



普通高等教育“十一五”精品课程《有机化学》辅助教材

You.JiHuaXue

有机化学

学习指导

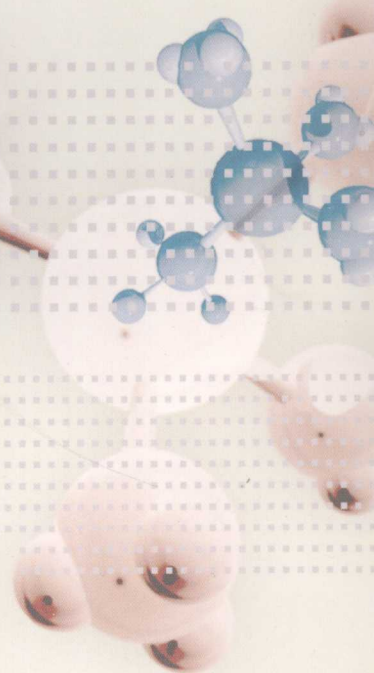
XueXiZhiDao

● 林瑞余 苏金为 主编



中国农业大学出版社

ZHONGGUONONGYEDAXUE CHUBANSHE



普通高等教育“十一五”精品课程《有机化学》辅助教材

有机化学学习指导

林瑞余 苏金为 主编

- ☆例题详解
- ☆复习指导
- ☆模拟练习
- ☆习题解答



中国农业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

有机化学学习指导/林瑞余,苏金为主编. —北京:中国农业大学出版社,2008.12
ISBN 978-7-81117-267-6

I. 有… II. ①林… ②苏… III. 有机化学-高等学校-教学参考资料 IV. 062

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 180908 号

书 名 有机化学学习指导

作 者 林瑞余 苏金为 主编

策划编辑 张秀环

责任编辑 韩元凤

封面设计 郑 川

责任校对 王晓凤 陈 莹

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路 2 号

邮政编码 100193

电 话 发行部 010-62731190,2620

读者服务部 010-62732336

编辑部 010-62732617,2618

出版部 010-62733440

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup>

e-mail cbsszs@cau.edu.cn

经 销 新华书店

印 刷 北京鑫丰华彩印有限公司

版 次 2008 年 12 月第 1 版 2008 年 12 月第 1 次印刷

规 格 787×980 16 开本 22 印张 392 千字

印 数 1~5 000

定 价 31.00 元

图书如有质量问题本社发行部负责调换

林瑞余编《中学教育》暨新品群“五十一”育教学高组著

编写委员会人员

主 编 林瑞余 苏金为
副主编 吴羽平 蔡向阳 韩春平
编 委 (按姓氏拼音顺序排序)
陈祥旭 陈晓婷 陈玉花
黄玉梓 江茂生 徐景文

翰新盟国☆
号能区夏☆
区新研新☆
容翰盟区☆

环新出学大业本国中

内 容 提 要

本书是林瑞余、苏金为主编的普通高等教育“十一五”精品课程《有机化学》辅助教材,是根据高等农林院校本科化学课程教学改革的要求编写而成。全书共分四篇,第一篇为基础知识,内容按教材章节顺序编排,分为基本要求、内容提要、例题三部分。第二篇为复习指导,按照知识模块组织相应的专题内容。第三篇为模拟练习与试题,主要编入阶段性训练、期末考试模拟练习和研究生入学考试综合练习三部分,并附有练习答案。第四篇为习题参考答案,列出了教材中部分习题的参考答案。

本书可供农林高等院校各专业选作辅助教材,也可供相关工作人员参考。

前 言

本书根据近年来农林类高等院校各相关专业《有机化学》教学改革的要求,适应培养学生独立分析问题、解决问题能力的需要,配合林瑞余、苏金为主编的普通高等教育“十一五”精品课程《有机化学》建设教材的内容编写而成。可供农林高等院校农学、植保、园艺、茶学、林学、生态、水土保持、生物科学、生物技术、微生物学、动物科学、动物医学、水产养殖、蜂学、食品、环境工程、农资、材料、轻化等专业本科生选作辅助教材,也可供农林类高等院校研究生入学考试复习及农林科技工作者参考。

本书以林瑞余、苏金为主编的普通高等教育“十一五”精品课程《有机化学》建设教材为基点,按照有机化学的基础知识、复习指导、模拟练习与试题和习题参考答案四个部分组织教材内容。基础知识分为基本要求、内容提要、例题三部分。复习指导按照知识模块组织7个专题内容。模拟练习部分划分为阶段性训练、期末考试模拟练习和研究生入学考试综合练习三部分,并附有练习答案。第四篇为习题参考答案,列出教材部分习题的参考答案。

本书围绕有机化学教材的基本内容,结合教学中的重点、难点问题,有针对性地选编了各种类型具有代表性的例题,例题类型主要有命名、写结构式、完成反应式、化合物性质比较、分离和鉴别、有机物的制备和结构推断。通过例题示范,规范学生解答各种类型习题的解题方法和步骤。复习指导按知识模块总结了《有机化学》教材的主要内容。本书选编的阶段性训练、期末考试模拟练习和研究生入学考试综合练习供学生阶段性地进行自我检查,也供学生考研参考。通过习题训练,巩固和深化学生对所学基本知识的理解,有助于提高学生综合运用所学基本知识解决实际问题的能力。书后的部分习题的参考答案为学生提供解题思路。

参加本书编写的人员有福建农林大学的林瑞余、苏金为、吴羽平、蔡向阳、江茂生、陈晓婷、黄玉梓、陈祥旭、徐景文和内蒙古民族大学的韩春平、陈玉花等同志。在本书的编写过程中,主编多次召集编写人员研讨本书的内容、编写要求等事宜,并对初稿进行多次修订。最后由林瑞余负责组织统稿、定稿。

在本书的编写过程中得到福建农林大学、内蒙古民族大学编者所在学院、教

限于编者的水平,书中不足之处,恳请读者批评指正。

2007年7月20日于福州

目 录

第一篇 基础知识

第一章 绪论	(3)
一、基本要求	(3)
二、内容提要	(3)
三、例题	(5)
第二章 烷烃	(8)
一、基本要求	(8)
二、内容提要	(8)
三、例题	(9)
第三章 不饱和烃	(13)
一、基本要求	(13)
二、内容提要	(13)
三、例题	(16)
第四章 脂环烃	(20)
一、基本要求	(20)
二、内容提要	(20)
三、例题	(21)
第五章 芳香烃	(23)
一、基本要求	(23)
二、内容提要	(23)
三、例题	(26)
第六章 旋光异构	(32)
一、基本要求	(32)
二、内容提要	(32)
三、例题	(35)
第七章 卤代烃	(38)
一、基本要求	(38)

二、内容提要	(38)
三、例题	(41)
第八章 醇 酚 醚	(45)
一、基本要求	(45)
二、内容提要	(45)
三、例题	(49)
第九章 醛 酮 醌	(55)
一、基本要求	(55)
二、内容提要	(55)
三、例题	(57)
第十章 羧酸及其衍生物和取代酸	(62)
一、基本要求	(62)
二、内容提要	(62)
三、例题	(64)
第十一章 含氮、含磷有机化合物	(69)
一、基本要求	(69)
二、内容提要	(69)
三、例题	(72)
第十二章 油脂和类脂	(77)
一、基本要求	(77)
二、内容提要	(77)
三、例题	(80)
第十三章 碳水化合物	(82)
一、基本要求	(82)
二、内容提要	(82)
三、例题	(86)
第十四章 氨基酸、蛋白质和核酸	(90)
一、基本要求	(90)
二、内容提要	(90)
三、例题	(91)
第十五章 杂环化合物	(94)
一、基本要求	(94)
二、内容提要	(94)

三、例题	(96)
第十六章 波谱法在有机化学中的应用	(101)
(一)、基本要求	(101)
(二)、内容提要	(101)
(三)、例题	(104)
第二篇 复习指导	
专题一 有机化合物的同分异构现象	(109)
专题二 有机化合物的命名	(111)
专题三 典型的有机反应及其反应机理	(123)
专题四 有机化合物的分离、提纯与鉴别	(142)
专题五 有机化合物理化性质的比较	(151)
专题六 有机化合物间的转化与有机合成	(163)
专题七 有机化合物的结构推导	(184)
第三篇 模拟练习与试题	
有机化学阶段性训练一	(197)
有机化学阶段性训练一答案	(202)
有机化学阶段性训练二	(206)
有机化学阶段性训练二答案	(211)
有机化学阶段性训练三	(215)
有机化学阶段性训练三答案	(220)
有机化学阶段性训练四	(225)
有机化学阶段性训练四答案	(231)
有机化学期末考试模拟练习一	(236)
有机化学期末考试模拟练习一答案	(241)
有机化学期末考试模拟练习二	(245)
有机化学期末考试模拟练习二答案	(251)
硕士研究生入学考试有机化学综合练习一	(258)
硕士研究生入学考试有机化学综合练习一答案	(264)
硕士研究生入学考试有机化学综合练习二	(269)
硕士研究生入学考试有机化学综合练习二答案	(276)

(38)	第四篇 习题参考答案	三
(101)	章六十第	
第1章 绪论	(285)	
第2章 烷烃	(287)	
第3章 不饱和烃	(289)	
第4章 脂环烃	(293)	
第5章 芳香烃	(295)	
第6章 旋光异构	(298)	
第7章 卤代烃	(299)	
第8章 醇 酚 醚	(302)	
第9章 醛 酮 醌	(307)	
第10章 羧酸及其衍生物和取代酸	(316)	
第11章 含氮、含磷有机化合物	(321)	
第12章 油脂和类脂	(325)	
第13章 碳水化合物	(326)	
第14章 氨基酸、蛋白质和核酸	(331)	
第15章 杂环化合物	(334)	
第16章 波谱法在有机化学中的应用	(336)	
参考文献	(338)	
(19)	三第附打国德学出册育	
(22)	案答三第附打国德学出册育	
(23)	四第附打国德学出册育	
(33)	案答四第附打国德学出册育	
(33)	一第附打国德学出册育	
(43)	案答一第附打国德学出册育	
(43)	二第附打国德学出册育	
(43)	案答二第附打国德学出册育	
(83)	一第附打国德学出册育	
(43)	案答一第附打国德学出册育	
(43)	二第附打国德学出册育	
(43)	案答二第附打国德学出册育	

第一篇 基础知识

第一章 绪论

一、基本要求

1. 了解有机化学的研究对象,熟悉有机化合物的特性。
2. 掌握共价键理论的要点、共价键的属性及重要参数。
3. 了解有机分子间的作用力与其物理性质的关系。
4. 理解共价键的断裂方式与有机化学反应的基本类型。
5. 掌握有机化学中的酸碱概念和电子效应。
6. 掌握有机化合物的分类方法。

二、内容提要

1. 有机化学和有机化合物

有机化学的研究对象是有机化合物,有机化合物是“碳氢化合物及其衍生物”,有机化学就是研究碳氢化合物及其衍生物的化学。

有机化合物与无机化合物在结构和性质上存在较大的差异。有机化合物同分异构现象普遍存在。有机化合物具有易燃烧;熔、沸点低;大多数难溶于水,易溶于有机溶剂;反应速度慢,副反应多等特点。

研究有机化合物一般的程序为:①先分离、提纯获得纯有机化合物;②再进行元素的定性和定量分析,求各元素的质量比,计算化合物的实验式;③通过质谱分析等确定其分子式;④应用近代物理分析方法,如X射线、电子衍射法、紫外吸收光谱(UV)、红外吸收光谱(IR)、核磁共振光谱(NMR)和质谱(MS)等来确定有机化合物的结构。

2. 共价键的一般概念

有机化合物分子中各原子间以共价键相连。目前解释共价键本质的理论主要有价键理论、分子轨道理论和杂化轨道理论。共价键按共用电子对的数目不同,可分为单键、双键或三键。按成键原子轨道重叠方式不同共价键可分为 σ 键

和 π 键。 σ 键的电子云较集中,离核较近,不易被极化,绕键轴旋转不影响电子云的重叠程度。 π 键的电子云离原子核较远,受核的约束较小,具有较大的流动性,易受外界影响而发生极化,易断裂;具有较高的化学活性。共价键具有饱和性和方向性。

共价键的属性包括键长、键角、键能、键的极性等,它们是阐明有机化合物结构的基本参数。碳原子轨道杂化形式有三种: sp^3 杂化、 sp^2 杂化和 sp 杂化,与共价键的键长、键角和键能密切相关。在双原子分子中,共价键的极性就是分子的极性。在多原子分子中,分子的极性取决于分子的组成和结构。键的极性和分子的极性影响分子间作用力,从而影响物质的熔点、沸点和溶解度;键的极性也能决定发生在这个键上的反应类型,甚至影响到附近键的反应活性。

有机反应中共价键的断裂方式有两种:均裂和异裂。均裂指成键的一对电子平均分给两个成键的原子或原子团,生成游离基(自由基),反应一般要在光照或高温条件下进行,这类反应称为游离基反应;异裂指共价键断裂时,成键的一对电子保留在一个原子上,生成正、负离子中间体,一般需在酸、碱催化或极性条件下进行,这类反应称为离子型反应。

3. 有机化合物的分子结构和分类

有机化合物分子结构式的表示方法有价键式和构造式。其立体形状可用 Kekule 模型和 Stuart 模型表示,书写时常用透视式或投影式表示。

有机化合物可按碳骨架分为开链、碳环和杂环化合物三大类,又可按官能团进行分类,一般将两种方法结合起来使用。

4. 有机化学中的酸碱理论和有机溶剂

有机化学中应用较为广泛的是布朗斯特酸碱质子理论和路易斯酸碱电子理论。在反应中,凡是能给出质子的分子或离子都是布朗斯特酸,凡是能与质子结合分子或离子都是布朗斯特碱。所谓布朗斯特酸碱反应就是质子由酸到碱的转移;路易斯酸是能接受电子对的电子受体,路易斯碱则是能给出电子对的电子给予体。大部分有机反应可以看成是路易斯酸碱反应。

有机溶剂可以分为质子性溶剂和非质子性溶剂。

5. 有机化学中的电子效应

有机化学中的电子效应主要包括诱导效应、共轭效应、超共轭效应,是阐明有机化学反应的重要理论基础。

三、例题

【例题 1】 下列化合物中,哪些是有机化合物? 哪些是无机化合物?

C_5H_{12} , NH_4HCO_3 , H_2NCONH_2 , CO_2 , $\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$, NH_4OCN , 淀粉

【解】 有机化合物是“碳氢化合物及其衍生物”。在化学上,通常把含有碳氢两种元素的化合物称为烃。因此,有机化合物也就是烃及其衍生物。

有机化合物: C_5H_{12} , H_2NCONH_2 , $\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$, 淀粉

无机化合物: NH_4HCO_3 , NH_4OCN , CO_2

【例题 2】 某化合物元素质量分数为碳 49.3%, 氢 9.6%, 氮 19.2%。测得相对分子质量为 146。计算此化合物的分子式。

【解】 已知化合物元素质量分数为碳 49.3%, 氢 9.6%, 氮 19.2%, 则氧的质量分数为

$$\omega(\text{O}) = [100 - (49.3 + 9.6 + 19.6)]\% = 21.9\%$$

从元素周期表查得 C、H、N、O 原子的相对原子质量分别为 12.01、1.008、14.01、15.99, 则某化合物各元素原子数目之比为

$$\text{C} : \text{H} : \text{N} : \text{O} = \frac{49.3}{12.01} : \frac{9.6}{1.008} : \frac{19.1}{14.01} : \frac{21.9}{15.99} = 3 : 7 : 1 : 1$$

所以, 某化合物的实验式为 $\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}$, 实验式式量为 73, 该化合物的相对分子质量为 146, 因此, 某化合物的分子式为 $\text{C}_6\text{H}_{14}\text{N}_2\text{O}_2$ 。

【例题 3】 下列化合物哪些是极性分子? 哪些是非极性分子?

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$, CHCl_3 , CH_3CH_3 , $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$, CO_2

【解】 在双原子分子中共价键的极性就是分子的极性。但对多原子的分子来说, 分子的极性取决于分子的组成和结构。多原子分子的偶极矩是各键的键矩的向量和。

极性分子: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$, CHCl_3 , $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$

非极性分子: CH_3CH_3 , CO_2

【例题 4】 下列化合物中, 哪些能溶于水? 哪些能溶于乙醚?

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, CCl_4 , CH_3COONa , $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$, $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$

能溶于乙醚的化合物: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, CCl_4 , $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$, $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$

$$\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2 \quad \text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{CH}$$
$$\begin{array}{ccccc} \text{CH}_3 & - & \text{CH} & = & \text{CH}_2 \\ \uparrow & & \uparrow & & \uparrow \\ \text{sp}^3 & & \text{sp}^2 & & \text{sp}^2 \end{array} \qquad \begin{array}{ccccc} \text{CH}_3 & - & \text{CH} & = & \text{CH} & - & \text{C} & \equiv & \text{CH} \\ \uparrow & & \uparrow & & \uparrow & & \uparrow & & \uparrow \\ \text{sp}^3 & & \text{sp}^2 & & \text{sp}^2 & & \text{sp} & & \text{sp} \end{array}$$

【解】两个原子轨道“头碰头”重叠形成 σ 键。 σ 键的电子云重叠程度大,键能较大;电子云沿键轴对称分布呈圆柱形,所以 σ 键绕键轴旋转不影响电子云的重叠程度; σ 键的电子云较集中,离核较近,在外界条件影响下不易被极化。两个p轨道“肩并肩”重叠形成 π 键。 π 键不能单独存在,必须与 σ 键共存;在 π 键形成以后,就限制了 σ 键的自由旋转; π 键电子云重叠程度较小, π 键能较小,易断裂; π 键的电子云离原子核较远,具有较强的化学活性。

$$\text{H}_2\text{O}, \text{CH}_2=\text{CH}_2, \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}, \text{CH}_3\text{COOH}$$

【解】 $\text{H}:\ddot{\text{O}}:\text{H}$, $\text{H}_2\text{C}::\text{C}:\text{H}$, $\text{H}_2\text{C}::\overset{\text{H}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}::\ddot{\text{O}}:\text{H}$, $\text{H}_2\text{C}::\overset{\text{H}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}::\overset{\text{H}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}::\ddot{\text{O}}:\text{H}$

丙酸, 2-氯乙酸, 乙醇, 2-氯丙烷

构造式: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$, ClCH_2COOH , $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, $\text{CH}_3\text{CH}(\text{Cl})\text{CH}_3$

透视式: