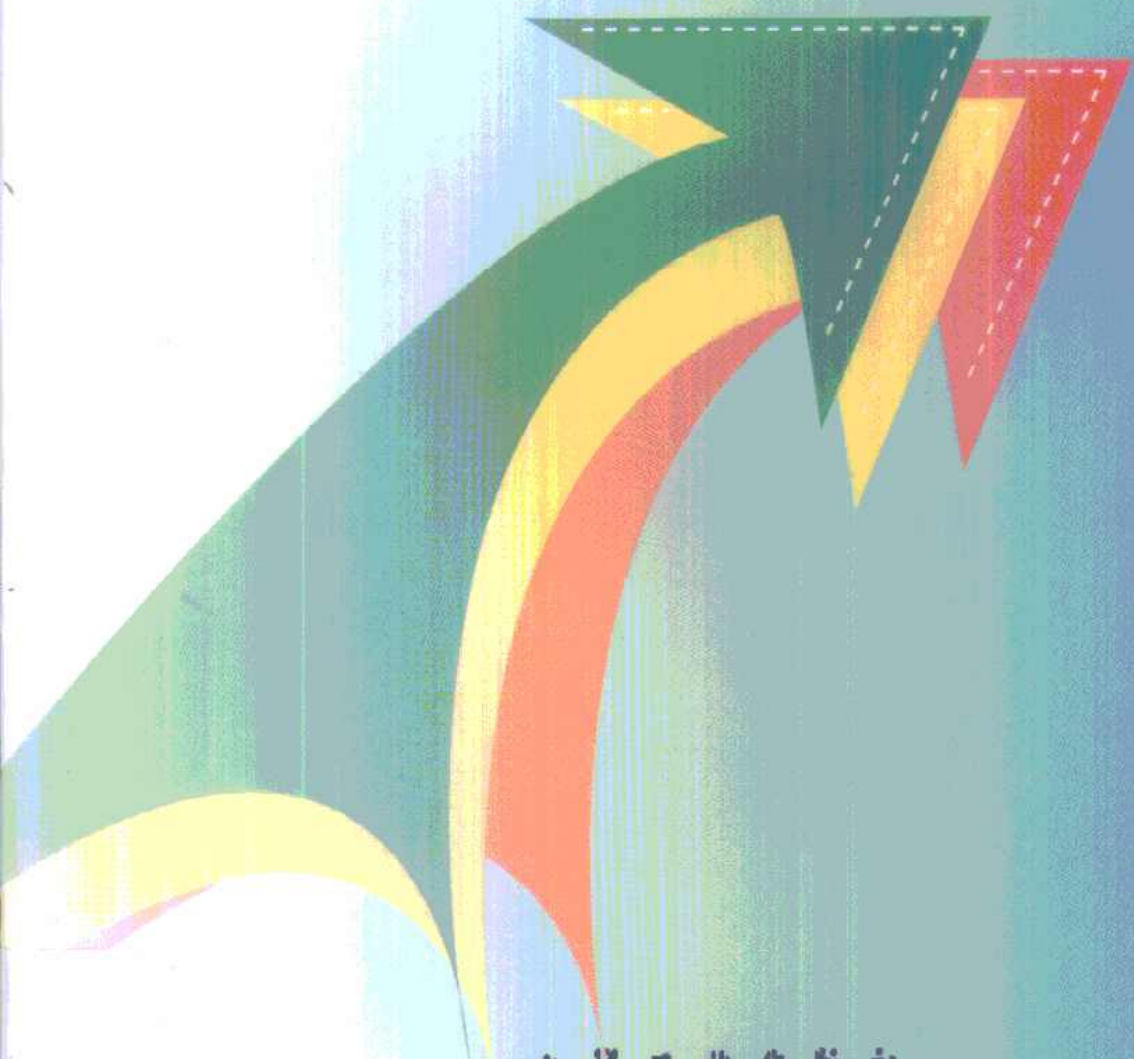




高等学校教学用书

有机化学学习指导

●姜文凤 陈宏博 编



化学工业出版社



(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

有机化学学习指导/姜文凤,陈宏博编. —北京:化学工业出版社,1999.10

ISBN 7-5025-2656-0

I. 有… II. ①姜… ②陈… III. 有机化学-教学参考资料 IV. 062

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 01474 号

高等学校教学用书

有机化学学习指导

姜文凤 陈宏博 编

责任编辑:梁虹 陈有华

责任校对:陈静

封面设计:田彦文

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里3号 邮政编码 100029)

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京市昌平振南印刷厂印刷

三河市延风装订厂装订

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 18 字数 425 千字

1999 年 10 月第 1 版 1999 年 10 月北京第 1 次印刷

印数: 1-4000

ISBN 7-5025-2656-0/G·687

定 价: 28.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换

前 言

本书是按照大连理工大学编写的高等学校教材《有机化学》(袁履冰主编,高等教育出版社,1999年)的体系编排的,如将命名、同分异构及结构表征等基础知识列为第一单元,随后按烃类、含氧化合物、含氮化合物、杂环化合物、天然化合物的顺序,将脂肪族、芳香族化合物混合编排,便于使用不同版本教材的学生使用本书。

本书的编排体系不同于以往的解题指导或习题解答:把教学内容相近的章节划为单元,每个单元都包括基本内容、解题示例和自测试题;依据教材每章均配有典型习题及参考答案;按教学的不同阶段又编写了综合试题;对自测试题和综合试题均附有参考答案。内容与课堂教学过程同步,起到巩固、拓宽、贯通、强化、提高教学效果的作用。本书取材广泛,既考虑到教学的基本要求,突出重点,又选择了一些提高性的内容(用*标注)以适应不同学校、不同专业及不同层次的读者使用和青年教师上习题课(讨论课)选用。为报考研究生的学生使用方便,除增加了一些综合性试题外,还选编了典型的有机化学实验方面的试题。例题解析与试题答案力求讲清解题思路、解题技巧和解题书写规范,着重提高学生分析问题、解决问题的能力 and 自学的能力。

本书第一部分中一、二、六单元及第二部分由姜文凤执笔,第一部分中三、四、五、七单元由陈宏博执笔,第三、四部分由二人共同完成。全书由高占先教授精心审阅,谨致衷心的感谢。

本书是在大连理工大学有机教研室全体教师多年教学实践的基础上编写而成的,编写时也吸取了众多兄弟院校的宝贵经验。在成书过程中得到袁履冰教授的热情指导,并审阅了部分书稿,使本书更具特色;蒋景阳副教授审阅了部分书稿并提出许多宝贵意见;本书的出版得到大连理工大学教材基金的资助;在此一并表示衷心的感谢。

限于编者的水平,书中可能存在疏漏与错误,敬请读者批评指正。

编者

1999年7月

第一部分 单元解题示例及单元自测试题

第一单元 命名、同分异构及结构表征

一、基本内容

1. 命名

- (1) 根据有机化合物的构造式写出它的名称。
- (2) 根据化合物的名称写出它的构造式。
- (3) 各类化合物的系统命名方法。
- (4) 有机化合物立体结构中的顺-反、*Z-E* 及 *R-S* 标记方法。

2. 同分异构

- (1) 正确理解结构、构造、构型、构象的概念。
- (2) 识别构造异构、构型异构（顺反异构、光学异构）、构象异构体。
- (3) 对映异构现象的产生，手性中心、手性轴及手性面、旋光度、内消旋体、外消旋体等概念。
- (4) 用立体透视式、纽曼（Newman）投影式、费歇尔（Fischer）投影式表示化合物的结构。

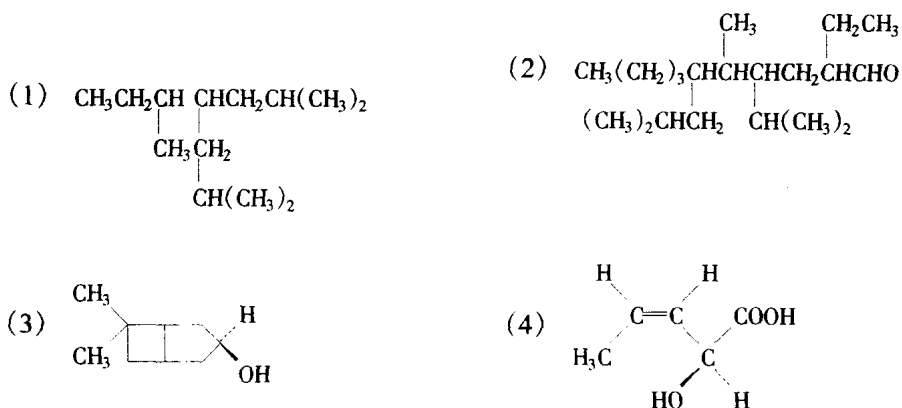
3. 结构表征

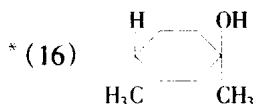
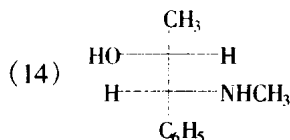
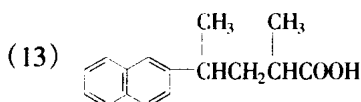
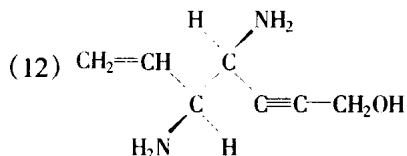
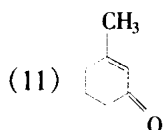
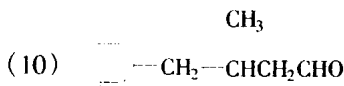
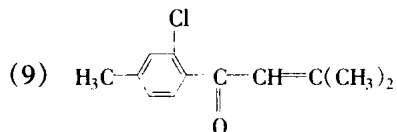
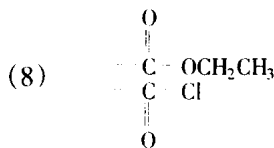
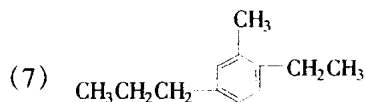
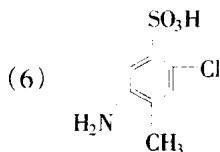
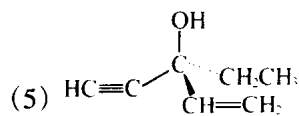
- (1) 了解 IR、¹HNMR、MS、UV 谱的基本原理及其在有机化合物结构表征中的应用。
- (2) 掌握常见官能团的 IR 谱吸收范围及简单化合物中质子的 ¹HNMR 化学位移值 (δ) 及峰的裂分规律。

本单元重点内容是掌握有机化合物的系统命名规则及顺-反、*Z-E*、*R-S* 标记方法，会判断简单化合物的旋光性，能利用 ¹HNMR 和 IR 谱提供的信息结合化学知识鉴别、推测有机化合物的结构。

二、解题示例

例 1 用系统命名法命名下列化合物。





解析 本题是给出结构、要求写出名称的命名题。一般按下面几个步骤完成：(1) 按官能团优先顺序选主官能团；(2) 选择含主官能团的最长碳链为主碳链；(3) 按最低系列原则给主碳链编号，使主官能团的编号尽可能小；(4) 如果有双键和手性碳原子，根据基团优先规则，确定双键和手性碳的构型；(5) 书写全称：构型-取代基（按基团优先顺序，优先的后列出）-母体。

(1) 母体是烷烃，主链有两种选法：其一，命名为2,5-二甲基-4-异丁基庚烷；其二，命名为2,6-二甲基-4-仲丁基庚烷。前者取代基位次比后者小，故前者的命名是正确的。

(2) 主官能团为—CHO，是醛，含有醛基的主碳链为十个碳原子（此链为含有醛基的最长碳链，因此选为主碳链）即癸醛，其命名为5-甲基-2-乙基-6-异丁基-4-异丙基-癸醛，或5-甲基-2-乙基-6-(2-甲基丙基)-4-(1-甲基乙基)癸醛。系统命名中，异丙基、异丁基可以使用，其他取代基的“异”、“叔”等字不能出现在系统命名中（此题取代基的优先次序为：异丙基>异丁基>乙基>甲基，较优基团后列出，所以有如上命名中的书写顺序）。

(3) 是桥环化合物，官能团为—OH，是醇，且有一个手性碳原子，按桥环化合物的命名原则，其命名为(*S*)-6,6-二甲基二环[3.2.0]-3-庚醇。

(4) 该化合物的主官能团为—COOH，是羧酸（官能团—COOH 优于—OH），化合物中有双键和手性碳原子。其命名为(2*S*,3*Z*)-2-羟基-3-戊烯酸。

(5) 官能团为—OH，是醇，且含有手性碳原子、双键和叁键。该化合物命名为 (S)-3-乙基-1-戊烯-4-炔-3-醇。

(6) 官能团为—SO₃H，是磺酸，取代基的优先顺序为—Cl > —NH₂ > —CH₃；其命名为 4-甲基-5-氨基-2-氯苯磺酸。

(7) 母体为芳香烃，命名时选简单的取代基为 1 位，然后将其他取代基位次按最低系列原则循苯环编号，其命名为 1-甲基-2-乙基-5-丙基苯。

(8) 主官能团为—COOR，是酯。其命名为 2-氯甲酰基环己烷羧酸乙酯。

(9) 官能团为 $\overset{\cdot}{\text{C}}=\text{O}$ ，是酮。其命名为 3-甲基-1-(4-甲基-2-氯苯基)-2-丁烯酮。

(10) 官能团为—CHO，是醛。其命名为 3-甲基-4-(2-环己烯基)-丁醛。

(11) 官能团为 $\overset{\cdot}{\text{C}}=\text{O}$ ，是酮。其命名为 3-甲基-2-环己烯酮。

(12) 主官能团为—OH，是醇，且含有两个手性碳原子。其命名为 (4S,5S)-4,5-二氨基-6-庚烯-2-炔醇。

(13) 官能团为—COOH，是羧酸。其命名为 2-甲基-4-(2-萘基)-戊酸。

(14) 主官能团为—OH，是醇。命名为 (1R,2R)-1-苯基-1-甲氨基-2-丙醇。

(15) 母体为螺环烯烃，按螺环化合物的命名规则，其命名为 2-氯-螺[4.5]-6-癸烯。

(16) 该化合物的官能团为—OH，是醇，且环上有三个取代基，以编号最小的取代基作为参照基团，标以“γ”，标记顺-反其他取代基和参照基团在同一侧的为“顺”，在异侧的为“反”，命名为反-1, -反-4-二甲基环己-γ-1-醇。

例 2 写出下列化合物的结构式。

(1) 4-乙基-4-氯-己酸-4'-甲基戊酯

(2) N-(2-氨基丁基)-4-甲氧基苯胺

(3) 2,6,6-三甲基双环[3.1.1]-2-庚烯

(4) 3-(1-甲基-8-氨基-2-萘基)丁酸

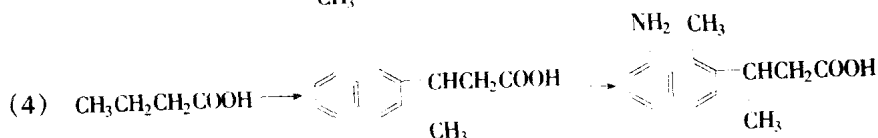
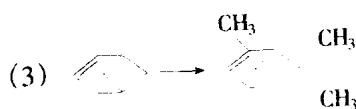
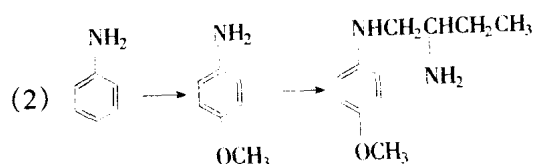
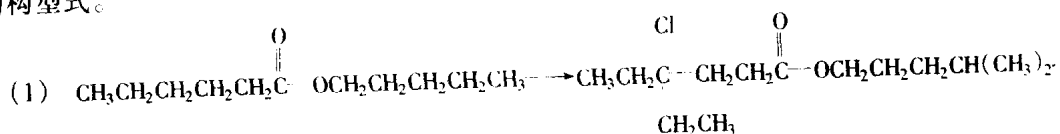
(5) (R,E)-4-氧-2-氟-3-氯-2-戊烯

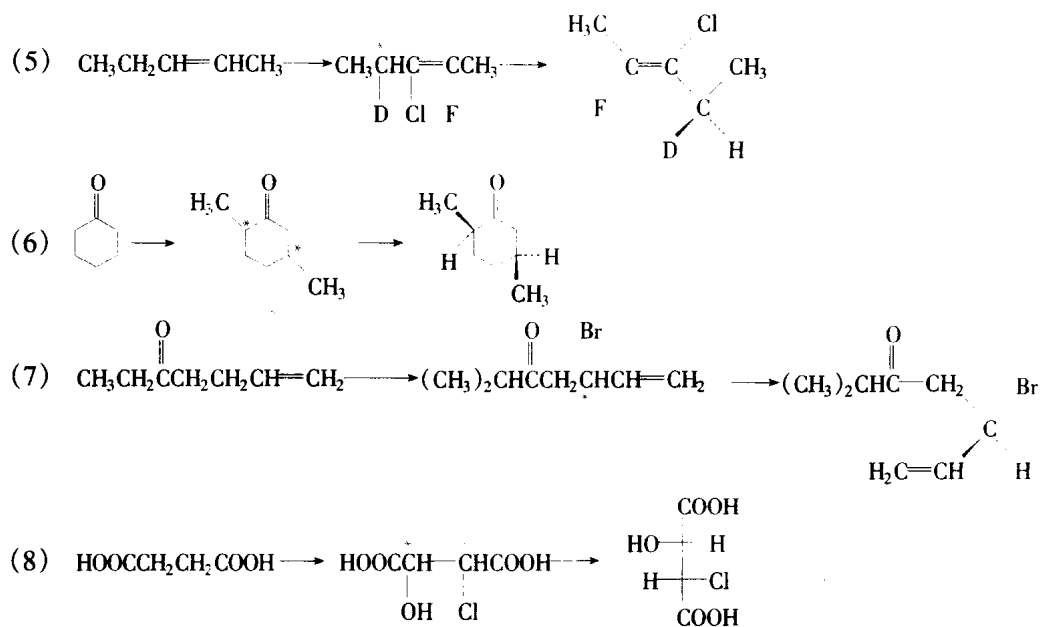
(6) (2R,5S)-2,5-二甲基环己酮

(7) (R)-2-甲基-5-溴-6-庚烯-3-酮

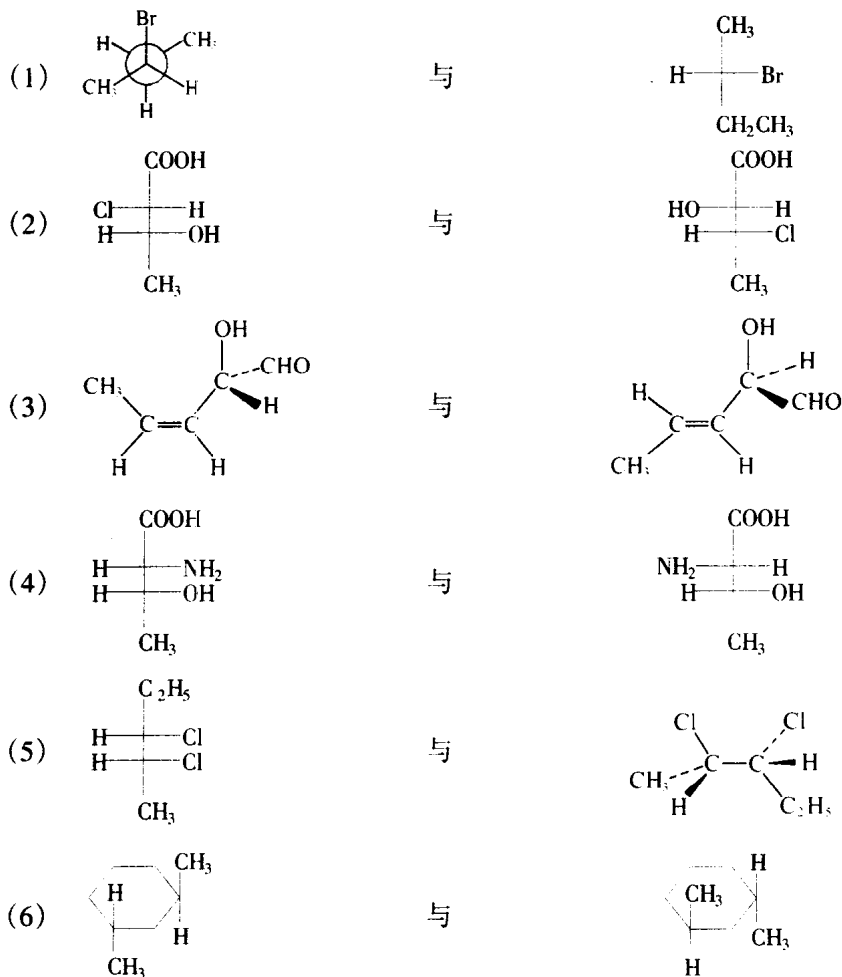
(8) (2R,3S)-2-羟基-3-氯丁二酸

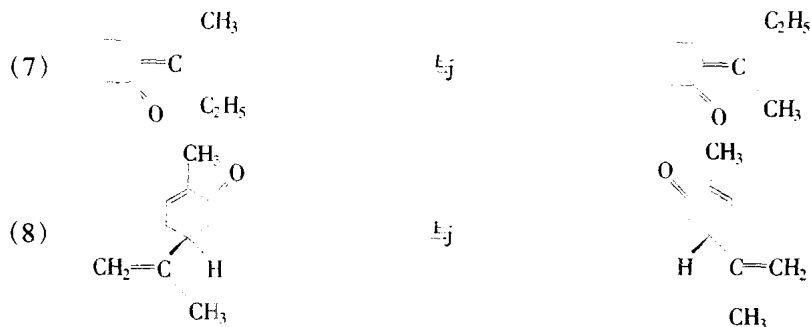
解析 该题要求根据化合物的名称写出结构式。解答这类习题时，一般先写出母体，然后再写上取代基，这样只反映了化合物的构造，如果题中指明了构型，则需进一步写出化合物的构型式。





例 3 指出下列各组化合物中，哪组是构造异构体、对映体、非对映体（包括顺反异构体）、相同化合物？





解析 解答这类习题时, 首先应该看被比较的化合物构造是否相同, 如果分子组成相同, 构造不同, 则互为构造异构体; 如果构造相同, 再看化合物的构型是否相同, 构型相同, 则是同一化合物; 构型不同, 但互为镜像关系, 则互为对映体; 构型不同, 又不互为镜像关系, 则互为非对映体。

(1) 为相同化合物。它们有相同的构造, 构型标记均为 S 型, 因此为相同化合物。

(2) 为构造异构体。它们组成相同, 但构造不同。

(3) 为非对映体。它们有相同的构造, 但构型标记分别为 (S, Z) 、 (R, E) , 因此它们不能重叠, 互为非镜像关系。

(4) 是非对映体, 它们有相同的构造, 但构型标记分别为 $(2R, 3R)$ 、 $(2S, 3R)$, 因此它们不能重叠, 互为非镜像关系。

(5) 为对映体。构造相同, 构型标记分别为 $(2R, 3S)$ 、 $(2S, 3R)$, 因此它们互为镜像关系, 是一一对映体。

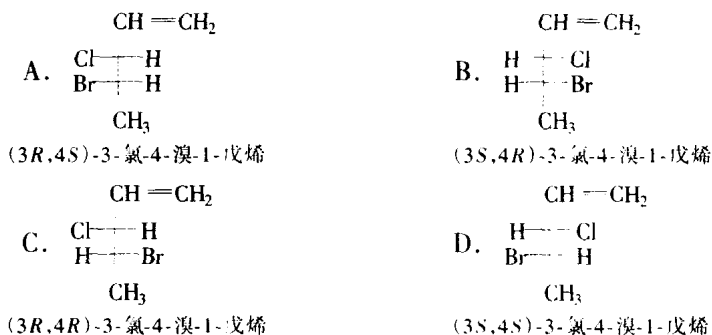
(6) 为对映异构体, 它们有相同的构造, 但构型不同, 构型标记分别为 $(1R, 3R)$ 、 $(1S, 3S)$, 因此它们互为镜像, 是一一对映体。

(7) 是顺反异构体 (属于非对映体)。它们构造相同, 但由于 $C=C$ 有刚性, 不能相对地自由旋转, 因此产生了顺反异构, 前者为 Z 型, 后者为 E 型。

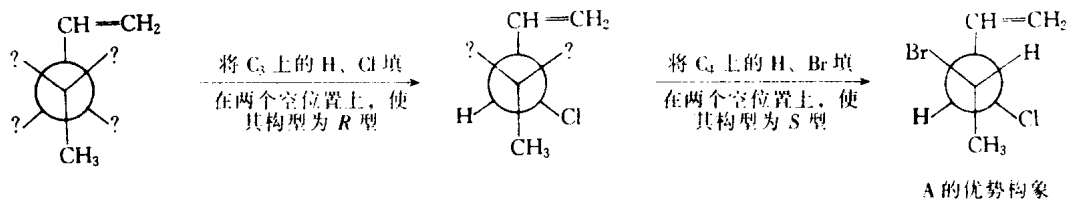
(8) 是相同化合物。它们有相同的构造, 构型标记均为 R 型, 可以彼此重叠, 为相同化合物。

例 4 对于化合物 $\text{CH}_3\text{CH}(\text{Br})\text{CH}(\text{Cl})\text{CH}=\text{CH}_2$, 指出 (1) 有几个旋光异构体? (2) 画出各旋光异构体的 Fischer 投影式, 并用系统命名法命名。(3) 以 C_3-C_4 键为旋转轴, 用 Newman 投影式表示各旋光异构体的优势构象。(4) 指出各旋光异构体之间的关系。

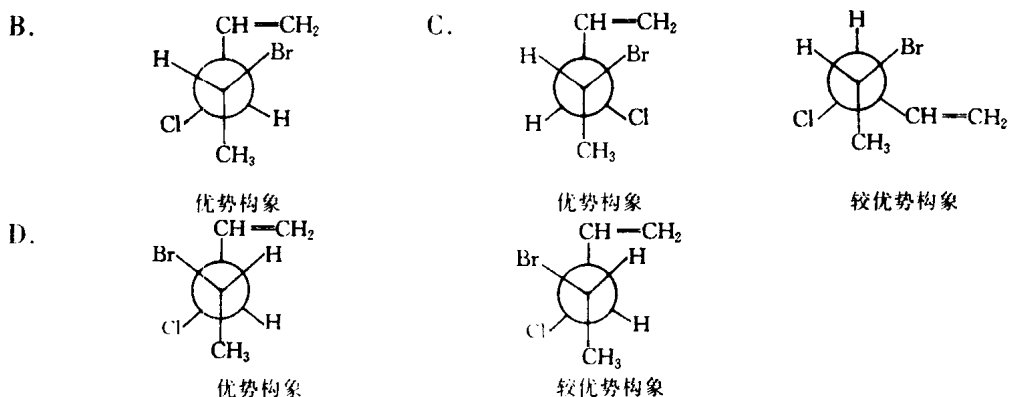
解析 (1) 该化合物有两个不同的手性碳原子, 共有四个旋光异构体。(2) 它们的 Fischer 投影式及名称如下:



(3) 题中要求以 C_3-C_4 键为旋转轴,用 Newman 投影式表示上述四个化合物的优势构象,这就要求读者掌握 Newman 投影式的书写方法及优势构象的概念。以化合物 A 为例,优势构象的 Newman 投影式应为交叉式,且在没有任何特殊作用力如氢键等情况下,较大基团尽可能相互远离。化合物 A 中,较大基团为 $-CH=CH_2$ 、 $-CH_3$ 。首先画出交叉式,并使 $-CH=CH_2$ 、 CH_3 处于对位,这样每个手性碳原子所连接的两个基团位置已确定,其他两个基团究竟怎样填写在投影式上,取决于手性碳原子的构型是 *R* 还是 *S*,其书写过程如下所示:

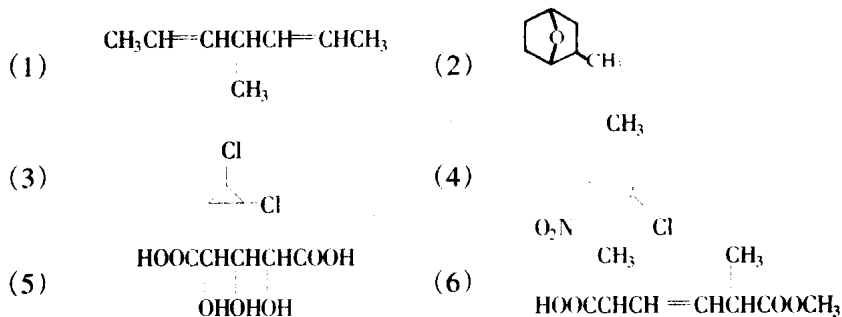


参照化合物 A 的优势构象很容易写出其他三个化合物的优势构象,因为与手性碳原子相连的任意两个原子或基团调换一次,手性碳原子的构型将发生变化,即原来为 *R* 型变成 *S* 型;原来为 *S* 型则变为 *R* 型。

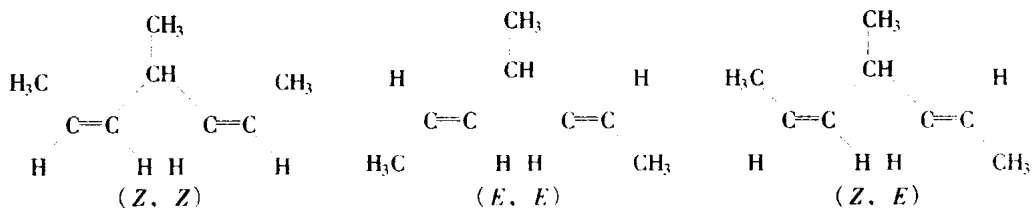


各旋光异构体的关系: A 与 B、C 与 D 互为对映体; A 与 C、D, B 与 C、D 为非对映体。

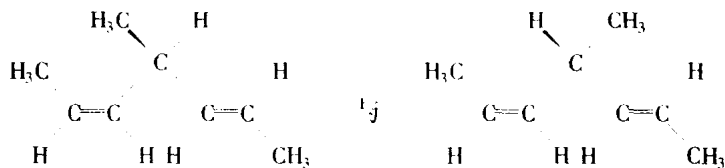
*例 5 下列各化合物中,各有几个手性碳原子? 各有几个构型异构体?



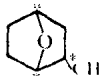
解析 (1) 该化合物中有两个双键均能产生顺反异构体,但由于是对称结构,故有三个顺反异构体。即:

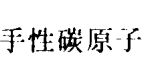


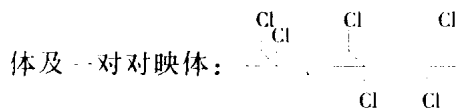
观察三个顺、反异构体可以发现,当两个双键均为 *Z* 型或 *E* 型时,化合物中无手性碳原子;当两个双键分别为 *Z* 型、*E* 型时,化合物中含有一个手性碳原子,因此存在一对对映体,即:

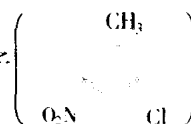


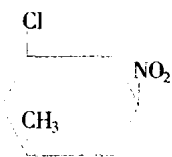
综上所述,化合物 (1) 共有四个构型异构体。

(2) 该化合物有三个手性碳原子, (), 由于桥比较短,不易弯曲,两个桥头手性碳原子相当于一个手性碳原子的作用,所以有 $2^2 = 4$ 个构型异构体。

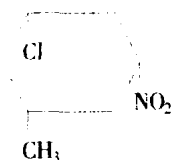
(3) 该化合物有两个相同手性碳原子 (); 构型异构体应有三个,即一个内消旋体及一对对映体:



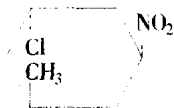
(4) 该化合物有三个手性碳原子 (), 应有 $2^3 = 8$ 个构型异构体:



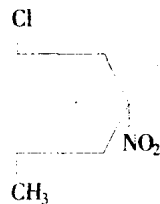
(1*R*,3*S*,5*R*)-1-甲基-3-硝基-5-氯环己烷



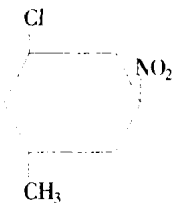
(1*S*,3*R*,5*S*)-1-甲基-3-硝基-5-氯环己烷



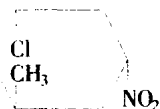
(1*R*,3*S*,5*S*)-1-甲基-3-硝基-5-氯环己烷



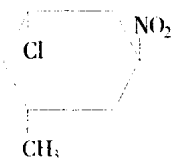
(1*S*,3*R*,5*R*)-1-甲基-3-硝基-5-氯环己烷



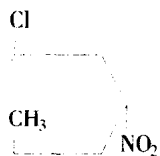
(1*S*,3*S*,5*R*)-1-甲基-3-硝基-5-氯环己烷



(1*R*,3*R*,5*S*)-1-甲基-3-硝基-5-氯环己烷

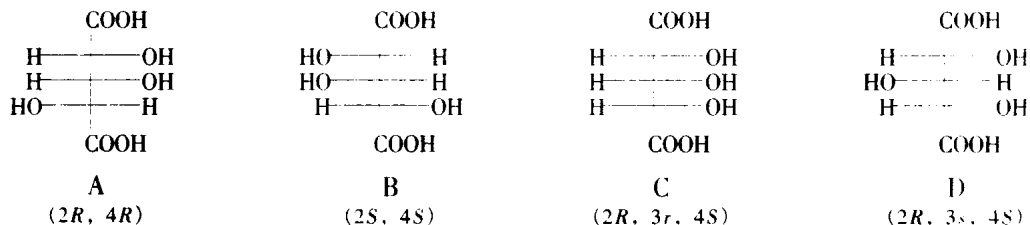


(1*S*,3*S*,5*S*)-1-甲基-3-硝基-5-氯环己烷



(1*R*,3*R*,5*R*)-1-甲基-3-硝基-5-氯环己烷

(5) 化合物 $\begin{array}{c} \text{HOOCCHCHCHCOOH} \\ | \quad | \\ \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$ 中, C-2、C-4 为手性碳原子, C-3 是否是手性碳原子, 取决于 C-2、C-4 的构型, 当 C-2、C-4 构型相同时, C-3 是非手性碳原子 (如化合物 A、B); 当 C-2、C-4 构型不同时, C-3 为手性碳原子 (如化合物 C、D), 分子中由于具有对称面而无光学活性:



化合物 C、D 中的 C-3 被称为“假手性碳原子”, 通常用小写英文字母 *r*、*s* 表示其构型, 与假手性碳原子相连的基团中, 两个构造相同、构型不同的基团, 规定 *R* 型基团优于 *S* 型基团。所以化合物 C 中 C-3 的构型标记应为 3*r*, 化合物 D 中 C-3 的构型标记应为 3*s*。因此, 化合物 (5) 应有四个构型异构体 (A、B、C、D)。

例 6 从以下数据推测化合物 A (实验式为 $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$) 可能的构造。

^1H NMR 谱:

δ	峰相对强度比	峰的裂分数目	δ	峰相对强度比	峰的裂分数目
1.2	6	单峰	2.6	2	单峰
2.2	3	单峰	4.0	1	单峰

IR 谱: 在 1700cm^{-1} 及 3400cm^{-1} 处有吸收峰。

解析 ^1H NMR 谱一般可以提供以下信息: (1) 由峰的组数可以知道化合物中含有几种类型的氢; (2) 由峰的强度比可知化合物中各类型氢的相对数目; (3) 从峰的裂分数目可知相邻碳原子上氢的数目; (4) 根据峰的化学位移值可知各类型氢所属的化学结构。IR 谱主要用来确定化合物中所含的官能团。

A 的实验式为 $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ 。由 ^1H NMR 谱反映出的信息可知, 该化合物中有四种类型的氢, 且相对数目之比为 6:3:2:1, 所以 A 的相对分子质量最小的分子式为 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2$ 。又由 IR 谱可知

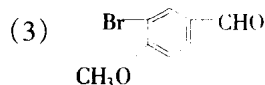
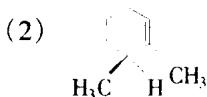
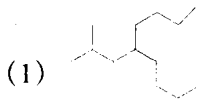
A 中存在 $-\text{OH}$ 和 $-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-$, 因此, A 可能由下列碎片组成: $\text{CH}_3-\overset{\text{CH}_3}{\underset{|}{\text{C}}}-$ (6H)、 $-\text{CH}_3$ (3H)、

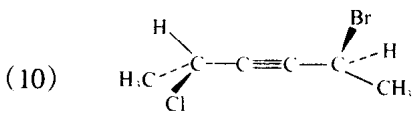
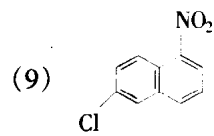
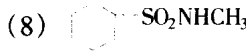
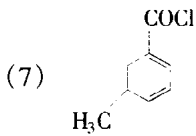
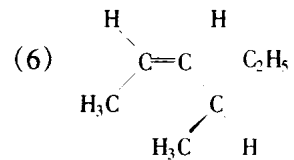
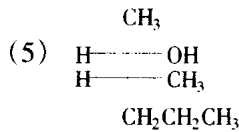
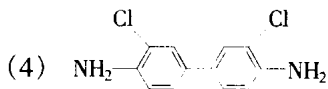
$-\text{CH}_2-$ (2H)、 $-\text{OH}$ (1H)、 $-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-$ 。 ^1H NMR 谱还反映出这四种类型的氢没有发生偶合作用 (均为单峰), 由此说明这四种类型的氢互不相邻。结合化学位移数值把这些碎片按下式组合出的

构造式可满足上述条件。即 $\begin{array}{c} \text{OH} \quad \text{O} \\ | \quad || \\ \text{CH}_3\text{CCH}_2\text{CCH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$ 为 A 的可能构造。

三、单元自测试题

1. 用系统命名法命名下列化合物。





2. 写出下列化合物的结构式。

(1) (Z,Z)-2-溴-2,4-辛二烯

(2) (2R,3R)-3-氯-2-溴戊烷

(3) (1R,3R)-3-甲基环己醇

(4) N,N-二乙基间甲苯苯甲酰胺

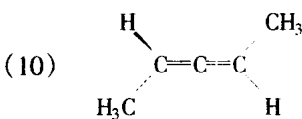
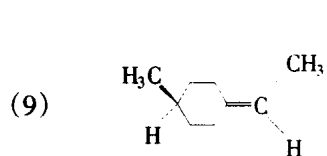
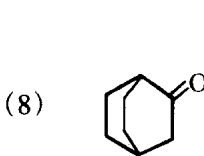
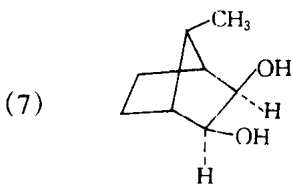
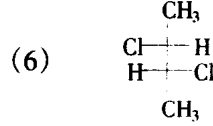
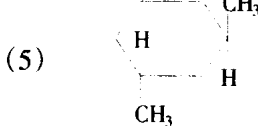
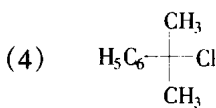
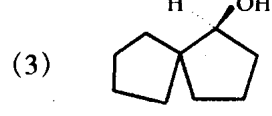
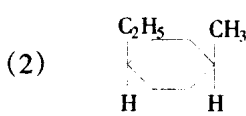
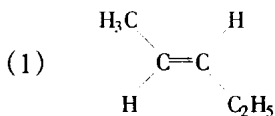
(5) 2-甲基-3,3-二氯戊酸

(6) 二环[4.3.0]-7-壬酮

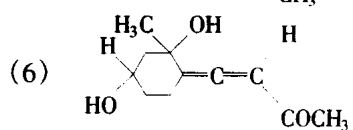
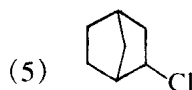
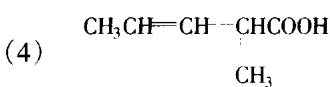
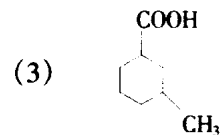
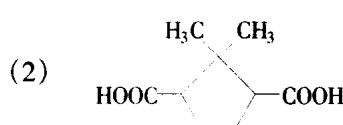
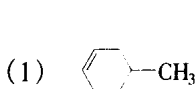
(7) 异丙基烯丙基酮

(8) 反-1-甲基-4-溴环己烷

3. 下列化合物中,哪些具有光学活性?

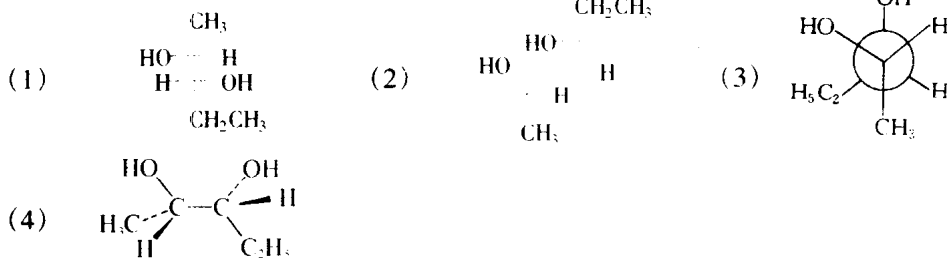


* 4. 计算下列各化合物构型异构体的数目。



5. 写出 (2*R*, 3*S*)-3-溴-2-碘戊烷的 Fischer 投影式, 并写出其优势构象的锯架式、透视式 (伞型式)、Newman 式。

6. 下列化合物中, 哪些是对映体? 哪些是非对映体? 哪些是同一化合物?

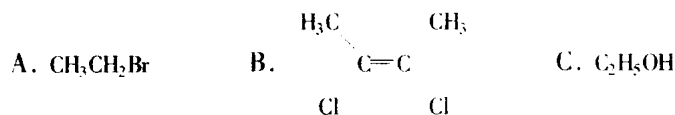


7. 按要求完成下列各题。

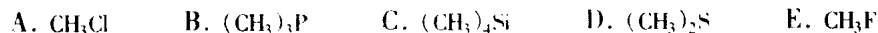
(1) 将下列化合物按酸性强弱排列成序。



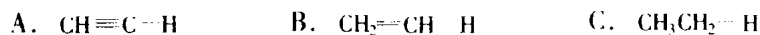
(2) 指出下列化合物偶极矩的方向



(3) 将下列各化合物按质子化学位移值 (δ) 的大小排列成序。



(4) 将下列三种 C—H 键按在 IR 谱中伸缩振动吸收波数的大小排列成序。



(5) 用 IR 谱鉴别以下化合物。



(6) 用 ^1H NMR 谱鉴别以下化合物。



8. 推导结构。

(1) 某液体化合物的相对分子质量为 60, 其 IR 谱在 3300cm^{-1} 处有强吸收; ^1H NMR 谱信号分别是 $\delta 1.1$ (二重峰, 6H), $\delta 3.9$ (七重峰, 1H), $\delta 4.8$ (单峰, 1H)。写出该化合物可能的构造式。

(2) 化合物 A、B、C 的分子式分别为 C_5H_{12} 、 C_5H_{10} 、 C_5H_8 , 它们的 ^1H NMR 谱中都只有一个单峰。试写出 A、B、C 可能的构造式。

第二单元 饱和烃、不饱和烃

一、基本内容

1. 饱和烃

(1) 链烷烃的结构与物理性质 (如熔点、沸点等) 之间的关系。

(2) 链烷烃的化学性质及卤代反应机理

(3) 环烷烃的结构。

(4) 环己烷及取代环己烷稳定的构象。

(5) 小环烷烃的化学性质。

重点是链烷烃物理性质的规律；卤代自由基型反应机理（包括伯、仲、叔氢卤代的相对活性及伯、仲、叔碳自由基的相对稳定性、反应过渡态及反应活化能与反应速率的关系）；环己烷的构象及小环烷烃开环规律。

2. 烯烃

(1) 烯烃的结构特征。

(2) 烯烃的化学性质。

重点是烯烃的亲电加成反应机理及活性规律。特别注意反应中涉及到的立体化学如与 X_2 加成，催化氢化、硼氢化、稀或冷 $KMnO_4$ 氧化等。用烃基的电子效应、碳正离子的稳定性来阐明马尔科夫尼科夫 (Markovnikov) 规则的本质。

3. 炔烃和二烯烃

(1) 炔烃的结构特征。

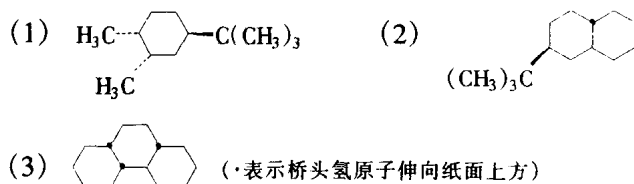
(2) 炔烃的化学性质。

(3) 共轭二烯烃的化学性质。

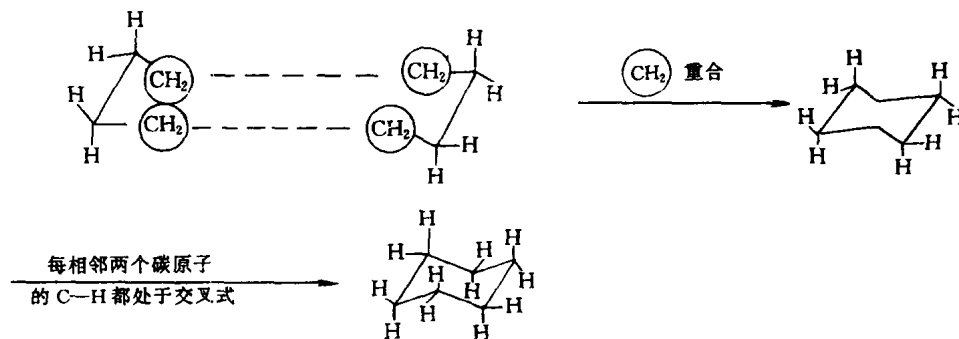
重点是掌握共轭和共振的概念，并用其说明共轭二烯烃的结构和亲电加成反应规律 (1,2-加成, 1,4-加成)；掌握双烯合成反应；根据炔烃的结构特征了解亲电、亲核加成反应。掌握不饱和烃的热力学稳定性与化学活泼性的关系及不饱和烃发生亲电加成反应、催化氢化、氧化反应的相对活性规律。

二、解题示例

例 1 写出下列化合物最稳定的构象式。

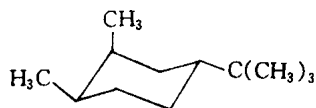


解析 上面三个化合物的基本结构单位均为环己烷，环己烷的椅式构象较稳定，因为在椅式构象中，每相邻的两个碳原子之间都相当于乙烷的交叉式构象，因此，环己烷的椅式构象可以看作是由下面两个锯架式构象组成的：

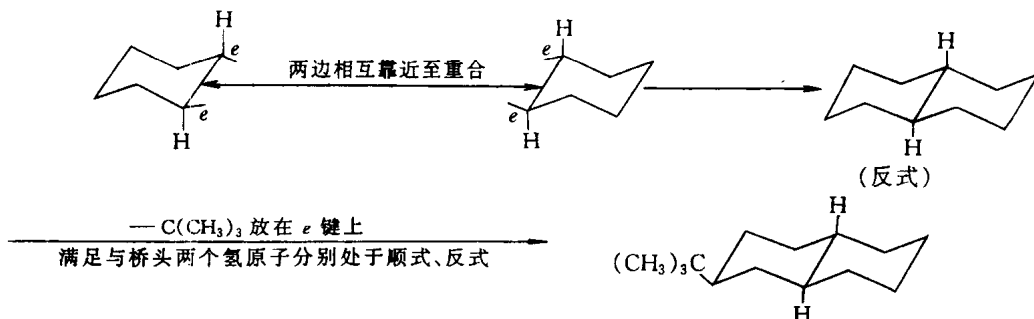


(1) 取代环己烷的优势构象是把较大基团放在 e 键上，其他基团能否放在 e 键上，取决于该基团与大基团的顺、反关系。化合物 (1) 中较大基团为叔丁基，两个甲基与叔丁基处

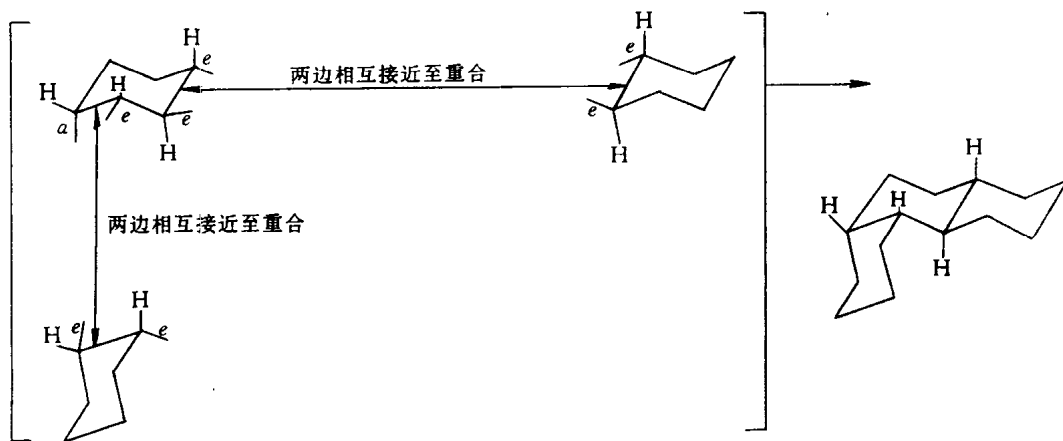
于反位，即优势构象应为：



(2) 十氢化萘的稳定构象相当于两个环己烷椅式构象稠合而成，化合物(2)是反十氢化萘，故两个环己烷以相邻两个碳原子上的两个 *e* 键稠合而成 (*ee* 稠合)：

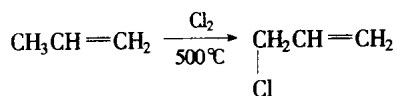


(3) 全氢化菲的构象是由三个环己烷构象稠合而成，相邻两个环己烷稠合时与十氢化萘相似。书写全氢化菲构象的关键，是先写出中间环的适当构象，再分别与两边环按 *ee* 或 *ae* 稠合。化合物(3)是中间环分别按 *ae*、*ee* 与左、右两环稠合，以满足两桥头氢的顺式、反式：

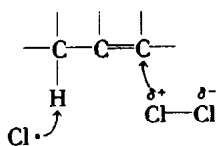


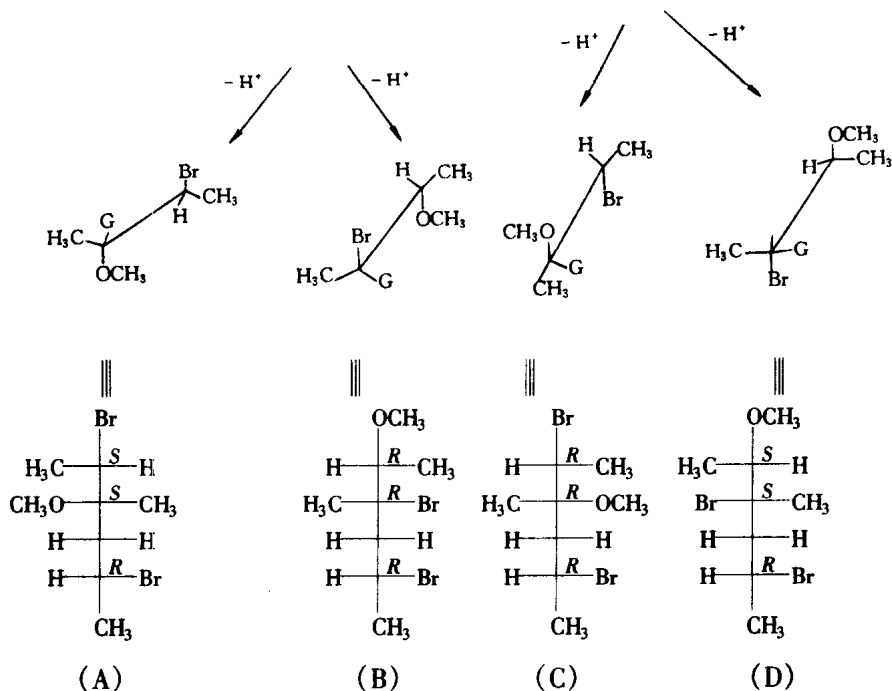
例 2 丙烯的高温氯代反应为什么主要生成3-氯丙烯，而不是双键上的加成反应或双键碳上的氢被取代的反应产物？

解析



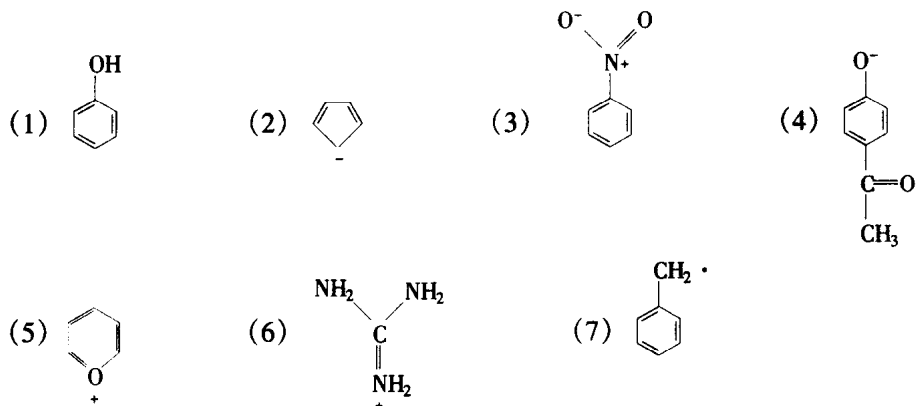
这是自由基取代反应，反应机理与烷烃的卤代反应相似；而烯烃与卤素的加成反应通常在液相中以亲电加成机理进行：





化合物(A)与(C)、(B)与(D)是非对映异构体,其他化合物之间是构造异构体。因此,上述四种化合物的混合物在精密分馏时可得四个馏分。请读者思考,在所得的生成物中存在几种分子式均为 $\text{C}_7\text{H}_{13}\text{Br}_3$ 的化合物,并预测精密分馏时得几种分子式为 $\text{C}_7\text{H}_{13}\text{Br}_3$ 的馏分?

例4 写出下列物种的主要共振结构式(极限结构式)。



解析 共振结构式的一般书写规则:(1)只允许可移动电子(π 电子、未共享电子对及未成对电子)移动,而原子核的位置不能移动;(2)所有共振结构式必须符合 Lewis 结构式;(3)所有共振结构式中,未成对电子数应相等;(4)主要共振式必须具有合理的键长和键角。

