

# 課程名稱：基本電學 (Basic Electricity)

授課教師：藍翔耀 博士

研究室：復華樓B406室(機械系4樓)

電話：機械系(02)2782-1862 分機601

E-mail：lan@cc.cust.edu.tw

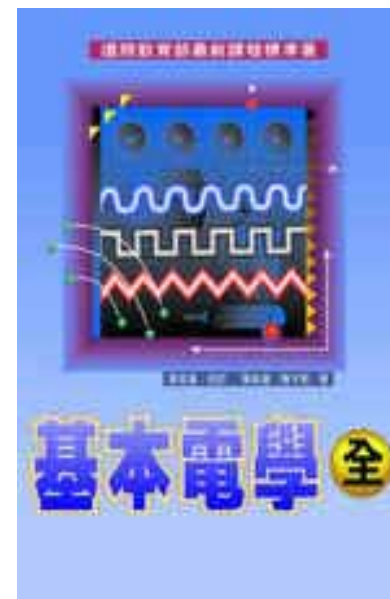
教學網頁：<http://cc.cust.edu.tw/~lan>

教科書：基本電學(全)

作者：陳自雄·陳子筠著 書號：SIM 972

儒林圖書 (02)2297-9888

講義：請同學自行由教學網頁下載



# SIM-972

# 基本電學

全

鄒宏基 校訂  
陳自雄 · 陳子筠 著

儒林圖書公司 印行

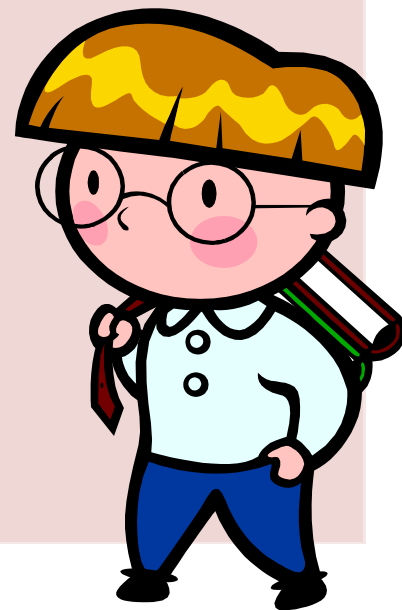
# 第壹部份

## 電的基本觀念

第一章 導論

第二章 基本電量

第三章 電阻



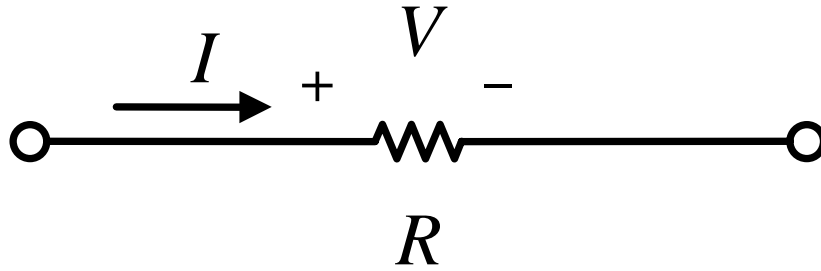
# 第三章

## 電 阻

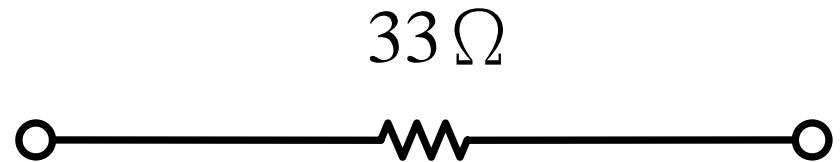
- ★ 3 - 1 歐姆定律
- ★ 3 - 2 電導
- ★ 3 - 3 電阻器所吸收之功率
- ★ 3 - 4 功率消耗額定值
- ★ 3 - 5 電阻器的色碼 (補充)

3-1

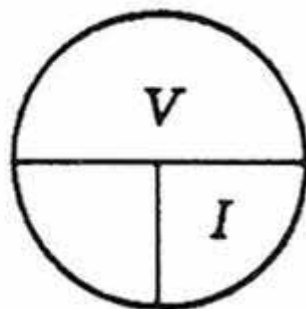
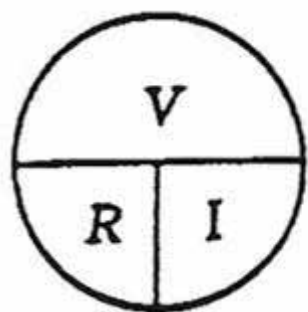
# 歐姆定律



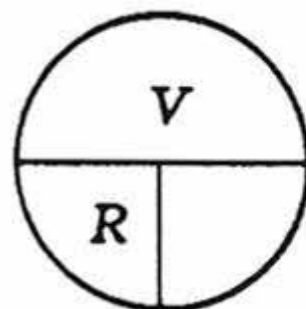
▲ 圖 3-1 電阻器之標準符號(含電壓與電流)



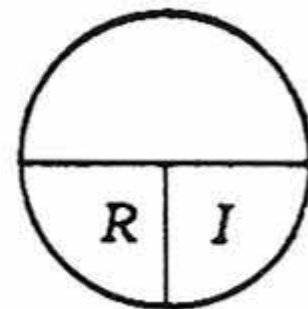
▲ 圖 3-2 33歐姆之電阻器



$$R(\Omega) = \frac{V}{I}$$



$$I(A) = \frac{V}{R}$$



$$V(V) = R I$$

▲ 圖 3-3 歐姆定律

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

$$I = \frac{V}{R} \quad (\text{A : 安培})$$

	電壓(V)	電流(I)	電阻(R)
單位	伏特(V)	安培(A)	歐姆(Ω)



**【例題 2】：**

某電阻器之端電壓為 10V, 求當電阻器為

(1)  $R_1 = 2\Omega$ , (2)  $R_2 = 1k\Omega$  之電流值?

解：

$$(1) I_1 = \frac{V}{R_1} = \frac{10}{2}$$

$$\Rightarrow I_1 = 5(\text{A})$$

$$(2) I_2 = \frac{V}{R_2} = \frac{10}{1k} = 10 \times 10^{-3}$$

$$\Rightarrow I_2 = 10(\text{mA})$$



**【例題 3】：**

一電阻器為  $20\text{k}\Omega$ ，其上之電壓降為  $480\text{mV}$ ，求流經此電阻器之電流值  $I = ?$  (A)

解：

由(3-2)式，得電流值  $I$  為

$$I = \frac{V}{R} = \frac{480\text{m}}{20\text{k}} = 24 \times 10^{-6}$$

$$\Rightarrow I = 24(\mu\text{A})$$

另解：較佳！！

$$\begin{aligned} I &= \frac{V}{R} = \frac{480 \times 10^{-3} \text{ (V)}}{20 \times 10^3 \text{ } (\Omega)} = 24 \times 10^{-6} \text{ (A)} \\ &= 24 (\mu\text{A}) \end{aligned}$$

## 3-2

## 電導

## 1. 電阻

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

## 2. 電導

電導  $G$  與電阻  $R$  之關係式為

$$G = \frac{1}{R} \quad (\text{U : 姆歐})$$

## 3. 對偶

$$G = \frac{I}{V} \quad (\text{U : 姆歐})$$

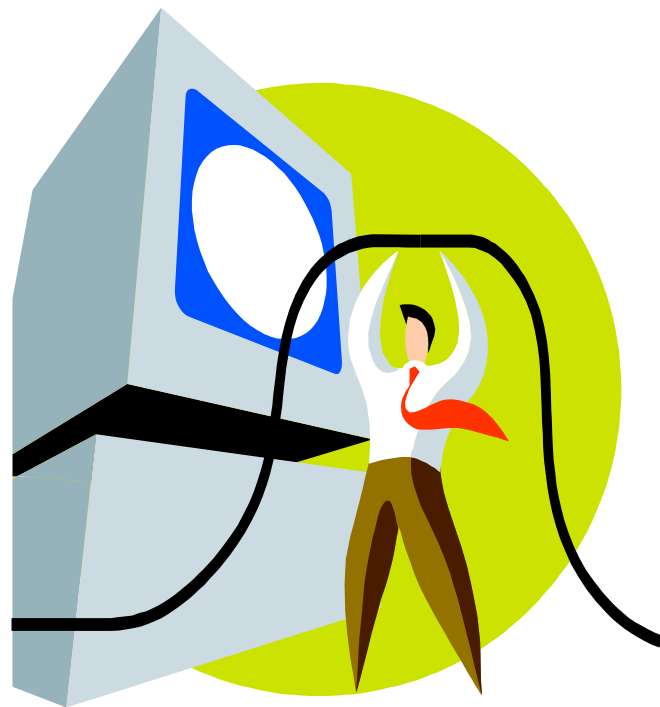


表 3-1 常用之金屬材料的電阻係數(周圍溫度20°C)

金屬材料	$\rho(\times 10^{-8} \Omega - m)$
金	2.44
白金	10.0
銀	1.60
軟銅	1.724
黃銅	7.0
鐵	10.0
鋁	2.826
鎳	7.80
鎳鉻合金	100.0

**【例題 4】：**

有一電阻其值為  $2\text{m}\Omega$ ，試求其電導值？

解：

由 (3 - 5) 式知電導  $G$  為

$$G = \frac{1}{R} = \frac{1}{2\text{m}} = 0.5 \times 10^3$$

$$\Rightarrow G = 500(\text{U})$$

**【例題 5】：**

有一電熱器在發熱時，其電導值為  $25\text{mU}$ ，試求其電阻值？

解：

$$R(\text{電阻}) = \frac{1}{G(\text{電導})} = \frac{1}{25\text{m}} = 0.04 \times 10^3$$

$$\Rightarrow R(\text{電阻}) = 40(\Omega)$$

$$G = 10^9, M = 10^6, K = 10^3, n = 10^{-9}, u = 10^{-6}, m = 10^{-3}$$

## 【例題 6】：

一電阻器其電導為  $3\text{m}\mathcal{U}$ ，所通過之電流為  $9\text{mA}$ ，求電阻器兩端之電壓降為多少？

另解：較佳！！

解：

由(3-10)式移項，得電壓降  $V$  為

$$R = \frac{1}{G} = \frac{1}{3 \times 10^{-3}} = \frac{1}{3} \times 10^3 (\Omega)$$

$$V = \frac{I}{G} = \frac{9\text{m}}{3\text{m}} \Rightarrow V = 3(\text{V})$$

$$V = I \cdot R = (9 \times 10^{-3}) \cdot \left(\frac{1}{3} \times 10^3\right) = 3(\text{V})$$

## 【例題 7】：

電視機與天線間之電纜線，若每 100 公尺為  $5\Omega$ ，若電線長為 20 公尺，試求其電導值？

解：

$$R = \frac{5\Omega}{100\text{m}} \times 20\text{m} = 1\Omega$$

由(3-5)式知電導值  $G$  為

$$G = \frac{1}{R} = \frac{1}{1} \Rightarrow G = 1(\mathcal{U})$$

3-3

## 電阻器所吸收之功率

$$P = VI \quad (\text{單位：瓦特Watt})$$

$$P = \frac{V^2}{R}$$

$$P = I^2 R$$

$$W = \left( \frac{V^2}{R} \right) t \quad (\text{J：焦耳})$$

$$W = (I^2 R) t \quad (\text{J：焦耳})$$

$$W = Pt \quad (\text{單位：焦耳Joule}) \quad 1 \text{ 焦耳}(J = N \cdot m) \circ$$

**【例題 8】**

若一電阻器為  $100\Omega$ ，流經其上之電流為  $2\text{A}$ ，試利用 (2-12)(a) 式、(3-12) 式及 (3-13) 式三種公式，求電阻器上之功率  $P$ ？

解：

由  $V = RI$  得電壓  $V$  為

$$V = (100)(2) = 200(\text{V})$$

(1) 利用  $P = VI$  公式，得功率  $P$  為

$$P = (200)(2) = 400(\text{W})$$

(2) 利用  $P = \frac{V^2}{R}$  公式，得功率  $P$  為

$$P = \frac{(200)^2}{100} = 400(\text{W})$$

(3) 利用  $P = I^2 R$  公式，得功率  $P$  為

$$P = (2)^2 100 = 400(\text{W})$$



【例題 9】：

有一烤麵包機具有  $20\Omega$  之電阻，工作於  $110V$  電壓下，使用  $40$  秒，試問使用多少能量？（請以  $J$  為單位）

解：

由 (3-14)(a) 式得能量  $W$  為

1 焦耳 ( $J = N \cdot m$ )。

$$W = \left( \frac{V^2}{R} \right) t$$

$$= \left( \frac{110^2}{20} \right) \times 40$$

$$\Rightarrow W = 24200 (J)$$

$$W = P \cdot t = (V \cdot I) \cdot t = \left( V \cdot \frac{V}{R} \right) \cdot t$$

$$= \frac{V^2}{R} \cdot t = \frac{110^2}{20} \cdot 40 = 24200 \text{ (Joule)}$$

$$= 24.2 \text{ (KJ)}$$

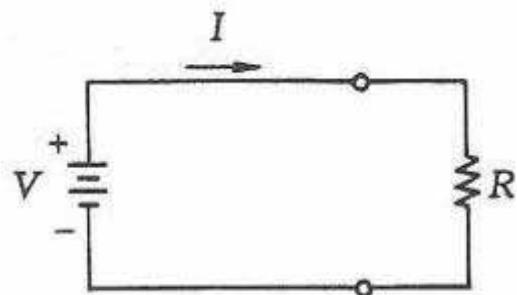
$$G = 10^9, M = 10^6, K = 10^3, \quad n = 10^{-9}, u = 10^{-6}, m = 10^{-3}$$





【例題 10】：

如下圖之電路，其中電阻  $R = 10\Omega$ ，外加電壓  $V$  產生電流  $I = 4\text{A}$ ，通電時間 2 分鐘，試問電阻吸收之能量  $W = ?$  (J)



解：

由(3-14)(b)式得能量  $W$  為

$$\begin{aligned} W &= (I^2 R) t \\ &= (4^2 \times 10)(2 \times 60) \end{aligned}$$

$$\Rightarrow W = 19200(\text{J})$$

※【例題 11】：

同上題，試問電阻吸收之能量  $W = ?$  (Cal)

解一：

代入能量  $W$  以 Cal 為單位之公式

$$\begin{aligned} W &= 0.24(I^2 R)t \\ &= 0.24(4^2 \times 10)(2 \times 60) \end{aligned}$$

$$\Rightarrow W = 4608(\text{Cal})$$

解二：

將【例題 10】所得之結果作單位之轉換，得能量  $W$  為

$$\begin{aligned} W &= 19200(\text{J}) \\ &= 0.24 \times 19200(\text{Cal}) \end{aligned}$$

$$1 \text{ Joule} = 0.24 \text{ Cal}$$

$$\Rightarrow W = 4608(\text{Cal})$$



## 【例題 12】

一電熱器內電阻為  $50\ \Omega$ ，使用時流經  $4\text{A}$  之電流，試求：

(1) 電熱器之功率  $P = ?$  (W)

(2) 電熱器若使用 4 小時，其發出熱能為多少仟卡(kCal)？

解：

(1) 求功率  $P$ ：

$$P = I^2 R = 4^2 \times 50$$

$$\Rightarrow P = 800\text{ (W)}$$

(2) 求熱能  $W$ ：

$$W = 0.24Pt \quad [\text{或} = 0.24(I^2 R)t]$$

$$= 0.24(800)(4 \times 60 \times 60)$$

$$= 2764800\text{ (Cal)}$$

$$\Rightarrow W = 2764.8\text{ (kCal)}$$

## 【例題 13】

試求流過一個消耗 40mW 功率之 10kΩ 電阻的電流  $I = ?$  (A)

解：

由(3-16)式得電流  $I$  為

$$I = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{40\text{m}}{10\text{k}}} = \sqrt{4 \times 10^{-6}}$$

$$I = 2 \times 10^{-3} (\text{A}) \quad \text{或}$$

$$\Rightarrow I = 2 (\text{mA})$$

**【例題 14】**

有一烤箱具有  $22\Omega$  的內電阻，消耗功率為  $550\text{W}$ ，試求其工作電壓  $V = ?$  (V)

解：

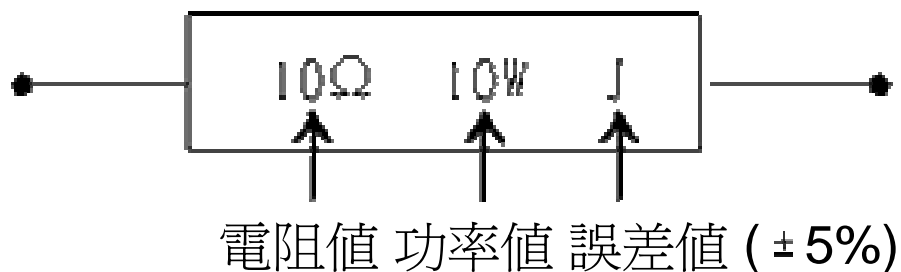
由(3-15)式得電壓  $V$  為

$$V = \sqrt{PR} = \sqrt{550 \cdot 22} = \sqrt{12100}$$

$$\Rightarrow V = 110 \text{ (V)}$$

## 3-5 電阻器的色碼 (補充)

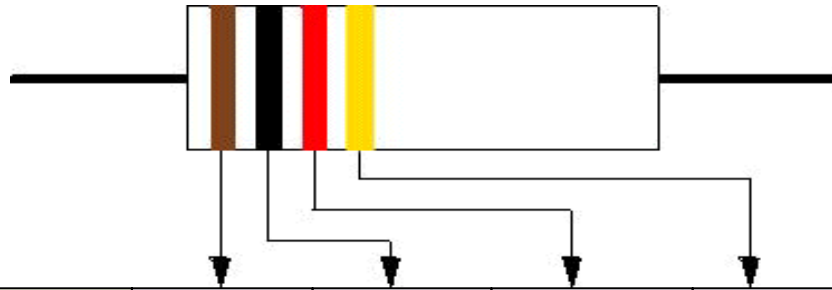
1. 電阻器的重要額定：電阻值, 功率值及誤差值
2. 直接標示電阻器之識別：



代號	B	C	D	E	G	J	K	M
誤差值%	$\pm 0.1$	$\pm 0.25$	$\pm 0.5$	$\pm 1$	$\pm 2$	$\pm 5$	$\pm 10$	$\pm 20$

# 色碼標示電阻器之識別(補充)

2. 四碼:



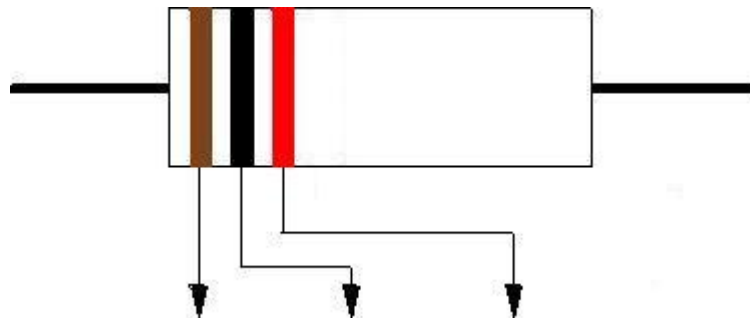
$$\begin{aligned}
 R &= 10 \times 10^2 \pm 5\% \\
 &= 1000 \pm (1000 \times 0.05) \\
 &= 1000 \pm 50 \Omega
 \end{aligned}$$

(若只有三碼表示第四碼為無色即誤差值為： $\pm 20\%$ )

色碼	第一位數	第二位數	倍數	容許誤差
黑	0	0	$10^0$	-
棕	1	1	$10^1$	$\pm 1\%$
紅	2	2	$10^2$	$\pm 2\%$
橙	3	3	$10^3$	$\pm 3\%$
黃	4	4	$10^4$	$\pm 4\%$
綠	5	5	$10^5$	$\pm 0.5\%$
藍	6	6	$10^6$	$\pm 0.25\%$
紫	7	7	$10^7$	$\pm 0.1\%$
灰	8	8	-	$\pm 0.05\%$
白	9	9	-	-
金	-	-	$10^1$	$\pm 5\%$
銀	-	-	$10^2$	$\pm 10\%$
無色	-	-	-	$\pm 20\%$

# 色碼標示電阻器之識別(補充)

1. 三碼:



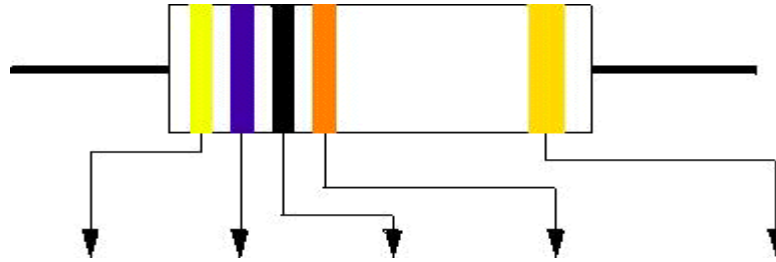
$$\begin{aligned}
 R &= 10 \times 10^2 \pm 20\% \\
 &= 1000 \pm (1000 \times 0.20) \\
 &= 1000 \pm 200 \Omega \\
 &\text{(無色代表誤差值爲 } \pm 20\% \text{ )}
 \end{aligned}$$

色碼	第一位數	第二位數	倍數	容許誤差
黑	0	0	$10^0$	-
棕	1	1	$10^1$	$\pm 1\%$
紅	2	2	$10^2$	$\pm 2\%$
橙	3	3	$10^3$	$\pm 3\%$
黃	4	4	$10^4$	$\pm 4\%$
綠	5	5	$10^5$	$\pm 0.5\%$
藍	6	6	$10^6$	$\pm 0.25\%$
紫	7	7	$10^7$	$\pm 0.1\%$
灰	8	8	-	$\pm 0.05\%$
白	9	9	-	-
金	-	-	$10^1$	$\pm 5\%$
銀	-	-	$10^2$	$\pm 10\%$
無色	-	-	-	$\pm 20\%$



## 色碼標示電阻器之識別(補充)

3. 五碼:



$$\begin{aligned}
 R &= 47 \times 10^0 \pm 3\% \\
 &= 47 \pm (47 \times 0.03) \\
 &= 47 \pm 1.41 \, \Omega \\
 &\quad (\text{可靠度 } 0.001\%)
 \end{aligned}$$

色碼	第一位數	第二位數	倍數	容許誤差	可靠度
黑	0	0	$10^0$	-	-
棕	1	1	$10^1$	$\pm 1\%$	1%
紅	2	2	$10^2$	$\pm 2\%$	0.1%
橙	3	3	$10^3$	$\pm 3\%$	0.01%
黃	4	4	$10^4$	$\pm 4\%$	0.001%
綠	5	5	$10^5$	$\pm 0.5\%$	
藍	6	6	$10^6$	$\pm 0.25\%$	
紫	7	7	$10^7$	$\pm 0.1\%$	
灰	8	8	-	$\pm 0.05\%$	
白	9	9	-	-	-
金	-	-	$10^1$	$\pm 5\%$	-
銀	-	-	$10^2$	$\pm 10\%$	-
無色	-	-	-	$\pm 20\%$	