

42

化學原理

(上 冊)

Richard E. Dickerson

Harry B. Gray 著

Gilbert P. Haight Jr.

潘家寅譯

臺灣中華書局印行

化 學 原 理

潘 家 寅 譯

(上 冊)

CHEMICAL PRINCIPLES

Richard E. Dickerson

Harry B. Gray

Gilbert P. Haight Jr.

江苏工业学院图书馆
藏 书 印

臺灣中華書局印行

中華民國六十二年十月初版

化學原理 (上冊)

平裝一冊基本定價伍元肆角正

(郵運匯費另加)



譯者 潘家寅
發行人 熊生
印刷者 臺灣中華書局
發行處 臺北市重慶南路一段九十四號

臺灣中華書局股份有限公司代表
熊生
臺北市重慶南路一段九十四號
臺灣中華書局印刷廠
臺北市雙園街六〇巷九〇號
臺灣中華書局
臺北市重慶南路一段九十四號
郵政劃撥帳戶：三九四二號
Chung Hwa Book Company, Ltd.
34, Chungking South Road, Section 1
Taipei, Taiwan, Republic of China

(臺總)甲書

原著者序

本書之作，是使學者能學習化學，且能體會其深中肯綮。這並不是一項參考性著作，或一項資料的綱要。對學者及教師也不是一種史料書籍。我們的目標是寫作上求其清晰而不是鉅細不遺。我們感到一本好的教科書應該對於學者是第二位教師；應該討論觀念及提議類似的事項，而不是純然的將資料編製成表格而已。因我們想讓學者讀此教本，且想讓他們感到有人談論化學，我們已多少安排推論而較一般參考書為多。化學是有趣味的，而研究化學的人士也都感到興趣。我們已試圖介紹化學是一種有生氣的，及在成長中的事物，而不是一種枯燥的知識的蒐集。此教本不打算成為一本化學史，但在有助於顯示化學家如何思考時（且偶爾也有他們不作思考時），我們也毫不猶豫的引入歷史中。

因這本書是一種教材，所以論題的體系是依教育學的趨向，而不藉任何系統化的化學編制。少數人士可體會或更可記憶一有關第一次展示的新概念。只靠不斷的重複、擴大，集積我們所知的，且學習着去做，新觀念便變得實在了。例如，原子及分子的中心概念，代表三個時代，在三個複雜的（或艱難的）階段。第一個代表性是基本概念，在道爾頓時代（Dalton's time）興起。我們示明這一簡單觀念多麼有力的能解釋化學現象。第二個展示是前期量子力學的原子—Cannizzaro, Van't Hoff, 及 G. N. Lewis 的原子。這種論述集中在週期表上，所注意的不是電子結構的成果，而是一種必須要解釋的觀察的事實。最後，則引入原子及分子的量子力學的描繪。在這時代，學者已準備接受量子論。Shrodinger 方程式已看出不是一種複

難而晦澀的秘傳，而是學者自己能體會到的對進退兩難的事，做邏輯的解答。

前幾章的論題交織在後幾章中。若化學有其邏輯的結構，則這是通常習慣，而且是不可避免的。但必不可少的延至在後幾章中才能再討論的更困難的論題是：在較早題材中，每一可能之點上期待着。對於物料的專門術語及其所需，均在詳述討論以前，便已介紹了。

我們認為對於優良的實際講授之道是正當的。當一個兒童學習讀書，並不是直到開班時才不離書本的。他由字句及文字來看來學習；從此他的正式的閱讀教導開始了。他有一個進度的構想，他將學習，且深獲教益。同樣由熱力學觀念（能、焓及無序性、自由能）之直覺的領悟，一位初學者在他瞭解其間之關係有系統化處理前便已獲益。對一位學者肩負起生疏的名詞字彙及觀念，同時又用不習見的模式來巧妙的處理之，這都是不公平的。因此，熱力學的基本構想在本書的前部分便已引入，而在熱力學一章中較少對此主題的解說，而對化學應用的梗概與有秩序的結論多所論列。在相同的方式中，金屬的性質，過渡金屬的化學，共價鍵的性質，配位化合物的結構，以及在非金屬中的鍵合，也都在許多地方越加充分的討論之。

核的、有機的、以及生物的化學，均較一般入門的教科書，更取慎審的態度。初學的化學教本往往在無機及物理化學方面太過加重，而且設想其他論題以後還會學習的。若對於一位非主修的學生，這入門課程是最後的化學課程，他就不會對這樣重要的化學支派，諸如核化學、有機化學及生物化學茫然不知了。學科學的高年生也由最初展示此等領域得到益處，他將知道此等園地的目標若干事物，而鼓勵他最後的學習。第十一及十二章，包括核化學、有機化學、以及生物化學，將本書之循環的或反複的教學法，推廣至學科學高年生最後將學習的課程中。在此等各

章中之新教材數量必然會很多，可能對沒有準備的學者是一種威脅，應向他強調這些章之寫作，是給他對一新園地的概觀，而不必牢記。若能瞭解一個通則，且由此預言五次事實有三次是正確的，那麼就比較記牢五件事實而不能瞭解它們要好得多了。

一個論題反復許多次，且與其他論題穿插在一起，這不僅是化學單一性的寫實，且構成優良的實際教學。這種計劃實在比編制這麼一章，那麼一章，依循另外還有什麼一章的辦法更為有見識些。我們的途徑是引證更為廣泛的，但是已說明的特殊論題，此書不是一種參考性書籍而是一種教學的工具。

這本“化學原理”分為四部：

- (一) 化學的起始：原子的構想。
- (二) 結構及鍵合的古典構想。
- (三) 量子革命
- (四) 化學動力學

因為這種安排，本書對學者要有廣泛的各方面的學養，而不是通常的水準。在第一及第二卷中的教材包括原子、分子、莫耳、計量化學、週期表、結構，以及鍵合的論題。這些常常是優良高等學校課程的核心。雖然此處陳述的水準較高，此種編制本意是準備十分充分的一年生可由第三卷（第七章）開始，而前六章複習可也。反之，初學者沒有學過高中化學，則將發現很快的朝這教材進展且追上同班學生，要求助於 Jean D. Lassila 及其同工所著之 *Programmed Reviews of Chemical Principles*。恰如“化學原理”是計劃其為第二位教師，故此 Wilbert Hutton 的 *A Study Guide to Chemical Principles*（化學原理的研究指導）則設計為一第二種細紋的章節。研究指導引伸至複習時所發現的困難處。討論解答問題及數學方法

的技巧，對於教本中的習題提供註釋的解答加以說明。此外由 Ian S. Butler 和 Arthur E. Grosser 所著之 *Relevant Problems for Chemical Principle*（化學原理有關之習題）提供許多習題。

爲一年級新生的化學，“化學原理”教學系統是一種經驗的結果；若你召集一本教課書的著者，加強對基礎薄弱的預備生補充課程的研究指導，以及高深習題書籍的，與曾經寫過日常接觸的及商談過的各個成份的人們，將有什麼成果？我們相信已在教學系統成就中，成功的實驗均已誠實的集成一體。沒有一種是由準備原來教本中某某不相干的人以後添寫的項目。此書之許多地方均經教學系統其他部分的著作的建議已加修正。至於 Lassila, Hutton, Butler 和 Grosser 等博士的對本書的如何加以斧正更是必須感謝的。

在本書中觀點的表明是一種健全的經驗論，J. J. Thomson 謂：“……一學說與其是一種信念勿甯是一種方略。”首先用數據表示，然後導出學說，用來說明數據，而不是數據說明學說。觀察與學說相比較時，學說便是一種試探，而不是一種觀察。此所以爲何像原子論這樣的論題在許多循環中討論。此一循環的不適當要求在下一循環中宣佈一學說；故化學發展一種必然性，這必然性在更有健全組織的處理中是往往缺乏的。

本書不僅致意於將以化學爲其職責的人士，且亦致意於將必須對影響品質及有時影響其生命延續有關的化學質做抉擇的人士。欲解釋一句有關戰爭與政治的古老警句，化學也爲化學家留下重要的事物。從未操作一反應器或合成一殺虫劑，或使水加氫，或設計一內燃引擎的人士知道結果——好及壞——這將是其他人士選擇做或者不做這些事的結果。我們生活在這地球上的一間非常小的屋中，且愈看清未住

人的鄰室，我們充分了解對它的容忍是愈重要了。

Richard E. Dickerson
Harry. B. Gray
Gilbert P. Haight. Jr.
於Edgartown. 麻州

1969 九月

為什麼你來上這課程？

為什麼學習化學？一化學家做了什麼？感召你或促使你在這園地學習些東西，縱使你並未計劃使之成為一種職業。在過去，答案往往用許多來自實驗室的重要產物：染料、石油化學品、塑膠、肥料、藥劑、合成纖維等等名詞。舊教本中充滿鼓風爐的及嫻綵紡紗廠的照片，以及頌揚製氨的哈勃法及索爾味法。

但時代變了，也使人們對價值的觀念變了。舒適的物質及有顏色的塑膠電話看來不像從前那樣重要。合成橡皮現在很難看做是人類精神的高度創作之一了。自然，許多突然宣佈的成就着實使我們震撼。我們能迅速由一地旅行至另一地，其代價為空氣污染及充滿噪音。我們能製造廉價紙張來支持推廣讀與寫，而其代價為殺害順流而下的水生族類。我們希望豐富的核能是受熱污染問題的影響。要車輪轉動而油料的漏逸造成海岸線的污穢。為農作物我們消滅昆蟲，可是也發現殺害了知更鳥及感染了密西根湖中的鮭魚。看來化學的魔神像是一個含有惡意的幽靈，每一樣賜予，便伴同一個禍害！對我們每個人留下待解決的新問題。

此等禍害大多數已在蔓延，因我們只見單獨的每種技術的優點，而不注意每種新發展的最終效果。對於“化學的神奇”這種以往的渴慕是誠心誠意的，但也太天真了。現在我們固應不再對科學開倒車，不過也應更明智的學習如何使用。我們亟需一些科學家致力於聰明的使用他們所發明的。再者，我們也需要一些不是科學家他們對化學及物理有充分的瞭解，來期待技術性決定的成果，且估計長遠的價值及利益，與注意短期的獲益是一樣的。對於非科學家要瞭解化學及物理，沒有一個

時代會如此重要，猶如政治的及經濟的判斷，也像在科學危機中給我們的一樣，沒有一個時代會如此嚴重。或者，在其他同時代這專案納入管理，且政策應在法律上無地位，但一般科學上則不然。

面對我們的痛苦事實之一是我們兒童的安全問題。例如兒童們從不擔憂來自何處或誰來供應我們食物及衣著。這些事情恰是生命的自然安排。因其原因，在某方式中若我們將房間弄得很紛亂，也總會整理好的。

我們都生活在一非常小的房間內——這行星地球之上。也像兒童一樣，受其無窮盡的，免費的賜予。我們已經將固體、液體及氣體的棄物，把房間弄得污穢髒亂，已期待將它完全在某處消毀之。而我們正進入困惑的聰明的青年期。這正是體驗到這些假想未必是真實的。若地球還是適於居住的話，那麼必須保有它。沒有這等事情：又是無耗竭的資源，又是能無窮盡的容納棄物。一人的垃圾廢物，必然變為別人的原料。化學家的辛勤工作，在將來歲月中，可產生能使我們一起生活在這地球上的工作計劃，而科學文字的工作，是將這等計劃推動之，成為一種可行的行動。希臘人對他們殞落的英雄有想像中的痛苦，但對於普羅米修斯（Prometheus 希臘神話，因盜天火使地球賦有生命創造人類，致遭天譴）卻沒想像到最後要淹埋在廢物垃圾中。

迄今已讀到應如何用化學來做。但化學能做些什麼呢？正如我們開始注意在地球上整體的生活，因此我們也開始注意一整個生命組織之化學。至少化學家正開始有若干具體的事物來談論有關最錯綜複雜的化學物系，一有生命的造物。Francis Crick 及 James Watson 共同發現生命的遺傳物質—DNA 的分子結構，他們是物理化學家。辨識核酸的暗碼（nucleic acid code），或系統，經此系統對於建立一有生命組織的資料便儲藏在DNA中，這是一種生物化學

家的勝利。Arthur Kornberg 及其同工成功地複製一種病毒的完全DNA，且在證明此合成的發生物質應能建立一新的病毒猶如天然的DNA一樣，他們已能與酶的化學家及分子生物學家密切合作。有機化學家及生物化學家現在已經能合成維生素、激素及酶類，而在十年前看來是不能相信的事。配尼西林、胰島素（insulin）甚至於酶類的核糖核酸酶（ribonuclease）都可以合成，而維生素B₁₂之合成也已成功。物理生物學家及生物化學家能解決酶類的三維結構，且能建造此等質原子的模型。用此等模型做爲起點，酶化學家能進一步瞭解何以發生酶的催化作用。

爲什麼我們應該知道化學？在化學中知識的目標，像在任何其他領域中，是“操縱”。如果知道激素如何起作用，或者我們便能控制其作用。如果瞭解酶之催化，或者我們便能校正代謝的缺點，諸如苯酮尿症（phenylketonuria）給代謝者一種物質使之失去機能，可導致嬰兒低能。若有充分的有關DNA及遺傳學傳遞資料的化學，或者我們能偵測及治療蒙古型畸形病，這種病是因在胎兒生命中早有過多染色體所引起的。縱使已經提出更引人注意的遺傳操縱建議，但我們應對動詞“能夠”及“應該”兩字加以區別。正如R. S. Morison曾經說過：

“在短期中我們應能設計出一種優良人種的發生學的結構。尚有若干不能確定的正確數據，但無疑的將在我們對何爲優良人種訂立定義之前便可到來。”^①

註(1)：R. S. Morison“科學與社會態度”一文，刊在Science 165, 150 (1969)。

化學影響新的實例——自然的或人爲的——已漸顯露。兩種罕見的化學質在血液中已有暗示，但尚不足以證明與早發性癡呆症（schizophrenia）有關聯。大劑量的普通乳酸，能產生人類的神經憂鬱症，又植物鹼mescaline，及LSD的改變行爲的效應，均是有關之質，在LSD成爲一種寵物以前，已是研究人爲癡呆症中的一種研究工具了。

鼠類在其族系中與人類最相近，且其反應極爲複雜。共通的本性一樣及其對異類的敵意也強烈（有人想將人類也併入）。實驗者在一城市密集區的鼠群中，引入新鼠類而引起衰落。理由十分有趣，是化學性的。新的及僑居鼠的出現，在現存社團的領土引起鬥爭、壓迫及憂慮。但並不是減少鼠數量的鬥爭。因傾軋及擁擠使一隻鼠成爲神經病患，體內乃產生一種激素減弱雄性的性侵略又干擾雌性的受孕。因此鼠類的生育減低，而導致憂慮的壓力緩弛。如此化學的控制行爲，顯然是適應性的且有助的，至少對於鼠類的繁殖是如此。在人類是否也有類似的化學性控制？答案是肯定的“是”。對於一最固執的問題我們如何辦法？給每人一粒安定劑並不是這問題的答案，並不能永久解脫這病症。在理性上，對心理的及社會的問題很快有反響的化學品，事情就更困難，因能減弱尋求解決真正病痛的壓力。酒精對一位逃避真正問題的危險性較L.S.D爲小，因由酒精導致的安適，顯然是二級反應率的，而且是暫短的。

在過去對我們環境的控制是偶然的而且不肯定的，猶如我們軀體的化學的控制。化學技術產物的非常耐久性却帶來了困擾。只要我們確立物料是採集而來的，不是合成而來的，那麼我們的殘破仍有良好的機會來在環境中彌合而不留永久的疤痕。羊毛及衣着會蝕腐，有機質會被微生物吃掉，鐵會生鏽，玻璃會打碎，且與天然矽酸鹽相混再成

爲土壤。但鋁在鐵消失後還能長久不受損害。聚乙烯及大多數其他塑膠也既不分解也不被微生物吃掉。由陰溝排除垃圾廠合成注劑產生泡沫在河流下游，因不能被細菌分解而肥皂則能分解。雖然能製造生物分解性的清潔劑，不過所費不貲。爲什麼要決定浪費此等生物分解性化合物在殺害魚類及河流污染項下使環境少受災害？誰來付出此代價？是否我們同樣調整用途且廢棄像鋁及聚乙烯這樣的惰性物料，或尋求細菌能吃的塑膠？（這是不可靠的安排，爲什麼細菌能吃的聚乙烯應在拉瓦西之前百萬年時就有了？）

殺虫劑如DDT已證實有實際的困惑，其抵抗化學的破壞的特性對於想要噴射一次而長久有效的農人而言是一優點，但對於與時俱增接近死亡或接近承受量的DDT濃度積聚在高等組織中却又是一大缺點了。在三月某天長島海灘爲控制蚊蟲噴灑DDT已經實行了二十年，浮游生物已積聚了DDT依重量計爲0.04 ppm（即百萬分之0.04）。但蚌類吃此浮游生物已達0.42 ppm，鱈魚有1.0 ppm，而海鷗吃蛤類及鱈魚已達75.0 ppm。其他在食物連鎖中殺虫劑之濃度又增加十倍，則將導致死亡，對於美國中西部之小鳥類已有致死的。大湖區漁人的希望是由太平洋西北引進Coho 鮭魚應可在釣魚運動中帶來復興，在這地區當魚肉中發現DDT濃度很高時便沒落了，因爲由環湖的農田排出大量DDT至湖中。沒有人故意對長島的海鷗或密西根湖的coho 鮭魚要積聚DDT，但在無意中却發生了這事實。夠諷刺的，許多疫厲却在這種積聚條件下漸趨猖獗，因它們很少有食物連鎖的情事，而且它們的生命均很短促，因此沒有積聚到足夠的殺虫劑量便已死亡了。高等動物已往便積聚終至死亡。

對於DDT將如何處理？能否在“昆蟲－農作物自由成長”中之增大與“昆蟲－經得起傷害”中之減少間取得均衡就像瘧疾對抗污染

及高級動物之死亡？若決心禁止一項行動就立刻對農人提供經濟支援，因最後的災害對社會是巨大的，為我們的行動已對他們有所償付嗎？果如此，誰來償付？或者我們能說服他們無所謂補償，因為他們無權污染環境來對自己所得做第一優先嗎？這種問題不要由科學家的討論小組來解決，不論知識有多麼淵博。但既非政府的政策制訂人，國會議員能解決，也不是不包括化學界人士為團員在內的廣泛顧問團能解決的。在過去，無知無識中，若非福祉，至少也無損害。若在下一代中必須在教授化學家的化學與教授非化學家的化學中做選擇，那麼幾乎我們一定說後者是我們要選擇的。

由以上的陳述，化學看來像是一種經營這地球的科學方法。但人類不僅靠“二氧化碳—小麥澱粉”的成品而生存。也有要知道我們是什麼，我們何處去，及我們由那裡來的滿意答覆。是否生命由地球上無生命的物質進化而來？這種化學質自身是怎樣興起的？我們不能逆溯時光，只有靜觀其變化，但能將我們相信的地球起源的情況揭示出來，而且研究好像曾經發生過的反應。我們能看出何以生命物系之原料能自然的發生，何以更複雜的化學集合體，會很安定而長久存在。在原則上我們瞭解何以集合體如此複雜必須稱之為“有生命的”質是會發展的。欲得一有限度的進展，我們能用地球史上，在各個階段中遺留的礦層證據，來查驗我們實驗的古化學。在月球上看來對生命不適於生存的情況及在火星與金星有可能均是使人失望的，但這些並未消除基本問題：“給了適當條件，生命進化是自然的及實際不可避免的？或者在地球上其生存只是一種偶然的意外事件？我們能設計且實行實驗來解答這問題，縱使這僅是在我們太陽系中一個行星能證明有這種適合的條件。

縱使月球未顯露生命的跡象，其岩石的化學將讓我們重建太陽系

的歷史。月球岩石標本的初步報告，顯示有高熔點金屬的成份較任何地球礦石的高出很多。這是不是意味着月球在高溫時固化，是不是在這種高溫下較輕物質均已沸騰而損失了？地球與月球間之對比，是否意味着月球是被地球攫取的一個流浪者，而不是像地球一樣形成的子代物？這多疑問的答案將要到來，一部份是來自月球與地球物質之化學的比較。這種努力未必能使密西根湖不受污染，或者能供應地球上千萬人口的食物，但這將提供人類精神的一種擴張，這是我們人類亟爲需要的。

知道我們由何處來及如何發展，便具有一種效果，知道如何來思想我們自己。思想的進化有時由哥白尼（Copernicus）及伽利略（Galileo）加以符號的表記，將人類由宇宙之中心，移至衆多星球中之一個，勿寧謂一個隱晦的星球，爲當代塑造歐洲人思想的形式。人靠理想生活，更甚於他們像美國所容忍的在廿世紀中葉所代表的功利主義的性格。現在我們正緩緩綴補整幅新的人類，及其宇宙的圖譜，這宇宙正是奠基在我們所研究的宇宙學、天文學、物理學、地質化學、分子物理學，以及行爲生物學之上。這種人類的新圖譜，將影響未來的子孫的，猶如人類的文藝復興圖譜在當時的情形。化學對此人類自然的及其起源的圖譜貢獻殊多。

對於“爲什麼要研究化學？”這問題，有一個實際的答案，及一虛空的答案。這實際的答案不與以往一般的相同，一部份，今日的答案是需要爲過去的疏忽而補失的。但正是因爲這問題是更複雜了，而也更有興趣了。我們能開始看清全貌而非一斑，且全盤的結構大多數總是比部份的集合更有趣味。虛空的答案是來自我們能由化學而知道的事物。這些事物是從前人們不希望知道的；諸如：何謂生命，它由何處來，它如何運行？我們太陽系像什麼，以及它是如何發生的。一

個人能被知識的過多所壓倒，但瞭解却是一種激勵的泉源。在化學中，我們首次抵達知識的邊緣了。

盧德福(Ernest Rutherford) 注意有兩類科學：物理及集郵。拉瓦西及道爾頓的原子學說將化學引到集郵前的第一步上。1920年的量子革命及30年代的將化學置於一種科學開始的道路上，而生命化學的時下的研究可望將此領域帶到盧德福一派學者的辭藻將必須加以修正的階段了。

化學在其本身永無止境。無論何時我們依此注意行事，往往因誤用而至終結。我們必須訂定在其他園地上的目標。但化學家的技術若廣泛應用，且對化學應用上第二及第三級的副效果若有足夠的先見之明，則有助於尋求其他途徑尚未獲得的目標。最好的生活是不用最美好的事物集聚來完成的。但對於全人類最好的生活，若你夠睿智的話，應能透過化學而完成的。

化學原理

上 冊 目 次

原著者序.....10

爲什麼你來上這課程？.....15

卷一 化學的開始：

原子的構想.....1

第一章 原子、分子及莫耳.....3

1-1 原子的結構及莫耳的觀念.....3

同位素.....4

克原子.....6

莫耳.....9

我們怎樣知道？.....11

1-2 元素的觀念.....13

1-3 化合物、燃燒及質量不減.....16

化合物.....16

火質說.....18

質量不減.....20

1-4 是否化合物有固定的成份？.....22

當量的比例.....23

組合重量.....24

1-5 道爾頓及原子學說.....26

一個古老的構想.....27

{1}