

科学版学习指导系列·农林类

有机化学

学习指南与练习

谷文祥 董先明 赵颖 编



科学出版社

www.sciencep.com

科学版学习指导系列·农林类

有机化学学习指南与练习

谷文祥 董先明 赵颖 编

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书主要由两大部分组成:第一部分包括各章的知识要点、单元练习、典型题精解和综合练习题及参考答案。知识要点和单元练习由学生在听课理解的基础上自行完成,这两方面的内容均在本书上直接完成,减少了作业的不规范性,便于复习。在典型题精解部分,对解题方法、解题思路和解题技巧进行了阐述。综合练习题给出了参考答案,便于学生复习和自我检查。第二部分是《有机化学(第二版)》(谷文祥,科学出版社,2007)课后习题的参考答案。

本书作为学习有机化学的练习册和指导书,适用于农林院校相关专业与生物类专业的学生,也适用于有机化学的自学参考和学生考研复习。

图书在版编目(CIP)数据

有机化学学习指南与练习/谷文祥,董先明,赵颖编. —北京:科学出版社,2007

(科学版学习指导系列·农林类)

ISBN 978-7-03-018532-7

I. 有… II. ①谷…②董…③赵… 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(2007)第 015823 号

责任编辑:杨向萍 赵晓霞 / 责任校对:李奕莹

责任印制:张克忠 / 封面设计:耕者工作室

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>

北京市文林印务有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007 年 3 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2007 年 3 月第一次印刷 印张:7 3/4

印数:1—5 000 字数:170 000

定价:12.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈文林〉)

前 言

本书为“普通高等教育‘十一五’国家级规划教材”《有机化学(第二版)》(谷文祥,科学出版社,2007)配套的学习指导书。全书分为两大部分,第一部分包括知识要点、单元练习、典型题精解和综合习题及参考答案。知识要点和单元练习由学生在听课后理解的基础上自行完成,其中知识要点的归纳和总结,可以训练学生的阅读理解能力,同时掌握所学章节的基本要点。单元练习要求学生在复习已学内容的基础上独立完成,培养学生分析解决问题的能力,加深对教学内容的理解和记忆。这两方面的内容均在书上直接完成,减少作业的不规范性,便于学生总结复习。各章典型题精解对比较经典的一些问题的解题方法、解题思路和解题技巧进行阐述,指导学生完成作业并对学习内容更为深刻的理解。综合习题为近年来期末考试或补考试题,对于学生全面复习考试具有参考价值,同时附参考答案,便于学生自检。第二部分为《有机化学(第二版)》(谷文祥,科学出版社,2007)课后习题参考答案。

本书由谷文祥教授制定编写大纲,并编写前言和第1、3、4、5、9章;禹筱元讲师编写第2、6章;杨卓鸿副教授编写第7、8章;董先明副教授编写第10、12、16章;张淑婷副教授编写第11、13章;赵颖讲师编写第14、15章;第17章由董先明、赵颖共同编写;教材课后练习题参考答案由各章编写教师分别负责。

本书编写过程中,得到了华南农业大学理学院有机化学教研室全体老师的支持与帮助,并提出了不少宝贵意见,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免会有错误和不妥之处,恳请同行和读者批评指正。

编 者

2006年11月

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 知识要点	1
1.2 单元练习	2
1.3 典型题精解	2
第 2 章 烷烃	4
2.1 知识要点	4
2.2 单元练习	5
2.3 典型题精解	5
第 3 章 烯烃和红外光谱	7
3.1 知识要点	7
3.2 单元练习	8
3.3 典型题精解	9
第 4 章 炔烃、共轭二烯烃和紫外光谱	11
4.1 知识要点	11
4.2 单元练习	12
4.3 典型题精解	14
第 5 章 脂环烃	16
5.1 知识要点	16
5.2 单元练习	16
5.3 典型题精解	19
第 6 章 芳香烃	21
6.1 知识要点	21
6.2 单元练习	22
6.3 典型题精解	23
第 7 章 对映异构	26
7.1 知识要点	26
7.2 单元练习	27
7.3 典型题精解	28
第 8 章 卤代烃	31
8.1 知识要点	31
8.2 单元练习	31
8.3 典型题精解	33
第 9 章 醇、酚、醚	36

9.1	知识要点	36
9.2	单元练习	37
9.3	典型题精解	39
第 10 章	核磁共振谱	42
10.1	知识要点	42
10.2	单元练习	42
10.3	典型题精解	43
第 11 章	醛和酮	44
11.1	知识要点	44
11.2	单元练习	44
11.3	典型题精解	47
第 12 章	羧酸、羧酸衍生物和质谱	50
12.1	知识要点	50
12.2	单元练习	51
12.3	典型题精解	53
第 13 章	胺及其衍生物	56
13.1	知识要点	56
13.2	单元练习	57
13.3	典型题精解	59
第 14 章	糖类	62
14.1	知识要点	62
14.2	单元练习	63
14.3	典型题精解	65
第 15 章	杂环化合物	69
15.1	知识要点	69
15.2	单元练习	70
15.3	典型题精解	71
第 16 章	氨基酸、蛋白质和核酸	74
16.1	知识要点	74
16.2	单元练习	75
16.3	典型题精解	76
综合练习题及参考答案		78
	综合练习题(Ⅰ)	78
	综合练习题(Ⅱ)	83
	综合练习题(Ⅲ)	87
	综合练习题参考答案	92
	《有机化学(第二版)》课后习题参考答案	97
	参考文献	117

第 1 章 绪 论

1.1 知 识 要 点

1.1.1 价键理论

1. 原子轨道
2. 共价键
3. 杂化轨道理论
4. 价键理论要点

1.1.2 共价键的重要参数

1. 键长、键角和键能
2. 共价键的极性
3. 分子间作用力

1.1.3 共价键的断裂和有机反应类型

1.1.4 有机化合物酸碱理论

1.2 单元练习

1. 价键理论和分子轨道理论的主要区别是什么？

2. 元素定量分析表明某有机化合物的相对分子质量为 78, 实验式为 CH , 它的分子式是什么？

3. 共价键有哪几种断裂方式？各发生什么样的反应？

4. 根据生活实际, 简述有机化学的作用与用途。

1.3 典型题精解

1. 某化合物元素分析值为 $\text{C}(70.4\%)$, $\text{H}(13.9\%)$, 请写出实验式。

解 由化合物元素分析值可知氧的质量分数为

$$(100 - 70.4 - 13.9)\% = 15.7\%$$

则 $C : H : O = (70.4/12) : (13.9/1) : (15.7/16) = 6 : 14 : 1$

该化合物的实验式为 $C_6H_{14}O$ 。

2. 预测下列各对物质的酸性相对强弱。

(1) H_3O^+ 和 NH_4^+ (2) H_3O^+ 和 H_2O (3) NH_4^+ 和 NH_3

(4) H_2S 和 HS^- (5) H_2O 和 OH^-

解 (1) $H_3O^+ > NH_4^+$; (2) $H_3O^+ > H_2O$; (3) $NH_4^+ > NH_3$; (4) $H_2S > HS^-$;

(5) $H_2O > OH^-$ 。

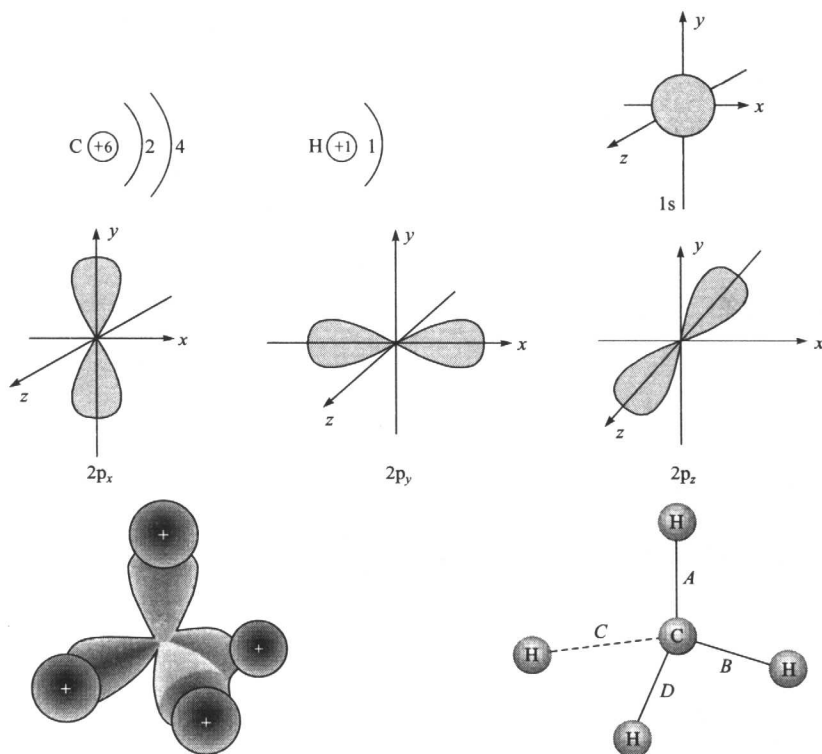
3. 下列物种哪些是亲电试剂? 哪些是亲核试剂?

H^+ , Cl^+ , H_2O , CN^- , RCH_2^- , RNH_3^+ , NO_2^+ , $R-C^+=O$, OH^- , NH_2^- , NH_3 , RO^-

解 根据酸碱理论,能接受电子的为酸,是亲电试剂,所以 H^+ , Cl^+ , RNH_3^+ , NO_2^+ , $R-C^+=O$ 是亲电试剂;能给出电子的为碱,是亲核试剂,所以 H_2O , CN^- , RCH_2^- , OH^- , NH_2^- , NH_3 , RO^- 为亲核试剂。

4. 碳原子核外及氢原子核外各有几个电子? 它们是怎样分布的? 画出它们的轨道形状。当四个氢原子与一个碳原子结合成甲烷(CH_4)时,碳原子核外有几个电子是用来与氢原子成键的? 画出它们的轨道形状及甲烷分子的形状。

解 碳原子核外有六个电子,氢原子核外有一个电子,碳原子以核外 $2s^2 2p^2$ 上的四个电子与氢原子 $1s$ 轨道成键,其中 s 轨道的形状为圆球形,平轨道的形状为哑铃形,分别画出如下:



第 2 章 烷 烃

2.1 知 识 要 点

2.1.1 烷烃的结构

1. 烷烃碳原子的杂化
2. 构造异构和碳氢的类型

2.1.2 烷烃的系统命名规则

2.1.3 烷烃的构象

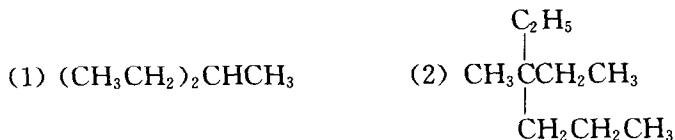
1. 构象与优势构象
2. 烷烃的构象

2.1.4 烷烃的化学性质

1. 卤代反应和烷烃的自由基取代机理
2. 烷基游离基的稳定性(不同 H 原子的活泼性)

2.2 单元练习

1. 用系统命名法命名下列化合物。



2. 写出相对分子质量为 114, 同时含有 1° 、 2° 、 3° 、 4° 碳的烷烃的构造式。

3. 写出下列化合物的结构式, 如其名称与系统命名原则不符, 请予以改正。

(1) 3,3-二甲基丁烷

(2) 3,4-二甲基-3-乙基戊烷

(3) 2-叔丁基-4,5-二甲基己烷

4. 相对分子质量为 72 的烷烃进行高温氯代反应, 根据氯代产物的不同, 推测各种烷烃的结构式。

(1) 只生成 1 种一氯代产物

(2) 可生成 3 种不同的一氯代产物

(3) 生成 4 种不同的一氯代产物

(4) 只生成 2 种二氯代产物

5. 写出 $\text{BrCH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ 的优势构象。

2.3 典型题精解

1. 请解释(1)为什么烷烃不活泼? (2)为什么在烷烃高温热解过程中, 断裂的是 C—C

键而不是 C—H 键? (3) 虽然烷烃的燃烧是一个强烈的放热反应过程, 但是这个反应并不在室温下发生。

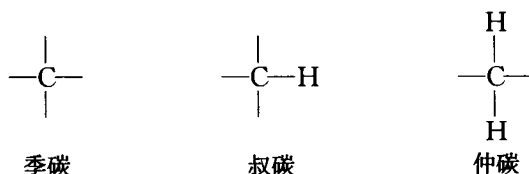
解 (1) 分子中的反应活性部位通常有一对或者两对未共用电子、一个极性键、一个缺电子原子或者有一个可扩张的八隅体的原子, 而烷烃没有这些, 所以不活泼。

(2) C—C 键的能量($\Delta H = +347 \text{ kJ/mol}$)比 C—H 键的能量($\Delta H = 414 \text{ kJ/mol}$)低。

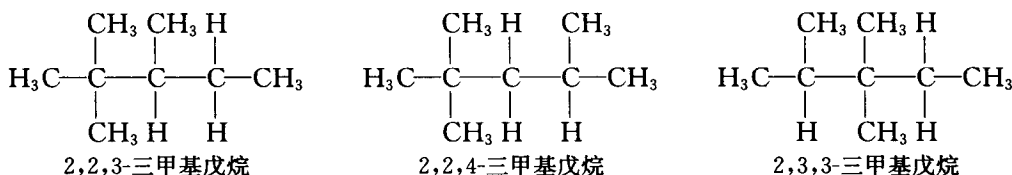
(3) 由于反应的 ΔH 非常高, 所以在室温下该反应非常慢。

2. 写出分子中仅含有 1 个季碳原子、1 个叔碳原子、1 个仲碳原子及多个伯碳原子的最简单的烷烃的可能异构体。

解 根据季碳、叔碳、仲碳原子的定义, 必须具有如下的状态:



其中游离价表示必须与其他碳原子相连, 要符合最简单烷烃的要求, 首先他们之间必须互相连接, 剩余的游离价再用最小的烷基(甲基)饱和, 因此其相应的烷烃为



3. (1) 列出由① $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 和② $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_3$ 得到的一溴取代物。(2) 判断每种情况下组成占主要数量的异构体。

解 (1) 分子中有两种 H 原子, 因而每一种化合物都可能有两种异构体 ① $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br}$ 和 $\text{CH}_3\text{CHBrCH}_2\text{CH}_3$; ② $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{Br}$ 和 $(\text{CH}_3)_2\text{CBrCH}_3$ 。

(2) 一般来说, 溴取代的 H 原子的反应活性顺序为: $3^\circ(1600) > 2^\circ(82) > 1^\circ(1)$ 。所以, 在决定溴代产物的产率中, 反应活性的不同影响可以完全掩盖概率因素的影响。①中 $\text{CH}_3\text{CHBrCH}_2\text{CH}_3$ 是通过取代 2° 级 H 原子形成的; ②中 $(\text{CH}_3)_2\text{CBrCH}_3$ 是通过取代 3° 级 H 原子形成的, 故它们为主要异构体。

第 3 章 烯烃和红外光谱

3.1 知 识 要 点

3.1.1 烯烃的结构与命名

1. 烯烃碳原子的杂化与烯烃的结构
2. 烯烃的系统命名,顺、反异构,*Z*、*E* 标记法与次序规则

3.1.2 烯烃的主要化学性质

1. 加成反应
2. 氧化反应
3. α -氢的反应

3.1.3 常见官能团的红外光谱波数

3.2 单元练习

1. 写出烯烃 C_6H_{12} 所有的同分异构体及其系统名称,并指出哪些有顺反异构体。

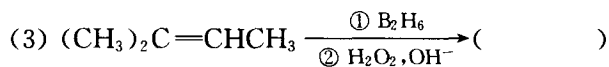
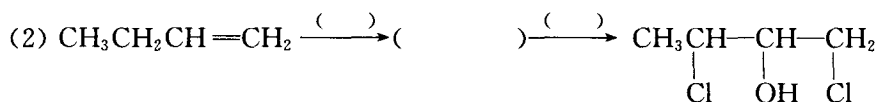
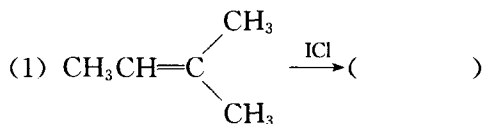
2. 写出下列各基团或化合物的构造式:

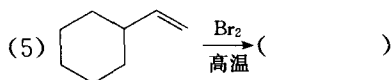
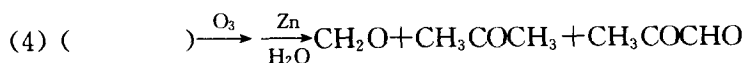
- (1) 乙烯基 (2) 丙烯基 (3) 烯丙基 (4) 异丙烯基 (5) 顺-4-甲基-2-戊烯
(6) (*E*)-3,4-二甲基-3-庚烯 (7) (*Z*)-3-甲基-4-异丙基-3-庚烯

3. 某化合物的分子式为 C_5H_{10} ,能吸收 1mol 氢气,与酸性高锰酸钾溶液反应,只生成 1mol 的含 4 个碳原子的酸,但经臭氧氧化还原水解后,得到两个不同的醛。试推测其可能的构造式,并说明这个化合物有无顺反异构体存在。

4. 某烃 C_6H_{12} 能使溴水褪色,能溶于浓硫酸,催化氢化得正己烷,用过量的高锰酸钾溶液使其氧化,得到两个羧酸的混合物,写出此烃的构造式,并用反应式表示每步反应。

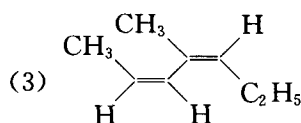
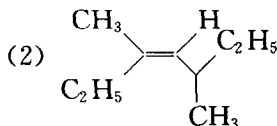
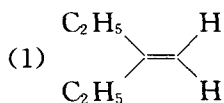
5. 完成下列各反应式(把正确答案填在题中括号内)。





3.3 典型题精解

1. 命名化合物或由化合物写出其结构式。

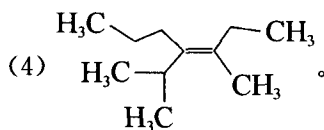


(4) (E)-3-甲基-4-异丙基-3-庚烯

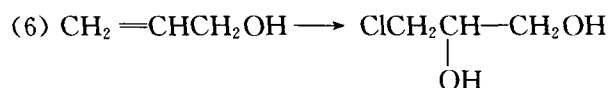
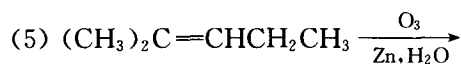
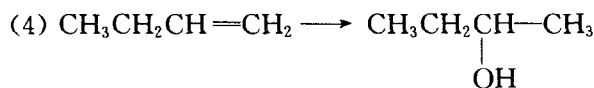
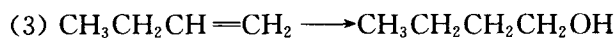
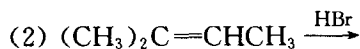
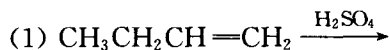
解 (1) 选含有双键的最长碳链为主链, 其名称为 2-乙基-1-丁烯。

(2) 选含有双键的最长碳链为主链, 且要求双键的位号最小, 其名称为 (Z)-3,5-二甲基-3-庚烯。

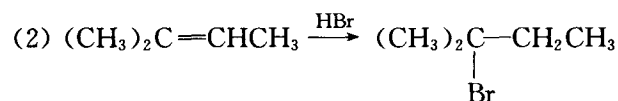
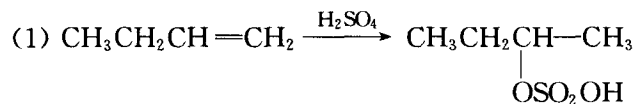
(3) 两个双键都有顺反异构, 名称为 (2Z,4Z)-4-甲基-2,4-庚二烯。

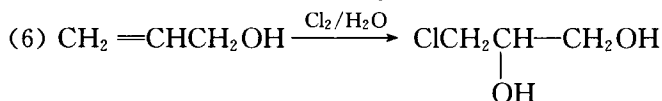
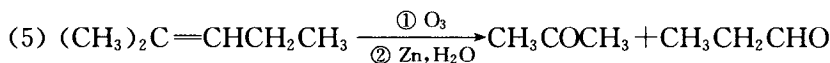
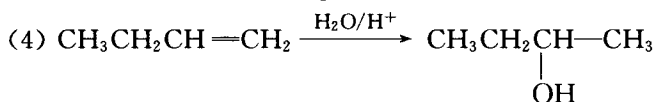
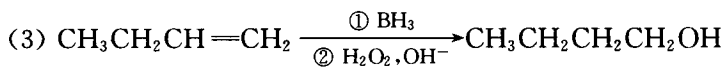


2. 完成下列反应式, 写出产物或所需试剂。



解





3. 分子式为 C_5H_{10} 的化合物 A, 与 1 分子氢作用得到 C_5H_{12} 的化合物。A 在酸性溶液中与高锰酸钾作用得到一个含有 4 个碳原子的羧酸。A 经臭氧氧化并还原水解, 得到两种不同的醛。推测 A 可能的结构, 用反应式加简要说明表示推断过程。

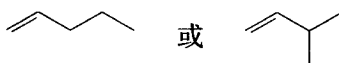
解 认真阅读题目, 充分利用题中所给出的各种信息, 分析过程如下:

(1) 由分子式可知, 该化合物只含有一个双键或环, 也可以利用经验公式计算分子中所含的双键数, 即 $\mu = (2C + 2 + N - H - Cl)/2 = (10 - 10 + 2)/2 = 1$ 。

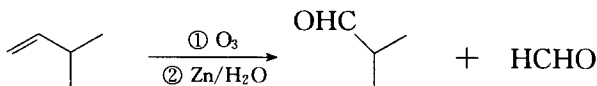
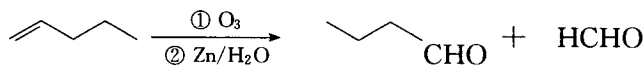
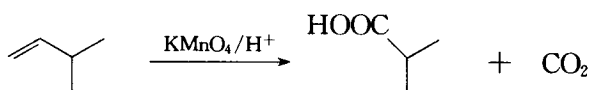
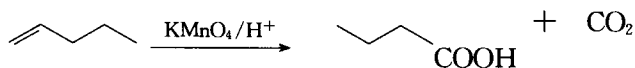
(2) 由 A 在酸性溶液中与高锰酸钾作用生成少一个碳的羧酸得知, 双键在末端, 属于末端烯烃。

(3) 由 A 经臭氧氧化并还原水解, 得到两种不同的醛证实了这是末端烯烃。同时没有酮生成, 更进一步说明第二个双键碳原子上只连有一个烷基。

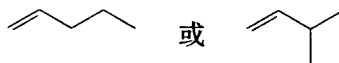
(4) 根据推断, 写出可能的结构:



(5) 验证:



(6) A 的结构可能是



4. 如何用 IR 光谱区别环己醇和环己酮?

解 根据羟基和羰基的特征吸收可知: 环己醇在 $3200 \sim 3600 \text{ cm}^{-1}$ 处有强而宽的吸收峰; 环己酮在 1720 cm^{-1} 处有强的吸收峰。

第 4 章 炔烃、共轭二烯烃和紫外光谱

4.1 知识要点

4.1.1 炔烃的结构与命名

4.1.2 炔烃的性质

1. 加成反应
2. 氧化反应
3. 活泼氢的反应

4.1.3 共轭二烯烃

1. 共轭二烯烃的结构
2. 共轭二烯烃性质
 - (1) 加成反应
 - (2) Diels-Alder 反应