

科學圖書大庫

電子學圖釋

譯校者 沈在崧

徐氏基金會出版

科學圖書大庫

電子學圖釋

譯校者 沈在崧

徐氏基金會出版

徐氏基金會科學圖書編譯委員會

科學圖書大庫

監修人 徐銘信 科學圖書編譯委員會主任委員
編輯人 林碧銓 科學圖書編譯委員會編譯委員

版權所有

不許翻印

中華民國五十六年一月二十五日初版
中華民國六十四年六月二十三日再版

電子學圖釋

基本定價 1.30

譯校者 沈在崧 國立成功大學電機工程學系教授

(63)局版臺業字第0116號

出版者 財團法人臺北市徐氏基金會 臺北市郵政信箱53-2號 電話 7813686 號
發行者 財團法人臺北市徐氏基金會 郵政劃撥賬戶第15795號
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號

我們的工作目標

文明的進步，因素很多，而科學居其首。科學知識與技術的傳播，是提高工業生產、改善生活環境的主動力，在整個社會長期發展上，乃人類對未來世代的投資。從事科學研究與科學教育者，各就專長，竭智盡力，發揮偉大功能，共使科學飛躍進展，同把人類的生活，帶進更幸福、更完善之境界。

近三十年來，科學急遽發展之成就，已超越既往之累積，昔之認為絕難若幻想者，今多已成為事實。人類一再親履月球，是各種科學綜合建樹與科學家精誠合作的貢獻，誠令人有無限興奮！時代日新又新，如何推動科學教育，有效造就科學人才，促進科學研究與發展，允為社會、國家的基本任務。培養人才，起自中學階段，學生對普通科學，如物理、數學、生物、化學，漸作接觸，及至大專院校，便開始專科教育，均仰賴師資與圖書的啟發指導，不斷進行訓練。從事科學研究與科學教育的學者，志在貢獻研究成果與啟導後學。旨趣崇高，至足欽佩！

科學圖書是學人們研究、實驗、教學的精華，明確提供科學知識與技術經驗，本具互相啟發作用，富有國際合作性質，歷經長久的交互影響與演變，遂產生可喜的收穫。我國民中學一年級，便以英語作主科之一，然欲其直接閱讀外文圖書，而能深切瞭解，並非數年所可苛求者。因此，本部編譯出版科學圖書，引進世界科技新知，加速國家建設，實深具積極意義。

本基金會由徐銘信氏捐資創辦，旨在協助國家發展科學知識與技術，促進民生樂利。民國四十五年四月成立於美國紐約。初由旅美學人胡適博士、程其保博士等，甄選國內大學理工科優秀畢業生出國深造，前後達四十人，返國服務者十不得一。另贈國內大學儀器設備，輔助教學頗收成效；然審度衡量，仍嫌未能普及，乃再邀承國內外權威學者，設置科學圖書編譯委員會，主持「科學圖書大庫」編譯事宜。主任委員徐銘信氏為監修人，編譯委員林碧鏗氏為編輯人，各編譯委員擔任分組審查及校閱。「科學圖書大庫」首期擬定二千冊，凡四億言，叢書百種，門分類別，細大不捐；分為叢書，合則大庫。從事翻譯之學者五百位，於英、德、法、日文中精選最新基本或實

II

用科技名著，譯成中文，編譯校訂，不憚三復。嚴求深入淺出，務期文圖並茂，供給各級學校在校學生及社會大眾閱讀，有教無類，效果宏大。賢明學人同鑑及此，毅然自公私兩忙中，撥冗贊助，譯校圖書，心誠言善，悉付履行，感人至深。其旅居國外者，亦有感於爲國人譯著，助益青年求知，遠勝於短期返國講學，遂不計稿酬菲薄，費時又多，迢迢乎千萬里，書稿郵航交遞，報國熱忱，思源固本，僑居特切，至足欽慰！

今科學圖書大庫已出版七百餘冊，都一億八千餘萬言；排印中者，二百餘冊，四千餘萬字。依循編譯、校訂、印刷、發行一貫作業方式進行。就全部複雜過程，精密分析，設計進階，各有工時標準。排版印製之衛星工廠十餘家，直接督導，逐月考評。以專業負責，切求進步。校對人員既重素質，審慎從事，復經譯者最後反覆精校，力求正確無訛。封面設計，納入規範，裝訂注意技術改善。藉技術與分工合作，建立高效率系統，縮短印製期限。節節緊扣，擴大譯校複核機會，不斷改進，日新又新。在翻譯中，亦三百餘冊，七千餘萬字。譯校方式分爲：(1)個別者：譯者具有豐富專門知識，外文能力強，國文造詣深厚，所譯圖書，以較具專門性而可從容出書者屬之。(2)集體分工者：再分爲譯、校二階次，或譯、編、校三階次，譯者各具該科豐富專門之知識，編者除有外文及專門知識外，尚需編輯學驗與我國文字高度修養，校訂者當爲該學門權威學者，因人、時、地諸因素而定。所譯圖書，較大部頭、叢書、或較有時間性者，人事譯務，適切配合，各得其宜。除重質量外，並爭取速度，凡美、德科學名著初版發行半年內，本會譯印之中文本，廣即出書，欲實現此目標，端賴譯校者之大力贊助也。

謹特掬誠呼籲：

自由中國大專院校教授，研究機構專家、學者，與從事科學建設之工程師；

旅居海外從事教育與研究學人、留學生；

大專院校及研究機構退休教授、專家、學者。

主動地精選最新、最佳外文學名著，或個別參與譯校，或聯袂而來譯校叢書，或就多年研究成果，撰著成書，公之於世。本基金會樂於運用基金，並藉優良出版系統，善任傳播科學種子之媒介。祈學人們，共襄盛舉是禱！

著 者 序 (節略)

拙著「電子學圖釋」原分上下兩冊，已出版八萬本，爲使能更普遍推銷各地起見，現已重加修正及增訂。而電子工程在各方面的迅速進展，使此種修訂，更爲迫切。

本書係綜合電子工程及其有關之範圍如廣播、電視、雷達等加以討論，期能使一般人對此種有趣之工程技術加以重視。本書係以「電工學圖釋」一書爲基礎，讀者可參閱之。

本書附圖係由勒白霍斯頓尼 (Nebehosteny) 夫人繪製，謹對其合作與鼓勵表示謝意。

校 譯 者 序

本書係電工學圖釋之姊妹篇，原作者在本書中注重於應用電子學之技術方面之敘述。主要在介紹電子管以及電晶體等所構成之裝備，如何應用之於業工方面，以及如何在改善人類生活上，有所貢獻。在此方面，作者可云已作了一個廣泛的搜集，原書在西德，亦為通俗科學方面之暢銷書之一，曾銷行八萬冊以上，故樂為之推介如次。

校譯者：成功大學電機系
教授沈在崧於臺南

徐氏基金會
科學圖書大庫

引介世界科技新知
協助國家科學發展

發行編號 0004

圖解電子學

目 錄

著者序	
校譯者序	
電子小傳	1
電子管	9
電子管如何工作	9
整流管	12
用電子管來放大及控制	18
對電晶體應有之認識	26
令人驚奇的無線電廣播及電視	31
無線電波——電波傳音	31
電視波——電波傳像(電視圖)	80
科學及工業電視	110
電子指示器—雷達	115
特種電子學	129
電子學之構造要素	129
工業電子學	148
電子測量器	170
電子顯微鏡	183
醫療中之電子學	187
電子改善之事物	195
紅外線望遠鏡——圖像放大器	195
電子計算機	197
電子閃光燈	201
助聽器	205
超音波——由電子器械產生	208
電子樂器	211
編後言	215

電子小傳

描寫不可見的東西，是一件不容易的事：電子就是不能看見的，爲了能清晰地說明其模樣，必須用能够捉摸而明顯易懂的事物來比喻。常用的電子定義是：「電子爲物質之最小組成體」。這樣的定義太過草率，僅可當作一種不負責任的解釋。第二種定義是：「電子爲物質最小之微分子」此種定義叫起來比較妥當，但並非百分之百的正確。試問，電子是否真是「微分子」。不過在下面的述說中，此種臆說「電子係微分子」將被採納，因爲，這是唯一能使初學者明瞭電子作用的一種定義。

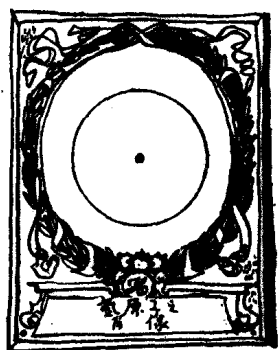


以前，原子係被認爲「物質之最小組成體」，這在當時也是一種不可看見的構想而已。各種紡織物，石頭，金屬，木料，以及所有物質均係由原子組成。例如我們自己的軀體是由成億的原子組合而成，我們所呼吸的空氣，所喝的水，各種實物以及所有在我們周圍和體內的物質，都是原子的結合。

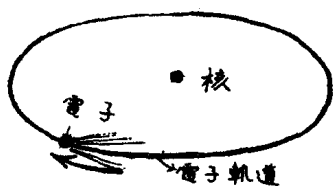




如果從一塊鐵上鋸掉很小很小的一粒，則此小鐵粒再繼續磨成鐵粉仍不是一堆鐵原子。這種最小而僅足看見的鐵粉，仍相當大，如果和一個鐵原子比較，正如一塊巨大的岩石與小砂粒之比。



鐵原子與銅原子或鉛原子各不相同。也就是說，雖然所有化學元素及原料，均由原子組成，但其構造均不相同。其中最簡單的是氫原子，此為氣體中最輕之原子。比原子經高倍放大後，看起來像個球，中央有一個很小的核。



物理學家和化學家們，將那種位於原子中央的核，名為「原子核」。而將其週圍的球面，視為一種軌道，本書中居重要地位的「電子」，以驚人的速度繞此軌道旋轉。

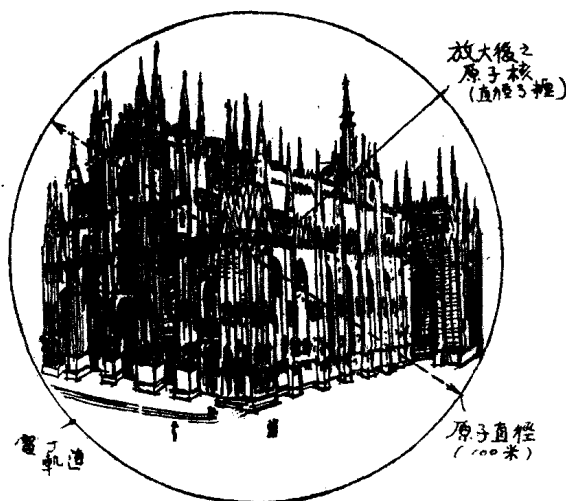
談到將一個球面，作為電子的軌道時，必需加以解釋者；即電子並非僅在一個圍繞原子核的平面上轉動，因為此軌道面，也在環繞其中心點，不斷而快速的旋轉，因而就成了一個球形軌道，或外殼軌道。而電子就在此球形軌道上轉動。

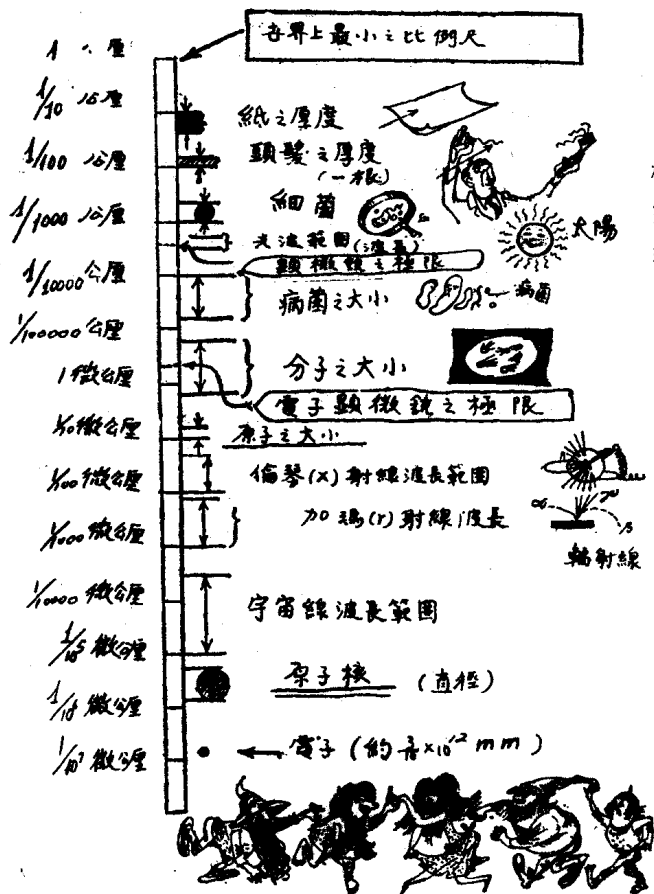


由於電子的運動所建立的外殼，太過堅固，以致最強的機械方法，亦無法貫穿之。此種堅強的硬度，係由電子流之驚人轉速所致。——如果要作一簡單的比喻；現成的例子是：一個水柱，當以極大的壓力噴出管口時，用一木棒就不能橫打過去，如果用力很大，則此棒猶如打在鋼柱上一樣，將立即折斷，如果水柱壓力足夠高的話，則縱使用一把刀，亦將如同砍在金剛柱上一般，而立即折斷。



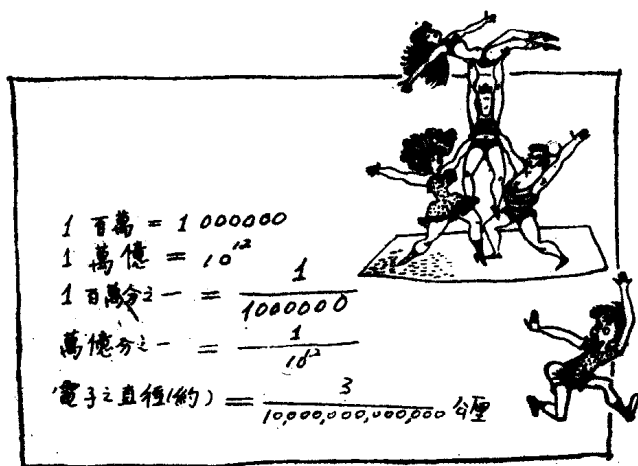
巨大的能量，使原子結合在一塊兒。在經常可能之情況下，原子分裂時，亦將放出大量之能：即原子能。但目前尚非談論此點之時，故而言歸正傳，再回到氫原子上。——原子核與外殼之間究竟存有何物？什麼也沒有！原子核與外殼間空空洞洞，一無所有，如果我們將原子核想像到千億倍大，致與一粒小麥相等，則原子核與外殼間之距離，將達五十公尺，而原子之直徑將有一百公尺。此一巨大的球形廣場，足可容納著名的米蘭教堂了。





不僅氫原子之原子核周圍，有如此寬大之空間，其他如鐵，銅，鋁，金或氧之原子，均有相似之情況。

我們從附圖中左旁的比例尺，即可大概想像一個氫原子之實際大小。其讀數每隔一刻度即小十分之一，愈往後面則原子愈顯得大。氫原子之直徑約有萬分之一微米；最大的原子之一，如鈾原子，其直徑約大一倍半，而原子核之直徑，在 $\frac{1}{10^5}$ 微米與 $\frac{1}{10^6}$ 微米之間。

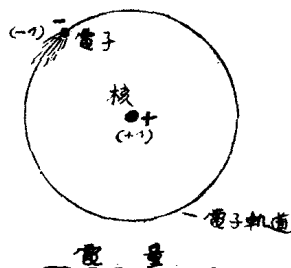


原子核已經够小了，但電子更小，其直徑僅及 $\frac{3}{10}$ 微微公厘。這是一般不可想像的極限，但在精密的科學方面，却用這種超極小之量度來計算。

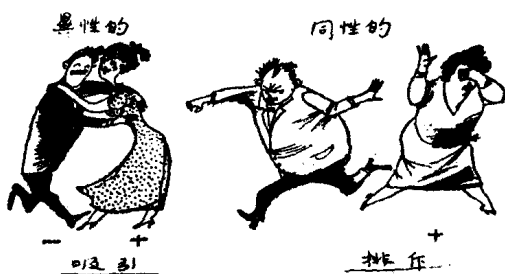
前面已經提及：氫原子是所有原子中最簡單的，僅有一電子環繞著一電子核。其間有一種神奧的力量，最好說是「能量」，以維持此種系統於平衡狀態。我們可以將電子比喻為一塊石頭，將石頭固定於繩之一端，而繞另一端旋轉，則繩子即阻止石頭飛離軌道。



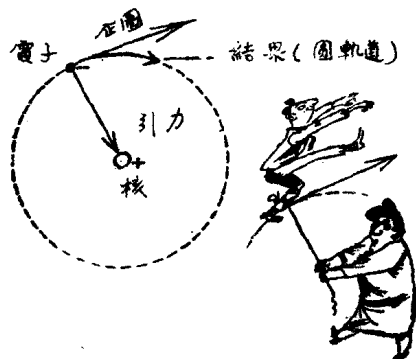
這種阻力，在原子中，即為靜電引力，它阻止電子脫離軌道，並使其軌道不能擴大或縮小，原子核帶一正電荷，電子則帶一負電荷，二者電量相等（故原子對外而言，係屬中性）。



異性電荷互相吸引，同性電荷互相排斥（兩正電荷為同性，同樣兩負電荷亦為同性，而一正與一負電荷則為異性）。



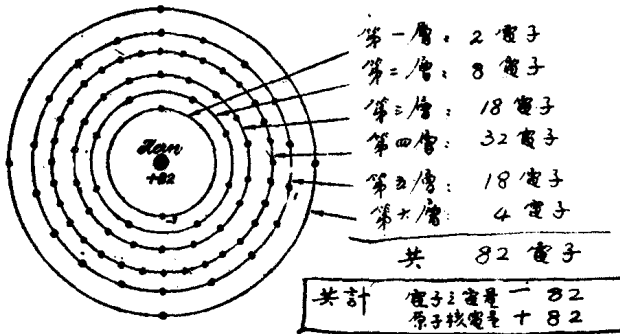
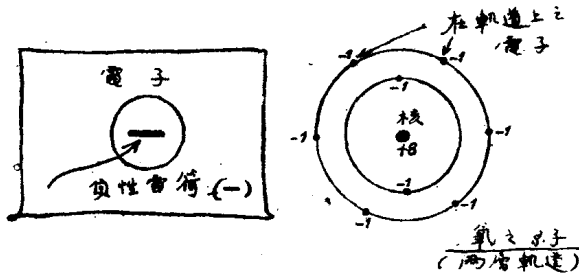
電子在其軌道上，極快地運轉，因而有離開軌道之趨勢，但因其帶負電，故帶正電的原子核可阻止其飛離軌道。且此原子核之正電荷，對電子之引力，完全與其離心力相等。其實際情況非常複雜，物理學家尚難作具體之解說，然現有之解釋，已足敷用；即電子環繞原子核運轉之情況，正與宇宙中有一種力量，使月亮在固定的軌道上，環繞地球運轉之情況相似。



我們當記住：電子是帶負電的，每個電子所帶之負電量都相等。

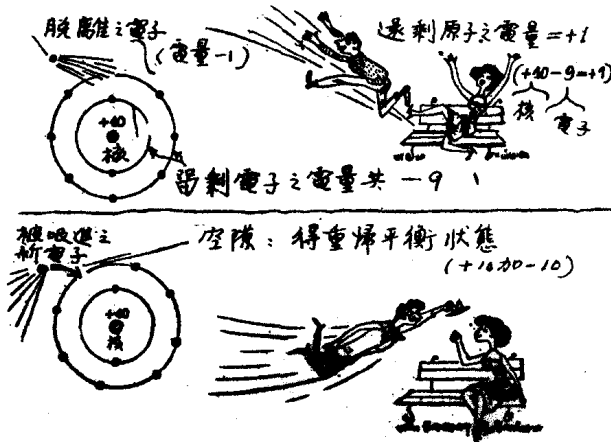
氧原子，共有內外兩層電子軌道，外層軌道有六個電子，內層軌道有兩個電子，如果我們假定每個電子所帶電量為-1

，則其所有電子之電量、共為-8，因而電量為+8 之原子核，與其保持平衡。



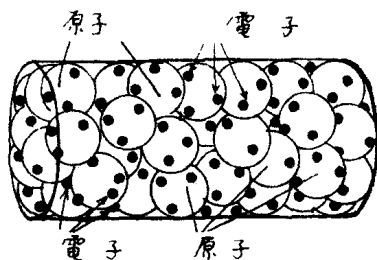
鉛原子 (模型的) 6層軌道

有些原子，由更多之電子構成，有六七層電子軌道。如鉛原子即有六層軌道，共有82個電子，在其軌道上運轉。在此情況下，原子核電量必須為+82，俾與帶負電之82個電子保持平衡。而原子本身則係中性，因而如要破壞此種平衡，非有強大之能不可。



在一定之情況下，電子能脫離其運轉之軌道，成為自由電子，隨意漂泊。而被其破壞之平衡，則欲重歸原狀，將其附近游動之自由電子捕獲，以補其所失。

在各種不同物質之結構中，均有自由電子存在，如圖中所示，小黑點表示自由電子，在大的原子球中間自由游動。

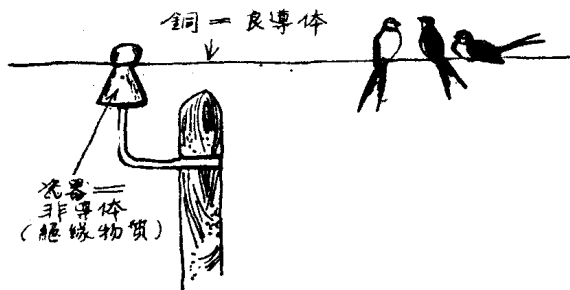


當自由電子，因外界的作用而發生移動時，就形成一電子流，在電機術語中，便稱之謂「電流」。

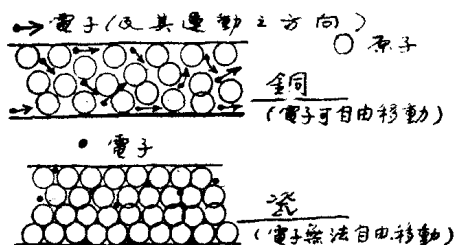


衆所週知地。對電流而言，有良好導電的物質，與另一種對電流發生較大阻力的物質。敵視電流的物質，有相當的阻力，致能切斷電子通路。我們稱之爲非導體（或絕緣物質）。

如銅，鋁爲良導體，而瓷，玻璃和多數藝術品則爲非導體（與其相近者有「半導體」，以後將可論及）。

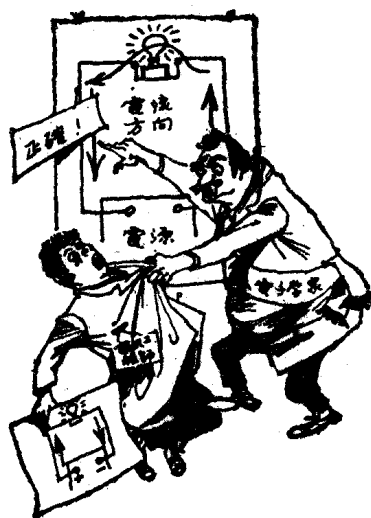


物質因其結構不同，而有不同之特性，因而有些物質，電子可以通過，有的較難於流通，有的則根本不能通過。譬如，在銅導線的原子之間有足够的空隙，讓電子前移，而在瓷器的原子之間則沒有。

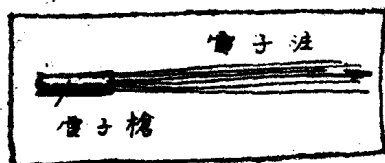




一個有電壓之電源，可以使電子流過一迴路導線，電機上即稱其為電流，電流係由+（正）到-（負）。



然而，電子學家們，則認為以上說法，完全不對。他們認為電子流，實際是以相反方向流動，即由-（負）到+（正）。而且強調絕無其他更為合適的論說。因為正極必吸引帶負電的電子，同時負極必排斥之，所以，在純電學的立場上，我們首當牢記：電子流係恒由負（-）到（+），而交流電流，係方向變動之電子流。其方向之變換可快可慢（或頻率可高可低）。



電子不僅可以在導體或導線中移動，而且可在真空中，以不同之速度移動，此種情況將於以後論及。