

科學圖書大庫

基本電學自修進階手冊

譯者 烏凌翔

徐氏基金會出版

科學圖書大庫

基本電學自修進階手冊

譯者 烏凌翔

徐氏基金會出版

徐氏基金會科學圖書編譯委員會

監修人 徐銘信 發行人 王洪鏜

科學圖書大庫

版權所有

不許翻印

中華民國六十九年五月二十七日初版

基本電學自修進階手冊

基本定價 4.00

譯者 烏凌翔 國立台灣大學工學士

本書如發現裝訂錯誤或缺頁情形時，敬請「刷掛」寄回購換。謝謝惠顧。

(67)局版臺業字第1810號

出版者 負責人 臺北市徐氏基金會 臺北市郵政信箱 13-306

發行者 負責人 臺北市徐氏基金會 郵政劃撥賬戶第 15795 號

電話 9221763
9446842

承印者 大興圖書印製有限公司 三重市三和路四段一五一號 電話 9719739

譯 序

近三十年來，電子技術發展可謂一日千里，深深影響到現代人的生活。一個人一即使不從事這方面的工作也多少需要了解電學的原理，而研究電子學的工作者，更必須先對基本電學具有明晰的認識。

本書以最淺顯的語言及最少的數學工具，反覆將電學從基本物理觀念到電路的應用性質，做一深入淺出的介紹。讀者只需具備最基本的數學能力，就可輕鬆愉快地吸收全書的內容；此外，由於書中亦對重點反覆闡述，只要順序閱讀，不必重頭溫習，重要的觀念自會深刻於心。

本書內容主要分爲兩大部份，第一部份爲直流電，由基本的物理觀念講起，到基本的電路學、磁學及磁學的應用如發電機、電儀表等。第二部份爲交流電，包括電路中基本元件的電感、電容、變壓器，和它們組成的RL電路，RC電路及RCL電路的解析，最後更談到電子學中極有用的諧振觀念。

譯者才疏學淺，課餘之暇譯成此書，誤謬之處在所難免，尚祈先進不吝指正爲荷。

譯 者 謹識

民國六十八年夏

給讀者

不論你多麼深入地研究電子學，仍然必須時時應用一些最基本的原理和觀念。欲成爲一個電子技術人員這些基本電學的觀念，更是不可或缺。

本書是採用新穎的“進階學習”方式來安排內容，只要按照書中的章節閱讀，就可以循序漸近的學習到應有的知識，這就是“進階”的意思。

書中主要的內容，除了標題的簡介以外，大都分成許多的小單位，稱爲“欄”而自成一完整的敘述。在閱讀之後，稍微思考一下，您就可以寫出適當的答案。正確的答案在下一欄開頭的括號中，請務必在填入經思考後的答案之後再看標準答案，千萬不要先看答案，否則只是自欺欺人而喪失了進階學習的意義！

至於每章後的“學習檢討”則是讓您對於每一章所學到的內容做一回憶，澄清觀念，加強記憶。在本書的最後還有各章的測驗題，答案集中列於書末。

祝你有恆地看完本書！

目 錄

譯 序 I

給讀者 II

第一部 直流電

第一章 靜電學 1

物質的態 1

元素，化合物和混合物 3

原子和分子 4

靜電力 7

電荷定律 9

電荷的構成 10

原子和離子 13

庫倫定律 15

電場簡介 19

驗電器 23

電荷的分佈 25

學習檢討 29

第二章 運動中的電荷 32

電流的意義 32

導體和電阻.....	34
影響導體電阻的幾個因素.....	36
電位差 (電壓).....	39
電 路.....	42
常用電動勢源.....	44
一些常用符號.....	45
學習檢討.....	48
第三章 基本電路學.....	50
概略電路圖介紹.....	50
歐姆定律.....	53
關於歐姆定律比例關係的練習.....	58
有關電路的計算.....	60
串聯和並聯的電池組.....	61
電池組的電流和電壓.....	64
開關與保險絲.....	65
學習檢討.....	72
第四章 功率與串聯電路.....	74
電功率.....	74
串聯電路中的電流和電阻.....	78
串聯電路中的電壓.....	81
串聯電路中的電阻—電壓關係.....	86
電壓降的極性.....	90
克希荷夫電壓定律.....	92
克希荷夫電壓定律的應用.....	96
克希荷夫電流定律.....	97
學習檢討.....	99
第五章 並聯電路.....	101

並聯電路	101
學習檢討	107
第六章 串 - 並聯電路	108
對於串 - 並組合的基本認識	108
簡化串 - 並組合	110
學習檢討	112
第七章 分壓器	114
分壓器簡介	114
有關分壓器的簡單計算	116
另一種分壓器的計算	117
有用的分壓器公式	119
學習檢討	121
第八章 磁 學	123
磁 鐵	123
磁極定律	124
磁 場	126
磁性物質	128
通電流導體周圍的磁場	130
螺線管中的磁場	132
楞次定律	136
感應電動勢的大小	140
學習檢討	141
第九章 電磁感應進一步的原理	143
由電流改變引起的電磁感應	143
相互感應	146
自我感應	151

感應電動勢與截角的關係	154
發電機運動簡介	155
學習檢討	158
第十章 發電機簡介	160
發電機基本構造	160
發電機一周的分析	161
正弦曲線的特性	164
整流子的作用	167
學習檢討	170
第十一章 電儀表	172
德松發爾表(構造)	172
德松發爾表(操作)	174
安培計	177
伏特計	180
伏特計的靈敏度	183
歐姆計	184
交流電儀表	188
電儀表的準確計量效應	190
學習檢討	193
第二部 交流電	
第十二章 交流之基本觀念	196
交流電路中電流的方向	196
頻率的意義	198
週期、振幅與波長	201
相位關係	207
交流正弦曲線的最大值、瞬時值、平均值和有效值	210

學習檢討	215
第十三章 電 感	217
自 感	217
串聯電感	218
電壓電流間的相位關係	221
感式電抗	224
學習檢討	226
第十四章 電 容	228
電容的基本觀念	228
電容的充電放電	230
決定電容量的因素	233
電容量的單位	236
電容量的計算	238
電容器的相位關係	240
容式電抗	242
串聯電容和並聯電容	244
電容器中的能量損失	246
電容器的額定電壓	248
學習檢討	250
第十五章 變壓器	252
變壓器中的互感作用	252
功率和效率	255
理想變壓器(計算)	259
實際變壓器效率	262
自耦變壓器	265
學習檢討	267

第十六章 交流電路中的功率	270
簡單交流電路中的功率	270
學習檢討	272
第十七章 交流電阻式電路	273
交流電阻式電路的相量	273
學習檢討	277
第十八章 RL 電路	278
相量圖中電壓與電流的關係	278
簡單三角形的解	281
電壓的幾何加法	283
阻抗的意義	286
三角函數的複習	288
RL 電路中的相角	298
RL 電路例子的計算	300
交流電路中的功率	302
學習檢討	304
第十九章 RC 電路	310
RC 電路的計算	310
典型的 RC 問題	314
學習檢討	315
第二十章 RCL 電路	317
RCL 電路中的相位關係	317
學習檢討	319
第二十一章 諧 振	321

諧振簡介	321
RCL 電路之諧振頻率	323
串聯諧振電路的計算	327
諧振曲線	330
選擇性的意義	333
電路 Q 值對選擇性的效應	336
串聯諧振的結論	339
並聯諧振	340
並聯電路工作中的旁離諧振效應	343
並聯諧振的撮要	344
學習檢討	345
附錄 A 電阻的顏色標記	350
附錄 B 電容的顏色標記	357
附錄 C 測 驗	371
測驗解答	419
索 引	424

第一部 直流電

第一章 靜電學

物質的態

任何對我們生活宇宙所做的基本探究，必定先從了解物質的態著手。雖然也可能有一些“中間的”態存在，但一般所熟悉的只有固、液、氣三個基本態；一個核子物理學家也許對能以中間態存在的物質很感興趣，但我們此刻應該先定義出辨認物質為何種態的三個標準。

1. 不論置於何種容器中，都有一定的形狀與體積者，我們稱之為固態（例如冰）。
2. 如果物質能改變形狀以充滿其所置的容器，我們稱之為液態。
3. 如果物質不僅改變形狀，更能改變體積以充滿其所置的容器，我們就稱之為氣態（例如水蒸氣）。

1-1 宇宙是由各種態的物質所組成。例如石頭是固態的物質，海洋是液態的物質，而大氣則是氣態的_____。

1-2 （物質）固體的定義是由它不論所置何處，都能保持同樣體積和形狀的事實而來。一個體積為一立方呎的鐵球，不論放在台北或高雄來測，都是一立方呎，所以鐵球是_____。

1-3 （固體）當鐵球放在一個圓筒中熔化後，它保持一立方呎的體積

不變，但可以自由流動而始終為圓筒狀。所以，液體就是一種體積不變，但 _____ 極易改變的物質形態。

1-4 (形狀) 如果繼續加熱，鐵也可以變成氣體。假設加熱鍋的體積是 10 立方呎，則原先 1 立方呎的鐵，將會充滿整個加熱鍋。所以，氣體可以形狀和 _____ 二者都改變，以適合容器形狀。

1-5 (體積) 當一種物質從固態變為液態，再變為氣態，或以相反的順序變化，它的質量和重量都保持不變。所以，若 10 磅的冰溶成水時，水的重量是 _____ 磅。

1-6 (10) 同樣質量的水，再氣化成水蒸氣時，它的重量是 _____ 磅。

1-7 (10) 碘晶體受熱時，直接從固體變為氣體。10 克的碘晶體受熱後，變為 _____ 克的碘蒸氣。

1-8 (10) 褐煤是一種礦物。當每邊為 1 呎的立方體褐煤，放入一大鐵罐時，其形狀不變，而且質量也不變。據此，我們可以知道，褐煤是 _____ 態的物質。

1-9 (固) 如果把一些裝在兩盞斯小瓶中的乙烷，倒入一平底的鐵罐，它將保持原來的質量和兩盞斯的體積。據此，我們可知，乙烷是處於 _____ 態。

1-10 (液) 甘油丙三醇會成為與其被擱置容器相同的形狀，但不改變體積和質量，所以甘油丙三醇是 _____。

1-10 (液體)

元素，化合物和混合物

元素不能被分解成更簡單的物質而仍保持原來的性質。例如：氧和氫都是元素，它們不能被分解成更簡單的物質，而不破壞原有的物性。如果元素以化學方法結合了，它們便不能以一般的“物理方法”再分開——例如溶解其中一種元素而留下其他的，或者以過濾，分餾試圖分離它——這樣的結合品就叫化合物；化學反應是唯一可使化合物變回元素的方法。然而，也可以使元素成為用簡單物理方法就可使之分開的結合品，這些“暫時”結合的元素，就稱之為混合物。

1-11 一種物質，不能被分解成更簡單的物質就叫元素。例如：無論我們如何處理一份鐵的樣品，它都是鐵，所以鐵是一種元素。現在，沒有一種已知的物理或化學方法，可以將水銀分解成更簡單的物質，所以水銀就是_____。

1-12 (元素) 溴通常是液體，但相當冷時就變成固態，相當熱時又變成氣態；在不同的態及一些物理和化學的處理下，溴始終是溴，所以溴是一種_____。

1-13 (元素) 兩種或更多的元素結合成一種新的物質，就稱之為化合物，而且這化合物只能被化學方法分解改變，物理方法就不行。譬如鐵銹，就是鐵和氧的化合物，石灰是由鈣和氧結合而成，所以石灰是一種_____。

1-14 (化合物) 石灰石是鈣，氧和碳結合而成，要使原來的元素還原，只有使用化學方法，據此，石灰石是_____。

1-15 (化合物) 可以由物理方法分解的元素結合品稱為混合物。乾食鹽和石灰石粉的結合可以由溶出鹽而分離，這種溶解其中一物質的方法是物理而非化學方法，所以這石灰石與鹽的結合品是_____而非

化合物。

1-16 (混合物) 把硫磺和鐵的銼屑攪拌在一個大瓶中，然後可以使用一磁鐵將鐵屑分離出來。據此，這兩樣東西的結合品該是_____。

1-17 (混合物) 食鹽這種常見的物質，是由氯和鈉兩種元素化合而成，以致非用化學方法無法分離它們；石灰石則是由鈣、碳和氧以類似的方法結合而成；普通的糖也是由化學方法結合了碳、氫、氧而成。因此，這些物質都是_____。

1-18 (化合物) 火藥包含了硫和碳兩種元素以及硝酸鉀。當火藥浸水時，硝酸鉀溶解流失而留下碳和硫，所以，火藥是_____。

1-19 (混合物) 二氧化碳只能以化學方法分解成氧和碳，所以二氧化碳是_____。

1-20 (化合物) 鉍不能以任何化學方法分解成更簡單的物質，所以鉍是一種_____。

1-21 (元素) 空氣是元素的_____，因為它能被物理方法分解。

1-21 (混合物)

原子和分子

在原子的結構中，至少存有 30 種不同的基本粒子，但我們只將注意力集中在電子、質子和中子三種上。在 1-22 欄至 1-37 欄中，我們將使用一種原子的機械模型，假想中子和質子是固定在原子核中，而電子則像“行星”一樣運行在環繞原子核的軌道上。記著！電子實際上並非這樣存在於原子中，我們只是為了方便而這樣假想。

1-22 元素包含許多叫做原子的相同單位。正常的鐵由鐵原子組成固態；水銀是以液態存在；而氧則是由氧原子組成_____。

1-23 (氣態)氮是以氣體形態存在的元素，一個充滿氮氣的容器含有數以億計的氮_____。

1-24 (原子)構成一種元素—例如氯—的建築材料是_____。

1-25 (原子)如果我們能將一化合物不斷“分割”下去，那分割到最後最小的，而又能保持原化合物性質的粒子，就叫做分子。當食鹽被分割成最小的粒子時，就是只包含一氯原子和一鈉原子的分子；又，當水被分割成最小尺寸單位時，就是只包含一氧原子和二氫原子的_____。

1-26 (分子)氫氯酸是氫和氯的化合物。仍可稱為氫氯酸的最小粒子，是包含有一氫原子和一氯原子的一個_____。

1-27 (分子)一個原子可以被分解成三種基本粒子：質子、中子和電子。所有原子中，最簡單的莫過於氫了，它只有一個質子和一個電子環繞著它；其次簡單的是氮，有兩個質子和兩個中子存於原子核中，另有_____個電子環繞它。(圖 1-27)

*原子核約是原子尺寸的 $1/10,000$ 。這個假想圖只是為了解釋方便。

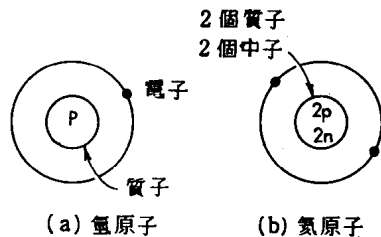


圖 1-27

1-28 (兩)一個鋰原子在中心質量中包含 3 個質子和 4 個中子，另有 3 個電子像行星一樣環繞著它。這堆中心質量就稱為_____。(圖 1-28)