

沈桐蓀編著

原子能淺說



香港上海書局印行

說 淺 能 子 原

著 編 孫 桐 沈

香港 上海 書 局 印 行

版權所有・翻印必究

原 子 能 淺 說

沈 桐 蓀 編 著

上 海 書 局 有 限 公 司 印 行
香港干諾道西179-180號六樓A座

SHANGHAI BOOK CO., LTD.
Block 'A' 5th Fl. 179-180 Connaught Rd. W., H. K.

嶺 南 印 刷 公 司 承 印
香港西環西安里十三號

一九七四年七月四版 文/147 P.202 32K



“無窮無盡的新動力——原子能——
給人類帶來美好和幸福的未來。也許若
千年後，人們將會飛上月球，寒帶會變
得溫暖，沙漠會變成良田，而今日人跡
罕到的地方，將會充滿着生活的歡樂和
笑聲。”

目 次

原子篇

什麼是原子.....	(1)
原子和分子.....	(4)
原子和分子的運動.....	(10)
原子的重量.....	(12)
原子的順序.....	(21)
原子的結構 (上).....	(32)
原子的表面	
電 —— 電子	
原子內部發出的信號	
(甲) X 射線	
(乙) 放射性	
(丙) 一個放射性很强的元素 —— 鐳	
鐳的放射性質	
原子的結構 (中).....	(58)
原子是有核的	
原子上電子的數目	
原子核的構成	
行星模型的原子	
原子的結構 (下).....	(80)
外部同而內部不同的原子 —— 同位素	
同位素發現的經過	
一個特別的同位素 —— 重氫	
同位素的基礎 —— 中子	

原子能篇

能·····	(103)
原子能·····	(108)
元素的轉變——核子反應·····	(131)
原子剖裂	
人造放射性元素	
慢中子	
原子能的大規模解放開始成為可能·····	(142)
鈾核分裂了	
鈾的三種同位素	
具有分裂性的超鈾元素	
鏈式反應需要的幾個條件	
臨界體積	
原子堆·····	(157)
關於原子彈·····	(167)
關於氫彈·····	(174)
和平使用原子能·····	(177)
結語·····	(182)

原 子 篇

原子問題引起世人普遍的注意還是幾年來的事，這因為人類正開始從原子裡找到了一個新的、空前巨大的能力源泉。有許多人說，我們現在面臨的是一個“原子能時代”，這句話就自然科學的範圍來講是不錯的，因為人類所利用的動力，一向可以用來作為判斷生產力高低的標準，而原子能則是自然界裡為人類發現的一種最新式和最有發展的動力。

可是，一提起“原子”兩個字，許許多多人就會感到這是深奧的、不可解的東西。是不是如此呢？不。原子並不神秘，也不深奧，原子是人人能懂的。

什麼 是 原 子

自然界的東西，隨便舉出一樣，例如鐵、糖、或木頭，

在外表上看去，每件都好像是連續不斷，沒有空隙的實體。又如水，也好像是這樣的實體；盛水的杯子，當然也是這樣。否則，水豈不是要從杯子裡漏了出來嗎？

可是，在紀元前 400 年時有一個希臘哲學家德謨克利特(Democritus)就開始懷疑到這點，他說這種外表上好像連續不斷，沒有空隙的物質都是由極小的，小到不可分的粒子組成的。這種小到不可分的粒子觀念後來逐漸發展下去就成為我們今天所講的“原子”。

德謨克利特當初為什麼會有這種奇怪的想法呢？我們試拿日常的經驗來說明一下。食鹽放入水中會溶化不見，糖放到牛奶裡也會如此；此外好多東西放到液體中去時也是這樣，他們都溶化掉了。如果說水是像它外表那樣連續不斷沒有空隙的，那麼其中就不會有空位把鹽或糖容納進去，可見水裡一定有許多空隙；同時鹽或糖一定是由許多極小的，肉眼所見不到的粒子所組成，因而它們纔能鑽到水的空隙裡去。

再舉一個例子：在 1 杯水裡放 1 塊藍靛，不用去攪它，那塊顏料就會慢慢地溶化開來。這種現象，在化學上有一個名稱，叫做“擴散”(diffusion)。假如要藍靛溶化得快一點，可以用筷子去攪動一下，那擴散就會加速進行，頃刻之間我們便可以得到一杯顏色均勻的藍水。是不是藍靛的粒子鑽到水的空隙裡去了呢？是不是又可以說，水的粒子鑽到藍靛的空隙裡去了呢？可見水和藍靛也是由許多極小

的，並且彼此之間存有空隙的粒子組成的。

再看一個例子。1加侖(量容積的一種單位)的水和1加侖的酒精摻和之後，我們得到的不是2加侖，而是祇有1加侖多的混合液體。這說明了什麼？這說明一部分的水鑽到酒精的空隙裡去了，同時一部分的酒精也鑽到水的空隙裡去了，所以合起來，總量就不到2加侖。

諸如此類的現象不一定在液體中才有，在氣體中或固體中也一樣可以發生。例如廚房裡有人在煎鹹魚，我們不用看也不用聽就可以知道。為什麼？因為我們嗅到那股特別的氣味。這氣味是怎樣傳來的呢？原來造成鹹魚的物質是一種特別的粒子，這種粒子在受了熱後便到處飛奔，鑽到空氣的間隙〔註〕裡去並且擴散開來的緣故。

假如這裡有一塊金條和一銀條。我們把那光而且平的兩面相互緊壓，經過數月之久後再予分開，我們便可以在金條裡找出少許的銀，也可以在銀條裡找出少許的金。金和銀的粒子可以越過彼此的邊界而相互走動；可見一種固體亦可擴散到另一種固體裡去，就像氣體擴散到氣體中去或固體擴散到液體中去一樣，祇不過它們在程度上有些差別罷了。

以上講的這許多情形使我們認識到一點：即一切物質表面上的狀態祇是我們肉眼所能看到的狀態而已，但是光

〔註〕在這間隙裡沒有空氣，亦即沒有空氣粒子的存在。

靠肉眼，觀察的能力是很有限的，因而物質實際上的狀態往往並不如此。從表面上看來，一切物質都是連續不斷沒有空隙的，但是實際上，其中却有不計其數的空隙，連很結實的固體都是這樣。我們說這些空隙就是組成物質的許多微細粒子與粒子之間沒有東西存在的空間，而原子就是組成物質的最基本、最微小和不能再行分割的一種粒子。

原子和分子

擴散現象使原子存在的假定 (hypothesis) 有充分的理由可以成立。進一步我們就可以來認識原子的性質。要明白原子的性質，我們必須先來看看一般物質的性質。

自然界裡有一些物質，像木料、米粒、豆子、牛油、白糖、頭髮等，假如用火燒過都會變成焦黑色的粉末，這焦黑色的粉末，我們知道，叫做碳。把這些碳分別地加以洗滌之後，我們發覺，不論是木頭燒成的碳也好，豆子燒成的碳也好，白糖燒成的碳也好，總之不論是從哪裡來的，它們都是同樣的碳，顏色一樣，性質也一樣。這些碳究竟是本來存在於木、米、豆……等物質裡的呢，還是在燃燒的過程中新造成的呢？這個問題在很久以前就有了定論。我們說，碳是本來就存在於那些物質裡的。什麼原因，看下去自然會明瞭。

現在我們先來想法子去改變碳，例如把它加到酸、

鹼、醇或許多種別的試劑中去，結果碳還是碳，絲毫不起任何變化。祇有把它在空氣中加熱，它才會逐漸地變成一種氣體消散到空氣裡去，可是如果把這種氣體從空氣裡重行收集起來，我們還是能夠自這種氣體裡把碳還原出來的。

碳就是這樣的一種物質，它能插身於許許多多極複雜的成份中，從牛油到木頭以至於各種各樣的東西裡都有它的存在。同時，祇要這些東西裡有碳存在，我們就可以使這些東西分解，把其中的碳抽提出來，回復它特有的外形和性質，可是碳的本身却不能再分解為更簡單的物質。這種簡單的，不能再起分解的物質就叫做“簡單物質”（簡稱為“單質”）。

自然界裡存在的“簡單物質”有很多種，碳是一種，此外還有鋅、銅、金、硫、氫、氮、鐵、汞……等。每一種簡單物質都有它本身特有的性質，同時內部均勻一致，不會這部分和那部分不同。而且，沒有一種化學方法能夠使一種簡單物質轉變成另一種簡單物質，也就是說，沒有一種化學方法能夠變碳成金，變硫成汞，或變鉛成銀。這種彼此獨立，不能轉變，亦不能再起分解的簡單物質，到1940年為止，大家知道的一共有92種，我們稱這92種的簡單物質為“化學元素”或簡稱之為“元素”。

因為每一種元素都是性質全部一致和不能再起分解的，同時我們又已經假定一切物質（包括元素在內）都是由

極小，小到不能再分的粒子所造成的，那麼我們就可以推論出另一個很合理的假定，這就是“造成每一元素的許多單位粒子也必定都是性質相同和不能再起分解的”，例如 碳、鋅、銅、金、銀、氫……等元素都各有它們本身最小的、特有的、性質相同和不能再起分解的粒子，換句話說，92種不同元素就有 92 種不同的原子。這一個“假定”的真實性非一言兩語所能交代得清楚，所以我們祇好逐步地加以說明。

根據前面所說，世界上一切物質，不論是石頭也好，樹木也好，羊皮也好，棉花也好，它們的組成都不外乎92種元素。不過，有的物質具有比較複雜的結構，像樹木，它內部的組成和成份就不是全部一致的。我們知道，樹木有年輪，那是硬木質和軟木質一層層相間生長而成，像這樣組成及成份並不全部一致的物質叫做“不均勻物質”(inhomogeneous substance)。“不均勻物質”是不能用提煉的方法使它純淨，使它的成份全部一致的。雖然如此，但是樹木的主要成份是纖維素 (cellulose) 而纖維素却是可以經由提煉而得到成份一致的純淨製品的。像纖維素這樣，內部成份均勻一致的物質就叫做“均勻物質”。鹽、鐵、鋁、小蘇打是均勻物質，酒精、奎寧、DDT、配尼西林……等也是，它們的數目多到數不清。

千千萬萬的均勻物質經過化學檢驗之後總共可以分為兩大類：第一類就是我們前面講過的像碳、鋅、銅、金、

硫、氫、鐵……等為數92種的簡單物質（元素），屬於此類的物質是不能用化學方法來使它們分解的：餘下的都屬於第二類，所以包括的範圍極廣，然而它們都能經過化學方法再行分解出幾種屬於第一類的92種元素，換句話說，它們由是二種或二種以上的元素化合而成的，這一類物質我們稱之為“化合物”（chemical compounds）。

關於“化合物”的性質和製造，我們可以拿鐵和硫結合的情形作一個例子來說明。鐵和硫都是元素，又都是固體，它們摻和磨碎之後，鐵還是鐵，硫還是硫，拿到顯微鏡下一看，因為彼此顏色不同，仍然可以分辨得很清楚，所以這祇是硫和鐵相混雜的“混合物”，而不是一種“均勻物質”。現在如果把這“混合物”用火來燒一下，化學的奇蹟便發生了：整個物質的性質到此完全改變，原先兩種不同的細粉都不見，而一種由硫和鐵所造成的新物質却產生了出來。這種新物質內部成份是均勻一致的（經過洗滌之後就可以看出來），而且，它無論就外表，就性質，就化學行為來講，都和硫或鐵完全不同，這種由硫和鐵化合而成的新物質就是硫和鐵的“化合物”，學名叫做硫化鐵。硫化鐵在自然界中以結晶的狀態出現，因為它外表像黃金，所以又有一個俗稱，叫做“愚人金”。

以上是一個例子，而從這個例子裡我們可以看到一般化合物的結構情形。前面講過，化合物是由幾種元素所造成的，但化合物同時也有它小得不可分的粒子，這種小得

不可分的粒子，我們在觀察過許許多多的事實後，對它的結構作出了這樣一個結論：化合物的最微小的粒子是由一個或數個造成這化合物的元素的單位粒子（即原子）所化合而成的；例如一個硫的原子和一個鐵的原子化合起來成爲一個新的單位，即一個硫化鐵的“分子”；換句話說，化合物最小的單位粒子就是一個“分子”（molecule）。

不過，不論化合物多麼複雜，不論它的分子裡包含有多少原子，我們總可以設法把組成它的元素分離出來，也就是說，可以把其中所包含的原子分離出來。所以，結合在分子裡的原子，它們的存在還是相當獨立的。

這樣，原子組成分子，分子組成一切物質。

由同一種原子所組成的分子叫做單質的分子；由不同的原子所組成的分子叫做化合物的分子。分子和原子都是物質最小的、不可分的單位。它們的分別就在於分子是物質的不可分的物理單位，而原子是物質的不可分的化學單位。

講到這裡，有一點需要向大家說明一下，這就是，我們現在講的原子或分子是一種觀念和一種理論。試問，有哪一個人曾經看到過一個原子或分子沒有？至少現在還沒有。原子或分子太小了，小得不但肉眼看不見，就是用倍數最大的顯微鏡來看都看不見。既然誰都看不見，我們又怎能肯定有原子和分子的存在呢？原來原子和分子這些粒子的存在，是我們在觀察了許許多多物質的情形後在腦子

裡得出的一個結論。它是用來解釋整個、大量和具體物質的性質及其變化的。如果我們假定物質是由許多看不到的，想像中的，極微小的個別原子(或分子)所組成，那麼許多看得到的事實和現象就容易解釋和容易明白了。我們對於物質性質知道得愈多，則這種簡單而深刻的由原子(或分子)組成物質的觀念就愈顯得生動，愈顯得合理，因而也就愈能反映客觀事物的真實狀態。

觀念和理論形成的過程是這樣的：我們首先觀察自然界的現象，像擴散，像化合物和元素內部成份的一致，像元素與元素之間的不能轉變以及化合物的可以分解為數種元素……等等的現象，這些表面的，片段的，不相關聯的現象在我們的腦子裡反覆了多次之後，為取得其內部的聯繫和本質，我們就假定了“原子”和“分子”這些單位粒子的存在。理論的初步於是成立了。這以後我們說，假如構成物質最小的粒子——原子和分子，真是像我們所說的情形一樣，那麼普通物質就會因此而具有種種可以預測到的性質和變化。這些可以預測到的性質和變化，在經過多方面的實驗後，假如又能夠得到證實，那麼我們就會增強這些理論的信念，就會覺得原子和分子的觀念確是合乎實際上的狀態的。在客觀事物不斷的變動和發展之下，我們通過觀察，解釋，實驗而發現其中的規律，再通過觀察，解釋，實驗而證實這些規律和發展這些規律。這樣子反覆無窮，向前不已的進行就是科學，也就是“真理”兩個字的精義。

原子和分子的運動

誰都知道，物質有三種狀態——固態，液態，和氣態。例如水，它在普通的情形之下是液態的，到了溫度昇高的時候就變成了氣態的蒸汽，到了溫度降低的時候又凍結成固態的冰。爲什麼會有這種形象呢？

十八世紀俄國科學家羅蒙諾索夫（М. В. Ломоносов）首先對這個問題作過答覆。

羅蒙諾索夫認爲：一切物質，例如石頭、木材、空氣、水等都是由小到看不到的粒子——即原子和分子，組成的。這些粒子永遠都在不停的運動。粒子運動的速度決定了物質的溫度。物質的粒子運動得越快，物質的溫度就越高。現在我們知道，羅蒙諾索夫這種主張是正確的，是德謨克利特的“物質由粒子組成”學說的進一步發展。

原子與原子之間，由於有一種特殊的力使它們連結起來成爲分子，所以原子在分子內的運動多數是一種振動，並且不出於分子的範圍。分子的運動則隨物質的狀態而不同。在固體裡，物質的微粒在自己的位置上不停的振動，好像是用彈簧跟前後左右連起來似的。分子與分子相互靠得很近，它們之間有一種特別的所謂“分子力”在起作用，使分子不至於彼此離開。固體因此能夠保持一定的形狀。

現在把固體（例如冰）加熱，分子振動的速度就逐漸增

大，到了一定的程度，分子間的引力不再能把它們維持在原來的位置上——‘彈簧斷了’。於是，分子開始移動，能夠一個挨一個滑溜過去，可是它們還不能彼此完全離開，所以液體所佔的體積差不多仍然不變。物質中的分子既然能夠移動位置，物質當然就不能保持一定的形狀——它們就變成了流動的液體。冰溶解了，就成為水。

如果繼續加熱，到達一定的時候，分子運動的速度就完全克服了它們相互之間的引力，於是一個個分子開始離開液體的表面，向外面飛去。這時候，液體的水正在變成氣體的蒸汽。

氣體既不能保持一定的形狀，也不能保持一定的體積，因為它們的分子能夠自由的運動，並且能夠彼此離開，要離開多遠就多遠。

物質的許多種性質都可以用這種分子運動的現象來加以解釋。

分子運動的速度有多快呢？

分子運動的速度視溫度的高低而定，在普通的溫度之下，1個分子運動的速度大約是每秒鐘1英里，無數氣體分子以這樣高的速度東衝西撞，其結果就向四周產生了壓力。

分子有多大呢？

依照現今測定的結果，普通1個分子的直徑大約是 3×10^{-8} 厘米左右。對於這個數字大家如果還不易發生顯明