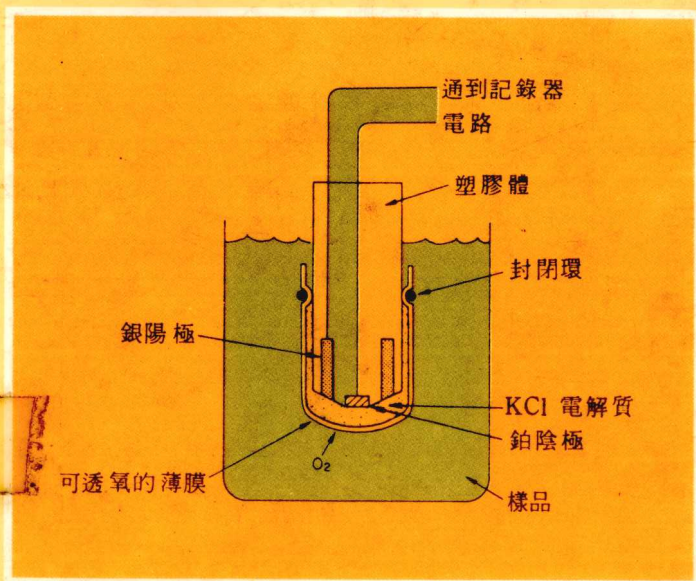


# 環境工程化學

原著者：Sawyer / McCarty

譯述者：謝立生 • 黃建業



乾泰圖書有限公司

特價新台幣220元

版權所有  
翻印必究

出版者：乾泰圖書有限公司

總經銷：科技圖書股份有限公司

台北市重慶南路一段49號四樓之一

電話：3118308・3118794

郵政劃撥帳號 0015697-3

七十四年五月初版

七十五年八月二版

# 序 言

環境工程課程，通常在大專高年級及研究所階段開設，到目前為止，均以具有土木工程基礎的學生為對象。但事實上，土木工程訓練中，無法使學生能獲得充分的化學與生物方面的知識，而這些知識，對環境工程師而言，是非常重要的。因此開設本課程，以彌補此項缺失。近年來，其他理工科學生，對這方面皆極感興趣，然而在化學與生物方面的訓練亦同感不足；均需對此重要的基本概念，應予加強才是。

本書可作為選修環境工程的學生們學習大學化學的初級教科書。因為環境工程師，需要廣博的化學基礎，本書是由化學的各個角度，綜合其重點，使學生能正確地運用思考，並助其在作深入研究時，有所選擇。

編寫本書的目的有二：(1)使學生注重對環境工程有關的化學部分；(2)使學生在特殊定量分析上，亦具良好基礎，尤其在水質與廢水分析上。使學生在環境工程實務與研究方面，均能充分了解。

環境工程師的工作重點正在繼續改變中，其大致的趨勢是，對引起原水與處理後水質改變的化學現象，要作更基本的了解，同時發展更進步的分析方法，以幫助環境工程師解決所面臨的更新而更複雜的問題。

本版係第三版，為能適合目前的需要而改版。其中第一篇是有關化學的基本概念；內中包括：一般化學、有機化學、物理化學、膠體化學、生物化學、核子化學以及新的平衡化學。各章的重點，均置在環境工程上的應用。這篇經此次重新改寫後，使更能適合此目的。

第二篇，為討論各種分析的測定法。前面數章為定性、定量以及

## 2 環境工程化學

儀器分析的一般技術，作為後面各章的基礎。用來熟悉環境工程上、水質與廢水的分析方法。這些章節，可加強分析化學的基礎，並指出其在環境工程上的重要性。由美國公共健康協會（APHA）所編的“原水及廢水測定標準方法”中所載的各種分析詳細步驟與方法中，均需用到這些知識。第二篇，適用作為原水與廢水分析實驗的教材。

每一章末，均附有習題，促使靈活運用，並可作為課業練習。每章內的重點均舉例題加以說明，以增加印證。第一篇為加強化學基礎的習題，部分雖附有解答，但務使學生能獨立解析習題，以充分了解其重點而能活用。

為使本書成為一本適當的教本，行文力求精簡。因此，若欲深入或尋求更多資料，應再參閱所附有關書籍。

本書的完成，要感謝 Dr. Wertheim., Dr. Alonzo., W. Lawrence., Dr. James. J. Bisogni. Jr., Dr. George A. Parks. 及 Dr. Irvine W. Wei 諸位教授們，所提供的資料與指正。

Clair N. Sawyer 莎緣

Perry L. Mc Carty 卡丹

# 環境工程化學

## 目 錄

### 序 言

### 第一篇 基本篇

#### 第一章 導 論

|                |   |
|----------------|---|
| 1.1 水          | 2 |
| 1.2 廢水與河川污染的防治 | 2 |
| 1.3 工業廢棄物      | 3 |
| 1.4 環境衛生       | 4 |
| 1.5 其他技術的發展    | 5 |
| 1.6 結 論        | 5 |

#### 第二章 普通化學的基本觀念

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 2.1 元素符號、原子量、克原子量         | 6  |
| 2.2 化合物、分子式、分子量、克分子量、MOLE | 7  |
| 2.3 AVOGADRO 數            | 8  |
| 2.4 價數、氧化態與鍵結             | 8  |
| 2.5 命名法                   | 11 |
| 2.6 化學方程式：重量關係            | 13 |
| 2.7 氧化：還原方程式              | 13 |
| 2.8 金屬與非金屬                | 20 |
| 2.9 氣體定律                  | 20 |

## 2 環境工程化學

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 2.10 溶 液                 | 24 |
| 2.11 平衡與 Le Chatelier 定律 | 25 |
| 2.12 活性與活性係數             | 26 |
| 2.13 平衡關係的不同形式           | 27 |
| 2.14 轉移化學平衡的方法           | 36 |
| 2.15 兩性氫氧化物              | 39 |
| 2.16 習 題                 | 41 |
| 2.17 參考書目                | 46 |

## 第三章 物理化學的基本觀念

|               |     |
|---------------|-----|
| 3.1 引 言       | 47  |
| 3.2 熱力學       | 47  |
| 3.3 液體的蒸汽壓    | 58  |
| 3.4 表面張力      | 60  |
| 3.5 二成分混合物    | 62  |
| 3.6 固體溶於液體的溶液 | 65  |
| 3.7 滲透作用      | 66  |
| 3.8 滲透分析      | 69  |
| 3.9 溶劑萃取原理    | 70  |
| 3.10 電化學      | 72  |
| 3.11 化學動力學    | 84  |
| 3.12 催化作用     | 93  |
| 3.13 吸 附      | 93  |
| 3.14 習 題      | 98  |
| 3.15 參考書目     | 102 |

## 第四章 有機化學基本觀念

|         |     |
|---------|-----|
| 4.1 引 言 | 103 |
|---------|-----|

|      |          |     |
|------|----------|-----|
| 4.2  | 碳氫化合物    | 107 |
| 4.3  | 醇 類      | 116 |
| 4.4  | 醛與酮      | 123 |
| 4.5  | 羧 酸      | 127 |
| 4.6  | 酯 類      | 132 |
| 4.7  | 醚 類      | 133 |
| 4.8  | 鹵化烷      | 133 |
| 4.9  | 含氮簡單化合物  | 135 |
| 4.10 | 環狀脂肪族化合物 | 138 |
| 4.11 | 硫醇類      | 139 |
| 4.12 | 概 說      | 140 |
| 4.13 | 碳氫化合物    | 142 |
| 4.14 | 酚 類      | 144 |
| 4.15 | 醇、醛、酮與酸  | 146 |
| 4.16 | 含氮的簡單化合物 | 148 |
| 4.17 | 雜環化合物    | 150 |
| 4.18 | 染 料      | 152 |
| 4.19 | 總 說      | 152 |
| 4.20 | 碳水化合物    | 153 |
| 4.21 | 脂肪、油與蠟   | 160 |
| 4.22 | 蛋白質與氨基酸  | 163 |
| 4.23 | 微量有機物    | 169 |
| 4.24 | 清潔劑      | 172 |
| 4.25 | 肥 皂      | 172 |
| 4.26 | 合成清潔劑    | 173 |
| 4.27 | 農 藥      | 176 |
| 4.28 | 含氮的農藥    | 176 |
| 4.29 | 有機的含磷農藥  | 178 |

## 4 環境工程化學

|                   |     |
|-------------------|-----|
| 4.30 氨基甲酸酯農藥..... | 179 |
| 4.31 農藥的生物特性..... | 179 |
| 4.32 習 題.....     | 180 |
| 4.33 參考書目.....    | 182 |

## 第五章 平衡化學基本觀念

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 5.1 引 言.....        | 183 |
| 5.2 平衡計算的限制.....    | 183 |
| 5.3 離子活性係數.....     | 184 |
| 5.4 平衡問題的對策.....    | 186 |
| 5.5 酸與鹼.....        | 189 |
| 5.6 緩衝劑.....        | 208 |
| 5.7 緩衝指數.....       | 210 |
| 5.8 鹽的溶解度.....      | 211 |
| 5.9 複合物的形成.....     | 220 |
| 5.10 氧化 - 還原反應..... | 226 |
| 5.11 習 題.....       | 233 |
| 5.12 參考書目.....      | 240 |

## 第六章 膠體化學的基本觀念

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 6.1 引 言.....       | 241 |
| 6.2 在液相中的膠體分散..... | 245 |
| 6.3 在空氣中的膠體分散..... | 252 |
| 6.4 習 題.....       | 253 |
| 6.5 參考書目.....      | 253 |

## 第七章 生物化學的基本觀念

|              |     |
|--------------|-----|
| 7.1 引 言..... | 254 |
|--------------|-----|

|      |            |     |
|------|------------|-----|
| 7.2  | 酵 素        | 254 |
| 7.3  | 輔因子        | 255 |
| 7.4  | 溫度關係       | 257 |
| 7.5  | pH 值       | 260 |
| 7.6  | 主要與微量元素    | 260 |
| 7.7  | 碳水化合物的生物化學 | 261 |
| 7.8  | 蛋白質的生物化學   | 262 |
| 7.9  | 脂肪與油的生物化學  | 264 |
| 7.10 | 一般生化路徑     | 265 |
| 7.11 | 細菌生長的熱力學   | 270 |
| 7.12 | 人類的生物化學    | 273 |
| 7.13 | 習 題        | 276 |
| 7.14 | 參考書目       | 277 |

## 第八章 核化學的基本觀念

|      |               |     |
|------|---------------|-----|
| 8.1  | 引 言           | 278 |
| 8.2  | 原子結構          | 279 |
| 8.3  | 安定性與放射性原子核    | 281 |
| 8.4  | 原子變性與人造放射性    | 288 |
| 8.5  | 核反應           | 290 |
| 8.6  | 核分裂           | 291 |
| 8.7  | 核融合           | 293 |
| 8.8  | 放射性物質作為追蹤劑的用途 | 294 |
| 8.9  | 輻射對人類的影響      | 294 |
| 8.10 | 習 題           | 295 |
| 8.11 | 參考書目          | 296 |

## 第二篇 原水及廢水分析

### 第九章 總 論

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 9.1 環境工程上定量量測的重要性 ..... | 297 |
| 9.2 環境工程問題的特性 .....     | 297 |
| 9.3 分析的標準方法 .....       | 298 |
| 9.4 原水與廢水分析的範圍 .....    | 298 |
| 9.5 結果的表示法 .....        | 299 |
| 9.6 其他事項 .....          | 303 |

### 第十章 定量化學基本概念

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 10.1 一般操作 .....            | 304 |
| 10.2 分析用天平 .....           | 308 |
| 10.3 重量分析法 .....           | 308 |
| 10.4 體積分析法 .....           | 311 |
| 10.5 比色法 .....             | 321 |
| 10.6 分析的物理方法 .....         | 328 |
| 10.7 精確度、準確度與數據統計處理法 ..... | 330 |
| 10.8 習 題 .....             | 330 |
| 10.9 參考書目 .....            | 331 |

### 第十一章 儀器分析

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 11.1 導 言 .....     | 332 |
| 11.2 光學分析法 .....   | 332 |
| 11.3 電學分析法 .....   | 343 |
| 11.4 氣體色層分析 .....  | 354 |
| 11.5 其他儀器分析法 ..... | 357 |

|                 |     |
|-----------------|-----|
| 11.6 參考書目 ..... | 359 |
|-----------------|-----|

## 第十二章 濁 度

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 12.1 概 論 .....     | 360 |
| 12.2 環境上的重要性 ..... | 361 |
| 12.3 濁度的標準單位 ..... | 362 |
| 12.4 濁度的決定性 .....  | 362 |
| 12.5 濁度數據的應用 ..... | 365 |
| 12.6 習 題 .....     | 365 |

## 第十三章 色 度

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 13.1 概 論 .....        | 367 |
| 13.2 公共衛生的重要性 .....   | 368 |
| 13.3 測定方法 .....       | 368 |
| 13.4 色度數據的解釋與運用 ..... | 371 |
| 13.5 習 題 .....        | 372 |

## 第十四章 標準溶液

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| 14.1 概 論 .....                       | 373 |
| 14.2 $N/1$ 及 $N/50$ 硫酸溶液的製備 .....    | 376 |
| 14.3 $N/1$ 與 $N/50$ NaOH 溶液的配製 ..... | 377 |
| 14.4 習 題 .....                       | 381 |

## 第十五章 pH 值

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 15.1 概 論 .....      | 382 |
| 15.2 理論研討 .....     | 382 |
| 15.3 pH 值的量測 .....  | 384 |
| 15.4 pH 數據的解釋 ..... | 386 |

|          |     |
|----------|-----|
| 15.5 習 題 | 387 |
|----------|-----|

## 第十六章 酸 度

|               |     |
|---------------|-----|
| 16.1 概 論      | 388 |
| 16.2 酸度的來源與本性 | 389 |
| 16.3 二氧化碳與無機酸 | 390 |
| 16.4 量測方法     | 390 |
| 16.5 酸度數據的應用  | 393 |
| 16.6 習 題      | 394 |

## 第十七章 鹼 度

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| 17.1 概 論                             | 395 |
| 17.2 對公眾健康的重要性                       | 396 |
| 17.3 測定鹼度的方法                         | 396 |
| 17.4 鹼度的表示法                          | 397 |
| 17.5 原水中 $\text{CO}_2$ 、鹼度與 pH 值間的關係 | 404 |
| 17.6 鹼度資料的應用                         | 404 |
| 17.7 環境工程師關心的其他事項                    | 406 |
| 17.8 習 題                             | 408 |

## 第十八章 硬 度

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 18.1 概 論           | 409 |
| 18.2 硬度原因與起源       | 411 |
| 18.3 大眾健康的重要性      | 412 |
| 18.4 測定方法          | 412 |
| 18.5 硬度的型式         | 415 |
| 18.6 硬度資料在環境工程上的應用 | 416 |
| 18.7 習 題           | 417 |

## 第十九章 殘氯與氯的需求量

|                   |     |
|-------------------|-----|
| 19.1 概 論          | 418 |
| 19.2 加氯的化學        | 420 |
| 19.3 殘氯對大眾健康的重要性  | 425 |
| 19.4 測定方法         | 428 |
| 19.5 需氯量的測定       | 431 |
| 19.6 二氧化氯的消毒作用    | 431 |
| 19.7 需氯量與氯殘量資料的應用 | 432 |
| 19.8 習 題          | 432 |

## 第二十章 氯化物

|                   |     |
|-------------------|-----|
| 20.1 概 論          | 434 |
| 20.2 氯化物對大眾健康的重要性 | 435 |
| 20.3 測定方法         | 435 |
| 20.4 氯化物資料的應用     | 437 |
| 20.5 習 題          | 438 |

## 第二十一章 溶 氧

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 21.1 概 論           | 439 |
| 21.2 溶氧在環境中的重要性    | 440 |
| 21.3 測定溶氧時，樣品的收集   | 442 |
| 21.4 測定溶氧時，標準試劑的選擇 | 443 |
| 21.5 測定溶氧的方法       | 445 |
| 21.6 溶氧電極          | 448 |
| 21.7 溶氧資料之應用       | 449 |
| 21.8 習 題           | 449 |

## 第二十二章 生化需氧量

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 22.1 概 論 .....             | 450 |
| 22.2 BOD 反應的本性 .....       | 451 |
| 22.3 測定 BOD 的方法 .....      | 455 |
| 22.4 生化氧化反應的速率 .....       | 461 |
| 22.5 $L$ 值與理論需氧值間的差異 ..... | 464 |
| 22.6 觀察速率與第一階速率間的差異 .....  | 464 |
| 22.7 BOD 數據的應用 .....       | 465 |
| 22.8 習 題 .....             | 466 |

## 第二十三章 化學需氧量

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 23.1 概 論 .....         | 468 |
| 23.2 COD 試驗的歷史 .....   | 469 |
| 23.3 用重鉻酸鹽測定 COD ..... | 469 |
| 23.4 無機干擾物 .....       | 472 |
| 23.5 COD 資料的應用 .....   | 472 |
| 23.6 習 題 .....         | 473 |

## 第二十四章 氮

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 24.1 概 論 .....         | 474 |
| 24.2 氮數據在環境上的重要性 ..... | 477 |
| 24.3 分析方法 .....        | 481 |
| 24.4 氮資料的應用 .....      | 487 |
| 24.5 習 題 .....         | 488 |

## 第二十五章 固態成分

|                |     |
|----------------|-----|
| 25.1 概 論 ..... | 489 |
|----------------|-----|

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 25.2 固態成分的測定在環境工程上的重要性 ..... | 491 |
| 25.3 自水源中測定固態成分 .....        | 491 |
| 25.4 適於污水及家庭廢水的測定法 .....     | 492 |
| 25.5 可適於工業廢水的測定法 .....       | 495 |
| 25.6 污泥中固態成分的測定 .....        | 495 |
| 25.7 固態成分的資料在環境工程上的應用 .....  | 497 |
| 25.8 習 題 .....               | 497 |

## 第二十六章 鐵與錳

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 26.1 概 論 .....              | 499 |
| 26.2 鐵與錳在環境工程上的意義 .....     | 500 |
| 26.3 測定鐵的方法 .....           | 501 |
| 26.4 測定錳含量的方法 .....         | 502 |
| 26.5 鐵與錳的資料，在環境工程上的應用 ..... | 503 |
| 26.6 習 題 .....              | 504 |

## 第二十七章 氟化物

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 27.1 概 論 .....      | 505 |
| 27.2 氟化學與其化合物 ..... | 507 |
| 27.3 測定氟化物的方法 ..... | 508 |
| 27.4 氟化物資料的應用 ..... | 509 |
| 27.5 習 題 .....      | 509 |

## 第二十八章 硫酸鹽

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 28.1 概 論 .....      | 510 |
| 28.2 分析方法 .....     | 513 |
| 28.3 碳酸鹽資料的應用 ..... | 514 |
| 28.4 習 題 .....      | 515 |

## 第二十九章 磷與磷酸鹽

|                |     |
|----------------|-----|
| 29.1 概 論       | 516 |
| 29.2 重要的磷化物    | 517 |
| 29.3 磷或磷酸鹽的測定法 | 518 |
| 29.4 磷資料的應用    | 521 |
| 29.5 習 題       | 521 |

## 第三十章 油 脂

|              |     |
|--------------|-----|
| 30.1 概 論     | 522 |
| 30.2 油脂與其測定  | 523 |
| 30.3 分析方法    | 524 |
| 30.4 油脂資料的應用 | 526 |
| 30.5 習 題     | 526 |

## 第三十一章 揮發性酸

|                |     |
|----------------|-----|
| 31.1 概 論       | 527 |
| 31.2 理論上諸考慮因素  | 528 |
| 31.3 揮發性酸的測定方法 | 531 |
| 31.4 揮發性酸資料的應用 | 534 |
| 31.5 習 題       | 535 |

## 第三十二章 氣體分析

|                 |     |
|-----------------|-----|
| 32.1 概 論        | 536 |
| 32.2 分析方法       | 537 |
| 32.3 氣量分析法      | 537 |
| 32.4 氣體色層分析法    | 543 |
| 32.5 $H_2S$ 的測定 | 544 |

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 32.6 氣體分析資料的應用····· | 546 |
| 32.7 習 題·····       | 546 |

### 第三十三章 微量無機物

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 33.1 概 論·····                | 547 |
| 33.2 微量無機物的分析·····           | 548 |
| 33.3 微量無機物的來源與其在環境上的重要性····· | 549 |