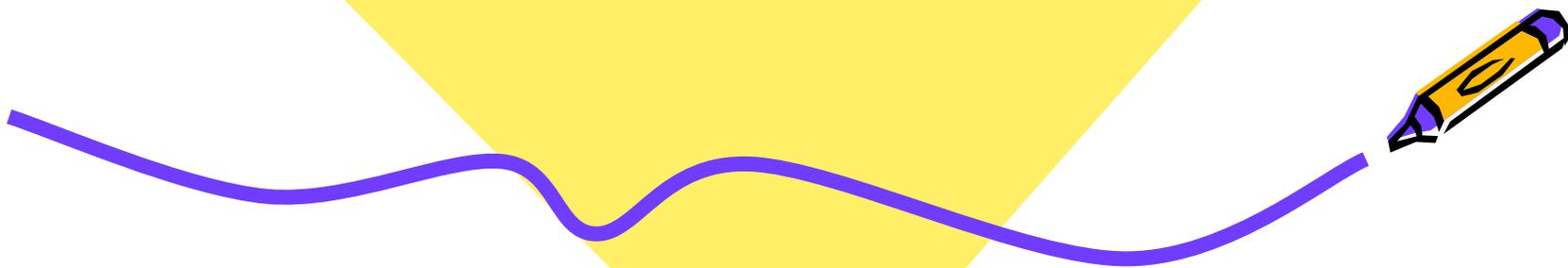


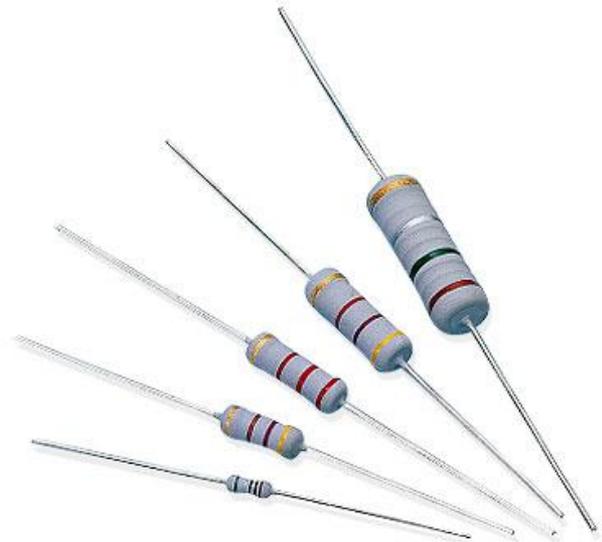
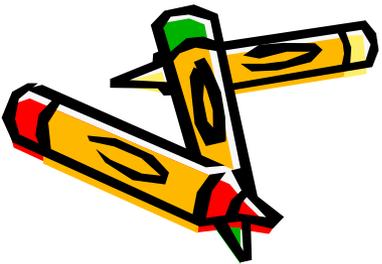
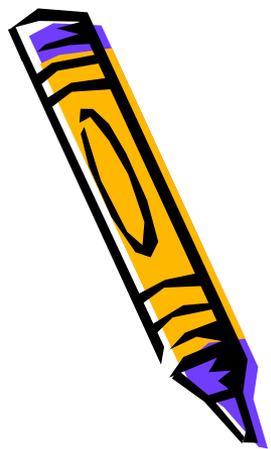
課程名稱：電阻與歐姆定律





電阻

**Resistance**



# 電阻的成因

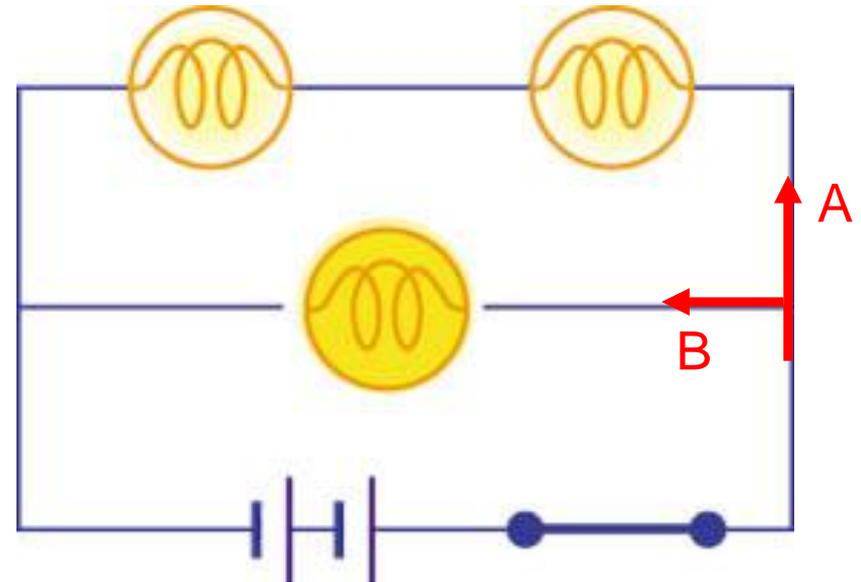
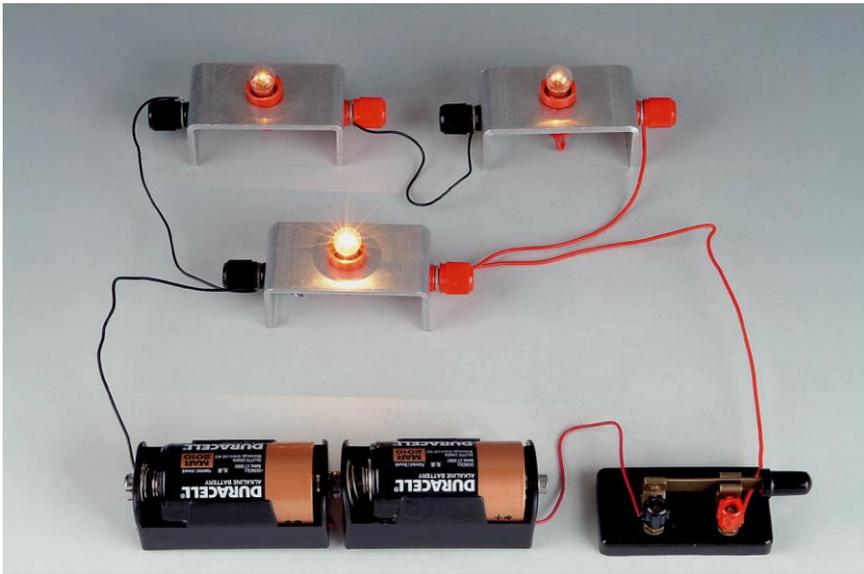
## ❖ 電阻的成因與影響因素：

(1) 電阻的成因：電子流動時，與導體中的原子發生碰撞

⇒ 所受到的阻礙就是「電阻」，常以符號R表示。

① 電阻大的導線，流經的電流小，燈泡亮度暗。

② 說明例：A線路的電阻 > B線路的電阻。



# 電阻的影響因素

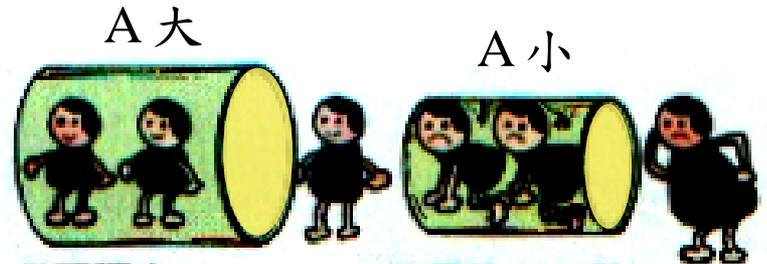
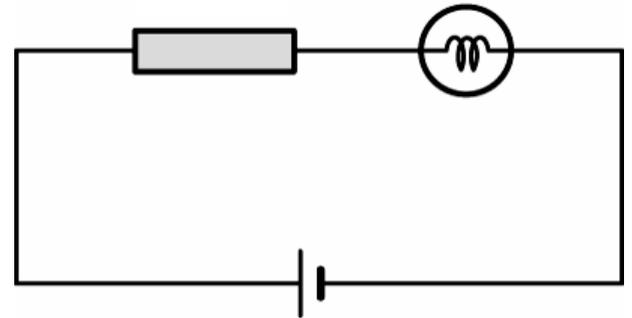
## ❖ 電阻的意義與影響因素：

### (2) 電阻的影響因素：

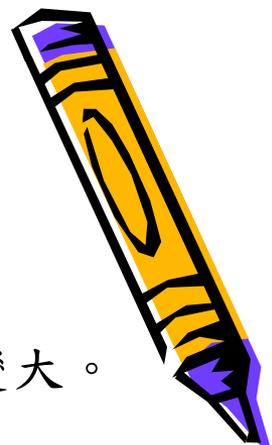
- ① 材料種類：金屬的電阻比非金屬小。
  - ② 導線溫度：導線的溫度愈低，電阻愈小。
  - ③ 導線截面積：導線的截面積愈大，電阻愈小。
  - ④ 導線長度：導線的長度愈短，電阻愈小。
- ⇒ 導線低溫、愈粗、愈短，電阻愈小

### (3) 電阻與長度、截面積關係：

$$\Rightarrow R \propto \frac{L}{A} = \frac{\text{導線長度}}{\text{導線截面積}}$$



# 範例解說

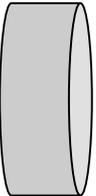


1. 將鎳鉻合金線均勻拉長四倍，則：

① D 鎳鉻合金的電阻？

(A) 不變 (B) 變小 (C) 可能變大也可能變小 (D) 變大。

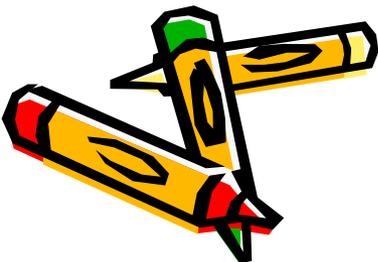
② 承上，鎳鉻合金的電阻是原來的多少倍呢？ 16 倍。

$R_1 \propto \frac{L}{A}$    $V = A \times L$     $R_2 \propto \frac{4L}{\frac{1}{4}A} = 16 \frac{L}{A} = 16R_1$

2. 有一段鎳鉻絲長2公尺，截面積2 cm<sup>2</sup>，其電阻為R，若將鎳鉻絲拉長變細成長4公尺，截面積1 cm<sup>2</sup>，問此導線的電阻為多少？ 4R。

$$R \propto \frac{L}{A} = \frac{2}{2} = 1$$

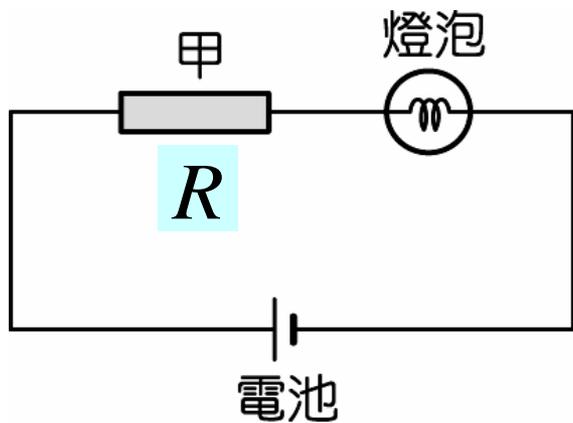
$$R' \propto \frac{L}{A} = \frac{4}{1} = 4$$



# 範例解說

3. (A) 娜娜製作一簡單燈泡電路，發現燈泡太亮，為了讓燈泡變暗些，她用一條均質、長型、伸展性佳的甲金屬串接在電路中，如圖所示，但燈泡卻變得太暗。若將甲金屬作各種處理後，再沿其長軸接回原處，則下列哪一種處理方法可使燈泡的亮度介於甲加入前後兩者之間？

- (A) 將甲金屬長度剪去一半      (B) 將甲金屬長度拉長一倍  
(C) 將甲金屬厚度剖切掉一半  
(D) 將甲金屬長度剪去一半，再將厚度剖切掉一半。



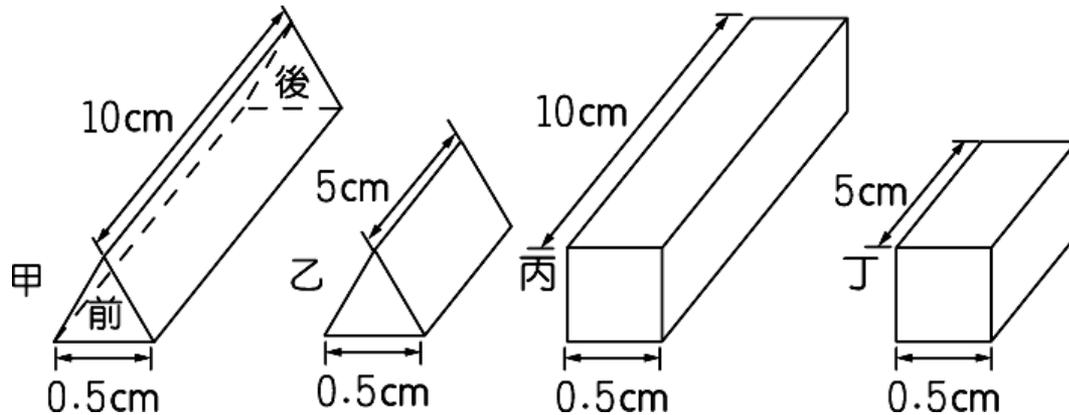
⇒ 將甲金屬電阻  $R$  降低

$$\Rightarrow R \propto \frac{L}{A}$$

- (A)  $R_A = 0.5R$       (B)  $R_B = 4R$   
(C)  $R_C = 2R$       (D)  $R_D = \frac{0.5}{0.5}R = R$

# 範例解說

4. (B) 四支相同材質的實心銅棒，截面分別為正三角形及正方形，銅棒各邊的邊長如附圖所示。已知正三角形的面積小於正方形的面積。若分別將這四支遵守歐姆定律的銅棒前後兩端接通電流，則下列各棒所測得的電阻值何者正確？
- (A) 甲棒的電阻最大，乙棒的電阻最小  
 (B) 甲棒的電阻最大，丁棒的電阻最小  
 (C) 丙棒的電阻最大，乙棒的電阻最小  
 (D) 丙棒的電阻最大，丁棒的電阻最小。



$$\Rightarrow R \propto \frac{L}{A}$$

$L$  愈長,  $A$  愈小  $\Rightarrow R$  愈大  $\therefore$  甲  
 $L$  愈小,  $A$  愈大  $\Rightarrow R$  愈小  $\therefore$  丁

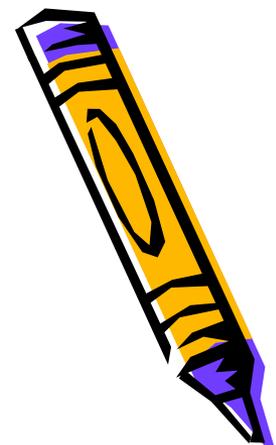
$$\begin{aligned} \Rightarrow R_{乙} &= \frac{5}{\text{三角形面積}} \\ &= \frac{5}{\frac{\sqrt{3}}{4} \times (0.5)^2} \\ &= \frac{2}{\sqrt{3}} \times \frac{10}{(0.5)^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow R_{丙} &= \frac{10}{\text{正方形面積}} \\ &= \frac{10}{(0.5)^2} \end{aligned}$$

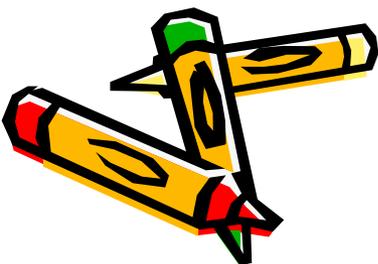
$$\Rightarrow R_{甲} > R_{乙} > R_{丙} > R_{丁}$$



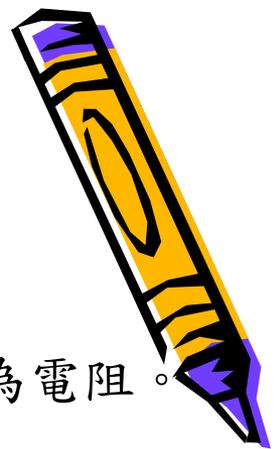
# 歐姆定律



歐姆 Georg Simon Ohm  
德國人 西元1787—1854



# 電阻的操作型定義



❖ 歐姆定律：

(1) 電阻的操作型定義：

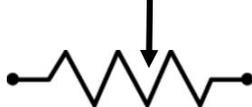
① 關係式：將導體兩端的電壓與電流的比值，定為電阻。

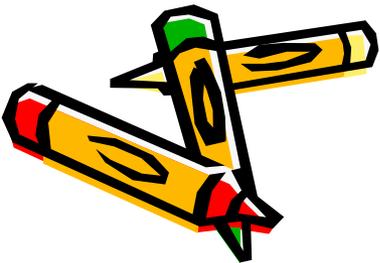
$$\text{電阻} = \frac{\text{電壓}}{\text{電流}} \Rightarrow R = \frac{V}{I} \Rightarrow V = IR \quad I = \frac{V}{R}$$

② 電阻單位：歐姆，單位符號Ω。

$$\Rightarrow R = \frac{V}{I} = \frac{1 \text{ 伏特}}{1 \text{ 安培}} \Rightarrow 1 \frac{\text{伏特}}{\text{安培}} = 1 \text{ 歐姆 } \Omega$$

③ 電阻電路符號：

一般電阻	可變電阻
	



# 歐姆定律

## ❖ 歐姆定律：

### (2) 歐姆定律：

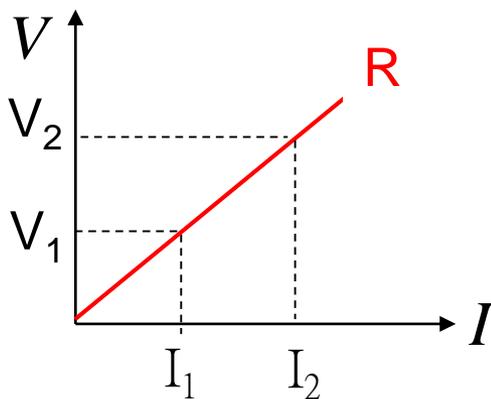
#### ① 內容：

在定溫下，金屬線導電時，導線的電阻為定值。不隨電壓或電流改變而改變。

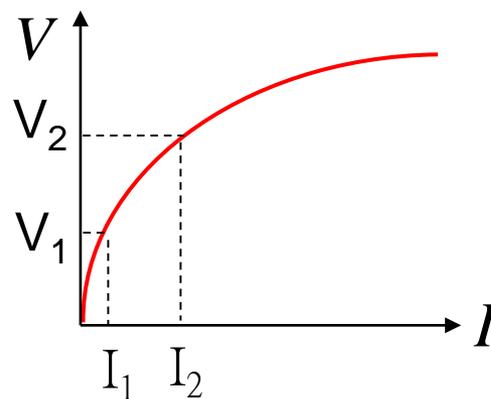
#### ② V-I圖討論：

① 圖形為通過原點的直線  $\Rightarrow V \propto I$ 。比值 = 電阻。

② 若不是正比圖形，則該導線電阻非定值。如：二極體。

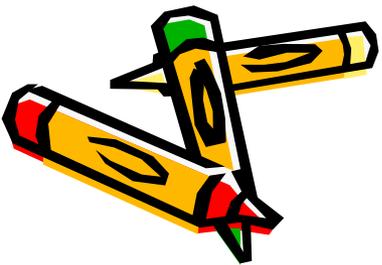
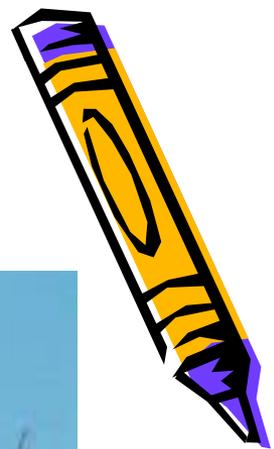
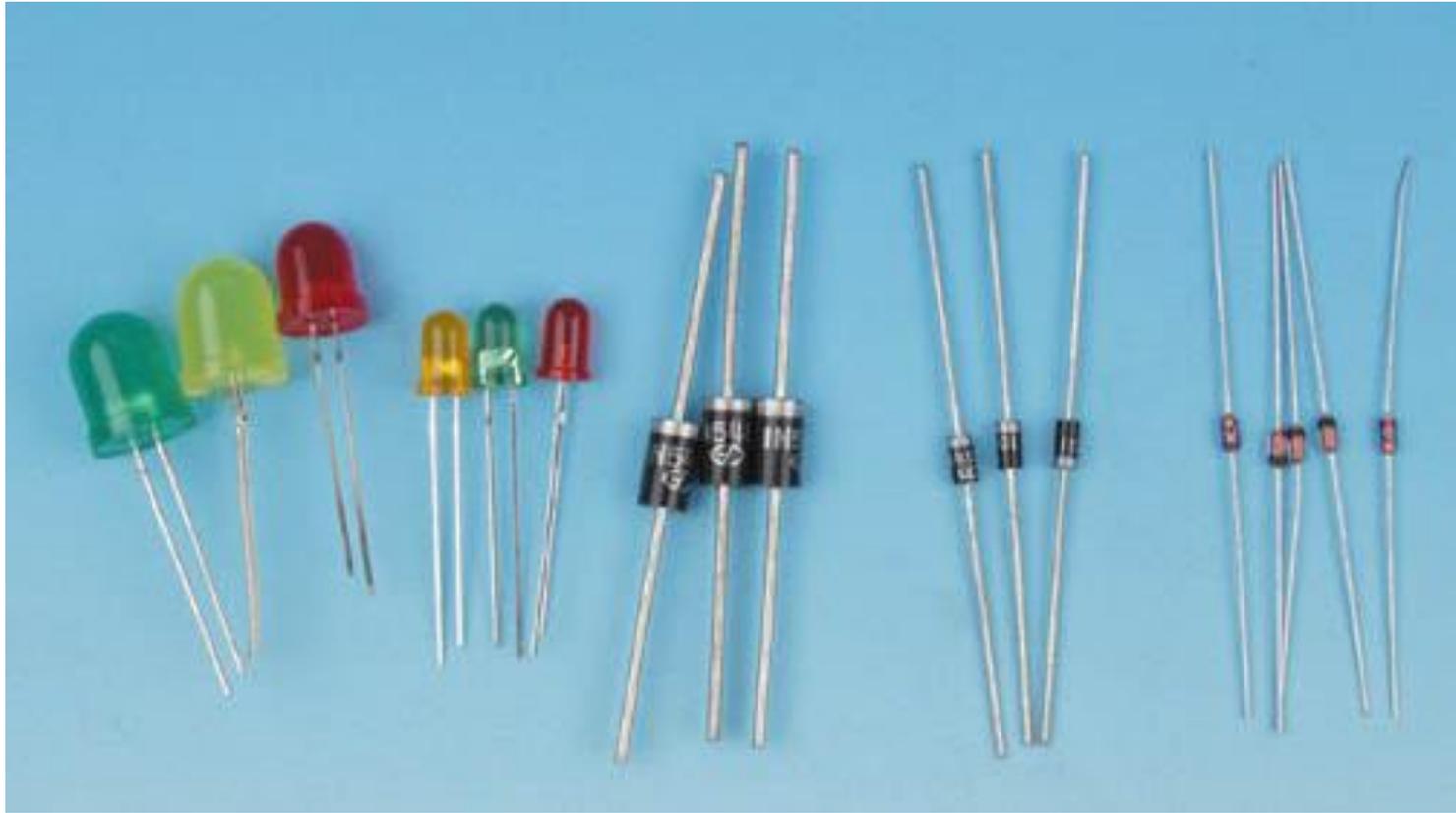


$$\Rightarrow R = \frac{V_1}{I_1} = \frac{V_2}{I_2} = \dots = \frac{V_n}{I_n}$$



$\Rightarrow R$  隨  $V$  增加，而漸小

# 非歐姆式導體 二極體



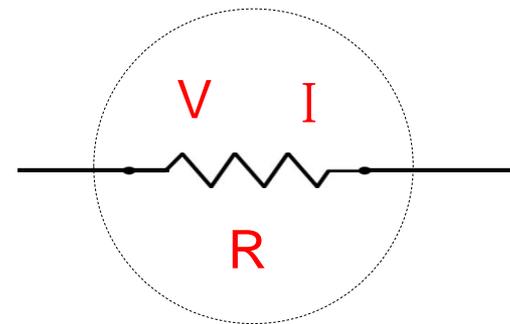
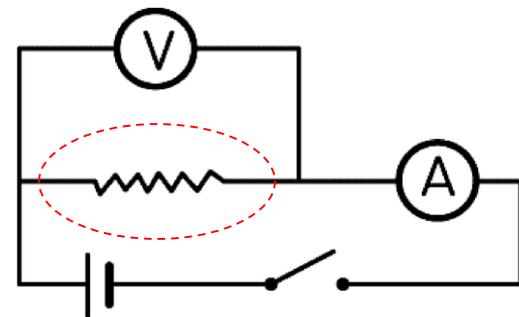
# 歐姆定律

## ❖ 歐姆定律：

### (3) 歐姆定律驗證實驗：

#### ① 實驗裝置及數據表：

項目	電池數	伏特計讀數 (V)	安培計讀數 (mA)	計算	電阻 $\Omega$
甲 電 阻	無	0	0	0	0
	1	1.4	70	1.4/0.07	20
	2	2.8	140	2.8/0.14	20
	3	4.2	210	4.2/0.21	20
乙 電 阻	無	0	0	0	0
	1	1.4	140	1.4/0.14	10
	2	2.8	280	2.8/0.28	10
	3	4.2	420	4.2/0.42	10



$$R = \frac{V}{I} \text{ 安培}$$

# 歐姆定律

❖ 歐姆定律：

(3) 歐姆定律驗證實驗：

② 結論：

① 甲、乙電阻線之電阻均不隨電壓改變而改變

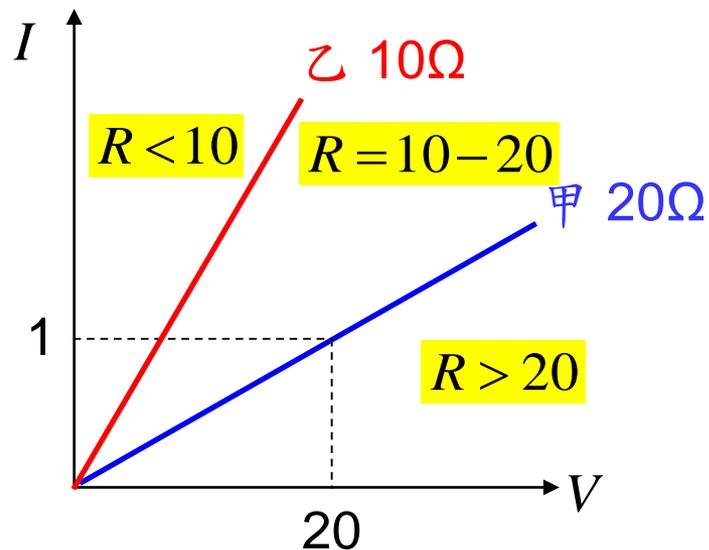
⇒ 甲電阻 20 Ω；乙電阻 10 Ω。

② V-I 圖為正比 ⇒ 甲、乙屬於「歐姆式導體」

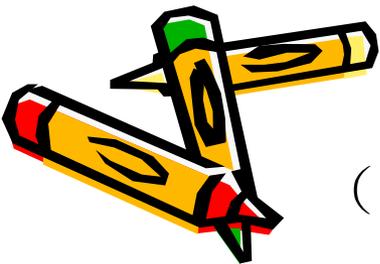
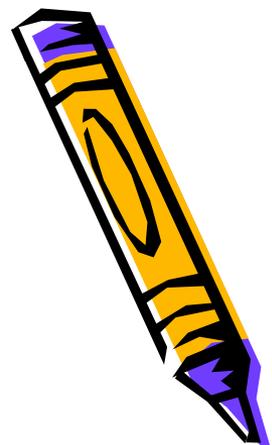
⇒ 愈接近 V 軸的直線，該導體電阻愈 大。

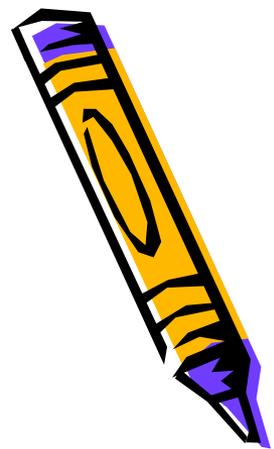
$$\Rightarrow R = \frac{V_1}{I_1} = \frac{V_2}{I_2} = \dots = \frac{V_n}{I_n}$$

$$R = \frac{V}{I} \text{ 安培}$$

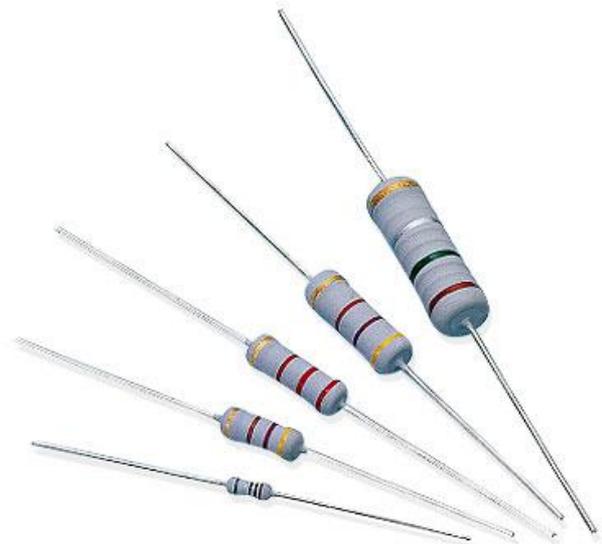
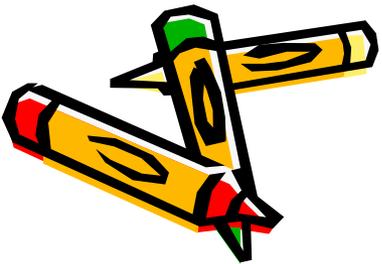


(媒體：1，6'16")





# 😊 電路中的 VIR 關係



# 單一電路

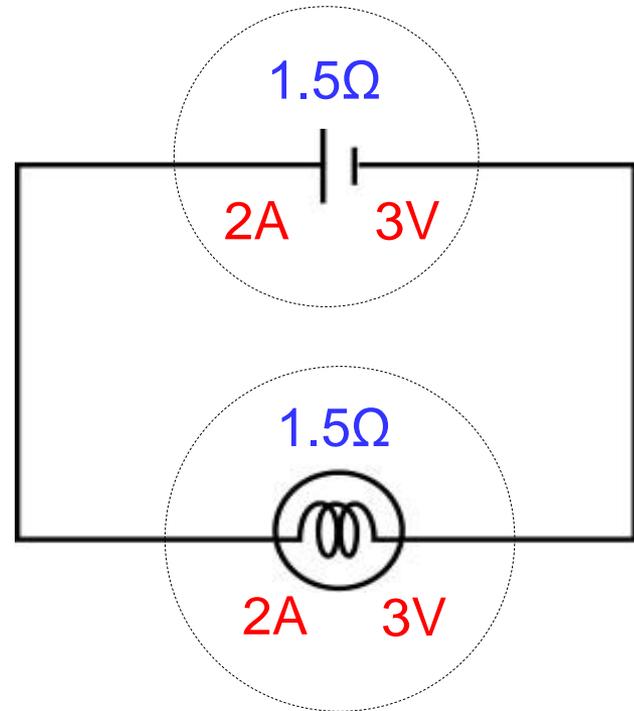
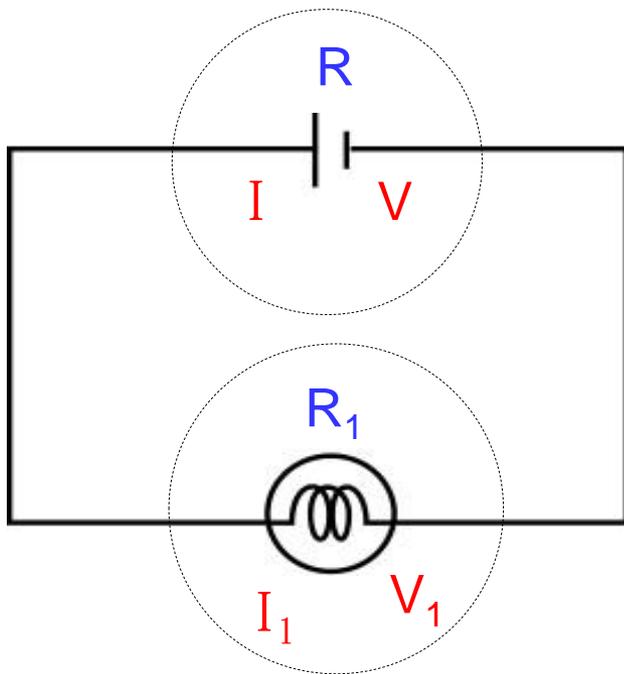
❖ 電路中的VIR關係：

(1) 電路中的VIR關係： $\Rightarrow \underline{V = IR}$ 。

① 單一電路：

❶ V 關係： $\underline{V = V_1}$ 。 ❷ I 關係： $\underline{I = I_1}$ 。

❸ R 關係： $\underline{R = R_1}$ 。



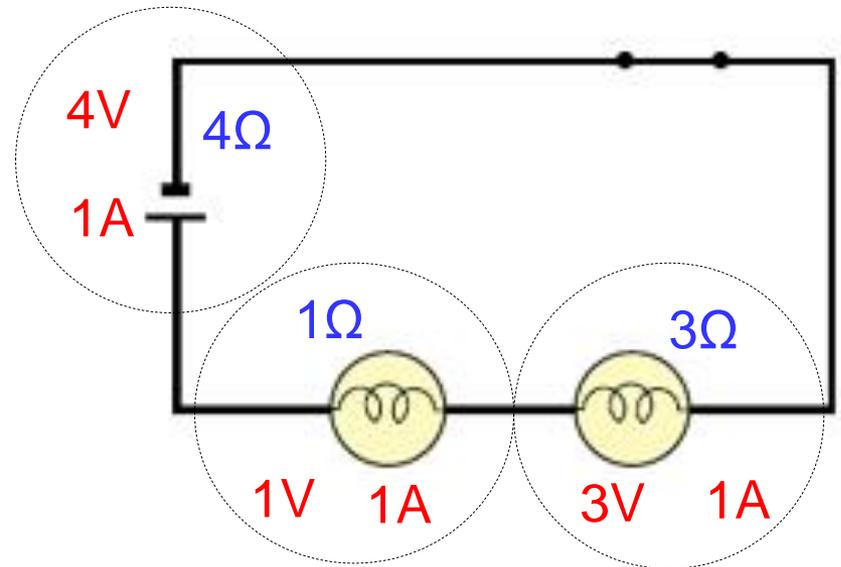
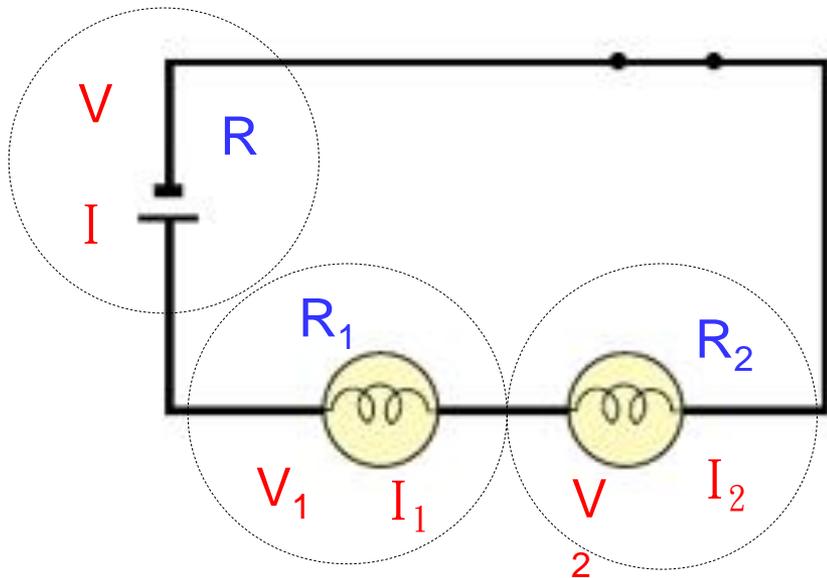
# 串聯電路

② 串聯電路： $\Rightarrow$  串聯  $V$  相加； $I$  相等； $R$  相加。

①  $V$  關係： $V = V_1 + V_2 \Rightarrow$  燈泡相同（電阻相同）時， $V$  等分。

②  $I$  關係： $I = I_1 = I_2$ 。

③  $R$  關係： $R = R_1 + R_2 \Rightarrow$  電阻連接時，串聯時其總電阻最大  
 $\Rightarrow n$  個相同電燈電阻  $R$  串聯，其電路上的總電阻為  $nR$ 。



$$\because V = V_1 + V_2$$

$$\Rightarrow R = R_1 + R_2$$

$$I = I_1 = I_2 \Rightarrow IR = I_1R_1 + I_2R_2$$

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

# 並聯電路

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{2} + \frac{1}{3} \Rightarrow \frac{1}{R} = \frac{5}{6} \Rightarrow R = 1.2\Omega$$

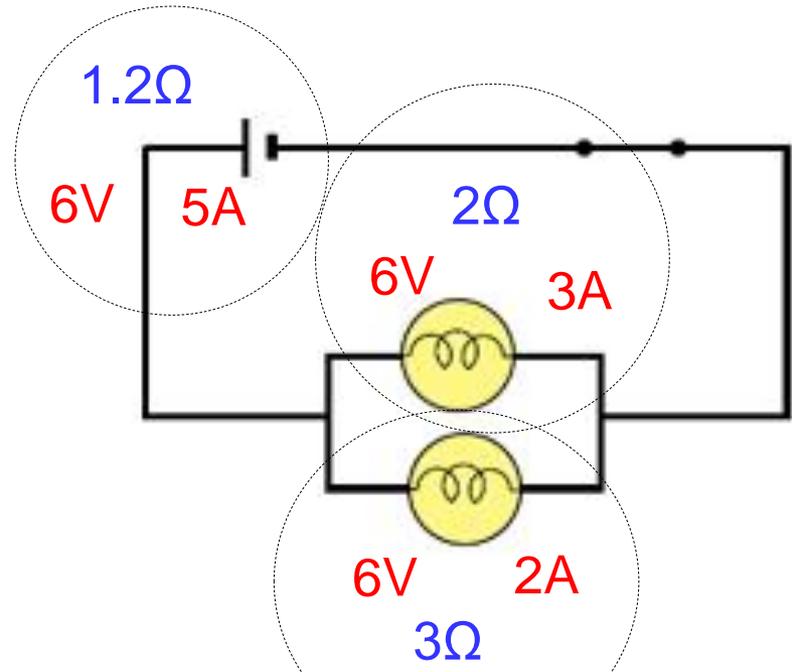
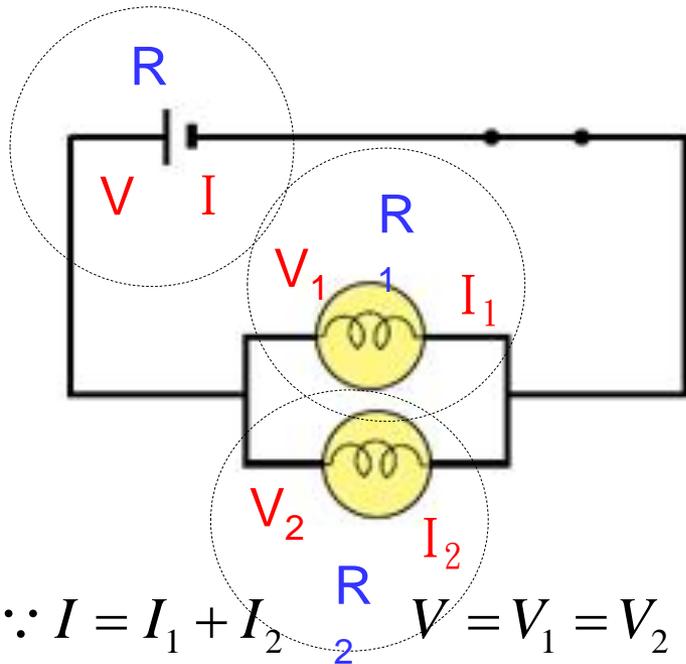
③ 並聯電路： $\Rightarrow$  並聯 V 相等；I 相加；R 倒數。

① V 關係： $V = V_1 = V_2$ 。

② I 關係： $I = I_1 + I_2$ 。 $\Rightarrow$  燈泡相同（電阻相同）時，I 等分。

③ R 關係： $1/R = 1/R_1 + 1/R_2$ 。 $\Rightarrow$  電阻連接時，並聯時其總電阻最小

$\Rightarrow$  n 個相同電燈電阻 R 並聯，其電路上的總電阻為  $R/n$ 。



$$\because I = I_1 + I_2 \quad V = V_1 = V_2$$

$$\Rightarrow \frac{V}{R} = \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} \Rightarrow \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

# 複合電路

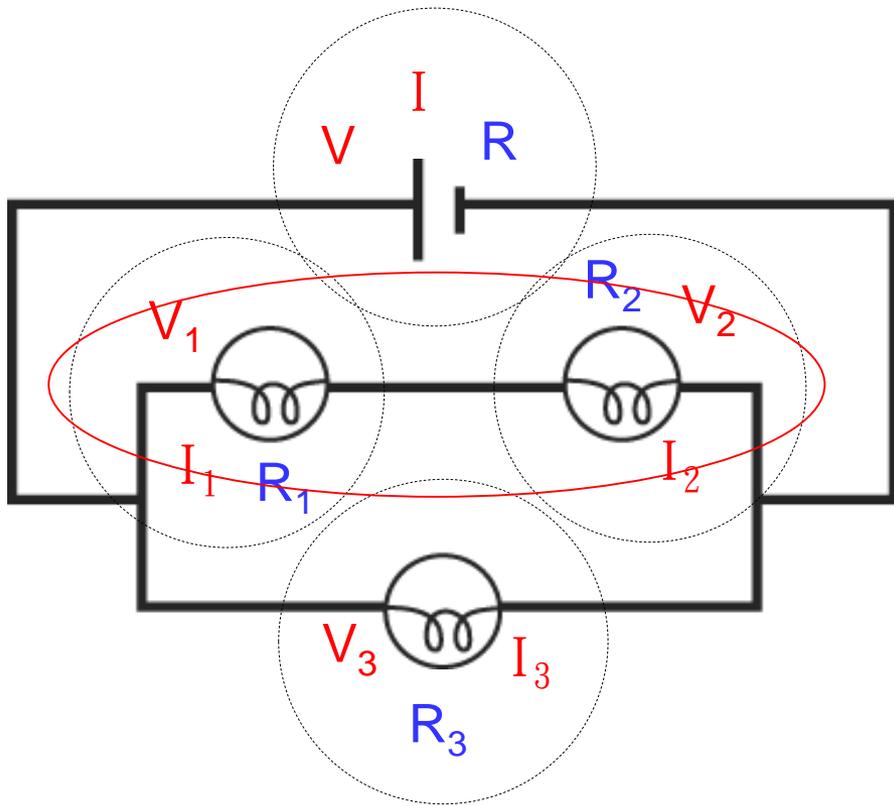
## ❖ 電路中的VIR關係：

④ 複合電路：⇒ 將電路分區域來觀察，並逐次簡化之

① 串聯：V 相加、I 相等、R 相加

② 並聯：V 相等、I 相加、R 倒數

⇒ 當電燈相同時，串聯 V、並聯 I 有等分效果



V 關係：

$$(1) V = V_1 + V_2 = V_3$$

I 關係：

$$(1) I_1 = I_2$$

$$(2) I = I_1 + I_3 = I_2 + I_3$$

R 關係：

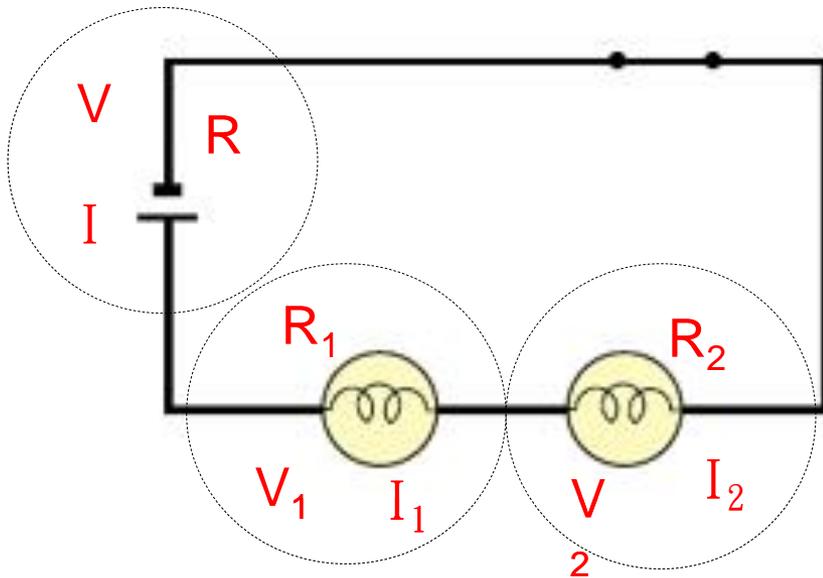
# 電阻對串聯電路中的電壓比例

❖ 電阻對電路中的比例效果：

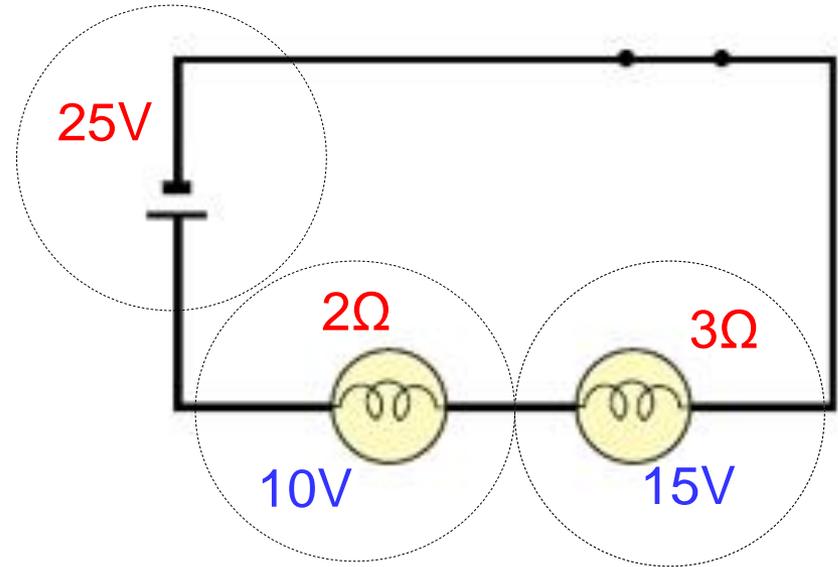
(1) 電阻對串聯電路的電壓比例：

① 燈泡相同（電阻相同）時， $V$  等分

② 燈泡不相同（電阻不相同）時， $V$  按  $V \propto R$  關係可得之



$$\begin{aligned} \because V &= V_1 + V_2 & I &= I_1 = I_2 \\ \Rightarrow V &= I \times R \Rightarrow V \propto R \end{aligned}$$



$$25 \times \frac{2}{5} = 10V \quad 25 \times \frac{3}{5} = 15V$$

# 電阻對並聯電路中的電流比例

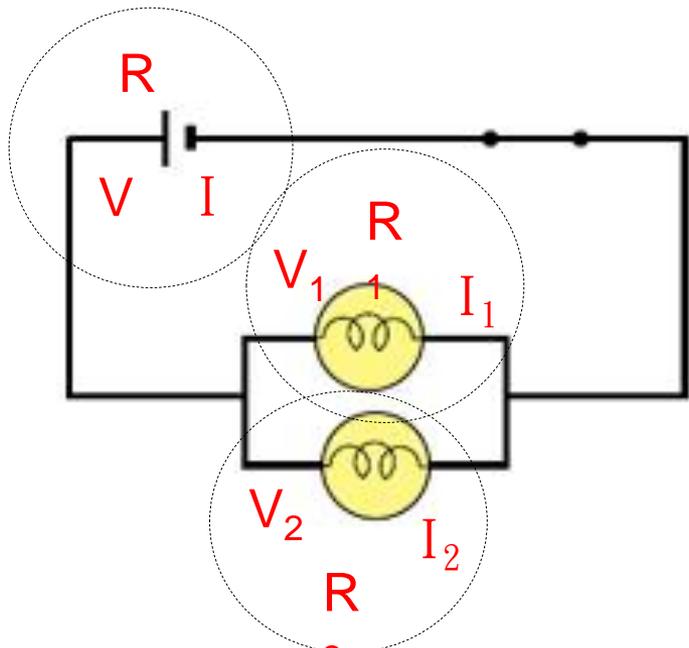
❖ 電阻對電路中的比例效果：

(2) 電阻對並聯電路的電流比例：

① 燈泡相同（電阻相同）時，I 等分

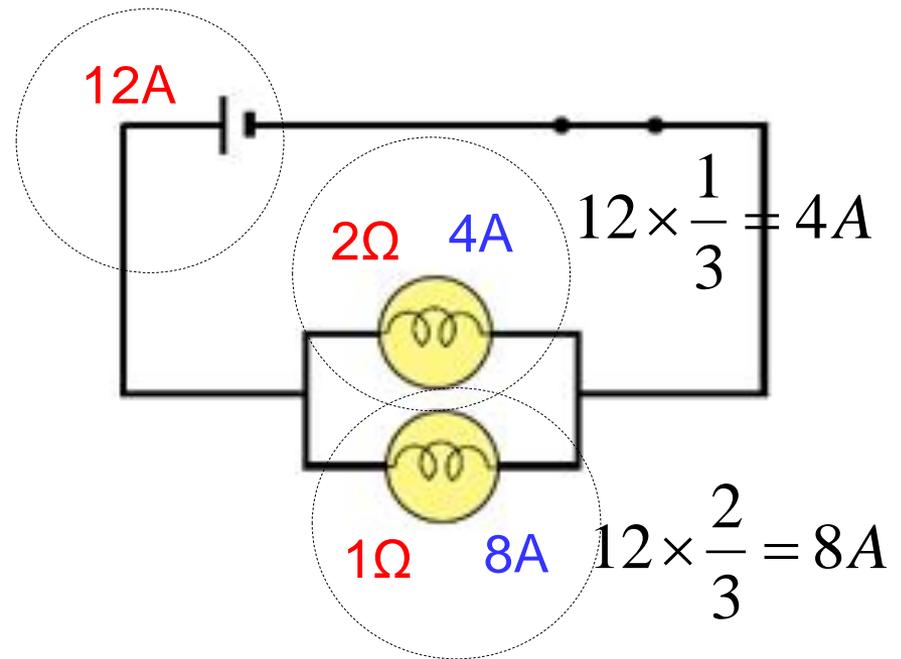
$$I \propto \frac{1}{R}$$

② 燈泡不相同（電阻不相同）時，I 按                      關係可得之



$$\because I = I_1 + I_2 \quad V = V_1 = V_2$$

$$\Rightarrow V = I \times R \Rightarrow I \propto \frac{1}{R}$$



# 範例解說

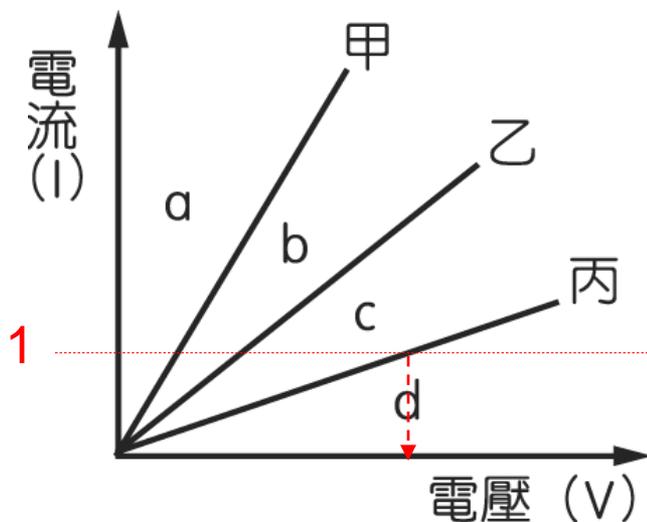
1. 如圖表示甲、乙、丙三個不同電阻之電壓 $V$ 和電流 $I$ 關係圖，若三電阻之材質及長度皆相同，則：

① 甲、乙、丙電阻大小：丙 > 乙 > 甲。

② 甲、乙、丙截面積大小：丙 < 乙 < 甲。

③ 若將甲、丙二電阻串聯，其總電阻圖形會位於 d 區。

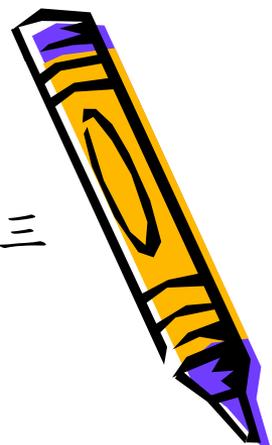
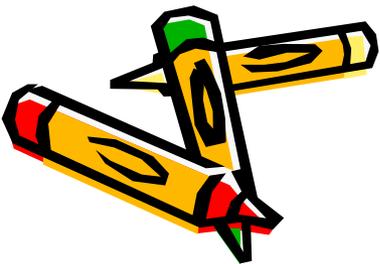
④ 若將甲、丙二電阻並聯，其總電阻圖形會位於 a 區。



$$R = \frac{V}{I} \Rightarrow$$

$$R \propto \frac{L}{A} \Rightarrow$$

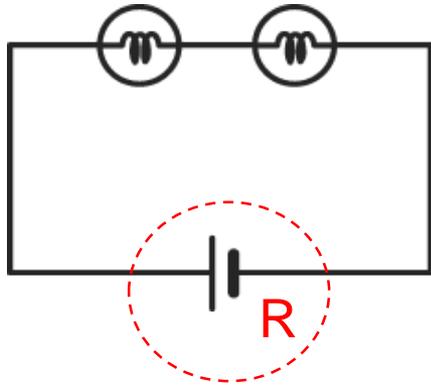
愈接近  $V$  軸  $\Rightarrow R$  大



# 範例解說

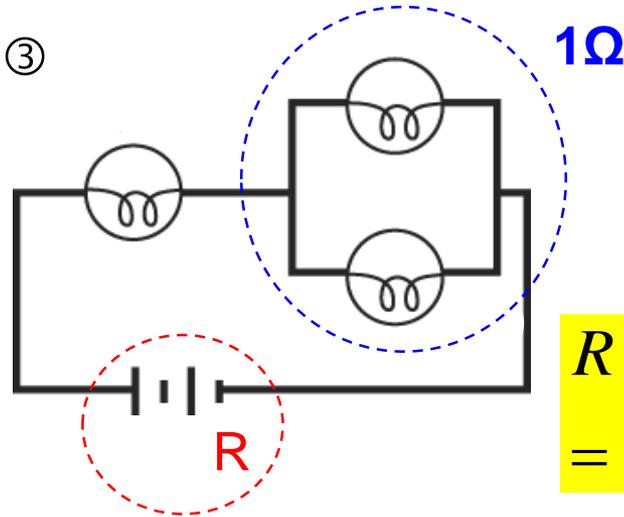
2. 求下列各電路的總電阻  $R$ ？（若每個燈泡電阻  $2\Omega$ ）

①



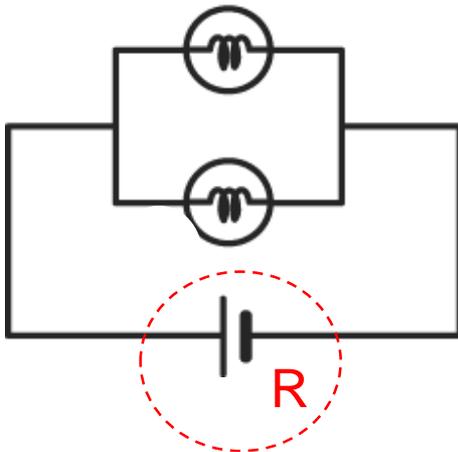
$$R = 2 + 2 \\ = 4\Omega$$

③



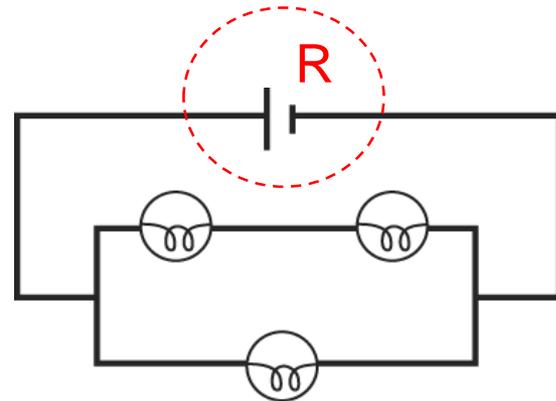
$$R = 2 + 1 \\ = 3\Omega$$

②



$$\frac{1}{R} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 1 \\ R = 1\Omega$$

④

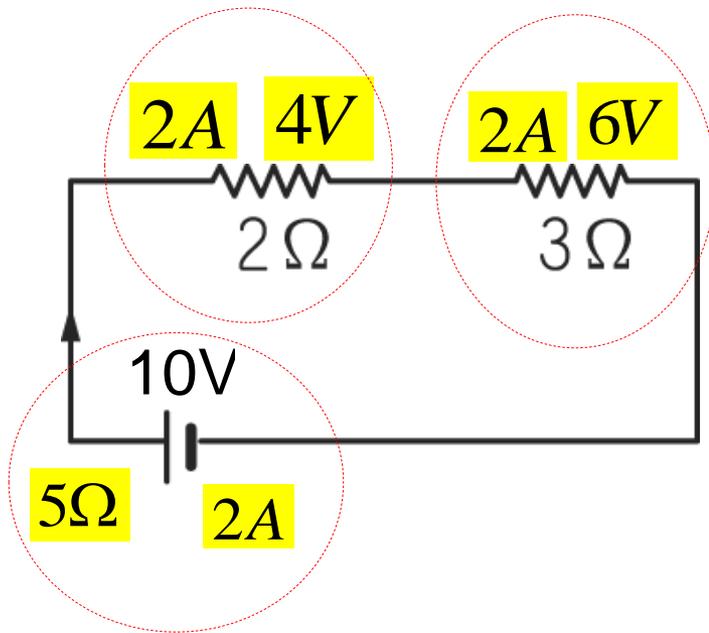


$$\frac{1}{R} = \frac{1}{2} + \frac{1}{4} = \frac{3}{4} \quad R = \frac{4}{3} \approx 1.33\Omega$$

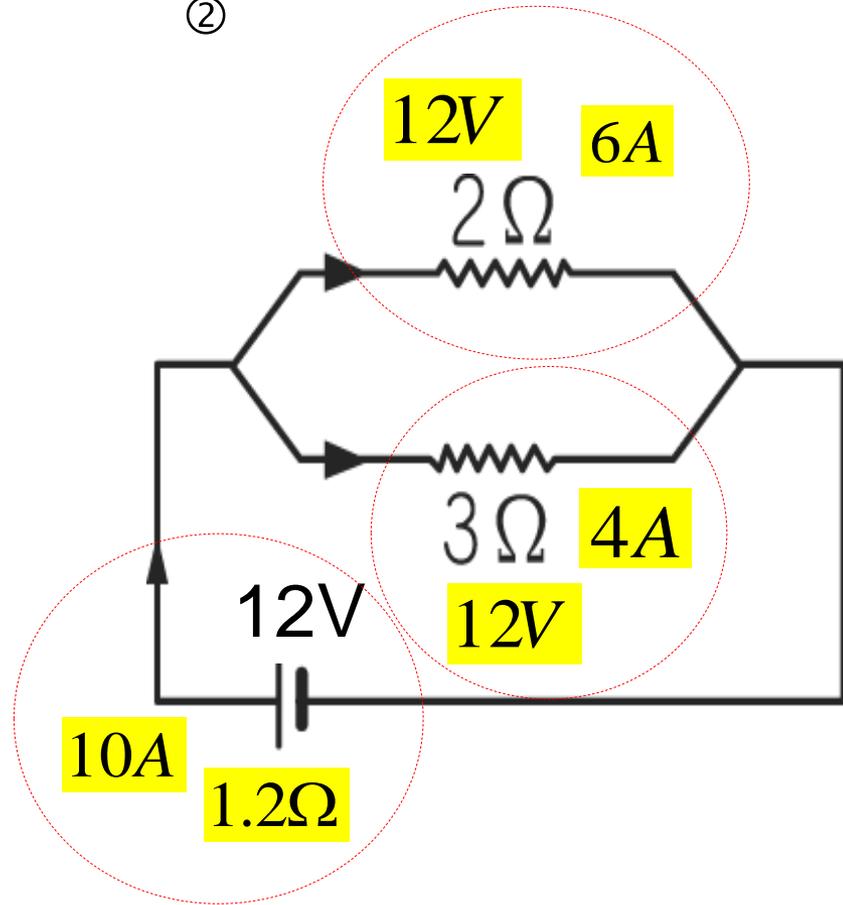
# 範例解說

3. 如圖的電路，求出各電路元件的電壓、電流與電阻：

①

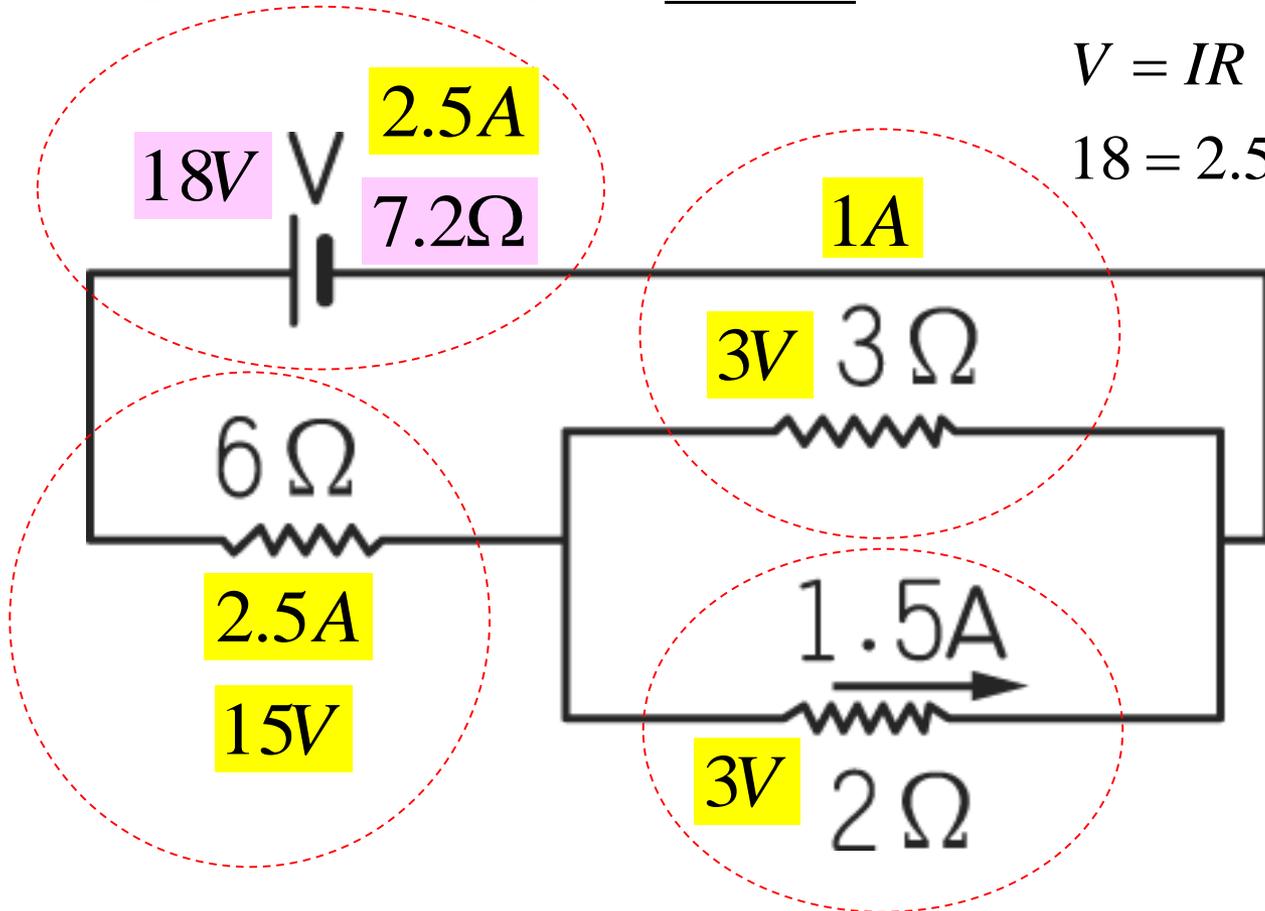


②



# 範例解說

4. 如圖的的電路。則求出總電壓  $V = \underline{18}$  伏特及各元件之  $V$ 、 $I$ 、 $R$ 。



$$V = IR$$

$$18 = 2.5R \Rightarrow R = 7.2\Omega$$

$$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \frac{5}{6} \Rightarrow R_1 = \frac{6}{5} = 1.2\Omega \Rightarrow R = 1.2 + 6 = 7.2\Omega$$

課程結束

