

Marjorie H. Gardner

Chemistry in the
SPACE AGE

太空時代的化學

陳建福 王明建譯

太空科學叢書

太空時代的化學

(Chemistry in the Space Age)

葛 德 娜 著

陳建福 王明建 譯

幼獅翻譯中心太空科學叢書之 11

太空時代的化學

(Chemistry in the Space Age)

原作者：葛 德 娜

譯 者：陳 建 福 王 明 建

主編者：幼獅翻譯中心

出版者：幼獅文化事業公司

發行者：幼獅書店

印刷者：中西印製廠

臺北市汀州街一三四巷

總經銷：幼獅書店

臺北市延平南路七十一號

郵政劃撥帳號二七三七號

中華民國五十九年六月初版

每冊定價新台幣二十五元

作者小傳

葛德娜女士 (Marjorie H. Gardner) 於1947年畢業於猶他州立大學，獲理學士學位。曾在猶他州和內華達州拉維加斯等地中學任教，繼入俄亥俄州立大學深造，於1957年獲科學教育碩士，1960年獲俄州大學科學教育博士學位。之後執教於俄州大學，在1961年元月任國家科學教師協會科學概況計劃副主任，及後為該會之助理執行祕書，負責課程與師資教育計劃。

葛德娜博士現任馬里蘭大學科學教學中心教職，華盛頓行星儀及太空中心顧問，及地球科學課程計劃編輯小組編輯，該小組為初級中學研究中等的科學新教材。1965年春她以哥倫比亞大學美印發展 (AID) 計劃顧問身份，應聘前往印度擔任中學的化學教師。

她是美國高深科學協會、美國化學會教育組、德爾塔·卡帕·珈瑪 (女性教育者的榮譽學會)、國家科學教學研究協會及科學教師教育會等社團的會員。

前 言

千百年來宇宙探索的可能性就已激起科學家和外行人的遐想。古希臘、文藝復興時代以及現代的哲學家們都曾思考宇宙的起源，其進化、組成與對人類的重要性。羅吉士 (Buck Rogers) 和哥登 (Flash Gordon) 的科學小說和漫畫，及布雷拜里 (Ray Bradbury)、艾希莫夫 (Issac Asimov)、魏爾斯 (H. G. Wells) 等著名作家的小說就曾激發各種年齡的人士的冒險精神。

但是目前的太空，科學事實正在取代科學小說，真正的經驗在刺激性和技巧上都勝過了幻想，因而對創造性的意志啓發更大的冒險趨勢，超過小說家所能夢想到的範圍。現在有關太空的科學小說已不太時髦了，因為目前已知的太空真實情況更爲刺激而令人神往。

在太空探索一事中，各種科學都很重要；物理科學、生物科學、社會科學和數學都佔重要的地位，且互有關係。這些科學的觀察、理論和技術等方面都是研究太空的各種部門。

我們的太空智識在化學方面成長極快，用望遠鏡裝上分光鏡可拍攝星球的光譜，由記錄和解釋這些光譜線，我們就能得知各星球的化學成分。太陽將氫轉變成氦而供給太陽系的能量，我們對這種熔合反應的了解就是根據科學家所想出來的理論模型。將巨大的火箭升入太空和給予太空船動力的推進系統是最優美的技術成就。

所有觀察、理論和技術三方面都是我們將要談及有關太空的化學中的一部份。本書前半部主要討論地球化學與宇宙化學的觀察和理論方面，地球化學是討論地球和月球的化學，宇宙化學則是討論太陽系、星球和星雲的化學。本書後半部敘述各種推進系統和能量系統的化學，及太空載具所用的金屬、陶瓷和塑膠等材料的化學，這些將是重點之所在。最後將簡略提一下地球以外生物系統的生物化學。

在有關太空探險的化學由理論至技術的敘述中，我們將只體會到許多資料和誘人的機會。我們的目的在引誘讀者經由博覽羣書、課室苦研、請教周遭的科學家和工程師以及個人的經驗，而作進一步的探索。

本書就太空探索有關的化學中，力圖選擇許多重要而有意義的觀點陳諸讀者。

有些探索工作是由望遠鏡和分光鏡等地面上的儀器來完成，有些則由實際橫越部份太陽系的發射載具和太空船，而

太空船或許最後會逸出太陽系進入宇宙之中。但是本書中的許多化學，乃是人類的觀念、內心的想像，或人們為解釋太空現象以心智發明的模型等所得的結果。

本書乃為對化學基礎已有若干認識的學生而寫的；但書中包括許多基本資料，故對太空與化學真有興趣者能閱讀此書並獲了解，再閱讀補充讀物更為有益。

茲將本書獻與曾幫助作者立志於化學及科學教育工作的人們，在此特向俄亥俄州立大學的李察生博士（John S. Richardson）和蓋雷特博士（Alfred E. Garrett）謹致謝忱。

太空時代的化學

太空時代的化學對於太空的探測具有決定性的作用，因為講到太空探測，首先碰到的就是推動力的問題，由把數磅重的物體推送到太空進到把數噸重的太空艙推送到太空，都有賴於化學的實驗與進步。此外，太空船進入太空，其構造需要耐高熱才不致因經過大氣層的磨擦而燃燒，這又是化學的問題。

自從人類登陸月球成功以後，化學又展開了新頁，第一是由月球上帶回的岩石成份的分

析，第二是月球上有無生物的問題。

將來人類登陸其他星球，同樣發生此類問題，因此，化學的研究範圍便由地球化學而月球化學，由月球化學而宇宙化學，太陽系的星球乃至其它星雲都成研究的對象。

當然，這本書只是概念的介紹，讀者如果對太空時代的化學有興趣，還需要參閱其它專書，不過，對一般讀者而言，讀了這一本書也就够了。因為你對太空時代的化學已經有了全面認識，尤其是原作者葛德娜女士，本是一位化學教師，用深入淺出的筆法，使讀者閱讀起來並不感覺得吃力，便可獲得太空時代化學必要的背景知識了。

幼獅翻譯中心
太空科學叢書



幼獅翻譯中心主編

中華民國 台北市

幼獅書店印行

五十九年六月

目 錄

第一章	普通化學與地球化學	1
第二章	太陽系的化學	23
第三章	宇宙化學	47
第四章	化學推進法	73
第五章	太空推進系統	99
第六章	太空輔助動力	121
第七章	太空飛行的材料	143
第八章	地球以外生物的化學	171

第一章 普通化學與地球化學

在地球上經分離確定之天然的或人造的元素已超過了一百種，而這些元素似乎就是整個宇宙的化學成分。大部份的元素都經由分光術證實其存在於地球上，同時在其他地方未曾發現地球上沒有的新元素。由於在太空中有同樣的化學元素存在，所以對這些元素有某種程度的了解，是絕對必要的。此外，用於太空探測的推進燃料及結構材料也是由這些元素組成的。因此，我們就先簡要的敘述基本的化學知識。

化 學 元 素

在已知的化學元素中，除了鐳（technetium 43）、鉅（promethium 61）、鉈（astatine 85）、鐳（francium 87）、以及原子序由 93——103 之超鈾元素外，大部份都以可測到的數量天然地存在於地球上。而這 15 種元素是由人造而得，而且在地球上從未天然出現。大部份元素被分為金屬元素；包括過渡元素及稀土元素。其餘集中在週期表右上角

的元素被稱為非金屬元素。有些元素在不同的情況下顯示金屬與非金屬的性質，這類元素被稱為兩性元素（metalloid），這是由希臘文「兩者皆具」之意而來。在這些元素中，有些叫做半金屬，因為在低溫時，他們的反應像非金屬。在化學反應中金屬有失去電子而帶正電之趨勢，而非金屬則較易得到電子而帶負電。

化學元素是由原子序（由原子核中的質子數決定）為一之氫到 103 之鏷（lawrencium）依次排列而成。而元素的原子量也是從氫的一個原子質量單位（a.m.u.）到 釷（mendelevium）、鐳（nobelium）、鏷（lawrencium）之大約 256 個原子質量單位依次增加的。

碳元素已被選定為決定原子量的標準，使用的單位是原子質量單位（a.m.u.），即碳原子量為 12 個原子質量單位，一個原子質量單位為碳原子質量的 $1/12$ 。

基本原子粒子

元素的原子包括三種基本粒子，即質子、中子和電子。化學元素的原子序與原子核中之質子數相等，質子是原子核中帶正電的粒子，重約一個原子質量單位。電子是負電粒子，其質量極小，與中子或質子的質量相較可以忽略不計，在

通常之原子量計算中均不予考慮。在中性原子中，電子數與質子數相等，且電子均在圍繞原子核之能階上運動。中子是一種不帶電的中性粒子，大約為一個原子質量單位，與質子相伴存在於原子核中。

化學元素的原子量與原子序之差，表示原子核中所有之中子數目。例如氫，原子量約為40個原子質量單位，原子序為18，則中子數為40—18，即22個中子。

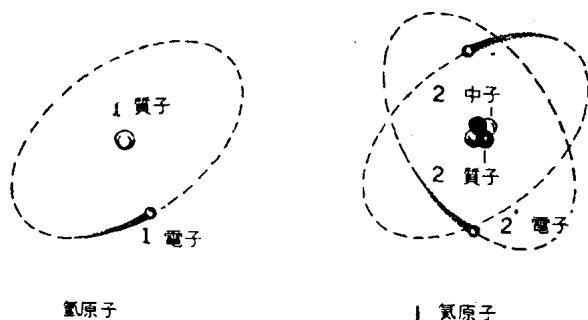


圖1-2 氫原子的原子核包含二個中子和二個質子，及二個環繞核外空間的電子。

化學家們利用數字與化學符號為簡寫字，在很小的空間裡，表達很多意義。氫的符號可以寫成 ${}_{18}\text{Ar}^{40}$ 。上誌40表示原子量，下誌18表示原子序。上誌40與下誌18之差為22，即為中子數。

如氫， H^1 ，其中性原子包含在核中的一個質子，及一個

環繞核外的電子，而無中子。如鐵 ${}_{26}\text{Fe}^{56}$ ，原子核中含有26個質子及30個中子，並有26個電子在不同的能階上，圍繞原子核旋轉。原子的質量完全集中於質子及中子密集而成的原子核中。

元素的化學性質由電子及其在核外之排列情形而定，因此，改變中子數並不影響由電子所決定之化學性質，或質子所決定之原子序。當中子數改變時，元素的同位素即告形成。所謂同位素只不過是與該元素具有相同的質子數及或多或少的中子數之原子形態而已。

氫的三種同位素即為實例。所有三種同位素的原子核都有一個質子，而在核外有一個電子環繞。通常的氫在核中並

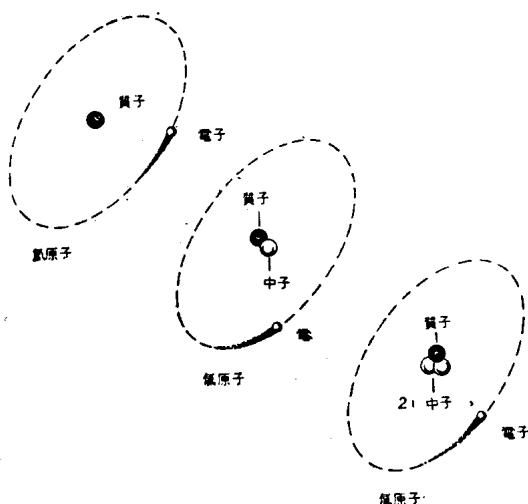


圖1-3 三種氫的同位素形式：平常的氫、氘和氚。

無中子，其原子量約有一個原子質量單位。氘（deuterium）或重氫在核中除了一個質子外，尚有一個中子，其原子量約為 2。第三種形式為放射性的氚（tritium），在核中除一質子外，尚有兩個中子。這三種氫的同位素表之如下；通常的氫 ${}_1\text{H}^1$ ；氘 ${}_1\text{H}^2$ ；氚 ${}_1\text{H}^3$ 。大部份元素的這類同位素，在地球上已爲人所熟知，在宇宙中亦曾被探測過。

在週期表上氫的原子量（1.008）並非整數，這是由各種同位素的重量及其相對存量平均計算而得的。其他元素的原子量亦是如此求得。在本書中所有上誌之整數均表示某一元素的某一同位素。

原子、離子及分子

除了電中性的原子形式外，許多化學元素又能够以離子及分子的形態存在。離子即爲原子得到或失去電子後所形成之帶電粒子。假如氫原子失去核外的一個電子就變成帶一個正電荷的氫離子，寫成 H^+ 。鐵通常失去兩個或三個電子而形成 Fe^{++} 或 Fe^{+++} 。鹵素元素如氯或溴，通常都是得到一個電子而成負離子 Cl^- 或 Br^- 。因爲電子結構可以決定化學性質，元素的離子因而表現著與該元素的原子不盡相同之性質。

。