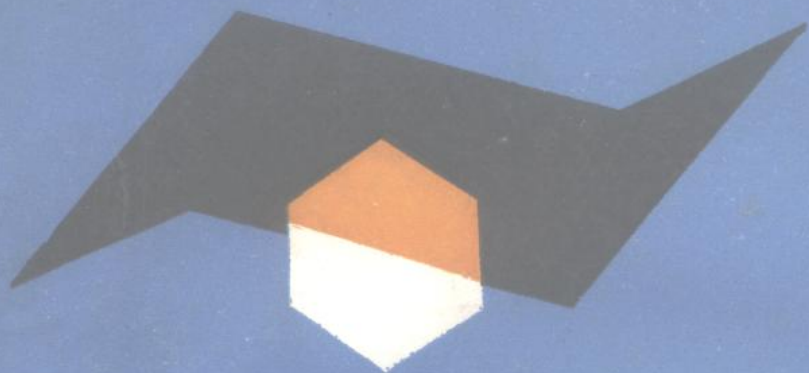




高等学校轻化工专业试用教材

有机 化学

轻工院校《有机
化学》编写组 编

北京师范学院出版社

062
G56

高等学校轻化工专业试用教材

有机化学

轻工院校《有机化学》编写组编

北京师范学院出版社

1988年·北京

内 容 提 要

本书是轻工院校轻化工专业《有机化学》教材。适于大专学生及教师教学用,也适于轻化工技术人员、工人参考、进修用。

本书突出了轻化工专业的特点,是国内第一本轻化工专业专用教材。全书十八章,绪论,烷烃,不饱和烃,脂环烃,红外光谱和核磁共振光谱,芳烃,对映异构,卤代烃,醇、酚、醚,醛、酮、醌,羧酸及其衍生物,含氮化合物,有机合成方法,杂环化合物,碳木化合物,氨基酸和蛋白质,脂类化合物和表面活性剂,色、香、味与有机物结构。

0972/5714

高等学校轻化工专业试用教材

有 机 化 学

轻工院校《有机化学》编写组编

*

北京师范学院出版社出版

(北京阜成门外花园村)

新华书店首都发行所发行

国防科工委印刷厂印刷

*

开本: 787×1062 1/16 印张: 37.125 字数: 900千

1988年6月北京第1版 1988年6月北京第1次印刷

印数: 0,001—9,000册

ISBN 7—81014—130-9/G·125

统一书号: 7 427·335

定价: 9.25元

前 言

在轻工院校的“有机化学”教学中，多年来均采用一般工科院校或理科院校的《有机化学》教材，教者与学者均感不便，渴望早日使用轻工院校适用的，有轻工特点的《有机化学》。在轻工业部教育司的大力支持下，我们这些多年在教学第一线的教师经过三年多的共同努力，终于实现了编写有轻工特色的《有机化学》教材的愿望。

本教材的编写原则与特点是：

1) 在阐明有机化学基本原理和反应规律时，尽量做到理论联系实际。根据轻工各专业的特点着重讨论结构和性质之间的密切关系。

2) 在内容取舍上，注意体现轻工各专业的需要，使教材具有轻工特色。如基本有机合成内容有一定的删减；糖类、氨基酸与蛋白质、杂环等章内容有较多的改变。另外，增加了脂类物质与表面活性剂、色香味与有机分子结构二章。

3) 贯彻由浅入深、循序渐进的原则。章节安排上做到重点突出、难点分散。在各章节中穿插问题，每章后有习题，有利于思考与加深理解。

4) 文字流畅，表达清晰，有利于自学。

本教材分两部分：第一部分为前十二章，按官能团体系编写，将脂肪族化合物和芳香族化合物混合编排；第二部分为后六章，是由专题组成。

鉴于红外光谱和核磁共振谱在有机化学领域中的广泛应用，我们把这部分内容提到第五章，放在脂环烃之后，以便后继各章可以应用。

较早地介绍立体化学，使学生在一开始对有机结构有一个清晰的概念，便于深入理解反应历程和分子的构型和构象对反应活性的影响。

通过多年的教学实践，我们深感有必要向学生较系统地介绍有机合成方法，因此增添了一章有机合成。

书中的基本内容用大字印刷，而对超出基本要求的内容则标有星号，各校可根据具体情况取舍。本书可作轻工高等院校的教材，如对某些章节适当删减，也适用于轻工大专院校。

本教材所用名词和术语以中国科学院自然科学名词编订室编订的《英汉化学化工词汇》为主要根据；有机化合物的系统命名一律以一九八〇年中国化学会编的《有机化学命名原则》为准。

本教材由大连轻工业学院、北京轻工业学院、天津轻工业学院、无锡轻工业学院、山东轻工业学院、郑州轻工业学院、齐齐哈尔轻工业学院等院校合编。编写分工如下：绪论、烷烃、红外光谱和核磁共振谱、含氮化合物分别由大连轻工业学院俞剑飞、金山、吕音和杨毅编写；不饱和烃由无锡轻工业学院刘佩珍编写；脂环烃、羧酸及其衍生物、脂类化合物和表面活性剂由北京轻工业学院王锡臣和王忠珍编写；芳香烃和对映异构体分别由齐齐哈尔轻工业学院张仁权和邵忠忱编写；卤代烃和醛酮醌分别由郑州轻工业学院侯守君和李淑彪编写；醇酚醚、氨基酸和蛋白质、色香味和有机分子结构的关系由天津轻工业学院孔广瑜和张佩玲编写；有机合成和碳水化合物分别由山东轻工业学院邱为欣和邢存章编写；杂环化合物

由俞剑飞和云南化专曹正琮合写。

本教材由北京大学张滂教授主审，并经轻工院校《有机化学》审稿小组审查。参加审稿的单位有：浙江工学院、吉林工学院、四川轻化工学院、海军勤务学院、杭州商学院上海轻专和北京轻工建工学院等十二所院校。会上审稿同志对书稿提出了详细的修改意见。为此，编者谨向张滂教授和参加审稿的全体同志表示衷心的感谢。

本教材由俞剑飞、孔广瑜、王锡臣和邢存章最后统稿。

在编写过程中，我们得到了轻工业部教育司以及大连轻工业学院和北京轻工业学院领导的关怀与支持，使编写工作得以顺利进行，我们特此致意。樊文洵和华静娟也曾参加初稿的部分章节的修改工作，一并致谢。

由于编者水平所限，且仓促完稿，难免有错误与不妥之处，敬希各校教师和读者批评指正。

编 者

1987年6月

目 录

第一章 绪论	1
1.1 有机化合物和有机化学	1
1.1.1 有机化学的研究对象	1
1.1.2 有机化学在轻纺工业中的地位与作用	2
1.1.3 如何学习有机化学	2
1.2 有机化合物中的共价键	3
1.2.1 构造式的写法	3
1.2.2 共价键的形成	5
1.2.3 共价键的性质	7
1.3 有机化合物的分类	11
1.3.1 按碳架分类	11
1.3.2 按官能团分类	12
习题	13
第二章 烷烃	14
2.1 烷烃的通式和同分异构	14
2.2 烷烃的命名	16
2.3 烷烃的结构	19
2.3.1 碳原子的 Sp^3 杂化和 σ 键	19
2.3.2 烷烃的构象	23
2.4 烷烃的物理性质	25
2.4.1 烷烃的沸点、熔点和比重	25
2.4.2 溶解度	27
2.4.3 折光率	27
2.5 烷烃的化学性质	28
2.5.1 取代反应	28
2.5.2 氧化反应	33
2.5.3 异构化反应	34
2.5.4 裂化反应	34
2.6 烷烃的来源及其重要性	34
习题	35
第三章 不饱和烃——烯烃、炔烃	
和二烯烃	39
(一) 烯烃	39
3.1 烯烃的结构——碳碳双键的组成	39

3.2 烯烃的同分异构和命名	41
3.2.1 烯烃的同分异构现象	41
3.2.2 烯烃的命名	42
3.3 烯烃的物理性质	45
3.4 烯烃的化学性质	45
3.4.1 碳碳双键的加成反应	45
3.4.2 碳正离子的重排反应	53
3.4.3 硼氢化-氧化反应	54
3.4.4 加氢, 氢化热, 烯烃的稳定 性	55
3.4.5 碳碳双键的氧化反应	56
3.4.6 烯烃的臭氧化反应	57
3.4.7 烯烃的聚合反应	58
3.4.8 α -氢的反应	59
3.5 重要的烯烃——乙烯、丙烯	60
(二) 炔烃	60
3.6 炔烃的结构和命名	61
3.6.1 乙炔的结构——碳碳叁键的 组成	61
3.6.2 炔烃的命名	62
3.7 炔烃的物理性质	63
3.8 炔烃的化学性质	63
3.8.1 炔氢的反应	63
3.8.2 碳碳叁键的加成反应	64
3.8.3 炔烃的氧化反应	69
3.8.4 乙炔低聚物的生成	69
3.8.5 乙炔的制法和用途	70
(三) 二烯烃	71
3.9 二烯烃的分类和命名	71
3.9.1 二烯烃的分类	71
3.9.2 二烯烃的命名	71
3.10 二烯烃的结构	72
3.10.1 丙二烯的结构	72
3.10.2 1,3-丁二烯的结构和共轭效 应	72
3.11 共轭二烯烃的性质	76

3.11.1 1,4-加成反应.....	76	6.2 单环芳烃的构造异构和命名.....	144
3.11.2 双烯合成——狄耳斯-阿尔德 (diels-alder) 反应	78	6.2.1 构造异构	144
3.11.3 共轭二烯烃的聚合反应	79	6.2.2 命名	144
习题	80	6.3 单环芳烃的来源和制法	145
第四章 脂环烃	84	6.3.1 煤的干馏	145
4.1 脂环烃的分类与命名	84	6.3.2 石油的芳构化	146
4.2 环的结构与稳定性	88	6.4 单环芳烃的物理性质	147
4.3 脂环化合物的性质	91	6.5 单环芳烃的化学性质	150
4.3.1 环烷烃的性质	92	6.5.1 单环芳烃的亲电取代反应历 程	150
4.3.2 环烯烃的性质	93	6.5.2 单环芳烃的亲电取代反应	151
4.4 环己烷及取代环己烷的构象.....	94	6.5.3 单环芳烃的加成反应	157
4.4.1 环己烷的构象	94	6.5.4 单环芳烃的侧链反应	157
4.4.2 取代环己烷的构象	95	6.6 单环芳烃的亲电取代反应的 定位规律	159
4.4.3 十氢化萘的构象	97	6.6.1 定位规律	159
4.5 周环反应	98	6.6.2 定位效应的理论解释	160
4.5.1 电环化反应	98	6.6.3 二取代苯的定位规则	165
4.5.2 环加成反应	100	6.7 定位规则在有机合成上的 应用	166
4.5.3 前线轨道法	101	6.8 稠环芳烃	167
4.6 萜类及甾类化合物	108	6.8.1 萘	167
4.6.1 萜类化合物	108	6.8.2 蒽	172
4.6.2 甾族化合物	114	6.8.3 菲	174
习题	115	6.8.4 其它稠环芳烃	175
第五章 红外光谱和核磁共振光谱	119	6.9 休克尔规则与非苯系芳烃	177
5.1 概述	119	6.9.1 休克尔规则	177
5.2 红外光谱	120	6.9.2 非苯系芳烃	178
5.2.1 基本知识	121	习题	181
5.2.2 红外光谱的表示方法	123	第七章 对映异构	186
5.2.3 基团频率区和指纹区的概念	124	7.1 手性和对映体.....	186
5.2.4 有机化合物的红外光谱	124	7.2 旋光性和比旋光度	188
5.3 核磁共振谱	126	7.2.1 旋光性	188
5.3.1 基本知识	126	7.2.2 比旋光度	189
5.3.2 化学位移	127	7.3 含有一个手性碳原子的化合 物的对映异构.....	190
5.3.3 自旋偶合、自旋裂分	131	7.4 构型表示法、构型的确定及 构型的标记	190
5.3.4 图谱分析	133	7.4.1 构型的表示法	190
习题	134	7.4.2 构型的确定	192
第六章 芳 烃	138		
6.1 苯的构造	138		
6.1.1 凯库勒构造式	139		
6.1.2 分子轨道理论	140		
6.1.3 共振论及苯的共振构造式	141		

7.4.3 构型的标记	193	9.4.3 饱和一元醇的脱水反应	239
7.5 含有两个手性碳原子的化合物的对映异构	196	9.4.4 饱和一元醇与无机酸酯化反应	241
7.6 环状化合物的立体异构	198	9.4.5 饱和一元醇的氧化与脱氢	241
7.7 不含手性碳原子的化合物的对映异构	199	9.4.6 α 二元醇的化学性质	242
7.8 外消旋体的拆分	200	9.5 重要化合物	242
习题	202	9.5.1 甲醇	242
第八章 卤代烃	204	9.5.2 乙醇	243
8.1 卤代烃的分类和命名	204	9.5.3 乙二醇	243
8.2 卤代烃的物理性质	205	9.5.4 丙三醇	244
8.3 卤代烃的化学性质	207	9.5.5 苯甲醇	245
8.3.1 卤代烃的取代反应	207	9.5.6 环己六醇	245
8.3.2 卤代烃的消除反应	213	9.6 硫醇	246
8.3.3 卤代烃与活泼金属的反应	219	9.6.1 硫醇的弱酸性	246
8.4 卤代烯烃与卤代芳烃	220	9.6.2 氧化反应	245
8.4.1 卤代烯烃和卤代芳烃的分类	220	(二) 酚	247
8.4.2 卤代烯烃和卤代芳烃的化学活性	221	9.7 酚的结构与命名	247
8.4.3 结构对化学活性的影响	221	9.8 酚的制备	247
8.5 重要的卤代烃及其应用	224	9.9 酚的物理性质	248
习题	225	9.10 酚的化学性质	251
第九章 醇、酚、醚	228	9.10.1 酚的酸性	251
(一) 醇	228	9.10.2 酚醚的生成	252
9.1 醇的结构、命名及分类	228	9.10.3 酯的生成	252
9.1.1 醇的结构	228	9.10.4 芳环上的取代反应	252
9.1.2 醇的分类	228	9.10.5 三氯化铁的颜色反应	254
9.1.3 醇的命名	229	9.10.6 苯酚及甲苯酚的防腐性	254
9.2 醇的制备	230	9.10.7 与羰基化合物的缩合	255
9.2.1 烯烃加水	230	9.10.8 环氧树脂	256
9.2.2 卤代烃水解	231	(三) 醚	257
9.2.3 醛、酮、羧酸、羧酸酯还原	231	9.11 醚的结构、命名及分类	257
9.2.4 从格利雅试剂制备	232	9.11.1 醚的结构	257
9.3 醇的物理性质	232	9.11.2 醚的命名及分类	258
9.3.1 沸点	232	9.12 醚的制法	258
9.3.2 水中溶解度	233	9.12.1 醇制备醚	258
9.3.3 醇的光谱性质	234	9.12.2 卤代烷与醇金属盐作用	258
9.4 醇的化学性质	236	9.13 醚的性质	259
9.4.1 醇的酸性和醇盐的生成	236	9.13.1 醚的物理性质	259
9.4.2 饱和一元醇的取代反应	237	9.13.2 醚的化学性质	260
		9.14 主要的醚类	261
		9.14.1 乙醚	261
		9.14.2 环氧乙烷	261

9.14.3 1,4-二氧六环	262	11.4.5 α -氢取代反应	319
9.15 硫醚	263	11.5 重要的羧酸	321
9.15.1 硫醚的结构与命名	263	11.5.1 甲酸	321
9.15.2 硫醚的制法	263	11.5.2 乙酸	321
9.15.3 硫醚的性质	263	11.5.3 乙二酸	322
习题	264	11.5.4 己二酸	322
第十章 醛、酮、醌	267	11.5.5 苯甲酸	323
(一) 醛和酮	267	11.5.6 水杨酸	323
10.1 醛、酮的结构和命名	267	11.5.7 乳酸	324
10.2 醛、酮的制法	269	11.5.8 柠檬酸	326
10.2.1 伯醇、仲醇的氧化和脱氢	269	11.5.9 肉桂酸	326
10.2.2 炔烃水合法	270	(二) 羧酸衍生物	327
10.2.3 烯烃的臭氧化	270	11.6 羧酸衍生物的命名	327
10.2.4 傅列德尔-克拉夫茨酰基化反应	271	11.7 羧酸衍生物的物理性质	329
10.2.5 羰基合成	271	11.8 羧酸衍生物的化学性质	332
10.3 醛、酮的物理性质	271	11.8.1 羧酸衍生物的亲核取代(加成-消除)反应	333
10.4 醛、酮的化学性质	274	11.8.2 羧酸衍生物与格氏试剂的反应	336
10.4.1 亲核加成反应	274	11.8.3 羧酸衍生物的 α 氢反应	337
10.4.2 α -氢原子的反应	283	11.8.4 羧酸衍生物的还原	339
10.4.3 氧化与还原	287	11.8.5 酰胺的性质	340
10.5 共轭不饱和醛、酮	291	11.9 丙二酸二乙酯与乙酰乙酸乙酯	342
10.6 重要的醛、酮	292	11.9.1 丙二酸二乙酯	342
(二) 醌	295	11.9.2 乙酰乙酸乙酯	345
10.7 苯醌	296	习题	350
10.8 其它的醌	298	第十二章 含氮化合物	354
习题	299	(一) 硝基化合物	354
第十一章 羧酸及羧酸衍生物	303	12.1 硝基化合物的结构	354
(一) 羧酸	303	12.2 硝基化合物的物理性质	355
11.1 羧酸的结构、分类与命名	303	12.3 硝基化合物的化学性质	357
11.2 羧酸的制法	306	12.3.1 硝基化合物与碱的作用	357
11.2.1 烃的氧化	306	12.3.2 硝基化合物的还原	357
11.2.2 醇、醛、酮的氧化	306	12.3.3 硝基对苯环邻、对位上取代基的影响	358
11.2.3 由卤代烃制取羧酸	307	(二) 胺	362
11.3 羧酸的物理性质	308	12.4 胺的分类、结构和命名	362
11.4 羧酸的化学性质	311	12.4.1 胺的分类	362
11.4.1 羧酸的酸性	311	12.4.2 胺的命名	363
11.4.2 羧酸衍生物的生成	315	12.4.3 胺的结构	364
11.4.3 羧基的还原反应	318		
11.4.4 脱羧反应	318		

12.5	胺的制法	366
12.5.1	从氨或胺的烷基化	366
12.5.2	从硝基化合物还原	367
12.5.3	从腈还原	368
12.5.4	从酰胺还原	368
12.5.5	Hofmann 酰胺降级反应	369
12.5.6	盖布瑞尔合成法	369
12.6	胺的物理性质	369
12.7	胺的化学性质	372
12.7.1	胺的碱性	372
12.7.2	胺盐的形成	376
12.7.3	胺的烃基化与酰基化	376
12.7.4	亚硝基化反应	377
12.7.5	芳胺的反应	378
12.8	季铵盐与季铵碱	381
12.9*	食物中的含氮化合物	382
12.9.1	合成甜味剂	383
12.9.2	N-亚硝基化合物	384
	(三)重氮和偶氮化合物	385
12.10	重氮化反应	385
12.11	重氮盐的反应	386
12.11.1	放出氮的反应	386
12.11.2	保留氮的反应	390
12.12	偶氮化合物和偶氮染料	393
12.13*	重氮甲烷和碳烯	395
12.13.1	重氮甲烷	395
12.13.2	碳烯	397
	(四)腈和异氰酸酯	398
12.14	腈	398
12.14.1	腈的结构和命名	398
12.14.2	腈的制法	399
12.14.3	腈的性质	399
12.15*	异氰酸酯	401
12.15.1	异氰酸酯的结构与命名	401
12.15.2	异氰酸酯的制法	401
12.15.3	异氰酸酯的性质	402
12.16	合成高聚物的重要原料	403
12.16.1	己二胺和己二腈	403
12.16.2	丙烯腈	404
	习题	404
第十三章	有机合成方法	411

13.1	有机合成的原则	411
13.2	有机合成考虑的因素	412
13.2.1	建立碳架	412
13.2.2	官能团的转换	415
13.2.3	官能团的保护	417
13.2.4	选用选择性试剂	419
13.3	有机合成设计	422
13.3.1	分子的切断拆开	423
13.3.2	置入官能团	425
13.4	合成举例	427
13.4.1	脂肪族化合物的合成	427
13.4.2	芳香族化合物的合成	429
13.4.3	较复杂的有机合成举例	431
第十四章	杂环化合物	435
14.1	杂环化合物的分类和命名	435
14.2	五元杂环化合物的结构和芳香性	438
14.2.1	呋喃、噻吩和吡咯的结构和芳香性	438
14.2.2	唑的结构与芳香性	440
14.3	五元杂环化合物的制法	440
14.3.1	取代的呋喃、吡咯、噻吩的制法	440
14.3.2	唑的合成	441
14.4*	五元杂环化合物的物理性质	442
14.4.1	水溶性	442
14.4.2	沸点和熔点	442
14.5	呋喃、吡咯、噻吩的化学性质	443
14.5.1	呋喃、吡咯、噻吩的亲电取代反应	443
14.5.2	呋喃、吡咯和噻吩的加成反应	447
14.5.3	吡咯的弱碱性和弱酸性	448
14.6	呋喃、吡咯的衍生物	449
14.6.1	糠醛	449
14.6.2	吡咯色素	450
14.7	含有两个杂原子的五元杂环单环体系	451
14.7.1	唑的反应	451

14.7.2 咪唑、噻唑及其衍生物	451
14.8 六元杂环化合物	453
14.8.1 结构和芳香性	453
14.8.2 六元杂环化合物的合成	453
14.8.3 吡啶及其衍生物	455
14.8.4 嘧啶、吡嗪及其衍生物	461
14.9 稠杂环化合物	462
14.9.1 苯环与杂环稠合	462
14.9.2 杂环与杂环稠合	466
习题	467
第十五章 碳水化合物	470
(一) 单糖	470
15.1 单糖的结构	471
15.1.1 葡萄糖的结构	471
15.1.2 果糖的结构	477
15.2 单糖的化学性质	478
15.2.1 氧化反应	478
15.2.2 还原反应	481
15.2.3 脎的生成	481
15.2.4 苷的生成	483
15.2.5 醚和酯的生成	483
15.2.6 羰氨反应	484
15.3 重要单糖	487
(二) 低聚糖	489
15.4 二糖的结构和性质	490
15.5 重要的低聚糖	492
(三) 多糖	495
15.6 淀粉	495
15.6.1 淀粉颗粒的特性	495
15.6.2 淀粉的化学组成	495
15.6.3 淀粉的水解	496
15.6.4* 淀粉的变性	497
15.7 纤维素	499
15.7.1 纤维素的结构和性质	499
15.7.2 纤维素的应用	500
15.8 半纤维素	504
15.9 葡聚糖	504
15.10* 糖元	505
15.11* 褐藻酸	505
15.12* 琼脂	506

15.13* 果胶物质	506
15.14* 菊糖	507
15.15* 氨基多糖	508
习题	509
第十六章 氨基酸和蛋白质	514
(一) 氨基酸	514
16.1 氨基酸的结构、分类和命名	514
16.2 氨基酸的制备及生产	516
16.2.1 氨基酸的合成法	516
16.2.2 蛋白质的水解方法	517
16.2.3 发酵法制取氨基酸	518
16.3 氨基酸的物理性质	518
16.4 氨基酸的化学性质	518
16.4.1 两性 and 等电点	518
16.4.2 氨基的反应	520
16.4.3 羧基的反应	521
16.4.4 氨基酸受热后的反应	521
16.4.5 水合茚三酮反应	522
16.4.6 与金属离子的络合作用	522
16.4.7 失羧和失氨作用	523
16.5 重要氨基酸	523
(二) 肽	525
16.6 肽的结构、命名	525
16.7 多肽的合成	526
(三) 蛋白质	527
16.8 蛋白质的分类与结构	528
16.8.1 蛋白质的分类	528
16.8.2 蛋白质的结构	528
16.9 蛋白质的性质	530
16.9.1 蛋白质的两性解离及等电点	530
16.9.2 蛋白质的沉淀作用	530
16.9.3 蛋白质的变性作用	531
16.9.4 缩二脲反应	531
16.9.5 黄色反应	532
16.9.6 与水合茚三酮的反应	532
16.10 核酸	532
16.10.1 核苷酸和核苷	532
16.10.2 核酸的结构	534
16.10.3 核苷酸的生产	535

习题	536
第十七章 脂类化合物与表面活性剂	538
(一)脂类化合物	538
17.1 油脂	538
17.1.1 油脂的组成与结构	538
17.1.2 油脂的性质	539
17.1.3* 谷类油脂	541
17.2 磷脂	543
17.3 蜡	546
(二)表面活性剂简介	547
17.4 表面活性剂的分子结构与性质的关系	548
17.5 表面活性剂的分类及化学结构	550
17.5.1 阴离子型表面活性剂	550
17.5.2 阳离子型表面活性剂	554

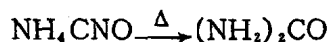
17.5.3 两性表面活性剂	559
17.5.4 非离子型表面活性剂	560
习题	567
第十八章 有机化合物的结构与色、香、味的关系	568
18.1 物质的颜色与分子结构的关系	568
18.1.1 颜色产生的原因	568
18.1.2 有色有机物的分类	568
18.2 气味与分子结构之关系	571
18.2.1 嗅感的本质	571
18.2.2 食品的香味与化学结构的关系	571
18.3 味感与分子结构的关系	575
18.3.1 有味与无味分子的识别	576
18.3.2 酸味、咸味、鲜味的化学	579
18.3.3 辣味剂的一般结构	580

第一章 绪 论

1.1 有机化合物和有机化学

1.1.1 有机化学的研究对象

有机化学是研究有机化合物的化学。那末什么是有机化合物呢？一百多年前，人们把来源于生物体的化合物叫做有机化合物，简称为有机物。当时化学家认为只有动植物才能制造出有机物，因为动植物具有“生命力”。1828年德国化学家魏勒（Wöhler）发现将氰酸铵溶液蒸发可得到尿素：



这一发现说明了在实验室中无机物可以转变为有机物而不必依赖神秘的“生命力”，这无异给“生命力”学说以有力的冲击。从此以后，化学家逐渐认识到人工合成有机物是完全可能的。十九世纪中叶先后合成出醋酸、油脂和糖，“生命力”学说终于被彻底否定。现在由于长期的生产实践和科学研究我们已能用简单的物质合成出各种各样的甚至非常复杂的有机物。有机化学已进入合成的时代。时至今日，当然不会有人再相信唯心的“生命力”学说了，但有机物这个名称仍然保留着，只不过它的涵义已不同了。

我们已知有机物都含有碳，有机物就是碳化合物。绝大多数有机物含有氢，有的还含有氧、氮、硫和卤素等元素，因此有机化合物又可定义为碳氢化合物及其衍生物。所谓衍生物指的是碳氢化合物中的一个或几个氢被其他原子或原子团取代而得的化合物。有机化学也就是研究碳氢化合物及其衍生物的化学。但是少数碳化合物如二氧化碳、碳酸盐等我们总是把它们看成无机物，一般总是在无机化学中讨论。

有机化合物同样遵循无机物所遵循的化学变化规律，它们之间没有绝对的界限，为什么要把有机化学作为一门独立的学科进行研究呢？这是因为：

(1) 有机化合物数目庞大，分子复杂。

到目前为止已知的有机化合物已有数百万种，而且这个数目还在不断增加，新合成的有机化合物平均每天达千种。从今天看来有机化学仍然象一片原始的热带森林，里面充满了奇花异草有待人们开发。

有机化合物数目众多的原因首先是由于碳原子具有互相结合的能力，一个分子中含有的碳原子数可以非常大，例如聚乙烯分子中碳原子可以互相连接形成长达几千个原子的链。不仅如此，有机物分子中的原子可以有多种连接方式，可以连接成带有各种支链的链状，也可以首尾相接形成环状，由此组成种种复杂的分子。

(2) 有机化合物和无机化合物在性质上有一定差别。

多数有机化合物易燃烧、熔点低、不易溶于水、反应速度慢和副反应多。这些特点只是相对的。例如有的有机反应爆炸式地进行，有的有机物不易燃烧，甚至可以作灭火剂，有的可以与水任意互溶。但把这些相对性的标志综合起来，在一定程度上可以反映出有机化合物

的特性。

(3) 有机化合物在国民经济中的重要性。

有机化学工业是国民经济的重要组成部分，如石油化工、合成橡胶、塑料、合成纤维、涂料、表面活性剂、添加剂、有机农药、炸药、药物和染料等。有机化学工业在工业、农业、国防和人民生活各方面都有极重要的作用，是现代化建设的重要支柱。随着有机化学工业的迅猛发展，新技术的不断出现，新产品的不断开发，无数品质优良、性能优异的合成有机产品日新月异地满足人类对物质生活的需求，极大地改变了世界面貌，而有机化学则是有机化学工业的理论基础，有机化学的成就对有机化学工业的发展起了重要作用。

由此可见，把有机化学作为一门独立的学科是很有必要的。

1.1.2 有机化学在轻化工业中的地位与作用

轻化工业如食品、发酵、制糖、造纸、制革、塑料和化纤等与有机化学有十分密切的关系。它们不是对天然有机物进行加工，就是人工合成各种有机物再进行处理，以便制造出人们所需的各种产品。所以有机化学是轻化工业各专业的一门必修基础理论课，它为轻化工业的发展，工艺的革新和新产品的试制提供必要的基础理论与实验手段。

随着人民生活水平的提高，对轻化工业产品的品种与质量也提出了更高的要求。仅仅满足于衣能蔽体、食能果腹的时代已经过去。例如为了满足人们在饮食方面的需要，我们生产的食品应当营养丰富，色、香、味俱全而且还应当食用方便；生产的饮料应当是口感柔和，醇厚，有益于健康。这就必须对食物中的风味物质、营养物质进行研究，了解这些物质的结构与性能之间的内在联系，掌握加工过程和贮存时期的变化规律以及各种影响因素，以便指导生产。又如在衣着方面人们要求多样化，要求衣服挺括、舒适、富于弹性而色彩绚丽。要达到这些要求，必须研究化纤单体的合成、聚合，研究织物的染色与整理，这些无不有赖于有机化学。

有机化学不仅直接与轻化工业有关，而且又是各专业化学的基础。只有学好了有机化学才有可能学好专业化学。例如生物化学、纤维素化学、食品化学、营养化学和高分子化学等课程必须以有机化学为基础。

1.1.3 如何学习有机化学

有机化学是一门系统性很强，涉及面很广，反应很多而规律性又嫌不足的学科。我们必须根据这些特点来进行学习。虽然学习方法因人而异，不可能有统一的模式，但下面几点建议是有参考价值的。

(1) 理解与记忆相结合

有的人错误地把有机化学看成是纯记忆性学科，他们认为学习有机化学就象背诵外语单词，只要记住各种性质与各类反应就可。实践证明虽然他们记住了不少有机化学知识，但往往缺乏运用这些知识的能力。因为有机化学已不是简单叙述实验结果，而是有严密理论基础的学科。在学习时不仅要了解各类反应互相转化的内在规律，还要了解各种结构因素以及反应条件对反应的影响；不仅要从宏观上了解反应的热力学与动力学规律，还要从微观上了解反应的过程。所以要学好有机化学，必须从理论上理解它，在理解中记忆，切不可死记硬背。

(2) 勤于解题

要真正把有机化学学到手，解题是必不可少的。应当把解题看成是学习有机化学的重要组成部分。因为只有通过多解题才能加深理解，扩展思路；通过解题，可以进行综合贯通、横向联系的训练；解题有利于发展智力。但是这里所说的解题必须是在认真学习的基础上进行的，而不是没有准备地东拼西凑地应付作业。在解题过程中碰到困难是正常现象，只要知难而进、勤于思考，必能取得进展，获得较好成绩。

(3) 重视实验

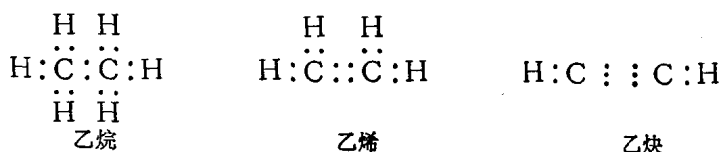
有机化学是一门实践性很强的课程，要真正学好有机化学还必须重视实验环节。实验不仅可以加强动手能力、观察能力和独立思考能力的培养，还可以加深对有机理论和有机反应的理解，并培养分析问题和解决问题的能力。

1.2 有机化合物中的共价键

有机化学的基石是共价键 (covalent bond)，共价键是有机化合物分子中最普遍的化学键，我们首先讨论共价键。

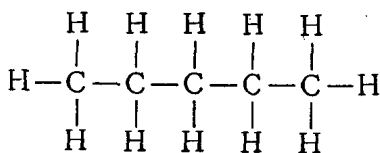
1.2.1 构造式的写法

有机化合物是以碳原子为骨架的化合物。碳原子处于元素周期表的第二周期第四主族，它的最外层有四个价电子，既不易得到也不易失去四个价电子。碳原子的电负性大体上是各元素电负性数值的中间值。因此，形成化合物时不是靠电子的得失而是通过原子间共用电子对形成化学键，这种键就是共价键。共用电子对与双方原子核相互吸引，使两个原子键连在一起。两原子间共用一对电子所形成的键叫单键由两对或三对共用电子所形成的键分别为双键和三键。例如乙烷、乙烯和乙炔分子可表示如下：



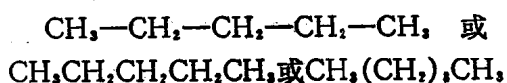
上面的式子即为路易斯 (Lewis) 电子式。从电子式可以看出由于共用电子使氢和碳分别达到了氦和氖的电子构型。

为了书写方便，常用一根短划来表示一对共用电子，同时也表示化合价是一价。短划的数量代表共价键的数量，即这个原子在该分子中的化合价，例如正戊烷：

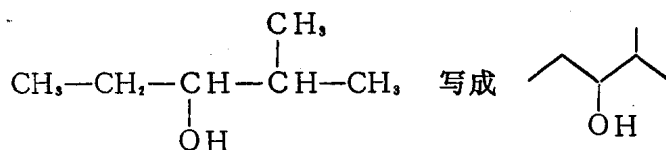
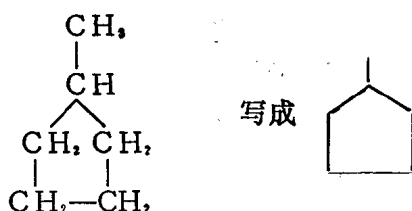
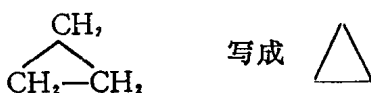


每个碳原子为四价，氢为一价。上面这样的式子表明了分子中原子连结的顺序与方式，我们

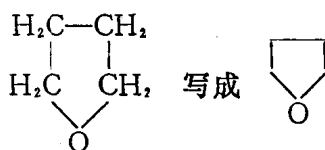
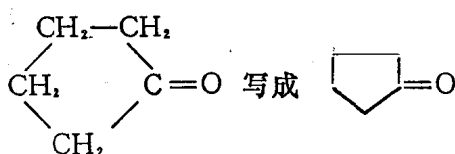
把它叫做*构造式 (constitution formula)。为了简化书写方式可把构造式缩写成如下形式:



环状化合物和链状化合物一般都可以采用键线写法。例如:

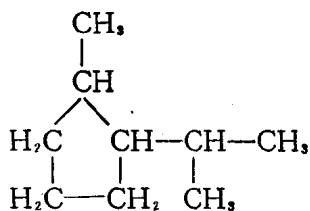


从上面几例可以看出, 键线写法很简便, 碳和氢都不必标出, 只须将每两条键线画成 120° 的角度, 键线的端点或键线的交点即为碳原子的位置。碳原子如果与其他原子相连, 则应将其其他原子标明, 例如:



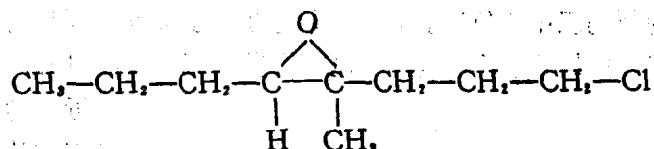
问题 1-1 将下列式子改写成键线式:

(1)



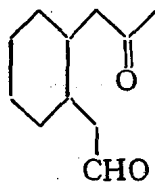
* 目前, 在国内许多书籍和资料中, 仍将关于分子中原子的连接次序和方式的描述泛称为“结构”(structure)。根据国际纯粹与应用化学协会的建议, 改为“构造”(constitution)。结构一词则用于含义更广的情况下, 如物质结构等。“分子结构”一词, 除包含构造外, 还包括构象、构型等内容。

(2)

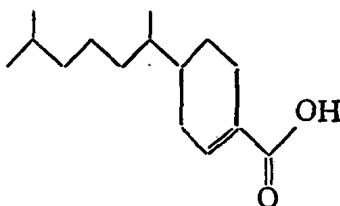


问题 1-2 把下列的键线式改写成普通式:

(1)



(2)



1.2.2 共价键的形成

原子如何通过共用电子而形成共价键呢? 根据量子力学的不同处理而有几种不同的理论, 当前常用的有价键理论和分子轨道理论两种。

(1) 价键理论

1927年海特勒(Heitler)和伦敦(London)首次用量子力学处理氢分子并把结果推广到多原子分子。该理论假定两个原子在未化合时其外层原子轨道中各有一个未成对电子, 当它们互相接近时, 如果未成对电子自旋反平行, 则互相吸引, 体系能量逐渐降低到最低值, 两个未成对电子配对形成共价单键, 两个原子结合为稳定的分子, 此为基态。如果两个原子所带的未成对电子自旋平行, 当它们互相接近时, 互相排斥, 体系能量升高, 故不能成键, 此为排斥态。在基态时两核间的电子云密度比较密集, 这表示两个原子轨道重叠, 形成稳定的化学键。重叠越多, 电子云密度越大, 共价键越牢固。在排斥态时, 核间的电子云密度很小, 表示重叠很少, 不利于形成分子。由于这个方法基于电子配对成键, 故又叫电子配对法, 它与熟知的价键概念很一致。例如H有一个未成对电子, Cl也有一个未成对电子, 当这两个电子自旋反平行时可配对形成共价单键而构成HCl分子。

价键理论认为一个电子与另一个电子配对以后就不能再与第三个原子的电子配对, 这种性质叫做共价键的饱和性。例如HCl分子中H与Cl的未成对电子已互相配对, 就不能再与其他的H或Cl化合。

原子形成分子时, 若电子云重叠越多, 则形成的共价键越牢固, 因此要尽可能在电子云密度最大处重叠, 这就是共价键的方向性, 也就是电子云最大重叠原理。例如氢原子的1S轨道与氯原子的2P_x轨道重叠有三个不同方向。(a) 氢原子沿x轴方向接近氯原子时, 电子云重叠最大, 形成稳定的结合; (b) 氢原子沿另一方向(即偏离x轴方向)接近氯原子, 电子云重叠较少, 结合不稳定; (c) 氢原子沿y轴(或z轴)方向接近氯原子, 电子云基本没有重叠, 故不能形成分子。如图1-1所示。

鲍林(Pauling)在经典价键理论基础上提出了杂化理论和共振论, 我们将在有关章节中作适当介绍。

(2) 分子轨道理论

分子轨道理论认为分子中形成共价键的电子属整个分子所有。例如A=B型双原子分子中的键电子所占的轨道既不是原来A原子的原子轨道也不是原来B原子的原子轨道, 而是绕两