



技能型紧缺人才培养培训教材

全国卫生职业院校规划教材

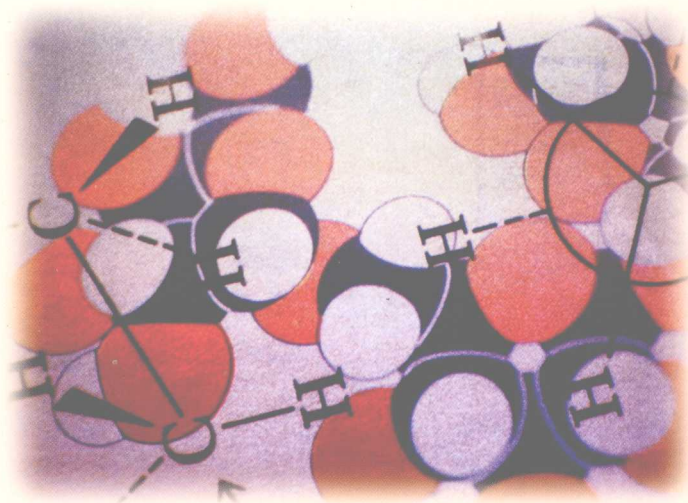
供高职（五年制）护理、涉外护理、助产、检验、药学、药剂、
卫生保健、康复、口腔医学、口腔工艺技术、社区医学、
眼视光、中医、中西医结合、影像技术等专业使用



有机化学

（第二版）

綦旭良 主编



科学出版社

www.sciencep.com

技能型紧缺人才培养培训教材
全国卫生职业院校规划教材

供高职(五年制)护理、涉外护理、助产、检验、药学、药剂、卫生保健、康复、口腔医学、口腔工艺技术、社区医学、眼视光、中医、中西医结合、影像技术等专业使用

有机化学

(第二版)

主 编 慕旭良

副主编 赵忠喜 王 虎

编 者 (按姓氏汉语拼音排序)

陈怀明 聊城职业技术学院

官 波 山东医学高等专科学校

刘凤玲 菏泽卫生学校

刘俊宁 山东医学高等专科学校

满红娜 营口市卫生学校

慕旭良 聊城职业技术学院

宋春风 赤峰学院医学院

王 虎 玉林市卫生学校

魏剑平 天水市卫生学校

毋生平 晋中市卫生学校

谢德琼 四川省卫生学校

赵忠喜 三峡大学护理学院

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本教材为“技能型紧缺人才培养培训教材和全国卫生职业院校规划教材”之一,在认真总结第一版教材使用经验的基础上,按照官能团体系,将糖类、油脂、蛋白质和核酸等生命基础有机化学物质混合编修而成。全书充分体现了21世纪新教材的“贴近实践、贴近技能、贴近就业”的职业教育特点。

本教材共分两部分11章。第一部分为有机化学理论内容,包括链烃、环烃、卤代烃、醇、酚、醚、醛、酮、羧酸、羟基酸、酮酸、立体异构、含氮有机化合物、生命中的基础有机化学物质和进入合成有机高分子时代等。第二部分为有机化学实验内容,包括有机化学实验基础知识、物理常数的测定和有机物的制备及分离纯化技术。本教材精选的12个实验能比较系统、全面地训练学生的基本操作技能。另外,本教材配有多媒体课件以方便教学。

本教材可供五年制高职护理、涉外护理、助产、检验、药学、药剂、卫生保健、康复、口腔医学、口腔工艺技术、社区医学、眼视光、中医、中西医结合、影像技术等专业学生使用。

图书在版编目(CIP)数据

有机化学/蔡旭良主编. —2版. —北京:科学出版社,2008.1

技能型紧缺人才培养培训教材·全国卫生职业院校规划教材

ISBN 978-7-03-020230-7

I. 有… II. 蔡… III. 有机化学—高等学校:技术学校—教材
IV. O62

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第001518号

责任编辑:李 婷·李 君/责任校对:刘小梅

责任印制:刘士平/封面设计:黄 超

版权所有,违者必究。未经本社许可,数字图书馆不得使用

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>

铭浩彩色印装有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2003年8月第 一 版 开本:850×1168 1/16

2008年1月第 二 版 印张:12 1/2

2008年1月第七次印刷 字数:338 000

印数:31 000—36 000

定价:24.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈长虹〉)

技能型紧缺人才培养培训教材
全国卫生职业院校规划教材
五年制高职教材建设指导委员会委员名单

主任委员 刘 晨

委 员(按姓氏汉语拼音排序)

曹海威	山西医科大学晋中学院	邱大石	潍坊卫生学校
陈锦治	无锡卫生高等职业技术学校	任传忠	信阳职业技术学院
程 伟	信阳职业技术学院	申惠鹏	遵义医药高等专科学校
池金凤	聊城职业技术学院	孙 菁	聊城职业技术学院
丁 玲	沧州医学高等专科学校	田桂莲	聊城职业技术学院
范志刚	临汾职业技术学院	田锁臣	聊城职业技术学院
方 勤	黄山卫生学校	王 懿	酒泉卫生学校
冯建疆	石河子卫生学校	王静颖	聊城职业技术学院
傅一明	玉林市卫生学校	王品琪	遵义医药高等专科学校
顾承麟	无锡卫生高等职业技术学校	王秀虎	邵阳医学高等专科学校
桂 勤	惠州卫生学校	文润玲	宁夏医学院高等职业技术学院
郭家林	遵义医药高等专科学校	吴世芬	广西医科大学护理学院
郭素侠	廊坊市卫生学校	肖守仁	潍坊卫生学校
何从军	陕西能源职业技术学院	谢 玲	遵义医药高等专科学校
姜妹娟	淄博科技职业学院	徐正田	潍坊卫生学校
李 峰	信阳职业技术学院	严鹏霄	无锡卫生高等职业技术学校
李 召	武威卫生学校	阳 晓	永州职业技术学院
李惠兰	贵阳护理职业学院	杨明武	安康职业技术学院
李胜利	沧州医学高等专科学校	杨如虹	大连大学医学院
李新春	开封市卫生学校	苑 迅	大连大学医学院
梁爱华	吕梁市卫生学校	张瑞兰	沧州医学高等专科学校
刘海波	潍坊卫生学校	张少云	廊坊市卫生学校
刘宗生	井冈山大学医学院	张新平	柳州市卫生学校
马小允	沧州医学高等专科学校	钟一萍	贵阳护理职业学院
马占林	大同市第二卫生学校	周进祝	上海职工医学院
孟章书	聊城职业技术学院	周梅芳	无锡卫生高等职业技术学校
潘传中	达州职业技术学院	周亚林	无锡卫生高等职业技术学校
齐贵胜	聊城职业技术学院	朱建宁	山西医科大学晋中学院
綦旭良	聊城职业技术学院		

第二版前言

进入 21 世纪,卫生职业教育的发展呈现出新的趋势。以“服务为宗旨、以就业为导向、以岗位需求为标准”的职业教育特性,对有机化学的课程建设提出了新的要求。因此,编写一本既能反映有机化学在卫生职业教育等领域的新成果和发展动态,又能体现出高职教育特色和专业特点的有机化学教材成为当务之急。

本教材(第二版)以技能型紧缺人才培养培训工程系列教改课程的建设第二版要求为依据,在认真总结第一版教材使用经验的基础上,按照官能团体系,将糖类、油脂、蛋白质和核酸等生命基础有机化学物质混合编修而成。具有如下特点:

1. 体系编排新颖,内容取材与专业息息相关。本教材将有机化学理论和实验两部分有机地融为一体,对脂肪烃进行了优化组合,突出了链烃与环烃之间的联系。内容的选择以“基础理论、基本知识和基本技能”为主,突出结构、性质和用途之间的关系,在保持学科系统性基础上,注重专业特点。增加了认识核酸和进入合成有机高分子化合物时代等与医学相关的内容,在各章节尽量选择与医学有关的重要化合物进行介绍。

2. 体现职业教育思想,突出实用性。本教材从学生的身心特点和认知、情感出发,适当淡化或删减了理论性偏深或实用性不强的内容,降低了知识的难度和广度,注重理论和实践相结合,紧紧围绕卫生职业教育的主体展开叙述和讨论,体现了高职教材“思想性、科学性、先进性、启发性、实用性”的统一。

3. 体现以学生为主体的教学思想,培养学生的学习能力。本教材的内容编排符合教学规律,做到由浅入深,层次分明。理论知识、化学结构和实验操作等内容附上现代化教学课件,加强学生的宏观认知;在每章节的开篇设有“学习目标”,使学生有的放矢地进行学习;每章中间配有“链接”与“案例”,为学生的学习搭建了“通畅、高速、立交”的课程系统,提高学生的学习兴趣;每章的后面附有“目标检测”,培养学生融会贯通、综合利用所学知识的能力。

4. 采用国际标准,配有多媒体课件,体现教材的科学性和先进性。全书采用了现行国家标准规定的术语、符号和单位并配有多媒体课件。课件的实验和理论内容完全与本教材吻合。课件的具体编排是教材中每一章以及实验内容都独立作为一个文件,充分体现了 21 世纪新教材的科学性和先进性。

5. 编写选学内容,增强可读性。教材部分章节中编写了专业性强、有一定趣味性的选学内容,如手性药物、卤代烃的生理活性、生物碱、核酸、生物酶及合成有机高分子方法等。使学生在掌握基本知识的同时进一步拓宽视野,激发学习兴趣。

全书按 54 学时编写,共分 11 章,其中,理论 37 学时、实践(12 个实验)14 学时、机动 3 学时。本书的编写得到了科学出版社和各编者学校的大力支持,在此表示感谢。由于编者水平和编写时间所限,不当之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者

2007 年 4 月

第一版前言

在人类跨入 21 世纪之际,我国的职业教育也进入了一个蓬勃发展的时期。改革、创新和发展是这个时代的呼唤。本书就是根据面向 21 世纪全国卫生职业教育系列课改课程教材开发的要求编写的一本教科书,供全国职业卫生学校 5 年制护理、助产、检验、药剂、卫生保健、康复、口腔工艺、影像技术等相关医学专业的学生使用。

有机化学是卫生职业教育的一门文化基础课。本书在内容组织上,力求“贴近学生、贴近社会、贴近岗位”;在体系构建上,使基础模块、实践模块和选学模块互动融合,有机地结合为一体,容思想性、科学性、先进性和启发性于其中。同时,编者又依据培养目标,从学生的身心特点和认知、情感出发,适当淡化学科意识,降低知识难度和广度,着力于其适合卫生职业教育需要的有机化学基本知识和基本技能。努力体现其实用性、可读性和创新性。本教材通过“链接”与“接口”的“手拉手”互连,为学生的学习搭建了“通畅、高速、立交”的课程系统。在学生的发展过程中,教师只起指导作用,学生可以发挥能动性,自主选择,通过系统化学习,达成目标。在课程的学习过程中,学校应以现代教学理念和教学理论为指导,按照学生不同的心理特点与学习方法、学习习惯,引导学生组成不同的班级,选择合适的教师。教师应根据学生和教学内容,活用不同的教学模式、方法与手段,恰当处理课程系统内、外在联系,抓住重点和难点具体指导。学生通过容易学、有兴趣的教材的引导,主动与同学、教师互动学习,逐步获得专业能力、方法能力和社会职业能力,完成培养目标。

全书按 54 学时编写,共分 10 章,其中,理论 37 学时、实践(12 个实验)14 学时、机动 3 学时。各章节设有学习目标、目标检测,以帮助学生学习和检查目标达成度。本书的编写得到了全国卫生职业教学新模式研究课题组和各编者学校的大力支持,在此表示感谢。由于编者水平和编写时间有限,不当之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编者

2003 年 5 月

目 录

第1章 化学——人类进步的关键	(1)
第2章 链烃	(8)
第1节 烷烃	(8)
第2节 烯烃	(18)
第3节 炔烃、二烯烃	(27)
第3章 环烃	(37)
第1节 脂环烃	(37)
第2节 芳香烃	(40)
第4章 卤代烃	(46)
第1节 溴乙烷	(46)
第2节 卤代烃	(48)
第5章 醇、酚、醚	(53)
第1节 醇	(53)
第2节 酚	(61)
第3节 醚	(66)
第6章 醛、酮、醌	(69)
第1节 醛和酮	(69)
第2节 醌	(79)
第7章 羧酸、羟基酸、酮酸	(82)
第1节 羧酸	(82)
第2节 羟基酸、酮酸	(87)
第8章 立体异构	(93)
第1节 对映异构	(93)
第2节 构象异构	(98)
第9章 含氮有机化合物	(101)
第1节 硝基化合物	(101)
第2节 胺	(103)
第3节 酰胺	(112)
第4节 含氮杂环化合物	(116)
第5节 生物碱	(120)
第10章 生命中的基础有机化学物质	(124)
第1节 单糖	(124)
第2节 二糖	(130)
第3节 多糖	(132)
第4节 油脂	(134)
第5节 蛋白质	(138)
第6节 核酸	(145)
第11章 进入合成有机高分子时代	(151)
第1节 合成有机高分子化合物的基本方法	(151)



第2节 应用广泛的高分子材料	(155)
第3节 功能高分子材料	(159)
有机化学实验指导	(167)
实验一 有机化学实验基本知识	(167)
实验二 简单玻璃工操作和塞子钻孔	(171)
实验三 制取蒸馏水	(174)
实验四 烃、卤代烃的性质	(175)
实验五 醇、酚、醚的性质	(176)
实验六 醛、酮的性质	(177)
实验七 可燃“胶肱”的制作	(178)
实验八 胺、酰胺的化学性质	(179)
实验九 熔点的测定	(180)
实验十 葡萄糖、蔗糖、淀粉、纤维素的性质	(181)
实验十一 乙酸乙酯的制取、肥皂的制取	(182)
实验十二 蛋白质的性质	(183)
参考文献	(185)
有机化学(五年制)教学基本要求	(186)
目标检测单选题参考答案	(191)

(1)	.....
(2)	.....
(3)	.....
(4)	.....
(5)	.....
(6)	.....
(7)	.....
(8)	.....
(9)	.....
(10)	.....
(11)	.....
(12)	.....
(13)	.....
(14)	.....
(15)	.....
(16)	.....
(17)	.....
(18)	.....
(19)	.....
(20)	.....
(21)	.....
(22)	.....
(23)	.....
(24)	.....
(25)	.....
(26)	.....
(27)	.....
(28)	.....
(29)	.....
(30)	.....
(31)	.....
(32)	.....
(33)	.....
(34)	.....
(35)	.....
(36)	.....
(37)	.....
(38)	.....
(39)	.....
(40)	.....
(41)	.....
(42)	.....
(43)	.....
(44)	.....
(45)	.....
(46)	.....
(47)	.....
(48)	.....
(49)	.....
(50)	.....
(51)	.....
(52)	.....
(53)	.....
(54)	.....
(55)	.....
(56)	.....
(57)	.....
(58)	.....
(59)	.....
(60)	.....
(61)	.....
(62)	.....
(63)	.....
(64)	.....
(65)	.....
(66)	.....
(67)	.....
(68)	.....
(69)	.....
(70)	.....
(71)	.....
(72)	.....
(73)	.....
(74)	.....
(75)	.....
(76)	.....
(77)	.....
(78)	.....
(79)	.....
(80)	.....
(81)	.....
(82)	.....
(83)	.....
(84)	.....
(85)	.....
(86)	.....
(87)	.....
(88)	.....
(89)	.....
(90)	.....
(91)	.....
(92)	.....
(93)	.....
(94)	.....
(95)	.....
(96)	.....
(97)	.....
(98)	.....
(99)	.....
(100)	.....

第1章 化学——人类进步的关键



学习目标

1. 说出有机化合物和有机化学的概念
2. 举例说明有机化合物的结构特点
3. 知道有机化合物的分类
4. 简述有机化合物种类繁多的原因
5. 说出有机化合物和无机化合物的区别与联系
6. 学会常用化学手册等工具书和参考书的使用和查阅



案例 1-1

化学——人类进步的关键

“化学——人类进步的关键”这句话引自美国著名化学家、诺贝尔化学奖获得者西博格教授的一次讲话。也许我们对这句话的含义还知之甚少,相信学完本节课后一定会同意西博格教授的观点,对有机化学有一个全新的认识。

化学经历了史前的实用技术阶段到以原子-分子论为代表的近代化学阶段以及以现代科学技术为基础、物质结构理论为代表的现代化学阶段。

早期的化学只是一门实用技术,在这一方面我国走在世界的前列。我国的四大发明有两项是化学的成就;我国的烧瓷技术世界闻名;精美的青铜制品世上罕见。这些科学技术在世界人类的进步中发挥了重要的作用。

在对药物化学和冶金化学的广泛探究之下,产生了原子-分子学说,使化学从实用技术跨入了科学之门。在这一理论的指导下,人们发现了大量元素,同时揭示了物质世界的根本性规律——元素周期律。现代物质结构理论的建立,使物质世界的秘密进一步揭开,合成物质大量出现。

我国的化学工作者也做出了突出贡献。牛胰岛素的合成是世界上第一次用人工方法合成具有生命活性的蛋白质,为人类探索生命的秘密迈出了第一步。

化学理论发展促进了合成化学发展。化学与其他学科之间的渗透,促进了材料、能源等科学的发展。

材料是人类赖以生存和发展的物质基础,发展的每一阶段都是人类进步的重要里程碑。石器时代、青铜器时代、铁器时代都是以材料作标志。没有半导体材料就没有计算机技术;没有耐高温、高强度的特殊材料就没有航天技术;没有光导纤维就不会有现代通讯;没有合成材料,今天的生活还会这么丰富多彩吗?

思考分析:

1. 除了合成材料外,人类社会还有哪些问题需要化学解决呢?
2. 怎样才能运用化学知识研究和解决医学护理等实际问题呢?
3. 请学生根据本节课提供的素材和自己的体会,做主题为“化学对医学发展的作用”的一分钟演讲。
4. 化学对于人类社会的发展如此重要,应该如何学好化学呢?

一、有机化合物和有机化学

有机化合物和人类的关系非常密切,在人们的衣、食、住、行、医疗保健、工农业生产及能源

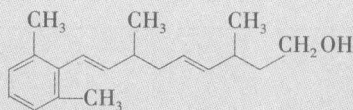




大自然中的有机合成——生源合成

全世界的有机化学家们每天都在实验室中辛勤地工作着,合成了一种又一种有机化合物。然而,最伟大的有机化学家的合成工作也远远比不上大自然这位“合成大师”。

生物体内就有一些化合物,如维生素 A:



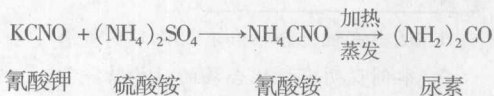
研究表明,生物体一般是以乙酸为基本原料,经过一个叫辅酶 A 的中间体而最终合成的。这种合成方式叫“生源合成”,是当今有机化学家和生物化学家都非常感兴趣的一门前沿学科。



材料和科学技术等领域都起着重要的作用。

最早人们把存在于生物体内的物质,例如糖、油脂、蛋白质等叫做有机物。还认为这类物质从非生物体中得不到,由非生物体中得到的叫无机物。并唯心地认为:只有在生命力的作用下生物体才能形成有机物。

直到 1828 年,德国化学家维勒(Wöhler)在实验室里制取氰酸铵时,第一次用人工方法制得了尿素。



过去认为尿素只能从哺乳动物的尿液中提取,现在可以通过无机物氰酸钾和硫酸铵制出。以人工方法合成有机化合物,这是科学史上的一项伟大创举。可是这个重要的发现并没有立即

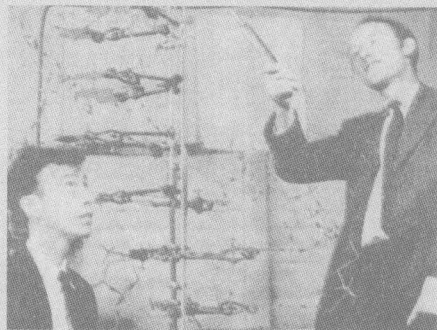
得到其他化学家的承认。然而,尿素的合成却动摇了“生命力”学说的基础。后来,许多科学家都致力于有机化合物的合成研究,而且,从无机物化合物合成有机物化合物的实验一再成功,使坚持“生命力”学说者遭到完全的失败。从此化学进入了一个以简单元素或简单化合物就可以制造出复杂的有机化合物的“有机合成化学”时代。

【演示实验 1-1】瓷盘中放一块冰,用镊子夹取一小块碳化钙放到冰上,并点燃反应后的产物。看到冰山着火,有明亮的火焰,并在空气中产生黑色漂浮物——碳黑。

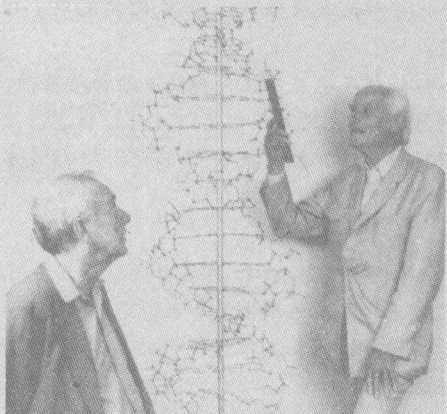
碳化钙跟水反应产生的可燃气体是乙炔,乙炔是一种有机化合物。可见,由无机化合物——碳化钙能够转化成有机化合物——乙炔。

科学家们能够把无机物制成成千上万的有机物,使人们清楚地认识到有机物和无机物之间并没有严格的界限,更没有不可逾越的鸿沟。从组成上看,元素周期表中的元素都能组成无机物,而在有机化合物中却只发现了为数有限的几种元素。在所有的有机化合物中都含有碳,多数含氢,其次含有氧、氮、卤素、硫、磷等。由此化学家们把含有碳元素的化合物称为有机化合物,简称有机物。研究有机物的组成、结构、性质、制备方法与应用的科学叫做有机化学。但是碳的氧化物及其水化物和碳酸盐、碳化物和硫氰化物,例如二氧化碳、一氧化碳、碳酸、碳酸钠、碳化钙、硫氰酸铵等,因为它们的分子结构和性质与无机化合物相似,还属于无机化合物,化学家们把它们放在无机物中去研究。无机化合物简称无机物,一般指组成里不含碳元素的物质。

我们伟大的祖国在 4000 年前就能酿制美



1953 年,年轻的沃森和克里克在 DNA 双螺旋结构模型前合影



半个世纪后沃森和克里克再次在 DNA 模型前合影





酒;在3000年前就能应用靛蓝染料;在2200年前就能应用石油和煤;在1900年前就会造纸;我国的陶瓷、漆器闻名世界;我国利用中草药治病历史悠久,500年前李时珍著的《本草纲目》,是世界上第一部药物名著。而在1965年,我国在世界上首次合成了由51个氨基酸组成的具有生物活性的蛋白质——结晶牛胰岛素;到20世纪80年代,我国又在世界上首次合成了一种具有与天然分子化学结构相同和完整生物活性的核糖核酸。进入20世纪以后,人们又深入地探讨了和生命之根本有关的蛋白质、氨基酸、DNA等。中国参与了“人类基因组测序”的全球化工程,我国科学家成功绘制了“人类基因组测序”中国卷,取得了令人瞩目的成就。

二、有机化合物的特点

为什么将有机化学作为一门独立的科学来研究呢?事实告诉我们,有机化合物和无机化合物这两类物质不论在数量上还是在性质上都存在着一定程度的差别,有机化合物有其自身的特点:

(一) 可燃性

绝大多数有机化合物都可以燃烧。例如棉花、汽油、液化气、天然气、油脂、酒精等。大多数无机化合物不能燃烧。

(二) 熔点低

有机化合物的熔点都较低,一般不超过 400°C 。常温下多数有机化合物为易挥发的气体、液体或低熔点的固体。而无机化合物的熔点都较高,例如氯化钠的熔点是 800°C ,氧化铝的熔点则高达 2050°C 。

(三) 溶解性

绝大多数有机化合物难溶于水,而易溶于有机溶剂。而无机化合物大多都能溶于水。

(四) 稳定性差

多数有机化合物不如无机化合物稳定。有机化合物常因温度、细菌、空气或光照的影响而分解变质。例如维生素C片剂是白色,若长时间放置会被空气氧化而变成黄色,失去药效。许多抗生素片剂或针剂常注明失效期,就是因为这个原因。

(五) 有机反应复杂、速度慢

有机化合物中各原子以共价键结合,所以反应速度慢。例如,氯乙烯在催化剂的作用下聚合生成聚氯乙烯的反应,需要几小时才能完成,并且常伴有副反应发生,其产物常是混合物。无机化合物在水溶液中电离成离子,它们在水溶液中的反应能在瞬间完成。例如,在氯化钠溶液中滴入几滴硝酸银溶液立刻产生白色沉淀。

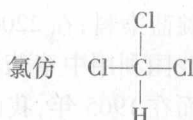
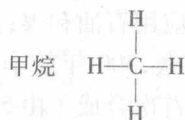
三、有机化合物的结构

有机化合物种类繁多,从自然界发现和人工合成的有机物已经超过2000万种,而且新的有机化合物仍在不断地发现或合成出来。其原因是有机化合物的分子结构与无机化合物的不同。

(一) 碳原子总是四价

碳原子有四个价电子,可以跟其他原子形成四个共价键。例如,甲烷 CH_4 、氯仿 CHCl_3 等分子中,碳原子总保持四价,并且这四价是等同的。在下列甲烷、氯仿的化学式中,一条短线代表一对电子,因此,可用下式表示甲烷和氯仿的分子结构,碳是四价的,而氯和氢是一价的。



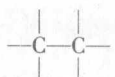
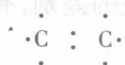


这种用短线来代表一对共用电子的图式叫做**结构式**。

在这些化学式中,氢原子的位置在左边或右边,上面或下面是完全一样的,因为碳的四价是等同的。

(二) 碳原子自相结合成键

在有机物中,碳原子是四价的,不但能与氢原子或其他元素的原子相结合,而且碳原子之间也可以通过共价键相互结合,称为**自相结合**。两个碳原子之间共用一对电子形成的键称为**单键**;两个碳原子之间共用两对电子形成的键称为**双键**;两个碳原子之间共用三对电子形成的键称为**三键**。单键、双键、三键表示如下:



单键

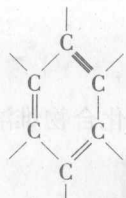
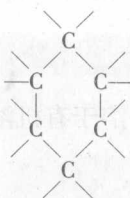
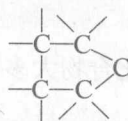
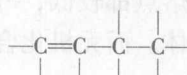
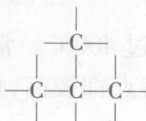
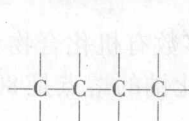


双键



三键

碳原子之间不但可以自相结合成长短不一的链状,而且还可以相互连接成各种不同的环状,构成有机化合物的基本骨架。例如:



谁的对?

在化学史上有这么一段故事。1822年,22岁的德国化学家维勒研究氰酸铵的组成,分析出其中含氧化银77.53%、氰酸(HCNO)22.47%,这是一种稳定物质。几乎同时,另一位年近20岁的德国化学家李比希在研究极不稳定且易爆的雷酸银时,发现其含氧化银77.53%、氰酸22.47%。

两种性质截然相反的物质竟会有一样的组成,难道错了吗?谁的对?他们决定面对面的讨论一番,看看到底是谁错了。

结果双方发现对方的测定与自己的测定都是正确的。于是他们决定去请教伟大的瑞典化学家贝采尼乌斯。面对两位得意门生,他亲自做实验,得到了相同的结果,于是他提出了一个崭新的概念——“**同分异构**”,即具有相同组成的分子,由于原子连接顺序的变化而表现出不同的性质。

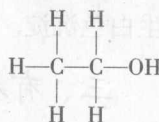
氰酸银的组成是 $\text{Ag}-\text{O}-\text{C}\equiv\text{N}$

雷酸银的组成是 $\text{Ag}-\text{O}-\text{N}\equiv\text{C}$

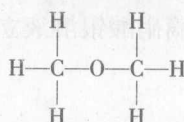
综上所述,在有机化合物中,碳原子的结合能力很强,既可以形成单键,也可以形成双键、三键;既可以形成链状,也可以形成环状,这是形成有机化合物种类繁多的原因之一。

(三) 同分异构现象

有机化合物的性质主要取决于结构。例如分子组成为 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ 的有机物,有两种不同的结构:



(1)



(2)

前者是乙醇,沸点是 78.3°C ,常温下是液体,能跟金属钠反应;后者是甲醚,沸点是 -23.6°C ,常温下是气体,不跟金属钠反应。像这种分子组成相同而结构不同的化合物,互称**同分异构体**,这种现象叫做**同分异构现象**。同分异构现象普遍存在于有机化合物中,这是有机化合

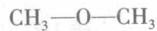


物种种类繁多的另一个重要原因。

每一种同分异构体都有一定的结构,为了方便,常用结构简式(也叫示性式)表示。例如乙醇、甲醚的结构简式分别为



乙醇



甲醚

这种结构简式,不但能反映分子组成和结构,而且还能突出相应的官能团。决定一类有机化合物的化学特性的原子或原子团称为官能团。例如:烯烃的官能团是双键($\text{C}=\text{C}$),乙醇的官能团是羟基($-\text{OH}$)等。

四、有机化合物的分类

有机化合物种类繁多,为了便于研究,需要对其分类。常见的分类方法:一是根据碳原子的连接方式(碳的骨架)分类;二是根据官能团分类。

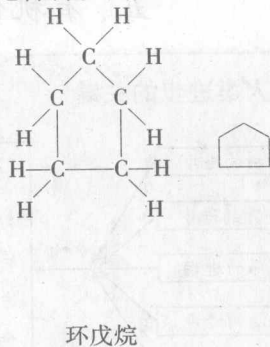
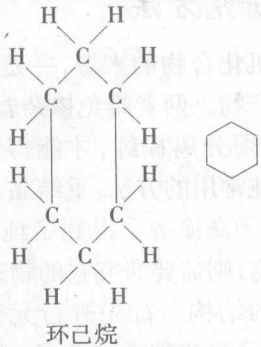
(一) 按碳骨架分类

1. 开链化合物 碳与碳或碳与其他原子之间结合成链状的有机化合物。由于它们最初是在脂肪中发现的,所以又称为脂肪族化合物。例如乙烷 CH_3CH_3 、乙醇 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 等。

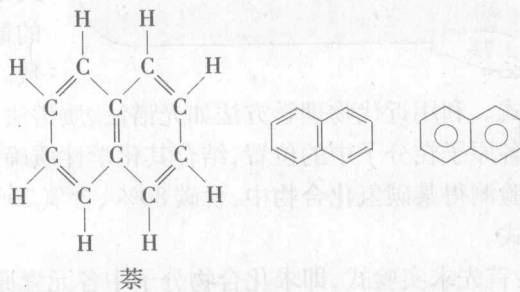
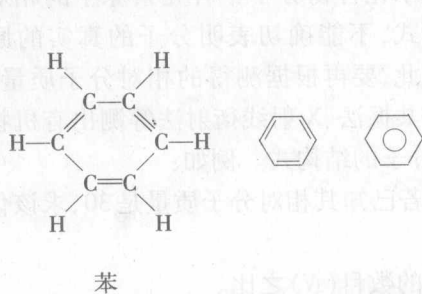
2. 闭链化合物 碳与碳或碳与其他原子之间结合成环状的有机化合物。根据分子中成环的原子种类不同,又分为碳环化合物和杂环化合物。

(1) 碳环化合物:分子中的环全部由碳原子组成。根据碳环结构不同,又分为脂肪族化合物和芳香族化合物。

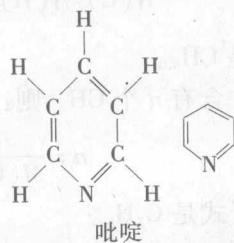
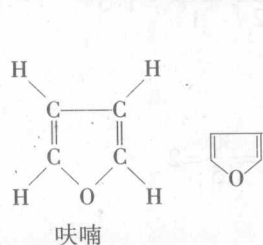
脂环族化合物:与脂肪族化合物性质相似的碳环化合物。例如:



芳香族化合物:含有苯环结构的化合物。例如:



(2) 杂环化合物:组成环的原子除碳原子外,还含有其他元素原子的化合物。例如:

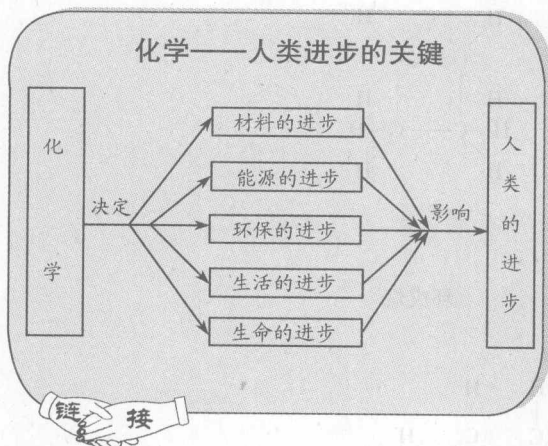


**(二) 按官能团分类**

按分子中所含官能团的不同,可将有机化合物分成若干类(见表 1-1)。

表 1-1 常见官能团及类别

化合物类别	官能团或特征结构	名称	化合物举例	名称
烯烃	$\text{C}=\text{C}$	碳碳双键	$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$	乙烯
炔烃	$-\text{C}\equiv\text{C}-$	碳碳三键	$\text{HC}\equiv\text{CH}$	乙炔
卤代烃	$-\text{X}$ (F, Cl, Br, I)	卤素	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$	氯乙烷
醇	$-\text{OH}$	醇羟基	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	乙醇
酚	$-\text{OH}$	酚羟基	$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$	苯酚
醚	$-\text{C}-\text{O}-\text{C}-$	醚键	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5$	乙醚
醛	$\begin{array}{c} \text{C}-\text{H} \\ || \\ \text{O} \end{array}$	醛基	CH_3CHO	乙醛
酮	$\text{C}=\text{O}$	酮基	CH_3COCH_3	丙酮
羧酸	$-\text{COOH}$	羧基	CH_3COOH	乙酸
酰胺	$\begin{array}{c} \text{C}-\text{N}- \\ || \quad | \\ \text{O} \quad \text{H} \end{array}$	酰胺键	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NHCOCH}_3$	乙酰苯胺
硝基化合物	$-\text{NO}_2$	硝基	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$	硝基苯
氨基化合物	$-\text{NH}_2$	氨基	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$	苯胺

五、有机化合物的研究方法

有机化合物的来源,一是天然产物,二是人工合成产物。两者难免掺杂着不同程度的杂质,因此,必须分离提纯,才能得到较纯的有机物。分离提纯常用的方法:重结晶、蒸馏、萃取、升华、层析、离子交换等。得到了纯的有机物之后,若是未知物,则需要研究它的物理、化学性质,最后确定它的结构。首先进行元素的定性、定量分析,确定元素的种类和含量,求出实验式。实验式是表示化合物分子中各元素原子的相对数目的最简式,不能确切表明分子的真实的原子个数。因此,要再根据测得的相对分子质量,确定

其分子式。利用近代物理学方法如光谱法、质谱法、磁共振法、X 射线衍射法等测出有机物的官能团和各原子在分子中的位置,结合其化学性质确定分子的结构式。例如:

实验测得某碳氢化合物中,含碳 80%、含氢 20%,若已知其相对分子质量是 30,求该化合物的分子式。

解:首先求实验式,即求化合物分子中各元素原子的数目(N)之比。

$$N(\text{C}):N(\text{H}) = \frac{80\%}{12} : \frac{20\%}{1} = 1:3$$

该化合物的实验式是 CH_3 。

再设该化合物分子中含有 n 个 CH_3 ,则:

$$n = \frac{M}{M(\text{CH}_3)} = \frac{30}{15} = 2$$

所以该化合物的分子式是 C_2H_6 。





色谱法

色谱法最先由俄国科学家茨维特(M. C. Ивeт, 1872—1919)用来分离、提纯的植物色素。他在一根玻璃管的细端塞上一小团棉花,在管中充填碳酸钙粉末,让溶有绿色植物叶子色素的石油醚溶液自上而下地通过。结果植物色素便被碳酸钙吸附,分成三段不同的颜色,上段为绿色,中段为黄色,下段为黄绿色。他将碳酸钙吸附柱分段取出,并用乙醇洗脱,即得三种色素的溶液。经分析三种色素分别为绿色的叶绿素、黄色的叶黄素、黄绿色的胡萝卜素。茨维特把这种利用吸附剂对不同有机物吸附作用的不同,分离、提纯有机物的方法叫色谱法。可惜他的柱色谱实验(图1-1)当时并未引起人们的注意。直到25年后,德国化学家库恩(R. Kuhn, 1900—1967)在分离、提纯、确定胡萝卜素异构体和维生素的结构中,应用了色谱法,并获得1938年诺贝尔化学奖。

自此后,色谱法成为化学家分离、提纯有机物不可缺少的方法。常用的吸附剂有碳酸钙、硅胶、氧化铝、活性炭等。20世纪40年代后,根据物质在两相(气—液、液—液等)间溶解性或吸附能力的不同,又相继发展了纸上色谱法、薄层色谱法、气相色谱法、液相色谱法等。

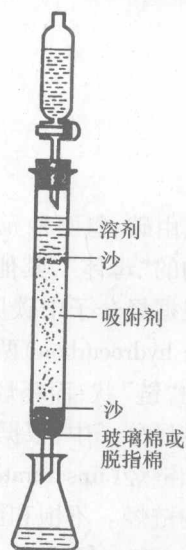


图1-1 柱色谱装置

有机化学的研究对象是有机化合物,在有机化合物中,碳原子是四价的。碳原子之间可以形成单键、双键和三键;可形成链状和碳环等。有机化合物种类繁多的原因是碳的多种连接方式、同分异构现象等。

小结



目标检测

一、名词解释

1. 有机化合物 2. 同分异构体

二、填空题

- 有机化合物指含_____的化合物。
- 有机物种类繁多的主要原因是_____和_____两种。
- 有机化合物的结构特点是_____。

三、单选题

- 下列物质中不属于有机物的是 ()
A. 氰化钠(NaCN) B. 醋酸(CH_3COOH) C. 乙炔(C_2H_2) D. 乙烯(C_2H_4)
- 当前在人类已知的化合物中,品种最多的是 ()
A. VA族元素的化合物 B. III B族元素的化合物
C. 过渡元素的化合物 D. IVA族元素的化合物

四、请你按官能团的不同对下列有机物进行分类

- $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$ _____
- $\text{HC}\equiv\text{CCH}_2\text{CH}_3$ _____
- CCl_4 _____
- $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ _____
- CH_3OH _____

五、简答题

- 简述有机化合物的结构特征。
- 某化合物由C、H两种元素组成,其中碳的质量分数为85.7%,在标准状况下,11.2L此化合物气体的质量是14g,求此化合物的分子式。
- 举例说明化学在人类生活进步中的作用。

(慕旭良 魏剑平)



第2章 链 烃

只由碳、氢两种元素组成的化合物叫作碳氢化合物,简称烃(hydrocarbon)。烃是其他有机化合物的“母体”,其他各类有机化合物则视为它的衍生物(derivative)。

根据烃分子中碳原子之间连接形式的差异,可将烃分为链烃(chain hydrocarbon)和环烃(cyclic hydrocarbon)两大类。链烃分子的结构特点是其碳原子间连接成一条或长或短、首尾不相连的“链”状;而环烃的结构特点是分子中碳原子间首尾连接成闭合状态的“环”。

链烃分子中,根据碳原子之间化学键的不同,又可分为饱和链烃(saturated hydrocarbon)和不饱和链烃(unsaturated hydrocarbon)。饱和链烃又称烷烃(alkane),指碳原子之间彼此以单键相连的链烃。不饱和链烃指分子中含 $C=C$ 双键或 $C\equiv C$ 三键的链烃,包括烯烃(alkene)、炔烃(alkyne)和二烯烃(diene)等。

第1节 烷 烃



学习目标

1. 解释烃、烷烃、同系列、碳链异构的概念
2. 应用系统命名法对烷烃命名
3. 叙述烷烃的物理性质
4. 详述烷烃的化学性质
5. 说出甲烷的结构特点,理解烷烃的结构

变废为宝

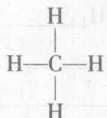
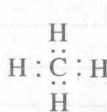
甲烷又名沼气,是沉积于池沼底部的植物残体在厌氧菌的作用下产生的。根据这一原理人们发明了用发酵法获得沼气的沼气池。沼气池用的原料是人畜的粪便、杂草和垃圾等,而产生的沼气可用来烧水、做饭、点灯、发电等,从而节约石油、煤炭和其他燃料。将沼气净化后得到的甲烷也可用来制取 CCl_4 和炭黑等化工原料;粪便、杂草和垃圾等经过沼气池发酵后,大部分寄生虫卵和病菌被杀死,改善了卫生条件,防止了传染性疾病的发生;粪便等在发酵过程中,其中的蛋白质分解为氨,最终转化为铵态氮肥,从而提高了肥效。



烷烃(简称烷)指分子中碳原子之间以单键(也称 σ 键)结合,其余价键都与氢原子相结合的一类开链烃。在烷烃分子中,氢原子数与碳原子数的比例达到最高值,故亦称饱和烃。

一、甲烷的分子结构

甲烷(CH_4)是最简单的烷烃,它是天然气、沼气、石油气的主要成分。甲烷的电子式、构造式分别为



甲烷的电子式 甲烷的构造式

上述甲烷分子电子式、构造式,只能说明甲烷分子中碳、氢原子之间的连接方式和次序,

并不能反映出甲烷分子的空间构型。研究表明,甲烷分子是正四面体型,碳原子位于正四面体的中心,4个氢原子位于四面体的四个顶点,4个碳氢键都是相同的,如图2-1(a)所示。每2个相邻碳氢键之间的夹角(键角) $\angle HCH$ 均为 $109^\circ 28'$,4个碳氢键的键长都是 $1.09 \times 10^{-10} \text{ m}$ 。经测定, $C-H$ 键的键能是 413 kJ/mol 。

为了形象表示甲烷分子的立体结构,常用凯库勒(Kekule)模型(或球棒模型)和斯陶特(Stuart)模型(或比例模型)表示,见图 2-1(b)、(c)所示。

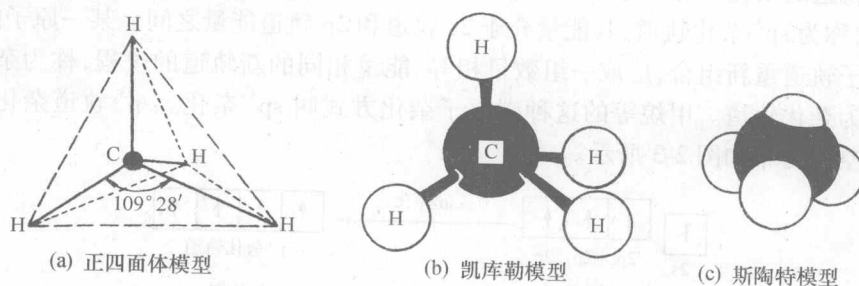


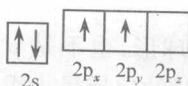
图 2-1 甲烷分子的立体结构及其模型

如何解释甲烷分子的立体结构呢?

(一) 碳原子的 sp^3 杂化

我们知道,碳是形成有机化合物的主体元素,它位于元素周期表第 2 周期第 IV A 族。碳原子最外层(第二层)上有 4 个电子,当与其他原子结合时,既不易得电子又不易失电子,主要通过电子对共用与其他原子结合。因此,有机化合物分子中的化学键主要是共价键。

原子光谱研究得知,碳的 4 个价电子中,2s 轨道上有一对成对电子,2p_x、2p_y 轨道上各有一个单电子。如下图所示:



若按未成键电子数目,碳原子只能是 2 价,换句话说,甲烷分子中碳原子只能结合 2 个氢原子。但实践证明甲烷等烷烃分子中碳原子都是 4 价而不是 2 价。为了解释这个问题,鲍林等人提出了原子杂化轨道理论。该理论首先假设:成键时,碳原子的一个 2s 电子吸收能量激发到 2p_z 轨道上,形成 4 个单电子,碳原子从基态变为激发态。如下图所示:



激发后,碳原子就可以形成 2 个共价键。激发态碳原子的 4 个价电子分别占据 1 个 2s 轨道和 3 个 2p 轨道。由于 s 轨道和 p 轨道在能量大小、轨道形状(如图 2-2 所示)及空间伸展方向都是不相同的,若以这种状态成键,所形成的 4 个键不可能完全相同。

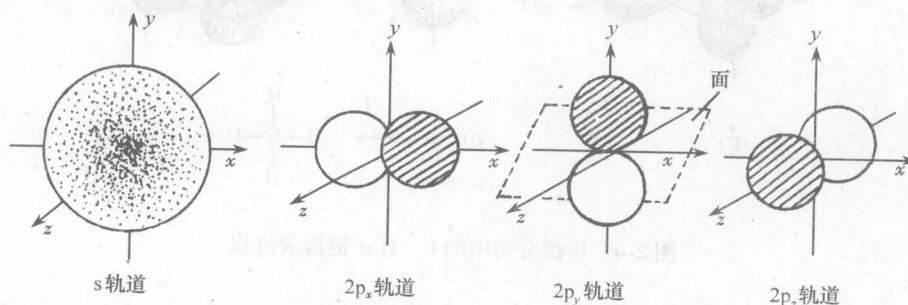


图 2-2 s 轨道及 p 轨道的空间形状

