

(談明)普通化學

談明普通化學

(第五版)

Deming: General Chemistry

Fifth Edition

嚴志弦譯

潘慎明校

中華書局印行

民國三十六年九月發行
民國三十七年七月再版

大書普通化學（第五版）（全一冊）

General Chemistry (5th Edition)

定價二十八元

（郵運匯費另加）

Horace G. Deming

嚴志弦

潘慎明

李虞杰
中華書局股份有限公司代表

上海澳門路八九號

中華書局永寧印刷廠

各埠中華書局

（一三四六一）（中）



原 著 者
譯 者
校 閱 者
發 行 人
印 刷 者
發 行 處

序 言

談明教授(Professor H. G. Deming)所著之普通化學一書,我國各大學頗多採作教本,自二十五年筆者將其第四版逕譯完畢印行問世後,頗多中學亦採作補充教本,可見原書之受人歡迎也。

原書第五版係1944年(民國三十三年)三月出版,筆者迨三十四年抗戰勝利後始獲見此書,發見內容與第四版完全不同,舉凡在此幾近十年中之重要發明,大戰中有關化學方面之進展,無不詳述。彼時即擬重譯,但苦為環境所限,不得不延至本年暑期中始得着手進行。

本版內容偏重工業應用,新奇之發明均有提及,關於基本原理之討論,為篇幅所限,不得不力求簡短(見原序),未免有顧此失彼之感。對於修習化學(以化學為主科)之學生,應顧及基本原理之詳盡討論,本版似並不較優於第四版;但對於其他各科,採用本書(第五版)既可修習若干基本原理,又可窺見化學在工業方面的成就及其重要性,固不失為最完善之教本也。欲得一適合於各科學生之完善教本,本非易事,全在教者之選用補充教材,以適應學生之需要耳。

原書(第五版)錯誤之處頗多,筆者雖曾多處加以更正,但仍難免有遺漏之處,尚希海內學者不吝指示,幸甚,幸甚。

本書承私立東吳大學及國立復旦大學化學系各教授多方鼓勵與指示,謹此誌謝。

三十五年十月十日嚴志弦

原著第五版序

本版側重於工業應用方面之討論，故對於基本原理已力求其簡短。加入之新材料甚多，其中頗多與美國在第二次大戰中爭取勝利有關之項目：金屬之銲接、食物之脫水、高空之大氣情況、氫之工業來源、基於氫之合成、有關硫與食鹽之工業、水之軟化與調節、卡計測量法與燃料、摩達燃料、潤滑劑、內燃機中之燃燒、潤濕劑與清淨劑、爆炸物、塑料、人造彈性物、速硬水泥、portland 水泥與混凝土、輕金屬及其合金、鐵與鋼、腐蝕作用、電鍍等。

採用本書前數版之教師——有繼續採用二十年者——頗多惠賜評語，使本版受益不淺，(下略)

一九四三年十月 談明

普通化學

目 錄

序言

原著第五版序

第一章 化學之範圍.....	1
第二章 質之一般特性.....	10
第三章 有關化學變化之定律.....	21
第四章 符號化學式及方程式.....	26
第五章 氧.....	37
第六章 燃燒.....	46
第七章 氣體之一般性質.....	65
第八章 大氣.....	86
第九章 水.....	105
第十章 液體.....	126
第十一章 元素.....	146
第十二章 電子與輻射能.....	156
第十三章 原子內容.....	167
第十四章 放射性 核反應.....	175
第十五章 氫.....	188
第十六章 酸.....	204
第十七章 鹽基與鹽.....	221

第十八章	滴定、當量、當量溶液	237
第十九章	氫游子濃度	244
等二十章	氯及其化合物	258
第二十一章	氧化與還原	273
第二十二章	鹵素	288
第二十三章	硫與硫化氫	299
第二十四章	硫之氧化物與硫酸	311
第二十五章	以硫與食鹽爲基礎之工業	322
第二十六章	氮、氨及銨鹽	335
第二十七章	氮之氧化物 硝酸	349
第二十八章	氮族元素	359
第二十九章	反應速度	375
第三十章	化學平衡	387
第三十一章	再論溶液	399
第三十二章	沉澱	406
第三十三章	水之軟化與調節	420
第三十四章	膠體	435
第三十五章	固體	447
第三十六章	碳、燃料、碳之最簡化合物	456
第三十七章	碳化氫	477
第三十八章	醇類、酯類、醣類	500
第三十九章	纖維素工業、爆炸物、塑料	516
第四十章	彈性物、染料、藥物	537
第四十一章	以菱苦土、石膏及石灰石爲基礎的工業	554

第四十二章	水泥與混凝土	562
第四十三章	陶瓷工業	574
第四十四章	矽酸鹽工業	580
第四十五章	輕金屬及其合金	593
第四十六章	鐵與鋼	607
第四十七章	再論鐵與鋼	621
第四十八章	電化學	634
第四十九章	轉移族元素	648
第五十章	轉移後金屬	658

附錄

A.	米制單位	671
B.	溫度計	672
C.	極大數與極小數的計算法	673
D.	水之蒸氣壓力	673
E.	幾種普通氣體之性質	674
F.	方程式平衡法	675
G.	游離常識	677
H.	若干重要合金	678
I.	金屬與合金對於化學劑的抗禦性	679
J.	燃燒值	680
索引		681

附表

對數表	1
鹽基及鹽在水中之溶解度	4
週期表	5

普通化學

第一章 化學之範圍

1. 化學爲研究物質之科學 宇宙間之一切，均得以物質 (materials) 稱之。鐵、水、玻璃 (每一種玻璃) 均爲物質之例。任何一物質必有其特異之性質 (properties)，吾人藉一物質所具之性質，得加以鑑別而不致指鹿爲馬。鐵在潮濕空氣中之生銹，水之溶糖，糖之溶於水，玻璃之性脆而透光，均各該物質所特具之性質也。

注意一物體之形狀、大小及重量，均爲該物體之性狀，不得以性質視之。

物質之研究，乃化學與物理學之共同目的。故吾人絕不能孜孜於一項化學或物理學之研究而忽視與此息息相關之另一科學，蓋在應用方面，每多不能別其爲物理學上之問題，抑爲化學上之問題也。

約言之，物理學上所研究者爲(1)質 (matter) 與能 (energy) 之一般性質，及(2)發生物理變化後之事實 (物質在物理變化中並未完全變爲絕不相同之物質)。

化學上所研究者與此不同，乃(1)藉以辨別物質之各項性質，及(2)發生化學變化後之事實 (物質在化學變化中已變成絕不相同之物質)。食鹽得分爲綠色之氣體，與銀白色之金屬；無臭之氮與氫得化合而爲氨；由尋常之空氣與水可製成硝酸；藉煤焦油中之成分得製成染料與香料；凡此種種，若非化學家，誰能夢想及此！

類此澈底之變化，使物質之一切性質完全改變而得絕不相同之其他物質，稱爲**化學變化** (chemical transformations or chemical

changes)或化學反應(chemical reactions)。

2.化學爲一種技術 所謂化學技術，乃指辨認物質，分析物質及改造物質之應用而言。由黏土塑成之盛器，得置於火中加熱而令其具持久硬性，獸皮得藉石灰而令其脫毛，食物得藉烹煮而令其適口；此乃古代人所習知，亦即化學技術之肇始也。佳餚之製備，爐火之燃着，庭園之種植，家畜之飼育，或混凝土之拌和，主其事者每於不知不覺中習知此類化學上之技巧，蓋凡此諸例中所選取適用之物質，經變化後均成與原物質絕不相同而應具一新名稱之新物質。

吾人如重視化學之實際應用——即注意化學之技術——則必根據下列五點，收集有關物質及其性質之各項知識：

(1)物質必具何種性質始合乎指定之用途。 例如，製造飛機之機翼，切斷鋼鐵之用具，制服所需之染料，或施行外科小手術時之局部麻醉劑。

(2)在各方面所需要之性質一經確定，則吾人應知何種物質具備此項性質之全部或其大部分。 例如，製造飛機之骨架，應用輕質合金板，抑用由酚脂黏合之層疊木板，抑或用某種透明塑料？類此或其他工程結構上設計時，隨時須運用化學上之智慧以解決之。

(3)各種物質應如何改變其性質之一小部分或大部分以適應某項特殊用途。 例如，吾人應如何利用驟冷(quenching)或緩冷(annealing)方法，使鋼變爲堅韌耐用？炸藥應如何使其不易受震動之影響？通常空氣中取得之氮，應如何使之與氫化合爲氨？更如何使此氨變成硝酸，以供製造染料與炸藥之用？

(4)各種物質應如何加以保護，以阻止其性質之逐漸變化而遭受最後毀滅之命運。 鋼鐵之生銹，鹽水或酸霧對於合金之腐蝕，紙張布匹曝露於風日之下即漸失其韌性，木材之腐爛，橡皮之軟化或拆裂，混凝土經水流沖洗而漸趨崩壞，金屬經一再變形而漸失其堅強性質，凡此種種，吾人均應盡力阻止之。建築材料之保護，使其避免逐漸損毀，有關國

防，至深且鉅。

新物質之如何創造，物質之如何應用於新用途及物質在應用時之如何保護，均為化學技術之重大貢獻。但類此貢獻，不僅限於工程方面，在醫藥農業方面亦然，蓋在動植物方面成就之物質變化，與工程上物質變化之原理毫無二致也。

此外尚有另一有關化學技術之知識(第五點)以補充上述各點之不足：

(5)在自然界或工業上所遇見之各種物質應如何辨認之，如互相滲雜混和，則如何分離之？辨認乃分析化學上之工作，在工程及製造方面之貢獻甚大，蓋無論原料與成品，均得藉以試驗其純度及品質而加以控制。任何物質，無論其為專利之藥品抑為罕有之礦石，幾均可請具相當資格之分析化學師加以檢定，結果頗為精確。但分析化學師亦各有其特長，擅長分析礦石者，每不深悉藥物之分析。環繞於吾人四周之物質，無慮千萬，而吾人無論如何勤奮研習，能熟知其性質者，僅及其寥寥數種耳。

3. 科學上之化學 形形色色之物質，既如其多，吾人苟不能將自然界及工業上之物質擇其有關者納入一類，分門別類而簡化之，則化學之研究，將令人茫然而無從措手矣。各種金屬均具某種性質(第141節)與非金屬截然不同。列入酸類之各種物質，均具某項共同性質(第203節)，與稱為鹽基者處於相反地位。根據任何一種醇(alcohol)之性質，即可測知一般醇之化學性質，雖不盡中，亦不遠矣。

物質雖多，一經分門別類，即互相聯繫。古代之化學技術，有史以前即已肇始，經如是分門別類(實即將有關之事實歸入一類而已)，即逐漸進化而成一齊整的科學。所謂科學的化學，其範圍為(1)化學技術應用時發見各項事實之相互關係及其解釋；(2)尋求新的事實，藉以解釋已知的事實；(3)更進而得各項概念，藉以解釋不易察知其相互關係的許多事實。

簡言之，科學的化學乃係一種對於物質變化的思索，藉以瞭解預測及控制物質的變化。物質的應用，亦由是而得其啓示，此乃近代化學對於人類福利及人類進化主要貢獻之所在，新物質之發現無與焉。今古相較，所異者不在物質之多寡，在其對於物質能有更多之利用耳。

4. 化學在科學上之主要課題 科學的化學與技術的化學完全不同，蓋前者以推論與解釋為主旨，而後者僅重視“做”而已矣。但若謂科學的化學，不及冶金、製革、染色、陶土工業等化學技術之有實用，則又謬矣。此等化學技術，在有史以前之若干世紀中，即已露其端倪，但發展甚緩，且漫無頭緒，此無他，彼時所用之方法及所得之結果，均未得其解釋故也。因此彼時從經驗中得來之技巧，及許多有用之技術，竟有完全失傳，且有待後人之再度發見者。

迨約兩世紀以前，化學進而成爲一種科學後，各種化學技術始互相聯繫、統一、並得各種解釋。一部份有何進展，其影響必及於整個化學，關於物質之變化及其性質，均得有條不紊之見解而不復爲盲從之祕方。各種有用技術，不復有失傳之虞；向前邁進，其成就之大，當非古人夢想所及矣。

化學在科學上之主要課題有二：

1. 關於物質各有其特具性質之解釋 鉻何以能抗禦侵蝕，橡皮因何而具彈性，一氧化碳何以能令人中毒？苟性質而各有其滿意之解釋，則性質之有用者，吾人可能尋求或製造具備此性質之物質；性質之必須避免者，吾人可能設法改變其性質或加以控制。

2. 研究化學上各物質之變化探求何者爲可能之變化及變化之適當狀況 鉛能否變爲金？澱粉，甚至木屑，能否變成糖？石油或其中所含之物質能否變成酒精？空氣與水能否變成硝酸？此四問題中之第一問題，吾人認爲不能，至少在目前尚未成就；其他三者均係可能的變化。但變化之方法及情況又復若何乎？此乃化學在科學上之主要課題也。

5. 化學原理及定律 自然界以及工業上物質之變易，千變萬化，吾

人決不能個別加以研究，必須探求一般的原理或科學定律⁽¹⁾，隨時加以應用，至少可以應用於某種方式的一切物質變化。例如，吾人發見物質經化學變化後其性質雖已完全不同，但物質之總重不變，此乃質或重量常住定律也(第26節)。吾人亦知，溫度不變時，氣體之壓力增加，必依近乎相等之比率縮減其所佔之體積，此即 Boyle 定律也(第76節)。

故關於各種物質及物質各種變化之無數事實，均得以少數重要定律及原理管理之。吾輩研究化學者，應多多注意定律與原理，但吾人亦不輕視各項化學變化之事實，蓋定律與原理之應用，即有賴於此等事實也。

6. 科學上之理論 化學(亦即任何科學)之研究，必盡力探求各種事實相互間之關係，以期獲得普遍一致之定律或基本原理。但此並非吾人最終之目的。蓋定律僅示吾人一切事物之演進必循此不變而已。吾人之智慧，必進而探求何故？是以科學必試求定律之解釋，而尤重視若干定律之共同解釋，此即科學上之理論是也。

科學上之理論，幾盡為吾人對於所欲試解事物之一種詳盡敘述。吾人敘述一種方法，往往視為許多有聯繫之步驟，漸漸達到吾人觀察所得之必然結果。吾人敘述物質，則視之為微粒稱為分子者所組成。據吾人所知，物質之一切均依據其分子之性質而定。吾人視熱為分子運動之結果，其他各種能之所以有變為熱能之傾向，亦得因之明瞭。吾人視電為各個微小之電荷稱為電子，通常屬於電之各種現象，亦均得以電子解釋之。

希臘文 Theoria 一字，即含內省之意。所謂理論方面之觀察，即觀察之能深入事物之表面而達其內部，以尋求其真實內容。故正確明瞭之理論，乃吾人最有實用之知識，蓋

(1) 藉一種基本觀念以貫串各定律，能使吾人易於記憶定律；

(1) 科學定律乃吾人認為某種自然變化之方式，事實之演進，必遵循之簡略而概括之陳述。科學原理亦頗類似，但其陳述之方式，不若定律之嚴格，且不若定律之易作其數學方程式。

(2)定律本不易瞭解，有理論而定律間之相互關係及其深層之涵義始得明瞭；

(3)理論恆能指示吾人有發見可能之途徑。

科學上發見，決非偶然倖之事，乃有賴於應用理論之得法，對於新事實及定律，作有系統之探討，始克成就，此即所謂科學上之研究工作也是也。

7.化學之分類 化學一科，進步之速，幾使吾人目為之眩。終吾人之一生，恐不易窺其全豹。故研究化學者，每多專門研究化學之一部分，而與研究其他與化學有關之科學者，共策進行，以期有所成就。

吾人能辨認而熟審其特性之物質，已逾七十萬種，凡此均列入敘述化學(Descriptive Chemistry)中。尋求分析方法之結果，得有現在分析化學(Analytical Chemistry)上無數之分析程序，俾學者得按步循序，以檢定各物之組成。尋求由某物質變成新物質之適合狀況及方法，其結果得造成今日千萬之新異物質，此即所謂合成化學(Synthetic Chemistry)。合成化學尚有無機(Inorganic)與有機(Organic)之分，視其產物之是否含有碳素而定。

此外尚有研究關於支配物質變化狀況之普通原理及定律者，謂之理論化學(Theoretical Chemistry)，或稱物理化學(Physical Chemistry)。理論化學之目的，係研究事物變化之原因，故偶有發見，雖似與日常事物絕無關係，但恆能因之而得意外之收穫焉。

本書所述，範圍較廣，提綱挈領，俾學者於短期內，對於化學一科，得有相當認識。亦猶初入大學者，環校作半日之遊，稍識其門徑而已。故以普通化學(General Chemistry)為名。讀者同時宜注意科學精神之養成，化學在歷史上與人類文化之重大關係之認識，及其將來發展之可能與傾向。

8.化學之職業觀 讀習化學者對於化學一科之興趣，大多因化學在其他事業上，頗多效用；且在適應潮流，迎合時代精神之教育設計上，

亦頗爲重要故也。化學與工業及生活方面接近之處頗多。故學習者，每多因化學造就之匪易，中途轉而從事其他各項之事業。由化學科卒業者，每多加入經售化學工業用品之公司，亦有加入此類工業之製造部分，工程方面或註冊事宜部分者，但從事於各種原料，及各項工業中間產物，及最後產物之物理與化學檢驗者，仍大有人在。彼等所貢獻之化學處理方法，恆能擔保工商之獲利。其中多數且能解決製造工程中不斷發生之困難。因普通採用之方法，在進行時恆有猝然發生障礙之虞也。

此外尚有化學之研究工作。多數工業上之研究，往往仍依據現在實施之結果，致力於方法及出品之改良。但規模較大之組織，則目光遠大，竭力研究，以期方法與出品之澈底改造。欲求化學之研究工作，有所成就，必須對於化學之基本原理，具充分之認識；而對於物理學及數學，亦非有數年之刻苦訓練不可。

9. 化學工程 應用化學原理，以達改造大量物質之目的者，謂之化學工程師。凡屬化學工程師，必須知如何使需要之化學變化發生，而阻止其不需要者之適合情形。物料之堅韌力，及其對於化學試劑毀壞及腐蝕之防禦力，亦必習知之。舉凡研磨、混合、捏搓、蒸發、過濾及烘乾多量物質之方法、原理及用具，均爲應有之知識。至若工業上電力之應用，機械學原理，及涉及熱之變易或應用之定律，亦必一一熟諳之。故物理學與工程學，在化學工程之教育上，頗佔重要。因他項科目繁多，化學工程師每感其化學訓練，反不充分，但其對於工業之見解，及其他有用之知識，決非僅學習化學一科者所能及也。

化學與化學工程進步之速，彼此相同。苟非有敏捷之腦力，恐不易追蹤其瞬息萬變之進步。欲補救此弊，惟有專門研究之一法。但化學家作專門研究者，往往嫌其過早，因此反不能得完備之教育，而失去彼等事業方面可以發展長才，服務社會之一切機會，殊可惜也。

10. 化學在文化上之地位 化學之研究，實足顯示科學方法之真義，並足令人瞭解科學之所以有長足進步。至於具實際應用之各項事物

的學習，關於一般普通物質之性質或日常生活所遇事實之準確推論，均不足代表化學研究之成就。

有許多學問，初視之似不涉及化學，但實際上與化學頗有關係。名人之傳記，人類之歷史中，苟吾人能體會其字裏行間之意義，即可發現其中甚多與化學有關之事實。以旅行爲娛樂者，如有初步之化學知識，更足以消磨旅途之寂寞。Vesuvius 火山洞窟中積集之硫黃，博物院中陳列之琺瑯質細珠，日本山邊排列成行之小箱中之黑茶，中國沿海濱之鹽場，斐律賓羣島之檳榔果，——凡此皆顯示某種化學變化之歷程。在有化學訓練之人視之，則更饒興趣矣。

抑尤有進者，科學知識實足以影響吾人對於事物——與科學毫無關係之事物——之見解。學習化學者，能明瞭地面上天然原料之分佈情形，更易瞭解歷史上種種戰爭之動機爲何種經濟背景所促成，及其在國際條約上所發生之影響。

總之，吾人若徒略知化學之梗概，而不擬深造，則吾人所期望於化學者，僅屬間接之利益耳。化學能增進吾人生活之享樂，使吾人對於所處之世界，有較積極之興趣，對於當今之重大問題，有比較合理之態度。——凡此皆爲教育之副產物，而在此平均發展之教育中，化學固應與其他學科有相當之聯絡也。

習 題

1. 試述物質與物體之區別。
2. 重量並非性質，單位體積之重量始爲性質，何故？
3. 試述物理學與化學之異點。
4. 下列各項爲物理學問題抑爲化學問題？
 - (a) 物質強度之研究。
 - (b) 由木材或煤產生氣體燃料之研究。
 - (c) 控制熱傳導之定律的研究。

- (d) 測求各種物質因溫度上昇而膨脹之相對率。
- (e) 金屬之保護以抗禦侵蝕。
5. 試辨別改變與變化二字之涵義。
6. 試略舉上古時代之工業數種，足以顯示使物質變化之技巧者。
7. 試略舉數種商務或事業在不自知中與化學知識有相當關係者。
8. 化學在技術上成就之五點為何？
9. 吾人是否恆重視物質之一再變化，有時亦欲阻止或防止其變化否？試舉例說明之。
10. 翻閱本書(利用索引)列舉金屬與非金屬截然不同之性質。
11. 何謂化學技術？與科學的化學相較，在時代上之先後若何？
12. 新物質或新發見是否為科學的有意探索，抑僅為科學思想之副產物？
13. 科學的化學與化學技術區別何在？
14. 試作化學之定義以示其為一種實用技術，另作一定義以示其為一種科學。
15. 何謂科學定律？試舉述有關化學變化之一定律。
16. 試區別定律與理論。
17. 吾人謂理論較定律廣泛且比較概括，意何所指？
18. “理論足以解釋及指示一切而定律則僅係其概說”，此語作何解？
19. 在各化學分類中，何者必須俟其他化學有合理之進展始得有進步？
20. 在植物學或園藝學上亦有與合成化學相當部分否？
21. 試略述有關化學工業各團體從事化學研究之目的。
22. 第9節中所述及有關化學工程師訓練之各點中，何者屬於物理學，何者屬於化學，何者僅為機械設備之詳細研究問題？
23. 學生之注意是否多在彼等以為有實際效用之事物上？若然則對於科學之研究頗多妨礙，何故？
24. 研究一毫無實際應用之科目，有何項理由足為其辯護？