

18-2 電阻與歐姆定律

180201  電阻(Resistance、電阻、電氣阻抗 でんきていこう)

- ▶1.意義：電荷在導體中流動的難易度。
- ▶2.來源：電子在導體中流動，與不動的原子產生碰撞，導致前進受阻。
- ▶3.定義：1826年德國物理學家歐姆發現導線兩端之電壓與電流之比為一定值，



他定義此值即為電阻： $R = \frac{V}{I}$ 。

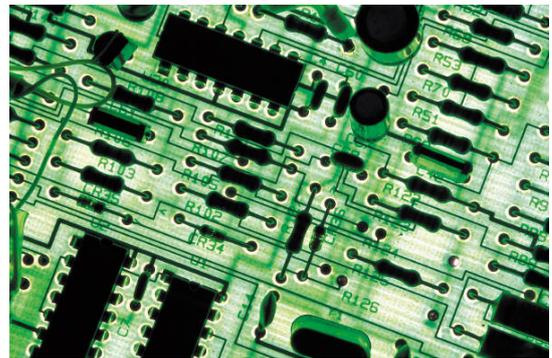
符號約定：

V：電位差 (電壓) 【我們不關心絕對數值，只關心變化量】

I：電流

R：電阻

- ▶4.單位：歐姆 (Ω)
- ▶5.能量轉換：電子在導線中遇到的阻礙，會將電能轉變為其他能量散失，如熱能、光能等。

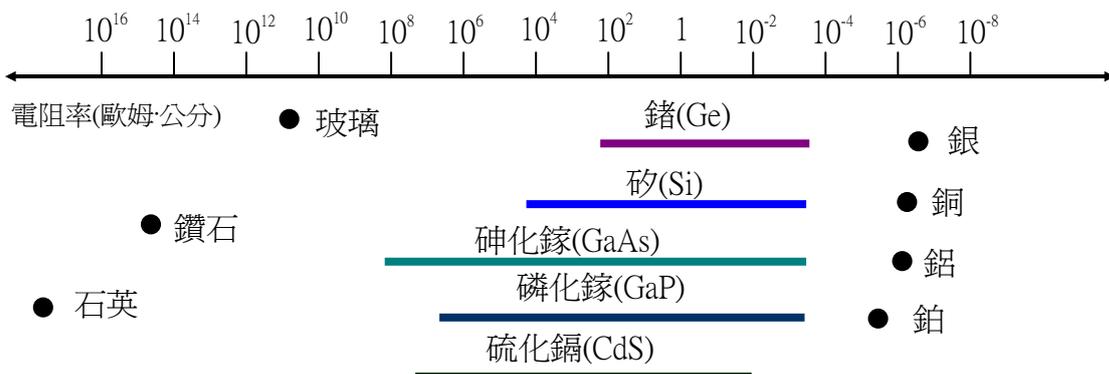


備註：

- ① 電阻(resistance)是導電的難度，單位用歐姆(Ω , Ohm)表示；
電導(conductivity)是導電的易度，單位用西門(S, Simen)表示；

兩者互為倒數 $\Omega = \frac{1}{S}$ 。【 $R = \rho \frac{L}{A}$ ； $\rho = \rho_0(1 + \alpha t)$ 】

- ② 電導率 σ 與電阻率 ρ 都可用來表示不同材料的導電性，兩者互為倒數。
電阻率一般以「歐姆·公分」表示。而電導率則以「西門/公分」表示。

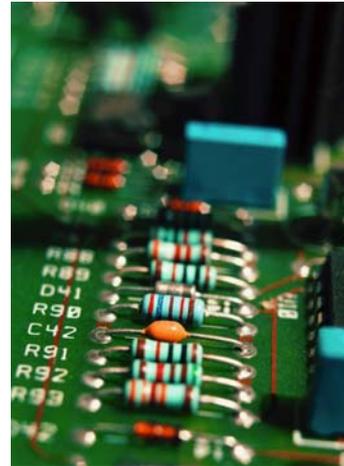


6. 認識電阻：

▶ 色碼：

黑	棕	紅	橙	黃	綠	藍	紫	灰	白	金	銀
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	5%	10%

▶ 意義： $\square\square\times 10^{\square}\pm\square$



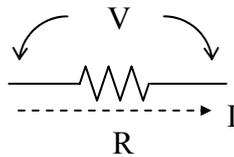
180202 歐姆定律(Ohm's Law、歐姆定律)

▶ 1. 公式： $V=IR$

V：電壓(伏特/V)

I：電流(安培/A)

R：電阻(歐姆/ Ω)



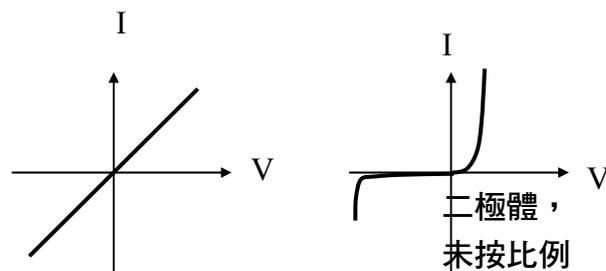
▶ 2. 若導體的 $R = \frac{V}{I}$ 為一定值，則稱此導體遵守「歐姆定律」，

此導體為「**線性導體**」，如：大部份的金屬。

▶ 3. 若導體的 $R = \frac{V}{I}$ 不為一定值，則稱此導體不遵守「歐姆定律」，

此導體為「**非線性導體**」，如：半導體、二極體、真空管、電晶體
(即，電阻值會隨電壓或電流而改變或電壓與電流之比不為一定值)

▶ 4. 二極體的電壓電流特性曲線：



180203 電阻定律

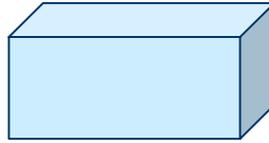
▶1.公式： $R = \rho \frac{L}{A}$

R：電阻值

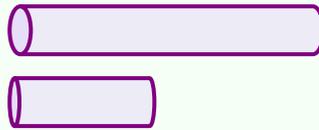
ρ ：電阻係數/電阻率(resistivity)

L：導線長度

A：導線截面積



【電阻的感覺】



1.大家一起衝，哇！好遠喔！想到就累！

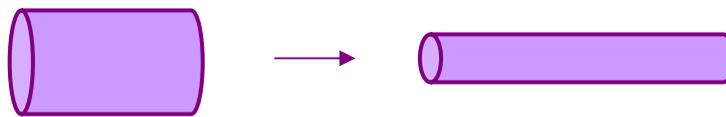


2.大家一起衝，我們兵多將廣，人多！

【牛刀小試】：

a.一金屬導線，若將其均勻拉長 3 倍，則電阻會變為幾倍呢？

【拉長的過程中體積(V)不會變，但長度(L)與截面積(A)會改變】



b.有一根導線電阻為 R，若將此導線拉長為原來的 n 倍，則電阻變為原來的幾倍？

c.有一長、寬、高各為 5、5、20 公分的金屬導體，求下列不同連接方式電阻之比為？ 【1：16】



►2. 電阻與溫度之關係：

(1) 若溫度變化不大，大致上成正比： $\rho = \rho_0(1 + \alpha t)$

(2) 溫度越高，電子與原子的碰撞愈激烈，電阻越大

材料		20°C 電阻率 ρ (歐姆-公尺)	溫度係數 $\alpha(1/^\circ\text{C})$
金屬	銀	1.59×10^{-8}	3.8×10^{-3}
	銅	1.72×10^{-8}	3.9×10^{-3}
	金	2.44×10^{-8}	3.4×10^{-3}
半導體	矽	640	-75×10^{-3}
	鍺	0.45	-50×10^{-3}
絕緣體	石英	7.5×10^{17}	
	玻璃	$10^{10} \sim 10^{14}$	

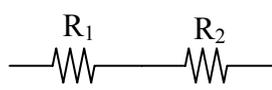
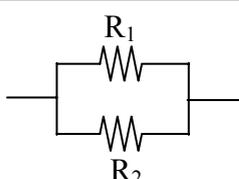
範例 08

180204 

兩導線質料相同與粗細均勻，但截面半徑比為 1：2，長度比為 2：1，並聯接於電池兩端，求：(1) 兩端電位差比為？(2) 電場強度大小之比為？(3) 電阻比為？(4) 電流比為？(5) 電子漂移速度的大小比為？

【牛刀小試】：兩導線質料相同與粗細均勻，但截面半徑比為 3：1，長度比為 2：1，串聯接於電池兩端，求：(1) 兩端電位差比為？(2) 電場強度大小之比為？(3) 電阻比為？(4) 電流比為？(5) 電子漂移速度的大小比為？ 【(1)2：9、(2)1：9、(3)2：9、(4)1：1、(5)1：9】

180205  串聯與並聯

種類	串 聯 Series circuits/串聯/直列接續 <small>ちよくれつせつぞく</small>	並 聯 Parallel circuits/並聯/並列接續 <small>へいれつせつぞく</small>
等效電阻公式	$R = R_1 + R_2 + \dots$	$R = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots}$
記 法	直接相加	倒數的和，取倒數
證 明	 <p>1°串聯在一起，電流相同： $I=I_1=I_2$</p> <p>2°串聯在一起，總電壓相加： $V=V_1+V_2$</p> <p>3°故 $IR=I_1R_1+I_2R_2$ $R=R_1+R_2$</p>	 <p>1°並聯在一起，電壓相同： $V=V_1=V_2$</p> <p>2°並聯在一起，總電流相加： $I=I_1+I_2$</p> <p>3°故 $V/R=V_1/R_1+V_2/R_2$ $1/R=1/R_1+1/R_2$</p>
雙電阻	$R = R_1 + R_2$	$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$
特 色	串聯後的等效電阻，比原來最大的電阻值還大[串聯變大]	並聯後的等效電阻，比原來最小的電阻值還小[並聯變小]
備 註	有些特殊電路，既不是串聯、也不是並聯，則必須使用特殊解法	

電阻與彈簧串、並聯之比較

電 阻	電阻串聯	電阻並聯
等效電阻公式	$R = R_1 + R_2 + \dots$	$R = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots}$
電 阻	電容串聯	電容並聯
等效電容公式	$C = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots}$	$C = C_1 + C_2 + \dots$
彈 簧	彈簧串聯	彈簧並聯
等效彈力常數公式	$k = \frac{1}{\frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \dots}$	$k = k_1 + k_2 + \dots$

並聯電路(parallel circuit)

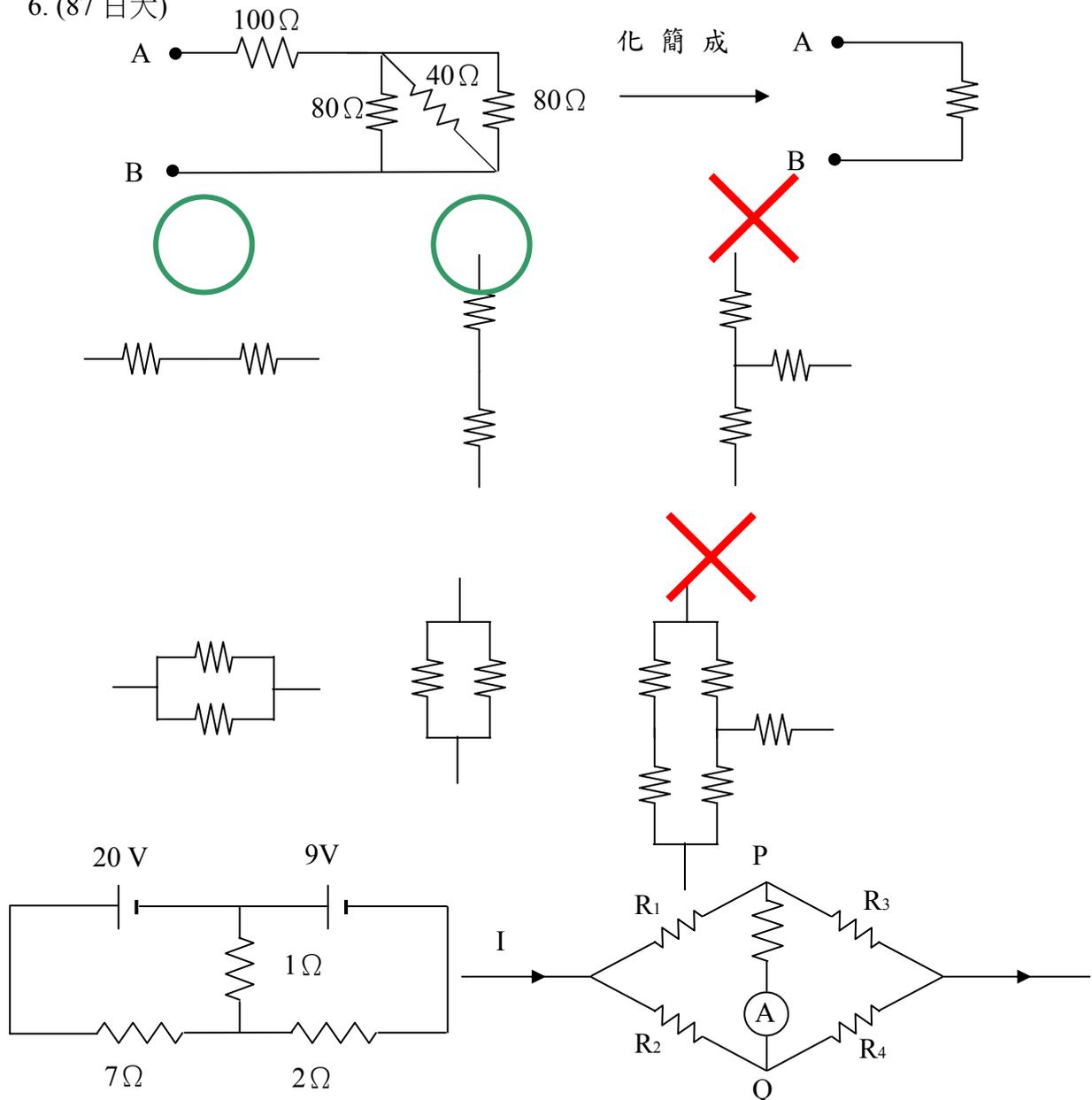
Connection of electrical components in such a way that current can branch in multiple directions, one through each component in parallel.

串聯電路(series circuit)

Connection of electrical components in such a way that the same current flows through each component.

180206  電阻串、並聯的感覺訓練(Feeling Training)

1. 10Ω 與 10Ω 串聯：
2. 10Ω 與 10Ω 並聯：
3. 20Ω 與 20Ω 並聯：
4. 30Ω 、 30Ω 、 30Ω 並聯：
5. 60Ω 與 30Ω 並聯：
6. (87 日大)





範例 09

1. 試證明：兩電阻串聯之電阻值與並聯電阻值之比值必大於或等於 4。
2. 兩不同之電阻，並聯之總電阻值為 10Ω ，則兩者串聯之電阻值可能為
(A) 20Ω (B) 40Ω (C) 50Ω (D) 60Ω (E) 70Ω
3. 兩電阻，並聯之總電阻值為 10Ω ，則兩者串聯之電阻值可能為
(A) 20Ω (B) 40Ω (C) 50Ω (D) 60Ω (E) 70Ω

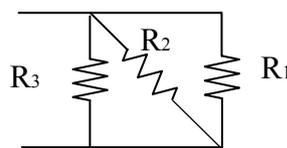
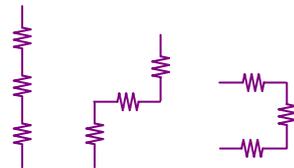
解題思路



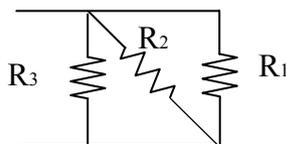
① by feelings ; ② 算術平均大於幾何平均

180208 電路計算的基本觀念

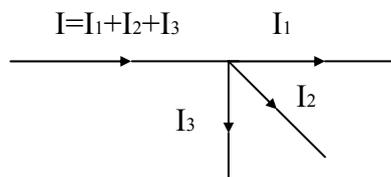
- 1、假設電線無電阻，因此可任意改變形狀與長度。
- 2、利用等效電阻的概念，儘量化簡電路。
- 3、接在同一點的電壓相等(空間中同一點，不會有兩種電位能，類似電力線不相交的物理意義)。
- 4、同一導線，電流處處相等(電子不滅定律的巨觀應用)。
- 5、電流遇到叉路會分流，各個分路電流的和仍等於總電流。



- 6、配合歐姆定律，可計算出分路電流的大小



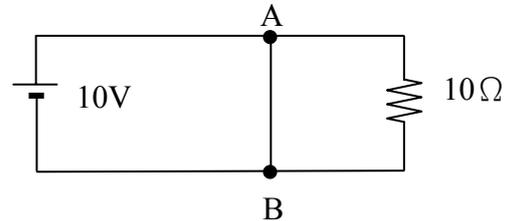
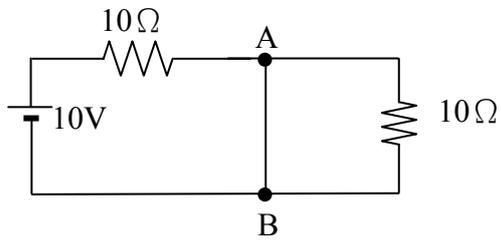
$$\begin{aligned} V_1 &= V_2 = V_3 \\ I_1 R_1 &= I_2 R_2 = I_3 R_3 \\ I &= I_1 + I_2 + I_3 \end{aligned}$$



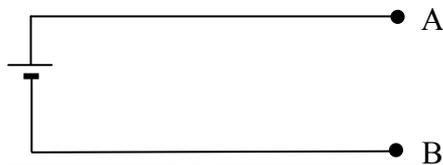
- 7、根據歐姆定律，並聯時電壓相同，電流與電阻反比，串聯時電流相同，電壓與電阻正比

180209  常用術語

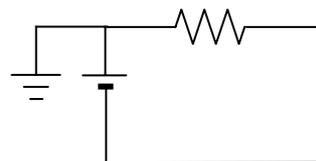
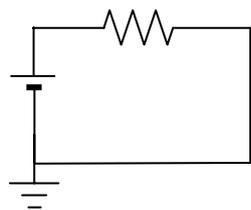
1. 短路(short) :



2. 斷路 :



3. 接地(ground)=給定零位面，符號  :



【電學重要常識】:

a. 地球的電阻=_____。

b. 地球=電荷庫 vs 海平面

c. 地球電位=0 $V = \frac{kQ}{R} \cong \frac{kQ}{\infty} = 0$