

农林课程提高与应试丛书

有机化学

典型题解析及自测试题

主 编 周文明

副主编 汪玉秀

编 者 周文明 汪玉秀 张玉林

马柏林 王新爱 张 涛

西北工业大学出版社

【内容简介】 本书是根据高等农林院校有机化学课程教学大纲基本要求编写而成的,是指导有机化学学习的参考书。全书分为两部分,第一部分共十五章,每章由内容提要、典型题解析和习题组成。在内容提要中对本章的基本知识进行了归纳总结,强调了基本规律、基本理论。典型题解析围绕重点和难点,对所选例题进行了详细分析、解答及作出必要的评注,提供了解题思路、方法和技巧。第二部分为自测试题,对于巩固、加深及灵活掌握所学知识,以及准备课程考试和硕士研究生入学考试有较强的指导意义和参考价值。附录给出了各章习题及自测试题参考答案。

本书可作为高等农林院校农学、林学、食品、植保、生物等各专业学生的学习指导书,也可作为报考硕士研究生的复习参考书。

图书在版编目(CIP)数据

有机化学典型题解析及自测试题/周文明主编. —西安:西北工业大学出版社,2004. 2

(农林课程提高与应试丛书)

ISBN 7 - 5612 - 1581 - 9

. 有... . 周... . 有机化学-高等学校-解题 . O62 - 44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 083847 号

出版发行:西北工业大学出版社

通信地址:西安市友谊西路 127 号 邮编:710072 电话:029 - 88493844

网 址:www.nwpup.com

印 刷 者:陕西向阳印务有限公司

开 本:850 mm × 1 168 mm 1/32

印 张:10

字 数:246 千字

版 次:2003 年 4 月第 1 版 2004 年 2 月第 2 次印刷

印 数:5 001 ~ 9 000 册

定 价:14.00 元

前 言

有机化学是高等农林院校农学、林学、生物、食品、植保、园艺、环境科学、动物医学及动物科学等相关专业的一门重要基础课。通过对有机化学的学习,可以使学生了解并掌握有机化合物的组成、结构、性质及其变化规律等基础知识,为学习专业基础课和专业课以及从事科学研究打下良好基础。因此,普遍受到人们的重视。但由于有机化学课程内容多、综合性强及灵活性大,学生普遍反映不易抓住重点,前学后忘,遇到问题不知从何下手。为此,我们根据高等农林院校面向 21 世纪有机化学课程教学大纲的基本要求,编写了本书,希望对学习有机化学的广大读者有所帮助。

本书共分两部分。第一部分共十五章,每章由内容提要、典型题解析和习题组成。内容提要涵盖了本章的基本知识、基本概念和基本理论,并对重要的规律进行了阐述,对各类物质的结构特点作了详细说明,便于学生正确理解有机化学的基本规律及物质的性质与结构的关系,避免死记硬背。典型题解析围绕本章基本要求及重点和难点,精选例题,进行了详细的分析、解答,并作出必要的评注,有助于学生掌握解题方法和技巧,开阔思路。习题用来巩固、加深所学知识,通过演练习习题,可以提高学生独立思考的能力,培养分析问题和解决问题的思路和方法。

本书第二部分给出了五套自测试题,可用来检验对所学内容的掌握程度,也可作为课程考试和硕士研究生入学考试的模拟试题。附录部分为各章习题及自测试题参考答案。

参加本书编写的有西北农林科技大学的张玉林、马柏林、汪玉秀、王新爱、张涛、周文明等六位教师,由周文明老师负责统稿并担

任主编。在编写过程中,得到了西北工业大学出版社的大力支持,以及西北农林科技大学生命科学学院有机化学教研室老师们的帮助和鼓励,在此一并表示衷心感谢。

由于编者水平有限,错误和不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2002年9月于西北农林科技大学

序

李振岐*

21 世纪，社会对德才兼备的高素质科技人才的需求更加迫切。通过行之有效的途径和方法培养符合时代要求的优秀人才，是摆在全社会尤其是高等院校和科学研究所（所）面前的一个艰巨而现实的问题。

为了强化素质教育，使大学生学有所长，增强才智，高等教育部门各有关单位对高等学校公共基础课、技术基础课到专业课程的整个教学过程做了大量细致的工作。与之相配合，不少出版社也相继出版了指导学生理解、领会教学内容，增强分析、解决问题能力的辅导读物，其中多数是面向理工院校学生的。这些辅导读物，极大地满足了大学生学习相关课程的需求。

对于农林院校来说，学生们同样需要合适的参考书来帮助他们掌握课程重点和难点，明确解题思路、方法和技巧，提高课程学习的能力和水平。不过，这类读物目前比较少见。基于此，西北工业大学出版社的同志们深入作者、读者之中，进行深入的市场调查研究，在广泛听取意见的基础上，组织了众多在农林院校执教多年，具有较高学术造诣的一线教师，精心编撰了这套旨在有效指导农林院校学生学习相关课程，为今后参加课程结业考

* 李振岐，男，中国工程院院士，植物病理学家和小麦锈病专家，我国小麦锈病研究和植物免疫学教学的主要奠基人之一。现为西北农林科技大学植保系教授、博士生导师，杨凌国家农业高新技术产业示范区专家组组长。

试、研究生入学考试及为以后工作提供帮助的参考书。

该套丛书首批推出9种，所有书稿几经修改，并经同行专家审定。内容选材符合课程基本要求，并且重在加深对知识的理解和提高读者分析问题、解决问题的能力。我热情地向大家推荐这套丛书，希望它能对广大读者的学习有所帮助，更期望它能在强化素质教育、推动教学改革方面起到积极作用。

李松岐

2001年10月

出版说明

随着经济建设的快速发展和科教兴国战略的实施，社会对高素质专业人才的需求更加迫切。崇尚知识，攻读学位，不仅是一种知识价值的体现，更是社会进步的标志。

过去，农林院校因为带着个“农”字，故一向不在热门之列。而今情况就不同了，因为“九五”特别是“十五”规划、“西部大开发”战略的实施，农业开发得到重视，农业单位的积极性得到调动，农业院校毕业生就业的形式随之发生变化。以河南农业大学为例，今年毕业1 000人，用人单位的需求达到了3 000人，西南农业大学毕业生的供需比则达到了1 : 4，许多农业院校尤其是重点院校的毕业生也变得甚为“抢手”。专业方面畜牧、园艺显得比往年更热，一些冷门专业也开始受到青睐。预计在未来的几年里，将会有更多的单位投身到农业建设中，同时也需要更多的农林院校毕业生。

为了配合全国各农林院校加强高素质、知识型人才的培养，西北工业大学出版社精心策划和组织编写了《农林课程提高与应试丛书》，首批推出9种公共基础课，其他课程将陆续出版。

本丛书具有以下4大特点。

1. 选题新颖，独树一帜

根据市场需求，全国首家有针对性、有计划性地推出整套农林院校课程的辅导学习用书，填补市场空白，一改广大农林院校学生找不到相关辅导书的尴尬局面。

2. 紧扣大纲，严把尺度

丛书紧紧围绕国家教育部制定的教学大纲和研究生入学考试

大纲，按照“基础知识 - 例题解析 - 自测实战”的主线，把握住内容的深浅程度，既保证课程学习时开卷有益，又能对复习应试行之有效。

3. 重视能力，提高技巧

丛书严格遵从不管是课程学习还是考试，其最终目的都是为了提高学生分析问题、解决问题的能力这一主旨，重在通过阐明基础要点及典型例题解析来引导学生掌握学习知识和解决实际问题的方法与技巧，以提高个人的综合素质。

4. 选材得当，重点突出

参加本丛书编写的作者均是从事教学工作多年的资深教师，因此，在丛书内容的取舍、材料的选编以及文字表达方面能更胜一筹，使丛书内容详略得当，材料全而不滥，讲解精而易懂，注释简明扼要。

本丛书的出版得到了多方面的支持和关心，西北农林科技大学、中国农业大学、华中农业大学、华南农业大学、西南农业大学等单位的有关人士为本丛书的出版出谋划策，提出了许多建设性的意见和建议。79岁高龄的中国工程院院士、西北农林科技大学李振岐教授，献身教育事业50余年，德高望重，学识渊博，他在百忙之中出任本丛书的编委会主任，并为本丛书作序，充分肯定了本丛书的价值。为此，我们一并表示衷心的感谢。

我们坚信，这套丛书将为在书海中勤奋进取的同学们指引一条通向成功的捷径，也必将成为在知识海洋中遨游的学子们不断搏击、获取胜利的力量源泉。

丛书编委会

2001年10月

农林课程提高与应试丛书编委会

- 主任委员 李振岐（中国工程院院士，西北农林科技大学博士生导师，教授）
- 副主任委员 张波（西北农林科技大学副校长，教授）
王蒂（甘肃农业大学校长，教授）
周泽扬（西南农业大学副校长，教授）
修耀华（贵州大学副校长，教授）
何慧星（石河子大学副校长，教授）
张近乐（西北工业大学出版社社长，副编审）
- 委员 刘光祖 卢恩双 张继澍 贺学礼
赵晓农 周文明 张社奇 王保莉
- 丛书策划 何格夫

目 录

第一部分 典型题解析

第一章 绪论.....	1
一、内容提要	1
二、典型题解析	7
三、习题一	9
第二章 波谱法在有机化学中的应用	11
一、内容提要.....	11
二、典型题解析.....	13
三、习题二.....	18
第三章 开链烃	19
一、内容提要.....	19
二、典型题解析.....	25
三、习题三.....	33
第四章 碳环烃	37
一、内容提要.....	37
二、典型题解析.....	40
三、习题四.....	52
第五章 旋光异构	59
一、内容提要.....	59
二、典型题解析.....	60
三、习题五.....	66

第六章 卤代烃	69
一、内容提要	69
二、典型题解析	73
三、习题六	77
第七章 醇、酚、醚	81
一、内容提要	81
二、典型题解析	85
三、习题七	90
第八章 醛、酮、醌	95
一、内容提要	95
二、典型题解析	98
三、习题八	109
第九章 羧酸、羧酸衍生物及取代酸	115
一、内容提要	115
二、典型题解析	118
三、习题九	125
第十章 含氮有机化合物	131
一、内容提要	131
二、典型题解析	134
三、习题十	138
第十一章 含硫和含磷有机化合物	142
一、内容提要	142
二、典型题解析	143
三、习题十一	144
第十二章 杂环化合物及生物碱	147
一、内容提要	147
二、典型题解析	149
三、习题十二	153

目 录

第十三章 碳水化合物.....	157
一、内容提要	157
二、典型题解析	159
三、习题十三	163
第十四章 氨基酸、蛋白质和核酸	167
一、内容提要	167
二、典型题解析	169
三、习题十四	172
第十五章 油脂和类脂化合物.....	174
一、内容提要	174
二、典型题解析	175
三、习题十五	177

第二部分 自测试题

自测试题一	181
自测试题二	187
自测试题三	193
自测试题四	199
自测试题五	204

附录 习题与自测试题参考答案

附录一 习题参考答案.....	210
附录二 自测试题参考答案.....	277
参考文献.....	303

第一部分 典型题解析

第一章 绪 论

一、内容提要

1. 有机化合物的特性

有机化合物指的是碳氢化合物及其衍生物，一般具有以下特性：

- 1) 数量庞大, 结构复杂, 同分异构现象很普遍;
- 2) 易燃烧;
- 3) 熔点和沸点低;
- 4) 难溶于水, 易溶于有机溶剂;
- 5) 不导电;
- 6) 反应速率较慢, 产物较复杂。

2. 有机化合物中的化学键

有机化合物分子中的原子主要靠共价键相互结合。

(1) 原子轨道

原子轨道指电子在核外最可能出现的区域。电子所处状态由

以下几点确定：主能级 n 与轨道大小有关；亚能级 s, p, d, f 与轨道形状有关；除 s 外，每个亚能级都有等能量轨道（简并轨道）；电子的自旋方向用 S 或 V 表示。电子在轨道中的分布遵循能量最低原理、Pauli 不相容原理和 Hund 规则。

s 轨道是球形的； p 轨道类似哑铃形，中间没有电子，称为节点，被节点分开的区域分别用正（+）和负（-）表示。

(2) 价键理论

两个含有单个电子的原子，若它们所含电子的自旋方向相反，则通过电子的配对，在这两个原子间形成一个共价键，电子定域在两个原子核之间。共价键具有饱和性和方向性。

(3) 分子轨道

两个原子的原子轨道重叠，产生一种包含两个原子的新轨道，称为分子轨道。如果两个具有同样符号的轨道重叠，则形成成键分子轨道，成键分子轨道比单个原子轨道能量低；如果两个具有不同符号的原子轨道重叠，则形成反键分子轨道，反键分子轨道比单个原子轨道能量高。

(4) 碳原子轨道的杂化

1) sp^3 杂化：一个 s 轨道、三个 p 轨道杂化形成四个等同的 sp^3 杂化轨道。每个 sp^3 杂化轨道包含 $1/4$ s 轨道成分和 $3/4$ p 轨道成分； sp^3 杂化轨道的形状为一头大，一头小。在碳原子中，四个 sp^3 杂化轨道在空间的分布为大头的一瓣指向正四面体的四个角顶，相邻两轨道对称轴夹角为 $109^\circ 28'$ 。

2) sp^2 杂化：一个 s 轨道、两个 p 轨道杂化形成三个等同的 sp^2 杂化轨道。每个 sp^2 杂化轨道包含 $1/3$ s 轨道成分和 $2/3$ p 轨道成分。在碳原子中，三个 sp^2 杂化轨道的对称轴在同一个平面上，互成 120° 角，大头一瓣指向正三角形的三个角顶。碳原子上另一个未杂化的 p 轨道垂直于 sp^2 杂化轨道对称轴所在的平面。

3) sp 杂化：一个 s 轨道、一个 p 轨道杂化形成两个等同的 sp

杂化轨道。每个 sp 杂化轨道包含 $1/2$ s 轨道成分和 $1/2$ p 轨道成分。在碳原子中,两个 sp 杂化轨道的对称轴互成 180° 角,与两个未杂化的 p 轨道两两相互垂直。

(5) 键和 键

1) 键:指两个成键的原子轨道沿着其对称轴的方向相互重叠形成的键。键的电子云围绕键轴近似柱形分布,因而 键可自由旋转; 键重叠程度大,能量低,比较稳定。

2) 键:成键两原子除以 键结合外,以相互平行的两个 p 轨道侧面“肩并肩”重叠形成的键称为 键。与 键相比, 键重叠程度小,能量高,稳定性小。 键不能自由旋转。

(6) 共价键的属性

1) 键长:两个成键原子的核间距离,单位为 nm 。

2) 键能:1 mol 气体双原子分子离解成原子所吸收的能量,单位为 $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。多原子分子(气态)完全离解成原子时所吸收的能量为该分子所有共价键键能总和。

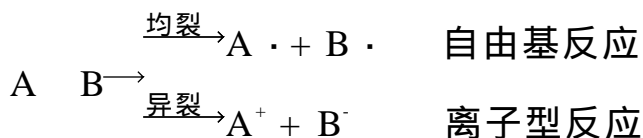
3) 键角:在分子中,同一原子上相邻两个共价键之间的夹角称为键角。

4) 键的极性和极化:由两个电负性不同的原子组成的共价键具有极性,称为极性共价键。两个原子的电负性差别越大,键的极性就越强。键极性的定量描述用偶极矩表示,偶极矩 (μ) 是指正、负电荷中心的电荷量 q 与正、负电荷中心间的距离 d 的乘积。 μ 的单位是库仑·米 ($\text{C} \cdot \text{m}$), q 的单位为库仑 (C), d 的单位为米 (m)。偶极矩是一个向量,通常用 $\overset{+}{\rightarrow}$ 表示,箭头从正电荷指向负电荷,也可用 $^+$ 和 $^-$ 表示原子带部分正电荷和部分负电荷。

共价键的电子云分布状态因外电场的影响而发生改变,从而改变了键的极性,当外电场影响消失后,共价键恢复原来状态。这种由于外电场的影响而引起的键的极性变化,称为键的极化作用。

键的极性和极化是决定分子理化性质的重要因素。

(7) 共价键的均裂和异裂



3. 分子间作用力

(1) 偶极-偶极相互作用

偶极-偶极相互作用是指一个极性分子的⁺端对另一个极性分子的⁻端产生的吸引力。

(2) 范德华力

非极性分子的电子可以瞬间引起邻近分子上的电荷分布不平衡,从而产生瞬间偶极矩,这种偶极矩的作用称为范德华力。

(3) 氢键

$\text{X}-\text{H} \cdots \text{Y}$ (X, Y 为 F, O, N)。

分子间作用力大小顺序为:氢键 m 偶极-偶极相互作用 $>$ 范德华力。

4. 有机化合物结构式的书写

有机化合物结构式的书写方法主要有价线式、缩写式和键线式,其中最常用的是缩写式。这种写法是将相同的氢原子合并,并在其右下角注明氢的数目,对基团相同的也可以合并,并加以括号以示区别。一般情况下,竖直位置上的侧链加短线与主链相连,水平位置碳链之间不加短横,但重键应画出重键数。

5. 有机化合物的分类

(1) 按官能团分类

(2) 按碳原子的连接方式分类

可分为开链化合物和环状化合物(包括脂环、芳环及杂环化

合物)。

6. 酸和碱

(1) Brønsted 酸和碱

能提供质子的物质称为酸,能接受质子的物质称为碱。酸和碱的强度分别通过它们失去和接受质子的程度来衡量。

(2) Lewis 酸和碱

凡是能够接受未共用电子对形成共价键的分子或离子都称为 Lewis 酸,也称为电子对的接受体,其电子层结构特征是都具有空轨道。凡是能给出未共用电子对的分子或离子都称为 Lewis 碱,也称为电子对的给予体,其电子层结构的特征是都具有未共用的电子对。

7. 亲核试剂和亲电试剂

亲核试剂是具有未共用电子对的中性分子或负离子,在反应中它们是电子对的给予体(Lewis 碱)。亲电试剂是具有空轨道的中性分子或正离子,在反应中它们是电子对的接受体(Lewis 酸)。

8. 有机化学反应类型

(1) 取代反应

取代反应是指一个基团被另一个基团取代的反应。主要包括亲核取代、亲电取代和自由基取代。

(2) 加成反应

加成反应通常指在重键两端都形成新键的反应。根据加成的顺序及加上的基团特征,通常分为亲电加成、亲核加成及自由基加成。

(3) 消除反应

消除反应通常指从一个分子同时消去两个原子或原子团而形