



電機工程系

實驗習作：EEC6303/EPA/LB/09/01

學生姓名: _____ 課程編號/班別: _____ 日期: _____

電阻、電阻率的量度，歐姆定律 Resistors ,Resistivity Measurement, Ohm's Law

目的:

- 量度導體、絕緣體和半導體的電阻值。計算銅導線的電阻率。
- 實習閱讀電阻的色碼及數值。
- 理解歐姆定律的啟示。
- 測驗一個非歐姆電阻的樣本：二極管
- 理解一般電阻器失效形式。

器材:

- 直流電源供應器 (x1)
- 數位萬用表, DMM (Fluke) (x2)
- 類比萬用表, AMM (x1)

零件:

- 銅線、同軸電纜 (x1)
- 二極管 IN4148 (x1)
- 10 枚混雜數值電阻
- 電阻 $10K\Omega$ (x8)

Text Reference: 教學筆記

- 第一部份 電力材料

版本	作者	日期	註解
2.0	OC Mak	6/7/09	Logo updated

A 部: 資料

A1 材料的電阻率

對不同的材料，我們或者會以不同的方面去學習其特徵，包括化學特性，物理特性，機械特性和電力特性。在以下的實驗，會預計學生學習一般材料的主要電力特性。

基本上，電阻率是用來量度材料有幾多導電性的參數。通常，導電材料的電阻非常低，以微歐計。反過來說，絕緣體有非常高的電阻，以百萬歐計。依據定義，導體的電阻率如下

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (\text{A1})$$

R= 電阻, Ω

ρ = 材料的電阻率, $\Omega\text{-cm}$

L=導體的長度

A= 材料的橫截面積

問題 A1 現有兩條相同橫截面積的銅線，求一條長度為控制樣本銅線長度的兩倍的銅線之相對電阻值。

A2 電阻的色碼

小型電阻，你常常在電子產品中遇到，因外型太細小而不能印上數值。這些小型電阻通常由環氧或同類絕緣層覆蓋，數條色帶以放射狀印於其上如圖 A-1。

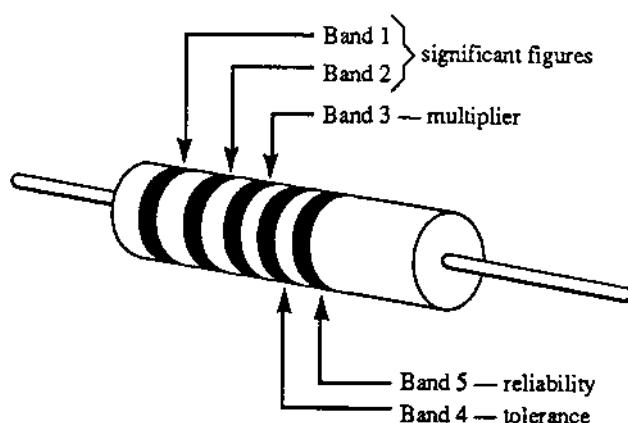


圖 A-1 電阻色碼

頭兩條色帶代表電阻數值的第一及第二位有效數字。第三條色帶是電阻值的乘數代表有效數字後零的數目；慣常規定為十的次方。第四及第五條色帶表示電阻值的準確度。第四條色帶指示電阻器的誤差百分率(只有誤差率少於 $\pm 10\%$ 時出現)，第五條色帶(如誤差率少於 $\pm 0.25\%$ 時出現)。下表為各環帶顏色的相對設值。

顏色碼

黑 = 0	綠 = 5
棕 = 1	藍 = 6
紅 = 2	紫 = 7
橙 = 3	灰 = 8
黃 = 4	白 = 9
金(不適用於有效數字) = 10^{-1}	
銀(不適用於有效數字) = 10^{-2}	

誤差數位

沒有第四條誤差色條誤差為 $\pm 20\%$

金 = $\pm 5\%$

銀 = $\pm 10\%$

電阻顏色碼表

問題 A2: 現有一電阻其色帶環的顏色分別為 第一條為藍色，第二條為橙色，第三條為灰色，第四條為銀色，求電阻的數值及誤差。

A3 歐姆定律 (Ohm's Law)

與電路學說最基本關連的定律是歐姆定律。歐姆指出在純電阻電路中，電流與電壓成正比，與電阻成反比。

有三種方式表示歐姆定律，如下：

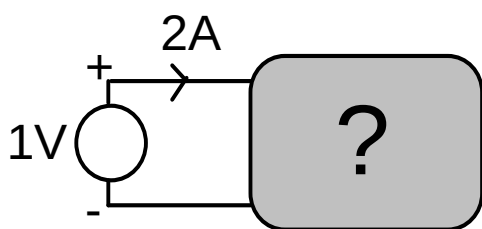
$$I = \frac{V}{R}, V = IR, R = \frac{V}{I}$$

每一公式代表不同的電路結構。現在我們只學習第三條公式

在 $R=V/I$ 公式中，符號 R 可表示：

- i. 一粒單獨電阻元件，或
- ii. 一組由數粒電阻組成元件組
- iii. 一個能顯出直線 V/I 關係的現象

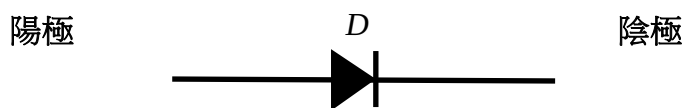
問題 A3 下述的長方箱所描繪的電力特性代表什麼？



答案 _____

A4 非線性電阻

通常在電子中，我們會用一些沒有線性電流電壓關係的元件，這些器件被稱為**非歐姆元件**。



常見的非歐姆器件是半導體二極管，我們會在 B 部份學習。

問題 A4: 對二極管，何謂正向偏壓及反向偏壓。

A5 常見的電阻失效模式

最常見導至電阻失效的成因是通過過量電流。當電流增加時，電阻以熱力形式消耗的功率會依照下列公式而增加。

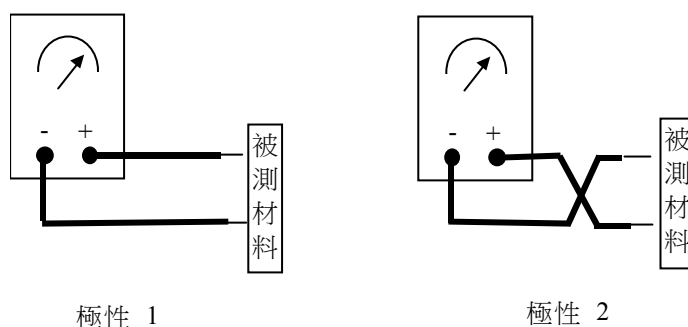
$$P = I^2 R$$

首先，電阻值會增加至超過其容許誤差值。若過大電流持續，則電阻會燒毀做成開路。

對於可變電阻，當旋鈕轉動時，常會因為內部的污漬而產生噪音。

B 部: 步驟**B1 不同材料的電導率**

B1.1 利用萬用電錶測量下表所列材料的電阻值及將其數值填於表內。





MATERIAL		RESISTANCE (Ω)	
		Polarity 1	Polarity 2
1.	1 米長 #17 漆皮銅線 (未括漆)		
2.	1 米長 #17 漆皮銅線 (已括漆)		
3.	100 米 同軸電纜 5c2v (內藏導體 inner conductor)		
4.	100 米 同軸電纜 5c2v (編結護罩 Braided shield)		
5.	人體 (左手至右手)		
6.	木材		
7.	PVC (塑膠)		
8.	電解質電容器 100 μ F (use AMM)		
Remarks: 1. AMM = 類比萬用錶 2. DMM = 數字萬用錶 3. 除特別指明，請使用數子萬用錶測量材料的電阻值			

B1.2 基礎於方程 (A1), 由上表資料計算銅線之電阻率，若 #17 銅線之截面積為 1.54mm²。



B2 電阻的色碼及量度

B2.1 參考交給你的十粒有顏色碼的電阻，求每一枚電阻的電阻值及相對應的誤差並將結果填在表 B2 內。然後利用 DMM 量度每一電阻，指出個別電阻是否在其誤差規格之內。

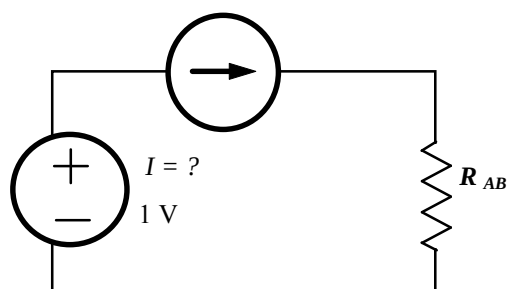
表 B2

	顏色碼	閱讀數值	量度數值	OK?
例	棕黑橙金	$10\text{ K}\Omega \pm 5\%$	$9.98\text{ K}\Omega$	Y
R1				
R2				
R3				
R4				
R5				
R6				
R7				
R8				
R9				
R10				

B3 歐姆定律的應用

圖 B3-2 中的電阻網路中，所有電阻 R 都是 $10\text{K}\Omega$ 。加入 1V 電壓於網路的 A,B 點如圖 B3-1，量度通過的電流值。利用所量得的數值求電阻網路的等效電阻值。 R_{AB} 表示電阻網路。

Figure B3-1



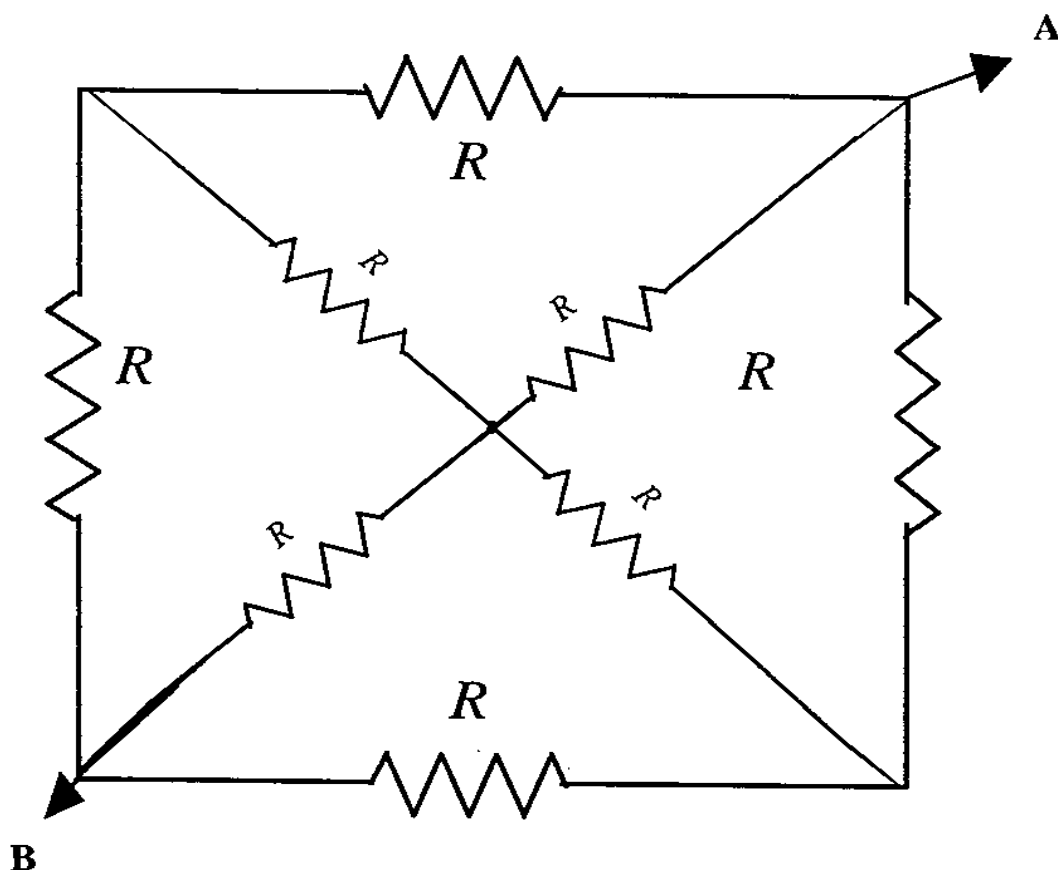


FIGURE B3-2

 $I_{AB} =$ _____

 $R_{AB} =$ _____

B4 利用歐姆計測量二極管的電阻值

B4.1 連接 DMM 及二極管如圖 B-4(a)。二極管為正向接駁。

 $R =$ _____

B4.2 連接 DMM 及二極管如圖 B-4(b)。二極管為反向接駁。

 $R =$ _____

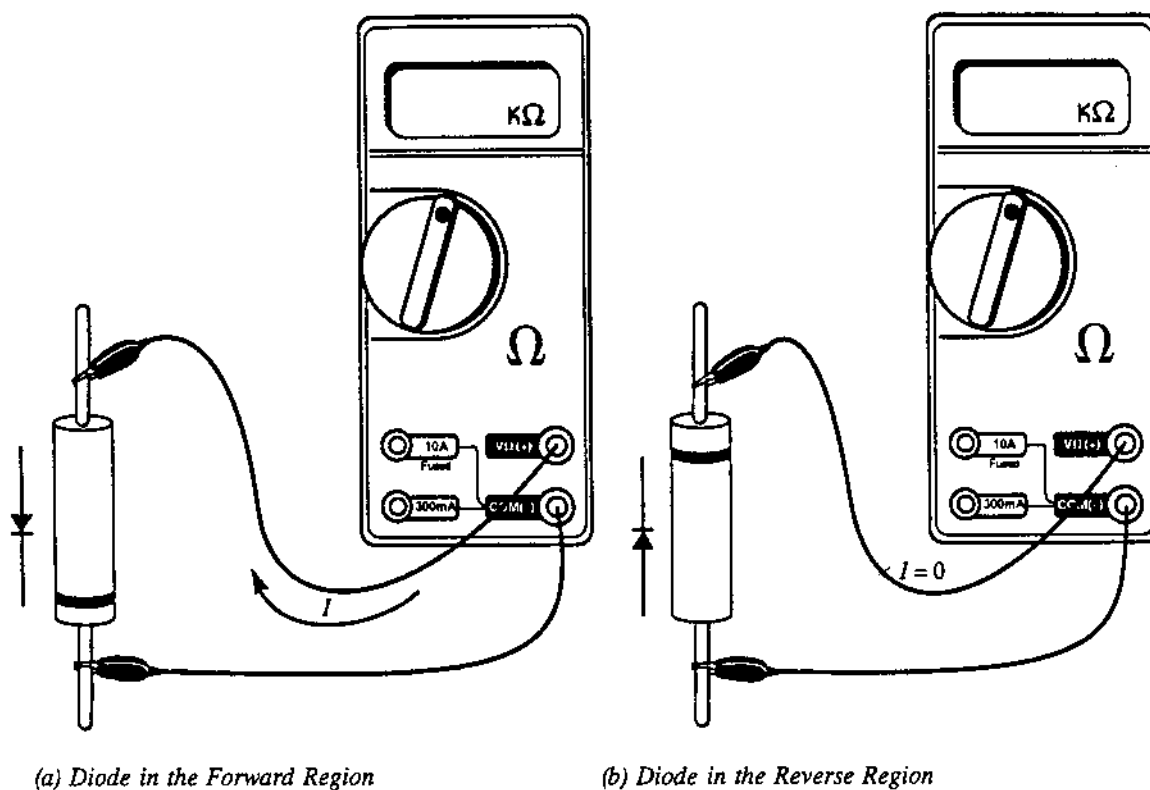


FIGURE B4

PART B5: 討論

1. 寫出三種良好導體材料的名稱。

✎

2. 寫出三種良好絕緣體材料的名稱。

✎

3. 什麼是歐姆元件。

✎

4. 在實驗中的二極管是否良好導體或良好絕緣體？解釋你的答案。

✎

