

科学版学习指导系列·农林类

# 有机化学习指导

— 例题、习题解析与考研真题解答

陈长水 主编



科学出版社

[www.sciencep.com](http://www.sciencep.com)

## 内 容 简 介

本书包括两部分。第一部分为各章学习指导,内容包括各章的基本要求、知识要点、典型例题解析、自测题、思考题及习题和其解答等。此部分内容的学习对巩固和提高学生的有机化学理论知识有良好的帮助。第二部分为模拟试题和考研真题,精选了多套模拟试题和考研真题,并给出详细的参考答案。此部分内容对学生熟练运用有机化学综合知识和考研冲刺会起到很好的作用。

本书可供农、林院校的大学生期末复习和考研参考,既可与《有机化学》(科学出版社,2004)教材配套使用,也可独立使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

有机化学学习指导:例题、习题解析与考研真题解答/陈长水主编. —北京:科学出版社,2006.3

(科学版学习指导系列·农林类)

ISBN 7-03-016772-4

I. 有… II. 陈… III. 有机化学-高等学校-教学参考资料 IV. O62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 002274 号

责任编辑:杨向萍 吴伶俐 / 责任校对:赵桂芬

责任印制:张克忠 / 封面设计:槐寿明

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>

双青印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2006年4月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2006年4月第一次印刷 印张: 20 3/4

印数: 1—5 000 字数: 450 000

定价: 25.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

《有机化学学习指导——例题、习题解析  
与考研真题解答》编委会

主 编 陈长水  
副主编 曹敏惠 江 洪 马宗华 周媛媛  
        马敬中 李雪刚 宁丽红  
主 审 韩鹤友

## 前 言

本书是有机化学理论课学习的配套参考书,适合农林院校学生使用。为使  
生充分领会有机化学课程的基本要求,加深学生对问题的理解,我们在总结多年教  
学经验的基础上,结合 21 世纪教学特点和要求编写了本书。

在编写中,我们努力做到将本门课程的相关知识有机地结合,积极引导  
学生将所学的知识融会贯通,以提高他们的思考、推理、分析和解决实际问题的能力。

本书的各部分特点如下:

(1) 基本要求。以比较简洁的文字指出各章应该掌握的基本内容。

(2) 知识要点。扼要地归纳、总结和分析各章的要点内容。

(3) 典型例题解析。精选各章中的基本理论知识、不同反应类型难易适  
度的例题详细解析。

(4) 自测题。结合各章中的学习重点和难点,提出带思考性的题目,拓  
宽学习思路。

(5) 思考题及习题。题型丰富多样,并配有解答;内容编排由浅入深,  
重、难点突出。

(6) 模拟试题和考研真题。所有模拟试题突出综合性、实践性;考  
研真题解答详细,利于自学和自检。

(7) 具有双重作用。所编题目难易比例适中,理论知识归纳、总结循  
序渐进,既可作期末复习之用,又可供自学考研参考。

参加本书编写的教师有:周媛媛(第一章、第八章、第十五章);马宗  
华(第二章、第三章);宁丽红(第四章、第十二章);李雪刚(第五章、第十三  
章);江洪(第六章、第七章);马敬中(第九章、第十一章);曹敏惠(第十  
章、第十四章,并协助主编收集整理资料,完成编写设计及文字处理等工  
作);陈长水(第二部分,模拟试题和考研真题)。全书由陈长水制订编写  
大纲,设计编写体例,完成统稿、定稿工作。

华中农业大学理学院院长、博士生导师韩鹤友教授在百忙之中主  
审书稿,并提出了宝贵的意见和建议;出版过程中得到科学出版社的大力  
支持和帮助;在编写过程中,编者参考了国内外有关参考文献。在此对  
相关人员一并表示衷心的感谢。

由于作者水平所限,书中错误和不足之处在所难免,希望得到广大  
读者指正。

陈长水

2005 年 10 月  
于武昌狮子山

# 目 录

## 前言

## 第一部分 各章学习指导

<b>第一章 绪论</b> .....	3
一、基本要求 .....	3
二、知识要点 .....	3
三、典型例题解析 .....	4
四、自测题 .....	5
五、思考题及习题 .....	5
六、自测题、思考题及习题解答 .....	6
<b>第二章 饱和脂肪烃</b> .....	8
一、基本要求 .....	8
二、知识要点 .....	8
三、典型例题解析 .....	12
四、自测题 .....	15
五、思考题及习题 .....	16
六、自测题、思考题及习题解答 .....	17
<b>第三章 不饱和脂肪烃</b> .....	21
一、基本要求 .....	21
二、知识要点 .....	21
三、典型例题解析 .....	27
四、自测题 .....	29
五、思考题及习题 .....	31
六、自测题、思考题及习题解答 .....	35
<b>第四章 芳香烃</b> .....	42
一、基本要求 .....	42
二、知识要点 .....	42
三、典型例题解析 .....	46
四、自测题 .....	52
五、思考题及习题 .....	55

六、自测题、思考题及习题解答 .....	57
<b>第五章 旋光异构</b> .....	69
一、基本要求 .....	69
二、知识要点 .....	69
三、典型例题解析 .....	71
四、自测题 .....	73
五、思考题及习题 .....	74
六、自测题、思考题及习题解答 .....	76
<b>第六章 卤代烃</b> .....	79
一、基本要求 .....	79
二、知识要点 .....	79
三、典型例题解析 .....	83
四、自测题 .....	85
五、思考题及习题 .....	86
六、自测题、思考题及习题解答 .....	89
<b>第七章 醇、酚、醚</b> .....	94
一、基本要求 .....	94
二、知识要点 .....	94
三、典型例题解析 .....	98
四、自测题 .....	100
五、思考题及习题 .....	101
六、自测题、思考题及习题解答 .....	104
<b>第八章 醛、酮、醌</b> .....	109
一、基本要求 .....	109
二、知识要点 .....	109
三、典型例题解析 .....	114
四、自测题 .....	116
五、思考题及习题 .....	118
六、自测题、思考题及习题解答 .....	121
<b>第九章 羧酸及其衍生物</b> .....	131
一、基本要求 .....	131
二、知识要点 .....	131
三、典型例题解析 .....	135
四、自测题 .....	151
五、思考题及习题 .....	155

六、自测题、思考题及习题解答 .....	157
<b>第十章 含氮化合物</b> .....	168
一、基本要求 .....	168
二、知识要点 .....	168
三、典型例题解析 .....	172
四、自测题 .....	189
五、思考题及习题 .....	192
六、自测题、思考题及习题解答 .....	195
<b>第十一章 含硫和含磷有机化合物</b> .....	202
一、基本要求 .....	202
二、知识要点 .....	202
三、典型例题解析 .....	209
四、自测题 .....	214
五、思考题及习题 .....	216
六、自测题、思考题及习题解答 .....	217
<b>第十二章 杂环化合物和生物碱</b> .....	222
一、基本要求 .....	222
二、知识要点 .....	222
三、典型例题解析 .....	227
四、自测题 .....	232
五、思考题及习题 .....	234
六、自测题、思考题及习题解答 .....	235
<b>第十三章 糖类</b> .....	242
一、基本要求 .....	242
二、知识要点 .....	242
三、典型例题解析 .....	243
四、自测题 .....	246
五、思考题及习题 .....	247
六、自测题、思考题及习题解答 .....	250
<b>第十四章 氨基酸和蛋白质</b> .....	256
一、基本要求 .....	256
二、知识要点 .....	256
三、典型例题解析 .....	260
四、自测题 .....	267
五、思考题及习题 .....	268

六、自测题、思考题及习题解答 .....	270
<b>第十五章 类脂、萜类和甾体化合物 .....</b>	<b>275</b>
一、基本要求 .....	275
二、知识要点 .....	275
三、典型例题解析 .....	277
四、自测题 .....	279
五、思考题及习题 .....	280
六、自测题、思考题及习题解答 .....	281

## 第二部分 模拟试题和考研真题

<b>I 模拟试题 .....</b>	<b>289</b>
模拟试题(一) .....	289
模拟试题(二) .....	291
模拟试题(三) .....	293
<b>II 考研(硕士)真题 .....</b>	<b>295</b>
考研(硕士)真题(一) .....	295
考研(硕士)真题(二) .....	297
考研(硕士)真题(三) .....	299
考研(硕士)真题(四) .....	301
考研(硕士)真题(五) .....	302
考研(硕士)真题(六) .....	303
考研(硕士)真题(七) .....	305
<b>III 模拟试题和考研(硕士)真题参考答案 .....</b>	<b>307</b>
<b>参考文献 .....</b>	<b>320</b>



**第一部分**  
**各章学习指导**



# 第一章 绪 论

## 一、基本要求

- (1) 了解有机化学的发展史以及认识有机化合物。
- (2) 熟练掌握有机化合物的特点。
- (3) 了解有机化合物的研究方法。
- (4) 熟悉有机化合物的结构,重点掌握共价键的性质特点。
- (5) 了解有机化学中的酸碱概念:酸碱质子概念和酸碱电子概念。
- (6) 熟练掌握有机化合物的分类。

## 二、知识要点

### (一) 有机化合物一般是指含碳元素的化合物

除含碳元素外,绝大多数都含有氢。因此,有机化合物也被称为碳氢化合物和它们的衍生物。有机化学是研究烃及其衍生物的组成、结构、性质、制备以及应用的学科。

### (二) 有机化合物的五点通性

- (1) 容易燃烧,热稳定性差。
- (2) 熔点、沸点较低,许多有机化合物常温是气体或液体。
- (3) 难溶于水,易溶于有机溶剂,一般的有机化合物极性较弱或完全没有极性。
- (4) 反应速率较慢,常有副反应。
- (5) 数目庞大,结构复杂。

### (三) 有机化合物的一般研究方法

- (1) 分离纯化。包括重结晶法、分馏法、升华法、萃取法、色层分离法、电泳法和离子交换法等。
- (2) 分子式的确定。元素的定性和定量分析以及现代质谱技术。
- (3) 结构式的确定。通过各种光谱技术,如红外光谱、紫外光谱、质谱、核磁共振和 X 射线衍射分析。

#### (四) 有机化合物分子中的原子主要是以共价键相结合的

原子间共用一对电子的共价键称为单键,也称为 $\sigma$ 键;共用两对电子的称为双键;共用三对电子的称为叁键。

价键轨道理论三个特征是指共价键的方向性、饱和性和定域性。

共价键有两种断裂方式:均裂和异裂。

共价键的属性包括键长、键角、键能、键的极性等,是阐述有机化合物结构性质的基础。

(1) 键长。指形成共价键的两个原子的原子核之间的平均距离。

(2) 键角。指一个二价以上的原子,与其他原子形成的两个共价键之间的夹角。

(3) 键能。共价键离解时所吸收的能量叫解离能,多原子分子中,解离能的平均值叫键能。

(4) 键的极性。一个元素吸引电子的能力叫做元素的电负性。当两个不同的原子结合成共价键时,由于两个原子对价电子的吸引力不一样,使一个原子带部分正电荷,另一个原子带部分负电荷。这种电子云不完全分布而使共价键具有极性。

#### (五) 目前广泛应用于有机化学的两种酸碱理论

(1) Brönsted 酸碱质子理论,即酸是质子的给予体,碱是质子的接受体。

(2) Lewis 酸碱电子理论,即酸是能够接受电子对的物质,碱是能给出电子对的物质。

#### (六) 有机化合物的分类

(1) 按碳链分类。如脂肪族化合物、脂环族化合物、芳香族化合物、杂环化合物等。

(2) 按官能团分类。如烷烃、烯烃、炔烃、二烯烃、芳烃、卤代烃、醇、酚、醚、醛、酮、醌、羧酸、酯、酰胺、硝基化合物、胺等。

### 三、典型例题解析

**【例题 1】** 2.4mg  $C_4H_{10}O$  完全燃烧,定量分析后,计算产生的  $CO_2$  和  $H_2O$  的质量。

解析 在  $C_4H_{10}O$  中,碳和氢的质量分数为

$$C_4 \quad 4 \times 12.01 = 48.04$$

所占比例

$$48.04 / (48.04 + 10.08 + 16) = 64.81\%$$

$$\text{H}_{10} \quad 10 \times 1.008 = 10.08$$

所占比例

$$10.08 / (48.04 + 10.08 + 16) = 13.59\%$$

$$\text{CO}_2 \text{ 的质量} = 0.6481 \times 44.01 \times 2.4 \text{mg} / 12.01 = 5.70 \text{mg}$$

$$\text{H}_2\text{O 的质量} = 0.1359 \times 18.02 \times 2.4 \text{mg} / 2.02 = 2.91 \text{mg}$$

**【例题 2】** 己醇分子中含 C 70.4%, H 13.9%, 写出它的分子式。

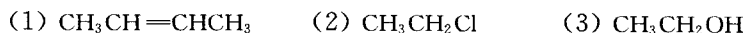
解析 己醇 70.4% C 13.9% H

$$\text{O } 100 - 70.4 - 13.9 = 15.7$$

$$\text{C } 70.4 / 12 = 5.87 \quad \text{H } 13.9 / 1 = 13.9 \quad \text{O } 15.7 / 16 = 0.98$$

己醇的分子式为:  $\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}$ 。

**【例题 3】** 下列物质各属于哪一类化合物?



解析 (1) 含有碳-碳双键 (2) 含有卤原子 (3) 含有羟基 (4) 含有苯环和羟基 (5) 含有氨基 (6) 含有氧原子单键 (7) 含有羧基 (8) 含有醛基

答案 (1) 烯烃 (2) 卤代烃 (3) 醇 (4) 苯酚 (5) 胺 (6) 醚 (7) 羧酸 (8) 醛

#### 四、自 测 题

- 2.5mg  $\text{C}_4\text{H}_5\text{N}$  完全燃烧, 定量分析后, 计算产生的  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$  及  $\text{N}_2$  的质量。
- 樟脑 0.0132g, 燃烧后得到  $\text{CO}_2$  0.0382g,  $\text{H}_2\text{O}$  0.0126g。定量分析得知, 该物质除含 C、H、O 外, 不含其他元素, 请写出它的分子式。
- 下列物质各属于哪一类化合物?
  - $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$
  - $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOCH}_3$
  - HCHO
  - $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NHCH}_2\text{CH}_3$
  - $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$
  - $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br}$
  - $\text{C}_6\text{H}_6$
  - $\text{CH}_3\text{OH}$

#### 五、思考题及习题

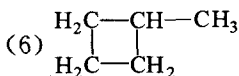
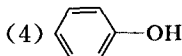
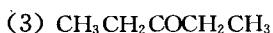
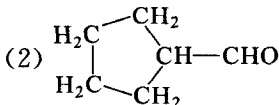
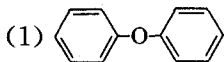
##### (一) 思考题

- 为什么有机化合物的熔点、沸点比无机化合物的低?

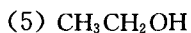
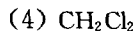
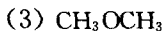
2. 预测下列物质的酸碱性: 甲醇 ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ), 甲胺 ( $\text{CH}_3\text{NH}_2$ ),  $\text{H}_3\text{O}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ 。

## (二) 习题

1. 试述有机化合物的通性。
2. 写出下列物质各属于哪一类化合物。



3. 请指出下列有偶极矩的化合物, 并画出其方向。



## 六、自测题、思考题及习题解答

### 自测题解答

1.  $\text{CO}_2$  的质量为 6.56 mg  $\text{H}_2\text{O}$  的质量为 1.68 mg  $\text{N}_2$  的质量为 0.52 mg
2. 樟脑的分子式为  $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}$
3. (1) 烯烃 (2) 酯 (3) 醛 (4) 胺 (5) 酸 (6) 卤代烃 (7) 苯 (8) 醇

### 思考题解答

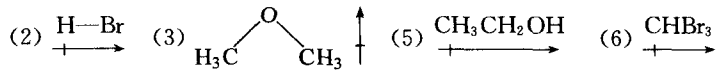
1. 因为有机化合物的晶体组成单位是分子, 分子间的引力是 van der Waals 力, 比离子间静电引力弱得多, 这就使固态有机物熔化和液态有机物气化所需要的能量比无机物低, 所以有机化合物的熔点和沸点比无机物要低得多。
2. 甲醇 ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) 具有酸性也具有碱性, 甲胺 ( $\text{CH}_3\text{NH}_2$ ) 具有酸性也具有碱性,  $\text{H}_3\text{O}^+$  具有酸性,  $\text{NH}_4^+$  具有碱性。

### 习题解答

1. 有机化合物的五点通性:
  - (1) 容易燃烧, 热稳定性差;
  - (2) 熔点、沸点较低, 许多有机化合物常温是气体或液体;
  - (3) 难溶于水, 易溶于有机溶剂, 一般的有机化合物极性较弱或完全没有极性;
  - (4) 反应速率较慢, 常有副反应;
  - (5) 数目庞大, 结构复杂。

2. (1) 醚 (2) 醛 (3) 酮 (4) 苯酚 (5) 胺 (6) 烷烃

3. 有偶极矩的化合物是(2)、(3)、(5)、(6)





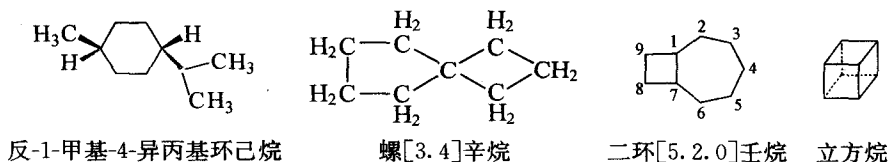


单环烃的命名以环为母体,使取代基数尽量地低,在多取代基烃中,使较小取代基数降低。如果有顺反异构,标出其构型。

螺环烃的命名是根据螺环上碳原子的总数目叫做螺某烷,并按照由小环到大环的顺序给环上碳原子标号。

桥环烃的命名从桥头碳开始,按照先长桥后短桥的顺序给环上碳原子标号,称为二环某烷、三环某烷等。桥环烃的命名多采用习惯名。

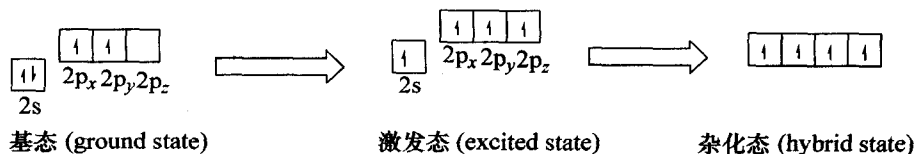
例如:



## (二) 结构特征

### 1. 碳原子 $sp^3$ 杂化的结构特征和 $\sigma$ 键的形成

杂化是指在形成分子时,由于原子间的相互影响,若干不同类型而能量相近的原子轨道混合起来,重新组合成一组新轨道的过程。所形成的新轨道称为杂化轨道。碳原子用一个  $2s$  轨道和三个  $2p$  轨道进行的杂化,称为  $sp^3$  杂化,如下所示:



$sp^3$  杂化轨道具有以下特点:

- (1) 能量相等,成分相同(1/4s 轨道成分和 3/4p 轨道成分)。
- (2) 杂化轨道的电子云分布更集中,可使成键轨道间的重叠部分增大,成键能力增强。
- (3)  $sp^3$  杂化轨道在空间尽量伸展,呈最稳定正四面体形,轨道夹角  $109^\circ 28'$ 。 $sp^3$  杂化又称为正四面体杂化。

在烷烃分子中,氢原子的  $1s$  轨道(或另一碳原子的  $sp^3$  杂化轨道)沿着对称轴的方向与碳原子  $sp^3$  杂化轨道“头碰头”重叠,原子轨道重叠程度最大,形成的共价键最牢固。因而,只含有  $\sigma$  键的烷烃性质是比较稳定的。由于原子轨道是立体对称的,原子轨道绕轴的旋转不影响成键,因而形成的键是可以自由旋转的。

### 2. 环烷烃的结构特征

拜尔(A. von Baeyer)张力学说(strain theory)对环烷烃的结构和性质间的关