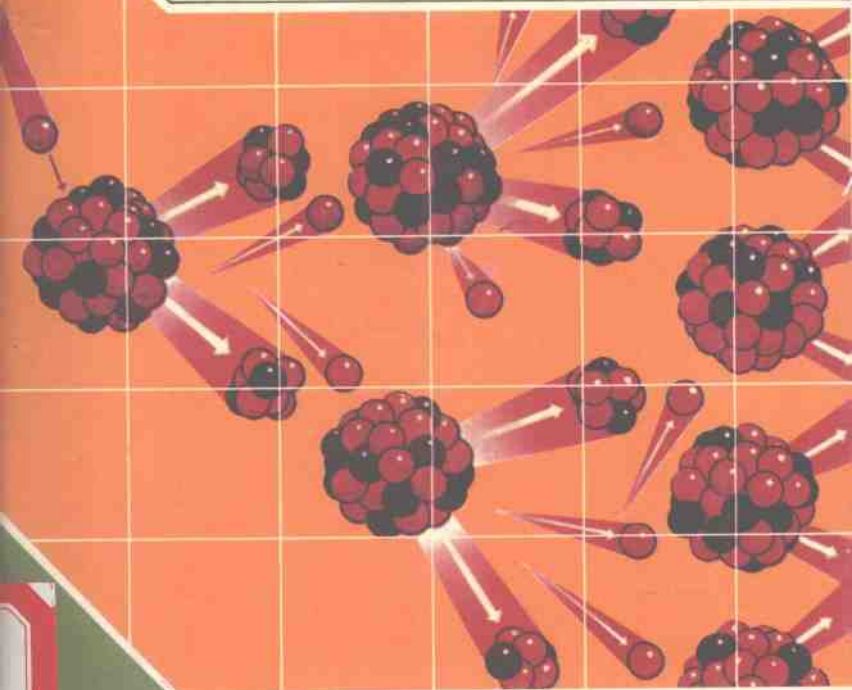


新世紀叢書

「物」中的小太空

原子的奧秘

審定者：陳國成



銀禾文化事業有限公司



新世紀

005

新世紀叢書

原子的奧秘

銀禾文化事業公司印行



005

新世紀叢書

原子的奧秘

主 編：新世紀編輯小組

審定者：陳國成

出版者：銀禾文化事業有限公司

發行人：陳俊安

地 址：台北市光復南路415巷252號1樓

電 話：7542968・7542969

郵 撥：0736622-3

定 價：新台幣 60 元

印製者：大原彩色印製企業有限公司

新聞局登記證局版台業字第3292號

1989年 7 月四版

■版權所有・不准翻印■

序

在科學進步，知識爆發的現代世界中，一個國家民族的興衰取決於全體國民是否擁有現代化的知識。一個國家即使擁有很多進步的科學機器，但是人民的思想、觀念仍停留在幾十年前的舊巢中，那將是滿清時代所追求的「船堅礮利」翻版而已，完全無補於事，因此普及全民知識是一件刻不容緩之事。

本公司有鑑於此，特成立新世紀編輯小組，無論就自然科學或社會科學，選定重要題目編輯成一系列叢書，逐冊推出，並且以普及版方式印製，希望這一系列的叢書能提供給國人一連串新的知識與觀念。

一件事情的成功，固然是要在事前有妥善規劃與謹慎的執行，而一套叢書發行的成功除了要有上述的要件外，更需要有廣大讀者的支持和批評。希望讀者們能在閱讀本書後給我們寶貴的意見，做為我們編列這套書的參考，謝謝！

陳俊宏

目錄

第一章	原子是什麼	1
	原子和空無的空間	1
	煉金術的沒落	4
	原子尺度的辯正	5
	亞佛加厥的修正	11
第二章	原子有了答案	15
	電子的發現	16
	新元素	24
	中子	26
第三章	原子量及原子序	29
	原子序數	30
	整齊的電子殼層	33
	失落的元素	38
	元素的排列	39
	殼層內另有殼層	41
	稀土族	44
第四章	電磁波與家庭生活	45
	熱與色	46
	微波烹飪	49
	紅色的夕陽	53
	X 射線的發現	55

	無光觀測	57
第五章	蒲朗克和量子論	59
	光擊到那裏	62
	有效的推測	67
	解開謎底	68
第六章	X 射線揭開了祕密	73
	能穿透的波	75
	新金屬、新波長	77
	現形圖片	80
	伽瑪輻射	85
第七章	暗的能與光	87
	輻射與熱耗子	87
	光的曲折	90
	氣泡上顯現出彩虹	94
	光線穿過光柵	95
	成包的能量	98
第八章	放射性與原子能	101
	阿爾伐、貝他和伽瑪射線	101
	放射性蛻變	103
	改變元素	105
	原子擊碎機	107

基本粒子	108
分裂	110
連鎖反應	112
原子彈	115
核反應器	115

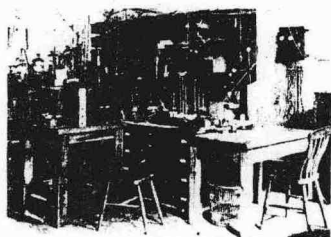
第一章 原子是什麼

原子由希臘文 atomos 而來，意思是「不可被分割者」，現在已證明這是一種誤稱，但它仍是科學觀念中最豐富的一塊園地。它的演變又是如何呢？

大約 2400 年前，有位年輕的希臘哲學家，埃里亞的齊諾（Zeno of Elea），堅持認為我們不可能真正關閉一扇門。他論證道，以門要移動三尺而言，在關閉前必先關上距離的一半，要關上一半之前又要先關上四分之一，如此繼續推論下去，就有無限段的距離。但是一個物體怎麼可能在有限的時間裏跨過無限段的距離呢？所以關閉一扇門必定是一種幻覺。其他物體的移動與變化也都是這樣。所以，實體一定是不動的、密接的。

齊諾所屬的埃里亞學派的哲學家，一直試圖用邏輯及數學上的觀念去描述實體。他們不相信感覺，所以不根據觀察，甚至放棄智識的權威而去牽就「常識」的假設。他們論稱，任何物質例如鉛塊——是絕對的堅實，在理論上可以無限地分割。

原子和空無的空間

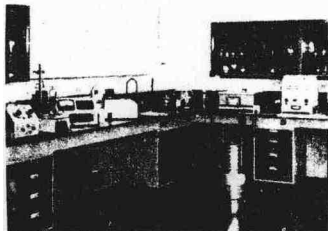


科學實驗草創時之情景。圖為位於劍橋的羅塞福（Lord Rutherford）實驗室一角，顯示出原子仍可再分割的即為此地。

大約是在西元前 420 年，另外一位執教於色雷斯（Thrace）阿德拉（Abdera）的希臘哲學家德謨克拉圖斯（Democritus），曾嘗試解釋物質密度的不同。由於他確信密度較小的物質內部有較多的「空隙」，從而推論物質並非密接而是由許多「小塊」組成。此外，他雖然對感覺上的「假形跡」也不相信。但仍堅信移動和變化都是千真萬確的事。他又指出，如果沒有供移動的空間，就不會有移動。他也採取了埃里亞學派實體永遠不變的觀念，而指出構成這個世界所有物質的那些「小塊」是看不見、不可分割、不可貫穿而且毀滅不了、改變不了的。任何物體變化不過是原子位置、大小、形狀及運動影響罷了。他說：「祇有原子及空無的空間是真正的存在，其他的都是表面現象。」（德謨克拉圖斯的觀念可能來自於米利都斯（Miletus）的留西帕斯（Leucippus）。後者據說是西元前 450 年左右的人。但是西元前 300 年代，宏揚德謨克拉圖斯原子說的另一位希臘

哲學家伊比鳩魯（Epicurus）則否認留氏的存在。）

在沒有實驗結果的支持以前，原子說終究祇是許多大膽假設中的一種而已。尤其不幸的是，希臘最有影響力的哲學家亞里斯多德（Aristotle, 384~322 B.C.）居然放棄物質非密接的觀點而支持哲學家恩柏多克利斯（Empedocles，西元前450年代的人）的主張。恩氏認為所有物質均由四種元素——土（一種固體）、水（一種液體）、空氣（一種氣體）及火（一種無從捉摸的元素），以不同的比例組合而成。這種虛構的理論居然支配了中世紀有關物質的思想，且刺激了煉金術的興起。許多冶金者——尤其是早期的——致力於探究物質的性質，但是歷經將近二千年的努力，在了解不同物質關係的道路上仍毫無進展。四元素的理論也僅僅是一種信念而已。它既沒有實驗證明做基礎，也沒有明顯的鑑別方法。恩柏多克利斯和亞里斯多德這種哲學上的說詞，竟使得煉金者畢生的精力消耗在此高度技巧的工作上。漸漸地，這些研究者開始體會到，說明世界變化的一般



利用儀器減少人工的操作，圖中實驗室整齊的配置反映出現代科學研究需要精密的計畫。

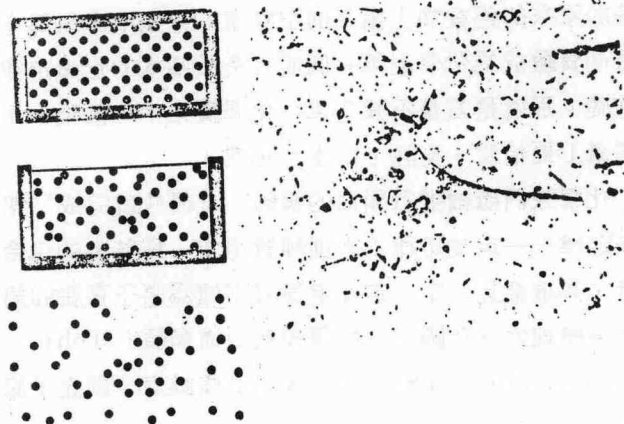
問題和物質實際改變的實質問題畢竟不同。

煉金術的沒落

英國人氏波義耳 (Robert Boyle, 1627 ~ 1691)，是斷然拋棄四元素理論，並以實驗所得代替空想的理論的第一人。雖然他仍像同一時代的牛頓 (Isaac Newton, 1642 ~ 1727)，無法完全擺脫煉金術的窠臼，但他仍同意德謨克拉圖斯的原子說 (1649年法國傳教士伽桑迪 (Pierre Gassendi) 在一本伊比鳩魯 (Epicurus) 哲學書的附錄中曾加以激賞，因而引起興趣)。依照波義耳的觀點，元素就是物質不能再分解的單體，所有物質都由它所組成。很不幸，因為他無法用實驗方法將元素提煉出來，所以這個定義仍然是不科學的。當時他就深深感覺到這項困難。較為年輕的牛頓和波義耳一致認為以後該走的路是這樣的：「先下苦功探究物質的性質，再用實驗方法固定這些性質，然後謹慎地創設假說來解釋。」就這樣，研究工作終於步入正軌。



絕路！煉金者企圖化鉛成金！最後他們覺悟到，所謂「不老藥」祇存在於想像中，終究是找不到的。



左圖 自上至下爲固體、液體、氣體。這是一種原子理論，俾便於了解冰的溶解與水的沸騰。

右圖 爲陽光照射下的灰塵，可能對早期有關原子的觀念有啓示作用。

原子尺度的辯正

法國的化學家拉瓦節（Antoine Lavoisier, 1743 ~ 1794）開展了一條從形上原子說到科學原子論的坦途；但不幸在法國大革命時被送上了斷頭臺。他曾手創一部簡單而精確的稱重儀器——化學天平，用以揭開物質的祕密。物質間的相互關係乃首次以數學的形式出現。拉瓦節發現，將錫放於倒立的瓶中加高熱所形成的新物質（即氧化錫——錫與氧的化合物），它的重量總是

恰等於原來的錫重加上損失的空氣重（空氣中含的氧）。這個實驗成為化學上第一個而且是最基本的定量定律的基礎。那就是質量不減定律：化學變化中，重量（用「質量」更恰當，見註1）永不損減。

化學家們繼續進行類似的實驗，且很快就完成了第二條定律——定比定律：兩種純質組成一種特定的化合物時，其重量比一定。定比定律實不愧為原子存在的第一條科學線索。英國的一位學校教員道爾頓（John Dalton, 1766～1844）掌握了這條線索，創立了原子論。

道爾頓原是一位研究氣體的業餘化學家。他看到人們經由改變某些狀況——如加壓及減溫，能將氣體變為液體，再變為固體，即大為動心。很顯然，氣體就是分散了的固體。如此，古代的原子說又成為很好的解釋模型了。道爾頓以這個模型去解釋定比定律，結果相當滿意。他知道祇有當元素是由重量相同的個別粒子構成時，這個定律才有意義。以純水來說，它是由氧元素與氫元素組成的簡單化合物。拿任何體積、任何樣本的水來註1重量（Weight）與質量（Mass）不同。重量隨著地心引力而變；質量是指物質的「固定重量」，是用另一物質為標準，在相同地心引力狀況下比較而得。



德謨克拉圖斯 DEMOCRITUS



留克利希阿斯 LUCRETIUS



牛頓 NEWTON



道爾頓 DALTON



凱爾文 KELVIN

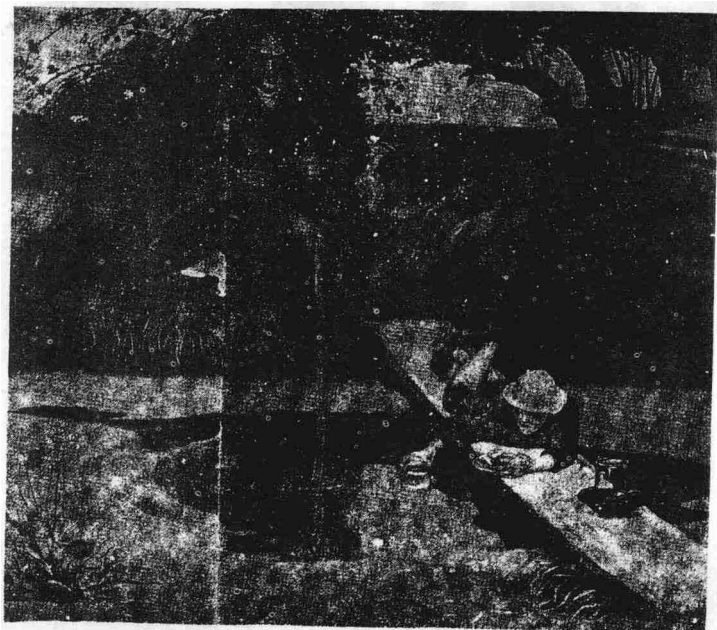


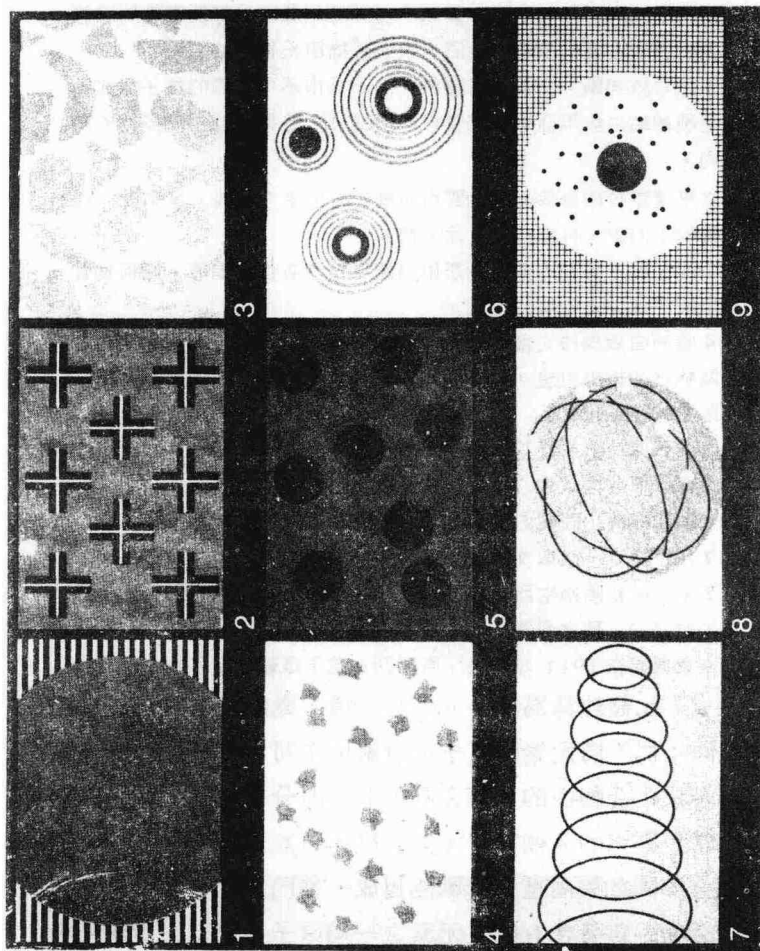
羅塞福 RUTHERFORD

六位原子理論發展上的巨人。(上左至右)德謨克拉圖斯、留克利希阿斯、牛頓三者掌握兩千年的冥想理論。(下左至右)道爾頓、凱爾文、羅塞福三者以實驗證明他們的理論。

分析，氫和氧的重量比總是八比一。其他化合物同樣有不變的組成比率。即使其中一種元素又和另外的元素組合，也會得到幾種不同的重量比。在後面這類例子中，當一種元素的重量標準化，也就是重量一定時，其他元素的重量會成簡單的比數。例如，在某些狀況下，銅和氧會化合成兩種不同的化合物。分析顯示；當銅的重量相同時，氧的重量比總是二比一。類似這樣的許多實驗使道爾頓導出了倍比定律：如一元素與另一元素能以兩種重量化合，此二重量必成簡單比數。

如果化合物中的元素不是以個別粒子的形態呈現，或者這些粒子的重量並不相同，那麼，水或銅的氧化物就極不可能如以上所分析的。定比定律和倍比定律能夠圓滿成立，就是原子存在最強有力的證據。因此，道爾頓就在 1808 年發表了著名的「原子論」。他提出如下的主張：(一)元素由微小、不可分割、不可毀滅的粒子組這位先生首先提出科學性的原子理論。這主要該歸功於他對氣體的研究。圖中顯示道爾頓攪動池底污泥，年輕的助手則收集浮上來的沼氣（即甲烷）。





前頁

從原子說到原子論：這九圖顯示由齊諾到羅塞福等關鍵性的思想及研究者主張的演變，他們大致已經描繪出物質的結構。

1. 以常識判斷，物質是密接的，而不是由不可分割的粒子組成。這種觀點由埃里亞學派的哲學家所提倡，並得到亞里斯多德的贊同。

2. 畢達哥拉斯學派認為物質由無數的「單子」組成。單子是一種幾何上的點，可形成線、面、體。

3. 西元前 5 世紀的留西帕斯和德謨克拉圖斯首先倡導，任何物質除原子外就是空無的空間。

4. 我們由羅馬詩人留克利希阿斯的作品裏，可以看到伊比鳩魯有關物性的哲學思想。他贊同新的原子說，又主張固體是原子機械地相勾在一起。

5. 古代的原子說在 17 世紀以前一直沒有進展。牛頓爵士主張原子是靠類似磁力或地心引力的力量連結在一起。

6. 道爾頓繪出固體的球狀原子，周圍環繞著熱或熱質。

7. 19 世紀時，凱爾文夢想一圈電在空間迴轉。

8. 本世紀初湯姆生所定義的原子是，一個帶電的球體點綴著次原子粒子——稱之為電子。

9. 羅塞福在 1911 年發表：原子乃由電子環繞重原子核。

成，此微粒稱為原子。(二)同一種元素的每一原子重量相同；而不同元素的原子重量總是不同。(三)原子和原子組合成化合物中的「複合原子」，即分子，其組合比數通常是固定的。(四)不同元素的原子可能以一種以上比數組合。(五)如果兩種元素祇能組成一種已知化合物，則此化合物一定各含有此二元素之一個原子。第五點主張被稱