

科學圖書大庫

新編化學

(上册)

編譯者 郁仁貽 陳明達

徐氏基金會出版

財團
法人

徐氏基金會

科學圖書大庫

版權所有

不許翻印

中華民國七十八年七月十四日三版

新編化學 (上冊)

基本定價 3.40

編譯者 郁仁貽 東方工專化工科教授
陳明達 東方工專化工科講師

本書如發現裝訂錯誤或缺頁情形時，敬請「刷掛」寄回調換。謝謝 惠顧

局版臺業字第3033號

出版者 財團法人 徐氏基金會 臺北市郵政信箱13-306號
郵政劃撥帳戶第00157952號 電話：9262641~4

發行人 呂幻非 新店市中正路284巷7號

承印廠 祥新印刷有限公司 台北市和平西路3段52巷29號

編輯大意

1. 本書之前身“化學”出版多年，辱承若干專科學校採用施教，績效良好。現更遵照七十二年一月教育部頒佈五專必修科目化學課程標準，徹底改編而成。全書分上下二冊共 24 章，可供五專工科第一學年上下學期每週 3～4 小時教學之用。

2. 本書除對標準規定章節，詳予解釋，闡明真理外，並在若干章節，增編部分有關資料，以供進一步觀察，或便上下領悟、貫通之用。關於增編部分，可視學生程度及其他環境，尚祈任教老師，自由決定取捨。

3. 本書採用之名詞、術語，悉依部定之化學名詞、化學工程名詞中之名稱，必要時附註原文，以免誤會。

4. 本書對基本理論，例如經標值、溶度積常數等計算，多舉例題，藉便切實了解。

5. 本書注重實用，非特對水的淨化、性質等說明詳盡，對於水質污染及空氣污染等，尤稍深入檢討，並附列中外標準及管理規則等，加深理解，深願讀者，注意及此。

6. 關於鹼金屬及鹼土金屬（一部分）等的焰色反應，與萬能指示紙及其他若干 pH 指示劑，究隨溶液 pH 值而如何變化等，往往有欠明確，本書提供正確彩色圖面，藉增學者學習興趣，有助教學。

7. 本書每章各附習題，考驗讀者理解程度，尚祈授課老師，督導學生盡量多做，增加學習績效，是所至盼。

8. 本書經予實際教學，將近二年，曾發見若干錯字，已予一一改正。課文內容安排，亦有欠妥之處，亦予改正。長式週期表亦改為彩色版，一新耳目，凡此種種，均由陳明達講師，獨負重責，特此申謝。

9. 本書參照外文名著編輯而成，惟因編者才疏學淺，誤漏難免，尚祈高明人士，勿吝指正為荷。

郁 仁 貽 於高雄

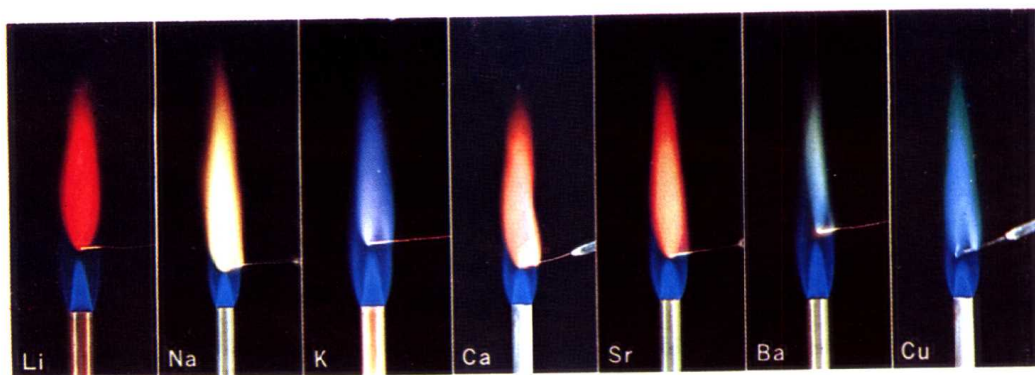


圖 11-4 鹼金屬、鹼土金屬的一部分 (Ca, Sr, Ba) 及 Cu 表示焰色反應

萬能 pH 試驗紙	pH	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0						
瑞香草藍 TB	pH	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0			
溴瑞香草藍 BTB	pH	6.2	6.4	6.6	6.8	7.0	7.2	7.4	7.6	7.8			
甲酚紅 CR	pH	7.2	7.4	7.6	7.8	8.0	8.2	8.4	8.6	8.8			
茜素黃 AZY	pH	10.0	10.4	10.8	11.0	11.2	11.4	11.6	11.8	12.0			

圖 12-1 pH 試驗紙比石蕊試紙更正確，也比 pH 計更簡單地測定溶液的 pH 值

目 錄

編輯大意	I
第一章 緒 論	1
1-1 化學的研究	1
1-2 物質的種類及其性質	2
1-3 物質三態	4
1-4 物質的變化	6
1-5 化學變化的類型	6
1-6 物質的精製 *	9
1-7 濾過、洗滌與乾燥	11
1-8 質量不滅定律	13
1-9 能量不滅定律	14
習題一	15
第二章 元素與週期表	17
2-1 化學元素的分類	17
2-2 元素符號	18
2-3 化學原素的週期律	20
2-4 週期表	27
2-5 週期表的進一步觀察 *	30
2-6 週期表的應用	32
習題二	33

第三章 氫、氧和空氣	35
3-1 氫的存在	35
3-2 氫的製法	35
3-3 氫的性質及其化合物*	41
3-4 氫的用途	45
3-5 重 氫	46
3-6 氧的存在及其性質	47
3-7 氧的製法	50
3-8 氧的用途	54
3-9 臭氧與同素異形物	55
3-10 臭氧的製備	55
3-11 臭氧的性質及用途	57
3-12 空氣的組成	59
3-13 空氣的液化	60
3-14 空氣的污染	61
3-15 鈍氣及其性質、用途	70
習題三	75
第四章 氣 體	78
4-1 氣體的一般性質	78
4-2 氣體的量度*	78
4-3 波以耳定律	79
4-4 查理定律	84
4-5 氣體壓力、體積與溫度之關係*	86
4-6 理想氣體定律	88
4-7 理想氣體與實際氣體	91
4-8 氣體動力論	92
4-9 氣體的擴散：格銳目擴散定律	95
4-10 氣體密度的測定	98

4-11	氣體分子量與亞佛加厥學說	99
4-12	道耳吞分壓定律	101
4-13	氣體的熱容量	103
	習題四	103
第五章 原子及原子結構		106
5-1	原子說	106
5-2	原子的結構	107
5-3	原子核	108
5-4	原子序和質量數	121
5-5	同位素	124
5-6	同位素與原子量	126
5-7	游離能	131
5-8	電子組態	136
5-9	電子組態與週期表	143
5-10	電子組態與化學性質	145
	習題五	146
第六章 水		148
6-1	水的存在	148
6-2	水的淨化	154
6-3	水的性質	159
6-4	水污染及其防治	166
6-5	各種處理法概說 (附我國、美國水污染防治有關法規標準)	168
6-6	重水	181
6-7	過氧化氫	182
	習題六	188
第七章 溶 液		191

7-1	溶液的種類	191
7-2	溶解度與飽和溶液	193
7-3	影響溶解度的因素	194
7-4	溶液的濃度	195
7-5	拉午耳定律	202
7-6	亨利定律	205
7-7	分配律*	206
7-8	溶液的沸點及凝固點	207
7-9	不揮發性物質分子量的測定	211
7-10	滲透與反滲透	214
	習題七	216
第八章 固體和化學鍵		219
8-1	固體的種類 (Types of solids)	219
8-2	晶體的結構*	222
8-3	化學鍵	224
8-4	離子鍵與晶體	226
8-5	共價鍵及網狀組織	228
8-6	金屬與金屬鍵	240
8-7	半導體	245
8-8	分子固體	247
	習題八	255
第九章 鹵素		257
9-1	鹵素	257
9-2	氟	259
9-3	氟化氫	260
9-4	氯	261
9-5	氯化氫及鹽酸	265
9-6	氯化含氧酸及其鹽類	267

9-7	溴	271
9-8	碘	272
9-9	其他鹵素化合物	274
9-10	結論與比較	276
	習題九	278
第十章 鹼金屬		279
10-1	鹼金屬的物理性質	279
10-2	鹼金屬的化學性質	281
10-3	鈉	282
10-4	氫氧化鈉	284
10-5	碳酸鈉	286
10-6	其他重要的鈉化合物	287
10-7	鉀及其化合物	288
10-8	鋰、銣、銇	289
	習題十	292
第十一章 鹼土金屬		294
11-1	鹼土金屬	294
11-2	鎂	298
11-3	鎂化合物	300
11-4	鈣	301
11-5	鈣的化合物	302
11-6	鈹、鋇、鋇和鐳	303
11-7	焰色檢驗法	306
11-8	海水資源	307
	習題十一	308
第十二章 酸、鹼、鹽與離子		310
12-1	電解質與非電解	310

12-2	酸與鹼的概念	312
12-3	酸、鹼的性質及其種類	315
12-4	酸、鹼的游離	318
12-5	水的游離	321
12-6	游離平衡	322
12-7	氫標 (pH) 值	325
12-8	同離子效應	328
12-9	中和	330
12-10	酸、鹼滴定	331
12-11	鹽的形成、種類及性質	333
12-12	溶度積常數及其應用	343
	習題十二	349



第一章 緒 論

1-1 化學的研究

自然科學 (natural science) 為研究自然界現象的學問。研究自然科學，普通須經過觀察 (observation)、實驗 (test) 及歸納推理 (induction) 等三步驟。將有關知識、現象，系統地搜集、整理、分類排列、試驗證明、研究存於其間的關係，進而努力創立完善共通的法則。

自然現象 (natural phenomena) 千變萬化，不勝枚舉，以一人之精力，實無法兼攻並學，故為研究便利計，再分為若干部門，以便作更深入之研究。例如動物學、植物學、礦物學、細菌學、物理學、化學、地質學、天文學……等，都為自然科學的一種分科，各該分科復各成為一種科學。但各種科學間，互有密切關係，往往無法完全獨立研究。

化學 (chemistry) 為自然科學的一種，專門研究物質及其組成在種種狀況下的變化，以及反應等之共通法則。化學與其他自然科學，都有密切的關係，而與物理的關係尤深，甚至關於原子構造，放射能和原子能 (atomic structure, radio activity and atomic energy) 等之研究，則更將物理和化學，融為一體。

我人對於自然界現象、事實的知識，係由我人之知識感官而得的。例如糖、醋、奎寧 (quinine) 辣椒、食鹽之口味為甜、酸、苦、辣、鹹，味覺之功也。顏色、大小、形態遠近之區別，視覺之功也。聲音之高低強弱之辨別、欣賞，聽覺之功也。香、臭之微妙區別，嗅覺之功也。物體表面之粗、細、銳、鈍、物體之輕重、冷熱等之區別，感覺之功也。在自然科學上，我人即以感官的印象為根據，進行各種研究。研究

多數現象後，如能發現存於其間的共通規律，即稱之為自然律或定律（*natural law or law*）。我人此後研讀的質量不減定律，定比定律，皆為化學基礎的重要自然律。

自然律的現象，在同一情況下，必能反覆表示同一現象，此依我人過去多數的經驗，並無絲毫疑問，特稱此種性質為自然現象的恒性（*constancy of natural phenomena*），實為自然科學的基本事項。發現自然律的所以有價值，即因自然現象具有此種性質的關係。

我人的求知慾，並不以僅知若干自然律而引以自滿，更進一步的解釋或說明（*explanation*），此種說明亦佔科學的重要部分。為說明方便起見，常設種種假定，如能證明合理有效，則即稱作假說（*hypothesis*）。

現象本身雖屬不變，但我們對此現象的說明，隨着學問的進步而變更的，亦不在少。例如銅在空氣中加熱，生成其他物質，現在的說明是銅和空氣中的氧化合，而成氧化銅的關係。至於昔日的解釋，則認為燃燒時，燃素（*phlogiston*）從銅逸出至空氣中的關係。

假說如能適用於種種場合，而無絲毫矛盾發現，即可以解釋種種事實，則其重要性益增。達到此種程度的假說，通常稱作學說（*theory*）。例如原子說，氣體的分子動力說及電離說等，即已達到此種程度。

文明的進展，無一不與化學有關，將研究成果用於工業，諸如陶器、造紙、冶金、染料、肥料、食品、纖維、醫藥及合成物質等。對促進工農生產，提高生活水準，厥功至偉。其他尚待開發的種種，尤賴後繼研究者的努力。

1-2 物質的種類及其性質

物質的分類，可大別為均勻物質（*Homogeneous material*）及不均勻物質（*heterogeneous material*）。均勻物質，多數在同一狀況下，其融點、沸點、比重和比熱等，示同一數值，例如蒸餾水，在 4°C 時的比重為1，在1大氣壓下加熱至 100°C 即沸騰，冷卻至 0°C 時則結成冰，如此物質，始稱純粹（*pure*）。純物質（*pure substance*）中含

有雜質 (impurity) 時，則其性質，即起多少變化。如此物質，謂之不純 (impure)。例如從礦石分取銅，或從甘蔗榨汁直接結晶的蔗糖，都不純粹。如雜質量多，與主要物質匹敵時，一般謂之混合物 (mixture)。如空氣為氮和氧及少量稀有氣體的混合物，石油為種種碳氫的混合物。均勻物質又分為：

1. 純質 pure substance

- i) 元素 (element)：凡以普通的化學方法，不能再分解成爲簡單的物質，如氫、氧、鐵、銅……等。
- ii) 化合物 (compound)：凡兩種或兩種以上之元素，以固定的比例化合而成之純物質，如食鹽中含有鈉和氯二元素。

2. 溶體 (solution)

即混合物；凡二種或二種以上的純質結合而成的物質，各純質成分間的質量不是定比，其物質的特性，常隨純質成分組成的改變而變更者，如食鹽水溶液等，其性質有很多重要事項特總稱爲溶體。依其存在狀態可分爲：

- i) 氣溶體 (gaseous solution)；如空氣。
- ii) 液溶體 (liquid solution)；如食鹽水。
- iii) 固溶體 (solid solution)；如玻璃、鋼等。

其各類詳細特性容在四、五等單元中述明之。

不均勻物，如花崗石 (granite) 中含有石英和雲母，爲幾種純質混在一起，其含量無一定比例，但可察出有多種不同性質的純質存在，故稱混合物。但混合物並不一定必須都是不均勻物質，均勻溶體也是混合物，例如酒是酒精與水相互溶存的均勻溶體，酒精與水的比例可以變動而仍然爲酒。

化合物各成分並不表示原有性質，化合物的組成，一定不變。混合物中的各成分，保持原有性質，而其組成又可連續變化。此爲化合物與混合物的區別。

在自然界中，凡佔有空間而有重量的，總稱物體 (body)。物體

的性質大別爲二，其一如形狀、大小、溫度及運動狀態等，能任意變更的謂之任意性（arbitrary properties）；其二如色澤、比重、熔點等性質，爲各物所固有，無法任意變更的，謂之特性（specific properties）或簡稱性質（properties）。

以特性爲標準，依其異同而將物體分類，其分成的各群，即各爲一種物質（matter or substance），例如小刀、剪刀、鐵釘、鋼管等，各爲不同物體，但將其比重、熔點及對磁鐵的性質等，予以比較，皆屬相同，故皆歸入一類，即爲同一物質（鐵）。

物質的性質甚多，可大別爲物理性質（physical properties）和化學性質（chemical properties）等二種。例如就硫而論，其顏色、熔點、沸點、比重等，都是與物質的變化無關的性質，故爲其物理性質。反之把它點火，則成青色火燄而燃燒，變爲具有惡臭的氣體（ SO_2 ）等性質，則爲其化學性質。

如欲檢查某物質爲何物，依理須將該物質的性質，完全調查。但實際上，很多場合，僅檢查其中極少數性質，即可決定。例如今有無色透明的液體於此，檢查其冰點爲 0°C ，沸點爲 100°C （都在 760 mmHg 氣壓下），食之無味，即可斷定爲水；又如黃色脆弱固物，強熱時發生青色火燄而燃燒，並生刺激惡臭氣體，溶於水中而呈弱酸性，則該固體，即可決定爲硫而無錯誤。這是因爲各種物質所具性質的配合，自有一定限制，如知若干種，已無再行檢查的必要。此種事實，對於我們檢查物質，殊多便利。重要的物理性質爲顏色、嗅、味、沸點、熔點、硬度、比重、比熱、常溫狀態（固、液、氣）、結晶形、溶解度、粘度……等是。

1-3 物質三態

物質呈固體，液體和氣體等三態而存在。因此化學家利用特有的物理性質，來確認物質。試料爲固體，可測定下列性質，如硬度，結晶形、色澤、氣味，在水中或其他液體中的溶解度（solubility），融點（由固狀變爲液狀的溫度），密度（比重），傳熱性及導電度。對於液體

物質，則須測定沸點、密度、色澤、氣味、粘度或流動度。對於氣體，較普通的物理性質為密度、色澤、氣味、水中溶解度和液化（liquefaction）（即氣體液化的條件）等。

多數場合，純物質可以做成三態中任何狀態而存在。但是物質分解的溫度，如從固體變成液體，或從後者變成氣體所需溫度之下，則為例外。設一物質在常溫為氣體，這就表示它的沸點或昇華點，是在普通室溫之下（或在所為觀察溫度之下）。任何氣狀物質，如予充分冷卻，即行液化，或更凝結成固體形狀。所謂室溫液體的物質，即意義為它的凝固點或熔點（freezing point or melting point）是在室溫以下。物質的狀態，如不將溫度和壓力的情況規定，則不能表示該物質的特性。如未將溫度和壓力規定，則我們認為是一般的普通狀態（ordinary condition）即常溫為 25°C ，常壓為 760mmHg 。圖 1-1 表示一物質由某一狀態變為其他狀態的過程和名稱。

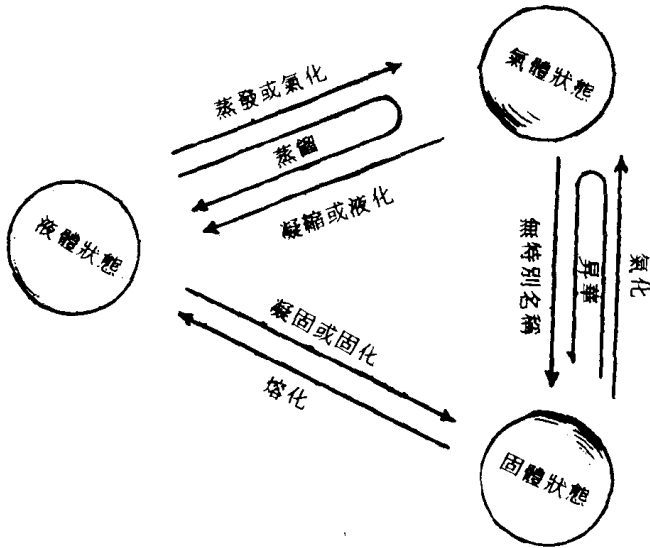


圖 1-1 物質三態互變圖

無論由液體或固體，生成氣體或蒸氣，都稱汽化（vaporization），是一種單路過程（one way process），而蒸餾與昇華則為雙路過程（two way process），它表示一物質最初氣化，繼而凝縮成液體或固體的雙路過程。有些物質成二種或更多固體形狀而存在（同素異形體），它們在某一定溫度和壓力下，可以由一種形態變成他種形態，例如赤磷和白磷為元素磷的同素異形體。無論液體狀態或氣體狀態都有同素異形體存在。

1-4 物質的變化

物質的變化可分為物理變化與化學變化二種：

1. 物理變化

如水冷却至冰點則結冰，熱至沸點，則會成氣體；糖溶於水而成糖水，水蒸氣却又可成爲水，又鋼鐵熔化，拉長冷却則成鋼條，如此物質狀態雖然改變，而本質未變。若將變化的原因除去，即可恢復原狀者之變化稱爲物理變化。如凝固、蒸發、融解、昇華、溶解均屬物理變化（physical change）。

2. 化學變化

硫燃燒時，則其融點，比重等特性全失，而生成另一特性的無水亞硫酸以及木炭燒成灰，火藥爆炸等變化，其形態、本質均已改變而生成新的物質，若將變化的原因除去，也不能恢復原狀的變化，稱爲化學變化（chemical change），如物質燃燒、食物腐爛、金屬生鏽、酸鹼中和等現象均是。化學變化又稱化學反應（chemical reaction）。物質起變化時，不但其形態改變，同時產生熱或光。

1-5 化學變化的類型

物質的變化，種類繁多，但可分為下列 5 種類型。