



普通高等教育“十一五”国家级规划教材配套参考书

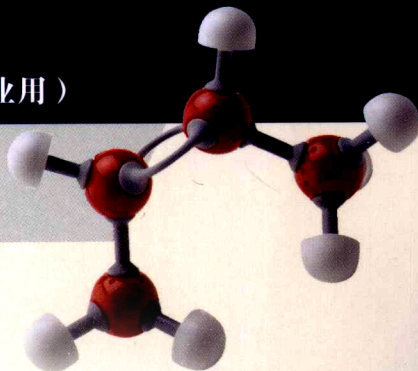
# Organic Chemistry

# 有机化学 习题解析

(第二版)

(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》编写组 编  
徐春祥 主编



高等教育出版社  
Higher Education Press

普通高等教育“十一五”国家级规划教材配套参考书

# 有机化学习题解析

**Youji Huaxue Xiti Jiexi**

(第二版)

(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》编写组 编

徐春祥 主编



高等教育出版社·北京  
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

## 内容提要

本书是为了配合徐春祥教授主编的普通高等教育“十一五”国家级规划教材《有机化学(第二版)》的学习而编写的教学参考书。

本书按《有机化学(第二版)》的顺序编排,每章由本章习题解析、补充习题与解答和单元测试题三部分组成。本书将《有机化学(第二版)》一书中的所有习题都进行了详细解答,此外还选编了一部分补充习题。为了方便教师考试出题和学生复习考试,本书还精心编写了十六套单元测试题,全部测试题都给出了参考答案。

本书可供高等医药院校医学类专业本科学生学习有机化学时使用,也可供从事有机化学教学的教师参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

有机化学习题解析/徐春祥主编;高等医学院校《有机化学》编写组编. —2版. —北京:高等教育出版社,2010.3

供基础、预防、临床、口腔等医学类专业用

ISBN 978-7-04-028878-0

I. ①有… II. ①徐… ②高… III. 有机化学—高等学校—解题 IV. ①062-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 016357 号

策划编辑 郭新华 责任编辑 赵 熙 封面设计 赵 阳 责任绘图 黄建英  
版式设计 范晓红 责任校对 殷 然 责任印制 陈伟光

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  
邮政编码 100120

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司  
印 刷 涿州市京南印刷厂

开 本 787×960 1/16  
印 张 23.25  
字 数 430 000

购书热线 010-58581118  
咨询电话 400-810-0598  
网 址 <http://www.hep.edu.cn>  
<http://www.hep.com.cn>  
网上订购 <http://www.landaco.com>  
<http://www.landaco.com.cn>  
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2004 年 12 月第 1 版  
2010 年 3 月第 2 版  
印 次 2010 年 11 月第 2 次印刷  
定 价 31.00 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 28878-00

## 第二版前言

《有机化学习题解析(第二版)》是普通高等教育“十一五”国家级规划教材《有机化学(第二版)》(徐春祥主编)的配套教学参考书。

《有机化学习题解析(第二版)》是在第一版基础上修订编写而成,在本书出版之际,谨向参加本书第一版编写的各位教授和副教授致以衷心的感谢,他们的辛勤工作作为本书的编写打下了良好的基础。

《有机化学习题解析(第二版)》将有机化学(第二版)教材中的所有习题都进行了解答;为了加强学生对基础知识的理解,还选编了一部分补充习题,并全部给出详细的解答;为了方便学生复习和考试,本书还精心编写了十六套单元测试题,全部测试题均给出了参考答案。

本书采用中华人民共和国国家标准 GB 3100~3102—93《量和单位》所规定的符号和单位;化学名词采用全国自然科学名词审定委员会公布的《化学名词》(科学出版社,1991年)所推荐的名称;有机化合物的命名执行中国化学会1980年颁布的《化学命名原则》(科学出版社,1983年)的规定。

《有机化学习题解析(第二版)》由哈尔滨医科大学徐春祥教授主编。参加本书编写的有哈尔滨医科大学徐春祥教授(第一章),宁夏医学院闫乾顺副教授(第二章),武汉大学路平副教授(第三章),晋中学院蔡雪梅副教授(第四章),哈尔滨医科大学孙学斌教授(第五章),牡丹江医学院石秀梅教授(第六章),山西医科大学卫建琮副教授(第七章),福建医科大学李柱来教授(第八章),北华大学陈彪教授(第九章),青海大学严海英副教授(第十章),内蒙古医学院罗素琴教授(第十一章),齐齐哈尔医学院刘亚琴教授(第十二章),佳木斯大学王旭教授(第十三章),天津医科大学姜炜副教授(第十四章),首都医科大学叶玲副教授(第十五章),南昌大学戴延凤副教授(第十六章),包头医学院程向晖副教授(第十七章),中山大学黄爱东教授(第十八章),哈尔滨医科大学董陆陆教授(第十九章)。

高等教育出版社高等理工出版中心化学化工资源环境分社郭新华编辑对本书的编写和出版给予了帮助和指导,责任编辑赵熙同志对本书进行了认真细致地编辑加工,提出了许多宝贵的修改意见,对提高本书的编写质量起了很大的作用,在此一并表示感谢。

由于编者水平所限,本书虽然经过多次认真修改,但仍难免有错误和不当之

处,恳切希望专家和同行及使用本书的教师和同学们提出宝贵的意见,以便重印或再版时加以改正。

编者

2009年10月

# 第一版前言

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	本章习题解答 .....	215
本章习题解答 .....	1	补充习题与解答 .....	221
补充习题与解答 .....	3	单元测试题 .....	225
第二章 烷烃和环烷烃 .....	7	第十一章 含氮有机化合物 .....	237
本章习题解答 .....	7	本章习题解答 .....	237
补充习题与解答 .....	11	补充习题与解答 .....	244
单元测试题 .....	18	单元测试题 .....	250
第三章 烯烃、炔烃和二烯烃 .....	24	第十二章 含硫和含磷有机化合物 .....	264
本章习题解答 .....	24	本章习题解答 .....	264
补充习题与解答 .....	28	补充习题与解答 .....	267
单元测试题 .....	34	第十三章 杂环化合物 .....	270
第四章 芳香烃 .....	43	本章习题解答 .....	270
本章习题解答 .....	43	补充习题与解答 .....	274
补充习题与解答 .....	51	单元测试题 .....	279
单元测试题 .....	60	第十四章 糖类 .....	291
第五章 对映异构 .....	73	本章习题解答 .....	291
本章习题解答 .....	73	补充习题与解答 .....	295
补充习题与解答 .....	78	单元测试题 .....	303
单元测试题 .....	83	第十五章 类脂 .....	319
第六章 卤代烃 .....	97	本章习题解答 .....	319
本章习题解答 .....	97	补充习题与解答 .....	322
补充习题与解答 .....	103	单元测试题 .....	325
单元测试题 .....	112	第十六章 萜类和甾族化合物 .....	327
第七章 醇、酚和醚 .....	129	本章习题解答 .....	327
本章习题解答 .....	129	补充习题与解答 .....	329
补充习题与解答 .....	135	单元测试题 .....	333
单元测试题 .....	141	第十七章 氨基酸、肽和蛋白质 .....	337
第八章 醛、酮和醌 .....	156	本章习题解答 .....	337
本章习题解答 .....	156	补充习题与解答 .....	341
补充习题与解答 .....	163	单元测试题 .....	346
单元测试题 .....	171	第十八章 核酸 .....	355
第九章 羧酸和取代羧酸 .....	188	本章习题解答 .....	355
本章习题解答 .....	188	单元测试题 .....	355
补充习题与解答 .....	195	第十九章 波谱学基础 .....	359
单元测试题 .....	200	本章习题解答 .....	359
第十章 羧酸衍生物 .....	215		



# 第一章 绪 论

## 本章习题解答

1. 什么是有机化合物?

解: 有机化合物是含碳元素的化合物, 是碳氢化合物及其衍生物。

2. 简述有机化合物的一般特点。

解: 有机化合物的一般特点如下:

- (1) 热稳定性较差, 容易燃烧;
- (2) 熔点和沸点较低;
- (3) 难溶于水, 较易溶于有机溶剂;
- (4) 发生化学反应时, 反应速率较慢, 且副反应多。

3. 有机化合物分子中的碳原子主要形成共价键, 这与碳原子的电子层结构有无关系?

解: 碳元素是第二周期ⅣA族元素, 基态碳原子的价层电子构型为  $2s^2 2p^2$ , 价层有四个电子, 得到或失去四个电子才能达到稳定电子层结构。由于碳元素的非金属性和金属性均较弱, 很难得到或失去电子, 只能以共用电子的方式达到稳定的电子层结构, 因此在有机化合物分子中碳原子主要形成共价键。

4. 什么叫构造式? 构造式的表示方法有哪几种?

解: 表示分子中原子之间连接次序的化学式称为构造式。有机化合物构造式的表示方法有路易斯构造式、短线构造式、结构简式和键线构造式。

5. 什么叫诱导效应、共轭效应和超共轭效应?

解: 在有机化合物分子中, 某些原子或基团对共用电子对的影响沿着共价键传递, 引起分子中共用电子对按一定方向偏移的电子效应, 称为诱导效应。

在共轭体系中, 由于原子之间的相互影响而使  $\pi$  电子或 p 电子的分布发生变化的电子效应称为共轭效应。

在有机化合物分子中, C—H  $\sigma$  键与  $\pi$  键或 p 轨道在一定方向上也能发生部分重叠, 使 C—H  $\sigma$  键电子向  $\pi$  键或 p 轨道偏移而产生的电子离域效应称为超共轭效应。

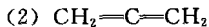
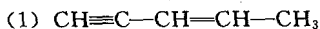
6. 在有机化学反应中, 共价键的断裂方式有哪几种?

解: 在有机化学反应中, 共价键的断裂方式有均裂和异裂两种方式。共价键断裂时, 形成共价键的两个原子各得到一个电子, 这种共价键的断裂方式称为均裂。共价键断裂时, 形成共价键的两个电子分配到其中一个成键原子上, 这种共价键的断裂方式称为异裂。

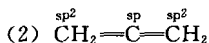
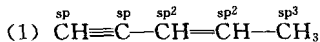
7. 有机化学反应可以分为哪几种基本类型?

解: 有机化学反应可分为自由基反应、离子型反应和协同反应。有机化学反应按共价键均裂方式进行时称为自由基反应。有机化学反应按共价键异裂方式进行时称为离子型反应。反应物分子中共价键的断裂和产物分子中共价键的生成同时进行的有机化学反应, 称为协同反应。

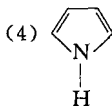
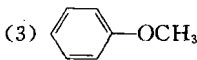
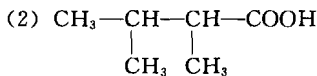
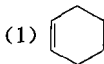
8. 指出下列有机化合物分子中各碳原子的杂化方式:



解: 碳原子的杂化方式标示如下:



9. 按碳架和官能团分类, 下列有机化合物分别属于哪一类?



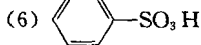
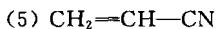
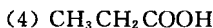
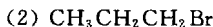
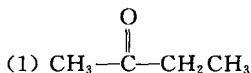
解: (1) 按碳架分类, 属于碳环化合物中的脂环族化合物; 按官能团分类, 属于烯烃。

(2) 按碳架分类, 属于开链化合物; 按官能团分类, 属于羧酸。

(3) 按碳架分类, 属于碳环化合物中的芳香族化合物; 按官能团分类, 属于醚类。

(4) 属于杂环化合物。

10. 指出下列化合物中的官能团:



解: (1) 官能团为  $\text{C}=\text{O}$  (羰基)。

(2) 官能团为  $-\text{Br}$  (溴原子)。

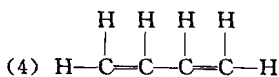
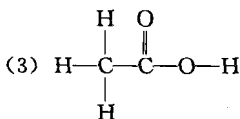
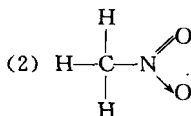
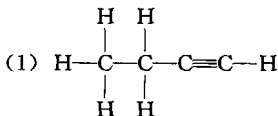
(3) 官能团为  $-\text{NH}_2$  (氨基)。

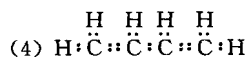
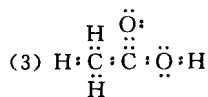
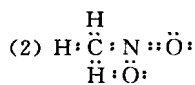
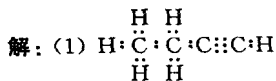
(4) 官能团为  $-\text{COOH}$  (羧基)。

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

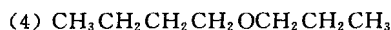
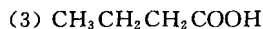
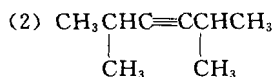
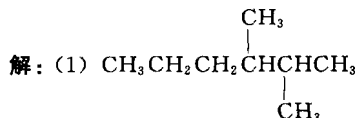
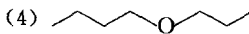
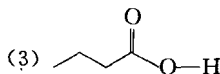
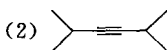
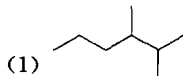
(6) 官能团为  $-\text{SO}_3\text{H}$  (磺酸基)。

11. 将下列化合物的短线构造式改写为路易斯构造式:





12. 将下列有机化合物的键线构造式改写为结构简式:



## 补充习题与解答

1. 乙烷、乙烯和乙炔分子中的 C—H 键的键长是否相等? 为什么?

解: 乙烷、乙烯和乙炔分子中的 C—H 键的键长不相等。乙烷分子中的 C—H 键由碳原子的  $sp^3$  杂化轨道与氢原子的  $1s$  轨道重叠形成的, 乙烯分子中的 C—H 键是由碳原子的  $sp^2$  杂化轨道与氢原子的  $1s$  轨道重叠形成的, 而乙炔分子中的 C—H 键是由碳原子的  $sp$  杂化轨道与氢原子的  $1s$  轨道重叠形成的。碳原子的杂化轨道中所含  $s$  轨道成分越多, 杂化轨道距碳原子核的距离越近, 原子核对成键电子对的吸引力就越大, 相应的 C—H 键的键长就越短。由于在乙烷、乙烯和乙炔分子中, 碳原子杂化轨道中所含  $s$  轨道成分分别为  $1/4$ 、 $1/3$  和  $1/2$ , 因此 C—H 键的键长由长到短的顺序为



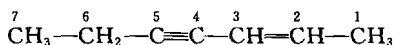
2. 乙烷、乙烯和乙炔分子中的碳碳键的键长是否相等? 为什么?

解: 乙烷、乙烯和乙炔分子中的碳碳键的键长不相等。乙烷分子中的碳碳键是碳碳单键 ( $C_{sp^3}-C_{sp^3}$   $\sigma$  键), 乙烯分子中的碳碳键是碳碳双键 ( $C_{sp^2}-C_{sp^2}$   $\sigma$  键和  $C_p-C_p$   $\pi$  键), 而乙炔

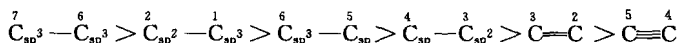
分子中的碳碳键是碳碳三键( $C_{sp}-C_{sp}$   $\sigma$ 键和两个  $C_p-C_p$   $\pi$ 键)。两个碳原子之间形成的共价键越多,原子核对成键电子对的吸引力就越大,两个碳原子核之间的距离就越近,碳碳键的键长就越短;而且形成  $\sigma$ 键的杂化轨道中  $s$ 轨道成分增大,也使碳碳键的键长缩短。由于两个原子间形成共价键数目的不同及杂化轨道中  $s$ 轨道成分不同,因此它们分子中碳碳键的键长不相等。碳碳键的键长由长到短的顺序为



3. 将下列分子中的碳碳键按键长由大到小的顺序排列,并简述理由。



解:碳碳键的键长取决于两个碳原子之间形成共价键的数目和杂化轨道中所含  $s$ 轨道成分两个因素。两个碳原子之间形成共价键的数目越多,碳碳键的键长就越短;而当两个碳原子之间形成共价键的数目相同时,成键杂化轨道中  $s$ 轨道成分越大,碳碳键的键长也越短。因此,碳碳键的键长由长到短的顺序为



4. 指出下列分子中用短线标示的原子的杂化方式

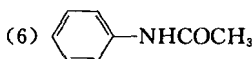
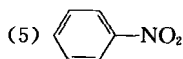


解: (1)  $sp^2$  杂化 (2)  $sp^3$  杂化

(3)  $sp^2$  杂化 (4)  $sp$  杂化

(5)  $sp^3$  杂化 (6)  $sp^3$  杂化

5. 指出下列化合物中所含官能团的名称:



解: (1) 碳碳三键

(2) 醛基

(3) 羟基

(4) 醚键

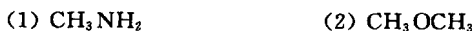
(5) 硝基

(6) 酰胺键

6. 根据元素的电负性,用  $\delta^+$  和  $\delta^-$  标出下列共价键中带部分正电荷和部分负电荷的原子。

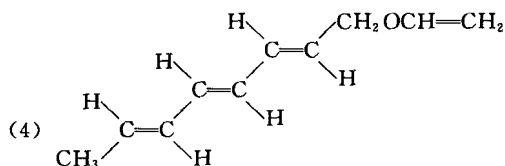
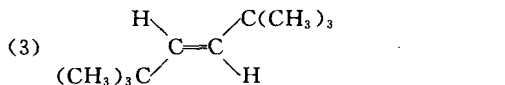
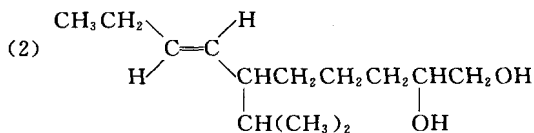
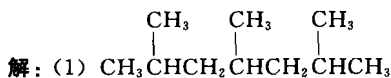
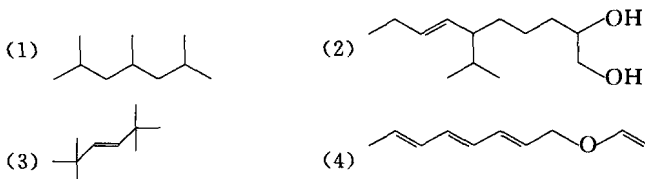


7. 写出下列化合物的路易斯构造式:

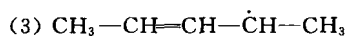
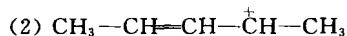
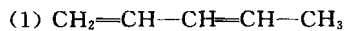




8. 将下列化合物由键线式改为结构简式:



9. 下列分子、离子和自由基中存在哪些类型的共轭体系?

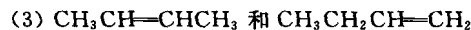
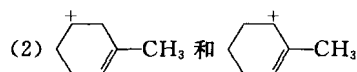
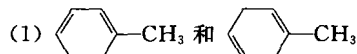





解: (1) 存在  $\pi-\pi$  共轭体系和  $\sigma-\pi$  超共轭体系。



(2) 存在  $p-\pi$  共轭体系、 $\sigma-\pi$  超共轭体系和  $\sigma-p$  超共轭体系。

(3) 存在  $p-\pi$  共轭体系、 $\sigma-\pi$  超共轭体系和  $\sigma-p$  超共轭体系。

10. 下列各组化合物或碳正离子中哪一种比较稳定? 简述理由。



解：(1) -CH<sub>3</sub> 比较稳定。-CH<sub>3</sub> 分子中存在  $\pi$ - $\pi$  共轭效应和  $\sigma$ - $\pi$  超共轭效应，而 -CH<sub>3</sub> 分子中只存在  $\sigma$ - $\pi$  超共轭效应。

(2) -CH<sub>3</sub> 比较稳定。碳正离子 -CH<sub>3</sub> 中存在  $p$ - $\pi$  共轭效应、 $\sigma$ - $\pi$  超共轭效应和  $\sigma$ - $p$  超共轭效应，而碳正离子 -CH<sub>3</sub> 中只存在  $\sigma$ - $\pi$  超共轭效应和  $\sigma$ - $p$  超共轭效应。

(3) CH<sub>3</sub>CH=CHCH<sub>3</sub> 比较稳定。CH<sub>3</sub>CH=CHCH<sub>3</sub> 分子中有 6 个 C-H 键可形成  $\sigma$ - $\pi$  超共轭体系；而 CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH=CH<sub>2</sub> 分子中只有 2 个 C-H 键可形成  $\sigma$ - $\pi$  超共轭体系。

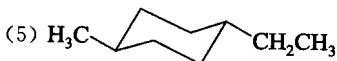
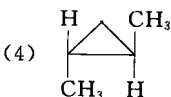
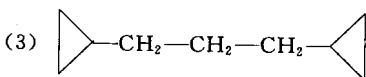
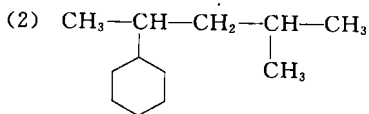
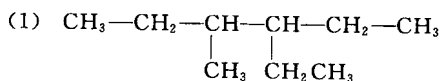
11. 什么叫自由基？自由基反应一般分为几个阶段？

解：带有单电子的原子或原子团称为自由基。自由基反应一般可分为链引发、链增长和链终止三个阶段。

## 第二章 烷烃和环烷烃

### 本章习题解答

1. 用系统命名法命名下列化合物:



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-1,2-二甲基环丙烷

(5) 1-甲基-4-乙基环己烷

2. 写出下列化合物的构造式:

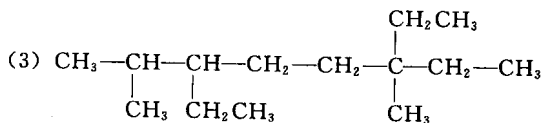
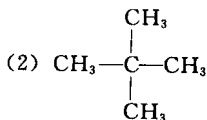
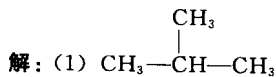
(1) 异丁烷

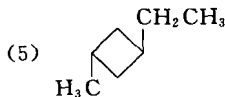
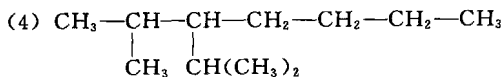
(2) 新戊烷

(3) 2,6-二甲基-3,6-二乙基辛烷

(4) 2-甲基-3-异丙基庚烷

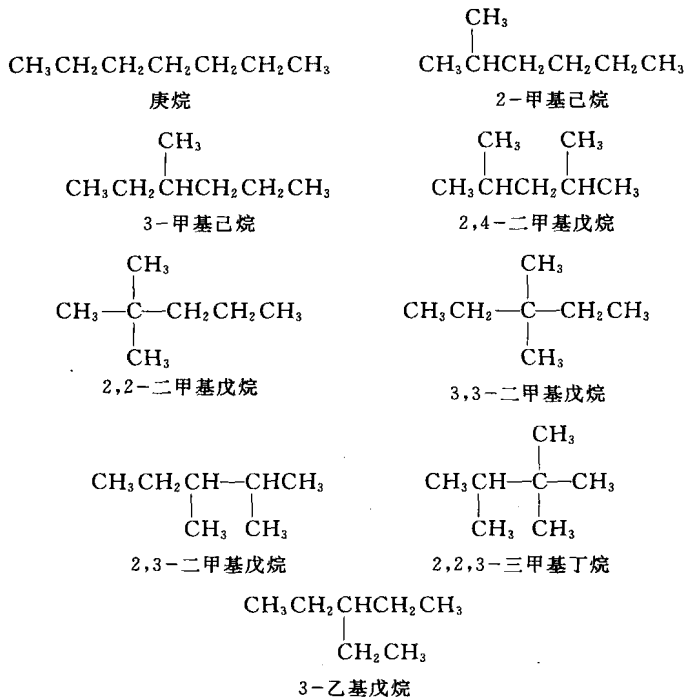
(5) 反-1-甲基-3-乙基环丁烷





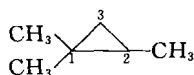
3. 写出分子式为  $\text{C}_7\text{H}_{16}$  的烷烃的同分异构体的构造简式,并用系统命名法命名。

解: 共有九种构造异构体,它们的构造式和系统命名分别为



4. 标出 1,1,2-三甲基环丙烷分子中的碳原子类型(伯、仲、叔、季碳原子)和氢原子类型(伯、仲、叔氢原子)。

解: 1,1,2-三甲基环丙烷的构造简式为



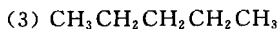
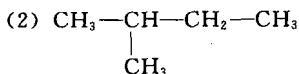
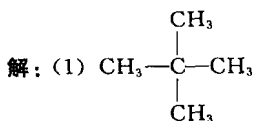
其中,1 位碳原子为季碳原子,2 位碳原子为叔碳原子,3 位碳原子为仲碳原子,3 个甲基中的碳原子为伯碳原子;与 2 位碳原子连接的氢原子为叔氢原子,与 3 位碳原子连接的 2 个氢原子为仲氢原子,3 个甲基中的 9 个氢原子为伯氢原子。

5. 写出分子式为  $\text{C}_5\text{H}_{12}$ ,符合下列条件的烷烃的结构简式:

- (1) 分子中只有伯氢原子;
- (2) 分子中含有一个叔氢原子;

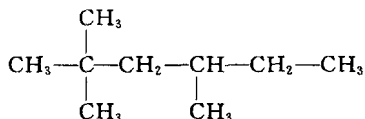


(3) 分子中含有伯氢原子和仲氢原子。

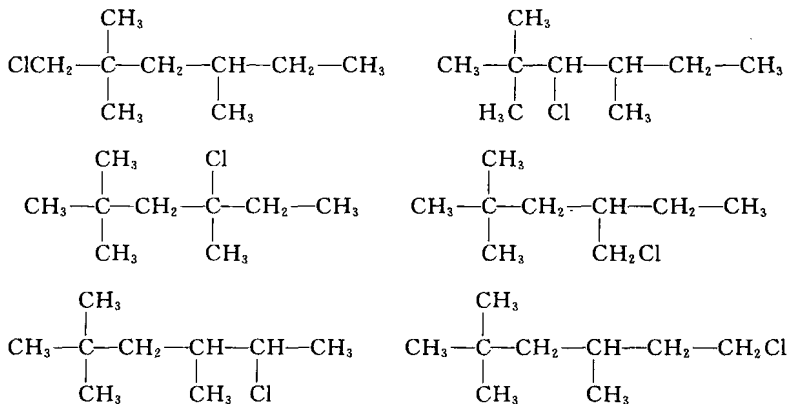


6. 写出 2,2,4-三甲基己烷在光照下氯代反应得到一氯代烷的可能构造简式。

解: 2,2,4-三甲基己烷的构造式为



2,2,4-三甲基己烷的一氯代产物有 6 种, 它们的构造式分别为

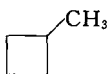


7. 写出分子式为  $\text{C}_5\text{H}_{10}$  的环烷烃异构体的构造式, 并用系统命名法命名。

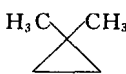
解: 分子式为  $\text{C}_5\text{H}_{10}$  的环烷烃的构造异构体有 5 种, 它们的构造式和名称分别为



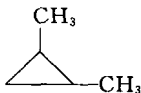
环戊烷



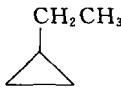
甲基环丁烷



1,1-二甲基环丙烷



1,2-二甲基环丙烷



乙基环丙烷

8. 写出下列化合物的优势构象:

(1) 反-1-甲基-3-异丙基环己烷

(2) 顺-1-甲基-4-异丙基环己烷