目 录

2.1 等效变换的概念

2.2 电阻的串联、并联和混联

2.3 电阻的Y－△ 等效变换

2.4 电压源、电流源的串联和并联

2.5 实际电源的等效变换

2.6 运用等效变换分析含受控源的电阻电路

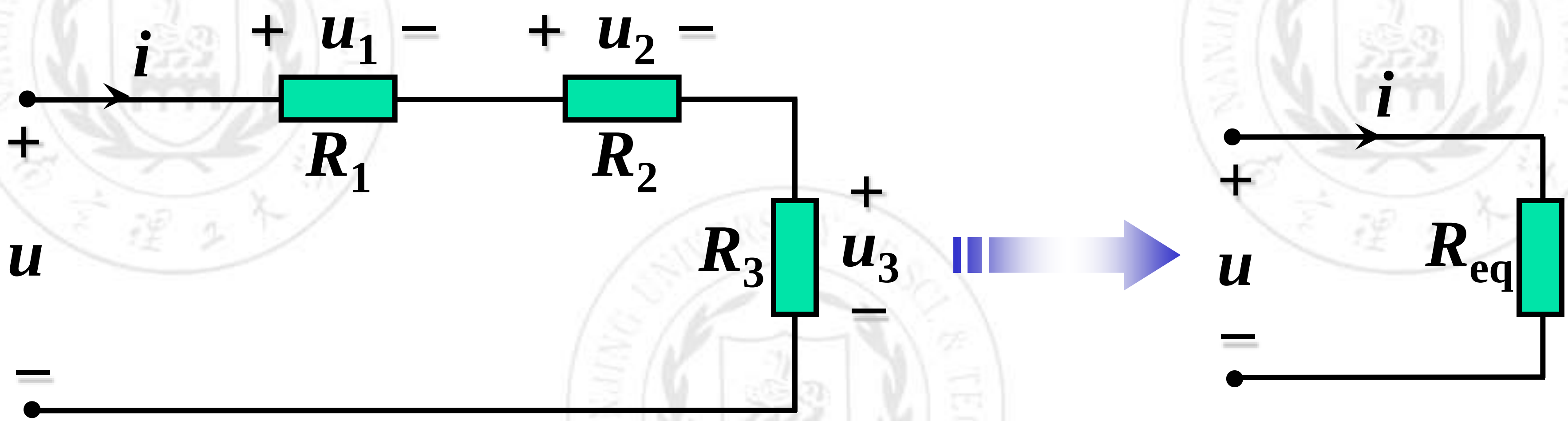
- 若两个二端网络N_1和N_2，当它们与同一个外部电路相接，在相接端点处的电压、电流关系**完全相同**时，则称N_1和N_2为相互等效的二端网络.

$i = i'$

(二端网络) (二端网络)

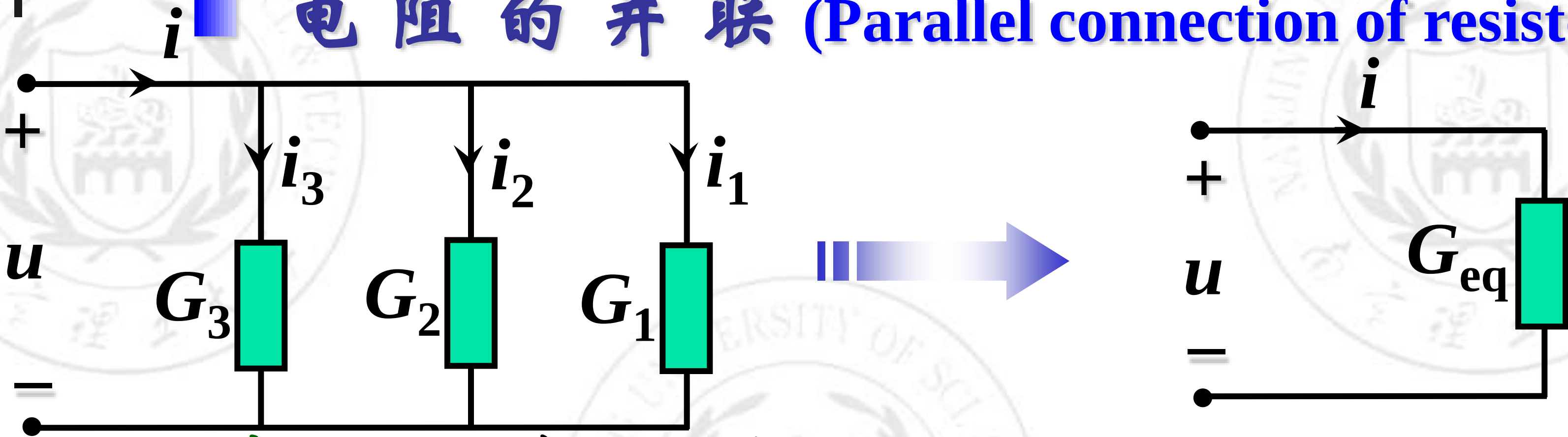
- 等效的两个二端网络相互替代，这种替代称为**等效变换**.
- 目的：简化电路.

电阻的串联 (Series connection of resistors)



- 特征：流过同一电流
- KVL: $u = u_1 + u_2 + u_3 = R_1 i + R_2 i + R_3 i = R_{eq} i$
- 等效电阻：$R_{eq} = \sum R_k$
- 分压公式：$u_k = \dfrac{R_k}{R_{eq}} u$
- 功率：$P_k = R_k i^2$； $P = \sum P_k$

电阻的并联 (Parallel connection of resistors)



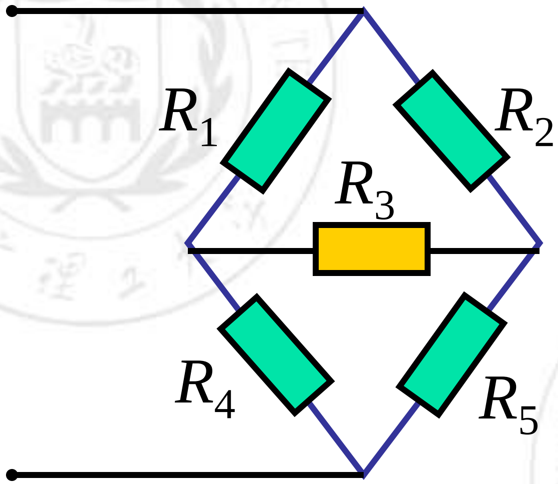
- **特征：** 承受同一个电压
- **KCL：** $i = i_1 + i_2 + i_3 = G_1 u + G_2 u + G_3 u = G_{eq} u$
- **等效电导：** $G_{eq} = \sum G_k$
- **分流公式：** $i_k = G_k u = \dfrac{G_k}{G_{eq}} i$
- **功率：** $P_k = G_k u^2$； $P = \sum P_k$

$$R \xleftrightarrow{\text{对偶}} G$$

$$u \xleftrightarrow{\text{对偶}} i$$

$$\text{串联} \xleftrightarrow{\text{对偶}} \text{并联}$$

- **对偶原理：** 电路中某些元素之间的关系（或方程、电路等）用它们的对偶元素对应地置换后所得到的新关系（或新方程、新电路等）也一定成立。



臂支路：R_1、R_2、R_4、R_5
桥支路：R_3

- 每个节点联接3条支路

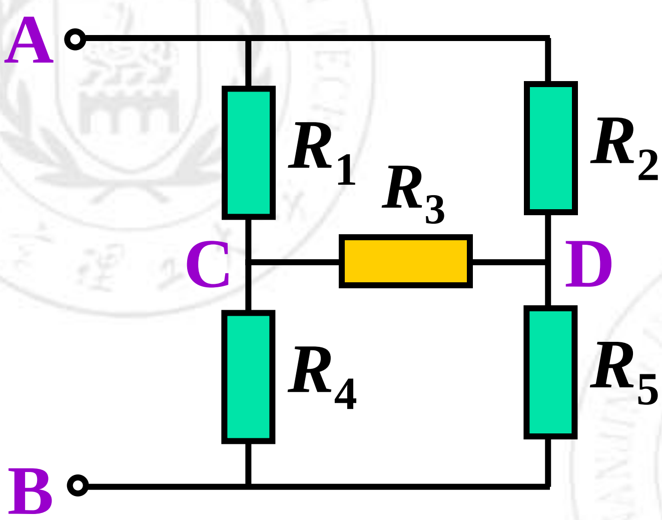
平衡条件：

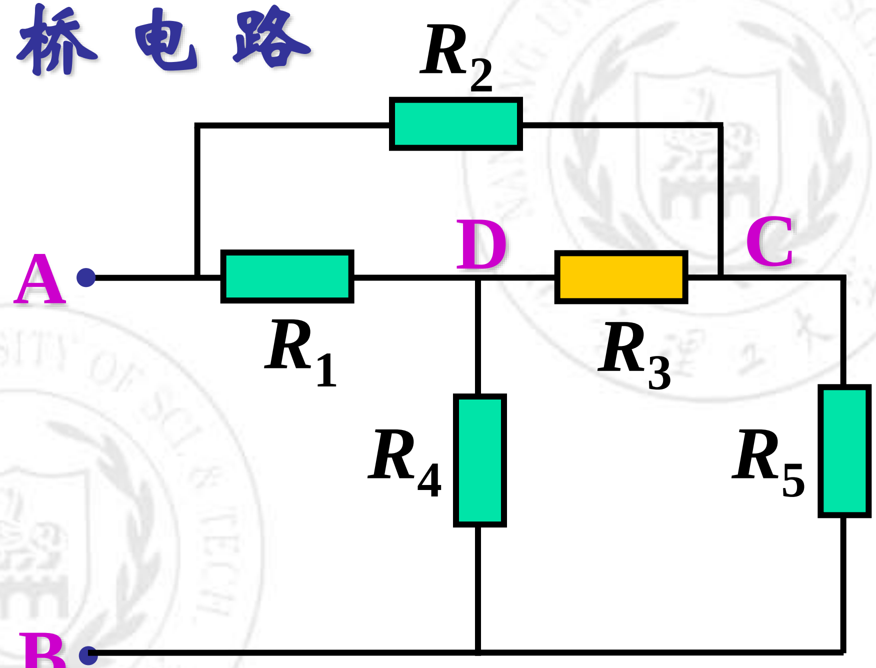
$$\frac{R_1}{R_4} = \frac{R_2}{R_5}$$

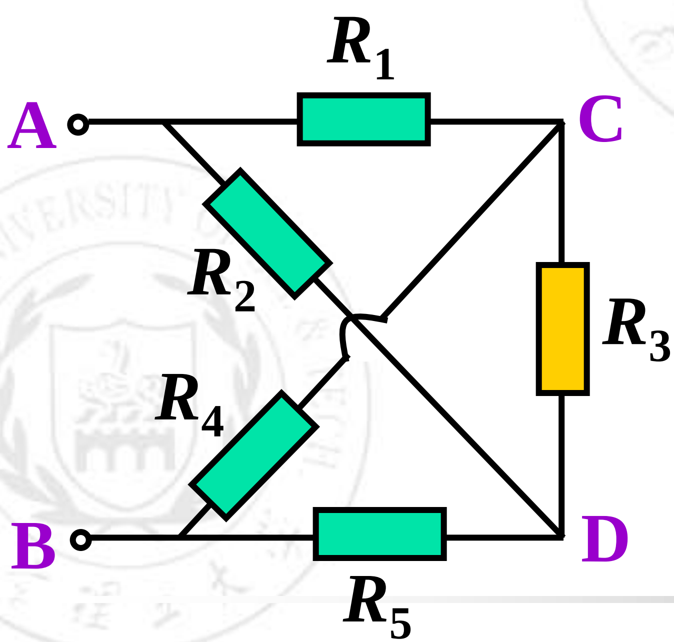
或 $R_1 R_5 = R_2 R_4$

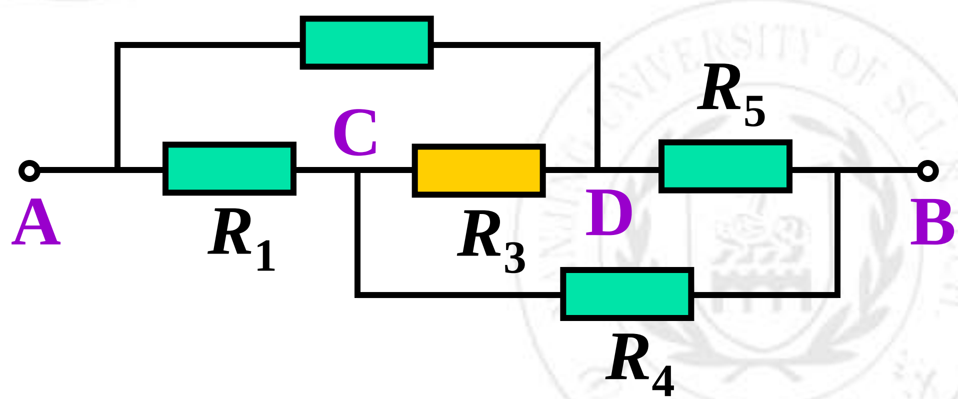
平衡时，R_3所在的支路既可开路又可短路。

■ 电 桥 电 路

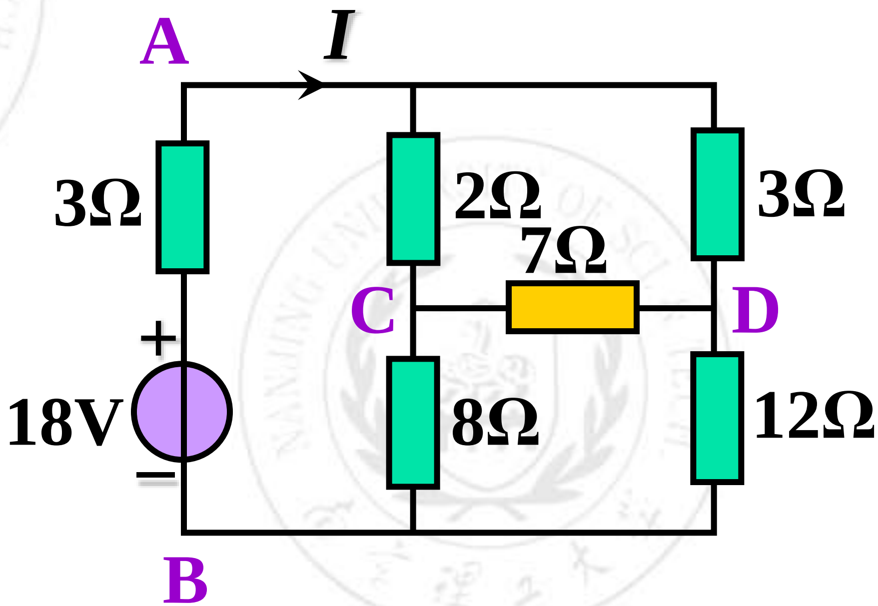

A
B
C
D
R_1
R_2
R_3
R_4
R_5


A
B
C
D
R_1
R_2
R_3
R_4
R_5


A
B
C
D
R_1
R_2
R_3
R_4
R_5

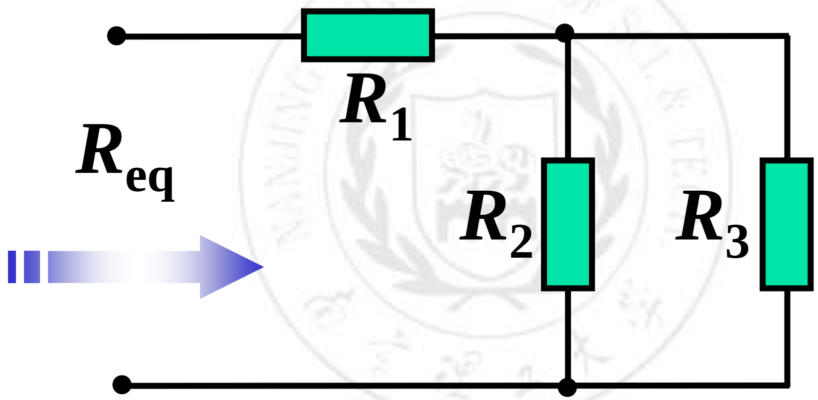

A
B
C
D
R_1
R_3
R_4
R_5

举例



电阻的混联 (Series and parallel connection of resistors)

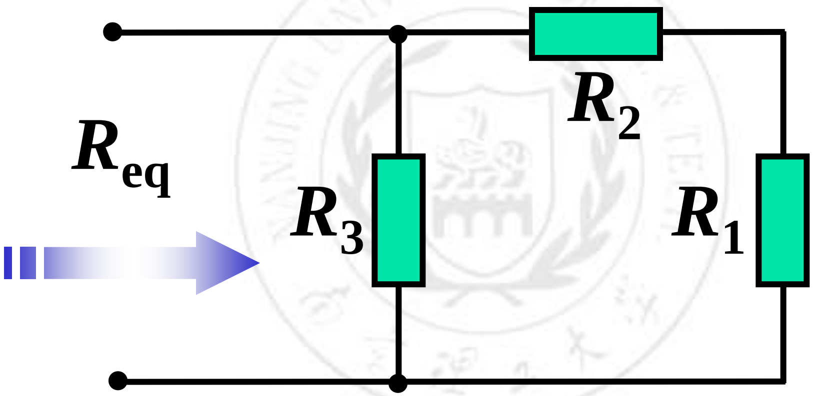
串并联



$$R_{eq} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} + R_1$$

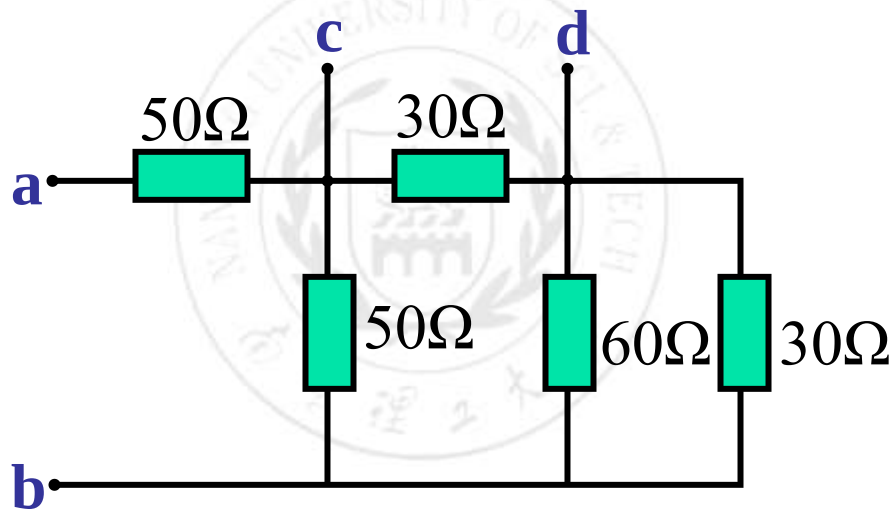
电阻的混联

串并联

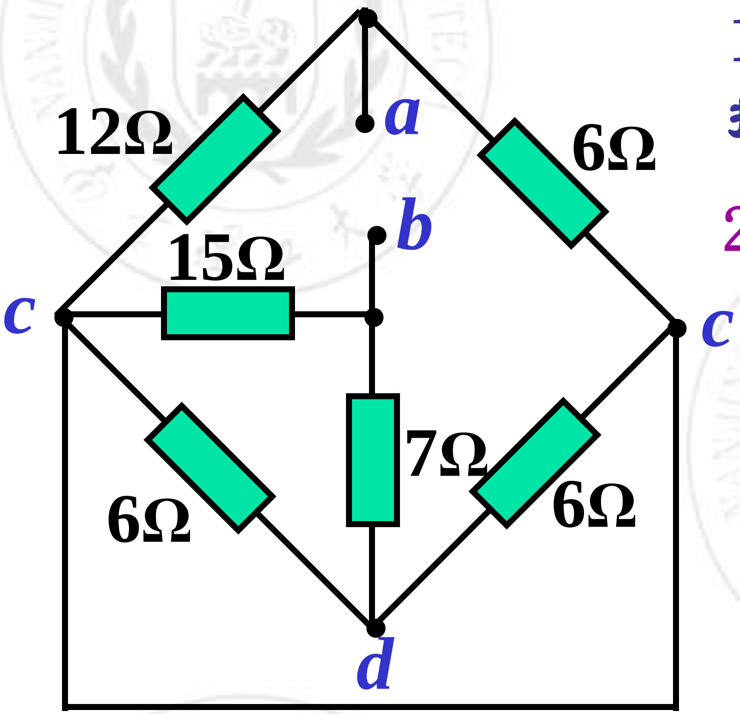


$$R_{eq} = \frac{(R_1 + R_2) \cdot R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$$

- 例：求等效电阻R_{ab}和R_{cd}。



例：求R_{ab}

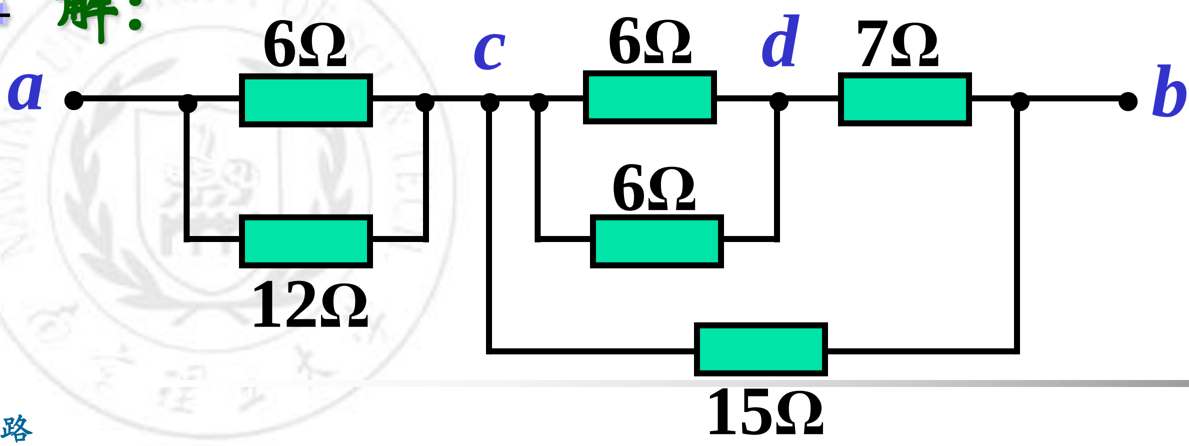


字母标注法

1、在各节点处标上节点字母，短路线联接的点或等位点用同一字母标注；

2、整理并简化电路，求出总的等效电阻。

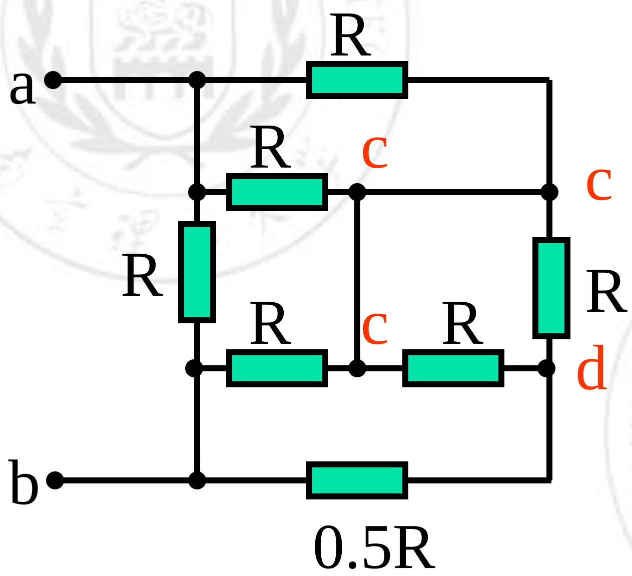
解：



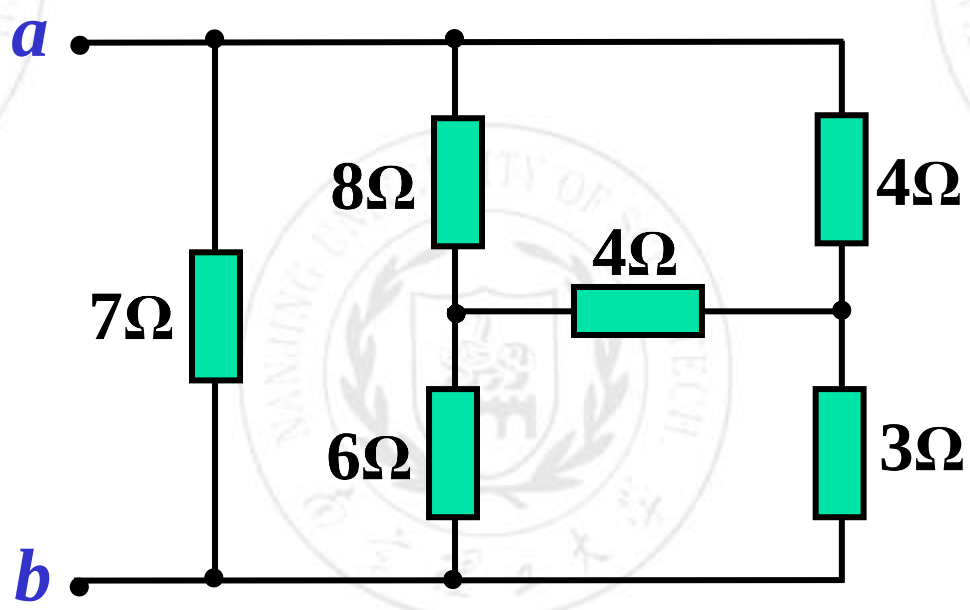
$$R_{ab} = 4 + 6 = 10\Omega$$

例：求R_{ab}

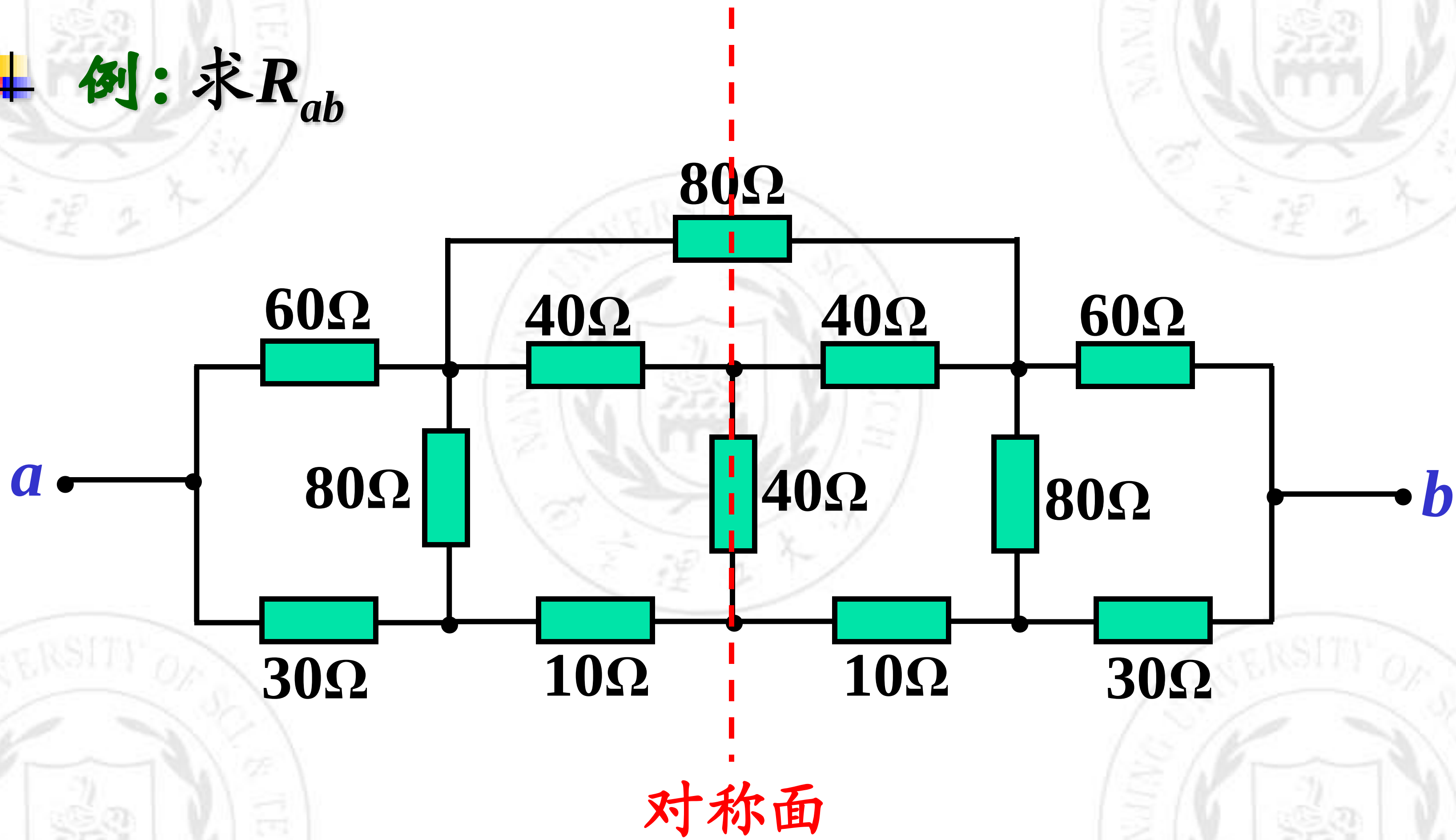
字母标注法



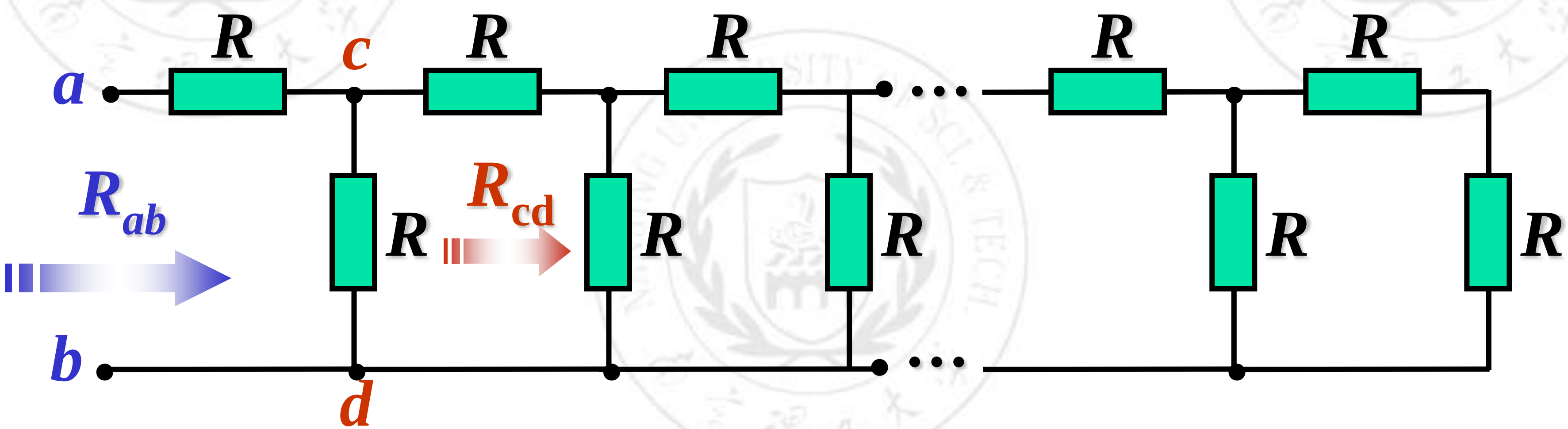
- **例：**求R_{ab}

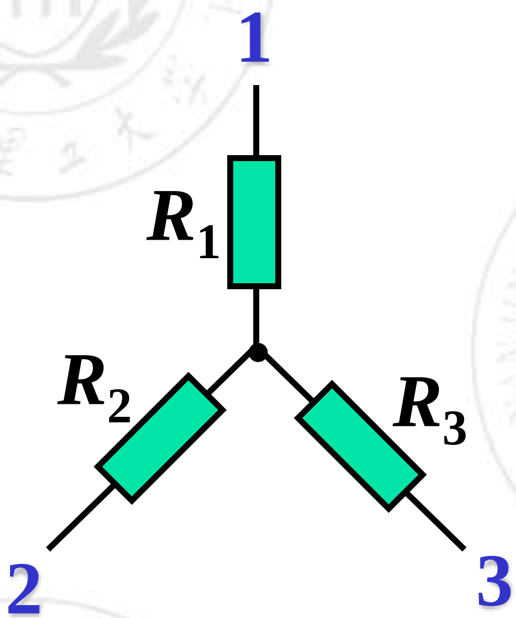


- **例：求R_{ab}**

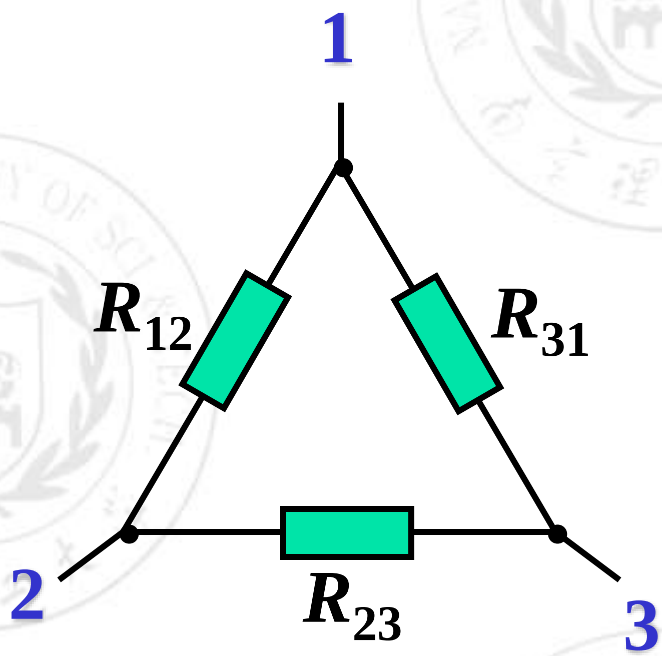


- **例:** 无限梯形网络，求R_{ab} = ？（R=5Ω）





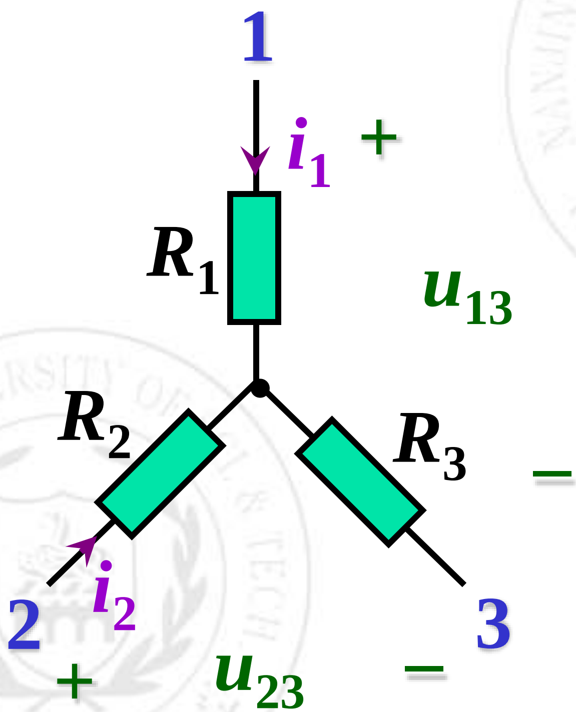
Y联接

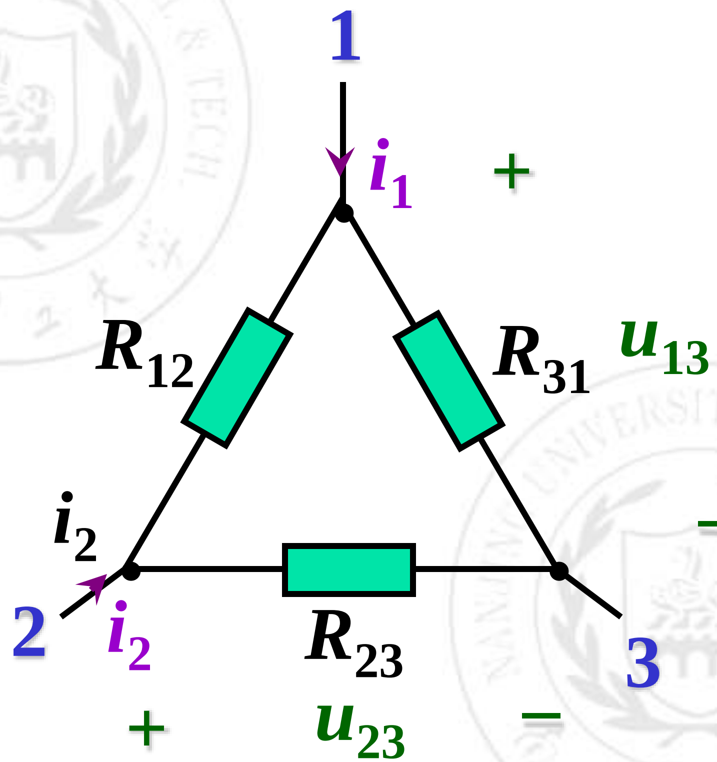


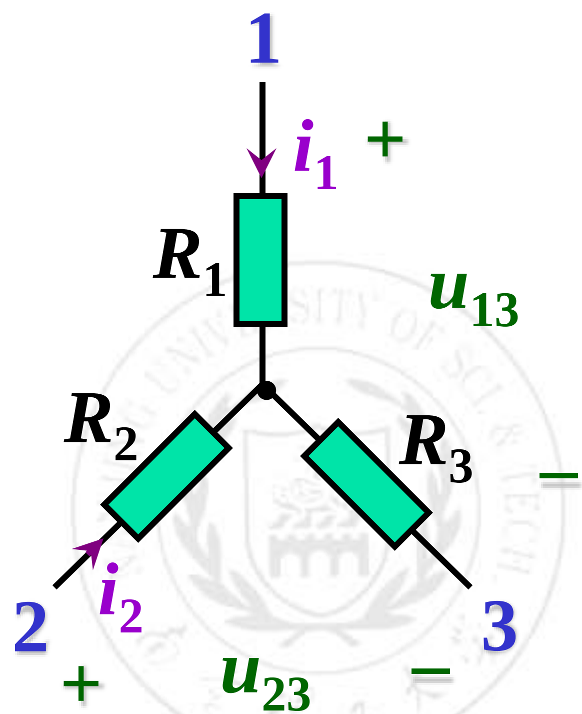
△联接

三端网络的等效概念

- 若两个三端网络的电压u_{13}、u_{23}与电流i_1、i_2之间的关系完全相同时，则称这两个三端网络**对外**互为等效。





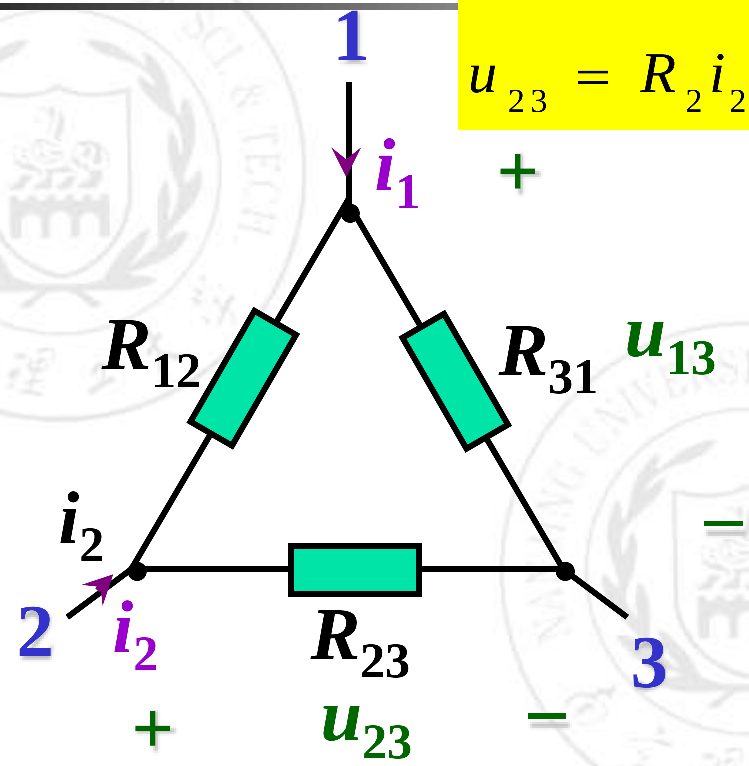


$$u_{13} = R_1 i_1 + R_3 (i_1 + i_2) = (R_1 + R_3) i_1 + R_3 i_2$$

$$u_{23} = R_2 i_2 + R_3 (i_1 + i_2) = R_3 i_1 + (R_2 + R_3) i_2$$

$$u_{13}=R_1i_1+R_3(i_1+i_2)=(R_1+R_3)i_1+R_3i_2$$

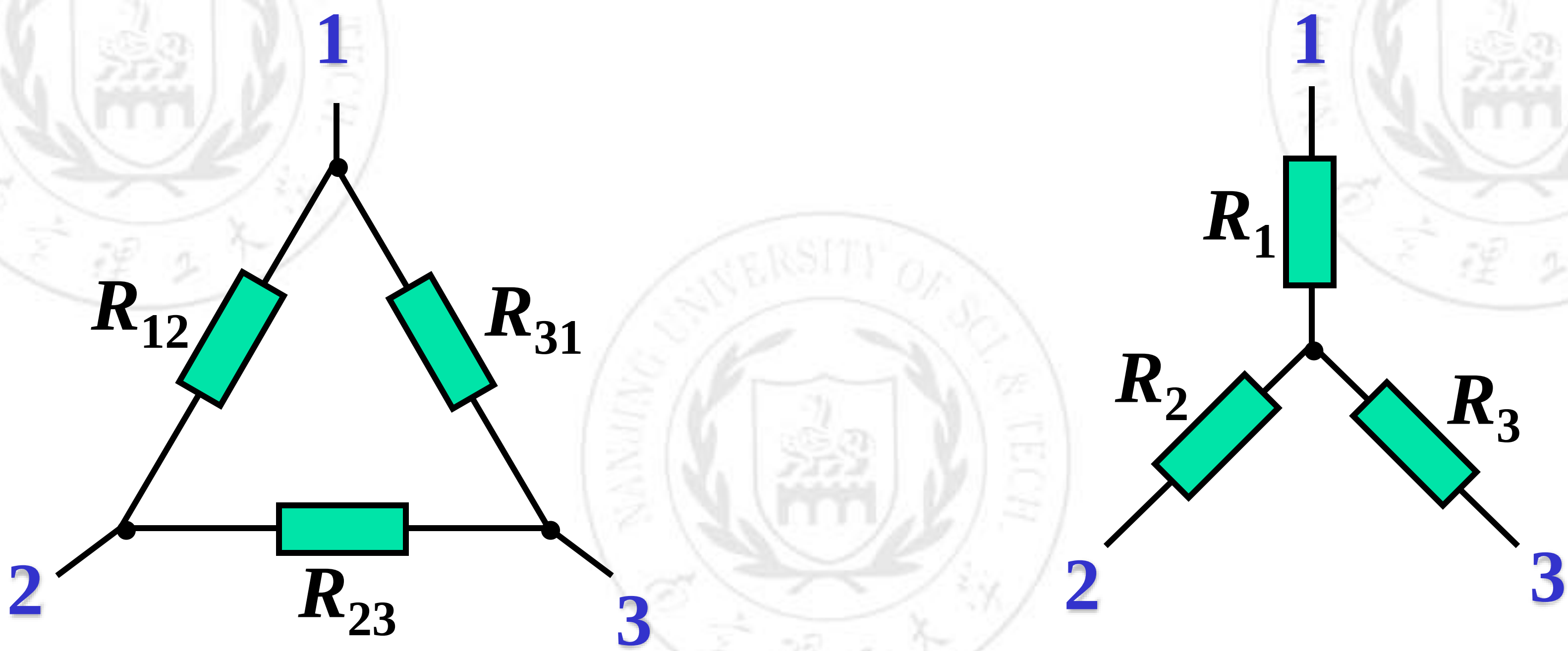
$$u_{23}=R_2i_2+R_3(i_1+i_2)=R_3i_1+(R_2+R_3)i_2$$



$$\begin{cases} i_1=\dfrac{u_{13}}{R_{31}}+\dfrac{u_{13}-u_{23}}{R_{12}} \\ i_2=\dfrac{u_{23}}{R_{23}}+\dfrac{u_{23}-u_{13}}{R_{12}} \end{cases}$$

$$\begin{cases} u_{13}=\dfrac{R_{12}R_{31}+R_{23}R_{31}}{R_{12}+R_{23}+R_{31}}i_1+\dfrac{R_{23}R_{31}}{R_{12}+R_{23}+R_{31}}i_2 \\ u_{23}=\dfrac{R_{23}R_{31}}{R_{12}+R_{23}+R_{31}}i_1+\dfrac{R_{12}R_{31}+R_{23}R_{31}}{R_{12}+R_{23}+R_{31}}i_2 \end{cases}$$

等效互换的公式



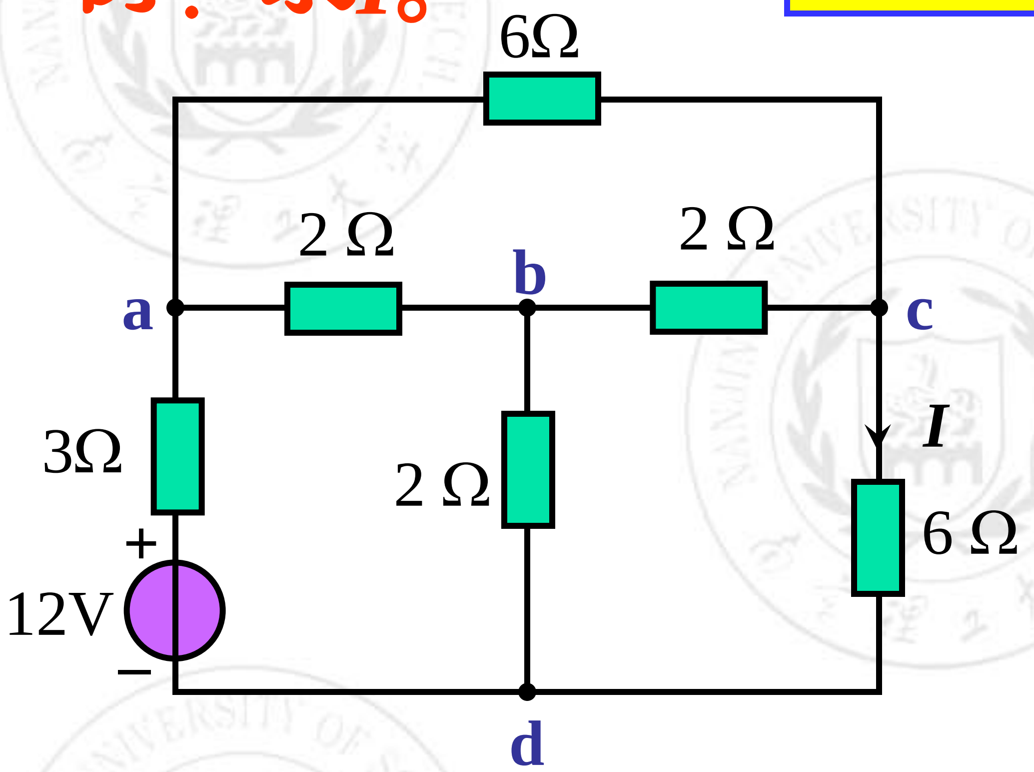
$$R_{12}=\frac{R_1R_2+R_2R_3+R_3R_1}{R_3};$$

$$R_1=\frac{R_{12}R_{31}}{R_{12}+R_{23}+R_{31}}$$

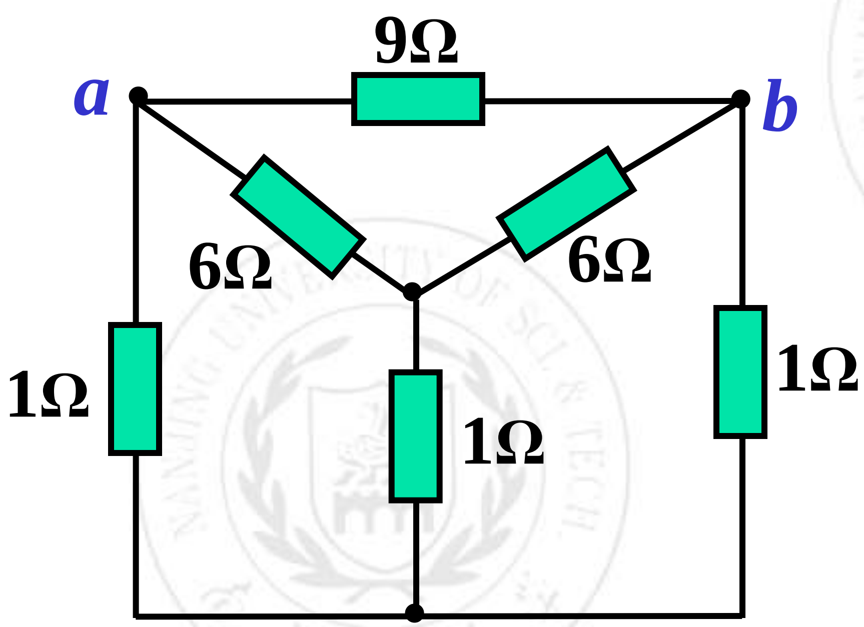
当三个电阻相等时，$R_\Delta=3R_Y$。

$$R_{12}=R_1+R_2+\frac{R_1R_2}{R_3},\quad R_1=\frac{R_{12}R_{31}}{R_{12}+R_{23}+R_{31}}$$

例：求I。



- 例：求R_{ab}



- **例：** 求K_1、K_2同时断开或同时闭合时的R_{AB}。