}{6} + \frac{1}{3} = \frac{2}{3} \Rightarrow R_N = \frac{3}{2} = 1,5\Omega$$

và $E = 0,8 \cdot (1,5 + 5) = 5,2V$.

Vậy: Suất điện động của nguồn là $E = 5,2V$; số chỉ A_2 là $0,4A$.

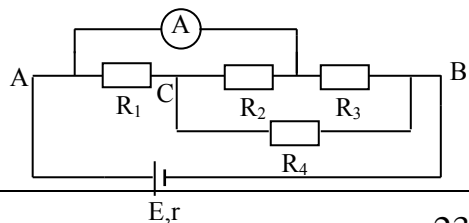
Ví dụ 11: Cho mạch điện như hình vẽ:

$E = 24V$, $r = 1\Omega$,

$R_1 = 3\Omega$, $R_2 = R_3 = R_4 = 6\Omega$,

$R_A = 0$.

Tìm số chỉ của ampe kế.



Hướng dẫn giải

Vì $R_A = 0$ nên mạch được vẽ lại như sau:

Số chỉ của ampe kế bằng tổng dòng điện qua R_2 và R_3

$$\text{Điện trở mạch ngoài: } R_N = \frac{R_{124} \cdot R_3}{R_{124} + R_3}.$$

$$\text{với } R_{124} = R_4 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 6 + \frac{3.6}{3+6} = 8\Omega.$$

$$\Rightarrow R_N = \frac{8.6}{8+6} = \frac{24}{7}\Omega$$

Cường độ dòng điện qua mạch chính:

$$I = \frac{E}{R_N + r} = \frac{24}{\frac{24}{7} + 1} = \frac{168}{31} \text{ A}$$

$$\Rightarrow U_{AB} = IR_N = \frac{168}{31} \cdot \frac{24}{7} = \frac{576}{31} \text{ V}$$

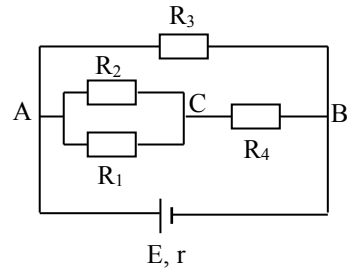
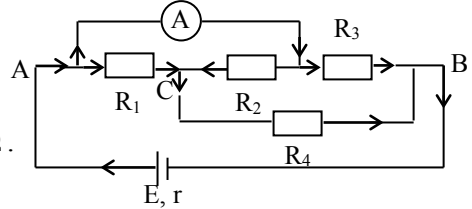
$$\Rightarrow I_3 = \frac{U_{AB}}{R_3} = \frac{576}{31.6} = \frac{96}{31} \text{ A}$$

$$\text{và } I_{124} = \frac{U_{AB}}{R_{124}} = \frac{576}{31.8} = \frac{75}{31} \text{ A} \Rightarrow U_{AC} = I_{124} \cdot R_{12} = \frac{75}{31} \cdot 2 = \frac{144}{31} \text{ V}$$

$$\Rightarrow I_2 = \frac{U_{AC}}{R_2} = \frac{144}{31.6} = \frac{24}{31} \text{ A}$$

$$\text{Từ (1) và (2) suy ra: } I_2 + I_3 = \frac{24}{31} + \frac{96}{31} = \frac{120}{31} \text{ A}.$$

Vậy: Số chỉ ampe kế bằng $\frac{120}{31} \text{ A}$.



(1)

(2)

Ví dụ 12: Cho mạch điện như hình vẽ:

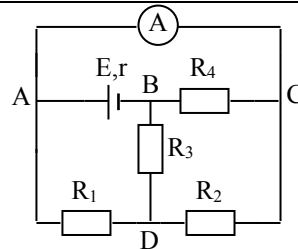
$$R_1 = R_2 = R_3 = 40\Omega, R_4 = 30\Omega, r =$$

$$10\Omega, R_A = 0. \text{ Ampe kế chỉ } 0,5 \text{ A.}$$

a) Tính suất điện động của nguồn.

b) Đổi chỗ nguồn và ampe kế.

Tìm số chỉ của ampe kế.



Hướng dẫn giải

a) Suất điện động của nguồn

Vì ampe kế có $R_A = 0$ nên mạch có thể được vẽ lại như sau:

Số chỉ của ampe kế bằng: $I_2 + I_4 = 0,5A$ (1)

Vì $R_1 = R_2 \Rightarrow I_1 = I_2 = \frac{I_3}{2}$ (2)

Từ (1) và (2), ta có: $\frac{I_3}{2} + I_4 = 0,5A$ (3)

Mặt khác, ta có: $I_3 = \frac{I_4 R_4}{R_{123}}$

với $R_{123} = R_3 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 40 + \frac{40.40}{40 + 40} = 60\Omega$

$\Rightarrow I_3 = \frac{I_4 \cdot 30}{60} = \frac{I_4}{2}$ (4)

Từ (3) và (4), ta có: $\frac{I_4}{4} + I_4 = 0,5 \Rightarrow I_4 = 0,4A$.

Do đó: $U_{AB} = I_4 R_4 = 0,4 \cdot 30 = 12V$ và $I = I_4 + I_3 = 0,4 + \frac{0,4}{2} = 0,6A$

Mặt khác: $U_{AB} = E - Ir \Rightarrow E = U_{AB} + I \cdot r = 12 + 0,6 \cdot 10 = 18V$.

Vậy: Suất điện động của nguồn là $E = 18V$.

b) Số chỉ của ampe kế

Khi đổi chỗ nguồn và ampe kế, mạch điện được vẽ lại như sau:

Số chỉ của ampe kế bằng: $I_3 + I_4$.

Điện trở mạch ngoài: $R_N = \frac{R_{123} \cdot R_4}{R_{123} + R_4}$

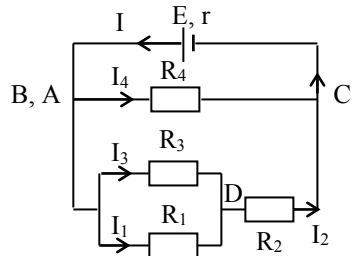
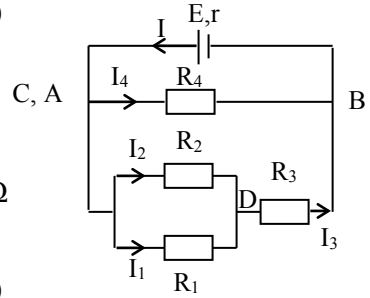
với: $R_{123} = R_2 + \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} = 40 + \frac{40.40}{40 + 40} = 60\Omega$.

So với câu a thì R_{123} không đổi nên dòng điện qua mạch vẫn không đổi:

$I = 0,6A$ và $I_4 = 0,4A$

Do $R_1 = R_3 \Rightarrow I_1 = I_3 = \frac{I_2}{2} = \frac{I_4 \cdot R_4}{R_{123} \cdot 2} = \frac{0,4 \cdot 30}{60 \cdot 2} = 0,1A$

Vậy: Số chỉ của ampe kế là: $I_4 + I_3 = 0,4 + 0,1 = 0,5A$.



Ví dụ 13: Có n acquy (E, r) giống nhau nối với điện trở mạch ngoài R . Tìm điều kiện để cường độ dòng điện qua R khi n acquy nối tiếp hoặc song song đều như nhau.

Hướng dẫn giải

- Khi n acquy nối tiếp, ta có: $E_b = nE$ và $r_b = nr$.

$$\Rightarrow I = \frac{E_b}{R + r_b} = \frac{nE}{R + nr} \quad (1)$$

- Khi n acquy song song, ta có: $E_b = E$ và $r_b = \frac{r}{n}$.

$$\Rightarrow I' = \frac{E_b}{R + r_b} = \frac{E}{R + \frac{r}{n}} \quad (2)$$

- Để dòng điện qua R khi n acquy nối tiếp hoặc song song đều như nhau thì:

$$I = I' \Leftrightarrow \frac{nE}{R + nr} = \frac{E}{R + \frac{r}{n}} \Leftrightarrow nR + r = R + nR \Rightarrow R = r.$$

Vậy: Để dòng điện qua R khi n acquy nối tiếp hoặc song song đều như nhau thì $R = r$.

Ví dụ 14: Điện trở $R = 2\Omega$ mắc vào một bộ nguồn gồm hai pin giống nhau. Khi hai pin nối tiếp, cường độ qua R là $I_1 = 0,75A$. Khi hai pin song song cường độ qua R là $I_2 = 0,6A$. Tìm e, r_0 của mỗi pin.

Hướng dẫn giải

- Khi 2 pin mắc nối tiếp: $E_b = 2e$; $r_b = 2r_0$.

$$\text{Ta có: } I_1 = \frac{E_b}{R + r_b} \Leftrightarrow 0,75 = \frac{2e}{2 + 2r_0}$$

$$\Leftrightarrow 0,75 + 0,75r_0 = e \quad (1)$$

- Khi 2 pin mắc song song: $E_b = e$; $r_b = \frac{r_0}{2}$.

$$\text{Ta có: } I_2 = \frac{E_b}{R + r_b} \Leftrightarrow 0,6 = \frac{e}{2 + \frac{r_0}{2}}$$

$$\Leftrightarrow 2,4 + 0,6r_0 = 2e \quad (2)$$

- Từ (1) và (2), ta có:
$$\begin{cases} 0,75 + 0,75r_0 = e \\ 2,4 + 0,6r_0 = 2e \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} r_0 = 1\Omega \\ e = 1,5V \end{cases}$$

Vậy: Suất điện động và điện trở trong của mỗi pin là $e = 1,5V$ và $r_0 = 1\Omega$.

Ví dụ 15: Có 18 pin giống nhau, mỗi pin có $e = 1,5V$, $r_0 = 0,2\Omega$ được mắc thành 2

dây song song, mỗi dây 9 pin nối tiếp. Điện trở $R = 2,1\Omega$ mắc vào hai đầu bộ pin trên.

- Tính suất điện động và điện trở trong tương đương của bộ nguồn.
- Tính cường độ qua R .

Hướng dẫn giải

- Suất điện động và điện trở trong tương đương của bộ nguồn

Suất điện động của bộ nguồn:

$$E_b = 9e = 9.1,5 = 13,5V.$$

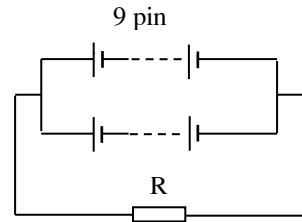
Điện trở trong của bộ nguồn:

$$r_b = \frac{9r_0}{2} = \frac{9.0,2}{2} = 0,9\Omega.$$

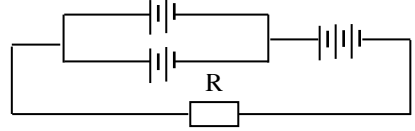
- Cường độ dòng điện qua R

$$\text{Ta có: } I = \frac{E_b}{R + r_b} = \frac{13,5}{2,1 + 0,9} = 4,5A.$$

Vậy: Cường độ dòng điện qua R là $I = 4,5A$.



Ví dụ 16: Cho mạch điện như hình vẽ, mỗi pin có $e = 1,5V$, $r_0 = 1\Omega$, $R = 6\Omega$. Tìm cường độ dòng điện qua mạch chính.



Hướng dẫn giải

Suất điện động của bộ nguồn: $E_b = E_{AM} + E_{MB}$

Ta có: $E_{AM} = ne = 2.1,5 = 3V$

$$E_{MB} = n'e = 3.1,5 = 4,5V$$

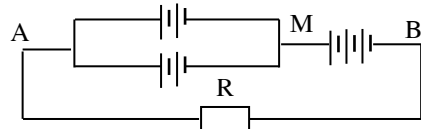
$$\Rightarrow E_b = 3 + 4,5 = 7,5V$$

Điện trở trong của bộ nguồn:

$$r_b = r_{AM} + r_{MB} = \frac{nr_0}{m} + n'r_0 \Rightarrow r_b = \frac{2.1}{2} + 3.1 = 4\Omega$$

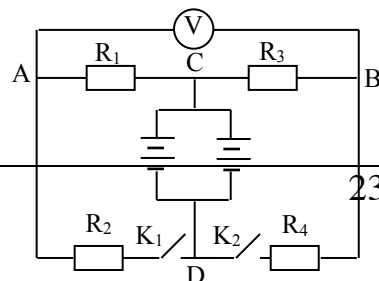
$$\text{Cường độ dòng điện qua mạch chính: } I = \frac{E_b}{R + r_b} = \frac{7,5}{6 + 4} = 0,75A.$$

Vậy: Cường độ dòng điện qua mạch chính là $I = 0,75A$.



Ví dụ 17: Cho mạch điện như hình vẽ: mỗi pin $E_0 = 1,5V$, $r_0 = 2\Omega$, $R_1 = 2\Omega$, $R_2 = 1\Omega$, $R_3 = 4\Omega$, R_V rất lớn.

- K_1 đóng, K_2 mở. Tìm số chỉ của vôn kế.
- K_1 mở, K_2 đóng, vôn kế chỉ $1,5V$. Tính R_4 .
- K_1 , K_2 đóng. Tìm số chỉ của vôn kế.



Trong các trường hợp trên, cực dương của vôn kế nối với điểm nào?

Hướng dẫn giải

- a) K_1 đóng, K_2 mở: Khi K_1 đóng, K_2 mở, mạch điện được vẽ lại như sau:
Số chỉ của vôn kế bằng hiệu điện thế giữa hai đầu R_1 .

Ta có: $E_b = ne = 2.1,5 = 3V$; $r_b = \frac{ne}{m} = \frac{2.2}{2} = 2\Omega$.

$$R_N = R_1 + R_2 = 2 + 1 = 3\Omega.$$

Cường độ dòng điện qua mạch chính:

$$I = \frac{E_b}{R_N + r_b} = \frac{3}{3+2} = 0,6A.$$

$$\Rightarrow I_1 = I = 0,6A; U_1 = I_1 R_1 = 0,6.2 = 1,2V.$$

Vậy: Số chỉ của vôn kế là 1,2V.

- b) K_1 mở, K_2 đóng: Khi K_1 mở, K_2 đóng, mạch điện được vẽ lại như sau:
Số chỉ của vôn kế bằng hiệu điện thế hai đầu R_3 : $U_3 = 1,5V$.

$$\Rightarrow I_3 = \frac{U_3}{R_3} = \frac{1,5}{4} = 0,375A$$

Mặt khác, ta có: $I_3 = I = \frac{E_b}{R_N + r_b} \Leftrightarrow 0,375 = \frac{3}{R_N + 2}$.

$$\Rightarrow R_N = 6\Omega$$

$$\text{Vì: } R_N = R_3 + R_4 \Rightarrow R_4 = R_N - R_3 = 6 - 4 = 2\Omega.$$

Vậy: Giá trị của điện trở R_4 là: $R_4 = 2\Omega$.

- c) K_1, K_2 đều đóng: Khi K_1 và K_2 đóng, mạch điện được vẽ lại như sau:

Điện trở mạch ngoài:

$$R_N = \frac{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} = \frac{(2 + 1).(4 + 2)}{2 + 1 + 4 + 2} = 2\Omega$$

Cường độ dòng điện qua mạch chính:

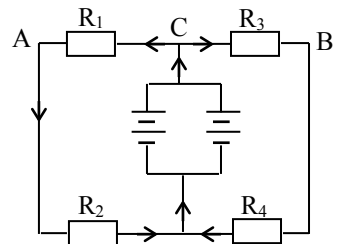
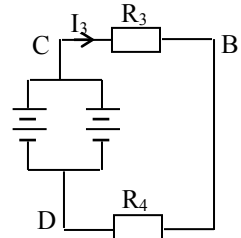
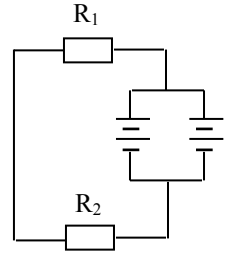
$$I = \frac{E_b}{R_N + r_b} = \frac{3}{2+2} = 0,75A$$

$$\text{Vì: } R_{12} = R_1 + R_2 = 2 + 1 = 3\Omega,$$

$$R_{34} = R_3 + R_4 = 4 + 2 = 6\Omega$$

$$\Rightarrow I_{12} = 2I_{34}$$

$$\text{Mà } I_{12} + I_{34} = I = 0,75 \Rightarrow I_{12} = 0,5A; I_{34} = 0,25A.$$



$$\Rightarrow I_1 = I_{12} = 0,5A \Rightarrow U_{R_1} = U_{CA} = R_1 I_1 = 2,0,5 = 1V.$$

$$\text{và } I_3 = I_{34} = 0,25A \Rightarrow U_{R_3} = U_{CB} = R_3 I_3 = 4,0,25 = 1V$$

$$\Rightarrow \text{Số chỉ của vôn kế: } U_{AB} = U_{AC} + U_{CB} = -U_{CA} + U_{CB} = -1 + 1 = 0.$$

Vậy: Số chỉ của vôn kế là 0.

Trong các trường hợp trên cực dương của vôn kế luôn nối với A.

Ví dụ 18: Có $N = 80$ nguồn giống nhau, mỗi nguồn có $e = 1,5V$, $r_0 = 1\Omega$ mắc thành x dãy song song, mỗi dãy y nguồn nối tiếp. Mạch ngoài là điện trở R . Tìm x, y để cường độ qua R lớn nhất.

Xét khi R bằng: a) 5Ω . b) 6Ω .

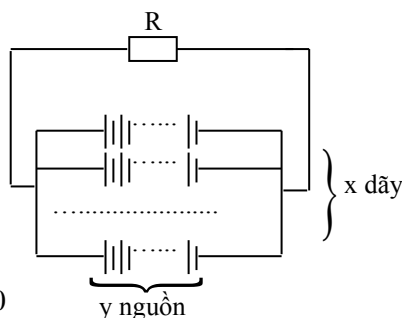
Bài giải

$$\text{Ta có: } E_b = yE = 1,5y; r_b = \frac{yr_0}{x} = \frac{y}{x} \quad (1)$$

$$xy = N = 80 \quad (2)$$

– Cường độ dòng điện qua điện trở R :

$$I = \frac{E_b}{R + r_b} = \frac{1,5y}{R + \frac{y}{x}} = \frac{1,5yx}{Rx + y} \quad (3)$$



$$\text{– Thay (2) vào (3) ta được: } I = \frac{1,5 \cdot 80}{Rx + y} = \frac{120}{Rx + y}$$

– Để $y = y_{\max}$ thì $M = (Rx + y)$ đạt cực tiểu.

– Vì x, y đều dương nên theo bất đẳng thức Cô-si, ta có:

$$Rx + y \geq 2\sqrt{Rxy} \Leftrightarrow (Rx + y)_{\min} = 2\sqrt{Rxy}$$

$$\text{Dấu '=' xảy ra khi } Rx = y \quad (4)$$

$$\text{– Kết hợp (4) với (2), ta có: } \begin{cases} Rx = y \\ xy = 80 \end{cases} \Rightarrow x = \sqrt{\frac{80}{R}}; y = R\sqrt{\frac{80}{R}} = \sqrt{80R}.$$

$$\text{a) Với } R = 5\Omega \Rightarrow \begin{cases} x = \sqrt{\frac{80}{5}} = 4 \\ y = \sqrt{80 \cdot 5} = 20 \end{cases}$$

Vậy: Với $R = 5\Omega$ thì bộ nguồn gồm 4 dãy và mỗi dãy có 20 acquy.

$$\text{b) Với } R = 6\Omega \Rightarrow \begin{cases} x = \sqrt{\frac{80}{6}} = 3,65 \\ y = \sqrt{80 \cdot 6} = 21,9 \end{cases}$$

Vì x, y nguyên và $xy = 80$ nên suy ra $x = 4; y = 20$.

Vậy: Với $R = 6\Omega$ thì bộ nguồn gồm 4 dãy và mỗi dãy có 20 acquy.

C. BÀI TẬP VẬN DỤNG

Bài 1. Xét mạch kín gồm nguồn điện có suất điện động $E = 2 \text{ V}$, điện trở trong $r = 0,1 \Omega$ mắc với điện trở ngoài $R = 99,9 \Omega$. Tìm hiệu điện thế giữa hai cực của nguồn điện.

Bài 2. Cho mạch điện trong đó nguồn điện có điện trở trong $r = 1 \Omega$. Các điện trở của mạch ngoài $R_1 = 6 \Omega$, $R_2 = 2 \Omega$, $R_3 = 3 \Omega$ mắc nối tiếp nhau. Dòng điện chạy trong mạch là 1 A .

- Tính suất điện động của nguồn điện và hiệu suất của nguồn điện.
- Tính công suất tỏa nhiệt của mạch ngoài và nhiệt lượng tỏa ra ở mạch ngoài trong thời gian $t = 20 \text{ min}$.

Bài 3. Vôn kế mắc vào nguồn ($E = 120 \text{ V}$, $r = 10 \Omega$) chỉ 119 V . Tính điện trở vôn kế.

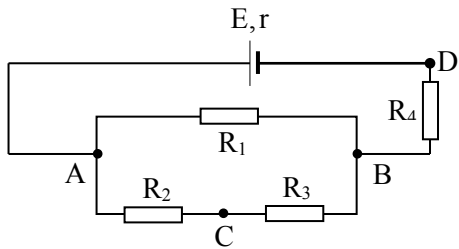
Bài 4. Nguồn điện (E , r), khi điện trở mạch ngoài là $R_1 = 2 \Omega$ thì cường độ dòng điện qua R_1 là $I_1 = 8 \text{ A}$. Khi điện trở mạch ngoài là $R_2 = 5 \Omega$ thì hiệu điện thế hai đầu nguồn là $U_2 = 25 \text{ V}$. Tìm E , r .

Bài 5. Mạch kín gồm nguồn điện ($E = 200 \text{ V}$, $r = 0,5 \Omega$) và hai điện trở $R_1 = 100 \Omega$, $R_2 = 500 \Omega$ mắc nối tiếp. Một vôn kế mắc song song với R_2 , thì số chỉ của nó là 160 V . Tính điện trở của vôn kế.

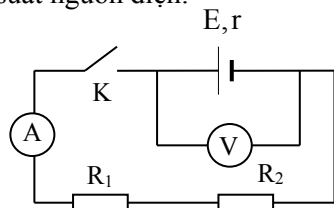
Bài 6. Cho mạch điện như hình vẽ.

Nguồn điện có $E = 12 \text{ V}$, và điện trở trong $r = 0,1 \Omega$. Các điện trở mạch ngoài $R_1 = R_2 = 2 \Omega$, $R_3 = 4 \Omega$, $R_4 = 4,4 \Omega$.

- Tính cường độ dòng điện chạy qua các điện trở và hiệu điện thế hai đầu mỗi điện trở.
- Tính hiệu điện thế U_{CD} . Tính công suất tiêu thụ của mạch ngoài và hiệu suất nguồn điện.

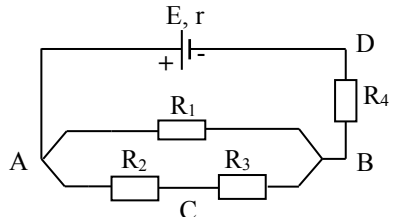


Bài 7. Có mạch điện như hình vẽ. Các điện trở mạch ngoài $R_1 = 6 \Omega$, $R_2 = 5,5 \Omega$. Điện trở của ampe kế và khóa K không đáng kể, điện trở của vôn kế rất lớn. Khi K mở vôn kế chỉ 6 V . Khi K đóng vôn kế chỉ $5,75 \text{ V}$, tính E , r và số chỉ ampe kế khi đó.



Bài 8. Cho mạch điện như hình vẽ: $E = 12 \text{ V}$, $r = 0,1 \Omega$, $R_1 = R_2 = 2 \Omega$, $R_3 = 4 \Omega$, $R_4 = 4,4 \Omega$.

- Tìm điện trở tương đương mạch ngoài.
- Tìm cường độ dòng điện qua mạch chính và U_{AB} .
- Tìm cường độ dòng điện qua mỗi nhánh rẽ và U_{CD} .



Bài 9. Mạch kín gồm nguồn điện ($E = 200 \text{ V}$; $r = 0,5 \Omega$) và hai điện trở $R_1 = 100 \Omega$, $R_2 = 500 \Omega$ mắc nối tiếp. Một vôn kế mắc song song với R_2 , chỉ 160 V .

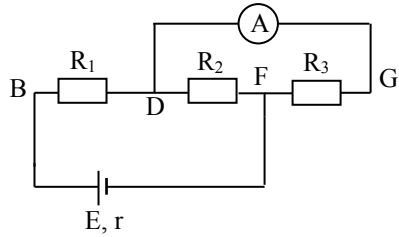
Tính điện trở của vôn kế.

Bài 10. Ba điện trở đều bằng R_0 , mắc theo các cách khác nhau và lần lượt nối vào một nguồn điện không đổi xác định.

- Khi ba điện trở mắc nối tiếp, cường độ dòng điện qua mỗi điện trở bằng $0,2A$.
 - Khi ba điện trở mắc song song, cường độ dòng điện qua mỗi điện trở cũng bằng $0,2A$.
- a) Tính cường độ dòng điện qua mỗi điện trở trong các trường hợp còn lại.
b) Cần bao nhiêu điện trở R_0 và mắc thế nào để khi nối vào nguồn điện không đổi nói trên, cường độ dòng điện qua mỗi điện trở đều bằng $0,1A$.

Bài 11. Cho mạch điện như hình vẽ: $E = 30V$, $r = 3\Omega$, $R_1 = 12\Omega$, $R_2 = 36\Omega$, $R_3 = 18\Omega$, $R_A = 0$.

- a) Tìm số chỉ của ampe kế và chiều dòng điện qua nó.
b) Đổi chỗ nguồn E và ampe kế (cực dương của E nối với G).

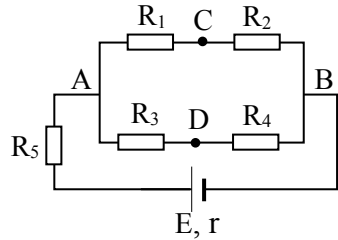


Tìm số chỉ và chiều dòng điện qua ampe kế.

Bài 12. Cho mạch điện như hình vẽ. Nguồn điện có suất điện động $E = 21V$, và điện trở trong $r = 1\Omega$. Các điện trở mạch ngoài

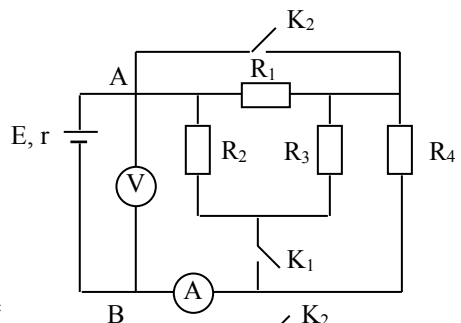
$R_1 = 2\Omega$, $R_2 = 4\Omega$, $R_3 = R_4 = 6\Omega$, $R_5 = 2\Omega$.

- a) Tính cường độ dòng điện chạy qua các điện trở và hiệu điện thế hai đầu mỗi điện trở. Tính công suất tiêu thụ của mạch ngoài.
b) Tính hiệu điện thế giữa hai điểm C và D .
c) Tính hiệu suất của nguồn điện.



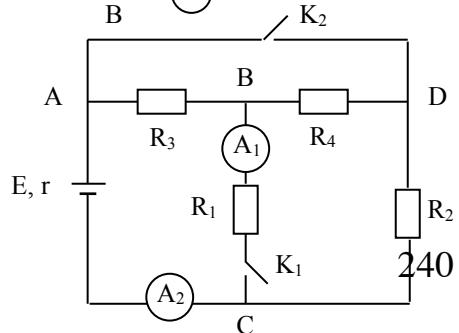
Bài 13. Cho mạch điện như hình vẽ: $E = 11,5V$, $r = 0,8\Omega$, $R_1 = 4,2\Omega$, $R_2 = R_3 = R_4 = 2,1\Omega$, $R_A = 0$, R_V rất lớn. Tìm số chỉ ampe kế, vôn kế nếu:

- a) K_1, K_2 mở.
b) K_1 mở, K_2 đóng.
c) K_1 đóng, K_2 mở.
d) K_1, K_2 đóng.



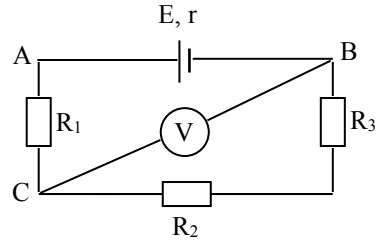
Bài 14. Cho mạch điện như hình vẽ: $E = 12V$, $r = 2\Omega$, $R_3 = R_4 = 2\Omega$, điện trở các ampe kế rất nhỏ.

- a) K_1 mở, K_2 đóng, ampe kế A chỉ $3A$. Tính R_2 .

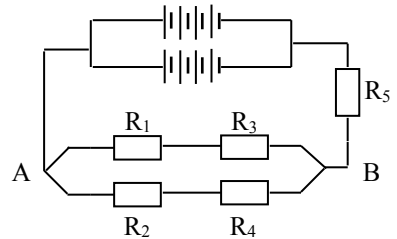


- b) K_1 đóng, K_2 mở, ampe kế A_1 chỉ 2A.
 Tính R_1 .
 c) K_1, K_2 đều đóng. Tìm số chỉ các ampe kế.

Bài 15. Cho mạch điện như hình vẽ:
 $E = 170V$, $r = 5\Omega$, $R_1 = 195\Omega$, $R_2 = R_3 = 200\Omega$, vôn kế chỉ 100V. Tìm điện trở vôn kế.

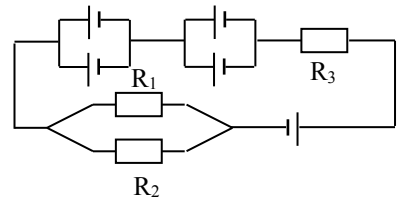


Bài 16. Cho mạch điện như hình vẽ, bộ nguồn gồm 2 dãy, mỗi dãy 4 pin nối tiếp, mỗi pin có: $e = 1,5V$, $r_0 = 0,25\Omega$, mạch ngoài, $R_1 = 12\Omega$, $R_2 = 1\Omega$, $R_3 = 8\Omega$, $R_4 = 4\Omega$. Biết cường độ dòng điện qua R_1 là 0,24A. Tính:

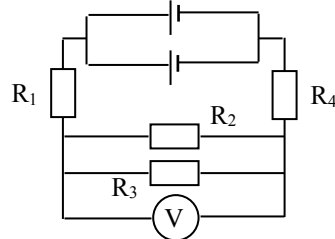


- a) Suất điện động và điện trở trong của bộ nguồn tương đương.
 b) U_{AB} và cường độ dòng điện qua mạch chính.
 c) Giá trị điện trở R_5 .

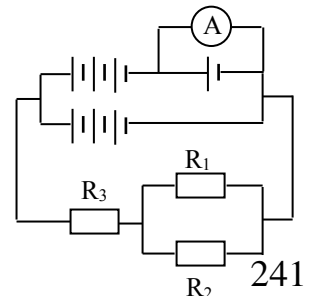
Bài 17. Cho mạch điện như hình vẽ, mỗi nguồn có: $e = 1,5V$, $r_0 = 1\Omega$, $R_1 = 6\Omega$, $R_2 = 12\Omega$, $R_3 = 4\Omega$.
 Tìm cường độ dòng điện qua mạch chính.



- Bài 18.** Cho mạch điện như hình vẽ, mỗi nguồn $e = 12V$, $r_0 = 2\Omega$, $R_2 = 3\Omega$, $R_3 = 6\Omega$, $R_1 = 2R_4$, R_V rất lớn.
 a) Vôn kế chỉ 2V. Tính R_1 , R_4 .
 b) Thay vôn kế bằng ampe kế có $R_A = 0$. Tìm số chỉ của ampe kế.



Bài 19. Có 7 nguồn điện giống nhau, mỗi nguồn có $e = 6V$, $r_0 = \frac{2}{3}\Omega$ mắc như hình vẽ. $R_1 = 3\Omega$, $R_2 = 6\Omega$, $R_3 = 2\Omega$, $R_A = 0$. Tìm số chỉ của ampe kế.



Bài 20. Có 16 nguồn giống nhau, mỗi nguồn $e = 2V$, $r_0 = 1\Omega$, mắc thành hai dãy song song, mỗi dãy x và y nguồn nối tiếp. Mạch ngoài là $R = 15\Omega$. Tìm x, y để cường độ qua một dãy bằng 0.

Bài 21. Có n nguồn giống nhau (e , r) mắc song song. Có một nguồn mắc ngược với các nguồn khác. Tìm cường độ và hiệu điện thế của mỗi nguồn.

D. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP VẬN DỤNG

Bài 1.

+ Cường độ dòng điện trong mạch chính: $I = \frac{E}{R+r} = 0,02(A)$

+ Ta có: $E = U + Ir \Rightarrow U = E - Ir = 2 - 0,02.0,1 = 1,998V$

Bài 2.

a) Điện trở tương đương mạch ngoài: $R_{td} = R_1 + R_2 + R_3 = 11\Omega$

+ Ta có: $I = \frac{E}{R_{ng} + r} \Leftrightarrow 1 = \frac{E}{11+1} \Rightarrow E = 12V$

+ Hiệu điện thế mạch ngoài (hiệu điện thế hai đầu cực của nguồn):

$$U = IR_{td} = 11(V)$$

+ Hiệu suất của nguồn: $H = \frac{U}{E} = \frac{11}{12} = 91,67\%$

b) Công suất tỏa nhiệt ở mạch ngoài: $P = I^2 R_{td} = 11W$

+ Nhiệt lượng tỏa ra ở mạch ngoài trong thời gian $t = 20$ phút:

$$Q = I^2 R_{td} t = 13,2 \text{ KJ}$$

Bài 3.

Gọi R_v là điện trở của vôn kế, I là cường độ dòng điện qua mạch.

Ta có: $U = IR_v = \frac{E}{R_v + r} \cdot R_v$

$$\Rightarrow R_v = \frac{rU}{E - U} = \frac{10.119}{120 - 119} = 1190 \Omega$$

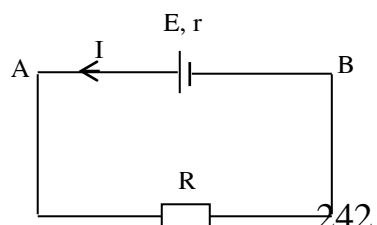
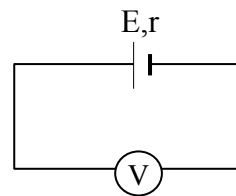
Vậy: Điện trở của vôn kế là $R_v = 1190 \Omega$.

Bài 4.

– Khi $R = R_1 = 2\Omega$, ta có: $I = \frac{E}{R_1 + r} = \frac{E}{2+r} = 8A$

$$\Rightarrow E - 8r - 16 = 0 \quad (1)$$

– Khi $R = R_2 = 5\Omega$.



Ta có: $U_{AB} = IR_2 = \frac{E}{R_2 + r} R_2 = \frac{E \cdot 5}{5 + r} = 25$

$\Rightarrow 5E - 25r - 125 = 0 \quad (2)$

– Từ (1) và (2), ta có: $\begin{cases} E - 8r - 16 = 0 \\ 5E - 25r - 5 = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} E = 40V \\ r = 3\Omega \end{cases}$

Vậy: Suất điện động và điện trở trong của nguồn là $E = 40V$; $r = 3\Omega$.

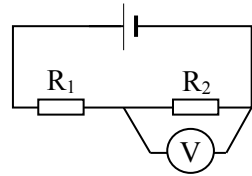
Bài 5.

Giả sử điện trở của vôn kế không quá lớn so với điện trở của các điện trở thuần
+ Gọi R_V là điện trở vôn kế.

+ Điện trở tương đương mạch ngoài: $R_{ng} = \frac{R_2 R_V}{R_2 + R_V} + R_1 = \frac{500 R_V}{500 + R_V} + 100$

+ Dòng điện trong mạch chính: $I = \frac{E}{R_{ng} + r} = \frac{200}{\frac{500 R_V}{500 + R_V} + 100,5}$

+ Lại có: $I = I_2 + I_V$. Với: $\begin{cases} I_2 = \frac{160}{500} \\ I_V = \frac{160}{R} \end{cases}$



+ Do đó ta có: $\frac{200}{\frac{500 R}{500 + R} + 100,5} = \frac{160}{R} + \frac{160}{500} \Rightarrow R = \frac{100500}{49} \approx 2051$

Bài 6.

a) Ta có: $R_{23} = R_2 + R_3 = 6\Omega \Rightarrow R_{AB} = \frac{R_1 \cdot R_{23}}{R_1 + R_{23}} = 1,5\Omega$

+ Tổng trở đương đương của mạch ngoài: $R_{td} = R_{AB} + R_4 = 5,9\Omega$

+ Cường độ dòng điện trong mạch chính: $I = \frac{E}{R_{td} + r} = 2(A)$

+ Cường độ dòng điện qua R_4 : $I_4 = I = 2A \Rightarrow U_4 = I_4 \cdot R_4 = 8,8V$

+ Ta có: $U_{AB} = I \cdot R_{AB} = 3V \Rightarrow U_{23} = U_1 = 3V \Rightarrow \begin{cases} I_1 = \frac{U_1}{R_1} = 1,5A \\ I_2 = I_3 = I - I_1 = 0,5(A) \end{cases}$

+ Lại có: $I_2 = I_3 = I_{23} = 0,5A \Rightarrow \begin{cases} U_2 = I_2 R_2 = 1V \\ U_3 = I_3 R_3 = 2V \end{cases}$

b) Hiệu điện thế giữa hai điểm C, D: $U_{CD} = U_3 + U_4 = 2 + 8,8 = 10,8V$

+ Công suất mạch ngoài: $P_{ngoài} = I^2 R_{td} = 2^2 \cdot 5,9 = 23,6W$

+ Hiệu suất nguồn: $H = \frac{U}{E} = \frac{I \cdot R_{td}}{E} = \frac{2 \cdot 5,9}{12} = 98,33\%$

Bài 7.

Khi khoá K mở, trong mạch không có dòng điện. Ta có: $U_V = E = 6V$

+ Khi đóng K, trong mạch có dòng điện: $I = \frac{E}{R_1 + R_2 + r} = \frac{6}{11,5 + r}$

+ Số chỉ vôn kế V chính là hiệu điện thế hai cực của nguồn nên:

$$U'_V = E - I \cdot r \Leftrightarrow 5,75 = 6 - \frac{6}{11,5 + r} \cdot r \Rightarrow r = 0,5\Omega$$

+ Số chỉ của ampe kế A chính là dòng điện trong mạch chính nên: $I_A = I = 0,5 A$

Bài 8.

a) Điện trở tương đương mạch ngoài

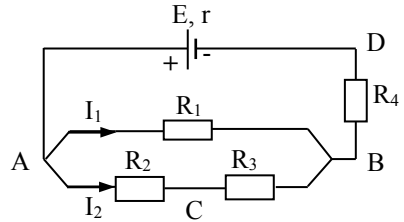
Ta có: $[\{R_2 \text{ nt } R_3\} // R_1] \text{ nt } R_4$

Điện trở tương đương của R_2 và R_3 là:

$$R_{23} = R_2 + R_3 = 2 + 4 = 6\Omega$$

Điện trở tương đương của R_{23} và R_1 là:

$$R_{123} = \frac{R_1 \cdot R_{23}}{R_1 + R_{23}} = \frac{2 \cdot 6}{2 + 6} = 1,5\Omega$$



Điện trở tương đương của mạch ngoài là: $R_N = R_{123} + R_4 = 1,5 + 4,4 = 5,9\Omega$.

b) Cường độ dòng điện qua mạch chính và U_{AB}

$$\text{Cường độ dòng điện qua mạch chính: } I = \frac{E}{R_N + r} = \frac{12}{5,9 + 0,1} = 2A.$$

Hiệu điện thế giữa hai điểm A, B là: $U_{AB} = IR_{AB} = IR_{123} = 2 \cdot 1,5 = 3V$.

c) Cường độ dòng điện qua mỗi nhánh rẽ và U_{CD}

Cường độ dòng điện qua mỗi nhánh rẽ:

$$I_1 = \frac{U_{AB}}{R_1} = \frac{3}{2} = 1,5A; I_2 = \frac{U_{AB}}{R_{23}} = \frac{3}{6} = 0,5A$$

Hiệu điện thế giữa hai điểm C, D là: $U_{CD} = U_{CB} + U_{BD} = U_3 + U_4$

$$\Rightarrow U_{CD} = I_3 R_3 + I_4 R_4 = I_2 R_3 + I_4 R_4 = 0,5 \cdot 4 + 2 \cdot 4,4 = 10,8V.$$

Bài 9.

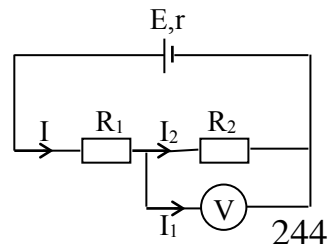
Gọi R_V là điện trở của vôn kế, R_N là điện trở của mạch ngoài.

$$\text{Ta có: } I = \frac{E}{R_N + r} \Rightarrow IR_N + Ir = E$$

$$\Rightarrow U_N = E - Ir \quad (1)$$

$$\text{Mặt khác: } U_N = U_1 + U_2 = I \cdot R_1 + U_2 \quad (2)$$

Từ (1) và (2) suy ra: $IR_1 + U_2 = E - Ir$



$$\Rightarrow I(R_1 + r) = E - U_2 \Rightarrow I = \frac{E - U_2}{R_1 + r} = \frac{200 - 160}{100 + 0,5} \approx 0,398A$$

$$\text{Mà } I = I_1 + I_2 \Rightarrow I_1 = I - I_2 = I - \frac{U_2}{R_2}$$

Bài 10.

a) Cường độ dòng điện qua mỗi điện trở trong các trường hợp còn lại: Gọi E, r lần lượt là suất điện động và điện trở trong của nguồn

– Khi 3 điện trở mắc nối tiếp:

Ta có: $R_{AB} = 3R_0$

$$\Rightarrow I = \frac{E}{3R_0 + r} \Leftrightarrow 0,2 = \frac{E}{3R_0 + r}$$

$$\Leftrightarrow 0,6R_0 + 0,2r = E \quad (1)$$

– Khi 3 điện trở mắc song song:

$$\text{Ta có: } R_{AB} = \frac{R_0}{3} \Rightarrow I' = \frac{E}{\frac{R_0}{3} + r}$$

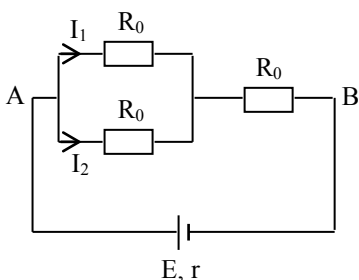
Vì 3 điện trở đều bằng nhau nên dòng điện qua mỗi điện trở là:

$$\frac{I'}{3} = \frac{E}{(\frac{R_0}{3} + r).3} \Leftrightarrow 0,2 = \frac{E}{(\frac{R_0}{3} + r).3}$$

$$\Leftrightarrow 0,2R_0 + 0,6r = E \quad (2)$$

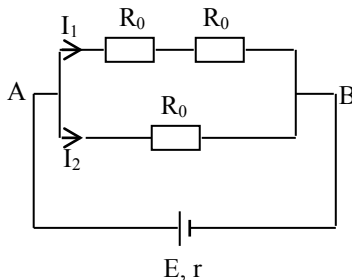
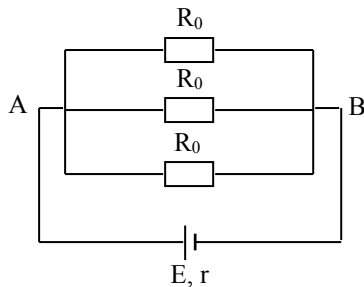
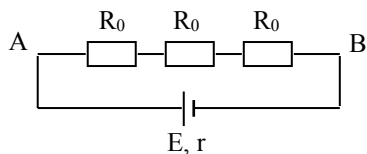
$$\text{Từ (1) và (2), ta có: } \begin{cases} 0,6R_0 + 0,2r = E \\ 0,2R_0 + 0,6r = E \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} E - 0,2r = 0,6R_0 \\ E - 0,6r = 0,2R_0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} E = 0,8R_0 \\ r = R_0 \end{cases}$$

– Các cách mắc còn lại:



Hình a

$$+ \text{ Với hình a: } R_{AB} = \frac{R_0}{2} + R_0 = \frac{3R_0}{2}$$



Hình b

$$\Rightarrow I = \frac{E}{\frac{3R_0}{2} + r} = \frac{0,8R_0}{\frac{3R_0}{2} + R_0} = 0,32A$$

$$\text{và } I_1 = I_2 = \frac{I}{2} = \frac{0,32}{2} = 0,16A.$$

$$+ \text{ Với hình b: } R_{AB} = \frac{2R_0R_0}{2R_0 + R_0} = \frac{2}{3}R_0 \Rightarrow I = \frac{E}{\frac{2R_0}{3} + r} = \frac{0,8R_0}{\frac{2R_0}{3} + R_0} = 0,48A$$

Vì $I_2 = 2I_1$ và $I_2 + I_1 = 0,48 \Rightarrow I_2 = 0,32A$ và $I_1 = 0,16A$.

b) Cần bao nhiêu điện trở R_0 và mắc thế nào?

Vì cường độ dòng điện qua mỗi điện trở đều bằng nhau và bằng $0,1A$ nên chỉ có thể mắc các điện trở nối tiếp hoặc song song.

Gọi n là số điện trở R_0 :

– Trường hợp mắc nối tiếp, ta có: $R_{AB} = nR_0$

$$\Rightarrow I = \frac{E}{nR_0 + r} \Leftrightarrow 0,1 = \frac{0,8R_0}{nR_0 + R_0} \Rightarrow n = 7.$$

– Trường hợp mắc song song, ta có: $R_{AB} = \frac{R_0}{n} \Rightarrow I = \frac{E}{\frac{R_0}{n} + r}$

Vì có n điện trở R_0 mắc song song nên dòng điện qua mỗi điện trở là:

$$\frac{I}{n} = \frac{E}{(\frac{R_0}{n} + r)n} \Leftrightarrow 0,1 = \frac{E}{(\frac{R_0}{n} + R_0)n} \Leftrightarrow 0,1 = \frac{0,8R_0}{(\frac{R_0}{n} + R_0)n} \Rightarrow n = 7$$

Vậy: Cần 7 điện trở R_0 và mắc nối tiếp hoặc song song nhau.

$$\Rightarrow I = 0,398 - \frac{160}{500} = 0,078A \text{ và } R_V = \frac{U_V}{I_1} = \frac{160}{0,078} = 2051\Omega.$$

Vậy: Điện trở của vôn kế là $R_V = 2051\Omega$.

Bài 11.

a) Số chỉ của ampe kế và chiều dòng điện qua nó

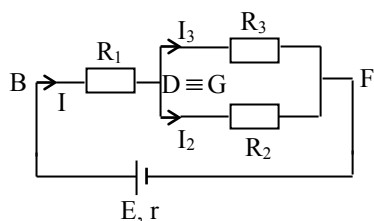
Vì điện trở của ampe kế $R_A = 0$ nên mạch có thể được vẽ lại:

Ta có:

Điện trở mạch ngoài:

$$R_N = R_1 + \frac{R_2R_3}{R_2 + R_3} = 12 + \frac{36.18}{36+18} = 24\Omega$$

Cường độ dòng điện qua mạch chính:



$$I = \frac{E}{R_N + r} = \frac{30}{24 + 3} = \frac{10}{9} \text{ A} \Rightarrow U_{DF} = IR_{23} = \frac{10}{9} \cdot 12 = \frac{40}{3} \text{ V}.$$

$$\Rightarrow I_3 = \frac{U_{DF}}{R_3} = \frac{40}{3 \cdot 18} = \frac{20}{27} \text{ A}.$$

Vì số chỉ ampe kế chính là cường độ dòng điện qua R_3 nên số chỉ của ampe kế là $\frac{20}{27} \text{ A}$ và dòng điện có chiều từ D đến G.

b) Số chỉ và chiều dòng điện qua ampe kế khi đổi chỗ nguồn và ampe kế

Khi đổi chỗ nguồn E và ampe kế, ta có mạch điện như sau:

+ Điện trở tương đương mạch ngoài:

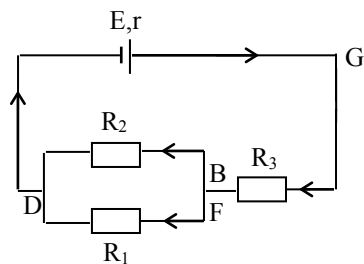
$$R'_N = R_3 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 18 + \frac{12 \cdot 36}{12 + 36} = 27 \Omega$$

+ Cường độ dòng điện mạch chính:

$$I' = \frac{E}{R'_N + r} = \frac{30}{27 + 3} = 1 \text{ A}$$

$$\Rightarrow U_{BD} = I' R_N = 1 \cdot 9 = 9 \text{ V} \Rightarrow I_1 = \frac{U_{BD}}{R_1} = \frac{9}{12} = 0,75 \text{ A}$$

Vậy: Khi đổi chỗ nguồn và ampe kế, ampe kế chỉ 0,75A và dòng điện có chiều từ F đến B.



Bài 12.

a) Ta có:

$$\begin{cases} R_{12} = R_1 + R_2 = 6 \Omega \\ R_{34} = R_3 + R_4 = 12 \Omega \end{cases} \Rightarrow R_{AB} = \frac{R_{12} \cdot R_{34}}{R_{12} + R_{34}} = 4 \Omega$$

+ Điện trở tương đương của mạch ngoài:

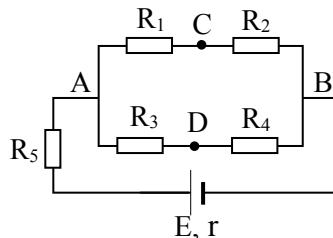
$$R_{ng} = R_{AB} + R_5 = 6 \Omega$$

+ Cường độ dòng điện trong mạch chính:

$$I = \frac{E}{R_{ng} + r} = 3 \text{ (A)}$$

$$+ \text{ Ta có: } I_5 = I_{AB} = I = 3 \text{ A} \Rightarrow \begin{cases} U_5 = I_5 R_5 = 6 \text{ (V)} \\ U_{AB} = I R_{AB} = 12 \text{ (V)} \end{cases}$$

$$+ \text{ Lại có: } U_{12} = U_{34} = U_{AB} = 12 \text{ V} \Rightarrow \begin{cases} I_{12} = \frac{U_{12}}{R_{12}} = 2 \text{ (A)} \\ I_{34} = \frac{U_{34}}{R_{34}} = 1 \text{ (A)} \end{cases}$$



+ Do đó ta có: $\begin{cases} I_1 = I_2 = I_{12} = 2(A) \\ I_3 = I_4 = I_{34} = 1(A) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} U_1 = I_1 R_1 = 4(V); U_2 = I_2 R_2 = 8(V) \\ U_3 = I_3 R_3 = 6(V); U_4 = I_4 R_4 = 6(V) \end{cases}$

+ Công suất tiêu thụ mạch ngoài: $P_{ng} = I^2 R_{ng} = 3^2 \cdot 6 = 54(W)$

b) Ta có: $U_{CD} = -U_1 + U_3 = 2V$

c) Hiệu suất của nguồn: $H = \frac{U_{ng}}{E} = \frac{U_5 + U_{AB}}{E} = \frac{12 + 6}{21} = 0,857 = 85,7\%$

Bài 13.

a) K_1, K_2 mở

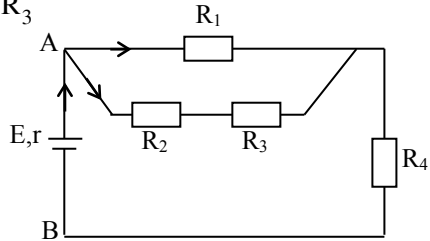
Khi K_1, K_2 mở, mạch được vẽ lại như sau: Lúc đó, số chỉ của ampe kế bằng dòng điện qua mạch chính I ; số chỉ của vôn kế bằng hiệu điện thế U_{AB} .

Điện trở mạch ngoài: $R_N = R_4 + \frac{R_1(R_2 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3}$

$\Rightarrow R_N = 2,1 + \frac{4,2 \cdot (2,1 + 2,1)}{4,2 + 2,1 + 2,1} = 4,2\Omega$

Cường độ dòng qua mạch chính:

$I = \frac{E}{R_N + r} = \frac{11,5}{4,2 + 0,8} = 2,3A$



Hiệu điện thế hai đầu A, B: $U_{AB} = I \cdot R_N = 2,3 \cdot 4,2 = 9,66V$.

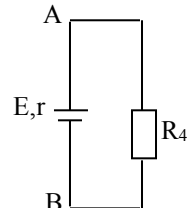
Vậy: Số chỉ ampe kế là 2,3A; số chỉ vôn kế là 9,66V.

b) K_1 mở, K_2 đóng: Khi K_1 mở, K_2 đóng, mạch điện được vẽ lại như sau:

Số chỉ của ampe kế bằng I_4 :

$I_4 = I = \frac{E}{R_4 + r} = \frac{11,5}{2,1 + 0,8} = \frac{115}{29} \approx 4A$

Số chỉ của vôn kế: $U = I_4 \cdot R_4 = I \cdot R_4 = \frac{115}{29} \cdot 2,1 = 8,3V$.

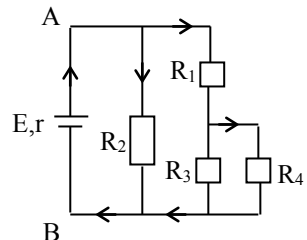


c) K_1 đóng, K_2 mở: Khi K_1 đóng, K_2 mở, mạch điện được vẽ lại như sau:

Điện trở mạch ngoài: $R_N = \frac{R_2 \cdot R_{134}}{R_2 + R_{134}}$

với $R_{134} = R_1 + \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4} = 4,2 + \frac{2,1 \cdot 2,1}{2,1 + 2,1} = 5,25\Omega$

$\Rightarrow R_N = \frac{2,1 \cdot 5,25}{2,1 + 5,25} = 1,5\Omega$



Cường độ dòng điện qua mạch chính: $I = \frac{E}{R_N + r} = \frac{11,5}{1,5 + 0,8} = 5A$

Vậy: Số chỉ của ampe kế là 5A; số chỉ của vôn kế là: $U_{AB} = IR_N = 5.1,5 = 7,5V$.

d) K_1, K_2 đóng: Khi K_1, K_2 đóng, mạch điện được vẽ lại như sau:

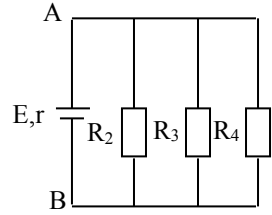
Điện trở mạch ngoài:

$$\frac{1}{R_N} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} = \frac{1}{2,1} + \frac{1}{2,1} + \frac{1}{2,1} = \frac{3}{2,1}$$

$$\Rightarrow R_N = 0,7\Omega$$

Cường độ dòng điện qua mạch chính:

$$I = \frac{E}{R_N + r} = \frac{11,5}{0,7 + 0,8} = 7,67A$$



Vậy: Số chỉ ampe kế là 7,67A; số chỉ vôn kế là: $U_{AB} = I.R_N = \frac{23}{3}.0,7 \approx 5,37V$.

Bài 14.

a) K_1 mở, K_2 đóng: Khi K_1 mở, K_2 đóng, mạch được vẽ lại như sau:

$$\text{Từ: } I = \frac{E}{r + R_2} \Rightarrow R_2 = \frac{E - Ir}{I} = \frac{12 - 3.2}{3} = 2\Omega$$

Vậy: Giá trị của điện trở R_2 là $R_2 = 2\Omega$.

b) K_1 đóng, K_2 mở: Khi K_1 đóng, K_2 mở, mạch được vẽ lại như sau:

Ta có: $I_1 = 2A \Rightarrow U_{BC} = I_1 R_1 = 2R_1$.

$$\Rightarrow I_4 = \frac{U_{BC}}{R_{24}} = \frac{2R_1}{2 + 2} = \frac{R_1}{2}$$

Cường độ dòng điện qua mạch chính:

$$I = I_1 + I_4 = 2R_1 + \frac{R_1}{2} = 2,5R_1 \quad (1)$$

Mặt khác, ta có: $I = \frac{E}{R_N + r}$

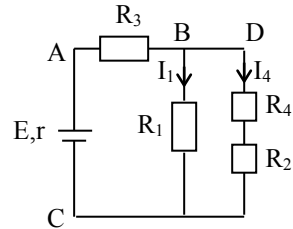
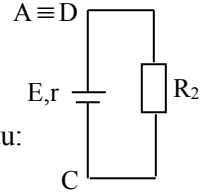
$$\text{với: } R_N = R_3 + \frac{R_1 \cdot (R_4 + R_2)}{R_1 + R_4 + R_2} = 2 + \frac{R_1 \cdot (2 + 2)}{R_1 + 2 + 2} = 2 + \frac{4R_1}{4 + R_1}$$

$$\Rightarrow I = \frac{12}{2 + \frac{4R_1}{4 + R_1} + 2} = \frac{12 \cdot (4 + R_1)}{16 + 8R_1} \quad (2)$$

$$\text{Từ (1) và (2) suy ra: } 2,5R_1 = \frac{12 \cdot (4 + R_1)}{16 + 8R_1}$$

$$\Leftrightarrow 40R_1 + 20R_1^2 = 48 + 12R_1 \Leftrightarrow 20R_1^2 + 28R_1 - 48 = 0$$

$$\Rightarrow R_1 = 1\Omega \text{ và } R_1 = -\frac{12}{5} < 0: (\text{loại}).$$



Vậy: Giá trị của điện trở R_1 là $R_1 = 1 \Omega$.

- c) K_1, K_2 đều đóng: Khi K_1, K_2 đều đóng, mạch được vẽ lại như sau:
Ta có: Số chỉ của A_1 bằng I_1 ; số chỉ của A bằng I .

$$\text{Điện trở mạch ngoài: } R_N = \frac{R_2 \cdot R_{134}}{R_2 + R_{134}}$$

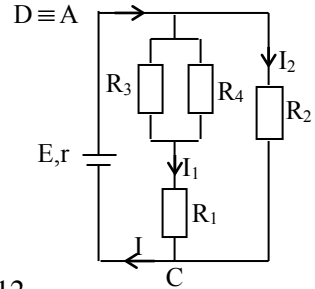
$$\text{với: } R_{134} = R_1 + \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4} = 1 + \frac{2 \cdot 2}{2 + 2} = 2 \Omega$$

$$\Rightarrow R_N = \frac{2 \cdot 2}{2 + 2} = 1 \Omega$$

$$\text{Cường độ dòng điện qua mạch chính: } I = \frac{E}{R_N + r} = \frac{12}{1 + 2} = 4 \text{ A}.$$

$$\text{Vì } R_{134} = R_2 \Rightarrow I_1 = I_2 = \frac{I}{2} = \frac{4}{2} = 2 \text{ A}.$$

Vậy: Số chỉ của các ampe kế là 4A và 2A.



Bài 15.

- Áp dụng định luật ôm cho đoạn mạch chứa nguồn, ta có:

$$U_{CB} = E - I(R_1 + r) = 170 - I(195 + 5) \quad (1)$$

- Mặt khác, số chỉ của vôn kế bằng 100V nên:

$$U_{CB} = 100 \quad (2)$$

- Từ (1) và (2) suy ra: $170 - 200I = 100$

$$\Rightarrow I = 0,35 \text{ A}$$

- Cường độ dòng điện qua R_2 và R_3 là:

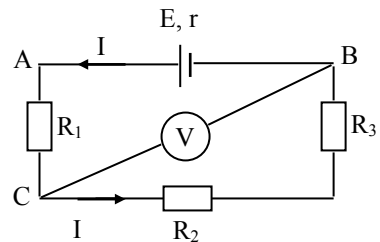
$$I_2 = \frac{U_{CB}}{R_2 + R_3} = \frac{100}{200 + 200} = 0,25 \text{ A}$$

- Cường độ dòng điện qua vôn kế là: $I_V = I - I_2$

$$\Rightarrow I_V = 0,35 - 0,25 = 0,1 \text{ A}$$

- Điện trở của vôn kế: $R_V = \frac{U_{CB}}{I_V} = \frac{100}{0,1} = 1000 \Omega$.

Vậy: Điện trở của vôn kế là $R_V = 1000 \Omega$.



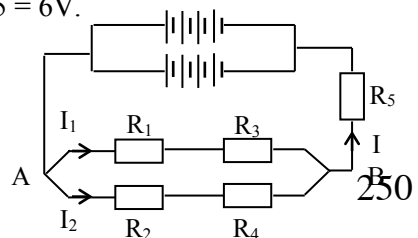
Bài 16.

- a) Suất điện động và điện trở trong của bộ nguồn

Suất điện động của bộ nguồn: $E_b = ne = 4 \cdot 1,5 = 6 \text{ V}$.

Điện trở trong của bộ nguồn:

$$r_b = \frac{nr_0}{m} = \frac{4}{2} \cdot 0,25 = 0,5 \Omega.$$



b) Tính U_{AB} và cường độ dòng điện qua mạch chính

Hiệu điện thế giữa hai điểm A, B là:

$$U_{AB} = U_1 + U_3 = I_1 R_1 + I_3 R_3 = I_1 (R_1 + R_3) \text{ (vì } I_1 = I_3 \text{)}$$

$$\Rightarrow U_{AB} = 0,24 \cdot (12 + 8) = 4,8 \text{ V.}$$

$$\text{Cường độ dòng điện qua } R_2 \text{ là: } I_2 = \frac{U_{AB}}{R_2 + R_4} = \frac{4,8}{1+4} = 0,96 \text{ A.}$$

$$\text{Cường độ dòng điện qua mạch chính: } I = I_1 + I_2 = 0,24 + 0,96 = 1,2 \text{ A.}$$

c) Giá trị điện trở R_5

$$\text{Từ biểu thức của định luật Ôm: } I = \frac{E_b}{R_N + r_b} \Rightarrow R_N I + r_b I = E_b$$

$$\Rightarrow U_N = E_b - r_b I = 6 - 0,5 \cdot 1,2 = 5,4 \text{ V.}$$

$$\text{Mặt khác: } U_N = U_{AB} + U_5 \Rightarrow U_5 = U_N - U_{AB} = 5,4 - 4,8 = 0,6 \text{ V.}$$

$$\Rightarrow R_5 = \frac{U_5}{I} = \frac{0,6}{1,2} = 0,5 \Omega.$$

Bài 17.

$$\text{Suất điện động của bộ nguồn: } E_b = E_{AM} + E_{MN} + E_{BC}$$

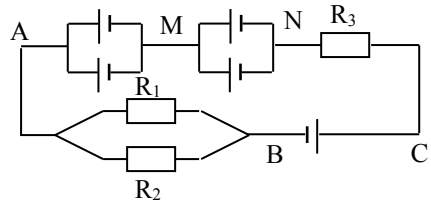
$$\Rightarrow E_b = e + e + e = 3e = 3 \cdot 1,5 = 4,5 \text{ V}$$

$$\text{Điện trở trong của bộ nguồn: } r_b = r_{AM} + r_{MN} + r_{BC}$$

$$\Rightarrow r_b = \frac{r_0}{2} + \frac{r_0}{2} + r_0 = 2r_0 = 2 \cdot 1 = 2 \Omega$$

Điện trở mạch ngoài:

$$R_N = R_3 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 4 + \frac{6 \cdot 12}{6 + 12} = 8 \Omega$$



$$\text{Cường độ dòng điện qua mạch chính: } I = \frac{E_b}{R_N + r_b} = \frac{4,5}{8+2} = 0,45 \text{ A.}$$

Vậy: Cường độ mạch chính là $I = 0,45 \text{ A}$.

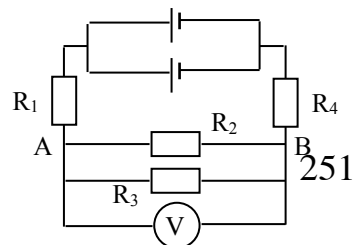
Bài 18.

a) Tính R_1, R_4

$$\text{Ta có: } E_b = e = 12 \text{ V; } r_b = \frac{r_0}{2} = 1 \Omega \Rightarrow I = \frac{U_{AB}}{R_{AB}} = \frac{U_{AB}}{R_{23}}$$

$$\text{với } U_{AB} = 2 \text{ V; } R_{23} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = \frac{3 \cdot 6}{3 + 6} = 2 \Omega \Rightarrow I = \frac{2}{2} = 1 \text{ A}$$

$$\text{Mặt khác: } I = \frac{E_b}{R_N + r_b} \Rightarrow I R_N + I r_b = E_b$$



$$\Rightarrow R_N = \frac{E_b - Ir_b}{I} = \frac{12 - 1.1}{1} = 11\Omega$$

$$\text{và } R_N = R_1 + R_{23} + R_4 = 3R_4 + R_{23} = 3R_4 + 2$$

$$\Rightarrow R_4 = \frac{R_N - 2}{3} = \frac{11 - 2}{3} = 3\Omega \text{ và } R_1 = 2R_4 = 2.3 = 6\Omega.$$

Vậy: Giá trị các điện trở $R_1 = 6\Omega$; $R_4 = 3\Omega$.

b) Số chỉ của ampe kế

Vì $R_A = 0$ nên ta có thể bỏ R_2 và R_3 . Cường độ dòng điện qua mạch:

$$I = \frac{E_b}{R_1 + R_4 + r_b} = \frac{12}{6 + 3 + 1} = 1,2A$$

Vậy: Số chỉ ampe kế là 1,2A.

Bài 19.

Vì $R_A = 0$ nên nguồn giữa hai điểm mắc ampe kế bị nối tắt.

$$\text{Ta có: } E_b = ne = 3.6 = 18V; r_b = \frac{nr_0}{m} = \frac{3. \frac{2}{3}}{2} = 1\Omega;$$

$$R_N = R_3 + R_{12} = R_3 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 2 + \frac{3.6}{3 + 6} = 4\Omega.$$

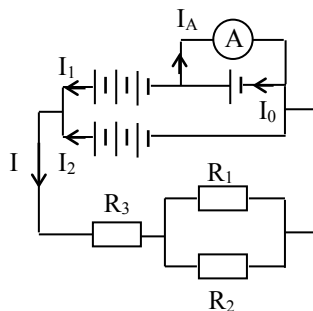
Cường độ dòng điện qua mạch chính:

$$I = \frac{E_b}{r_b + R_N} = \frac{18}{1 + 4} = 3,6A$$

$$\text{Số chỉ ampe kế: } I_A = I_0 - I_1 \text{ với } I_1 = \frac{I}{2} = \frac{3,6}{2} = 1,8A; I_0 = \frac{e_0}{r} = \frac{6}{\frac{2}{3}} = 9A.$$

$$\Rightarrow I_A = 9 - 1,8 = 7,2A.$$

Vậy: Số chỉ của ampe kế là $I_A = 7,2A$.



Bài 20.

$$\text{Ta có: } x + y = 16$$

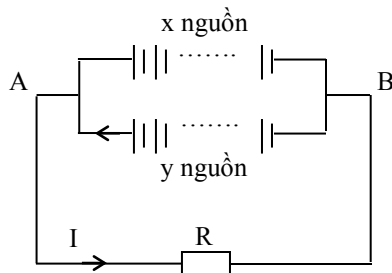
$$E_{b1} = xc = 2x; r_{b1} = xr_0 = x$$

$$E_{b2} = yc = 2y; r_{b2} = yr_0 = y$$

Giả sử dòng qua dây chứa x nguồn bằng 0, ta có:

+ Cường độ dòng điện qua mạch chính:

$$I = \frac{E_{b2}}{R + r_{b2}} = \frac{2y}{15 + y}$$



+ Hiệu điện thế hai đầu bộ nguồn: $U_{AB} = IR = \frac{2y \cdot 15}{15+y} = \frac{30y}{15+y}$ (1)

+ Mặt khác, dòng điện không qua dây chứa x nguồn nên ta có:
 $U_{AB} = E_{b1} = 2x = 2 \cdot (16 - y)$ (2)

+ Từ (1) và (2): $2 \cdot (16 - y) = \frac{30y}{15+y} \Leftrightarrow 2y^2 + 28y - 480 = 0$

$\Rightarrow y = 10$ và $y = -24 < 0$ (loại) và $x = 16 - 10 = 6$.

Vậy: Để cường độ qua một dây bằng 0 thì số nguồn của mỗi dây là 6 và 10.

Bài 21.

Trong $(n - 1)$ nguồn mắc đúng, ta có:
$$\begin{cases} E_b = e \\ r_b = \frac{r}{n-1} \end{cases}$$

Xét theo một vòng kín: $-e + Ir - E_b + Ir_b = 0$

$\Leftrightarrow I(r + r_b) = e + E_b$

$\Leftrightarrow I\left(r + \frac{r}{n-1}\right) = 2e \quad (E_b = e) \Leftrightarrow I \cdot \frac{nr}{n-1} = 2e \Rightarrow I = \frac{2(n-1)e}{nr}$

Suy ra: Dòng điện qua nguồn mắc ngược bằng $I = \frac{2(n-1)e}{nr}$.

Trong $(n - 1)$ nguồn mắc đúng thì dòng điện đều bằng nhau và bằng:

$$\frac{I}{n-1} = \frac{2(n-1)e}{nr(n-1)} = \frac{2e}{nr}$$

Hiệu điện thế của mỗi nguồn:

$$U_{AB} = -e + Ir = -e + \frac{2(n-1)e}{n} = \frac{(n-2)e}{n}$$

Vậy: Cường độ và hiệu điện thế của mỗi nguồn là: nguồn mắc ngược là

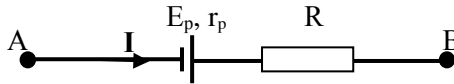
$$I = \frac{2(n-1)e}{nr}, \text{ các nguồn còn lại là } I' = \frac{2e}{nr} \text{ và } U = \frac{(n-2)e}{n}.$$

Dạng 8. Định luật ôm cho từng đoạn mạch

A. PHƯƠNG PHÁP GIẢI

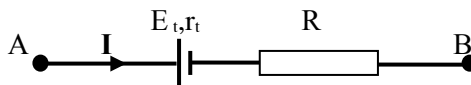
+ Định luật Ohm chứa nguồn (máy phát): $I = \frac{U_{AB} + E_p}{r_p + R}$

- Đối với nguồn điện (máy phát): dòng điện đi vào cực âm và đi ra từ cực dương.
- U_{AB} : tính theo chiều dòng điện đi từ A đến B qua mạch ($U_{AB} = -U_{BA}$).



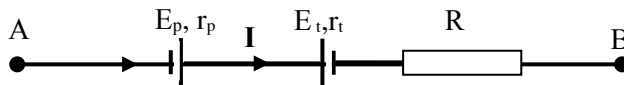
+ Định luật Ohm cho đoạn mạch chứa máy thu điện: $I = \frac{U_{AB} - E_t}{r_t + R}$

- Đối với máy thu E_t : dòng điện đi vào cực dương và đi ra từ cực âm.
- U_{AB} : tính theo chiều dòng điện đi từ A đến B qua mạch.



+ Định luật Ohm cho đoạn mạch chứa cả nguồn và máy thu:

$$I = \frac{U_{AB} + E_p - E_t}{R + r_p + r_t}$$



Chú ý:

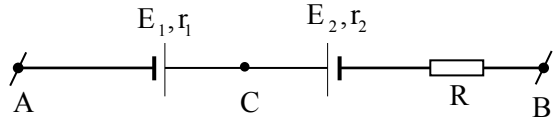
- + Dòng I có chiều AB, do đó nếu chưa có chiều I thì ta giả sử dòng I theo chiều $A \rightarrow B$.
- + Tại một điểm nút ta luôn có: $\sum I_{\text{đến}} = \sum I_{\text{đi}}$ (nút là nơi giao nhau của ít nhất 3 nhánh).
- + Hiệu điện thế giữa hai điểm A, B: $U_{AB} = \pm \sum E \pm I(R + r)$
 - Lấy dấu “+” trước I khi dòng I có chiều AB
 - Lấy dấu “-” trước I khi dòng I ngược chiều AB
 - Khi đi từ A đến B gặp nguồn nào lấy nguồn đó, gặp cực nào trước lấy dấu cực đó.
- + Khi mạch kín thì định luật Ohm cho đoạn mạch chứa cả nguồn và máy thu:

$$I = \frac{E_p - E_t}{R + r_p + r_t}$$

B. VÍ DỤ MẪU

Ví dụ 1: Cho mạch điện như hình vẽ, trong đó: $E_1 = 8 \text{ V}$, $r_1 = 1,2 \Omega$, $E_2 = 4 \text{ V}$, $r_2 = 0,4 \Omega$, $R = 28,4 \Omega$, hiệu điện thế hai đầu đoạn mạch đo được là $U_{AB} = 6 \text{ V}$

- Tính cường độ dòng điện chạy qua đoạn mạch và cho biết chiều của nó.
- Cho biết mạch điện này chứa nguồn điện nào và chứa máy thu nào? Vì sao?
- Tính hiệu điện thế U_{AC} và U_{CB} .



Hướng dẫn giải

a) Giả sử dòng điện trong đoạn mạch có chiều từ A đến B. Khi đó E_1 là máy phát, E_2 là máy thu.

+ Áp dụng định luật ôm cho đoạn mạch AB ta có: $I = \frac{U_{AB} + E_1 - E_2}{R + r_1 + r_2} = \frac{1}{3} (\text{A})$

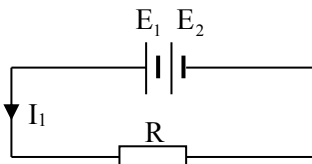
+ Vì $I > 0$ nên dòng điện có chiều từ A đến B.

b) E_1 là máy phát vì dòng điện đi ra từ cực dương. Còn E_2 là máy thu vì dòng điện đi vào từ cực dương.

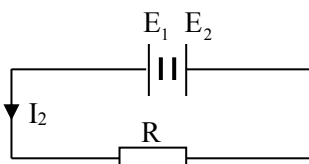
c) Hiệu điện thế giữa hai điểm A và C: $U_{AC} = -E_1 + I r_1 = -7,6 (\text{V})$

+ Hiệu điện thế giữa hai điểm C và B: $U_{CB} = E_2 + I (r_1 + R) = 13,6 (\text{V})$

Ví dụ 2: Cho 2 mạch điện như hình vẽ: Nguồn điện 1 có $E_1 = 18 \text{ V}$, điện trở trong $r_1 = 1 \Omega$. Nguồn điện 2 có suất điện động E_2 và điện trở trong r_2 . Cho $R = 9 \Omega$; $I_1 = 2,5 \text{ A}$; $I_2 = 0,5 \text{ A}$. Xác định suất điện động E_2 và điện trở r_2 .



a)



b)

Hướng dẫn giải

+ Với hình a ta thấy máy 1 và máy 2 đều là máy phát nên định luật ôm viết cho

mạch kín chứa máy phát là: $I_1 = \frac{E_1 + E_2}{R + r_1 + r_2}$

$$\Rightarrow 2,5(9 + 1 + r_2) = 18 + E_2 \Rightarrow E_2 - 2,5r_2 = 7 \quad (1)$$

+ Với hình b ta thấy máy 1 là máy phát còn máy 2 là máy thu nên định luật ôm viết cho mạch kín chứa máy phát và máy thu là: $I_2 = \frac{E_1 - E_2}{R + r_1 + r_2}$

$$\Rightarrow 0,5(9 + 1 + r_2) = 18 - E_2 \Rightarrow E_2 + 0,5r_2 = 13 \quad (2)$$

+ Giải (1) và (2) ta có: $E_2 = 12 \text{ V}$ và $r_2 = 2 \Omega$

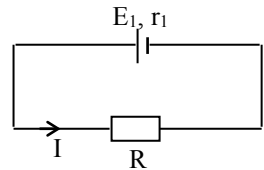
Ví dụ 3: Điện trở R mắc vào nguồn ($E_1 = 15\text{V}$, r_1) sẽ có dòng điện 1A đi qua. Dùng thêm nguồn ($E_2 = 10\text{V}$, r_2) mắc song song hoặc nối tiếp với nguồn trước, cường độ dòng điện qua R không đổi. Tìm R , r_1 , r_2 .

Hướng dẫn giải

– Khi chỉ có nguồn E_1 (hình a):

$$\text{Ta có: } I = \frac{E_1}{R + r_1} \Leftrightarrow 1 = \frac{15}{R + r_1}$$

$$\Rightarrow R + r_1 = 15\Omega \quad (1)$$

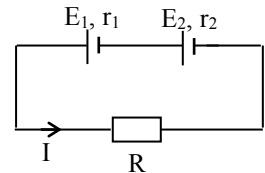


Hình a

– Khi E_2 nối tiếp với E_1 (hình b), ta có: $I = \frac{E_1 + E_2}{R + r_1 + r_2}$

+ Vì cường độ dòng điện qua R không đổi nên:

$$1 = \frac{15 + 10}{R + r_1 + r_2} \Rightarrow R + r_1 + r_2 = 25 \quad (2)$$



Hình b

+ Thay (1) vào (2), ta được: $15 + r_2 = 25 \Rightarrow r_2 = 10\Omega$.

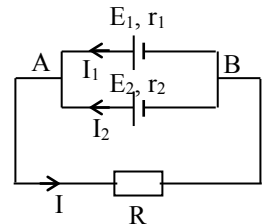
– Khi E_2 song song với E_1 (hình c), ta có:

$$U_{AB} = E_1 - I_1 r_1 \quad (3)$$

$$U_{AB} = E_2 - I_2 r_2 \quad (4)$$

$$U_{AB} = IR \quad (5)$$

$$I_1 + I_2 = I = 1 \quad (6)$$



Hình c

+ Thay (5) vào (3): $IR = E_1 - I_1 r_1$

$$\Rightarrow 1 \cdot R = 15 - I_1 r_1 \quad (7)$$

+ Thay (1) vào (7): $15 - r_1 = 15 - I_1 r_1 \Rightarrow r_1 = I_1 r_1 \Rightarrow I_1 = 1\text{A}$.

+ Từ (6) suy ra: $1 + I_2 = 1 \Rightarrow I_2 = 0$.

+ Kết hợp (4) và (5): $1 \cdot R = E_2 \Rightarrow R = E_2 = 10\Omega$.

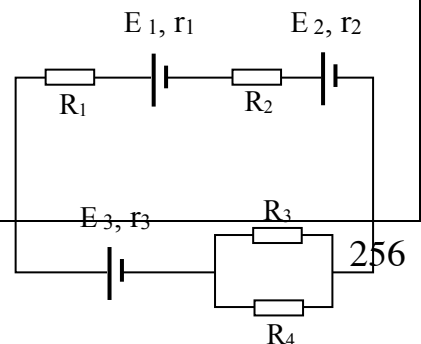
+ Từ (1) suy ra: $r_1 = 15 - 10 = 5\Omega$.

Vậy: $R = 10\Omega$; $r_1 = 5\Omega$; $r_2 = 10\Omega$.

Ví dụ 4: Cho mạch điện như hình vẽ: $E_1 = 9 \text{ V}$, $E_2 = 3 \text{ V}$, $E_3 = 10\text{V}$, $r_1 = r_2 = r_3 = 1 \Omega$, $R_1 = 3 \Omega$, $R_2 = 5 \Omega$, $R_3 = 36 \Omega$, $R_4 = 12 \Omega$

a) Tính tổng trở của mạch ngoài và điện trở toàn phần của mạch điện.

b) Xác định độ lớn và chiều dòng điện



256

trong mạch chính. Cho biết đầu là
máy thu đầu là máy phát.

Hướng dẫn giải

a) Giả sử chiều của dòng điện trong mạch như hình

+ Kho đó E_1 và E_2 là máy phát, E_3 là máy thu

+ Tổng trở mạch ngoài là:

$$R_{ng} = R_1 + R_2 + \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} = 17\Omega$$

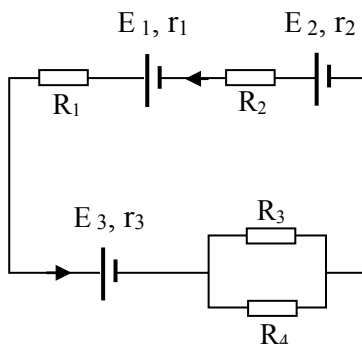
+ Tổng trở toàn phần của mạch điện:

$$R_{tp} = R_{ng} + r_1 + r_2 + r_3 = 20\Omega$$

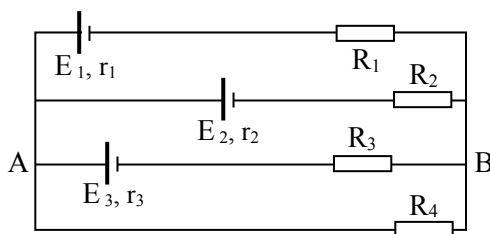
b) Cường độ dòng điện trong mạch chính:

$$I = \frac{E_1 + E_2 - E_3}{R_{tp}} = \frac{9 + 3 - 10}{20} = 0,1(A)$$

+ Vậy E_1 và E_2 là máy phát, E_3 là máy thu



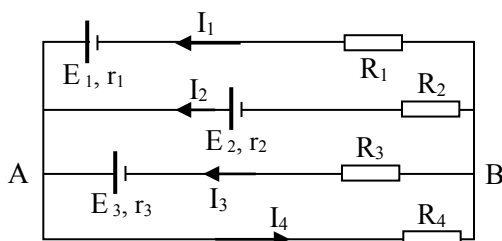
Ví dụ 5: Cho mạch điện như hình
vẽ, $E_1 = 12(V)$; $r_1 = 1(\Omega)$; $E_2 = 6(V)$; $r_2 = 2(\Omega)$; $E_3 = 9(V)$;
 $r_3 = 3(\Omega)$, $R_4 = 6(\Omega)$, $R_1 = 4(\Omega)$,
 $R_2 = R_3 = 3(\Omega)$. Tìm hiệu điện thế
giữa A và B.



Hướng dẫn giải

+ Giải sử chiều các dòng điện
trong mạch như hình

+ Ta có:
$$\begin{cases} U_{AB} = E_1 - I_1(r_1 + R_1) \\ U_{AB} = E_2 - I_2(r_2 + R_2) \\ U_{AB} = E_3 - I_3(r_3 + R_3) \\ U_{AB} = I_4 R_4 \end{cases}$$



$$\Leftrightarrow \begin{cases} E_1 - I_1(r_1 + R_1) = E_2 - I_2(r_2 + R_2) \\ E_1 - I_1(r_1 + R_1) = E_3 - I_3(r_3 + R_3) \\ E_1 - I_1(r_1 + R_1) = I_4 R_4 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 5I_1 - 5I_2 = 6 \\ 5I_1 - 6I_3 = 3 \\ 5I_1 + 6I_4 = 12 \end{cases}$$

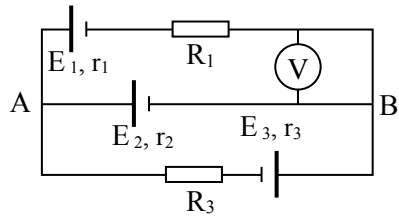
$$+ \text{ Lại có: } I_4 = I_1 + I_2 + I_3 \Rightarrow \begin{cases} 5I_1 - 5I_2 = 6 \\ 5I_1 - 6I_3 = 3 \\ 11I_1 + 6I_2 + 6I_3 = 12 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_1 = \frac{111}{110}(\text{A}) \\ I_2 = -\frac{21}{110}(\text{A}) \\ I_3 = \frac{15}{44}(\text{A}) \end{cases}$$

+ Vì $I_2 < 0$ nên chiều dòng I_2 ngược lại với chiều giả sử.

$$+ \text{ Ta có: } U_{AB} = E_1 - I_1(R_1 + r_1) = 12 - \frac{111}{110} \cdot 5 = 6,95 \text{ V}$$

Ví dụ 6: Cho sơ đồ mạch điện như hình vẽ 3 nguồn $E_1 = 10\text{V}$, $r_1 = 0,5\Omega$; $E_2 = 20\text{V}$, $r_2 = 2\Omega$; $E_3 = 12\text{V}$, $r_3 = 2\Omega$; $R_1 = 1,5\Omega$; $R_3 = 4\Omega$.

- Tính cường độ dòng điện chạy trong mạch chính.
- Xác định số chỉ của Vôn kế.



Hướng dẫn giải

a) Giả sử dòng điện trong mạch có chiều như hình

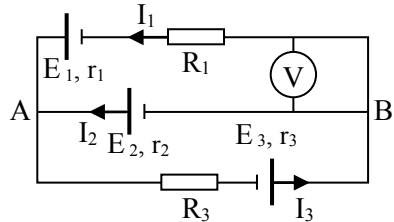
$$+ \text{ Ta có: } \begin{cases} U_{AB} = E_1 - I_1(R_1 + r_1) \\ U_{AB} = E_2 - I_2 r_2 \\ U_{AB} = -E_3 + I_3(R_3 + r_3) \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} U_{AB} = 10 - 2I_1 \\ U_{AB} = 20 - 2I_2 \\ U_{AB} = -12 + 6I_3 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 10 - 2I_1 = 20 - 2I_2 \\ 20 - 2I_2 = -12 + 6I_3 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} I_1 - I_2 = -5 & (1) \\ I_2 + 3I_3 = 16 & (2) \end{cases}$$

$$+ \text{ Lại có: } I_3 = I_1 + I_2 \Rightarrow I_1 + I_2 - I_3 = 0 \quad (3)$$

$$+ \text{ Giải hệ 3 phương trình (1), (2) và (3) ta có: } \begin{cases} I_1 = -\frac{4}{7}(\text{A}) \\ I_2 = \frac{31}{7}(\text{A}) \\ I_3 = \frac{27}{7}(\text{A}) \end{cases}$$



+ Vì $I_1 < 0$ nên dòng I_1 ngược lại với giả sử nên dòng điện thực trong mạch như hình.

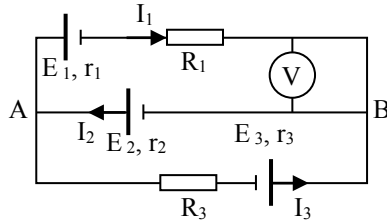
+ Từ hình ta thấy dòng điện trong

mạch chính là: $I = I_2 = \frac{31}{7} \text{ (A)}$

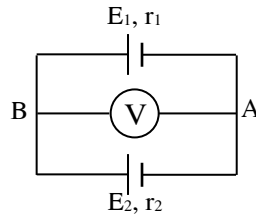
b) Dễ nhận thấy giữa hai đầu vôn kế bên đường đi qua B không có điện trở nào nên $U_V = 0$

Chú ý: Có thể tính số chỉ vôn kế theo

công thức: $U_V = -E_2 + E_1 + I_2 r_2 + I_1 (R_1 + r_1) = 0$



Ví dụ 7: Cho mạch điện như hình vẽ: $E_1 = 1,5\text{V}$, $E_2 = 2\text{V}$, R_V rất lớn, vôn kế chỉ $1,7\text{V}$. Hỏi khi đảo cực nguồn E_1 , vôn kế chỉ bao nhiêu? có cần đảo lại cực vôn kế không?



Hướng dẫn giải

– Ban đầu (khi chưa đảo cực nguồn E_1), ta có:

$$U_{BA} = E_1 + I r_1 \quad (1)$$

$$\text{và } U_{BA} = E_2 - I r_2 \quad (2)$$

$$\Leftrightarrow E_1 + I r_1 = E_2 - I r_2 \Rightarrow I = \frac{E_2 - E_1}{r_1 + r_2}$$

$$\text{Từ (2) suy ra: } U_{BA} = E_2 - \frac{E_2 - E_1}{r_1 + r_2} \cdot r_2$$

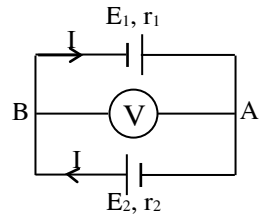
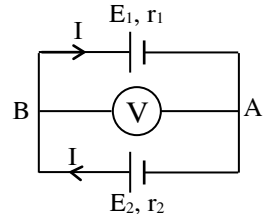
$$\Leftrightarrow 1,7 = 2 - \frac{2 - 1,5}{r_1 + r_2} \cdot r_2 \Rightarrow \frac{r_2}{r_1 + r_2} = 0,6 \quad (3)$$

– Khi đảo cực nguồn E_1 , ta có:

$$I' = \frac{E_1 + E_2}{r_1 + r_2} \Rightarrow U'_{BA} = E_2 - I' r_2 = E_2 - \frac{E_1 + E_2}{r_1 + r_2} \cdot r_2$$

$$\text{Mà } \frac{r_2}{r_1 + r_2} = 0,6 \Rightarrow U'_{BA} = 2 - (2 + 1,5) \cdot 0,6 = -0,1\text{V}$$

Vậy: Số chỉ của vôn kế bằng $0,1\text{V}$ và ta cần phải đảo cực của vôn kế.

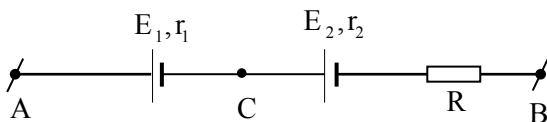


C. BÀI TẬP VẬN DỤNG

Bài 1. Cho mạch điện như hình vẽ, trong đó: $E_1 = 8\text{ V}$, $r_1 = 1,2\ \Omega$, $E_2 = 4\text{ V}$, $r_2 = 0,4\ \Omega$, $R = 28,4\ \Omega$, hiệu điện thế hai đầu đoạn mạch đo được là $U_{AB} = 6\text{ V}$

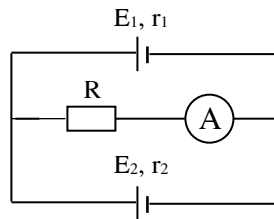
a) Tính cường độ dòng điện chạy qua đoạn mạch và cho biết chiều của nó.

- b) Cho biết mạch điện này chứa nguồn điện nào và chứa mấy thu nào? Vì sao ?

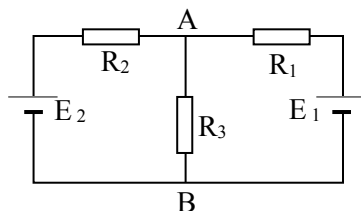


- c) Tính hiệu điện thế U_{AC} và U_{CB} .

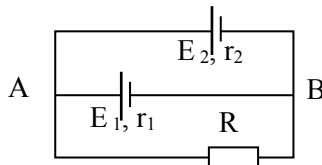
Bài 2. Cho mạch điện như hình vẽ: $E_1 = 6V$, $E_2 = 4,5V$, $r_1 = 2\Omega$, $R = 2\Omega$, $R_A = 0$. Ampe kế chỉ $2A$. Tính r_2 .



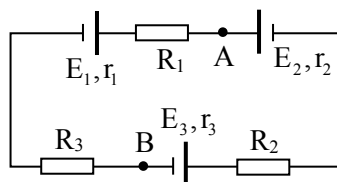
Bài 3. Cho mạch điện như hình vẽ. Biết $E_1 = 2,1V$; $E_2 = 1,5V$; r_1, r_2 không đáng kể, $R_1 = R_3 = 10\Omega$ và $R_2 = 20\Omega$. Tính cường độ dòng điện chạy qua mạch chính và qua các điện trở.



Bài 4. Cho mạch điện như hình vẽ. Trong đó: $E_1 = 20V$, $E_2 = 32V$, $r_1 = 1\Omega$, $r_2 = 0,5\Omega$, $R = 2\Omega$. Tìm cường độ dòng điện qua mỗi nhánh.



Bài 5. Cho mạch điện như hình vẽ: $E_1 = 12V$, $r_1 = 1\Omega$, $E_2 = 6V$, $r_2 = 2\Omega$, $E_3 = 9V$, $r_3 = 3\Omega$, $R_1 = 4\Omega$, $R_2 = 2\Omega$, $R_3 = 3\Omega$. Tính U_{AB} và cường độ dòng điện qua mỗi điện trở.

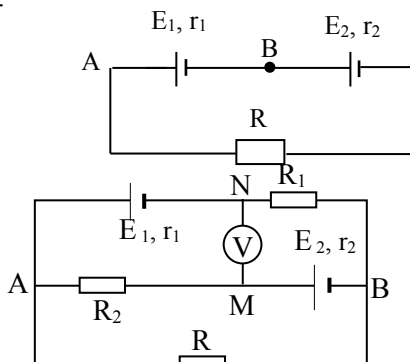


Bài 6. Cho mạch điện như hình vẽ. Tìm E_1 để:

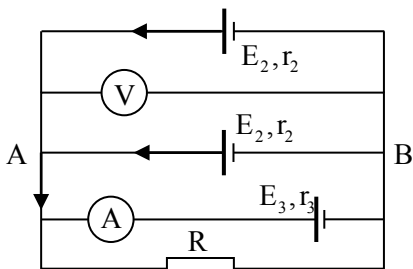
- $U_{AB} > 0$.
- $U_{AB} < 0$.
- $U_{AB} = 0$.

Bài 7. Cho mạch điện như hình vẽ. Trong đó: $E_1 = E_2 = 6V$; $r_1 = 1\Omega$; $r_2 = 2\Omega$, $R_1 = 5\Omega$; $R_2 = 4\Omega$. Vôn kế V (điện trở rất lớn, cực dương mắc vào điểm M) chỉ $7,5V$. Tính:

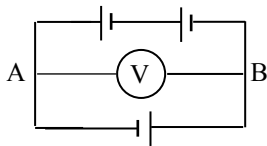
- Hiệu điện thế U_{AB} giữa A và B.
- Điện trở R.



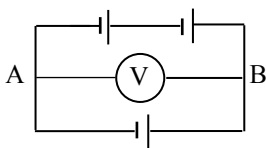
Bài 8. Cho mạch điện như hình vẽ, $E_1 = 1,9 \text{ (V)}$; $r_1 = 0,3 \text{ (}\Omega\text{)}$; $E_2 = 1,7 \text{ (V)}$; $r_2 = 0,1 \text{ (}\Omega\text{)}$; $E_3 = 1,6 \text{ (V)}$; $r_3 = 0,1 \text{ (}\Omega\text{)}$, ampe kế A chỉ số 0. Tìm R và các dòng điện. Coi rằng điện trở ampe kế không đáng kể, điện trở vôn kế vô cùng lớn.



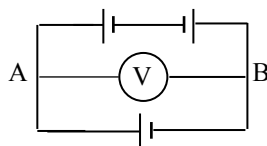
Bài 9. Ba nguồn giống nhau, mỗi nguồn có: $E = 1,5\text{V}$, $r = 0,5\Omega$ và một vôn kế V (R_V rất lớn) lần lượt mắc theo ba sơ đồ như hình vẽ. Tính số chỉ vôn kế trên mỗi sơ đồ.



Hình a

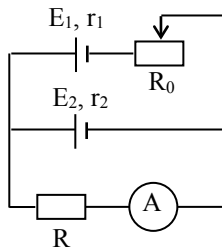


Hình b

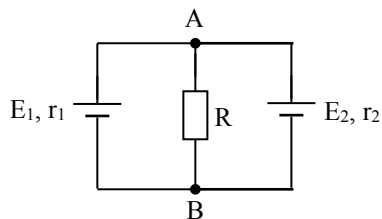


Hình c

Bài 10. Cho mạch điện như hình vẽ: $R = 10\Omega$, $r_1 = r_2 = 1\Omega$, $R_A = 0$. Khi xô dịch con chạy biến trở R_0 , số chỉ ampe kế không đổi và bằng 1A. Tìm E_1 , E_2 .

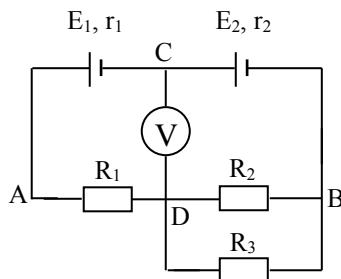


Bài 11. Cho mạch điện như hình vẽ. Tìm biểu thức tính U_{AB} . Khi nào E_2 là: Máy phát? Máy thu? Không phát, không thu?



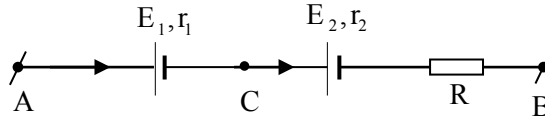
Bài 12. Cho mạch điện như hình vẽ: $E_1 = 6\text{V}$, $E_2 = 3\text{V}$, $r_1 = r_2 = 1\Omega$, $R_1 = 5\Omega$, $R_2 = 3\Omega$, R_V rất lớn.

- Vôn kế V chỉ 0. Tính R_3 .
- Đảo vị trí các cực của một trong hai nguồn. Tìm số chỉ của vôn kế.



D. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP VẬN DỤNG

Bài 1.



a) Giả sử dòng điện trong đoạn mạch có chiều từ A đến B. Khi đó E_1 và E_2 đều là máy thu.

+ Áp dụng định luật ôm cho đoạn mạch AB ta có: $I = \frac{U_{AB} - (E_1 + E_2)}{R + r_1 + r_2} = -0,2 \text{ (A)}$

+ Vì $I < 0$ nên dòng điện có chiều từ B đến A.

b) E_1 và E_2 đều là máy phát vì dòng điện đi ra từ cực dương

c) Hiệu điện thế giữa hai điểm A và C: $U_{AC} = E_1 - I r_1 = 7,76 \text{ (V)}$

+ Hiệu điện thế giữa hai điểm C và B: $U_{CB} = E_2 - I(r_2 + R) = -1,76 \text{ (V)}$

Bài 2.

+ Giả sử dòng điện có chiều như hình vẽ, ta có:

$$U_{AB} = IR = 2,2 = 4 \text{ V.}$$

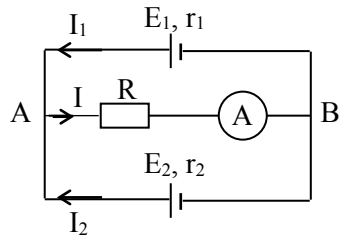
+ Xét nhánh trên, ta có: $U_{AB} - E_1 + I_1 r_1 = 0$

$$\Rightarrow I_1 = \frac{E_1 - U_{AB}}{r_1} = \frac{6 - 4}{2} = 1 \text{ A} \quad (1)$$

+ Xét nhánh dưới, ta có: $U_{AB} - E_2 + I_2 r_2 = 0$

$$\Rightarrow I_2 r_2 = E_2 - U_{AB} = 4,5 - 4 = 0,5$$

$$\Rightarrow r_2 = \frac{0,5}{I_2} \quad (2)$$



+ Mặt khác, tại nút A: $I = I_1 + I_2 \Rightarrow I_2 = I - I_1 = 2 - 1 = 1 \text{ A}$

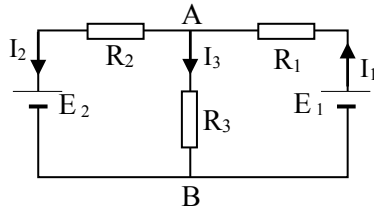
+ Thay vào (2) ta được: $r_2 = 0,5 \Omega$. Vậy: $r_2 = 0,5 \Omega$.

Bài 3.

+ Giả sử chiều các dòng điện đi như hình

$$\text{+ Ta có: } \begin{cases} U_{AB} = 2,1 - 10I_1 \\ U_{AB} = 20I_2 + 1,5 \\ U_{AB} = 10I_3 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} 2,1 - 10I_1 = 10I_3 \\ 20I_2 + 1,5 = 10I_3 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 10I_1 + 10I_3 = 2,1 & (1) \\ 20I_2 - 10I_3 = -1,5 & (2) \end{cases}$$



+ Tại nút A ta có: $I_1 = I_2 + I_3 \Rightarrow I_1 - I_2 - I_3 = 0$ (3)

+ Giải hệ 3 phương trình (1), (2) và (3) ta có:
$$\begin{cases} I_1 = 0,096(\text{A}) \\ I_2 = -0,018(\text{A}) \\ I_3 = 0,114(\text{A}) \end{cases}$$

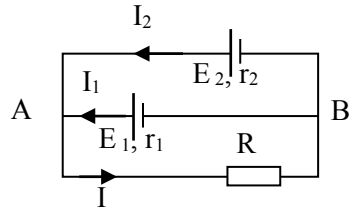
+ Vì $I_2 < 0$ nên chiều dòng điện I_2 ngược với chiều giả sử ban đầu

Bài 4.

+ Giả sử chiều dòng điện trong các nhánh như hình

+ Ta có:
$$\begin{cases} U_{AB} = E_1 - I_1 r_1 \\ U_{AB} = E_2 - I_2 r_2 \\ U_{AB} = I.R \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} E_1 - I_1 r_1 = E_2 - I_2 r_2 \\ E_2 - I_2 r_2 = I.R \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} 20 - I_1 = 32 - 0,5I_2 \\ 32 - 0,5I_2 = 2I \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_1 - 0,5I_2 = -12 \\ 0,5I_2 + 2I = 32 \end{cases}$$



+ Tại nút A ta có: $I = I_1 + I_2 \Rightarrow \begin{cases} I_1 - 0,5I_2 = -12 \\ 0,5I_2 + 2I = 32 \\ I_1 + I_2 - I = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_1 = -4(\text{A}) \\ I_2 = 16(\text{A}) \\ I = 12(\text{A}) \end{cases}$

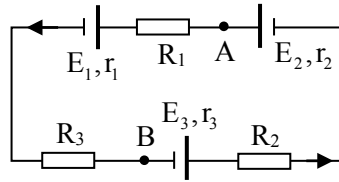
+ Vì $I_1 < 0$ nên dòng điện I_1 có chiều ngược lại với giả thiết

Bài 5.

+ Giả sử chiều dòng điện trong mạch như hình

+ Áp dụng định luật ôm cho mạch kín ta có:

$$I = \frac{E_2 + E_3 - E_1}{R_1 + R_2 + R_3 + r_1 + r_2 + r_3} = 0,2(\text{A})$$



+ Vì $I > 0$ nên điều giả sử là đúng

+ Hiệu điện thế giữa hai điểm A, B:

$$U_{AB} = E_1 + I(R_1 + R_3 + r_1) = 13,6(\text{V})$$

Bài 6.

Ta có:

$$+ I = \frac{E_1 + E_2}{R + r_1 + r_2} \quad (1)$$

$$+ U_{AB} = E_1 - I r_1 = E_1 - \frac{(E_1 + E_2)r_1}{R + r_1 + r_2} = \frac{(R + r_2)E_1 - E_2 r_1}{R + r_1 + r_2} \quad (2)$$

a) Để $U_{AB} > 0$: Từ (2), để $U_{AB} > 0$ thì:

$$(R + r_2)E_1 - E_2 r_1 > 0 \Rightarrow E_1 > \frac{E_2 r_1}{R + r_2}$$

b) Để $U_{AB} < 0$: Từ (2), để $U_{AB} < 0$ thì:

$$(R + r_2)E_1 - E_2 r_1 < 0 \Rightarrow E_1 < \frac{E_2 r_1}{R + r_2}$$

c) Để $U_{AB} = 0$: Từ (2), để $U_{AB} = 0$ thì: $(R + r_2)E_1 - E_2 r_1 = 0$

$$\Rightarrow E_1 = \frac{E_2 r_1}{R + r_2}.$$

Vậy: Để $U_{AB} > 0$ thì $E_1 > \frac{E_2 r_1}{R + r_2}$.

$$\text{Để } U_{AB} < 0 \text{ thì } E_1 < \frac{E_2 r_1}{R + r_2}.$$

$$\text{Để } U_{AB} = 0 \text{ thì } E_1 = \frac{E_2 r_1}{R + r_2}.$$

Bài 7.

+ Giải sử chiều các dòng điện như hình

a) Ta có:
$$\begin{cases} U_{MN} = E_1 + I_2 R_2 - I_1 r_1 \\ U_{MN} = E_2 - I_2 r_2 + I_1 R_1 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} 7,5 = 6 + 4I_2 - I_1 \\ 7,5 = 6 - 2I_2 + 5I_1 \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} I_1 - 4I_2 = -1,5 \\ 5I_1 - 2I_2 = 1,5 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_1 = 0,5(A) \\ I_2 = 0,5(A) \end{cases}$$

+ Lại có: $U_{AB} = E_1 - I_1(R_1 + r_1) = 6 - 0,5(5 + 1) = 3(V)$

b) Ta có: $U_{AB} = IR$

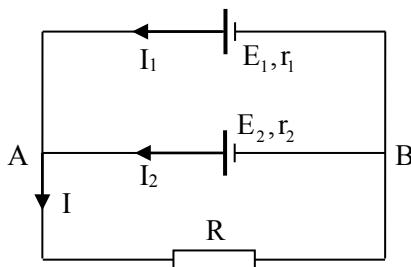
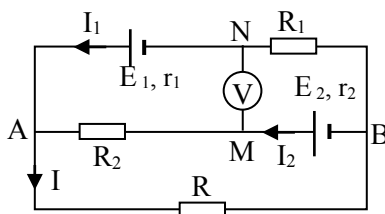
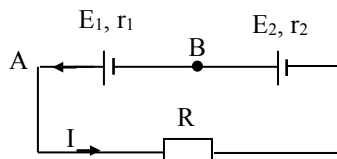
+ Mà $I = I_1 + I_2 = 1 A \Rightarrow R = 3\Omega$

Bài 8.

+ Số chỉ ampe kế bằng 0 $\Rightarrow$ dòng điện không qua ampe kế $\Rightarrow U_{AB} = E_3 = 1,6 V$

+ Vì vôn kế có điện trở rất lớn nên dòng điện cũng không qua vôn kế, mạch vẽ lại như hình.

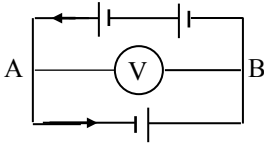
+ Ta có:



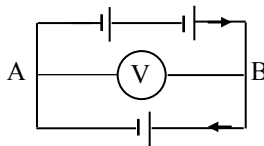
$$\begin{cases} U_{AB} = E_1 - I_1 r_1 \\ U_{AB} = E_2 - I_2 r_2 \\ U_{AB} = I R \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 1,6 = 1,9 - 0,3I_1 \\ 1,6 = 1,7 - 0,1I_2 \\ 1,6 = I R \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} I_1 = 1(A) \\ I_2 = 1(A) \end{cases} \Rightarrow I = I_1 + I_2 = 2(A) \Rightarrow R = 0,8\Omega$$

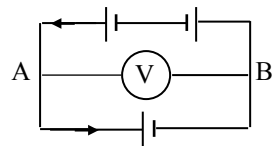
Bài 9.



Hình a



Hình b



Hình c

Giả sử dòng điện trong mạch có chiều như hình vẽ:

– **Hình a:** Nhánh trên: $U_{AB} = 2E - I.2r_0$ (1)

Nhánh dưới: $U_{AB} = -E + I.r_0$ (2)

+ Từ (1) và (2) ta có: $2E - I.2r_0 = -E + I.r_0 \Rightarrow I = \frac{E}{r_0} = \frac{1,5}{0,5} = 3(A)$

+ Số chỉ của vôn kế: $U_{AB} = 2.1,5 - 3.2.0,5 = 0$.

– **Hình b:** Nhánh trên: $U_{AB} = -2E + I.2r_0 = -3 + I$ (3)

Nhánh dưới: $U_{AB} = -E - I.r_0 = -1,5 - 0,5I$ (4)

+ Từ (3) và (4) ta có: $-3 + I = -1,5 - 0,5I \Rightarrow I = 1A$; $U_{AB} = -3 + 1 = -2V$.

+ Số chỉ của vôn kế là 2V, cực dương nối với B.

– **Hình c:** Nhánh trên: $U_{AB} = -I.2r_0 = -I$ (5)

Nhánh dưới: $U_{AB} = E + I.r_0 = 1,5 + 0,5I$ (6)

+ Từ (5) và (6) ta có: $-I = 1,5 + 0,5I$

$\Rightarrow I = -1A$: dòng điện thực tế ngược chiều ta chọn.

+ Số chỉ của vôn kế là $U_{AB} = -(-1) = 1V$, cực dương của vôn kế nối với A ($V_A > V_B$).

Bài 10.

– Vì khi xô dịch con chạy R_0 , số chỉ của ampe kế không đổi nên không có dòng điện chạy qua nguồn E_1 .

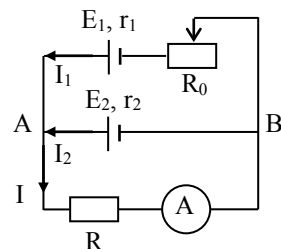
– Ta có: $U_{AB} = IR = 1.10 = 10V$.

+ Với nguồn E_1 , ta có: $U_{AB} = E_1 \Rightarrow E_1 = 10V$.

+ Với nguồn E_2 , ta có: $U_{AB} = E_2 - Ir_2$

$$\Rightarrow E_2 = U_{AB} + Ir_2 = 10 + 1.1 = 11V.$$

Vậy: Suất điện động của các nguồn điện là $E_1 = 10V$, $E_2 = 11V$.

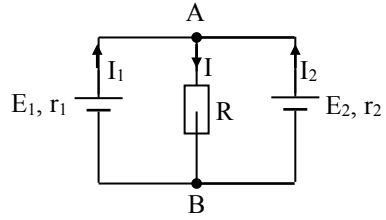


Bài 11.

– Áp dụng công thức:

$$\frac{E_b}{r_b} = \frac{E_1}{r_1} + \frac{E_2}{r_2} \Rightarrow E_b = \left(\frac{E_1}{r_1} + \frac{E_2}{r_2} \right) \cdot r_b$$

$$\frac{1}{r_b} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \Rightarrow r_b = \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2}$$



– Ta có: $U_{AB} = IR = \frac{E_b}{R+r_b} \cdot R = \frac{\left(\frac{E_1}{r_1} + \frac{E_2}{r_2} \right) r_b \cdot R}{R+r_b}$

$$\Leftrightarrow U_{AB} = \frac{\left(\frac{E_1}{r_1} + \frac{E_2}{r_2} \right) \cdot \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2} \cdot R}{R + \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2}} = \frac{(E_1 r_2 + E_2 r_1) \cdot R}{R r_1 + R r_2 + r_1 r_2}$$

– E_2 là máy phát khi dòng $I_2 > 0$ (cùng chiều đã chọn):

Ta có: $U_{AB} = E_2 - I_2 r_2 \Rightarrow$

$$\Rightarrow I_2 > 0 \Leftrightarrow E_2 - U_{AB} > 0 \Rightarrow E_2 > U_{AB}.$$

– E_2 là máy thu khi $I_2 < 0$ (ngược chiều đã chọn): $E_2 < U_{AB}$.

– E_2 không thu, không phát khi: $I_2 = 0 \Rightarrow E_2 = U_{AB}$.

Vậy: $U_{AB} = \frac{(E_1 r_2 + E_2 r_1) \cdot R}{R r_1 + R r_2 + r_1 r_2}$; để E_2 là máy phát thì $E_2 > U_{AB}$; để E_2 là máy thu

thì $E_2 < U_{AB}$; để E_2 không phát, không thu thì $E_2 = U_{AB}$.

Bài 12.

a) Tính R_3 : Ta có:

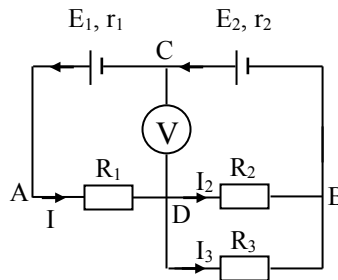
Điện trở mạch ngoài:

$$R_N = R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = 5 + \frac{3R_3}{3 + R_3}$$

Cường độ dòng điện qua mạch:

$$I = \frac{E_1 + E_2}{R_N + r_1 + r_2}$$

$$\Rightarrow I = \frac{6+3}{5 + \frac{3R_3}{3 + R_3} + 1 + 1} = \frac{9 \cdot (3 + R_3)}{10R_3 + 21}$$



Ta có: $U_{DC} = U_{DB} + U_{BC} = IR_{23} - E_2 + Ir_2 = I(R_{23} + r_2) - E_2$

$$\Rightarrow U_{DC} = \frac{9 \cdot (3 + R_3)}{10R_3 + 21} \cdot \left[\frac{3R_3}{3 + R_3} + 1 \right] - 3 = \frac{9}{10R_3 + 21} \cdot [4R_3 + 3] - 3$$

$$\text{Đề vôn kế chỉ số 0: } U_{DC} = 0 \Leftrightarrow \frac{9}{10R_3 + 21} \cdot (4R_3 + 3) - 3 = 0$$

$$36R_3 + 27 - 30R_3 - 63 = 0 \Rightarrow R_3 = 6\Omega.$$

Vậy: $R_3 = 6\Omega$.

- b) Số chỉ của vôn kế khi đảo cực của một nguồn: Giả sử đảo cực của nguồn E_2 , cường độ dòng điện qua mạch là:

$$I = \frac{E_1 - E_2}{R_N + r_1 + r_2} = \frac{3 \cdot (3 + 6)}{10 \cdot 6 + 21} = \frac{1}{3} \text{ A}$$

$$\text{Ta có: } U_{CD} = -E_1 + I(r_1 + R_1) = -6 + \frac{1}{3} \cdot (1 + 5) = -4\text{V} \Rightarrow U_{DC} = 4\text{V}.$$

Vậy: Khi đảo cực của một nguồn thì số chỉ của vôn kế bằng 4V, cực dương nối với D.

Dạng 9. CÔNG VÀ CÔNG SUẤT CỦA NGUỒN ĐIỆN VÀ MÁY THU ĐIỆN

A. PHƯƠNG PHÁP GIẢI

1. Công, công suất và hiệu suất của nguồn điện

– Công của nguồn điện: $A = EIt$.

– Công suất của nguồn điện: $P = \frac{A}{t} = EI$.

– Hiệu suất của nguồn điện: $H\% = \frac{U}{E} \cdot 100\% = \frac{R}{R+r} \cdot 100\% = (1 - \frac{rI}{E}) \cdot 100\%$.

(E, r là suất điện động và điện trở trong của nguồn; R là điện trở mạch ngoài).

2. Công, công suất và hiệu suất của máy thu điện

– Công tiêu thụ của máy thu điện: $A' = UIt = E'It + r'I^2t$.

– Công suất tiêu thụ của máy thu điện: $P' = \frac{A'}{t} = UI = E'I + r'I^2$.

– Hiệu suất của máy thu điện:

$$H'\% = \frac{E'}{U} \cdot 100\% = \frac{E'}{E' + r'I} \cdot 100\% = (1 - \frac{r'I}{U}) \cdot 100\%$$

(E', r' là suất phản điện và điện trở trong của máy thu; R là điện trở mạch ngoài).

B. VÍ DỤ MẪU

Ví dụ 1: Acquy có $r = 0,08\Omega$. Khi dòng điện qua acquy là $4A$, nó cung cấp cho mạch ngoài một công suất bằng $8W$.

Hỏi khi dòng điện qua acquy là $6A$, nó cung cấp cho mạch ngoài công suất bao nhiêu?

Hướng dẫn giải

Hiệu điện thế mạch ngoài: $U = E - rI$.

Công suất cung cấp cho mạch ngoài: $P = UI = (E - rI)I$.

+ Với $I = 4A \Rightarrow P = (E - 0,08 \cdot 4) \cdot 4 = 8 \Rightarrow E = 2,32V$.

+ Với $I' = 6A \Rightarrow P' = (2,32 - 0,08 \cdot 6) \cdot 6 = 11,04W$.

Vậy: Khi dòng điện qua acquy là $6A$, nó cung cấp cho mạch ngoài công suất là $P' = 11,04W$.

Ví dụ 2: Điện trở $R = 8\Omega$ mắc vào 2 cực một acquy có điện trở trong $r = 1\Omega$. Sau đó người ta mắc thêm điện trở R song song với điện trở cũ.

Hỏi công suất mạch ngoài tăng hay giảm bao nhiêu lần?

Hướng dẫn giải

Cường độ dòng điện ban đầu trong mạch: $I_1 = \frac{E}{R+r}$.

Công suất mạch ngoài: $P_1 = RI_1^2 = \frac{RE^2}{(R+r)^2}$.

Cường độ dòng điện sau khi mắc thêm R: $I_2 = \frac{E}{\frac{R}{2} + r} = \frac{2E}{R+2r}$.

Công suất mạch ngoài: $P_2 = \frac{R}{2} I_2^2 = \frac{R}{2} \cdot \frac{4E^2}{(R+2r)^2}$

$\Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{2RE^2}{(R+2r)^2} \cdot \frac{(R+r)^2}{RE^2} = \frac{2(R+r)^2}{(R+2r)^2} = \frac{2 \cdot (8+1)^2}{(8+2)^2} = 1,62$

Vậy: Công suất mạch ngoài tăng lên 1,62 lần.

Ví dụ 3:

- a) Khi điện trở mạch ngoài của một nguồn điện là R_1 hoặc R_2 thì công suất mạch ngoài có cùng giá trị. Tính E, r của nguồn theo R_1, R_2 và công suất P.
 b) Nguồn điện trên có điện trở mạch ngoài R. Khi mắc thêm R_x song song R thì công suất mạch ngoài không đổi. Tính R_x .

Hướng dẫn giải

a) Tính E, r

Công suất tiêu thụ mạch ngoài:

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

Với $R_1 = R_2$ thì $P_1 = P_2 \Leftrightarrow \frac{E^2}{\left(\sqrt{R_1} + \frac{r}{\sqrt{R_1}}\right)^2} = \frac{E^2}{\left(\sqrt{R_2} + \frac{r}{\sqrt{R_2}}\right)^2}$

$\Leftrightarrow R_1 + 2r + \frac{r^2}{R_1} = R_2 + 2r + \frac{r^2}{R_2} \Leftrightarrow R_1 - R_2 = r^2 \left(\frac{R_1 - R_2}{R_1 R_2} \right)$

$\Rightarrow r = \sqrt{R_1 R_2}$ và $E = \left(\sqrt{R_1} + \frac{r}{\sqrt{R_1}} \right) \sqrt{P} = (\sqrt{R_1} + \sqrt{R_2}) \sqrt{P}$.

Vậy: $E = (\sqrt{R_1} + \sqrt{R_2}) \sqrt{P}$; $r = \sqrt{R_1 R_2}$.

b) Tính R_x

Vì công suất mạch ngoài không đổi nên từ câu a, ta có:

$$\frac{E^2}{(\sqrt{R} + \frac{r}{\sqrt{R}})^2} = \frac{E^2}{(\sqrt{\frac{RR_x}{R+R_x}} + \sqrt{\frac{r}{\frac{RR_x}{R+R_x}}})^2}$$

$$\Leftrightarrow R + 2r + \frac{r^2}{R} = \frac{RR_x}{R+R_x} + 2r + \frac{r^2(R+R_x)}{RR_x} \Leftrightarrow R + \frac{r^2}{R} = \frac{RR_x}{R+R_x} + \frac{r^2}{R_x} + \frac{r^2}{R}$$

$$\Leftrightarrow RR_x(R+R_x) = RR_x^2 + r^2R + r^2R_x$$

$$\Leftrightarrow R^2R_x = r^2R + r^2R_x \Leftrightarrow R_x(R^2 - r^2) = r^2R, \text{ với } R > r \Rightarrow R_x = \frac{r^2R}{R^2 - r^2}.$$

Vậy: $R_x = \frac{r^2R}{R^2 - r^2}$, với $R > r$.

Ví dụ 4: Một động cơ điện mắc vào nguồn điện hiệu điện thế U không đổi. Cuộn dây của động cơ có điện trở R . Khi động cơ hoạt động, cường độ dòng điện chạy qua động cơ là I .

- Lập biểu thức tính công suất hữu ích của động cơ và suất phản điện xuất hiện trong động cơ.
- Tính I để công suất hữu ích đạt cực đại. Khi này, hiệu suất của động cơ là bao nhiêu?

Hướng dẫn giải

- Biểu thức tính công suất hữu ích của động cơ và suất phản điện xuất hiện trong động cơ

Công suất có ích của động cơ: $P = UI - RI^2$.

Suất phản điện của động cơ: $U = E + RI \Rightarrow E = U - RI$.

- Tính I để công suất hữu ích đạt cực đại

$$\text{Công suất có ích: } P = RI^2 = R \cdot \frac{U^2}{(R+r)^2} = \frac{U^2R}{(R+r)^2}.$$

$$\text{Theo bất đẳng thức Cô-si: } (R+r)^2 \geq 4Rr \Rightarrow P \leq \frac{U^2R}{4Rr} = \frac{U^2}{4r}$$

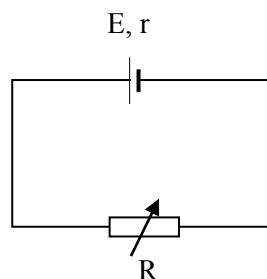
$$\text{Khi } R = r \text{ thì công suất mạch ngoài cực đại: } P_{\max} = \frac{U^2}{4r} \Rightarrow I = \frac{U}{R+r} = \frac{U}{2R}$$

$$\text{Hiệu suất của động cơ: } H = \frac{R}{R+r} = \frac{R}{2R} = 0,5 = 50\%.$$

Vậy: Để công suất hữu ích đạt cực đại thì $I = \frac{U}{2R}$, lúc đó hiệu suất của động cơ là $H = 50\%$.

Ví dụ 5: Cho sơ đồ mạch điện như hình vẽ $E = 12V, r = 2\Omega$.

- Cho $R = 10\Omega$. Tính công suất tỏa nhiệt trên R , công suất của nguồn; hiệu suất của nguồn.
- Tìm R để công suất trên R là lớn nhất? Tính công suất đó?
- Tính R để công suất tỏa nhiệt trên R là $16W$.



Hướng dẫn giải

a) Ta có: $I = \frac{E}{R+r} = 1(A)$

+ Công suất tỏa nhiệt trên R : $P_R = I^2 R = \left(\frac{E}{R+r}\right)^2 R = 10W$

+ Công suất của nguồn: $P_{nguồn} = EI = 12W$

+ Hiệu suất của nguồn: $H = \frac{U}{E} = \frac{R}{R+r} = 83,33\%$

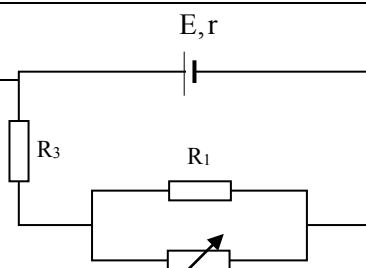
b) Ta có: $I = \frac{E}{R+r} \Rightarrow P = I^2 R = \left(\frac{E}{R+r}\right)^2 R = \left(\frac{E}{\sqrt{R} + \frac{r}{\sqrt{R}}}\right)^2$

+ Theo cô-si ta có: $\left(\sqrt{R} + \frac{r}{\sqrt{R}}\right) \geq 2\sqrt{r} \Rightarrow \left(\sqrt{R} + \frac{r}{\sqrt{R}}\right)_{\min} = 2\sqrt{r}$

$$\Rightarrow P_{R_{\max}} = \frac{E^2}{4r} = 18W \Rightarrow R = r = 2\Omega$$

c) Ta có: $I = \frac{E}{R+r} \Rightarrow P = I^2 R = \left(\frac{E}{R+r}\right)^2 R \Leftrightarrow 16 = \left(\frac{12}{R+2}\right)^2 R \Rightarrow \begin{cases} R = 4\Omega \\ R = 1\Omega \end{cases}$

Ví dụ 6: Có mạch điện như hình vẽ.
Nguồn điện có suất điện động $E =$



12V, điện trở trong $r = 1\Omega$. Điện trở $R_1 = 6\Omega$, $R_3 = 4\Omega$. Hỏi R_2 bằng bao nhiêu để công suất trên R_2 lớn nhất. Tính công suất này.

Hướng dẫn giải

$$+ \text{Ta có: } U_{R_2} = U_{12} = IR_{12} = \frac{E}{R_3 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + r} \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$\Rightarrow U_{R_2} = \frac{12}{4 + \frac{6R_2}{6 + R_2} + 1} \frac{6R_2}{6 + R_2} = \frac{12 \cdot 6R_2}{11R_2 + 30}$$

$$+ \text{Lại có: } P_{R_2} = I_2^2 R_2 = \frac{U_2^2}{R_2} = \left(\frac{12 \cdot 6R_2}{11R_2 + 30} \right)^2 \frac{1}{R_2} = \frac{(12 \cdot 6)^2 R_2}{(11R_2 + 30)^2}$$

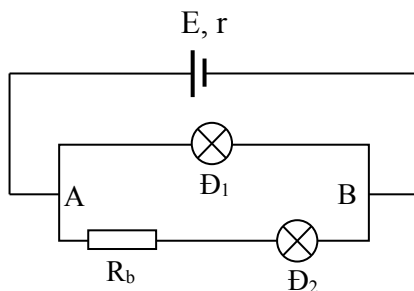
$$\Rightarrow P_{R_2} = \frac{(12 \cdot 6)^2}{\left(11\sqrt{R_2} + \frac{30}{\sqrt{R_2}} \right)^2}$$

$$+ \text{Theo cô-si: } \left(11\sqrt{R_2} + \frac{30}{\sqrt{R_2}} \right) \geq 2\sqrt{11 \cdot 30} \Rightarrow \left(11\sqrt{R_2} + \frac{30}{\sqrt{R_2}} \right)_{\min} = 2\sqrt{11 \cdot 30}$$

$$\Rightarrow P_{R_2} = \frac{12^2 \cdot 6^2}{(2\sqrt{30 \cdot 11})^2}$$

$$+ \text{Dấu “=” xảy ra khi: } 11\sqrt{R_2} = \frac{30}{\sqrt{R_2}} \Rightarrow R_2 = \frac{30}{11}$$

Ví dụ 7: Cho mạch điện như hình. Trong đó nguồn điện có suất điện động $E = 12,5(V)$ và có điện trở trong $r = 0,4\Omega$, bóng đèn Đ_1 có ghi số $12V - 6W$, bóng đèn Đ_2 có ghi số $6V - 4,5W$, R_b là một biến trở. Xác định giá trị của biến trở để cả hai đèn cùng sáng bình thường. Tính công suất mạch ngoài P_{ng} và hiệu suất H của nguồn điện khi đó.



Hướng dẫn giải

+ Điện trở và cường độ dòng điện định mức của mỗi bóng đèn:

$$\left\{ \begin{array}{l} R_1 = \frac{U_1^2}{P_1} = 24\Omega \\ I_{d1} = \frac{P_1}{U_1} = 0,5(A) \end{array} \right. ; \left\{ \begin{array}{l} R_2 = \frac{U_2^2}{P_2} = 8\Omega \\ I_{d2} = \frac{P_2}{U_2} = 0,75(A) \end{array} \right.$$

+ Khi đèn sáng bình thường thì dòng điện chạy qua bóng đèn và hiệu điện thế hai đầu bóng đèn phải bằng giá trị định mức.

+ Do đó: $U_{AB} = U_{D1} = U_{Rb} + U_{D2} \Rightarrow U_{Rb} = 6V$

+ Lại có: $I_2 = I_{D2} = 0,75 A \Rightarrow R_b = \frac{U_{Rb}}{I_2} = \frac{6}{0,75} = 8\Omega$

+ Công suất mạch ngoài: $P_{ngoai} = P_{D1} + P_{D2} + P_{Rb}$

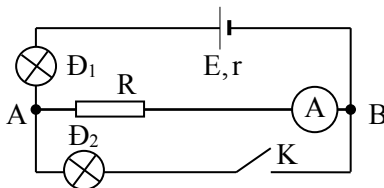
$$\Rightarrow P_{ngoai} = P_{D1} + P_{D2} + I_2^2 R_b = 6 + 4,5 + 0,75^2 \cdot 8 = 15W$$

+ Hiệu suất của nguồn: $H = \frac{U_{AB}}{E} \cdot 100\% = 96\%$

Ví dụ 8: Cho mạch điện như hình vẽ. Biết: $E = 15V$, $R = 5\Omega$, $\text{Đ}_1 (6V - 9W)$.

a) K mở, đèn Đ_1 sáng bình thường. Tìm số chỉ của ampe kế và điện trở trong của nguồn.

b) K đóng. Ampe kế chỉ $1A$ và đèn Đ_2 sáng bình thường. Biết điện trở của đèn Đ_2 là $R_2 = 5\Omega$. Hỏi đèn Đ_1 sáng thế nào? Tính công suất định mức của Đ_2 .



Hướng dẫn giải

a) Khi K mở mạch gồm Đ_1 nối tiếp với R

+ Điện trở của bóng đèn Đ_1 :

$$R_1 = \frac{U_1^2}{P_1} = 4\Omega$$

+ Dòng điện định mức của đèn Đ₁:

$$I_{d1} = \frac{P_1}{U_1} = 1,5(A)$$

+ Vì đèn Đ₁ sáng bình thường nên dòng điện qua đèn Đ₁ phải bằng 1,5 A

+ Vì mạch mắc nối tiếp nên số chỉ ampe kế là $I_A = 1,5 A$

+ Điện trở tương đương của mạch ngoài: $R_{td} = R_1 + R = 9\Omega$

+ Ta có: $I = \frac{E}{R_{td} + r} \Leftrightarrow 1,5 = \frac{15}{9 + r} \Rightarrow r = 1\Omega$

b) Khi K đóng mạch gồm Đ₁ nt (R// Đ₂)

Hiệu điện thế giữa hai điểm A, B: $U_{AB} = I_A \cdot R = 5(V) \Rightarrow U_2 = 5(V)$

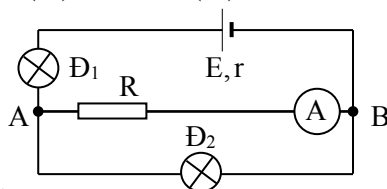
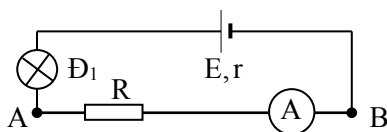
+ Dòng điện qua đèn Đ₂: $I_2 = \frac{U_2}{R_2} = 1(A)$

+ Dòng điện trong mạch chính là:

$$I = I_1 + I_2 = 2 A$$

+ Dòng điện qua đèn Đ₁ lớn hơn giá trị định mức nên bóng đèn 1 sáng hơn bình thường $\Rightarrow$ dễ cháy.

+ Công suất định mức đèn 2: $P_2 = I_2^2 R_2 = 5W$



Ví dụ 9: Nguồn $E = 12V$, $r = 4\Omega$ được dùng để thắp sáng đèn $6V - 6W$.

a) Chứng minh rằng đèn không sáng bình thường.

b) Để đèn sáng bình thường, phải mắc thêm vào mạch một điện trở R_x . Tính R_x và công suất tiêu thụ của R_x .

Hướng dẫn giải

Ta có: + Điện trở của đèn: $R_d = \frac{U_{dm}^2}{P_{dm}} = \frac{6^2}{6} = 6\Omega$

+ Cường độ dòng điện định mức của đèn: $I_{dm} = \frac{P_{dm}}{U_{dm}} = \frac{6}{6} = 1A$.

a) Chứng minh đèn không sáng bình thường

Ta có: Cường độ dòng điện qua đèn: $I = \frac{E}{R_d + r} = \frac{12}{6 + 4} = 1,2A$

Vì $I > I_{dm}$ nên đèn không sáng bình thường.

b) Tính R_x và công suất tiêu thụ của R_x

– Nếu mắc thêm R_x nối tiếp với đèn, để đèn sáng bình thường thì:

$$+ \text{ Cường độ dòng điện qua đèn: } I = \frac{E}{R_d + R_x + r} = I_{dm}$$

$$\Rightarrow R_x = \frac{E}{I_{dm}} - (R_d + r) = \frac{12}{1} - (6 + 4) = 2 \Omega$$

$$+ \text{ Công suất tiêu thụ của } R_x: P_x = R_x I^2 = 2 \cdot 1^2 = 2W.$$

– Nếu mắc thêm R_x song song với đèn, để đèn sáng bình thường thì:

$$+ \text{ Hiệu điện thế hai đầu } R_x: U_x = U_d = 6V.$$

$$+ \text{ Cường độ dòng điện qua mạch: } I = \frac{E - U_d}{r} = \frac{12 - 6}{4} = 1,5A.$$

$$+ \text{ Cường độ dòng điện qua } R_x: I_2 = I - I_{dm} = 1,5 - 1 = 0,5A.$$

$$+ \text{ Điện trở } R_x: R_x = \frac{U_d}{I_x} = \frac{6}{0,5} = 12\Omega.$$

$$+ \text{ Công suất tiêu thụ trên } R_x: P_x = R_x I_x^2 = 12 \cdot 0,5^2 = 3W.$$

Ví dụ 10: Nguồn $E = 24V$, $r = 1,5\Omega$ được dùng để thắp sáng bình thường 12 đèn $3V-3W$ cùng với 6 đèn $6V-6W$.

a) Tìm cách mắc đèn.

b) Tính công suất và hiệu suất của nguồn.

Hướng dẫn giải

a) Cách mắc đèn

Vì 6 đèn $6V-6W$ tương đương với 12 đèn $3V-3W$ nên coi như có tất cả 24 đèn $3V-3W$.

Gọi m là số dãy, n là số nguồn trên mỗi dãy ($mn = 24$).

$$- \text{ Công suất mạch ngoài: } P_n = 24 \cdot 3 = 72W \quad (1)$$

$$- \text{ Mặt khác: } P_n = UI = (E - Ir)I = (24 - 1,5I)I = 24I - 1,5I^2 \quad (2)$$

$$\Leftrightarrow 1,5I^2 - 24I + 72 = 0 \Rightarrow I = 12A \text{ hoặc } I = 4A.$$

$$- \text{ Mà: } I = mI_d \Leftrightarrow \begin{cases} 12 = m \cdot 1 \\ 4 = m \cdot 1 \end{cases} \Rightarrow m = 12; m = 4.$$

* Với $m = 12$ dãy $\Rightarrow n = \frac{24}{12} = 2$ bóng: Trường hợp này chỉ có 1 cách mắc duy nhất là trên mỗi dãy chỉ có 1 bóng $6V-6W$ hoặc 2 bóng $3V-3W$.

* Với $m = 4$ dãy $\Rightarrow n = \frac{24}{4} = 6$ bóng: Trường hợp này ứng với 5 cách mắc (bằng cách hoán vị giữa các bóng loại $3V - 3W$ và $6V - 6W$).

Vậy: Có tất cả 6 cách mắc để các đèn trên sáng bình thường.

b) Công suất và hiệu suất của nguồn

- Với $m = 12 \Rightarrow P = EI = 24.12 = 288\text{W}$ và $H = \frac{U}{E} = \frac{2.3}{24} = 0,25 = 25\%$.
- Với $m = 4 \Rightarrow P = EI = 24.4 = 96\text{W}$ và $H = \frac{U}{E} = \frac{6.3}{24} = 0,75 = 75\%$.

Vậy: Công suất và hiệu suất của nguồn là 288W ; 25% hoặc 96W ; 75% .

Ví dụ 11: Có $N = 60$ nguồn điện giống nhau, mỗi nguồn $E = 1,5\text{V}$, $r = 0,6\Omega$ ghép thành bộ gồm m dãy song song, mỗi dãy n nguồn nối tiếp. Mạch ngoài là điện trở $R = 1\Omega$. Tính m , n để:

- Công suất tiêu thụ mạch ngoài lớn nhất. Tính công suất này.
- Công suất tiêu thụ mạch ngoài không nhỏ hơn 36W .

Hướng dẫn giải

Gọi m là số dãy, n là số nguồn trên mỗi dãy: $mn = 60$ ($m, n \in \mathbb{N}^*$).

$$\text{và } E_b = nE = 1,5n; r_b = \frac{nr}{m} = \frac{0,6n}{m}.$$

Cường độ dòng điện qua mạch chính:

$$I = \frac{E_b}{R + r_b} = \frac{1,5n}{1 + \frac{0,6n}{m}} = \frac{1,5mn}{m + 0,6n} \Leftrightarrow I = \frac{90}{m + \frac{0,6 \cdot 60}{m}} = \frac{90m}{m^2 + 36} = \frac{90}{m + \frac{36}{m}}$$

$$\text{a) Công suất tiêu thụ ở mạch ngoài: } P = RI^2 = \frac{90^2}{(m + \frac{36}{m})^2}.$$

$$\text{Để } P = P_{\max} \text{ thì } (m + \frac{36}{m})_{\min} \Leftrightarrow m = 6 \text{ (dựa vào bất đẳng thức Cô-si).}$$

$$\text{Lúc đó: } n = 10 \text{ và } P = P_{\max} = \frac{90^2}{(6 + \frac{36}{6})^2} = 56,25\text{W}.$$

Vậy: Khi công suất tiêu thụ mạch ngoài lớn nhất thì $m = 6$; $n = 10$ và $P_{\max} = 56,25\text{W}$.

$$\text{b) Công suất tiêu thụ mạch ngoài: } P = \frac{90^2}{(m + \frac{36}{m})^2}.$$

$$\text{Để } P \geq 36\text{W} \Leftrightarrow \frac{90^2}{(m + \frac{36}{m})^2} \geq 36 \Leftrightarrow m + \frac{36}{m} \leq 15$$

$$\Leftrightarrow m^2 - 15m + 36 \leq 0 \Rightarrow 3 \leq m \leq 12.$$

m	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----

n	20	15	12	10	$\frac{60}{7}$	$\frac{15}{2}$	$\frac{20}{3}$	6	$\frac{60}{11}$	5
---	----	----	----	----	----------------	----------------	----------------	---	-----------------	---

Với m, n nguyên dương nên để $P \geq 36W$ thì:

$$\begin{cases} m = 3, 4, 5, 6, 10, 12 \\ n = 20, 15, 12, 10, 6, 5 \end{cases}$$

Ví dụ 12: Có 32 pin giống nhau, mỗi pin $e = 1,5V$, $r_0 = 1,5\Omega$ mắc thành bộ và thắp sáng bình thường 12 đèn loại $1,5V - 0,75W$ mắc nối tiếp. Tìm sơ đồ mắc bộ nguồn.

Hướng dẫn giải

Gọi m là số dây, n là số nguồn trên mỗi dây, ta có: $mn = 32$.

và $E_b = ne = 1,5n$; $r_b = \frac{nr_0}{m} = \frac{1,5n}{m}$

Cường độ dòng điện qua đèn: $I_d = \frac{P_{dm}}{U_{dm}} = \frac{0,75}{1,5} = 0,5 A$.

Điện trở của mỗi đèn: $R_d = \frac{U_{dm}^2}{P_{dm}} = \frac{1,5^2}{0,75} = 3\Omega$.

Hiệu điện thế 2 đầu của bộ nguồn: $U = E_b - r_b I$

$$\Leftrightarrow 12 \cdot 1,5 = 1,5n - \frac{1,5n}{m} \cdot 0,5 \Leftrightarrow 18m = 1,5m \cdot n - 0,75n$$

$$\Leftrightarrow 18m + 0,75n - 48 = 0 \Leftrightarrow 18m + 0,75 \frac{32}{m} - 48 = 0$$

$$\Leftrightarrow 18m^2 - 48m + 24 = 0 \Rightarrow m = 2; m = \frac{2}{3} \text{ (loại)}.$$

Vậy: Phải mắc nguồn thành 2 dây, mỗi dây 16 pin.

C. BÀI TẬP VẬN DỤNG

Bài 1. Acquy (E, r) khi có dòng $I_1 = 15A$ đi qua, công suất mạch ngoài là $P_1 = 135W$, khi $I_2 = 6A$, $P_2 = 64,8W$. Tìm E, r .

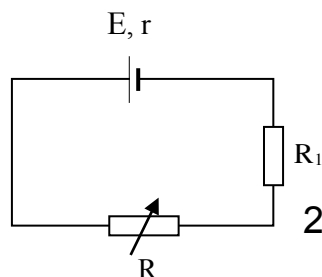
Bài 2.

a) Mạch kín gồm acquy $E = 2,2V$ cung cấp điện năng cho điện trở mạch ngoài $R = 0,5\Omega$. Hiệu suất của acquy $H = 65\%$. Tính cường độ dòng điện trong mạch.

b) Khi điện trở mạch ngoài thay đổi từ $R_1 = 3\Omega$ đến $R_2 = 10,5\Omega$ thì hiệu suất của acquy tăng gấp đôi. Tính điện trở trong của acquy.

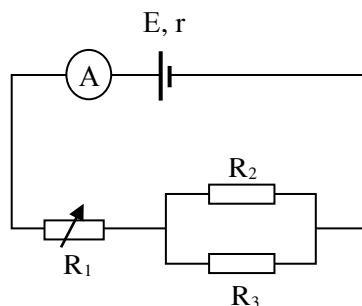
Bài 3. Có mạch điện như hình vẽ. Nguồn điện có suất điện động $E = 24V$, điện trở trong $r = 6\Omega$.

Điện trở $R_1 = 4\Omega$. Hỏi giá trị của biến trở R có giá trị bằng bao nhiêu để:



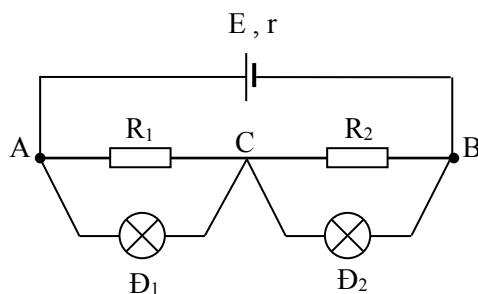
- Công suất mạch ngoài lớn nhất. Tính công suất của nguồn khi đó.
- Công suất trên R lớn nhất. Tính công suất này.

Bài 4. Có mạch điện như hình vẽ. Nguồn điện có suất điện động $E = 12V$ và có điện trở trong $r = 0,5 \Omega$. Các điện trở mạch ngoài $R_2 = 6\Omega$, $R_3 = 12\Omega$. Điện trở R_1 có giá trị thay đổi từ 0 đến vô cùng. Điện trở ampe kế không đáng kể.



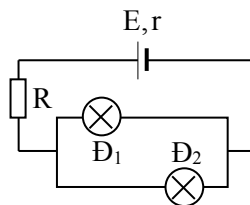
- Điều chỉnh $R_1 = 1,5\Omega$. Tìm số chỉ của ampe kế và cường độ dòng điện qua các điện trở. Tính công suất tỏa nhiệt của mạch ngoài, hiệu suất của nguồn điện.
- Điều chỉnh R_1 có giá trị bằng bao nhiêu thì công suất trên R_1 đạt giá trị cực đại, tính giá trị cực đại đó.

Bài 5. Cho mạch điện như hình:
 $E = 12V$, $r = 1 \Omega$; Đèn Đ_1 có ghi $6V - 3W$, đèn Đ_2 có ghi $3V - 6W$.



- Tính R_1 và R_2 , biết rằng hai đèn đều sáng bình thường.
- Tính công suất tiêu thụ trên R_1 và trên R_2 .

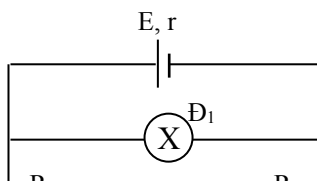
Bài 6. Có mạch điện như hình vẽ. Nguồn điện có suất điện động $E = 24V$, điện trở trong $r = 1\Omega$. Trên các bóng đèn có ghi: $\text{Đ}_1 (12V - 6W)$, $\text{Đ}_2 (12V - 12W)$, điện trở $R = 3\Omega$.



- Các bóng đèn sáng như thế nào? Tính cường độ dòng điện qua các bóng đèn.
- Tính công suất tiêu thụ của mạch điện và hiệu suất của nguồn điện.

Bài 7. Nguồn $E = 6V$, $r = 2\Omega$ cung cấp cho điện trở mạch ngoài công suất $P = 4W$.

- Tìm R .
- Giả sử lúc đầu mạch ngoài là điện trở $R_1 = 0,5\Omega$. Mắc thêm vào mạch ngoài điện trở R_2 thì công suất tiêu thụ mạch ngoài không đổi. Hỏi R_2 nối tiếp hay song song R_1 và có giá trị bao nhiêu?



Bài 8. Cho mạch điện như hình vẽ:

$E = 20V$, $r = 1,6\Omega$, $R_1 = R_2 = 1\Omega$,
hai đèn giống nhau. Biết công suất
tiêu thụ ở mạch ngoài bằng $60W$.
Tính công suất tiêu thụ của mỗi
đèn và hiệu suất của nguồn.

Bài 9. Mạch điện gồm một nguồn $E = 150V$, $r = 2\Omega$, một đèn Đ có công suất định mức $P = 180W$ và một biến trở R_b mắc nối tiếp nhau.

- Khi $R_b = 18\Omega$ thì đèn sáng bình thường. Tìm hiệu điện thế định mức của đèn.
- Mắc song song với đèn Đ một đèn giống nó. Tìm R_b để hai đèn sáng bình thường.
- Với nguồn trên, có thể thấp sáng tối đa bao nhiêu đèn giống như Đ. Hiệu suất của nguồn khi đó là bao nhiêu?

Bài 10. Cần tối thiểu bao nhiêu nguồn $6V-1\Omega$ để mắc thành bộ và thấp sáng bình thường bóng đèn $6V-24W$. Nêu cách mắc bộ nguồn này.

Bài 11. Điện trở $R = 25\Omega$ mắc vào bộ nguồn là 2 acquy giống nhau, điện trở trong mỗi acquy là $r = 10\Omega$.

Hỏi trong hai trường hợp acquy nối tiếp, song song, công suất mạch ngoài ở trường hợp nào lớn hơn và lớn hơn bao nhiêu lần?

Bài 12. Hai acquy (E, r_1), (E, r_2). Công suất mạch ngoài cực đại của mỗi acquy là $20W$ và $30W$. Tính công suất mạch ngoài cực đại của bộ hai acquy:

- Nối tiếp.
- Song song.

Bài 13. Các nguồn giống nhau, mỗi nguồn $E_0 = 1,5V$, $r_0 = 1,5\Omega$ mắc thành bộ đối xứng thấp sáng bình thường đèn $12V - 18W$.

- Tìm cách mắc nguồn.
- Cách mắc nào có số nguồn ít nhất. Tính công suất và hiệu suất mỗi nguồn lúc đó.

D. HƯỚNG DẪN GIẢI BÀI TẬP VẬN DỤNG

Bài 1.

Hiệu điện thế mạch ngoài: $U = E - rI$.

Công suất mạch ngoài: $P = UI = (E - rI) \cdot I = EI - rI^2$.

$$\text{Ta có: } \begin{cases} 135 = E \cdot 15 - r \cdot 15^2 \\ 64,8 = E \cdot 6 - r \cdot 6^2 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 15E - 25r = 135 \\ 6E - 36r = 64,8 \end{cases} \Rightarrow E = 12V; r = 0,2\Omega.$$

Vậy: $E = 12V$; $r = 0,2\Omega$.

Bài 2.

- Cường độ dòng điện trong mạch

Ta có: Hiệu suất của ac quy là: $H = \frac{RI^2}{EI} = \frac{RI}{E} = 0,65$

$$\Rightarrow I = \frac{0,65E}{R} = \frac{0,65 \cdot 2,2}{0,5} = 2,86A.$$

Vậy: Cường độ dòng điện trong mạch là $I = 2,86A$.

b) Điện trở trong của ac quy

$$\text{Khi } R = R_1 \text{ thì } H_1 = \frac{R_1 I_1}{E} = \frac{R_1 E}{E(R_1 + r)} = \frac{R_1}{R_1 + r}.$$

$$\text{Khi } R = R_2 \text{ thì } H_2 = \frac{R_2}{R_2 + r} \Rightarrow \frac{H_2}{H_1} = \frac{R_2}{R_1} \cdot \frac{R_1 + r}{R_2 + r} = 2$$

$$\Leftrightarrow \frac{10,5}{3} \cdot \frac{3 + r}{10,5 + r} = 2 \Leftrightarrow \frac{3 + r}{10,5 + r} = \frac{4}{7} \Leftrightarrow 21 + 7r = 42 + 4r \Rightarrow r = 7\Omega.$$

Vậy: Điện trở trong của ac quy là $r = 7\Omega$.

Bài 3.

a) Gọi R_N là tổng trở mạch ngoài

$$+ \text{ Ta có: } I = \frac{E}{R_N + r} \Rightarrow P_N = I^2 R_N = \left(\frac{E}{R_N + r} \right)^2 R_N = \left(\frac{E}{\sqrt{R_N} + \frac{r}{\sqrt{R_N}}} \right)^2$$

$$+ \text{ Theo cô-si ta có: } \left(\sqrt{R_N} + \frac{r}{\sqrt{R_N}} \right) \geq 2\sqrt{r} \Rightarrow \left(\sqrt{R_N} + \frac{r}{\sqrt{R_N}} \right)_{\min} = 2\sqrt{r}$$

$$\Rightarrow P_{N\max} = \frac{E^2}{4r} = 24W$$

+ Dấu “=” xảy ra khi $R_N = r = 6\Omega \Leftrightarrow R_1 + R = 6\Omega \Rightarrow R = 2\Omega$

$$b) \text{ Ta có: } I = \frac{E}{R + R_1 + r} \Rightarrow P_R = I^2 R = \left(\frac{E}{R + R_1 + r} \right)^2 R = \left(\frac{E}{\sqrt{R} + \frac{R_1 + r}{\sqrt{R}}} \right)^2$$

$$+ \text{ Theo cô-si ta có: } \left(\sqrt{R} + \frac{R_1 + r}{\sqrt{R}} \right) \geq 2\sqrt{R_1 + r} \Rightarrow \left(\sqrt{R} + \frac{R_1 + r}{\sqrt{R}} \right)_{\min} = 2\sqrt{R_1 + r}$$

$$\Rightarrow P_{R\max} = \frac{E^2}{4(R_1 + r)} = 14,4W$$

+ Dấu “=” xảy ra khi $R = R_1 + r = 10\Omega$

Bài 4.

a) Khi $R = 1,5\Omega$.

$$+ \text{Ta có: } R_{23} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = \frac{6 \cdot 12}{6 + 12} = 4\Omega$$

$$+ \text{Điện trở tương đương của mạch: } R = R_1 + R_{23} = 1,5 + 4 = 5,5\Omega$$

$$+ \text{Dòng điện trong mạch chính: } I = \frac{E}{R + r} = \frac{12}{5,5 + 0,5} = 2A \Rightarrow I_A = I = I_1 = 2A$$

$$+ \text{Hiệu điện thế } U_{23}: U_{23} = I_{23} \cdot R_{23} = 2 \cdot 4 = 8V \Rightarrow U_2 = U_3 = U_{23} = 8V$$

$$+ \text{Dòng điện qua } R_2: I_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{8}{6} = \frac{4}{3}A$$

$$+ \text{Dòng điện qua } R_3: I_3 = \frac{U_3}{R_3} = \frac{8}{12} = \frac{2}{3}A$$

$$+ \text{Công suất tỏa nhiệt mạch ngoài: } P = I^2 R = 2^2 \cdot 5,5 = 22W$$

$$+ \text{Hiệu suất của nguồn: } H = \frac{U}{E} = \frac{I \cdot R}{E} = \frac{2 \cdot 5,5}{12} = 91,67\%$$

$$b) \text{Ta có: } P_{R1} = I^2 R_1 = \left(\frac{E}{R + r} \right)^2 R_1 = \left(\frac{12}{R_1 + 4 + 0,5} \right)^2 R_1 = \left(\frac{12}{\sqrt{R_1} + \frac{4,5}{\sqrt{R_1}}} \right)^2$$

$$+ \text{Theo cô-si: } \left(\sqrt{R_1} + \frac{4,5}{\sqrt{R_1}} \right) \geq 2\sqrt{4,5} \Rightarrow \left(\sqrt{R_1} + \frac{4,5}{\sqrt{R_1}} \right)_{\min} = 2\sqrt{4,5}$$

$$\Rightarrow P_{R1-\max} = \left(\frac{12}{2\sqrt{4,5}} \right)^2 = 8W$$

$$\text{Dấu “=” xảy ra khi và chỉ khi: } \sqrt{R_1} = \frac{4,5}{\sqrt{R_1}} \Rightarrow R_1 = 4,5\Omega$$

Bài 5.

$$+ \text{Vì các đèn đều sáng bình thường nên: } \begin{cases} U_1 = U_{d1} = 6V; I_{d1} = \frac{P_{d1}}{U_{d1}} = 0,5(A) \\ U_2 = U_{d2} = 3V; I_{d2} = \frac{P_{d2}}{U_{d2}} = 2(A) \end{cases}$$

$$+ \text{Ta có: } U_{AB} = U_1 + U_2 = 9V$$

+ Định luật ôm cho mạch kín: $I = \frac{E}{R_N + r} \Rightarrow I R_N + I r = E$

$$\Leftrightarrow U_{AB} + I r = E \Rightarrow I = \frac{E - U_{AB}}{r} = 3(A)$$

+ Dòng điện qua R_1 là: $I_1 = I - I_{d1} = 2,5 A \Rightarrow R_1 = \frac{U_1}{I_1} = 2,4 \Omega$

+ Dòng điện qua R_2 là: $I_2 = I - I_{d2} = 1 A \Rightarrow R_2 = \frac{U_2}{I_2} = 3 \Omega$

b) Công suất tỏa nhiệt trên R_1 : $P_1 = I_1^2 R_1 = 15 W$

+ Công suất tỏa nhiệt trên R_2 : $P_2 = I_2^2 R_2 = 3 W$

Bài 6.

Điện trở của các bóng đèn:
$$\begin{cases} R_1 = \frac{U_1^2}{P_1} = 24 \Omega \\ R_2 = \frac{U_2^2}{P_2} = 12 \Omega \end{cases}$$

+ Tổng trở mạch ngoài: $R_{td} = R + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 11 \Omega$

+ Dòng điện trong mạch chính: $I = \frac{E}{R_{td} + r} = 2(A)$

+ Ta có: $U_1 = U_2 = U_{12} = I R_{12} = I \left(\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \right) = 16(V)$

+ Cường độ dòng điện qua các bóng đèn: $I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{2}{3}(A) \equiv 0,67(A)$

$$\Rightarrow I_2 = I - I_1 = \frac{4}{3}(A) \approx 1,33(A)$$

+ Cường độ dòng điện định mức của mỗi bóng đèn:
$$\begin{cases} I_{d1} = \frac{P_1}{U_1} = 0,5(A) < I_1 \\ I_{d2} = \frac{P_2}{U_2} = 1(A) < I_2 \end{cases}$$

Vậy các đèn sáng hơn mức bình thường $\Rightarrow$ đèn dễ cháy

b) Công suất tiêu thụ của mạch điện là công suất tiêu thụ ở mạch ngoài nên ta có:

$$P_{ngoai} = I^2 R_{td} = 2^2 \cdot 11 = 44 \Omega$$

+ Hiệu điện thế hai đầu cực của nguồn: $U = E - Ir = 24 - 2 = 22(V)$

+ Hiệu suất của nguồn: $H = \frac{U}{E} = \frac{22}{24} \cdot 100\% = 91,67\%$

Bài 7.

a) Tìm R

Công suất mạch ngoài: $P = UI = (E - rI)I = EI - rI^2$

$$\Leftrightarrow 4 = 6I - 2I^2 \Leftrightarrow I^2 - 3I + 2 = 0 \Rightarrow \begin{cases} I = 2A \\ I = 1A \end{cases}$$

Mặt khác: $P = RI^2 \Rightarrow R = \frac{P}{I^2}$

+ Với $I = 2A \Rightarrow R = \frac{4}{2^2} = 1\Omega$.

+ Với $I = 1A \Rightarrow R = \frac{4}{1^2} = 4\Omega$.

Vậy: $R = 4\Omega$ hoặc $R = 1\Omega$.

b) Cách mắc R_2 với R_1

Công suất tiêu thụ mạch ngoài:

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

Gọi R_3 là điện trở tương đương của R_1 và R_2 , ta có: $P_1 = P_3$.

$$\Leftrightarrow \frac{E^2}{\left(\sqrt{R_1} + \frac{r}{\sqrt{R_1}}\right)^2} = \frac{E^2}{\left(\sqrt{R_3} + \frac{r}{\sqrt{R_3}}\right)^2} \Leftrightarrow R_1 + 2r + \frac{r^2}{R_1} = R_3 + 2r + \frac{r^2}{R_3}$$

$$\Leftrightarrow R_1 - R_3 = r^2 \cdot \frac{R_1 - R_3}{R_1 R_3} \Leftrightarrow R_1 R_3 = r^2 \Rightarrow R_3 = \frac{r^2}{0,5} = 8\Omega > R_1$$

Vậy: Phải mắc R_2 nối tiếp R_1 và $R_2 = R_3 - R_1 = 8 - 0,5 = 7,5\Omega$.

Bài 8.

– Điện trở tương đương mạch ngoài: $R = \frac{R_d \cdot (R_d + R_1 + R_2)}{R_d + R_d + R_1 + R_2} = \frac{R_d \cdot (R_d + 2)}{2R_d + 2}$

– Cường độ dòng điện trong mạch chính: $I = \frac{E}{R+r}$.

– Công suất tiêu thụ ở mạch ngoài: $P = RI^2 = R \frac{E^2}{(R+r)^2}$.

$$\Leftrightarrow 60 = \frac{R \cdot 20^2}{(R+1,6)^2} \Leftrightarrow (R^2 + 3,2R + 2,56) \cdot 60 = 400R$$

$$\Leftrightarrow 3R^2 + 9,6R + 7,68 - 400R = 0 \Leftrightarrow 3R^2 - 390,4R + 7,68 = 0$$

$$\Rightarrow \begin{cases} R = 2,4\Omega \\ R = \frac{16}{15}\Omega \end{cases} \quad \left(\text{với } R = \frac{R_d \cdot (R_d + 2)}{2R_d + 2} \right)$$

* **Trường hợp 1:** $\frac{R_d^2 + 2R_d}{2R_d + 2} = 2,4 \Leftrightarrow R_d^2 - 2,8R_d - 4,8 = 0 \Rightarrow R_d = 4\Omega$

Lúc đó: $R = \frac{4 \cdot (4 + 2)}{2 \cdot 4 + 2} = 2,4\Omega \Rightarrow I = \frac{E}{R + r} = \frac{20}{2,4 + 1,6} = 5A$

+ Hiệu điện thế mạch ngoài: $U = E - rI = 20 - 1,6 \cdot 5 = 12V$.

+ Cường độ dòng điện qua đèn 1: $I_1 = \frac{U}{R_d} = \frac{12}{4} = 3A$

+ Công suất tiêu thụ của đèn 1: $P_1 = R_d I_1^2 = 4 \cdot 3^2 = 36W$.

+ Cường độ dòng điện qua đèn 2: $I_2 = I - I_1 = 5 - 3 = 2A$.

+ Công suất tiêu thụ của đèn 2: $P_2 = R_d I_2^2 = 4 \cdot 2^2 = 16W$.

+ Hiệu suất của nguồn: $H = \frac{U}{E} = \frac{12}{20} = 0,6 = 60\%$.

* **Trường hợp 2:** $\frac{R_d^2 + 2R_d}{2R_d + 2} = \frac{16}{15} \Leftrightarrow 15R_d^2 - 2R_d - 32 = 0 \Rightarrow R_d = 1,53\Omega$

Lúc đó: $R = \frac{1,53 \cdot (1,53 + 2)}{2 \cdot 1,53 + 2} = \frac{16}{15}\Omega \Rightarrow I = \frac{E}{R + r} = \frac{20}{\frac{16}{15} + 1,6} = 7,5A$

+ Hiệu điện thế mạch ngoài: $U = E - rI = 20 - 1,6 \cdot 7,5 = 8V$.

+ Cường độ dòng điện qua đèn 1: $I_1 = \frac{U}{R_d} = \frac{8}{1,53} = \frac{800}{153}A$.

+ Công suất tiêu thụ của đèn 1: $P_1 = R_d I_1^2 = 1,53 \cdot \left(\frac{800}{153}\right)^2 = 41,83W$.

+ Cường độ dòng điện qua đèn 2: $I_2 = I - I_1 = 7,5 - \frac{800}{153} = \frac{695}{306}A$.

$$+ \text{ Công suất tiêu thụ của đèn 2: } P_2 = R_d I_2^2 = 1,53 \cdot \left(\frac{695}{306}\right)^2 = 7,89 \text{ W}.$$

$$+ \text{ Hiệu suất của nguồn: } H = \frac{U}{E} = \frac{8}{20} = 0,4 = 40\%.$$

Bài 9.

a) Hiệu điện thế định mức của đèn

Cường độ dòng điện qua mạch chính:

$$I = \frac{E}{R_b + R_d + r} = \frac{150}{18 + 2 + R_d} = \frac{150}{20 + R_d}.$$

$$\text{Hiệu điện thế định mức của đèn: } U_d = IR_d = \frac{150R_d}{20 + R_d}.$$

$$\text{Mặt khác: } U_d = \frac{P}{I} = \frac{180}{150} \cdot (20 + R_d) = 1,2(20 + R_d)$$

$$\Leftrightarrow 150R_d = 1,2(20 + R_d)^2 \Leftrightarrow 150R_d = 480 + 48R_d + 1,2R_d^2$$

$$\Leftrightarrow 1,2R_d^2 - 102R_d + 480 = 0 \Rightarrow \begin{cases} R_d = 80\Omega \Rightarrow U_d = \frac{150 \cdot 80}{20 + 80} = 120\text{V} \\ R_d = 5\Omega \Rightarrow U_d = \frac{150 \cdot 5}{20 + 5} = 30\text{V} \end{cases}$$

Vậy: Hiệu điện thế định mức của đèn là 120V hoặc 30V.

b) Tìm R_b để hai đèn sáng bình thường

– Với đèn có $U_d = 120\text{V}$; $R_d = 80\Omega$: Để đèn sáng bình thường:

$$+ \text{ Cường độ dòng điện qua đèn: } I_d = \frac{P}{U} = \frac{180}{120} = 1,5\text{A}.$$

$$+ \text{ Cường độ dòng điện qua biến trở: } I = I_b = 2 \cdot 1,5 = 3\text{A}.$$

$$\Leftrightarrow I = \frac{E}{R_b + \frac{R_d}{2} + r} = 3 \Leftrightarrow \frac{150}{R_b + 40 + 2} = 3 \Rightarrow R_b = 8\Omega.$$

– Với đèn có $U_d = 30\text{V}$; $R_d = 5\Omega$: Để đèn sáng bình thường:

$$+ \text{ Cường độ dòng điện qua đèn: } I_d = \frac{P}{U} = \frac{180}{30} = 6\text{A}$$

$$+ \text{ Cường độ dòng điện qua biến trở: } I = I_b = 2 \cdot 6 = 12\text{A}.$$

$$\Leftrightarrow I = \frac{E}{R_b + \frac{R_d}{2} + r} = 12 \Leftrightarrow \frac{150}{R_b + 2,5 + 2} = 12 \Rightarrow R_b = 8\Omega$$

Vậy: Để 2 đèn sáng bình thường thì $R_b = 8\Omega$.

c) Số nguồn tối đa có thể thấp sáng

– Với loại đèn có $U_d = 120V$; $R_d = 80\Omega$: Gọi n là số đèn tối đa có thể thấp sáng bình thường. Vì các đèn sáng bình thường nên:

+ Cường độ dòng điện qua mỗi đèn: $I_d = \frac{P}{U} = \frac{180}{120} = 1,5A$.

+ Cường độ dòng điện qua biến trở: $I = nI_d = 1,5n$.

$$\Leftrightarrow I = \frac{E}{R_b + \frac{R_d}{n} + r} = 1,5n \Leftrightarrow E = 1,5nR_b + 1,5R_d + 1,5nr$$

$$\Rightarrow n = \frac{E - 1,5R_d}{1,5(R_b + r)} \Rightarrow n = n_{\max} \text{ khi } R_b = 0.$$

và $n_{\max} = \frac{150 - 1,5 \cdot 80}{1,5 \cdot 2} = 10$ (đèn) $\Rightarrow H = \frac{U}{E} = \frac{120}{150} = 0,8 = 80\%$

Vậy: Số đèn tối đa loại $U_d = 120V$; $R_d = 80\Omega$ là 10 và hiệu suất của nguồn lúc đó là $H = 80\%$.

– Với loại đèn có $U_d = 30V$; $R_d = 5\Omega$: Gọi n là số đèn tối đa có thể thấp sáng bình thường. Vì các đèn sáng bình thường nên:

+ Cường độ dòng điện qua mỗi đèn: $I_d = \frac{P}{U} = \frac{180}{30} = 6A$.

+ Cường độ dòng điện qua biến trở: $I = nI_d = 6n$.

$$\Leftrightarrow I = \frac{E}{R_b + \frac{R_d}{n} + r} = 6n \Leftrightarrow E = 6nR_b + 6R_d + 6nr$$

$$\Rightarrow n = \frac{E - 6R_d}{6(R_b + r)} \Rightarrow n = n_{\max} \text{ khi } R_b = 0.$$

và $n_{\max} = \frac{150 - 6 \cdot 5}{6 \cdot 2} = 10$ (đèn) $\Rightarrow H = \frac{U}{E} = \frac{30}{150} = 0,2 = 20\%$

Vậy: Số đèn tối đa loại $U_d = 30V$; $R_d = 5\Omega$ là 10 và hiệu suất của nguồn lúc đó là $H = 20\%$.

Bài 10.

– Ta có: $I_d = \frac{P_{dm}}{U_{dm}} = \frac{24}{6} = 4A$; $R_d = \frac{U_{dm}^2}{P_{dm}} = \frac{6^2}{24} = 1,5\Omega$.

Gọi m là số dây, n là số nguồn trên mỗi dây, ta có:

$$E_b = mE = 6m; r_b = \frac{mr}{n} = \frac{m}{n}$$

– Mặt khác: $I = \frac{E_b}{R_d + r_b} = \frac{6m}{1,5 + \frac{m}{n}}$

– Để đèn sáng bình thường thì $I = I_d = 4A$.

$$\Leftrightarrow 4 = \frac{6m}{1,5 + \frac{m}{n}} \Leftrightarrow 4m + 6n = 6mn \Rightarrow m = 1 + \frac{4}{6n - 4}$$

Vì m là số nguyên nên $(6n - 4)$ phải là ước số của 4 $\Rightarrow n = 1$ và $m = 3$.

Vậy: Có 3 nguồn mắc nối tiếp nhau.

Bài 11.

– Nếu 2 acquy mắc nối tiếp: $E_1 = 2E$, $r_1 = 2r$.

+ Cường độ dòng điện trong mạch: $I_1 = \frac{E_1}{R + r_1} = \frac{2E}{R + 2r}$.

+ Công suất mạch ngoài: $P_1 = RI_1^2 = R \cdot \frac{4E^2}{(R + 2r)^2}$.

– Nếu 2 acquy mắc song song: $E_2 = E$, $r_2 = \frac{r}{2}$.

+ Cường độ dòng điện trong mạch: $I_2 = \frac{E_2}{R + r_2} = \frac{E}{R + \frac{r}{2}} = \frac{2E}{2R + r}$.

+ Công suất mạch ngoài: $P_2 = RI_2^2 = R \cdot \frac{4E^2}{(2R + r)^2}$.

$$\Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{4E^2 R}{(R + 2r)^2} \cdot \frac{(2R + r)^2}{4E^2 R} = \frac{(2R + r)^2}{(R + 2r)^2} = \frac{(2 \cdot 25 + 10)^2}{(25 + 2 \cdot 10)^2} = \frac{16}{9}.$$

Vậy: Công suất mạch ngoài trong trường hợp 2 acquy mắc nối tiếp lớn hơn $\frac{16}{9}$

lần công suất mạch ngoài trong trường hợp 2 acquy mắc song song.

Bài 12.

Ta có: Công suất mạch ngoài của ac quy: $P = R \frac{E^2}{(R + r)^2} = \frac{E^2}{(\sqrt{R} + \frac{r}{\sqrt{R}})^2}$.

Vì $MS = \sqrt{R} + \frac{r}{\sqrt{R}} \geq 2\sqrt{r} \Rightarrow MS_{\min}$ khi $R = r$ và $P_{\max} = \frac{E^2}{4r}$

$$\Rightarrow P_{1\max} = \frac{E^2}{4r_1} = 20W; P_{2\max} = \frac{E^2}{4r_2} = 30W.$$

a) Trường hợp 2 acquy mắc nối tiếp: Khi 2 acquy mắc nối tiếp:

$$E_b = 2E; r_b = r_1 + r_2 \text{ nên:}$$

$$P_{\max} = \frac{(2E)^2}{4(r_1+r_2)} = \frac{4E^2}{4(r_1+r_2)} = \frac{4}{\frac{4r_1}{E^2} + \frac{4r_2}{E^2}} = \frac{4}{\frac{1}{P_1} + \frac{1}{P_2}} = \frac{4P_1P_2}{R_1+R_2}$$

$$\Rightarrow P_{\max} = \frac{4 \cdot 20 \cdot 30}{20 + 30} = 48W$$

b) Trường hợp 2 acquy mắc song song: Khi 2 acquy mắc song song:

$$E_b = E; r_b = \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2} \text{ nên:}$$

$$P_{\max} = \frac{(E)^2}{4\left(\frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2}\right)} = \frac{E^2(r_1 + r_2)}{4r_1 r_2} = \frac{E^2}{4r_1} + \frac{E^2}{4r_2} = P_1 + P_2 = 20 + 30 = 50W$$

Vậy: Khi 2 acquy mắc nối tiếp thì $P_{\max} = 48W$; khi 2 acquy mắc song song thì $P_{\max} = 50W$.

Bài 13.

Gọi m là số dây, n là số nguồn trên mỗi dây ($m, n \in \mathbb{N}^*$).

$$\text{và } E_b = nE_0 = 1,5n; r_b = \frac{nr_0}{m} = \frac{1,5n}{m}$$

$$- \text{Điện trở của đèn: } R_d = \frac{U_{dm}^2}{P_{dm}} = \frac{12^2}{18} = 8\Omega.$$

$$- \text{Cường độ dòng điện định mức của đèn: } I_d = \frac{P_{dm}}{U_{dm}} = \frac{18}{12} = 1,5A.$$

a) Cách mắc nguồn

$$\text{Ta có: } E_b = U_d + I r_b \Leftrightarrow 1,5n = 12 + 1,5 \cdot \frac{1,5n}{m} \Leftrightarrow 1,5n \cdot \left(1 - \frac{1,5}{m}\right) = 12$$

$$\Rightarrow n = \frac{16}{2 - \frac{3}{m}} = \frac{8 \cdot (2 - \frac{3}{m}) + \frac{24}{m}}{2 - \frac{3}{m}} = 8 + \frac{24}{2m - 3}$$

Vì m, n là số nguyên dương nên $(2m - 3)$ là ước của 24, mà $(2m - 3)$ là số lẻ nên $(2m - 3)$ có thể bằng 1 hoặc 3:

$$\begin{cases} m = 2 \\ m = 3 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} n = 32 \\ n = 16 \end{cases}$$

Vậy: Để đèn sáng bình thường, ta cần 64 nguồn mắc thành 2 dãy hoặc 48 nguồn mắc thành 3 dãy.

b) Cách mắc có số nguồn ít nhất

– Theo câu a) thì cách mắc thành 3 dãy, mỗi dãy 16 nguồn là cách có số nguồn ít nhất: 48 nguồn.

– Công suất của mỗi nguồn: $P = E_0 \cdot \frac{I}{3} = 1,5 \cdot \frac{1,5}{3} = 0,75 \text{ W}.$

– Hiệu suất của nguồn: $H = \frac{P'}{P} = \frac{r_0 \left(\frac{I}{3}\right)^2}{E_0 \cdot \frac{I}{3}} = \frac{r_0 I}{3E_0} = \frac{1,5 \cdot 1,5}{3 \cdot 1,5} = 0,5 = 50\% .$

Vậy: Công suất và hiệu suất của mỗi nguồn ứng với cách mắc có số nguồn ít nhất là 0,75W và 50%.