

最新修訂版

高中

實用新化學

劉鎂仁編著

上册

附

實驗指導、電腦測驗、

美國 CHEM 試題。



央書局

G 633.8
1
851

港台書室

499821

高中

化學新用實

劉鐸仁編著



上册



90097081

医学院 79 级 立 国 考 惠 贈

85 年 月 日

中央書局

實用新化學

(上册) 定價 \$ 12.00

版權所有・翻印必究

編著者 劉 鋌 仁
發行人 張 煥 珪
印刷所 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

一九七五年八月版

編輯大意

本書依照高級中學課程標準並參考現行高中化學教本，
美國化學教材研究會編著之 CHEMISTRY
An Experimental Science 等書編著而成。

本書共分上、下兩冊，專供高二、三同學自修、複習之用。
其特點如下：

1. 將課文敘述、計算原理、實驗教材及近年美國 CHEM 試題、各高中考試題，融會於整本書中，使讀者思考與實驗並進，瞭解試題重點。
2. 配合命題傾向，每章都有綜合練習、電腦測驗，並附詳細解答，供讀者練習，增進實力。
3. 本書原稿經多年試用與改進。編著者任教多年，對學生之學習情況及教材之選取有深入的瞭解。因此，本書內容必能適合學生實用；由淺而深，觸類旁通，發揮您的特長。相信您會對化學倍感興趣，獲得優異的成績。

本書排印倉促，錯誤疏漏之處，在所難免，深望學界先進
與讀者隨時指正。

編著者 謹識

一九七五年八月

目 錄

第一章 科學活動	1
1-1 科學活動	1
1-2 科學之不準度	7
1-3 化學上常用之數學	18
1-4 實驗指導	21
綜合練習	26
試題研究	41
第二章 基本概念	44
2-1 原子理論	44
2-2 原子、分子	46
2-3 元素、化合物	51
2-4 莫耳、原子量、分子量	54
2-5 化學式	60
2-6 化學反應	63
2-7 能量不滅定律	68
2-8 化學計量	68
2-9 實驗指導	75
綜合練習	80
試題研究	106

第三章 氣 相	111
3-1 <u>氣體之莫耳體積</u>	111
3-2 <u>氣體動力論</u>	115
3-3 <u>氣壓、分壓</u>	124
3-4 <u>氣體的擴散</u>	129
3-5 <u>理想氣體與真實氣體之差異</u>	133
3-6 氣體之液化	137
3-7 實驗指導	138
綜合練習	141
試題研究	166
第四章 凝 相	172
4-1 <u>純物質三相變化</u>	172
4-2 液相、氣相間的變化	173
4-3 固相與氣相，固相與液相的平衡	178
4-4 溶 液	180
4-5 溶液之導電	184
4-6 溶液之蒸氣壓，溶液沸點上升以及凝固點下降	185
4-7 溶解度	189
4-8 液態溶液體積	192
4-9 沉澱反應	192
4-10 晶 體	196
4-11 實驗指導	197
綜合練習	200
試題研究	225

第五章 原子結構..... 233

5-1 原子理論之化學證據..... 233

5-2 原子模型—原子理論之物理證據..... 236

5-3 原子序..... 248

5-4 質量數與同位素..... 248

5-5 離子..... 251

5-6 原子及分子大小之測定..... 251

5-7 實驗指導..... 255

綜合練習..... 256

試題研究..... 275

第六章 電子組態與週期表..... 278

6-1 氫原子..... 278

6-2 能階..... 281

6-3 量子力學概述..... 283

6-4 軌域..... 287

6-5 電子組態..... 291

6-6 週期表..... 296

6-7 週期表之第四列元素..... 300

6-8 游離能與週期表..... 301

綜合練習..... 307

試題研究..... 325

第七章 氣體分子中之結合.....	329
7-1 鍵 結.....	329
7-2 價電子和價軌域.....	334
7-3 原子的鍵結量.....	334
7-4 分子形狀和軌域.....	340
7-5 電偶極.....	343
7-6 分子結構和電偶極.....	346
7-7 雙 鍵.....	347
7-8 參 鍵.....	348
7-9 實驗指導.....	349
綜合練習.....	352
試題研究.....	365
第八章 固體及液體中之結合.....	370
8-1 凡得瓦力、分子固體.....	370
8-2 共價結合與網狀固體.....	374
8-3 金屬鍵與金屬固體.....	376
8-4 離子鍵與離子固體.....	379
8-5 電荷分離所引起之效應.....	381
8-6 氫 鍵.....	382
8-7 各種鍵型的物質性質.....	385
8-8 實驗指導.....	387
綜合練習.....	391
試題研究.....	405

第九章 化學反應中的能量變化和反應速率	409
9-1 熱和化學反應	409
9-2 化學反應中能量不滅定律	416
9-3 存於分子中的能量	417
9-4 加溫時的能量變化	419
9-5 質能關係	419
9-6 反應速率	420
9-7 能量與反應速率之關係	429
9-8 實驗指導	431
綜合練習	437
試題研究	459

第一章 科學活動

引 言

凡未經實驗而產生之科學均屬空泛且充滿錯誤。欲獲得實用、確實之科學必須做實驗，故實驗為確實之母。

化學是一門實驗的科學，以科學活動成果為依據，要學習化學必先了解科學活動。

1-1 科學活動

化學是自然科學的一重要部門，自然科學是對自然界各種現象作有系統研究的學問。人類為了適應環境，改善生活，以及好奇心的驅使，乃從事科學活動。科學活動愈劇烈，科學愈進步，文化愈昌明，由此可知科學活動的重要性。

一、觀察與記述

1. 觀 察：

- (1) 研究科學必須作實驗：實驗是在控制條件下進行觀察，可控制觀察的場所稱為實驗室。
- (2) 科學活動由觀察開始，一個良好的實驗者必是一位良好的觀察者，其所具備之條件如下：集中注意力，洞察精微；熟練的技巧；有耐性，經常實習。

2 記 述：將所得的結果詳細記錄。

- (1) 記述時應注意比較重要的地方：在研究化學方面我們所注意的要點為；
 - ① 物質：物質就是佔有空間，具有質量的東西。
 - ② 性質：性質就是物質所表現的行為，通常把它分為物理性質和化學性質兩種。
 - ③ 能量：能量是一種可以作功的能力。能量的形式有動能、位能、化學能、熱能、光能等。
- (2) 記述的方法：通常分為定性記述與定量記述。
 - ① 定性記述：對物質的物理或化學性質作不涉及到數量的陳述；如對物質之顏色、形狀、硬度、溶解度及受熱時是否發生變化等的敘述，均屬定性記述。
 - ② 定量記述：以觀察或用儀器測量出來的數量；如長度、時間、質量及其誘導量均屬定量記述。

[例題 1-1] 有一學生對一隻燃燒的蠟燭，作精密之觀察得如下之記述：

- ① 當蠟燭燃燒時放出光和熱。
- ② 蠟燭心是由六條細帶絞合在一起的。
- ③ 蠟燭的頂端變得濕潤，含有無色的液體時成為碗狀。
- ④ 燭火之焰心冒黑煙，內焰與外焰之亮度較大。
- ⑤ 燃燒前燭重 20.2 克，燃燒後燭重變為 17.8 克。

上列中那項是定性記述？那項是定量記述？

<解> ①，③，④是定性記述；②，⑤是定量記述。

三、尋求規律性

1. 尋求規律性的歷程：

經過多次實驗後，必須將所得的資料歸納出具有共同的規律性，以發展為學說或理論，其重要歷程如下：

- ① 將若干個別觀察資料加以整理。
- ② 找出彼此間之共同特性成立通則或規律性（歸納法）。
- ③ 將通則推廣應用在原實驗範圍以外的相關事項上（演繹法），再作新的實驗，另求新的通則。
- ④ 用歸納法與演繹法交互使用，使所得之通則或規律性臻於完善，科學知識得以擴充。

在尋求規律性時須謹防走入錯誤的途徑，可藉已有之學說或定律的引導和幫助，避免做盲目而不必要的實驗，並且可很快地使所做的實驗獲致良好的結果。

[例題 1-2] 有一兒童將下列樣品加熱，得到如下之結果：

樣品	樹枝	帚柄	鉛筆	石頭	鐵棒	旗桿	墨水瓶
可燃性	能	能	能	不能	不能	能	不能

試將資料重新整理，並求一定性之規律性。

<解> 可燃物：樹枝，帚柄，鉛筆，旗桿。
 不可燃物：石頭，鐵棒，墨水瓶。
 規律性：木質物料可燃。

[例 1-3] 下列為幾種純物質受熱時所得的資料

鎂在 650°C ，鉛在 327°C ，銅在 1083°C ，鐵在 1535°C 時熔化為液

體。

磷在 44.2°C ，硫在 119°C ，冰在 0°C 時熔化為液體。

試求定性之規律性和定量之規律性。

- <解> ① 定性之規律性：固體物質受熱，溫度充分升高時會熔化為液體。
 ② 定量規律性：各種純物質有其一定的熔點（如：銅為 1083°C ）。金屬固體之熔點較高，非金屬之熔點較低。

2 術語之解釋：

- (1) 法則或定律：與實驗結果直接相關之規律性。如波義耳定律：定溫時，定量氣體之體積與壓力成反比。
- (2) 學說或理論：對於有關定律與經驗事實的說明或解釋。如以粒子運動觀念說明氣體通性。
- (3) 假說：由於環境限制，不能以實驗方法加以證實，不得不憑猜度並假定其為何，以說明自然現象之理由。
- (4) 模型：以實在的物理體系表現一種抽象的規律性。例如以撞球模型及氣體的乒乓球模型表現氣體分子之碰撞。
- (5) 學說與模型含義上一樣，不過學說通常含較抽象的觀念（如數學式）而模型較易直覺領會。
- (6) 一種定律，假說，學說或模型不一定永久成立。一旦有新的實驗，新的規律性被發現且與舊的通則衝突時，則舊有通則等就要被修正或被推翻。

三 追究原因（尋求解釋）

我們找出規律性後，應該隨即解釋此一規律，俾使所研究的事項充分了解，獲致較完善的學說或理論。這一步驟是為有價值和最具創造性的科學活動。一個良好而有效的解釋是：

- ① 對模型物系（已知物系）充分了解。
- ② 研究中之物系與模型物系有密切關聯。

如此便可以模型物系的知識和經驗解釋研究物系中的規律性。茲以下列二個例子說明。

1. 氣體壓力：

- (1) 研究物系：為何充氣時氣球會膨脹或變硬？
- (2) 模型物系：撞球檯上彈力球來回運動，撞擊球檯邊緣之情形可充分了解。氣體壓力之產生與粒子之撞擊有關；正如球子來回撞擊球檯一樣。
- (3) 解釋：①球子之來回碰撞一事十分明瞭，可用精密之數學計算每次球子

碰撞球檯時所生之推力為若干。②與氣體壓力有密切關係，如將氣體視為許多微粒之集合體，不斷地作彈性碰撞球壁而產生推力。粒子數增加時單位時間內撞擊球壁次數增加，推力也增加，因此氣球膨脹。

我們也可用氣體的乒乓球模型來解釋氣體壓力之產生：把氣球裏的氣體設想成一群小乒乓球，在氣球裏不停地跳動，當它們和氣球壁相撞的時候，會產生一種推力，當加入更多氣體粒子時由於碰撞次數增加，氣球壁所受推力增加，如容器可伸縮便會膨脹，若不可伸縮壓力增大，氣球變硬。

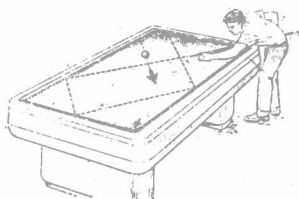


圖 1-1 檯球之回彈性聯想
或可做氣體壓力之解釋

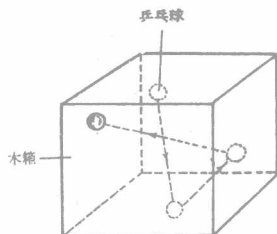


圖 1-2 氣體的乒乓球模型

2 鋼絨的加熱：

- (1) 研究物系：鋼絨 (Steel Wool) 在空氣中加熱就燃燒，生火花而不溶解。此與固體受熱熔化之通則不符合，為什麼？
- (2) 模型物系：從蠟燭燃燒的經驗得知燃燒與空氣有關，沒有空氣便不能燃燒。
- (3) 解釋：①與蠟燭相似，當鋼絨在空氣中強熱時也能起燃燒。②與蠟燭相同，將鋼絨加熱而防止其燃燒（不與空氣作用）也能熔化為液體。

[例題 1-4] 氮 17.0 克在 0.100 ~ 0.600 Atm 下 0°C 時之壓力與體積變化如下：

壓力 P (Atm)	體積 V (l)	①求 P V 之平均值
0.1000	224.4	②試求一規律性
0.2000	111.6	③解釋此規律性之原因
0.4000	56.02	

0.6000

37.20

<解> ① PV 之平均值 $= \frac{1}{4} (0.1000 \times 224.4 + 0.2000 \times 111.6 + 0.4000 \times 56.02 + 0.6000 \times 37.20)$
 $= 22.37 \dots\dots\dots$ 答

② 由 $PV = 22.37$ 知定量氣體在一定溫度下其體積與壓力乘積為一常數，即壓力與體積成反比。

③ 一定量氣體具有一定數目之分子，當體積縮小時單位體積內所含之分子數目增加，單位面積受到分子碰撞之次數增加，器壁所受之壓力隨之增加。故定量氣體在一定溫度下容器所受之壓力與體積成反比。

[例題 1-5] 下列之陳述，適用於問題(1)~(2)，何以封在氣球內之氣體會於氣球壁產生壓力？一個可能的解答為：氣體是一種海綿狀的物質，一如泡沫樹膠然，當其受壓時，潛在的抗拒作用力增加，當其放鬆時，遂又擴張。

(1) 下面諸實驗的證據，有何者和上述不相吻合。

- ① 氣體充滿着容器。
- ② 壓力增加而使體積減小。
- ③ 氣體增多則壓力增加。
- ④ 氣體具有質量。
- ⑤ 當氣體被壓縮並冷卻時，變成液體。

(2) 敘述當氣體經如下的處理時，所引起的變化：

- ① 氣體於恒溫下受壓。
- ② 氣體於恒溫下加入鋼質容器中。

<解> (1): ⑤: 海綿受壓不發生相之變化，故此模型不適合解釋氣體受壓液化。

(2): ①其體積減少。②容器受氣體分子碰撞產生壓力，加入之氣體愈多時其所受之壓力愈大。

四 科學知識之傳播

科學活動之最後步驟是傳播知識，為便於傳播知識必須將資料加以整理。資料的敘述必須文字精確簡明，觀念要清楚。科學資料的表示法有下列幾種：

1. 定性表示法：陳述科學活動的現象，其所表示之規律性較簡略抽象（此為

6 實用新化學

最簡單之表示法)。例如：一固定溫度下定量之氣體，體積縮小時壓力增大。

2. 定量表示法：將實驗測得之數據，詳細列表說明，表 1-1 即表示在 0°C 時 32 克的氧其體積與壓力之關係。

表 1-1

壓力 P (Atm)	體積 V (l)	PV (Atm - l)
0.100	224	22.4
0.200	109	21.8
0.400	60.0	24.0
0.600	35.7	21.4
0.800	27.7	22.2
1.00	22.4	22.4
平均		22.4

3. 繪圖表示法：根據實驗所得數據，繪成圖形，由圖內之曲線可以表示數據變化的趨勢。我們可把表

表 1-1 之數據繪圖表示如圖 1-3。

4. 數學表示法：將數據以數學方程式寫出所得的通則。如由表 1-1 可以表示為： $PV=22.4$ 或 $PV=K$ (K 為常數)

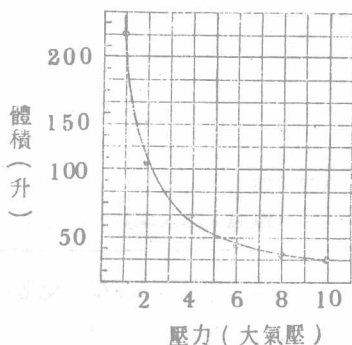


圖 1-3 32.0 克氧在 $t = 0^{\circ}\text{C}$ 時，
壓力與體積之關係曲線

以上四種方法除定性表示法給人觀念概述外，無明確之數字觀念。其他三種方法各有長處，要選用何種，須視使用之目的而定，如以實用觀點而言，數學表示法為最佳方法。

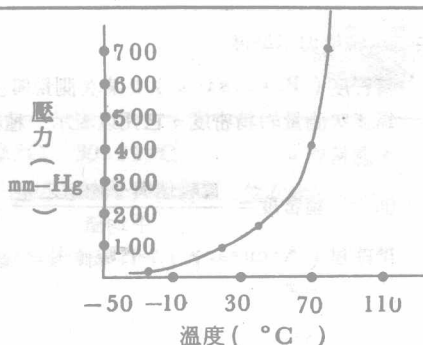
[例題 1-6] 酒精在各溫度之飽和蒸汽壓如下：

溫度 (°C)	-31.8	-2.8	19.0	34.9	63.5	78.4
壓力 (mm-Hg)	1	10	40	100	400	760

- ① 試以縱軸表示蒸汽壓，橫軸表示溫度，作圖表示其間之關係。
- ② 試求一定性之規律性。

<解> ① 圖形如右所示。

- ② 飽和蒸汽壓隨溫度之增高而增大。



1-2 科學之準度

科學上之數量係由測量方法取得，任何量度中沒有絕對準確的，所謂準確只是程度的問題。一個熟練的實驗者用精密的儀器測量出來的數量，其可靠性較大，我們便說它是比較準確，但不能說它為絕對準確。

一、誤差的原因

- 1 儀器誤差 (Instrumental error)：由於儀器之刻度不正確或性能有差別所引起的誤差。
- 2 方法誤差 (Error in method)：用不同之方法或用不正確的方法都會有不同的誤差產生。
- 3 個人誤差 (Personal error)：由個人之習癖不同或觀察不夠謹慎或實驗操作不小心所引起之誤差。
- 4 偶然誤差 (Accidental error)：由於人的感覺精度有限，使用的儀器其精確度也有限制，由此產生的誤差不能避免。

表 1-2 各種常用儀器測量之不準度

儀 器	代表不準度
三梁式天平	$\pm 0.01g$
托盤天平	$\pm 0.5g$