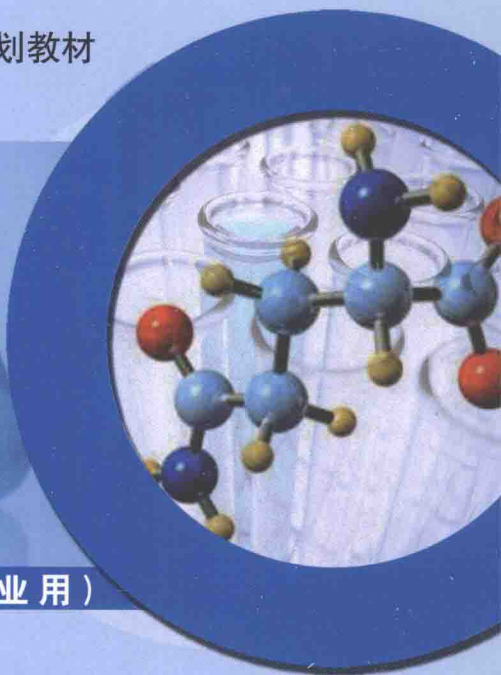
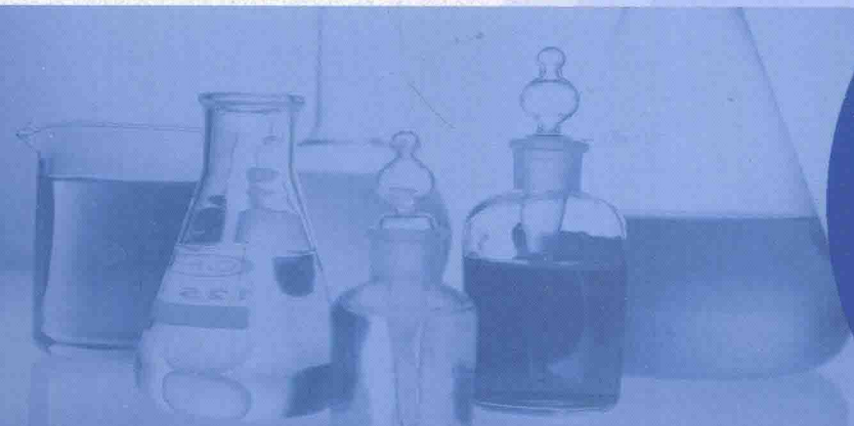




“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材



(供临床、口腔、麻醉、护理等医学类专业用)

基础化学

(第三版)

■ 主 编 张欣荣 阎 芳

■ 副主编 唐中坤 刁海鹏

3

高等教育出版社

“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

基础化学

JICHU HUAXUE

(第三版)

(供临床、口腔、麻醉、护理等医学类专业用)

主 编：张欣荣 阎 芳

副主编：唐中坤 刁海鹏

编 者：曹海燕(天津医科大学) 李曹龙(中国药科大学)
王全军(第四军医大学) 刘 坤(青岛大学)
刘洛生(山东大学) 邓克敏(上海交通大学)
刁海鹏(山西医科大学) 储艳秋(复旦大学)
尚京川(重庆医科大学) 唐中坤(南方医科大学)
解永岩(安徽医科大学) 杨 峰(第二军医大学)
阎 芳(潍坊医学院) 赵先英(第三军医大学)
张欣荣(第二军医大学)

高等教育出版社·北京

内容提要

本书为“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材。本着科研反哺教学,培养本科生创新精神、研究能力的教育思想,本版教材在第二版引入研究型案例的基础上,对每一个重要知识点的案例进行了全面更新。与本书配套的学习指导也将同步出版。本书采用“纸质教材+数字课程”的新型教材出版模式,将课程建设成果与教材紧密联系在一起,方便学生利用数字课程提供的教学资源进行自主学习。

全书主要内容分为溶液理论(2~5章)、物理化学原理(6~9章)、物质结构基础(10~12章)、分析化学基础(13~14章)等四大板块;第15章为阅读材料。

本书可供高等医科院校临床、口腔、麻醉、护理等专业使用。

图书在版编目(CIP)数据

基础化学/张欣荣,阎芳主编.--3版.--北京:
高等教育出版社,2016.10
供临床、口腔、麻醉、护理等医学类专业用
ISBN 978-7-04-046387-3

I. ①基… II. ①张… ②阎… III. ①化学—高等学
校—教材 IV. ①O6

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第206045号

策划编辑	郭新华	责任编辑	殷英	封面设计	于文燕	版式设计	马敬茹
插图绘制	杜晓丹	责任校对	陈旭颖	责任印制	刘思涵		

出版发行	高等教育出版社	咨询电话	400-810-0598
社址	北京市西城区德外大街4号	网址	http://www.hep.edu.cn
邮政编码	100120		http://www.hep.com.cn
印刷	河北鹏盛贤印刷有限公司	网上订购	http://www.hepmall.com.cn
			http://www.hepmall.com
开本	787mm×1092mm 1/16	版次	2007年7月第1版
印张	21.75		2016年10月第3版
字数	530千字	印次	2016年10月第1次印刷
插页	1	定价	32.40元
购书热线	010-58581118		

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物料号 46387-00

第三版前言

本书是“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材,主要适用于临床医学、口腔医学、麻醉学、预防医学、医学影像、临床检验、生物技术、食品检验、护理学等医学类本科专业。

为了满足高等医科院校的教学需求,本书在编写内容上力求体现知识、能力、人格发展并重,努力将学科线索、社会应用和认知规律相结合。因此,我们在内容选取上注重基础性与拓展性相协调。本书针对相关专业学习对象精选案例,并根据化学学科发展更新了绝大部分研究型案例内容和部分重要化学家的生平事迹,这将有助于提高学生基础课程的兴趣,培养学生分析、解决实际问题的能力和创新意识。在保持学科知识系统性的基础上,本书注重知识呈现时的循序渐进及知识点间的衔接,并以新颖的版式设计和内容编排,使得知识体系更加简约、系统、连贯。

教材建设与课程数字化教学资源建设的紧密结合可为各级精品课程的持续发展提供动力,并为学生的自主学习和教师教学方法的创新提供支撑。因此,“纸质教材+数字课程”相结合的新型教材一直是我们的教材建设的目标。经过参编院校专家共同努力,本版教材实现了这一构想,做到纸质教材与丰富的数字化教学资源的一体化设计。依托第二军医大学化学基础课程信息化教学平台与本书同步建设的数字课程帮助师生突破传统教学模式在时间和空间上的限制,实现校际之间教学资源的共建共享,以达到“校际联合共建,课程协同共享”这一目标。

因编者水平有限,书中难免有不妥甚至错误之处,敬请各位读者指正,以期改进。

张欣荣

2016年7月于上海

第二版前言

本教材是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,主要适用于临床医学、麻醉学、预防医学、口腔医学、医学影像、临床检验、生物技术、食品检验、护理学等医学本科专业。

第一版教材为了解决相对浓度和相对平衡浓度这两个物理量在热力学平衡体系以及溶液平衡体系中表达过于烦琐的问题,经过编写组及高等教育出版社编辑集体商榷,决定给相对浓度和相对平衡浓度赋予特定的符号。定义 c_B/c^\ominus 为物质 B 的相对浓度,用符号 c_r 表示;定义 $[B]$ 为物质 B 的相对平衡浓度,这样两者均为单位为 1 的量。相对浓度符号的赋予,解决了浓度这个物理量在热力学平衡体系以及溶液平衡体系所遇到的概念不准确或者表达式非常烦琐的现实问题,该版教材 2008 年被评为中国人民解放军总后勤部首批百门精品教材。

本次教材的修订,在保留第一版教材特色和风格的基础上,主要在以下 4 方面进行了改进:

(1) 按照重新修订的人才培养方案确定的目标和课程标准的要求,为全面体现和落实素质教育,本教材在建设目标上体现知识、能力、人格发展并重,内容编排上体现基础性与发展性协调。因此,本书在选材上既注重对学生基础知识、基本理论、基本技能等“三基”的训练,同时也注重对学生科学思维、科学研究基本手段的培养。此外,教材中还配合主干内容增加了一些学科科普知识、学科发展前沿知识及科学家简介等内容,旨在培养学生的人文素养,以科学家的事迹启迪人生,激发学生的研究兴趣和灵感,帮助其树立正确的人生观和科学的思维方式。

(2) 注重“医学”特色和实际应用。结合与现代医学相关的化学新进展,在大多数章节的最后都增设了化学在医学研究领域的应用内容,适当引入一些与现代医学研究相关的最新化学研究手段。注重实际应用,结合基础化学“内容广、学时少”的特点,本教材经过精心设计实现了知识体系的“板块化”,以“模块整合”思路优化教学内容,使得知识体系更加简约、更加系统连贯。

(3) 引入研究型案例,培养学生创新意识和科学研究精神。为体现科学研究与教育的结合,加强本科生科研能力训练(SRT),本书特增加引导学生关注学科发展前沿的研究型案例,主要有以下 3 种形式案例:(a) 信息式案例:与课程内容相关的最新研究、前沿知识。如案例 1-1“人类基因组计划与化学的关系”;案例 3-2“荧光探针测定细胞内液 pH”;案例 7-1“飞秒化学”等。(b) 实录式案例:叙述一个事件的情境,记录实际发生的事件,提出解决问题的办法。如案例 12-1“铊中毒及治疗”;案例 14-1“高效液相色谱法检测乳制品中的三聚氰胺”等。(c) 问题式案例:以问题为主线而设计的案例。如案例 5-1“钡餐造影检查”;案例 6-1“体内糖代谢的自发性”等。

(4) 依托第二军医大学化学基础课程信息化教学平台,建设了方便学生自主学习、方便教师教学资源的积累和共建共享、方便教学资源管理的“基础化学”数字课程。该数字课程资源丰富、层次分明。资源管理分 3 个层次:数字化课程资源(包括电子版教材、电子版参考书、课程标准、课程培养方案等);章节资源(包括教学视频、教学课件、教案、学习指导、习题、难题解析等);知识点资源(包括知识扩充、最新研究、双语素材、相关实验、互动问题、常见问题、动画与图像等资

II 第二版前言

源)。另外还有课堂自录视频(40 min)、章节要点讲授视频、化学实验多媒体课件和教学软件、化学实验视频等。

与本书同步建设的信息化教学平台,可帮助师生突破传统教学在时间、空间上的限制,若借此平台实现校际之间数字化教学资源的共建共享,可使参加共建的各院校的基础化学课程教学实现相互促进、共同提高。为此,经与高等教育出版社商榷,由第二军医大学牵头的医药学专业化学基础课程信息化教学平台将向参加系列教材建设的院校及本书使用院校开放,希望实现共建共享。

因编者水平有限,书中难免有不妥甚至错误之处,敬请各位读者指正,以期改进。

张欣荣

2011.4.18 上海

第一版前言

基础化学是医学本科生必修的专业基础课程,其内容是根据医学专业的特点选定的,主要包括四个板块的基本理论、基础知识和在医学上的应用。第一板块是溶液理论(第二至四章,主要包括稀溶液的依数性、电解质溶液、缓冲溶液、沉淀溶解平衡等基础知识及其临床医用);第二板块是物理化学基本原理(第五至八章,主要讨论化学反应方向、限度、速率,电化学,胶体化学等化学反应规律及其应用);第三板块是物质结构与性质的关系(第九至十一章,主要讨论原子结构、分子结构、酸位化合物等物质结构与性质的关系);第四板块是分析化学基础(第十二、十三章,包括滴定分析和常见仪器分析方法等)。本书的章节编排顺序,编者认为更有利于教学内容的板块化和教学质量控制的模块化,但各院校任课教师在使用本教材时,在保证课程基本要求的前提下,对内容、章节顺序可根据自己的情况斟酌取舍和自行调整。

本书有关的化学名词采用全国自然科学名词审定委员会公布的《化学名词》(科学出版社,1991年)所推荐的名称;量和单位按照国家标准 GB 3100~3102—93 所规定的符号和单位。

本书参考学时为 50~70 学时,共分 14 章,建议学时:绪论 2 学时,溶液 4~6 学时,酸碱解离平衡和缓冲溶液 4~6 学时,难溶强电解质溶液的沉淀溶解平衡 2~4 学时,化学热力学基础 6~8 学时,化学动力学基础 4~6 学时,氧化还原反应和电极电势 4~6 学时,胶体分散系 4 学时,原子结构和元素周期律 4~6 学时,分子结构 4~6 学时,配位化合物 4 学时,滴定分析 4~6 学时,常用仪器分析方法概论 4~6 学时,人体中的化学元素作为参考读物。本教材可供临床、口腔、麻醉、护理等医学类专业的本科生使用。

限于编者水平有限,本书虽经多次修改,仍难免有错误和不当之处,恳切希望专家、同行及使用本书的教师和同学对书中不妥之处给予批评指正,编者将不胜感激。

编者

2007.1.20

目 录

第一章 绪论	1	第一节 强电解质溶液	23
第一节 医用基础化学概述	1	一、强电解质溶液	23
一、化学与生物科学的联系	1	二、离子的活度和活度因子	24
二、医用基础化学的任务与作用	3	三、离子强度	25
三、怎样学好医用基础化学	3	第二节 弱电解质溶液	26
第二节 国际单位制和法定计量单位	4	一、弱电解质的解离平衡	26
第三节 溶液的组成标度	5	二、弱电解质解离平衡的移动	29
一、物质的量和物质的量浓度	5	第三节 酸碱理论	31
二、质量摩尔浓度	5	一、酸碱质子理论	31
三、摩尔分数	6	二、酸碱电子理论	35
四、质量分数	6	第四节 水的解离平衡和溶液的 pH	35
五、质量浓度	7	一、水的解离平衡	35
科学家简介	7	二、溶液的 pH	36
参考文献	8	科学家简介	41
习题	8	参考文献	42
第二章 稀溶液的依数性	9	习题	42
第一节 溶液的蒸气压下降	9	第四章 缓冲溶液	44
一、液体的蒸气压	9	第一节 缓冲溶液的组成和缓冲机制	44
二、稀溶液的蒸气压下降	10	一、缓冲溶液的组成	44
第二节 溶液的沸点升高	11	二、缓冲溶液的缓冲机制	45
一、液体的沸点	11	第二节 缓冲溶液的 pH 计算	46
二、溶液的沸点升高	11	一、缓冲溶液 pH 的近似计算式	46
第三节 溶液的凝固点降低	12	二、缓冲溶液 pH 计算公式的校正	48
一、液态纯物质的凝固点	12	第三节 缓冲容量和缓冲范围	49
二、溶液的凝固点降低	12	一、缓冲容量的概念	49
第四节 溶液的渗透压	14	二、缓冲溶液影响缓冲容量的因素	49
一、渗透现象和渗透压	14	第四节 缓冲溶液的配制	50
二、溶液的渗透压与浓度及温度的关系	15	一、缓冲溶液的配制方法	50
三、渗透压在医学上的意义	17	二、标准缓冲溶液	51
科学家简介	20	第五节 缓冲系在医学上的意义	52
参考文献	20	科学家简介	54
习题	20	参考文献	54
第三章 酸碱解离平衡	22	习题	55

第五章 难溶强电解质溶液的沉淀-溶解平衡	56	第五节 非平衡系统热力学与生命简介	97
第一节 溶度积原理	56	科学家简介	98
一、标准溶度积常数及其与沉淀溶解度的关系	56	参考文献	99
二、溶度积规则	60	习题	99
第二节 沉淀反应的利用与控制	61	第七章 化学动力学基础	102
一、沉淀的生成	61	第一节 化学反应速率的表示方法	102
二、沉淀的溶解	62	一、以反应物或产物浓度随时间的变化定义的反应速率	102
三、沉淀的转化	64	二、以反应进度随时间的变化定义的反应速率	103
四、分步沉淀	64	三、平均速率和瞬时速率	103
第三节 生物矿化现象	65	第二节 化学反应速率理论简介	105
一、骨骼的形成与龋齿的产生	66	一、碰撞理论与活化能	105
二、尿结石的形成	67	二、过渡态理论	106
科学家简介	68	第三节 浓度对化学反应速率的影响	108
参考文献	68	一、基元反应和复合反应	108
习题	69	二、速率方程	109
第六章 化学热力学基础	71	三、简单级数反应的动力学方程	110
第一节 热力学基本概念	72	第四节 温度对化学反应速率的影响	113
一、系统和环境	72	一、van't Hoff 规则	113
二、状态和状态函数	72	二、Arrhenius 方程	114
三、过程和途径	73	第五节 催化剂对化学反应速率的影响	115
四、热和功	73	一、催化剂和催化作用	115
五、热力学能	75	二、催化作用理论简介	116
第二节 能量守恒和化学反应热效应	75	三、生物催化剂——酶	117
一、热力学第一定律	75	第六节 药物代谢动力学简介	118
二、热力学能的变化与等容反应热效应	76	一、体内过程	118
三、系统的焓变和等压反应热效应	77	二、速率过程	119
四、反应进度、热化学方程式	78	科学家简介	122
五、Hess 定律和反应热的计算	80	参考文献	122
第三节 化学反应的方向	83	习题	122
一、自发过程	83	第八章 氧化还原反应和电极电势	124
二、熵与热力学第二定律	85	第一节 氧化还原反应的实质	124
三、Gibbs 自由能与化学反应的方向	87	一、氧化数	124
第四节 化学平衡	92	二、氧化还原电对	125
一、可逆反应与化学平衡	92	第二节 原电池	126
二、化学反应的限度与标准平衡常数	92	一、原电池与电极	126
三、标准平衡常数与化学反应的方向	94	二、电池的书写方式	127
四、多重平衡	94		
五、化学平衡的移动	95		

三、常见电极类型	128	第十章 原子结构和元素周期律	167
第三节 电极电势和原电池的电动势	129	第一节 氢原子光谱和 Bohr 理论	167
一、电极电势的产生	129	一、Rutherford 原子模型	168
二、原电池的电动势与电极电势的测定	130	二、Bohr 原子模型	168
三、电池电动势与 Gibbs 自由能	131	三、现代原子模型理论	170
四、影响电极电势的因素——		第二节 微观粒子的运动特征	171
Nernst 方程	132	一、微观粒子的波粒二象性	171
五、电极电势的应用	134	二、不确定原理	172
第四节 电势法测定溶液的 pH	138	第三节 核外电子运动状态的描述	173
一、指示电极	138	一、波函数和原子轨道	173
二、参比电极	139	二、量子数及其物理意义	173
三、溶液 pH 的测定	139	三、原子轨道和电子云的角度分布和	
第五节 生物传感器	140	径向分布	175
一、传感器工作原理	140	第四节 多电子原子的核外电子排布	179
二、生物传感器概述	141	一、屏蔽效应和钻穿效应	179
三、生物传感器应用实例	142	二、多电子原子轨道的能级	180
参考文献	143	三、基态原子的核外电子排布	182
习题	144	第五节 元素周期表与元素性质的	
第九章 胶体分散系	145	周期性	183
第一节 分散系概述	145	一、元素周期表	183
一、分散系的分类	145	二、元素性质的周期性	185
二、胶体分散系	146	科学家简介	189
第二节 表面现象	147	参考文献	189
一、表面积与表面 Gibbs 自由能	147	习题	189
二、表面活性剂	149	第十一章 分子结构	191
三、乳化作用	152	第一节 现代价键理论	191
第三节 溶胶	153	一、共价键的本质	191
一、溶胶的基本性质	153	二、价键理论的基本要点	192
二、溶胶的稳定性与聚沉	157	三、共价键的类型	193
三、溶胶的制备和净化	158	四、键参数	195
四、气溶胶	160	五、键的极性与分子的极性	197
第四节 高分子化合物溶液与凝胶	161	第二节 杂化轨道理论	198
一、高分子化合物的结构特点与稳定性	161	一、杂化轨道理论的基本要点	198
二、高分子化合物对溶胶的保护作用	162	二、杂化轨道的类型和分子的空间构型	199
三、高分子化合物溶液的渗透压和		第三节 价层电子对互斥理论	202
膜平衡	162	一、价层电子对互斥理论的基本要点	202
四、凝胶	164	二、判断共价分子空间构型的一般规则	203
科学家简介	165	第四节 分子轨道理论简介	204
参考文献	166	一、分子轨道理论的基本要点	204
习题	166	二、分子轨道的能级及分子轨道中电子	

的排布	207	二、滴定曲线与指示剂的选择	252
三、键级	209	三、酸碱标准溶液的配制与标定	256
第五节 分子间作用力	210	四、酸碱滴定法的应用实例	257
一、van der Waals 力	210	第四节 络合滴定法	258
二、氢键	212	一、EDTA 络合滴定的基本原理	258
科学家简介	215	二、EDTA 络合滴定应用示例——	
参考文献	215	水的总硬度测定	261
习题	216	第五节 氧化还原滴定法	262
第十二章 配位化合物	218	一、概述	262
第一节 配位化合物概述	218	二、高锰酸钾法	263
一、配位化合物的定义	219	三、碘量法	264
二、配合物的组成	219	参考文献	267
三、配合物的命名	221	习题	267
四、配合物的异构现象	222	第十四章 常用仪器分析方法概论	270
第二节 配合物的化学键理论	224	第一节 光度分析法	270
一、配合物的价键理论	225	一、紫外-可见分光光度法	270
二、晶体场理论简介	228	二、荧光分析法	276
第三节 配合物的解离平衡	232	第二节 色谱分析法	278
一、配合物的平衡常数	232	一、色谱分析法概述	278
二、配位平衡的移动	235	二、气相色谱法	284
第四节 螯合物和生物配合物	236	三、高效液相色谱法	286
一、螯合物的结构特点及螯合效应	237	四、毛细管电泳法	288
二、影响螯合物稳定性的因素	237	第三节 电势分析法	291
三、生物配合物	238	一、电势分析法概述	291
第五节 配合物在医学上的应用	240	二、离子选择性电极	291
科学家简介	241	三、直接电势法	292
参考文献	241	四、电势滴定法	293
习题	242	科学家简介	294
第十三章 滴定分析	243	参考文献	294
第一节 滴定分析概述	243	习题	295
一、滴定分析的方法和特点	243	第十五章 人体中的化学元素	296
二、滴定分析的操作程序	244	第一节 人体元素组成	296
三、滴定分析的计算	244	一、必需元素和非必需元素	296
第二节 分析结果的误差和有效数字	246	二、人体必需元素的理化性质和	
一、误差产生的原因和分类	246	生理功能	297
二、准确度与精密度	246	三、环境污染对人体健康的影响	300
三、提高分析结果准确度的方法	248	第二节 元素的选择与演化	301
四、有效数字及其运算规则	249	一、丰度规则和生物可利用规则	301
第三节 酸碱滴定法	250	二、有效规则	302
一、酸碱指示剂	250	三、基本适宜规则	302

四、有效和特异性的进化规则	303	习题	309
第三节 生物无机化学简介	303	附录	310
一、新兴的边缘学科——生物无机化学	303	附录一 我国法定计量单位	310
二、生物无机化学在发展中的研究课题	303	附录二 一些基本物理常数	312
第四节 几种人体必需元素的研究		附录三 标准溶度积常数(298 K)	312
示例	306	附录四 一些物质的基本热力学数据	313
一、常量元素钙的生理功能和营养	306	附录五 常见氧化还原电对的标准 电极电势表(298 K)	316
二、微量元素硒的研究	307	附录六 常见配合物的标准稳定常数	317
三、微量元素锌的研究	307	汉英索引	318
四、微量元素锰的研究	308		
五、微量元素镁的研究	308		
科学家简介	309		
参考文献	309		

第一章 绪 论

化学是研究物质的组成、结构、性质及其变化规律的一门基础学科,是自然科学的一个分支。化学学科的发展在人类日常生活的各个方面都发挥着重要作用,甚至与人类的文明进程息息相关。从古代开始人们就有了与化学相关的生产实践,例如,制陶、金属冶炼、火药的应用等。当今世界,化学更是与国民经济各部门、人民的衣食住行各方面密切相关。目前国际上最关注的几个重大问题,如环境保护、能源的开发利用、功能材料的研究、生命现象奥秘的探索都与化学紧密相关。

第一节 医用基础化学概述

一、化学与生物科学的联系

20 世纪,有两种物质的发现对于人类的健康和寿命产生了巨大影响。第一种是维生素(vitamin),1911 年由波兰化学家 Casmir Fank 在谷物中发现。维生素最初的用途是治疗脚气病,后来人们确定了它的结构,明确了它在体内的作用机制。随后,在诸如蔬菜、水果等食物中不断发现并分离出新的维生素,并逐渐了解了缺乏特定维生素与特定疾病之间的关系,这些工作无一不与化学物质提取分离和结构测定的技术进步有关系。可以说,20 世纪维生素的发展史见证了医学受化学的影响之深,收益之大。从 1920 年到 1960 年,至少有 13 次诺贝尔奖的颁发与维生素的分离有关。第二种物质则是 1928 年由 A. Fleming 在一次偶然的实验中发现的第一代抗生素青霉素(Penicillin)。尽管青霉素的发现者应属 A. Fleming,但由于他化学底子比较薄,一直没有解决好富集、浓缩青霉素的技术问题。后来牛津大学的化学家 H. W. Florey 和 E. B. Chain 解决了这个技术问题,才使得青霉素真正成为人类的良药。由于青霉素等抗生素的出现,人类长期以来束手无策的肺炎、梅毒、猩红热等都药到病除。后来他们三人在 1945 年获得了诺贝尔生理学 and 医学奖。

现代医学与化学的联系更为密切。人类已经开始从分子、原子乃至量子的水平来认识疾病的致病机理、遗传和治理措施。由于量子化学近似处理法和计算机技术的快速发展,对于生物体重要组成物质核酸、蛋白质等大分子的处理将成为可能,进而使得现代医学向着量子生物学的水平发展。

案例 1-1 G 蛋白偶联受体

G 蛋白偶联受体(G Protein-Coupled Receptors, GPCRs),是一大类膜蛋白受体的统称。2012 年两位美国科学家 Robert J. Lefkowitz 和 Brian K. Kobilka 突破性的研究揭示了受体中最大家族“G 蛋白偶联受体”的内部运作机制,并由此而获得了 2012 年诺贝尔化学奖。

人的身体是由数十亿细胞相互作用的微调系统,每个细胞都包含能感知周围环境的微小受体,因此才能适应新的环境。其中包括光受体、味道受体、肾上腺素受体等,这类受体拥有上千个基因编码。人们能看到一杯咖啡、闻到咖啡的香味、品尝到咖啡的美味以及喝下咖啡后心情愉悦等都离不开受体的作用。20世纪60年代末到70年代初他们用同位素标记配体的方法证明G蛋白偶联受体存在,并第一个把它部分纯化出来。然后他们用同位素配体结合的办法提出了配体-受体-效应器结合的三级复合物模型。与G蛋白偶联受体相关的疾病为数众多,并且大约40%的现代药物都以G蛋白偶联受体作为靶点,因此研究和了解“G蛋白偶联受体”至关重要。

在生命科学中,化学与生物学共同研究生命体系的物质组成、存在形式及生命过程中的化学变化。例如,研究人体遗传物质的作用、人类基因、酶结构与催化功能、脑科学、模拟生命过程以及生命体系的合成等。已形成了生物化学、药物化学、生物无机化学、生物有机化学、分子生物学、化学生物学、量子生物化学等多门交叉学科。

在未来的生命科学中,化学还将为揭开生命的奥秘、研制医治不治之症的“灵丹妙药”再铸辉煌。生命过程实际上是一个复杂的化学过程,生物学与医学均是以化学为基础的,因此,只有生命过程中化学基本问题的突破才能导致生物学和医学的突破。在这一领域可能产生突破的化学基本问题是:

- (1) 生物大分子之间、生物大分子与小分子之间的各种相互作用;
- (2) 生物分子的结构与功能的关系;
- (3) 生命的本质及影响生命的因素;
- (4) 无生命与生命间的相互关系与转变以及直接合成出有生命的物质等。

案例 1-2 多尺度复杂化学系统模型

很多化学反应发生速率异常的快,令人无从窥探,而分子和化学反应的精确建模对于化学的进步至关重要,过去化学家是用塑料球和棒创造分子模型,现在则是用电子计算机建模。用经典物理方法处理的优势是计算简单,可处理非常大的分子,但弱点是无法建模模拟化学反应。为了模拟化学反应,化学家不得不使用量子理论,但量子理论需要惊人的计算量,因此只适用于小分子。

美国化学家 Martin Karplus、Michael Levitt 及 Arieh Warshel 等结合了两者的长处,发展出同时利用经典物理和量子物理的方法,给复杂化学体系设计了多尺度模型。这些可了解和预测化学反应过程的计算机程序适用于任何种类的分子,帮助对各种分子甚至是真正的生物大分子建模。通过该模型,科学家实现了用电子计算机监控微小而瞬间的化学变化,从而能将催化等过程最优化。例如,在模拟药物如何到达体内靶蛋白的实验中,电子计算机可直接对与药物相互作用的靶蛋白原子执行量子理论计算,精确分析出药物发生作用的全过程。多尺度复杂化学系统模型的出现无疑是化学界的革命,三位科学家因此获得了2013年诺贝尔化学奖。

可以说,人体的进化和生命过程都是无数化学变化的综合体现。自古以来,关于生命起源的学说很多,但得到现代科学实验强有力支持的就只有“化学进化学说”。因为生命体是由有机物组成的,所以化学进化学说认为,生命是化学反应的产物,也就是说,简单的无机物发生化学反应生成了简单的有机物,简单的有机物进一步发生化学反应生成了高分子化合物,高分子化合物进一步发生化学反应生成了简单的生命体。这些简单的生命体就是最初的生命,它具备了最简单的代谢和繁殖功能,这些就是生命属性的基本特征。虽然这种最低级的生命形式比今天最简单的微生物还要简单得多,但它们都是靠自然选择进化,成为了各种各样的生命体。

1965年9月17日,我国科学家用没有生命的简单的有机物合成了具有生命活性的结晶牛胰岛素!这一成果为人类做出了划时代的贡献,同时也为生命的化学进化学说提供了有力的支持。

在研究生物体的物质基础和生命活动基本规律的领域里,化学不仅提供方法和材料,而且在提供理论、观点、技术等方面发挥着重要作用。

二、医用基础化学的任务与作用

医用基础化学主要介绍高等医学教育所必需的溶液理论、物理化学原理、物质结构基础知识、容量分析和仪器分析方法等化学知识。作为医科大学的基础课,医用基础化学课担负着为医学基础课程如生物化学、生理学、药理学、卫生学等打好基础的任务。

扎实的化学及其他理工科知识,是从事现代生命科学研究所必需的基础。现代医学的发展越来越突破传统和经典的生物学范畴,形成多学科的交叉。学习医用基础化学的目的并不单纯是为后继课程作铺垫,或者说为了学好生化、生理、药理等医学课程才学化学,而是整体知识体系的基本积累,是一种从化学的角度进行科学思维和科学研究的综合素质训练,是从中学到大学转变和适应的过程中知识、能力和素质的共同提高。在学习过程中可能会发现有许多基础知识,虽然表面上找不到与医学的直接联系,但这些知识却是今后从事生物医学研究的重要基石。

在化学发展史上,化学工作者把所搜集的大量事实和实验现象加以整理、比较、分析归纳,找出其中的规律,用简明的词句加以概括,提出一个理论模型(或称之为假说),再经实践反复证实,或在实践中不断修正,才成为定律、学说和理论。在这个过程中,每一个新的学说都是化学发展的一座里程碑,但也并不是说这些学说已经很完美。例如,酸碱理论的发展过程就经历了1889年S. A. Arrhenius的电离理论,1905年E. C. Franklin的溶剂理论,1923年J. N. Brönsted的质子理论,同年G. N. Lewis的电子理论,以及1960年R. G. Pearson提出的由电子理论发展而来的软硬酸碱学说。在本课程及今后的学习中还会遇到许多这样的过程,应学会用辩证唯物主义发展的眼光来看待这个认识不断完善的过程。

绝大部分经典化学结论来源于实验,在学习本课程时,要求重视实验课,通过实验确立化学的基本概念,通过经典方法的训练,正确掌握化学实验的基本操作技能及常用仪器的使用方法,培养严谨的科学态度,进而灵活运用,提高综合分析问题、解决问题的能力。

三、怎样学好医用基础化学

医用基础化学提炼和融会了高等医学教育所需的化学基础知识和基本理论,其特点是内容紧凑,覆盖面广。课程的安排较之中学时期有较大的差异,因此,不应该在大学学习阶段仍抱着中学时期的学习方法不放,而是要尽快地建立一套能够适应大学阶段学习的更科学的学习方法。大学学习和中学学习最主要的区别在于,大学学习对于学生独立思考、分析问题、解决问题的能力要求提高了。所以要求学生努力提高学习的主动性和自觉性。

要提高听课效率,首先要养成课前预习的好习惯。在每一章教学之前,最好通读浏览一下整章内容,以求对这章全貌有一个初步的认识。预习过程中找出教材中的疑难点和重点内容,以便在课堂上能够有的放矢地集中精力去听懂那些疑难点和重点内容。

听课时要紧跟老师的思路,积极思考产生共鸣。要注意老师提出问题、分析问题和解决问题

的思想方法,从中得到启发。听课时还应适当地记笔记。也就是说有选择、有侧重地记录讲课的内容,以备复习回味和深入思考。

课后的复习是消化和掌握所学知识的重要过程。本门课程的特点是理论性比较强,有些概念比较抽象,并不是一听就懂,一看就会的,一定要通过课后反复地阅读和思考才能加深理解、掌握其实质。复习时应该对课堂上学到的内容进行分析对比、联系归纳、及时小结。这样做才能搞清弄清基本概念、基本原理和方法,以及各公式的应用条件和使用范围。做到熟练掌握、灵活运用、融会贯通。

大学阶段的学习应以自主学习为主。课堂授课和教材内容的学习只是把你引进门,课后应根据自己的兴趣特长多阅读参考资料,通过网络获取最新信息,进一步扩大知识面,活跃思想,培养自身的综合能力和创造精神。

第二节 国际单位制和法定计量单位

化学中的计算需要一种统一的单位制,以避免繁琐的换算,明确化学反应中的定量关系。1960年国际计量会议建议用米·千克·秒制为基础,建立了国际单位制(SI),目前在国际上已普遍采用。

我国从1984年开始全面推行以国际单位制为基础的法定计量单位。一切属于国际单位制的单位都是我国的法定计量单位。根据我国的实际情况,在法定计量单位中还明确规定采用了若干可与国际单位制并用的非国际单位制单位。本书附录一收录了可与国际单位制并用的我国法定计量单位。法定计量单位是适合于当今我国文化教育、经济建设以及科学技术各个领域的简单、科学、实用、先进的计量单位体系。为了在各学科中具体地、正确地使用国家法定计量单位,“全国量和单位标准化技术委员会”于1983年制定了有关量和单位的15项国家标准,即GB(GB是汉语拼音Guojia Biaozhun的缩写)。后经1986年和1993年两次修订。这套新标准的代号是GB3100~3102-93,于1994年7月1日开始实施。它是我国非常重要的基础性强制标准。本书所用量和单位均遵照这套标准编写。

我国现行法定计量单位(国家标准GB3100~3102量和单位)包括:

(1) SI基本单位(m,kg,s,A,K,mol,cd)。

(2) SI导出单位。

(3) SI单位的倍数单位。

(4) 可与SI单位并用的我国法定计量单位。常见的有时间min,h,d;质量t(吨)、u(原子质量单位);体积L(升);能量eV(电子伏)等。

在法定单位的基础上制定和颁布了不同专业系列量和单位的国家标准,在“物理化学和分子物理学的量和单位”(GB3102.8-93)中,规定了化学中常用的量的名称、符号、定义。

在医学领域施行法定计量单位,对于加强医药学计量的准确性和规范化具有重要意义。为此,全国各医学学术机构和专业期刊都相继提出了采用法定计量单位的明确要求。医用基础化学作为医学基础课,担负着培养学生正确使用法定计量单位的任务。

第三节 溶液的组成标度

所谓溶液的组成标度 (composition scales) 是指在一定量溶液或溶剂中所含有的特定组分的量。溶液组成标度的表达形式很多, 这里主要介绍物质的量浓度、质量摩尔浓度、摩尔分数、质量分数和质量浓度等几种常用的表示法。

一、物质的量和物质的量浓度

物质的量 (amount of substance) 是表示物质数量的基本物理量。用符号 n_B 表示, 其基本单位是摩尔 (mole), 单位符号为 mol。物质 B 的物质的量可以通过物质 B 的质量 m_B 和摩尔质量 M_B 求算, 即

$$n_B = \frac{m_B}{M_B} \quad (1-1)$$

物质 B 的物质的量浓度 (amount-of-substance concentration) 定义为: 物质 B 的物质的量 n_B 除以混合物 (或溶液) 的体积 V , 常用符号 c_B 表示, 即

$$c_B = \frac{n_B}{V} \quad (1-2)$$

物质的量浓度的 SI 单位是 $\text{mol} \cdot \text{m}^{-3}$, 医学上常以 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 为单位。

物质的量浓度可以简称浓度, 使用物质的量浓度时应指明基本单元 (elementary entity)。基本单元可以是原子、分子、离子、电子等粒子, 也可以是这些粒子的特定组合。例如: 分别选择 H , H_2 , H_2O , $\frac{1}{5}\text{KMnO}_4$, $\frac{1}{2}\text{SO}_4^{2-}$, $(\text{H}_2 + \frac{1}{2}\text{O}_2)$ 等作为基本单元。因此, 当说到物质 B 的物质的量 n_B 时, 必须注明基本单元。例如: $n(\text{H}_2\text{SO}_4)$, $n(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4)$ 。

例 1-1 正常人 100 mL 血清中含 Ca^{2+} 100 mg, 计算 Ca^{2+} 的物质的量浓度。

解: Ca^{2+} 的摩尔质量为 $40.0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则

$$\begin{aligned} c(\text{Ca}^{2+}) &= \frac{n(\text{Ca}^{2+})}{V} = \frac{100 \text{ mg}}{40.0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 1000 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \times 0.100 \text{ L}} \\ &= 0.025 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \end{aligned}$$

二、质量摩尔浓度

质量摩尔浓度 (molality) 定义为单位质量溶剂中含有溶质 B 的物质的量。符号为 b_B , 单位为 $\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$, 表示为

$$b_B = \frac{n_B}{m} \quad (1-3)$$