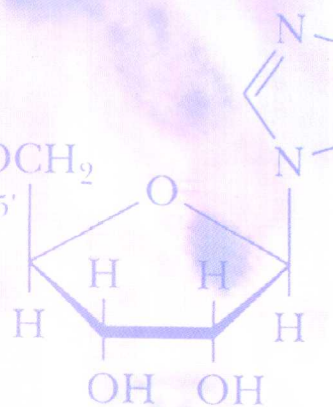
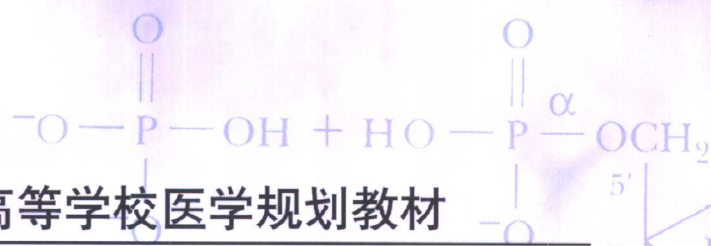


全国高等学校医学规划教材

(供临床·基础·预防·护理·口腔·药学等专业用)



基础化学

主编 祁嘉义

ShengLi
5500
TIAO



高等教育出版社
Higher Education Press

全国高等学校医学规划教材

(供临床、基础、预防、护理、口腔、药学等专业用)

基础化学

主 审 欧阳平凯

主 编 祁嘉义

编 著 (以编写章节先后为序)

祁嘉义(南京医科大学)

仇佩虹(温州医学院)

赵 光(首都医科大学)

罗一帆(中山大学中山医学院)

李东方(第二军医大学)

李柏林(中国医科大学)

侯华新(广西医科大学)

武世界(兰州医学院)

杨左海(咸宁学院)

秘 书 周 萍(南京医科大学)

光盘制作 许贯虹(南京医科大学)



高等教育出版社
Higher Education Press

内容提要

本书是全国高等学校医学规划教材,内容为医学生应该掌握的化学基础理论和本学科的最新成果、最新技术。

除绪论外,全书共分五篇十五章:溶液篇——依数性、电解质溶液、缓冲溶液、难溶强电解质的多相离子平衡、胶体和乳状液;基本原理篇——化学热力学初步、化学反应的方向和限度、化学反应速率、氧化还原与电极电位;物质结构篇——原子结构与元素周期表、共价键和分子间力、配位化合物;分析篇——滴定分析法、可见和紫外分光光度法;环境篇——环境化学基础。

本书特别注重化学与医学的融合,强化化学在医学上的应用;部分化学家的简介有助于提高学生学习化学的主动性;随书赠送学生用复习应考光盘,每章开头有学习要求,章后有英文小结和思考练习题,以适应现代电化教学和双语教学。

本书适用于高等学校医药学各专业,也可供夜大学、医务人员的继续教育作为参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

基础化学/祁嘉义主编. —北京:高等教育出版社,
2003.9

ISBN 7-04-013247-8

I.基... II.祁... III.化学-高等学校-教材
IV.O6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 063387 号

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-82028899

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所
印 刷 中国农业出版社印刷厂

开 本 889×1194 1/16
印 张 19
字 数 570 000
插 页 1

版 次 2003 年 9 月第 1 版
印 次 2003 年 9 月第 1 次印刷
定 价 34.50 元(含光盘)

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

序

记得在十多年前，我在原华西医科大学做呼吸专业教授，每每授课之余，我都在想这样的问题：教育究竟承载着怎样的重荷、责任？在我走上领导岗位后，从最初医科大学副校长、省卫生厅厅长、卫生部副部长，到现在的中国医师协会会长，虽从未主管过教学工作，但上述问题却时常萦绕着我，思考从未停止过，时至今日，答案越来越清晰，明确！那就是教育要发展，要进步，首先教育理念必须发生深刻的变革，教育的内涵必须大幅度外延，教学方式必须改革。具体到医学教育，我个人有几点看法：

在教学上：第一，医学是关系到生命、健康的科学，因此必须强调严谨性；第二，医学是一门边缘性科学，且发展很快，因此应强调教师知识不断更新，增强和接受新理论、新知识的能力，满足学生扩大知识面的需求；第三，医务工作除了治病救人外，还涉及伦理、道德、法律等一系列问题，因此，医学教育应增加大量社会科学知识，并加强培养医学生的人文关怀精神；第四，医学专业的形态学课程较多，学习时需要强记硬背，但实际运用时非常强调灵活性。因此，注意培养学生的形象思维与逻辑思维，即平时我们所说的临床思维能力，这一点尤为重要。

在教材上：第一，内容在强调“三基”的同时，应能及时反映疾病谱的变化及学科的发展；第二，内容在注重科学性的同时，应为所教所学者着想，即将复杂、高深的知识，用最简单易懂的文字或图表表述出来；第三，教材应充分反映医学这门学科的特点，即形态学、方法学的内容较多。因此，应做到图文并茂，有些内容甚至可用视频来表达。

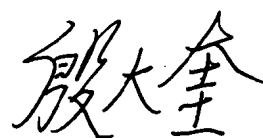
虽然自己对教学工作和教材建设有一些想法，但高等教育出版社请我来为这套医学教材做序时，倒使我十分为难。一是我离开教育、临床工作多年；二是先前我对其他很多专家邀请做序或跋拒绝多多，此次执笔搞不好会有厚此薄彼之嫌。但我细读此套教材的策划及部分章节后，眼前一亮，不禁释怀。

此套教材在内容、形式上有许多新颖之处：1.基础学科教材注意了理论与临床紧密结合，删减了为使学科系统化而舍简求繁的内容，突出了为临床服务，打基础的特点；2.临床学科教材则根据近些年来疾病谱的变化，突出重点地介绍了临床常见病、多发病的诊疗知识、技术手段，而且增加了近年来被公认、成熟的新知识、新技术；3.这是一套真正意义的立体化教材，不但图文并茂，且配有学生用光盘及教师授课多媒体光盘。光盘中内容丰富，有大量彩图、病案分析、进展讲座、习题。大大丰富了教材内容，达到了医学教育应以视觉教学为主的目的；4.本套教材作者队伍年轻化，主编平均年龄50余岁，多为留学归国人员，且为活跃在教学、临床一线的骨干。

更为可贵的是，本套教材由于策划得当，在丰富了教材内容、提高印刷质量的同时，却未增加篇幅、提高书价，减轻了学生经济负担。以《病理学》为例，全书彩色

印刷，有近 500 幅彩图，并附学生用光盘，有病理报告库（内有 17 个 CPC）和图库（内有 302 幅较为罕见的彩图），而全书定价不过 60 元。作为教材，能有如此的印刷质量、定价，在我国也是少见的，为此，我深感欣慰！

谨以此文，权当为序，有些提法不知当否，还请教育界、医学界有关同仁指正。

A handwritten signature in black ink, reading '殷大奎' (Yan Dajin), written in a cursive style.

中国医师协会会长

2003 年 6 月 12 日于北京

序 二

为了培养 21 世纪高素质的医学人才,中国医师协会、全国高等学校教学研究会、高等教育出版社联合全国几十所知名医学院校启动了“全国高等学校医学规划教材”建设工程,这对于人类征服疑难疾病、提高健康水平意义重大十分必要。

化学是自然科学领域的一门中心科学,化学与生物及医学密切相关互相交融。化学和生物学共同创建了分子生物学,破译了人类基因组,为人类利用基因疗法战胜癌症、艾滋病等重大疾病展现了光辉的前景。这也说明了培养 21 世纪高素质的医学人才一定要强调打好扎实的化学基础。

我很高兴能够主审《基础化学》。

祁嘉义教授主编的这本《基础化学》确实是一本教师感到好教学生觉得好学的优秀教材。这本教材以培养目标为依据,选材突出一个“医”字,精选医学专业学生必须掌握的基础理论、基本知识和基本技能,注重化学与医学紧密结合,反映化学在医学上的广泛应用;内容突出一个“新”,注意反映学科最新信息、最新成果、最新技术,体现了近年来我国高等医学教育的教学改革成果。为了与国际接轨,适应双语教学,该书博采众长,增加了英文小结和英文习题;精美的化学家照片配上言简意赅的褒奖之词,必将激发学生的创新精神;章节编排先易后难、循序渐进;叙事述理条理清楚、语言简洁;随书赠送的光盘界面生动、使用便捷。

欣喜之余,谨为作序。

中国工程院院士
南京工业大学校长
世界化学工程联合会中方理事
中国化工学会副理事长
国家生化工程技术研究中心主任



2003 年 5 月

出版说明

为贯彻教育部关于“教材建设精品化，教材要适应多样化教学需要”（教高[2001] 1号）的精神，在全国高等学校教学研究会、中国医师协会以及数十所高等医学院校大力支持下，经两千余名具有丰富教学经验的医学专家及学者的共同努力，高等教育出版社出版了全国高等学校医学规划教材。愿此凝聚着众多学者智慧与汗水的教科书，能给我国的医学教材建设注入活力，以推动医学教育改革加速发展。

全国高等学校医学规划教材（供临床、基础、预防、护理、口腔、药学等专业用）以全球医学教育最低基本要求及教育部“新世纪高等教育教学改革工程”重点项目——临床医学专业本科教育基本要求为准则；突出对学生创新意识、创新能力和批判性思维方式的培养；强调与医疗卫生的联系，囊括了国家执业医师考试所需的知识。整套教材中各学科相关内容有机衔接、循序渐进，既防止各学科之间脱节，又避免了重复，更为有特色的是书后配有包含信息库、习题库、案例库、图像库等内容的学生用光盘，部分学科还配有教师用光盘。全套教材论述严谨，语言流畅简洁，层次分明，编排格式新颖，图文并茂，并根据学科特点，采用了全彩色印刷或彩色插页，有些内容甚至用视频形式来表达。

全国高等学校医学规划教材（成人教育）针对成人医学教育特点而编写，主编及编写人员均是具有多年医学教育经验的专家和学者。与同类教材相比，此套教材在以下几方面进行了创新和探索：（1）在确定编写体系和选择教材内容时，注重对学生创新思维、分析解决问题能力以及综合素质的培养，尽量做到以问题为中心，与临床紧密结合，学以致用。（2）注重素质教育，加强对学生伦理、道德素质和法制观念的培养。

建立面向现代化、面向世界、面向未来的立体化、系列化精品医学教材，是高等教育出版社追求的目标。尽管我们在出版教材的工作中力求尽善尽美，但仍避免不了存在这样或那样的不足和遗憾，恳请广大专家、教师及学生提出宝贵的意见和建议，为促进我国高等医学教育的进一步发展共同努力。

全国高等学校医学规划教材

(供临床、基础、预防、护理、口腔、药学等专业用)

基础化学	主编	祁嘉义	内科学	主编	张运
医用有机化学	主编	唐玉海	外科学	主编	郑树森
生物化学	主编	赵宝昌	妇产科学	主编	孔北华
医用物理学	主编	洪洋	儿科学	主编	王卫平
临床医学导论(第2版)	主编	孙宝志	眼科学	主编	葛坚
医学伦理学	主编	孙慕义	耳鼻咽喉头颈科学	主编	韩德民
系统解剖学	主编	钟世镇	口腔临床医学导论	主编	樊明文
局部解剖学	主编	王怀经	神经病学	主编	张淑琴
断层解剖学	主编	刘树伟	精神病学	主编	李凌江
组织学与胚胎学	主编	高英茂	传染病学	主编	李兰娟
医学微生物学	主编	黄汉菊	法医学	主编	侯一平
医学寄生虫学	主编	汪世平	中医学	主编	陆付耳
生理学	主编	王庭槐	循证医学	主编	李幼平
病理学	主编	王恩华	全科医学	主编	梁万年
病理生理学	主编	肖献忠	康复医学	主编	纪树荣
药理学	主编	颜光美	预防医学	主编	施榕
诊断学	主编	张桂英	流行病学	主编	姜庆五
医学影像学	主编	孟峻非	医学统计学	主编	倪宗璜
核医学	主编	黄钢	医学信息检索	主编	徐一新

全国高等学校医学规划教材

(成人教育)

内科学	主编	刘远厚	生理学	主编	徐斯凡
外科学	主编	高居忠	生物化学	主编	万福生
妇产科学	主编	林仲秋	人体解剖学	主编	席焕久
儿科学	主编	黎海芪	药理学	主编	凌保东
病理学	主编	章宗籍	医学伦理学	主编	卜平
医学免疫学	主编	张昌菊	预防医学	主编	钟才高
医学微生物学	主编	吴移谋			

前言

基础化学是医学专业学生的一门极其重要的公共基础课。为了贯彻教育部全面提高教育质量,培养造就高素质的人才及加强 21 世纪教材建设的精神,应中国医师协会、全国高等学校教学研究会及高等教育出版社的要求,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。作为全国高等学校医学规划教材,它应该成为教师好教、学生欢迎的精品。

在编写过程中,我们遵循教材“特定的对象、特定的要求、特定的限制”——“三特定”原则,特别强调我们的培养对象不是化学专业人才,而是高素质的有创造性的医学人才。为此我们做了以下努力:

在教材内容的选择上,以培养目标为依据,删除与中学重叠部分,适当降低难度,压缩和精简过多过深的纯化学理论,强调医学生必须掌握的基础理论、基本知识、基本技能,突出化学与医学、生物学、药学、营养学的有机联系,强化化学在医学上的应用。例如,在多相离子平衡部分,讲含氟牙膏的抗龋作用;在热力学部分,讲体内反应的特点,食物的能量含量,讲 ATP 和偶联反应;在氢键部分,讲氢键对生物高分子结构的作用;在配合物部分,讲整合物在解毒抗癌方面的应用……这些努力将会使医学生有亲切感,极大地调动他们学习化学的主动性。

我们充分学习国内外同类教材的长处:全书内容划分为 5 篇——溶液篇、基本原理篇、结构篇、分析篇、环境篇,以使教学思路清晰;书中很多例题有标题、分析、解题过程和归纳,运算过程带单位,使学生更易掌握。

本书在注意“三基”的同时,注意面向现代化、面向世界、面向未来,反映学科最新信息、最新成果和最新技术。书中自由基、神经信号传导中的细胞膜电位、生态平衡、环境保护等科学研究热点课题对于拓宽学生知识面也必将起到良好作用。

结合化学理论的介绍,书中插入了一些著名科学家的照片和小传,这不仅仅为了提高教材的可读性,提高大一医学生学习化学的兴趣,更重要的是,科学家实事求是的科学态度、百折不挠的毅力和大胆创新的精神,将会对学生起到“随风潜入夜,润物细无声”的作用。

考虑到全国各医学院校学时上的不均衡,本书将内容分为必修和选学(以小号字表示)两部分,使教学有一定的灵活性。

为了与双语教学挂钩,每章的前面有本章要点,每章后面有英文 Summary 和部分英文习题。

全书采用国家法定计量单位,遵守《中华人民共和国标准 3102.8—93》所规定符号及化学名词和术语。

本书引入 CAI 现代教学手段,随书赠送学生用多媒体教学光盘,对使用本教材的教师赠送配套教案光盘。

参与编写的教师按编写章节先后顺序是祁嘉义、仇佩虹(女)、赵光(女)、罗一帆、李东方、李柏林、侯华新、武世界和杨左海。本书秘书为周萍(女),光盘软件制作者许贯虹。特别感谢欧阳平凯院士,作为本书的主审,他对教材的质量起到了至关重要的作用。

目 录

绪论	1	二、质量浓度	4
第一节 基础化学课程的重要意义	1	三、质量摩尔浓度	4
一、基础化学——医学专业学生最重要的基础课	1	四、物质的量分数	5
二、学习基础化学的方法	2	五、质量分数	5
第二节 溶液的组成标度	2	六、体积分数	5
一、物质的量浓度	2	第三节 标准平衡常数的表达式	6
		思考题和练习题	7

溶 液 篇

第一章 稀溶液的依数性	11	第一节 缓冲溶液及缓冲机制	42
第一节 溶液的蒸气压下降	11	一、缓冲溶液的缓冲作用和组成	42
一、蒸气压	11	二、缓冲机制	43
二、溶液的蒸气压下降	12	第二节 缓冲溶液的 pH	44
第二节 溶液的沸点升高和凝固点降低	14	一、缓冲溶液 pH 的计算公式	44
一、溶液的沸点升高	14	二、缓冲溶液 pH 的校正	46
二、溶液的凝固点降低	15	第三节 缓冲容量和缓冲范围	46
第三节 溶液的渗透压	17	一、缓冲容量	46
一、渗透现象和渗透压	17	二、缓冲范围	47
二、溶液的渗透压与浓度及温度的关系	18	第四节 缓冲溶液的配制	48
三、渗透压在医学上的意义	19	一、缓冲溶液的配制方法	48
Summary	22	二、标准缓冲溶液	50
思考题和练习题	23	第五节 血液中的缓冲系	51
第二章 电解质溶液	25	Summary	52
第一节 强电解质溶液理论	25	思考题和练习题	53
一、离子相互作用理论	25	第四章 难溶强电解质的多相离子平衡	56
二、离子的活度和活度因子	26	第一节 多相离子平衡与溶度积	56
三、离子强度和活度因子	26	第二节 溶度积常数与溶解度的关系	57
第二节 酸碱质子理论	27	第三节 溶度积规则	59
一、质子理论	27	第四节 多相离子平衡的移动	59
二、水溶液中的质子传递平衡	29	一、沉淀的生成	59
第三节 酸碱溶液 pH 的计算	33	二、分步沉淀与沉淀的转化	60
一、强酸和强碱以及强、弱酸混合溶液	33	三、同离子效应与盐效应	61
二、一元弱酸或弱碱溶液	34	四、沉淀的溶解	62
三、多元酸(碱)溶液	35	第五节 多相离子平衡在医学中的应用	63
四、两性物质溶液	37	一、钡餐	64
Summary	38	二、骨骼的形成与龋齿的产生	64
思考题和练习题	39	三、含氟牙膏的医药原理	64
第三章 缓冲溶液	42	四、尿结石的形成	65

Summary	65	一、高分子化合物溶液及其稳定性	74
思考题和练习题	66	二、凝胶	75
第五章 胶体和乳状液	68	第三节 表面活性剂和乳状液	75
第一节 溶胶	68	一、表面活性剂	75
一、溶胶的制备	69	二、乳状液	77
二、溶胶的性质	69	三、微乳液	77
三、胶团结构	71	资料 微乳液在医药中的应用	78
四、溶胶的相对稳定因素及聚沉	73	Summary	78
第二节 高分子化合物溶液	74	思考题和练习题	79

基本原理篇

第六章 化学热力学初步	83	三、温度对化学平衡的影响	110
第一节 化学反应中的能量变化	83	四、勒夏特列原理	111
一、热力学的一些基本概念	83	第六节 热力学应用于生命系统	111
二、热和功	84	一、开放系统、内稳态和高度有序	111
三、热力学第一定律和热力学能	84	二、高度有序和熵减	112
四、化学反应中的能量变化	84	三、ATP 和偶联反应	112
第二节 反应进度	86	Summary	113
一、反应进度	86	思考题和练习题	114
二、热化学方程式	88	第八章 化学反应速率	119
第三节 赫斯定律和化学反应热的计算	89	第一节 化学反应速率的表示方法	119
第四节 食物的能量含量	94	一、化学反应的平均速率和瞬时速率	119
Summary	95	二、用反应进度表示的反应速率	120
思考题和练习题	96	第二节 影响化学反应速率的内在因素——	
第七章 化学反应的方向和限度	100	活化能	120
第一节 自发过程和化学反应的推动力	100	一、有效碰撞理论与活化能	120
一、自发过程及其特征	100	二、过渡状态理论与活化能	121
二、自发的化学反应的推动力	100	第三节 浓度与反应速率的关系	122
第二节 熵与熵变	101	一、反应速率方程式	122
一、熵	101	二、浓度与时间的关系	124
二、标准摩尔熵和标准摩尔熵变	101	第四节 温度与化学反应速率的关系	126
三、熵增加原理	102	第五节 催化剂与化学反应速率的关系	127
第三节 系统的自由能和自由能变	102	一、催化剂和催化作用	127
一、自由能和自由能变	102	二、生物催化剂——酶	128
二、吉布斯方程	103	第六节 初均速法在药物稳定性测定中的	
三、自由能变的计算	104	应用	129
第四节 化学反应的限度和化学平衡	106	Summary	130
一、化学反应的限度和标准平衡常数	106	思考题和练习题	131
二、用标准平衡常数判断自发反应的方向	107	第九章 氧化还原与电极电位	133
三、实验平衡常数	107	第一节 氧化还原反应	133
四、相关反应平衡常数之间的关系	108	一、氧化还原与氧化值	133
第五节 化学平衡的移动——勒夏特列		二、氧化还原半反应	134
原理	109	三、氧化还原反应方程式的配平	135
一、浓度对化学平衡的影响	109	第二节 原电池	135
二、压力对化学平衡的影响	110	一、原电池的概念	135

二、电极	136	一、判断氧化还原反应进行的方向	144
三、电池组成式	137	二、氧化还原反应的平衡常数	145
四、电池电动势	138	三、计算溶度积常数 K_{sp}	146
第三节 电极电位	138	第六节 电动势法测定溶液的 pH 及离子 选择性电极	147
一、电极电位的产生	138	一、常用参比电极	147
二、电极电位的测定	139	二、pH 指示电极	148
三、标准电极电位表及其应用	140	三、电动势法测定溶液的 pH	149
第四节 能斯特方程式及影响电极电位的 因素	141	四、离子选择电极在生命科学中的应用	150
一、能斯特方程式	141	资料 化学电池和化学传感器	150
二、溶液酸度对电极电位的影响	143	一、化学电池	150
三、生成难溶电解质对电极电位的影响	143	二、化学传感器	151
四、形成难解离物质对电极电位的影响	144	Summary	151
第五节 电极电位和电池电动势的应用	144	思考题和练习题	152

物质结构篇

第十章 原子结构与元素周期表	157	第四节 简单分子轨道理论	186
第一节 核外电子运动状态及特征	157	一、分子轨道理论要点	186
一、原子结构的认识史和旧量子论	157	二、单线态氧和一氧化氮	189
二、量子力学概念	159	第五节 分子间作用力	190
第二节 量子数和氢原子的波函数	161	一、共价分子的极性和极化	190
一、量子数	161	二、范德华力	191
二、氢原子的波函数	162	三、氢键	192
第三节 多电子原子的核外电子运动状态	166	Summary	194
一、多电子原子的能级	166	思考题和练习题	195
二、原子核外电子的排布规律	167	第十二章 配位化合物	198
第四节 元素周期表	168	第一节 配位化合物的基本概念	198
一、元素周期表的特点	169	一、配合物的组成	198
二、周期表中的元素分区	169	二、配位化合物的命名	199
三、元素性质的周期性变化规律	170	第二节 配位化合物的化学键理论	200
资料 化学元素和人体健康	172	一、价键理论	200
一、人体的必需元素和非必需元素	172	二、晶体场理论	203
二、人体必需元素的理化性质和生物功能简介	173	第三节 配位平衡	205
三、环境污染中对人体有害的元素	174	一、配位平衡常数	205
Summary	175	二、配位平衡移动	206
思考题和练习题	175	第四节 螯合物	208
第十一章 共价键和分子间作用力	178	一、配体的特点	209
第一节 现代价键理论	178	二、影响螯合物稳定的因素	209
一、氢分子的形成和共价键的本质	178	第五节 配合物与生物医学	209
二、现代价键理论要点	179	一、生物体内常见的高分子配合物	210
第二节 杂化轨道理论	181	二、金属离子的体内吸收、排泄及跨膜传递	211
一、杂化轨道理论的要点	182	三、抗癌药物	212
二、原子轨道杂化类型及实例	182	Summary	212
第三节 价层电子对互斥理论	185	思考题和练习题	213

分 析 篇

第十三章 滴定分析法	219	二、EDTA 标准溶液的配制与标定	237
第一节 滴定分析概述	219	三、螯合滴定法的应用	238
一、滴定分析的概念与术语	219	Summary	238
二、滴定分析的一般过程	220	思考题和练习题	238
三、滴定分析反应的条件和滴定方式	220	第十四章 可见和紫外分光光度法	241
第二节 分析结果的误差和有效数字	221	第一节 分光光度法基本原理——吸收光	
一、误差的产生和分类	221	谱和朗伯-比尔定律	241
二、误差的表示方法	221	一、原子、分子的能级与吸收光谱的产生	241
三、提高分析结果准确度的方法	223	二、透光率和吸光度	242
四、有效数字及其运算规则	224	三、朗伯-比尔定律	243
第三节 酸碱滴定法	225	第二节 可见-紫外分光光度法	245
一、酸碱指示剂	225	一、可见及紫外分光光度计	245
二、滴定曲线和指示剂的选择	226	二、测定方法及应用	246
三、酸碱标准溶液的配制与标定	231	三、测定误差的分析	247
四、酸碱滴定法的应用	232	资料:	248
第四节 氧化还原滴定法	233	一、原子吸收分光光度法	248
一、高锰酸钾法	234	二、色谱法	250
二、碘量法	235	Summary	253
第五节 螯合滴定	236	思考题和练习题	253
一、螯合滴定的原理	236		

环 境 篇

第十五章 环境化学基础	259	一、水质标准和指标	263
第一节 大气污染	259	二、水体污染物	264
一、酸雨	259	第三节 土壤污染	265
二、光化学烟雾	260	一、农药	265
三、温室效应	261	二、重金属	265
四、大气污染对臭氧层的破坏	261	Summary	266
第二节 水体污染	263	思考题和练习题	267

参考文献	269
------------	-----

附录	270
----------	-----

附录 I 一些物理和化学的基本常数和单位换算	270
------------------------------	-----

表 I-1 常用物理、化学常数	270
-----------------------	-----

表 I-2 常用单位换算	271
--------------------	-----

附录 II 弱电解质在水中的解离常数	271
--------------------------	-----

附录 III 一些难溶化合物的溶度积常数(298.15 K)	272
--------------------------------------	-----

附录 IV 一些物质的热力学数据	273
------------------------	-----

表 IV-1 标准摩尔生成焓、标准摩尔生成自由能和标准摩尔熵(298.15 K)	273
--	-----

表 IV-2 一些有机化合物的标准摩尔燃烧热	275
------------------------------	-----

附录 V 常见食物的能量含量(每 100 g)	275
-------------------------------	-----

附录 VI 一些化学反应的活化能	276
------------------------	-----

附录 VII 标准电极电位表(298.15 K)	276
--------------------------------	-----

附录Ⅶ 金属配合物的稳定常数	277
附录Ⅷ 我国的法定计量单位	279
表Ⅶ-1 SI 基本单位	279
表Ⅶ-2 包括 SI 辅助单位在内的具有专门名称的 SI 导出单位	279
表Ⅶ-3 SI 词头	280
表Ⅶ-4 可与国际单位制单位并用的我国法定计量单位	280
附录Ⅷ 希腊字母表	281
索引	282
元素周期表	

绪 论

第一节 基础化学课程的重要意义

一、基础化学——医学专业学生最重要的基础课

基础化学是刚进入医学院校的大一学生首先接触到的一门极重要的基础课。在 21 世纪化学和医学渗透融合的形势下,需要培养有创新能力的高素质医学人才,而通过基础化学的学习,必能将医学生带人一个千姿百态、引人入胜的化学世界,为破解医学之谜,打下坚实的化学基础。

化学是一门在原子、分子层次上研究物质的组成、结构、性质及其变化规律的科学,同时研究变化过程中的能量关系。医学则是研究人类与疾病斗争的科学,是以人体为对象,研究人体中生理、心理和病理现象的规律,寻求防病治病的途径。这两门学科之间的关系源远流长,密不可分。

化学的起源可以追溯到古代,人类在炼金术、炼丹术、医药学的实践中获得了初步的化学知识,也就是说,从一开始化学就与医学结下了不解之缘。

17 世纪后半叶到 19 世纪末,科学元素说和原子-分子论被相继提出,元素周期律被发现,碳键的四面体结构和苯的六元环结构建立、原子质量和物质成分的分析方法确立;无机化学、有机化学、物理化学和分析化学四大学科相继建立,化学实现了从经验到理论的重大飞跃,这一时期称为近代化学时期。这一时期,化学和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。我国明代的李时珍(1518—1593)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。书中不但对无机药物的化学性质作了详尽的描述,对于蒸馏、蒸发、升华、重结晶、灼烧等化学操作技术也都有详细记述。

利用药物治疗疾病是化学对医学和人类文明的一大贡献。1800 年,英国化学家戴维(H. Davy)发现了一氧化二氮的麻醉作用,以后又发现了更好的麻醉剂——乙醚。麻醉剂被成功地用于牙科手术和外科手术,至今已有 200 多年的历史。治疗梅毒的特效药物凡纳明是德国化学家在 1909 年合成的。20 世纪 30 年代以来,化学家先后研制出抗菌素、抗病毒药物及抗肿瘤药物数千种,使许多长期危害人类健康和生命的疾病得到控制,拯救了无数生命。

从 20 世纪开始的现代化学时期,化学的进步更加迅速,衍生出许多新的化学分支,如高分子化学、核化学、放射化学、生物化学等。化学还与其他学科交叉形成多种边缘学科,如环境化学、农业化学、医化学、材料化学、地球化学及计算化学等。化学作为一门中心科学(central science),它的基础研究的成果对农业、电子学、药学、环境科学、计算机科学,尤其是对生物学作出了重大贡献。人们发现,生物体归根到底是一个化学系统,与大自然具有共同的化学元素组成。化学家在 20 世纪初开始研究糖、血红素、维生素等生物小分子,50 年代又对生物大分子——核酸和蛋白质的研究取得一系列重大突破。蛋白质(包括酶)和核酸的研究成果不仅使生物化学迅速发展,而且由此诞生了结构生物学和分子生物学,并导致后来围绕基因的一系列研究。化学家证明了作为生物遗传因子的基因(gene)就是脱氧核糖核酸(DNA)分子。基因研究为人类剖析和根治人类所有疾病和延长寿命展示了光明的前途。在 21 世纪,一些遗传病、癌症以及艾滋病,将不再是不治之症。人们得到一个共识——现代医学的进步离不开现代化学。美国医学教

授、诺贝尔奖金获得者肯伯格(A. Kornberg)指出,要“把生命理解为化学”!

正因为此,化学对于医学专业的学生尤显重要。在国内外高等医学教育中,历来都将化学作为重要的基础课之一。美国化学家布莱斯罗(R. Breslow)指出:考虑到化学在了解生命的重要性和药物化学对健康的重要性,在医务人员的正规教育中包括许多化学课程就不足为奇了。今天的医生需要为化学在人类健康中起着更大作用的明天做好准备。

基础化学的内容是根据医学专业的特点选定的,它主要由医学生必须掌握的无机化学、物理化学、分析化学、环境化学中的基本内容组成,包括水溶液的性质(稀溶液的依数性、电解质溶液、缓冲溶液、胶体溶液等)、化学反应的基本原理(热力学、动力学、电化学)、物质的结构(原子、分子、配位化合物)、滴定分析和分光光度分析、环境化学知识等。通过基础化学的学习给大一学生提供与医学相关的现代化学基本理论、基础知识及基本技能。这不仅为后续的有机化学、生物化学等课程,而且为以后的医学后期课程及研究生课程,将打下广泛和扎实的化学基础。

基础化学课程结合教学内容将介绍著名的化学家,他们缜密的逻辑思维、求实创新的精神和在化学实验中解决难题的百折不挠的意志,是我们的最好榜样。通过基础化学的学习,能教会我们用热力学的观点来分析事物的可能性,用动力学的观点来分析事物的可行性,用物质的内部结构来分析其外在的性质。这种能力的培养将会使学生在今后的医学生涯中终身受益。

二、学习基础化学的方法

要学好基础化学,首先是尽快适应大学的教学规律。与中学课程相比,大学基础化学内容多,进度快,因此要做好预习,争取主动,还要及时复习和总结……针对基础化学的特点,学习时要注意以下问题:

(一) 以我为主,掌握学习的主动权

在教师和学生关系上,学生是学习的主体。中学化学教学中,教师讲得太多,一个概念反复讲反复练习。每章结束老师归纳,拎重点,讲要点。而大学生则不应该依赖教师,应扔掉拐杖,自己归纳重点、难点,培养自学能力,提高发现问题、分析问题和解决问题的能力。

(二) 善于思考,强化记忆

基础化学课程的一个特点是理论性强,有的概念抽象,难于理解。因此要反复思考,才能加深理解。

要善于运用归纳的方法,把同一原理、概念的方方面面列在一起,从各个侧面加深理解;也要善于运用对比的方法弄清形似概念的本质差别。

大学化学学习仍然需要记忆,要在理解的基础上,熟悉一些基本概念、基本原理和重要公式,做到熟练掌握,灵活运用。

(三) 多做思考题和练习题

在理解例题、及时复习的前提下多做题,有利于深入理解、熟练掌握课程内容。虽然在配套光盘上有每道题目的解答,但解题前先不要看答案,尤其是难度比较大的综合题。这样对于分析问题、解决问题能力的提高会极其有益。

此外,还要多阅读参考资料,认真做好实验。

第二节 溶液的组成标度

一、物质的量浓度

物质的量(amount of substance)是表示微观物质数量的基本物理量。物质B的物质的量用符号 n_B 表示。基本单位是摩尔,单位符号为mol。摩尔的定义是:“摩尔是一系统的物质的量,该系统中所包含

的基本单元(elementary entity)数与 $0.012 \text{ kg } ^{12}\text{C}$ 的原子数目相等”。 $0.012 \text{ kg } ^{12}\text{C}$ 的原子数目与阿伏加德罗常数(Avogadro constant)数值一样多,阿伏加德罗常数 $L = 6.022 6 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ 。只要系统中基本单元 B 的数目为 $6.022 6 \times 10^{23}$, B 的物质的量就是 1 mol 。

注意,摩尔是物质的量的单位,不是质量(mass)的单位。质量的单位是千克,单位符号为 kg。“物质的量”是一个整体的专用名词,文字上不能分开。

在使用摩尔时,必须用粒子符号、物质的化学式或它们的特定组合来指明基本单元——原子、分子、离子、电子及其他粒子,或这些粒子的特定组合。例如,我们说 H 、 H_2 、 H_2O 、 $(1/2)\text{H}_2\text{O}$ 、 $(1/2)\text{SO}_4^{2-}$ 、 $(2\text{H}_2 + \text{O}_2)$ 等的物质的量都是可以的。但是,如果说硫酸的物质的量,含义就不清了,因为没有用化学式指明基本单元,基本单元可能是 H_2SO_4 或是 $(1/2)\text{H}_2\text{SO}_4$ 。我们说 1 mol 的 H_2SO_4 具有的质量是 98 g , 1 mol 的 $(1/2)\text{H}_2\text{SO}_4$ 具有的质量是 49 g , 1 mol 的 $[\text{H}_2 + (1/2)\text{O}_2]$ 具有的质量是 18.015 g 都是正确的。

物质 B 的物质的量 n_B 可以通过 B 的质量和摩尔质量(molar mass)求算,即

$$n_B = \frac{m_B}{M_B} \quad (0-1)$$

式中 m_B 为物质 B 的质量,单位是 g; M_B 为 B 的摩尔质量,单位是 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。某原子的摩尔质量的数值等于其相对原子质量(relative atomic mass) A_r , 某分子的摩尔质量的数值等于其相对分子质量(relative molecular mass) M_r 。相对原子质量和相对分子质量的单位是 1(one)。

物质的量浓度(amount-of-substance concentration)定义为溶质的物质的量除以溶液的体积,即

$$c_B \stackrel{\text{def}}{=} \frac{n_B}{V} \quad (0-2)$$

式中 c_B 为 B 的物质的量浓度, n_B 是物质 B 的物质的量, V 是溶液的体积。

物质的量浓度的 SI 单位是 $\text{mol} \cdot \text{m}^{-3}$, 读作摩每立方米。由于立方米单位太大,物质的量浓度的单位常以 $\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ 代替,读作摩每立方分米。医学上常用 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (摩每升)、 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ (毫摩每升)及 $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (微摩每升)这样一些单位。

本书用 c_B 表示 B 的初始浓度,而用 $[\text{B}]$ 表示 B 的平衡浓度。

物质的量浓度可简称为浓度(concentration)。使用时必须指明物质的基本单元。如 $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\frac{1}{2}\text{Ca}^{2+}) = 4 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 等。括号中的化学式符号表示物质的基本单元。基本单元系数不同时有下列换算关系

$$c(x\text{B}) = \frac{1}{x}c(\text{B}) \quad (0-3)$$

医学上应推广使用物质的量浓度。世界卫生组织提议,凡是已知相对分子质量的物质在体液内的含量均应用物质的量浓度表示。例如人体血液葡萄糖含量正常值,过去习惯表示为 $(70 \sim 100 \text{ mg})\%$, 意为每 100 mL 血液含葡萄糖 $70 \sim 100 \text{ mg}$, 按法定计量单位应表示为 $c(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 3.9 \sim 5.6 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。对于未知其相对分子质量的物质 B 则可用质量浓度表示。

【例 0-1】 物质的量的基本单元

1 mol H^+ 和 $1 \text{ mol}(1/2)\text{H}_2$ 的含义有何区别? $1 \text{ mol} [\text{H}_2 + (1/2)\text{O}_2]$ 中 H_2 和 O_2 的质量分别为多少?

【分析】 此题关键在搞清基本单元。

【解】 尽管 1 mol H^+ 和 $1 \text{ mol}(1/2)\text{H}_2$ 的质量都是 1.008 g , 但是前者的基本单元为氢离子 H^+ , 后者的基本单元为 $(1/2)\text{H}_2$, 因此, 两者是完全不同的概念。

① def 表示“定义为……”。