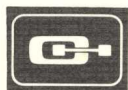
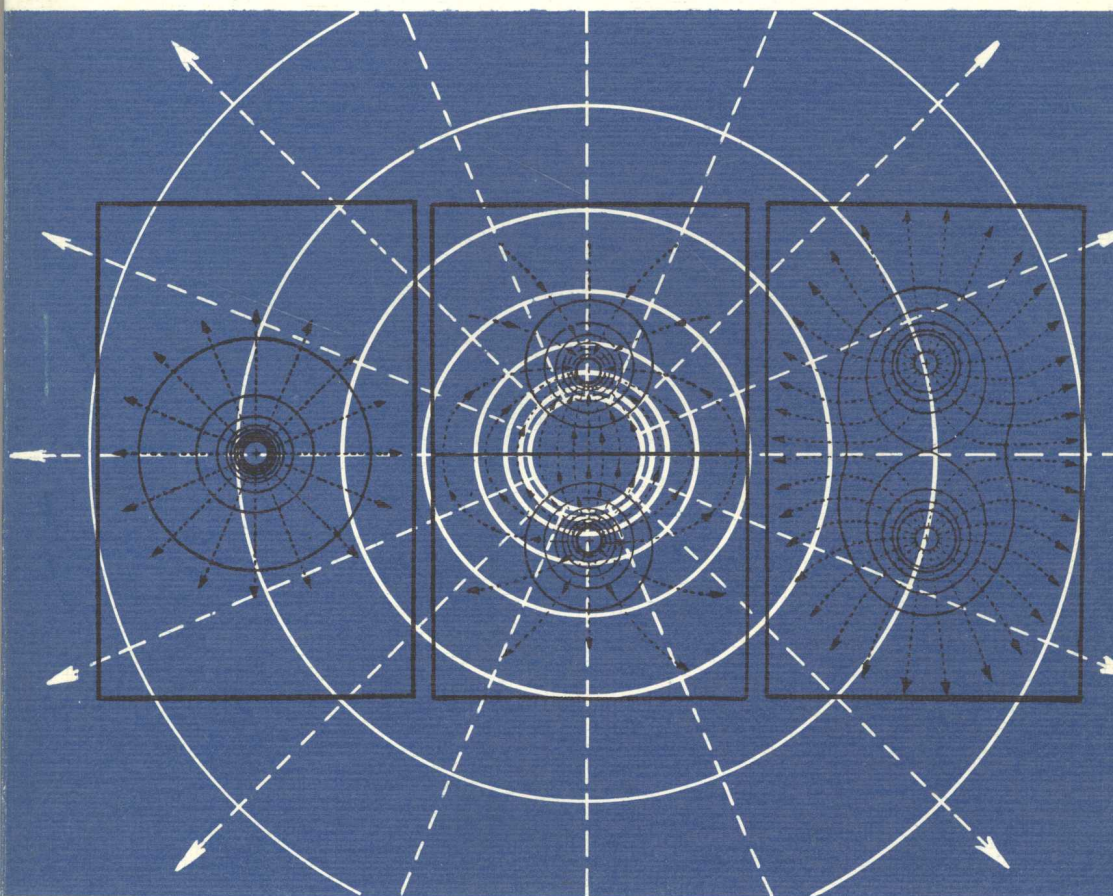


最新部訂課程標準

高工補校基本電學(上)

鄭世偉 編著



全華科技圖書公司印行



全華圖書

法律顧問：陳培豪律師

高工補校基本電學(上)

鄭世偉 編著

出版者 全華科技圖書股份有限公司

地址 / 台北市龍江路76巷20-2號2樓

電話 / 5811300 (總機)

郵撥帳號 / 0100836 - 1 號

發行人 陳 本 源

印刷者 華 一 彩 色 印 刷 廠

門市部 全友書局(黎明文化大樓七樓)

地址 / 台北市重慶南路一段49號7樓

電話 / 3612532 • 3612534

基 價 2.5 元

十版 / 76年 8 月

行政院新聞局核准登記證局版台業字第〇二二三號

版權所有 翻印必究

圖書編號 0410254

我們的宗旨：



感謝您選購全華圖書
希望本書能滿足您求知的慾望

為保護您的眼睛，本公司特別採用不反光的米色印書紙！！

編輯大意

1. 本書係參照高級工業職業學校電子設備修護科，基本電學課程標準編輯而成。
2. 本書計分上、下二冊，適合高工補校電子科教學用，上冊供第一學年上學期，下冊供第一學年下學期，每週授課兩小時用。或供初學者自習用亦可。
3. 本書編寫，力求文字淺顯，內容由淺入深，循序漸進，作有系統的介紹說明，使學者容易學習。
4. 本書插圖甚多，同時對重要觀念闡釋詳盡，每章更附整章提要整理，以利學者之學習。
5. 本書雖經悉心校訂，仍難免會有瑕疵之處，敬祈諸先進不吝指正是幸！

目 錄

第一章 概 論

1-1 電之基本概念.....	1
1-2 電位、電壓.....	3
1-3 電流.....	4
1-4 電阻.....	6
1-5 溫度對於電阻的影響.....	12
1-6 歐姆定律.....	15
1-7 電功率.....	16
1-8 電能量.....	17
本章提要.....	20
習題.....	21

第二章 直流電路

2-1 電路的連接.....	25
2-2 串聯電路.....	26
2-3 並聯電路.....	32
2-4 串並聯電路.....	38
2-5 克希荷夫電流定律.....	44
2-6 克希荷夫電壓定律.....	45
2-7 短路.....	46

2-8 電壓電源與電流電源之互換原則.....	47
2-9 電源之內阻.....	50
2-10 電源串並聯定則.....	51
本章提要.....	52
習題.....	52

第三章 網路分析

3-1 行列式.....	57
3-2 迴路法.....	62
3-3 重疊定理.....	66
3-4 節點法.....	71
3-5 最大功率轉換定理.....	76
3-6 戴維寧定律.....	77
3-7 $Y-\Delta$ 及 $\Delta-Y$ 互換法.....	81
3-8 惠斯登電橋.....	64

第四章 電熱作用

4-1 焦耳定律.....	89
4-2 散熱與安全電流.....	91
4-3 接觸電勢.....	92
4-4 熱偶.....	92
整理.....	93
習題.....	94

第五章 光電效應

5-1 光電發射效應.....	95
5-2 光電導性.....	97
5-3 光電伏打效應.....	98

5-4 其他光電器材.....	99
本章提要.....	101
習題.....	101

第六章 電與化學效應

6-1 電解.....	103
6-2 電冶及電鍍.....	105
6-3 電池的基本原理.....	105
6-4 伏打電池.....	106
6-5 水銀電池.....	108
6-6 蓄電池.....	109
6-7 蓄電池之維護.....	110
6-8 電池內阻及端電壓.....	110
6-9 電池之組合.....	112
本章提要.....	113
習題.....	114

第七章 靜 電

7-1 靜電荷.....	115
7-2 靜電感應.....	116
7-3 庫倫定律.....	117
7-4 電場與電力線.....	119
7-5 電場強度.....	121
7-6 電通密度.....	122
7-7 高斯定律.....	123
7-8 電位.....	125
7-9 等位面.....	126
7-10 電容.....	127

7-11 平行板之電容.....	128
7-12 電容器之種類.....	131
7-13 電容器的組合.....	133
7-14 電容器貯存之能量.....	137
本章提要.....	138
習題.....	140

第八章 磁

8-1 磁極.....	143
8-2 庫倫磁力定律.....	145
8-3 磁場強度.....	147
8-4 磁力線.....	148
8-5 磁通密度.....	149
8-6 磁化、磁感應.....	150
8-7 磁化曲線與導磁係數.....	151
8-8 磁滯.....	152
8-9 磁屏蔽.....	154
8-10 地磁.....	154
本章提要.....	155
習題.....	156
附錄 1 電之各種單位間之關係.....	159
附錄 2 常見之化學元素特性資料.....	160
附錄 3 希臘字母及其代表之量.....	162
附錄 4 各種物理量之資料.....	164

1 概論

1-1 電之基本概念

以前的人以絲絹摩擦玻璃棒發現了電，後人更進一步之研究，發現電之一切效應都是由於電子產生的，因此欲對電之基本概念有所了解，必須對物質之結構與原子之構造，有著相當的認識。吾人知凡是佔有空間及具有質量的東西均叫做物質，物質是由基本元素所組成，元素是自然界中最基本之結構，日常所知之元素如鐵（Fe），銅（Cu），鋁（Al），碳（C）等，而元素又是由原子之小質點所構成，原子尚具有元素之特性，而原子又是由帶電之小質點及不帶電之小質點所構成，這些構成原子之小質點為電子—帶負電，質子—帶正電，及中子—不帶電。實驗證明，帶正電荷之質子，及不帶電之中子，集中在原子之中心或原子核上，而帶負電之電子，以一定之軌道環繞原子核。而各元素之所以不同，就是構成元素之小質點的數目及排列之情況不同所致。

如圖 1-1 氫原子由在原子核中之一個質子及在軌道上一個電子所構成。氦原子由兩個中子，兩個質子及兩個電子所構成。

2 第一章 概論

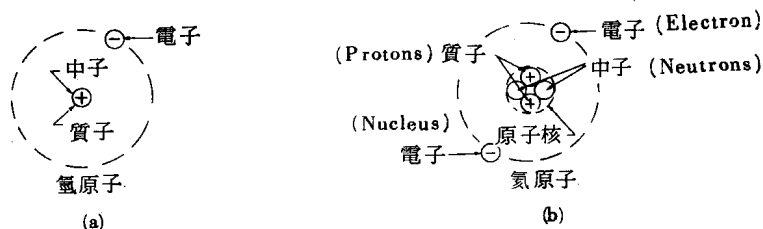


圖 1-1

在元素之週期表上，原子序表示原子中電子之數目，原子量是由原子核內的中子及質子數所決定。一穩定之原子，電子數和質子數相等，又質子所帶電量和電子所帶電量，相等而極性相反，故原子之總帶電量為零，是為電中性。表 1-1 標明了，中子、質子，電子之帶電量及質量情況。

表 1-1 質子、中子、電子之帶電量及質量

名	稱	荷電量 (庫倫)	質量 (仟克)
質	子	$+1.602 \times 10^{-19}$	1.6729×10^{-27}
中	子	0	1.6751×10^{-27}
電	子	-1.602×10^{-19}	9.107×10^{-31}

根據庫倫定律得知越靠近原子核之軌道上的電子所受的吸引力就越強，反之遠離原子核之軌道上的電子所受到的吸引力就越弱，因此最外層軌道之電子所受吸引力最小，若此最外層之電子獲得足夠能量後，即可脫離原子核吸引力之束縛，而形成自由電子，原子失去電子後，中性消失，變成帶有正電之質點，我們稱之為正離子。

整理：1 正電負電相吸。

2 正常情況下，原子呈電中性—不帶電。

3 質子所帶電量與電子所帶電量相等而極性相反。

4 原子最外層由電子受質子吸引力最小，最易脫離原子而成自由電子。

5 導體之導電，即靠自由電子之移動來完成。

1-2 電位、電壓

欲顯示二地水位之高低，可定出水壓以比較之，如甲地有水 1000 加侖共含有位能 2000 焦耳，乙地有水 500 加侖，含有位能 1500 焦耳，則甲地每加侖水含有 $2000 \div 1000 = 2$ 焦耳之能量，乙地每加侖水含有 $1500 \div 500 = 3$ 焦耳之能量，因此吾人知乙地之水較甲地之水的水位高，或者說乙地之水壓高於甲地，若以水路連通甲乙兩地，乙地之水必往甲地流，而且亦可知，如乙地之每加侖水流至甲地必損失 1 焦耳之能量（由 3 焦耳降為 2 焦耳），此能量損耗於水流動之水路中。

上述說明中，將水之多寡稱做水量，而水量之單位定為加侖，一加侖之大小，相信讀者在腦海中已有印像。而於電學中，亦有電量一詞，電量為電之多寡的衡量，如同水量一般，但電量不能像水一般以加侖來衡量，而必另訂一系統單位以衡量之。常用電量單位為庫侖，它是由 6.25×10^{18} 個電子所合起來之電量，而每個電子之電量則為 1.602×10^{-19} 庫侖。

同前面水之說明一樣，欲比較二處電位之高低，可以定出電位或電壓之定義以比較之。電壓 $V = W / Q$ ，式中 V 表電壓、 W 表能量、 Q 表電量，由此式可看出電壓為每單位庫侖所含之能量，如甲地有電量 100 庫侖，含有能量 1000 焦耳，乙地有 1000 庫侖，含有能量 2000 焦耳，則甲地每庫侖含有能量 $1000 \div 100 = 10$ 焦耳之能量，或寫成 10 焦耳／庫侖之能量（焦耳／庫侖即為伏特），乙地之電壓為 $2000 \div 1000 = 2$ 伏特，則知甲地較乙地之電位高出 8 伏特，若有 1 庫侖從甲地（每庫侖含 10 焦耳）落至乙地（每庫侖含有 2 焦耳）必損失 8 焦耳之能量，此能量損耗於電荷運動之路徑上。上述說明中，將無窮遠處之電位能量定為零焦耳。

由上述說明知：

1 電位之定義為每單位電量所含之能量，即

$$V(\text{伏特}) = \frac{W(\text{焦耳})}{Q(\text{庫侖})}$$

2 電位差或電壓即兩處之電位差。如兩地有電位差存在，則可能使電荷流通於二地間。

4 第一章 概論

〔例〕

如例圖 1-2 所示，若將 1 庫侖之正電荷從無窮遠處移動至 x 處所作之功爲 6 焦耳，而移動至 y 處須 8 焦耳之功，試求 x 點與 y 點間之電位差爲若干？

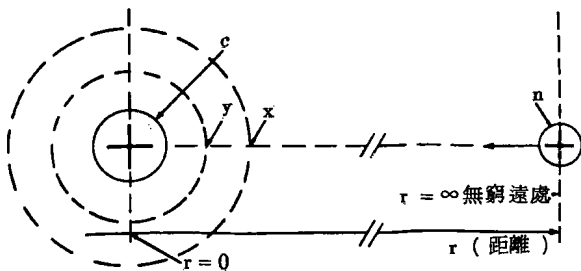


圖 1-2

〔解〕

$$\text{無窮遠處電位爲零，故 } V_x = \frac{W}{Q} = \frac{6 \text{ 焦耳}}{1 \text{ 庫侖}} = 6 \text{ 伏特。}$$

$$V_y = \frac{W}{Q} = \frac{8 \text{ 焦耳}}{1 \text{ 庫侖}} = 8 \text{ 伏特。}$$

$$x ; y \text{ 間之電位差爲 } 8 - 6 = 2 \text{ 伏特。}$$

x, y 間存有電位差，則可使電荷流動，一般欲使導體中有持續之電荷流動，須供給持續之電位差，如用電池供給，電池由化學作用產生電位差，通常稱之爲電壓電源，或稱電動勢。

1-3 電流

電荷之流動即構成電流，電荷之所以會流動是因為電路中有電位差存在，當我們將銅線接於電池之正、負極時，銅線中之自由電子，會向電池之正極移動，每當一個自由電子離開銅線進入電池之正極後，電池的負極就供應一個自由電子進入銅線，而在電池裏因化學作用，却將進入正極之

電子移至負極。如圖 1-3 所示

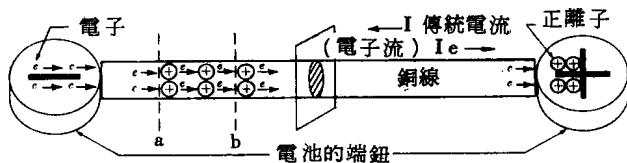


圖 1-3 將銅線接於電池的正負極之間

所有的電子均以相同的速度移動，因此通過 a 截面與 b 截面之自由電子數相同。一般認為電之速度和光速一樣，這是指電之反應而言如圖 (1-4) 所示左邊壓入一球，右邊隨即掉出一球，此種反應速度甚速，但每球在管中移動之速度却不快。一般電子在電路中移動速度每秒僅數吋而已，而電之反應速度卻如同光速。

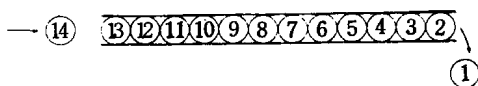


圖 1-4 塑膠管中填以棒球的實驗

欲知水流動量之多寡，吾人可說每秒通過 10 加侖或每秒通過 50 加侖，即能使人明瞭水流之情況，在電學中亦以相同之定義來定義電流量，電流量 (I) 為單位時間內 (t) 通過某截面之電量 (Q)。如每秒通過 5 庫侖電量或每秒通過 10 庫侖，即能使人知道電流情況，以式子表示電流即：

$$\text{電流量 (I)} = \frac{\text{電量 (Q)}}{\text{時間 (t)}}$$

I 之單位為安培，Q 之單位為庫侖，t 之單位為秒，1 安培之大小為每秒通過 1 庫侖之電量，亦即每秒通過 6.25×10^{18} 個電子。

〔例〕

設有 10 庫侖電量於 5 秒內通過某截面，求電量為若干？

〔解〕

使用公式：

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{10 \text{ 庫倫}}{5 \text{ 秒}} = 2 \text{ 安培}$$

1-4 電阻

當電荷在導體中流動時，會遭遇阻力，而將電荷所含之能量轉變為熱能，此阻力我們稱之為該導體之電阻，其符號為 Ω 。

物質電阻之大小可由下列四者決定之：

- 1 導體材料之種類。
- 2 導體之長度。
- 3 導體之截面積。
- 4 導體之溫度。

前三者以式子表之即為： $R = \rho \frac{\ell}{A}$

R ：為電阻、單位 Ω

ℓ ：導體長度

A ：導體截面積

ρ ：為電阻係數，代表材料之特性（即在某溫度中、單位長度與單位截面積下所測出導體之電阻）在英制中，銅於 20°C 中之電阻係數為 10.37 ，即表示長度 1 呎，截面積 1 圓密爾溫度 20°C 所測出來銅之電阻為 10.37Ω 。

圓密爾為面積單位，直徑 1 密爾（ 0.001 吋）之圓面積為 1 圓密爾，求圓密爾之方法為： $A（\text{圓密爾}）= D^2$

A 為面積，單位為圓密爾。 D 為圓之直徑，單位為密爾。

表 1-2 為常用材料之電阻係數：

表 1-2 為常用材料之電阻係數

材 料	電 阻 係 數 ρ	材 料	電 阻 係 數 ρ
銀	9.9	鎳	47.0
銅	10.37	鐵	74.0
金	14.7	康 銅	295.0
鋁	17.0	鎳 鉻	600.0
鎢	33.0		

〔例 1〕

某導線之截面直徑為 0.003 吋，其截面積應為若干圓密爾？

〔解〕

$$0.003 \text{ 吋} = 3 \text{ 密爾}$$

$$\text{根據公式：} A = D^2,$$

$$\therefore \text{截面積之圓密爾數} = D^2 = 3^2 = 9 \text{ 圓密爾}$$

〔例 2〕

在室溫 20°C 下，有 100 呎長，直徑 0.002 吋之銅線一根，試求其電阻為若干？

〔解〕

$$\text{銅之電阻係數 } \rho = 10.37, \quad 0.002 \text{ 吋} = 2 \text{ 密爾}$$

$$A = 2^2 = 4 \text{ 圓密爾}$$

$$R = \rho \frac{\ell}{A} = 10.37 \cdot \frac{100}{4} = 259 \, \Omega$$

〔例 3〕

在室溫為 20°C 下，長 100 碼之銅線電阻為 $5 \, \Omega$ ，試求其截面積為若干？

〔解〕

$$100 \text{ 碼} = 300 \text{ 呎}$$

$$\therefore R = \rho \frac{\ell}{A} \quad \therefore A = \rho \frac{\ell}{R} = 10.37 \cdot \frac{300}{5} = 620 \text{ 圓密爾}$$

〔例 4〕

8 第一章 概論

某材料，電阻係數 $\rho = 0.05 \Omega - \text{cm}^2 / \text{m}$ ，若此材料作成截面積 0.1 cm^2 ，長 100 m 之導線，試求其電阻為若干？

〔解〕

$$R = \rho \cdot \frac{\ell}{A} = 0.05 \times \frac{100}{0.1} = 50 \Omega$$

電阻器的種類甚多，依其材料可分：

- 1 碳質電阻：利用石墨與非導體混合加壓形成碳棒，兩端再接上導體材料即成，其構造如圖 1-5 所示。

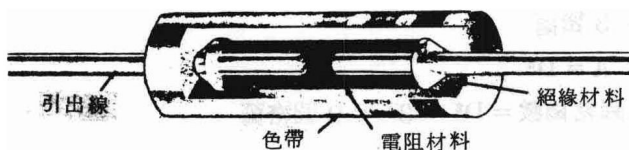


圖 1-5 碳質電阻

- 2 碳膜電阻：高溫之碳氧化物塗於瓷管表面，形成碳膜，再將碳膜以車螺絲之方式，形成如圖 1-6 所示。

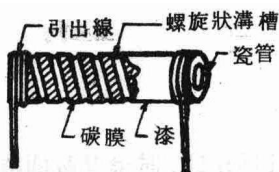
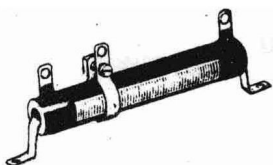


圖 1-6 碳膜電阻器之構造

- 3 繞線電阻：利用鎳鉻合金或其他合金材料製成電阻線，繞於瓷管上，如圖 1-7 所示。



4. 特殊電阻

a 熱敏電阻：用半導體材料製成，對溫度特別靈敏，常用於溫度補償與自動控制電路中，其外觀如圖 1-8 所示。



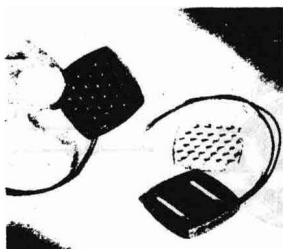
(a) 熱敏電阻外觀



(b) 代表符號

圖 1-8 熱敏電阻

b 光敏電阻：電阻值因光線之強弱而改變，應用於控制電路中，其外觀如圖 1-9 所示。



(a) 光敏電阻



(b) 符號

圖 1-9 光敏電阻

若依電阻器的構造來區分，可分為：

1 固定電阻：阻值固定不變，如圖 1-10 所示符號及實體圖。

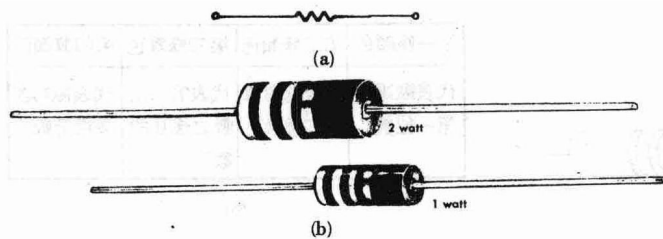


圖 1-10 固定電阻；(a)符號，(b)實體圖