

7、直流電表之使用

實驗目的

熟悉安培計、伏特計構造原理及以安培計、伏特計來測量電阻值，悉安培計、伏特計在使用時機上之適當連接法。

實驗儀器

電源供應器，電阻箱，伏特計，安培計，導線。

實驗原理

歐姆定律之敘述為在某一溫度下，一導線上（或電阻線）兩端點間的電位差（V）與其電流（I）之比值，稱為導線之電阻（R），即

$$R = V / I \quad (1)$$

安培計構造原理

安培計之功能在測量電路上電流之大小，其內部構造有一線圈外，上並連一低電阻 R_a 此低電阻之作用，一方面在避免流經線圈之電流過大，而影響指針的靈敏及燒壞電流計之線圈，另一方面在測量電路上電流時，不增加路線的阻抗，而影響所測電流的準確性。故安培計內部有一低電阻並聯，而將安培計串連於所測之線路中。其構造簡圖如圖 1 所示，於電流計 G 之兩端跨接一低分流電阻 R_a 即 R_a 與 r_a 並聯（ r_a 為線圈電阻），如此可避免燒壞電流計 G 之線圈，又可量得導線中進入安培計之電流 I_a （即導線之電流）

$$I_A = (1 + r_a / R_a) I_a \quad (2)$$

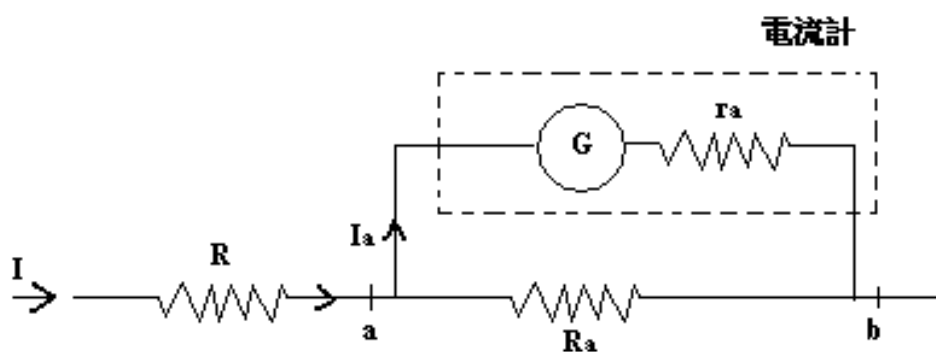


圖 1

伏特計構造之原理

伏特計之功能在測量電路上兩點兼之電位差，其內部構造除有一線圈外，尚串聯一高電阻 R_v ，此高電阻之作用在防止流經電流計 G 之電流過多，而影響待測電路之電流，進而影響所測電路兩點間之電位差。故伏特計均與線路並聯使用。其構造簡圖如圖 2 所示。

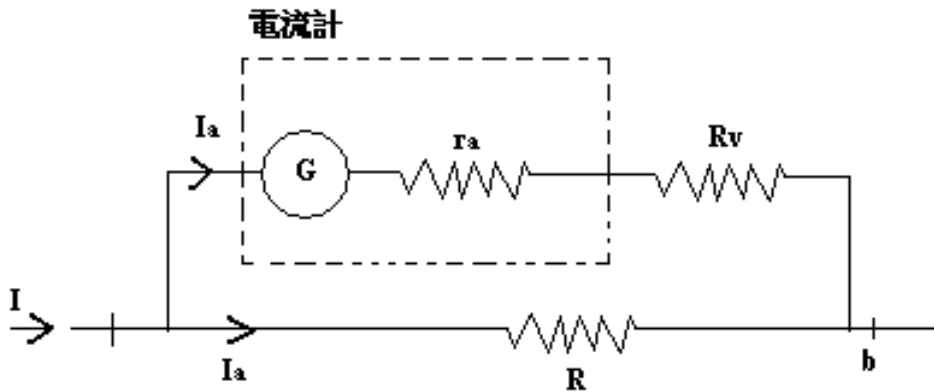


圖 2

伏特計內支線圈串連一高電阻 R_v ，使流經伏特計之電流甚小，而不影響原電路之電流。

$$I_R * R = I_a (r_a + R_v)$$

$$V_R = I_a (r_a + R_v) \quad (3)$$

由上面所述之原理，若要同時測知電路兩點間之電壓及電流，將會有些許的誤差，在實際應用上，安培計與伏特計同時接於線路上有常用之兩種方法：

1 內跨法（測量低電阻的接線法）

如圖 3 所示，將伏特計並聯於待測電阻 R 之兩端，後在連接安培計，使用於伏特計內之內電阻 R_v 大於所測電阻 R 很多時，即 $R_v \gg R$ 當 K_1 、 K_2 接通時，安培計 A 所測流並非真正通過電阻 R 之電流 如安培計 I_1 ，伏特計讀數 V_1 ，則

$$R = (1 + R / R_r) V_1 / I_1 \quad (4)$$

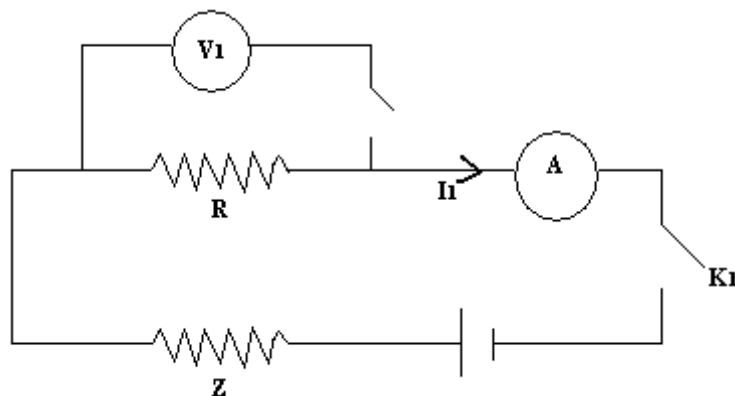


圖 3

2 外跨法（測高電阻的接線法）

將伏特計外跨於安培計於待測電阻之外 如圖 4 所示。使用於待測電阻較大時（即 $R \gg R_a$ ）安培計所測知電流為真正通過電阻之電流，而伏特計所測為電阻 R 及安培計之總電壓，若安培計讀數為 I_2 ，伏特計讀數為 V_2 ，則

$$R = (1 - R_a / R) V_2 / I_2 \quad (5)$$

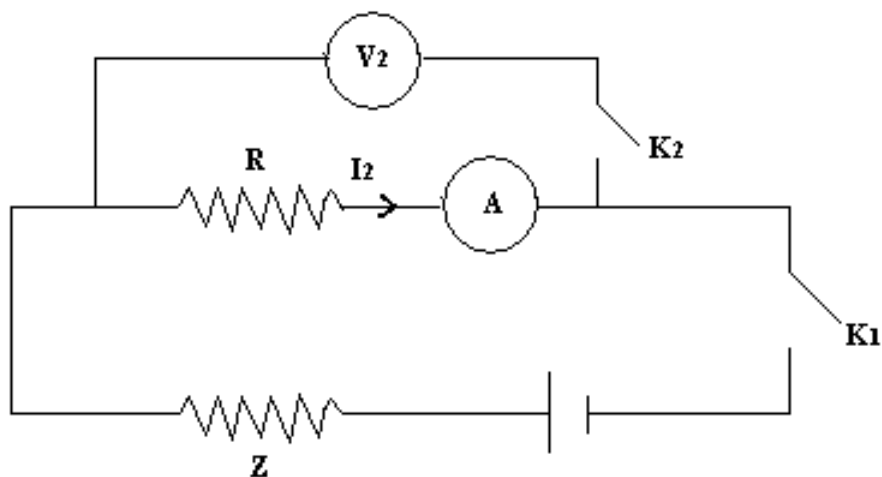


圖 4

實驗步驟

一、內跨法

1. 將線路如圖 3 裝置好，在電阻 R 安裝已知電阻值者，並記錄其電阻值。
2. 接通 K_1 與 K_2 之開關，記錄此時安培計讀數 I_1 及伏特計讀數 V_1 之值。
3. 改變步驟（1）之電阻值，重作上述步驟兩次。
4. 計算各次 V_1/I_1 之值，並與以之電阻 R 比較。

二、外跨法

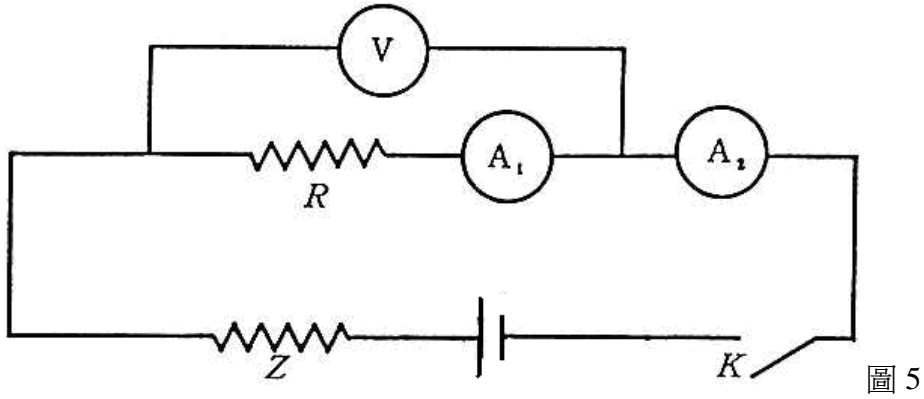
1. 將線路如圖 4 裝置好，在電阻 R 安裝已知電阻值者，並記錄其電阻值。（此處 R 值最好均與內跨法之 R 值相同）。
2. 接通 K_1 與 K_2 之開關，記錄此時安培計讀數 I_2 及伏特計讀數 V_2 之值。
3. 改變步驟（1）之電阻值，重作上述步驟兩次。
4. 計算各次 V_2/I_2 之值，並與以之電阻 R 比較。

三、混合接法

1. 將線路如圖 5 裝置好，在電阻 R 安裝已知電阻值者（與內跨法相同較好），並記錄其

電阻值。

2. 接通 K 之開關，記錄此時安培計讀數 A_1 與 A_2 之讀數及伏特計讀數 V 之讀數。
3. 以安培計 A_1 讀數 I_1 與電阻值 R 相乘（即 $I_1 \cdot R$ ）與伏特計讀數相比較。
4. 改變電阻 R 之值，重作上述步驟。



實驗記錄

一、內跨法

人員	次數	R (Ω)	I_1 (A)	V_1 (V)	V_1 / I_1 (Ω)
	1				
	2				
	3				
	1				
	2				
	3				
	1				
	2				
	3				
	1				
	2				
	3				
	1				
	2				
	3				

二、外跨法

人員	次數	R (Ω)	I ₂ (A)	V ₂ (V)	V ₂ /I ₂ (Ω)
	1				
	2				
	3				
	1				
	2				
	3				
	1				
	2				
	3				
	1				
	2				
	3				
	1				
	2				
	3				

三、混合接法

人員	次數	R (Ω)	I ₁ (A)	I ₂ (A)	V (V)	I ₁ R (V)
	1					
	2					
	3					
	1					
	2					
	3					
	1					
	2					
	3					
	1					
	2					
	3					
	1					
	2					
	3					

問題討論

1. 何謂歐姆定律？
2. 說明內跨法與外跨法之使用區別，各有何差異？
3. 當內跨法與外跨法中電阻值均相同時，內跨法求得之數據 I_1 、 V_1 與外跨法求得之數據 I_2 、 V_2 ，有何差異？試探討其原因