



全 国 技 工 学 校 教 材
劳动和社会保障部培训就业司认定

有机化学

陕西省石油化工高级技工学校
王秀芳 编



化学工业出版社

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

有机化学/王秀芳编. —北京: 化学工业出版社,
1999.5

全国技工学校教材

劳动和社会保障部培训就业司认定

ISBN 7-5025-2518-1

I. 有… II. 王… III. 有机化学-技工学校-教材
IV. 062

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 21714 号

全国技工学校教材
劳动和社会保障部培训就业司认定

有机化学

陕西省石油化工高级技工学校

王秀芳 编

责任编辑: 何曙霓 李迟善

责任校对: 陶燕华

封面设计: 郑小红

*

化学工业出版社出版发行

(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

北京市彩桥印刷厂印刷

三河市延风装订厂装订

开本 850 毫米×1168 毫米 1/32 印张 8% 字数 217 千字

1999 年 8 月第 1 版 2003 年 9 月北京第 3 次印刷

ISBN 7-5025-2518-1/G·684

定 价: 15.00 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

前 言

本书是根据 1996 年 7 月原化工部全国化工技校教学指导委员会化工工艺专业教材编审组制定的全国化工技工学校教材《有机化学教学大纲》编写的。

根据大纲的要求和初中学生初学有机化学的实际情况,编写本书时加强了针对性,认真精选了教学内容,避免了偏多、偏深、偏难和与本专业要求不甚密切的内容,力求使教材内容主次分明,重点突出,详略得当;教学内容的编排注意遵循实践—认识—实践这一认识规律,按照物质之间的内在联系,由近及远,由浅入深,由简到繁,由感性到理性,符合循序渐进的原则;贯彻了理论联系实际的原则,教材内容紧密联系化工生产实际,增加了课堂演示实验内容,加强了化学实验教学;注意了教材内容的正确性、先进性、科学性和思想性以及概念、理论说明的严密性、逻辑性,力求做到层次分明、条理清楚,叙述深入浅出,举例、分析问题通俗易懂。为了丰富学生的科学技术知识,教材中用小字编排了适量选学内容(用※表示),也可供学生课外阅读,开阔眼界。为了给师生提供方便,提高效率,还编写了与本教材配套的《有机化学练习册》。在该练习册中,有目的、有计划、有针对性地编写了考察学生最基本、最重要的基础知识和基本技能的各种类型的习题,还注意编选了一些稍有综合性和有一定灵活性的习题,以便使学生打好基础。该练习册按照本教材的章节顺序编排,各节配有填空题、选择题、判断题和计算题,每章后配有自测题和学习辅导内容。练习册可直接作为作业本使用。

本书由陕西石油化工高级技校王秀芳编写。由上海化工厂技校曹福民任主审,参加审稿的还有吉林化工技工学校陈性永、杨洪英,上

海化工厂技校邱芳伟。

在编写本书的过程中，主要参考了高中《化学》课本、全国化工技工学校第一轮教材《有机化学》以及大学、中专的《有机化学》教材，在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中难免疏漏之处，敬请读者、特别是使用本书的师生提出批评意见。

编者

1997年12月

内 容 提 要

本书共四章,主要包括绪论、烃、烃的衍生物、糖类和蛋白质、合成有机高分子化合物。该书基本上是按官能团体系将脂肪族化合物和芳香族化合物进行混合编排,系统叙述了有机化学基础知识,并对烃和烃的衍生物进行了重点介绍。书末有学生实验内容,并附:常见有机物的分类、常见各类有机物的通式、官能团、分子结构特点和主要化学性质、烃及其衍生物的相互关系、有机化学反应的基本类型。为了便于更好地学习、掌握有机化学基本概念、基础知识和基本技能,每节课的各种类型习题和每章的测验题,另编在《有机化学练习册》中,该练习册与本教材配套使用。

本书可作化工技工学校无机化工工艺、化工分析等专业的教材,也可作其他技工学校相关专业的教学用书和职工自学及工人培训用书。

目 录

绪论	1
一、有机化合物和有机化学	1
二、有机化合物的特点	2
三、有机化学的重要性	3
四、有机化合物的分类	4
第一章 烃	7
第一节 甲烷 烷烃	7
一、甲烷	7
1. 甲烷分子的结构	7
2. 甲烷的自然状态及实验室制法	8
3. 甲烷的性质和用途	9
二、烷烃	12
1. 何为烷烃	12
2. 同系物	13
3. 烷基	13
4. 烷烃的性质	14
5. 同分异构现象和同分异构体	14
6. 烷烃的命名	17
三、环烷烃	18
第二节 乙烯 烯烃	19
一、乙烯	19
1. 乙烯分子的结构	19
2. 乙烯的制法	20
3. 乙烯的物理性质	21
4. 乙烯的化学性质和用途	21
二、烯烃	23
1. 烯烃的物理性质	23

2. 烯烃的化学性质	24
3. 烯烃的命名	25
三、二烯烃	26
第三节 乙炔 炔烃	26
一、乙炔	26
1. 乙炔分子的结构	26
2. 乙炔的制法	27
3. 乙炔的物理性质	28
4. 乙炔的化学性质和用途	28
二、炔烃	31
第四节 苯 芳香烃	32
一、苯	32
1. 苯分子的结构	32
2. 苯的物理性质	33
3. 苯的化学性质和用途	33
二、芳香烃	35
1. 芳烃的分类	35
2. 重要的芳香烃	36
第五节 石油 煤的综合利用	38
一、石油	38
1. 石油的成分	38
2. 石油的炼制	38
3. 石油化工	42
二、煤的综合利用	43
1. 煤的干馏	43
2. 炼焦产品及其用途	44
*第六节 杂环化合物	45
第二章 烃的衍生物	50
第一节 卤代烃	50
一、卤代烃的物理性质	51
二、卤代烃的化学性质	52
1. 取代反应	52
2. 消去反应	52

三、几种重要的卤代烃	53
1. 三氯甲烷 (CHCl_3)	53
2. 四氯化碳 (CCl_4)	53
3. 氯乙烷 ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$)	53
4. 氯乙烯 ($\text{CH}_2=\text{CHCl}$)	54
5. 二氟二氯甲烷 (CCl_2F_2)	54
6. 四氟乙烯	54
第二节 乙醇 醇类	54
一、乙醇	54
1. 乙醇的物理性质	54
2. 乙醇的化学性质	55
3. 乙醇的用途	58
4. 乙醇的工业制法	58
二、醇类	59
1. 醇的分类和命名	59
2. 几种重要的醇	60
第三节 苯酚	61
一、苯酚的物理性质	62
二、苯酚的化学性质	62
1. 跟碱的反应——苯酚的酸性	62
2. 苯环上的取代反应	63
3. 显色反应	63
三、苯酚的用途	64
*四、苯酚的工业制法	64
第四节 醛和酮	65
一、乙醛	65
1. 乙醛的物理性质	66
2. 乙醛的化学性质	66
3. 乙醛的用途	67
* 4. 乙醛的工业制法	67
二、醛类	68
1. 醛的性质	68
2. 几种重要的醛	69

三、酮类	69
1. 丙酮	69
2. 酮类	70
第五节 乙酸 羧酸	71
一、乙酸	71
1. 乙酸的物理性质	71
2. 乙酸的化学性质	71
3. 乙酸的用途	72
4. 乙酸的工业制法	72
二、羧酸	73
1. 羧酸的分类	73
2. 羧酸的性质	74
3. 几种重要的羧酸	74
第六节 酯 油脂	76
一、酯	76
1. 酯的分类和命名	77
2. 酯在自然界里的存在	77
3. 酯的性质和用途	77
二、油脂	78
1. 油脂的组成和结构	78
2. 油脂的物理性质	79
3. 油脂的化学性质和用途	79
*三、肥皂的去污原理和合成洗涤剂	81
第七节 硝基化合物	83
一、硝基苯	84
1. 硝基苯的制法	84
2. 硝基苯的物理性质	84
3. 硝基苯的化学性质和用途	84
二、三硝基甲苯	85
1. 三硝基甲苯的制法	85
2. 三硝基甲苯的性质和用途	85
第八节 胺 酰胺	86
一、胺	86

1. 胺的分类	86
2. 几种重要的胺	86
二、酰胺	89
1. 酰胺的命名	89
2. 酰胺的性质	90
3. 几种重要的酰胺	90
* 4. 羧酸衍生物	92
第三章 糖类 蛋白质	95
第一节 糖类	95
一、单糖	96
1. 葡萄糖	96
2. 果糖	97
* 3. 核糖	98
二、二糖	98
1. 蔗糖	98
2. 麦芽糖	99
三、多糖	99
1. 淀粉	100
2. 纤维素	101
第二节 氨基酸 蛋白质	103
一、氨基酸	103
1. 氨基酸的命名	103
2. 氨基酸的性质	104
二、蛋白质	105
1. 蛋白质的存在和组成	105
2. 蛋白质的性质	106
3. 蛋白质的用途	107
* 4. 核酸	107
* 5. 酶	107
第四章 合成有机高分子化合物	109
第一节 有机高分子的一般概念	109
一、有机高分子化合物的界定	109
二、有机高分子的结构	110

1. 线型结构	110
2. 体型结构	111
三、有机高分子化合物的性质	111
第二节 有机高分子的合成	113
一、加聚反应	113
1. 乙烯的聚合	113
2. 丙烯的聚合	114
二、缩聚反应	115
1. 合成聚酯纤维的缩聚反应	115
2. 合成酚醛树脂的缩聚反应	115
第三节 合成材料	116
一、塑料	117
1. 塑料的种类	118
2. 几种重要的塑料	118
二、合成纤维	123
1. 纤维的分类	123
2. 几种重要的合成纤维	124
三、合成橡胶	126
1. 合成橡胶的分类	128
2. 几种重要的合成橡胶	128
实验	131
有机化学实验的一般知识	131
一、有机化学实验室规则	131
二、有机化学实验室安全知识	132
1. 有机化学实验室安全规则	132
2. 实验室事故的处理	133
3. 急救用具	134
三、有机实验室常用的普通玻璃仪器和其他用品	134
1. 普通玻璃仪器	134
2. 其他用品	134
实验一 甲烷的制取和性质	136
实验二 乙烯和乙炔的制备及性质 苯和甲苯的性质	139
实验三 乙醇和苯酚的性质	142

实验四 乙醛、乙酸和乙酸乙酯的性质	144
实验五 糖类和蛋白质的性质	147
选做实验 硝基苯和酚醛树脂的制取	150
附录	152
附录一 常见有机物的分类	152
附录二 常见各类有机物的通式、官能团、分子结构特点和主要化学 性质	153
附录三 有机化学的基本反应类型	156
附录四 烃及其衍生物的相互关系	166

绪 论

一、有机化合物和有机化学

人们生活在物质世界里，物质的种类很多，根据它们的组成、结构和性质等方面的特点，可分为无机化合物和有机化合物两大类。在无机化学中已经学过的单质、氧化物、酸、碱、盐等化合物，都属于无机化合物；另一类如淀粉、蛋白质、酒精、油脂、纤维、橡胶、石油、染料等，则属于有机化合物。

人们对有机化合物的认识是在实践中逐渐加深，由片面到比较全面。最初人们接触到的有机化合物，只能从动植物等有机^①体中取得，而不能用人工的方法合成。因此，当时人们把来源于动、植物有机体的这类化合物称为“有机化合物”，简称“有机物”。从19世纪20年代开始，人们用非生物体内取得的物质先后合成了许多有机化合物，如尿素、醋酸、油脂等。这些科学事实说明人工合成有机物是完全可能的。这样，也就打破了只能从有机体取得有机化合物的限制。现在，人们不但能合成自然界里已经有的许多种有机化合物，而且还能大量的合成自然界中原来没有的多种多样性质良好的有机化合物，如合成树脂、合成橡胶、合成纤维、结晶牛胰岛素、核糖核酸和许多染料、药物等等。因此，“有机化合物”这个名称已经在历史的原意上有了很大发展，但由于历史和习惯的原因，这个名称一直沿用至今。

通过元素分析法，人们发现，不论是来自生物体的还是人工合成的有机化合物都含有碳元素。所以，我们把含碳元素的化合物叫做有机化合物。无机化合物，一般指的是组成里不含碳元素的物质。而像一氧化碳、二氧化碳、碳酸、碳酸盐、金属碳化物、氰化物等少数物质，虽然含有碳元素，但由于它们的组成和性质跟无机化合物相似，所

① “有机”就是指有生命机能的意思。

以还是把它们归属在无机化合物里。随着科学研究的深入,还发现有机物除含碳元素外,几乎都含有氢元素,有些还含有卤素、氧、硫、氮等元素。

我们把研究有机物的化学叫做“有机化学”。有机化学是研究有机物的组成、结构、性质、合成方法、应用及其相互转化规律的科学。

二、有机化合物的特点

有机物种类繁多,远远超过了无机物的数量。目前,从自然界里发现的和人工合成的有机物已达数百万种,而无机物却只有十来万种。这是由于有机物都含有碳元素的缘故,碳元素位于元素周期表的第2周期第ⅣA族,碳原子最外电子层有4个价电子,在化学反应中不易失去电子形成阳离子,也不易得到电子形成阴离子,通常是以共价键跟其他原子相结合,可以跟其他原子形成4个共价键,而且碳原子与碳原子之间也能以共价键相结合,形成单键、双键或叁键,也可以形成长短不同的碳链或大小不等的碳环结构。

有机化合物的许多物理性质和化学性质的特点,与其结构密切相关。一般来说,有机化合物与无机化合物相比较,在性质上具有以下主要特点。

(1) 难溶于水而易溶于有机溶剂 多数有机化合物难溶于水,易溶于酒精、汽油、苯、乙醚等有机溶剂中。而多数无机化合物则易溶于水,难溶于有机溶剂。

由于大多数有机化合物分子里的碳原子跟其他原子以共价键相结合,分子的极性很弱或没有极性,根据“相似相溶”的经验规律,它们易溶于极性弱或非极性的有机溶剂中,难溶于强极性的水中。而大多数无机化合物是极性的,所以一般能溶于水,难溶于有机溶剂中。

(2) 容易燃烧 绝大多数有机化合物受热时不稳定,容易分解,也容易燃烧。如蔗糖、淀粉、纤维、油脂、汽油、酒精等遇火就会发烟、碳化、燃烧。而无机化合物一般不易或不能燃烧。

有机化合物的易燃性与它含有的碳和氢元素有关。

(3) 熔点和沸点较低 有机化合物在室温下常以气体、液体或低熔点的固体状态存在,液体的沸点最高不超过350℃左右,固体的熔点

在 400℃ 以下。而许多无机化合物的熔点、沸点则比较高，如 NaCl 晶体的熔点为 801℃，沸点为 1413℃。

由于有机化合物分子聚集时形成的晶体，大多数是分子晶体，分子间以微弱的范德华力互相结合着，破坏这种力需要较少的能量，所以有机化合物的熔点、沸点低。而无机化合物许多是以离子键结合的，并形成离子晶体，离子键的键能比较大，要破坏它则需要较大的能量，所以无机化合物的熔点、沸点较高。

(4) 不易导电 绝大多数有机化合物不容易发生电离，是非电解质，所以不易导电。而大多数无机化合物是电解质，在水溶液中或熔化状态下能电离出自由移动的离子，因而能导电。

(5) 反应速率慢，常有副反应发生 有机化合物所进行的化学反应叫有机反应。有机反应一般来说都是分子之间的反应，其反应速率决定于分子之间不规则的碰撞而使分子中的某个共价键断裂，这种分子碰撞机率与反应过程通常比较慢，所以多数有机反应进行缓慢，往往需要几小时、几天、甚至更长的时间才能完成。因此许多有机反应常常需要加热、用光照射或使用催化剂等手段，增加分子间的碰撞率，促进反应顺利进行，提高反应速率。又由于有机物分子是复杂分子，分子中键的断裂可以发生在不同的位置上，故有机反应还常伴有副反应发生，反应产物也比较复杂。

无机反应往往是离子反应，反应的发生是依靠离子间的静电引力，结合比较迅速，所以反应速率快。例如酸碱中和反应、卤素离子和银离子生成卤化银沉淀的反应等，都可在瞬间完成。

以上列举的只是有机化合物的一般特性，严格来讲，有机化合物和无机化合物在性质上的区别仅仅是相对的，并不是绝对的。例如，少数有机化合物易溶于水（如酒精、醋酸、蔗糖等）；某些有机化合物（如四氯化碳）非但不能燃烧，反而可用作灭火剂；有些有机反应速率很快，甚至进行爆炸式的反应（如 TNT 炸药的爆炸）。因此，我们在了解有机化合物的共同特性时，还应当十分重视它们的特性。

三、有机化学的重要性

有机化学对国民经济的发展和人民生活水平的提高起着非常重要

的作用，它在许多科学技术研究领域里占有十分重要的地位。

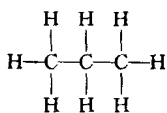
在农业方面，长效、低污染新农药的研制、农副产品的综合利用等都需要应用有机化学知识。在工业和国防方面，能源中的煤、石油和天然气的大力开发、提炼和综合利用，合成纤维、合成橡胶、塑料、染料、医药、涂料、炸药、表面活性剂、高能燃料、特殊材料、石油化工、日用化工、食品工业等的发展，都依赖于有机化学的成就。近代随着石油化工生产的突飞猛进，我国五大合成材料（合成纤维、合成橡胶、塑料、涂料、胶粘剂）基地已基本建成，用于火箭、导弹、人造卫星、核工业等所需要的特殊材料已能独立生产，这些成绩都与有机化学的飞速发展密切相关。人们的衣、食、住、行和日常生活用品都离不开有机化学，可以说，人类生活的各个方面，都与有机化学息息相关。有机化学也是研究与生命有关的生物化学和分子生物学的基础之一，我国在1965年用化学方法在世界上首次完成具有生命活性的蛋白质结晶牛胰岛素的人工合成；1971年完成了猪胰岛素晶体结构的测定，以后又完成酵母丙氨酸转移核糖核酸的合成；1990年11月在世界上首次观察到DNA的变异结构——三链辨态缠绕结构片断，这些科学研究不仅使有机化学学科得到进一步发展，同时对于人类认识复杂的生命现象、控制遗传、征服顽症和造福人类都是非常重要的。

随着现代科学技术的不断发展，不仅化工行业需要专门的化学知识，其他行业和很多部门也需要化学知识，因此化学教育的普及是社会发展的需要。有机化学是化学的一个分支学科，它是化工技工学校化工专业必修的一门基础理论课程。我们一定要努力学好有机化学这门课，掌握有机化学基础知识和基本技能，了解它们在实际中的应用，为化工专业课程的学习和将来从事化工生产奠定良好的基础。

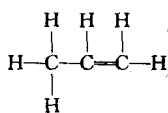
四、有机化合物的分类

(1) 按碳架分类 有机化合物可以按碳原子结合方式的不同分为四类。

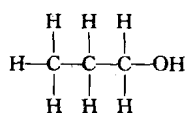
(a) 开链化合物 这类化合物分子中，碳原子与碳原子连接成链状结构。例如：



丙烷



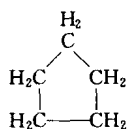
丙烯



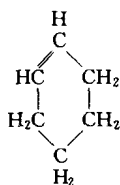
1-丙醇

开链化合物最初是在油脂中发现的，所以又叫做脂肪族化合物。

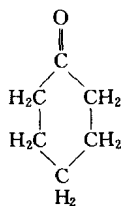
(b) 脂环族化合物 这类化合物分子中的碳原子连接成环状结构，它们的性质和脂肪族化合物相似，所以叫做脂环族化合物。例如：



环戊烷

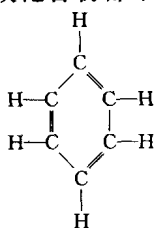


环己烯

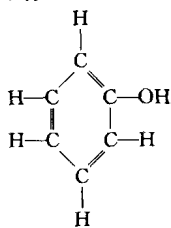


环己酮

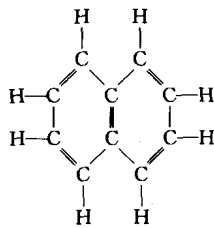
(c) 芳香族化合物 这类化合物分子中都含有由 6 个碳原子连接成的“特殊的”环状结构——苯环结构，它们的性质与脂肪族化合物和脂环族化合物都不同。例如：



苯



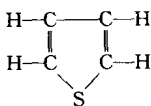
苯酚



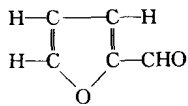
萘

这类化合物最初发现的是具有芳香味的有机物，所以叫做芳香族化合物。

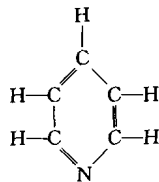
(d) 杂环化合物 这类化合物分子中，具有由碳原子和其他杂原子（氧、氮、硫等）共同组成的环状结构。例如：



噻吩



糠醛



吡啶