

# 大學化學

Chemistry

(第五版)

原著者：M J. Sienko

R A. Plane

譯述者：沈 克 恒

修 訂 版

科技圖書股份有限公司

# 大學化學

Chemistry

(第五版)

原著者：

W. S. Stenhouse  
R. A. Plane

蘇州工業學院圖書館

譯述者：

沈

藏書章

修訂版

科技圖書股份有限公司

這新基質略使可版茲農  
在簇最物省，為出，工  
，了為將，述，頗司本理。  
著供改並識敘，公教學用  
名提修，知的來爾作大之  
的們容明學程未希校盤程  
界者內說化過與克學一課  
行，學的生的命、參界供學  
風中化向不對興趣國世，通  
是版將式用但、由應文普  
書改，方所，景書供中院  
本改，方所，景書供中院  
次原中少背原向成學  
五觀原界不。一評各  
第的本世了不貴，特醫

本公司經新聞局核准登記  
登記證局版台業字第1123號

書名：大學化學  
原著者：Sienko and Plane  
譯述者：沈克恒  
發行人：趙國華  
發行者：科技圖書股份有限公司  
台北市博愛路185號二樓  
電話：3110953  
郵政劃撥帳號15697

六十七年九月初版  
六十八年四月修訂二版  
特價新台幣130元

# 第五版原序

今日的學生們要比前人們面對着更多的學科內容。他們對事物不但要知“其然”而且更要知其“所以然”。有心的教師們，歡迎這種擴張的好奇心，但同時了解這種求知慾的發展，具有兩種含意。首先是，今日的學生們均有了解事實緣由的慾望。其次是學生關心到既然他們不可能學習每件事物，那麼他們為何要學這門科學。這兩項“為何”的含意，形成此廣泛修訂第五版的基礎。

我們的方法，是將化學學科內容，修減至最基本原理的方式向學生說明這項科學，以建立在這些基本原則上的方式。普通化學課程內許多重要的獨立題目，被自然地收集在一起。並且，教師們亦被導引到每一課題所涵蓋應有的程度。無疑地，在介紹基礎課程方面最困難的是，決定課程的深度。每一章節裏，讀者均受到大一新生所能了解原理的指引，並且基本基礎課程裏所敘述的，對作進一步的研究與了解應該是足夠的。

在準備本修訂版時，我們已省略了物質世界中所用不到的化學知識。課文開始時，我們告訴學生所要討論題目的種類與回答這些問題時所進行的方式，然後，再導經整個章節的發展。由此，課文包括了任何真正基礎化學課程所需的基本資料。但我們非常了解，並非所有的老師均同意基礎課程中應包括化學的應用。例如，很少有人同意在基礎課程裏介紹有關這些有機與無機化學間的題目。但逐漸地，生物化學已包含在普通化學裏。這種趨勢係由於化學研究者與學生們對生物學興趣續增而引起的。因此，化學教師們似乎要以生物學上各種例子說明，才能使此項題目更加完美。

爲了提供每個教師設計最適合他們學生所需課程的彈性。本書首先在一至十三章列出基本的原理，並以足夠的應用，來說明這些原理。

化學應用，則從十四章開始，其中涵蓋氫、氧，與水，這些均爲後繼敘述化學（descriptive chemistry）裏最基本的化合物。充份利用前面所發展的原理的無機敘述化學（inorganic descriptive chemistry）則包含在十五至十八章裏，且在授課時間不充裕時，可省略幾種較少遇見元素的討論。

有機化學是十九及二十章的課題，爲了不同的學生與每個老師的偏好，這兩章可以不同的方式進行。其中十九章採用一種古典、系統的方式，

而二十章採用反應機構的方式。每一種方法均可分別的使用，因為這兩章是獨立的。對於喜用反應機構而較少強調命名法的教師而言，二十章用這種方法所需的機能基命名 (names of functional groups) 的簡表開始。

最後，包括在有機反應及結構裏的化學原則，應用在生物系統與二十一至二十四章所敘述的生命過程裏。教學經驗已顯示出整個課程的發展，對於不同背景、興趣、與未來的學生們是可貴的。但是我們在準備本教本時，體認到相異的班級，須選擇不同的題目施教。因此，我們亦努力對各位教師提供最大的課程彈性程度。

謝辭從略

Michell J. Sienko 辛科

Robert A. Plane 潘恩

# 大學化學

## 目錄

### 第一章 物質的研究

1-1 拉瓦澤.....	4
1-2 物質與能量.....	6
1-3 熱與溫度.....	8
1-4 物質的研究.....	11
問題 .....	15

### 第二章 核原子

2-1 道爾頓的原子理論.....	19
2-2 原子重量.....	21
2-3 莫耳與亞佛加厥常數.....	24
2-4 可分割的原子.....	26
2-5 原子核 .....	31
2-6 原子核的組成.....	32
2-7 原子能的穩定.....	35
2-8 核子能.....	38
問題 .....	40

### 第三章 原子內的電子

3-1 週期律.....	45
3-2 電子能階.....	48
3-3 能階與週期表.....	51
3-4 電子概率分佈.....	55
3-5 電子自旋.....	63
3-6 電子符號.....	64
3-7 原子的大小.....	65

3-8 游離能 .....	67
3-9 電子親和力 .....	69
問題 .....	71

#### 第四章 原子內電子：化學鍵

4-1 離子鍵 .....	75
4-2 共價鍵 .....	76
4-3 鍵的極性 .....	78
4-4 陰電性 .....	81
4-5 原子價的飽和 .....	83
4-6 簡單分子的形狀 .....	87
4-7 分子軌域 .....	90
問題 .....	93

#### 第五章 化學式和方程式

5-1 簡式 .....	97
5-2 分子式 .....	98
5-3 莫耳與分子 .....	99
5-4 化學反應 .....	100
5-5 氧化數 .....	102
5-6 氧化還原 .....	105
5-7 化學方程式 .....	106
問題 .....	111

#### 第六章 氣體

6-1 體積 .....	116
6-2 溫度 .....	117
6-3 壓力 .....	118
6-4 波義耳定律 .....	121
6-5 查理定律 .....	123
6-6 道爾頓的分壓定律 .....	125
6-7 蓋、呂薩克聯合體積定律 .....	127

6-8	亞佛加厥原理	127
6-9	狀態式	129
6-10	葛拉漢擴散定律	131
6-11	布朗運動	132
6-12	動力理論	132
6-13	理想行爲的偏差	137
6-14	吸引力	138
6-15	臨界溫度	139
	問題	140

## 第七章 固態

7-1	固體的性質	145
7-2	構造的決定	147
7-3	空間格子	149
7-4	原子的填充	152
7-5	固體的形式	155
7-6	固態缺陷	158
	問題	161

## 第八章 液體、無定形物質與膠體

8-1	液體的特性	164
8-2	平衡蒸氣壓	167
8-3	沸騰	169
8-4	無定形固體	170
8-5	膠體	171
8-6	膠體的光散射作用	173
8-7	吸附	174
	問題	177

## 第九章 狀態變化與熱力學

9-1	加熱曲線	180
9-2	冷卻曲線	181



9-3 熱變化	183
9-4 固體的蒸氣壓	185
9-5 相圖	187
9-6 熵、自由能與自然發生的變化	190
問題	194

## 第十章 溶 液

10-1 溶液的形成	200
10-2 濃度	201
10-3 爲什麼會形成溶液	202
10-4 溶液的性質	203
10-5 電解質	206
10-6 溶解度	210
10-7 酸與鹼	214
10-8 中和作用	217
10-9 多質子酸	218
10-10 酸鹼當量	219
10-11 溶液的計算	220
10-12 溶液中的氧化還原	221
問題	225

## 第十一章 化學動力學

11-1 反應物的本性	231
11-2 反應物的濃度	231
11-3 溫度	233
11-4 催化作用	234
11-5 碰撞理論	235
11-6 過渡狀態理論	240
11-7 極速反應	242
問題	243

## 第十二章 化學平衡

12-1 平衡狀態	248
-----------	-----

12-2	質能作用	249
12-3	平衡常數	253
12-4	平衡的計算	254
12-5	平衡的改變	257
12-6	水的平衡與 pH	259
12-7	弱酸	262
12-8	緩衝溶液	264
12-9	水解作用	265
12-10	離子固體的溶解度	268
	問題	275

### 第十三章 電化學

13-1	電的傳導	281
13-2	電解作用	284
13-3	熔融 NaCl 的電解作用	285
13-4	NaCl 溶液的電解作用	286
13-5	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 溶液的電解	288
13-6	電解作用的定量觀念	289
13-7	電池與電池組	291
13-8	還原電位	296
13-9	半反應平衡方程式	300
	問題	303

### 第十四章 氮、氧、水

14-1	氮的發生	308
14-2	氮的製備	308
14-3	氮的利用和性質	310
14-4	氮的化合物	311
14-5	氮鍵	313
14-6	氮的同位素	314
14-7	氧的發生	315
14-8	氧的製備	316

14-9	氧的特性和利用	317
14-10	氧的化合物	319
14-11	水	322
14-12	水作溶劑	325
14-13	水合物	326
	問題	327

## 第十五章 非過渡金屬

15-1	金屬的性質與結構	331
15-2	鹼金屬	335
15-3	鹼土金屬	340
15-4	硬水與離子交換	348
15-5	鋁	351
15-6	錫與鉛	355
	問題	359

## 第十六章 過渡元素

16-1	電子組態	363
16-2	通性	365
16-3	配位場理論	368
16-4	鐳系元素與錒系元素	371
16-5	鉻與錳	373
16-6	鐵族元素	378
16-7	鐵	380
16-8	鐵的腐蝕	384
16-9	銅、銀、金	387
16-10	鋅與汞	394
	問題	398

## 第十七章 碳、矽、硼

17-1	碳	403
17-2	碳化合物	406

17-3	矽	412
17-4	矽的化合物	413
17-5	硼	416
	問題	419

## 第十八章 非金屬

18-1	氮	424
18-2	磷	432
18-3	硫	436
18-4	鹵素	442
	問題	451

## 第十九章 有機化合物

19-1	飽和碳氫化合物	456
19-2	同分異構物	458
19-3	未飽和碳氫化合物	463
19-4	命名法	466
19-5	芳香族碳氫化合物	468
19-6	醇與醚	470
19-7	醛與酮	476
19-8	酸與酯	478
19-9	胺與鹽胺	480
19-10	自然產物	484
	問題	486

## 第二十章 有機反應

20-1	加成反應	492
20-2	消去反應	495
20-3	取代反應	497
20-4	芳香族的取代反應	499
20-5	聚合作用	502
20-6	有機化合物的合成	505

問題 .....	507
----------	-----

## 第二十一章 脂肪與碳水化合物

21-1 脂肪的構造.....	513
21-2 脂肪的新陳代謝.....	516
21-3 克里勃檸檬酸循環.....	519
21-4 碳水化合物.....	521
21-5 單醣.....	523
21-6 低聚醣.....	525
21-7 多醣.....	526
21-8 碳水化合物的代謝.....	529
問題 .....	531

## 第二十二章 蛋白質

22-1 胺基酸.....	535
22-2 胜肽.....	538
22-3 蛋白質的主結構.....	539
22-4 蛋白質的構型.....	541
22-5 蛋白質的生化功能.....	543
問題 .....	545

## 第二十三章 核 酸

23-1 RNA.....	549
23-2 DNA的構造.....	551
23-3 核酸在生命中的角色.....	554
問題 .....	556

## 第二十四章 生物能量學與生命的來源

24-1 電子的傳遞.....	559
24-2 能量的傳遞.....	563
24-3 光合作用.....	564
24-4 生命的來源.....	567

問題 .....	572
----------	-----

## 附錄

附錄 1 化學的命名 .....	574
1-1 非有機體 .....	574
1-2 有機體 .....	577
附錄 2 換算因子與 S I 單位 .....	579
附錄 3 水的蒸氣壓 .....	582
附錄 4 還原電位 .....	583
附錄 5 平衡常數, $K_x$ .....	587
附錄 6 原子與離子的半徑 .....	589
附錄 7 參考資料 .....	592
附錄 8 部份問題的答案 .....	594

# 第一章

## 物質的研究

科學，是使自然的環境易爲人類的心思所了解。它找尋有關天地間問題的答案。所有的科學學科中，化學也許是最抽象的。因爲化學家所嘗試解答的疑問，通常不易被人了解的。詩人 Gertrude Stein —— 她並不是一位化學家——在不同的立場，提出基本的問題。在她臨終時，她向環侍的人們問道：

甚麼是答案？

當沒人回答，她又說：

那麼，甚麼是問題？

在任何科學研討中，她所說的第二個問題是必需先要解答的。而且，被提問題的本身是否正確，通常是不明顯的。對化學而言，很少人能設計問題像十八世紀偉大的化學家“拉瓦澤”(Antoine Lavoisier)一樣。化學，可說，是他在 1789 年印行的教本而開始的。因爲在這本書 (Traite elementaire de chimie) 先期對原子理論，並提出許多問題，導致許多化學家採用原子理論與所有相繼的發展。化學最基本研究，包含在拉瓦澤氏對葡萄汁(壓碎的葡萄)發酵所提的問題。也就是葡萄酒形成過程的問題。

拉瓦澤氏敘述這個問題是如此的詳細，因此值得從它的本文中引述一段如下：

「這種作用（醱酵）是化學給人們驚異與特別感受中的一項。我們必須審驗：被釋出的含碳氣體與所形成的易燃酒精是如何而來。一種甜的植物性氧化物，如何使它自己轉變成兩種不同物質，一種是具可燃性的，另一種是完全不可燃的。顯然，要解答上述兩項問題，首先必須知道醱酵體與產物的成分和性質。因為在作用過程中，沒有任何事物被創造，而且可認為定律的是，在所有作用過程中未作用前與作用後的量是相等的。這種原則，對質與量是相同的，並且其間只有變化與修飾而已。

在上述原則下，化學中所有實驗技術得以奠基。我們必須永遠假設在被驗體與分析後的所得物，有一真確的相等性。因此，既然葡萄汁產生了碳酸氣與酒精，我們可以說「葡萄汁 = 碳酸氣 + 酒精」。更進一步說，我們可用兩種不同的方法來鑑定葡萄汁醱酵是怎麼一回事：第一，由決定可醱酵體的性質與原則。第二，由觀察醱酵所產生的產物，而且明顯地，從其中之一所得到的知識，就可很正確的引導得知另一項性質的結論。」

這是一項偉大的立論——化學科學上的一個基石。其中許多論點值得特別注意。首先是拉瓦澤氏將醱酵描述成化學的過程。化學的第一急務乃是選出由自然現象分離，而用來研究的事物。在這種方法下，生物特性的種種，可被分析成一系列獨立的化學性過程。每一獨立過程，就像拉瓦澤氏在醱酵中所做的一樣，被描述與了解。用這種眼光來看，我們認為化學並不是自拉自唱的人造科學；而是代以我們周遭世界的各種自然現象而着手的。這些問題可能是生物的、地質的、或是較適合我們去應付環境的課目，諸如去找尋照應人類的較佳生活資料。在解決這些問題時，化學家有很多機會去創設許多人為的（模型的）狀況，引導我們對於原有的狀況有更深切的了解。這些帶着我們進到拉瓦澤氏論文內下一項偉大論點：“……在作用過程中，沒有任何事物會被創造，且可認為定律的是，在所有作用過程中，於未作用前與作用後的量是相等的……”。這項敘述，提供化學定量方面的基礎——稱為質量不減定律（law of conservation of mass）。並由此建立化學變化、化學式、與化學方程式等定律，再由這些定律引導出化學反應中有關重量關係的計算。事實上，拉瓦澤氏期待着進一步書寫第一個化學方程式的發展，即一種用簡明文字描述關於醱酵葡萄汁的自然過程。

\*此譯文係來自：由 H.M. Leicester 與 H.S. Hlickstein 所著的書“Source Book in Chemistry”(1400 ~ 1900)，其附註為：“這是現代化學方程式的起始之一。



## 第一章 物質的研究

拉瓦澤氏的第二項理論，引起更多難題，並且目前化學研究仍繼續在尋找，以便完全發揚這項直覺性的真理。論文中所敘述是這樣的“……這種原則對質與量都是相同的；並且其間只有變化與修飾而已”。在化學反應中，記錄質量不變是一回事，但對於基本的性質是否改變，那又是另一種說法。當拉瓦澤氏記載由一種甜的物體發酵變成兩種不同物質，一種是可燃的另一完全不可燃的，他承認這是一項深奧的問題。但他深信這些不同的性質是由我們所了解的基本特徵起源而來的。“……由決定可發酵體的性質與原則，第二，由觀察發酵所產生的產物；而且很明顯地從其中之一所得到的知識，就可很正確的引導得知另一項性質的結論”。

從拉瓦澤時代以來，化學家們，努力將化學變化前後及過程中的各項觀察，與物質特性的模型相結合。這樣的研究已經引導出原子理論，亞原子粒 (subatomic particles) 的發現，與化學反應中粒子變化的許多理論。所有這些理論，必須嚴格遵守物理定律。在這些觀念下，化學是建立在物理學上，而且用物理學來解釋化學行為。換另一角度來看，化學是其它自然科學的基礎：如生物學、地質學、園藝學等。學習化學時，將會使我們體認這種次序。我們認為，物理學是我們的基礎，以便了解在其它科學中，如生物學，所碰到的現象。

在研究中，我們還會討論化學的應用，以幫助我們較能適應環境。經常，應用科學的例子與純研究相比較，前者的比例顯得較少。科學中的一位巨人露意斯·巴斯都爾 (Louis Pasteur)，敘述道：“……再也沒有比新發現更使科學工作者高興，但當他的發現，證明對實際生活有直接應用時，他的歡欣將更倍蓰。”

有些人會爭論說，目前的環境問題就是應用科學泛濫所引起，因此必須延緩 (moratorium) 科學的發展。這種態度忽視了此一事實：即使延緩，這些問題還是存在，而且這些問題只能用技巧的科學應用才能解決。世界大部份地方已經超支食物供給，這些地方的人們如何可使食物無缺？替代科學延緩，所需要的是，以受過良好教育群眾為基礎的應用科學。不只因人口爆炸所引起的問題，需要較多的科學活動，而且關於科學應用的相關決定，需要一個有科學認識的社會。

\* 巴斯德是最早對於大自然界的發酵過程予正確解釋的學者。他在酒類製造的實用上貢獻尤其大，用途亦廣。至今沿用的酒類殺菌法，即因人們為紀念他而稱之“巴斯德法” (pasteurized)。