



普通高等教育“十二五”规划教材

有机化学

(第三版)

徐伟亮 主编



科学出版社

普通高等教育“十二五”规划教材

有机化学

(第三版)

徐伟亮 主编

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书共 15 章,分两部分内容。第一部分为基础有机化学及有机波谱内容,主要介绍了有机化学的基础理论、基本有机化合物的类型和命名、结构、理化性质、化学反应及重要的化合物、重要的反应机理、立体化学、紫外光谱、红外光谱、核磁共振谱、质谱。第二部分为天然有机化学内容,主要介绍了油脂、碳水化合物、氨基酸、蛋白质、核酸、含氮和含磷化合物、杂环化合物和生物碱。

本书在深度和广度上符合医学类、农林类、生物和生命科学类等有机化学课程的教学大纲,在内容取材和编排上面向生物和生命大类的有机化学教学,可作为高等学校医学类、农林类、生物和生命科学类各专业有机化学的教材。

图书在版编目(CIP)数据

有机化学/徐伟亮主编. —3 版. —北京:科学出版社,2015. 2

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-03-043525-5

I. ① 有… II. ① 徐… III. ① 有机化学-高等学校-教材 IV. ① O62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 040332 号

责任编辑:郑祥志 赵晓霞 / 责任校对:赵桂芬

责任印制:霍 兵 / 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>

新科印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2002 年 9 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2008 年 6 月第 二 版 印张:22 1/2

2015 年 3 月第 三 版 字数:573 000

2015 年 3 月第十四次印刷

定价: 49.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

第三版前言

自 2008 年《有机化学》第二版出版以来,已经过了七年时间。七年来,我校和使用本书的兄弟院校教师给了编者极大的鼓舞,也提供了许多有益的建议,在此谨向他们表达编者衷心的感谢。

此次再版编写的指导思想与第二版相同,仍然是面向医学、农林、生命科学等专业,编写时融合了我校近几年来有机化学课程教学内容改革的成果,并充分考虑到未来现代生物技术将占主导地位的事实。

本次再版着重正确地阐述有机化学的基本理论和概念,科学完整地表达有机化学基本原理和概念间的相互联系;注意理论联系实际,内容上充分反映当前国内外医学、农林和生命科学领域中应用有机化学的重大成果和进展。

第三版教材形式上仍保留第一版、第二版的章节安排。天然有机化学(英、美有机化学教科书中是以“biomolecules”为题进行介绍)中有关油脂、碳水化合物、氨基酸、蛋白质、核酸及杂环化合物和生物碱的内容,本书着重介绍这些化合物的化学结构和化学性质,而生理和生物性质及功能则交由后续的生物化学等课程介绍。本书仍保留“波谱基础”的内容。虽然要真正掌握并能应用波谱,还需进一步选修后续课程——波谱学,但考虑到不同学校的教学要求不同,以简洁的文字介绍波谱基础对医学、农林和生命科学中的个别专业仍有必要。

本次再版主要对每章文字叙述不合理、烦琐的地方进行了修改,有些表达不清晰的图重新绘制,部分知识点列入拓展学习部分,拓展学习及阅读材料部分用小号字列出。本书适合的课时数为 48~64 学时。考虑到当前各校有机化学学时数差异较大,教师可根据专业的不同,对教材内容进行增减。本次再版全书的架构体系未有变化。徐伟亮、吴百乐、陈时忠编《有机化学学习指南》(科学出版社,2007)仍可与本书配套使用。

编写一本面向医学、农林和生命科学等专业的有机化学教材,仍是编者再版教材编写中面临的新课题。由于编者水平有限,虽然尽了最大的努力,书中可能还会有疏漏和不当之处,希望使用本书的老师和学生提出意见和建议,以便在重印或再版时改进。

徐伟亮

2014 年 11 月于浙江大学紫金港校区

xwliang@zjip.com

第二版前言

本书第一版出版已经六年。六年来,我校和使用本书的兄弟院校的教师和学生给了作者极大的鼓舞和厚爱,提出许多有益的建议。因此,利用再版之际,谨向广大教师和学生表达作者衷心的感谢。

本书是我校医学类、农林类、生物和生命科学类等各专业使用的教材,是结合 2006 年教育部“化学与化工学科教学指导委员会”、“生物科学与工程教学指导委员会”在研讨“化学类专业发展战略研究报告”和“生物学科战略发展报告”时提出的化学与生物学科发展的态势,化学与生物教学体系和教学内容改革的要求编写的。

本书编写时融合了我校近几年来有机化学课程教学内容改革的成果,充分考虑未来现代生物技术的主导地位,要求医学、农林、生物和生命科学工作者有更为扎实的有机化学基础理论知识,比较熟练地掌握一些有机化学基本原理、基本机理和一些典型有机化合物的结构和性质。因此,本书着重正确地阐述本学科的基本理论和概念,科学完整地表达有机化学各基本原理和概念间的相互联系;并注意理论联系实际,内容上充分反映当前国内外医学、农林、生物和生命科学领域中有机化学应用,如仿生化学、酶化学、生物活性分子化学、化学生物学中的重大成果和进展等。

本书编写的理论体系构建,化学反应的选择,反应机理的阐述,化合物性质和结构特点的介绍,基本以有机化学在医学、农林、生物和生命科学领域中的应用为基础,符合医学类、农林类、生物和生命科学类等各专业对有机化学的需求,反映了有机化学教学为医学、农林、生物和生命科学服务的特点。

学生通过学习有机化学,将具备深入医学类、农林类、生物和生命科学类各专业后继课程学习的能力,能运用基础有机化学和天然有机化学的知识去解释和解决医药科学、农林科学、生物和生命科学中的各种有机化学问题。

本书编写中,形式上仍保留第一版的章节安排,每章除了保留 10 个左右习题外,另添加了 5 个左右思考题,这些思考题中,部分题目在深度和广度上略超过本书的内容范围,可作为有机化学课程小论文的题目或教师组织课堂讨论的题目。希望这些思考题能在教材和课堂教学的层面上,培养学生具有有机化学的思维方式和应用有机化学理论去思考问题的基础。

本书可供医学类、农林类、生物和生命科学类各专业学生使用。本书上课时数为 60~75 学时。教师可根据专业不同,对教学内容进行增减。与本书配套的教学辅导书,请参阅《有机化学学习指南》(科学出版社,2007)。

由于编者水平有限,虽然尽了最大的努力,书中肯定还有错误和不当之处,恳请使用本书的老师和同学提出批评和建议,以便在重印或再版时改正。

徐伟亮

xwliang@zjip.com

2008 年 1 月于浙江大学紫金港校区

第一版前言

有机化学是化学的一个重要分支,最初是从研究生物体中的有机化合物和化学反应而发展起来的。有机化学的发展历史也是人类认识自然、征服自然的历史。100多年来,经化学家的艰苦努力,有机化学有了长足的发展。从由生物体中分离有机物开始,到今天可以合成许多极为复杂的有机物,都是随着人们对有机物分子结构的逐步深入了解和有机化学学科的发展而实现的。现代生命科学和生物技术的崛起给有机化学注入了新的活力,研究生命现象和生命过程、揭示生命的起源和本质是21世纪自然科学的重大研究课题,也是有机化学的重大研究课题。

科学家认识到,只有化学与生命科学相结合才能在分子水平上研究生命。因此新的学科,如生物化学、生物有机化学、分子生物学、化学生物学、生物无机化学、化学生物信息学等蓬勃发展。

未来的世纪,现代生物技术将起主导地位,这就要求生物和生命科学工作者要有更为扎实的有机化学基础理论知识。因此,掌握和熟悉有机化学基本原理、基本技能及一些典型有机化合物的结构和性质是十分必要的。

有机化学是医学类、生物学类、农林科学类各专业的主要基础课程。学生学习这些课程,是为各专业的后续课程生物化学、植物生理学、医学生理生化、分子生物学、生物技术、基因工程及农药学、资源化学、生物资源综合利用等打好基础,亦是为将来从事上述研究、生产工作打好基础。

随着高等学校教学改革的发展和教学体制的变动,现在“有机化学”的教学,除继续面向农林、生物类各专业外,还面向医学类。因此原来使用的《有机化学》教材已不能适应农林、生物、医学类各专业教学的需要。尤其是受原有机化学教学大纲制约及当时编写教材的思想认识局限,有机化学教材未能充分反映有机化学在生物学和生命科学领域中的广泛应用和蓬勃发展的状况。因此编写一本面向医学、生物、农林类各专业的有机化学教材成了当务之急。

本书以我校近几年来有机化学课程教学内容改革的实践和成果为依据,突出了有机化学为生物和生命科学服务,为医学、生物、农林类各专业学生的后续课程服务的特点。充分反映了当前国内外生物和生命科学领域中应用有机化学的重大成果和进展,如仿生化学、酶化学、生物活性分子化学、生物有机化学等,使学生通过有机化学的学习,具备深入医学、生物、农林科学类各专业后续课程学习的能力,能运用基础有机化学和天然有机化学的知识去解释和解决生物和生命科学中的各种有机化学问题。

本书在编写过程中,得到我校理科和工科有机化学老师的大力支持,同时得到我校各专业后续课程老师的帮助和指导。尤其是施亚夫先生、叶孟兆先生对有机化学教学内容的改革,以及由他们编写的,长期在我校和部分兄弟院校使用的《有机化学》教材(1978年的统编教材、八五规划的指导教材、九五规划教材)为本书的编写指明了方向。他们丰富的教学经验和编写教材的独到见解,使我们受益匪浅。在此我们表示衷心的感谢。

本书由徐伟亮编写第一、二、五、六章及全书的统稿,傅春玲编写第四、十三、十五章,吴军编写第十、十一章,钱卫星编写第三、九、十四章,章小波编写第七、八、十二章。

本书在深度和广度上符合医学、农林、生物类有机化学基础课的教学大纲要求,在取材和编排上面向生物和生命大类的有机化学教学。可作为农林、生物、医学类各专业的有机化学基础课教材。本书上课时数约 70~85 学时,教师可根据上课专业不同,对教材内容进行增减。

编写一本面向医学、生物、农林类各专业的有机化学教材,是编者面临的新课题。由于编者水平有限,虽然尽了最大的努力,但书中可能还会有错误和不当之处,我们恳请使用本书的老师 and 同学提出批评和建议,以便在重印或再版时改进。

徐伟亮

2002 年 5 月于浙江大学

目 录

第三版前言

第二版前言

第一版前言

第 1 章 绪论	1
1.1 有机化学发展概况	1
1.1.1 有机化学的发展与其他学科的关系	1
1.1.2 有机化合物的一般特性	2
1.1.3 有机化学的研究方法	3
1.2 有机化合物的结构	4
1.2.1 价键	4
1.2.2 有机化合物中的共价键	7
1.2.3 有机分子的构造和构型	11
1.2.4 有机化合物的分类	13
1.3 有机化合物的性质	14
1.3.1 物理性质	14
1.3.2 化学性质	17
1.3.3 有机化学中的酸碱理论	19
思考题	22
习题	22
第 2 章 饱和脂肪烃	24
2.1 烷烃	24
2.1.1 烷烃的结构	24
2.1.2 烷烃的命名	24
2.1.3 烷烃的物理性质	26
2.1.4 烷烃的化学性质	27
2.1.5 自由基取代反应	29
2.2 环烷烃	30
2.2.1 环烷烃的分类和命名	30
2.2.2 环烷烃的物理性质	32
2.2.3 环烷烃的化学性质	32
2.2.4 环烷烃的环张力和稳定性	33
2.2.5 烷烃的构象	36
2.2.6 环烷烃的构象	37
2.2.7 构象分析	39
2.2.8 重要化合物	41

思考题	43
习题	43
第3章 不饱和脂肪烃	45
3.1 单烯烃	45
3.1.1 烯烃的结构和命名	45
3.1.2 顺反异构及构型表示法	46
3.1.3 烯烃的物理性质	49
3.1.4 烯烃的化学性质	50
3.2 炔烃	57
3.2.1 炔烃的结构和命名	57
3.2.2 炔烃的物理性质	58
3.2.3 炔烃的化学性质	58
3.3 二烯烃	62
3.3.1 共轭二烯烃的结构	62
3.3.2 共轭体系和共轭效应	63
3.3.3 共轭体系的反应	65
3.4 萜类化合物	67
3.4.1 萜类化合物的结构	67
3.4.2 萜类化合物概述	67
思考题	71
习题	71
第4章 芳香烃	74
4.1 单环芳烃	74
4.1.1 苯的结构	74
4.1.2 单环芳香烃的异构和命名	77
4.1.3 单环芳烃的物理性质	79
4.1.4 单环芳烃的化学性质	79
4.2 稠环芳烃	93
4.2.1 萘	93
4.2.2 蒽和菲	96
4.2.3 其他稠环芳香烃	97
4.3 非苯芳烃	97
4.3.1 休克尔 $4n+2$ 规则	97
4.3.2 轮烯	99
4.3.3 二茂铁	99
4.3.4 富勒烯	100
思考题	101
习题	101
第5章 旋光异构	104
5.1 旋光性和比旋光度	104

5.1.1	旋光性	104
5.1.2	比旋光度	105
5.2	手征性分子和旋光异构体	105
5.2.1	对称性和手性	105
5.2.2	对映体	106
5.2.3	手性分子和手性因素	106
5.3	构型的确定和构型的表示方法	107
5.3.1	费歇尔投影式	107
5.3.2	相对构型和 D、L 表示法	108
5.3.3	绝对构型和 R、S 表示法	109
5.3.4	构型和旋光性的关系	110
5.4	旋光异构体的数目和内消旋体	110
5.4.1	含两个不同手性碳原子的化合物的旋光异构体	110
5.4.2	含两个相同手性碳原子的化合物的旋光异构体	111
5.4.3	外消旋体的拆分	111
5.5	烯烃亲电加成的立体化学	113
	思考题	115
	习题	115
第 6 章	卤代烃	118
6.1	卤代烷	118
6.1.1	卤代烷的结构和命名	118
6.1.2	卤代烷的物理性质	119
6.1.3	卤代烷的化学性质	120
6.1.4	亲核取代反应	122
6.1.5	消除反应	124
6.1.6	亲核取代反应中的立体化学	126
6.1.7	消除反应中的立体化学	127
6.2	卤代烯烃和卤代芳烃	128
6.2.1	卤代烯烃和卤代芳烃的分类	128
6.2.2	乙烯基型和芳基型卤代烃	128
6.2.3	烯丙基型和芳甲基型卤代烃	129
6.2.4	重要化合物	129
	思考题	131
	习题	131
第 7 章	醇、酚、醚	133
7.1	醇	133
7.1.1	醇的结构、分类和命名	133
7.1.2	醇的性质	134
7.1.3	重要的醇	139
7.2	酚	140

7.2.1 酚的分类和命名	140
7.2.2 酚的结构	141
7.2.3 酚的性质	141
7.2.4 重要的酚	144
7.3 醚	145
7.3.1 醚的分类和命名	145
7.3.2 醚的性质	146
7.3.3 环醚	147
7.4 硫醇和硫醚	149
7.4.1 硫醇	149
7.4.2 硫醚	151
思考题	151
习题	152
第8章 醛、酮、醌	154
8.1 醛和酮	154
8.1.1 醛、酮的结构和命名	154
8.1.2 醛、酮的物理性质	155
8.1.3 醛、酮的化学性质	156
8.1.4 羰基加成反应的立体化学	170
8.1.5 重要的醛、酮化合物	171
8.2 醌	173
8.2.1 醌的结构和命名	173
8.2.2 对苯醌的化学性质	173
思考题	175
习题	176
第9章 羧酸及其衍生物和取代酸	178
9.1 羧酸	178
9.1.1 羧酸的结构和命名	178
9.1.2 羧酸的物理性质	179
9.1.3 羧酸的化学性质	180
9.1.4 重要的羧酸	184
9.2 羧酸衍生物	185
9.2.1 羧酸衍生物的结构和命名	185
9.2.2 羧酸衍生物的物理性质	186
9.2.3 羧酸衍生物的化学性质	186
9.2.4 酰基亲核取代反应机理	190
9.2.5 重要的羧酸衍生物	191
9.3 取代酸	192
9.3.1 羟基酸的分类和命名	192
9.3.2 羟基酸的化学性质	193

9.3.3 重要的羟基酸	194
9.3.4 羧基酸	196
9.3.5 羧基酸的化学性质	196
9.3.6 互变异构现象	197
9.3.7 重要的羧基酸	199
思考题	200
习题	200
第 10 章 含氮和含磷化合物	202
10.1 胺	202
10.1.1 胺的分类、命名和结构	202
10.1.2 胺的物理性质	203
10.1.3 胺的化学性质	205
10.1.4 重要化合物	209
10.2 酰胺	210
10.2.1 酰胺的结构和命名	210
10.2.2 酰胺的物理性质	210
10.2.3 酰胺的化学性质	211
10.2.4 碳酸酰胺	212
10.2.5 苯磺酰胺和苯磺酰脲	213
10.3 其他含氮化合物	213
10.3.1 硝基化合物	213
10.3.2 重氮盐和偶氮化合物	215
10.3.3 脲和异脲	219
10.4 含磷有机化合物	220
10.4.1 磷化物的结构和命名	220
10.4.2 有机磷化合物的反应	221
10.4.3 磷的生化作用	222
思考题	223
习题	223
第 11 章 杂环化合物和生物碱	225
11.1 杂环化合物	225
11.1.1 杂环化合物的分类和命名	225
11.1.2 杂环化合物的结构与芳香性	226
11.1.3 杂环化合物的化学性质	228
11.1.4 重要杂环化合物	234
11.2 生物碱	239
11.2.1 生物碱概述	239
11.2.2 生物碱选述	239
思考题	241
习题	241

第 12 章 脂类化合物	242
12.1 油脂	242
12.1.1 油脂的组成、结构和命名	242
12.1.2 油脂的性质	244
12.1.3 表面活性剂	246
12.1.4 蜡	248
12.2 磷脂	249
12.2.1 磷酸甘油酯	249
12.2.2 神经鞘磷脂	251
12.3 甾族化合物	252
12.3.1 甾族化合物的结构	252
12.3.2 重要的甾族化合物	253
思考题	258
习题	258
第 13 章 碳水化合物	260
13.1 单糖	260
13.1.1 单糖的结构	261
13.1.2 单糖的性质	266
13.1.3 重要的单糖及其衍生物	276
13.2 低聚糖	277
13.2.1 还原性二糖	277
13.2.2 非还原性二糖	279
13.2.3 环糊精	280
13.3 多糖	281
13.3.1 淀粉	281
13.3.2 糖原	282
13.3.3 纤维素	283
13.3.4 甲壳素	284
13.3.5 其他多糖	285
思考题	286
习题	287
第 14 章 氨基酸、蛋白质和核酸	289
14.1 氨基酸	289
14.1.1 氨基酸的分类和命名	289
14.1.2 氨基酸的结构和构型	291
14.1.3 氨基酸的性质	292
14.2 蛋白质	295
14.2.1 蛋白质的分类	295
14.2.2 蛋白质的结构	296
14.2.3 蛋白质的理化性质	300

14.3 核酸	303
14.3.1 核酸的组成	303
14.3.2 核苷和单核苷酸	304
14.3.3 核酸的结构	306
思考题	309
习题	309
第 15 章 波谱基础	310
15.1 吸收光谱	310
15.1.1 概述	310
15.1.2 吸收光谱的产生	310
15.2 紫外-可见吸收光谱	311
15.2.1 紫外-可见吸收光谱的基本原理	311
15.2.2 影响紫外吸收光谱的主要因素	315
15.2.3 紫外光谱图的解析	316
15.2.4 紫外光谱的应用	317
15.3 红外光谱	318
15.3.1 红外光谱的基本原理	318
15.3.2 红外光谱与分子结构的关系	320
15.3.3 各类有机化合物红外吸收光谱	321
15.3.4 红外光谱图的解析方法	324
15.3.5 红外光谱图解析举例	324
15.3.6 红外光谱的应用	326
15.4 核磁共振谱	327
15.4.1 核磁共振的基本原理	327
15.4.2 ^1H NMR 的化学位移	328
15.4.3 核磁共振信号与分子结构的关系	330
15.4.4 核磁共振谱的应用	332
15.5 质谱	335
15.5.1 质谱的基本原理	336
15.5.2 质谱仪和质谱图	336
15.5.3 质谱图的解析	336
思考题	339
习题	339
参考文献	341

第 1 章 绪 论

本章将介绍有机化学的发展历史、有机化合物的一般特性、有机化学的研究方法以及有机化学中的基础理论,如原子轨道理论、杂化轨道理论、分子轨道理论等。了解共价键的形成、类型和特点,分子间力以及氢键的特点。了解有机分子的构造和构型的区别,有机化学中的酸碱理论,如布朗斯台德酸碱质子概念、路易斯电子概念和软硬酸碱概念。

1.1 有机化学发展概况

1.1.1 有机化学的发展与其他学科的关系

有机化学是化学的一个重要的分支,最初是从研究生物体中的有机化合物性质和化学反应而发展起来的。18 世纪中叶,化学家们一般认为有机化合物只能存在于生物体中,是“生命力”在制造这些有机化合物。

19 世纪初,德国化学家 F. Wöhler 首先发现:用公认的无机化合物氰酸铵(NH_4OCN)在实验室中可以制造出原来只能从人体排泄物——尿中取得的有机化合物尿素(H_2NCONH_2)。从此,化学家们摒弃了不科学的“生命力”学说。100 多年来,有机化合物的人工合成研究得到了极大的发展。创造新物质成了化学家的首要任务,许多新技术被用于有机化合物的合成,如高压合成、光合成、声合成、微波合成、固相合成、仿生合成等。现在,一些复杂天然化合物也能够通过化学合成的方法来获得,如人工合成了奎宁、胆固醇、可的松、叶绿素和利血平等一系列复杂有机化合物。如今,每年有数千种新的有机化合物出现。因此,毫不夸张地说,化学家为人类在自然界旁合成了一个新的自然界。

现代生命科学和生物技术的崛起给化学注入了新的活力,研究生命现象和生命过程、揭示生命的起源和本质是 21 世纪自然科学的重大研究课题。从 20 世纪初化学家开始对生物小分子(如糖、血红素、叶绿素、维生素等)的化学结构与合成研究,到 1955 年 Vigneand 首次合成多肽激素催产素和加压素而获得诺贝尔化学奖,1958 年 Sanger 因对蛋白质特别是牛胰岛素分子结构测定的贡献而获得诺贝尔化学奖,1953 年 J. D. Watson 和 H. C. Crick 提出了 DNA 分子双螺旋结构模型,有机化学家和生物化学家在分子水平上打开了一个又一个通向生命奥妙的大门。这些杰出的成果对于生命科学具有划时代的贡献,为分子生物学和生物工程的发展奠定了基础。

科学家也认识到只有化学与生命科学相结合才能在分子水平上研究生命,因此新的学科如生物化学、生物有机化学、分子生物学、化学生物学、生物无机化学、化学生物信息学等蓬勃发展。

在研究生命现象的领域里,化学不仅提供了理论还提供了技术和方法,如药物对人类健康的贡献,利用药物治疗疾病是人类文明的重要标志之一。由于我们对分子结构和药理作用的深入研究,药物化学得以迅速发展并成为化学学科一个重要领域。化学家通过合成、半合成或从动植物、微生物中提取而得到的化学药物超过 2 万种。例如,1909 年德国化学家艾里希合

成出了治疗梅毒的特效药物。磺胺药使许多细菌性传染病特别是肺炎、流行性脑炎、细菌性痢疾等长期危害人类健康和生命的疾病得到控制。青霉素、链霉素、金霉素、氯霉素、头孢菌素等类型抗生素的发明为人类的健康做出了巨大贡献。

农业科学研究的对象是生物。在农业生产中,为了使动植物朝着人们所期望的方向发展,就必须掌握动植物生长发育规律,了解各种有机化合物在生物体内的合成、转化、分解等过程。只有对有机化合物的一些典型结构、性质和变化规律有了认识之后,才能深入了解生物体中的这些生理变化过程,掌握和控制动植物的生长发育动向。

在农业科学研究和农产品的综合利用中,人们经常要对生物体内的某些有机化合物进行提取、分离和检测。如果不知道这些有机化合物的基本结构和性质,就不能很好地理解和掌握分离、检测技术,更不可能创造新的分离、检测方法并开发某些农副产品的新用途。

有机合成产品正越来越广泛地应用于农业生产中。合成的有机杀虫剂、杀菌剂、除草剂和植物生长调节剂等农业生产中发挥了不小的作用。其他如兽用药物、医疗器材、饲料中的各种添加剂,还有农用塑料薄膜、塑料农具、燃料和润滑油等农用化学品也得到了广泛应用。只有了解这些化学品的组成、结构、理化性质和生理功能等,人们才能安全、合理、有效地使用它们。

未来,现代生物技术将占主导地位,这就要求生物和生命科学工作者具有更为扎实的有机化学基础理论知识。因此,掌握和熟悉一些有机化学基本原理、基本技能和一些典型有机化合物的结构和性质是十分必要的。

1.1.2 有机化合物的一般特性

有机化学是化学中一门相对独立的学科。除了因为有数目庞大和种类繁多的化合物外,主要是由于有机化合物在结构和性质上具有与无机化合物不同的特点。

有机化合物主要由碳、氢元素组成,一般还含有氧、氮元素,以及卤素、硫、磷等少数元素。从结构上看,绝大多数的有机化合物的骨架由碳组成,有机化合物可以看成是碳氢化合物以及由碳氢化合物衍生出来的化合物。有机化学就是研究碳氢化合物及其衍生物的化学。

有机化合物都含有碳原子。碳处于周期表第ⅣA族,原子半径较小,价电子比较多,碳原子之间的结合能力比其他元素的原子要强得多。碳原子之间可以单键、双键或叁键互相结合成链状的、环状的、有分支的等各种各样从简单到复杂的结构。而结构稍有不同,即使元素组成不变,也会成为另一种化合物。因此,有机化合物中普遍存在着同分异构现象。结构复杂、同分异构现象普遍存在是有机化合物数目庞大和种类繁多的重要原因之一。

碳原子有4个价电子,要失去4个电子或得到4个电子使之形成稀有气体的稳定电子构型,在通常情况下是不可能的。因此,在有机分子中,碳原子与碳原子之间、碳原子与其他元素的原子之间只能通过电子对的共享,即以共价键相结合,因此有机化合物一般都是共价化合物。

有机化合物原子间以共价键结合,结构复杂,同分异构现象普遍,这些结构上的特点使有机化合物与无机化合物相比,特别是与无机盐类相比,具有如下的特性:

(1) 大多数有机物是共价化合物,一般极性较弱或无极性,而水是强极性的。因此,有机物一般难溶或不溶于水,而易溶于有机溶剂。

(2) 大多数有机物能燃烧,生成水和二氧化碳,燃烧后没有或极少留下灰分。

(3) 一般有机化合物热稳定性较差,受热易分解,许多有机化合物在 200~300℃时即逐渐分解。有机化合物分子间力主要以色散力为主,分子间的作用力较小。因此,许多有机化合物在常温条件下是气体、液体。常温下是固体的有机物,它们的熔点也较低,熔点超过 300℃的有机物很少。

(4) 有机化合物结构比较复杂,反应往往不是单一的。有机化合物的化学反应多数不是离子反应,因而反应速率较慢,往往需用光照、加热或使用催化剂以加速反应。

反应物间常可同时发生不同的反应,得到几种产物。一般把某一特定条件下主要进行的反应称为主反应,其他反应称为副反应。因此,选择合适的反应条件,减少副反应,提高主反应产物的产量是有机化学家的一项重要任务。

(5) 有机化合物结构复杂,同分异构现象普遍,有些有机化合物还含有一个或多个手性碳原子。因此,认定一个有机化合物的结构,往往需要用多种物理和化学手段。有机化合物结构的鉴定也是有机化学家的一项重要任务。

1.1.3 有机化学的研究方法

有机化合物的化学性质很大程度上取决于有机化合物的结构。研究有机化合物(不管是来自生物体的天然有机物还是人工合成的有机物),首先必须研究它的结构。一般从下列几点着手研究。

1. 提取、分离和纯化

研究某一有机物,首先必须把它从样本(生物材料或反应混合物)中提取出来。最常用的方法是用适当的溶剂提取。这样得到的化合物是不纯的,需进行分离、纯化。分离纯化的方法很多,如蒸馏、重结晶、萃取、升华、吸附、透析等,可根据研究对象选择合适的方法,但是必须保证在操作过程中目的化合物不受破坏或发生变化。色谱法是现代广泛应用的分离纯化手段,具有快速、简便、灵敏、可靠等优点,并可用于微量物质的分离。分离纯化后的物质,通过沸点、熔点等物理常数的测定,以鉴定物质的纯度。

2. 元素定性分析

化合物中碳和氢的存在可由燃烧法检定:让化合物与氧化铜一起加热,使碳转变为二氧化碳,氢转变为水;以共价键结合的卤素、氮、硫等元素,用钠熔法把它们转变为无机离子后再作分析;化合物中的氧没有简单的化学检定法,它的存在与否将由定量分析确定。

3. 元素定量分析

碳、氢元素是通过燃烧法来定量的。将一定量的有机物样品装在盛有氧化铜的管子中,加热到 600~800℃,彻底燃烧分解。其后通过装有干燥剂(通常是高氯酸镁)的管子和装有强碱(通常是碱石棉,即附着在石棉上的氢氧化钠)的管子,生成的水被干燥剂吸收,二氧化碳被碱吸收。从每根管子质量的增加便可知道碳、氢的含量。在卤素、氮、硫、磷等元素的定量分析中,必须把共价键结合的卤素、氮、硫、磷等元素转变为无机离子后再定量。氧的百分含量常用