

普通高等教育“十五”国家级规划教材

基 础 化 学

(供基础、预防、临床、口腔等医学类专业用)

徐春祥 主编

高等教育出版社

内容提要

本书是普通高等教育“十五”国家级规划教材,为基础、预防、临床、口腔等医学类专业本科生的化学基础课教材,涵盖无机化学、分析化学、物理化学的基础知识和基本原理。全书分13章,前2—10章主要介绍溶液、化学热力学、化学动力学和物质结构基础;11—13章主要介绍定量分析、滴定分析和吸光光度法等。同时密切联系医学各专业实际。本书配有习题解析和电子教案光盘。

本书可供高等学校基础、预防、临床、口腔、护理等医学专业本科化学基础课教材,也可供相关人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

基础化学/徐春祥主编.—北京:高等教育出版社, 2003.4
ISBN 7-04-011971-4

I.基... II.徐... III.化学—高等学校—教材
IV.06

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 006256 号

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-64054588
社 址	北京市东城区沙滩后街 55 号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100009	网 址	http://www.hep.edu.cn
传 真	010-64014048		http://www.hep.com.cn
经 销	新华书店北京发行所		
印 刷			
开 本	787×960 1/16	版 次	年 月 第 版
印 张	21.75	印 次	年 月 第 次印刷
字 数	390 000	定 价	22.90 元

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

郑 重 声 明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》。行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

现公布举报电话及通讯地址：

电 话：(010) 84043279 13801081108

传 真：(010) 64033424

E - mail：dd@hep.com.cn

地 址：北京市东城区沙滩后街 55 号

邮 编：100009

责任编辑 岳延陆

封面设计 李卫青

责任绘图 尹 莉

版式设计 张 岚

责任校对 刘 莉

责任印制

前 言

化学作为一门中心学科，在社会的进步和医学的发展过程中发挥着巨大的作用。基础化学是医学各专业本科学生的一门化学基础课，它包括无机化学、分析化学和物理化学的一些基础知识和基本原理。对于医学各专业的本科学生来说，学好基础化学这门课程是十分重要的，它可以为学习后续课程及从事医学研究打下必要的基础。为了适应高等医学教育的改革，培养面向 21 世纪的高素质创新人才，本教材在编写时力求体现内容的基础性、科学性和先进性。在保证基础化学的基本原理、基础知识的前提下，紧密结合和突出化学与医学的联系，介绍化学在医学中的应用。本书可供高等医学院校的基础、预防、临床、口腔、儿科、护理、影像等专业的本科学生使用，也可供从事无机化学、基础化学教学的教师参考。

在使用本教材时，各院校可根据具体情况，在保证课程基本要求的前提下对内容斟酌取舍。本书的编写顺序只供参考，任课教师可根据需要自行调整。

本书采用中华人民共和国国家标准 GB3100~3102—93《量和单位》所规定的符号和单位；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 年第一版）所推荐的名称；配位化合物的命名及化学式的书写执行中国化学会 1980 年颁布的《化学命名原则》（科学出版社，1984 年第一版）的规定。热力学各有关数据主要取自《NBS 化学热力学性质表》（刘天和、赵梦月译，中国标准出版社，1998 年 6 月）和由此表数据计算得到的。

受高等教育出版社的委托，2002 年 4 月在中南大学湘雅医学院召开了《基础化学》教材编写讨论会，出席会议的有北京大学、武汉大学、吉林大学、中南大学、西安交通大学、中山大学、中国医科大学、上海第二医科大学、天津医科大学、首都医科大学、山西医科大学、福建医科大学、大连医科大学、兰州医学院、宁夏医学院、海南医学院、北华大学、延安医学院和哈尔滨医科大学等 19 所高等学校的教师代表 26 人。与会代表对《基础化学》初稿进行了热烈、认真的讨论，从不同角度坦率地对书稿提出了宝贵修改意见。高等教育出版社化学编辑室主任岳延陆编审对本书的编写给予了帮助和指导。这里一并表示感谢。

本书由徐春祥主编。参加本书编写工作的有大连医科大学刘有训（第一

章), 哈尔滨医科大学徐春祥(绪论、第二章), 张乐华(第三章), 福建医科大学戴伯川(第四章), 首都医科大学张锦楠(第五章), 中山大学罗一帆(第六章), 中国医科大学路生满(第七章), 天津医科大学苗靖(第八章), 上海第二医科大学邓克敏(第九章), 武汉大学田秋霖(第十章), 吉林大学王宝珍(第十一章), 中南大学周明达(第十二章), 山西医科大学曹晓峰(第十三章)。哈尔滨医科大学王英骥绘制插图。

此外, 本书在编写时参考了兄弟院校的教材和正式出版的书刊中的有关内容, 在此向有关的作者和出版社表示感谢。

限于编者水平, 本书虽经多次修改, 仍难免有错误和不当之处, 恳切希望专家和同行及使用本书的教师和同学们提出宝贵的意见, 以便重印或再版时改正。

编 者

2003 年 4 月

目 录

绪论	1
第一章 溶液和胶体分散系	3
第一节 分散系的分类	3
第二节 混合物和溶液的组成标度	4
一、B 的质量分数	4
二、B 的体积分数	4
三、B 的质量浓度	5
四、B 的分子浓度	5
五、B 的浓度或 B 的物质的量浓度	5
六、B 的摩尔分数	6
七、溶质 B 的质量摩尔浓度	7
第三节 稀溶液的通性	7
一、液体的蒸气压	8
二、稀溶液的蒸气压下降	9
三、稀溶液的沸点升高	9
四、稀溶液的凝固点降低	11
五、稀溶液的渗透压力	12
第四节 溶胶	19
一、溶胶的性质	19
二、溶胶的稳定性与聚沉	23
三、溶胶的制备和净化	25
第五节 高分子溶液	26
一、高分子溶液的盐析	27
二、高分子对溶胶的絮凝作用和保护作用	27
三、高分子溶液的渗透压力	28
四、Donnan 平衡	28
第六节 凝胶	30
一、凝胶的分类	31
二、凝胶的性质	31
思考题	32

习题	33
第二章 化学热力学基础	35
第一节 热力学第一定律	35
一、热力学的一些基本概念	35
二、热力学第一定律	38
三、焓	39
第二节 热化学	40
一、反应进度	40
二、化学反应的摩尔热力学能变和摩尔焓变	41
三、热化学方程式	43
四、Hess 定律	44
五、标准摩尔生成焓和标准摩尔燃烧焓	46
第三节 化学反应的方向	49
一、反应热与化学反应的方向	49
二、熵变与化学反应的方向	50
三、吉布斯函数变与化学反应的方向	52
第四节 化学反应的摩尔吉布斯函数变的计算	53
一、标准摩尔生成吉布斯函数	53
二、标准状态下化学反应的摩尔吉布斯函数变的计算	54
三、非标准状态下化学反应的摩尔吉布斯函数变的计算	56
第五节 热力学在生物化学中的应用	57
一、生化标准状态	58
二、生物体内的耦合反应	59
思考题	60
习题	61
第三章 化学平衡	65
第一节 可逆反应与化学平衡	65
一、可逆反应	65
二、化学平衡	66
第二节 标准平衡常数	66
第三节 标准平衡常数与摩尔吉布斯函数变的关系	68
第四节 标准平衡常数的应用	69
一、判断反应进行的程度	69
二、预测反应方向	69
三、计算平衡组成	70

第五节 化学平衡的移动	70
一、浓度对化学平衡的影响	71
二、压力对化学平衡的影响	71
三、温度对化学平衡的影响	73
思考题	74
习题	75
第四章 化学反应速率	78
第一节 化学反应速率及其表示方法	78
一、转化速率	78
二、反应速率	79
三、消耗速率和生成速率	80
第二节 化学反应速率理论简介	80
一、碰撞理论	80
二、过渡状态理论	81
第三节 浓度对化学反应速率的影响	83
一、元反应和复合反应	83
二、质量作用定律	84
三、反应级数和反应分子数	85
四、简单级数反应	86
第四节 温度对化学反应速率的影响	89
一、van't Hoff 近似规则	89
二、Arrhenius 方程	90
第五节 催化剂对化学反应速率的影响	91
一、催化剂与催化作用	91
二、酶的催化作用	92
思考题	93
习题	95
第五章 酸碱解离平衡	98
第一节 活度和活度因子	98
一、强电解质和弱电解质	98
二、Debye-Hückel 离子相互作用理论	98
三、活度和活度因子	100
四、离子强度	100
第二节 酸碱理论	102
一、酸碱电离理论	102

二、酸碱质子理论	102
三、酸碱电子理论	104
第三节 水的解离平衡和水溶液的 pH	104
一、水的解离平衡	104
二、水溶液的 pH	105
第四节 弱酸、弱碱的解离平衡	106
一、一元弱酸、弱碱的解离平衡	106
二、多元酸、碱的解离平衡	107
三、共轭酸碱的 $K_a^\ominus$ 与 $K_b^\ominus$ 的关系	108
第五节 酸碱溶液 H_3O^+ , OH^- 离子浓度的计算	109
一、一元弱酸溶液 H_3O^+ 离子浓度的计算	109
二、一元弱碱溶液 OH^- 离子浓度的计算	110
三、多元弱酸溶液 H_3O^+ 离子浓度的计算	111
四、多元弱碱溶液 OH^- 离子浓度的计算	112
五、两性物质溶液 H_3O^+ 离子浓度的计算	113
六、同离子效应和盐效应	115
第六节 缓冲溶液	117
一、缓冲溶液的组成及作用机理	117
二、缓冲溶液 pH 的计算	118
三、缓冲容量和缓冲范围	121
四、缓冲溶液的选择与配制	123
五、标准缓冲溶液	125
六、缓冲溶液在医学上的意义	125
思考题	127
习题	128
第六章 难溶强电解质的沉淀 - 溶解平衡	131
第一节 标准溶度积常数	131
一、标准溶度积常数	131
二、标准溶度积常数与溶解度的关系	132
第二节 沉淀的生成和溶解	133
一、溶度积规则	133
二、沉淀的生成	134
三、沉淀的溶解	134
四、同离子效应和盐效应	136
第三节 分步沉淀和沉淀的转化	137

一、分步沉淀	137
二、沉淀的转化	138
第四节 沉淀反应在医学中的应用	140
一、钡餐	140
二、骨骼的形成与龋齿的产生	140
三、尿结石的形成	141
思考题	141
习题	142
第七章 氧化还原反应和电极电势	144
第一节 氧化还原反应的基本概念	144
一、氧化值	144
二、氧化剂和还原剂	145
三、氧化还原电对	146
四、氧化还原反应方程式的配平	146
第二节 原电池	147
第三节 电极电势和原电池的电动势	149
一、电极电势的产生	149
二、原电池的电动势	150
三、标准电极电势	150
四、原电池的电动势与摩尔吉布斯函数变的关系	152
五、Nernst 方程式	152
第四节 电极电势的应用	154
一、比较氧化剂和还原剂的相对强弱	154
二、计算原电池的电动势	155
三、判断氧化还原反应的方向	156
四、确定氧化还原反应进行的程度	157
五、元素电势图	159
第五节 直接电势法测定溶液的 pH	160
一、指示电极	161
二、参比电极	161
三、溶液 pH 的测定	162
思考题	163
习题	164
第八章 原子结构和元素周期律	167
第一节 微观粒子的特征	167

一、氢原子光谱和 Bohr 理论	167
二、电子的波粒二象性和不确定原理	170
第二节 氢原子结构	172
一、Schrödinger 方程	172
二、波函数	173
三、四个量子数	174
四、氢原子波函数的角度分布图形	175
五、氢原子的径向分布图形	175
第三节 多电子原子结构	178
一、屏蔽效应和钻穿效应	178
二、Pauling 近似能级图和 Cotton 原子轨道能级图	180
三、基态原子核外电子排布	182
第四节 元素周期表	185
一、原子的电子层结构和周期	185
二、原子的电子层结构和族	186
三、原子的外层电子构型和元素的分区	186
第五节 元素性质的周期性	187
一、有效核电荷数	188
二、原子半径	188
三、元素的电离能	189
四、元素的电子亲和能	190
五、元素的电负性	191
第六节 生命科学中的化学元素	192
一、人体必需元素	192
二、环境污染中对人体有害的元素	196
思考题	196
习题	198
第九章 分子结构	201
第一节 离子键	201
一、离子键理论的基本要点	201
二、晶格能	202
三、影响离子型化合物性质的主要因素	203
第二节 共价键的价键理论	204
一、共价键的本质	205
二、价键理论的基本要点	205

三、共价键的类型	206
第三节 轨道杂化理论	209
一、轨道杂化理论的基本要点	209
二、轨道杂化的类型与分子的空间构型	209
第四节 价层电子对互斥理论	212
一、价层电子对互斥理论的基本要点	213
二、价层电子对互斥理论的应用实例	213
第五节 分子轨道理论简介	215
一、分子轨道理论的基本要点	216
二、分子轨道的形成	217
三、同核双原子分子的分子轨道能级图	218
四、分子轨道理论的应用实例	219
第六节 分子间作用力和氢键	221
一、分子的极性	221
二、分子间作用力	222
三、氢键	223
思考题	224
习题	225
第十章 配位化合物	227
第一节 配位化合物概述	227
一、配位化合物的定义	227
二、配位化合物的组成	228
三、配位化合物的化学式的书写原则	230
四、配位化合物的命名	231
第二节 配位化合物的化学键理论	231
一、配位化合物的价键理论	232
二、配位化合物的晶体场理论	235
第三节 螯合物	240
第四节 配位平衡	242
一、配位个体的标准稳定常数和标准不稳定常数	242
二、标准稳定常数的应用	243
三、配位平衡的移动	246
第五节 配位化合物在医学上的意义	247
一、生命必需金属元素的补充	247
二、有毒金属元素的促排	248

三、抗炎抗癌新药的研制	248
思考题	249
习题	251
第十一章 定量分析中的误差与有效数字	253
第一节 误差及其产生的原因	253
一、系统误差	253
二、随机误差	254
第二节 误差的表示方法	254
一、准确度与误差	254
二、精密度与偏差	255
三、准确度与精密度的关系	257
第三节 提高分析结果准确度的方法	258
一、选择适当的分析方法	258
二、减小测定误差	258
三、减小系统误差	259
四、减小随机误差	259
第四节 有效数字及其运算规则	259
一、有效数字	259
二、有效数字修约方法	260
三、有效数字的运算规则	261
思考题	261
习题	262
第十二章 滴定分析法	264
第一节 滴定分析法概述	264
一、滴定分析法的术语和特点	264
二、滴定分析法对化学反应的要求	265
三、滴定方式	265
四、标准溶液的配制方法	266
五、滴定分析的计算	267
第二节 酸碱滴定法	268
一、酸碱指示剂	268
二、酸碱滴定曲线与指示剂的选择	270
三、酸碱标准溶液的配制和标定	279
四、酸碱滴定法应用实例	280
第三节 沉淀滴定法	282

一、莫尔法	282
二、佛尔哈德法	283
三、法扬司法	284
四、标准溶液的配制与标定	285
五、沉淀滴定法应用示例	285
第四节 氧化还原滴定法	285
一、高锰酸钾法	285
二、碘量法	287
三、重铬酸钾法	290
第五节 配位滴定法	291
一、配位滴定法概述	291
二、酸度对配位滴定的影响	292
三、其他配位剂对配位滴定的影响	294
四、金属指示剂	294
五、EDTA 标准溶液的配制与标定	295
六、EDTA 滴定法的应用	295
思考题	296
习题	297
第十三章 吸光光度法	301
第一节 吸光光度法的基本原理	301
一、光的基本性质	301
二、物质对光的选择性吸收	302
三、吸收曲线	302
第二节 光吸收的基本定律	303
一、Lambert - Beer 定律	303
二、偏离 Lambert - Beer 定律的原因	305
第三节 吸光光度法分析条件的选择	307
一、显色反应及其条件	307
二、测定波长的选择	309
三、吸光度范围的选择	309
四、参比溶液的选择	310
第四节 分光光度计	311
一、基本部件及性能	311
二、几种常用的分光光度计	313
第五节 可见吸光光度法的应用	314

一、单组分的测定	314
二、多组分的测定	315
思考题	315
习题	316
附录	318
附录一 某些物质的标准摩尔生成焓、标准摩尔生成吉布斯函数和标准 摩尔熵	318
附录二 某些有机化合物的标准摩尔燃烧焓	321
附录三 酸、碱的标准解离常数 (298.15 K)	322
附录四 标准溶度积常数 (298.15 K)	323
附录五 标准电极电势 (298.15 K)	324
附录六 某些配离子的标准稳定常数 (298.15 K)	325
索引	326
元素周期表	

绪 论

一、化学在医学中的地位与作用

化学主要研究物质的组成、结构、性质及其变化规律和变化过程中的能量关系。

世界是由物质构成的。物质具有丰富的、多层次的内部结构,并存在着相互作用。当代科学的发展,使人类从深层次的内部结构上认识和改造物质世界已成为现实。在物质世界中,最复杂、最完美和最奥妙无穷的莫过于生命现象,特别是人类本身。

人体与化学的关系极其密切,生命和人体的逐渐进化过程是离不开化学变化的。人类的生存和繁衍是通过化学反应来维持的,没有化学变化,地球上就不会存在生命,也就不会有人类。

食物对于维持生命之所以有如此重要的作用,就是因为食物中的各种营养成分在体内发生各种化学变化,提供人体活动所需的能量。因此,要了解人体的奥妙,就必须探讨人体中所发生的化学反应。生命过程本身就是无数化学反应的综合体现,在这些反应中,一种反应的产物可以作为另外一种反应的反应物。而生命过程实质上就是一系列发生在细胞内外由整体生物所调控的化学变化。

正是由于化学学科的飞速发展,才使人类利用化学的方法和原理从分子水平上深入认识生命现象和控制复杂的生命过程成为可能。1980年以来的诺贝尔化学奖中,直接与生命科学有关的就多达9项。可以毫不夸张地说,没有化学的发展,生命科学和生物技术就不会有现在这样迅速发展的大好局面。由此可见,对医学各专业的学生开设化学课是非常必要的。

化学是一门重要的基础学科,它的分支有无机化学、有机化学、分析化学、物理化学等。无机化学是以元素周期律及近代化学理论为基础,研究除碳氢化合物及其衍生物外的所有元素及其化合物的学科。有机化学是研究碳氢化合物及其衍生物的化学,它的任务之一是研究生物体内的有机化合物的结构与性质。分析化学的任务是研究物质的化学组成,测量各组成的含量以及表征物质的化学结构。物理化学是根据物理变化和化学变化之间相互关联和互相转化来研究物质变化的一门学科,它深刻地探讨各个化学领域中最本质的规律性,它也是物理学与化学相互渗透的一门学科。基础化学就是为了适应医学各专业的特点和需要而开设的一门化学基础课,它的内容包括无机化学、分析化学和物理化学中

的基本理论和基础知识。

二、基础化学学习方法

大学的教学方法与中学截然不同。大学讲授的特点是突出重点,讲授中可以有所精简、调整和补充,教学进度也比较快。因此,学生最好能做到课前预习,带着问题听课,这将有助于学习的深入和提高,并能培养学生的自学能力。

基础化学是医学各专业本科一年级第一学期开设的一门基础课,为了取得较好的学习效果,可以采用以下的学习方法:

(1)在学习新课以前要自学一遍,这样就能对教师本节课要讲授的内容有所了解,听课时特别要注意预习时未理解的部分。上课时要记笔记,课后应及时整理笔记,搞清楚每节课的内容。

(2)对于基础化学教材中各章各节中的一些基本概念和基本原理,要正确地理解其含义及其适用的范围。

(3)各章各节中的公式都是不同程度地借助于数学手段推导出来的,应理解教学推导思路,注意在推导过程中所设定的条件,如温度、压力、体积等。

(4)演算习题是基础化学课程中巩固课本内容、培养独立思考和联系实际及发展思维的一个重要学习环节。在解题前,首先应了解该题属于课本中的哪一段内容,与哪几个基本概念、公式相关联,该题提供了哪些已知条件,要求解得什么结果。可以从已知条件入手,思考出求解的思路。

(5)除了学好课本的内容,还必须重视基础化学实验。实验不但能验证课本中的内容,有助于加深对所学知识的理解,而且还能锻炼学生的动手能力和实践能力。

(哈尔滨医科大学 徐春祥)