

系統化電學綜合實驗組(B)

一、實驗項目

1. 歐姆定律實驗
2. 克希荷夫定律實驗
3. 惠司同電橋實驗

二、實驗目的

1. 熟悉萬用式麵包板操作實驗。
2. 學習電路接法，熟悉電壓計(伏特計)、檢流計、電流計(安培計)、可變電阻的正確使用方法。
3. 了解電壓、電流及電阻之間的關係，並驗證歐姆定律。
4. 學習利用克希荷夫定律求多迴電路內每個電路上之電流或電壓。
5. 利用惠司同電橋法測量電阻。

三、實驗原理

- 歐姆定律

歐姆定律指導體兩端有電位差產生時，流過導體的電流與電位差成正比之關係，如下圖 1：

$$V = RI$$

V：電位差，其單位為伏特(V)。

I：電流，其單位為安培(A)。

R：電阻，其單位為歐姆(Ohms)。

一個遵守歐姆定律的導體，當電阻值保持不變，與電位差的變化無關，所以其導體電位與電流呈現性關係。

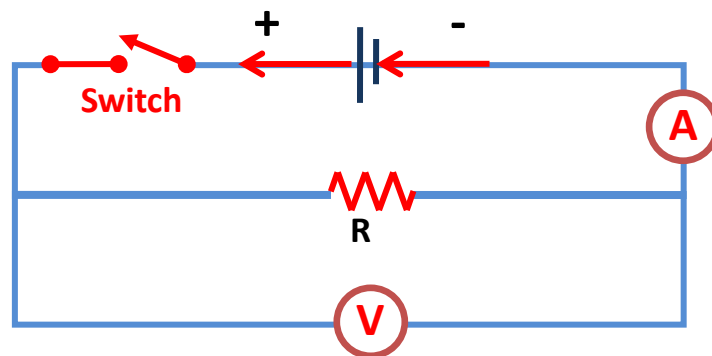


圖 1 歐姆定律迴路示意圖

- 克希荷夫定律

克希荷夫電流定律(KCL)：在電路中之任一節點，流入之總電流 I_{in} 等於流出之總電流 I_{out} 即

$$\sum I_{in} = \sum I_{out}$$

也可稱節點定律， $\sum I = 0$ 。

克希荷夫電壓定律(KVL)：任一封閉路徑(迴路)中，由一點沿著電路迴路一週回到原點，路徑上遇到的電位改變 ΔV 相加，其電位改變總和為零，

$$\sum \Delta V = 0$$

即迴路定律， $\sum \varepsilon - \sum IR = 0$ 。(ε ：電動勢)

範例雙電源迴路：

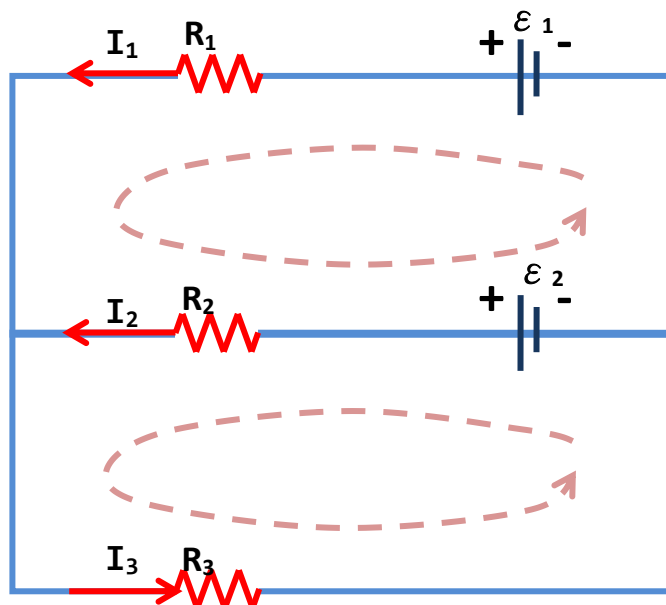


圖 2 克希和夫雙電源迴路示意圖

根據上圖 2 利用迴路定律：

$$I_1 R_1 - I_2 R_2 = -\varepsilon_2 + \varepsilon_1 \quad (1)$$

$$I_2 R_2 + I_3 R_3 = \varepsilon_2 \quad (2)$$

根據節點定律：

$$I_3 - I_1 - I_2 = 0 \quad (3)$$

經(1)(2)(3)數學運算可得

$$I_1 = \frac{\varepsilon_1(R_2 + R_3) - \varepsilon_2 R_3}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}$$

$$I_2 = \frac{\varepsilon_2(R_1 + R_3) - \varepsilon_1 R_3}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}$$

$$I_3 = \frac{\varepsilon_1 R_2 + \varepsilon_2 R_1}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}$$

- 惠司同電橋

根據圖 3，當檢流計 G 上無電流通過時，表示 B、E 兩點具有相同的電位、即 $V_B = V_E$ ，此時 A、B 兩點間的電位差 V_{AB} 等於 D、E 兩點間的電位差 V_{DE} ，且 B、C 兩點間的電位差 V_{BC} 等於 E、F 兩點間的電位差 V_{EF} ，得

$$V_{AB} = V_{DE}$$

$$V_{BC} = V_{EF}$$

假設通過 R_1 的電流為 i_1 而通過 R_3 的電流為 i_2 ，則

$$i_1 R_1 = i_2 R_3$$

$$i_1 R_3 = i_2 R_4$$

即

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$$

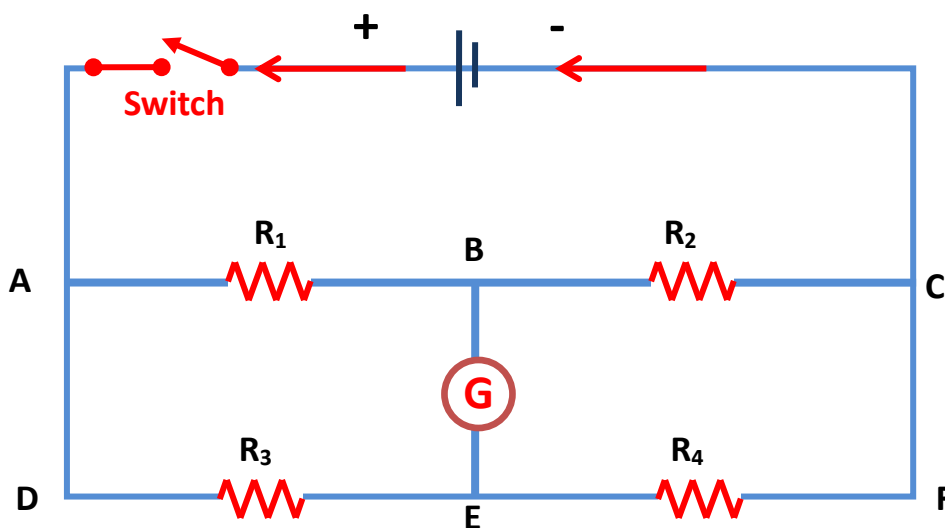


圖 3 惠司同電橋示意圖

惠司同電橋法可以用來測量不同長度或粗細的導線，例如銅線或鎳鉻絲的電阻值，如下圖 4 所示，A、B 為粗細均勻的金屬導線， R_s 為標準電阻，而 R_x 為帶測電阻。當檢流計 G 的讀數為零時，表示電橋平衡：

$$\frac{R_x}{R_s} = \frac{L_2}{L_1} \quad \text{或} \quad R_x = \left(\frac{L_2}{L_1}\right)R_s$$

利用以上公式，便可由惠司同電橋法測量電阻值。

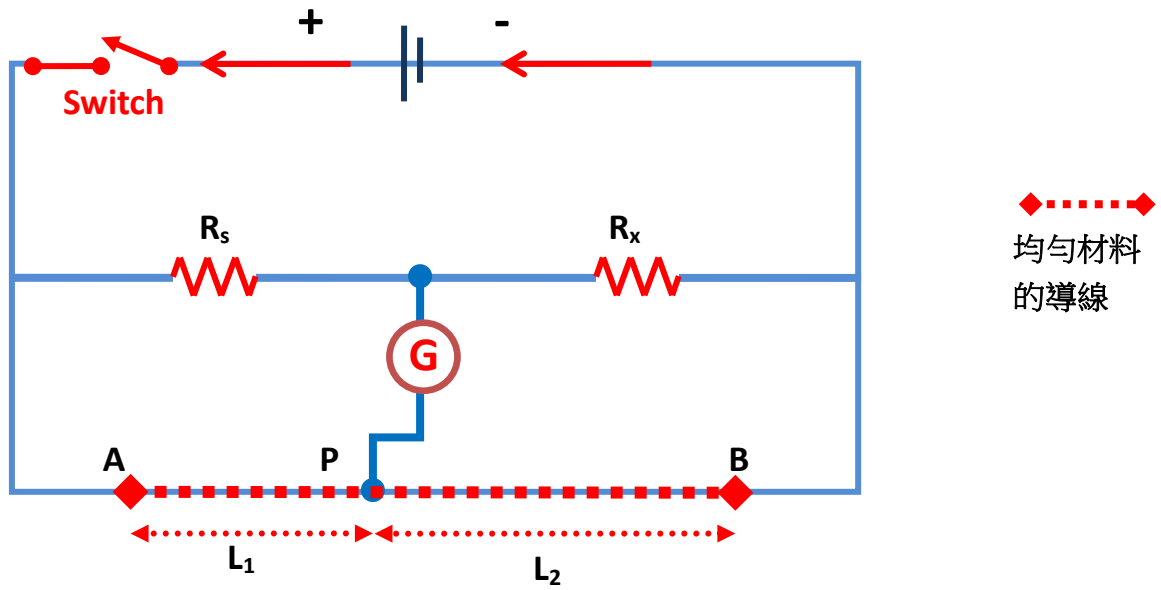
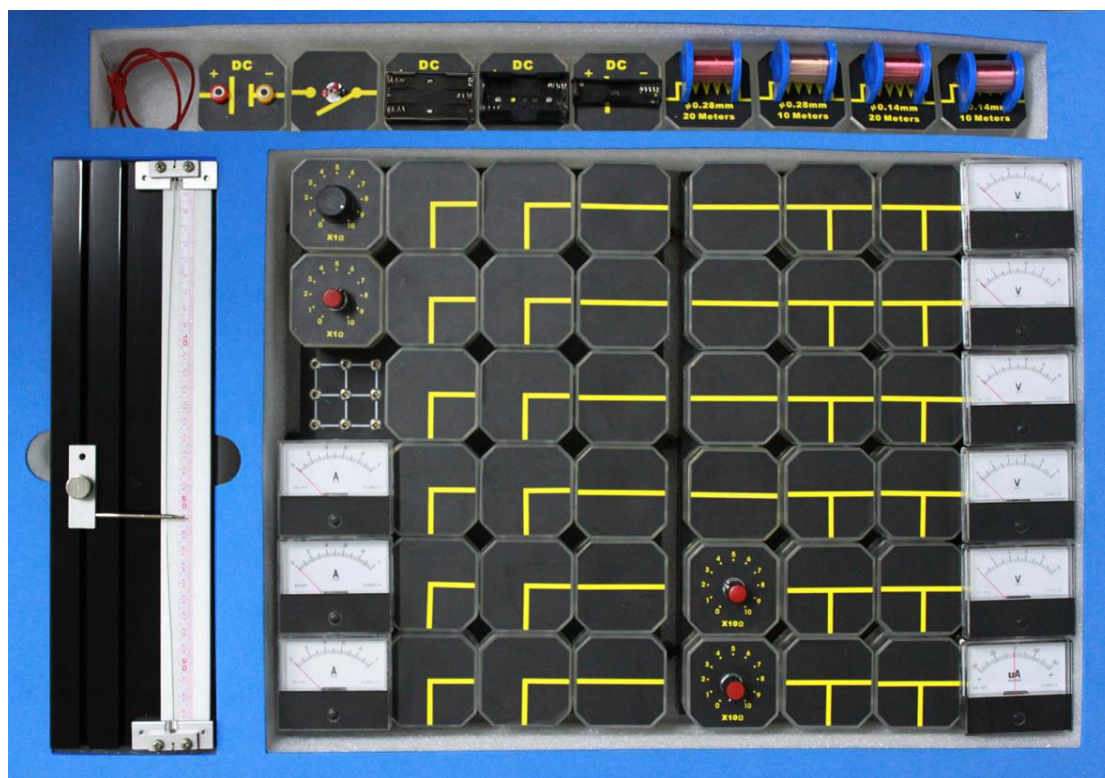


圖 4 惠司同電橋示意圖





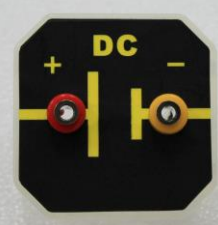




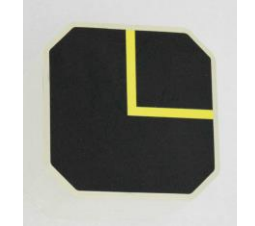



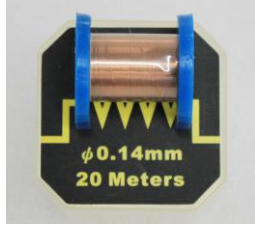
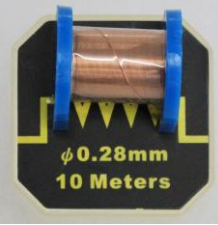
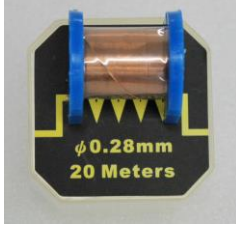

四、實驗儀器

實驗配件列表					
編號	名稱	數量	編號	名稱	數量
1.	插孔式萬用麵包板	2	2.	電路開關	1
3.	單電池座	1	4.	雙電池座	1
5.	三電池座		6.	DC 外接端	1
7.	電壓計	5	8.	電流計	3
9.	檢流計	1	10.	一字型連接線	11
11.	T 字型連接線	12	12.	L 字型連接線	12
13.	滑線電橋	1	14.	可調式電阻 $\times 10\Omega$	2
15.	可調式電阻 $\times 1\Omega$	2	16.	待測電阻 a	1
17.	待測電阻 b	1	18.	待測電阻 c	1
19.	待測電阻 d	1	20.	連接導線	1
21.	保管箱	1	22.		



實驗配件對照圖

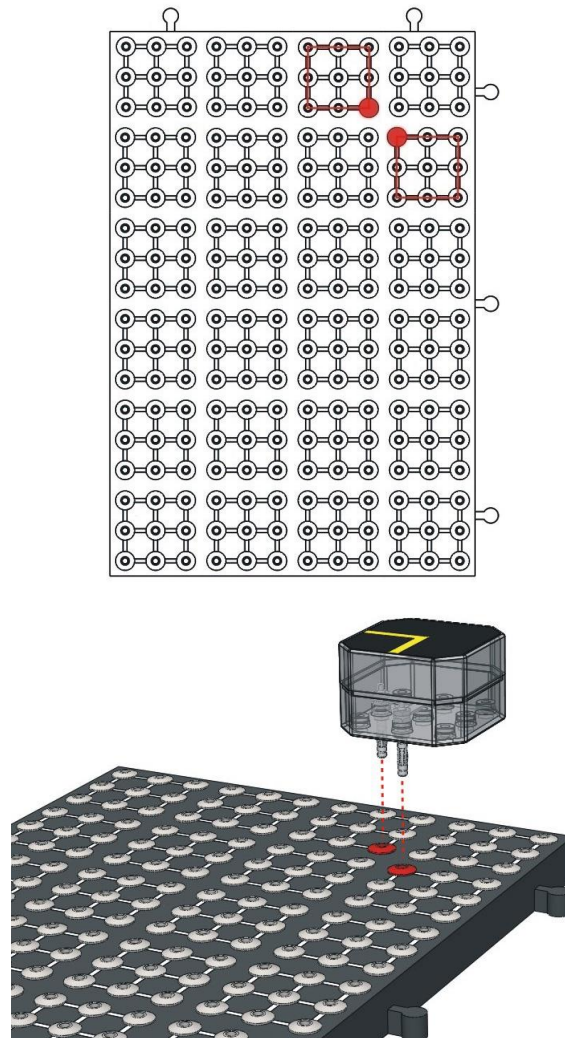
實驗儀器配件對照表

			
1	2	3	4
			
5	6	7	8
			
9	10	11	12
			
13	14	15	16
			
17	18	19	20

五、實驗操作

● 操作方式：

插孔式萬用麵包板中，電路元件互相連結必須要跨接在每個九宮格之間，因為每九宮格的 9 個金屬圓孔皆為同一點的延伸，如下圖；若是電路元件沒有跨接正確，那麼電路將無法形成完整的通路。(插第一孔時必須用 L 字型連接線，插入九宮格對角)



插孔式萬用麵包板示意圖

連接時注意電路元件接腳與萬用電路麵包板上金屬圓孔的相對位置，跨接的方式如上圖所示。

注意事項：

1. 在插入和拔出電子元件時請勿過度用力，避免麵包板上接點損壞。
2. 若有零件損壞請聯絡本公司，本公司會儘快為您處理。請勿隨意將外盒打開換零件！

● 歐姆定律

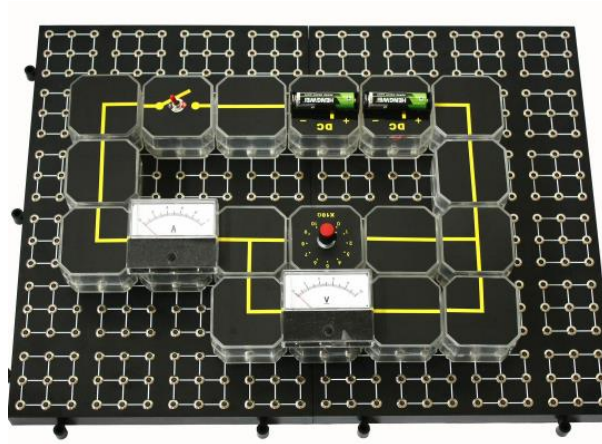


圖 5 歐姆定律裝置對照圖

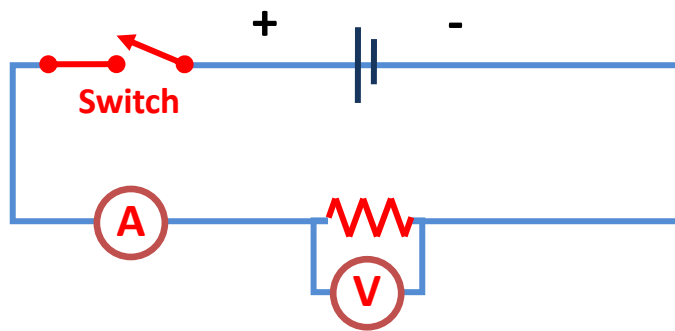


圖 6 歐姆定律裝置示意圖

1. 實驗裝置如上圖 5、6，安培計以串聯方式連接，電壓計以並連方式跨接電阻，裝上電池座或 DC 外接端，連接電池或電源供應器，調整電阻值。
2. 根據實驗紀錄表(1)，記錄下供應電壓值及可變電阻值，利用歐姆定律，計算出電流值。
3. 記錄下電流計以及電壓計，比較計算值與量測值，試繪出關係圖。
4. 改變電阻值重複上述 2.3 項實驗。
5. 固定電阻改變電壓值重複上述 2.3.4 項實驗，記錄於實驗紀錄表(2)。