

高中化學要訣



許瑞蓮編著

中央書局

G 633.8
831

S 001872

高中化學要訣

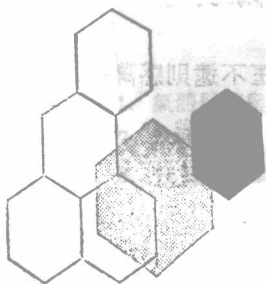


石景宜先生
惠贈



S9000255

許瑞蓮編著



高中化學要訣

定價 24 元

版權所有・翻印必究

編著者 許 瑞 蓮

發行人 張 煥 珪

印刷香港碧玉印刷廠
香港英皇道895號二樓

發行所 中央書局

香港英皇道多寶大廈四樓

一九六九年十月版

J:1:25

代 序

歷年來高級中學採用的化學課本及市面所售的參考書，多半在內容或編排處理上，往往流於陳舊甚至與事實發生脫節之弊；而今國家急需倡導科學教育之際，改革實爲一樁刻不容緩的緊要大事。編者基於目前國家之需要，爲減削青年學生在陳舊方式下學習的困難，大膽地剷除落後而不合理的成分，採用最革新的方法，蒐集國內外最新的教材與學說，編成本書，以饗學者。

編者在本書內，依據最能適合於學者的順序，將化學理論有系統的分述於前後兩篇。自始至終，用新觀點闡述化學原理，剖析化學根幹，演習新穎問題，以期學者容易領悟化學的新觀念，而能充分活用化學新知識，確信本書當可爲各位學者之良師、摯友。在校學生如在學習中感到困難時，可依目次翻閱同項部分，不僅能解決疑難，又可提高學習效率，對其他有關事項亦能獲得更深一層的瞭解。

最後，編者懇祈學界賢達隨時賜教，以匡不逮則感萬幸！

編 著 者 識

高中化學要訣

目 次

第一篇 化學通論

第一章 基礎概論

1. 純物質和混合物	1
2. 元素、單質和化合物	2
3. 化學反應的基本定律	3
4. 原子說與分子說	4
5. 化學上之規約	6
6. 原子量之求法	11

第二章 元 素

1. 元素之週期律及分類	19
2. 各族元素之概觀	21
3. 金屬元素與非金屬元素	22
4. 同素異形物(同素體)	23

第三章 氣體之性質

1. 氣體體積與壓力及溫度之關係	28
2. 氣體方程式	29
3. 分壓定律	31
4. 擴散定律	33
5. 氣體分子運動論	34
6. 亨利定律	35

7. 氣體之液化	35
8. 氣體或蒸氣分子量之求法	36

第四章 化學式與化學方程式

1. 化學式	44
2. 無機化合物之學名(命名法)	45
3. 應用原子價推求化學式	48
4. 由重量組成推算化學式	49
5. 有俗名之主要無機化合物	50
6. 化學方程式	51
7. 化學方程式的平衡	52
8. 離子方程式之寫法	55
9. 應用化學方程式之計算	56

第五章 溶 液

1. 溶液與濃度	67
2. 溶解度	69
3. 分結晶與再結晶	69
4. 非電解質溶液之凝固點與沸點	70
5. 非電解質之分子量求法	72
6. 滲透作用	73
7. 膠體溶液	74

第六章 電 解 質

1. 電 離	85
2. 酸	87
3. 鹽 基	89
4. 氧 化 物	91
5. 鹽	92

6. 中和反應	94
7. 氫離子濃度	96
8. 鹽之加水分解(水解)	97

第七章 氧化還原

1. 氧化與還原	106
2. 氧化劑與還原劑	107
3. 氧化還原方程式組合法	109
4. 氧化還原之離子方程式	111
5. 氧化劑及還原劑之定量	115
6. 漂白作用及漂白劑	116
7. 燃 燒	117

第八章 電 化 學

1. 金屬離子化傾向(電化列)(陽性次序)	126
2. 電 池	127
3. 電 解	129
4. 電解定律	131
5. 電解之應用	131
6. 二種金屬之接觸與離子化傾向	132

第九章 金屬概論

1. 金屬之物理性質	138
2. 金屬之化學性質	139
3. 金 屬 銹	140
4. 金屬與酸作用	141
5. 金屬與鹼之反應	145
6. 冶 金	146
7. 合 金(齊)	149

第十章 化學平衡

1. 反應熱	156
2. 熱化學方程式	156
3. 化學反應速率	157
4. 化學平衡	158
5. 平衡之移動	160
6. 溶解積	162

第十一章 化學反應

1. 化學反應之分類	169
2. 化學反應進行方向之判斷	170
3. 分解反應	171
4. 鹽與水之反應	175
5. 鹽與酸之反應	176
6. 鹽與苛性鹼之反應	178
7. 鹽與氨水之反應	179
8. 鹽與氰化鹼之反應	180

第十二章 物質之特性及鑑識

1. 各氣體之特點	186
2. 各氣體之檢驗	186
3. 氣體之精製	188
4. 物質之乾燥	189
5. 物質之貯藏法	191
6. 陽離子之檢驗	192
7. 陰離子之檢驗	196
8. 其 他	199

第十三章 物質之構造

1. 原子構造	211
2. 原子之化合力	213
3. 原子之結合	214
4. 同位素及同量素	217
5. 放射性元素	219
6. 原子之蛻變	221
7. 人工蛻變	221
8. 人工放射性	223
9. 核分裂	224
10. 原子彈與氫彈	225
11. 原子爐	226

第十四章 有機化合物概論

1. 有機化合物與無機化合物	239
2. 有機化合物的特性	239
3. 有機化合物分子之構造	240
4. 有機化合物之種類	243
5. 主要有機化合物之化學式	244
6. 有機物的特殊反應	246
7. 主要有機物之檢驗	249

第十五章 應用化學

1. 酸工業	257
2. 鹼工業	259
3. 肥料工業	260
4. 矽酸工業	262
5. 燃料	263

6. 纖維工業	264
7. 樹脂工業	265
8. 農藥	266
9. 顏料及染料	266

第二篇 化學物質各論

物質各論的討論形式	273
-----------------	-----

第一章 非金屬

1. 氫	275
2. 第 VIIa 屬——鹵素	278
3. 第 VIa 屬——氧, 硫	284
4. 第 V 屬——氮族	288
5. 第 IV 族 (C, Si) 與第 III 族 (B)	295

第二章 輕金屬

1. 第 Ia 族——Na, K	305
2. 第 IIa 族——Mg, Ca, Sr, Ba	309
3. 鋁	313

第三章 重金屬

1. 第 Ib 族——Cu, Ag, Au	317
2. 第 IIb 族——Zn, Cd, Hg	319
3. 第 IV 屬 (Sn, Pb) 及第 V 屬 (Sb, Bi)	321
4. 第 VIb 族 (Cr, Mo, W) 及第 VIIb 屬 (Mn)	324
5. 第 VIII 屬——Fe, Co, Ni 及 Pt 族	327

第四章 有機化合物

1. 碳氫化合物(烴)	336
2. 羥基化合物(醇、醚、酚)	338
3. 羰基化合物(醛與酮)	343
4. 羧酸及酯	345
5. 食 品	350

附錄 1. 中性原子中之游電子排列

附錄 2. 主要氧化劑、還原劑之強弱次序表

前襯頁 元素週期表(短週期型)

後襯頁 主要元素之原子價

後襯頁 主要根之根價

後襯頁 元素週期表(長週期型)

第一篇 化學通論

第一章 基礎概論

化學 (Chemistry) 爲自然科學之一分科，其研究對象爲物質之結構、性質及物質間之變化。

§ 1. 純物質和混合物

- (1) 純物質 (Pure substance) —— 具有一定組成及一定物理常數 (如：比重、熔點、沸點、比熱等) 之物質，例如：水、氯化鈉。純物質雖經蒸餾、過濾、結晶、昇華、溶解等物理操作，其組成及性質 (如：熔點、沸點等) 仍不發生變化。
- (2) 混合物 (Mixture) —— 由二種或二種以上之純物質相混合所成之物質，例如：空氣、食鹽水等。混合物之沸點、熔點、比重等恒隨其組成之不同而異，並且必保留成分物質之性質。

(註) 物 $\left\{ \begin{array}{l} \text{均勻物} \left\{ \begin{array}{l} \text{純物質} \cdots \cdots \text{水、氧、氯化鈉} \\ \text{溶液} \cdots \cdots \text{空氣、食鹽水、合金} \end{array} \right. \\ \text{不均勻物} \cdots \cdots \text{泥水、花崗岩、黑火藥} \end{array} \right. \text{混合物}$
(Matter)

(3) 物質之精製與分離

從混合物中欲分出各成分物質時，須利用各物間之性質差異。

- (a) 利用揮發性差異：要除去溶液中所溶不純固體或要分離液體混合物中各成分時，可藉各物揮發性差異 (即沸點差異)，作蒸餾或分餾。例如由食鹽水中要分出純水時利用蒸餾法，由液態空氣分出氮、氧時利用分餾法。
又某種固體 (例如碘、萘、昇汞等) 有揮發性 (即昇華性) 而與不揮發性物質相混合時，可利用昇華法精製該結晶。
- (b) 利用溶解性差異：要除去晶體中所含不純物時，將其溶入適當溶液中，利用溶解度差異，使之再結晶 (P. 70)。又混合物中僅有某成份對某種溶劑 (水或 CS_2 、有機溶劑均可) 可溶時，可以利用該溶劑溶出其成分，此法稱爲抽出。例如由硫粉與鐵粉之混合物可用 CS_2 溶出硫。
- (c) 利用粒子大小差異：混合物質粒子間有大小差異時，利用過濾 (可分離溶液中之不溶物) 或透析 (P. 76) 等方法。
- (d) 利用化學反應：加入某試藥於混合物中，若僅有一種成分能與之作用，則可藉以分離之。例如將 H_2 和 CO_2 之混合氣體通入

NaOH 溶液中，此時僅 CO_2 與 NaOH 作用成為離子而留下 H_2 氣體。

又電解、沈澱、氧化還原等反應也常被利用於精製物質。

(e) 利用吸着性：用骨炭可吸着有機色素……蔗糖之脫色法

【研究】 利用何法可以使黑火藥（硝石、木炭與硫之混合物）中各成分分離？

§ 2 元素單質和化合物

- (1) 元素 (Element) —— 構成化合物或單質之最基本成分，例如氫、氧、碳、鐵等。

現今已知之元素共有103種，其中天然元素佔有88種，今日元素之嚴密定義如下：元素為由原子序相同之一類原子所成的一種物。

(註) 據美人 Clarke 之估計，地殼及大氣之構成元素中，佔最多量者為氧（約 50%），遞次為矽（約 26%），鋁（約 7%）。

括弧內所示之重量百分值，稱為克拉克數 (Clarke Number)。

- (2) 純物質可利用化學反應再分解者，稱為化合物；不能再分者，稱為單質。

純物質 { 單質——僅以一種元素（或原子）所構成之物質。
例如： O_2 , O_3 , H_2 , Na 等。
化合物 (Compound) 一由二種或二種以上元素（或原子）所構成之物質。例如： H_2SO_4 , H_2O , CO_2 等。

- (3) 化合物與混合物之異點

	化 合 物	混 合 物
性質	不具有成分元素之性質	保留成分物質之性質
組成	一定	不一定
生成	為化學反應之生成物，生成時常伴起光熱之吸放現象	生成時不伴起化學現象
分離	用化學方法始能分離各成分	用物理方法可分離各成分

§ 3. 化學反應的基本定律

- (1) 物質不減定律 (Law of conservation of Matter)

「參與化學變化諸物質質量之總和，與生成諸物質質量之總和恒相等。」也可以說：「物質既不能被創造，也不能被消滅。」

提出者：拉瓦錫 (Lavoisier) (法)，1774 年

- (2) 能量不減定律 (Law of conservation of Energy)

「能之形式雖可互相轉變，但其總量恒為一定。」

也可以說：「能既不能被創造，也不能被消滅。」

(3) 質量不減定律 (Law of Conservation of Mass)

「在一切變化中，質量（即物質與能）之總值恒為一定。」

(說明) 多年來科學家認為物質具有質量，而能不具有質量，以區別雙方。至 1905 年，愛因斯坦曾指出能也有質量，並在其相對論中提出物質和能可以互變之關係式。

$$E=MC^2 \quad E: \text{能量(爾格)} \quad M: \text{物質(克)}$$

$$C: \text{光速}=3 \times 10^{10} \text{ (厘米/秒)}$$

在任何變化，若物質消失，必以能之型式轉變出來，若能量消失，必以物質型式出現。所以上述之二個定律應合併為一個質量不減定律。

(註) 普通化學反應時，都有吸收或放出能量，因此也應有質量之增加或減少。但此時的質量之改變量極微，雖用最精密天平也無法測出，故物質不減定律仍可以成立。例如：碳 1000 克完全燃燒時，可放出熱 7.9×10^6 卡。設轉變為熱量之質量為 m 克，
 $7.9 \times 10^6 \times 4.2 \times 10^7 = (3 \times 10^{10})^2 \times m$

$$\therefore m = 3.7 \times 10^{-7} \text{ 克(不能用天平秤出)} \quad [1 \text{ 卡} = 4.2 \times 10^7 \text{ 爾格}]$$

(4) 定比定律 (Law of definite Proportion) (定組成定律)

「凡化合物的成分元素間皆有一定重量比。」

提出者：普勞斯特 (Proust) (法)，1776 年

(說明) 氧化銅 (CuO) 可由銅用數種不同方法製取之，但不管以任一法製取之氧化銅，其重量百分率恒為銅 79.9%，氧 20.1%。

(5) 倍比定律 (Law of multipls proportions)

「凡甲乙二元素如能化合成數種化合物時，在此數種化合物中，與一定量之甲元素相化合之乙元素的各重量，恒成一簡單之整數比。」

提出者：道爾頓 (Dalton) (英)，1803 年

(說明) 數種氮之氧化物中，與氮 14 克(一定量)相化合之氧重量如下：

	N ₂ O	NO	N ₂ O ₃	NO ₂	N ₂ O ₄	N ₂ O ₅
N	14	14	14	14	1	14
O	8	16	24	32	32	40

就上表看來，與一定量氮相化合之氧各重量，則成 1:2:3:4:4:5 (簡單整數比)。

(6) 氣體反應定律 (Law of gas reaction)

「在氣體反應中，反應前後各氣體體積間，恒成一簡單之整數比。」

提出者：該·呂薩克 (Gay-Lussac) (法)，1808 年

(說明) 由氫與氧之二氣體合成水蒸氣時，在同溫同壓下，其體積關係如下： $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$

[2 體積之氫]+[1 體積之氧]—→[2 體積之水蒸氣]
 則各氣體之體積成 2:1:2 之簡單整數比。若將氫 20cc 與
 氧 20cc 之混合氣體，通以電花，則氫 20cc 與氧 10cc 相
 化合而生成水蒸氣 20cc (注意：非水 20cc)，此時剩餘未化
 合之氧 10cc。但各氣體之體積均在同溫同壓下測定者。

(註) 定律——許多實驗事實之概括的敘述。不可推翻，只可修改。

§ 4. 物質的結構

(1) 原子學說

物質由原子集合所成之觀念，早已在紀元前 6 世紀由希臘
 哲學家提出 (Atom, 希臘字不可分之意)。至 1802 年英人道爾
 頓 (Dalton) 為欲解釋物質不滅定律、定比定律及倍比定律，遂
 提出下記原子說：

- (a) 各種物質皆由無數之微粒子 (即原子) 所構成。
- (b) 相同元素之原子，性質、質量全等；相異元素之原子，則互異。
- (c) 化合物是由異類原子互相結合而成的。
- (d) 原子不能再分割，故祇能以整個原子相結合。

(註) (a) 道爾頓所提的原子學說，現在仍舊是能促進化學進步的學
 說之一，但由近代種種實驗結果，確知原子之存在並證明：
 ① 原子並非構成物質之最小微粒，因已發現中子、質子、電
 子等基本粒子。② 同一元素原子之質量未必全相等，因各元
 素均發現有同位素存在。以上二項為原子學說應修正之意。

(b) 學說 (Theory)

吾人欲解釋各種自然現象之所以然，不得不憑猜度以假定
 其為如何，然後現象始能解釋。所提出之假定，稱為假說。
 若由假說演繹出之理論，經實驗之檢討，與事實一致時，
 此假說便成為享有聲譽的學說。

(2) 分子學說

用道爾頓之原子學說無法解釋氣體反應定律，乃因道爾頓
 視分子與原子為同一微粒子，而未加區別，因此意人亞佛加德羅
 (Avogadro) 為解釋原子學說與氣體反應定律相抵觸處，於
 1811 年另創立分子說。其大旨謂：物質不改變其性質之終極
微粒為分子。分子再由同類或異類原子相結合而成。

(3) 亞佛加德羅假說 (Avogadro's hypothesis)，亦稱亞佛加德
 羅定律：

「在同溫同壓下，同體積之一切氣體皆含有同數之分子。」

- (應用) ① 可用以解釋氣體反應定律。(氣體體積比即等於分子數比)
 ② 求氣體分子量。
 ③ 可解釋氧、氫、氮各 1 分子係由 2 原子所成。

(4) 物質的結構單位

宇宙萬物，不管其為固體、液體或氣體均由粒子集合所成，此等粒子有原子、分子及離子之三種。

結構單位	物質例	特性
原子	金屬晶體 (如: Cu, Ag...)	利用自由電子和原子核之間吸引力形成晶體，晶體之熔點高、硬。能導電。
	金剛石、石墨、石英	
分子	氣體($H_2, O_2, O_3, CO_2, \dots$) (P_4) 硫(S_8) 砷(As_4) 水 酸類($HNO_3, HCl, \dots$) 有機物($CH_4, C_2H_5OH, C_6H_{12}O_6, \dots$)	分子中各原子之結合力雖強，但分子與分子間之引力却很弱，所以此類物質之沸點，熔點普遍低。
離子	鹽類($NaCl, CaCl_2, \dots$) 鹽基($NaOH$) 金屬氧化物	以陰陽離子間引力維持晶體中之有規則排列。熔點高、熔融物能導電。

(a) 原子 (atom)——代表元素的最小粒子 (原子直徑為 $2\text{\AA} \sim 5\text{\AA}$)。

($1\text{\AA} = 10^{-8}\text{cm}$) 在普通化學反應上原子為不改變其性質之最小單位，所以普通化學反應可視為祇是舊物質之原子重新排列而造成不同組成之新物質的變化而已。

(b) 分子 (molecule)——若干個異類或同類原子以「共價鍵」相結合所成的原子集團，具有物質性質並可獨立存在。

(分子直徑為 $10^{-8} \sim 10^{-7}\text{cm}$)

單質之分子係由同類原子所構成，化合物之分子係由異類原子間之結合而成。常見物質中有雙原子分子 (如氧 O_2 ，氫 H_2 ，氮 N_2 ，氯 Cl_2)，三原子分子 (如水 H_2O ，二氧化碳 CO_2)；多原子分子 (氨 NH_3 ，硫酸 H_2SO_4 ，蔗糖 $C_{12}H_{22}O_{11}$) 等。在有機物中，若干物質 (如澱粉、蛋白質、塑膠等) 之分子很大，其所含之原子數目有幾千、幾萬個。像這樣分子稱為碩大分子 (Giant Molecule)。

(c) 離子 (Ion)——荷電之原子或原子團，有陽離子和陰離子二種。由離子所成之化合物 (如: $NaCl, NaOH$)，在結晶或水溶液中並不含有分子單位。

(5) 物質之三態現象 (利用分子運動說說明)

(a) 氣體之特性：氣體皆由分子所構成，氣體分子間的距離和分子本身大小比較時甚大，其間幾乎無引力存在，並且分子能自由飛動，故氣體無一定體積及形狀，易被壓縮，有擴散性。溫度愈高，氣體分子的運動速率愈大，氣體對器壁所作用的力，稱為壓力，其大小由分子在單位時間內衝擊器壁的次數而定。

(b) 液體之特性：液體分子間的距離與氣體分子間距離比較時極為微小，且有微弱分子間引力（即 van der Waals 力）存在。惟各分子仍可自由改變其相對位置而無秩序地排列着，因而液體有一定體積而無一定形狀，亦可溶解他物質。當氣體被壓縮或冷卻時，分子間的距離縮小或分子的動能變少，而其分子間引力增大，終於化成液體（此現象稱為液化）。相反地，液體受熱時，獲得較大動能的液體分子，都可勝過分子間引力越過境界飛出於氣相中（此現象稱為氣化）。

(c) 固體之特性：在晶體中，粒子（有規律地排在一定結晶格子中之分子或原子、離子）間的距離較液體時更小而粒子間引力更大，各粒子祇能在其固定位置上振動，故晶體有一定體積及形狀。當晶體受熱時，粒子的動能漸次增大，在其固定位置上所做振動亦漸次激烈，終於升至某定溫時，其排列秩序開始紊亂而晶形崩解（此現象稱為熔解）。

§ 5. 化學量

(1) 原子量 (Atomic Weight)

各個原子的實際重量（即絕對質量），因其數值過於微小（例如氫原子之質量為 1.67×10^{-24} 克）而無實用價值，故在化學研究上，概不用它而都應用各原子之比較重量。

原子量——定同位素碳 12 (C^{12}) 1 個原子之質量為 12 時，各元素 1 原子之相對重量。

依此新基準，氫之原子量為 1.00797，碳之原子量為 12.00115，氧之原子量為 15.9994。由定義，可知碳原子之質量約為氫原子質量之 12 倍，碳原子與氧原子質量比約為 3:4。

(註) 原子質量單位 (atomic mass unit 簡稱 a. m. u.)：

多年來科學界應用了二種原子量尺度，一種為化學原子量尺度，係以自然氧原子（即 O^{16} , O^{17} , O^{18} 三種同位素之混合物）之平均質量定為 16 做基準，換言之，以自然氧原子之平均質量定為 16 單位，此單位稱為原子質量單位 (a. m. u.)。

$$\therefore 1 \text{ a. m. u.} = \frac{\text{氧原子}(O^{16}, O^{17}, O^{18})\text{之質量}}{16}$$

$$= 1.6681 \times 10^{-24} \text{ 克}$$

另一種為物理原子量尺度，係以同位素 O^{16} 原子之質量定為 16 做基準，則以同位素 O^{16} 原子質量的 $1/16$ 定為 1 a. m. u.。

自然氧以化學原子量尺度表明時，恰等於 16.0000 a. m. u. 若以物理原子量尺度表明時，則等於 16.0044 a. m. u.，因雙方不同值而在應用上有要換算之不便。其換算法為：