

無線電工程讀本

第二編

基本電磁學

中國人民解放軍華東軍區司令部編印
第三野戰軍




























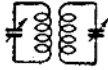

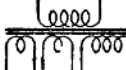
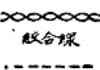







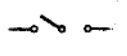
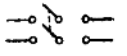







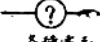

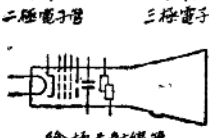

前 言

基本電磁學是爲了培養新民主主義電訊事業建設者而編寫的教材，首由周樹椿同志執筆主編。曾在華東電訊工程專科學校無線電工程系用作教本，尙稱適合。今又經編研室同志集體審研，加以刪改補充，力求講解淺顯而符合於實際應用。并承袁仲旅吳東華等同志精心繪圖及新華印刷廠工人同志再三改善版形，今已正式鉛印出版，實有賴於羣策羣力。不過內容不免有某些錯誤論點及不夠完全的地方，懇請讀者多多提供意見，賜予指正，待再版時加以修繕充實，力求成爲符合於羣衆需要的大衆科學讀物。

華東通校編研室

一九五〇年六月

零件符號表

						
天線	地線	兩導線相連	兩導線不相連	固定電容器	可變電容器	
						
環形天線	固定電阻	可變電阻	電位器	喇叭式 可變電容器	電話各電器	
						
空心線圈	可變線圈	鐵心線圈	屏蔽心線圈	單捲變壓器	各電器	
						
揚聲器	送話器	耳機(聽筒)	整流器	礦石	保險絲	電燈
						
高頻變壓器	中頻變壓器	低頻變壓器	電源變壓器	波合線		
						
指示燈	乾電池	電壓調整器	整流管	發電機	馬達	
						
開關	單刀雙擲式開關	雙刀雙擲式開關	分線器	電鈴		
						
合路插口	開路插口	電池	二極電子管	三極電子管		
						
各種電表	屏極	控制網	陰極	陰極光射線管	晶體	
註：圓內加有 A 即電流表 V 即電壓表 W 即瓦特表 S2 即磁表 MA 即毫安表	屏極 控制網 陰極	多極電子管				

目 錄

第一章 電的根源	(1—5)
(一) 物質的最小單位問題	(1)
(二) 電子說概觀	(2)
(三) 導體和絕緣體	(4)
第二章 靜電的認識	(7—12)
(一) 靜電現象和摩擦生電	(7)
(二) 靜電的性質	(8)
1. 靜電的三個定則.....	(8)
2. 靜電的分佈和避雷器.....	(9)
(三) 靜電的庫侖定律	(9)
(四) 電力線和靜電力場	(10)
第三章 動電的概況	(13—26)
(一) 電位和電位差	(13)
(二) 電壓	(14)
1. 電壓的意義和實用單位.....	(14)
2. 產生電壓的方法.....	(15)
3. 電壓的分類.....	(15)
4. 漏電和破裂電壓.....	(15)
(三) 電流	(16)
1. 電流的意義和方向問題.....	(16)
2. 電子移動的速度.....	(16)
3. 電流的實用單位.....	(17)

4. 電流的分類	(18)
5. 交流電的頻率	(19)
6. 電流的效應	(19)
(四) 電阻	(20)
1. 電阻的意義和實用單位	(20)
2. 與電阻有關的物理因子	(20)
3. 電導	(25)

第四章 直流電路

(一) 電路的意義和分類	(27)
(二) 歐姆定律	(28)
(三) 電壓降	(28)
(四) 電工及電工率	(29)
(五) 電能與熱能的關係	(32)
(六) 啓爾可夫定律	(32)
(七) 電阻的聯接和計算	(36)
1. 電阻的串聯電路	(36)
2. 電阻的並聯電路	(37)
3. 電阻的混聯電路	(39)
(八) 電橋及平衡電路	(40)
(九) 電池的聯接和計算	(41)
1. 電池的內電阻	(42)
2. 電池的效率	(43)
3. 電池的聯接	(44)
① 電池的串聯	(44)
② 電池的並聯	(45)
③ 電池的混合聯法	(46)
4. 電池在用途上的分類	(48)

第五章 磁的認識

(一) 磁性物質和非磁性物質	(53)
----------------------	--------

(二) 地磁	(54)
(三) 磁的性質	(54)
1. 兩極共存磁力相等	(54)
2. 同性相斥異性相吸	(55)
3. 感應得磁必為異極	(56)
(四) 磁力線和磁場	(56)
1. 磁力線的分佈和磁場	(56)
2. 磁力線的透穿性和磁的隔離	(59)
(五) 磁的電子說	(59)
(六) 磁化和保磁性	(60)
1. 磁化法和益壽法	(60)
2. 保磁性強弱的利用	(61)
3. 怎樣愛護永久磁石	(61)
(七) 磁路	(61)
(八) 磁滯損失	(64)

第六章 電與磁的關係

(67—86)

(一) 電生磁	(67)
1. 電流大小與所生磁性的關係	(67)
2. 電流方向與所生磁場的關係	(67)
3. 線圈通過電流時的磁場	(69)
4. 電生磁的提要	(70)
5. 電磁場與電磁鐵	(71)
6. 電磁與動力的關係	(72)
(二) 磁生電	(73)
1. 磁生電的實驗	(73)
2. 感應電流的方向	(74)
3. 感應電壓的計算	(75)
(三) 電磁相生	(75)
1. 林慈定律	(76)
2. 渦流的利用和渦流損失	(76)

- 3. 自感作用及感應量..... (78)
- 4. 互感作用..... (80)
- 5. 自感與互感作用的減免..... (81)
- 6. 互感量單位及計算..... (83)
- 7. 兩線圈的交連..... (84)

第七章 線圈與變壓器..... (87—100)

- (一) 與感應量有關的物理因子..... (87)
- (二) 線圈的設計..... (88)
- (三) 線圈的聯接..... (89)
 - 1. 線圈間無互感作用的串聯及並聯..... (89)
 - 2. 線圈間有互感作用的串聯及並聯..... (90)
- (四) 線圈的式類..... (91)
 - 1. 調整線圈..... (91)
 - 2. 阻流圈..... (93)
 - 3. 勵磁圈..... (94)
 - 4. 變壓器..... (94)
 - ① 變壓器的種類..... (94)
 - ② 變壓器感應電壓計算..... (95)
 - ③ 變壓器的一般特性..... (95)
 - ④ 變壓器的損失..... (96)
 - ⑤ 變壓器的效率..... (96)
- (五) 線圈的損失..... (97)
- (六) 使用線圈應當注意的要點..... (98)

第八章 電阻器及容電器..... (101—122)

- (一) 電阻器..... (101)
 - 1. 電阻器的種類及其運用..... (101)
 - ① 降壓電阻..... (101)
 - ② 分壓電阻..... (102)
 - ③ 分流電阻..... (103)
 - ④ 洩放電阻..... (104)
 - ⑤ 交連電阻..... (104)

2. 固定電阻的色碼	(105)
3. 使用電阻應注意的要點	(107)
(二) 容電器	(107)
1. 容電器的基本作用	(107)
2. 容電量及其單位	(109)
3. 與容電量有關的物理因子	(109)
4. 容電器的聯接	(111)
① 容電器的並聯	(111)
② 容電器的串聯	(111)
③ 容電器的混合聯法	(112)
5. 容電器的式類	(113)
① 固定容電器的種類	(113)
② 可變容電器的種類	(114)
6. 容電器的用途	(115)
7. 容電器的試驗電壓與工作電壓	(116)
8. 容電器的損失	(117)
9. 固定容電器的色碼	(118)
10. 使用容電器應當注意的要點	(121)

第九章 交流電路 (113—143)

(一) 交流電壓的產生	(123)
(二) 交流電的峯值和有效值	(124)
(三) 交流電的瞬間值和平均值	(126)
(四) 電阻電路	(128)
1. 電阻電路內的電流和電壓	(128)
2. 有效電阻	(128)
(五) 感應電路	(128)
1. 感應週期	(128)
2. 感應電路內電流的滯後	(130)
(六) 容電電路	(131)
1. 容電電路內的電流導前	(131)

2. 容電週阻	(131)
(七) 相角和電工率因數	(132)
1. 相角	(132)
2. 電工率因數	(132)
(八) 混合電路	(134)
1. 電阻和感應週阻的串聯電路	(134)
2. 電阻和容電週阻的串聯電路	(135)
3. 電阻感應週阻容電週阻相串聯的電路	(135)
4. 電阻與感應週阻的並聯電路	(137)
5. 電阻與容電週阻的並聯電路	(137)
6. 電阻感應週阻容電週阻相並聯的電路	(138)
7. 混合電路中的電工率	(139)
(九) 三相電路	(140)
1. 多相的需要	(140)
2. 三相電壓的產生	(140)
3. 三相電路內的電工率	(141)
4. 三相荷載電路的聯接	(142)
5. 三相電路電工率的測量	(143)

第十章 諧振電路和濾波電路 (145—164)

(一) 諧振電路	(145)
1. 本身週率和諧振的意義	(145)
2. 配諧及調整方法	(146)
3. 串聯諧振	(147)
① 串聯諧振的一般特性提要	(147)
② 串聯諧振的實驗	(149)
③ 串聯諧振電路的功效因數	(149)
④ 諧振曲線	(150)
⑤ 串聯諧振的應用	(152)
4. 並聯諧振	(152)
① 並聯諧振的一般特性及提要	(152)

②並聯諧振的實驗	(153)
③並聯諧振電路的有效耗阻	(153)
④並聯諧振的應用	(156)
⑤L/C 比值對諧振電路選擇性的影響	(151)
(二) 濾波電路	(158)
1. 濾波電路的說明	(158)
2. 濾波電路的式類	(149)
①低界濾波器	(159)
②高界濾波器	(160)
③選界濾波器	(161)
④選界抑止器	(162)
⑤電阻容電器式濾波器	(162)
⑥晶體濾波器	(163)
第十一章 振盪電路和交連電路	(165—181)
(一) 振盪電路	(165)
1. 振盪電路和自由振盪	(165)
2. 積存在振盪線圈內的磁能	(167)
3. 積存在儲能容電器內的電能	(168)
4. 減幅波和等幅波	(168)
5. 振盪電路的頻率和週期	(169)
6. 強迫振盪和寄生振盪	(170)
(二) 交連電路	(171)
1. 交連電路的式類	(171)
2. 交連係數	(172)
3. 最佳交連度	(173)
4. 交連振盪的頻率	(174)
5. 實用交連方式	(175)
第十二章 無線電波	(183—204)
(一) 電磁波的分景	(183)
(二) 頻率波長和波速的相互關係	(184)

- (三) 無線電波的發射情形 (187)
 - 1. 電場與磁場 (187)
 - 2. 感應場的性質與放射場 (188)
 - 3. 應用地線發射電波的情形 (189)
- (四) 發射電工率 (190)
- (五) 無線電波的分類 (190)
 - 1. 波長上的分段 (190)
 - 2. 波形上的分類 (191)
- (六) 無線電波的性質 (195)
- (七) 電離層對無線電波的影響 (195)
 - 1. 電離層的概述 (195)
 - 2. 電離層的分析 (196)
 - 3. 影響電離層的原因 (197)
 - 4. 岑靜區與越距 (197)
- (八) 無線電波的接收 (198)
 - 1. 無線電波的接收情形 (198)
 - 2. 無線電波的騷擾 (198)
- (九) 使用長波與短波的比較 (200)
- (十) 超短波的特性 (200)
- (十一) 短波收訊須知 (201)
 - 1. 換算本地時間 (201)
 - 2. 認清波段 (202)
 - 3. 注意日夜季節與氣候 (202)
 - 4. 使用短波收訊機應注意的幾個要點 (203)

第一章

電的根源

「電」的應用極其廣泛，它對於人類福利供獻極大，如電燈、電話、無線電、電動機、電影、電風、電熱、電車……等。但是電是那裏來的呢？就要用電子論來解釋。

(一)物質的最小單位問題

科學界研究物質的最小單位的結果，發現「萬物」中都蘊藏着「電」。組成萬物的原質(或元素)已發現的有九十六種，一切物質都由這些原質相互化合或混合而成。如果分析化合物(如水、食鹽等)，至最小單位不失原有性質的叫分子；如果分析原質物(如銅、氧等)至最小單位叫原子。分子經過分解以後又可以分解成兩種或兩種以上的原子，如水可分解為氫二氧一，但原子還不是組成物質的最小微粒。

由於真空放電的研究和鎊鈹針及具有強烈放射性的鐳，經常的由它們的體系中放射出帶陰電的微粒子，它們的本質繼續不斷的變化成為新的物質，證明原子乃是由若干微小帶電的東西組合構成的。由物質體系內放射出來帶陰電的微粒子，科學界稱它為電子，電子為組成宇宙萬物的微粒之一。一切電的現象都是電子的作用。

二 電子說概觀

解釋宇宙萬物的組成和電磁現象最新的學說是電子說，按其原來的內容概括的說，約有九項：

1. 原子是由帶陽電的原子核，和繞原子核運行的若干帶陰電的游電子組成的。原子核是全數帶陽電的質子（體積比電子略小）和少數帶陰電的電子緊密合而成的。

2. 各種原質的所以不同，是因為各種原子所含的質子與電子數目不同和組織情況不同的關係。

3. 各種原子裏的質子或電子的性質、質量、大小、形狀和所帶的電量，完全相同。

4. 游電子在原子內圍繞原子核迅速運行，中間有相當空隙，運行軌道有圓形橢圓形，軌道層數自一至七層。

5. 原子核內質子總數通常等於原子核內外全部電子的總數。因此陰陽電相互中和平衡不呈帶電現象。游電子（尤其外層的游電子）受到外力的影響，常失去運行常態，甚至採取突躍的運動方式脫離本原子，那麼這個缺少了電子的原子就帶陽電（陽游子）；相反的增多了電子的原子就帶陰電（陰游子）。

6. 一切光、熱、電磁、化學反應等現象，都是外層游電子變化的關係。內層游電子變動能形成X光線。原子核內的電子變動是放射性的根源和原子崩潰分裂的原因。

7. 游電子在原子內運行的情形，和太陽系內的各行星繞太陽運行的情形相仿，又和我們用線捧了一塊東西搖起來的情況相仿，原子核與游電子間也具有相當的吸引力。

左圖表示某一原子組成的複雜情況，圓形橢圓形的圈代表各層游電子繞原子核運行的軌道。下邊的表表明幾種原素的原子組成概況：



幾種原質的原子組成概況表

原	質	氫	氧	磷	銅	銀	鉛	鈾
原 子 核	質 子 數	1	16	31	63	107	207	238
	電 子 數	0	8	16	34	60	125	146
電 子 數		1	8	15	29	47	82	92
軌 道 層、數		1	2	3	4	5	6	7

氫原子的組織最簡單，鈾是組織最複雜的原子。

8. 電子的半徑約 1.9×10^{-13} 公厘，二十五萬億個電子排起來只有一吋長，電子質量約 9×10^{-28} 克，所帶陰電電量約 4.8×10^{-10} 靜電單位。質子比電子重約 1850 倍（以上這些數目字是根據推算得出的，並不十分正確）。質子所帶的陽電與電子所帶的陰電相等。原子的質量為該原子的全部質子和全部電子質量的總和。

9. 根據各原質的化學特性，知道游電子運行的軌道上自第一層到第七層應各有一定數目的游電子。凡是最外層不足應有數的原子，具有化學活性，容易和其他原質化合。凡最外層已足應有游電子數的原子，具有化學惰性，不容易和其他原質化合。各層軌道上游電子的應有數目自第一層起（從原子核向外數）至第七層止應當是 2. 8. 8. 18. 18. 32. 32.（由不活潑原素氮氖氫氬氫氫氣推定）。

電子說是根據科學上的新發現和實驗為探討的基礎，不是憑空的理想。它不僅把電學和化學的隔閡溝通，而且把光、熱、電磁，和放射性等性質給以一貫的解釋，使人們對宇宙「萬物」的認識更明確了。不過科學界正不斷發現新的事物，電子說的內容仍不夠充實。近來科學界證實任何物質都有放射性，並且任何原子都能分裂解放出很大的能量。就是說把物質幾千幾萬或幾萬萬年的變化設法縮短，使能在短促時間內，或短期內完成變化過程。飛躍式的變質就能產生大量的原子能。

原子核分裂能放出中子，它是原子核內一個電子與一個質子的

結合體、不帶電、有穿入性；它能使別個原子變動或分裂，原子核又能放出正電子，它的質量和電子相同帶有陽電，它的存在時間很短促。此外又有介子、負質子、微中子等。可知原子的組織並不簡單。各種物質中的質子特性可能也各有差異，說不定質子、中子、電子中間會有比電子更小的東西存在。原子構成問題至今還沒有定論，因此我們不能把電子說看成最後的結論。

(三) 導體和絕緣體

根據電子說，凡物質體系內的游電子受到低微的外力影響，就失去常態脫軌離開本原子體系作前進活動的物質都是良好的導體，簡稱導體。一般金屬都是導體，導體對電子移動的阻力很小。銅是良好的導體應用最普遍；鐵、鋁、較銅的導電能力差些，但鐵價廉、鋁輕，所以應用也很廣泛。大地也能導電所以我們常用地線借大地作導體。

凡物質體系裏的游電子雖受較強的外力影響，但仍不致脫離本原子體系的，是不良導體，我們叫它絕緣體。絕緣體對電子移動的阻力很大。雲母、瓷、玻璃、膠木、臘、油、空氣、膠皮、紙等都是絕緣體，一般電器上常利用它們隔絕電子的活動，用途很普遍。

一切物質既然都是質子和電子的組合體，所以沒有不能導電的東西，不過各種物質的導電程度不同；因此我們要根據物質的導電程度，和所處的地位、用途來分析它是導體或是絕緣體。某些絕緣物質當溫度變化時，其絕緣程度亦隨之變化，例如玻璃加熱至二三百度時，就善於導電，失去其絕緣性。又普通水是善於導體的，但純水（蒸餾水）則難於導電有絕緣性。因此，導體和絕緣體之間並沒有明確的分界。可以這樣說一切電器的設計構造，一切電器的工作，都是適當的配合運用導體和絕緣體，使適量的電子集體運動於一定的路線而達成工作任務的。

第一章 複習題

一、電的應用除例舉的電燈、電話、無線電……等以外還有那些面用？

二、爲什麼物質在真空中容易放電？

三、你對於電子說那些是認爲合理的，那些是有疑問的？

四、變化越快單位時間內產生能量越大，有那些例證？

五、通常用作導體的有那些物質，用作絕緣體的有那些物質？

六、簡述原子的大概構造情形。

★學校中進行輔導時，應建立問題徵集簿徵集學員疑難問題，作有系統，有重心的解答。

★學習當中應首先弄通普通常識，然後再深入一步，應掌握由淺入深的原則。

元 素 組 別

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		0
							Fe	Co	
Li 3 價 6.940	Be 4 價 9.02	B 5 價 10.82	C 6 價 12.010	N 7 價 14.008	O 8 價 16.000	H 1 價 1.0085			H ₂ 價 4.008
Na 11 價 22.997	Mg 12 價 24.32	Al 13 價 26.97	Si 14 價 28.06	P 15 價 30.98	S 16 價 32.06	F 9 價 19.00	Cl 17 價 35.457		No 18 價 20.183
K 19 價 39.096	Ca 20 價 40.08	Sc 21 價 45.10	Ti 22 價 47.90	V 23 價 50.95	Cr 24 價 52.01	Mn 25 價 54.93			Ar 18 價 39.944
Zn 30 價 65.37	Ga 31 價 69.72	Ge 32 價 72.60	As 33 價 74.91	Se 34 價 78.96	Br 35 價 79.916				Kr 36 價 83.7
Sr 38 價 87.63	Y 39 價 88.92	Zr 40 價 91.22	Nb 41 價 92.91	Mo 42 價 95.94	Te 43 價 127.61				
Ag 47 價 107.88	Cd 48 價 112.41	In 49 價 114.76	Sn 50 價 118.70	Sb 51 價 121.76	To 52 價 126.92	I 53 價 126.92			So 54 價 131.3
Ba 56 價 137.34	La 57 價 138.92	Hf 58 價 178.0	Ta 59 價 182.0	W 60 價 186.21	Os 61 價 190.2	Rh 62 價 192.22			
Au 79 價 197.2	Hg 80 價 200.61	Tl 81 價 204.39	Pb 82 價 207.21	Bi 83 價 209.00	Po 84 價 (210)				
	Ra 88 價 226.05	Ac 89 價 (227)	Th 90 價 232.12	Pa 91 價 231	U 92 價 238.07	Np 93 價 —			

Ce 58 價 140.13	Pr 59 價 140.92	Nd 60 價 144.27	Sm 62 價 153.03	Eu 63 價 152.0	Gd 64 價 156.9
Tb 65 價 158.9	Dy 66 價 162.46	Ho 67 價 164.94	Tm 68 價 168.9	Yb 69 價 173.04	Lu 71 價 174.99

圖4 門捷列也夫的元素週期表