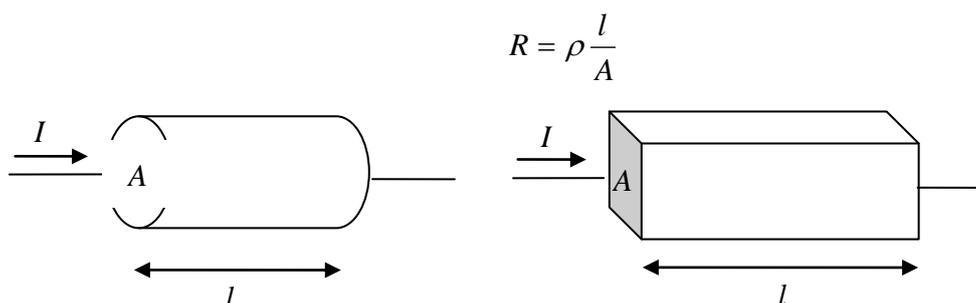


## 電阻與電導

1. **電阻**：施加 1 伏特的電壓於電阻兩端，此時若有 1 安培的電流流過該電阻，則該電阻的電阻值為 1 歐姆( $\Omega$ )，習慣上以  $R$  表示電阻的符號。

圖

2. 電阻值( $R$ )的大小與電阻材料(電阻係數 $\rho$ )、導體長度( $l$ )成正比，而與導體截面積( $A$ )成反比。



| 單位制別  | $l$        | $A$            | $\rho$             |
|-------|------------|----------------|--------------------|
| MKS 制 | 公尺( $m$ )  | 平方公尺( $m^2$ )  | $\Omega - m$       |
| CGS 制 | 公分( $cm$ ) | 平方公分( $cm^2$ ) | $\Omega - cm$      |
| FPS 制 | 呎( $ft$ )  | 圓密爾( $C.M.$ )  | $\Omega - C.M./ft$ |

(i) 密爾(mil)為長度單位，1 密爾 = 0.001 吋。

(ii) 圓密爾( $C.M.$ )：以直徑為 1 密爾的圓面積，1 圓密爾 =  $\frac{\pi}{4}(1 \text{ 密爾})^2$ 。

(iii) 若直徑為  $D$  密爾，則圓面積為

$$\frac{\pi}{4}(D \text{ 密爾})^2 = \frac{\pi}{4}(1 \text{ 密爾})^2 \times D^2 = D^2 \text{ 圓密爾}$$

(iv) 平方密爾：以 1 密爾為邊長的正方形面積。1 平方圓密爾 =  $(1 \text{ 密爾})^2$

(v) 1 平方圓密爾 =  $\frac{4}{\pi}$  圓密爾

### 練工題 1 (101 年佐級鐵路人員考試)

某銅線的電阻係數若為  $1.724 \times 10^{-6} \Omega - cm^2 / cm$ ，銅線的半徑為 1 毫米 (mm)，其總電阻大小為  $5.5 \times 10^{-3} \Omega$ ，則該銅線的長度為多少米？(以最接近之數值為準)

(A)0.5 (B)1.0 (C)2.0 (D)5.5

[解答]：(B)  $R = \rho \frac{l}{A} \Rightarrow 5.5 \times 10^{-3} = 1.724 \times 10^{-6} \frac{l}{\pi \times 0.1^2}$

$$l = 100.225 (cm) \approx 1 (m)$$

**練工題 1** (101 年特種考試地方政府公務人員考試五等)

某銅線的電阻係數為  $0.07 \times 10^{-6} \Omega \cdot m$ ，長度為 1.5km、截面積為  $4 \text{ cm}^2$ ，則其電阻值約為多少歐姆？

- (A) 0.26 (B) 2.6 (C) 3.5 (D) 0.35

[解答]：(A)  $R = \rho \frac{l}{A} = 0.07 \times 10^{-6} \frac{1500}{4 \times 10^{-4}} = 0.262 \text{ (}\Omega\text{)}$

**練工題 1** (100 年公務人員特種考試原住民族考試五等)

有 A、B 兩均勻截面積之導線以相同之銅材料製成，若 A 長度為 B 的 2 倍，A 的截面積為 B 的 4 倍，則 A 導線的電阻為 B 的多少倍？

- (A) 4 (B) 8 (C) 2 (D) 0.5

[解答]：(D)  $R_B = \rho \frac{l}{A}$   $R_A = \rho \frac{2l}{4A} = \frac{1}{2} R_B$

**練工題 1** (99 年公務人員特種考試身心障礙人員考試五等)

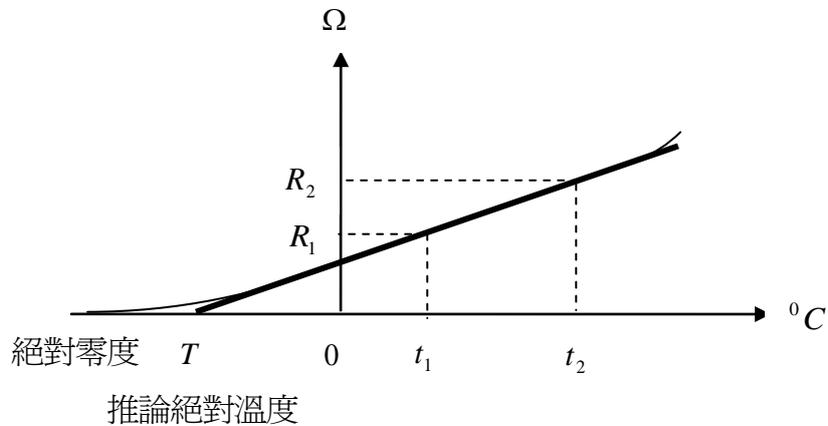
有一導線其電阻為 30 歐姆，在體積不變下，將其均勻拉長使長度變為原來的 2 倍，則其電阻為多少歐姆？

- (A) 15 (B) 30 (C) 60 (D) 120

[解答]：(D)  $R_1 = \rho \frac{l}{A} = 30$   $R_2 = \rho \frac{2l}{1/2A} = 4R_1 = 120 \text{ (}\Omega\text{)}$

3. 金屬材料之電阻值隨溫度升高而增加；合金材料之電阻值當溫度升高時增加較不明顯；半導體、非金屬材料及絕緣體之電阻值隨溫度升高而降低。
4. **電阻溫度係數**( $\alpha_t$ )：電阻在溫度  $t^\circ\text{C}$  時電阻對溫度的變化率與  $(\frac{\Delta R}{\Delta t})$  與  $t^\circ\text{C}$  時該電阻值( $R$ )的比值，稱為該電阻在溫度  $t^\circ\text{C}$  時的電阻溫度係數。下圖為金屬材料之電阻與溫度之關係圖，該電阻在溫度  $t_1^\circ\text{C}$  時的電阻溫度係數為

$$\alpha_{t_1} = \left( \frac{R_2 - R_1}{t_2 - t_1} \right) / R_1$$



由上式可推論出電阻值與溫度的關係式為

$$R_2 = R_1[1 + \alpha_{t_1}(t_2 - t_1)]$$

**練工題 1** (102 年公務人員初等考試)

下列那一參數與導線的電阻值無直接關係？

- (A)導線長度 (B)導線截面積 (C)導線流經之電流 (D)導線之溫度

[解答]：(C)

**練工題 1** (99 年公務人員特種考試原住民族考試五等)

下列四種物質中，何者的電阻會隨溫度上升而明顯下降？

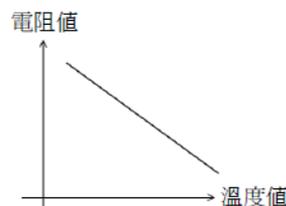
- (A)銀 (B)鋁 (C)銅 (D)矽

[解答]：(D)

**練工題 1** (101 年公務人員初等考試)

下圖為某元件之電阻值與溫度關係曲線，圖中元件之電阻溫度係數為：

- (A)正  
(B)負  
(C)零  
(D)無法判斷



[解答]：(B)

**練工題 1** (101 年公務人員特種考試原住民族考試五等)

若一電阻於 25°C 時量測之電阻值為 10 kΩ，溫度係數為  $0.005^{\circ}\text{C}^{-1}$ ，試問當量測之電阻值為 10.5 kΩ 時，此時電阻溫度約為多少°C？

(A)55 (B)45 (C)40 (D)35

[解答]：(C)  $R_2 = R_1[1 + \alpha_{t_1}(t_2 - t_1)] \Rightarrow 10.5 = 10[1 + 0.005(t_2 - 25)]$

$$t_2 = 35$$

**練工題 1** (99 年國家安全情報人員五等考試)

有一電阻器，在  $10^\circ\text{C}$  時為 100 歐姆，在  $60^\circ\text{C}$  時為 105 歐姆，若溫度提高到  $100^\circ\text{C}$ ，此時電阻器的電阻為多少歐姆？

(A)107 (B)108 (C)109 (D)110

[解答]：(C)  $R_2 = R_1[1 + \alpha_{t_1}(t_2 - t_1)]$

$$105 = 100[1 + \alpha_{t_1}(60 - 10)] \Rightarrow \alpha_{t_1} = 0.001$$

$$R_{100} = 100[1 + 0.001(100 - 10)] = 109 (\Omega)$$

5. 金屬材料之電阻溫度係數為正，半導體、非金屬材料及絕緣體之電阻溫度係數為負。
6. **推論絕對溫度**：電阻在某溫度範圍內，電阻值與溫度成直線關係；將直線延伸至與水平軸相交，此為推論出電阻值為零的溫度  $T$ ，稱為推論絕對溫度。

電阻在溫度  $t_1$  °C 時的電阻溫度係數則可表示如下：

$$\alpha_{t_1} = \left( \frac{0 - R_1}{T - t_1} \right) / R_1 = \frac{1}{t_1 - T}$$

**練工題 1** (99 年公務人員特種考試警察人員考試佐級)

銅線的電阻為零歐姆之推論絕對溫度  $T_0 = -234.5^\circ\text{C}$ ，則銅線溫度在  $75^\circ\text{C}$  時

的電阻溫度係數  $\alpha_{75}$  約為多少  $^\circ\text{C}^{-1}$ ？

(A)0.00323 (B)0.00426 (C)0.00646 (D)0.00852

[解答]：(A)  $\alpha_{75} = \frac{1}{75 - (-234.5)} = 0.00323$

**練工題 1** (100 年佐級鐵路人員考試)

銅的零電阻溫度若為  $-234.5^\circ\text{C}$ ，用該材質做成的一段導線在  $35^\circ\text{C}$  時的電阻為  $0.55 \Omega$ ，則在  $60^\circ\text{C}$  時該導線的電阻值為：(以最接近之數值為準)

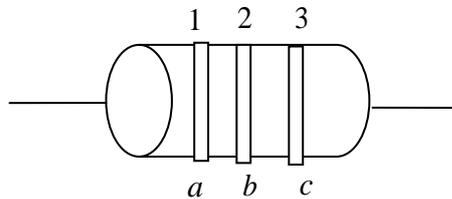
- (A)0.32  $\Omega$  (B)0.55  $\Omega$  (C)0.60  $\Omega$  (D)0.70  $\Omega$

[解答]：(C)  $R_2 = R_1[1 + \alpha_{t_1}(t_2 - t_1)] = 0.55[1 + \frac{1}{35 - (-234.5)}(60 - 35)] = 0.6$

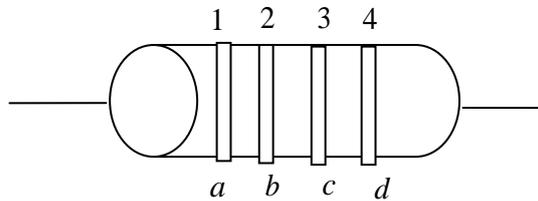
7. 電阻的色碼：電阻上面環的顏色所代表的數字

|                  |                   |       |       |       |
|------------------|-------------------|-------|-------|-------|
| 黑 - 0            | 棕 - 1             | 紅 - 2 | 澄 - 3 | 黃 - 4 |
| 綠 - 5            | 藍 - 6             | 紫 - 7 | 灰 - 8 | 白 - 9 |
| 金 - 誤差 $\pm 5\%$ | 銀 - 誤差 $\pm 10\%$ |       |       |       |

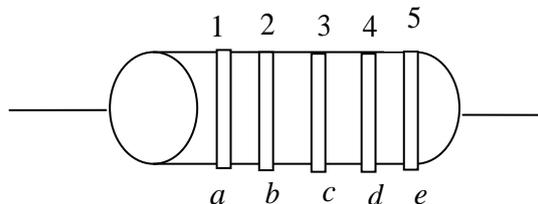
8. 三條色碼電阻值讀法： $R = (10 \times a + b) \times 10^c \pm$  誤差  $20\%$ 。例如電阻色碼為「紅黑棕」，則電阻值為  $(10 \times 2 + 0) \times 10^1 \pm 20\% \Omega = 200 \pm 20\% \Omega$ 。



9. 四條色碼電阻值讀法： $R = (10 \times a + b) \times 10^c \pm$  誤差  $d$ 。例如電阻色碼為「綠黃橙銀」，則電阻值為  $(10 \times 5 + 4) \times 10^3 \pm 10\% \Omega = 54 \times 10^3 \pm 10\% \Omega$ 。



10. 五條色碼電阻值讀法： $R = (10 \times a + b) \times 10^c \pm$  誤差  $d$ ，第五條色碼為可靠度(信賴度)，表示工作 1000 小時後電阻的故障百分率，故障百分率等於  $10^{-(e-1)\%}$ 。例如電阻色碼為「紅紫藍金棕」，則電阻值為  $(10 \times 2 + 7) \times 10^6 \pm 5\% \Omega = 27 \times 10^6 \pm 5\% \Omega$ ，工作 1000 小時後電阻的故障率為  $1\%$ 。



**練工題 1**

(100 年公務人員特種考試原住民族考試五等)

一電阻器之色碼依次為棕、紅、紅、棕、棕，則其電阻值為何？

- (A)12 k $\Omega$   $\pm 2\%$  (B)1.2 k $\Omega$   $\pm 2\%$  (C)12 k $\Omega$   $\pm 1\%$  (D)1.2 k $\Omega$   $\pm 1\%$

[解答]：(D)

11. **電導**：電阻的倒數，以  $G$  表示電導的符號，單位為姆歐( $\Omega$ )或西門子( $S$ )。

$$G = \frac{1}{R} = \frac{1}{\rho l} A = \sigma \frac{A}{l} \quad \text{取} \quad \sigma = \frac{1}{\rho}$$

$\sigma$  稱為電導係數(或稱導電率)，國際電器委員會以  $20^{\circ}C$  純軟銅的電導係數  $\sigma_s$  做為標準材料，其他材料與  $\sigma_s$  相比的百分比稱為該材料的百分率電導係數。

**練工題 1** (101 年公務人員初等考試)

下列何種材質之百分率電導係數為 100%？

(A)純金 (B)標準韌銅 (C)純銀 (D)純銅

[解答]：(D)

**練工題 1** (101 年佐級鐵路人員考試)

下列何者材料的導電率最差？

(A)鋁 (B)銅 (C)鐵 (D)鉛

[解答]：(D)

**練工題 1** (102 年公務人員初等考試)

某導體長度為 1000 m、截面積為  $4 \text{ cm}^2$ 、且電導值為 24 姆歐，則其電阻係數約為多少  $\Omega \cdot \text{m}$ ？

(A)  $3.33 \times 10^{-8}$  (B)  $1.67 \times 10^{-6}$  (C)  $1.67 \times 10^{-7}$  (D)  $1.67 \times 10^{-8}$

[解答]：(D)  $\frac{1}{G} = R = \rho \frac{l}{A} \Rightarrow \frac{1}{24} = \rho \frac{1000}{4 \times 10^{-4}} \Rightarrow \rho = 1.67 \times 10^{-8} (\Omega \cdot \text{m})$

**練工題 1** (102 年公務人員初等考試)

若某電阻的溫度係數為  $0.005^{\circ}C^{-1}$ ，其於  $20^{\circ}C$  時之電阻值為 1 歐姆，試問於  $60^{\circ}C$  時，其電導值約為多少姆歐？

(A)1.2 (B)1.0 (C)0.92 (D)0.83

[解答]：(D)  $R_2 = 1 \times [1 + 0.005(60 - 20)] = 1.2 (\Omega) \quad G = \frac{1}{R} = \frac{1}{1.2} = 0.83$

**練工題 1** (101 年公務人員特種考試原住民族考試五等)

若一導線之長度增加為原來的 3 倍，直徑增加為原來的 2 倍，則其電導值變為原來的幾倍？

(A)9/4 (B)3/4 (C)4/3 (D)4/9

[解答]：(B) 
$$\frac{G_1}{G_2} = \frac{\sigma \frac{A_1}{l_1}}{\sigma \frac{A_2}{l_2}} = \frac{\sigma \frac{A_1}{l_1}}{\sigma \frac{4A_1}{3l_1}} = \frac{3}{4}$$

### 歷屆試題演練

1. 有一長方體導線，若將其長、寬、高各增加 1 倍，則增加後之電阻值為原來幾倍？ (100 年公務人員特種考試原住民族考試五等)

(A)4 (B)2 (C)  $\frac{1}{2}$  (D)  $\frac{1}{4}$

[解答]：(C)  $R_1 = \rho \frac{l}{A}$   $R_2 = \rho \frac{2l}{4A} = \frac{1}{2} R_1$

2. 兩材料相同之電熱線，甲線長 L，截面積為 k，乙線長 2L，截面積為 3k。若加至兩電熱線之電源電壓相同，則甲線消耗功率為乙線的幾倍？

(100 年公務人員初等考試)

(A)  $\frac{3}{2}$  (B)  $\frac{2}{3}$  (C)  $\frac{4}{9}$  (D)  $\frac{9}{4}$

[解答]：(B)  $\frac{R_{甲}}{R_{乙}} = \frac{\rho \frac{L}{k}}{\rho \frac{2L}{3k}} = \frac{3}{2}$   $\frac{P_{甲}}{P_{乙}} = \frac{\frac{V^2}{R_{甲}}}{\frac{V^2}{R_{乙}}} = \frac{2}{3}$

3. 若 A 銅線長度與半徑均為 B 銅線之兩倍，則 A 銅線電阻應為 B 銅線電阻之幾倍？ (100 年公務人員初等考試)

(A)0.5 (B)1 (C)2 (D)4

[解答]：(A)  $\frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho \frac{2l}{4A}}{\rho \frac{l}{A}} = \frac{1}{2}$

4. A、B 兩導體以相同材料製成，A 導體長度為 B 導體長度之 2 倍，A 導體線徑為 B 導體線徑之 3 倍，若 A 導體之電阻為 200 歐姆，則 B 導體之電阻為多少歐姆？ (100 年佐級鐵路人員考試)

(A)900 (B)600 (C)300 (D)100

[解答]：(A)  $\frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho \frac{2l}{9A}}{\rho \frac{l}{A}} = \frac{2}{9} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{200}{R_B} = \frac{2}{9} \Rightarrow R_B = 900 (\Omega)$

5. 有一台電動機，線圈材料為銅，線圈在 25.5°C 時電阻為 20 歐姆，於滿載運轉時線圈溫度上升至 77.5°C，試求此時線圈的電阻值為多少歐姆？

(99 年國家安全情報人員五等考試)

(A)16 (B)24 (C)28 (D)32

[解答]：(C)

$$R_2 = R_1[1 + \alpha_{t_1}(t_2 - t_1)] = 20[1 + \frac{1}{25.5 - (-234.5)}(77.5 - 25.5)] = 24 (\Omega)$$

6. 有一鐵質導體在 25°C 時的電阻溫度係數為 0.008°C，電阻值為 50 歐姆，試求此鐵質導體在 90°C 時的電阻值為多少歐姆？

(99 年公務人員特種考試警察人員考試佐級)

(A)38 (B)48 (C)76 (D)114

[解答]：(C)  $R_2 = R_1[1 + \alpha_{t_1}(t_2 - t_1)] = 50[1 + 0.008(90 - 25)] = 76 (\Omega)$

7. 某銅線直徑為 8 mm，長度為 10 km，若電阻係數  $\rho = 1.724 \times 10^{-6} \Omega - cm^2 / cm$ ，則此銅線的電阻值約為多少歐姆？

(99 年公務人員特種考試警察人員考試佐級)

(A)0.29 (B)0.34 (C)1.17 (D)3.43

[解答]：(D)  $R = \rho \frac{l}{A} = 1.724 \times 10^{-6} \times \frac{10 \times 10^5}{\frac{\pi}{4} \times (0.8)^2} = 3.43 (\Omega)$

8. 某金屬導線之電阻係數為  $\rho = 1.724 \times 10^{-6} \Omega - cm^2 / cm$ ，長度為 100 公尺，直徑為 2 mm，則該導線之電阻值為多少歐姆 (Ω)？

(99 年公務人員特種考試警察人員考試佐級)

(A)0.550 (B)1.724 (C)3.140 (D)100

[解答]：(A)  $R = \rho \frac{l}{A} = 1.724 \times 10^{-6} \times \frac{10 \times 10^2}{\frac{\pi}{4} \times (0.2)^2} = 0.55 (\Omega)$