

教育科学“十五”国家规划课题研究成果

# 有机化学习题解析

(供基础、预防、临床、口腔等医学类专业用)

高等医学院校有机化学立体化教材编写组

董陆陆 叶 玲 主编

高等教育出版社

## 内容提要

本书是教育部全国高等学校教学研究中心“21世纪中国高等学校医药类专业数理化基础课程的创新与实践”国家级课题的研究成果,高等教育出版社“高等教育百门精品课程教材”徐春祥、徐瑞兴主编《有机化学》的辅助教材。

全书按《有机化学》教材的章序编排,每章由教学基本要求、本章要点和习题解答三部分组成。为了方便教师考试出题和学生复习,本书还精心编写了十套有机化学水平测试题,并给出全部参考答案。

本书适用于高等医药院校本科医学类各专业的教辅,也可供相关专业教学和学生自学参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

有机化学习题解析/高等医学院校有机化学立体化教材编写组;董陆陆,叶玲主编. —北京:高等教育出版社, 2004. 11

ISBN 7-04-015581-8

.有... .高... 董... 叶... .有机  
化学-医学院校-解题 . O62-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 101417 号

策划编辑 岳延陆 责任编辑 翟 怡 封面设计 李卫青  
版式设计 王艳红 责任校对 金 辉 责任印制

---

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-64054588
社 址	北京市西城区德外大街4号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网 址	<a href="http://www.hep.edu.cn">http://www.hep.edu.cn</a>
总 机	010-58581000		<a href="http://www.hep.com.cn">http://www.hep.com.cn</a>
经 销	新华书店北京发行所		
印 刷			
开 本	787×960 1/16	版 次	年 月第 1 版
印 张	12.25	印 次	年 月第 次印刷
字 数	220000	定 价	13.40 元

---

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号:15581-00

# 前 言

高等医学院校有机化学立体化教材被教育部高等教育出版社评为“普通高等教育百门精品课程教材精品项目”，在全国各高等学校推荐参评的近百本化学教材中，只有7本获此殊荣。高等医学院校有机化学立体化教材由《有机化学》、《有机化学实验》、《有机化学习题解析》、《有机化学电子教案》、《有机化学试题库》组成。

本书是高等医学院校有机化学立体化教材中《有机化学》的配套教学参考书。全书的编排顺序与《有机化学》教材相同，共分十六章，内容包括绪论，饱和烃，不饱和烃，芳香烃，对映异构，卤代烃，醇、酚、醚，醛、酮、醌，羧酸和取代羧酸，羧酸衍生物，含氮和含磷有机化合物，杂环化合物，糖类，脂类和甾族化合物，蛋白质和核酸，波谱学基础。各章均由下列三部分内容组成：

(1) 教学基本要求，这部分内容概括说明按教学大纲要求本章应掌握及了解的内容。

(2) 本章要点，这部分内容简明扼要地介绍了该章所涉及的基本内容，包括各类化合物的结构特点、命名原则、理化性质、相关应用以及一些重要的基本概念。

(3) 习题解答，这部分内容对《有机化学》每章的习题进行了解答。

为便于学生进行综合复习，本书精心选编十套综合测试题，所有测试题均附有详细答案，各校可根据实际情况选择使用。

本书由董陆陆、叶玲主编。参加本书编写的有哈尔滨医科大学孙学斌(第一章)，中国医科大学陈克明(第二章)，武汉大学路平(第三章)，哈尔滨医科大学安哲(第四章)，西安交通大学靳菊情(第五章)，首都医科大学叶玲[第六章，第十四章，有机化学水平测试题(一)~(十)]，山西医科大学卫建琮(第七章)，福建医科大学李柱来(第八章)，大连医科大学徐乃进(第九章)，宁夏医学院王妍(第十章)，内蒙古医学院罗素琴(第十一章)，兰州医学院郝兰(第十二章)，天津医科大学姜炜(第十三章)，中山大学刘鹏(第十五章)，哈尔滨医科大学董陆陆(第十六章)。

在本书的编写过程中，得到了高等教育出版社岳延陆编审的多方指导和帮助，也得到了各编者所在学校的大力支持，哈尔滨医科大学徐春祥教授对本书的

编写工作给予了具体指导,哈尔滨医科大学药学院有机化学教研室吴延丽、林锋承担了部分校对工作。在此一并表示深深的谢意。

限于编者水平,书中难免有欠妥之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2004年7月

# 目 录

第一章 绪论 .....	1
第二章 饱和烃 .....	4
第三章 不饱和烃 .....	9
第四章 芳香烃 .....	13
第五章 对映异构 .....	20
第六章 卤代烃 .....	26
第七章 醇、酚、醚 .....	33
第八章 醛、酮、醌 .....	42
第九章 羧酸和取代羧酸 .....	51
第十章 羧酸衍生物 .....	64
第十一章 含氮和含磷有机化合物 .....	72
第十二章 杂环化合物 .....	77
第十三章 糖类 .....	83
第十四章 脂类和甾族化合物 .....	89
第十五章 蛋白质和核酸 .....	94
第十六章 波谱学基础 .....	101
有机化学水平测试题(一) .....	106
有机化学水平测试题(二) .....	114
有机化学水平测试题(三) .....	122
有机化学水平测试题(四) .....	131
有机化学水平测试题(五) .....	139
有机化学水平测试题(六) .....	146
有机化学水平测试题(七) .....	153
有机化学水平测试题(八) .....	161
有机化学水平测试题(九) .....	170
有机化学水平测试题(十) .....	179

# 第一章 绪 论

## 一、教学基本要求

1. 掌握有机化合物和有机化学的概念。
2. 掌握有机化合物的基本结构特点。
3. 掌握诱导效应及其特点。
4. 了解有机化合物的分类和有机反应的基本类型。

## 二、本章要点

有机化合物是指碳化合物或碳氢化合物及其衍生物,有机化学是研究有机化合物的组成、结构、性质、制备及相互转化规律的科学。有机化学与生命科学密切相关。

有机化合物分子中,原子主要以共价键相结合。掌握共价键的本质是理解有机化合物结构与性质的关系以及有机化学反应机理的基础。现代共价键理论系统说明了共价键的形成、共价键的分类以及共价键的参数。共价键按成键电子对的数目不同可分为单键、双键和三键;按成键原子轨道的重叠方式不同可分为  $\sigma$  键和  $\pi$  键,  $\sigma$  键和  $\pi$  键各有其特点。共价键的参数包括键长、键角、键能、键的极性和极化度,这些参数决定了有机分子的结构特点和物理、化学性质。

电负性大小不同的元素的原子形成共价键时,会使共价键产生极性,并影响到分子中的其他原子。原子或基团对共用电子对的影响沿着分子中的化学键传递,引起分子中共用电子对按一定方向偏移的效应,称为诱导效应。

化学反应的实质是旧化学键的断裂和新化学键的生成。有机反应中共价键的断裂方式有两种:均裂和异裂。均裂伴随着自由(游离)基的生成,异裂则通常伴随着碳正离子或其他荷电粒子的生成。不同的断键方式导致化学反应以不同的机理进行,如自由基型反应机理和离子型反应机理。

有机化合物的分类方法通常有两种:一种是按分子中碳原子的连接方式分为链状化合物、碳环化合物和杂环化合物;另一种是按照官能团分类,官能团是有机分子结构中最能代表该类化合物主要性质的原子或基团。通常将两种方法

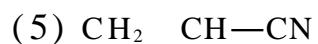
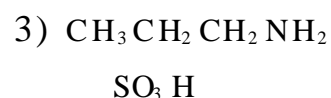


于醚。

(4) 属于杂环化合物。

9. 指出下列化合物的官能团：

O



(6)

答：

O

(1) 官能团为  $\overset{\text{O}}{\text{C}}$  (羰基)。

(2) 官能团为  $-\text{Br}$  (卤素)。

(3) 官能团为  $-\text{NH}_2$  (氨基)。

(4) 官能团为  $-\text{COOH}$  (羧基)。

(5) 官能团为  $\text{C} = \text{C}$  (碳碳双键) 和  $-\text{CN}$  (氰基)。

(6) 官能团为  $-\text{SO}_3\text{H}$  (磺酸基)。

# 第二章 饱和 烃

## 一、教学基本要求

1. 了解烃的组成和分类。
2. 掌握烷烃的结构、命名、自由基取代反应;了解烷烃的物理性质及常见烷烃。
3. 掌握环烷烃的结构、分类、命名、小环烷烃开环反应;了解环烷烃的物理性质及常见环烷烃。
4. 掌握烷烃及环烷烃的碳链异构和构象异构。

## 二、本章要点

只由碳氢两种元素组成的化合物叫碳氢化合物,简称为烃,其他种类的有机化合物可以看作是烃的衍生物。烃可以分为链烃和环烃。链烃包括饱和链烃(也称烷烃)和不饱和链烃(烯烃和炔烃)。环烃包括环烷烃、环烯烃、环炔烃和芳香烃。

开链烷烃的组成通式为  $C_n H_{2n+2}$ 。烷烃分子结构中的碳原子为  $sp^3$  杂化,碳碳键和碳氢键均为 键,键角约为  $109.5^\circ$ 。根据烷烃分子中的碳原子的结合方式不同可以将碳原子分为伯碳原子、仲碳原子、叔碳原子和季碳原子,对应连接的氢原子为伯氢原子、仲氢原子、叔氢原子。各种氢原子的反应活性不同。

烷烃的异构包括碳链异构(构造异构)和构象异构(立体异构)。表示碳链异构的形容词有正、异、新、伯、仲、叔、季等。

烷烃的构象是指分子中 C—C 单键沿键轴旋转所产生的各种不同的原子空间排列形象,可以用模型或各种投影式表示。虽然烷烃分子具有无数个分子构象,但是最稳定(交叉式)和最不稳定的构象(重叠式)是构象异构学习的核心。

烷烃的命名是其他各类有机化合物命名的基础。直链烷烃的命名是在表示碳原子数目的基数词后面缀上词尾“烷”;支链烷烃视为直链烷烃的衍生物,命名时主要是确定主链、烷基名称、烷基个数和位次。

烷烃同系列的物理性质如沸点、熔点、密度等具有随化合物相对分子质量的

增加而增大的变化规律。异构体间的沸点随分子的支链增加而下降;熔点随对称性增加而增高。烷烃的溶解度遵守相似者相溶的经验规则。这些性质为一般有机化合物所共有。

烷烃同系列的化学性质稳定,在室温下与强酸、强碱、强氧化剂或强还原剂不发生或很少发生反应。烷烃在加热或光照条件下发生卤代反应,反应机理为自由基(游离基)链反应。自由基链反应可分为链引发、链增长和链终止三个阶段。自由基反应与生命现象密切相关,活性氧是机体中自由基反应产生的典型代表。

单环环烷烃的组成通式为  $C_n H_{2n}$ 。环烷烃分子结构中的碳原子为  $sp^3$  杂化,碳碳键和碳氢键均为  $\sigma$  键,常见环(环戊烷、环己烷)以上的环烷烃键角约为  $109.5^\circ$ ,小环环烷烃由于碳原子成键轨道弯曲重叠,其键角偏离此值,具有环张力而容易发生开环反应。

环烷烃具有构造异构和立体异构,后者包括构象异构和顺反异构。

环己烷构象中比较稳定的两种构象是船型构象和椅型构象,其中椅型构象为优势构象。一元取代环己烷中的取代基位于  $e$  键上的构象稳定,二元取代环己烷中的最大取代基位于  $e$  键上的构象稳定。

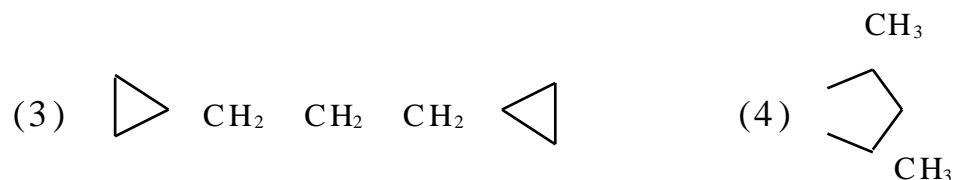
当判别环烷烃的顺反异构时,将环烷烃作为平面,通过比较两个相同基团(通常为氢)的相对位置进行顺反异构体的命名。

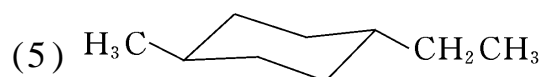
常见环(环戊烷、环己烷)以上的环烷烃系列具有与开链烷烃相似的化学性质。

小环环烷烃容易发生开环反应,例如催化加氢、加卤素和加氢卤酸反应。当不对称小环环烷烃与不对称试剂(HX)发生反应时,开环的位置在取代基最多和最少的 C—C 键,氢总是结合到连氢较多的碳原子上。此规则与烯烃反应中的马氏规则相似。小环环烷烃不被强氧化剂所氧化。

### 三、习题解答

1. 命名下列化合物:





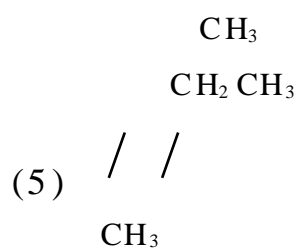
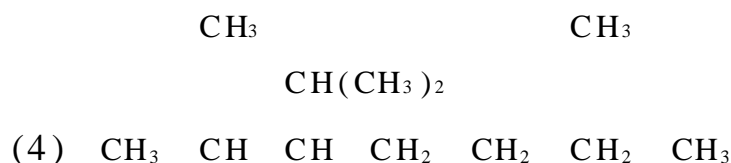
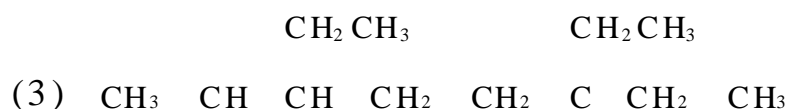
解:

- (1) 3-甲基-4-乙基己烷  
 (2) 2-甲基-4-环己基戊烷  
 (3) 1,3-二环丙基丙烷  
 (4) 反-1,2-二甲基环戊烷  
 (5) 反-1-甲基-4-乙基环己烷

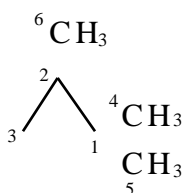
2. 写出下列化合物的结构式:

- (1) 异丁烷  
 (2) 新戊烷  
 (3) 2,6-二甲基-3,6-二乙基辛烷  
 (4) 2-甲基-3-异丙基庚烷  
 (5) 反-1-甲基-3-乙基环丁烷

解:



3. 标出 1,1,2-三甲基环丙烷中碳原子类型(伯、仲、叔、季碳原子)和氢原子类型(伯、仲、叔氢原子)。



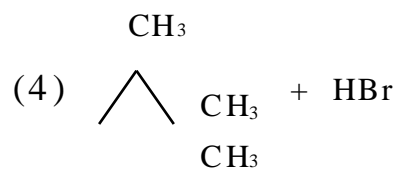
解: 伯碳原子:  $^4\text{C}$ ,  $^5\text{C}$ ,  $^6\text{C}$ ; 仲碳原子:  $^3\text{C}$ ; 叔碳原子:  $^2\text{C}$ ; 季碳原子:  $^1\text{C}$ 。

伯氢原子:  $^4\text{H}$ ,  $^5\text{H}$ ,  $^6\text{H}$ ; 仲氢原子:  $^3\text{H}$ ; 叔氢原子:  $^2\text{H}$ 。

4. 按稳定性大小的次序,画出丁烷的 4 种典型极限构象的纽曼(Newman)投影式。

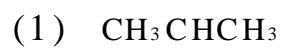
解: 4 种典型的丁烷纽曼投影式构象稳定性由大到小如下排列:



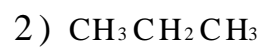
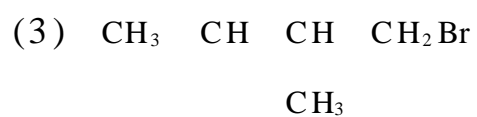


解:

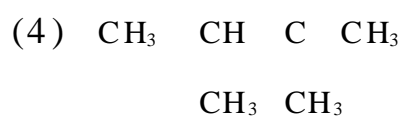
Br



Br



Br



# 第三章 不饱和烃

## 一、教学基本要求

1. 掌握烯烃、炔烃和共轭二烯烃的结构、命名。
2. 掌握烯烃和炔烃的异构现象。
3. 掌握共轭体系和共轭效应。
4. 掌握烯烃、炔烃和共轭二烯烃的亲电加成反应及其机理。
5. 掌握烯烃和炔烃的氧化还原反应。

## 二、本章要点

烯烃、炔烃和共轭二烯烃属于不饱和烃。碳碳双键是烯烃的官能团,碳碳双键由一个  $\sigma$  键和一个  $\pi$  键组成。碳碳三键是炔烃的官能团,碳碳三键由一个  $\sigma$  键和两个  $\pi$  键组成。

命名不饱和烃时,选择包含碳碳双键和碳碳三键的最长碳链做主链,从靠近官能团一端为主链编号。若化合物中同时含双键和三键,当双键和三键距主链两端处于不同的编号位置时,使不饱和键具有最小编号;当双键和三键距主链两端的距离相同时,使双键具有最小编号。

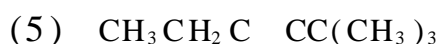
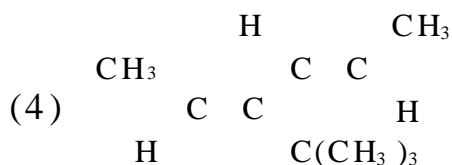
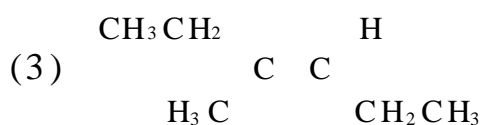
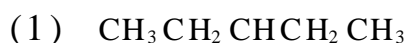
烯烃的异构较复杂,除构造异构外,还存在顺反异构,顺反异构可用顺/反或  $Z/E$  表示。不饱和烃中  $\pi$  键的键能比  $\sigma$  键的键能弱,易受试剂的进攻发生加成反应、氧化反应和聚合反应等。烯烃的亲电加成反应分两步进行,反应经过碳正离子中间体,碳正离子的稳定性次序为:  $R_3C^+ > R_2C^+H > RC^+H_2 > H_3C^+$ 。当不对称烯烃与不对称试剂( $HX$ 、 $H_2SO_4$ 、 $H_2O$ )加成时,产物遵循马尔科夫尼科夫(Markovnikov)规则,简称马氏规则。烯烃与卤素、卤化氢的加成反应一般得到反式加成产物。烯烃在过渡金属  $Ni$ 、 $Pt$ 、 $Pd$  等催化下,加氢生成相应的烷烃,催化加氢一般得到顺式加成产物。烯烃与冷高锰酸钾的碱性溶液反应,生成顺式邻二醇;若在酸性条件或加热条件下被高锰酸钾氧化,碳碳双键断裂,根据烯烃结构不同生成羧酸、酮、二氧化碳等。在光照、加热条件下,烯烃与卤素反应,在碳碳双键的  $\alpha$  位上发生自由基取代反应。

炔烃也能发生加成反应、氧化反应和聚合反应,但炔烃不如烯烃活泼,不对称炔烃的加成也遵循马氏规则。炔烃的三键碳原子为  $sp$  杂化,其中  $p$  成分较多,使其电负性较大,三键碳上连接的氢具有一定的活泼性,可与银氨溶液或铜氨溶液作用生成相应的金属炔化物。

共轭二烯烃具有特殊的结构,单键和双键交替出现,电子的离域作用贯穿在整个体系中。共轭二烯烃的加成反应在低温条件下主要得到动力学控制的 1,2-加成产物;在较高温度下主要得到热力学控制的 1,4-加成产物。共轭二烯烃与亲双烯体(如被  $-\text{CHO}$ ,  $-\text{COR}$ ,  $-\text{COOR}$ ,  $-\text{CN}$ ,  $-\text{NO}_2$  等基团取代的烯烃)进行狄尔斯-阿尔德(Diels-Alder)反应,生成 1,4-加成的环状化合物。

### 三、习题解答

#### 1. 命名下列化合物:



解:

(1) 3-乙基-1-戊烯

(2) 4-甲基-1,3-戊二烯

(3) (*E*)-3-甲基-3-己烯

(4) (2*E*, 4*E*)-3-叔丁基-2,4-己二烯

(5) 2,2-二甲基-3-己炔

(6) 2-甲基-1-丁烯-3-炔

#### 2. 写出下列化合物的结构式:

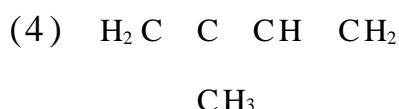
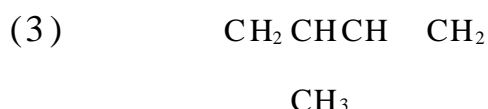
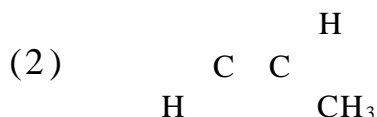
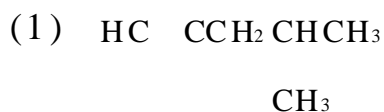
(1) 4-甲基-1-戊炔

(2) (*E*)-1-苯基丙烯

(3) 3-甲基-4-环己基-1-丁烯

(4) 异戊二烯

解:



#### 3. 写出分子式为 $\text{C}_5\text{H}_{10}$ 的烯烃的各种异构体(包括顺反异构)的结构式并

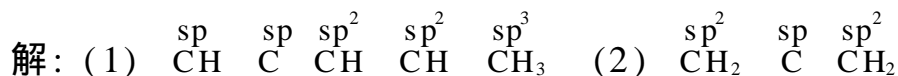
命名。

解：略。

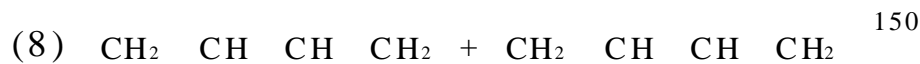
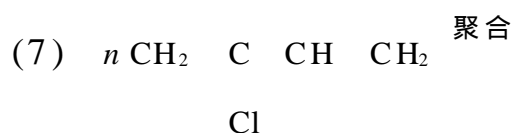
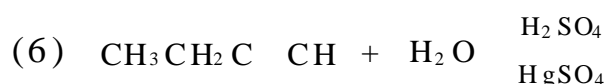
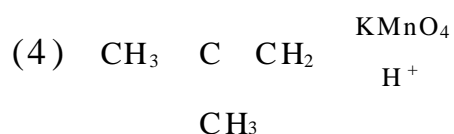
4. 写出分子式为  $C_5H_8$  的所有开链烃的异构体并命名。

解：略。

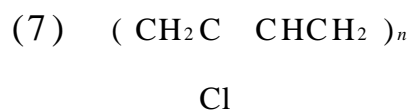
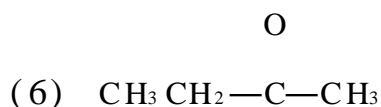
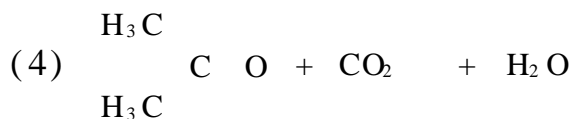
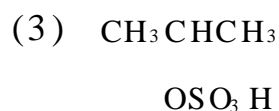
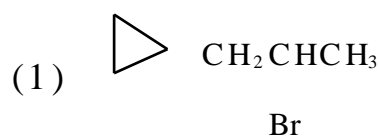
5. 指出下列有机化合物中各碳原子的杂化方式：



6. 写出下列反应的主要产物：



解：



7. 用化学方法鉴别下列化合物。

(1) 3-甲基-1-丁炔, 3-甲基-1-丁烯, 2-甲基丁烷

(2) 1-己炔, 1,3-己二烯, 2-甲基己烷

