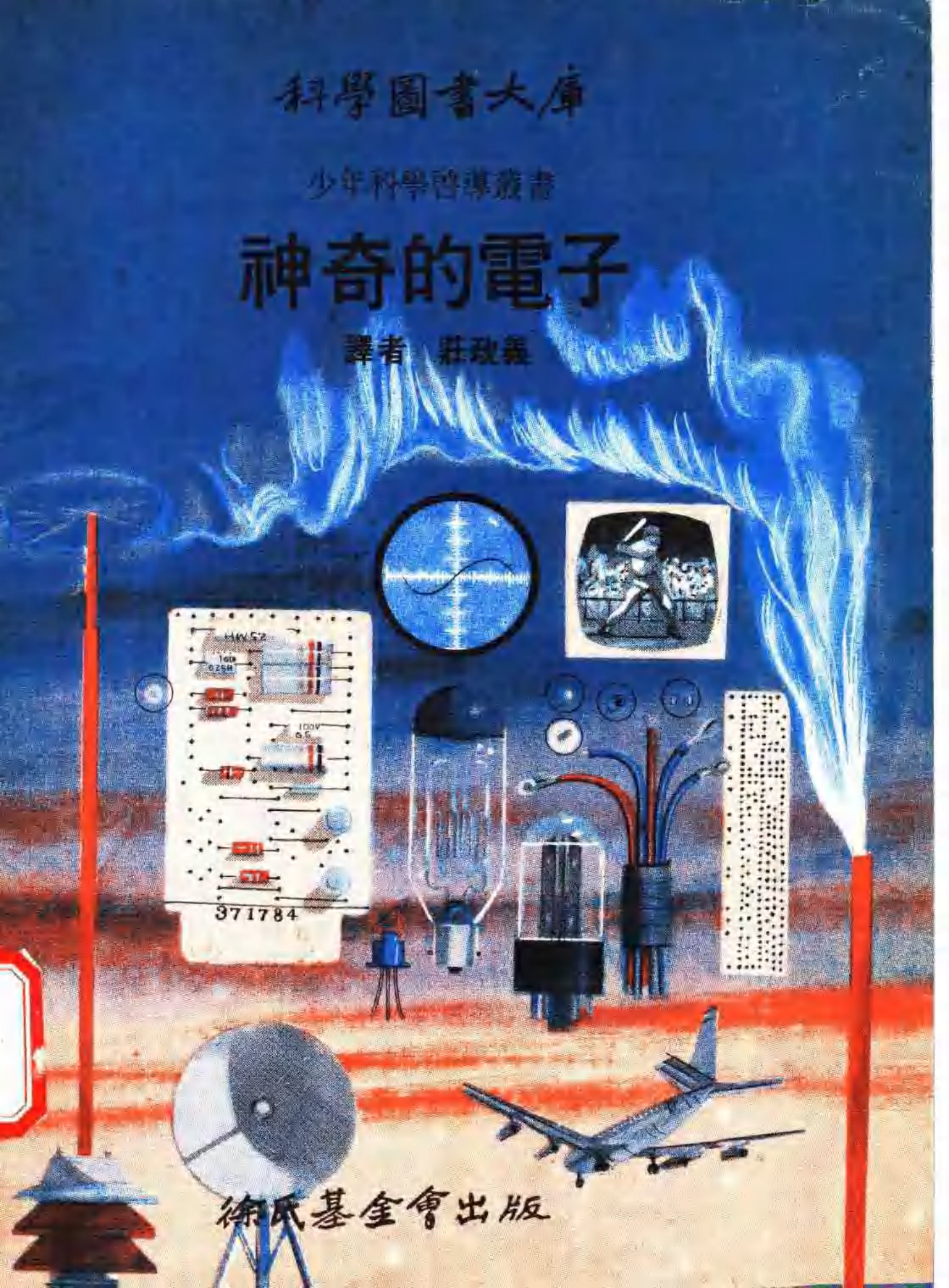


科學圖書大庫

少年科學啓蒙叢書

神奇的電子

譯者 莊致義



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

中華民國六十四年一月二十五日初版

少年科學啓導叢書

神奇的電子

基本定價 0.80

譯者 莊政義 台大電機研究所碩士

(63)局版臺業 第0116號

出版者 臺北市徐氏基金會 北市郵政信箱53-2號 電話 783686號
發行所 臺北市徐氏基金會 郵政劃撥賬戶第15795號
承印者 高山彩色印刷有限公司

我們的一個目標

文明的進步，因素很多，而科學居其首。科學知識的傳播，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。科學宗旨，固在充實人類生活的幸福也。

近三十年來，科學發展速率急增，其成就超越既往之累積，昔之認為絕難若幻想者，今多已成事實。際茲太空時代，人類一再親履月球，這偉大的綜合貢獻，出諸各種科學建樹與科學家精誠合作，誠令人有無限興奮！

時代日新又新，如何推動科學教育，有效造就人才，促進科學研究與發展，允為社會、國家的急要責任，培養人才，起自中學階段，學生對普通科學，如生物、化學、物理、數學，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。科學研究與教育的學者，志在將研究成果貢獻於世與啓導後學。旨趣崇高，立德立言，也是立功，至足欽佩。

科學本是互相啓發作用，富有國際合作性質，歷經長久的交互影響與演變，遂產生可喜的意外收穫。

我國國民中學一年級，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，並非數年之間，所可苛求者。因此，從各種文字的科學圖書中，精選最新的基本或實用科學名著，譯成中文，依類順目，及時出版，分別充作大專課本、參考書，中學補充讀物，就業青年進修工具，合之則成宏大科學文庫，悉以精美形式，低廉價格，普遍供應，實深具積極意義。

本基金會為促進科學發展，過去八年，曾資助大學理工科畢業學生，前往國外深造，贈送一部份學校科學儀器設備，同時選譯出版世界著名科學技術圖書，供給在校學生及社會大眾閱讀，今後當本初衷，繼續邁進，謹祈：

自由中國大專院校教授，研究機構專家、學者；

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、最佳外文科學技術名著，從事翻譯，以便青年閱讀，或就多年研究成果，撰著成書，公之於世，助益學者。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。掬誠奉陳，願學人們，惠然贊助，共襄盛舉，是禱。

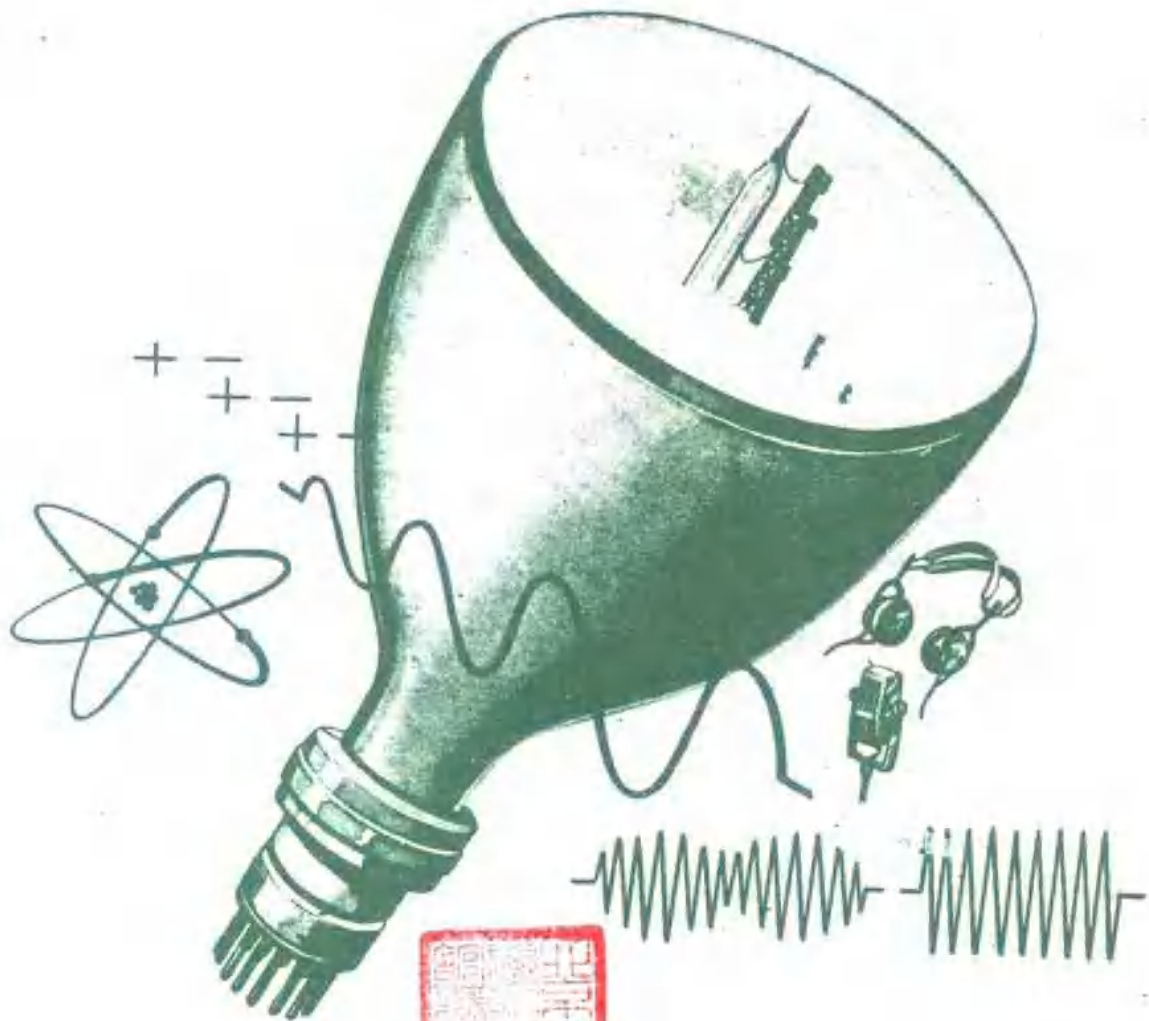
徐氏基金會敬啓

科學圖書大庫

少年科學啓導叢書

神奇的電子

譯者 莊政義



徐氏基金會出版

183934



前 言

大約在五十年以前，有一位很著名的英國科學家發現所有物理學家的工作大致上似乎都已經完成了。再沒有其他的東西可被發明！驟然，在一夜之間與物質及能量有關的新觀念突又被發現了，那就是放射性光。爲了急於探討新的粒子及特性，已經被人「束之高閣」的原子又被人們拿出來研究。於是物理世界上好像又充滿了蓬勃的“發現”朝氣！

對於現代人們的眼光看來，假如科學家說什麼方面的科學都已經發現了，什麼知識都已經了解得非常透徹了，則這種說法未免太愚笨昏庸了！事實上，我們每一個人都會很驚奇地發現：每過十年，日新月異的知識好像又增多了一倍！從你開始成長到現在，新的科學知識，又多出一倍來你會相信嗎？

這本「神奇的電子」，只是代表在廣大的物理學問領域中科學家們所累積下來的一小部分新知識而已。X—光，真空管，無線電收音機、電視、雷達、電晶體，通訊衛星都是近代電子裝置的代表樣品。在往後的一二十年內又會有什麼發明改進嗎？如果你想跟上時代，你將會發現到未來可能的發展實非我們現在能夠夢想得到的。人類的智慧，科學的進步就是如此呀！

所以當你研讀這本電子書時，你不但會了解到神奇的電子，而且也能爲未來尚沒有發現的東西下功夫準備着。

Paul E. Blackwood

目錄

電子世界	4	無線電電台如何廣播？	22
電子學：電子的故事	7	無線電收音機如何工作？	23
什麼是原子？	7	什麼是調頻廣播？	24
什麼是電子？	8	電視是如何地廣播呢？	25
電子怎麼收集？	8	電視機如何地接收呢？	27
電荷如何相互作用？	9	彩色電視怎樣工作呢？	28
什麼是電流？	10	什麼是電晶體？	28
什麼是導體與絕緣體？	11	電晶體是什麼做成的？	29
什麼是電子幫浦？	11	什麼是“摻雜”？	29
什麼是電路？	11	電晶體是如何地做成的？	30
是誰做了第一件電子的發明呢？	12	電晶體如何工作？	31
電子管如何工作？	13	電晶體為什麼會取代電子管？	31
陽極與陰極是什麼？	14	什麼是半導體兩極體？	32
無線電收音機及電視的廣播與接收	14	電子裝置的神奇世界	32
什麼是電磁波？	14	雷達怎麼工作？	32
什麼是波長及頻率？	15	聲納是什麼？	36
是誰第一個發現了電磁波？	17	電子對於醫學上有什麼貢獻？	38
什麼是無線電廣播？	18	光電池是什麼？	40
世界上第一個廣播節目是什麼？	19	“自動門”怎麼工作？	40
第一組瑞斯特的魔奇燈泡是什麼？	21	黑光下如何逮捕竊賊？	42
三極管如何工作？	22	有聲電影如何地做成？	43
		電子如何幫助我們做出更好的顯微鏡？	44
		什麼是通訊衛星？	45
		電子與你	48



AWT 312 / 11



科學上
所用的
電子計
算機



娛樂上
應用的
電視



電子世界

有一載客逾百的民航飛機要在霧氣迷漫的機場著陸降落。駕駛員要將這個龐然大物的飛機引進機場跑道上，可是他以肉眼看飛機的前方最多也只不過是幾呎罷了！然而看不見東西的駕駛盤卻能將飛機導航而安全降落。這是什麼道理呢？原來在機場的控

制塔臺上，可以觀察到出現在雷達銀幕上的飛機，而利用無線電收音機告訴飛行駕駛員著陸時所應注意的步驟與方法。飛行員也可以從飛機駕駛艙中雷達的銀幕上看到機場跑道所出現的兩排亮點。因此雷達與無線電收音機實在是很重要的電子裝置。

電子學雖然在科學及工程上是一支非常新興的科學，但是實在發展得很快。在無線電收音機上、電視上及長途電話器具上，電子在通信中實在佔了主要的角色。在科學上、工業上及國防上利用電子計算機來“判斷”，其他用電子計算機來控制的裝置有火箭、飛彈導航及追蹤器材。電子幫忙了醫生們提供病症的診斷與治療。

幾乎你所遭遇到的一切無不與電子有關！



在接近霧氣迷障的跑道時，飛行員可在飛機上儀表的雷達螢幕中看出登陸障礙物的亮點。

而若飛機也被霧層包圍住，機場塔台上的技術人員亦可在雷達中看出飛機的位置而用無線電與之聯絡，通知飛行員降落所需注意的事項與步驟。

在棒球場上電視攝影機鏡頭緊緊地跟隨着脫棒而出的球兒，球越過全壘打板而飛進觀眾看台上，全壘打！全壘打！鏡頭又轉向跑者，他快步地跑完一圈，回至本壘；於是鏡頭又轉向歡呼得喧天的觀眾。於是在家裡，從電視機上你可以看見在球場上所發生的一切。甚至於球棒與球兒清脆的一擊及觀眾興奮的呼喊聲都傳入於你

的耳中！有了電視及無線電，球場上所發生的一切影像聲音都可以在家裡知道了。

在工廠的傳送帶上，有一列的罐頭經此傳送至包裝部。然後隨時都有一鋼條越過輸送帶將凹曲的罐子推入棄槽中。此排罐頭經由“電眼”——工程師們稱之為光電池——將凹曲的罐子檢定出來，令鋼棒伸出來將之由

輸送帶上推落下去，而另一個電眼則將傳送到包裝部的罐頭一個一個地數出來。

醫生要檢查病人在車禍中是不是肋骨被撞斷了。於是他將病人推到X光攝影機鏡頭面前，X光穿透過病人的皮膚及胸部肌肉將病人的肋骨照出來。

X光照相機可以說是第一個被發明的電子儀器。除了可供醫生看見病人體內的骨骼及器官的情形，X光也應用在工業上。在機器的構造中，大的X光攝影機可以“穿”過幾乎五寸厚的堅固金屬物看出其內部是否有缺異。例如飛機的翅膀及火車輪子就是經由X光檢查。看出是否有由表面看

不出來的小缺陷。這樣利用X光來檢驗機器零件的缺陷，以防在使用中產生的不幸事件。

在科學研究上電子儀器也是佔了很重要的角色。原子科學家在工作上需要一種很大的電子機器諸如迴旋加速器作為原子的撞擊器。科學家們需作複雜繁瑣的計算，如果祇靠筆與紙勢必需要浪費很多的人力、時間、而且還不能保證正確，所以就需利用電子計算機來操作以節省時間的浪費。一般的顯微鏡若用光將欲測察的東西照明之，了不起也只能夠將實體物放大到二千五百倍。而如果用電子顯微鏡，則放大的倍數將可以超過二十萬倍哩！所有的這些電子裝置在我們的日常生活中實在是很重要的。諸如收音機，電視機就是一個很顯明的例子。其他像航空、醫藥上，實業上所用也許你不熟悉，但是在日常生活中都是跟我們有密切關係的。在本書中我們將可熟悉這些電子裝置的性能與了解什麼是電子。



電子在實業上：食品罐頭由封裝部經由輸送帶傳送至運輸部。“電眼”可將罐頭數出而且檢查出不好的罐頭。

電子在醫藥上：強力的X光儀器可用來醫治疾病。



電子學：電子的故事

電子學是討論如何控制電子運動的科學

在想要了解上面的定義之前，我們應該先知道一點有關電學上的東西，因為電學與電子學是有很密切的關係的。所以讓我們先來了解什麼是電子。

什麼是原子？

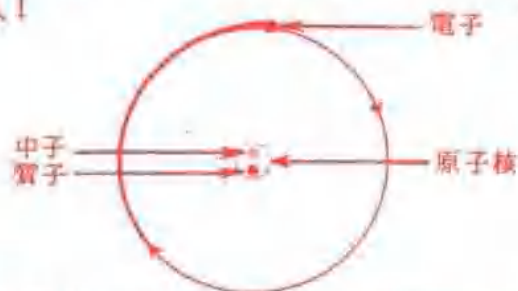
所有的物質都是由很小的質點稱為原子所構成的。印刷用的紙張；我們所呼吸的空氣；所飲用的水；我們的皮膚、骨骼、肌肉及毛髮——都是由原子構成的。

對於某種物質組成的只是某些種類的原子而已，這些物質稱為元素。例如鐵就是一種元素，如果你將一塊鐵切開成兩半，然後對於每一半再切成兩半，依次一直地切下去，最後可得到一不可再分的鐵粒子。此種粒子就是鐵的原子。

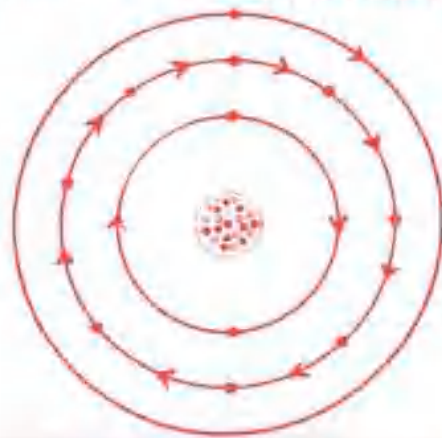
事實上我們不可能將一種物質切分得像一個原子那麼的小——甚至於像一塊含有好幾百萬個原子的鐵粒子那麼地小。單獨的一個原子實在是小得看不到的。甚至於用強力顯微鏡也是看不見的。我們也沒有辦法用其他的方式覺察出來。雖然原子是這麼地小，但是科學家們還是對於原子有很深刻的了解。科學家們對於原子的描



如果一個人的大小與一個原子幾乎一樣的話，則美國全部的人口都可放在一根大頭針的頭上，甚至於還有足夠的空間容納好幾百萬的人！



氫原子（如上）包含了一個電子圍繞着原子核而運行；原子核中包含了一個中子及一質子。鈉原子（如下）包含了十一個電子圍繞着原子核而轉，原子核中有七個質子及十二個中子。



述是這樣子的：在中心的部分有一原子核，在原子核的周圍有許多電子圍繞着。這些電子環繞在原子核周圍的軌道中就好像是行星在太陽的周圍軌道上運轉一樣。但是在每一軌道上只有一個行星運行着。在原子核的周圍軌道上則有二個電子同時運轉着。原子核本身則是由兩種不同的粒子所構成；其中一種爲質子，另一種爲中子。

每一種原子都有好幾個電子、質子或中子；但每一種原子中都不一樣。最簡單的原子只有一個電子環繞着原子核，此原子核中只包含了一個質子。當原子愈大，裏面所含的電子數、質子數及中子數也就愈多了，最大的原子內甚至於含有一百多個。

什麼是電子？

電子爲電的單位或一個單獨的電荷。帶一單位的負電荷，習慣上以一表示之。質子爲帶一單位的正電荷，習慣上以+表示之。中子不帶電荷，故爲電中性。

通常每一原子的電子數目與質子的數目是一樣多的；也就是所有的負電荷數目應該等於正電荷數目。假使正電荷與負電荷非常靠近的話，他們看起來就好像是電中性一樣。在這種情形下，我們稱爲正電荷與負電荷相互地中和。所以一個原子如果電子的

數目與質子的數目一樣多的話，則爲中性的原子；也就是看起來好像沒有正電荷或負電荷存在着一樣。

對於某些物質，其原子的外層軌道之電子可以輕易地被除去，像羊毛就是一個明顯的例子。也有些物質其原子外層軌道的電子不易除去，像是硬橡皮就是一個例子。當一種物質失去電子後，則電子的數目比質子爲少——也就是說負電荷比正電荷爲少，結果會使此物質帶正電荷！

電子怎麼收集？

我們都知道羊毛爲一種可輕易地失去電子的物質。所以假如我們用一塊硬的橡皮或塑膠梳子在一塊呢絨上摩擦幾下後，羊毛呢絨將電子給予梳子。於是結果使梳子獲得很多的電子。因爲電子帶負電，所以梳子也帶了負電矣！所以如果我們將梳子用呢絨摩擦之，則我們就可以將電子收集於梳子上。

+ + - - + - 摩擦前的梳子

+ - + - + - + - 摩擦前的絲絨

- - + + - - + - 摩擦後的梳子

+ + + - + - + - 摩擦後的絲絨



在本頁中顯示電荷相互作用的簡單實驗

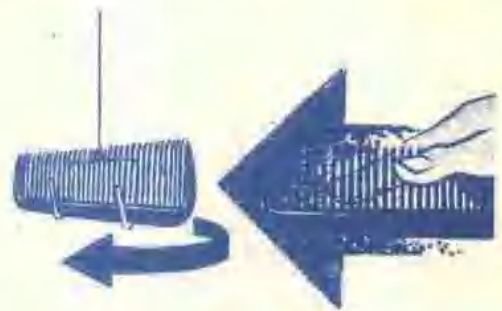


那麼呢絨又是怎麼一個情形呢？因為呢絨將電子給予梳子，所以在呢絨中其質子數比電子數為多。也就是說呢絨的正電荷比負電荷為多，所以呢絨便帶了正電！

電荷如何相互作用？

下述的實驗中我們將可了解將兩種電荷靠近時相互的作用情形。在此實驗中我們需用到兩個硬橡皮或者是塑膠的梳子，同時將紙夾子彎成如圖所示的樣子，而用一根繩子懸掛之。

用一塊絲絨或耐隆布將此梳子的一端用力摩擦之，則可將電子從梳子除去而使之變為正電性。然後很快地將此梳子放在支撐的紙夾子上。又很



同性電荷相互排斥

異性電荷相互吸引



快地將另一個梳子的一端用耐隆布摩擦之，將之拿靠近剛才懸掛在紙夾子的梳子之摩擦過的一端。那麼我們會發現將梳子一靠近時，懸掛的梳子會擺動而離開，也就是說當此梳子拿靠近懸掛的梳子時，雖然兩不相碰，但是會將之排斥開（推開）。因為兩個梳子上都帶同性的電荷，故此實驗說明了同性電荷可以相互地排斥。

若用呢絨布將梳子的一端摩擦之，則將使之帶負電荷。然後放在紙夾子上懸掛之。又很快地將另一梳子用呢絨布摩擦。我們也將此摩擦的梳子拿靠近懸掛的梳子。同時將發現梳子一靠近時，懸掛物又再一次地盪開。原因是兩個梳子上的各端都帶有負電荷，同性電相互排斥之故。

若將梳子的一端以絲布或耐隆布摩擦之後很快地放在懸掛的夾子上，然後將另外一個梳子用呢絨布摩擦之。將第二個梳子拿靠近第一個懸架的梳子一端，則我們發現懸掛的梳子將擺近過來，原因是懸掛的梳子帶正電荷而另一個梳子帶負電荷，此說明了異性電荷—正電荷與負電荷—相互吸引。如果將帶負電荷的梳子懸掛起來而以帶正電荷的梳子靠近之重作此實驗則我們會發現兩個梳子亦擺攏在一起，原因也是因為兩個梳子的表面各



欲由一根水管中流出適當的水量則需同時供給相當流量的水

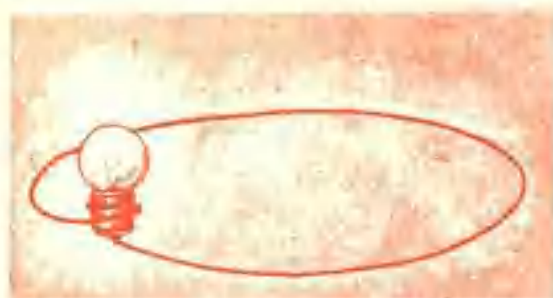
帶相異電荷。

由上述的實驗結果，我們可以得到一個有關電荷相互作用的結果或定律，即是：同性電荷相互排斥，異性電荷相互吸引”。此即為電荷定律。也就是說兩個正電荷或兩個負電荷可以相互排斥，而一個正電荷與一個負電荷會互相吸引。

什麼是電流？

利用摩擦產生的電量有限，我們不可能利用這些電來烤麵包，來點電燈或供電鈴之用。

所以在用電上，我們就需要有一足夠大的電源提供我們隨時所需的電量，有時需要得多，有時需要得少而都能夠適合我們的要求。有時啓開，有時關閉。當我們將電源關掉後還需保存有足夠的電量作為下一次使用。我們也需要此種電源在我們隨時隨地所需時都有之。而且需要有一非常平穩的電量—而不是一下子而已！欲適



在線路中無電流（左上圖），因其中無“電子幫浦”一即是沒有功率電源。

合上述諸般的要求，我們發現有一種電可以，那就是流動的電。

流動的電也就是在我們一般家庭中應用者。我們可以用得很多，亦可連續地使用之或儲存下來作為以後的用途。亦可隨我們所需或多或少地提供著。當我們將電源啓開時，不管我們接線應用到什麼地方都可以一直地供給我們所需直到關閉為止。

此流動的電包含了無數個電子在導線中，在其他的物體中流動着。流動的電又稱為電流。

什麼是導體與絕緣體？

電流只在俗稱為導電體的物質中才會發生的。所有的金屬幾乎都是導體，但其中銅、銀、及鋁是較好的電導體。所以大部分電器中的導線都是用這種金屬來作成的。

電流在絕緣體中是不流經過的。像塑膠、橡皮、絲線、玻璃及空氣都是絕緣體的。所以一般的電線常用橡皮或絲線包裹起來以使我們在拿電線



在右上圖的線路中因為有乾電池作為電源，所以有電流經過。

時不會有電流流經我們的手。如果有電流流經我們的手中時將會遭遇到有害的電擊（觸電）。

什麼是電子幫浦？

若要使小管中的水量保持不斷地流動着，則在水從管子一端流出去的同時，我們應該也要將水由另一端一直地壓進去。所以我們就需要幫浦（唧筒）把水由管子口一端打進去。同法，我們也需要有一幫浦使導線中保持電子的流動。此種電子的幫浦可能是發電機或電池。電池常稱為電瓶，但並非完全如此；一般電池的組合才是電瓶。因為發電機及電池可將電子由導線中推動進去，所以我們說他們可以產生電流。

什麼是電路？

電流不會像水可從管子出口流出來一樣地流到導線外面去。因為在導線口一端空氣為良好的絕緣體將電流阻止了，因此從電子幫浦出來經過導

線及其他導體後必須構成一個環路使電子可以回到電子幫浦中。此種環路稱為電路。除非導體構成一環路，否則電流是不會流過的。

是誰做了第一件電子的發明呢？

我們大家都知道電子流經過導體因而產生電流。我們也知道電子不可能從導體中脫離而流出來，而水卻能由水管的出口端流出去。但是還是有辦法使電子在導流時脫離此導線而出來。讓我們來研究一下這種有趣的情況！

我們都知道湯姆斯愛迪生第一個發明了白熱燈，也就是電燈泡，即是我們平常在家庭中照明所用者。在我們現在所用的燈泡中，光是由一小線圈或稱為燈絲所發生的，產生了白熱的光。在愛迪生做的燈泡中所用的燈絲為一圈炭（就如同火柴及鉛筆所用的炭）做成的絲環狀物體。當電流通過此環狀的炭圈時就會發生白熱光來。但是炭如果在空氣中熱化後會起燃燒。為了防止炭圈燃燒掉，愛迪生將



玻璃燈泡中所有的空氣都抽光了，使管子中保持真空狀態。雖然這樣子燈泡是發亮了，而炭圈也不會燃燬，可是由於白熱化的炭圈所發生的微小炭粒子逐漸地使燈泡黑化！

在1883年有一天，當愛迪生在研究如何消除炭絲燈泡的黑化時，他將一小片金屬板放在燈泡裏面。將此金屬板以導線與燈絲線路相連起來。他希望在燈泡中所產生的炭粒子會經此板子收集起來。他同時也將此板子與一安培計相連之以將電流測定出來。





1879年愛迪生以許多電池產生電流將電燈試驗成功。當時燈泡中所用的燈絲為一炭絲圈，而在玻璃燈泡中將所有的空氣除去，以防止炭的燒燬。當電流使燈絲熱到攝氏1900°C時，燈泡便不亮了！燈泡中抽真空可防止炭圈的燒燬。現在的燈泡中，燈絲為鎢。

出乎意料之外，愛迪生發現安培計上有電流讀示出來。因為導線只有一端與金屬板接連到電池的一端，但會產生電流實在是一大迷惑！板子並非線路的一部分。愛迪生經過多次的實驗後發現只當板子與電池的正極接在一起時才有電流發生，而當板子與電池的負端接連在一起時則無導流發生矣！

對於一個燈泡裏面放上一個金屬板而言，愛迪生並不知道如何地去利用之。然而他還是取得此項東西的專利權，因為他料想得到有一天這種有金屬板的燈泡會很有用的。他的確是作對了，可是有一點比這個還重要的那就是愛迪生將真空管試驗成功了。真空管又叫做電子管。用電子管來稱呼這種管子比較真空管來得恰當，因



愛迪生效應的實驗電路圖

為有些真空管在將其中的空氣抽光後又用其他種類的氣體充填進去了。由於愛迪生將電子管首次試驗成功了，而後才有許多奇妙的電子裝置的發明。所以因為電子管的發明，愛迪生的確可以夠得上被稱為無線電的鼻祖。

電子管如何工作？

雖然愛迪生無法想到所做實驗的奇怪成果，但是科學家在今天便已可以將之解釋得很清楚。

當我們由導線上抽取很大的電流時，構成導線的原子中其電子大量地聚集之，放出很大的能量而以熱的形式放散出來。

以致使導線發生紅色或白熱的燦光。於是熱使更多的電子飛離出導線，這種現象就好像滾水中蒸汽一直地冒出來一樣。

導線中失去電子後便帶正電了。有一些飛出來的電子，因帶正電，就會馬上被正電荷拉回導線中了。但是如果導線附近有更强的正電荷，則此飛出來的電子會被吸走，於是在這種狀況下，電子便可完全地從導線中逃脫出來了。愛迪生金屬板接於電池的正端所產生的情形就是這種現象。那也就是說帶正電的金屬板將由熾熱的燈絲中飛出來的電子吸過來；這些被加速的電子於是衝湧地越過燈絲與金屬板之間的空間到達金屬板上。這些電子於是可流經金屬板，及其接

線，而使所相連的安培計指針偏轉，將電流讀示出來。

電子由熱燈絲所衝湧出來的現象稱為電子放射。產生放射的東西稱為射極，如在電子管中為燈絲。

幾乎所有的電子裝置中，電子放射為最重要的步驟。

陽極與陰極是什麼？

在一個電子裝置中放射出電流或電子的部分稱為陰極。而電子或放射電子所到達的地方稱為陽極。例如在電子管中燈絲為陰極而金屬板為陽極。陰極為負而陽極為正。可依下表命名之：

負性	-	流出	陰極
正性	+	流入	陽極

無線電收音機及電視的廣播與接收

什麼是電磁波？

電子管最主要的用途之一為利用其作為無線電收音機及電視的廣播。如果我們知道電子管在無線電收音機的工作情形，我們就可知道他們在其他電子裝置中的工作情形。所以首先我們必先研究電磁波，亦即無線電波的科學命名稱呼。

你如果將一顆石頭投入水中，則可發現由投擲點為中心將產生一圈一圈的漣波向外移動出來。此一圈一圈的水波為水上下的移動表現出來的現象，並不是水從中心流出來，（雖然看起來好像是）。為了要證明這種現象，我們可以將石頭投在漂浮物的附近，如一塊木頭等。水波由投擲點一圈一圈地發出來，到達木頭的邊上時