

實驗九

歐姆定律實驗

目的

瞭解歐姆定律的特性及利用此特性推測未知電路的組成。

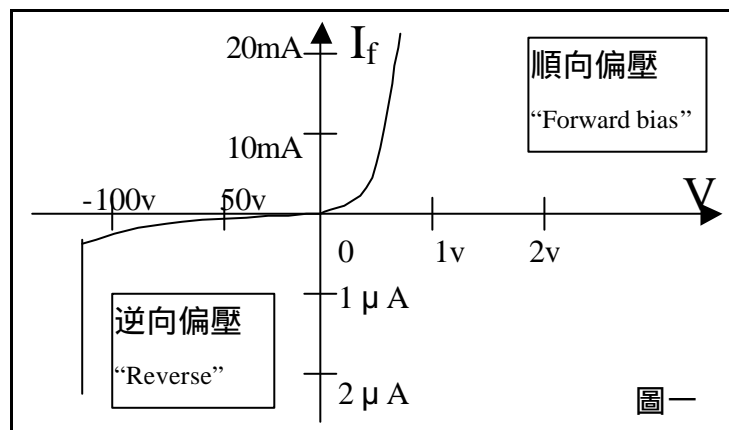
原理

對於導體而言，歐姆定律是描述導體兩端如有電位差產生時，流過導體電流與電位差成正比的關係：

$$V = RI \quad (1)$$

當然，這樣的關係要成立，也就是說，無論如何改變電位差，電阻值都不變才算成立，換句話說，一個遵守歐姆定律的導體，它的電阻值與電位差的大小及極化情況完全無關。如此一來，一個合乎歐姆定律的電子元件，它的I—V圖就是線性關係。

並非每一種導體都會遵守歐姆定律，如pn二極體，就是一個例子，圖一就是一個pn二極體的IV特性圖，當在順向偏壓區，電壓差需要約0.6V才會二極體才會導通，工作電流約5mA，而電流與電位差之間也是非線性關係，再看看逆向偏壓區，電位差為負時，通過pn二極體的電流非常小，比起順向偏壓區，這個電流值小很多，也不是線性，逆向偏壓太大時，二極體會"崩潰"，一般二極體一崩潰就回不來了，像這種逆天行道的事，千萬不要去試！！



儀器與裝置

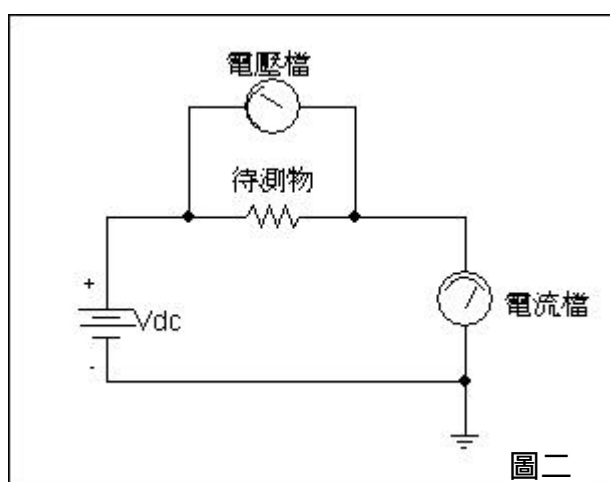
三用電表兩台 (A)，直流電源供應器一台 (B)，麵包板一個 (C)，電阻470 Ω 、330 Ω 、及220 Ω 一枚；精密電阻1 k Ω 一枚；二極體1N4148 各一枚；待測電路盒一只。

方法說明

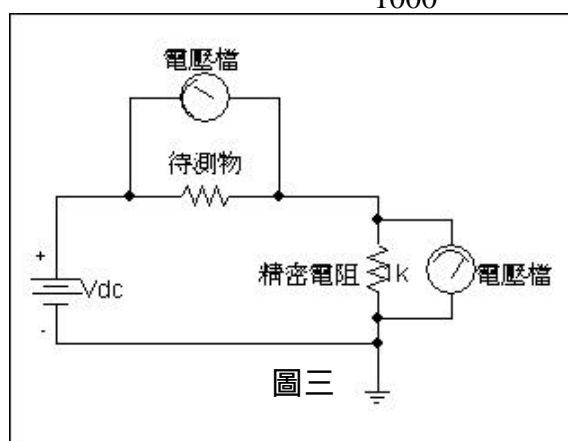
在這個實驗中，我們需要使用到三用電表 (使用方法詳見附錄E)，一般使用

伏特計（電壓檔）量測電壓，而量測電流則使用安培計（電流檔），但是，有時候也可以利用串聯電路的電流大小相等的原理，在電路上串聯一個精密電阻，量測精密電阻兩端的電壓用電壓訊號來代替電流訊號，在本實驗兩種量測方式都要使用。

方法一：用三用電表電壓檔量待測物兩端的電壓，另一部三用電表的電流檔量電流，在這裡需要注意，電壓檔必須與待測物並聯，電流檔則需與待測電路串聯。



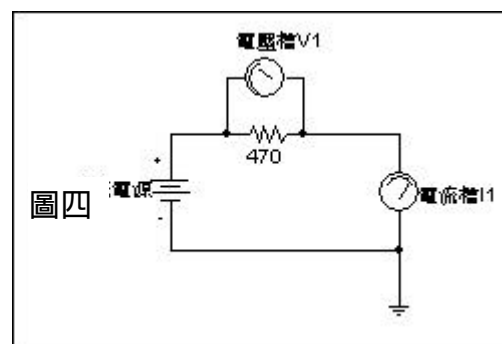
方法二：電壓檔量待測物兩端的電壓，與待測物串聯一顆 $1\text{k}\Omega$ 精密電阻，量測精密電阻兩端的電壓，可以求得電流值 $I = \frac{V}{1000} (\text{A})$



步驟

方法一：

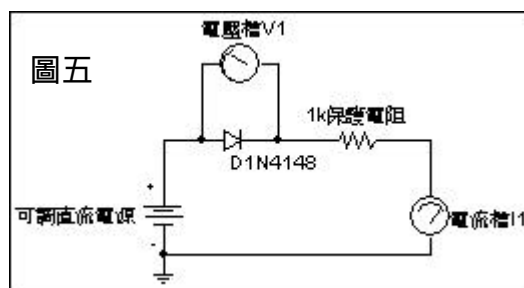
- (1) 如圖四將電路在麵包板上接好。
- (2) 調整可調電源，使V1電壓檔的指數由0V開始，每增加0.5V，記錄I1電流檔的值，一直到V1為5V為止。
- (3) 將可調電源的正負極對調，使電壓檔V1的



讀值由-0.5V開始，每次增加0.5，記錄電流檔I1的值，直到V1 = -5V為止。

- (4) 利用步驟2、3結果，畫出470Ω電阻的IV關係圖。
 (5) 將470Ω電阻換成由330Ω與220Ω並聯的電阻，重複步驟1-4。

- (6) 將圖四中電阻換成二極體1N4148接好（如圖五），調整可調電源，使I1電流檔的指數由0mA開始，量測當電流I1值分別為20μA、40μA、60μA、80μA、100μA、200μA、400μA、600μA、800μA、1mA、2mA、4mA、6mA、8mA、10mA時V1電壓檔的值。



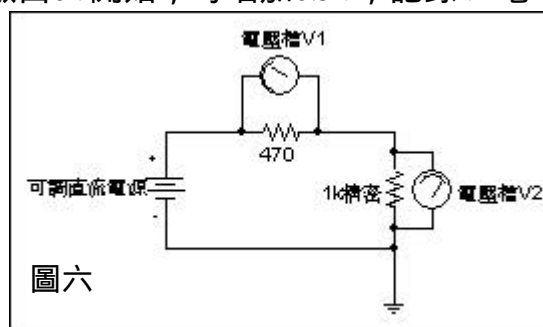
- (7) 將可調電源的正負極對調，使電壓檔V1的讀值由-0.1V開始，每次增加0.5V，記錄電流檔I1的值，直到V1 = -5V為止。
 (8) 利用步驟6、7結果，畫出1N4148的IV關係圖。
 (9) 換上未知元件的盒子，重複步驟1-4，畫出IV關係圖，利用圖表判斷未知元件為哪些元件組合而成的。

方法二：

- (10) 如圖六將電路在麵包板上接好。

- (11) 調整可調電源，使V1電壓檔的指數由0V開始，每增加0.5V，記錄V2電壓檔的值，一直到V1為5V為止。

- (12) 將可調電源的正負極對調，使電壓檔V1的讀值由-0.5V開始，每次增加0.5V，記錄電壓檔V2的值，直到V1 = -5V為止。



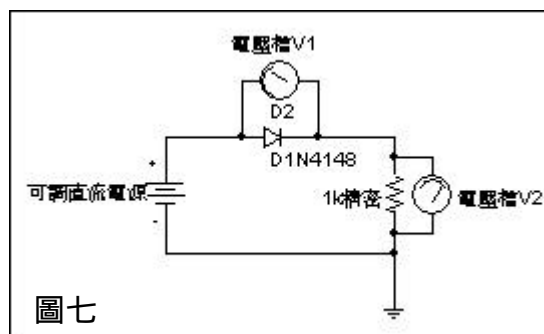
- (13) 利用步驟10、11結果，利用 $I = V2/1000$ ，計算出電路的電流並畫出IV關係圖。

- (14) 將470Ω電阻換成由330Ω與220Ω並聯的電阻，重複步驟1-4。

- (15) 將圖六中電阻換成二極體1N4148接好（如圖七），調整可調電源，使V2電壓檔的指數由0V開始，量測當電流I1值分別為20mV、40mV、60mV、80mV、100mV、200mV、400mV、600mV、800mV、1V、2V、4V、6V、8V、10V時V1電壓檔的值。

- (16) 將可調電源的正負極對調，使電壓檔V1的讀值由-0.1V開始，每次增加0.5V，記錄電壓檔V2的值，直到V1 = -5V為止。

- (17) 利用步驟14、15結果，利用 $I =$



V2/1000，計算出電路的電流，畫出1N4148的IV關係圖。

(18)換上未知元件的盒子，重複步驟10–13，畫出IV關係圖，利用圖表判斷未知元件為哪些元件組合而成的。

預習問題

1. 請參考普物課本（Serway, 18.2節），說明遵守歐姆定律的元件，它的電阻要如何定義？
2. 在方法二中，我們要利用電壓訊號代替電流訊號，你覺得為什麼可以用這樣的量測方式，這樣量測的方法有甚麼好處？

實驗記錄

方法一、

1. $R = 470\Omega$

V1(V)	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
I1(A)											
V1(V)	-0.1	-0.5	-1	-1.5	-2	-2.5	-3	-3.5	-4	-4.5	-5
I1(A)											

2. 330Ω 與 220Ω 並聯

V1(V)	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
I1(A)											
V1(V)	-0.1	-0.5	-1	-1.5	-2	-2.5	-3	-3.5	-4	-4.5	-5
I1(A)											

3. 1N4148

I1	20 μ A	40 μ A	60 μ A	80 μ A	100 μ A	200 μ A	400 μ A	600 μ A	800 μ A	1mA	2mA
V1(V)											
I1	4mA	6mA	8mA	10mA							
V1(V)											
V1(V)	-0.1	-0.5	-1	-1.5	-2	-2.5	-3	-3.5	-4	-4.5	-5
I1(A)											

4. 未知元件

V1(V)	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
-------	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---

I1(A)											
V1(V)	-0.1	-0.5	-1	-1.5	-2	-2.5	-3	-3.5	-4	-4.5	-5
I1(A)											

方法二、

1. R = 470W

V1(V)	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
V2(V)											
I(mA)											
V1(V)	-0.1	-0.5	-1	-1.5	-2	-2.5	-3	-3.5	-4	-4.5	-5
V2(V)											
I(mA)											

2. 330W與220W並聯

V1(V)	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
V2(V)											
I(mA)											
V1(V)	-0.1	-0.5	-1	-1.5	-2	-2.5	-3	-3.5	-4	-4.5	-5
V2(V)											
I(mA)											

3. 1N4148

V2	20mV	40mV	60mV	80mV	100mV	200mV	400mV	600mV	800mV	1V	2V
V1(V)											
I											
V2	4mA	6mA	8mA	10mA							
V1(V)											
I											
V1(V)	-0.1	-0.5	-1	-1.5	-2	-2.5	-3	-3.5	-4	-4.5	-5
V2											
I											

4. 未知元件

V1(V)	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
-------	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---

V2(V)											
I(mA)											
V1(V)	-0.1	-0.5	-1	-1.5	-2	-2.5	-3	-3.5	-4	-4.5	-5
V2(V)											
I(mA)											

思考問題

1. 比較一下，方法一與方法二數據分析後，遵守歐姆定律的元件，計算得到的電阻，那一個方法的誤差小？你覺得其理由在哪裡？
2. 對於未知元件，根據你比較已知元件的結果，你覺得你的未知元件是什麼？為什麼？