

14370 1334

# 學 化

原著者 [蘇聯] 鮑黎索夫

譯者 顧振軍



|     |
|-----|
| 11  |
| C-2 |
| 12  |

上海大略出版社出版

# 目 錄

## 序 言

## 第一章 導 言

|                      |   |
|----------------------|---|
| § 1.1. 化學及其意義        | 1 |
| § 1.2. 化學的奠基者——羅蒙諾索夫 | 2 |

## 第二章 化學的基本概念和定律

|                         |    |
|-------------------------|----|
| § 2.1. 原子—分子學說          | 6  |
| § 2.2. 分子               | 8  |
| § 2.3. 原子和元素            | 10 |
| § 2.4. 原子量和分子量          | 13 |
| § 2.5. 混合物和純粹物質         | 15 |
| § 2.6. 混合物和化合物          | 16 |
| § 2.7. 複合物質和簡單物質        | 18 |
| § 2.8. 定比定律             | 20 |
| § 2.9. 化學式              | 22 |
| § 2.10. 原子價             | 23 |
| § 2.11. 物質質量不滅定律        | 26 |
| § 2.12. 化學反應方程          | 27 |
| § 2.13. 根據化學式和反應方程所作的計算 | 30 |
| 複 習 題                   | 31 |

## 第三章 物質的分類

|               |    |
|---------------|----|
| § 3.1. 金屬和非金屬 | 84 |
| § 3.2. 氧化     | 84 |

|                 |    |
|-----------------|----|
| § 3.3. 氧化物      | 36 |
| § 3.4. 氧化-還原反應  | 37 |
| § 3.5. 氧化物的化學特性 | 38 |
| § 3.6. 鹼        | 40 |
| § 3.7. 酸        | 41 |
| § 3.8. 酸的特性     | 42 |
| § 3.9. 鹽        | 44 |
| 複習題             | 47 |

## 第四章 溶 液

|                  |    |
|------------------|----|
| § 4.1. 天然水       | 49 |
| § 4.2. 混濁液和溶液    | 50 |
| § 4.3. 溶劑        | 51 |
| § 4.4. 物質的溶解度    | 53 |
| § 4.5. 溶解度與溫度的關係 | 55 |
| § 4.6. 溶液的濃度     | 58 |
| § 4.7. 溶解過程      | 58 |
| § 4.8. 溶液的本質     | 61 |
| § 4.9. 膠體溶液      | 63 |
| 複習題              | 65 |

## 第五章 氯、溴和碘

|                    |    |
|--------------------|----|
| § 5.1. 氯           | 67 |
| § 5.2. 氯對金屬和非金屬的關係 | 69 |
| § 5.3. 氯對其他物質的關係   | 71 |
| § 5.4. 氯化氫和鹽酸      | 73 |
| § 5.5. 氯化物         | 76 |
| § 5.6. 氯的製備        | 79 |
| § 5.7. 氯的用途        | 82 |
| § 5.8. 溴和碘         | 83 |

|                |    |
|----------------|----|
| § 5.9. 鹵族..... | 84 |
| 複習題.....       | 85 |

## 第六章 氧 和 硫

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| § 6.1. 氧.....           | 87  |
| § 6.2. 硫.....           | 89  |
| § 6.3. 硫的化學特性.....      | 90  |
| § 6.4. 自然界中的硫和它的用途..... | 91  |
| § 6.5. 硫化氫.....         | 93  |
| § 6.6. 亞硫酸酐和亞硫酸.....    | 93  |
| § 6.7. 硫酸酐和硫酸.....      | 94  |
| § 6.8. 硫酸的用途.....       | 96  |
| § 6.9. 硫酸的製備.....       | 97  |
| § 6.10. 硫酸鹽.....        | 99  |
| § 6.11. 硫和氧的相似.....     | 100 |
| 複習題.....                | 102 |

## 第七章 氮 和 磷

|                        |     |
|------------------------|-----|
| § 7.1. 氮.....          | 103 |
| § 7.2. 氨.....          | 104 |
| § 7.3. 銨鹽.....         | 107 |
| § 7.4. 氮的氧化物.....      | 109 |
| § 7.5. 硝酸.....         | 109 |
| § 7.6. 硝酸鹽.....        | 112 |
| § 7.7. 氮在自然生命中的價值..... | 113 |
| § 7.8. 磷.....          | 116 |
| § 7.9. 磷的化合物.....      | 118 |
| § 7.10. 磷與農業.....      | 119 |
| § 7.11. 磷和氮的相似.....    | 120 |
| 複習題.....               | 121 |

## 第八章 元素的週期系統

|                  |     |
|------------------|-----|
| § 8.1. 元素的最初分類   | 123 |
| § 8.2. 相似元素族     | 124 |
| § 8.3. 門德業夫      | 125 |
| § 8.4. 門德業夫的週期律  | 128 |
| § 8.5. 門德業夫的週期系統 | 130 |
| § 8.6. 週期系統的意義   | 133 |
| 複習題              | 135 |

## 第九章 原子構造

|                 |     |
|-----------------|-----|
| § 9.1. 放射       | 136 |
| § 9.2. 鐳        | 138 |
| § 9.3. 放射性物質的射線 | 139 |
| § 9.4. 放射性蛻變    | 140 |
| § 9.5. 原子的組成    | 142 |
| § 9.6. 分子的構成    | 145 |
| § 9.7. 近世化學的基礎  | 148 |
| § 9.8. 元素的人工變化  | 153 |
| 複習題             | 155 |

## 第十章 碳 和 矽

|                   |     |
|-------------------|-----|
| § 10.1. 週期系統中的碳和矽 | 157 |
| § 10.2. 碳         | 159 |
| § 10.3. 一氧化碳      | 160 |
| § 10.4. 二氧化碳      | 162 |
| § 10.5. 碳酸和碳酸鹽    | 165 |
| § 10.6. 甲烷和乙炔     | 168 |
| § 10.7. 有機物質      | 170 |

|                   |     |
|-------------------|-----|
| § 10.8. 碳在自然界中的循環 | 180 |
| § 10.9. 矽和矽的化合物   | 182 |
| § 10.10. 矽酸鹽工業    | 184 |
| § 10.11. 碳族       | 185 |
| 複習題               | 186 |

## 第十一章 金屬

|                  |     |
|------------------|-----|
| § 11.1. 金屬的意義    | 188 |
| § 11.2. 鈉和鉀      | 189 |
| § 11.3. 鈣和鎂      | 192 |
| § 11.4. 銅、銀和金    | 193 |
| § 11.5. 錫和鉛      | 195 |
| § 11.6. 鋁        | 197 |
| § 11.7. 鐵        | 199 |
| § 11.8. 金屬的物理特性  | 205 |
| § 11.9. 合金       | 206 |
| § 11.10. 金屬的化學特性 | 208 |
| § 11.11. 金屬的腐蝕   | 210 |
| § 11.12. 金屬的製備   | 211 |
| § 11.13. 蘇聯的冶金工業 | 213 |
| 複習題              | 215 |

## 實驗

|                  |     |
|------------------|-----|
| § 1. 總則          | 216 |
| § 2. 實驗書面報告的內容   | 216 |
| § 3. 主要化學儀器的認識   | 217 |
| § 4. 酒精燈和煤氣噴燈的認識 | 217 |
| § 5. 加熱的規則       | 221 |
| § 6. 簡單儀器的製備     | 222 |
| § 7. 含有雜質的食鹽的提淨  | 222 |

|                        |     |
|------------------------|-----|
| § 8. 蒸餾水的製備 .....      | 223 |
| § 9. 空氣中氮和氧的分離 .....   | 224 |
| § 10. 物質的溶解 .....      | 225 |
| § 11. 二氧化碳的製備和特性 ..... | 226 |
| § 12. 氫的製備和特性 .....    | 226 |
| § 13. 氧的製備和特性 .....    | 227 |
| § 14. 氧化物的特性 .....     | 228 |
| § 15. 碱和酸 .....        | 228 |
| 索引 .....               | 231 |

## 第一章 導 言

§ 1.1. 化學及其意義。化學是關於物質及其變化的科學。它具有重大的實際意義。天才的羅蒙諾索夫在他有名的言論“化學的效用”中就特別強調說：“化學把它的手廣泛地伸展到人類事業中。無論向哪裏看，無論向哪裏望，在我們眼前到處都是應用化學所得的成就。”羅蒙諾索夫指出這點，約在二百年以前。而在現代，沒有化學的生活是完全不能想像的了。

我們簡直處處離不開化學：在家庭生活，在農業，在工業，在工程技術，總之在我們整個實際生活中。車床、馬達、飛機和農業機器所用的各種金屬，礦物肥料，炸藥和燃料，橡膠，染料，電木，藥品，以及其他許多許多東西，無一不籍化學的幫助而獲得。

靠了化學，我們現在能夠從天然物質得到別的更珍貴的物質。例如從礬土得到鋁，從馬鈴薯得到酒精和橡膠，從石油得到高級的汽油，從樹木得到酒精、紙和人造絲，從空氣得到礦物肥料，從煤得到人造石油、焦炭、煤氣、染料、炸藥、電木、藥品、肥料、人造橡膠等等。

事實上，人類利用化學的方法是不同的。在資本主義國家，化學主要是統治階級發財的手段和戰爭的工具，爲了微不足道的一小撮剝削者而破壞人民財富和屠殺人類的工具。但是在蘇聯，在勝利地走向共產主義的社會主義國家內，化學是正確地、更深入地認識自然的工具，是創造社會主義物質文化新資料和無限制地發展勞動大眾的福利的強大源泉。

化學在蘇聯受到極大的重視。還在社會主義建設的最初年份，黨和政府就指出，現代化學改變着工業生產的基礎，發掘着廉價原料的新的來源和式樣，從最普通而常見的物質中創造出極大的物質財富，並且是改造農業的直接工具，它理應作為發展國民經濟的決定因素之一而向前推進。

第三個斯大林五年計劃被稱做“化學五年計劃”。

化學在目前具有特殊重大的意義，因為這是蘇聯整個國民經濟異常壯盛地發展和實行化學化的時代，是從社會主義過渡到共產主義的時代。

§ 1.2. 化學的奠基者——羅蒙諾索夫。在很古的時期，物質的變化就被利用在實際生活中了。但是化學形成為科學，則是比較近代的事，至今不過二百年。在化學科學的建立上起着非常重要的作用的，是偉大俄國人民的天才兒子米哈伊爾·華西里葉維奇·羅蒙諾索夫。

在羅蒙諾索夫之前，化學的主要特徵是物質的描寫、分解和化合的藝術，那時科學的化學概念和規律是沒有的。

羅蒙諾索夫首先把化學確定為科學，它“不僅描寫物質的特性，並且在物理原理和實驗的基礎上，解釋在化學變化時這些物質所發生的現象的原因”。他認為化學應該建立在完全準確的量的資料的基礎上，即“度量衡”的基礎上。他把化學和別種準確性的科學：物理學、力學和數學，緊密地聯繫在一起。羅蒙諾索夫從“化學和物理學之間具有這樣的聯繫性，如果兩者分離便不可能臻於完善”的論點出發，創立了獨特的科學部門——物理化學。羅蒙諾索夫以數學作為化學的基礎，他說：“物質的一切變化都是藉運動而發生的，……而運動祇用力學規律來解釋；誰要深入研究化學真象，他就必須研究力學，而由於懂得力學需要先懂得數學，所以希望深入研究化學的人應該很好地懂得數學。”羅蒙諾索夫組織了俄國第一個科學的、並且是世界上第一個學習



羅蒙諾索夫(1711—1765)。

性質的化學實驗室。他自己製造了許多最重要的、在那時最準確的實驗室儀器和設備；進行了三千多次化學實驗；研究了物質的物理特性。他首先得出質量不滅和物質運動的定律，並把它們作為他自己一切科學研究的基礎。根據物質質量不滅定律，他確定在燃燒和氧化過程中，所參加的不是什麼特殊的“燃燒物質”而是空氣。

羅蒙諾索夫非常重視理論，亦即他所說的化學“哲學”。他認為“祇從事於實踐的不是真正的化學家”，他引入了“物理化學”的概念，確定了“化學上純粹的物質”和“化學元素”的概念，用許多物質的名稱豐富了化學——把這些名詞帶進化學中，像：生石灰、酸、碳酸鉀、硝石、礞砂、醋、昇汞、明礬、砷、醚、以及其他等等。

羅蒙諾索夫研究了關於物質構造的整個理論，並用來解釋物質的

特性。他創造了氣體的運動說、熱能的機械說和其他許多科學學說。從物質構造的理論出發，他首先指出複合物質重量成份的恆定性。

羅蒙諾索夫把科學和實踐，和天然財富的工業開採以及國家生產力的發展非常緊密地聯繫起來。他寫過一篇重要的科學著作：“冶金學和礦業的初步基礎”。他獲得了有色玻璃，並且建立了利用有色玻璃製造彩色圖畫的玻璃工廠和工場。

羅蒙諾索夫同時是物理學家、化學家、礦物學家、地質學家、氣象學家、天文學家、地理學家、製圖學家、詩人、語言學家、歷史學家、設計家和發明家。他在一切知識領域內開闢了新的道路，這些道路到幾十年後才成為科學寶庫。

羅蒙諾索夫使科學完全為他所熱愛的祖國服務。他把全部力量用來使“俄國人民學會指出他們自己的長處”。這個來自民間的科學家的一生，是很富有教育意義的。

米哈伊爾·華西里葉維奇·羅蒙諾索夫是遼遼的北方阿爾漢格爾斯基省傑尼索夫基村一個農民漁夫的兒子。早在幼年時代，羅蒙諾索夫就很想學習。但是作為一個農民的兒子，他很久不能實現自己的願望，因為那時有這樣的特別命令：“……農民的孩子……今後一律不准進學院”。那時米哈伊爾已經十九歲了，便想了個欺騙的方法。他從家裏跑到莫斯科，自稱為“山丘貴族的兒子”。他於是以“貴族”的身份進了斯拉夫希臘拉丁學院。學院裏的學生們嘲笑米哈伊爾說：“看，二十歲的人來研究拉丁文，這多麼傻啊！”但是羅蒙諾索夫非常頑強。他不管同學們的嘲笑而堅持學習，並且以很好的成績讀完了學院。作為最優秀的學生之一，他先被送進彼得堡大學，而後為了繼續深造，被派出國。回國後他在俄國科學院工作。三十四歲時，他已經是化學教授和院士了。

羅蒙諾索夫和“科學叛徒”們、和關在自己狹隘興趣的牛角尖裏的狹隘科學家們、以及和俄國科學院內具有惡勢力的外國科學家們進行着不調和的鬥爭。羅蒙諾索夫曾經為本國人民而自豪地說道：“俄國人民的榮譽，要求表示出他們在科學方面的才能和敏銳，表示出我們祖國不但能把自己固有的力量用在戰爭的勇敢中和其他重要的事業中，而且也能用來研究高深的學問。”

關於偉大俄國科學家在科學院內外國人的惡勢力下的個人命運，羅蒙諾索夫自己在臨終時說道：“為了和俄國科學的敵人鬥爭，凡是我所應該做的，我都盡了我的力量，一

直到死……”。

羅蒙諾索夫死於 1765 年，僅活了 54 歲。

羅蒙諾索夫的命運說明了許多俄國科學家的命運，因為在沙皇專制的黑暗時代，俄國的天才是得不到支持的。但是進步人類永遠不會忘記俄國的天才同胞羅蒙諾索夫的豐功偉績。另一個傑出的同胞別林斯基曾經以充分的理由指出過：“在冰海海岸上，像北極光一樣，閃耀着羅蒙諾索夫的光輝——這現象是燦爛而美妙的。它證明了……俄國人能夠到達一切偉大和美好的境地。”

## 第二章 化學的基本概念和定律

在很長久的時期內，化學祇是對物質及其所發生的變化的描寫。羅蒙諾索夫和其他一些人最早注意到要解釋所觀察到的物質變化的原因，必須以物質成份的知識為基礎。他特別強調說：“物理學家，尤其是化學家，如果不知道質點的內部構造，必然會陷於愚闇。”

§2.1. 原子-分子學說。關於物質成份的概念很早就產生了。兩千多年以前，希臘的唯物主義哲學家就作過假設，說一切物質都由極小的、絕對不能再分的質點——原子（希臘文原子具有“不可分”的意思）組成，而原子是在不斷地自發地運動着的。

原子學說是受到過迫害的。由於唯物主義與基督教的理想觀念相抵觸，原子學說被禁止着，而且在好幾世紀中完全被遺忘了。在十二世紀的文獻中才開始提起它。在文藝復興時代（十六世紀），原子學說重新興起，但是已經用了微粒說的名稱。其後雖然仍受到迫害，這學說畢竟在那時的知識份子中間逐漸傳播起來。但是它還是被認為危險的，與宗教抵觸的。大家知道，在1626年，巴黎國會頒佈法令，用死刑的威脅禁止從事微粒說的研究。

羅蒙諾索夫把關於物質構造的學說用在化學中。他說：“如果我要讀書，而不知道字母，這是一樁沒有意義的事。同樣地，如果我想研究自然物質，而沒有關於它們的原質（即原子——著者）的概念，這也是沒有意義的。”羅蒙諾索夫在他的科學研究工作中，盡心竭力地“在物體內，在物體表面，並從物體的內部結構，找出可見特性的原因”。



達爾頓(1766—1844)。

羅蒙諾索夫研究出關於物質構造的整個理論。這理論是原子—分子學說的基礎。它的基本原理如下：

1. 每一物質是由極小的、不能用物理方法再行分割的質點所組成，這些質點是不可見的，具有互相吸引的力量。

2. 這些質點處在永恒而自發的運動狀態中。

3. 物質的特性隨着這些質點的性质或它們的各種聯繫方式而不同。

4. 最小的質點是原質(原子)，由

原質合成的較大的質點是微粒(分子)。

5. 微粒有同類的和異類的(簡單物質和複合物質)。

羅蒙諾索夫不但研究出分子—原子的微粒學說，還用它來解釋具體現象。例如在他的科學著作“關於熱和冷的原因的思考”中，以分子運動說為基礎，令人信服地證明了那時存在着的關於特殊元素——熱素的概念是完全沒有根據的。他證明了，熱和冷的原因不在於某種實際上所沒有的熱素，而在於微粒(分子)的不停的自由運動的性質。

在羅蒙諾索夫之後約五十年，英國科學家約翰·達爾頓才得到原子的概念。他把原子分成兩類：“簡單原子”和“複合原子”。他很注意原子的量的特徵，採用了化學符號，並決定了元素的原子量。

後來，羅蒙諾索夫和達爾頓的原子觀點得到了發展和確定。羅蒙諾索夫的“微粒”開始被稱做分子，“原質”被稱做原子。達爾頓的“複合原子”就是分子。原子僅在化學反應時不可分，而在特殊條件下，原子也和分子一樣，是可以分割的。

現代科學能够證明，雖然原子的名稱具有“不可分”的意義，它的構造卻是複雜的。原來一切物質的原子，都由帶正電的核子和圍繞着它的帶負電的電子組成。原子所帶的正電量與負電量總是相等，整個原子是不帶電的。在最近的時期，科學的成就甚至已透入到原子核的內部，能够用人工方法把原子核破壞。這些工作和所謂“原子能”（將在第九章內比較詳細地論述原子構造）的獲得是有關聯的。

分子和原子的學說是現代關於物質構造的概念的基礎。

## § 2.2. 分子。物質由分子組成。

分子是能够保持物質的化學特性而獨立存在的物質最小質點。

在物質的分子之間存在着互相吸引力的力，這種力稱做分子力。各種物質的分子力是不同的：固體大些，液體小些，氣體更小。

在物質的分子之間是有空隙的，這些空隙稱做分子間空隙。物質的體積與分子間空隙有關，當分子間空隙增大時，物質體積亦增大。

物質的分子處在不斷的自發的運動狀態中。

上述分子運動說的基本原理可用來解釋許多具體事實。

當溫度計中水銀發熱或冷卻時，水銀的量並不改變，它的體積則時而增大，時而減小。當壓力改變時，氣體的體積也是時而增大，時而減小（圖 1）。

在別種條件下，物質的體積也會改變。例如，在試管內注入些水。在同一試管內從上面很小心地注入相同體積的純粹（無

水）酒精。由於酒精比水輕，它們不會混合。我們可以看出這兩種液體的交界，並記下它們的總體積（圖 2 左邊）。如果我們把這試管密封起來，然後仔細地混和管內的液體，則所得混合物的體積將略為減小——產生壓縮（圖 2 右邊）。

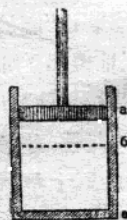


圖 1. 壓力改變時  
氣體體積的改變。

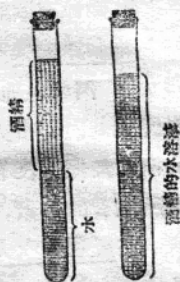


圖 2. 酒精與水混合  
時液體體積的減小。

所有這些現象都證明了，物質實際上並不是連成一片的，它們的分子之間存在着空隙，這些空隙在適當的條件下，可能增大，也可能減小。

如果把兩塊鉛壓在一起，並強烈地加熱（祇要不使鉛熔解），那末再要把它們分開將是很困難的，因為一塊鉛的分子透入到另一塊鉛的分子中間，而在兩塊鉛的表面分子之間出現了很大的分子力。

我們還可以注意到這些現象：香水、石腦油精、汽油、石炭酸和其他發香氣物質的香氣，我們在隔開很遠的地方就能很快地感覺到。

如果把各種氣體聚集在圓筒內：一個圓筒內放無色氣體（例如氫），另一個圓筒內放有色氣體（例如褐色的二氧化氮），然後將兩個圓筒連接在一起，那末兩種氣體很快地自行混合，產生擴散現象（圖3）。

可以做這樣的實驗：在圓筒底上放一些銅鑲（或高錳酸鉀）小塊。小心地在這圓筒內注入水。讓圓筒平靜地立着（圖4）。經過一段時間可以注意到，溶液的顏色將從筒底逐漸向上散播，一直到最後全部液體成為相同的顏色為止。

所有這些現象可以用分子的不斷的自發的運動來解釋。這還可用下面的事實來證明。如果取一種稱做藤黃的黃色物質的酒精溶液，滴幾滴到水中，那末所得液體的外形與牛奶相似。用顯微鏡可以觀察到，這液體的每一滴中有無數的小質點，它們在酒精分子的自發作用下，不斷地以非常不同的方向運動着（圖5）。這現象稱做布朗運動，以紀念發現它的科學家布朗。

可以用物質的分子構造來解釋許多物理現象。

在物理現象中祇有物質狀態的改變，而物質的分子成份則保持不變。

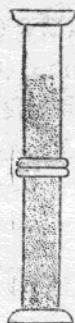


圖 3. 氣體  
的擴散。

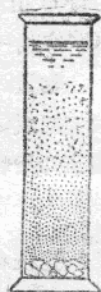


圖 4. 銅鑲在  
水中的擴散。

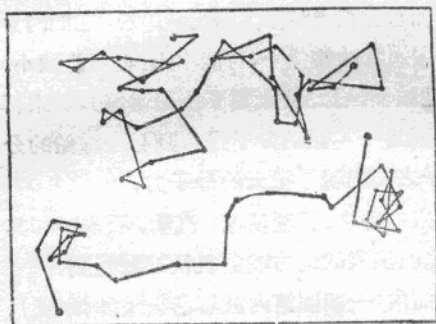


圖 5. 布朗運動。

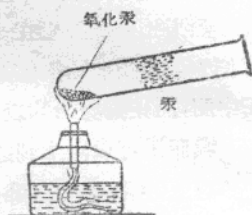
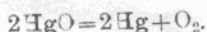


圖 6. 氧化汞的分解。

§ 2.3. 原子和元素。物質的分子由原子組成。例如，水的分子 ( $\text{H}_2\text{O}$ ) 由兩個氫原子 (H) 和一個氧原子 (O) 組成，二氧化碳的分子 ( $\text{CO}_2$ ) 由一個碳原子 (C) 和兩個氧原子 (O) 組成，等等。

物質的成份可以變更。這從下列現象中就可以觀察出來。

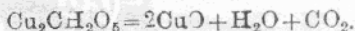
把氧化汞的紅色粉末放在試管內加熱(圖 6)，得到兩種新的物質：發亮的汞粒和無色氣體——氧；這時氧化汞分解了，反應方程如下：



把硫和鐵的混合物加熱(圖 7)，就得到一種新的物質——硫化鐵，如下列反應方程所示：



把孔雀石放在試管內加熱(圖 8)，就得到三種新的物質——氧化銅、水和二氧化碳：



所有這些現象都是化學現象。

在化學現象中，物質的分子成份發生改變而得到新物質的分子。