

# *Chemistry*

# 化学

BLACKMAN | BOTTLE | SCHMID | MOCERINO | WILLE | 李效东



国防科技大学出版社

*Chemistry*

# 化学

策划人：文 慧  
封面设计：陈巧巧

ISBN 978-7-81099-988-5



9 787810 999885 >

定价：78.00元

# 化 学

BLACKMAN

BOTTLE

SCHMID

MOCERINO

WILLE

李效东

国防科技大学出版社  
· 长沙 ·

图书在版编目(CIP)数据

化学/李效东等. —长沙:国防科技大学出版社,2012.7

ISBN 978-7-81099-988-5

I. ①化… II. ①李… III. ①化学 IV. ①06

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第005714号

国防科技大学出版社出版发行

电话:(0731)84572640 邮政编码:410073

<http://www.gfkdcbs.com>

责任编辑:文慧 责任校对:徐飞

新华书店总店北京发行所经销

国防科技大学印刷厂印装

\*

开本:787×1092 1/16 印张:45.5 彩插:1 字数:1350千

2012年7月第1版第1次印刷 印数:1-2000册

ISBN 978-7-81099-988-5

定价:78.00元



# 元素周期表

| 族  | 1                                          | 2                                        | 3                                          | 4                                       | 5                                          | 6                                         | 7                                          | 8                                        | 9                                           | 10                                        | 11                                          | 12                                        | 13                                           | 14                                        | 15                                          | 16                                       | 17                                          | 18                                        | 电子层 |
|----|--------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------|-----|
| 周期 | 1                                          | 2                                        | 3                                          | 4                                       | 5                                          | 6                                         | 7                                          | 8                                        | 9                                           | 10                                        | 11                                          | 12                                        | 13                                           | 14                                        | 15                                          | 16                                       | 17                                          | 2                                         |     |
| 1  | <sup>1</sup> <sub>1</sub> H 1.00794(7)     | <sup>4</sup> <sub>2</sub> He 4.002602(2) |                                            |                                         |                                            |                                           |                                            |                                          |                                             |                                           |                                             |                                           |                                              |                                           |                                             |                                          |                                             | <sup>1</sup> <sub>1</sub> H 1.00794(7)    | K   |
| 2  | <sup>3</sup> <sub>1</sub> Li 6.941(2)      | <sup>4</sup> <sub>2</sub> Be 9.012183(3) | <sup>21</sup> <sub>3</sub> Sc 44.955910(3) | <sup>22</sup> <sub>4</sub> Ti 47.867(1) | <sup>23</sup> <sub>5</sub> V 50.9415       | <sup>24</sup> <sub>6</sub> Cr 51.99616(6) | <sup>25</sup> <sub>7</sub> Mn 54.938045(3) | <sup>26</sup> <sub>8</sub> Fe 55.845(2)  | <sup>27</sup> <sub>9</sub> Co 58.933200(5)  | <sup>28</sup> <sub>10</sub> Ni 58.6934(4) | <sup>29</sup> <sub>11</sub> Cu 63.546(3)    | <sup>30</sup> <sub>12</sub> Zn 65.409(4)  | <sup>5</sup> <sub>13</sub> B 10.811(7)       | <sup>6</sup> <sub>14</sub> C 12.0107(8)   | <sup>7</sup> <sub>15</sub> N 14.00643(2)    | <sup>8</sup> <sub>16</sub> O 15.9994(3)  | <sup>9</sup> <sub>17</sub> F 18.99840325(5) | <sup>10</sup> <sub>18</sub> Ne 20.1797(6) | L   |
| 3  | <sup>11</sup> <sub>3</sub> Na 22.989770(2) | <sup>12</sup> <sub>4</sub> Mg 24.3046(6) | <sup>21</sup> <sub>3</sub> Sc 44.955910(3) | <sup>22</sup> <sub>4</sub> Ti 47.867(1) | <sup>23</sup> <sub>5</sub> V 50.9415       | <sup>24</sup> <sub>6</sub> Cr 51.99616(6) | <sup>25</sup> <sub>7</sub> Mn 54.938045(3) | <sup>26</sup> <sub>8</sub> Fe 55.845(2)  | <sup>27</sup> <sub>9</sub> Co 58.933200(5)  | <sup>28</sup> <sub>10</sub> Ni 58.6934(4) | <sup>29</sup> <sub>11</sub> Cu 63.546(3)    | <sup>30</sup> <sub>12</sub> Zn 65.409(4)  | <sup>13</sup> <sub>13</sub> Al 26.9815386(2) | <sup>14</sup> <sub>14</sub> Si 28.0855(3) | <sup>15</sup> <sub>15</sub> P 30.9737612(2) | <sup>16</sup> <sub>16</sub> S 32.059(5)  | <sup>17</sup> <sub>17</sub> Cl 35.453(2)    | <sup>18</sup> <sub>18</sub> Ar 39.948(1)  | M   |
| 4  | <sup>19</sup> <sub>4</sub> K 39.0983(1)    | <sup>20</sup> <sub>5</sub> Ca 40.078(4)  | <sup>21</sup> <sub>3</sub> Sc 44.955910(3) | <sup>22</sup> <sub>4</sub> Ti 47.867(1) | <sup>23</sup> <sub>5</sub> V 50.9415       | <sup>24</sup> <sub>6</sub> Cr 51.99616(6) | <sup>25</sup> <sub>7</sub> Mn 54.938045(3) | <sup>26</sup> <sub>8</sub> Fe 55.845(2)  | <sup>27</sup> <sub>9</sub> Co 58.933200(5)  | <sup>28</sup> <sub>10</sub> Ni 58.6934(4) | <sup>29</sup> <sub>11</sub> Cu 63.546(3)    | <sup>30</sup> <sub>12</sub> Zn 65.409(4)  | <sup>31</sup> <sub>13</sub> Ga 69.723(1)     | <sup>32</sup> <sub>14</sub> Ge 72.64(1)   | <sup>33</sup> <sub>15</sub> As 74.92160(2)  | <sup>34</sup> <sub>16</sub> Se 78.96(3)  | <sup>35</sup> <sub>17</sub> Br 79.904(1)    | <sup>36</sup> <sub>18</sub> Kr 83.798(2)  | N   |
| 5  | <sup>37</sup> <sub>5</sub> Rb 85.4678(3)   | <sup>38</sup> <sub>6</sub> Sr 87.62(1)   | <sup>39</sup> <sub>7</sub> Y 88.90585(2)   | <sup>40</sup> <sub>8</sub> Zr 91.224(2) | <sup>41</sup> <sub>9</sub> Nb 92.90638(2)  | <sup>42</sup> <sub>10</sub> Mo 95.94(2)   | <sup>43</sup> <sub>11</sub> Tc (98)        | <sup>44</sup> <sub>12</sub> Ru 101.07(2) | <sup>45</sup> <sub>13</sub> Rh 102.90550(2) | <sup>46</sup> <sub>14</sub> Pd 106.42(1)  | <sup>47</sup> <sub>15</sub> Ag 107.8682(2)  | <sup>48</sup> <sub>16</sub> Cd 112.411(8) | <sup>49</sup> <sub>17</sub> In 114.818(3)    | <sup>50</sup> <sub>18</sub> Sn 118.710(2) | <sup>51</sup> <sub>19</sub> Sb 121.760(1)   | <sup>52</sup> <sub>20</sub> Te 127.60(3) | <sup>53</sup> <sub>21</sub> I 126.90447(3)  | <sup>54</sup> <sub>22</sub> Xe 131.173(6) | O   |
| 6  | <sup>55</sup> <sub>6</sub> Cs 132.90545(2) | <sup>56</sup> <sub>7</sub> Ba 137.327(7) | <sup>57~71</sup> <sub>8</sub> La-Lu 铜系     | <sup>72</sup> <sub>9</sub> Hf 178.49(2) | <sup>73</sup> <sub>10</sub> Ta 180.9479(1) | <sup>74</sup> <sub>11</sub> W 183.84(1)   | <sup>75</sup> <sub>12</sub> Re 186.207(1)  | <sup>76</sup> <sub>13</sub> Os 190.23(3) | <sup>77</sup> <sub>14</sub> Ir 192.217(3)   | <sup>78</sup> <sub>15</sub> Pt 195.078(2) | <sup>79</sup> <sub>16</sub> Au 196.96655(2) | <sup>80</sup> <sub>17</sub> Hg 200.59(2)  | <sup>81</sup> <sub>18</sub> Tl 204.3833(2)   | <sup>82</sup> <sub>19</sub> Pb 207.2(1)   | <sup>83</sup> <sub>20</sub> Bi 208.98038(2) | <sup>84</sup> <sub>21</sub> Po (210)     | <sup>85</sup> <sub>22</sub> At (210)        | <sup>86</sup> <sub>23</sub> Rn 222.02     | P   |
| 7  | <sup>87</sup> <sub>7</sub> Fr 223          | <sup>88</sup> <sub>8</sub> Ra 226        | <sup>89~103</sup> <sub>9</sub> Ac-Lr 镧系    | <sup>104</sup> <sub>10</sub> Rf (261)   | <sup>105</sup> <sub>11</sub> Db (262)      | <sup>106</sup> <sub>12</sub> Sg (266)     | <sup>107</sup> <sub>13</sub> Bh (264)      | <sup>108</sup> <sub>14</sub> Hs (269)    | <sup>109</sup> <sub>15</sub> Mt (268)       | <sup>110</sup> <sub>16</sub> Ds (269)     | <sup>111</sup> <sub>17</sub> Rg (272)       | <sup>112</sup> <sub>18</sub> Uub (277)    | <sup>113</sup> <sub>19</sub> Uut (278)       | <sup>114</sup> <sub>20</sub> Uuq (289)    | <sup>115</sup> <sub>21</sub> Uup (288)      | <sup>116</sup> <sub>22</sub> Uuh (289)   | <sup>117</sup> <sub>23</sub> Uus (294)      | <sup>118</sup> <sub>24</sub> Uuo (294)    | P   |

氧化态

元素符号

元素名称

硼

2s<sup>2</sup>2p<sup>1</sup>

10.811(7)

原子序数

电负性

价层电子构型

以C=12为基准的相对原子质量

s 区元素

ds 区元素

f 区元素

p 区元素

稀有气体

注：相对原子质量来自2007年 IUPAC 数据

## 编写人员名单

吴文健 夏 林 李义和 王建方 李公义  
王本根 王春华 朱 慧 王孝杰 王清华  
邹晓蓉 王 璟 赖媛媛 胡天娇 蒋振华  
陶呈安 刘小清 刘斐月 马 军 浦文婧

# 前 言

在长期的科学发展过程中,化学与其他多种学科互相影响,互相渗透,互相促进,不但推动了化学研究和化学理论的发展,也推动了包括物理科学、生命科学、材料科学、能源科学、环境科学、信息科学、军事科学等几乎所有基础和应用科学学科的发展。

本书的原型是 Wiley 出版社出版的由新西兰 Otago 大学 Allan Blackman 博士等人主编的《Chemistry》——一本很有特色,在澳洲和世界其他国家非常有影响力的普通化学教科书。

本书是原著的中文版本,即在全书的基础上,由李效东教授等人对本书章节进行了提炼、调整和补充,将原书的 26 章整合浓缩为 21 章。原书 1,2,3 章讲述的是原子、化学语言和化学计量学,这对我国学生而言比较基础,为此将其整合为一章。原书涉及有机化学的内容有 7 章,相对于基础化学教材而言比重过大,为此我们进行了结构上的调整,将其整合提炼为 4 章。全书涵盖的化学知识体系非常全面。内容包括结构化学、无机化学、仪器和分析化学、有机化学、物理化学、高分子化学、生物化学、核化学等。

在内容方面,本书最大程度地保留了原书的精华,在讲解化学知识体系时从基本理论入手,深入浅出,娓娓道来,使学生有思考的余地,尽可能地避免枯燥和被动接受结论的局面。同时我们保留了原书中大量示例和习题,以便学生练习以巩固知识。

本书对原书的部分内容和表述也作了较大的修订,增加了对中国学生非常有用的英文化学命名规律等新内容;新增了部分必要的最新知识内容、新数据和新图表;改正了原书的一些笔误;删除了部分对中国学生来说比较简单的叙述和计算细节;淡化了原书实例中过重的澳洲色彩等。

我们保留了原书中对相关化学前沿研究的介绍(本书中标题为“相关知识链接”),这些相关知识链接紧扣主题,围绕相关章节知识点的应用展开,非常值得在本科基础化学教育中推广。

由于本书信息量大,所涵盖的化学知识体系全面,适用面广,而各专业学生对知识要求不同,因此使用本书时务必结合学生实际与专业需要对章节进行选择。

我们在编写本书过程中想突出以上特色,在某些方面是成功的,在另一方面可能是欠妥当的。由于时间仓促,书中不妥和错误在所难免,还希望读者批评指正!

参加本书编译的有李效东、吴文健、李义和、王建方、王本根、夏林、李公义、王璟、王春华、朱慧、王孝杰、王清华、邹晓蓉、赖媛媛、刘小清、胡天娇、马军、浦文婧等。全书的统稿由李效东教授、夏林、蒋振华、陶呈安完成。另外在修改过程中,肖华、孟令强、刘斐月等也付出了很多努力。在这里一并表示感谢!

作者

2012 年 6 月

# Preface

It gives me great pleasure to write the preface for this, the first Chinese edition of “Chemistry”, by Blackman, Bottle, Schmid, Mocerino, Wille and Li.

This book arose as the result of a visit by Professor Wenjian Wu, of the National University of Defense Technology (NUDT) in Changsha, to the Chemistry Department of the University of Otago in Dunedin, New Zealand, in 2009 – 2010. During his stay, he became familiar with the English version of this book, which was used as the recommended text for first year Chemistry at Otago. The idea of a Chinese translation was first suggested near the end of his visit. Subsequently, I was invited to NUDT in late 2010 to give a series of lectures to undergraduate students, and discovered, to my amazement, that a first draft translation of the book had been completed in what was a very short time.

Negotiations with John Wiley and Sons, the publisher of the English version of the textbook, led to this Chinese edition being published as a joint venture between Wiley and NUDT. Pivotal to the production of this edition has been the extremely hard work of a team of academics at NUDT, headed by Professor Xiaodong Li. A huge amount of time and effort have been spent redrawing illustrations, much of this done by Professor Li, and the end result is an enormous credit to the team. It has been a pleasure working with them.

The English version of this text was groundbreaking, as it was the first text written specifically for Australian and New Zealand students. I think this Chinese edition will be similarly groundbreaking, as it is more comprehensive than previous Chinese texts. I, and my fellow authors of the English edition, Steve Bottle, Siegbert Schmid, Mauro Mocerino and Uta Wille, wish this book every success. We sincerely hope that it helps you in your study of Chemistry.

*Allan Blackman.*

Changsha  
2012/04/17



# 目 录

|                           |        |
|---------------------------|--------|
| 第 1 章 基本概念 .....          | ( 1 )  |
| 1.1 为什么学习化学? .....        | ( 1 )  |
| 1.2 原子、分子、离子、元素与化合物 ..... | ( 2 )  |
| 1.3 原子学说 .....            | ( 3 )  |
| 1.4 原子的结构 .....           | ( 4 )  |
| 1.5 元素周期表 .....           | ( 7 )  |
| 1.6 原子中的电子 .....          | ( 11 ) |
| 1.7 化学计量单位 .....          | ( 12 ) |
| 1.8 分子的表述方法 .....         | ( 15 ) |
| 1.9 化合物命名 .....           | ( 18 ) |
| 习 题 .....                 | ( 24 ) |
| 第 2 章 原子能级 .....          | ( 31 ) |
| 2.1 原子的属性 .....           | ( 31 ) |
| 2.2 光的属性 .....            | ( 31 ) |
| 2.4 量子化和量子数 .....         | ( 42 ) |
| 2.5 原子轨道的电子分布和能量 .....    | ( 45 ) |
| 2.6 周期表结构 .....           | ( 53 ) |
| 2.7 电子组态 .....            | ( 57 ) |
| 2.8 原子性质的周期性 .....        | ( 63 ) |
| 2.9 离子和化学性质的周期性 .....     | ( 67 ) |
| 习 题 .....                 | ( 71 ) |
| 第 3 章 化学键与分子结构 .....      | ( 77 ) |
| 3.1 化学键基础 .....           | ( 77 ) |
| 3.2 离子键 .....             | ( 81 ) |
| 3.3 路易斯结构 .....           | ( 83 ) |
| 3.4 价层电子互斥(VSEPR)理论 ..... | ( 87 ) |

|            |                   |         |
|------------|-------------------|---------|
| 3.5        | 共价键的性质            | ( 95 )  |
| 3.6        | 价键理论              | ( 102 ) |
| 3.7        | 分子轨道理论:双原子分子      | ( 111 ) |
|            | 习 题               | ( 118 ) |
| <b>第4章</b> | <b>气 体</b>        | ( 121 ) |
| 4.1        | 物质的状态             | ( 121 ) |
| 4.2        | 气体的描述             | ( 121 ) |
| 4.3        | 气体分子理论            | ( 126 ) |
| 4.4        | 气体的其他性质           | ( 132 ) |
| 4.5        | 混合气体              | ( 136 ) |
| 4.6        | 气体的化学计量学          | ( 139 ) |
| 4.7        | 分子间力              | ( 143 ) |
| 4.8        | 分子间力的类型           | ( 148 ) |
|            | 习 题               | ( 156 ) |
| <b>第5章</b> | <b>凝聚相——液体和固体</b> | ( 159 ) |
| 5.1        | 液 体               | ( 159 ) |
| 5.2        | 固 体               | ( 162 ) |
| 5.3        | 相 变               | ( 166 ) |
| 5.4        | 固体的排列             | ( 172 ) |
| 5.5        | X-射线衍射            | ( 180 ) |
| 5.6        | 非晶形固体             | ( 182 ) |
| 5.7        | 晶体缺陷              | ( 183 ) |
| 5.8        | 现代陶瓷              | ( 184 ) |
|            | 习 题               | ( 186 ) |
| <b>第6章</b> | <b>化学热力学</b>      | ( 189 ) |
| 6.1        | 化学热力学介绍           | ( 189 ) |
| 6.2        | 吉布斯自由能            | ( 190 ) |
| 6.3        | 焓                 | ( 192 ) |
| 6.4        | 熵                 | ( 211 ) |
| 6.5        | 吉布斯自由能和自发反应       | ( 217 ) |
|            | 习 题               | ( 223 ) |

|                               |       |
|-------------------------------|-------|
| 第7章 化学平衡 .....                | (229) |
| 7.1 化学平衡 .....                | (229) |
| 7.2 平衡常数 $K$ 和反应商 $Q$ .....   | (230) |
| 7.3 平衡状态和吉布斯自由能 .....         | (236) |
| 7.4 平衡的移动 .....               | (239) |
| 7.5 平衡常数的计算 .....             | (242) |
| 习 题 .....                     | (245) |
| 第8章 溶液和溶解度 .....              | (247) |
| 8.1 溶液和溶解度介绍 .....            | (247) |
| 8.2 气态溶液 .....                | (248) |
| 8.3 液态溶液 .....                | (248) |
| 8.4 溶解度的度量——溶度积 .....         | (255) |
| 8.5 溶液的依数性 .....              | (260) |
| 8.6 包含多个挥发组分的溶液 .....         | (263) |
| 习 题 .....                     | (272) |
| 第9章 酸碱及酸碱平衡 .....             | (277) |
| 9.1 Brønsted-Lowry 酸碱理论 ..... | (277) |
| 9.2 水溶液中的酸碱反应 .....           | (280) |
| 9.3 强酸和强碱 .....               | (283) |
| 9.4 弱酸和弱碱 .....               | (286) |
| 9.5 弱酸和弱碱盐溶液 .....            | (293) |
| 9.6 酸强度的分子基础 .....            | (295) |
| 9.7 缓冲溶液 .....                | (297) |
| 9.8 酸碱滴定 .....                | (300) |
| 9.9 Lewis 酸和 Lewis 碱 .....    | (307) |
| 习 题 .....                     | (308) |
| 第10章 氧化还原反应 .....             | (311) |
| 10.1 氧化还原反应 .....             | (311) |
| 10.2 氧化还原反应中净离子方程式的配平 .....   | (314) |
| 10.3 原电池 .....                | (317) |
| 10.4 还原电势 .....               | (323) |

|                             |                     |              |
|-----------------------------|---------------------|--------------|
| 10.5                        | 电池电势和热力学数值的关系 ..... | (332)        |
| 10.6                        | 电 解 .....           | (336)        |
| 10.7                        | 电 池 .....           | (339)        |
| 10.8                        | 腐 蚀 .....           | (344)        |
|                             | 习 题 .....           | (346)        |
| <b>第 11 章 配位化学 .....</b>    |                     | <b>(351)</b> |
| 11.1                        | 元素周期表中的金属 .....     | (351)        |
| 11.2                        | 过渡金属 .....          | (352)        |
| 11.3                        | 配 体 .....           | (353)        |
| 11.4                        | 过渡金属络合物 .....       | (357)        |
| 11.5                        | 生物系统里的过渡金属离子 .....  | (376)        |
| 11.6                        | 过渡金属的分离和提纯 .....    | (378)        |
| 11.7                        | 过渡金属的应用 .....       | (383)        |
|                             | 习 题 .....           | (386)        |
| <b>第 12 章 化学反应动力学 .....</b> |                     | <b>(391)</b> |
| 12.1                        | 反应速率 .....          | (391)        |
| 12.2                        | 影响反应速率的因素 .....     | (394)        |
| 12.3                        | 速率方程 .....          | (395)        |
| 12.4                        | 化学动力学理论 .....       | (407)        |
| 12.5                        | 反应机理 .....          | (412)        |
| 12.6                        | 催 化 剂 .....         | (417)        |
|                             | 习 题 .....           | (421)        |
| <b>第 13 章 碳原子化学 .....</b>   |                     | <b>(423)</b> |
| 13.1                        | 碳氢化合物简介 .....       | (423)        |
| 13.2                        | 烷 烃 .....           | (424)        |
| 13.3                        | 烯烃和炔烃 .....         | (428)        |
| 13.4                        | 烷烃的反应 .....         | (430)        |
| 13.5                        | 烯烃的反应 .....         | (431)        |
| 13.6                        | 炔烃的还原 .....         | (438)        |
| 13.7                        | 芳烃化合物 .....         | (438)        |
| 13.8                        | 芳香亲电取代反应 .....      | (440)        |
|                             | 习 题 .....           | (445)        |

|                                |       |
|--------------------------------|-------|
| 第 14 章 手 性 .....               | (447) |
| 14.1 立体异构体 .....               | (447) |
| 14.2 对映异构体 .....               | (449) |
| 14.3 <i>R,S</i> 对应体的命名 .....   | (453) |
| 14.4 含 2 个和 2 个以上立体中心的分子 ..... | (454) |
| 14.5 光学活性:实验室检测手性的方法 .....     | (459) |
| 14.6 生物界里的手性 .....             | (461) |
| 14.7 手性药物的合成 .....             | (462) |
| 习 题 .....                      | (464) |
| 第 15 章 卤代烷烃、醇、胺及相关化合物 .....    | (471) |
| 15.1 基本知识 .....                | (471) |
| 15.2 命 名 .....                 | (473) |
| 15.3 卤代烷烃、醇、胺的制备 .....         | (476) |
| 15.4 卤代烷烃的化学反应 .....           | (481) |
| 15.6 相关化合物及其反应 .....           | (504) |
| 习 题 .....                      | (513) |
| 第 16 章 波谱分析法 .....             | (519) |
| 16.1 测定结构的方法 .....             | (519) |
| 16.2 质谱法 .....                 | (520) |
| 16.3 红外光谱法 .....               | (524) |
| 16.4 红外光谱解析 .....              | (528) |
| 16.5 核磁共振波谱法 .....             | (538) |
| 16.6 核磁共振谱的解析 .....            | (553) |
| 16.7 确定物质结构的其他方法 .....         | (560) |
| 习 题 .....                      | (562) |
| 第 17 章 醛、酮、羧酸及其衍生物 .....       | (571) |
| 17.1 结构和化学键 .....              | (571) |
| 17.2 命 名 .....                 | (572) |
| 17.3 醛、酮、羧酸的物理性质 .....         | (576) |
| 17.4 醛、酮、羧酸的制备 .....           | (578) |
| 17.5 醛和酮的化学反应 .....            | (581) |

|                           |              |
|---------------------------|--------------|
| 17.6 羧酸及其衍生物的化学反应 .....   | (595)        |
| 习 题 .....                 | (609)        |
| <b>第18章 氨基酸和蛋白质 .....</b> | <b>(613)</b> |
| 18.1 氨基酸 .....            | (613)        |
| 18.2 氨基酸的酸碱特性 .....       | (616)        |
| 18.3 多肽和蛋白质 .....         | (622)        |
| 18.4 多肽及蛋白质的一级结构 .....    | (622)        |
| 18.5 多肽及蛋白质的空间构型 .....    | (624)        |
| 18.6 蛋白质的变性 .....         | (628)        |
| 习 题 .....                 | (629)        |
| <b>第19章 DNA 化学 .....</b>  | <b>(631)</b> |
| 19.1 核苷和核苷酸 .....         | (631)        |
| 19.2 脱氧核糖核酸 (DNA) .....   | (634)        |
| 19.3 核糖核酸 (RNA) .....     | (638)        |
| 19.4 遗传密码子 .....          | (640)        |
| 19.5 核酸测序 .....           | (645)        |
| 习 题 .....                 | (651)        |
| <b>第20章 聚合物 .....</b>     | <b>(653)</b> |
| 20.1 聚合物的结构 .....         | (653)        |
| 20.2 聚合物的标记与命名 .....      | (655)        |
| 20.3 聚合物的构成 .....         | (656)        |
| 20.4 硅聚合物 .....           | (668)        |
| 20.5 塑料的回收利用 .....        | (669)        |
| 习 题 .....                 | (671)        |
| <b>第21章 核化学 .....</b>     | <b>(673)</b> |
| 21.1 原子核的稳定性 .....        | (673)        |
| 21.2 不稳定原子核 .....         | (676)        |
| 21.3 合成新元素 .....          | (683)        |
| 21.4 放射性年代测定法 .....       | (685)        |
| 21.5 核反应的应用 .....         | (687)        |
| 习 题 .....                 | (692)        |



|                                     |       |
|-------------------------------------|-------|
| 附 录.....                            | (695) |
| 附录 A 一些单质、化合物以及离子的热力学数据表(25℃) ..... | (695) |
| 附录 B 一些键的平均键焓(25℃) .....            | (702) |
| 附录 C 一些盐的溶度积(25℃) .....             | (702) |
| 附录 D 常见配离子的累积生成常数(25℃) .....        | (704) |
| 附录 E 常见弱酸弱碱的电离常数(25℃) .....         | (706) |
| 附录 F 标准还原电极电势(25℃) .....            | (707) |
| 附录 G 部分元素的电离能和电子亲和能(25℃) .....      | (709) |
| 附录 H 红外特征吸收峰 .....                  | (710) |

# 第1章 基本概念

## 1.1 为什么学习化学?

以前,一提到化学,人们脑海里总会浮现出这样的场景:一群穿着白大褂的人在放满了各式各样玻璃瓶的实验室里做着有趣但有点危险的实验。现在,情况已经不全是这样了。随着化学研究领域的飞速扩展,化学与其他学科的交互发展使得各学科领域之间的界限变得越来越模糊。无论是从事化学专业研究工作,还是从事其他科学或者工程技术类乃至社会科学工作;人们都会发现化学起着不可或缺的作用。

阿格雷(Peter Agre)、麦金农(Roderick Mackinnon)以及切哈诺沃(Aaron Ciechanover)、赫什科(Avram Hershko)、罗斯(Irwin Rose),这些名字在你看来或许没有什么特别之处,但如果说到他们获得过的奖项,你一定不会陌生。他们分别于2003年和2004年获得了象征着科学研究领域最高荣誉的诺贝尔化学奖,然而他们当中却没有一个人拥有化学专业的博士学位。他们主要从事的是医学研究(其中两名为医生),获奖的原因是分别用化学的基本原理解释了水和其他小分子如何穿过细胞壁以及蛋白质如何在细胞内降解。事实上,在过去的20年里,诺贝尔化学奖曾先后授给了物理学家、工程师、医生、生物化学家甚至气象学家!当然,也包括化学家。

化学是一门包含很多领域的学科。以医学为例,如果一个人想成为一名医生,那么一定不能忘了至关重要的一点——人是由原子构成的。人体就像一个发生着众多复杂反应的反应器,每个反应都在我们所谓的“生命”过程中起着特殊的作用。我们拥有视觉,这要归功于一种名叫视黄醛的分子,它在光照的情况下会发生反应。我们的体温能够恒定在 $37^{\circ}\text{C}$ ,主要是因为一种叫做三磷酸腺苷的分子在体内发生化学反应释放出能量。我们的神经系统能够正常运转靠的是体内钠、钾离子之间存在的一种非常微妙而精确的平衡。目前人们正在渴望能通过对致病分子的了解来治疗癌症、艾滋病、老年痴呆症等顽疾。因此,医学系的学生们必须学习数以万计的使人体运转的化学过程。

如果希望成为一名牙医,那么一定要对牙釉质的重要组成——羟基磷酸钙的化学知识非常熟悉,应该认识到水银填充物存在的安全隐患,了解大量新出现的牙科聚合物材料和陶瓷材料的结构和特性,知道氟化作用防止龋齿的主要原理等。只有这样才能针对不同的病人作出正确的治疗,给出合理的建议。

对于那些想从事药学的同学来说,在学习期间会遇到很多化学问题,如药物的化学结构、药物与人体的化学反应等。此外还需要借助化学动力学来了解某一药物作用的速度。

生物化学和遗传学主要研究的是DNA、RNA以及蛋白质这些大分子,因此化学对于这些学科的重要性不言而喻。为了研究这些分子的功能,生物化学家和遗传学家需要掌握诸

如酸碱化学、氢键等化学基础知识,此外还应了解鉴定分子结构的方法和原理。

当然,化学不仅仅只在生命体系中有重要作用。当人们意识到人类对于地球所产生的重要影响后,环境化学的重要性也日益显现出来。例如,化学家确认氟氯烃(CFC)对臭氧层具有破坏作用后,号召世界各国共同努力,使南极上空的臭氧层空洞得到部分恢复。此外,化学家针对地球上石油资源即将枯竭的事实,致力于寻找新的能源,开发了多种可以清洁、高效地将太阳能转化为电能的新材料。从事环境、生态和能源等领域工作的学生必须要清楚这些问题背后的化学原理。

化学在工程技术领域同样有着很重要的作用。就像前面提到过的,诺贝尔化学奖曾经颁发给工程师,因为他们为化学分析开发出了新的仪器。化学工程师在化工产品的工业化设计和化工实施过程中更需要熟悉生产过程中所涉及的各种化学反应。所有与航空、航天、交通、建筑、机械、冶金、兵器等设计和工艺相关的工程师均需要面对着无数新出现的结构材料和功能材料,需要了解其化学结构、化学性能、使用方法以及材料之间的相互作用等。光看材料说明书有时候是很难做出正确的决策和高水平的设计的。

实际上,绝大部分自然科学领域,如物理、天文、地理、气象等都涉及化学问题。正如你所看到的,几乎所有的自然科学书籍中都会出现化学名词、化学方程式以及化学图表。除此之外,化学同样会出现在一些意想不到的地方,比如在法律中,与专利、刑事、经济等相关的专业人士必须同时具备法律知识和化学专业知识。同样的,在经济领域中,同时了解化学与经济知识也是一大优势。因此,越来越多的经济学学生都倾向于在学习过程中选修化学课程。总之,懂得化学知识的人不一定必须在实验室里工作,他们可以胜任很多类型的工作,社会对于化学专业毕业生的需求是巨大的。

你会注意到,现实生活中书本上的油墨,人们身上穿的衣服,手机的电池、外壳和显示屏,房间里家具的合成材料和涂料,汽车的轮胎和内饰,钱包里的磁卡以及生病时所吃的药丸等,这些都是化学产品。今天我们所享受的高品质生活很大程度上都要归功于化学领域的成功——有的成果来自卢塞弗、居里、鲍林这些获得诺贝尔奖的科学明星,但更多的贡献来自于那些为人类发展默默无闻奉献一生的科研工作者们,他们的工作同样值得我们尊敬。

## 1.2 原子、分子、离子、元素与化合物

我们知道,原子是由一个带正电荷的原子核和围绕在其周围的带负电荷的电子构成的。一般情况下,原子核内的质子数与其周围的电子数相等,因此原子通常是电中性的。可以认为原子是构建物质大厦的最基本砖块。你也许会奇怪为什么大多数化学家并不研究原子本身。实际上,除了氢、氦、氦、氦、氦、氦这几种元素外,其他元素的单个原子是很不稳定的。因此,研究者一般对分子更感兴趣。所谓分子,就是由多个原子经化学键聚集在一起,具有特定尺寸和结构的一个整体。最小的分子仅由两个原子构成,而最大的分子则可能包含上百万个原子。大部分气体和液体以及绝大多数有机固体都是由分子构成的。与原子一样,分子一般都是电中性的。分子内部相邻的原子一般通过共用电子对形成共价键而结合在一起。

带有电荷的物质被称为离子,其中带正电的叫做阳离子,带负电的叫做阴离子,在书写