



全国医药职业教育药学类规划教材

QUANGUO YIYAO ZHIYE JIAOYU YAOXUELEI GUIHUA JIAOCAI

(供高职高专使用)

药用有机化学

YAORYONG
YOUJI HUAXUE

主编 郭 扬



中国医药科技出版社

全国医药职业教育药学类规划教材

药用有机化学

(供高职高专使用)

主 编 郭 扬

副主编 喻 琳 张 斌

编 者 (以姓氏笔画为序)

刘 岩 (沈阳药科大学高等职业技术学院)

任旭红 (沈阳药科大学)

张 斌 (浙江医药高等专科学校)

郭 扬 (福建生物工程职业技术学院)

喻 琳 (福建生物工程职业技术学院)

中国医药科技出版社

内 容 提 要

本书是全国医药职业教育药学类规划教材之一,依照教育部〔2006〕16号文件要求,结合我国高职教育的发展特点,根据《药用有机化学》教学大纲的基本要求和课程特点编写而成。

全书共分为十五章,分别介绍了有机化合物的特性和有机化学的基本理论知识以及链烃、环烃、卤代烃、醇、酚、醚、醛、酮、醌、羧酸及其衍生物、取代羧酸、立体化学基础、含氮化合物、杂环化合物、生物碱、氨基酸、蛋白质、核酸、糖类、脂类、萜类和甾族化合物、药用合成高分子化合物等理论内容。本教材在编写过程中力求体现高等职业教育的特点,力求体现创新性、实用性、可读性。

本书适合医药高职和专科教育以及函授和自学考试等人员使用,也可作为医药行业培训和从业人员自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

药用有机化学/郭扬主编. —北京:中国医药科技出版社, 2008.7

全国医药职业教育药学类规划教材

ISBN 978-7-5067-3879-8

I. 药… II. 郭… III. 药物化学:有机化学—高等学校:技术学校—教材 IV. R914.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第071540号

美术编辑 陈君杞

版式设计 郭小平

出版 中国医药科技出版社

地址 北京市海淀区文慧园北路甲22号

邮编 100082

电话 责编:010-62235640 发行:010-62227427

网址 www.cspyp.cn

规格 787×1092mm¹/₁₆

印张 23¹/₂

字数 529千字

印数 1—5000

版次 2008年7月第1版

印次 2008年7月第1次印刷

印刷 廊坊市海翔印刷有限公司

经销 全国各地新华书店

书号 ISBN 978-7-5067-3879-8

定价 40.00元

本社图书如存在印装质量问题请与本社联系调换

全国医药职业教育药学类规划教材

编写说明

随着我国医药职业教育的迅速发展,医药院校对具有职业教育特色药学类教材的需求也日益迫切,根据国发〔2005〕35号《国务院关于大力发展职业教育的决定》文件和教育部〔2006〕16号文件精神,在教育部、国家食品药品监督管理局、教育部高职高专药品类专业教学指导委员会的指导之下,我们在对全国药学职业教育情况调研的基础上,于2007年7月组织成立了全国医药职业教育药学类规划教材建设委员会,并立即开展了全国医药职业教育药学类规划教材的组织、规划和编写工作。在全国20多所医药院校的大力支持和积极参与下,共确定78种教材作为首轮建设科目,其中高职类规划教材52种,中职类规划教材26种。

在百余位专家、教师和中国医药科技出版社的团结协作、共同努力之下,这套“以人才市场需求为导向,以技能培养为核心,以职业教育人才培养必需知识体系为要素、统一规范科学并符合我国医药事业发展需要”的医药职业教育药学类规划教材终于面世了。

这套教材在调研和总结其他相关教材质量和使用情况的基础上,在编写过程中进一步突出了以下编写特点和原则:①确定了“市场需求→岗位特点→技能需求→课程体系→课程内容→知识模块构建”的指导思想;②树立了以培养能够适应医药行业生产、建设、管理、服务第一线的应用型技术人才为根本任务的编写目标;③体现了理论知识适度、技术应用能力强、知识面宽、综合素质较

高的编写特点。④高职教材和中职教材分别具备“以岗位群技能素质培养为基础，具备适度理论知识深度”和“岗位技能培养为基础，适度拓宽岗位群技能”的特点。

同时，由于我们组织了全国设有药学职业教育的大多数院校的大批教师参加编写工作，强调精品课程带头人、教学一线骨干教师牵头参与编写工作，从而使这套教材能够在较短的时间内以较高的质量出版，以适应我国医药职业教育发展的需要。

根据教育部、国家食品药品监督管理局的相关要求，我们还将组织开展这套教材的修订、评优及配套教材（习题集、学习指导）的编写工作，竭诚欢迎广大教师、学生对这套教材提出宝贵意见。

全国医药职业教育药学类

规划教材建设委员会

2008年5月

前 言

本教材是由全国医药职业教育药学类规划教材建设委员会组织编写的。《药用有机化学》是药学高等职业院校的一门重要专业基础课，本书根据教学大纲的要求，根据药学类高职专业培养目标——医药监管、生产、建设、管理、销售服务等一线的应用型人才，讲授有机化学的基础理论和基本知识，训练基本操作技能，为药物化学、中草药化学、生物化学、药物分析等后续课程的学习打下坚实的基础，注重培养学生分析问题、解决问题的能力以及创造能力，并为学生今后的进一步发展提供必要的知识准备。

本教材在编写过程中力求做到理论知识适度、理论与实践相结合，努力提高学生的技术应用能力、拓展学生的知识面、培养学生的综合素质等，在学科体系的基础上，提高学生的学习兴趣，激发学生学习有机化学及药学知识的求知欲，引导学生学好本教材及相关课程的知识，注意做到少而精及简明扼要。为了使學生掌握好每个章节的内容和课程重点，巩固刚学到的知识和攻克教材的难点，本书中每节都配有“揣摩”、“点滴”、“警钟”、“小练习”等，引导学生深入思考，及时掌握知识和解决疑难问题。为了使学有余力的学生向更高专业层次发展，在每章后设有内容拓展，供学生自学和深化章内的知识点。

本教材的编写分工是（按姓氏笔画排序）：刘岩（沈阳药科大学高等职业技术学院）编写第十一、十四章；任旭红（沈阳药科大学）编写第九、十五章；张斌（浙江医药高等专科学校）编写第二、三、六章；郭扬（福建生物工程职业技术学院）编写第四、五、十、十二、十三章；喻琳（福建生物工程职业技术学院）编写第一、七、八章。

在编写过程中得到全国医药职业教育药学类规划教材建设委员会、中国医药科技出版社及各编写人员所在单位的大力支持，同时也参考了相关书籍，在此对相关人員及刘珂老师一并致谢。

由于编写时间仓促、编者水平有限，书中难免有疏漏和不妥之处，待实践中总结、完善。恳请使用本教材的广大师生及同行专家提出宝贵意见，以不断提高本教材的质量。

编 者
2008 年 4 月

目 录

第一章 绪论	(1)
一、有机化合物和有机化学	(1)
二、有机化合物的特性	(2)
三、有机化合物的结构	(3)
四、共价键的重要物理量	(7)
五、共价键的断裂方式与有机化学反应类型	(9)
六、有机化合物的分类	(10)
七、有机化学与药学的关系	(12)
内容拓展 组合化学简介	(13)
第二章 链烃	(17)
第一节 烷烃	(17)
一、烷烃的结构	(17)
二、烷烃的同系列和同分异构现象	(19)
三、烷烃的命名	(20)
四、烷烃的物理性质	(22)
五、烷烃的化学性质	(24)
六、烷烃的来源和重要的烷烃	(25)
第二节 烯烃	(26)
一、烯烃的结构和命名	(26)
二、烯烃的物理性质	(28)
三、烯烃的化学性质	(28)
四、诱导效应	(32)
五、重要的烯烃	(34)
第三节 炔烃	(34)
一、炔烃的结构	(34)
二、炔烃的同分异构现象和命名	(35)
三、炔烃的物理性质	(36)
四、炔烃的化学性质	(36)
五、重要的炔烃	(38)
第四节 二烯烃	(39)
一、二烯烃的分类和命名	(39)

二、共轭二烯烃的结构	(40)
三、共轭二烯烃的性质	(41)
内容拓展 共振论简介	(45)
第三章 环烃	(49)
第一节 脂环烃	(49)
一、脂环烃的分类和命名	(49)
二、环烷烃的物理性质	(51)
三、环烷烃的化学性质	(51)
四、环烷烃的结构和稳定性	(53)
第二节 芳烃	(54)
一、苯的结构	(55)
二、芳烃的分类和同分异构现象及命名	(57)
三、苯及其同系物的物理性质	(59)
四、苯及其同系物的化学性质	(59)
五、苯环亲电取代反应的定位效应及应用	(65)
六、稠环芳烃	(69)
七、非苯系芳烃和休克尔规则	(72)
内容拓展 三维球形芳香分子——富勒烯	(73)
第四章 卤代烃	(78)
一、卤代烃的分类和命名及同分异构现象	(78)
二、卤代烃的物理性质	(80)
三、卤代烃的化学性质	(81)
四、亲核取代反应和消除反应机理	(83)
五、卤代烃中卤原子的反应活性	(85)
六、重要的卤代烃	(87)
内容拓展 制冷剂的研究与进展	(88)
第五章 醇、酚、醚	(91)
第一节 醇	(92)
一、醇的结构和分类及命名	(92)
二、醇的物理性质	(94)
三、醇的化学性质	(95)
四、醇的制备	(100)
五、重要的醇	(101)
第二节 酚	(102)
一、酚的分类和命名	(102)

二、酚的物理性质	(103)
三、酚的化学性质	(104)
四、酚的制备	(107)
五、重要的酚	(108)
第三节 醚	(109)
一、醚的分类和命名	(109)
二、醚的物理性质	(110)
三、醚的化学性质	(111)
四、醚的制备	(112)
五、硫醇和硫醚	(112)
六、重要的醚	(114)
内容拓展 木糖醇简介	(116)
第六章 醛、酮、醌	(119)
第一节 醛和酮	(120)
一、醛、酮的结构和分类及命名	(120)
二、醛、酮的物理性质	(122)
三、醛、酮的化学性质	(123)
四、醛和酮的制备	(132)
五、不饱和醛、酮	(133)
六、重要的醛和酮	(135)
第二节 醌	(137)
一、醌的结构和命名	(137)
二、醌的物理性质	(138)
三、醌的化学性质	(138)
四、重要的醌	(139)
内容拓展 甲醛的功能与毒性	(140)
第七章 羧酸及其衍生物	(145)
第一节 羧酸	(146)
一、羧酸的结构和分类及命名	(146)
二、羧酸的物理性质	(148)
三、羧酸的化学性质	(149)
四、羧酸的制备	(154)
五、重要的羧酸	(155)
第二节 羧酸衍生物	(157)
一、羧酸衍生物的分类和命名	(157)
二、羧酸衍生物的物理性质	(159)

三、羧酸衍生物的化学性质	(160)
四、重要的羧酸衍生物	(164)
第三节 碳酸衍生物	(166)
一、碳酰氯	(166)
二、碳酰胺	(166)
三、胍	(168)
四、硫脲	(169)
内容拓展 β -内酰胺类和大环内酯类抗生素	(169)
第八章 取代羧酸	(174)
第一节 卤代酸	(174)
一、卤代酸的命名	(174)
二、卤代酸的化学性质	(175)
三、卤代酸的制备	(175)
第二节 羟基酸	(175)
一、羟基酸的结构和分类及命名	(175)
二、醇酸的化学性质	(176)
三、酚酸的化学性质	(179)
四、羟基酸的制备	(179)
五、重要的羟基酸	(180)
第三节 羧基酸	(181)
一、羧基酸的结构和分类及命名	(181)
二、酮酸的化学性质	(182)
三、乙酰乙酸乙酯	(183)
四、重要的羧基酸	(185)
内容拓展 纳米技术在医药领域的应用	(186)
第九章 立体化学基础	(190)
第一节 顺反异构	(191)
一、顺式和反式	(191)
二、 <i>Z</i> 构型和 <i>E</i> 构型	(192)
三、顺反异构体的性质	(194)
第二节 对映异构	(195)
一、偏振光与旋光性	(195)
二、旋光仪	(196)
三、旋光度和比旋度	(197)
四、分子的手性和旋光性	(198)
五、对映异构及其构型的标记	(200)

六、含有手性碳原子化合物的对映异构	(205)
七、含手性轴的化合物	(211)
八、旋光异构体的性质	(211)
九、外消旋体的拆分	(212)
第三节 构象	(213)
一、乙烷的构象	(213)
二、正丁烷的构象	(214)
三、环己烷的构象	(215)
四、十氢萘的构象	(218)
内容拓展 构型的测定	(219)
第十章 有机含氮化合物	(225)
第一节 硝基化合物	(225)
一、硝基化合物的结构和分类及命名	(225)
二、硝基化合物的物理性质	(226)
三、硝基化合物的化学性质	(226)
四、重要的硝基化合物	(229)
第二节 胺	(230)
一、胺的结构和分类及命名	(230)
二、胺的物理性质	(231)
三、胺的化学性质	(232)
四、季铵盐和季铵碱	(239)
五、表面活性剂	(240)
六、胺的制备	(241)
七、重要的胺	(242)
第三节 重氮化合物和偶氮化合物	(243)
一、重氮化合物和偶氮化合物的结构和命名	(243)
二、重氮化合物的制备	(244)
三、重氮盐的性质	(244)
四、偶氮化合物	(248)
第四节 腈	(249)
一、腈的结构和命名	(249)
二、腈的性质	(250)
三、腈的制备	(250)
内容拓展 数码相片冲印中的有机化学	(250)
第十一章 杂环化合物和生物碱	(253)
第一节 杂环化合物	(253)

一、杂环化合物的结构和分类	(253)
二、杂环化合物的命名	(255)
三、五元杂环化合物	(259)
四、六元杂环化合物	(267)
第二节 生物碱	(274)
一、生物碱的分类和命名	(274)
二、生物碱的性质	(274)
三、生物碱的提取	(275)
四、重要的生物碱	(277)
内容拓展 维生素 E 简介	(279)
第十二章 氨基酸、蛋白质、核酸	(283)
第一节 氨基酸	(283)
一、氨基酸的结构和分类及命名	(283)
二、氨基酸的物理性质	(286)
三、氨基酸的化学性质	(286)
第二节 蛋白质	(291)
一、蛋白质的组成和分类	(291)
二、蛋白质的结构	(291)
三、蛋白质的性质	(294)
第三节 核酸	(297)
一、碱基组分	(297)
二、糖组分	(298)
三、核苷	(298)
四、核苷酸	(298)
内容拓展 DNA 简介	(299)
第十三章 糖类	(302)
第一节 单糖	(302)
一、单糖的结构	(303)
二、单糖的性质	(307)
三、重要的单糖	(313)
第二节 低聚糖	(134)
一、麦芽糖	(315)
二、乳糖	(315)
三、蔗糖	(316)
第三节 多糖	(316)
一、淀粉	(317)

二、纤维素	(318)
内容拓展 光谱化学简介	(319)
第十四章 脂类和萜类及甾族化合物	(322)
第一节 脂类	(322)
一、油脂	(323)
二、类脂	(325)
第二节 萜类化合物	(326)
一、萜类化合物的结构	(327)
二、萜类化合物的分类	(327)
三、单萜类化合物	(327)
四、倍半萜类化合物	(331)
五、二萜类化合物	(331)
六、三萜和四萜类化合物	(332)
第三节 甾族化合物	(333)
一、甾族化合物的基本结构	(333)
二、甾族化合物的立体结构	(333)
三、甾族化合物的命名	(335)
四、重要的甾族化合物	(337)
五、甾族化合物和药物	(338)
内容拓展 甾体激素的应用及研究进展	(339)
第十五章 药用合成高分子化合物	(343)
一、高分子化合物的基本概念	(343)
二、高分子化合物的分类	(346)
三、高分子化合物的命名	(348)
四、高分子化合物的特性	(350)
五、高分子化合物的合成方法	(351)
六、高分子化合物的老化和降解	(353)
七、与药学相关的重要合成高分子化合物	(356)
内容拓展 医用高分子材料简介	(358)
参考文献	(362)

第一章 绪 论

学习目标

掌握有机化合物的概念、特性及其结构和共价键理论。

理解有机化学的概念、共价键的几个重要物理量、共价键的断裂方式和有机化合物的分类。

了解有机化学的发展史、有机化学与药学的关系。

一、有机化合物和有机化学

(一) 有机化学发展简史

有机化学是一门非常重要的科学，它和人类生活有着极为密切的关系。人体生命活动本身就是一连串非常复杂、彼此协调的有机物质的变化过程。最初，“有机化学”这一名词于1806年首次由伯则里（Berzelius J.）提出。当时是作为“无机化学”的对立物而命名的。19世纪初，许多化学家相信，在生物体内由于存在所谓“生命力”，才能产生有机化合物，而在实验室里是不能由无机化合物合成的。

1824年，德国化学家维勒（Wöhler F.）从氰经水解制得草酸；1828年他无意中用加热的方法使氰酸铵转化为尿素，他把这一重要发现告诉了伯则里：“我应当告诉您，我制造出的尿素并不求助于动物的肾。”这个重要发现给予“生命力”学说第一次冲击，但并未得到其他化学家的承认。直到越来越多的有机化合物不断在实验室中被合成出来，且绝大部分是在与生物体内迥然不同的条件下合成出来的，如1845年柯尔伯（Kolbe H.）合成的醋酸，才使得“生命力”学说被渐渐抛弃，而“有机化学”这一名词沿用至今。（表1-1）

表1-1 有机化学发展简史

发展时期	历史事件
有机化学萌芽时期	1806年，Berzelius J. 创立有机化学一词
	1824年，Wöhler F. 实现无机物→有机物
	1845年，Kolbe H. 合成醋酸
	1854年，Berthelot M. 合成油脂，彻底否定“生命力”学说

续表

发展时期	历史事件
经典有机化学时期	1858 年, Kekule A. 和 Couper A. 建立价键学说
	1874 年, Van't Hoff J. H. 和 Le Bel J. A. 首次提出碳原子的正四面体结构
现代有机化学时期	1916 年, Lewis G. N. 引入价键的电子理论
	1927 年, Heiter W. 和 London F. 建立了价键理论

在有机化学发展的历史长河中,我国劳动人民也作出了杰出贡献。据《周礼》记载,当时已有管理染色、酿酒、制醋的专设官员;汉朝发明了造纸术。然而到了 20 世纪二三十年代,中国有机化学尚处于萌芽阶段,与欧美等科学先进国家相比,相差一个半世纪,而中间又受到国内外各种因素的干扰,发展缓慢,但发展的趋势与世界相一致。总的说来,1978 年以后,在改革开放的年代,中国的有机化学发展最快。在当今重大前沿课题中,我国有机化学家和生物化学家一起,在蛋白质化学、核酸化学方面作出了重要的贡献。有机化学家参与的牛胰岛素全合成、酵母丙氨酸转移核糖核酸的人工全合成工作均在国际生物有机化学界产生了影响,天花粉蛋白的研究及其在药物中的应用也引起人们的重视。我国有机化学家在甾族化合物研究及对甾体药物工业的建立方面有重要的贡献,在莲心碱、芫花酯、南海珊瑚等多种天然产物的分离和药理作用等方面进行了系统研究。

(二) 有机化合物和有机化学的概念

从化学组成来看,所有的有机化合物中都含有碳元素,绝大多数有机化合物中含有氢元素,许多有机化合物还含有氧、氮、硫、磷和卤素等元素。按照现代观点,有机化合物(organic compounds)是指碳氢化合物及其衍生物。衍生物是指碳氢化合物分子中的氢原子被其他原子或原子团取代而衍生出来的化合物。

有机化学(organic chemistry)就是研究有机化合物的科学,它主要研究有机化合物的组成、结构、性质、制备及应用等。

二、有机化合物的特性

位于周期表当中的碳元素,一般是通过与别的元素的原子共用外层电子而达到稳定的电子构型的。这种共价键的结合方式决定了有机化合物的特性。但有机化合物种类繁多,结构复杂,要毫无例外地把全部有机化合物归纳在同一共性中是十分困难的。现仅就绝大多数有机物的一般特性归纳如下。

1. 可燃性

有机化合物一般都容易燃烧,人类常用的燃料大多是有机化合物,如天然气、乙醇、汽油、煤等。而无机物一般不燃烧,可以用这一性质来区别有机物和无机物。

2. 熔点较低

有机物的熔点一般在 400℃ 以下,许多有机物在常温下为气体或液体,如甲烷、乙醇等。而无机物的熔点一般都较高,如氯化钠的熔点为 801℃。这是因为有机物的晶格排列是靠分子间的范德华力来维系的,只需较低能量就可以破坏这种有规律的排列。无机物大多是离子晶体,晶格排列是靠离子间的正负电荷的引力,破坏它需要较多的能量。纯的有

机物的熔点是重要的物理常数之一，实验室中常测定熔点以鉴别有机化合物或判断化合物的纯度。

3. 难溶于水

大多数有机物都难溶于水，而易溶于有机溶剂。例如油脂不溶于水，但易溶于汽油、乙醚等有机溶剂。这是由于有机物通常呈非极性或弱极性，而水是一种极性强的液体。根据“相似相溶”原理，只有结构和极性相近的物质才能互溶，所以大多非极性或弱极性的有机物难溶于水，可溶于极性相近的有机溶剂中。

揣摩：衣物上沾染了油污时，可用汽油清洗，你能说明为什么吗？

4. 反应速度慢

有机化合物之间的反应速度一般都比较慢。例如地下的煤和石油是动植物遗体在地层下经历千百年的变化而形成的。这是因为有机物一般是分子间的反应，反应靠分子间的碰撞，要经历旧的共价键打开和新的共价键形成的过程，反应速度决定于分子间的有效碰撞，所以速度较慢，有些反应往往需要几个小时甚至更长的时间才能完成。因此常常采取加热、搅拌或加催化剂等措施来提高反应速度。

揣摩：从某有机反应液中分离出少量白色固体，其熔点大于 300°C ，能否用简单方法推测它是无机物还是有机物？

5. 反应复杂，副反应多

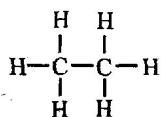
有机化合物的结构比较复杂，在发生反应时，并不局限于分子的某一特定部位的共价键断裂，除主要反应外，常伴有副反应，产物往往也是复杂的混合物，使主要产物的收率较低。而且有机反应后的产物，往往需要蒸馏、重结晶和层析等操作来分离提纯。因此，在进行有机合成时，需要选择适当的试剂，选择最佳的反应条件，减少副反应，提高产率。

三、有机化合物的结构

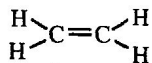
有机化合物的性质取决于结构，了解有机化合物分子的结构，对于弄清有机化合物之间的千差万别和有机化学的基本规律，是十分重要的。研究有机物的结构是有机化学学科中重要的内容之一。按现代观点，有机化合物的结构包括了分子的组成、分子中原子结合的顺序和方式、分子中电子云的分布和分子中原子或原子团之间的相互影响等内容。

(一) 经典结构理论

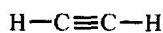
19 世纪后期凯库勒在有关结构学说的基础上，提出了化合物分子中原子间相互结合的两个基本原则：有机化合物中的碳原子为四价；碳原子除能与其他元素结合外，还可与碳原子以单键、双键和叁键相互结合成碳链或碳环。如：



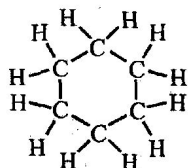
乙烷



乙烯



乙炔



环己烷

进入20世纪后,人们对有机化合物的立体结构有了初步认识,范霍夫(Van't Hoff J. H.)及勒贝尔(Le Bel J. A.)首次提出了碳原子的立体概念。特别是前者为碳原子做了一个正四面体模型,碳原子在四面体的中心,它的四个价键伸向四面体的各个顶点(图1-1a)。以最简单的有机物甲烷为例,其分子由一个碳原子和四个氢原子以共价键的方式结合而成。甲烷的五个原子并不在一个平面上,而是呈现正四面体的结构,碳原子处于正四面体的中心,而氢原子位于正四面体的四个顶点上,碳原子的四个价键从中心指向四个顶点,各个价键间的夹角为 109.5° (图1-1b)。现在用X射线衍射法已经准确测定了碳原子的立体结构,完全证实了这种模型的正确性。

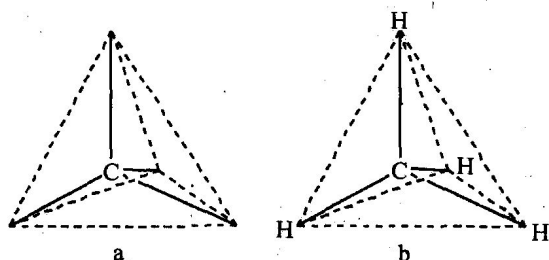
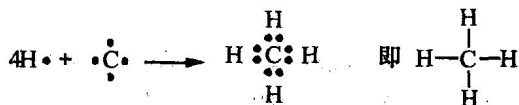
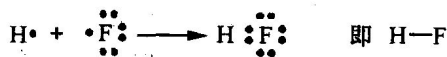


图1-1 正四面体结构

a. 碳原子的正四面体结构, b. 甲烷分子的立体结构

(二) 路易斯结构

随着20世纪初人们对原子一般性质的认识有了提高之后,路易斯(Lewis G. N.)提出了共价键的概念。他认为原子的电子可以配对成键,使原子能够形成一种稳定的惰性气体电子结构,即最外层为八个电子或两个电子。例如:



这样氢的外层具有两电子的惰性气体氦的结构,氟、碳外层具有八个电子的氖结构,通称为“八隅规则”。上述用圆点表示价电子的电子结构式称为路易斯结构式。通常两个原子间的一对电子表示共价单键,两对或三对电子表示双键或叁键。两个原子间没有共享的电子称为非成键电子。一对非成键电子常常被称为孤对电子。氧原子、氮原子和卤素通