

高等学校试用教材

Organic Chemistry

有机化学

(第3版)

主 编 姚映钦
副主编 庞金兴 王兴明

武汉理工大学出版社

高等学校试用教材

Organic Chemistry

有机化学

(第 3 版)

主 编 姚映钦
副主编 庞金兴 王兴明
编 者 (按执笔章节先后为序)
姚映钦 王兴明 强 敏
尹传奇 庞金兴 周忠强
陈连喜 周元林 黄 涛
王典芬 刘亚群

武汉理工大学出版社

Wuhan University of Technology Press

【内容提要】

按照官能团分类的方法,采用脂肪族与芳香族混编体系对第2版进行了修订。以基本知识、基本理论和基本反应为基础,突出结构与性质的依赖关系,对电子理论、空间效应、反应机理和共振论作了相关的介绍,力求反映有机化学的现状和发展趋势。

全书共17章,各章前面有内容提要、后面有本章小结及相当数量的习题,书末有习题参考答案,本书有配套的多媒体教学课件。欢迎广大师生来信来电索取。

与第2版相比,主要变化是删减了“无素有机化合物”和“高分子化合物”及其他各章个别化合物介绍,增加了“有机硅化合物”和“有机合成”两章,充实了一些现代有机化学必需的新知识。

本书可作为高等工业学校化工、材料、生物、环境、制药、农林、畜牧、医学等各类专业的有机化学课程教材,亦可供自学考试者和相关工程技术人员参考。

本书配套出版有多媒体教学课件,欢迎广大教师选用教材并索取课件。

Tel:027-87889119(编辑部) 87394412(发行部)

E-mail:tiandaoquan@126.com http://www.techbook.com.cn

图书在版编目(CIP)数据

有机化学/姚映钦主编. —3版. —武汉:武汉理工大学出版社,2011.8

高等学校试用教材

ISBN 978-7-5629-3531-5

I. 有… II. 姚… III. 有机化学-高等学校-教材 IV. 062

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 160494 号

项目负责:田道全

责任编辑:田道全

责任校对:万三宝

装帧设计:杨 涛

出版发行:武汉理工大学出版社(武汉市洪山区珞狮路 122 号 邮编:430070)

经 销 者:各地新华书店

印 刷 者:武汉兴和彩色印务有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:26

字 数:666 千字

版 次:2011 年 8 月第 3 版

印 次:2011 年 8 月第 1 次印刷

印 数:15001~18000 册

定 价:38.00 元

· 版权所有 盗版必究 ·

前 言

(第 3 版)

科学技术飞速发展加深了有机化学与生命科学、环境科学、材料科学和能源科学等相互交叉和渗透;随着教学改革不断深入,不同院校、学科和专业对有机化学的要求也发生了不同程度的变化。与时俱进,我们对第 2 版进行了修订,供高等学校化工、材料、生物、环境、制药、农林、畜牧、医学等各类专业作教材使用。

(1) 全书共 17 章,按官能团分类方法,采用脂肪族与芳香族混编体系,保持了第 2 版的基本构架,以基本知识、基本理论和基本反应为基础,突出结构与性质的关系。对反应机理、电子理论、空间效应和共振论作了相应介绍;除旧布新,力求反映有机化学的现状和发展趋势。

(2) 与第 2 版相比,主要变化是删减了“高分子化合物”和“元素有机化合物”两章及其他各章个别化合物介绍;增加了“有机硅化合物”和“有机合成”两章,减少了一些不很必要的内容,充实了一些现代有机化学必需的新知识。

(3) 考虑到有利于学生自学和巩固所掌握的知识内容,各章前面有内容提要,后面有本章小结及较大量的习题,书末附有习题参考答案。

(4) 为了方便教师备课,提高课堂教学效果,编写制作了与本书配套使用的多媒体教学课件。

(5) 参加第 3 版编写的有:武汉理工大学姚映钦(主编)、庞金兴(副主编)、王典芬、陈连喜、刘亚群;武汉科技大学强敏;武汉工程大学尹传奇;中南民族大学周忠强、黄涛;西南科技大学王兴明(副主编)、周元林。具体分工为:姚映钦(1、2 章);王兴明、姚映钦(3 章);强敏(4、5 章);尹传奇(6、7 章);庞金兴(8、9 章);王兴明(10、12 章);周忠强、黄涛(11、15 章);陈连喜(13 章);周元林(14 章);王典芬(16 章);刘亚群(17 章)。最后全书由姚映钦统一整理定稿。周忠强、黄涛负责编写制作了多媒体教学课件(光盘)。

本书承蒙武汉大学吴莹阶教授审稿,并提出了许多宝贵的修改意见,在此致以衷心的感谢。武汉理工大学化学系雷家珩教授、武汉理工大学化学系有机教研室的全体老师给予的热情支持和帮助、使用 1、2 版教材及提出宝贵意见的师生、武汉理工大学出版社田道全副编审为本书修订出版所做的工作,在此一并致以真诚的谢意。

由于编者水平和经验所限,书中的缺点、谬误在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2011 年 7 月于武汉

目 录

1 绪论	(1)
1.1 有机化学的研究对象	(1)
1.2 有机化合物的一般特点	(1)
1.2.1 有机化合物结构上的特点	(2)
1.2.2 有机化合物性质上的特点	(2)
1.3 有机化合物的来源和分类	(3)
1.3.1 有机化合物的来源	(3)
1.3.2 有机化合物的分类	(3)
1.4 有机化合物中碳的价态和构造式的表示法	(5)
1.4.1 有机化合物中碳的价态	(5)
1.4.2 构造式的表示法	(8)
1.5 共价键的属性	(8)
1.5.1 键长	(8)
1.5.2 键角	(9)
1.5.3 键能	(9)
1.5.4 键的极性和诱导效应	(10)
1.6 酸碱理论	(11)
1.6.1 阿累尼乌斯酸碱理论	(12)
1.6.2 布伦斯特质子理论	(12)
1.6.3 路易斯电子对理论	(13)
1.7 有机反应的基本类型和反应方程式	(14)
1.7.1 有机反应的基本类型	(14)
1.7.2 有机反应方程式	(15)
本章小结	(16)
习题	(16)
2 烷烃	(18)
2.1 烷烃的概念和命名	(18)
2.1.1 烷烃的概念	(18)
2.1.2 烷烃的命名	(18)
2.2 烷烃的结构和同分异构现象	(21)
2.2.1 烷烃的结构	(21)
2.2.2 烷烃的同分异构现象	(22)
2.3 烷烃的物理性质	(25)
2.3.1 物态	(25)

2.3.2	沸点	(26)
2.3.3	熔点	(27)
2.3.4	相对密度	(27)
2.3.5	溶解度	(27)
2.3.6	折射率	(28)
2.4	烷烃的化学性质	(28)
2.4.1	取代反应	(28)
2.4.2	氧化反应	(30)
2.4.3	裂化和催化氢化反应	(31)
2.5	烷烃的来源和用途	(32)
2.5.1	烷烃的来源	(32)
2.5.2	几种常用的烷烃	(33)
	本章小结	(33)
	习题	(34)
3	不饱和烃	(36)
3.1	烯烃	(36)
3.1.1	烯烃的结构、同分异构和命名	(36)
3.1.2	烯烃的物理性质	(41)
3.1.3	烯烃的化学性质	(41)
3.1.4	烯烃的亲电加成反应历程	(47)
3.1.5	马尔可夫尼可夫规律的解释	(48)
3.2	炔烃	(48)
3.2.1	炔烃的结构、构造异构和命名	(48)
3.2.2	炔烃的物理性质	(50)
3.2.3	炔烃的化学性质	(51)
3.2.4	乙炔的制法和用途	(57)
3.3	二烯烃	(58)
3.3.1	二烯烃的分类和命名	(58)
3.3.2	1,3-丁二烯的结构	(59)
3.3.3	共轭体系和共轭效应	(60)
3.3.4	共轭二烯烃的化学性质	(63)
	本章小结	(66)
	习题	(67)
4	脂环烃	(70)
4.1	脂环烃的分类和命名	(70)
4.1.1	脂环烃的分类	(70)
4.1.2	脂环烃的命名	(70)
4.2	脂环烃的结构	(72)
4.2.1	环的结构及其稳定性	(72)

4.2.2	脂环化合物的顺反异构·····	(73)
4.2.3	环己烷及其衍生物的构象·····	(74)
4.3	环烷烃的物理性质·····	(77)
4.4	脂环烃的化学性质·····	(78)
4.4.1	环烷烃的反应·····	(78)
4.4.2	环烯烃的反应·····	(80)
本章小结	·····	(80)
习题	·····	(81)
5	芳烃·····	(84)
5.1	芳烃的分类、构造异构和命名·····	(84)
5.1.1	单环芳烃·····	(84)
5.1.2	多环芳烃·····	(86)
5.2	苯分子的结构·····	(88)
5.2.1	价键理论·····	(88)
5.2.2	分子轨道理论·····	(89)
5.2.3	共振论简介·····	(89)
5.3	单环芳烃的物理性质·····	(91)
5.4	单环芳烃的化学性质·····	(92)
5.4.1	取代反应·····	(92)
5.4.2	加成反应·····	(97)
5.4.3	氧化反应·····	(97)
5.5	苯环上亲电取代反应历程·····	(98)
5.6	苯环上亲电取代反应的定位规律·····	(100)
5.6.1	两类定位基·····	(100)
5.6.2	定位规律的解释·····	(102)
5.6.3	定位规律的应用·····	(105)
5.7	苯乙烯、聚苯乙烯和离子交换树脂·····	(106)
5.7.1	苯乙烯和聚苯乙烯·····	(106)
5.7.2	离子交换树脂·····	(107)
5.8	多环芳烃·····	(108)
5.8.1	联苯·····	(109)
5.8.2	萘·····	(109)
5.8.3	蒽·····	(113)
5.8.4	菲·····	(114)
5.8.5	致癌烃·····	(115)
5.9	非苯芳烃·····	(116)
5.9.1	休克尔规则·····	(116)
5.9.2	非苯芳烃·····	(116)
本章小结	·····	(118)

习题	(119)
6 对映异构	(123)
6.1 有机化合物的旋光性和比旋光度	(123)
6.1.1 平面偏振光	(123)
6.1.2 旋光度和比旋光度	(124)
6.2 有机化合物的旋光性与其结构的关系	(125)
6.2.1 手性碳原子	(125)
6.2.2 对称因素	(126)
6.2.3 含有 1 个手性碳原子的对映异构	(127)
6.3 分子的构型	(127)
6.3.1 构型的表示法	(127)
6.3.2 构型的标记法	(129)
6.4 含有多个手性碳原子的对映异构	(132)
6.4.1 含有 2 个手性碳原子的对映异构	(132)
6.4.2 含有 n 个手性碳原子的分子	(134)
6.5 手性有机化合物的制备	(135)
6.5.1 外消旋体的拆分	(135)
6.5.2 手性合成(不对称合成)	(136)
本章小结	(136)
习题	(138)
7 卤代烃	(140)
7.1 卤代烃的分类和命名	(140)
7.1.1 卤代烃的分类	(140)
7.1.2 卤代烃的命名	(141)
7.2 卤代烃的物理性质	(142)
7.3 卤代烃的化学性质	(143)
7.3.1 亲核取代反应	(143)
7.3.2 消除反应	(145)
7.3.3 与金属反应	(145)
7.4 亲核取代反应历程	(146)
7.4.1 双分子亲核取代反应历程(S_N2)	(146)
7.4.2 单分子亲核取代反应历程(S_N1)	(147)
7.4.3 影响亲核取代反应的因素	(148)
7.5 消除反应历程	(149)
7.5.1 双分子消除反应历程($E2$)	(149)
7.5.2 单分子消除反应历程($E1$)	(149)
7.5.3 亲核取代反应和消除反应的竞争	(149)
7.6 卤代烯烃的化学性质	(150)
7.6.1 乙烯型卤代烯烃	(150)

7.6.2	烯丙型卤代烯烃	(151)
7.6.3	隔离型卤代烯烃	(152)
	本章小结	(153)
	习题	(153)
8	醇、酚、醚	(156)
8.1	醇	(156)
8.1.1	醇的结构、分类、构造异构和命名	(156)
8.1.2	醇的物理性质	(159)
8.1.3	醇的化学性质	(161)
8.1.4	硫醇	(165)
8.2	酚	(165)
8.2.1	酚的结构、分类和命名	(166)
8.2.2	酚的物理性质	(167)
8.2.3	酚的化学性质	(168)
8.3	醚	(174)
8.3.1	醚的构造、分类和命名	(174)
8.3.2	醚的物理性质	(175)
8.3.3	醚的化学性质	(176)
8.3.4	环氧乙烷	(177)
8.3.5	冠醚	(179)
8.3.6	硫醚	(180)
	本章小结	(181)
	习题	(181)
9	醛和酮	(184)
9.1	醛、酮的结构、分类和命名	(184)
9.1.1	醛、酮的结构	(184)
9.1.2	醛、酮的分类	(185)
9.1.3	醛、酮的命名	(185)
9.2	醛、酮的物理性质	(187)
9.3	醛、酮的化学性质	(188)
9.3.1	羰基的亲核加成反应	(188)
9.3.2	与氨衍生物的反应	(192)
9.3.3	α -氢原子的反应	(192)
9.3.4	氧化反应	(195)
9.3.5	还原反应	(196)
9.3.6	康尼扎罗反应	(198)
9.3.7	珀琴反应	(199)
9.4	羰基的亲核加成反应历程	(199)
9.4.1	亲核加成反应历程	(199)

9.4.2	影响亲核加成反应的因素	(200)
本章小结		(201)
习题		(202)
10	羧酸及其衍生物	(205)
10.1	羧酸.....	(205)
10.1.1	羧酸的构造、分类和命名	(205)
10.1.2	羧酸的物理性质.....	(207)
10.1.3	羧酸的化学性质.....	(208)
10.2	羧酸衍生物.....	(213)
10.2.1	羧酸衍生物的构造和命名.....	(213)
10.2.2	羧酸衍生物的物理性质.....	(214)
10.2.3	羧酸衍生物的化学性质.....	(216)
10.2.4	乙酰乙酸乙酯的特性及其应用.....	(221)
10.2.5	丙二酸二乙酯的特性及其应用.....	(223)
10.2.6	蜡和油脂.....	(224)
10.2.7	碳酸衍生物.....	(226)
本章小结		(229)
习题		(229)
11	含氮化合物	(232)
11.1	硝基化合物.....	(232)
11.1.1	硝基化合物的构造、分类和命名	(232)
11.1.2	硝基化合物的物理性质.....	(233)
11.1.3	硝基化合物的化学性质.....	(234)
11.2	胺.....	(236)
11.2.1	胺的分类、命名和结构	(236)
11.2.2	胺的物理性质.....	(238)
11.2.3	胺的化学性质.....	(239)
11.2.4	季铵盐和季铵碱、表面活性剂	(245)
11.3	重氮化合物和偶氮化合物.....	(246)
11.3.1	芳香族伯胺的重氮化反应.....	(247)
11.3.2	重氮盐的化学性质.....	(247)
11.3.3	偶氮化合物.....	(251)
11.4	腈.....	(251)
11.4.1	腈的构造和命名.....	(251)
11.4.2	腈的性质.....	(252)
11.4.3	丙烯腈.....	(252)
本章小结		(252)
习题		(253)
12	杂环化合物	(256)

12.1	杂环化合物的分类和命名	(256)
12.1.1	音译命名法	(256)
12.1.2	系统命名法	(257)
12.2	五元杂环化合物	(258)
12.2.1	呋喃、噻吩和吡咯的结构	(258)
12.2.2	呋喃、噻吩和吡咯的性质	(260)
12.2.3	糠醛	(263)
12.3	六元杂环化合物	(265)
12.3.1	吡啶	(265)
12.3.2	喹啉	(268)
12.4	生物碱	(271)
12.4.1	生物碱的概念	(271)
12.4.2	生物碱的性质	(272)
12.4.3	重要的生物碱	(273)
	本章小结	(274)
	习题	(275)
13	碳水化合物	(277)
13.1	单糖	(278)
13.1.1	葡萄糖的结构	(278)
13.1.2	果糖的结构	(282)
13.1.3	单糖的化学性质	(283)
13.1.4	重要的单糖	(287)
13.2	低聚糖	(288)
13.2.1	蔗糖	(288)
13.2.2	麦芽糖	(288)
13.2.3	纤维二糖	(289)
13.2.4	乳糖	(289)
13.3	多糖	(290)
13.3.1	淀粉	(290)
13.3.2	纤维素	(291)
13.3.3	糖原	(292)
	本章小结	(293)
	习题	(294)
14	氨基酸、蛋白质和核酸	(296)
14.1	氨基酸	(296)
14.1.1	氨基酸的分类和命名	(296)
14.1.2	氨基酸的构型	(299)
14.1.3	氨基酸的性质	(299)
14.1.4	重要的氨基酸	(302)

14.2	多肽	(303)
14.3	蛋白质	(304)
14.3.1	蛋白质的组成和分类	(304)
14.3.2	蛋白质的结构	(305)
14.3.3	蛋白质的性质	(306)
14.4	核酸	(308)
14.4.1	核酸的组成	(308)
14.4.2	核酸的结构	(308)
14.4.3	核酸的生物功能	(310)
	本章小结	(311)
	习题	(311)
15	有机硅化合物	(313)
15.1	有机硅化合物的成键特征和命名	(313)
15.2	有机硅化合物的基本类型及反应	(314)
15.2.1	硅烷和烷基硅烷	(314)
15.2.2	烷基氯硅烷、硅醇和烷基烷氧基硅烷	(315)
15.2.3	有机硅高聚物	(316)
15.3	有机硅烷偶联剂	(318)
	本章小结	(320)
	习题	(320)
16	光谱分析在有机化学中的应用	(321)
16.1	光谱分析概述	(321)
16.1.1	光谱形成的基本原理	(321)
16.1.2	光谱分析的分类	(321)
16.1.3	能量约束原理与选律	(322)
16.1.4	分子吸收光谱定性和定量分析的原理	(322)
16.2	紫外光谱(UV)	(323)
16.2.1	紫外光谱的形成	(323)
16.2.2	紫外光谱对有机分子结构的表征	(323)
16.2.3	紫外光谱在有机分子结构分析中的应用	(324)
16.3	红外光谱(IR)	(325)
16.3.1	红外光谱的形成	(325)
16.3.2	分子的振动模式	(326)
16.3.3	振动频率与红外活性	(327)
16.3.4	拉曼活性与红外活性	(328)
16.3.5	红外光谱对有机分子结构的表征及在分子结构分析中的应用	(328)
16.4	核磁共振谱(NMR)	(330)
16.4.1	核磁共振原理	(330)
16.4.2	逆磁效应与化学位移	(331)

16.4.3	^1H -NMR 核磁共振谱的形成	(332)
16.4.4	自旋偶合与谱线裂分	(332)
16.4.5	^1H -NMR谱对有机分子结构的表征和在分子结构分析中的应用	(333)
16.4.6	^{13}C -NMR谱和电子顺磁共振谱(EPR)	(335)
本章小结		(335)
习题		(335)
17	有机合成	(339)
17.1	有机合成路线设计方法	(339)
17.1.1	逆合成法及基本概念	(339)
17.1.2	目标分子的切断策略	(340)
17.2	有机合成设计内容及控制方法	(341)
17.2.1	有机合成设计内容	(341)
17.2.2	有机合成中的控制方法	(343)
17.2.3	逆合成分析实例	(345)
17.3	绿色合成化学	(347)
17.3.1	原子经济性与环境效益	(347)
17.3.2	寻找新的合成路线	(348)
17.3.3	采用无毒无害的绿色原料	(348)
17.3.4	采用无毒无害的绿色溶剂	(349)
17.3.5	开发新的高效催化剂	(349)
17.3.6	设计安全有效的绿色替代产品	(350)
本章小结		(350)
习题		(350)
附录 常用中英文有机化学名称对照表		(351)
习题参考答案		(360)
参考文献		(400)

1 绪 论

内 容 提 要

有机化学是研究碳氢化合物及其衍生物的化学。有机化合物的特点和按碳架、官能团分类的方法；碳原子形成共价键的 sp^3 、 sp^2 、 sp 三种杂化状态，构造式的表示法；共价键的属性、诱导效应、酸碱理论；有机反应的基本类型和反应方程式。

1.1 有机化学的研究对象

有机化学是化学学科的一个重要分支，它的研究对象是有机化合物（简称有机物）。人类使用有机物已有很长的历史，但是直到 18 世纪末期，才开始从动、植物中取得一系列较纯的有机物。1806 年贝采利乌斯（J. J. Berzelius）首次引用了有机化学这一名词，以区别于研究矿物物质的无机化学，他当时认为有机物只能靠生物体内的“生命力”才能生成。直至 1828 年德国化学家武勒（F. Wöhler）首先用无机物氰酸铵（ NH_4OCN ）在实验室中制备出尿素（ H_2NCONH_2 ）后，引起了化学家的极大关注，随后陆续合成了不少有机物，如 1845 年柯尔柏（H. Kolbe）合成了醋酸，1854 年柏尔赛罗（M. Berthelot）合成了油脂等。这样，化学家才逐步否定了神秘的“生命力”学说，确认人工合成有机物是完全可能的。此后不断采用新的技术和方法合成了大量的有机化合物，其数量远比从有机体得到的更多更好。于是人们把从生物体中得到的有机化合物与人工合成的有机化合物统称为有机化合物。

化学家在研究了大量的有机物之后，发现这些化合物在组成上有一个共同特点，它们都含有碳，多数含有氢。此外，还有一些含有氧、氮、硫、磷、卤素和金属等。所以化学家把有机化合物定义为碳化合物或碳氢化合物及其衍生物。所谓衍生物是一种化合物分子中的原子或原子团，直接或间接被其他原子或原子团所取代而衍生出来的产物。

因此，有机化学是研究碳化合物的化学，也可以说是研究碳氢化合物及其衍生物的化学。

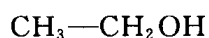
众所周知，无机物碳酸、氢氰酸等都含有碳和氢，它们的盐也都含有碳，因此难于把有机物和无机物截然分开。但是，由于碳化合物的数目非常庞大，而且有机物与无机物的性能有显著差异，因此将有机化学另立为化学的一个分支学科是非常必要的。

1.2 有机化合物的一般特点

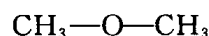
虽然有机化合物和无机化合物没有截然不同的界限，但是典型的有机物与典型的无机物比较，它们在结构上和性质上都有明显的不同。

1.2.1 有机化合物结构上的特点

有机化合物中以共享电子对成键的碳原子,它不但可以和其他元素相结合,而且碳原子和碳原子之间很容易互相结合成或长或短的碳链;碳原子之间不但可以用单键相连接,而且还可以用双键或叁键相连接;既可以连接成直链,也可以连接成环状。人们常常发现许多具有相同分子式的有机物,它们的性质却有很大的差异,究其根源在于它们分子结构不同,这种同分异构现象在有机化合物中是普遍存在的。例如,分子式 C_2H_6O 就可代表下列两种不同结构和性质的化合物,它们互为同分异构体。

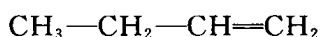


乙醇

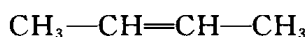


甲醚

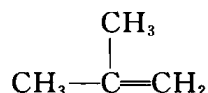
又如, C_4H_8 可以代表下列五种不同的化合物,它们也互为同分异构体。



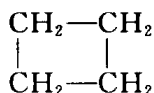
1-丁烯



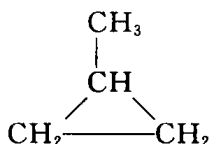
2-丁烯



2-甲基-1-丙烯



环丁烷



甲基环丙烷

显然,一个含碳化合物的碳原子数和原子种类愈多,出现的同分异构体数目也愈多。例如,分子式为 $C_{15}H_{32}$ 的化合物,其同分异构体数可达 4347 个。可见,同分异构现象的存在是有机化合物结构复杂、种类繁多的主要原因。1999 年 12 月,美国化学文摘收录的化合物数目已经达到 2230 万个,其中 90% 属于有机化合物;而同分异构现象不普遍存在的无机化合物虽然由多达 100 多种元素组成,但总数远不能和有机化合物相比,两者相差十分悬殊。

1.2.2 有机化合物性质上的特点

与无机化合物相比,有机化合物在性质上有着下列明显的特点。

1.2.2.1 熔点较低,热稳定性差,容易燃烧

有机化合物的熔点通常比无机化合物要低,一般不超过 $400^\circ C$ 就熔化,而无机化合物通常是难于熔化的。有机物一般对热不稳定,有的在常温下稳定,高温下却会发生分解。

有机物容易燃烧,有许多在空气中会被逐渐氧化;而无机物一般不易燃烧,在空气中一般都是稳定的。因此,可以用燃烧试验来区别化合物是有机物还是无机物。

1.2.2.2 难溶于水,易溶于有机溶剂

水是极性很强的液体,对极性物质易溶。有机化合物的极性一般很弱或是非极性的,难溶于极性强的水中,而易溶于极性弱或非极性的有机溶剂中。“相似相溶”的经验规律有助于了解有机物的溶解度问题,例如,极性弱的有机化合物与非极性或极性弱的溶剂如烃类、醚类等分子间作用力相似,因此往往可以互溶。

1.2.2.3 反应速率较小,副反应较多

绝大多数有机化合物的反应都不快,往往需要几个小时、甚至几十个小时才能完成,因此反应速率较小。为了加速反应,通常需要加热或加催化剂,有时还需加压。除了主产物外,还有副产物的生成,产物较复杂。而无机物的反应往往是迅速、瞬间完成的。

当然,上面这种情况不是绝对的,个别有机物如四氯化碳不但不易燃烧,而且还用来灭火;当有机化合物分子中含有能够与水形成氢键的羟基、羧基、氨基和磺酸基时,也可能溶于水,例如酒精和糖都易溶于水;三硝基甲苯和苦味酸也能以爆炸速度进行反应。

1.3 有机化合物的来源和分类

1.3.1 有机化合物的来源

在自然界中,有机物的来源主要有如下三个方面。

1.3.1.1 动植物

动植物不仅为人类提供衣、食、住、行各方面的生活必需品,而且为工业,尤其是轻工业提供了丰富的原料。随着科学技术的进步,通过人工合成的方法可以制得许多有机化合物,但是动植物仍是橡胶、明胶、油脂、香精和药物等有机物的重要来源。

1.3.1.2 煤

将煤隔绝空气,在 $1000\sim 1300^{\circ}\text{C}$ 加热,除得到焦炭外,还得到副产物煤焦油。煤焦油中估计含有 10000 种以上有机物,已被鉴定的约有 480 多种,分馏煤焦油可以得到多种化工原料。

1.3.1.3 石油和天然气

从油井中采出的原油,其主要成分是烷烃、环烷烃和芳烃等。原油经过加工可以获得适合不同用途的石油产品和化工原料。剩余的残渣——石油沥青是很好的建筑材料。

天然气是埋藏在地下的可燃性气体,主要成分是甲烷。根据甲烷含量的不同,天然气分为干天然气和湿天然气两种。天然气除用作燃料外,也是重要的化工原料。

1.3.2 有机化合物的分类

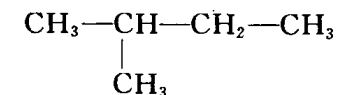
有机化合物的分类方法有两种,即根据分子中碳原子的连接方式(碳的骨架)或按照官能团(功能基)来分类。

1.3.2.1 按碳架分类

根据碳的骨架可以把有机化合物分为三大族:

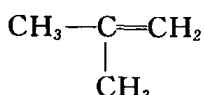
(1) 开链化合物

在这类化合物中,碳原子相互结合成或长或短的张开的链子。因为脂肪具有这样的链状碳架,所以开链化合物也叫脂肪族化合物。开链化合物又可分为饱和化合物与不饱和化合物。例如:



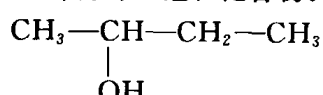
或 $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}_3$

异戊烷(饱和烃)



或 $(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{CH}_2$

异丁烯(不饱和烃)



或 $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}_3$

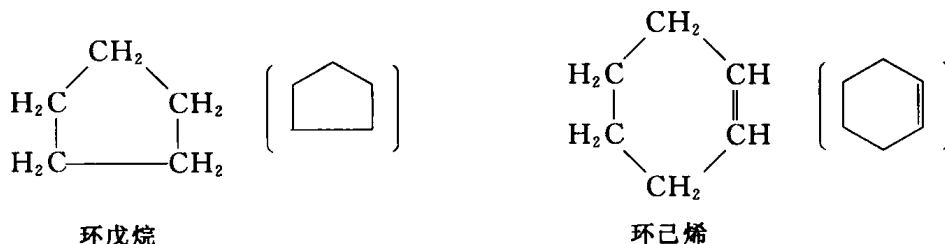
仲丁醇(饱和醇)

(2) 碳环化合物

这类化合物含有完全由碳原子组成的环,它们又可分为两类:

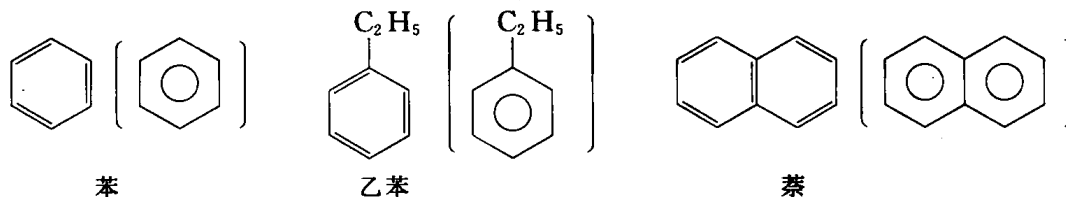
① 脂环族化合物

脂环族化合物结构上可以看作是由开链化合物关环而成的。脂环族化合物也有饱和与不饱和之分。例如:



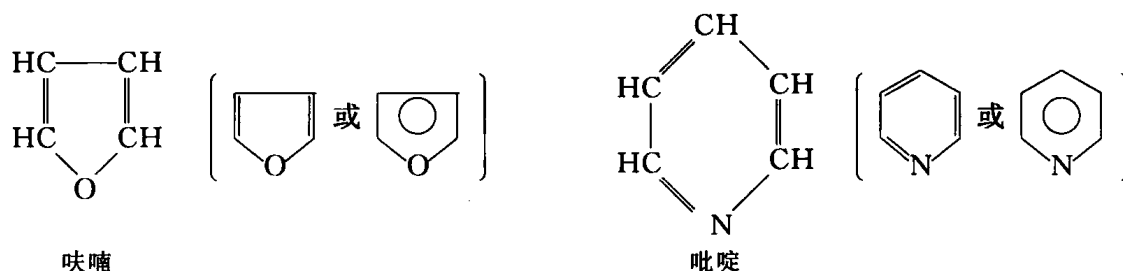
② 芳香族化合物

芳香族化合物是具有苯环的一类化合物,它们大多都具有芳香气味。这类化合物的分子中含有一个或多个苯环,它们的化学性质与脂环族化合物有显著的不同。例如:



(3) 杂环化合物

这类化合物分子中成环的原子是由碳和其他元素如 O、S、N 等组成的。例如:



1.3.2.2 按官能团分类

有机化合物的化学性质除了和它们的碳骨架结构有关外,主要取决于分子中所含的官能团。所谓官能团是指分子中比较活泼而有特定反应的原子或原子团(基团)。

按照官能团分类的方法是把含有相同官能团的化合物归为一类。因为一般说来,具有相同官能团的化合物在化学性质上是基本相同的,把它们归为一类进行研究比较方便。表 1.1 列出一些常见化合物的类别及官能团。本教材采用混合分类法,把开链化合物和碳环化合物放在一起,然后按官能团进行分类,但把杂环化合物另列一章讨论。

表 1.1 常见化合物的类别及官能团

化合物类别	官能团构造	官能团名称	实 例
烯烃	$\begin{array}{c} \diagup \quad \diagdown \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagdown \quad \diagup \end{array}$	碳碳双键	$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$ 乙烯
炔烃	$-\text{C}\equiv\text{C}-$	碳碳叁键	$\text{HC}\equiv\text{CH}$ 乙炔