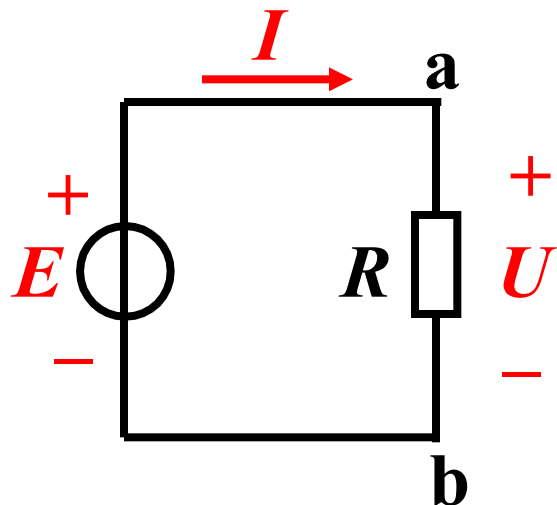


先了解并记住关键知识点和公式，自己做题，最终总结措施。

1. 电路基本物理量的参照方向

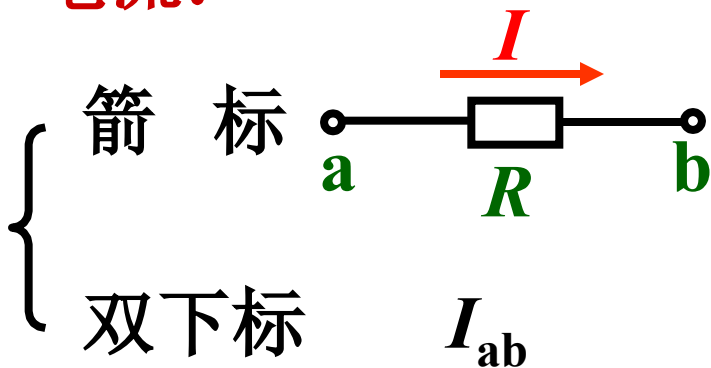
(1) 参照方向

在分析与计算电路时，对电量任意假定的方向。

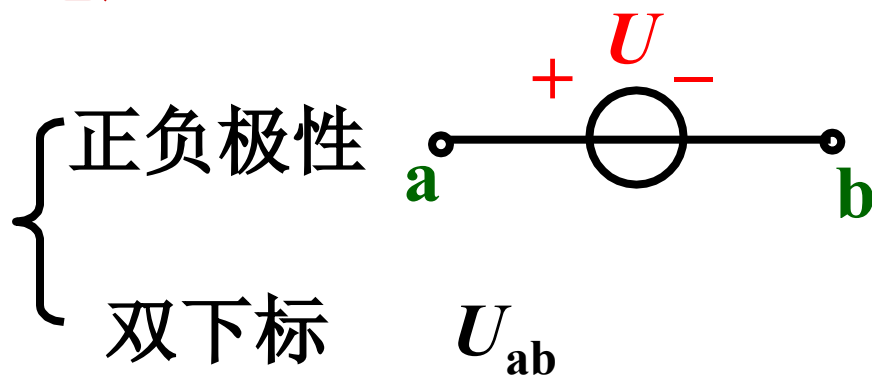


(2) 参照方向的表达措施

电流:



电压:



实际方向与参照方向**一致**，电流(或电压)值为**正值**；
实际方向与参照方向**相反**，电流(或电压)值为**负值**。

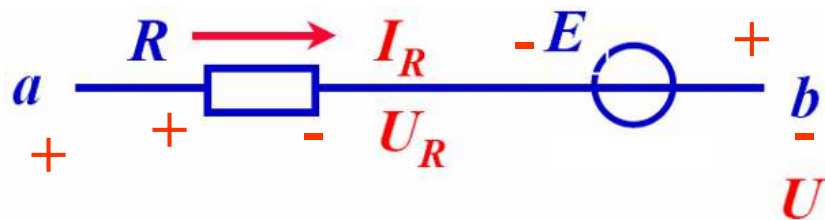
- 例 : 已知: $E=2V$, $R=1\Omega$
- 问: 当 U 分别为 $3V$ 时, $I_R=?$
- 解: (1) 列方程求解

$$U = U_R - E = I_R R - E$$

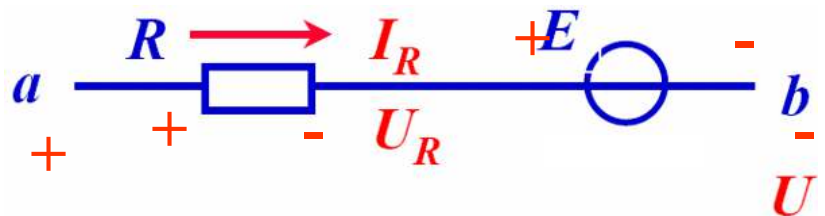
$$I_R = \frac{U + E}{R} = \frac{3 + 2}{1} = 5A$$

$$U = U_R + E = I_R R + E$$

$$I_R = \frac{U - E}{R} = \frac{3 - 2}{1} = 1A$$



(实际方向与参照方向一致)



习题

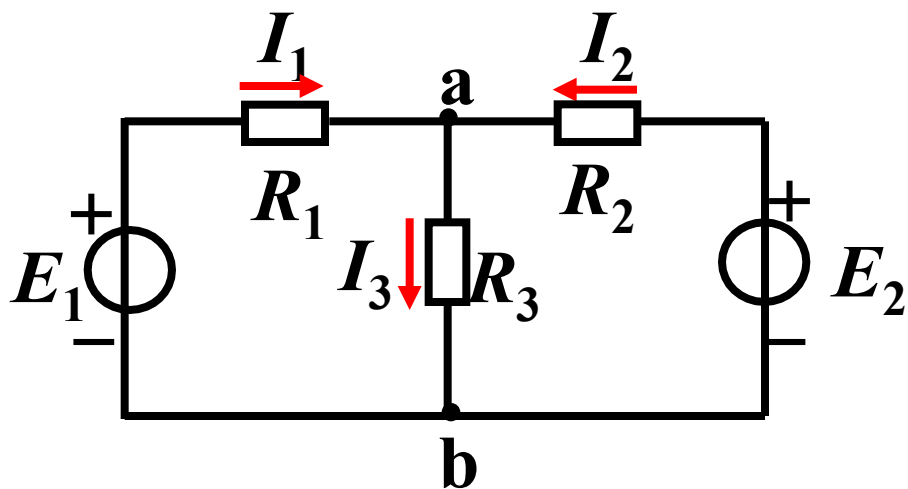
基尔霍夫电流定律 (KCL定律)

KCL(Kirchhoff's Current Law)

KVL(Kirchhoff's Voltage Law)

1. 定律

在任一瞬间，流向任一结点的电流等于流出该结点的电流。



$$\text{即: } \sum I_{\text{入}} = \sum I_{\text{出}}$$

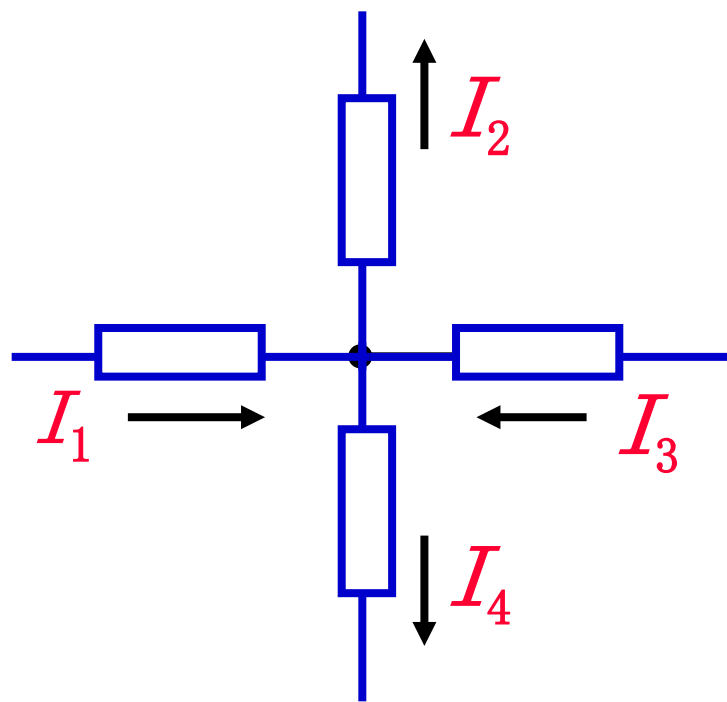
$$\text{或: } \sum I = 0$$

$$\text{对结点 a: } I_1 + I_2 = I_3$$

$$\text{或 } I_1 + I_2 - I_3 = 0$$

例 已知：如图所示， $I_1=2\text{A}$ ， $I_2=-3\text{A}$ ，

$I_3=-2\text{A}$ ，试求 I_4 。



〔解〕

由基尔霍夫电流定律可列出

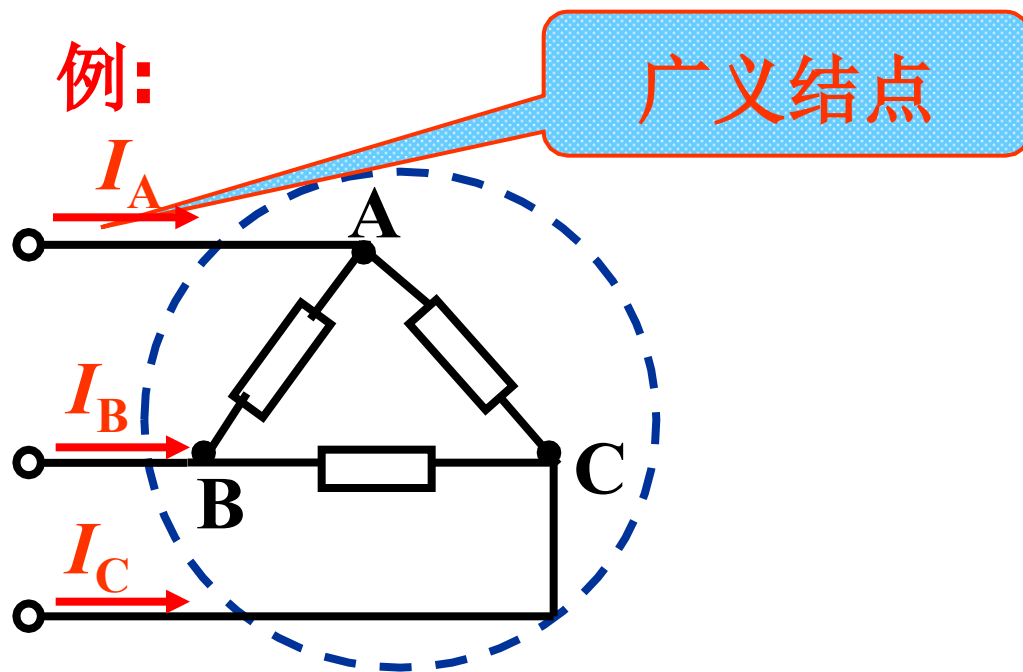
$$I_1 - I_2 + I_3 - I_4 = 0$$

$$2 - (-3) + (-2) - I_4 = 0$$

可得 $I_4 = 3\text{A}$

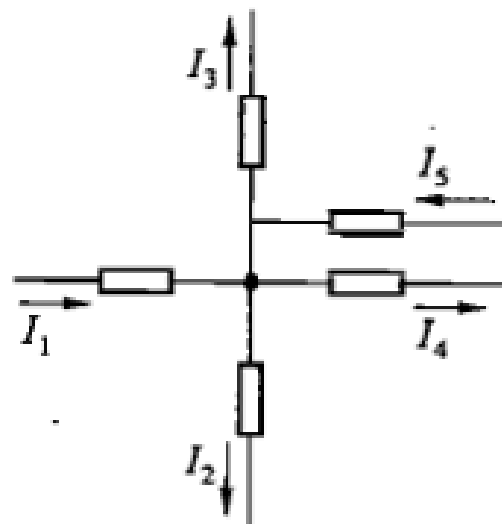
2. 推广

电流定律能够推广应用于包围部分电路的任一假设的闭合面。



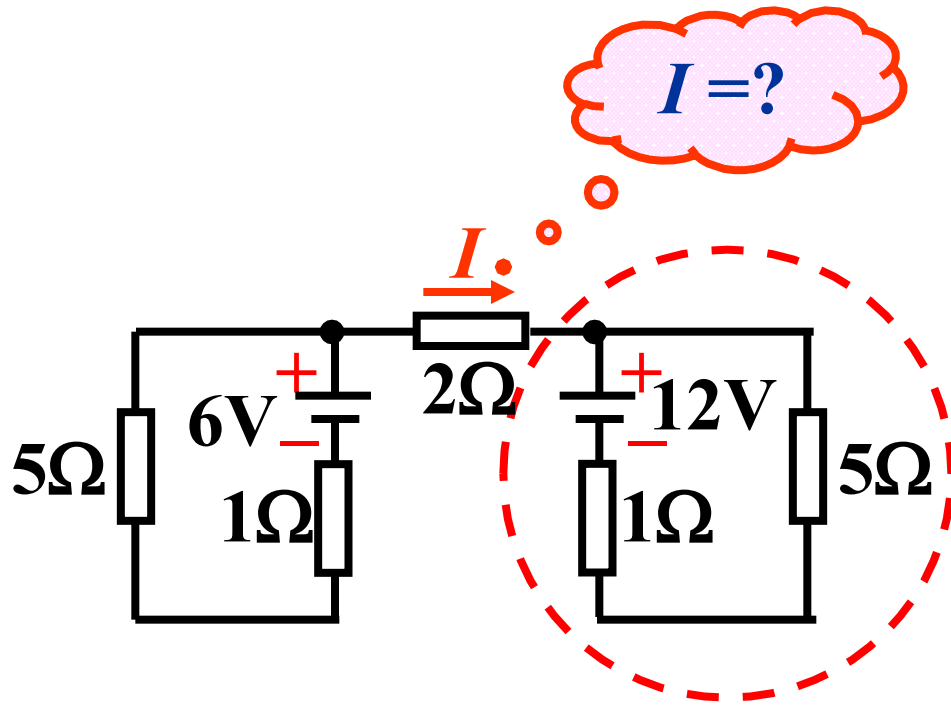
$$I_A + I_B + I_C = 0$$

1.6.2 求图 1.6.8 所示电路中电流 I_5 的数值, 已知 $I_1 = 4 \text{ A}$, $I_2 = -2 \text{ A}$, $I_3 = 1 \text{ A}$, $I_4 = -3 \text{ A}$ 。



$$I_1 + I_5 = I_2 + I_3 + I_4$$

$$\begin{aligned} I_5 &= I_2 + I_3 + I_4 - I_1 \\ &= (-2 + 1 - 3 - 4) \text{ A} = -8 \text{ A} \end{aligned}$$



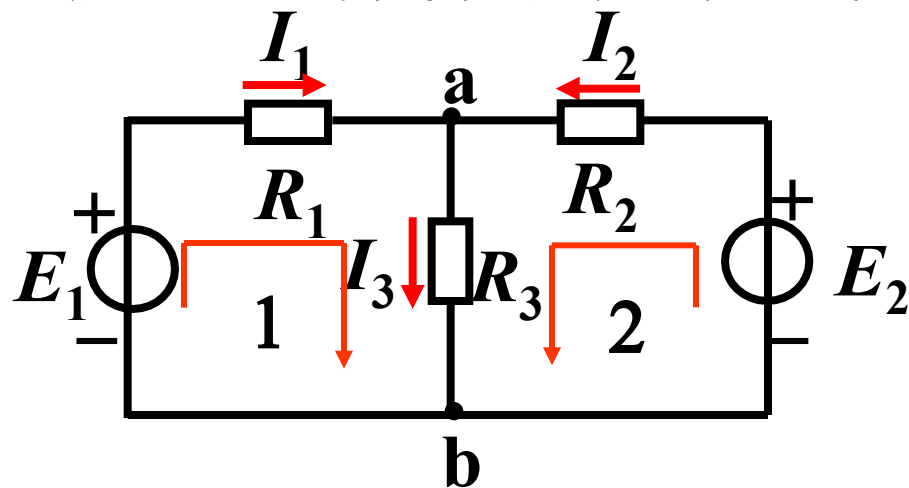
$$I = 0$$

基尔霍夫电压定律 (KVL定律)

1. 定律

在任一瞬间，从回路中任一点出发，沿回路循行一周，则在这个方向上电位升之和等于电位降之和。

在任一瞬间，沿任一回路循行方向，回路中各段电压的代数和恒等于零。 即： $\sum U = 0$



对回路1: $E_1 = I_1 R_1 + I_3 R_3$

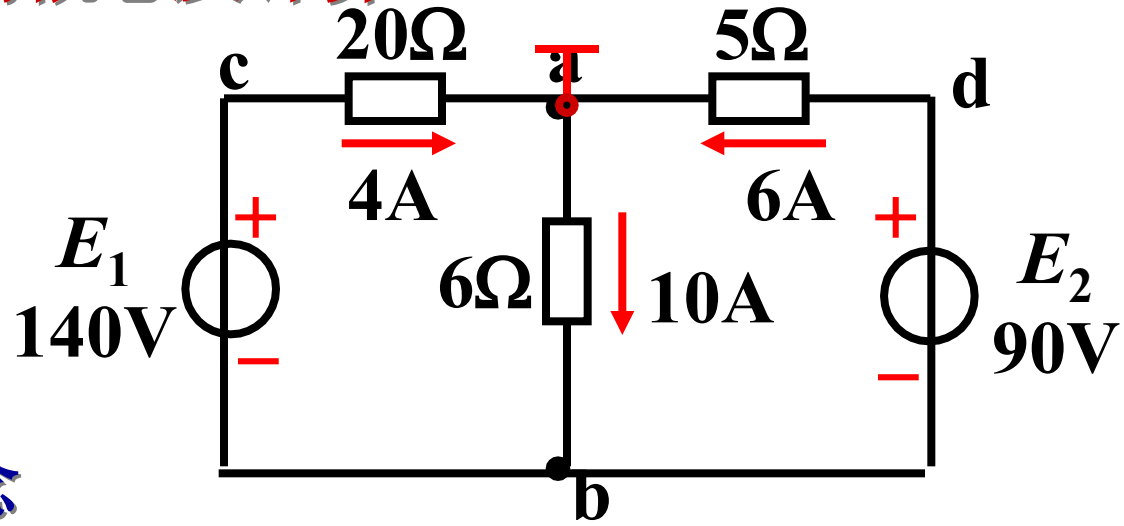
或 $I_1 R_1 + I_3 R_3 - E_1 = 0$

对回路2: $I_2 R_2 + I_3 R_3 = E_2$

或 $I_2 R_2 + I_3 R_3 - E_2 = 0$

例1.6.2 有一闭合回路如图所示，已知 $U_{AB} = 5V$ ， $U_{BC} = -4V$ ， $U_{DA} = -3V$ ，求 U_{CD} ， $U_{CA} = ?$

1.7 电路中电位的概念及计算



1. 电位的概念

电位：电路中某点至参照点的电压，记为“ V_x ”。
一般设参照点的电位为零。

设 $V_a = 0V$

$$V_b = U_{ba} = -10 \times 6 = -60V$$

电压 $U_{ba} = V_b - V_a$

电压 $U_{ab} = V_a - V_b = 0 - (-60) = 60V$

例:

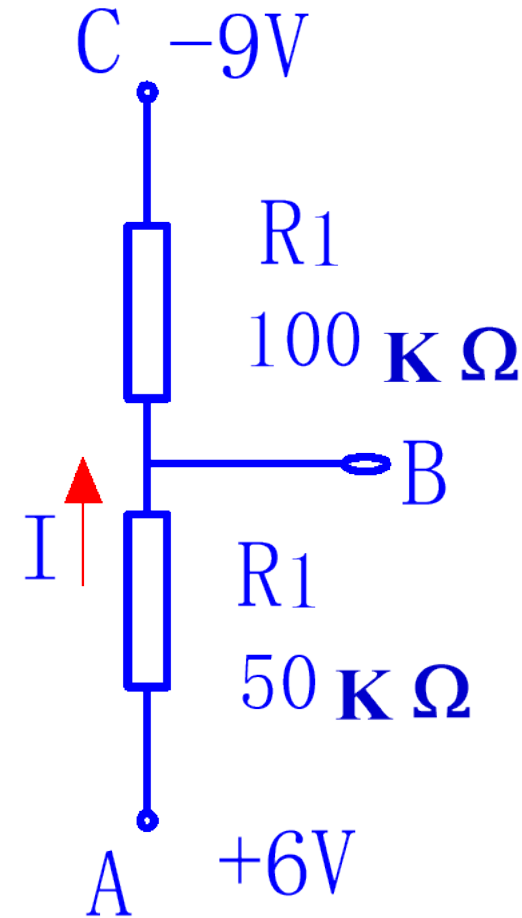
计算下图电路中**B**点的电位。

〔解〕

$$\begin{aligned} I &= (V_A - V_C) / (R_1 + R_2) \\ &= [6 - (-9)] / [(100 + 50) \times 10^3] \\ &= 0.1 \text{mA} \end{aligned}$$

$$U_{AB} = V_A - V_B = R_2 I$$

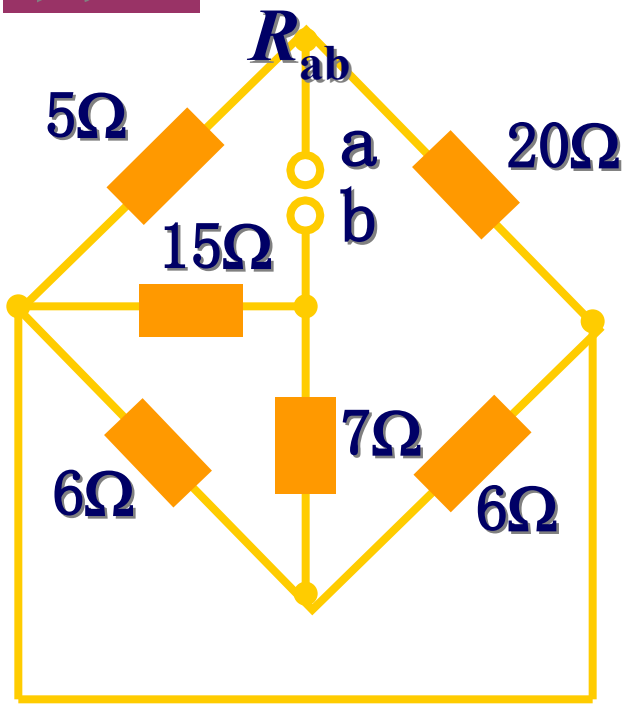
$$\begin{aligned} V_B &= V_A - R_2 I \\ &= 6 - (50 \times 10^3) \times (0.1 \times 10^{-3}) \\ &= +1 \text{V} \end{aligned}$$



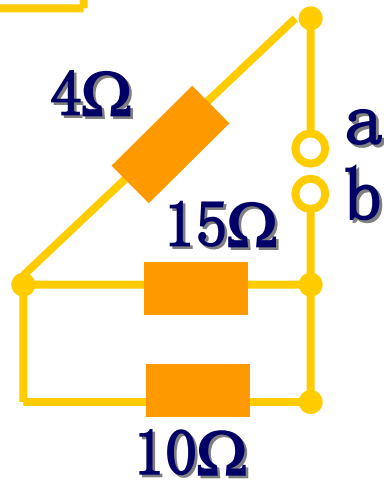
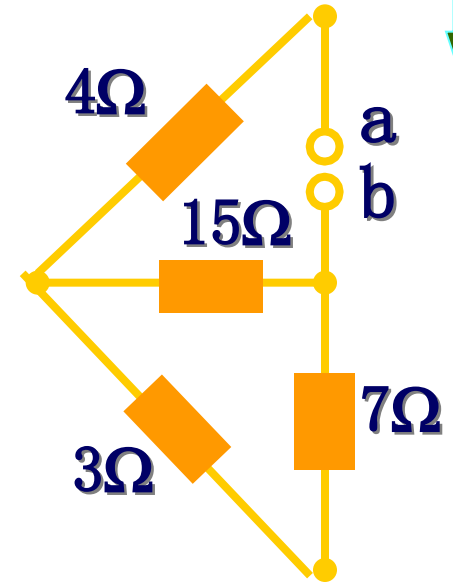
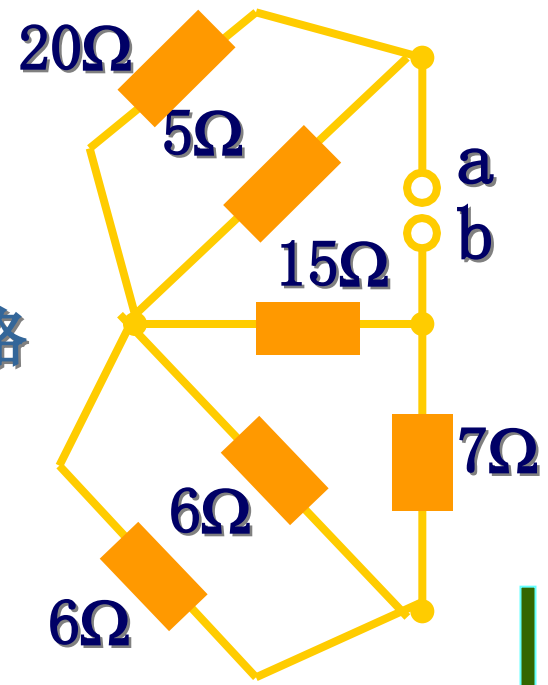
2.1 电阻串并联联接的等效变换

例

求:



缩短无电阻支路

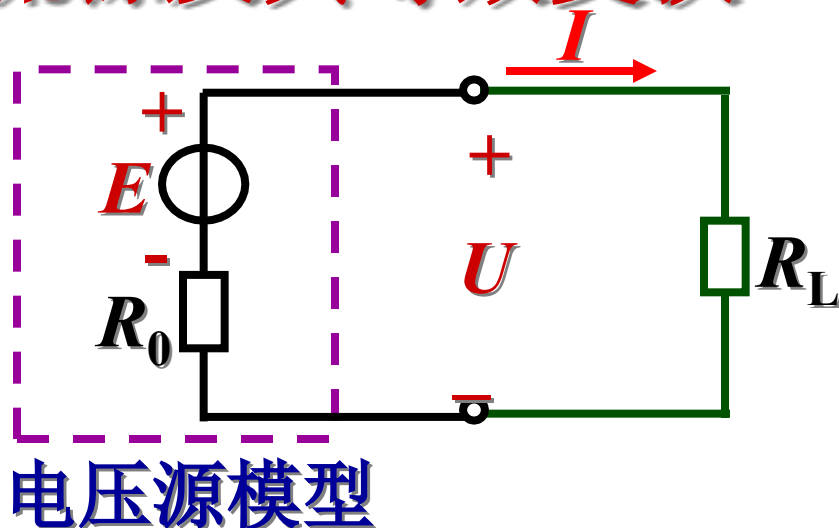


$R_{ab} = 10\Omega$

2.3 电压源与电流源及其等效变换

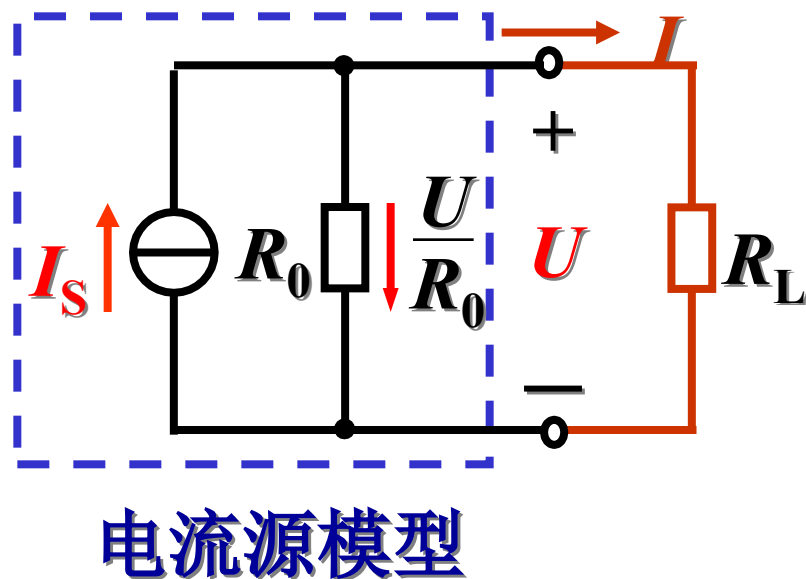
2.3.1 电压源

电压源是由电动势 E 和内阻 R_0 串联的电源的电路模型。



2.3.2 电流源

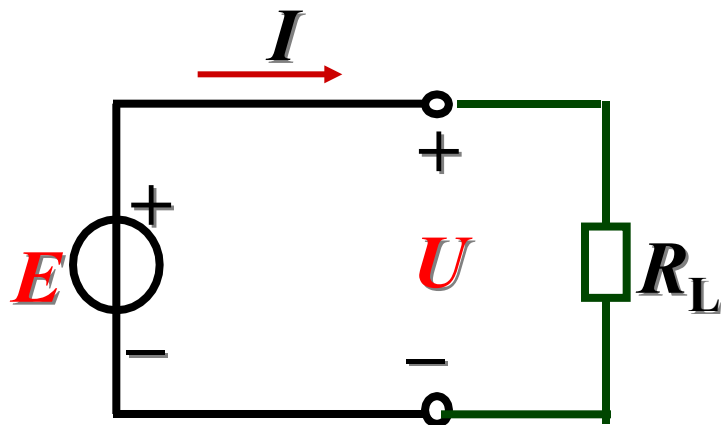
电流源是由电流 I_S 和内阻 R_0 并联的电源的电路模型。



等效变换条件:

$$\begin{cases} E = I_S R_0 \\ I_S = \frac{E}{R_0} \end{cases}$$

理想电压源（恒压源）



特点：

(1) 输出电压是一定值，恒等于电动势。

$$U \equiv E。$$

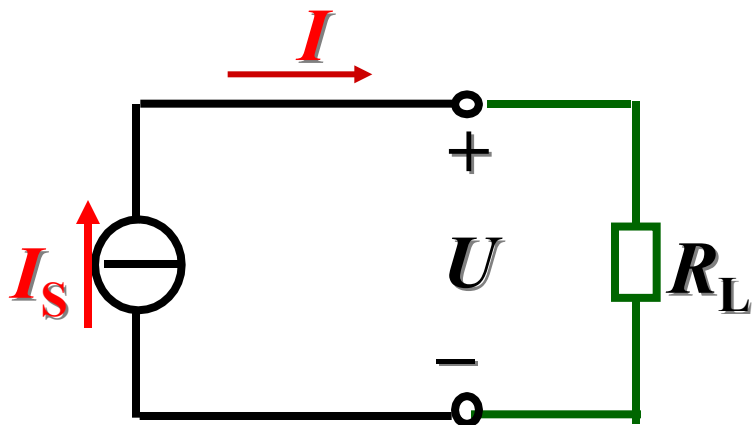
(2) 恒压源中的电流由外电路决定。

例1：设 $E = 10 \text{ V}$ ，接上 R_L 后，恒压源对外输出电流。

当 $R_L = 1 \Omega$ 时， $U = 10 \text{ V}$ ， $I = 10 \text{ A}$ 电压恒定，电

当 $R_L = 10 \Omega$ 时， $U = 10 \text{ V}$ ， $I = 1 \text{ A}$ 流随负载变化

理想电流源（恒流源）



特点：

- (1) 输出电流是一定值，恒等于电流 I_S ；
- (2) 恒流源两端的电压 U 由外电路决定。

例1： 设 $I_S = 10 \text{ A}$ ，接上 R_L 后，恒流源对外输出电流。

当 $R_L = 1 \Omega$ 时， $I = 10 \text{ A}$ ， $U = 10 \text{ V}$

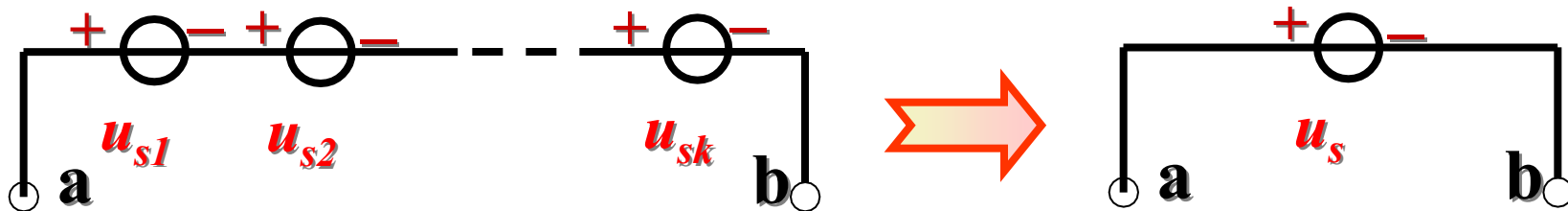
当 $R_L = 10 \Omega$ 时， $I = 10 \text{ A}$ ， $U = 100 \text{ V}$

电流恒定，电压随负载变化，负载电阻越大输出端电压越大。

理想电源的联接变换

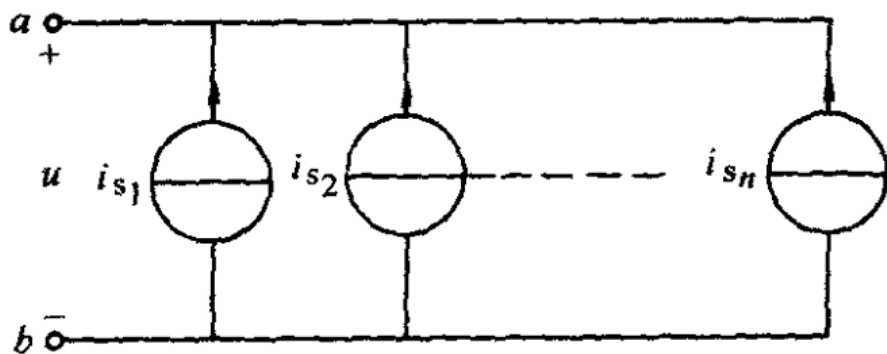
1、由KVL可知， n 个电压源串联，可用一种等效电压源来替代，这个等效电压源的电压等于各串联电压源电压的代数和。即

$$u_S = u_{S1} + u_{S2} + \cdots + u_{Sn} = \sum_{k=1}^n u_{Sk}$$

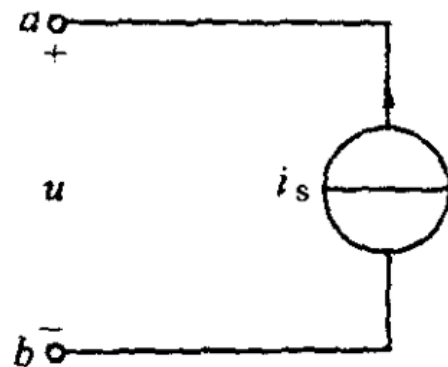
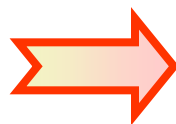


2、由KCL可知, n个**电流源并联**, 可用一种等效电流源来替代, 这个等效电流源的电流等于各并联电流源电流的代数和。即

$$I_s = I_{s1} + I_{s2} + \dots + I_{sn} = \sum_{k=1}^n I_{sk}$$

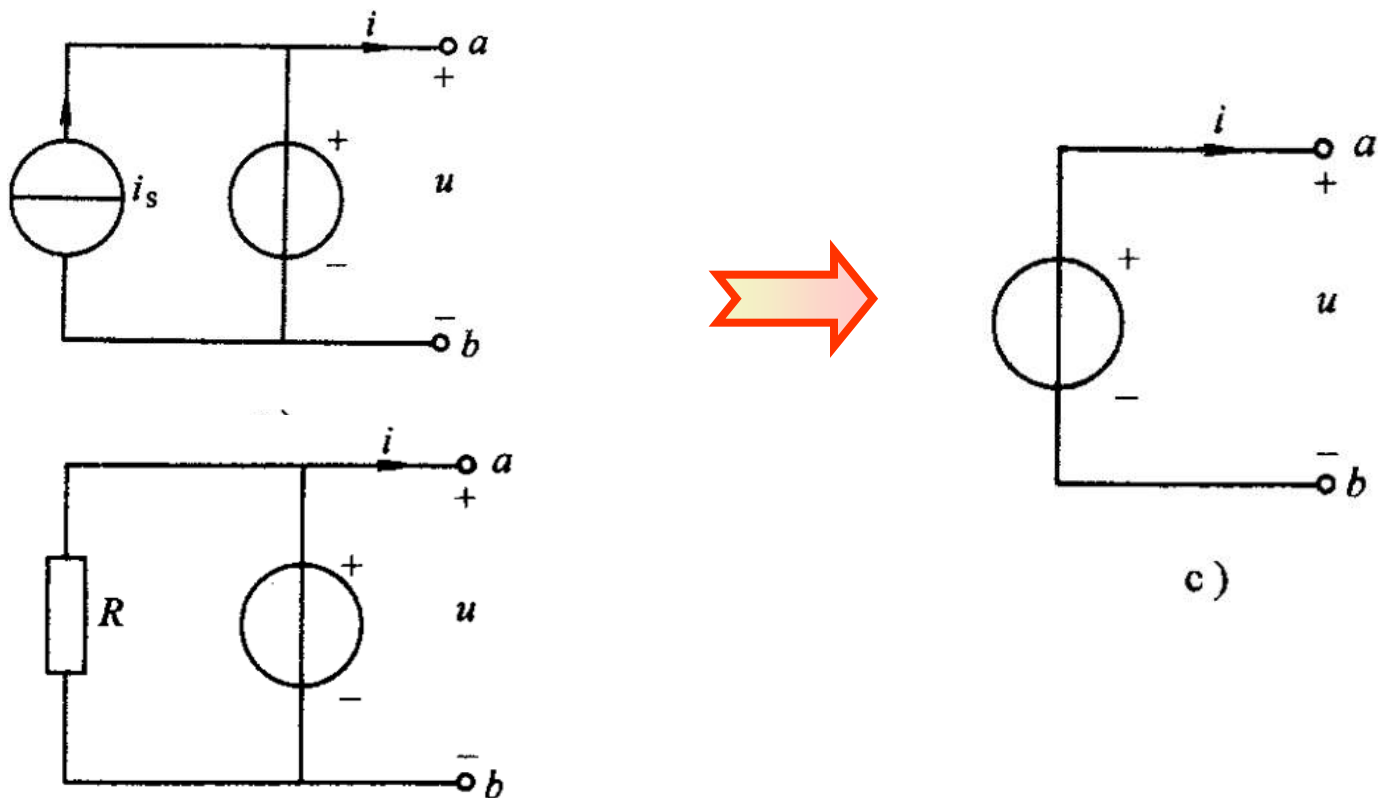


a)

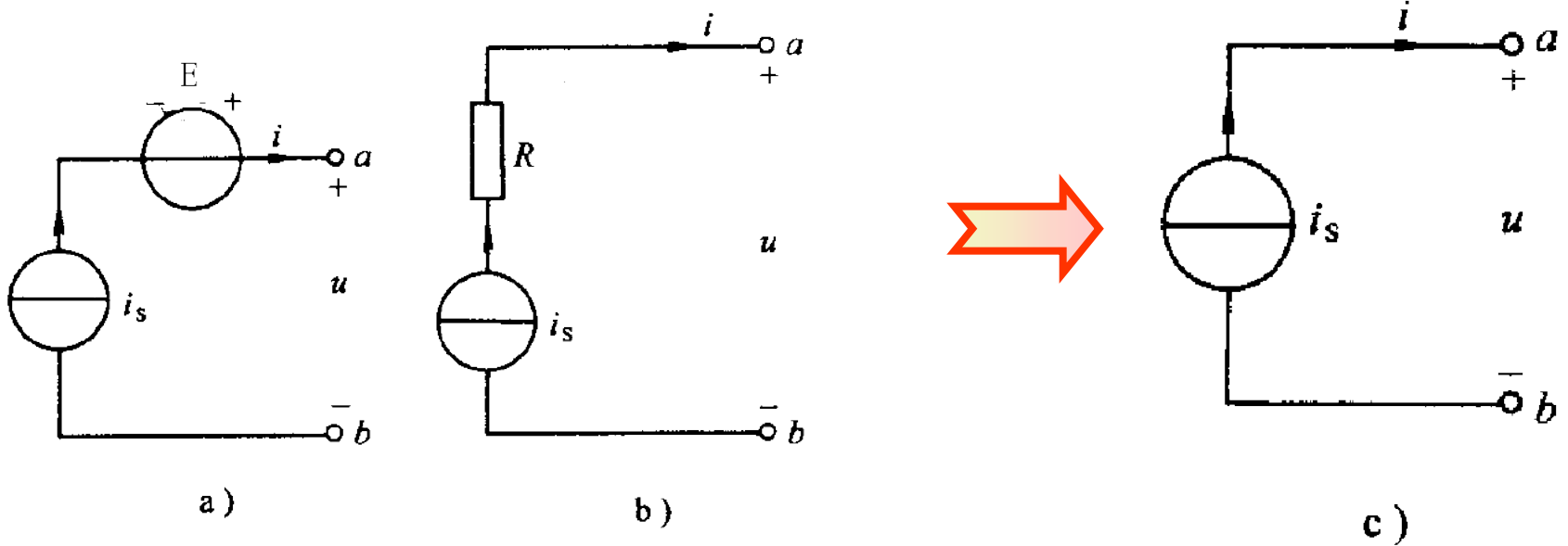


b)

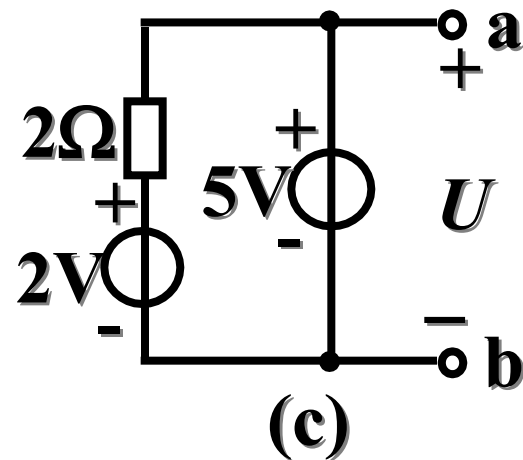
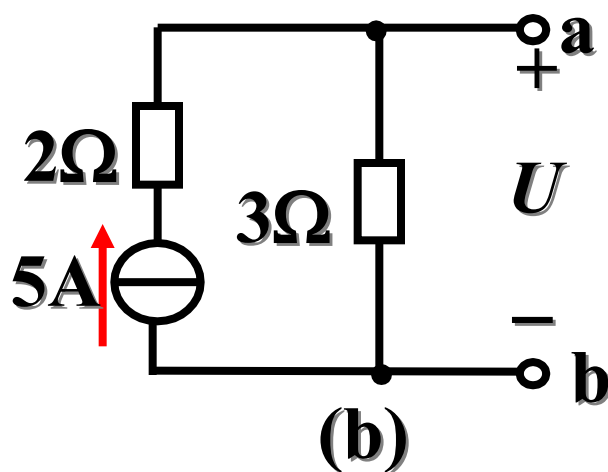
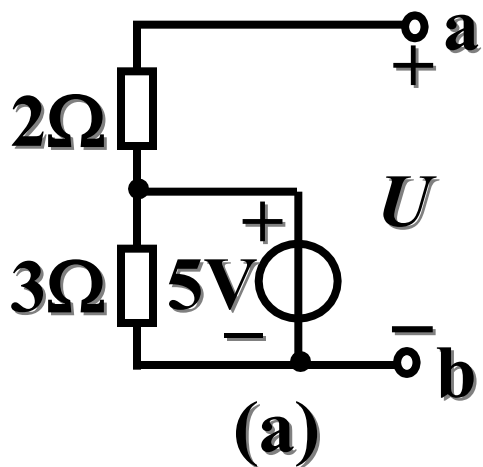
3、与电压源并联的任一元件或支路，均可用一等效电压源替代，等效电压源的电压不变。对外部电路等效。



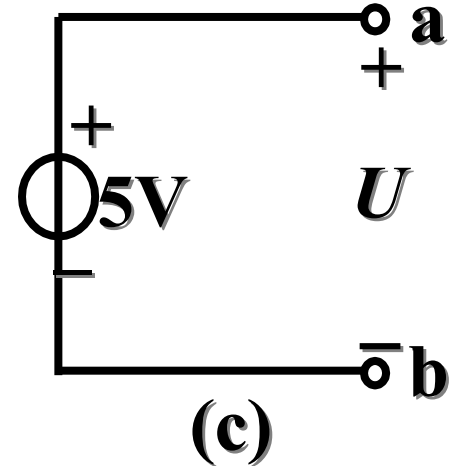
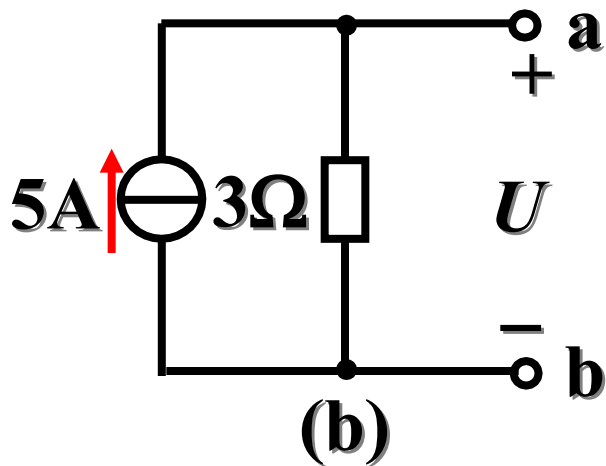
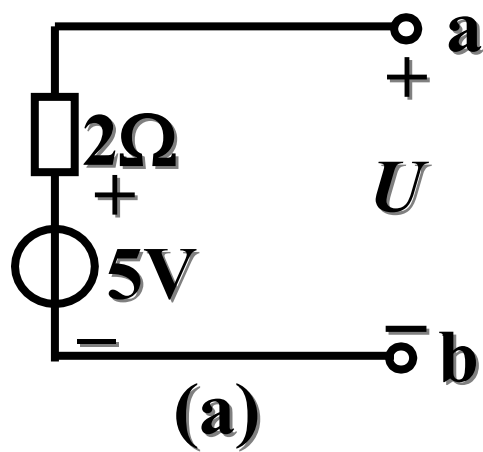
4、与**电流源串联的任一元件或支路**，均可用一**等效电流源**替代，等效电流源的电流不变，对外电路没影响。



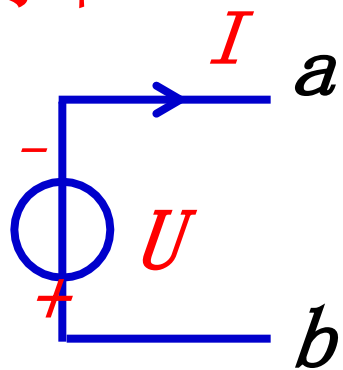
例： 求下列各电路的等效电源



解：



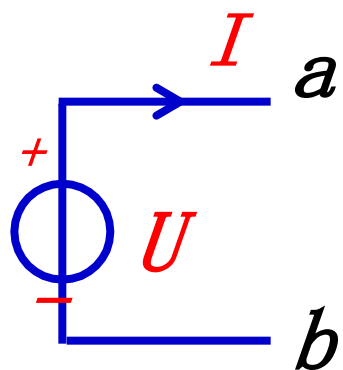
功率



当 U 和 I 两者的参照方向选得一致

电源 $P = UI < 0$ 发出功率

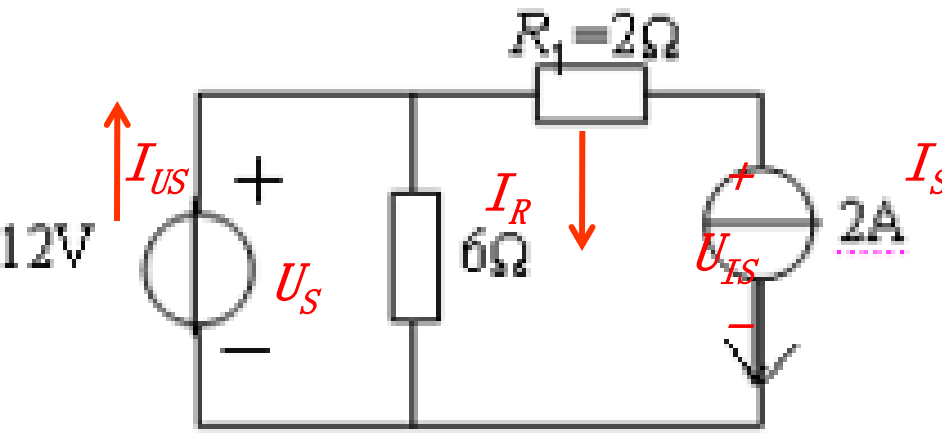
负载 $P = UI > 0$ 吸收功率



U 和 I 两者的参照方向选得相反

电源 $P = -UI < 0$ 负载 $P = -UI > 0$

例：如下图所示电路，电流源的功率为？电压源的功率为？



$$U_S = I_S R_1 + U_{IS}$$

$$U_{IS} = U_S - I_S R_1 = 8V$$

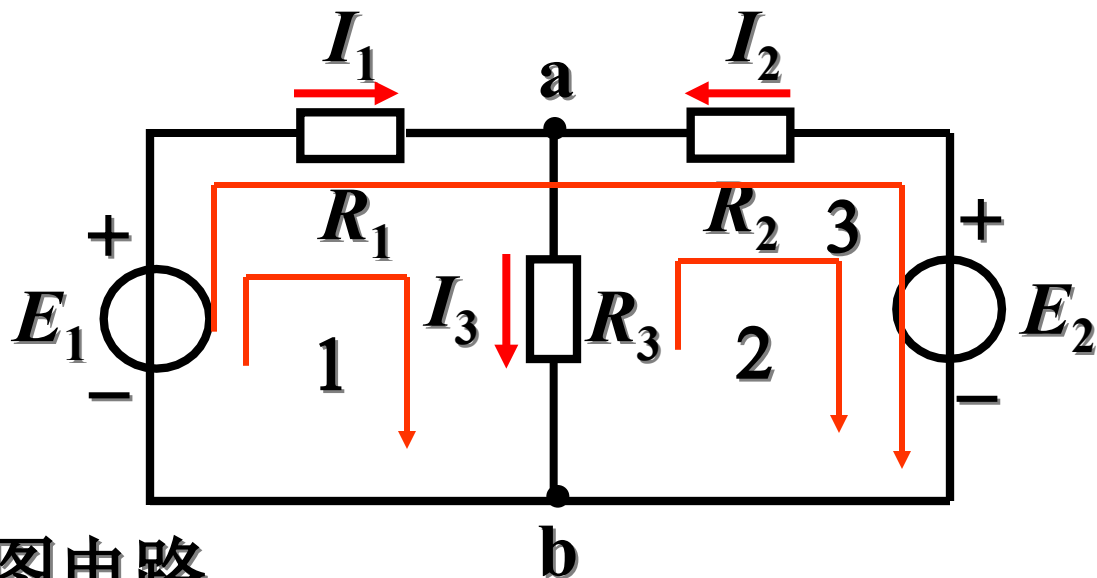
$$P_{IS} = U_{IS} I_S = 8 \times 2 = 16W$$

$$I_R = \frac{U_S}{R} = 2A \quad I_{US} = I_R + I_S = 4A$$

$$P_{US} = -U_S I_{US} = -48W$$

2.4 支路电流法

支路电流法：以支路电流为未知量、应用基尔霍夫定律（KCL、KVL）列方程组求解。



对上图电路

支路数： $b=3$ 结点数： $n=2$

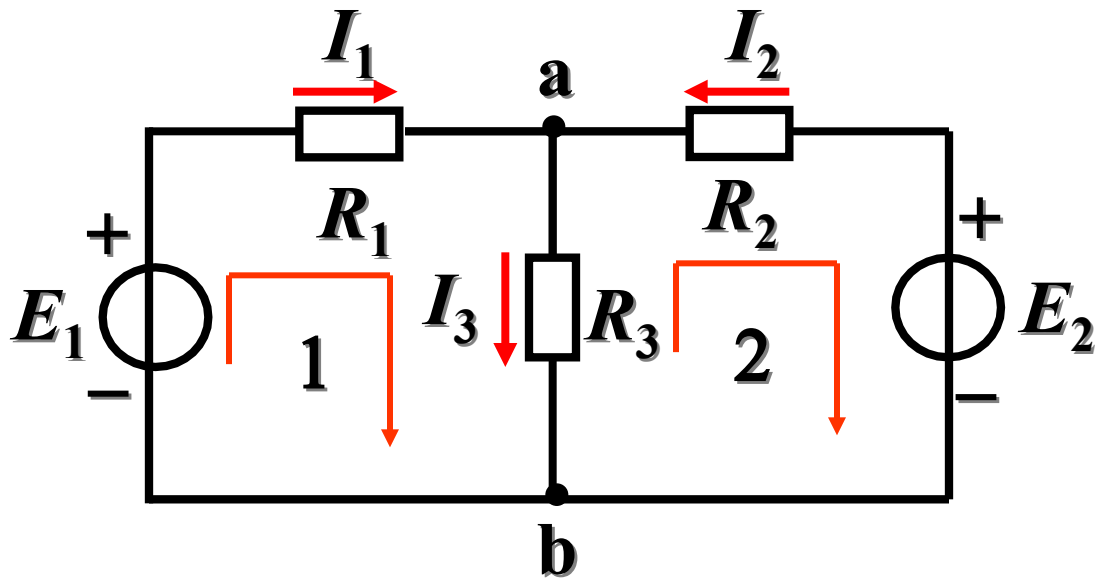
回路数 = 3 单孔回路（网孔）= 2

若用支路电流法求各支路电流应列出三个方程

支路电流法的解题环节:

1. 在图中标出各支路电流的参照方向，对选定的回路标出回路循行方向。
2. 应用 KCL 对结点列出 $(n-1)$ 个独立的结点电流方程。
3. 应用 KVL 对回路列出 $b-(n-1)$ 个独立的回路电压方程（一般可取网孔列出）。
4. 联立求解 b 个方程，求出各支路电流。

例2.4.1： 在图示电路中，设 $E_1=140\text{V}$ ， $E_2=90\text{V}$ ， $R_1=20\Omega$ ， $R_2=5\Omega$ ， $R_3=6\Omega$ ，试求各支路电流。



对结点 a:

$$I_1 + I_2 - I_3 = 0$$

对网孔1:

$$I_1 R_1 + I_3 R_3 = E_1$$

对网孔2:

$$I_2 R_2 + I_3 R_3 = E_2$$

$$I_1 = 4\text{A}$$

$$I_2 = 6\text{A}$$

$$I_3 = 10\text{A}$$

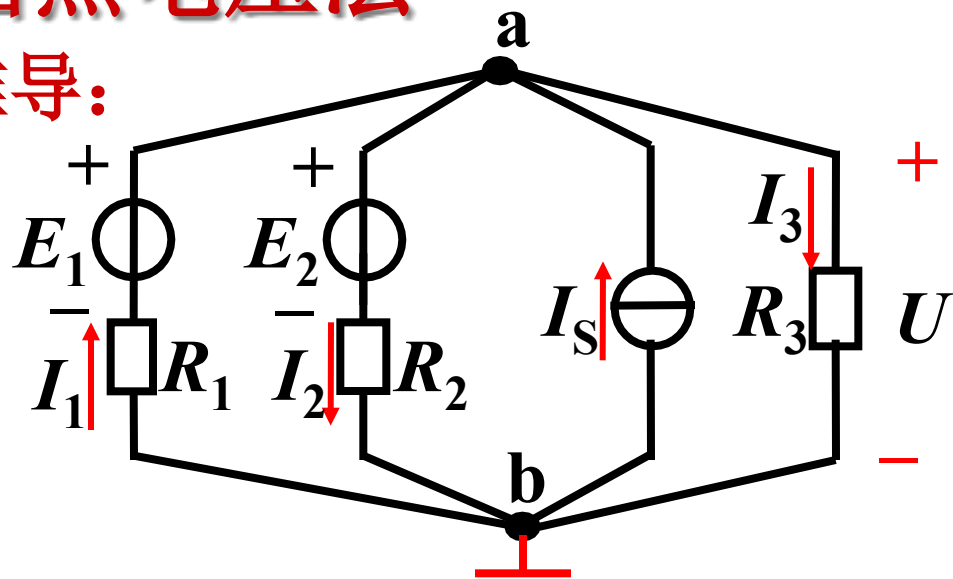
2.5 结点电压法

2个结点的结点电压方程的推导:

结点电压为 U , 参照
方向从 a 指向 b。

根据基尔霍夫电流定律
对结点 a 列方程:

$$I_1 - I_2 + I_S - I_3 = 0$$



将各电流代入 KCL 方程则有: $\frac{E_1 - U}{R_1} - \frac{-E_2 + U}{R_2} + I_S = \frac{U}{R_3}$

$$U = \frac{\frac{E_1}{R_1} + \frac{E_2}{R_2} + I_S}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$$

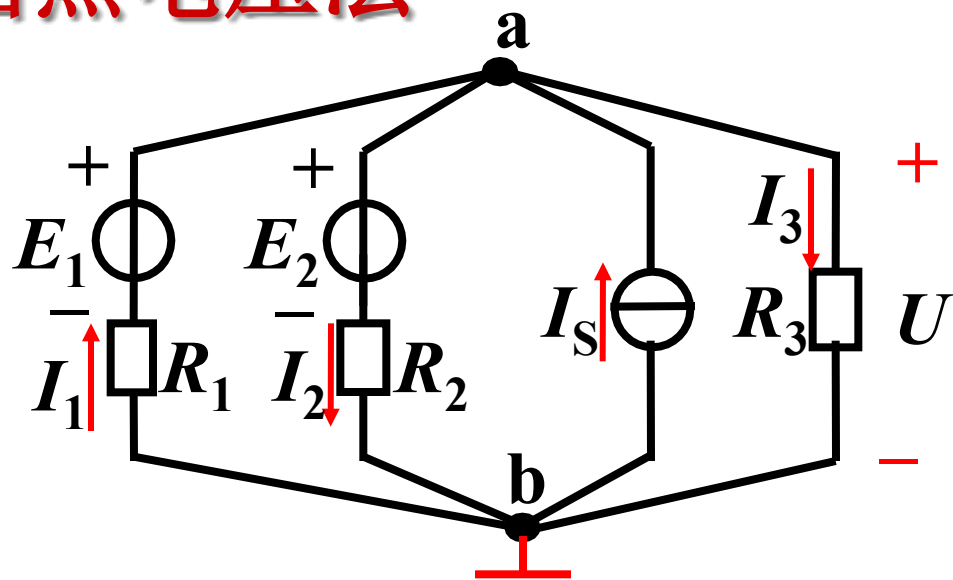
结点电压方程:

$$U = \frac{\sum \frac{E}{R} + \sum I_S}{\sum \frac{1}{R}}$$

2.5 结点电压法

即结点电压方程:

$$U = \frac{\sum \frac{E}{R} + \sum I_s}{\sum \frac{1}{R}}$$



注意:

(1) 上式仅合用于两个结点的电路。

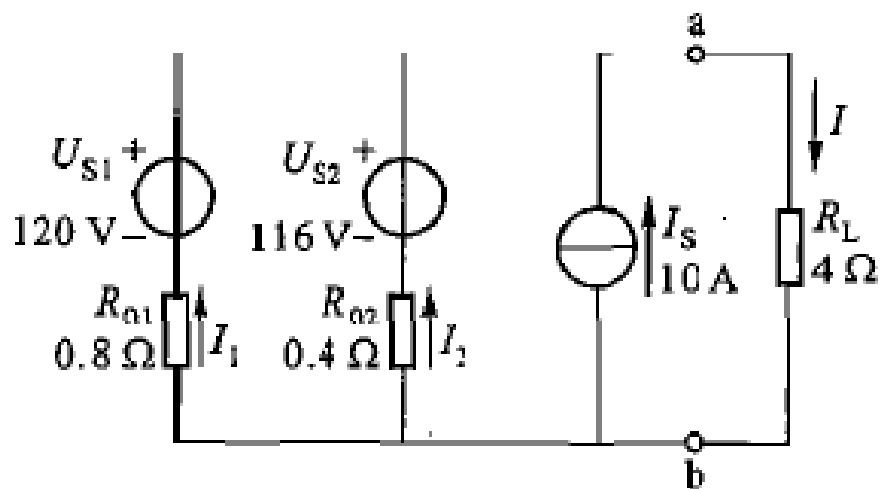
(2) 分母是各支路电导之和, 恒为正值;

分子中各项可觉得正, 也可以可负。

当 E 和 I_s 与结点电压的参考方向相反时取正号,

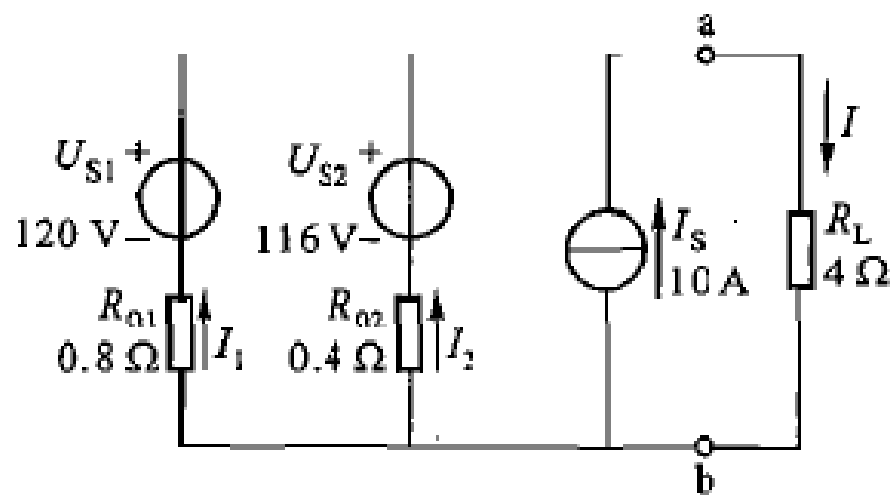
相同时则取负号。而与各支路电流的参考方向无关。

习题2.4.2 用结点电压法求解下图电路中结点电压和各支路电流，并求三个电源的输出功率和负载电阻 R_L 的取用功率（0.8欧和0.4欧分别为两个电压源的内阻）。



$$U_{ab} = \frac{\frac{U_{S1}}{R_{01}} + \frac{U_{S2}}{R_{02}} + I_S}{\frac{1}{R_{01}} + \frac{1}{R_{02}} + \frac{1}{R_L}} = \frac{\frac{120}{0.8} + \frac{116}{0.4} + 10}{\frac{1}{0.8} + \frac{1}{0.4} + \frac{1}{4}} \text{ V} = 112.5 \text{ V}$$

$$I_1 = \frac{U_{S1} - U_{ab}}{R_{01}} = \frac{120 - 112.5}{0.8} \text{ A} = 9.38 \text{ A}$$



$$I_2 = \frac{U_{S2} - U_{ab}}{R_{02}} = \frac{116 - 112.5}{0.4} \text{ A} = 8.75 \text{ A}$$

$$I = \frac{U_{ab}}{R_L} = \frac{112.5}{4} \text{ A} = 28.13 \text{ A}$$

$$P_{U_{S1}} = U_{S1} I_1 - I_1^2 R_1 = U_{ab} I_1 = (112.5 \times 9.38) \text{ W} = 1055 \text{ W}$$

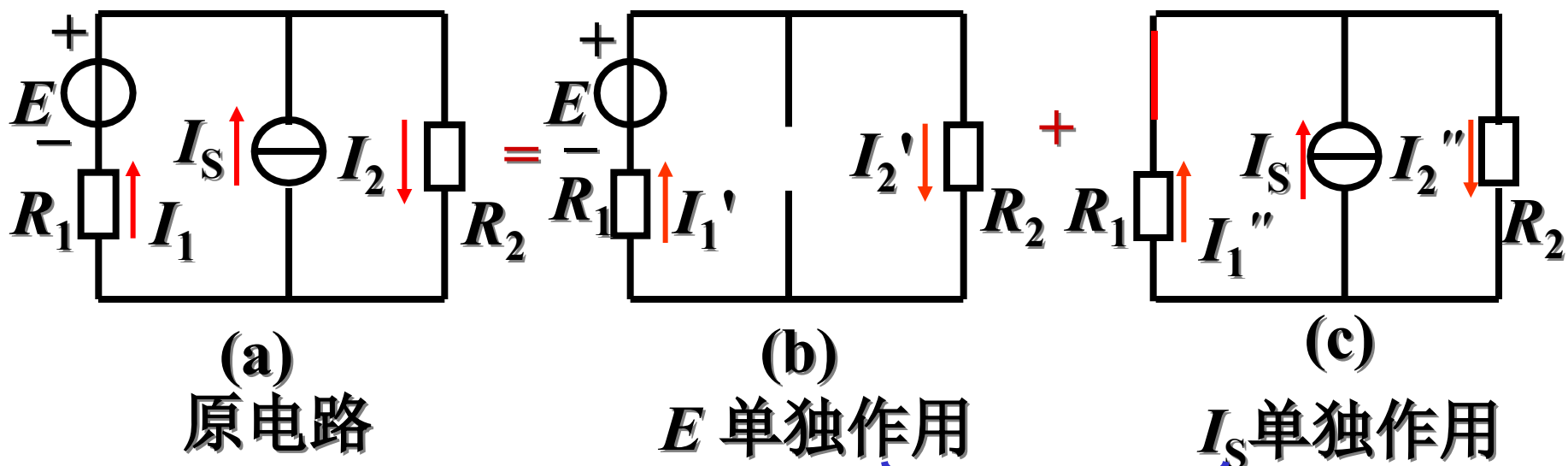
$$P_{U_{S2}} = U_{S2} I_2 - I_2^2 R_2 = U_{ab} I_2 = (112.5 \times 8.75) \text{ W} = 984 \text{ W}$$

$$P_{I_S} = U_{ab} I_S = (112.5 \times 10) \text{ W} = 1125 \text{ W}$$

$$P_L = U_{ab} I = I^2 R_L = (112.5 \times 28.13) \text{ W} = 3164 \text{ W}$$

2.6 叠加原理

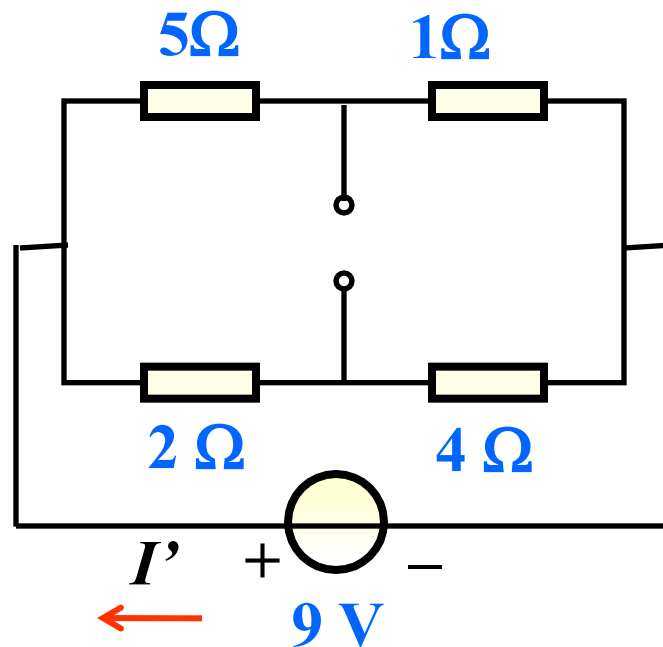
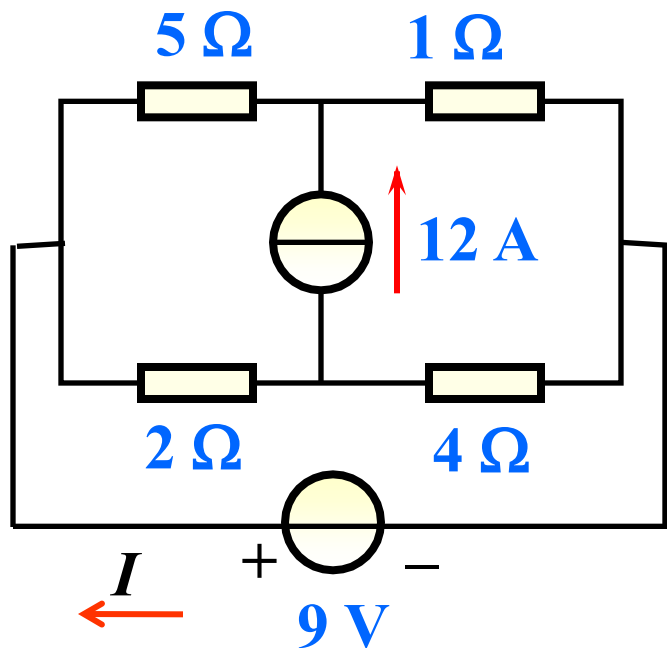
叠加原理：对于线性电路，任何一条支路的电流，都能够看成是由电路中各个电源（电压源或电流源）分别作用时，在此支路中所产生的电流的代数和。



$$I_1 = I_1' + I_1''$$

$$I_2 = I_2' + I_2''$$

[例] 求图示电路中的电流I。

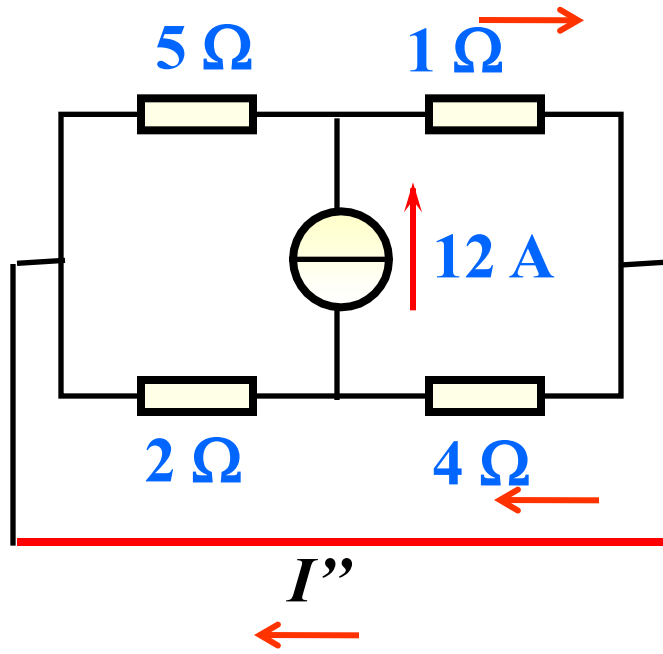
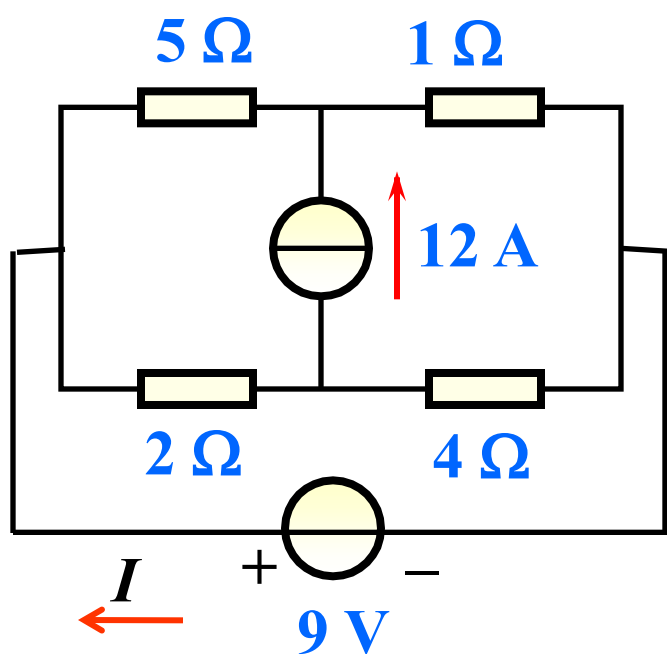


[解] 先计算 9V 电压源单独作用时的I'

电流源不作用
应相当于开路

$$I' = \frac{9}{6//6} \text{ A} = \frac{9}{3} \text{ A} = 3 \text{ A}$$

[例] 求图示电路中的电流I。



电压源
不作用
应相当
于短路

[解] 再计算 12 A 电流源单独作用时的电流I''

$$I'' = I_1 - I_4 = 12 \times \frac{5}{5+1} - 12 \times \frac{2}{4+2} = 10 - 4 = 6A$$

$$I = I' + I'' = 3 + 6 = 9A$$

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/045340000120011334>