

高等
院校
教学
参考
书

供临床、口腔、预防、护理、妇幼卫生等医学类专业使用

医用有机化学

学习指导

主编 唐玉海 刘晓冬 张浩

YI YONG YOU JI HUA XUE XUE XI ZHI DAO



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

高等院校教学参考书

医用有机化学学习指导

供临床、口腔、预防、护理、妇幼卫生等
医学类专业使用

主编 唐玉海 刘晓冬 张 浩

高等教育出版社

内容简介

本书是与魏俊杰等主编《医用有机化学》教材配套的教学参考书,内容覆盖医学各专业五年制有机化学教学大纲要求的基本概念、基本理论和基本方法,部分内容有所扩充。全书包括绪论、烷烃、对映异构、烯烃、二烯烃和炔烃、脂环烃、芳香烃、卤代烃、醇和酚、醚和环氧化物、醛 酮 醌、羧酸及其衍生物、取代羧酸、胺类、含磷和含硫有机化合物、杂环化合物、萜类和甾族化合物、脂类、糖类、氨基酸和肽、蛋白质、核酸,共 22 章。在每个教学单元后又增加了一些补充习题和阶段测试题,书末又增加了 3 套结业性试题。

本书可作为医学各专业学生学习有机化学的学习辅导书,也可供理、工、农等专业学生和从事有机化学教学的教师参考。

图书在版编目(CIP)数据

医用有机化学学习指导/唐玉海等主编. —北京:高等教育出版社,2003.7

ISBN 7-04-012163-8

I. 医… II. 唐… III. 医用化学:有机化学—高等教育:成人教育—教学参考资料 IV. R313

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 025470 号

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政购码 100011
总 机 010-82028899

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所
印 刷 北京印刷二厂

开 本 850×1168 1/16
印 张 13.75
字 数 330 000

版 次 2003 年 7 月第 1 版
印 次 2003 年 7 月第 1 次印刷
定 价 21.40 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

医用有机化学学习指导

编 委 会

主 编：唐玉海 刘晓冬 张 浩

编 委：(按姓氏笔画排列)

王丽君 巴俊杰 刘 芸

刘晓冬 武世界 陈其秀

陈 麒 柳 波 张佳冰

张振涛 张 浩 赵春起

唐玉海 秦志强 黄志军

黄 燕 魏俊杰

前 言

有机化学是一门重要的医学基础课,多年的教学经验告诉我们,医学院校的学生对有机化学课程的理解可能并不困难,但对所学知识的运用则常会遇到问题。多解习题,掌握解题技巧和解题思路无疑是掌握和巩固有机化学知识、解决这一问题的有效方法之一。对于初学者来说,这一点尤为重要,本书正是针对这种情况而编写的。

本书是配合魏俊杰等主编《医用有机化学》而编写的,可作为医学专业学生学习有机化学的参考书,也可作为生物专业学生学习有机化学参考书。书中除对魏俊杰等主编《医用有机化学》一书的问题、习题作了解答外,在每个教学单元之后增加了一部分补充习题和阶段性测试题,在最后为配合学生期末考试,编写了几套综合测试题。本书旨在作为一本指导性参考书,所收集习题的面比较广泛,部分习题有一定的难度,目的是为了使学生能通过解答习题得到一些课外补充内容,学生可根据各自情况作相应的取舍。

本书由西安交通大学唐玉海、刘芸,吉林大学魏俊杰、刘晓冬,北华大学王丽君,沈阳医学院赵春起,兰州医学院武世界、陈麒,昆明医学院黄燕、柳波,海南医学院张佳冰,内蒙古医学院陈其秀、张振涛、巴俊杰,长治医学院秦志强,九江学院医学院张浩、黄志军等编写。本书在编写过程中得到了上述院校的领导和同仁们的大力支持和协助,在此一并致谢。

虽编者及主编对本书做了大量的工作,但由于水平有限,书中难免有疏漏和不妥之处,望同行和广大读者不吝指正。

编 者
2002年12月

目 录

第 1 章 绪论	1	第 15 章 含磷和含硫有机化合物	106
第 2 章 烷烃	5	阶段性测试题(三)	110
第 3 章 对映异构	10	阶段性测试题(四)	116
第 4 章 烯烃	16	第 16 章 杂环化合物	122
第 5 章 二烯烃和炔烃	25	第 17 章 萜类和甾族化合物	127
第 6 章 脂环烃	31	第 18 章 脂类	130
第 7 章 芳香烃	38	补充习题(五)	132
第 8 章 卤代烃	44	补充习题(六)	135
补充习题(一)	48	第 19 章 糖类	140
补充习题(二)	51	第 20 章 氨基酸和肽	146
阶段性测试题(一)	55	第 21 章 蛋白质	151
阶段性测试题(二)	60	第 22 章 核酸	154
第 9 章 醇和酚	67	补充习题(七)	158
第 10 章 醚和环氧化合物	74	补充习题(八)	164
第 11 章 醛酮醌	78	阶段性测试题(五)	168
第 12 章 羧酸和羧酸衍生物	83	阶段性测试题(六)	176
第 13 章 取代羧酸	88	综合测试题(一)	186
补充习题(三)	93	综合测试题(二)	194
补充习题(四)	96	综合测试题(三)	201
第 14 章 胺	101		

第 1 章 绪 论

问题解答

问题 1-1 标出 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{CH}$ 分子中各碳原子的杂化状态。

$\text{sp}^2 \quad \text{sp}^2 \quad \text{sp}^3 \quad \text{sp} \quad \text{sp}$

解: $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{CH}$

问题 1-2 写出 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 和 CH_3Cl 分子中各原子间是如何成键的?

解: $\text{CH}_2=\text{CH}_2$: 4 条 $\text{C}_{\text{sp}^2}-\text{H}_{1s}\sigma$ 键, 1 条 $\text{C}_{\text{sp}^2}-\text{C}_{\text{sp}^2}\sigma$ 键, 1 条 $\text{C}_{2p}-\text{C}_{2p}\pi$ 键。

CH_3Cl : 3 条 $\text{C}_{\text{sp}^3}-\text{H}_{1s}\sigma$ 键, 1 条 $\text{C}_{\text{sp}^3}-\text{Cl}_{3p}\sigma$ 键。


问题 1-3 $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$ 有哪几种立体化学状态? 形成的原因是什么?

解: 有构型和构象两种立体状态。构型异构是由于 $\text{C}=\text{C}$ 引起; 而构象异构是由于 $\text{C}-\text{C}$ 键转动引起。

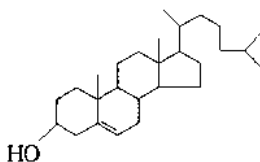
问题 1-4 分子式为 C_4H_8 的化合物, 可能有哪些异构现象?

解: 有构造异构、构型异构和构象异构。

问题 1-5 写出与 C_3H_4 相对应的所有可能结构式。

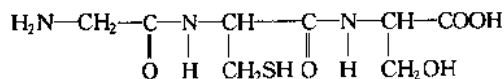
解: $\text{CH}_2=\text{C}=\text{CH}_2$; $\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$; 

问题 1-6 写出胆固醇的分子式。



解: $\text{C}_{27}\text{H}_{46}\text{O}$

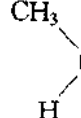
问题 1-7 指出化合物中的官能团和特征结构。



解: 官能团有 $-\text{NH}_2$ 、 $-\text{SH}$ 、 $-\text{OH}$ 和 $-\text{COOH}$; 特征结构是 $\begin{array}{c} -\text{C}-\text{N}- \\ || \quad | \\ \text{O} \quad \text{H} \end{array}$

问题 1-8 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 与 Br^+ 在一定条件下发生反应时, Br^+ 是什么试剂?

解: Br^+ 是 Lewis 酸, 属亲电试剂。

问题 1-9  与 CN^- 在一定条件下发生反应时, CN^- 是什么试剂?

解: CN^- 是 Lewis 碱, 属亲核试剂。

习题解答

1. 什么是有机化合物?

解: 有机化合物是含碳化合物。

2. 分子结构的基本含义应该包括哪些内容?

解: 包括分子的构造、构型和构象。

3. 何谓同分异构现象? 同分异构分为哪两类? 试分别举例说明之。

解: 所谓同分异构现象, 即“分子组成相同, 结构不同”的现象, 简称同分异构或异构现象。这些物质间彼此互称同分异构体, 简称异构体。同分异构分为两大类: 其一是由于组成分子的原于或基团的连接次序不同而引起的异构现象, 谓之构造异构, 如分子式为 C_5H_{12} 的烷烃, 就有正戊烷 ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$)、异戊烷 ($\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$) 和新戊烷 ($(\text{CH}_3)_4\text{C}$) 3 种构造异构体; 其二是分子的构造相同, 而组成分子的原子或基团的空间排列状态不同引起的异构现象, 谓之立体异构。立体异构又分构型异构和构象异构, 如 1,2-二溴乙烯 ($\text{BrHC}=\text{CHBr}$) 就有两种空间排列状态, 即顺-1,2-二溴乙烯和反-1,2-二溴乙烯, 这为构型异构中的顺反异构, 它没有构象异构。还有一种常见的构型异构即对映异构(详见第 3 章)。而正丁烷 ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$) 由于 $\text{C}-\text{C}\sigma$ 键的自由转动就有比较复杂的构象异构。对生物大分子来说, 其生物活性与分子的构象状态紧密相连, 失去应有的构象状态就将失去生物活性。

4. 书写有机物分子结构式所遵循的基本原则是什么?

解: 所遵循的基本原则是: 除氢原子外, 不管原子间以哪种方式连结, 都必须满足 Lewis 八隅体规则, 即 8 电子结构。

5. 有机化合物的两种分类方法是什么?

解: 其一是按基本骨架特征分类; 其二是按官能团(或特征结构)不同分类。

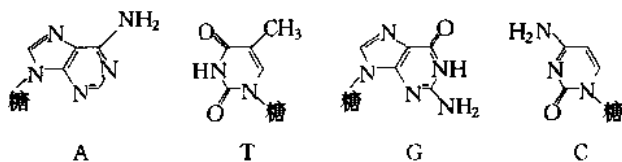
6. 共价键有几种断裂方式? 分别说明其特点。

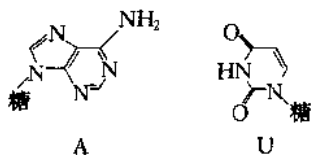
解: 共价键有均裂和异裂两种断裂方式。均裂的特点是产生自由基; 异裂的特点是产生阳离子和阴离子。

7. 何谓 Lewis 酸和 Lewis 碱? 其特点是什么?

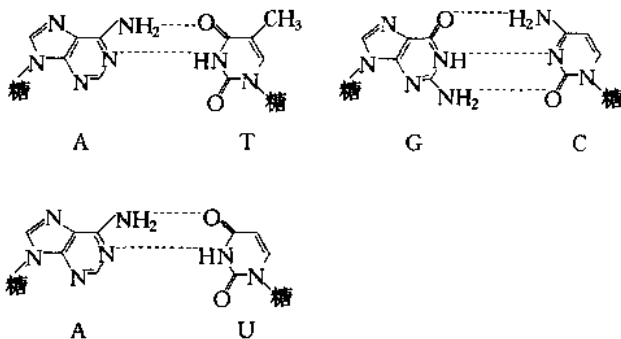
解: Lewis 酸是电子对的接受体; Lewis 碱是电子对的给予体。Lewis 酸是缺电子的离子或分子, 如 H^+ 、 Br^+ 和 AlCl_3 等, 它们总是寻求有多余电子的反应中心, Lewis 酸获得一对电子达到稳定的电子结构, 形成新的共价键。Lewis 碱是富有电子的离子或分子, 如 OH^- 、 CN^- 、 ROH 和 NH_3 等, 它们总是寻找缺少电子的反应中心, Lewis 碱提供一对电子达到稳定的电子结构, 形成新的共价键。

8. 核酸分子中的几个常见碱基腺嘌呤(A)、鸟嘌呤(G)、胸腺嘧啶(T)、胞嘧啶(C)和尿嘧啶(U), 试指出下列碱基对(A与T, G与C, A与U)间能形成几条氢键?





解: A 与 T 间 2 条氢键; G 与 C 间 3 条氢键; A 与 U 间 2 条氢键。



9. 已知氨分子中 $\angle\text{HNH} = 107^\circ$, 试指出氮原子的杂化状态。

解: 氮原子为 sp^3 不等性杂化。

10. 甲醛(HCHO)分子中 $\angle\text{HCO} = 121.7^\circ$, $\angle\text{HCH} = 116.5^\circ$, 回答下列各问题:

- (1) 指出碳原子的杂化状态;
- (2) 指出羰基的碳氧双键的共价键类型。

解: (1) 甲醛分子中的碳原子是 sp^2 杂化。

(2) 羰基的碳氧双键, 一条为 $C_{sp^2}-O_{sp^2}$ 形成的 σ 键, 另一条为 $C_{2p}-O_{2p}$ 形成的 π 键。

11. 分别写出与分子式 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ 和 $\text{C}_2\text{H}_7\text{N}$ 相对应的所有结构式, 并指出这些结构式代表的物质是属于哪一类有机化合物?

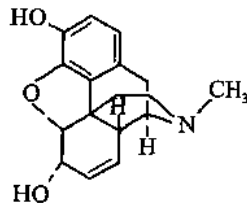
解: 与 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ 相对应的可能结构式有 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ (醇类化合物) 和 $\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_3$ (醚类化合物)。与 $\text{C}_2\text{H}_7\text{N}$ 相对应的可能结构式有 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$ 和 $(\text{CH}_3)_2\text{NH}$, 两者均为胺类化合物, 不过前者官能团为氨基 ($-\text{NH}_2$), 后者官能团为亚氨基 (>NH)。

12. 吗啡的结构式如右式所示。

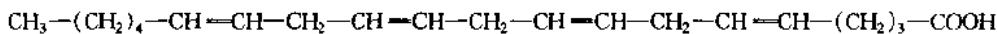
- (1) 指出所含官能团的名称。
- (2) 指出结构中环状结构部分在分类上的不同。

解: (1) 醇羟基和酚羟基。

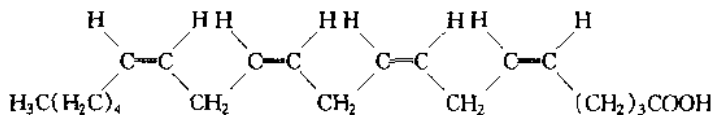
(2) 有碳环 (苯环和脂环) 和杂环 (含氧杂环和含氮杂环)。



13. 写出花生四烯酸的全顺式结构式。

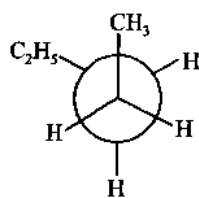
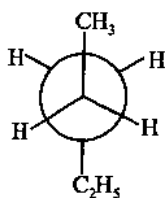


解:



14. 下面的构象式是用 Newman 投影式表示的正戊烷沿 C_2-C_3 键旋转而产生的一种构象。如果优势构象的旋转角度定为 0° , 请画出 120° 时的 Newman 投影式。

解:



15. $\begin{array}{c} \text{Cl} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ | \\ \text{Cl} \end{array}$ 与 $\begin{array}{c} \text{Cl} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{Cl} \\ | \\ \text{H} \end{array}$ 是同一种物质, 还是互为同分异构体?

解: 是同一种物质。题中所示结构式是球棍模型(或 Kekulé 模型)的平面投影式。欲证明两者是否为同一物质, 必须首先记住一个规定, 即与饱和碳原子相连的两条横键是指向纸平面的前方, 两条竖键是指向纸平面的后方。只要严格遵循这个规定, 就不难证明不同的平面投影式是为同一种物质, 而不是互为异构体。

(魏俊杰)

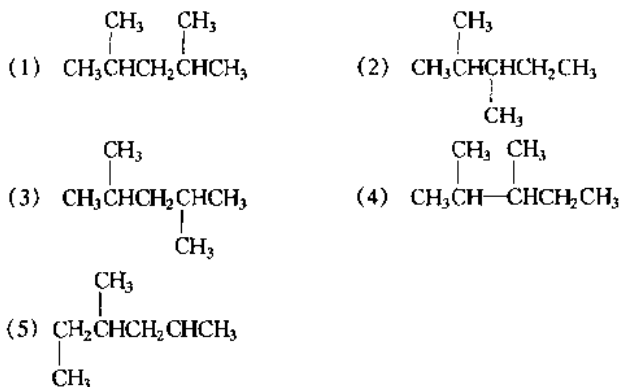
第 2 章 烷 烃

问题解答

问题 2-1 我们已经知道,在同系列中,各同系物之间相差一个或几个 CH_2 ,那么相差一个或几个 CH_2 的分子之间是否一定互为同系物?

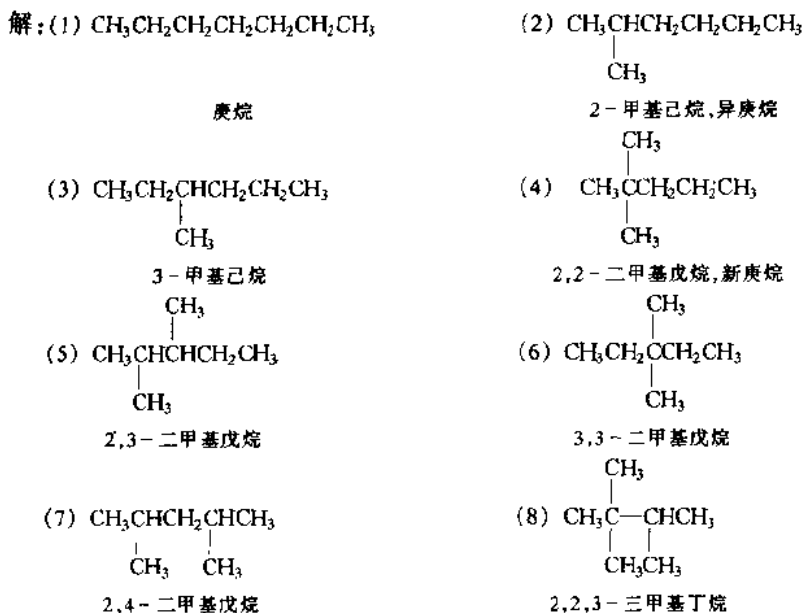
解:不一定。

问题 2-2 在下列结构式中,有多少个不同的同分异构体?



解:三种同分异构体。

问题 2-3 写出庚烷的各种构造异构体,并用系统命名法命名;若能用普通命名法命名的构造式,试用普通命名法给它们命名。



问题 2-4 下列各组化合物中,哪一种具有较高的沸点?

(1) 庚烷和 3,3-二甲基戊烷

(2) 2,3-二甲基己烷和 2,2,3,3-四甲基丁烷

解:(1) 庚烷 (2) 2,3-二甲基己烷

问题 2-5 回答下列问题

(1) 常温下,将等物质的量的氯气和甲烷气体在黑暗中混合,能否发生化学反应?

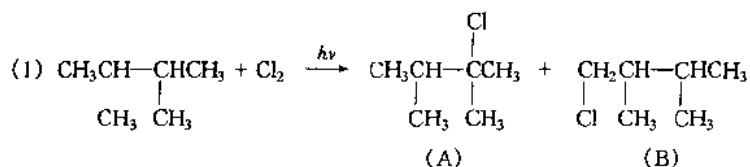
(2) 若将上面题目中的混合气体经短时间紫外光照射,迅速放入黑暗中,化学反应能否持续进行?

(3) 以上实验说明什么问题?

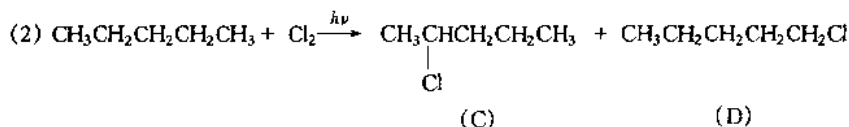
解:(1)不能。(2)能。(3)自由基链锁反应,产生自由基后,不再需要紫外线也能反应。

问题 2-6 已知在室温条件下,氯原子夺取不同氢原子的相对速率为 $3^\circ:2^\circ:1^\circ = 5.0:3.8:1.0$ 。试预测下列各化合物在室温下进行氯代反应时所得的各种异构产物的比例:(1)2,3-二甲基丁烷;(2)正戊烷;(3)异戊烷;(4)2,2,3-三甲基丁烷;(5)2,2,4-三甲基戊烷。

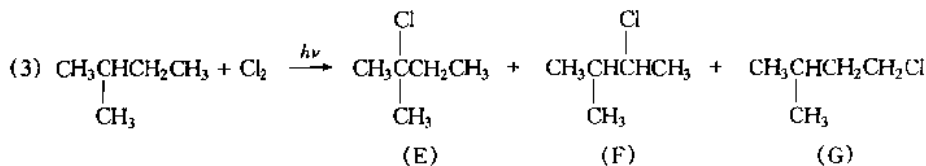
解:



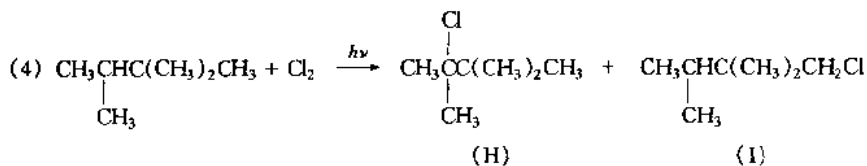
(A):(B)≈1:1



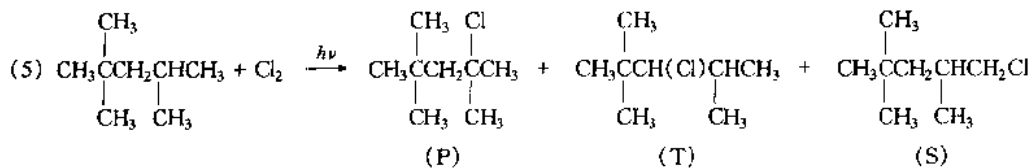
(C):(D)≈4:1



(E):(F):(G)≈5:3.8:9



(H):(I)≈1:3



(P):(T):(S)≈1:1.5:3

问题 2-7 在 127 °C 进行溴代反应时,预测问题 2-6 中各化合物所得异构产物的比例。

解: 由于溴代比氯代活化能高, 因而溴代的反应速率比氯代慢得多, 溴代的选择性比氯代高得多。

$$(1) (A'):(B') \approx 30:1$$

$$(2) (C'):(D') \approx 25:1$$

$$(3) (E'):(F'):(G') \approx 30:10:1$$

$$(4) (H'):(I') \approx 30:1$$

$$(5) (P'):(T'):(S') \approx 30:5:1$$

习题解答

1. 指出化合物 $(\text{CH}_3\text{CH}_2)_3\text{CH}$ 中包含几个伯、仲、叔和季碳原子?



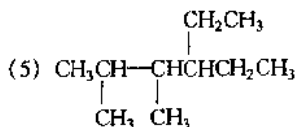
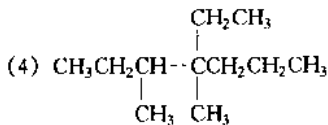
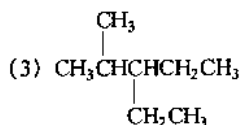
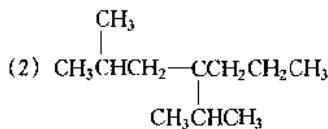
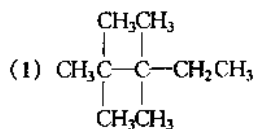
解: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHCH}_2\text{CH}_3$ 有 3 个伯碳原子, 3 个仲碳原子, 1 个叔碳原子。

2. 试写出下列各化合物的结构式

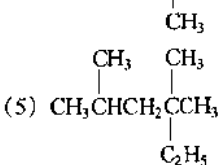
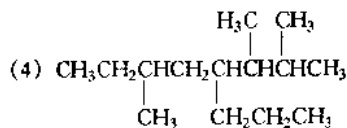
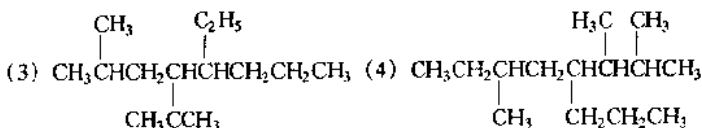
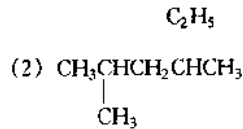
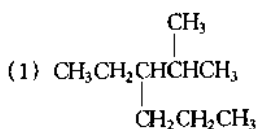
(1) 2,2,3,3-四甲基戊烷; (2) 2-甲基-4-异丙基庚烷; (3) 2-甲基-3-乙基戊烷;

(4) 3,4-二甲基-4-乙基庚烷; (5) 2,3-二甲基-4-乙基己烷。

解:



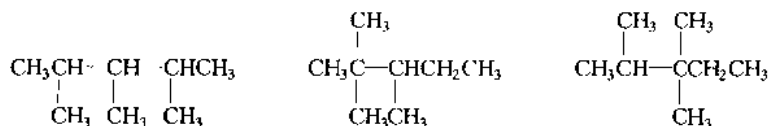
3. 用系统命名法命名下列化合物



- 解:(1) 2-甲基-3-乙基己烷 (2) 2,4-二甲基己烷
 (3) 2-甲基-5-乙基-4-叔丁基辛烷 (4) 2,3,6-三甲基-4-丙基辛烷
 (5) 2,4,4-三甲基己烷

4. 写出相对分子质量为 114, 含有三个甲基侧链烷烃所有可能的结构式。

解: 相对分子质量为 114 的烷烃分子式为 C_8H_{18} , 含有 3 个甲基, 主链为戊烷。

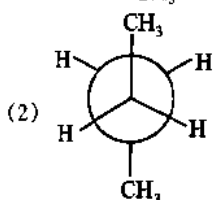
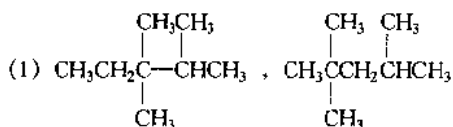


5. 写出符合下列要求的各化合物的结构式:

(1) 只含有 1 个仲碳原子、1 个叔碳原子和 1 个季碳原子的烷烃。

(2) 丁烷分子最稳定的构象式(Newman 投影式)。

解:



6. 不查表, 试将下列化合物的沸点从高到低的次序进行排列:

(1) 3,3-二甲基戊烷; (2) 2-甲基庚烷; (3) 2-甲基己烷; (4) 正庚烷; (5) 正戊烷。

解: (2) > (4) > (3) > (1) > (5)

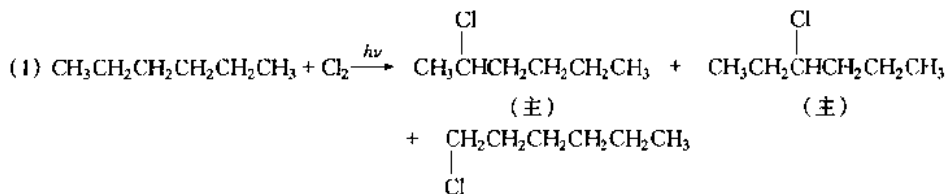
7. 在异丁烷分子中, 哪个氢原子最容易进行卤代反应? 是否最容易卤代的产物一定最多? 为什么?

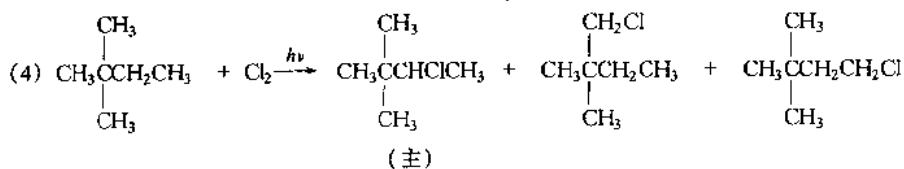
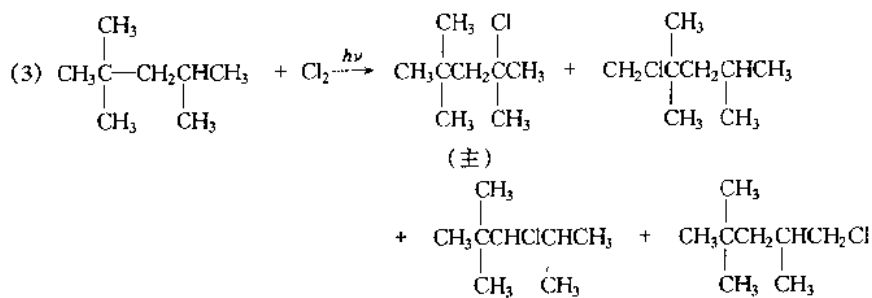
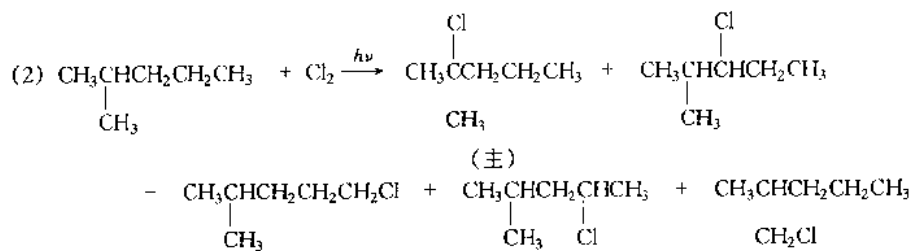
解: 叔氢最容易被卤代; 并不一定是最容易卤代的产物最多, 卤代产物既要考虑不同类型氢的活性, 又要考虑不同类型氢的比例。

8. 试写出在室温下将下列化合物进行一氯代反应时可能得到的全部产物的结构, 并指出主产物。

(1) 正己烷; (2) 异己烷; (3) 2,2,4-三甲基戊烷; (4) 2,2-二甲基丁烷。

解:



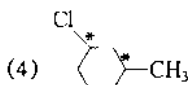
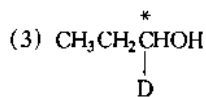
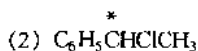
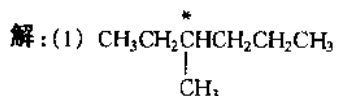
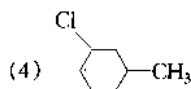
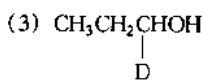
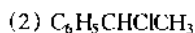
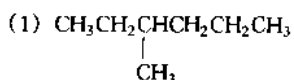


(张浩 唐玉海)

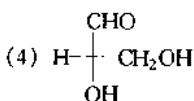
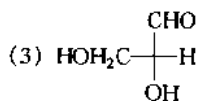
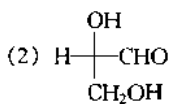
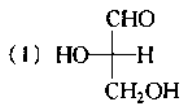
第 3 章 对映异构

问题解答

问题 3-1 将下列化合物中的手性碳原子用“*”号标出

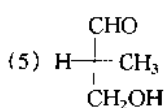
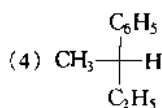
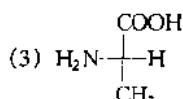
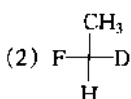
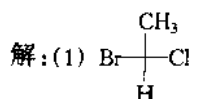
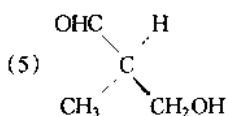
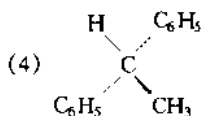
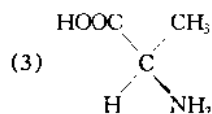
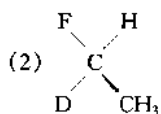
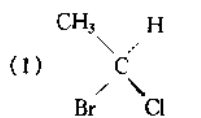


问题 3-2 下列构型中哪些是同一异构体? 哪些是对映异构体?

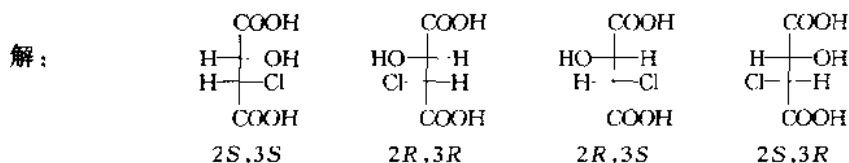


解: (1)、(2)、(4) 为同一异构体, (1)、(2)、(4) 与 (3) 分别为对映异构体。

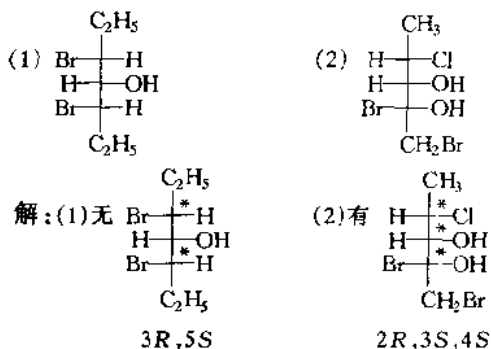
问题 3-3 写出下列化合物的 Fischer 投影式, 并标明其手性碳原子的构型



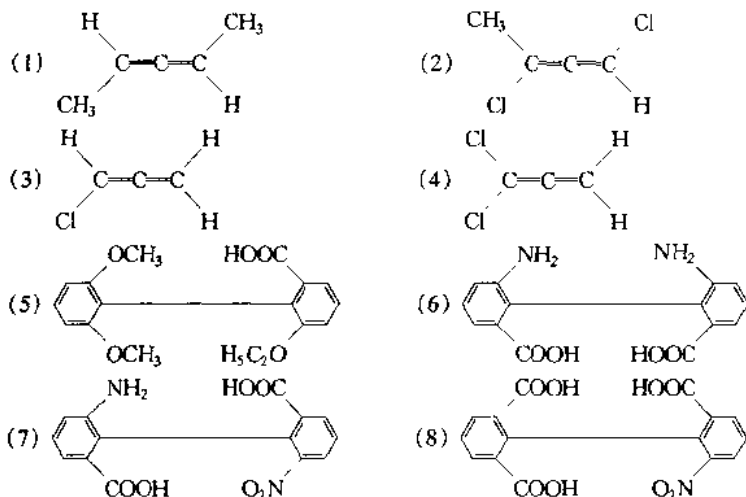
问题 3-4 写出氯代苹果酸(2-羟基-3-氯丁二酸)所有的对映异构体的 Fischer 投影式,并标明手性碳原子的绝对构型。



问题 3-5 下列化合物是否有旋光性? 请标明手性碳原子的构型。



问题 3-6 判断下列化合物分子是否有手性



解:(1) 手性;(2) 手性;(3) 非手性;(4) 非手性;(5) 手性;(6) 手性;(7) 手性;(8) 非手性

习题解答

1. 解释下列概念:

- | | | |
|-------------|-----------|----------|
| (1) 手性碳原子 | (2) 手性分子 | (3) 对映体 |
| (4) 非对映体 | (5) 内消旋体 | (6) 外消旋体 |
| (7) 旋光性 | (8) 旋光性物质 | (9) 比旋光度 |
| (10) 假手性碳原子 | | |

解:(1) 与四个不相同的原子或基团相连的碳原子称为手性碳原子。

(2) 不能与其镜像重合的分子叫做手性分子。

(3) 具有相同的分子构造,在空间的排列互为实物与镜像关系的两个异构体称为对映异构