

科學

化學·物理·天文

亢 玉 璿 譯
孫 時 敏

臺灣中華書局印行

序

科學是這部叢書的第一輯，我們希望這部叢書能搜集到廣泛的國際智識，所以編輯叢書時，我們會請教過七個不同國家的發行人和教師們。

雷朋出版公司(Rathbone Books Limited)爲了要出版這部書，曾經設立了一個組織，其中包括編輯、作家、設計家和藝術家。我們唯一的目的，在求出版一部關於我們週圍世界的書——書裏的圖片若是沒有主文，是沒有多大效果的，如僅有主文，而沒有圖片，也沒有多大效果。若是把主文和圖片交織成爲一個整體，就比一般書籍裏的材料，更爲緊湊、經濟和富有價值。

用有系統的方法編輯的，比用分章節的方法編出的，讀起來要方便，容易瞭解和更合乎邏輯。爲了要保留章節方法的長處，本書後面，我們編印了索引。

布羅腦斯基博士(Dr. J Bronowski)擅精幾門科學，是這一輯的主編。以後的幾輯，將由他的同事們〔巴瑞爵士(Sir Gerald Barry)，赫克斯里爵士(Sir Julian Huxley)和本序言的執筆人〕代替他來主編。編輯委員會能請到名藝術設計家恩尼(Hans Erni)先生參加工作，感覺到非常的榮幸和驕傲。所有的顧問和撰稿人都會竭心盡力，務使內容完全精確，並且能搜羅到最新的資料，惟科學的進展是如此的神速，所以編輯委員會裏的每個人，一定無法對冊裏的每項事實和看法都能盡其全責。

我們非常感謝科學作家蓋萊特(Roy A Gallant)先生和科學教師兼作家布雷克何夫(Richard Brinckerhoff)先生的寶貴的建議，以及美國友人們協助我們瞭解新舊世界在教學計劃和實施上的不同。他們並曾幫助我們，選出兩大英語集團共同使用的文字和語彙。

我們使用兩頁篇幅來介紹一個特定的題材，表示出特殊的事實，不但彼此間互相關聯，並且和前後相呼應。我們曾經從頭到尾的努力，並

不僅只是雜湊的事實，要使我們心目中的讀者，不論是男女青年，或是父母叔伯，由書中對外邊的世界，發生正確的興趣，使他們陷入並且迷戀於各個課題所羅織的科學網內！

費施 (Jamer Fisher)

雷朋出版公司編輯主任

引 言

智識是富有興趣的，這是人類最值得鼓舞的發現。小孩子在他的家庭裏和同伴們交換郵票，或共同遊戲，許多年來他都認為生活不外是這個樣子，有一天忽有不平常的事情發生了。

他對一隻鳥或者一塊晶體發生了興趣，開始懷疑這隻鳥或這塊晶體為什麼是這個樣子——為什麼和別的鳥和晶體不相同。他想知道鳥或晶體是怎麼生成的，有什麼用處。跟著發生一連串的思考，自己思索著來解答他所發生的疑問。突然間變得頓悟起來，展開了一個新的世界，這個世界裏的事物間，均具有神秘的和奇妙的關係。

許多少年人都是像這樣子的追求學識的。美國心理學者羅義 (Anne Roe) 根據他的研究說，大科學家們也是像這樣的開始他們的事業的，其中有些人在童年時期，發生疑問，經過思維得到解答後，個人所得到的快慰，是永遠無法忘懷的。

這種個人發現的快慰感，對不是大科學家或者根本不會成為科學家的人，也是同樣重要的。在他們成長的世界裏，充滿了奇特的智識和牽連。一個人成長時，要能習知怎樣適應這個在迅速變動的世界。若是一個青年不能適應或者瞭解科學所造成的環境，便很難在現代社會裏，成為一個真正的公民。他將會一直是一個迷惑的旁觀者，直到科學上發生的事物驚嚇著他的時候，才會使他發生興趣。一般都說智識可以賦予我們以能力，在現代比這更重要的是：智識可以給予我們以自信。

這部叢書是為青年人和他們的父母所寫的，科學是其中的第一輯。在現代自然科學居於基層或樞紐的地位，自然應該編為第一輯。編輯時視自然科學為全部智識的一個部門，也是一般好奇心所注意的一般目標。

本叢書有兩個特點。一是編排是按系統而不是按章節的；二是書裏的圖片比別的參考書裏的為多。在編者和顧問的心目中，都認為這

兩點是非常重要的，所以覺得值得討論。

大多數的參考書是用章節的方法編排的，可是我們知道，青年人用的參考書和成年人用的大不相同。為青年人（雖然並不是全為青年人）寫的書，排列的順序應該是合乎邏輯和有系統的。

成年人需要知道的往往是簡單的事實。他們的事務忙迫，時間有限，對於和事實有關的來龍去脈，很少發生興趣。這和青年人讀書的方法完全不同；我們不希望讓這部書像這樣來使用，青年人閱讀參考書的時候，從開始就應該注意和它有關的線索——廣泛的興趣及整體的智識。

計劃出版這部書的時候，我們也曾注意到，智識的發生，並不像編排的一樣，是有如此完整的系統。所以我們編敘事實時，雖然照著合理的順序，但是並不十分刻板。我們想到，青年讀者應該在上下文中和不同的地方，讀到相同的事實；因而發生疑問，自動的從書裏的一部份，翻閱到其他的部份，加以印證。這樣一來他就會發現，某些相同的事實，在不同的人看起來，所代表的意義，未必完全相同。成年人希望把應該參照的地方，指示給他們；我們却覺得青年人應該由書中自尋捷徑，這樣他們才能體會到發現的快感。所以在科學和以後各輯裏，我們特意把一個事實，在許多地方，重複叙及。

撰寫文字時，自然是和書中的圖片要點相互配合的。圖片可以代表很複雜的意念，能為不同的階層所瞭解，把一張舊的圖片，放在一張新圖片的旁邊，很容易表示出歷史上的對照，或者追憶起以往的習俗。青年人過了一兩年後，再看這樣的對照，會覺得意味深長和充滿新的快感。

為我們心目中的讀者，計劃這部叢書時，我們曾經分別按不同的門類，請教過七個國家的教育專家。我們的目的是要出版些配合孩子們成長的書，讓他們在成長時期，能從這些書裏，多獲得些智識；更主要的是由這些書啟發他們，使他們自己去發現事物。

第一輯裏包括有化學，物理和天文學，沒有編入數學，原因是各種科學都離不開數學。數學好像是中藥裏的甘草，所以我們要把它編入以後有關的輯裏，例如我們想把它和邏輯編在一輯裏。

目 錄

序 引 言

化 學

I 原子與元素

電子的認識·····	2
早期的原子理論·····	5
人體內之元素·····	7
黃金的發現·····	9
晶體中的原子·····	12
礦物界·····	15
元素週期表·····	18

II 原子如何結合

電子排列·····	22
看不見的化學鍵·····	25
什麼是火·····	28
食物與燃料·····	30
原子如何結合——有關的數據·····	33

III 金屬及其構造

金屬的內部·····	40
金屬與其歷史·····	43
煉鋼·····	44
銅和銅的合金·····	47
輕合金·····	49
硫酸和硫酸鹽·····	51

金屬及其構造——數據	53
IV 關於生命紀錄的化學	
現代化學的工具	57
能的貯藏	59
植物的纖維素	63
石油——萬能博士	66
煤與煤焦油	68
聚合	70
酵素與觸媒	73
蛋白質分子	76
化學的邊緣	79
有機化學——數據	80
V 在原子的內部	
自然界的放射現象	85
人造放射性元素	88
從太空來的質點	91
原子踏上了工作崗位	94
從原子放出的能量	97
鏈鎖反應	100
釋放原子能	103
核熔合	107
核子物理學的工具	110
原子內部——數據	113

物 理 學

I 物質和能量

兩種能量	117
------	-----

簡單機械·····	119
摩擦力·····	122
使用天然動力·····	125
使用機器動力·····	127
物質和能量——數據·····	130

II 運動中的分子

物體的三態·····	135
溫度和熱量·····	138
熱的效應·····	140
熱量怎樣移動·····	143
潛熱·····	146
極低的溫度·····	147
熱和功·····	150
鍋爐·····	153
運動中的分子——數據·····	155

III 機器和人類

蒸汽機·····	159
內燃機·····	162
輪機·····	165
噴射和氣體輪機·····	168
火箭動力·····	172
陸上交通使用的機器·····	175
海上交通使用的機器·····	176
空中交通使用的機器·····	179
機器和人類——數據·····	182

IV 聲音的世界

聲音的速度·····	185
------------	-----

燥聲，音樂和聲學·····	188
超聲速和超聽頻·····	190
聲音世界——數據·····	193

V 電子產生的動力

靜電·····	196
產生電流·····	199
電解·····	202
伏特和歐姆·····	205
磁和電·····	207
電磁鐵·····	210
發電機·····	212
感應圈和變壓器·····	215
電產生的熱和光·····	217
電子學·····	219
電子產生的動力——數據·····	222

VI 電磁波

什麼是波·····	226
怎樣來量波·····	229
無線電波·····	232
雷達·····	235
電視·····	238
X射線·····	241
能見的光·····	243
紫外線和紅外線·····	245
電磁波——數據·····	247

VII 光的世界

反射·····	249
---------	-----

折射	252
透鏡	254
人類的眼睛	257
照相機	259
顯微鏡	262
望遠鏡	264
以天文爲業餘癖好	267
光的世界——數據	270

天 文 學

I 地球——我們的老家

地球的創造和它的歷史	274
地球的內部	278
在太空裏的地球	280
地球像一根磁鐵	282
曆法	284
人類開始測量天象	286
天體的運動	288
測定時間	291
鐘錶	294

II 大氣的邊界

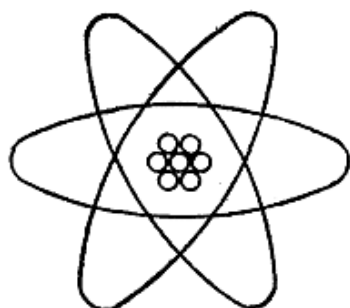
上層大氣探測	297
地球上的人造衛星	300
地球上人造衛星的用途	303
現代的天文臺	306
大氣的邊界——數據	309

III 太陽系

活動不息的太陽·····	311
太陽外圍的情形·····	314
沉寂的月球·····	316
月球的表面·····	318
內行星·····	320
外行星·····	322
彗星和流星·····	324
探測太陽系——數據·····	326

IV 探測宇宙

天上的故事·····	330
星座·····	332
星象的探測·····	333
雙星和變星·····	335
一顆星的壽命和隕滅·····	338
銀河·····	340
星圖·····	344
太空裏大量的島宇宙·····	347
無線電望遠鏡·····	350
·····	353
·····	355
詞彙·····	359—456
索引·····	457—521



化 學

我覺得我們必須維持這個信念：科學知識是人類光榮事績之一，但我並不堅持說，科學知識永遠無害，這種說法，常可舉例加以反駁。不過我所要堅持而必須堅持到底的，是有了科學知識，總是利多於害，可是對於科學知識發生恐懼，那就常常害多於利。

（伯屈特·羅素，1872—）

原子與元素

讓我們取一些食鹽來做一個簡單的實驗，就是把食鹽慢慢磨碎，當磨成極細的粉末時，這些粉末嚐起來，仍舊是食鹽的味道，無論我們怎樣盡力的研磨，並不會將食鹽磨成別的東西，結果仍舊是食鹽。

但是，一個化學家用別的物质，將食鹽處理過後，能使它分為與食鹽完全不同的兩種東西：鈉與氯。鈉是一種輕金屬，氯是一種有毒的氣體，但是如用適當的比例，及正確的方法，使鈉與氯結合，它們就能組成一種無毒的物质，化學家稱為氯化鈉——就是普通食鹽。

所以食鹽是一種化合物。凡由兩或兩種以上的純粹物质，在一定的比例下，結合而成的任何物质，稱為化合物 (compound)。凡不能用普通的化學方法，將任何物质分解為更简单的物质的，稱為元素 (element)。

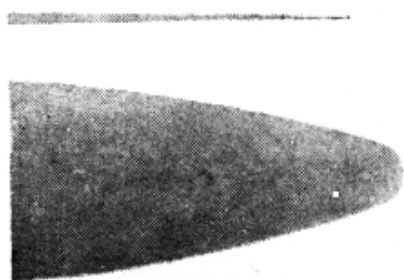
我們如將一元素，繼續的予以分割，最後一定得到一種不能用機械方法，使之分為更小的微細顆粒，這種微細顆粒就是原子 (atom)。原子是極小的，即使在最強大的顯微鏡下，也無法顯出。一種元素的原子，與任何其他元素的原子都不相同——確實的，原子亦如元素一般，分許多主要的種類；現在已知道的，天然及人造的元素，共有 102 種。

原子是完全的結構，亦是每一元素的結構單元，所有正常的鈉原子，是相似的，所有正常的氯原子，亦是相似的，但一個鈉原子與一個氯原子，則截然不同。原子 (atom) 是一個希臘字，意義是「不可能分裂的」。

電子的認識

有一個時期，科學家們咸認為沒有比原子更小的東西了。但大約在六十年前，他們驚奇的發現原子是由比它更小的質點組成的，並且能使這些質點分離，他們更知道原子是由令人迷惑的電 (electricity) 互相連繫的。

每一原子都包含許多帶有二種電的微細質點，在下面所述的一個科學上最基本的實驗中，我們就可以觀察到這些微細的質點，就是把鋼筆桿去磨擦貓的皮毛，皮毛與筆即帶有二種相反的電，我們稱它們為正電和負電，我們都知道同性的電荷相斥，而異性的相吸，所以正電荷吸引負電荷而排斥正電荷，同樣的道理，負電荷也吸引正電荷而排斥負電荷。通常原子所含的正電荷與負電荷是相等的，所以它是電中性的。



鎢原子的針狀結晶(上)，半徑是 1/100,000 吋，與普通針尖的比較。

但是，原子倒底是由什麼所組成的呢？在組成原子的重要份子中，第一個被發現的是電子 (electron)。它具有單位陽電荷。(幾乎二千個電子只相當於一個氫原子的重量，而氫是已知元素中最輕的一個)。

原子的大部份重量，幾乎都集中於其核(nucleus)內，核是由質子 (proton) 和中子 (neutron) 組成的。質子具有陽電荷，而中子不帶電荷，一個質子或一個中子約只相當於一個氫原子的重量。

我們可以想像，一個原子是一羣陰電子圍繞着一個具有質量且帶有陽



鎢原子針狀結晶的尖端，在電子顯微鏡的圍屏上顯出輝耀光點。(放大率為二百萬倍)



質子，具有單位陽電荷，用(+)來表示。



中子，電荷為零，用(O)來表示。



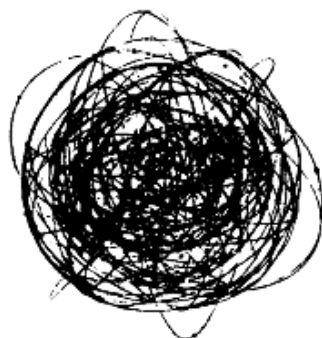
電子，具有單位陰電荷，用(-)來表示。

電荷的核。原子的直徑約較原子核大 20,000 倍，所以一個原子幾乎是中空的。

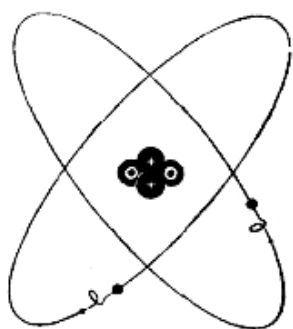
電子常常是繞核而行的，同時它們能如陀螺般的旋轉。各種元素的原子都有一定數量的電子，每種原子所含的電子，也都有一定的排列程序，通常電子是排列在核外層的，有如一層一層的洋葱。電子繞核而行時，是沒有二個電子在同一方向的，有的電子向這方向旋轉，而有的向另一方向，有的電子緊靠原子核，而有的則離核較遠。

所有普通的化學變化，例如鈉與氯化合而成食鹽等，就是移動原子最外層的電子及使它們重新排列，所以最外層的電子數量能決定這一原子的化學性質。

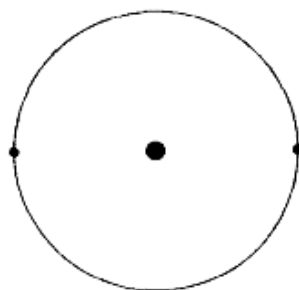
雖然我們不能用肉眼見到個別的原子，但靠一架電子顯微鏡的幫助，就可以觀察到它們的形像。科學家使鎢的針狀結晶帶有陽電荷，然後用氦原子去碰擊此結晶的尖端，結果每一氦原子均失去一個電子而得到一個陽電荷，在結晶尖端的鎢原子，因同性相斥的緣故，復排斥此帶有陽電荷的氦原子，因此在螢光幕上顯出如前圖所示的輝耀光點。



鎢原子。核內有 74 個質子，因此有 74 個電子圍繞原子核而移動，構成一種圓形的電子雲。



氦原子，二個電子圍繞着二個重核而行，構成一個橢圓形軌道。



用另一角度去觀察左圖的氦原子。

早期的原子理論

因為我們對世界上的一切，漸漸地知道得更多了，所以對於原子究竟是什麼的觀念也有所改變，讓我們一讀許多早期的有關原子的理論，就可以知道他們是怎樣的改變。

提摩克利塔斯(Democritus, 西元前 400 年)，主張萬物皆由原子造成，而原子是“不能看見，不能分割、不能毀滅、不能貫穿及永遠不變的。”換言之，原子是一個極小的硬塊。所有原子均由相同的物體組成，只是大小、形狀及重量不同而已。

約二千年後，牛頓(Issac Newton, 1642—1727)也有一相似的見解，他以為原子是“成塊狀的、堅硬的、不能貫穿的、不定的及永不能割裂的最小質點。”

英國的化學和物理學家道爾頓(John Dalton, 1766—1844)，是第一個支持牛頓這一見解的人，他以為每一種元素的原子都不相同，但同一元素的各個原子具有相同的重量。所以一個氫原子與一個氧原子不同，但所有的氫原子都是差不多的，氧原子也是如此。同樣地，任何一種化合物的分子，都具有相同的成分，例如，一個水分子所含的氫原子及氧原子數均與任何其他一個水分子所含者相同。

意大利物理學家亞佛加多羅(Amadeo Avogadro, 1776—1856)修改道爾頓的原子理論而創分子說，他假定“化合原子(compound atoms)”是由一個或一個以上能被分割的部份所組成的，每一化合原子所含的原子必為一定的整數，亞佛加多羅稱這些化合原子為“分子(molecule),”就是具有小質量的意思。

凱爾文爵士(Lord Kelvin, 1824—1907)在 1867 年發表原子是一種環狀的東西，能作旋渦狀運動和迴旋的移動，正如從口噴出的烟圈一般。

湯姆孫(Joseph John Thomson, 1856—1940)，是第一個指出原子可以再分裂為更小質點的人，他發現間有帶電的小質點會脫離原子而出，例如一個電火花，這些小質點均相似，且帶有一個單位陰電荷，他稱這些小質點為電子，所以他認為原子是在帶陽電荷的球體中移動

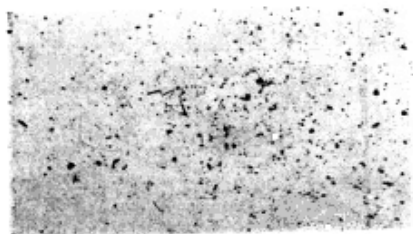
的一羣電子。

後來，德國物理學家利納德 (Philipp Lenard, 1862—1947) 在 1903 年繪出一種原子的圖形，原子幾乎是中空的，他認為原子的重量是由成對而中和的陽電荷體及陰電荷體發生一種動能而來的，當時，利納德稱這些電荷體為“動質體。”

在 1964 年，日本物理學家納高格 (Hantars Nagaoka, 1865—1948) 發表一種完全不同的理論，他說原子看起來很像一個土星 (附註：土星有九個衛星和一個月亮圍繞着)，是一羣陰電子圍繞着一個帶陽電荷的質點而不停旋轉着。

拉瑟福爵士 (Lord Rutherford, 1871—1937) 在 1910 年發表他的有關原子的理論，他以為這帶陽電荷的質點集中在一個極小的空間，而原子大部份的重量，都是由它而來，拉瑟福爵士稱這質點為原子核 (atomic nucleus)。這見解已和近代的原子理論相接近了。

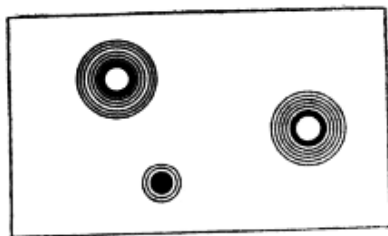
在 1914 年，丹麥科學家波爾 (Niels Bohr) 臆測電子只是循一固定



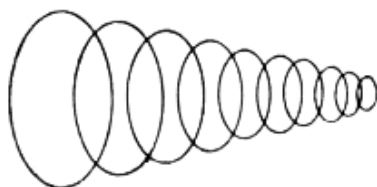
由空中微細的塵粒，引起希臘人想到任何物體不能無窮盡的予以分裂。



提摩克利塔斯的原子理論：原子都是由相同的物體組成的，祇不過大小，形狀和重量不同而已。



道爾頓的原子理論：每一種元素的原子均各不相同，任何一種化合物的分子都有一定的成分。



凱爾文爵士的原子理論：原子是成環狀的，能旋渦狀運動和迴旋的移動，正如從口噴出的香烟圈一般。