

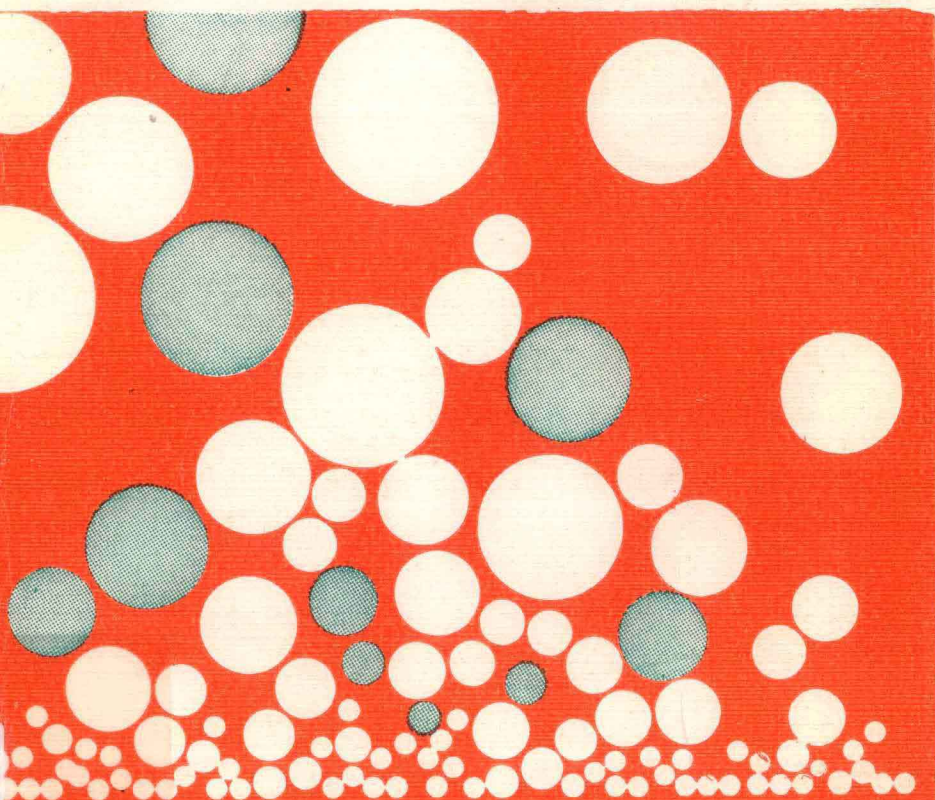
QUANTITATIVE  
CHEMICAL ANALYSIS

TWELFTH EDITION

HAMILTON SIMPSON

定量分析

楊寶旺譯



東華書局印行

# 定量分析

## QUANTITATIVE CHEMICAL ANALYSIS

TWELFTH EDITION

原著

江苏工业学院图书馆

藏书章

楊寶

L. E. HAMILTON, S.B.

STEPHEN G. SIMPSON, Ph.D.

旺譯

東華書局印行



---

**版權所有・翻印必究**

中華民國六十四年 四 月 初 版

中華民國七十三年 六 月 四 版

**定 量 分 析**

大學 定價 新台幣壹百肆拾元整  
用書 (外埠酌加運費雜費)

著 者 EICESTER F. HAMILTON, S.B.  
STEPHEN G. SIMPSON, Ph.D.

譯 者 楊 寶 旺

發行人 卓 鑫 森

出版者 臺灣東華書局股份有限公司  
臺北市博愛路一〇五號

印刷者 合 興 印 刷 廠

台北市大理街130巷2弄1號

---

行政院新聞局登記證 局版臺業字第零柒貳伍號

(63068)

# 序 言

本版有數個大標題的討論部分已擴充，尤其是關於共沉澱，離子交換，電極電位，電解，及酸、鹼和鹽的觀念。關於在非水溶液中的滴定原理討論，及在這部門之實驗決定也包括在內。

電極電位的數值符號已將前版加以改變，而且大部分半電池反應也以還原方式而非氧化方式表示，這與國際純粹及應用化學聯盟會議在斯德哥爾摩會議所採行的一致，而現在亦是受大部分分析化學家所贊成。

在很多大學中，定量分析在有機化學之後即進行。因此我們似乎希望加上關於如何將分析技術用於決定一些有機官能基如羥基、酚基、硝基及氨基。這些過程所涉及的原理簡單得足以令沒有特別的有機訓練的學生也可容易的了解。

其他加入的檢定包含同樣品中鉻、釩之檢定，以EDTA檢定鈣及鎂，關於離子交換之檢定，弱酸及強酸混合物之電位滴定，及鈉、鉀之火焰光譜檢定。

為訓練之目的的大部分檢定須要被分析的固體樣品為商業上可供應。或有時可製備，當然經常使助教們相當費力。當然教員也可製備

已知物質的一定濃度當未知溶液以節省時間。

考慮這些後，頗多過程也加入了導引以供備製這些未知溶液，也供以修飾連帶的分析以能適當的涵蓋這些。

爲節省篇幅，很多簡寫廣泛的用到實驗過程特別是指引及問題中，爲使讀起來感興趣，簡寫只用在理論及原理的討論中。度量單位之簡寫與美國標準協會所行者一致，除非 In. 代表英吋 (inch(es))，他們不用句點，而只與數值連接，其他簡寫大部分相同於化學輯要 (Chemical Abstracts) 所用者，雖然讀者對文中之所有簡寫字之意義必定很清楚，但乃附一簡寫之表於附錄部分以解決疑問。

很多問題爲更清楚或簡明而重寫。而所有問題之解答也已集中在本書之另一段中。這可減少空間且減少不必之重番，數字解答已用計算機校正以期更正確。

L. F. H.

劍橋，麻省

S. G. S.

# 譯 者 序

本書爲Leicester F. Hamilton 及 Stephen G. Simpson 所著定量化學分析第十二版之中譯本，其內容及不同於前版之有關說明已見於序言中。原著分六部分二十三章，其中第四部分關於儀器分析，第五部分其他之檢定，不包括在本翻譯中，因本書之主要對象爲專科及五專之同學。儀器分析算是比較專門的領域不適用於上述之對象，僅將有關定量分析的一般概念及方法列入翻譯。如必要參考儀器分析，及其他問題之檢定請見原著。

楊寶旺

# 目 次

## 第一部 緒 論

### 第一章 一般指引

|     |              |   |
|-----|--------------|---|
| 1-1 | 分析化學的分門..... | 1 |
| 1-2 | 定量分析的分門..... | 1 |
| 1-3 | 定量分析的目的..... | 4 |
| 1-4 | 分析化學的文獻..... | 5 |

### 第二章 實驗室工作的一般指引

|     |               |    |
|-----|---------------|----|
| 2-1 | 開始實驗工作.....   | 13 |
| 2-2 | 實驗設備.....     | 13 |
| 2-3 | 洗滌瓶.....      | 14 |
| 2-4 | 洗滌瓶的特別形態..... | 16 |
| 2-5 | 反應劑.....      | 16 |
| 2-6 | 小心反應劑的用法..... | 17 |
| 2-7 | 筆記本.....      | 18 |
| 2-8 | 時間的經濟.....    | 18 |
| 2-9 | 結果的一致.....    | 19 |

### 第三章 常用的分析操作法

|      |             |    |
|------|-------------|----|
| 3-1  | 樣品的準備·····  | 21 |
| 3-2  | 合金的取樣·····  | 24 |
| 3-3  | 樣品的稱重·····  | 25 |
| 3-4  | 樣品的溶解·····  | 25 |
| 3-5  | 液體的蒸發·····  | 25 |
| 3-6  | 液體的轉移·····  | 26 |
| 3-7  | 取出等分部份····· | 26 |
| 3-8  | 比重的測定·····  | 28 |
| 3-9  | 沉澱·····     | 29 |
| 3-10 | 浸漬·····     | 29 |
| 3-11 | 過濾漏斗·····   | 30 |
| 3-12 | 濾紙·····     | 30 |
| 3-13 | 濾紙的摺法·····  | 31 |
| 3-14 | 過濾坩堝·····   | 32 |
| 3-15 | 沉澱物的過濾····· | 35 |
| 3-16 | 沉澱物的洗滌····· | 37 |
| 3-17 | 沉澱的再溶解····· | 38 |
| 3-18 | 加熱用坩堝·····  | 38 |
| 3-19 | 融熔用坩堝·····  | 39 |
| 3-20 | 坩堝之刻痕·····  | 40 |
| 3-21 | 坩堝的裝備·····  | 40 |
| 3-22 | 沉澱物之紅燒····· | 41 |
| 3-23 | 乾燥劑·····    | 43 |
| 3-24 | 乾燥器·····    | 44 |
| 3-25 | 溶液的滴定·····  | 46 |

## 第四章 分析天平

|      |                |    |
|------|----------------|----|
| 4-1  | 質量與重量          | 47 |
| 4-2  | 分析天平法碼         | 47 |
| 4-3  | 天平的構造          | 48 |
| 4-4  | 天平的操作          | 55 |
| 4-5  | 天平的靈敏度         | 56 |
| 4-6  | 靈敏度對於稱重的應用     | 58 |
| 4-7  | 不等天平臂的校正       | 59 |
| 4-8  | 浮力校正           | 60 |
| 4-9  | 稱重實驗           | 61 |
| 4-10 | 長擺天平稱重法（未阻滯天平） | 61 |
| 4-11 | 短擺法稱重（未阻滯天平）   | 63 |
| 4-12 | 以單偏向法稱重（未阻滯天平） | 64 |
| 4-13 | 阻滯天平稱重         | 64 |
| 4-14 | 稱粉狀樣品          | 65 |
| 4-15 | 法碼的校準          | 67 |

## 第五章 分析度量的精確度

|     |         |    |
|-----|---------|----|
| 5-1 | 實驗誤差    | 73 |
| 5-2 | 精確度與準確度 | 73 |
| 5-3 | 亂度誤差    | 74 |
| 5-4 | 有限誤差    | 78 |
| 5-5 | 真值      | 79 |
| 5-6 | 真值的近似值  | 79 |

## 定量分析

|      |             |    |
|------|-------------|----|
| 5-7  | 結果間符合程度的表現法 | 80 |
| 5-8  | 不同分析家間的一致性  | 81 |
| 5-9  | 有效數字的適當保留   | 82 |
| 5-10 | 計算規則        | 83 |
| 5-11 | 數據          | 85 |
| 5-12 | 計算尺的用法      | 86 |

## 第六章 基本原理概要

|      |             |     |
|------|-------------|-----|
| 6-1  | 離子方程式       | 89  |
| 6-2  | 酸類，鹼類和鹽類    | 91  |
| 6-3  | 布忍司特 - 勞威學說 | 92  |
| 6-4  | 在非水溶液中的滴定   | 94  |
| 6-5  | 濃度表示法       | 96  |
| 6-6  | 平衡常數        | 100 |
| 6-7  | 活性與活性係數     | 102 |
| 6-8  | 水的離子積常數     | 104 |
| 6-9  | pH 與 pOH    | 105 |
| 6-10 | 電離常數        | 106 |
| 6-11 | 弱酸與弱鹼的共離子效應 | 107 |
| 6-12 | 錯離子的解離常數    | 111 |
| 6-13 | 溶度積         | 113 |
| 6-14 | 鹽類的共離子效應    | 114 |
| 6-15 | 惰性離子對溶度積的效應 | 115 |

## 第二部 容量分析

## 第七章 容量分析一般指引

|      |            |     |
|------|------------|-----|
| 7-1  | 容量分析的區分    | 121 |
| 7-2  | 滴定管        | 122 |
| 7-3  | 稱量滴定管      | 124 |
| 7-4  | 吸管         | 125 |
| 7-5  | 容量測定瓶      | 126 |
| 7-6  | 容量儀器的寬容量   | 126 |
| 7-7  | 洗滌溶液的配製    | 127 |
| 7-8  | 使用滴定管的準備   | 128 |
| 7-9  | 滴定管的讀數     | 130 |
| 7-10 | 測定容量的標準    | 132 |
| 7-11 | 滴管的校準      | 134 |
| 7-12 | 吸管及容量燒瓶的校準 | 136 |
| 7-13 | 滴定的一般指引    | 136 |

## 第八章 中和滴定曲線

|     |             |     |
|-----|-------------|-----|
| 8-1 | 終點，當量點及中和點  | 140 |
| 8-2 | 指示劑         | 141 |
| 8-3 | 滴定中氫離子濃度的改變 | 143 |

## 第九章 酸滴定法和鹼滴定法

|     |      |     |
|-----|------|-----|
| 9-1 | 標準溶液 | 162 |
|-----|------|-----|

|      |               |     |
|------|---------------|-----|
| 9-2  | 中和程序中的當量溶液    | 162 |
| 9-3  | 待標定溶液的配製      | 164 |
| 9-4  | 酸和鹼濃度比率的決定    | 168 |
| 9-5  | 計量            | 171 |
| 9-6  | 一級標準          | 174 |
| 9-7  | 氫氧化鈉的標定       | 174 |
| 9-8  | 鹽酸的標定         | 178 |
| 9-9  | 計量            | 182 |
| 9-10 | 蘇打灰中所有鹼性強度的測定 | 184 |
| 9-11 | 有機酸總酸度的測定     | 188 |
| 9-12 | 計量            | 189 |
| 9-13 | 間接滴定方法        | 192 |
| 9-14 | 雙重指示劑滴定       | 194 |
| 9-15 | 磷酸鹽混合物之滴定     | 198 |
| 9-16 | 其他酸化計量決定      | 199 |

## 第十章 氧化還原反應法

|      |                    |     |
|------|--------------------|-----|
| 10-1 | 電流與氧化反應的關係         | 206 |
| 10-2 | 標準電位               | 208 |
| 10-3 | 電位的符號              | 210 |
| 10-4 | 用半反應表示氧化還原方程式      | 211 |
| 10-5 | 電位與濃度的關係           | 213 |
| 10-6 | 生成錯化合物及沉澱之離子對電位的影響 | 216 |
| 10-7 | 克式量還原電位            | 218 |
| 10-8 | 氧化還原滴定曲線           | 218 |

## 第十一章 氧化還原滴定

|      |              |     |
|------|--------------|-----|
| 11-1 | 氧化還原滴定中使用的溶液 | 221 |
| 11-2 | 氧化及還原當量      | 222 |

## 第十二章 高錳酸根法

|       |              |     |
|-------|--------------|-----|
| 12-1  | 高錳酸根的一般用法    | 229 |
| 12-2  | 待標定溶液的配製     | 231 |
| 12-3  | 高錳酸根和亞鐵溶液的比較 | 233 |
| 12-4  | 高錳酸鉀溶液的標定    | 234 |
| 12-5  | 計量           | 237 |
| 12-6  | 褐鐵礦中鐵含量的測定   | 239 |
| 12-7  | 氯化鐵溶液中鐵的測定   | 247 |
| 12-8  | 計量           | 247 |
| 12-9  | 其他過錳酸根的直接測定  | 249 |
| 12-10 | 中性溶液中過錳酸鉀之滴定 | 250 |
| 12-11 | 軟錳礦氧化力之測定    | 252 |
| 12-12 | 計量           | 255 |

## 第十三章 重鉻酸鹽及鉅過程

|      |         |     |
|------|---------|-----|
| 13-1 | 引言      | 260 |
| 13-2 | 氧化還原指示劑 | 260 |
| 13-3 | 外間指示劑   | 261 |
| 13-4 | 重鉻酸法    | 262 |
| 13-5 | 溶液的製備   | 262 |

|       |              |     |
|-------|--------------|-----|
| 13-6  | 重鉻酸及亞鐵溶液的比較  | 264 |
| 13-7  | 重鉻酸鉀溶液的標定    | 264 |
| 13-8  | 鐵之決定         | 266 |
| 13-9  | 亞鉻酸鹽中鉻之測定    | 266 |
| 13-10 | 計量           | 269 |
| 13-11 | 鈾法           | 269 |
| 13-12 | 鈾溶液之製備       | 271 |
| 13-13 | 鈾溶液之標定       | 271 |
| 13-14 | 鐵之決定         | 272 |
| 13-15 | 氧化還原滴定曲線     | 273 |
| 13-16 | 氧化還原滴定當量點之電位 | 275 |

#### 第十四章 碘滴定法及相關方法

|       |              |     |
|-------|--------------|-----|
| 14-1  | 碘滴定的一般應用     | 281 |
| 14-2  | 欲標定溶液的製備     | 284 |
| 14-3  | 指示劑溶液的製備     | 285 |
| 14-4  | 碘及硫代硫酸鹽溶液之比較 | 286 |
| 14-5  | 硫代硫酸鹽之標定     | 286 |
| 14-6  | 碘之標定         | 289 |
| 14-7  | 計量           | 290 |
| 14-8  | 吐酒石中銻之測定     | 291 |
| 14-9  | 輝銻礦中銻之測定     | 292 |
| 14-10 | 計量           | 294 |
| 14-11 | 氧化銅中銅之測定     | 295 |
| 14-12 | 硫酸銅溶液中銅之測定   | 295 |

|       |                  |     |
|-------|------------------|-----|
| 14-13 | 銅礦中銅之測定 .....    | 296 |
| 14-14 | 其他硫代硫酸鹽之決定 ..... | 299 |
| 14-15 | 其他氧化還原滴定 .....   | 300 |

## 第十五章 沉澱方法 ( 沉澱滴定法 )

|       |                      |     |
|-------|----------------------|-----|
| 15-1  | 引言 .....             | 307 |
| 15-2  | 沉澱方法之指示劑 .....       | 307 |
| 15-3  | 滴定至澄清的上清溶液 .....     | 308 |
| 15-4  | 形成錯離子的指示劑 .....      | 309 |
| 15-5  | 生成第二種沉澱之指示劑 .....    | 310 |
| 15-6  | 吸附指示劑 .....          | 311 |
| 15-7  | 溶液之製備 .....          | 312 |
| 15-8  | 硝酸銀及硫化氰酸鹽溶液之比較 ..... | 313 |
| 15-9  | 硝酸銀及硫化氰酸鹽溶液之標定 ..... | 314 |
| 15-10 | 可溶性氯化物中氯的測定 .....    | 315 |
| 15-11 | 間接柏哈法 .....          | 315 |
| 15-12 | 莫耳方法 .....           | 317 |
| 15-13 | 吸附指示劑方法 .....        | 318 |

## 第十六章 錯合物形成方法

|      |                        |     |
|------|------------------------|-----|
| 16-1 | 引言 .....               | 321 |
| 16-2 | 利比格法之氰化物測定法 .....      | 321 |
| 16-3 | 氰化物 - 鹵化物混合物之測定法 ..... | 323 |
| 16-4 | 鎳之測定 .....             | 324 |
| 16-5 | EDTA 滴定法 .....         | 324 |

## 第三部 重量分析

## 第十七章 重量分析的一般原理

|       |               |     |
|-------|---------------|-----|
| 17-1  | 引言            | 331 |
| 17-2  | 分析分離          | 331 |
| 17-3  | 蒸發方法          | 331 |
| 17-4  | 抽取方法          | 331 |
| 17-5  | 錯離子的形成        | 337 |
| 17-6  | 電解分離          | 337 |
| 17-7  | 利用溶解度之方法      | 337 |
| 17-8  | 部分沉澱          | 338 |
| 17-9  | 利用調節 pH 之分離沉澱 | 338 |
| 17-10 | 離子交換及色層分析方法   | 341 |
| 17-11 | 被稱量的金屬元素形態    | 341 |
| 17-12 | 有機反應劑         | 341 |
| 17-13 | 沉澱的型態，共沉澱     | 346 |
| 17-14 | 最初沉澱          | 346 |
| 17-15 | 凡衛碼比例         | 347 |
| 17-16 | 共沉澱           | 348 |
| 17-17 | 膠體沉澱          | 349 |
| 17-18 | 膠體粒子之表面積      | 350 |
| 17-19 | 膠體之電性         | 350 |
| 17-20 | 膠體之叢聚，凝乳沉澱    | 352 |
| 17-21 | 膠質沉澱          | 353 |

|       |                   |     |
|-------|-------------------|-----|
| 17-22 | 其他共沉澱效應·····      | 353 |
| 17-23 | 結晶沉澱·····         | 354 |
| 17-24 | 雙重沉澱·····         | 355 |
| 17-25 | 後來沉澱·····         | 356 |
| 17-26 | 試藥慢慢產生而造成沉澱·····  | 356 |
| 17-27 | 減少共沉澱效應的實際方法····· | 358 |
| 17-28 | 吸附的實際利用·····      | 360 |
| 17-29 | 離子交換方法·····       | 360 |
| 17-30 | 選擇性吸附方法·····      | 362 |
| 17-31 | 計量·····           | 364 |

## 第十八章 可溶性鹽的分析

|      |                   |     |
|------|-------------------|-----|
| 18-1 | 引言·····           | 368 |
| 18-2 | 可溶性氯化物中之氯的測定····· | 368 |
| 18-3 | 計量·····           | 372 |
| 18-4 | 硫酸銨鐵中鐵的測定·····    | 373 |
| 18-5 | 計量·····           | 377 |
| 18-6 | 硫酸銨鐵中硫酸根之測定·····  | 378 |
| 18-7 | 別種方法·····         | 378 |
| 18-8 | 鹼式硫酸鹽中硫酸根之測定····· | 382 |

## 第十九章 礦物分析

|      |                 |     |
|------|-----------------|-----|
| 19-1 | 引言·····         | 386 |
| 19-2 | 分解礦物之方法·····    | 386 |
| 19-3 | 石炭岩及白雲石之分析····· | 389 |