

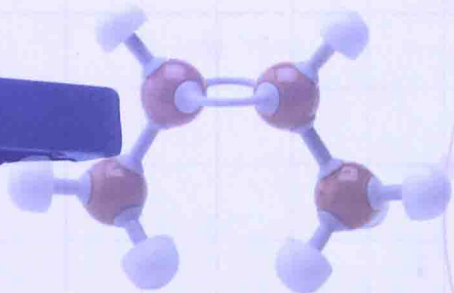
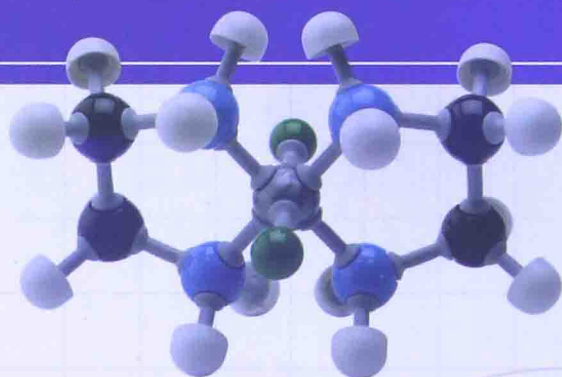
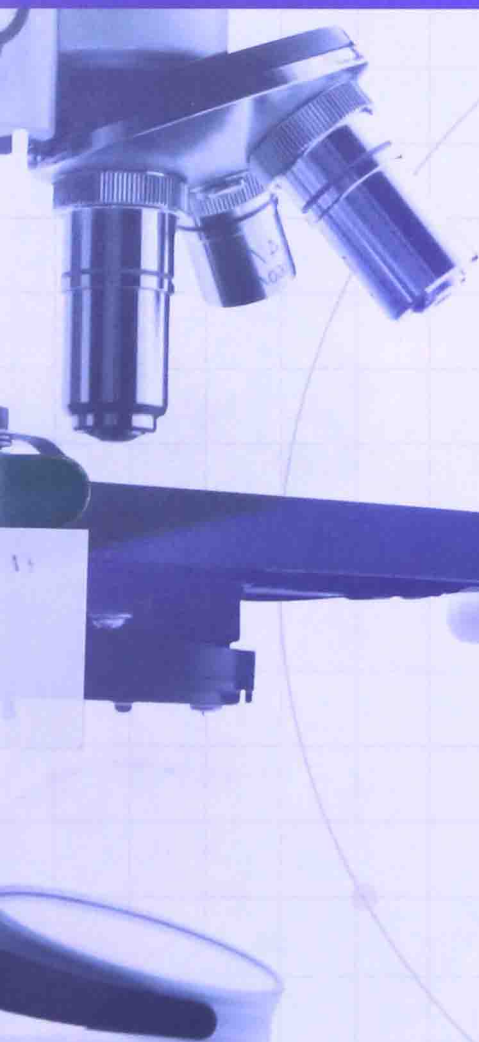


普通高等教育“十一五”国家级规划教材

# 医学化学

(第三版)

主 编 徐春祥 陈 彪  
副主编 范 琦 冯宁川



高等教育出版社



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

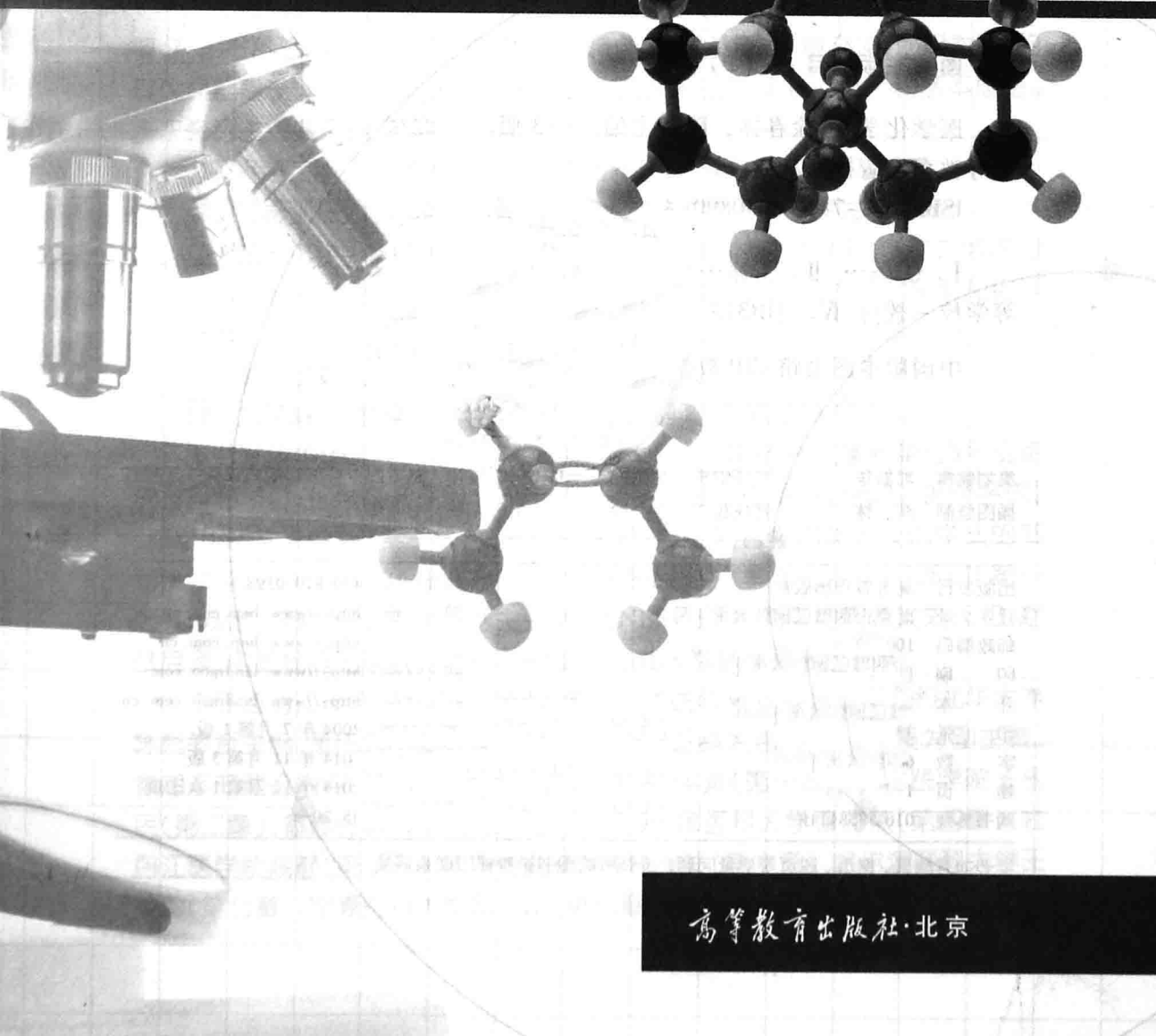
# 医学化学

YIXUE HUAXUE

(第三版)

主编 徐春祥 陈彪

副主编 范琦 冯宁川



高等教育出版社·北京

## 内容提要

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

本书为高等医药院校少学时医学化学教材,内容包括无机化学、有机化学、定量分析化学和物理化学的基本内容及化学实验。全书共分三篇含25章和15个实验,理论内容在前,实验内容在后。本书既重视医学化学中的重要概念和基本知识,又吸收了国内外近几年出版的无机化学、有机化学、分析化学和物理化学教材的新内容,同时也选编了一些与医学关系密切的相关内容。

本书可供高等医药院校医学类专业本科学生使用,也可供医学类专业专科学生和成人专科学生使用。

## 图书在版编目(CIP)数据

医学化学 / 徐春祥, 陈彪主编. -- 3版. -- 北京: 高等教育出版社, 2014. 11

ISBN 978-7-04-040890-4

I. ①医… II. ①徐… ②陈… III. ①医用化学-高等学校-教材 IV. ①R313

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第196370号

策划编辑 郭新华  
插图绘制 郝林

责任编辑 岳延陆  
责任校对 孟玲

封面设计 赵阳  
责任印制 毛斯璐

版式设计 王艳红

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 100120  
印刷 国防工业出版社印刷厂  
开本 787mm×960mm 1/16  
印张 33.25  
字数 620千字  
插页 1  
购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598  
网址 <http://www.hep.edu.cn>  
<http://www.hep.com.cn>  
网上订购 <http://www.landaco.com>  
<http://www.landaco.com.cn>  
版次 2004年7月第1版  
2014年11月第3版  
印次 2014年11月第1次印刷  
定价 45.20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  
物料号 40890-00

## 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》，其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。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人进行严厉打击。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。

反盗版举报电话 (010) 58581897 58582371 58581879

反盗版举报传真 (010) 82086060

反盗版举报邮箱 dd@hep.com.cn

通信地址 北京市西城区德外大街4号 高等教育出版社法务部

邮政编码 100120

## 第三版前言

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,是《医学化学》(第二版)的修订本。本书是高等医药院校医学本科各专业少学时化学教材,也可供医学类专业专科学生和成人专科学生使用。

本书于 2006 年被教育部列为普通高等教育“十一五”国家级规划教材后,我们即开始制订编写修订大纲,并着手教材的编写修订工作。2012 年 8 月在黑龙江省牡丹江市召开了本书的编写修订会,听取了广大教师的意见,并对教材的编写内容进行了分工。

为了适应高等医学教育事业的飞速发展,满足 21 世纪医学科学发展的需要,在本书的编写过程中努力体现“反映特色,加强基础,注意交叉,够用为度”的现代课程建设理念。本书保持了第二版密切联系医学实际的特色和基本思路。本次修订主要做了如下工作:

- (1) 将第二版各章节内容进行了适当补充、调整和修改,分为三篇;
- (2) 考虑到热力学在医学化学中的重要性,增加了化学热力学基础;
- (3) 由于化学平衡和化学反应速率分别属于化学热力学和化学动力学两门不同学科,第三版将化学平衡和化学反应速率分为两章,分别为化学平衡和化学反应速率;
- (4) 增加了有机化学概论;
- (5) 为了减少篇幅,将化学实验从第二版的 20 个减少到 15 个。

本书采用中华人民共和国国家标准 GB 3100~3102—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。

本书包括二十五章和 15 个实验,由哈尔滨医科大学徐春祥教授和北华大学陈彪教授主编,重庆医科大学范琦教授和宁夏医科大学冯宁川教授为副主编。参加本书理论内容编写修订的有大连医科大学牛奔(第一章)、泰山医学院王玉民(第二章)、福建医科大学戴伯川(第三章)、天津医科大学曹海燕(第四章)、牡丹江医学院高静(第五章)、内蒙古医科大学王美玲(第六章)、哈尔滨医科大学王英骥(第七章)、宁夏医科大学冯宁川(第八章)、吉林大学王志才(第九章)、重庆

医科大学范琦(第十章)、河北北方学院汤彦丰(第十一章)、哈尔滨医科大学徐春祥(第十二章)、蚌埠医学院陶兆林(第十三章)、中国医科大学张喜轩(第十四章)、广州医科大学黄玉刚(第十五章)、包头医学院程向晖(第十六章)、北华大学陈彪(第十七章)、齐齐哈尔医学院许凤(第十八章)、山西医科大学卞伟(第十九章)、首都医科大学燕京医学院王蓓(第二十章)、长治医学院李俊波(第二十一章)、嘉应学院医学院林晓(第二十二章)、天津医科大学姜炜(第二十三章)、湖北中医学院周雯(第二十四章)、青海大学严海英(第二十五章)。

参加本书化学实验编写的有哈尔滨医科大学齐炜,大连医科大学徐恒瑰,天津医科大学陈正华、马世坤,承德医学院王宏伟,内蒙古医学院刘利平、云学英,北华大学魏永慧,由齐炜和徐恒瑰主持编写。哈尔滨医科大学黄静编写了索引,哈尔滨医科大学齐炜绘制了插图。

本书在编写时参考了部分已出版的高等学校的教材和有关著作,从中借鉴了许多有益的内容,在此向有关的作者和出版社表示感谢。

高等教育出版社岳延陆编审对本书进行了认真的编辑加工,提出了许多宝贵意见,在此致以衷心的感谢!

为了便于教学,我们编写了与本书配套的《医学化学学习指导》(第三版),由高等教育出版社出版。

由于编者水平所限,本书难免存在错误和不当之处,恳切希望广大读者批评指正,以便本书重印或再版时改正。

编者

2014年5月

# 目 录

## 第一篇 基础化学

第一章 气体、溶液和溶胶 .....	3
第一节 分散系 .....	3
一、分散系的基本概念 .....	3
二、分散系的分类 .....	3
第二节 混合物和溶液组成的表示方法 .....	4
一、B 的质量分数 .....	4
二、B 的体积分数 .....	5
三、B 的分子浓度 .....	5
四、B 的质量浓度 .....	6
五、B 的浓度 .....	6
六、B 的摩尔分数 .....	7
七、溶质 B 的质量摩尔浓度 .....	8
第三节 气体 .....	8
一、理想气体的状态方程 .....	8
二、道尔顿分压定律 .....	10
三、阿马格分体积定律 .....	11
第四节 稀溶液的通性 .....	12
一、难挥发非电解质稀溶液的蒸气压下降 .....	12
二、难挥发非电解质稀溶液的沸点升高 .....	14
三、非电解质稀溶液的凝固点降低 .....	15
四、稀溶液的渗透压力 .....	16
第五节 溶胶 .....	21
一、溶胶的性质 .....	21
二、溶胶胶团的结构 .....	23
三、溶胶的聚沉 .....	24
四、溶胶的制备和净化 .....	25
思考题和习题 .....	26
第二章 化学热力学基础 .....	30
第一节 热力学第一定律 .....	30

一、热力学的基本概念 .....	30
二、热力学能与热力学第一定律的数学表达式 .....	33
三、焓 .....	34
<b>第二节 热化学 .....</b>	<b>35</b>
一、化学计量数与反应进度 .....	35
二、化学反应的摩尔焓变和标准摩尔焓变 .....	37
三、热化学方程式 .....	37
四、赫斯定律 .....	38
五、化学反应的标准摩尔焓变的计算 .....	39
<b>第三节 热力学第二定律 .....</b>	<b>44</b>
一、自发过程 .....	44
二、影响化学反应方向的因素 .....	45
三、热力学第二定律的数学表达式 .....	47
<b>第四节 化学反应的摩尔吉布斯自由能变 .....</b>	<b>48</b>
一、利用反应的摩尔吉布斯自由能变判断化学反应的方向 .....	48
二、化学反应的摩尔吉布斯自由能变的计算 .....	49
三、温度对化学反应的摩尔吉布斯自由能变的影响 .....	54
思考题和习题 .....	55
<b>第三章 化学平衡 .....</b>	<b>60</b>
<b>第一节 可逆反应与化学平衡 .....</b>	<b>60</b>
一、可逆反应 .....	60
二、化学平衡 .....	61
<b>第二节 标准平衡常数 .....</b>	<b>62</b>
一、标准平衡常数的定义 .....	62
二、标准平衡常数表达式 .....	63
<b>第三节 标准平衡常数的测定与计算 .....</b>	<b>64</b>
一、标准平衡常数的测定 .....	64
二、标准平衡常数的计算 .....	64
<b>第四节 标准平衡常数的应用 .....</b>	<b>67</b>
一、计算平衡组成 .....	67
二、判断化学反应进行的限度 .....	68
三、预测化学反应的方向 .....	69
<b>第五节 化学平衡的移动 .....</b>	<b>70</b>
一、浓度对化学平衡的影响 .....	70
二、压力对化学平衡的影响 .....	71



三、温度对化学平衡的影响 .....	72
思考题和习题 .....	74
第四章 化学反应速率 .....	79
第一节 化学反应速率及其表示方法 .....	79
一、转化速率 .....	79
二、反应速率 .....	80
三、消耗速率和生成速率 .....	81
第二节 化学反应速率的碰撞理论 .....	81
第三节 影响化学反应速率的因素 .....	83
一、浓度对化学反应速率的影响 .....	83
二、温度对化学反应速率的影响 .....	87
三、催化剂对化学反应速率的影响 .....	89
思考题和习题 .....	90
第五章 酸碱解离平衡和沉淀-溶解平衡 .....	93
第一节 酸碱理论 .....	93
一、酸碱电离理论 .....	93
二、酸碱质子理论 .....	93
三、酸碱电子理论 .....	94
第二节 水溶液中的酸碱平衡 .....	95
一、水的质子自递反应 .....	95
二、弱酸和弱碱的解离平衡 .....	96
三、弱酸的标准解离常数与其共轭碱的标准解离常数的关系 .....	98
第三节 弱酸或弱碱溶液 $\text{H}_3\text{O}^+$ 或 $\text{OH}^-$ 浓度的计算 .....	99
一、一元弱酸溶液 $\text{H}_3\text{O}^+$ 浓度的计算 .....	99
二、一元弱碱溶液 $\text{OH}^-$ 浓度的计算 .....	101
三、多元弱酸溶液 $\text{H}_3\text{O}^+$ 浓度的计算 .....	102
四、多元弱碱溶液 $\text{OH}^-$ 浓度的计算 .....	102
五、两性物质溶液 $\text{H}_3\text{O}^+$ 浓度的计算 .....	103
六、同离子效应和盐效应对弱酸或弱碱解离平衡的影响 .....	104
第四节 缓冲溶液 .....	105
一、缓冲溶液的组成及其作用机理 .....	106
二、缓冲溶液 pH 的计算 .....	106
三、影响缓冲溶液的缓冲能力的因素 .....	107
四、缓冲溶液的选择与配制 .....	108
五、缓冲溶液在医学上的意义 .....	109

第五节 难溶强电解质的沉淀-溶解平衡	110
一、难溶强电解质的标准溶度积常数	110
二、难溶强电解质的标准溶度积常数与其溶解度的关系	111
三、溶度积规则	113
四、沉淀的生成	113
五、沉淀的溶解	114
六、同离子效应和盐效应对难溶强电解质的溶解度的影响	115
思考题和习题	117
<b>第六章 氧化还原反应与电极电势</b>	<b>121</b>
第一节 氧化还原反应的基本概念	121
一、氧化值	121
二、氧化剂与还原剂	122
三、氧化还原电对	123
四、氧化还原反应方程式的配平	123
第二节 原电池	124
一、原电池原理	124
二、盐桥	125
三、原电池符号	126
第三节 电极电势	126
一、电极电势的产生	127
二、标准氢电极和标准电极电势	127
三、影响电极电势的因素	129
第四节 电极电势的应用	131
一、比较氧化剂和还原剂的相对强弱	131
二、判断氧化还原反应的方向	132
三、计算原电池的电动势	133
第五节 电势法测定溶液 pH	134
一、参比电极	135
二、指示电极	135
三、测定溶液 pH	135
思考题和习题	136
<b>第七章 原子结构与元素周期律</b>	<b>139</b>
第一节 核外电子运动的特殊性	139
一、氢原子光谱	139
二、玻尔理论	140

三、电子的波粒二象性 .....	140
第二节 氢原子结构 .....	141
一、波函数 .....	141
二、4 个量子数 .....	142
三、概率密度与电子云 .....	144
四、波函数的角分布图和电子云的角分布图 .....	144
第三节 多电子原子结构 .....	147
一、近似能级图 .....	147
二、基态原子的核外电子的排布 .....	148
第四节 元素周期表 .....	151
一、元素的周期 .....	151
二、元素的族 .....	152
三、元素的分区 .....	152
第五节 元素性质的周期性 .....	153
一、原子半径 .....	154
二、元素的电离能 .....	155
三、元素的电负性 .....	156
思考题和习题 .....	157
第八章 化学键与分子结构 .....	160
第一节 离子键 .....	160
一、离子键的形成 .....	160
二、离子键的特征 .....	160
三、离子的特征 .....	161
第二节 共价键的价键理论 .....	163
一、共价键的本质 .....	163
二、价键理论的基本要点 .....	163
三、共价键的类型 .....	164
四、共轭 $\pi$ 键 .....	165
五、配位共价键 .....	166
六、共价键参数 .....	167
第三节 价层电子对互斥理论 .....	168
一、价层电子对互斥理论的基本要点 .....	168
二、确定中心原子的价层电子对数的方法 .....	169
三、预测多原子分子或多原子离子的空间构型 .....	169
第四节 杂化轨道理论 .....	171

一、杂化轨道理论的基本要点	171
二、杂化轨道的类型与分子的空间构型	171
第五节 分子间作用力和氢键	174
一、分子的极性	174
二、分子间作用力	174
三、氢键	176
思考题和习题	177
第九章 配位化合物	180
第一节 配位化合物的基本概念	180
一、配位化合物的定义	180
二、配位化合物的组成	181
三、配位化合物的命名	182
第二节 配位化合物的价键理论	183
一、配位化合物的价键理论的基本要点	183
二、外轨型配合物和内轨型配合物	183
第三节 配位平衡	184
一、配位化合物的标准稳定常数	184
二、配位化合物的标准稳定常数的应用	185
三、配位平衡的移动	187
第四节 螯合物及其在医学中的应用	188
一、螯合物	188
二、螯合物在医学中的应用	189
思考题和习题	190
第十章 滴定分析法	193
第一节 滴定分析法概述	193
一、滴定分析的过程和特点	193
二、滴定分析法的分类	193
三、标准溶液的配制	194
四、滴定分析的计算	194
第二节 误差与有效数字	198
一、误差的表示方法	198
二、有效数字及其运算规则	200
第三节 酸碱滴定法	202
一、酸碱指示剂	202
二、酸碱滴定曲线与指示剂的选择	202

三、酸、碱标准溶液的配制和标定 .....	207
四、酸碱滴定法的应用 .....	208
第四节 氧化还原滴定法 .....	209
一、高锰酸钾法 .....	210
二、碘量法 .....	212
第五节 配位滴定法 .....	214
一、EDTA 滴定法概述 .....	214
二、EDTA 标准溶液的配制和标定 .....	215
三、EDTA 滴定法的应用 .....	215
思考题和习题 .....	216
第十一章 吸光光度法 .....	219
第一节 吸光光度法概述 .....	219
一、吸光光度法的特点 .....	219
二、有色溶液对光的选择性吸收 .....	219
第二节 光的吸收定律 .....	221
一、溶液的透光率与吸光度 .....	221
二、朗伯-比尔定律 .....	221
第三节 可见吸光光度法 .....	223
一、可见吸光光度法概述 .....	223
二、定量分析方法 .....	224
思考题和习题 .....	225

## 第二篇 有机化学

第十二章 有机化学概论 .....	229
第一节 有机化合物 .....	229
一、有机化合物的特点 .....	229
二、有机化合物的分类方法 .....	230
第二节 有机化合物构造式的表示方法 .....	231
第三节 有机化学中的电子效应 .....	232
一、诱导效应 .....	232
二、共轭效应 .....	233
三、超共轭效应 .....	234
第四节 有机反应的基本类型 .....	235
一、自由基反应 .....	236

二、离子型反应	236
三、协同反应	236
第五节 有机化学与医学的关系	236
思考题和习题	237
<b>第十三章 烷烃和环烷烃</b>	<b>240</b>
第一节 烷烃	240
一、烷烃的结构	240
二、烷烃的同系列和通式	242
三、烷烃的同分异构现象	242
四、碳原子和氢原子的类型	245
五、烷烃的命名	246
六、烷烃的物理性质	248
七、烷烃的化学性质	250
第二节 环烷烃	251
一、单环环烷烃的命名	252
二、单环环烷烃的物理性质	252
三、单环环烷烃的化学性质	253
四、单环环烷烃的稳定性	254
思考题和习题	255
<b>第十四章 烯烃、二烯烃和炔烃</b>	<b>257</b>
第一节 烯烃	257
一、烯烃的结构	257
二、烯烃的同分异构现象	258
三、烯烃的命名	259
四、顺反异构体的命名	259
五、烯烃的物理性质	260
六、烯烃的化学性质	260
第二节 二烯烃	267
一、二烯烃的分类	267
二、二烯烃的命名	268
三、1,3-丁二烯的结构	268
四、共轭二烯烃的加成反应	268
五、与医学有关的共轭烯烃	269
第三节 炔烃	270
一、乙炔的结构	270

二、炔烃的命名	271
三、炔烃的物理性质	271
四、炔烃的化学性质	272
思考题和习题	274
<b>第十五章 芳香烃</b>	<b>277</b>
第一节 芳香烃的分类、命名和构造异构	277
一、芳香烃的分类	277
二、单环芳香烃的命名	278
三、单环芳香烃的构造异构	278
第二节 单环芳香烃的结构和性质	279
一、苯的结构	279
二、单环芳香烃的物理性质	280
三、单环芳香烃的化学性质	280
四、苯环的取代定位规则	284
第三节 非苯芳香烃	288
一、休克尔规则	288
二、非苯芳香烃的特点	288
第四节 一些常见的芳香烃	289
一、苯	289
二、二甲苯	289
三、萘	289
四、菲	289
五、蒽	290
思考题和习题	290
<b>第十六章 对映异构</b>	<b>294</b>
第一节 物质的旋光性	294
一、偏振光	294
二、旋光物质	295
三、旋光角和质量旋光本领	295
第二节 手性分子和对称因素	296
一、手性分子和对映异构体	296
二、对称因素	297
三、判断手性分子的依据	298
第三节 含有 1 个手性碳原子的化合物的对映异构	298
第四节 构型的标记法	299

一、D,L 构型标记法	299
二、R,S 构型标记法	300
第五节 含有 2 个手性碳原子的化合物的对映异构	301
一、含有 2 个不同手性碳原子的化合物的对映异构	301
二、含有 2 个相同手性碳原子的化合物的对映异构	302
思考题和习题	303
<b>第十七章 卤代烃</b>	<b>305</b>
第一节 卤代烃的分类和命名	305
一、卤代烃的分类	305
二、卤代烃的命名	305
第二节 卤代烃的性质	306
一、卤代烃的物理性质	306
二、一卤代烷的化学性质	307
第三节 一卤代烯烃和一卤代芳香烃	310
一、一卤代烯烃和一卤代芳香烃的分类	310
二、一卤代烯烃和一卤代芳香烃中卤原子的反应活性	311
第四节 卤代烃的重要代表物	312
一、氯乙烷	312
二、三氯甲烷	312
三、四氯化碳	313
四、四氯乙烯	313
思考题和习题	313
<b>第十八章 醇、酚和醚</b>	<b>316</b>
第一节 醇	316
一、醇的分类与命名	316
二、醇的结构	317
三、醇的物理性质	317
四、醇的化学性质	319
第二节 酚	322
一、酚的分类与命名	322
二、苯酚的结构	322
三、酚的物理性质	323
四、酚的化学性质	323
第三节 醚	325
一、醚的分类与命名	326



二、醚的结构 .....	326
三、醚的物理性质 .....	327
四、醚的化学性质 .....	327
第四节 与医学有关的代表物 .....	328
一、乙醇 .....	328
二、丙三醇 .....	329
三、甘露醇 .....	329
四、肌醇 .....	329
五、苯酚 .....	330
六、甲酚 .....	330
七、乙醚 .....	330
思考题和习题 .....	330
第十九章 醛和酮 .....	333
第一节 醛和酮的分类、命名和结构 .....	333
一、醛和酮的分类 .....	333
二、醛和酮的命名 .....	334
三、醛和酮的结构 .....	335
第二节 醛和酮的性质 .....	336
一、醛和酮的物理性质 .....	336
二、醛和酮的化学性质 .....	336
第三节 与医学有关的代表物 .....	342
一、甲醛 .....	342
二、乙醛 .....	342
三、丙酮 .....	342
四、樟脑 .....	342
思考题和习题 .....	343
第二十章 羧酸、取代羧酸和羧酸衍生物 .....	346
第一节 羧酸 .....	346
一、羧酸的分类与命名 .....	346
二、羧酸的结构 .....	347
三、羧酸的物理性质 .....	348
四、羧酸的化学性质 .....	349
第二节 取代羧酸 .....	352
一、羟基酸 .....	352
二、羧基酸 .....	354