



普通高等教育“十二五”规划教材

基础有机化学

(第二版)

王兴明 康 明 主编



科学出版社

普通高等教育“十二五”规划教材

基础有机化学

(第二版)

王兴明 康 明 主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是为了适应现代学科发展和人才培养的需要编写的,以有机化学的基本知识、基本理论和基本反应为主导,结合有机化学新进展和化学性质新应用,较好地融合了结构与性质的关系。本书重点介绍有机化合物的结构特征和反应规律,加强反应机理和有机合成的介绍。本书采用问题式教材编写模式,各章正文均有多个讨论类型的题目,以利于课堂上师生的教与学;引进了绿色化学的概念和应用案例,在有关章节中编写了各类重要有机化合物及其应用,各章均附有习题。

本书可作为高等院校应用化学、化工、材料、生命科学、环境、制药、农林、畜牧和医学等各专业的有机化学教材,也可供自学考试者、相关科研和工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

基础有机化学/王兴明,康明主编. —2版. —北京:科学出版社,2015.6
普通高等教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-03-044780-7

I. ①基… II. ①王… ②康… III. ①有机化学-高等学校-教材
IV. ①O62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 123693 号

责任编辑:郑祥志 郭慧玲 / 责任校对:赵桂芬
责任印制:赵 博 / 封面设计:迷底书装

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

三河市骏杰印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012 年 1 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2015 年 11 月第 二 版 印张:29 3/4

2016 年 1 月第六次印刷 字数:728 000

定价:59.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

第二版前言

根据各学校相关专业使用第一版教材的效果和工科有机化学教学的特点,我们再版修订了《基础有机化学》教材,使之更适用于各专业的课堂教学。

本书的再版修订在理念上坚持教材适用于教与学的科学观,加强基础,拓展应用。构建以有机化合物性质与结构之间的关系为中心的主线,结合相关反应机理体现工科有机化学的基础全貌。在内容的处理方面,进行了一定的删减和补充,将现代科研成果与基础理论相结合并力求做到少而精。

本教材保持了第一版的体系和主要内容,修订的主要方面如下:

(1) 保留了问题式教材模式,对个别讨论题目进行了修改使之更有利于课堂上师生的教与学,更有利于调动学生学习的积极性和培养学生创新思维能力。

(2) 保留并拓展了有机化合物化学性质的新应用、有机化学的新成果以及与绿色有机化学相关的内容。

(3) 删减了少部分有机化学反应机理,如第 10 章和第 11 章的部分较复杂的机理,对部分习题也进行了删减和修改,使教材内容对于工科各专业的适用性更强。

(4) 对第 4 章电子效应进行了较大篇幅的修改,充实了电子效应的应用等内容,修改后内容更全面、更精炼。

(5) 保留了习题和问题的参考答案未附于书后的返璞归真的特点,由教师掌握更有利于培养学生独立分析问题和解决问题的能力。对教学课件也进行了相应的修改。

本书主编为王兴明、康明,副主编为李鸿波、陈绍玲、高峻、赵志刚,参与编写人员还有胡亚敏、金波、周燕芳、雷军、何方方。具体分工为:康明(第 1、13 章)、胡亚敏(第 2、7 章)、陈绍玲(第 3、5 章)、金波(第 4、6 章)、高峻(第 8、14 章)、周燕芳(第 9、17 章)、赵志刚(第 10、11 章)、王兴明(第 12、15 章)、雷军(第 16 章)、何方方(第 18 章)、李鸿波(第 19、20 章)。最后由王兴明统一整理定稿。

由于编者的水平和经验有限,书中不妥之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者

(xmwang_xkd@163.com)

第一版前言

随着有机化学学科的发展和教学改革的不断深入,各类学校的各种专业对有机化学的要求也不尽相同,教材编写模式更需适应现代课堂教学改革的发展趋势。根据现代高等学校工科不同专业的特点,我们编写了《基础有机化学》,供高等学校应用化学、化工、材料、生物、环境、制药、农林、畜牧和医学等各专业作为有机化学课程的教材使用。

本书的编写思路如下。

(1) 本书采用问题式教材编写模式,各章均有多个讨论类型的题目,以利于课堂上师生的教与学。问题式教材编写模式是为逐步摒弃传统灌输式教学方法而设计的,不少问题明显区别于课后习题,属于较深层次的问题,适于课堂研讨。通过讨论课堂问题,不仅可以调动学生学习的积极性,而且对于培养学生创新思维可以起到潜移默化的作用。

(2) 本书选择性地编写了部分有机化合物化学性质的新应用和有机化学的新成果,并引进了一些具有绿色化学意义或与其他学科交叉渗透的内容。这对于拓展学生的知识面以及学生理解基础和现代有机化学及其应用有重要意义。

(3) 本书在编排上按官能团分类,采用脂肪族与芳香族混编体系。以基本概念、基本知识和基本理论为主导,体现了有机化学学科的系统性、逻辑性和完整性,并力求做到少而精和简明扼要。电子效应单独列为一章,共振论则放在芳烃一章介绍。在相关章节编写了酸碱理论、取代酸、生物碱和核酸,书末编写了有机合成一章。我们还制作了可根据需要自行修改的教学课件,可无偿提供用于教师教学。

本书共 20 章,包括绪论,烷烃,脂环烃,电子效应,烯烃,炔烃和二烯烃,对映异构,芳烃,卤代烃,醇、酚、醚,醛和酮,羧酸及其衍生物,取代酸,有机含氮化合物,杂环化合物,周环反应,碳水化合物,多肽、蛋白质和核酸,有机化合物的波谱分析,有机合成。教师可根据学校工科类各专业的特色和学生对象适当取舍。

本书的编写人员有主编王兴明、康明,副主编赵志刚、高峻、陈绍玲、李鸿波,参与编写人员有胡亚敏、刘德春、唐天君、周燕芳、雷军、何方方。具体分工为:康明(第 1、13 章)、胡亚敏(第 2、7 章)、陈绍玲(第 3、5 章)、刘德春(第 4 章)、唐天君(第 6 章)、高峻(第 8、14 章)、周燕芳(第 9、17 章)、赵志刚(第 10、11 章)、王兴明(第 12、15 章)、雷军(第 16 章)、何方方(第 18 章)、李鸿波(第 19、20 章)。最后由王兴明、康明统一整理定稿。

本书承蒙北京师范大学张聪教授和四川大学谢川教授审阅,并提出了宝贵的修改意见,在此致以衷心的感谢。刘家勤教授和胡晓黎教授在本书编写过程中给予了热情支持和帮助,使本书得以顺利出版,在此一并致以真诚的谢意。

由于编者的水平和经验有限,书中不妥之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者

(xmwang_xkd@163.com)

目 录

第二版前言

第一版前言

第 1 章 绪论	1
1.1 有机化学及其发展	1
1.1.1 萌芽有机化学时期	1
1.1.2 经典有机化学时期	1
1.1.3 现代有机化学时期	1
1.1.4 有机化学发展新趋势	3
1.1.5 有机化学与绿色化学	3
1.2 有机化合物及其特点	4
1.2.1 有机化合物的结构特点	4
1.2.2 有机化合物的性质特点	4
1.3 有机化合物中的共价键	5
1.3.1 共价键的形成	5
1.3.2 共价键的基本属性	8
1.3.3 构造式的表示方法	11
1.4 有机化学反应类型	12
1.4.1 均裂反应	12
1.4.2 异裂反应	12
1.4.3 协同反应	12
1.5 有机化合物的酸碱理论	13
1.5.1 酸碱质子理论	13
1.5.2 酸碱电子理论	13
1.6 有机化合物的分类	14
1.6.1 按碳骨架分类	14
1.6.2 按官能团分类	14
习题	15
第 2 章 烷烃	17
2.1 烷烃的概念和命名	17
2.1.1 烷烃的概念	17
2.1.2 烷烃的命名	17
2.2 烷烃的结构和同分异构	20
2.2.1 烷烃的结构	20
2.2.2 烷烃的同分异构现象	21
2.3 烷烃的物理性质	23

2.3.1 物态	24
2.3.2 沸点	24
2.3.3 熔点	25
2.3.4 相对密度	26
2.3.5 溶解度	26
2.3.6 折射率	26
2.4 烷烃的化学性质	26
2.4.1 自由基反应和烷烃的卤化	26
2.4.2 氧化反应	30
2.4.3 裂解反应	30
2.4.4 烷烃的硝化、磺化反应及氯磺化反应	31
2.5 烷烃的来源和用途	31
2.5.1 烷烃的来源	31
2.5.2 几种常用的烷烃及用途	32
习题	33
第3章 脂环烃	34
3.1 脂环烃的分类和命名	34
3.1.1 分类	34
3.1.2 环烷烃的异构现象	34
3.1.3 脂环烃的命名	35
3.2 环烷烃的性质	37
3.2.1 环烷烃的物理性质	37
3.2.2 环烷烃的化学性质	37
3.3 脂环烃的结构	39
3.3.1 环烷烃的环张力和稳定性	39
3.3.2 环丙烷的结构	41
3.3.3 环丁烷和环戊烷的构象	41
3.3.4 环己烷及取代环己烷的构象	42
3.4 多脂环化合物	46
3.4.1 十氢化萘的构象	46
3.4.2 金刚烷	46
3.5 脂环烃的制备	47
3.5.1 分子内偶联法	47
3.5.2 芳香化合物的催化氢化	47
习题	48
第4章 电子效应	50
4.1 诱导效应	50
4.1.1 诱导效应的定义	50
4.1.2 诱导效应的特点	50
4.1.3 诱导效应的应用	51

4.2 共轭效应	52
4.2.1 共轭效应的定义	52
4.2.2 共轭效应的特点	52
4.2.3 π - π 共轭效应	53
4.2.4 p - π 共轭效应	53
4.2.5 共轭效应的应用	54
4.3 超共轭效应	55
4.3.1 超共轭效应的定义	55
4.3.2 超共轭效应的特点	55
4.3.3 σ - π 超共轭效应	56
4.3.4 σ - p 超共轭效应	56
4.3.5 超共轭效应的应用	56
4.4 空间效应和场效应	57
4.4.1 空间效应	57
4.4.2 场效应	59
习题	59
第5章 烯烃	61
5.1 烯烃的结构	61
5.1.1 乙烯的结构	61
5.1.2 σ 键和 π 键的比较	62
5.2 烯烃的同分异构和命名	63
5.2.1 烯烃的同分异构	63
5.2.2 烯烃的命名	64
5.3 烯烃的物理性质	67
5.4 烯烃的化学性质	68
5.4.1 催化氢化	68
5.4.2 亲电加成	70
5.4.3 自由基加成——过氧化物效应	77
5.4.4 硼氢化-氧化反应	78
5.4.5 羟汞化-脱汞反应	81
5.4.6 氧化反应	81
5.4.7 聚合反应	85
5.4.8 α -H 的反应	86
5.5 烯烃的来源和制法	88
5.5.1 烯烃的工业来源和制法	88
5.5.2 烯烃的实验室制法	89
5.6 重要的烯烃	89
5.6.1 乙烯	89
5.6.2 丙烯	90
5.7 石油	90

5.7.1 概述	90
5.7.2 石油的炼制	90
5.7.3 汽油的辛烷值和柴油的凝固点	91
5.7.4 石油化工	92
习题	92
第6章 炔烃和二烯烃	96
6.1 炔烃	96
6.1.1 炔烃的结构	96
6.1.2 炔烃的命名和异构	97
6.1.3 炔烃的物理性质	97
6.1.4 炔烃的化学性质	97
6.1.5 炔烃的来源和制法	102
6.1.6 重要的炔烃	103
6.2 二烯烃	104
6.2.1 二烯烃的分类和命名	104
6.2.2 共轭二烯烃的结构与稳定性	105
6.2.3 二烯烃的物理性质	106
6.2.4 共轭二烯烃的化学性质	106
6.2.5 速率控制与平衡控制	108
6.2.6 重要二烯烃的来源和制法	110
习题	111
第7章 对映异构	113
7.1 旋光性	113
7.1.1 平面偏振光	113
7.1.2 旋光仪、旋光物质、旋光度	113
7.1.3 比旋光度、分子比旋光度	114
7.2 有机化合物的旋光性与其结构的关系	115
7.2.1 手性、手性分子	115
7.2.2 对称因素	115
7.2.3 手性中心和手性碳原子	117
7.2.4 含一个手性碳原子的对映异构	118
7.3 分子的构型	119
7.3.1 构型的表示法	119
7.3.2 构型的标记法	121
7.4 含手性中心的手性分子	123
7.4.1 含有两个手性碳原子的对映异构	123
7.4.2 含有 n 个手性碳原子的对映异构	125
7.4.3 含手性碳原子的单环化合物	126
7.4.4 含有其他不对称原子的光活性分子	128
7.5 不含手性碳原子的对映异构	128

7.5.1 丙二烯型的对映异构	128
7.5.2 联芳烃类的对映异构	129
7.6 手性有机物的制备	129
7.6.1 外消旋体的拆分	129
7.6.2 不对称合成与立体专一反应	131
习题	132
第8章 芳烃	134
8.1 单环芳烃	134
8.1.1 苯系芳烃的分类和命名	134
8.1.2 苯的结构及结构解释	136
8.1.3 单环芳烃的性质	139
8.1.4 苯环上亲电取代反应的定位规律	147
8.2 多环芳烃	153
8.2.1 多环芳烃的分类和命名	153
8.2.2 稠环芳烃	153
8.3 芳烃的来源和制备	159
8.3.1 从煤焦油分离	159
8.3.2 从石油裂解产物中分离	159
8.3.3 石油的芳构化	159
8.4 非苯芳烃及休克尔规则	160
8.4.1 休克尔规则	160
8.4.2 非苯芳烃芳香性的判断	160
8.5 富勒烯	161
习题	162
第9章 卤代烃	166
9.1 卤代烃的分类和命名	166
9.1.1 卤代烃的分类	166
9.1.2 卤代烃的命名	166
9.2 卤代烃的物理性质	167
9.3 卤代烃的化学性质	168
9.3.1 亲核取代反应	168
9.3.2 消除反应	169
9.3.3 与金属的反应	170
9.3.4 卤代烃的还原反应	172
9.4 亲核取代反应机理	172
9.4.1 单分子亲核取代反应(S_N1)机理	173
9.4.2 双分子亲核取代反应(S_N2)机理	175
9.4.3 影响亲核取代反应的因素	177
9.5 消除反应机理	179
9.5.1 单分子消除反应($E1$)机理	179

9.5.2	双分子消除反应(E2)机理	181
9.5.3	影响消除反应的因素	182
9.5.4	消除反应和取代反应的竞争	182
9.6	卤代烯烃的化学性质	184
9.6.1	卤代烯烃的分类	184
9.6.2	物理性质	185
9.6.3	化学性质	185
9.7	卤代烃的制法	187
9.7.1	烃的卤代	187
9.7.2	醇的卤代	188
9.7.3	烯烃或炔烃的加成	188
9.7.4	氯甲基化	188
9.7.5	卤素交换反应	188
9.8	重要的卤代烃	188
9.8.1	氯乙烷	188
9.8.2	三氯甲烷	189
9.8.3	二氟二氯甲烷	189
9.8.4	四氟乙烯	189
9.8.5	苯氯甲烷	189
	习题	190
第10章	醇、酚、醚	193
10.1	醇	193
10.1.1	醇的结构、分类和命名	193
10.1.2	醇的物理性质	195
10.1.3	醇的化学性质	196
10.1.4	硫醇	204
10.1.5	醇的制备方法	205
10.1.6	重要的醇	208
10.2	酚	209
10.2.1	酚的结构、分类和命名	209
10.2.2	酚的物理性质	210
10.2.3	酚的化学性质	211
10.2.4	酚的制法	215
10.2.5	重要的酚	216
10.3	醚	217
10.3.1	醚的结构、分类和命名	217
10.3.2	醚的物理性质	218
10.3.3	醚的化学性质	219
10.3.4	冠醚	221
10.3.5	硫醚	222

10.3.6 醚的制备	223
10.3.7 重要的醚	223
习题	224
第 11 章 醛和酮	227
11.1 醛和酮的结构和命名	227
11.1.1 醛和酮的结构	227
11.1.2 醛和酮的命名	228
11.2 醛和酮的物理性质	228
11.3 醛和酮的化学性质	229
11.3.1 亲核加成反应	230
11.3.2 氢的活泼性反应	236
11.3.3 共轭加成反应	239
11.3.4 氧化和还原反应	240
11.4 醛和酮的制法	243
11.4.1 炔烃的水合	243
11.4.2 同碳二卤化物的水解	243
11.4.3 醇的氧化和脱氢	244
11.4.4 傅-克酰基化反应	244
11.4.5 芳基侧链的氧化	244
11.4.6 羰基合成	245
11.5 重要的醛和酮	245
11.5.1 甲醛	245
11.5.2 乙醛	245
11.5.3 丙酮	245
习题	246
第 12 章 羧酸及其衍生物	248
12.1 羧酸	248
12.1.1 羧酸的分类、构造和命名	248
12.1.2 羧酸的物理性质	249
12.1.3 羧酸的化学性质	250
12.1.4 羧酸的制法	255
12.1.5 重要的羧酸	256
12.2 羧酸衍生物	258
12.2.1 羧酸衍生物的构造和命名	258
12.2.2 羧酸衍生物的物理性质	259
12.2.3 羧酸衍生物的化学性质	260
12.2.4 羧酸衍生物的制法	267
12.2.5 蜡和油脂	270
12.2.6 过酸	272
习题	273

第 13 章 取代酸	275
13.1 羟基酸	275
13.1.1 羟基酸的分类	275
13.1.2 羟基酸的物理性质	276
13.1.3 羟基酸的化学性质	276
13.1.4 羟基酸的制法	278
13.1.5 重要的羟基酸	279
13.2 羧基酸	281
13.2.1 醛酸	281
13.2.2 酮酸	282
13.2.3 乙酰乙酸乙酯	284
13.2.4 丙二酸酯	287
13.3 氨基酸	288
13.3.1 氨基酸的分类	288
13.3.2 氨基酸的构型	291
13.3.3 氨基酸的性质	291
13.3.4 重要的氨基酸	293
习题	295
第 14 章 有机含氮化合物	298
14.1 硝基化合物	298
14.1.1 硝基化合物的分类、命名和结构	298
14.1.2 硝基化合物的制法	298
14.1.3 硝基化合物的性质	298
14.2 胺	301
14.2.1 胺的分类、命名和结构	301
14.2.2 胺的性质	302
14.2.3 胺的制法	309
14.2.4 季铵盐和季铵碱	310
14.3 重氮化合物和偶氮化合物	311
14.3.1 重氮化反应和芳香重氮化合物的结构	311
14.3.2 重氮盐的性质及其在合成上的应用	311
14.3.3 偶氮化合物和偶氮染料	314
习题	315
第 15 章 杂环化合物	318
15.1 杂环化合物的分类和命名	318
15.1.1 音译命名法	318
15.1.2 系统命名法	319
15.2 五元杂环化合物	319
15.2.1 呋喃、噻吩、吡咯的结构	320

15.2.2 呋喃、吡咯和噻吩的性质	321
15.2.3 糠醛	325
15.3 六元杂环化合物	327
15.3.1 吡啶	327
15.3.2 喹啉	331
15.4 金属杂环化合物	332
15.4.1 金属五元杂环化合物	332
15.4.2 金属六元杂环化合物	334
15.5 杂环化合物的制法	335
15.5.1 呋喃、噻吩和吡咯的制法	335
15.5.2 吡啶和喹啉的制法	335
15.6 重要的杂环化合物	337
15.6.1 哒嗪、嘧啶和吡嗪	337
15.6.2 吡咯、苯并噻吩和苯并呋喃	338
15.7 生物碱	339
15.7.1 生物碱的物理性质	339
15.7.2 生物碱的化学性质	340
15.7.3 重要的生物碱	342
习题	344
第 16 章 周环反应	346
16.1 周环反应的分类	346
16.2 周环反应的机理	346
16.2.1 轨道和成键	346
16.2.2 分子轨道对称守恒原理	349
16.2.3 前线轨道理论	349
16.3 电环化反应	349
16.3.1 含 $4n$ 个 π 电子体系的电环化	350
16.3.2 含 $4n+2$ 个 π 电子体系的电环化	353
16.4 环加成反应	354
16.4.1 $[2+2]$ 环加成	355
16.4.2 $[4+2]$ 环加成	356
16.5 σ 键迁移反应	358
16.5.1 $[1,j]\sigma$ 键迁移	358
16.5.2 $[1,j]\sigma$ 键烷基迁移	360
16.5.3 $[3,3]\sigma$ 键迁移	361
习题	362
第 17 章 碳水化合物	364
17.1 单糖	364
17.1.1 葡萄糖的结构	365
17.1.2 果糖的结构	369

17.1.3 单糖的化学性质	370
17.1.4 重要的单糖及其衍生物	375
17.2 低聚糖	377
17.2.1 蔗糖	377
17.2.2 麦芽糖	378
17.2.3 纤维二糖	379
17.2.4 乳糖	379
17.3 多糖	379
17.3.1 淀粉	380
17.3.2 纤维素	381
17.3.3 糖原	383
习题	384
第 18 章 多肽、蛋白质和核酸	386
18.1 多肽	386
18.1.1 多肽的分类和命名	386
18.1.2 多肽的结构测定	387
18.1.3 多肽的合成	388
18.2 蛋白质	390
18.2.1 蛋白质的组成和分类	390
18.2.2 蛋白质的结构	390
18.2.3 蛋白质的性质	392
18.2.4 酶	394
18.3 核酸	396
18.3.1 核酸的组成	396
18.3.2 核酸的结构	396
18.3.3 核酸的生物功能	399
18.3.4 DNA 的重组技术和基因工程	399
习题	399
第 19 章 有机化合物的波谱分析	401
19.1 吸收光谱的产生	401
19.2 紫外-可见吸收光谱(UV-Vis)	402
19.2.1 紫外-可见吸收光谱的基本原理	402
19.2.2 影响紫外光谱的主要因素	405
19.2.3 紫外光谱图的解析	406
19.2.4 紫外光谱图的应用	407
19.3 红外光谱(IR)	407
19.3.1 红外光谱的基本原理	408
19.3.2 红外光谱与分子结构的关系	410
19.3.3 各类有机化合物的红外光谱	411
19.3.4 红外光谱图的解析	413

19.3.5 红外谱图解析举例	413
19.4 核磁共振(NMR)	416
19.4.1 核磁共振的基本原理	416
19.4.2 ^1H NMR 的化学位移	417
19.4.3 核磁共振信号与分子结构的关系	419
19.4.4 核磁共振的谱图解析	421
19.5 质谱(MS)	422
19.5.1 质谱的基本原理	422
19.5.2 质谱仪和质谱图	423
19.5.3 质谱图的解析	423
19.5.4 质谱应用示例	426
习题	428
第 20 章 有机合成	430
20.1 逆合成分析	430
20.1.1 有机合成设计的基本术语及例行程序	430
20.1.2 逆合成分析	431
20.2 有机合成设计中的策略	435
20.2.1 官能团的保护	435
20.2.2 导向基团的使用	437
20.2.3 极性反转	439
20.2.4 反应选择性的利用	439
20.3 分子骨架的构筑	442
20.3.1 增长碳链法	442
20.3.2 缩短碳链法	444
20.3.3 碳环的形成	445
20.4 多步骤有机合成实例	446
习题	452
参考文献	454

第 1 章 绪 论

1.1 有机化学及其发展

有机化学是研究有机化合物结构、性质及其相互转变规律的一门学科,是化学中极为重要的一个分支,是有机化学工业的基础。有机化学不仅为生命科学、材料科学和环境科学等相关学科的发展提供了理论基础,还促进了化学工业、能源工业和材料工业等的发展。

19 世纪初期,“有机化学”这一名词首次被瑞典化学家伯齐利厄斯(J. J. Berzelius)提出,当时许多化学家认为有机化合物只能产生于生物体中。随着科学家不断总结出新的概念、规律和合成方法等,有机化学才逐渐被人们所认识。有机化学的发展经历了萌芽有机化学、经典有机化学和现代有机化学三个时期,由此也产生了多项诺贝尔化学奖,展示出有机化学的发展趋势。

1.1.1 萌芽有机化学时期

从 19 世纪初到 1858 年是有机化学的萌芽时期。这期间科学家已经分离出许多有机化合物,也制备了一些有机衍生物,并认识了一些有机化合物的性质。

1824 年,德国化学家韦勒(F. Wöhler)由氰经过水解制得乙二酸,并于 1828 年通过加热使氰酸铵转化为尿素。



法国化学家拉瓦锡(A. L. Lavoisier)发现有机物燃烧后生成二氧化碳和水;1830 年,德国化学家李比希(J. von Liebig)发展了碳氢分析法;1883 年,法国化学家杜马(J. B. A. Dumas)建立了氮分析法。这些研究作为有机物的定量分析奠定了基础,有利于弄清有机物分子中各原子间的关系。

1.1.2 经典有机化学时期

1858~1916 年是经典有机化学时期。1858 年,德国化学家凯库勒(F. A. Kekulé)等提出了“碳四价”的概念,从而建立了价键学说,并在 1866 年提出苯环的凯库勒结构式,这又是有机化学发展史上的里程碑。

1874 年,荷兰化学家范特霍夫(J. H. van't Hoff)和法国化学家勒贝尔(J. A. LeBel)分别独立地提出了碳价四面体学说,这一学说奠定了有机立体化学的基础,推动了有机化学的发展。

在经典有机化学时期,关于有机化合物结构的测定及其反应方面都取得了较大进展,但价键学说还只是化学家在实践中得出的一种概念,有关价键的本质问题还没有得到解决。

1.1.3 现代有机化学时期

1916 年,美国物理化学家路易斯(G. N. Lewis)等提出了价键的电子理论,这是现代有机化学时期的开端。这一理论认为分子中各原子通过其外层电子的相互作用结合在一起,原子