



高职高专教材

有机化学

第二版

► 高鸿宾 王庆文 高振胜 编



化学工业出版社

教材出版中心

高 职 高 专 教 材

有 机 化 学

第 二 版

高鸿宾 王庆文 高振胜 编



化 学 工 业 出 版 社
教 材 出 版 中 心

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

有机化学 / 高鸿宾, 王庆文, 高振胜编. — 2 版.
北京: 化学工业出版社, 2005. 1
高职高专教材
ISBN 7-5025-6570-1

I. 有… II. ①高…②王…③高… III. 有机化学-
高等学校: 技术学院-教材 IV. O62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 141118 号

高职高专教材
有 机 化 学
第二版

高鸿宾 王庆文 高振胜 编

责任编辑: 何曙霓

责任校对: 李 林

封面设计: 于剑凝

*

化学工业出版社
教材出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷

三河市东柳装订厂装订

开本 720mm×1000mm 1/16 印张 22 $\frac{3}{4}$ 字数 455 千字

2005 年 4 月第 2 版 2005 年 4 月北京第 9 次印刷

ISBN 7-5025-6570-1/G·1696

定 价: 35.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

第二版前言

本书自1997年出版以来,已被许多学校作为教材或教学参考书使用,随着时间的推移,有机化学和相关学科又有较大发展,因此有必要对该书进行修订。

本书的体系仍采用第一版脂肪族和芳香族混编的系统,但对某些章节进行了适当的调整。全书共十八章,包括烃类,卤代烃,对映异构,有机含氧化合物,有机含氮化合物,杂环化合物,碳水化合物,氨基酸、蛋白质和核酸。本书配有“助教和助学型”光盘。

“助教部分”的内容包括:各章讲解要点,其标题基本上与教材相同。除文字说明外,还包括结构式,反应式,一些化合物和活性中间体等的立体图形、能量曲线、理论解释,反应机理等。其中有些反应机理还采取“动画”形式表达,以加强学生的理解。这部分内容简明扼要,教师可根据自己的教学需要和要求,对内容进行增删,并不要求教师以此为准,而是作为教师的参考。此部分内容亦可作为学生学习时使用。

“助学部分”主要是供学生为掌握各章内容和适当扩展一些知识面而编写的,也可供教师参考。内容包括:重要概念(不是全部)、理论问题和化学反应的小结(主要),涉及的内容以本章为主,有些问题适当有些扩展,以期对某个问题有一个较全面的了解。最后附有一些化合物之间的相互转变,作为一个例子,供学生参考。

本书在修订过程中,仍遵循以培养大专技术人才为目的,力求科学性、先进性和实用性,加强基本概念、基本知识和基本理论,力求理论联系实际,并在此基础上适当引入有机化学和相关学科的一些新进展,以增强创新意识;在内容安排上,是在第一版的基础上,对一些内容作了适当的增、删或重写,加强了分子内原子间相互影响的论述。

参加本书编写的同志有:高鸿宾(天津大学)第二至五、七至十二章;王庆文(天津工业大学)第十三至十八章;高振胜(天津大学)第一和六章。全书最后由高鸿宾统稿和定稿。所配光盘由吕义(天津工业大学)、王庆文(天津工业大学)、高振胜(天津大学)制作。脚本由高鸿宾、王庆文、高振胜提供(提供的章节教材相同)。

限于编者的水平,错误和不妥之处,敬请读者批评指正。

编者

2004年10月

第一版前言

近年来专科教育蓬勃发展,需要一些与之相适应的教材和教学参考书,作为高等学校化工及化学类专科各专业的有机化学课程也不例外。受化学工业出版社之约,编写了这本《有机化学》,供高等职业教育、高等专科学校化工及化学类各专业作为有机化学课程的教材之用,也可作为其他院校专科层次有关专业教材或参考书,以及有关人员参考用书。

本书在编写过程中,从培养大专技术人才为目的出发,力求先进性与实用性相结合,加强理论联系实际;在确保基本概念、基本知识和基本理论的前提下,力求少而精;在内容安排上,力求难点分散、循序渐进,符合教学规律;注意教学的启发性和思维能力的培养;文字力求通俗易懂,便于自学。为了帮助读者通过解答习题更好地掌握各章内容,除在各章内容中间列有问题、各章后列有习题外,每章(第一章和第十七章除外)还有例题作为解答各种类型习题的参考。本书目录较为详细,其目的是为了便于读者查阅,希望能起到部分索引的作用,因此不再另设索引。

本书按照官能团体系分类,采用脂肪族和芳香族混合编写而成。书中重点讨论典型官能团化合物的命名、结构、性质及主要用途,希望能使读者掌握有机化合物的结构与性质之间的辩证关系,以便更好地利用它。书中将对映异构列为专章讨论,其他均分散在有关章节中。另外,波谱学虽对测定有机化合物结构很重要,但考虑到许多学校已设专门课程讲授,故本书未列入这部分内容。

本书由高鸿宾(天津大学)编写第一章至第十一章;由王庆文(天津纺织工学院)编写第十二章至第十七章。全书最后由高鸿宾统一、修改、定稿。

本书承蒙南开大学化学系汪小兰教授审阅,提出许多宝贵意见,谨致衷心谢意。

限于编者水平,书中不妥和错误之处,敬请读者批评指正。

编者

1996年12月

内 容 简 介

本书按官能团体系,采用脂肪族和芳香族合编,但与第一版相比章节和内容有所调整、更新或重写。

全书共十八章,包括烷烃,环烷烃,烯烃,二烯烃,炔烃,芳烃,对映异构,卤代烃,醇和酚,醚和环氧化合物,醛、酮和醌,羧酸,羧酸衍生物,含氮化合物,杂环化合物,碳水化合物,氨基酸、蛋白质和核酸。本书在确保基本概念、基本知识和基本理论的前提下,力求理论联系实际,并适当加入一些有机化学和相关学科的最新进展。书中各章仍安排有启发性问题和习题,各章在习题前安排有例题,作为解题方法的参考,全书例题基本上包括了习题中的各种类型。另外,本书配有“助教和助学型”的光盘,以加深读者对课程内容的理解。

本书可作为高等院校化工类和化学类大专层次各专业,以及本科少学时(短学时)有机化学课程教材之用,也可作为其他院校(大学)和高职高专有关专业的教材或参考书,以及有关科技人员的参考用书。

目 录

第 1 章 绪论	1	(2) 衍生命名法	19
1.1 有机化合物和有机化学	1	(3) 系统命名法	20
1.2 有机化合物的一般特点	2	2.3 烷烃的结构——碳原子的 sp^3	
1.3 化学键和分子结构	2	杂化	21
1.4 共价键的属性	4	2.4 烷烃的构象	24
1.4.1 键长	4	2.4.1 乙烷的构象	24
1.4.2 键角	5	2.4.2 丁烷的构象	25
1.4.3 键离解能和键能	5	2.5 烷烃的物理性质	26
1.4.4 元素的电负性和键的极性	6	2.5.1 物态	27
1.5 共价键的断裂和有机反应的		2.5.2 沸点	27
类型	8	2.5.3 熔点	28
1.6 有机化合物的分类	8	2.5.4 相对密度	29
1.6.1 按碳架分类	8	2.5.5 溶解度	29
(1) 开链化合物	8	2.5.6 折射率	29
(2) 脂环化合物	8	2.6 烷烃的化学性质	29
(3) 芳香族化合物	9	2.6.1 氯化反应	30
(4) 杂环化合物	9	(1) 甲烷的氯化	30
1.6.2 按官能团分类	10	(2) 甲烷氯化的反应机理	30
1.7 有机化学和有机化学工业	10	(3) 其他烷烃的氯化	31
1.8 有机化合物的天然来源	11	2.6.2 氧化反应	32
1.8.1 石油和天然气	11	2.6.3 异构化反应	33
1.8.2 煤	12	2.6.4 裂化反应	33
1.8.3 农副产品及其他	13	例题	34
习题	13	习题	37
参考书目	14	参考书目	39
第 2 章 烷烃	15	第 3 章 环烷烃	40
2.1 烷烃的通式、同系列和构造		3.1 环烷烃的分类	40
异构	15	3.2 环烷烃的命名	41
2.2 烷烃的命名	17	3.3 环烷烃的异构现象	41
2.2.1 伯、仲、叔、季碳原子	17	3.3.1 构造异构	41
2.2.2 烷基	18	3.3.2 顺反异构	42
2.2.3 烷烃的命名	19	3.4 环烷烃的结构	43
(1) 普通命名法	19	3.4.1 环的大小与稳定性	43

3.4.2 环己烷及其一取代物的 构象	44	4.6.2 氧化反应	77
3.5 环烷烃的工业来源和制法	46	(1) 用高锰酸钾氧化	77
3.6 环烷烃的物理性质	47	(2) 用过氧酸氧化	78
3.7 环烷烃的化学性质	47	(3) 催化氧化	78
3.7.1 取代反应	48	(4) 臭氧化	79
3.7.2 氧化反应	48	4.6.3 聚合反应	80
3.7.3 小环的加成反应	49	(1) 聚乙烯	81
(1) 加氢	49	(2) 聚丙烯	81
(2) 加溴	49	(3) 乙丙橡胶	81
(3) 加溴化氢	49	4.6.4 α -氢的反应	82
例题	50	(1) 氯化反应	82
习题	50	(2) 氧化反应	82
参考书目	51	例题	83
第4章 烯烃	52	习题	84
4.1 乙烯的结构——碳原子的 sp^2 杂化、 π 键	52	参考书目	87
4.2 烯烃的异构现象	54	第5章 二烯烃	88
4.2.1 构造异构	54	5.1 二烯烃的分类	88
4.2.2 顺反异构	55	5.2 二烯烃的命名	89
4.3 烯烃的命名法	56	5.3 共轭二烯烃的制法	89
4.3.1 烯基	56	5.3.1 1,3-丁二烯的制法	89
4.3.2 烯烃的命名	56	(1) 从裂解气的 C_4 馏分提取	89
4.3.3 顺反异构体的命名	58	(2) 由丁烷和丁烯脱氢生产	89
(1) 顺反命名法	58	5.3.2 2-甲基-1,3-丁二烯的制法	90
(2) Z, E命名法	59	(1) 从裂解气的 C_5 馏分提取	90
4.4 烯烃的来源和制法	61	(2) 由异戊烷或异戊烯脱氢 生产	90
4.4.1 从裂解气和炼厂气中分离	61	(3) 合成法	90
4.4.2 醇脱水	62	5.4 1,3-丁二烯的结构	91
4.4.3 卤烷脱卤化氢	62	5.5 共轭体系和共轭效应	92
4.5 烯烃的物理性质	63	5.6 共轭二烯烃的化学性质	95
4.6 烯烃的化学性质	64	5.6.1 1,2-加成和 1,4-加成	95
4.6.1 加成反应	64	5.6.2 双烯合成	97
(1) 催化加氢	64	5.6.3 聚合反应	98
(2) 与卤素加成	65	5.7 天然橡胶与合成橡胶	99
(3) 与卤化氢加成、马尔柯夫尼 柯夫规则、过氧化物效应	67	5.7.1 天然橡胶	99
(4) 与硫酸加成	73	5.7.2 合成橡胶	100
(5) 与水加成	74	(1) 异戊橡胶	100
(6) 与次卤酸加成	75	(2) 顺丁橡胶	100
(7) 硼氢化反应	76	(3) 氯丁橡胶	100
		(4) 丁苯橡胶	101
		(5) 丁基橡胶	101

5.8 环戊二烯	101	第7章 芳烃	123
5.8.1 工业来源和生产	101	7.1 芳烃的分类	123
5.8.2 理化性质和用途	102	(1) 单环芳烃	123
例题	103	(2) 多环芳烃	123
习题	105	7.2 单环芳烃的构造异构和命名	124
参考书目	107	7.2.1 构造异构	124
第6章 炔烃	108	7.2.2 命名	124
6.1 乙炔的结构——碳原子的 sp 杂化	108	7.2.3 芳基	125
6.2 炔烃的构造异构和命名	109	7.3 苯的结构	126
6.2.1 炔烃的构造异构	109	7.4 芳烃的工业来源	127
6.2.2 炔烃的命名法	110	7.4.1 从煤焦油中分离	127
(1) 衍生命名法	110	7.4.2 芳构化	128
(2) 系统命名法	110	7.5 单环芳烃的物理性质	129
6.3 炔烃的制法	110	7.6 单环芳烃的化学性质	129
6.3.1 乙炔的生产	111	7.6.1 取代反应	129
(1) 电石法	111	(1) 卤化	129
(2) 部分氧化法	111	(2) 硝化	130
(3) 其他方法	111	(3) 磺化	130
6.3.2 其他炔烃的制法	111	(4) 付列德尔-克拉夫茨反应	131
(1) 二卤代烷脱卤化氢	111	7.6.2 苯环上亲电取代反应 机理	133
(2) 炔烃的烷基化	112	(1) 硝化反应的机理	133
6.4 炔烃的物理性质	112	(2) 磺化反应的机理	134
6.5 炔烃的化学性质	112	7.6.3 加成反应	134
6.5.1 加成反应	113	(1) 加氢	134
(1) 催化加氢	113	(2) 加氯	135
(2) 与卤素加成	113	7.6.4 氧化反应	135
(3) 与卤化氢加成	114	(1) 苯环的氧化	135
(4) 与水加成	114	(2) 侧链的氧化	135
(5) 与醇加成	115	7.7 苯环上亲电取代的定位规律	136
(6) 与乙酸加成	115	7.7.1 定位规律	136
6.5.2 氧化反应	116	(1) 第一类定位基——邻对位 定位基	137
6.5.3 聚合反应	116	(2) 第二类定位基——间位 定位基	138
6.5.4 炔氢的反应	117	7.7.2 定位规律的理论解释	138
(1) 炔氢的酸性	117	(1) 第一类定位基的定位效应	139
(2) 金属炔化物的生成及其 应用	117	(2) 第二类定位基的定位效应	141
(3) 炔烃的鉴定	118	7.7.3 二取代苯的定位效应	143
例题	119	7.7.4 定位规律的应用	144
习题	120	7.8 苯乙烯和离子交换树脂	145
参考书目	122		

7.8.1 苯乙烯	145	9.1 卤代烷的分类和命名	176
7.8.2 离子交换树脂	146	9.1.1 卤代烷的分类	177
(1) 强酸性阳离子交换树脂	146	9.1.2 卤代烷的命名	177
(2) 强碱性阴离子交换树脂	147	(1) 普通命名法	177
7.9 稠环芳烃	148	(2) 系统命名法	177
7.9.1 萘	148	9.2 卤代烷的制法	178
(1) 萘的结构	149	9.2.1 烷烃直接卤化	178
(2) 萘的化学性质	150	9.2.2 由醇制备	178
7.9.2 其他稠环芳烃	152	9.2.3 由烯烃制备	179
7.10 非苯芳烃	153	9.3 卤代烷的物理性质	179
7.11 C_{60}	154	9.4 卤代烷的化学性质	180
7.12 多官能团化合物的命名	155	9.4.1 取代反应	180
例题	157	(1) 水解	180
习题	158	(2) 与醇钠作用	180
参考书目	160	(3) 与氰化钠作用	181
第8章 对映异构	161	(4) 与氨作用	181
8.1 物质的旋光性和比旋光度	161	(5) 与硝酸银作用	181
8.1.1 物质的旋光性	161	9.4.2 消除反应	182
8.1.2 比旋光度	162	9.4.3 与金属镁作用	183
8.2 分子的手性和对映异构	163	9.5 亲核取代反应和消除反应的	
8.2.1 基本概念	163	机理	184
8.2.2 对称因素	163	9.5.1 饱和碳原子上的亲核取代	
(1) 对称面	163	反应机理	184
(2) 对称中心	164	(1) S_N2 机理	185
8.3 具有一个手性碳原子的对映		(2) S_N1 机理	186
异构	165	9.5.2 消除反应的机理	187
8.4 分子构型	165	(1) $E2$ 机理	187
8.4.1 构型的表示方法	165	(2) $E1$ 机理	188
8.4.2 相对构型和绝对构型	166	9.6 氟代烃	188
8.4.3 构型的命名法	167	9.6.1 氟里昂	188
8.5 具有两个手性碳原子化合物的		9.6.2 四氟乙烯和聚四氟乙烯	189
对映异构	168	9.7 卤代烯烃和卤代芳烃	189
8.5.1 具有两个不相同手性碳原		9.7.1 乙烯型和苯基型卤化物	189
子化合物的对映异构	169	9.7.2 烯丙型和苄基型卤化物	191
8.5.2 具有两个相同手性碳原子		例题	192
化合物的对映异构	170	习题	193
8.6 异构体的分类	171	参考书目	195
例题	173	第10章 醇和酚	196
习题	174	10.1 醇	196
参考书目	175	10.1.1 醇的分类、构造异构和	
第9章 卤代烃	176	命名	196

(1) 醇的分类	196	习题	221
(2) 醇的构造异构	197	参考书目	222
(3) 醇的命名	197	第 11 章 醚和环氧化合物	223
10.1.2 醇的制法	198	11.1 醚的命名	223
(1) 烯烃水合	198	11.2 醚的制法	224
(2) 醛、酮、酸、酯的还原	198	11.2.1 醇脱水	224
(3) 由格利雅试剂制备	199	11.2.2 威廉森合成法	224
10.1.3 醇的物理性质 氢键	199	11.3 醚的物理性质	225
(1) 熔点	200	11.4 醚的化学性质	226
(2) 沸点	200	11.4.1 铯盐的生成	226
(3) 溶解度	201	11.4.2 醚键的断裂	226
(4) 相对密度	201	11.4.3 过氧化物的生成	227
10.1.4 醇的化学性质	201	11.5 环醚	227
(1) 与金属的反应	201	11.5.1 环氧乙烷	227
(2) 卤代烃的生成	202	(1) 与水反应	228
(3) 酯的生成	204	(2) 与醇反应	228
(4) 脱水反应	205	(3) 与氨反应	229
(5) 氧化和脱氢	206	(4) 与格利雅试剂的反应	229
10.1.5 乙二醇	208	11.5.2 冠醚	230
10.1.6 丙三醇	208	11.5.3 相转移催化反应	231
10.1.7 硫醇	208	11.6 硫醚	231
10.2 酚	210	例题	232
10.2.1 酚的命名	210	习题	233
10.2.2 酚的制法	211	参考书目	234
(1) 由异丙苯制备	211	第 12 章 醛、酮和醌	235
(2) 氯苯水解	212	12.1 醛和酮的分类和命名	235
(3) 由甲苯氧化制备	212	12.1.1 醛和酮的分类	235
(4) 碱熔法	212	12.1.2 醛和酮的命名	235
10.2.3 酚的物理性质	213	(1) 普通命名法	235
10.2.4 酚的化学性质	213	(2) 系统命名法	236
(1) 酚羟基的反应	213	12.2 羰基的结构	237
(2) 芳环上的反应	215	12.3 醛和酮的制法	238
(3) 氧化反应	216	12.3.1 醇的氧化或脱氢	238
(4) 与三氯化铁的显色反应	217	12.3.2 羰基合成	239
10.2.5 酚醛树脂和杯芳烃	217	12.3.3 芳烃侧链的氧化	239
(1) 酚醛树脂	217	12.3.4 同碳二卤化物的水解	239
(2) 杯芳烃	218	12.3.5 芳醛的制备	239
10.2.6 双酚 A 和环氧树脂	219	12.3.6 芳酮的制备	239
(1) 双酚 A	219	12.4 醛和酮的物理性质	240
(2) 环氧树脂	219	12.5 醛和酮的化学性质	240
例题	220	12.5.1 羰基的加成反应	240

(1) 与氢氰酸的加成	241	13.7.1 烷基苯磺酸钠	268
(2) 与亚硫酸氢钠的加成	242	13.7.2 表面活性剂	268
(3) 与醇的加成	242	例题	269
(4) 与格利雅试剂的加成	243	习题	270
(5) 与氮衍生物的反应	244	参考书目	271
(6) 与维梯希试剂的反应	245	第14章 羧酸衍生物	272
12.5.2 α -氢的反应	245	14.1 羧酸衍生物的命名	272
(1) 醇醛缩合	246	14.2 羧酸衍生物的物理性质	273
(2) 卤化和卤仿反应	248	14.3 羧酸衍生物的化学性质	274
12.5.3 氧化和还原反应	249	14.3.1 水解反应	274
(1) 氧化反应	249	14.3.2 醇解反应	274
(2) 还原反应	250	14.3.3 氨解反应	275
(3) 坎尼扎罗反应	252	14.3.4 还原反应	276
12.6 乙烯酮	252	14.3.5 酯缩合反应	277
12.7 醌	253	14.3.6 酰胺的特殊反应	277
例题	254	(1) 酸碱性	278
习题	255	(2) 失水反应	278
参考书目	256	(3) 霍夫曼降级反应	278
第13章 羧酸	257	14.4 乙酰乙酸乙酯及其在有机合	
13.1 羧酸的分类及命名	257	成中应用	279
13.1.1 分类	257	14.4.1 乙酰乙酸乙酯的制法	279
13.1.2 命名	258	(1) 克莱森酯缩合	279
13.2 羧酸的制法	259	(2) 二乙烯酮与乙醇反应	279
13.2.1 伯醇或醛氧化	259	14.4.2 乙酰乙酸乙酯的互变异构	
13.2.2 烃氧化	259	现象	279
13.2.3 腈水解	260	14.4.3 乙酰乙酸乙酯在有机合成	
13.3 羧基的结构	260	中的应用	281
13.4 羧酸的物理性质	261	(1) 乙酰乙酸乙酯的酮式分解和	
13.5 羧酸的化学性质	262	酸式分解	281
13.5.1 酸性	262	(2) 乙酰乙酸乙酯亚甲基的活	
13.5.2 羧酸衍生物的生成	263	泼性	281
(1) 酰卤的生成	263	(3) 乙酰乙酸乙酯在合成中的	
(2) 酰酐的生成	264	应用	281
(3) 酯的生成	264	14.5 丙二酸二乙酯及其在有机合成	
(4) 酰胺的生成	265	中的应用	282
13.5.3 还原反应	265	14.5.1 丙二酸二乙酯的制法	282
13.5.4 脱羧反应	265	14.5.2 丙二酸二乙酯在有机合成	
13.5.5 α -氢原子的取代反应	266	中的应用	283
13.6 羧酸的结构与酸性的关系——		14.6 α -甲基丙烯酸甲酯及其聚	
诱导效应	266	合物	283
13.7 表面活性剂	268	14.7 乙酸乙烯酯及其聚合物	284

14.8 油脂和蜡	285	(4) 酰基化反应	301
14.8.1 油脂	285	(5) 与亚硝酸的反应	301
(1) 油脂的组成	285	(6) 苯环上的取代反应	302
(2) 油脂的性质	286	15.2.6 季铵盐和季铵碱	303
14.8.2 蜡	286	15.3 芳香族重氮和偶氮化合物	304
14.9 聚酰胺	286	15.3.1 重氮化反应	304
14.9.1 尼龙-66	287	15.3.2 重氮盐的反应及其在有机 合成中的应用	305
14.9.2 尼龙-6	287	(1) 失去氮的反应	305
14.10 碳酸衍生物	287	(2) 保留氮的反应	307
14.10.1 碳酰氯	287	15.4 腈	308
14.10.2 碳酰胺	288	15.4.1 腈的命名	308
例题	288	15.4.2 腈的制法	308
习题	290	15.4.3 腈的性质	309
参考书目	292	(1) 水解	309
第 15 章 含氮化合物	293	(2) 还原	309
15.1 芳香族硝基化合物	293	15.4.4 丙烯腈及其聚合物	309
15.1.1 芳香族硝基化合物的 制法	293	例题	310
15.1.2 芳香族硝基化合物的 物理性质	294	习题	311
15.1.3 芳香族硝基化合物的 化学性质	294	参考书目	312
(1) 还原反应	294	第 16 章 杂环化合物	313
(2) 苯环上的取代反应	294	16.1 杂环化合物的分类和命名	313
(3) 硝基对苯环上邻位和对位 基团的影响	295	16.2 呋喃和糠醛	315
15.2 胺	296	16.2.1 呋喃	315
15.2.1 胺的分类和命名	296	(1) 呋喃的结构	315
(1) 胺的分类	296	(2) 呋喃的制法	315
(2) 胺的命名	297	(3) 呋喃的性质	315
15.2.2 胺的结构	297	16.2.2 糠醛	317
15.2.3 胺的制法	298	(1) 糠醛的制法	317
(1) 硝基化合物的还原	298	(2) 糠醛的性质	317
(2) 腈还原	298	16.3 噻吩	318
(3) 氨和胺的烷基化反应	298	16.3.1 噻吩的制备	318
(4) 酰胺的霍夫曼降级反应	298	16.3.2 噻吩的性质	318
15.2.4 胺的物理性质	299	16.4 吡咯和吡啶	319
15.2.5 胺的化学性质	299	16.4.1 吡咯	319
(1) 碱性	299	(1) 亲电取代反应	319
(2) 氧化反应	301	(2) 弱酸性	319
(3) 烷基化反应	301	(3) 催化加氢	319
		16.4.2 吡啶	320
		16.5 吡啶和喹啉	321
		16.5.1 吡啶	321

(1) 吡啶的结构	321	17.3.2 麦芽糖	337
(2) 吡啶的性质	321	17.3.3 纤维二糖	337
16.5.2 喹啉	323	17.4 多糖	338
例题	324	17.4.1 淀粉	338
习题	325	(1) 直链淀粉	338
参考书目	326	(2) 支链淀粉	338
第 17 章 碳水化合物	327	(3) 变性淀粉	339
17.1 碳水化合物的分类	327	17.4.2 纤维素	339
17.2 单糖	327	例题	340
17.2.1 葡萄糖	328	习题	341
(1) 开链式结构	328	参考书目	342
(2) 氧环式结构	329	第 18 章 氨基酸、蛋白质和核酸 ...	343
(3) 构象	331	18.1 氨基酸	343
17.2.2 果糖	331	18.1.1 氨基酸的分类和命名	343
17.2.3 核糖和脱氧核糖	332	(1) 氨基酸的分类	343
17.2.4 单糖的化学性质	332	(2) 氨基酸的命名	345
(1) 氧化反应	333	18.1.2 氨基酸的性质	346
(2) 还原反应	333	(1) 两性 and 等电点	346
(3) 脎的生成	334	(2) 茚三酮反应	346
(4) 苷的生成	335	18.2 肽	347
17.2.5 葡萄糖的重要衍生物	335	18.3 蛋白质	347
(1) 葡萄糖酸钙	335	18.4 核酸	348
(2) 维生素 C	335	习题	349
17.3 二糖	336	参考书目	350
17.3.1 蔗糖	336		

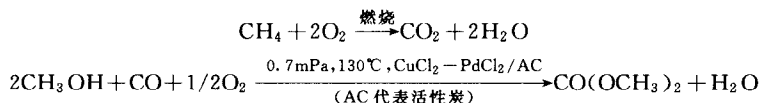
第1章 绪论

1.1 有机化合物和有机化学

化学上通常把化合物分为无机化合物和有机化合物两大类。例如：水（ H_2O ）、食盐（ NaCl ）、氨（ NH_3 ）、硫酸（ H_2SO_4 ）等，叫做无机化合物；而甲烷（ CH_4 ）、乙烯（ C_2H_4 ）、醋酸（ $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ ）和葡萄糖（ $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ）等，叫做有机化合物。从所列举的化合物的组成来看，像甲烷这类化合物都含有碳元素，因此将有机化合物定义为含碳元素的化合物。但一些简单的含碳元素的化合物，如一氧化碳（ CO ）、二氧化碳（ CO_2 ）、碳酸盐（ Na_2CO_3 、 NaHCO_3 、 CaCO_3 等）、电石（ CaC_2 ）和氰化氢（ HCN ）等，与无机化合物关系密切，仍属于无机化合物。

组成有机化合物的元素，除碳元素外，绝大多数还含有氢元素。从结构上看，可以将由碳和氢两种元素组成的化合物看作是有机化合物的母体，其他有机化合物可以看作是这种母体中的氢原子被其他原子或基团取代而成的化合物，因此，有机化合物也可以定义为碳氢化合物及其衍生物。但这种定义同样也有一些化合物不能包括在内，例如，含有碳和氢元素的碳酸氢钠（ NaHCO_3 ）、氰化氢（ HCN ）等仍属于无机化合物。而不含有氢元素的某些化合物，如四氯化碳（ CCl_4 ）、二氯卡宾（也叫二氯碳烯： CCl_2 ）等，则属于有机化合物。关于有机化合物的这两种定义，在目前国内外有机化学教材中，使用最多的是第一种定义。

由以上可以看出，有机化合物和无机化合物并无严格的界线。在化学工业上，有机化合物和无机化合物也是可以相互转化的。例如：甲烷（ CH_4 ）属于有机化合物，二氧化碳（ CO_2 ）属于无机化合物，两者之间可以发生如下变化：



除碳和氢元素外，有机化合物中还常含有氧、氮、卤素、硫、磷以及其他元素。这些化合物与人类有着密切的关系，人们把研究有机化合物的化学，叫做有机化学，也叫做碳化合物的化学。研究的内容包括有机化合物的来源、制备、结构、性质、应用以及有关理论和方法学问题等。

1.2 有机化合物的一般特点

有机化合物和无机化合物虽没有截然不同的界线，但由于有机化合物主要以共价键相结合，而无机化合物大部分以离子键相结合，两者结构上的差异，使得它们的性质有明显区别。有机化合物的主要特性如下。

① 容易燃烧。由于有机化合物含有碳元素，所以绝大多数有机化合物容易燃烧。例如，甲烷、酒精和石油等。

② 熔点和沸点一般比无机化合物低。由于有机化合物一般是分子晶体，结构单元的质点是分子，它们之间是靠弱的范德华（Van der Waals）力相互作用的，而克服这种作用力不需要很高的能量，因此有机化合物的熔点一般较低，一般低于 400°C 。基于同样的原因，有机化合物的沸点也较低。对于离子型的无机化合物，由于正负离子之间通过较强的静电引力相互约束在一起，故无机化合物的熔点和沸点通常较高。例如，醋酸的熔点为 16.6°C ，沸点为 118°C ；氯化钠的熔点为 801°C ，沸点为 1413°C ，两者相差很多。

③ 较难溶于水，而较易溶于有机溶剂。由于有机化合物多为共价化合物，故极性一般较弱，或者是非极性物质，因此不易溶于极性很强的水，而较易溶于非极性的或极性弱的有机溶剂。关于物质的溶解性有一个经验规律，即结构相似的分子可以相互溶解——“相似互溶”规律。例如，石蜡和汽油都只含碳、氢两种元素，且以共价键相连，都是非极性化合物；水只含有氢和氧元素，虽然也以共价键相连，但极性很强；氯化钠只含有氯和钠元素，是离子型化合物，极性很强。因此，石蜡溶于汽油而不溶于水；氯化钠溶于水而不溶于汽油。

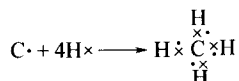
④ 反应速率较慢，且通常有副反应伴随发生。无机化合物之间的反应，由于通常是离子之间的反应，故反应非常迅速。例如，硝酸银与氯化钠作用，反应立即发生，生成氯化银沉淀。而有机反应则不然，若使反应发生，需使分子中的某个共价键断裂才能进行，所以反应很慢。又由于键的断裂可以发生在不同的位置上，故除生成所需产物外，同时还有其他产物——副产物生成。对于有机反应，不仅反应速率较慢，产率较低、产物较复杂，而且通常需要加热和使用催化剂才能使反应顺利进行。

上述有机化合物的特点，只是一般情况，不能绝对化，例外也不少。例如，四氯化碳不但不燃烧，反而能够灭火，可用作灭火剂；酒精在水中可无限混溶；梯恩梯（TNT）加热到 240°C 发生爆炸，反应瞬时发生，它是一种重要的军用猛（性）炸药。这种例外还有不少，在以后的学习中将会遇到。由于有机化合物的结构所决定的特殊性质，有机化学已从化学中分离出来成为一门独立的学科。

1.3 化学键和分子结构

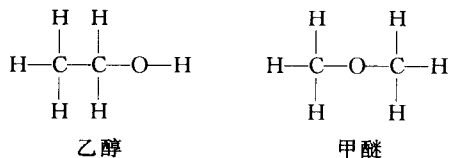
分子中相邻的两个或多个原子之间强烈的相互作用，叫做化学键。有机化合物

分子中的化学键一般不同于无机化合物分子中的化学键。通过学习无机化学已经知道,无机化合物分子内原子之间是通过离子键结合在一起的,而有机化合物分子内原子之间主要通过共价键相结合。共价键是指原子之间通过共用电子而产生的化学结合作用。例如,在甲烷分子中,碳原子分别与四个氢原子结合,碳原子最外层有四个价电子(详见第二章甲烷的结构),氢原子最外层有一个价电子,碳原子分别与四个氢原子通过电子对共用形成具有八个电子的稳定结构——八隅体结构,同时共用电子对还与两个成键原子的原子核相互吸引,构成了甲烷分子中的共价键。



为了便于理解,这里 $\cdot$ 和 $\times$ 分别代表碳和氢原子的电子,但并不说明电子是不同的。近代有机化合物结构理论之一的价键理论认为,共价键是由两个成键原子的原子轨道最大交盖形成的。所谓原子轨道,是指原子的一个电子在空间可能出现的区域。轨道有不同的大小和形状,且以一定的方式围绕在原子核的周围。它在某个方向上有最大值,只有在此方向上两个轨道之间才能最大交盖而形成共价键,从而决定了共价键具有方向性。当两个原子轨道最大交盖后,由于每个轨道中各有一个电子,同时这两个电子的自旋方向相反,它们相互配对后共存于交盖后的轨道中,不能再与第三个电子配对,即共价键具有饱和性。例如,氢原子的外层只有一个未成对电子,即只有一个原子轨道,它只能与其他原子的一个轨道最大交盖,只能与一个电子配对,即氢原子只能与一个原子结合。利用近代价键理论能够近似的较方便地解释有机化合物的结构。价键理论的核心是电子配对形成“定域”化学键——两个成键的电子处于两个成键的原子之间的区域内。近代有机化学结构理论中的另一种理论是分子轨道理论,分子轨道理论认为,形成化学键的电子应在遍布整个分子的区域内运动,即形成的化学键不是“定域”的而是“离域”的。本书主要利用价键理论解释一些问题。

分子中原子相互结合的顺序和方式叫做化学结构。分子的性质不仅取决于组成分子的元素性质和数量,且与化学结构有密切关系。例如,乙醇和甲醚组成相同,分子式都是 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$,但由于在这两种分子中原子相互结合的顺序和方式不同,它们具有不同的性质。



具有不同结构的化合物,其性质不同。结构是本质,性质是现象。结构决定性质,根据分子的结构可以预测分子的性质。性质反映结构,根据分子的性质可以确定分子的结构。这不仅为有机化学的理论研究提供了依据,也为初学者学习有机化学指明了方向。需要指出的是,在经典的有机化学结构理论中所说的结构(structure)相