0.3 簡易電路理論

電路理論是電磁學在低頻時的簡化特例。

適用範圍：

(1)**電磁訊號對應之電磁波長**$\lambda >> $**電路的實際大小**$d$

(2)**訊號不能太小---量子效應**

(3)**訊號不能太大**

我們這裡介紹

KCL/KVL

Thevenin & Norton 等效電路

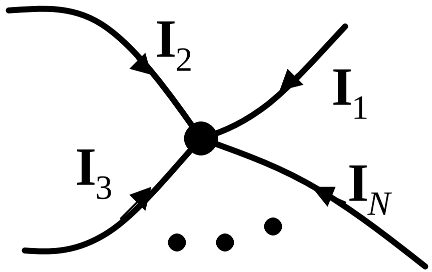
線性疊加原理。

KCL/KVL

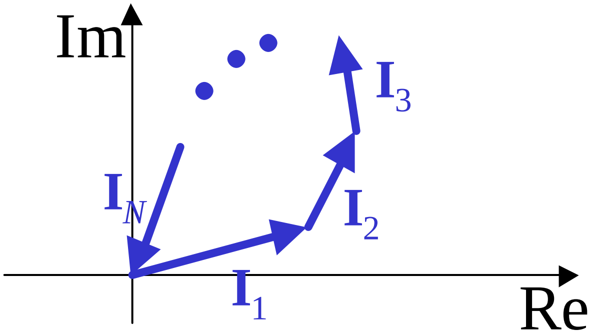
Kirchhoff Current/Voltage Laws

克希荷夫電流定律(KCL)　Node Rule　Junction Rule

進入任一節點之電流和(複數和)必等於流出該節點之電流和(複數和)。

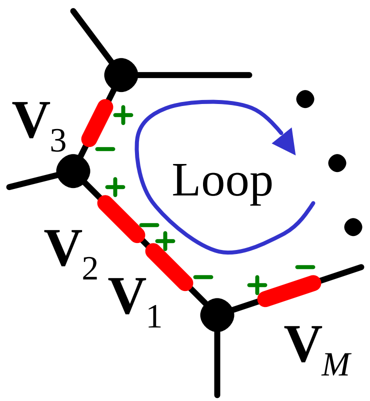


$$\sum_{i=1}^{N} \mathbf{I}_N = 0$$



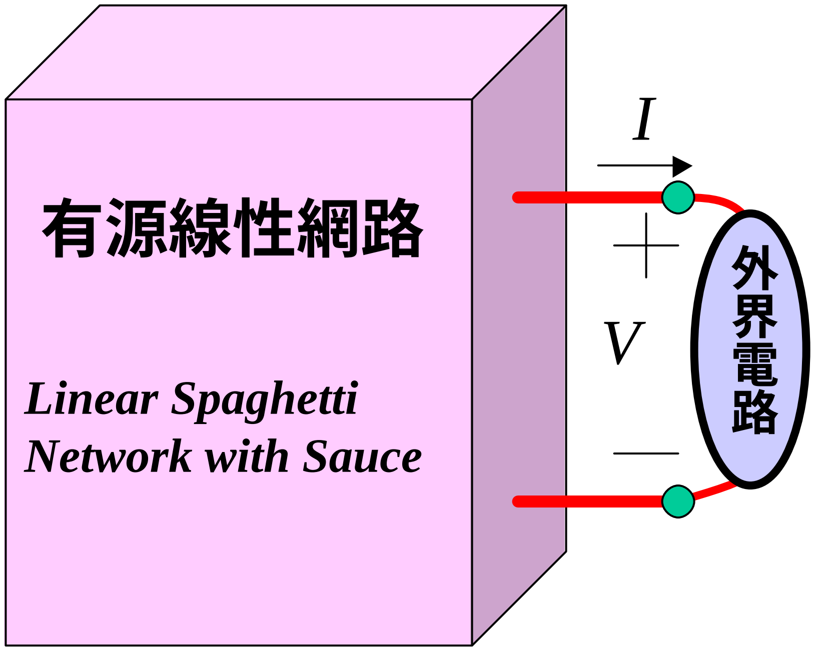
克希荷夫電壓定律(KVL)　Loop Rule　Mesh Rule

沿任一封閉迴路之電位變化總和(複數和)為零。



$$\sum_{i=1}^{M} \mathbf{V}_M = 0$$

Thevenin & Norton 等效電路



*I*和*V*的關係一定為一次多項式函數

$$I = aV + b$$

Norton Model (Equivalent Circuit)

$$V = cI + d$$

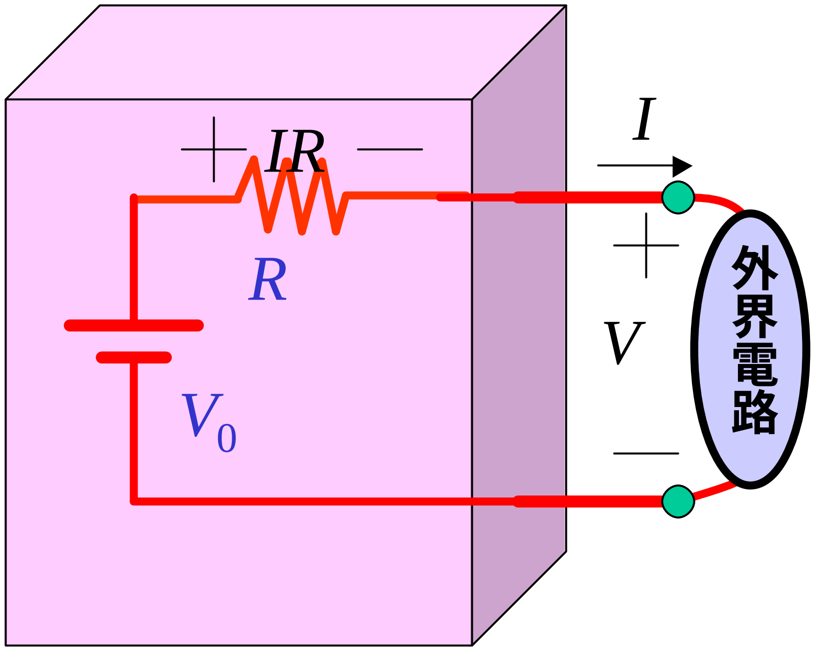
Thevenin Model (Equivalent Circuit)

只要知道(a,b)或(c,d)，對外界電路而言，此有源線性網路的行為就完全已知。

若b或d為0，則為無源網路。

Thevenin Model (Equivalent Circuit) 戴維寧等效電路

$$V = -RI + V_0$$



可以用R及V_0表示整個線性網路的行為

如何求R及V_0？

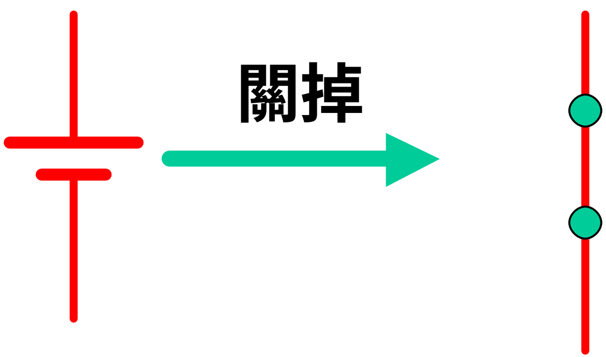
V_0 調整外界電路使I=0，此時V=V_0，稱做開路電壓。

R **方法一**

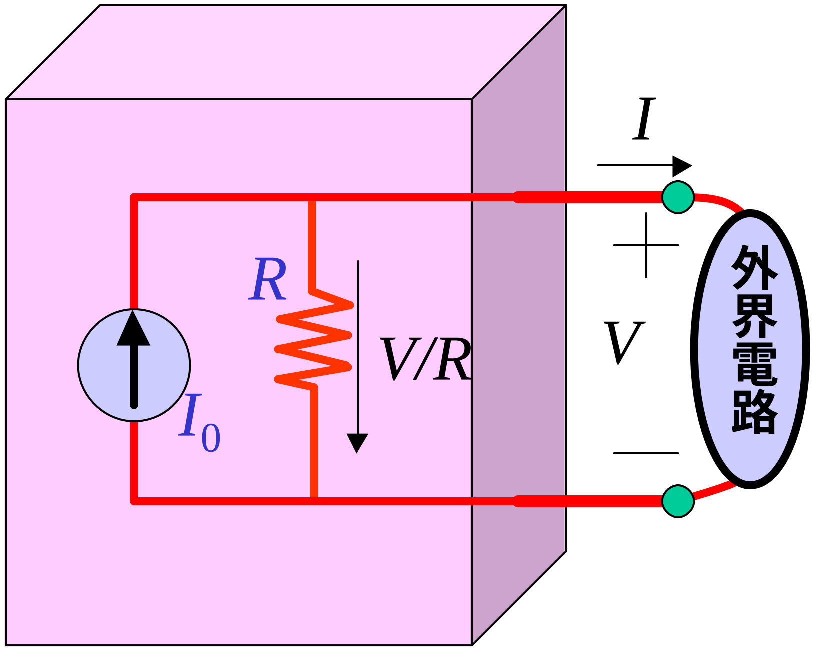
外界電路短路(V=0)，此時I=V_0/R，稱做短路電流I_{sh}，故R=V_0/ I_{sh}。

方法二

將有源網路中所有的獨立源(independent sources)關掉，即令V_0=0，此時由外界看入網路的電阻即為R。



Norton Model (Equivalent Circuit) 諾頓等效電路



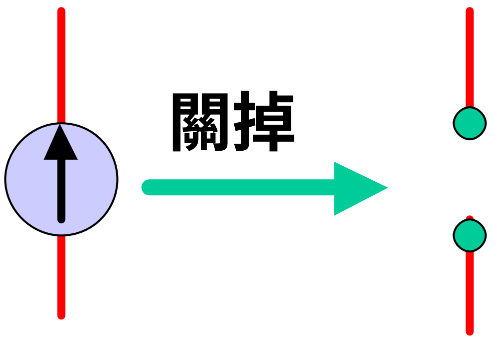
$$I = -\frac{1}{R}V + I_0$$

可以用R及I_0表示整個線性網路的行為

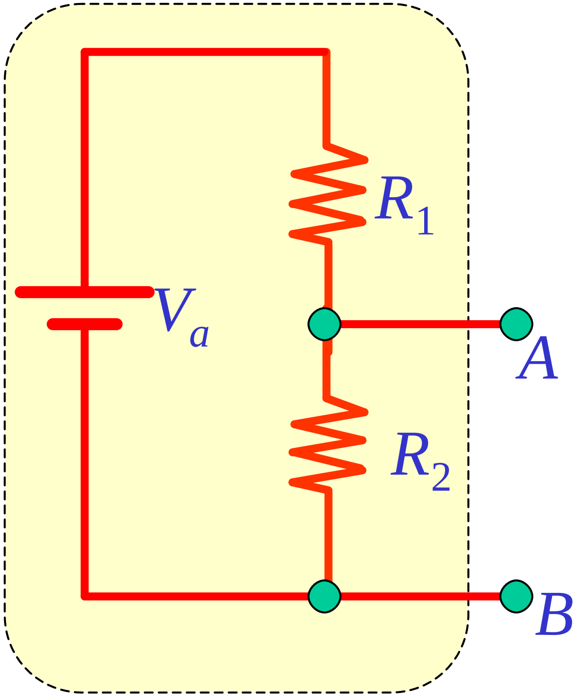
如何求R及I_0？

I_0 調整外界電路使V=0，即短路，此時I=I_0，即短路電流I_{sh}。

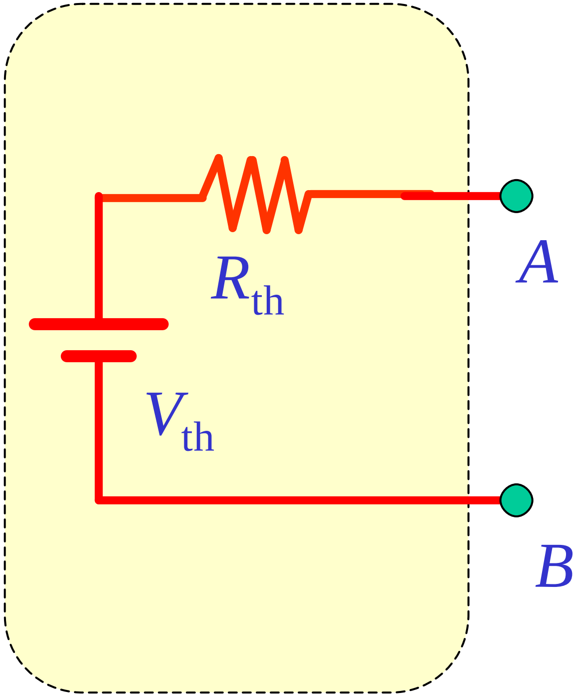
R 方法一
外界電路開路(I=0)，此時V=I_0R，即開路電壓，故R=V/ I_0。
方法二
將有源網路中所有的獨立源(independent sources)關掉，即令I_0=0，此時由外界看入網路的電阻即為R。



例題 **分壓器**(voltage divider)　　**用來衰減電壓訊號**

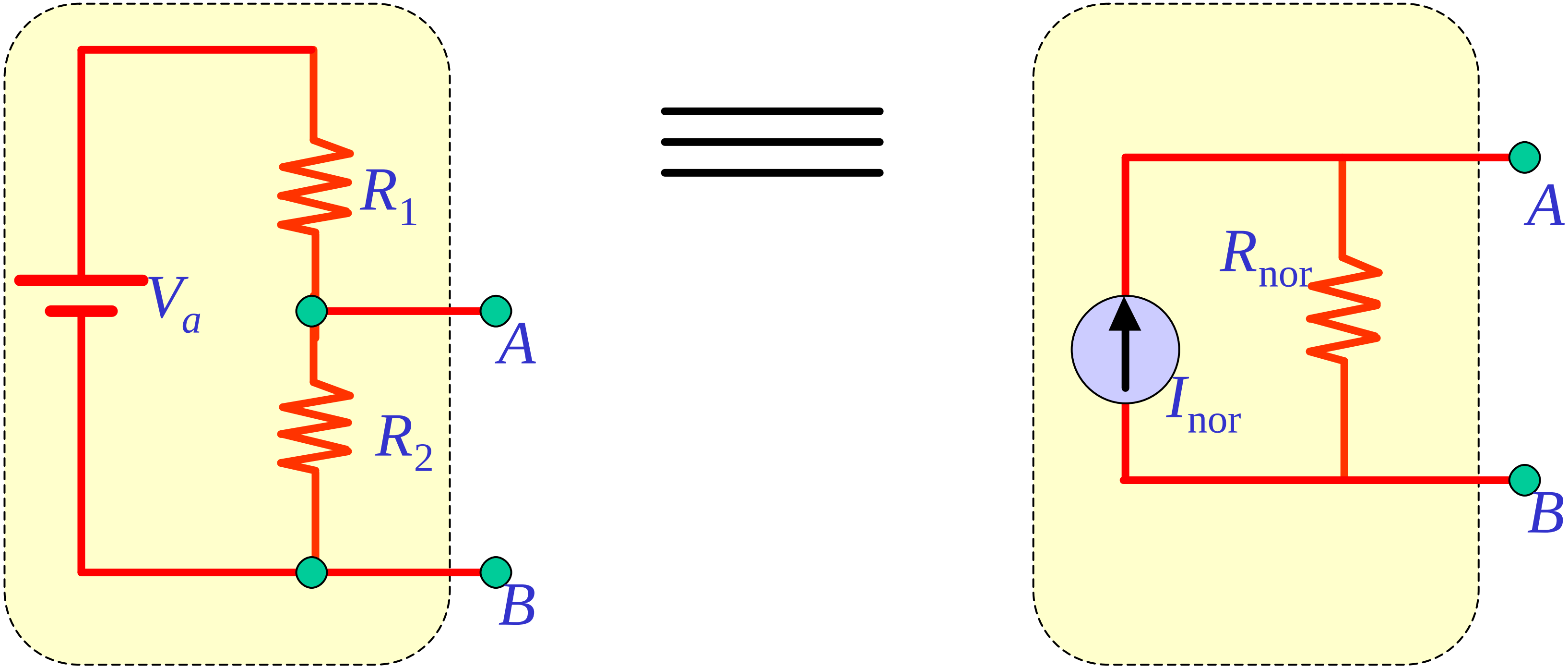


$\equiv$



V_{th}：A、B**開路時，**$V_{AB}=V_{th}=V_a R_2/(R_1+R_2)$

R_{th}：**令**$V_a=0$**，由**A、B**兩端看入電路之電阻為**$R_{th}= R_1//R_2 = R_1\,R_2/(R_1+R_2)$

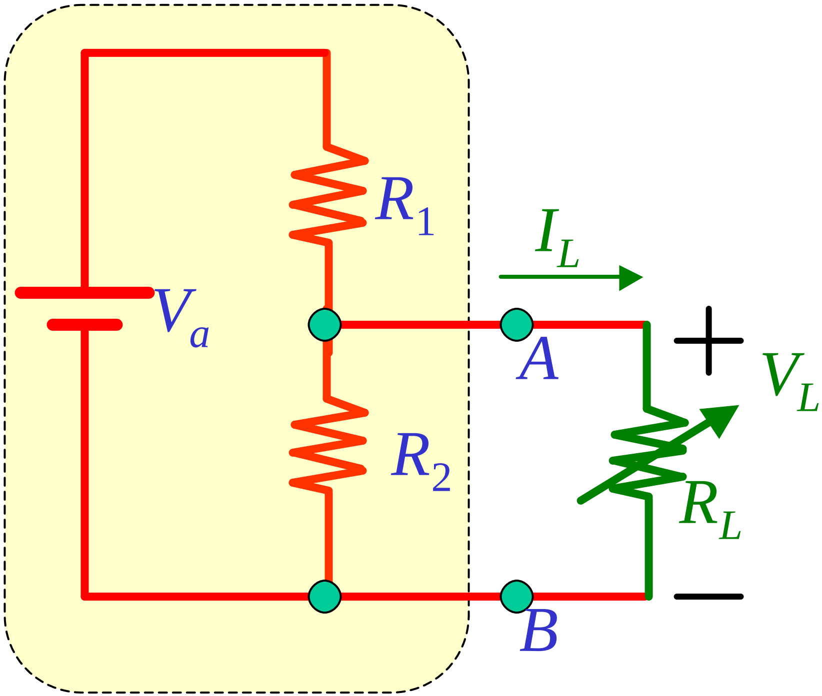


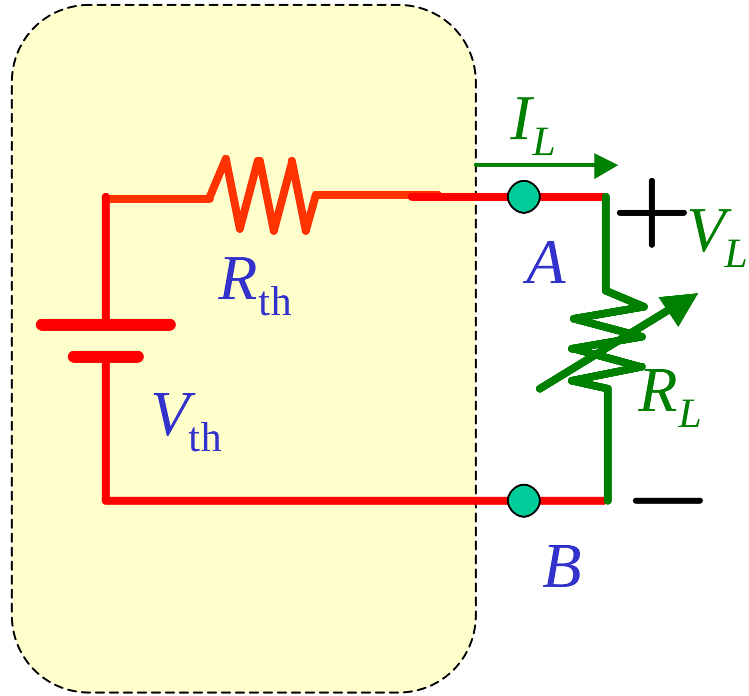
I_{nor}： A、B短路時，$I_{AB}=I_{nor}=V_a/R_1=V_{th}/R_{th}$

R_{th}： 令$V_a=0$，由A、B兩端看入電路之電阻為$R_{nor}= R_1//R_2 = R_1 R_2/(R_1+R_2)=R_{th}$

負載效應(loading effect)

輸出或輸入電壓（或電流）是負載電阻或訊號源之輸出電阻的函數。

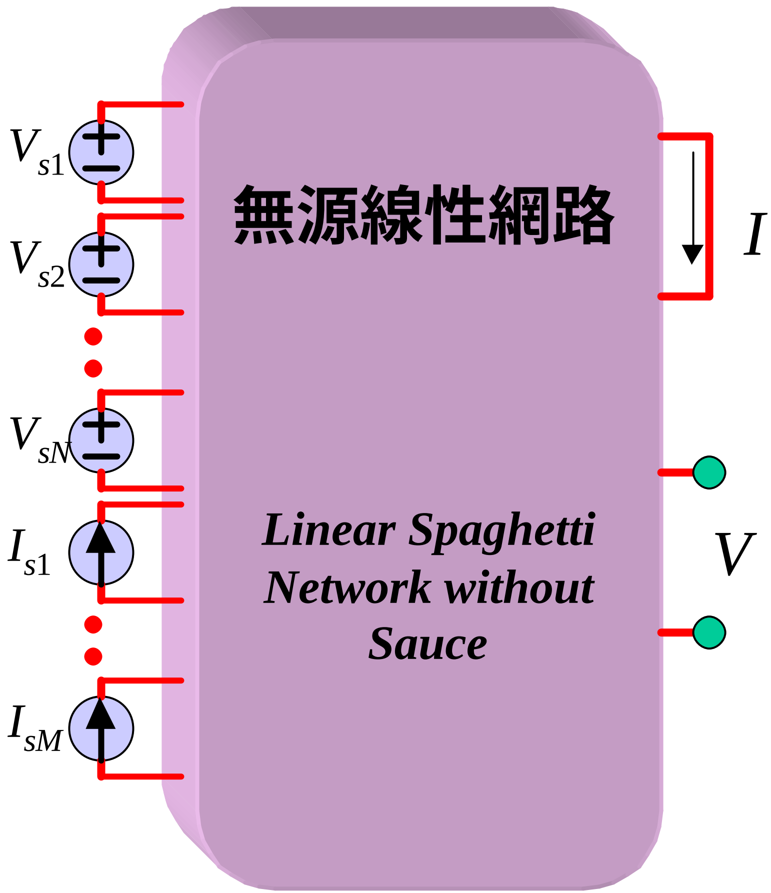




$$V_L = V_{\text{th}} \frac{R_L}{R_{\text{th}} + R_L}$$

$$I_L = \frac{V_{\text{th}}}{R_{\text{th}} + R_L}$$

線性疊加原理



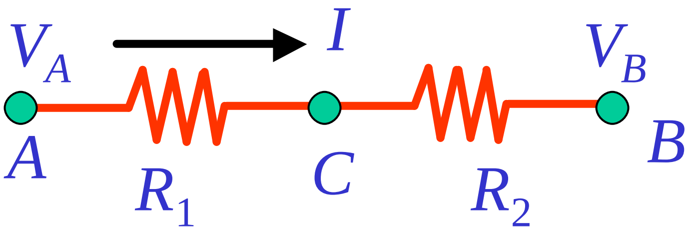
$$I = \sum_{i=1}^{N} I_{V_{si}} + \sum_{j=1}^{M} I_{I_{sj}}$$

$$V = \sum_{i=1}^{N} V_{V_{si}} + \sum_{j=1}^{M} V_{I_{sj}}$$

$I_{V_{si}}$ $V_{V_{si}}$ 僅有 V_{si} 時之 I 及 V

$I_{I_{sj}}$ $V_{I_{sj}}$ 僅有 I_{sj} 時之 I 及 V

例題



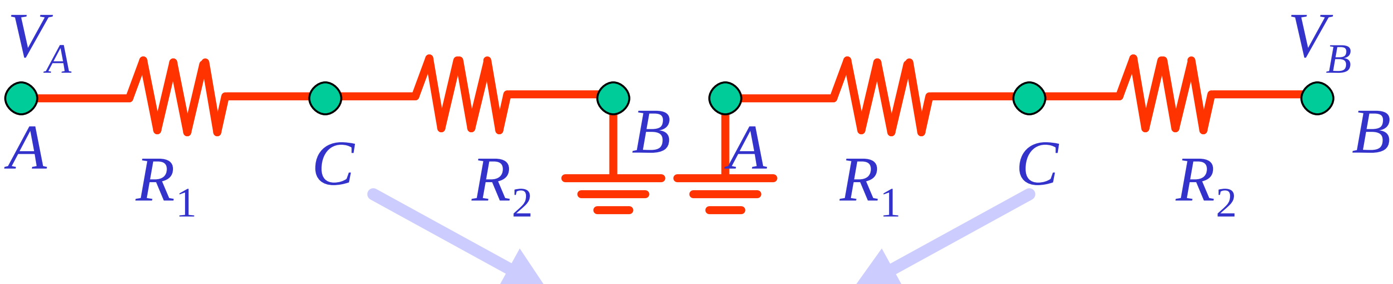
求V_C

方法一

$$I=\frac{V_A-V_B}{R_1+R_2} \qquad V_{CB}=V_C-V_B=R_2 I=R_2\left(\frac{V_A-V_B}{R_1+R_2}\right)$$

$$V_C=R_2\left(\frac{V_A-V_B}{R_1+R_2}\right)+V_B$$

方法二



$$V_C=V_C(A)+V_C(B)$$

$$=\frac{R_2}{R_1+R_2}V_A+\frac{R_1}{R_1+R_2}V_B$$