



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

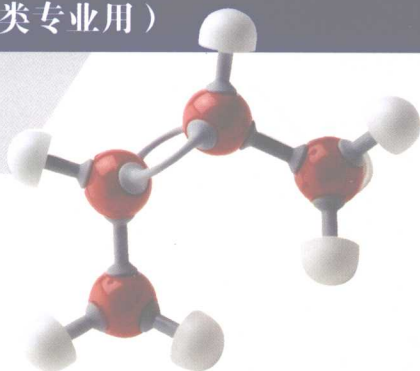
Organic Chemistry

有机化学 (第二版)

(供基础、预防、临床、口腔等医学类专业用)

高等医学院校《有机化学》编写组 编

徐春祥 主编



高等教育出版社
Higher Education Press

要點容內

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

有机化学

(第二版)

(供基础、预防、临床、口腔等医学类专业用)

高等医学院校《有机化学》编写组 编

徐春祥 主编

高等教育出版社

ISBN 7-04-018038-0
定价：30.00元

内容提要

《有机化学(第二版)》是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,本书第一版是高等教育出版社“高等教育百门精品课程教材建设计划项目”的精品项目。

本书重视内容的基础性、科学性和先进性,注意有机化学与医学的联系,注重素质教育。全书内容包括绪论,烷烃和环烷烃,烯烃、炔烃和二烯烃,芳香烃,对映异构,卤代烃,醇、酚和醚,醛、酮和醌,羧酸和取代羧酸,羧酸衍生物,含氮有机化合物,含硫和含磷有机化合物,杂环化合物,糖类,类脂,萜类和甾族化合物,氨基酸、肽和蛋白质,核酸,波谱学基础。各章均附有习题,书后附有索引。与本书配套的教学参考资料有《有机化学电子教案(第二版)》、《有机化学试题库》、《有机化学实验》和《有机化学习题解析(第二版)》。

本书可作为高等学校基础、预防、临床、口腔、护理等医学类专业本科化学基础课教材,也可供从事有机化学教学的教师参考。

图书在版编目(CIP)数据

有机化学/徐春祥主编;高等医学院校《有机化学》编写组编.—2版.—北京:高等教育出版社,2009.8
ISBN 978-7-04-028026-5

I. 有… II. ①徐…②高… III. 有机化学-高等学校-教材 IV. O62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 132060 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 100120
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京宏伟双华印刷有限公司

开 本 787×960 1/16
印 张 23.25
字 数 430 000

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>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2004 年 11 月第 1 版
2009 年 8 月第 2 版
印 次 2009 年 8 月第 1 次印刷
定 价 25.10 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 28026-00

第二版前言

高等医学院校教材《有机化学(第二版)》是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,本书第一版是教育部高等教育出版社“普通高等教育百门精品课程教材建设计划项目”中的精品项目。与本书配套使用的教学参考资料有《有机化学电子教案(第二版)》、《有机化学试题库》、《有机化学实验》和《有机化学学习指导(第二版)》,同时由高等教育出版社出版。

《有机化学(第二版)》是在第一版基础上修订而成,在本书出版之际,谨向参加第一版编写的各位教授和副教授致以衷心的感谢,他们的辛勤工作为本书打下了良好的基础。

《有机化学(第二版)》于2007年被教育部增补为普通高等教育“十一五”国家级规划教材后,我们立即开始制订修订大纲,并着手进行教材的修订工作。2008年5月在福建省厦门市召开了本书的修订会,听取了广大教师的意见,对教材的编写内容进行了分工,并对修订大纲进行了认真的讨论。

为了适应高等医学教育事业的飞速发展,以满足21世纪医学科学发展的需要,在本书的修订过程中努力体现“反映特色,加强基础,注意交叉,够用为度”的现代课程建设理论。本书保持了第一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) 将第一版各章节内容进行了适当补充、调整和修改;
- (2) 为了避免教材篇幅过大,删去了一些与基础化学重复的内容;
- (3) 增加了含硫化合物、萜类化合物、硫酚、硝基化合物等内容,将原有的十六章增加到了十九章;
- (4) 对插图重新进行绘制,并对错误进行修正;
- (5) 精选和增加了各章的习题数量。

本书可供高等医学院校的基础、预防、临床、口腔、儿科、护理、卫生、影像等专业的本科学生使用,也可供从事有机化学教学的教师参考。

全书共分十九章,内容包括绪论,烷烃和环烷烃,烯烃、炔烃和二烯烃,芳香烃,对映异构,卤代烃,醇、酚和醚,醛、酮和醌,羧酸和取代羧酸,羧酸衍生物,含氮有机化合物,含硫和含磷有机化合物,杂环化合物,糖类,类脂,萜类和甾族化合物,氨基酸、肽和蛋白质,核酸,波谱学基础。

在使用本书时,各院校可根据具体情况,在保证课程教学基本要求的前提下

对内容斟酌取舍。本书的编写顺序只供教学时参考,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 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)所推荐的名称;有机化合物的命名执行中国化学会1980年颁布的《有机化学命名原则》(科学出版社,1983年)的规定。

《有机化学(第二版)》由哈尔滨医科大学徐春祥教授主编,北华大学陈彪教授和哈尔滨医科大学董陆陆教授为副主编。参加本书编写的有哈尔滨医科大学徐春祥教授(第一章),宁夏医学院闫乾顺副教授(第二章),武汉大学路平副教授(第三章),晋中学院蔡雪梅副教授(第四章),哈尔滨医科大学孙学斌教授(第五章),牡丹江医学院石秀梅教授(第六章),山西医科大学卫建琮副教授(第七章),福建医科大学李柱来教授(第八章),北华大学陈彪教授(第九章),青海大学严海英副教授(第十章),内蒙古医学院罗素琴教授(第十一章),齐齐哈尔医学院刘亚琴教授(第十二章),佳木斯大学王旭教授(第十三章),天津医科大学姜炜副教授(第十四章),首都医科大学叶玲副教授(第十五章),南昌大学戴延凤副教授(第十六章),包头医学院程向晖副教授(第十七章),中山大学黄爱东教授(第十八章),哈尔滨医科大学董陆陆教授(第十九章)。哈尔滨医科大学齐炜老师绘制了全书的插图。

高等教育出版社郭新华编辑对本书的编写和出版给予了帮助和指导,责任编辑岳延陆编审对本书进行了认真细致的编辑加工,提出了许多宝贵的修改意见,对提高本书的编写质量起了很大的作用,在此一并表示感谢。

由于编者水平所限,本书虽然经过多次认真修改,但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,以便重印或再版时加以改正。

编者

2008年12月

第一版前言

高等医学院校有机化学立体化教材被教育部高等教育出版社评为“普通高等教育百门精品课程教材精品项目”，在全国各高等学校推荐参评的近百本化学教材中，只有7本获此殊荣。高等医学院校有机化学立体化教材由《有机化学》、《有机化学实验》、《有机化学学习指导》、《有机化学电子教案》、《有机化学试题库》组成。

有机化学在社会的进步和医学的发展过程中发挥着巨大的作用。对于医学各专业的本科学生来说，学好有机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21世纪的高素质创新人才，本书在编写时力争做到内容的基础性、科学性和先进性。在保证有机化学的基本原理、基本知识的基础上，紧密结合和突出有机化学与医学的联系，介绍有机化学在医学中的应用。本书可供高等医学院校的医疗、口腔、儿科、护理、卫生、影像等专业的本科学生使用，也可供从事有机化学教学的教师参考。

全书共分十六章，内容包括绪论，饱和烃，不饱和烃，芳香烃，对映异构，卤代烃，醇、酚、醚，醛、酮、醌，羧酸和取代羧酸，羧酸衍生物，含氮和含磷有机化合物，杂环化合物，糖类，脂类和甾族化合物，蛋白质和核酸，波谱学基础。

在使用本书时，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 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）所推荐的名称；有机化合物的命名执行中国化学会1980年颁布的《有机化学命名原则》（科学出版社，1983年）的规定。

本书由徐春祥、徐瑞兴主编，董陆陆为副主编。参加本书编写的有哈尔滨医科大学徐春祥（第一章），中国医科大学陈克明（第二章），武汉大学路平（第三章），哈尔滨医科大学安哲（第四章），西安交通大学靳菊情（第五章），首都医科大学徐瑞兴（第六章），山西医科大学卫建琮（第七章），福建医科大学李柱来（第八章），大连医科大学徐乃进（第九章），宁夏医学院王妍（第十章），内蒙古医学院罗素琴（第十一章），兰州医学院郝兰（第十二章），天津医科大学姜炜（第十三章），首都医科大学叶玲（第十四章），中山大学黄爱东

(第十五章), 哈尔滨医科大学董陆陆(第十六章)。哈尔滨医科大学吴延丽编写了索引。

高等教育出版社理科分社化学化工策划部主任岳延陆编审对本书的编写给予了多方帮助和指导, 也得到了各编者所在学校的大力支持, 对提高本书的编写质量起了很大的作用。这里一并表示衷心的感谢。

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

2004年6月

目 录

| | |
|-------------------|----|
| 第一章 绪论 | 1 |
| 第一节 有机化合物 | 1 |
| 一、有机化合物的特点 | 1 |
| 二、有机化合物的分类方法 | 2 |
| 第二节 有机化合物构造式的表示方法 | 3 |
| 第三节 有机化学中的电子效应 | 4 |
| 一、诱导效应 | 4 |
| 二、共轭效应 | 5 |
| 三、超共轭效应 | 6 |
| 第四节 有机反应的基本类型 | 7 |
| 一、自由基反应 | 8 |
| 二、离子型反应 | 8 |
| 三、协同反应 | 8 |
| 第五节 有机化学与医学的关系 | 8 |
| 习题 | 9 |
| 第二章 烷烃和环烷烃 | 11 |
| 第一节 烷烃 | 11 |
| 一、烷烃的通式、结构和同系列 | 11 |
| 二、烷烃的构造异构 | 12 |
| 三、碳原子和氢原子的类型 | 12 |
| 四、烷烃的命名 | 13 |
| 五、乙烷和丁烷的构象 | 15 |
| 六、烷烃的物理性质 | 18 |
| 七、烷烃的化学性质 | 20 |
| 第二节 环烷烃 | 25 |
| 一、单环环烷烃的命名 | 25 |
| 二、单环环烷烃的物理性质 | 26 |
| 三、单环环烷烃的化学性质 | 26 |
| 四、单环环烷烃的结构与稳定性 | 28 |

| | |
|----------------------------|-----------|
| 五、环己烷和取代环己烷的构象 | 29 |
| 习题 | 31 |
| 第三章 烯烃、炔烃和二烯烃 | 33 |
| 第一节 烯烃 | 33 |
| 一、烯烃的结构 | 33 |
| 二、烯烃的构造异构和顺反异构 | 34 |
| 三、烯烃的命名 | 35 |
| 四、烯烃的物理性质 | 36 |
| 五、烯烃的化学性质 | 36 |
| 第二节 炔烃 | 44 |
| 一、炔烃的结构 | 44 |
| 二、炔烃的构造异构和命名 | 45 |
| 三、炔烃的物理性质 | 45 |
| 四、炔烃的化学性质 | 46 |
| 第三节 二烯烃 | 50 |
| 一、二烯烃的分类 | 50 |
| 二、二烯烃的命名 | 50 |
| 三、1,3-丁二烯的结构 | 51 |
| 四、共轭二烯烃的化学性质 | 51 |
| 习题 | 53 |
| 第四章 芳香烃 | 55 |
| 第一节 芳香烃的分类和命名 | 55 |
| 一、芳香烃的分类 | 55 |
| 二、芳香烃的命名 | 56 |
| 第二节 单环芳香烃 | 58 |
| 一、苯分子的结构 | 58 |
| 二、单环芳香烃的物理性质 | 59 |
| 三、单环芳香烃的化学性质 | 59 |
| 四、苯环上亲电取代反应的定位规则 | 66 |
| 第三节 稠环芳香烃 | 70 |
| 一、萘 | 70 |
| 二、蒽 | 74 |
| 三、菲 | 75 |
| 四、致癌稠环芳香烃 | 76 |
| 第四节 非苯芳香烃 | 76 |

| | |
|------------------------------|-----------|
| 一、休克尔规则 | 76 |
| 二、非苯芳香烃 | 76 |
| 三、多官能团化合物的命名 | 77 |
| 习题 | 79 |
| 第五章 对映异构 | 82 |
| 第一节 物质的旋光性 | 82 |
| 一、偏振光 | 82 |
| 二、旋光物质 | 83 |
| 三、旋光角和质量旋光本领 | 83 |
| 第二节 分子的手性和不对称性 | 84 |
| 一、手性分子和对映异构体 | 84 |
| 二、判别手性分子的依据 | 85 |
| 第三节 含有一个手性碳原子的化合物的对映异构 | 86 |
| 第四节 构型的标记法 | 88 |
| 一、D,L 构型标记法 | 88 |
| 二、R,S 构型标记法 | 88 |
| 第五节 含有两个手性碳原子的化合物的对映异构 | 90 |
| 一、含有两个不同手性碳原子的化合物的对映异构 | 90 |
| 二、含有两个相同手性碳原子的化合物的对映异构 | 90 |
| 第六节 含手性碳原子的单环化合物的对映异构 | 91 |
| 一、环丙烷衍生物 | 91 |
| 二、环己烷衍生物 | 92 |
| 第七节 不含手性碳原子的化合物的对映异构 | 92 |
| 一、丙二烯型化合物 | 92 |
| 二、联苯型化合物 | 93 |
| 第八节 手性分子与医学的关系 | 93 |
| 习题 | 94 |
| 第六章 卤代烃 | 97 |
| 第一节 卤代烃的分类和命名 | 97 |
| 一、卤代烃的分类 | 97 |
| 二、卤代烃的命名 | 97 |
| 第二节 一卤代烷 | 98 |
| 一、一卤代烷的物理性质 | 98 |
| 二、一卤代烷的化学性质 | 99 |
| 第三节 亲核取代反应机理 | 102 |

| | |
|---------------------|-----|
| 一、单分子亲核取代反应机理 | 102 |
| 二、双分子亲核取代反应机理 | 103 |
| 三、影响亲核取代反应的因素 | 104 |
| 第四节 消除反应机理 | 106 |
| 一、单分子消除反应机理 | 106 |
| 二、双分子消除反应机理 | 106 |
| 三、亲核取代反应与消除反应的竞争 | 107 |
| 第五节 一卤代烯烃和一卤代芳香烃 | 108 |
| 一、一卤代烯烃和一卤代芳香烃的分类 | 108 |
| 二、一卤代烯烃和一卤代芳香烃的化学性质 | 109 |
| 习题 | 111 |
| 第七章 醇、酚和醚 | 115 |
| 第一节 醇 | 115 |
| 一、醇的结构 | 115 |
| 二、醇的分类 | 115 |
| 三、醇的命名 | 116 |
| 四、醇的物理性质 | 118 |
| 五、醇的化学性质 | 119 |
| 六、重要代表物 | 124 |
| 第二节 酚 | 125 |
| 一、酚的分类和命名 | 125 |
| 二、酚的结构 | 126 |
| 三、酚的物理性质 | 126 |
| 四、酚的化学性质 | 127 |
| 五、重要代表物 | 130 |
| 第三节 醚 | 131 |
| 一、醚的结构 | 131 |
| 二、醚的分类和命名 | 132 |
| 三、醚的物理性质 | 133 |
| 四、醚的化学性质 | 134 |
| 五、重要代表物 | 136 |
| 习题 | 137 |
| 第八章 醛、酮和醌 | 140 |
| 第一节 醛和酮的结构、分类和命名 | 140 |
| 一、醛和酮的结构 | 140 |

| | |
|--------------|-----|
| 二、醛和酮的分类 | 141 |
| 三、醛和酮的命名 | 141 |
| 第二节 醛和酮的性质 | 142 |
| 一、醛和酮的物理性质 | 142 |
| 二、醛和酮的化学性质 | 143 |
| 三、重要的醛和酮 | 155 |
| 第三节 醌 | 156 |
| 一、醌的结构和命名 | 156 |
| 二、醌的物理性质 | 157 |
| 三、醌的化学性质 | 157 |
| 习题 | 159 |
| 第九章 羧酸和取代羧酸 | 162 |
| 第一节 羧酸 | 162 |
| 一、羧酸的结构 | 162 |
| 二、羧酸的分类和命名 | 162 |
| 三、羧酸的物理性质 | 164 |
| 四、羧酸的化学性质 | 166 |
| 五、重要的羧酸 | 171 |
| 第二节 羟基酸 | 172 |
| 一、醇酸 | 172 |
| 二、酚酸 | 175 |
| 三、重要的羟基酸 | 176 |
| 第三节 酮酸 | 178 |
| 一、酮酸的命名 | 178 |
| 二、酮酸的化学性质 | 178 |
| 三、重要的酮酸 | 180 |
| 习题 | 181 |
| 第十章 羧酸衍生物 | 184 |
| 第一节 羧酸衍生物的命名 | 184 |
| 一、酰卤的命名 | 184 |
| 二、酸酐的命名 | 184 |
| 三、酯的命名 | 185 |
| 四、酰胺的命名 | 185 |
| 第二节 羧酸衍生物的性质 | 186 |
| 一、羧酸衍生物的物理性质 | 186 |

| | |
|-------------------|-----|
| 二、羧酸衍生物的化学性质 | 187 |
| 第三节 碳酸衍生物 | 194 |
| 一、光气 | 194 |
| 二、尿素 | 195 |
| 三、胍 | 196 |
| 习题 | 197 |
| 第十一章 含氮有机化合物 | 200 |
| 第一节 硝基化合物 | 200 |
| 一、硝基化合物的分类和命名 | 200 |
| 二、硝基化合物的结构 | 201 |
| 三、硝基化合物的物理性质 | 201 |
| 四、硝基化合物的化学性质 | 202 |
| 第二节 胺 | 204 |
| 一、胺的分类和命名 | 204 |
| 二、胺的结构 | 205 |
| 三、胺的物理性质 | 207 |
| 四、胺的化学性质 | 207 |
| 五、与医学有关的含氮化合物 | 214 |
| 第三节 重氮化合物 | 216 |
| 一、重氮化合物的结构 | 216 |
| 二、芳香胺的重氮化反应 | 217 |
| 三、重氮盐的化学反应 | 217 |
| 第四节 偶氮化合物 | 219 |
| 一、有机化合物的颜色与电子跃迁类型 | 219 |
| 二、芳香族偶氮化合物 | 220 |
| 习题 | 221 |
| 第十二章 含硫和含磷有机化合物 | 224 |
| 第一节 含硫有机化合物 | 224 |
| 一、硫醇和硫酚 | 224 |
| 二、硫醚 | 226 |
| 三、磺酸 | 228 |
| 四、磺胺类药物 | 229 |
| 第二节 含磷有机化合物 | 230 |
| 一、含磷有机化合物的分类 | 230 |
| 二、含磷有机化合物的命名 | 230 |

| | |
|------------------------|-----|
| 三、烷基膦的结构 | 231 |
| 四、烷基膦的化学性质 | 232 |
| 习题 | 232 |
| 第十三章 杂环化合物 | 234 |
| 第一节 杂环化合物的分类和命名 | 234 |
| 一、杂环化合物的分类 | 234 |
| 二、杂环化合物的命名 | 235 |
| 第二节 五元杂环化合物 | 236 |
| 一、吡咯、呋喃和噻吩的结构 | 236 |
| 二、吡咯、呋喃和噻吩的物理性质 | 238 |
| 三、吡咯、呋喃和噻吩的化学性质 | 238 |
| 四、吡咯和呋喃的重要衍生物 | 240 |
| 第三节 六元杂环化合物 | 243 |
| 一、吡啶的结构 | 243 |
| 二、吡啶的物理性质 | 243 |
| 三、吡啶的化学性质 | 243 |
| 四、吡啶的重要衍生物 | 244 |
| 第四节 稠杂环化合物 | 246 |
| 一、喹啉和异喹啉 | 246 |
| 二、嘌呤 | 247 |
| 三、重要的衍生物 | 248 |
| 第五节 生物碱 | 250 |
| 一、生物碱概述 | 250 |
| 二、重要的生物碱 | 250 |
| 习题 | 252 |
| 第十四章 糖类 | 254 |
| 第一节 单糖 | 254 |
| 一、单糖的构型 | 254 |
| 二、葡萄糖的结构 | 255 |
| 三、果糖的结构 | 257 |
| 四、单糖的性质 | 258 |
| 五、重要的单糖 | 262 |
| 第二节 二糖 | 263 |
| 一、蔗糖 | 264 |
| 二、麦芽糖 | 264 |

| | |
|----------------|-----|
| 三、乳糖 | 265 |
| 第三节 多糖 | 266 |
| 一、淀粉 | 266 |
| 二、糖原 | 269 |
| 三、纤维素 | 269 |
| 习题 | 270 |
| 第十五章 类脂 | 272 |
| 第一节 油脂 | 272 |
| 一、油脂的组成和命名 | 272 |
| 二、脂肪酸 | 273 |
| 三、油脂的物理性质 | 274 |
| 四、油脂的化学性质 | 274 |
| 第二节 磷脂 | 276 |
| 一、甘油磷脂 | 276 |
| 二、鞘磷脂 | 278 |
| 第三节 糖脂 | 279 |
| 习题 | 280 |
| 第十六章 萜类和甾族化合物 | 281 |
| 第一节 萜类化合物 | 281 |
| 一、单萜 | 281 |
| 二、倍半萜 | 282 |
| 三、二萜 | 282 |
| 四、三萜 | 283 |
| 五、四萜 | 283 |
| 第二节 甾族化合物 | 284 |
| 一、甾族化合物的结构 | 284 |
| 二、甾醇 | 285 |
| 三、胆汁酸 | 287 |
| 四、甾族激素 | 287 |
| 习题 | 290 |
| 第十七章 氨基酸、肽和蛋白质 | 292 |
| 第一节 氨基酸 | 292 |
| 一、氨基酸的结构 | 292 |
| 二、氨基酸的分类和命名 | 292 |
| 三、氨基酸的两性 | 294 |

| | |
|----------------|-----|
| 四、氨基酸的化学性质 | 295 |
| 第二节 肽 | 297 |
| 一、肽的结构和命名 | 297 |
| 二、多肽结构的测定 | 298 |
| 第三节 蛋白质 | 299 |
| 一、蛋白质的分类 | 299 |
| 二、蛋白质的结构 | 300 |
| 三、蛋白质的化学性质 | 304 |
| 习题 | 307 |
| 第十八章 核酸 | 309 |
| 第一节 核酸的组成 | 309 |
| 一、核糖和脱氧核糖 | 309 |
| 二、碱基 | 310 |
| 三、核苷 | 310 |
| 四、核苷酸 | 311 |
| 第二节 核酸的结构 | 312 |
| 一、核酸的一级结构 | 312 |
| 二、核酸的二级结构 | 314 |
| 第三节 核酸的性质 | 316 |
| 一、核酸的物理性质 | 316 |
| 二、核酸的化学性质 | 316 |
| 习题 | 317 |
| 第十九章 波谱学基础 | 318 |
| 第一节 紫外吸收光谱法 | 318 |
| 一、紫外吸收光谱法的基本原理 | 319 |
| 二、谱图示例 | 320 |
| 第二节 红外吸收光谱法 | 321 |
| 一、红外吸收光谱法的基本原理 | 321 |
| 二、谱图示例 | 324 |
| 第三节 核磁共振波谱法 | 326 |
| 一、核磁共振波谱法的基本原理 | 326 |
| 二、谱图示例 | 331 |
| 第四节 质谱分析法 | 331 |
| 一、质谱分析法的基本原理 | 331 |
| 二、谱图示例 | 333 |

