



湖北高职“十一五”规划教材(生物类)

HUBEI GAOZHI "SHIYIWU" GUIHUA JIAOCAI

总策划 李友玉 策划 屠莲芳
编委会

主任 吴云 恩施职业技术学院
陈全胜 黄冈职业技术学院

副主任 (以下按姓氏笔划排序)
叶汉英 武汉软件工程职业学院
刘发志 湖北三峡职业技术学院
张德炎 咸宁职业技术学院
付献力 荆州职业技术学院

委员 (以下按姓氏笔划排序)

叶汉英 武汉软件工程职业学院
刘发志 湖北三峡职业技术学院
刘振祥 咸宁职业技术学院
吴云 恩施职业技术学院
张术 随州职业技术学院
张代涛 襄樊职业技术学院
张德炎 咸宁职业技术学院
李云 湖北三峡职业技术学院
李莉 武汉职业技术学院
杜磊 仙桃职业学院
杨春松 武汉城市职业学院
陈全胜 黄冈职业技术学院
金学平 武汉软件工程职业学院
郭群 武汉职业技术学院
曹正明 黄冈职业技术学院
龚云登 恩施职业技术学院
韩友元 荆州职业技术学院
瞿宏杰 襄樊职业技术学院

凝聚集体智慧 研制优质教材

教材是教师教学的脚本,是学生学习的课本,是学校实现人才培养目标的载体。优秀教师研制优质教材,优质教材造就优秀教师,培育优秀学生。教材建设是学校教学最基本的建设,是提高教育教学质量最基础性的工作。

高职教育是中国特色的创举。我国创办高职教育时间不长,高职教材存在严重的“先天不足”,如中专延伸版、专科移植版、本科压缩版等。这在很大程度上制约着高职教育教学质量的提高。因此,根据高职教育培养“高素质技能型专门人才”的目标和教育教学实际需求,研制优质教材,势在必行。

2005年以来,湖北省高教学会高职高专教育管理专业委员会(简称“高职专委会”)高瞻远瞩,审时度势,深刻领会国家关于“大力发展职业教育”和“提高高等教育质量”之精神,准确把握高职教育发展之趋势,积极呼应全省高职院校发展之共同追求;大倡研究之风,大鼓合作之气;组织全省高职院校开展“教师队伍建设、专业建设、课程建设、教材建设”(简称“四个建设”)的合作研究与交流。旨在推进全省高职院校进一步全面贯彻党的教育方针,创新教育思想,以服务为宗旨,以就业为导向,工学结合、校企合作,走产学研结合发展道路;推进高职院校培育特色专业、打造精品课程、研制优质教材、培养高素质的教师队伍,提升学校整体办学实力与核心竞争力;促进全省高职院校走内涵发展道路,全面提高教育教学质量。

湖北省教育厅将高职专委会“四个建设”系列课题列为“湖北省教育科学‘十一五’规划专项资助重点课题”。全省高职院校纷起响应,几千名骨干教师和一批生产、建设、服务、管理一线的专家,一起参加课题协同攻关。在科学研究过程中,坚持平等合作,相互交流;坚持研训结合,相互促进;坚持课题合作研究与教材合作研制有机结合,用新思想新理念指导教材研制,塑造教材“新、特、活、实、精”的优良品质;坚持以学生为本,精心酿造学生成长的精神食粮。全省高职院校重学习研究,重合作创新蔚然成风。

这种以学会为平台,以学术研究为基础开展的“四个建设”,符合教育部关于提高教育教学质量的精神,符合高职院校发展的需求,符合高职教师发展的需求。

在湖北省教育厅和湖北省高教学会领导的大力支持下,在湖北省高教学会秘书处的指导下,经过两年多艰苦不懈的努力和深入细致的工作,“四个建设”合作研究初见成效。湖北省高职专委会与湖北长江出版传媒集团、武汉大学出版社、复旦大学出版社等知名出版单位携手,正陆续推出课题研究成果:“湖北高职‘十一五’规划教材”,这是全省高职集体智慧的结晶。

交流出水平,研究出智慧,合作出成果,锤炼出精品。凝聚集体智慧,共创湖北高职教育品牌——这是全省高职教育工作者的共同心声!

湖北省高教学会高职专委会主任 黄木生

2008年1月

前 言

实用有机化学技术是高职农林、牧医、生物工程、医药、食品等专业的一门重要的基础课程。

本教材是湖北高职“十一五”规划教材,是由参加湖北高职“四个建设”合作研究的部分高职院校合作研制而成的。

本教材在研制过程中注重应用性和实用性,具有以下特点:①突出“理论够用,技能必需”的原则;②教材内容的范围和深度与相应就业岗位群的要求紧密挂钩,收录了现行适用、成熟规范的现代技术,实践性、应用性强,突破了传统教材以理论知识为主的局限,突出职业技能的特点;③吸收了农林、畜牧兽医、生物制药等相关企业的技术人员参加教材研制,有效地克服了内容脱离实际工作的弊端;④按模块化组织教材体系,循序渐进,重点突出,层次分明,语言精炼,通俗易懂。

湖北省高等教育学会副秘书长、湖北省教育科学研究所高教研究中心主任李友玉研究员,湖北省高等教育学会高职高专教育管理专业委员会教学组组长李家瑞教授、秘书长屠莲芳,负责本教材研制队伍的组建、管理和本教材研制标准、研制计划的制定与实施。

参与本教材合作研制的有(这里请加入学校名称,下同)吴云(第四章)、黄启亮(第一章、第三章、实验十一、实验十二)、李杏元(第五章)、周丽虹(第七章、实验七、实验八)、周成河(第八章、附录)、饶漾萍(第二章)、罗永平(第六章、实验一)、姚茂桂(第九章)、康振兴(第十章)、徐敏(实验三、实验四、实验五、实验六、实验十三、实验十四)、彭经寿(实验二、实验九、实验十)。全书由吴云统稿,书稿整理及校正得到了周成河、康振兴、姚茂桂、彭经寿几位教师的协助。

本书在研制过程中参考了很多资料、文献、网上资源,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,加之经验不足,错误和不妥之处在所难免,敬请广大读者及同行专家批评指正。

湖北高职“十一五”规划教材
《实用有机化学技术》研制组
2008年1月

内 容 提 要

本书为湖北高职高专“十一五”规划教材,全书分为理论、实验、附录三部分,理论共十章,内容包括有机化合物命名技术、有机化合物结构识别技术、有机化合物鉴别技术、有机化合物分离技术、有机化合物提取技术、有机化合物合成技术、有机化学技术在农业中的应用、有机化学技术在畜牧兽医中的应用、有机化学技术在制药中的应用等,每章前面配有本章的课程目标,包括知识、能力、素质,后面有本章小结、习题与思考题。实验部分包括 14 个实训项目。附录包括有机弱酸在水中的离解常数、有机弱碱在水中的离解常数、EDTA 溶化合物的溶度积常数等。

本书可作为农林、畜牧兽医、生物工程、制药工程等相关专业有机化学课程的通用教材,也可以作为相关技术岗位人员培训、自学的参考教材。

主编 廖熙 “十一五”规划教材

副主编 《有机化学》编写组

2008 年 8 月

目 录

理论部分

第一章 绪论	2
一、有机化合物和有机化学	2
二、有机化合物的特点	2
三、有机化合物的分类	3
四、有机化学的发展	5
第二章 有机化合物的命名技术	7
第一节 烃的命名	7
一、链烃的命名	7
二、环烃的命名	13
第二节 烃的衍生物的命名	16
一、卤代烃的命名	16
二、醇酚醚的命名	17
三、醛和酮的命名	20
四、羧酸及其衍生物的命名	21
五、杂环化合物的命名	24
第三章 有机化合物的结构识别技术	26
第一节 烃的结构	26
一、烷烃的结构	26
二、烯烃和炔烃的结构	29
三、芳香烃的结构	31
第二节 烃的衍生物的结构	32
一、卤代烃的结构	32
二、醇、酚、醚的结构	32
三、醛、酮、醌的结构	34
四、羧酸及其衍生物的结构	34
五、杂环化合物的结构	35

第三节	同分异构	40
一、	同分异构现象	40
二、	构造异构	41
三、	构型异构	43
第四章	有机化合物的鉴别技术	54
第一节	烃的鉴别	54
一、	烷烃	54
二、	烯烃	58
三、	炔烃	61
四、	环烷烃	65
五、	芳香烃	67
第二节	烃的衍生物鉴别	71
一、	卤代烃	71
二、	醇、酚、醚	75
三、	醛、酮、醌	81
四、	羧酸、酯	85
五、	胺和酰胺	93
第三节	杂环化合物和生物碱	97
一、	杂环化合物	97
二、	生物碱	99
第五章	有机化合物的分离技术	103
第一节	蒸馏技术	103
一、	蒸馏的基本原理与种类	103
二、	不同类型蒸馏的用途	104
三、	各种蒸馏装置的安装、操作及注意事项	105
第二节	分馏技术	109
一、	分馏的基本原理与用途	109
二、	分馏中使用的装置及其操作技术	110
三、	不同类型分馏装置及操作方法	111
四、	分馏操作中应注意的问题	112
第三节	萃取技术	113
一、	萃取的基本原理及种类	113
二、	不同类型萃取的用途	113
三、	萃取操作步骤	115
第四节	重结晶技术	116
一、	重结晶的基本原理与用途	116

二、重结晶中使用的装置及其操作技术	117
三、重结晶操作步骤	120
第六章 有机化合物提取技术	124
第一节 溶剂提取法	124
一、提取溶剂的选择	124
二、有效成分的提取原则	127
三、标准提取物和比例提取物	128
四、溶剂提取的方法	130
五、升华提纯	133
第二节 色谱分离技术	134
一、柱色谱	135
二、薄层色谱	136
三、纸色谱	139
第三节 生物碱的提取	141
第七章 有机化合物的合成技术	144
第一节 塑料的合成	144
一、概述	144
二、聚乙烯(PE)的合成	145
三、聚氯乙烯(PVC)的合成	146
四、酚醛树脂(PF)及其塑料	149
第二节 脂的合成	154
一、概述	154
二、脂肪酸及甘油酯的化学合成	155
第三节 化学药品的合成	163
一、磺化反应的化学药品的合成	163
二、硝化反应的化学药品的合成	166
三、几种重要药品的合成	169
第八章 有机化学技术在农业中的应用	178
第一节 蛋白质、酶、核酸	178
一、蛋白质	178
二、酶	186
三、核酸	189
第二节 油脂、肥皂、表面活性剂	191
一、油脂与肥皂	191
二、表面活性剂	194
第三节 煤炭、石油和天然气	196

一、煤炭	196
二、石油和天然气	200
第四节 食品与化学	204
一、食品味道与物质结构的关系	204
二、颜色与分子结构的关系	208
三、食品的气味与分子结构的关系	209
第五节 农药化学	211
一、概述	211
二、农药分类	212
三、农药的污染	213
四、降低农药污染的措施	215
第九章 有机化学技术在畜牧兽医中的应用	218
第一节 有机化合物在畜牧兽医中的应用	218
一、蛋白质、肽、氨基酸在畜牧兽医中的应用	218
二、有机酸在畜牧兽医中的应用	227
三、含硫、含磷有机化合物在畜牧兽医中的应用	228
四、维生素在畜牧兽医中的应用	232
五、脂类在畜禽生产中的应用	241
六、碳水化合物在畜禽生产中的应用	243
第二节 有机态微量元素在动物养殖中的应用	247
一、微量元素添加剂的种类	247
二、有机微量元素螯合物的特性	248
三、有机微量元素螯合物在动物生产中的应用	249
第十章 有机化学技术在制药中的应用	251
第一节 绪论	251
一、有机化学在制药工业应用中发展历史	251
二、有机化学在制药中应用的一般研究方法	253
第二节 有机化学与药物的关联	254
一、有机化合物和药物的关联	254
二、有机化学基本理论、基本性质与药物的关系	255
三、有机化合物在药物中的应用	258
第三节 有机化学与制药的关系	259
一、有机化学在中药制药中应用	259
二、有机化学在化学制药中应用	263
三、有机化学在生物制药中的应用	269
第四节 有机化学在药用辅料中的应用	272

一、有机化合物作为药用辅料·····	272
二、药用高分子辅料·····	274
第五节 有机化学反应在化学制药工艺中的应用·····	276
一、扑热息痛的合成路线·····	276
二、咖啡因的生产方法·····	279

实验部分

实验一 蒸馏技术·····	290
实验二 微量法测定沸点技术·····	293
实验三 分馏技术·····	294
实验四 重结晶技术·····	297
实验五 萃取技术·····	301
实验六 无水乙醇的制备·····	305
实验七 乙酸乙酯的制备·····	307
实验八 环己酮的制备·····	310
实验九 乙酰苯胺的制备·····	312
实验十 阿司匹林的制备·····	314
实验十一 烟碱的提取·····	316
实验十二 从松脂中提取松节油·····	318
实验十三 从茶叶中提取咖啡因·····	320
实验十四 从黄连中提取黄连素·····	322

附录部分

附录一 有机弱酸在水中的离解常数(25℃)·····	324
附录二 有机弱碱在水中的离解常数(25℃)·····	325
附录三 EDTA 配合物的 $\log K_{MY}$ (25℃) ·····	325
附录四 常见有机溶剂沸点密度表·····	326
附录五 国际原子量表·····	327
附录六 难溶化合物的溶度积常数·····	328
参考文献·····	331

第一章 绪论

理论部分

- ◆ 第一章 绪论
- ◆ 第二章 有机化合物的命名技术
- ◆ 第三章 有机化合物的结构识别技术
- ◆ 第四章 有机化合物的鉴别技术
- ◆ 第五章 有机化合物的分离技术
- ◆ 第六章 有机化合物提取技术
- ◆ 第七章 有机化合物的合成技术
- ◆ 第八章 有机化学技术在农业中的应用
- ◆ 第九章 有机化学技术在畜牧兽医中的应用
- ◆ 第十章 有机化学技术在制药中的应用

第一章 绪 论

课程目标

知识:掌握有机化合物和有机化学的基本概念、有机化合物的特点、有机化合物分类的方法,对有机化学的发展有一个初步认识。

能力:初步识别有机化合物,学会有机化合物分类。

素质:培养学生的安全意识,使学生养成科学的、严谨的、实事求是的学习和工作习惯。

一、有机化合物和有机化学

有机化合物的本义就是“有生机之物”。最初,人们把来源于动物、植物的物质叫做有机化合物,后来把无论是从有机体取得的,还是人工合成的,统称为有机化合物。所以,有机化合物的“有机”二字,已不反映其固有的涵义,只是历史上的原因迄今仍沿用罢了。

大量的研究证明,一些简单的含碳化合物,如一氧化碳、二氧化碳、碳酸盐、碳化物、氰化物等除外,有机化合物都含有元素碳,所以人们就把含碳的化合物叫做有机化合物。然而,除了碳以外,绝大多数的有机化合物还含有氢,有的也含有氧、硫、氮和卤素等。所以,现在认为有机化合物是碳氢化合物及其衍生物。碳氢化合物是指只含碳、氢两种元素的化合物,也叫做烃;衍生物则指可以从碳氢化合物派生出来的化合物,或者说,指除碳、氢之外还含有其他元素的化合物。

有机化学是化学的一个分支,其研究对象是碳氢化合物及其衍生物。

二、有机化合物的特点

1. 数目繁多,且自成系统

组成有机化合物的元素甚少,除碳以外,还有氢、氧、硫、氮、磷及卤素等为数不多的元素。但有机化合物的数目却极为庞大,而且新合成或被新分离和鉴定的有机化合物还在与日俱增。而由碳以外的其他多种元素组成的无机化合物的总数,还不到有机化合物的1/10。

有机化合物之所以数目众多,主要有两个原因:① 碳原子彼此之间能够进行多种方式的结合,生成稳定的、长短不同的直链、支链或环状化合物。② 碳是周期表中第二周期第四族的元素,不仅能与电负性较小的氢原子结合,也能与电负性较大的氧、硫、卤素等元素形成化学键。

有机化合物的数目虽然很多,但根据它们之间的相互关系,可以统一在一个完整的体系中。

2. 热稳定性差,容易燃烧

与典型的无机化合物相比,有机化合物一般对热是不稳定的,有的甚至常温下就能分

解。虽然大多数的有机化合物在常温下是稳定的,但放在坩埚中加热,即炭化变黑,并且在完全燃烧后不留灰烬(有机酸的盐类等除外)。这是识别有机化合物的简单方法之一。

3. 熔点较低

有机化合物的熔点通常比无机化合物要低,一般在 300°C 以下就熔化。

4. 难溶于水,易溶于有机溶剂

多数有机化合物,易溶于有机溶剂而难溶于水。但是当有机化合物分子中含有能够同水形成氢键的羟基、磺基等时,该有机化合物也有可能溶于水中。

5. 反应速度慢,常有副反应发生

有机化合物的化学反应,大多数不是离子反应,而是分子间的反应,大多数有机反应需要一定时间才能完成反应。为了加快反应,往往需要以加热、加催化剂或光照等手段来增加分子动能、降低活化能或改变反应历程来缩短时间。

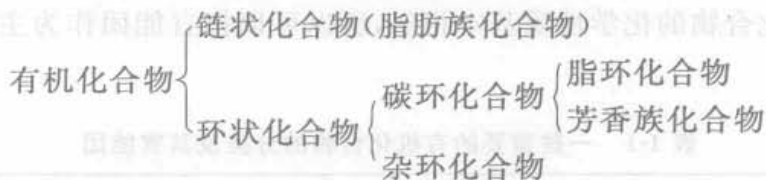
有机反应往往不是单一的反应,反应物之间同时并进若干不同的反应,可以得到几种产物。一般把在某一特定反应条件下主要进行的一个反应叫做主反应,其他的反应叫做副反应。选择最有利的反应条件以减少副反应来提高主要产品的数量是有机化学的一项重要任务。

三、有机化合物的分类

有机化合物的数目庞大,结构复杂,为了学习和研究的方便起见,必须有一个完善的分类方法。有机化合物的结构和性质是密切相关的,有机化合物是碳氢化合物及其衍生物,都有一定的骨架和官能团。将有机化合物按照分子结构中的骨架和官能团进行分类,就可以使有机化合物各有归属。这种建立在结构基础上的分类系统,有助于阐述有机化合物的结构、性质以及它们之间的相互联系,也有助于有机化学这门学科的学习、研究和发展。

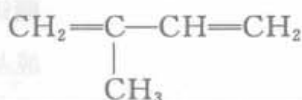
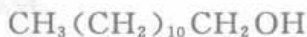
(一)按基本骨架分类

按照有机分子构造骨架上的碳原子的结合方式,有机化合物可分类如下:



1. 链状化合物

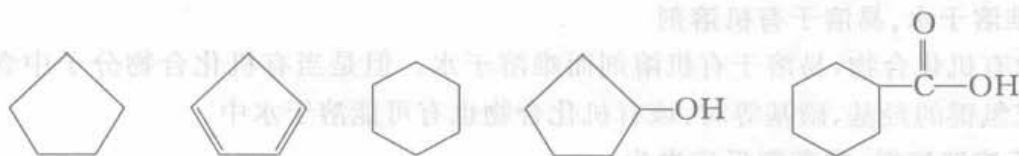
碳原子连成链状的化合物,称为链状化合物。最初这类化合物是从动物脂肪中获得,又称为脂肪族化合物。例如:



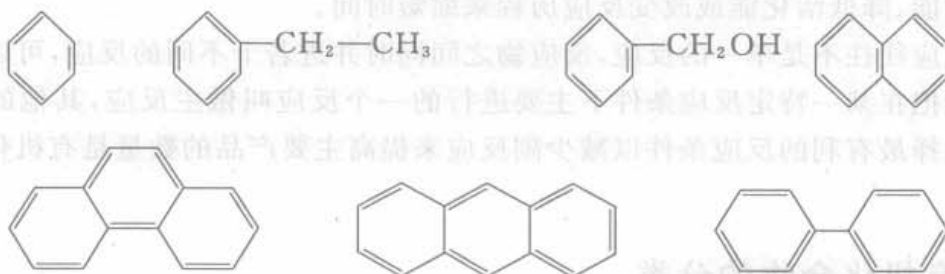
2. 环状化合物

(1) 碳环化合物。碳原子连成环状的化合物称为碳环化合物,根据环的结构碳环化合物又可分为脂环化合物和芳香族化合物。

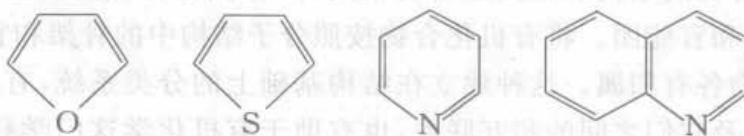
脂环族化合物的结构与性质与脂肪族化合物的相似,故称为脂环族化合物。如:



化合物中含有苯环,它们的结构和性质与脂环族化合物不同,有芳香性,故称为芳香族化合物。如:



(2) 杂环化合物。组成环骨架的原子除 C 外,还有杂原子(O、S、N 等),这类化合物称为杂环化合物。如:



(二) 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构造有关外,主要决定于分子中某些特殊的原子或原子团。这些能决定化合物基本化学性质的原子或原子团叫官能团。由于含有相同官能团的化合物的化学性质基本相似,所以可以把官能团作为主要标准对有机化合物进行分类。

表 1-1 一些重要的有机化合物的分类及其官能团

官能团	名称	分类名
$>C=C<$	双键	烯烃
$-C\equiv C-$	叁键	炔烃
$-OH$	羟基	醇(脂肪族)、酚(芳香族)
$-O-$	醚键	醚
$-CHO$	醛基	醛

续表

官能团	名 称	分类名
$>C=O$	酮基	酮
$-COOH$	羧基	羧酸
$-SO_3H$	磺基	磺酸
$-NO_2$	硝基	硝基化合物
$-NH_2$	氨基	胺
$-C\equiv N$	氰基	腈
$-X(F, Cl, Br, I)$	卤素	卤代物

烷烃没有官能团,但各种含有官能团的化合物可以看做是它的氢原子被官能团取代而衍生出来的。

苯环不是官能团,但在芳香烃中,苯环具有官能团的性质。

四、有机化学的发展

“有机化学”这一名词于 1806 年首次由贝采利乌斯提出,作为一门学科的有机化学形成于 19 世纪。

18 世纪欧洲工业革命之后,分离提纯有机化合物的技术进展很快,先后分离出了酒石酸(1769)、草酸(1776)、乳酸(1780)等,并测定了不少有机化合物的组成。但是对有机化合物的形成尚缺乏认识,有些学者提出了“生命力”论,认为有机化合物是靠神秘的“生命力”在活体内才能制造。

1828 年德国化学家维勒在实验室里将无机物氰酸铵溶液蒸发,得到了有机化合物尿素。



继维勒工作之后,先后合成了醋酸、油脂、糖,证明人工合成有机化合物是完全可能的,“生命力”论被摒弃。

有机化学的迅速发展是在 19 世纪下半叶开始的。人们对有机化合物的组成和性质有了一定的认识,在此基础上,德国化学家凯库勒和英国的库伯在 1858 年提出了有机化合物分子中碳原子是四价及碳原子之间相互连接成碳链的概念,成为研究有机化合物分子结构的最原始和最基础的理论。1865 年凯库勒又提出了苯的构造式。1874 年荷兰化学家范荷夫和法国化学家勒贝尔建立了分子的立体概念,说明了对映异构。至此,经典的有机结构理论基本上建立起来了。

到了 20 世纪,在物理学一系列新发现的推动下,提出了电子成对的化学键的价键观点,特别是 30 年代量子力学原理和方法引入化学领域以后建立了量子化学,使化学键的观点获得理论基础,阐明了化学键的微观本质。自 60 年代起,由于各波段(可见、紫外、红

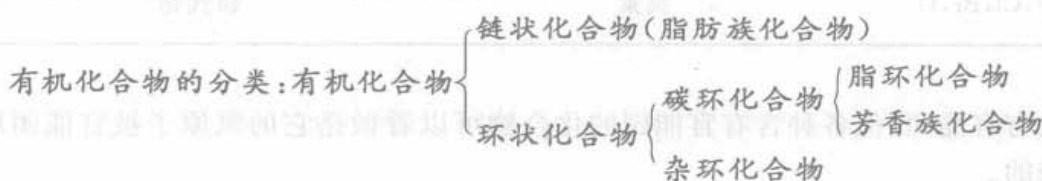
外等)各种分子光谱的应用,对分子结构的测定提供了有力手段,使得有机化学发展到了重要阶段。

我国是世界上最早的文明古国之一,我国古代对天然有机化合物的利用如植物染料、酿酒、制醋、中草药等方面都有卓越成就。1965年,我国成功地在世界上首次用化学方法合成了具有生物活性的蛋白质——牛胰岛素。

本章小结

碳氢化合物及衍生物叫有机化合物,研究碳氢化合物及衍生物的学科叫做有机化学。

有机化合物数目繁多,且自成系统;热稳定性差,容易燃烧;熔点较低;难溶于水,易溶于有机溶剂;反应速度慢,常有副反应发生。



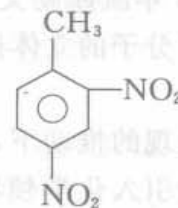
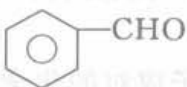
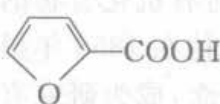
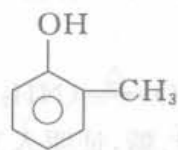
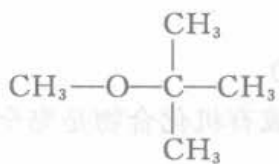
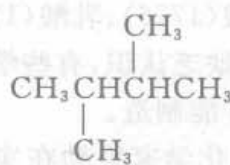
习题与思考题

1. 基本概念

有机化合物 有机化学 官能团

2. 简述有机化合物的特点

3. 按照不同的碳架和官能团,指出下列化合物分别属于哪一类化合物?



第二章 有机化合物的命名技术

课程目标

知识:掌握有机化合物命名的原则,普通命名法和系统命名法,常见烃的命名方法,烃的衍生物的命名方法。

能力:常见烃及衍生物命名技术

素质:通过对有机化合物命名技术的了解,培养学生综合分析能力,养成良好的分析问题、处理问题的习惯。

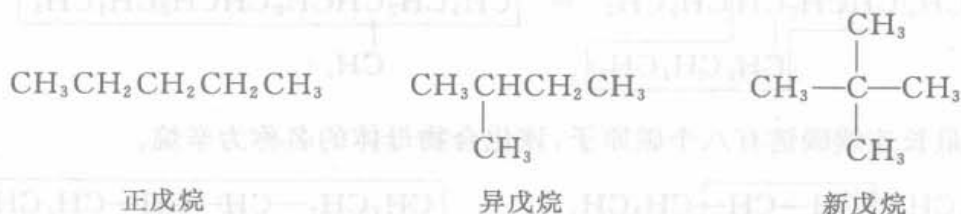
有机化合物结构复杂,种类繁多,普遍存在着同分异构现象。为了使每一种有机化合物对应一个名称,按照一定的原则和方法,对每一种有机化合物进行命名是最有效最科学的方法。通过有机化合物的命名,不仅能区分不同的有机化合物,还能根据有机化合物的命名得知它所属的有机化合物类别,反映出它的组成、结构、官能团和所具有的一般性质。

第一节 烃的命名

一、链烃的命名

(一) 烷烃的命名

烷烃最早是根据碳原子数目来命名的,其基本原则是,根据碳原子的数目称为某烷,10个碳原子以下用甲、乙、丙、丁、戊、己、庚、辛、壬、癸天干顺序命名,例如甲烷、乙烷、丙烷等。后来发现了异构体,就冠以不同形容词以示区别,例如丁烷的两个异构体,直链的叫做正丁烷,带有支链的叫做异丁烷;戊烷的三个异构体中,除正戊烷外,带有一个支链的叫做异戊烷,带有两个支链的叫做新戊烷。



这种命名方法,现在常称为习惯命名法。习惯名称不能很好的反映出分子的结构,而且对于碳原子数较多,因而异构体也较多地烷烃来说,习惯命名法很难适用。因此,又有人提出用衍生命命名法命名,即将所有烷烃看做是甲烷的烷基衍生物来命名。在命名时,选择连有烷基最多的碳原子作为甲烷碳原子,而把与此碳原子相连的基团作为甲烷氢原子的取代基。例如,异丁烷可叫做三甲基甲烷,异戊烷和新戊烷可以分别叫做二甲基乙基甲