

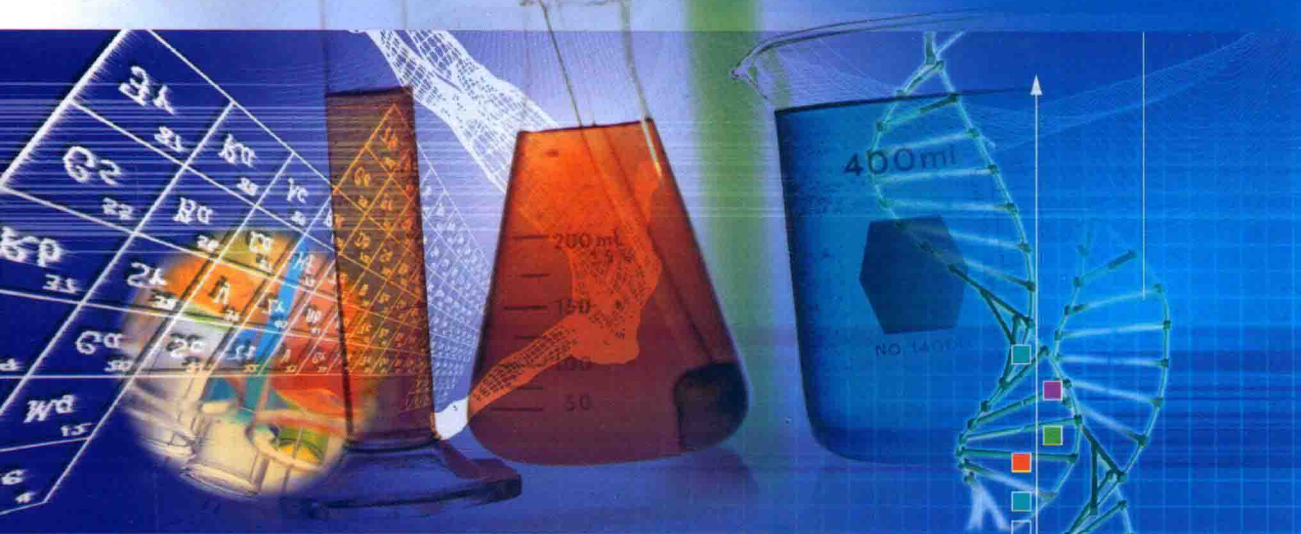
新世纪普通高等教育课程教材·供医学类各专业用

基础化学

(第2版)

姚素梅 主 编

李宾杰 副主编



海洋出版社

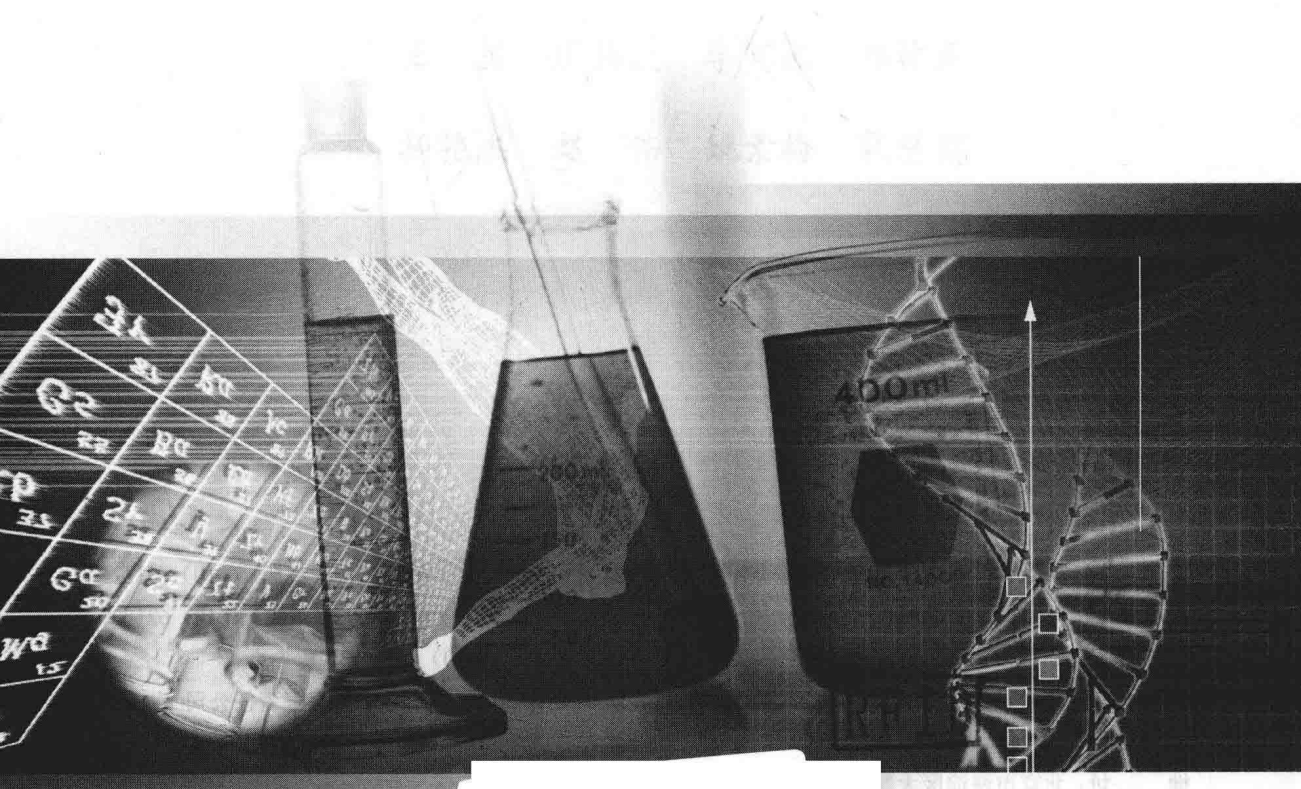
新世纪普通高等教育课程教材·供医学类各专业用

基础化学

(第2版)

姚素梅 主 编

李宾杰 副主编



海洋出版社

2017年·北京

图书在版编目(CIP)数据

基础化学 / 姚素梅主编. —2 版. —北京: 海洋出版社, 2017.8

ISBN 978-7-5027-9786-7

I. ①基… II. ①姚… III. ①化学—高等学校—教材 IV. ①O6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 120999 号

(双S策)

主 编: 姚素梅

责任编辑: 赵 武 黄新峰

责任印制: 赵麟苏

排 版: 海洋计算机图书输出中心 晓阳

出版发行: 海洋出版社

地 址: 北京市海淀区大慧寺路 8 号 (100081)

经 销: 新华书店

网 址: www.oceanpress.com.cn

技术支持: (010) 62100052

本书如有印、装质量问题可与发行部调换

发 行 部: (010) 62174379 (传真) (010) 62132549

(010) 68038093 (邮购) (010) 62100077

总 编 室: (010) 62114335

承 印: 北京朝阳印刷厂有限责任公司

版 次: 2017 年 8 月第 2 版第 1 次印刷

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 19.5

字 数: 520 千字

定 价: 39.00 元

编 委 会

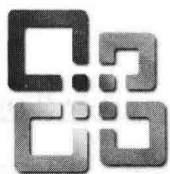
主 编 姚素梅

副主编 李宾杰

编 委 (以姓氏笔画为序)

王 勇 庆伟霞 李宾杰 郑林萍

杨艳杰 赵 伟 姚素梅 耿慧霞



第2版前言

《基础化学》(第2版)是按照医学类各专业的培养目标,根据基础化学课程教学大纲的要求,结合教学计划的安排及教学实践,在保留和发展第一版教材优点的基础上修订完成的。

在修订过程中,主要体现以下几点:

- (1) 体现课程教学的基本要求,满足培养目标的需要;
- (2) 适当精简和更新教学内容,力求创新和适用;
- (3) 注意与中学化学的衔接,有利于教学;

(4) 加强与后续医学基础课程的联系和渗透,突出在临床上的应用;

(5) 发挥学习要点、思考题和练习题在复习、巩固所学知识及开发学生智力方面的作用;

(6) 采用法定计量单位,遵守国家标准(GB3100~3202—93),选用国际通用数据,规范名词术语。

本版教材,继承了第一版教材系统性好、适用性广、选材适当、逻辑性强、益于教学等特点,并增加了以下部分内容:

在每章内容前面,增添了对本章学习具有指导性的“学习目的”,学习目的分掌握、熟悉、了解三个层次,便于学生学习和掌握;在每章学习要点后面增添了“思考题”,在练习题中增加了一些和医学类各专业联系紧密的习题,并注意和后续相关课程的衔接;在部分章节中增添了部分新内容,并更换了一些典型例题。

本版教材理论参考学时为 52~68 学时,其中:绪论 1 学时,第一章 4~5 学时,第二章 4~5 学时,第三章 4~5

学时,第四章 4~6 学时,第五章 3~4 学时,第六章 3~4 学时,第七章 3~4 学时,第八章 5~6 学时,第九章 5~6 学时,第十章 6~8 学时,第十一章 4~6 学时,第十二章 3~4 学时,第十三章 3~4 学时,第十四章为学生课外阅读或选学内容。

本教材共 14 章内容,参加本次修订工作的有姚素梅(绪论,第一、二、四章)、杨艳杰(第三、五章)、庆伟霞(第六、十一章)、王勇(第七、八章)、李宾杰(第九、十章)、郑林萍(第十二、十三章)、赵伟(第二、十四章,附录)、耿慧霞(第四章,参考答案、参考文献和中英文术语)。

本版教材在修订过程中,参考了部分同类高等教育教材和相关著作,得到了王强、王来、张维娟、关爱民和黄永伟等老师的大力帮助和支持,在此表示感谢!在对书稿的修改校对过程中,海洋出版社的编辑做了大量的工作,提出了许多宝贵意见,对本版书稿质量提高起到了很大作用。在此一并致以衷心的感谢!

本版教材是河南大学教材基金资助教材,适合医学类专业本科生使用。

编 者

2017 年 6 月



第1版前言

基础化学是医学类各专业的一门重要基础课。为了提高教学质量,培养高素质的医学人才和加强 21 世纪教材建设,根据河南大学“十一五”教材规划和基础化学课程教学大纲的要求,结合教学计划的安排及教学实践,我们编写了这本具有思想性、科学性、先进性、启发性和适用性的基础化学教材。

本教材编写的主导思想是:面向未来,面向世界,面向医学现代化。在编写过程中,主要体现以下几点:

1. 体现课程教学的基本要求,满足培养目标的需要;
2. 适当精简和更新教学内容,力求创新和适用;
3. 注意与中学化学的衔接,有利于教学;
4. 加强与后续医学基础课程的联系和渗透,突出在临床上的应用;
5. 发挥学习要点和习题在复习、巩固所学知识及开发学生智力方面的作用;
6. 采用法定计量单位,遵守国家标准(GB 3100~3202—93),选用国际通用数据,规范名词术语。

本教材共 14 章内容,参加编写工作的有姚素梅(绪论,第三、七、八、十一章)、郭秀玲(第一、二、四、五、十三章)、李宾杰(第九、十章)、王勇(第二、六、十三章和附录)、胡国强(第七、八、十二章)、赵伟(第十四章,部分习题参考答案,中英文索引)。

本教材是河南大学“十一五”规划教材,河南大学第六批教改项目资助教材,适合医学类各专业本科生使用。

由于编者水平有限,书中难免还有不妥之处,敬请读者批评指正。

编 者

2009 年 8 月

目 录

绪论	1
第一节 化学的发展和研究内容	1
第二节 化学与医学的关系	2
第三节 基础化学课程在医学教育中的地位和任务	3
一、基础化学的地位和任务	3
二、基础化学的学习方法	3
第四节 我国的法定计量单位	4
第一章 溶液	6
第一节 溶解度和溶液的浓度	6
一、溶解过程和溶解度	6
二、溶液浓度的表示方法	7
三、浓度之间的换算关系	9
第二节 稀溶液的依数性	10
一、溶液的蒸气压下降	10
二、溶液的沸点升高	13
三、溶液的凝固点降低	14
四、溶液的渗透压	16
学习要点	21
思考题	22
练习题	23
第二章 化学热力学基础	25
第一节 基本概念	25
一、体系与环境	25
二、状态和状态函数	26
三、热和功	26
第二节 热力学第一定律和化学反应的热效应	27
一、热力学第一定律	27
二、化学反应的热效应	27
第三节 熵和吉布斯自由能	32
一、自发过程	32
二、熵	32
三、吉布斯自由能	34
学习要点	37
思考题	38
练习题	39
第三章 化学反应速率和化学平衡	42
第一节 单相体系和多相体系	42

第二节	化学反应速率和反应机理	43
一、	化学反应速率的表示方法	43
二、	反应机理	44
第三节	化学反应速率理论	45
一、	碰撞理论	45
二、	过渡态理论	46
第四节	影响反应速率的因素	47
一、	浓度对反应速率的影响	47
二、	温度对反应速率的影响	50
三、	催化剂对反应速率的影响	51
第五节	化学平衡	53
一、	可逆反应和化学平衡	53
二、	平衡常数	54
第六节	化学平衡的移动	58
一、	浓度对化学平衡的影响	58
二、	压力对化学平衡的影响	59
三、	温度对化学平衡的影响	60
四、	勒夏里特原理	61
学习要点	.....	61
思考题	.....	62
练习题	.....	63
第四章	电解质溶液	65
第一节	强电解质溶液	65
一、	强电解质溶液理论	66
二、	离子强度	66
三、	活度和活度系数	67
第二节	酸碱理论	68
一、	酸碱电离理论	68
二、	酸碱质子理论	68
三、	酸碱电子理论	70
第三节	弱电解质溶液	71
一、	弱电解质的电离平衡	71
二、	一元弱酸(碱)溶液	74
三、	多元弱酸(碱)溶液	77
四、	两性物质溶液	78
学习要点	.....	80
思考题	.....	81
练习题	.....	82
第五章	缓冲溶液	84
第一节	缓冲溶液的组成和缓冲机理	84
一、	缓冲作用	84
二、	缓冲溶液的组成	84
三、	缓冲机理	85

第二节	缓冲溶液 pH 的计算	85
第三节	缓冲容量和缓冲范围	87
	一、缓冲容量	87
	二、缓冲范围	88
第四节	缓冲溶液的选择和配制	88
	一、缓冲溶液的配制方法	88
	二、标准缓冲溶液	90
第五节	血液中的缓冲系	91
	学习要点	92
	思考题	93
	练习题	94
第六章	酸碱滴定	96
第一节	滴定分析法概述	96
	一、滴定分析法的概念及常用术语	96
	二、滴定分析法的一般过程和类型	96
	三、滴定分析法对化学反应的要求和滴定方式	97
	四、一级标准物质与标准溶液	98
	五、滴定分析的计算	98
第二节	酸碱指示剂	99
	一、酸碱指示剂的变色原理	99
	二、指示剂的变色范围和变色点	99
第三节	滴定曲线和指示剂的选择	100
	一、强酸与强碱的滴定	100
	二、强碱(酸)滴定一元弱酸(碱)	102
第四节	酸碱标准溶液的配制和标定	104
	一、酸标准溶液	104
	二、碱标准溶液	105
第五节	酸碱滴定法的应用	106
	一、食醋中总酸度的测定	106
	二、血浆中总氮含量的测定	106
第六节	分析结果的误差和有效数字	106
	一、误差产生的原因和分类	107
	二、误差的表示方法	107
	三、提高分析结果准确度的方法	108
	四、有效数字及运算规则	109
	学习要点	110
	思考题	111
	练习题	112
第七章	难溶电解质的沉淀溶解平衡	113
第一节	溶度积原理	113
	一、溶度积	113
	二、溶度积和溶解度	115
	三、溶度积规则	116

第二节	沉淀溶解平衡的移动	116
一、	沉淀的生成	116
二、	同离子效应和盐效应	117
三、	分步沉淀	118
四、	沉淀的溶解	119
五、	沉淀的转化	122
学习要点	.....	122
思考题	.....	123
练习题	.....	124
第八章	氧化还原与电极电势	125
第一节	氧化还原反应的基本概念	125
一、	氧化还原反应的实质	125
二、	氧化数	126
三、	氧化还原反应方程式的配平	127
第二节	原电池	128
一、	原电池的原理	128
二、	常用电极类型	130
第三节	电极电势	130
一、	电极电势的产生	130
二、	标准电极电势	131
三、	电池电动势与吉布斯自由能	134
第四节	影响电极电势的因素	135
一、	能斯特方程	135
二、	溶液酸度对电极电势的影响	136
三、	加入沉淀剂对电极电势的影响	137
四、	加入配位剂对电极电势的影响	137
第五节	电极电势和电池电动势的应用	137
一、	判断原电池的正负极并计算电动势	137
二、	判断氧化还原反应进行的方向	138
三、	判断氧化还原反应进行的限度	140
第六节	电势法测定溶液的 pH	140
一、	电势法测定 pH 的基本原理	141
二、	饱和甘汞电极和玻璃电极	141
三、	测定溶液 pH 的方法	142
第七节	氧化还原滴定法	143
一、	滴定反应的条件和指示剂	143
二、	碘量法	144
三、	高锰酸钾法	146
学习要点	.....	148
思考题	.....	150
练习题	.....	150
第九章	原子结构	153
第一节	核外电子的运动状态	153

一、核外电子运动的特征	153
二、核外电子运动状态的描述	156
第二节 多电子原子结构	160
一、多电子原子轨道的能级	161
二、多电子原子核外电子排布规则	162
第三节 电子层结构和元素周期表	163
一、能级组和周期	163
二、价电子层结构和族	164
三、价电子层结构和元素分区	164
第四节 元素性质的周期性	165
一、原子半径	165
二、元素的电离能和电子亲合能	166
三、元素的电负性	166
学习要点	167
思考题	168
练习题	169
第十章 共价键与分子间力	171
第一节 现代价键理论	171
一、现代价键理论的基本要点	171
二、共价键的特征	172
三、共价键的类型	173
四、配位共价键	174
五、几种重要的键参数	174
第二节 杂化轨道理论	175
一、杂化和杂化轨道的概念	175
二、杂化轨道理论的基本要点	175
三、杂化轨道的类型	176
四、等性杂化和不等性杂化	177
第三节 价层电子对互斥理论	178
一、价层电子对互斥理论的基本要点	179
二、推断多原子或离子构型的步骤	179
第四节 分子轨道理论	181
一、分子轨道理论的要点	181
二、分子轨道的能级	183
三、分子轨道理论的应用	185
四、离域 π 键	185
第五节 分子间作用力	186
一、分子的极性与分子的极化	186
二、范德华力	187
三、氢键	189
学习要点	191
思考题	192
练习题	193

第十一章 配位化合物	195
第一节 配合物的基本概念	195
一、配合物的定义	195
二、配合物的组成	196
三、配合物的命名	197
第二节 配合物的价键理论	198
一、价键理论的基本要点	199
二、内轨型配合物和外轨型配合物	199
三、配合物的磁性	201
第三节 配合物在水溶液中的稳定性	203
一、配位平衡和解离平衡	203
二、配位平衡的移动	204
第四节 螯合物	206
一、螯合物的概念	206
二、螯合剂	207
三、螯合效应	207
第五节 配位滴定法	208
一、概述	208
二、影响配位滴定的主要因素	208
三、金属指示剂与滴定终点的判断	209
四、应用实例	210
第六节 配合物在生物、医药方面的应用	211
学习要点	211
思考题	212
练习题	213
第十二章 胶体分散系和表面现象	215
第一节 分散系	215
一、分散系及分类	215
二、胶体分散系的分类	216
第二节 表面现象和乳浊液	217
一、表面能	217
二、表面活性剂	218
三、吸附作用	219
四、乳浊液	219
第三节 溶胶	220
一、溶胶的制备与净化	220
二、溶胶的性质	222
三、胶团结构	224
四、溶胶的稳定性和聚沉	225
第四节 高分子溶液	227
一、高分子化合物的特征	227
二、高分子化合物的盐析	227
三、高分子溶液对溶胶的保护作用	228

四、膜平衡	228
第五节 凝胶	229
一、凝胶的形成	229
二、凝胶的几种性质	230
学习要点	230
思考题	231
练习题	232
第十三章 分光光度法	233
第一节 概述	233
第二节 基本原理	233
一、物质对光的选择性吸收	233
二、吸收光谱	234
三、透光率与吸光度	234
四、朗伯-比尔定律	235
第三节 可见分光光度法	236
一、分光光度计	236
二、测定方法	237
第四节 分光光度法的误差和测定条件的选择	237
一、分光光度法的误差	237
二、测定条件的选择	238
第五节 紫外分光光度法简介	239
一、概述	239
二、紫外分光光度法的应用	240
学习要点	240
思考题	241
练习题	241
第十四章 化学元素与人体健康	243
第一节 人体中的化学元素	243
一、人体中化学元素的分类	243
二、化学元素在人体组织中的分布	245
三、化学元素在人体中的存在形态	246
四、人体中化学元素的理化性质	246
第二节 人体中化学元素的生物功能	247
一、一些非金属元素的生物功能	248
二、一些金属元素的生物功能	249
第三节 环境污染中对人体有害的化学元素	253
一、重金属污染的特点	253
二、有毒元素的毒性机制及其对人体健康的危害	253
第四节 生物无机化学在医学方面的应用	255
一、生命必需元素的补充	255
二、有毒金属元素的促排	255
三、防癌元素与金属抗癌药物	256

附录 A 我国的法定计量单位及常用常数	257
附录 B 一些物质的热力学性质 (298.15K)	260
附录 C 解质在水中的电离常数	263
附录 D 一些难溶化合物的溶度积 (298.15K)	265
附录 E 标准电极电势 E° (298.15K)	267
附录 F 一些金属配合物的稳定常数	269
元素周期表	271
主要名词术语中英文对照表	272
部分练习题参考答案	287
参考文献	296

绪 论

化学(Chemistry)是一门在原子、分子或离子层次上研究物质组成、结构、性质及其变化规律的科学,它是自然科学的一个重要分支。人们把自然界的物质划分为两种基本形态:实物(substance)和场(field)。实物是以间断形式存在的物质形态,而场是以连续形式存在的物质形态,属物理学的研究范畴。实物包括自然界存在的一切物质——地球上的矿物、空气中的气体、海洋中的水和盐;动植物体内找到的化学物质;人类创造的新物质。随着科学技术的飞速发展,人们已经逐渐认识到化学将成为使人类继续生存的关键学科,它对人类的供水、食物、能源材料、资源、环境及健康等至关重要,它已经是一门满足社会需要的中心学科。

第一节 化学的发展和研究内容

化学的历史发展可分为三个时期。在古代和中古时期,人们开始了与化学有关的生产实践,由最初的制陶、金属冶炼到纸的发明、火药的应用、瓷器和玻璃的制造等,可以看出化学的产生和发展是与人类最基本的生产活动紧密联系在一起的。到了公元 500 年,出现了与医药有关的医药器具和药物,如铜滤器具、药勺、灌药器等,药物有轻粉(成分为 Hg_2Cl_2)、黄矾等。在这一时期,化学被看成是以使用为目的的技艺,还没有被明确地确定为科学。

从 17 世纪后半叶开始进入了近代化学时期。1661 年玻意耳(R.Boyle)首先提出了元素的概念,建立了元素论。随着生产实践和科学研究的深入,新的元素不断被发现,至 19 世纪中叶已发现了 63 种元素,测定了几十种元素的原子量。1869 年 3 月俄国化学家门捷列夫发现了元素周期律,并根据元素周期律预言了尚未发现的 15 种元素(这些元素后来被相继发现)。元素周期律的提出,为现代化学的发展奠定了基础,为化学的研究提供了规律性的理论依据。这一时期,无机化学、有机化学、物理化学和分析化学四大基础学科相继建立,使化学实现了由经验到理论的重大飞跃,化学被真正确认为一门独立的科学。

20 世纪开始,进入了现代化学时期。随着原子能工业、电子工业、航空航天工业的发展,对新材料和特殊功能材料的要求日益增多,更加促进了化学的发展。无论是理论的研究,还是化学方法、实验技术及化学的应用领域都发生了深刻变化。特别是化学键理论的提出、现代物质结构理论的创立以及对分子、原子的微观结构的研究,使化学更加突出了作为一门中心学科的地位和作用,并衍生出了许多化学新分支,如核化学、工业化学、高分子化学、生物化学、蛋白质化学、农业化学、医药化学、超分子化学、纳米化学、放射化学、地球化学和宇宙化学等,并且在工程学、地质学、气象学、计算机科学等学科也得到了广泛的应用和长足发展。尤其是在当代,随着计算机技术的应用和发展,化学更是从宏观到微观,从常量到微量,建立了系统的、完整的、理论化的学科体系,产生了许多边缘学科和交叉学科,如生物无机化学、分子生物学、金属有机化学、金属酶化学、功能材料学等,从而拓宽了化学的研究领域。

现代化学的研究内容极其广泛,1997年我国化学家徐光宪提出了现代化学的定义:化学是研究从原子、分子片、分子、超分子、生物大分子到分子的各种不同尺度和不同程度的聚集态的合成和反应、分析和分离、结构和形态、物理性能和生物活性及其规律和应用的科学。新元素的发现、化合物的组成、制备、结构、性质及用途都必须用化学的理论加以阐明,用化学实验的方法去验证或实现。当然,随着实验手段和实验技术的进步,尤其是现代物理技术的发展,使得对新型化合物的制备、立体空间结构和对称性的确立变得更加容易实现,对化学反应性质、热力学、动力学等参数的测定更加容易完成。光谱技术、核磁共振、电子能谱、X射线衍射等技术为新化学理论的创立和综合实验方法的设计提供了物理学方面的保障,使化学研究的范围更广,涉及领域更多。

第二节 化学与医学的关系

医学是探求人类生命过程的科学,无论是医学理论的研究还是医疗技术的创新,无不需要大量的化学知识和原理,也就是说化学与医学结下了不解之缘。

利用药物治疗疾病是化学对医学和人类文明的一大贡献。在17世纪以前人们就发现某些矿物质具有治疗疾病的作用。17世纪后半叶到19世纪末,化学与医学有了更紧密的结合,有些医药学家本身就是化学家,而化学家则把为医治疾病制造药物作为自己的职责。1800年,英国化学家戴维(H.Davy)发现了麻醉剂一氧化二氮,随后又发现了乙醚具有更好的麻醉作用,并将其用于外科手术和牙科手术。我国明代的李时珍(1518—1593年)所著的《本草纲目》记载的无机药物就有266种,被西方称为“东方医药学巨典”。实际上,它不仅是一本药学巨典,而且也是一个化学宝库。在书中不仅对药物的化学性质作了详尽描述,而且蒸馏、蒸发、升华、重结晶、灼烧等化学操作技术也有详细记载。

生物药学是人类文明的宝贵遗产,并对社会的发展起着积极的推动作用,化学对生物药学的研究始终起着决定性的作用。早在1859年就从古柯叶中分离出具有局部麻醉作用的古柯碱,为了避免其毒性大的缺点,于1904年经结构改造发展了普鲁卡因、利多卡因等优良的局部麻醉药。1909年德国化学家合成了治疗梅毒的特效药物胂凡纳明。自20世纪30年代以来,化学家先后研制出了抗菌素、抗病毒药物及抗肿瘤药物数千种。在医药学上,靶向抗癌药物的合成及作用机理的研究,也为人们摆脱疾病困扰并彻底治愈癌症提供了新的思路。

人们发现,生物体归根到底是一个化学体系,与大自然具有共同的化学元素组成。生命体不只是单纯的有机体,现已发现在人体中存在着81种化学元素,其中一些化学元素对生命过程有着极其重要的作用。例如,血红素中的铁影响着氧的传输和消耗;叶绿素中的镁影响着太阳能的吸收和转化;光合体系中的锰、铁影响着能量的转换;一些离子在细胞间电信号的传递(神经系统中的钾、钙)、肌肉收缩(钙)、酶催化作用(维生素B₁₂中的钴)诸多方面起着重要作用。

科学发展到今天,使化学同医药学的联系更加紧密。生物学、生理学、病理学、药理学等医药学科已从组织细胞水平提高到分子、原子或量子水平。实验证明,思维和遗忘分别是蛋白质及核酸的合成和分解。尤其是近几十年来,化学在生命科学、生物高分子化学方面取得了突飞猛进的发展,形成了一门新的学科——分子生物学。这一新的学科对医学、生物学