

# 有机化学

## 习题及考研指导

有机化学精品课程组 编写

武汉大学 复旦大学 厦门大学 中国科学院 中国科学技术大学  
兰州大学 清华大学 北京航空航天大学 浙江大学  
北京大学 南京大学 北京师范大学 南开大学  
中山大学

**学习要求** —— 了解学习重点

**知识点归纳** —— 掌握章节重点、难点、知识结构

**典型例题解析** —— 把握解题思路

**习题练习** —— 分层次、按类型、以大量考研真题练手



化学工业出版社

# 有机化学

## 习题及**考****研****指****导**

有机化学精品课课程组 编写



化学工业出版社

· 北京 ·

### 图书在版编目 (CIP) 数据

有机化学习题及考研指导/有机化学精品课课程组编写.  
北京: 化学工业出版社, 2012. 4  
ISBN 978-7-122-13530-8

I. 有… II. 有… III. 有机化学-研究生-入学考试-自学  
参考资料 IV. 062

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 026027 号

---

责任编辑: 刘 畅

装帧设计: 关 飞

责任校对: 宋 玮

---

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张 14 字数 369 千字 2012 年 5 月北京第 1 版第 1 次印刷

---

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

---

定 价: 29.00 元

版权所有 违者必究

# 前 言

有机化学是高等学校化学化工、环境科学、材料科学、生命科学和医学等相关本科专业的一门重要基础课。为了学好有机化学，除了课堂教学外，还要抓住两个环节：一是做好有机化学实验，二是做好习题。做好习题不但可以有效地理解、巩固课堂所学的基本知识、基础理论，还能提高分析问题和解决问题的能力。编者在长期的教学实践中，积累了大量的解答习题的经验，也了解学生在解题中经常遇到的问题和困惑，因此，编者希望通过本教材的编写，使相关专业的本科生通过解题学会触类旁通、灵活运用、全面复习巩固有机化学的基本知识。全书共十九章，每章的内容结构分为四个部分：

一、目的要求——依据工科院校的教学大纲，对每章的知识提出要求，便于学生掌握各章的重点。

二、本章内容小结——概括和总结了本章的基本概念、基本理论和基本反应，并针对本章的重点、难点进行较为详细的解释，便于学生理解和掌握有机反应的规律和特点。

三、例题分析——挑选部分习题作为例题。这些例题突出教学的基本要求和重点内容，具有一定的难度。通过解题思路和解题技巧，启发学生思维、提高学生解题能力，起到复习、巩固和拓宽知识的作用。

四、习题——习题分三类：A类是基本题，旨在帮助学生理解所学的基本知识；B类是提高型，在了解基本知识的基础上有一个提高，为考研做准备；C类是往届考研真题，对于研究生入学考试具有一定的指导意义。

书中习题类型与难度根据学生在学习规律而设计，便于学生在不同阶段的复习。同时，大量的考研真题，涵盖了中科院、复旦大学、吉林大学、南京大学、南开大学、武汉大学、天津大学、中山大学、浙江大学、浙江理工大学、南京理工大学、华东理工大学、南京航空航天大学、江苏工业学院、东华大学等多所高校，通过这些可以了解研究生入学考试的知识点考查范围与考查重点，为学生的研究生入学考试奠定基础。

参加习题编写的老师有吴建一（第9，19章）、陈江敏（第11章）、宗乾收（第13，18章）、缪程平（第6，14章）、余箐（第1，2章）、杨义文（第7，8章）、姜秀娟（第12章）、张洋（第15章）、宋熙熙（第3，10章）、徐松（第4，16章）、朱伟（第5，17章）。全书由吴建一教授和宗乾收博士修改定稿，该书的编写与出版得到南京大学博士生导师王遵尧教授的大力支持。

本书的编写，得到了浙江省精品课程项目的资助。由于编者水平及时间所限，错误在所难免，欢迎专家及广大读者批评指正。

编 者  
2012年2月

# 目 录

第一章	有机化合物的结构和性质	1
第二章	烷烃	6
第三章	烯烃	15
第四章	炔烃 二烯烃 红外光谱	28
第五章	脂环烃	39
第六章	单环芳烃	49
第七章	稠环芳香烃	66
第八章	立体化学	75
第九章	卤代烃	87
第十章	醇和醚	103
第十一章	酚和醌	121
第十二章	醛和酮、核磁共振谱	132
第十三章	羧酸及其衍生物	149
第十四章	$\beta$ -二羰基化合物	166
第十五章	硝基化合物和胺	177
第十六章	重氮化合物和偶氮化合物	187
第十七章	杂环化合物	195
第十八章	碳水化合物	204
第十九章	氨基酸、蛋白质、核酸	213
	习题答案	220

## 有机化合物的结构和性质

### 一、目的要求

1. 熟悉有机化合物与有机化学的定义、有机化合物的类型及特点。
2. 掌握有机化合物的结构特点，熟悉共价键的性质及其意义。
3. 熟悉有机化学中的酸碱概念。

### 二、本章内容小结

#### 1. 有机化合物和有机化学

有机化合物是指碳氢化合物及其衍生物。有机化学是研究有机化合物的来源、制备、结构、性能、应用以及有关理论和方法的科学，是化学学科的一个分支，它的研究对象是有机化合物。

#### 2. 有机化合物的特征

可燃性、熔点低、难溶于水，易溶于有机溶剂、反应速度慢、反应产物复杂，常有副反应发生，产率低、普遍存在异构现象。

#### 3. 共价键

(1) 定义：两个或多个原子共同使用它们的外层电子，在理想情况下达到电子饱和的状态，由此组成比较稳定的化学结构叫做共价键。

(2) 性质：可用键长、键角、键能和键的极性等物理量来衡量。

#### (3) 断裂方式和有机反应的类型

a. 均裂：成键的一对电子平均分给两个成键原子或基团，这种断裂方式生成自由基活性中间体，进行自由基型反应。

b. 异裂：成键的一对电子完全为成键原子中的一个原子或基团所占有，形成正负离子，这种断裂方式生成带正电或负电的离子活性中间体，进行离子型反应。

#### 4. 有机化学中的酸碱概念

(1) 布伦斯特酸碱定义：凡能给出质子的叫做酸，凡是能与质子结合的叫做碱。

(2) 路易斯酸碱定义：凡是能接受外来电子对的叫做酸，凡是能给予电子对的叫做碱。

#### 5. 有机化合物的分类

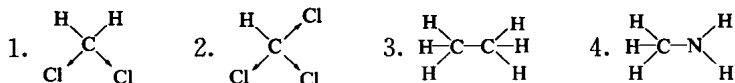
有机化合物可以按碳链分类和官能团分类。

### 三、例题解析

**【例题 1】** 写出下列化合物的共价键（用短线表示），并用箭头表示它们的方向。

- (1) 二氯甲烷      (2) 氯仿      (3) 乙烷      (4) 甲胺

解：两个电负性不同的原子生成的共价键，价电子倾向于电负性大的原子一端。



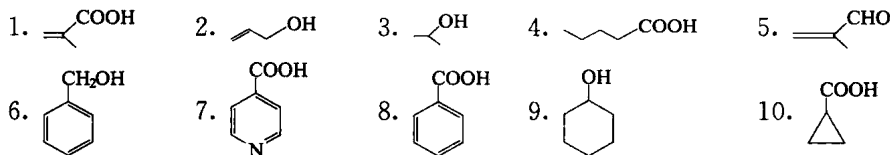
**【例题 2】** 正丁醇 ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ ) 的沸点 ( $117.3^\circ\text{C}$ ) 比它的异构体乙醚 ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$ ) 的沸点 ( $34.5^\circ\text{C}$ ) 高得多，但两者在水中的溶解度却均为  $8\text{g}/100\text{g}$  水。试解释之。

解：正丁醇由于含有羟基，分子间能形成氢键，所以沸点较高。而乙醚分子间不能形成氢键，所以沸点低。但在水中，由于两者都含有氧原子，故都与水分子形成氢键，二者烃基的总碳数相等，对氢键的影响相近，所以在水中的溶解度相近。

**【例题 3】** 一种醇经过元素定量分析，得知  $\text{C}=70.4\%$ ， $\text{H}=13.9\%$ ，试计算并写出其实验式。

解：由题意得  $\text{O}=100\%-70.4\%-13.9\%=15.7\%$ ； $\text{C}$ 、 $\text{H}$ 、 $\text{O}$  分别除以相对原子质量，则得： $\text{C}=5.86$ ， $\text{H}=13.79$ ， $\text{O}=0.98$ 。所以该分子的原子比为： $\text{C}/\text{H}/\text{O}=6/14/1$ ，实验式为  $\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}$ 。

**【例题 4】** 根据官能团区分下列化合物，哪些属于同一类化合物？称为什么化合物？如按碳架区分，哪些同属一族？属于什么族？



解：按官能团分类，1、4、7、8 和 10 为同一类化合物，称为羧酸；2、3、6 和 9 为同一类化合物，称为醇；5 为一类化合物，称为醛；

按碳架区分，6 和 8 属于芳香族；1、2、3、4 和 5 属于脂肪族；9 和 10 属于脂环族；7 属于杂环族。

## 习题 A

一、写出下列官能团的结构式。

1. 羟基 2. 氨基 3. 氰基 4. 醛基 5. 酮基 6. 羧基

二、以下化合物是否有极性？如果，有试用箭头标明偶极矩方向。

1.  $\text{HBr}$  2.  $\text{CCl}_4$  3.  $\text{CH}_3\text{OH}$  4.  $\text{CH}_3\text{OCH}_3$   
5.  $\text{CH}_3\text{CHCl}_2$  6.  $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$

三、写出下列化合物可能的路易斯结构。

1.  $\text{CH}_3\text{NH}_2$  2.  $\text{CH}_3\text{COOH}$  3.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  4.  $\text{CH}_3\text{OCH}_3$   
5.  $\text{CH}_3\text{CN}$  6.  $\text{HCHO}$

四、预测下列各对物质的酸性相对强弱。

1.  $\text{H}_3\text{O}^+$  和  $\text{NH}_4^+$  2.  $\text{H}_3\text{O}^+$  和  $\text{H}_2\text{O}$  3.  $\text{NH}_4^+$  和  $\text{NH}_3$   
4.  $\text{H}_2\text{S}$  和  $\text{HS}^-$  5.  $\text{H}_2\text{O}$  和  $\text{OH}^-$

五、把下列各组物质按碱性强弱排列成序。

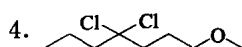
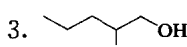
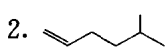
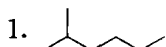
1.  $\text{F}^-$ ， $\text{OH}^-$ ， $\text{NH}_2^-$ ， $\text{CH}_3^-$  2.  $\text{HF}$ ， $\text{H}_2\text{O}$ ， $\text{NH}_3$  3.  $\text{F}^-$ ， $\text{Cl}^-$ ， $\text{Br}^-$ ， $\text{I}^-$

六、比较下列化学键的极性大小。

1.  $|\text{CH}_3\text{CH}_2-\text{NH}_2|$  2.  $|\text{CH}_3\text{CH}_2-\text{OH}|$  3.  $|\text{F}-\text{CF}_3|$



七、将下列化合物由箭线式改写成结构式。



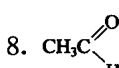
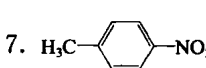
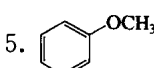
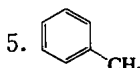
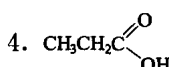
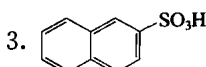
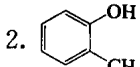
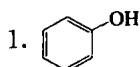
八、推断结构。

1. 一种含氮化合物经元素定量分析，得知 C: 71.6%，H: 6.7%，N: 4.9%，试计算并写出其实验式。

2. 某化合物的元素的质量分数为 C: 46.38%，H: 5.90%，N: 27.01%，相对分子质量  $158 \pm 5$ ，写出它的分子式。

### 习题 B

一、根据下列化合物中所含官能团，指出它们属于哪类化合物。

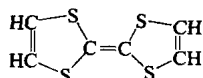


二、问答题。

1. 如果碳原子具有金字塔结构，即碳原子位于金字塔的尖端，四个价的方向与金字塔的棱边相同， $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  可能有几种异构体？

2. N—F 键的极性比 N—H 的极性大，但  $\text{NF}_3$  的偶极矩却比  $\text{NH}_3$  小，请说明原因。

3. 用于制造隐形飞机的某种物质具有吸收微波的功能，其主要成分的结构如下图所示，



它属于哪类化合物？

4. 指出下列化合物中哪些是酸，哪些是碱。

- (1)  $\text{CH}_3\text{OH}$                       (2)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$                       (3)  $\text{BF}_3$                       (4)  $\text{AlCl}_3$                       (5)  $\text{ZnCl}_2$   
 (6)  $(\text{CH}_3)_3\text{C}^+$                       (7)  $\text{HC}\equiv\text{C}^-$                       (8)  $\text{NH}_3$                       (9)  $\text{H}^+$                       (10)  $\text{H}_2\text{O}$

5. 指出下列化合物中每个碳的杂化状态：

- (1)  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$                       (2)  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHC}\equiv\text{CH}$

6. 预测下列化合物在水中的溶解度大小，并说明理由。

- (1)  $\text{CH}_3\text{CH}_3$                       (2)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$                       (3)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$

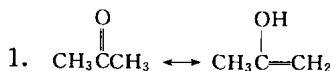
7. 乙烷的沸点为  $-88.5^\circ\text{C}$ ，乙醇的沸点是  $78.3^\circ\text{C}$ ，乙二醇的沸点高达  $197^\circ\text{C}$ ，请解释原因。

三、写出下列碱的共轭酸。

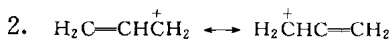
1.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$                       2.  $\text{C}_2\text{H}_5\text{O}^-$                       3.  $(\text{CH}_3\text{CH}_2)_2\text{NH}$                       4.  $\text{CH}_3\text{COO}^-$   
 5.  $\text{H}_2\text{O}$

### 习题 C

一、下列共振式中哪些是错误的？







二、名词解释并举例说明:

(华东理工大学, 2002、2004)

1. Lewis 酸和 Bronsted 酸
2. 构象异构
3. 为何有机化合物数量庞大?
4. 为何有机化合物的熔点一般不高?
5. 分子的极性和溶剂的极性

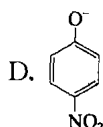
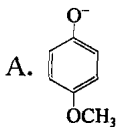
三、写出下列化合物的共轭酸

(浙江工业大学, 2010)

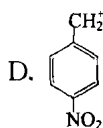
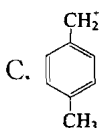
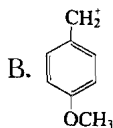
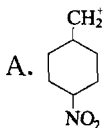
1.  $\text{H}_2\text{O}$
2.  $\text{Cl}^-$
3.  $\text{CH}_3\text{NH}_2$
4.  $\text{HNO}_3$

四、按要求对下列各题进行排序

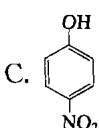
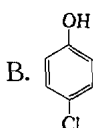
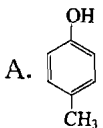
1. 比较下列离去基团离去能力的大小 ( ) (华中科技大学, 2004)  
 A.  $\text{OH}^-$                       B.  $\text{Br}^-$                       C.  $\text{Cl}^-$                       D.  $\text{NH}_2^-$
2. 将下列化合物按沸点高低排序 ( ) (武汉理工大学, 2004)  
 A. 乙烷                      B. 乙二醇                      C. 乙醚                      D. 乙醇                      E. 氯乙烷
3. 按碱性增强的排序排列以下各化合物 ( ) (武汉大学, 2002)  
 A.  $\text{CH}_3\text{CH}=\overset{-}{\text{C}}\text{H}$                       B.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\overset{-}{\text{C}}\text{H}_3$                       C.  $\text{CH}_3\overset{-}{\text{C}}\equiv\text{C}$
4. 比较下列亲核试剂亲核能力的大小 ( ) (南京大学, 2002)



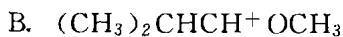
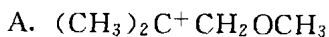
5. 比较下列碳正离子的稳定性 ( ) (北京理工大学, 2001)



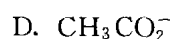
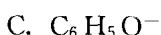
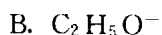
6. 比较下列化合物熔点的高低 ( ) (南京大学, 2001)



7. 比较下列碳正离子的稳定性 ( ) (华东理工大学, 2000)



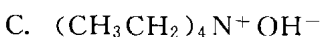
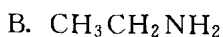
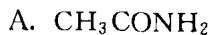
8. 比较下列基团亲核性强弱 ( ) (华东理工大学, 2000)



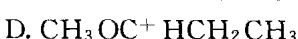
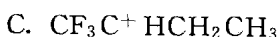
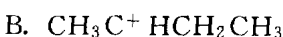
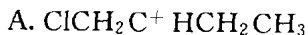
9. 将下列亲核试剂按亲核性强弱顺序排列 ( ) (华东理工大学, 2001)



10. 下列化合物中碱性最强的是 ( ) (华东理工大学, 2008)

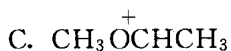
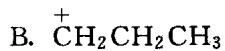


11. 下列碳正离子的最不稳定的是 ( ) (华东理工大学, 2008)



12. 碳正离子的稳定性最好 ( )

(华东理工大学, 2010)



### 五、选择题

1. 首先提出碳四价概念的是 ( )

(中科院, 2003)

A. Berzelias. J    B. Kekule. F. A    C. Fischer. E    D. Butlerov. A. M

2. 乙醇和甲醚互为 ( ) 异构体

(中科院, 2003)

A. 碳架异构体    B. 互变异构体    C. 官能团异构体    D. 价键异构体

3. 下列各物质中, 亲核性最强的是 ( ) 最弱的是 ( )

(云南大学, 2004)

A.  $\text{RS}^-$     B.  $\text{HS}^-$     C.  $\text{RO}^-$     D.  $\text{RCOO}^-$

4. 下列各物质中, 沸点最高的是 ( ), 最低的是 ( )

(云南大学, 2004)

A. 丁醛    B. 丁酮    C. 丁酸    D. 丁烷

5. 下列化合物碳正离子比较稳定的是 ( )

(武汉大学, 2000)



6. 相同分子量的正丙胺和三甲胺的沸点相差接近  $46^\circ\text{C}$ , 前者比后者沸点高的原因是 ( )

(上海大学, 2004)

A. 正丙胺存在分子间氢键    B. 正丙胺的极性大  
C. 三甲胺的结构接近球形    D. 正丙胺是直链烃的衍生物

# 第二章

# 烷 烃

## 一、目的要求

1. 了解烷烃的通式、同系列和同分异构等基本知识。
2. 掌握烷烃的系统命名法和普通命名法。
3. 掌握烷烃碳原子的杂化状态及分子结构特点。
4. 熟悉烷烃构象的概念及构象的写法。
5. 掌握烷烃的卤代反应及自由基反应的机理。

## 二、本章内容小结

### 1. 烷烃的结构

(1) 烷烃——碳原子完全被氢原子所饱和的烃，通式为： $C_nH_{2n+2}$ 。

(2) 同系列——结构相似，而在组成上相差 $-CH_2-$ 的整数倍的一系列化合物。

同系物——同系列中的各个化合物叫做同系物。

同系物化学性质相似，物理性质随分子量增加而有规律地变化。

(3) 碳架异构——分子式相同，分子中碳原子的连接顺序不同而产生的异构体。

(4) 构象——由于围绕 $C-C\sigma$ 单键旋转而产生的分子中各原子或原子团在空间的不同排列方式。同一分子的不同构象称为构象异构体。分子的构象可以用透视式或纽曼投影式表示。

(5) 在各种不同结构的碳链中，由于碳原子所处的地位不同可以分为伯（一级 $1^\circ$ ）、仲（二级 $2^\circ$ ）、叔（三级 $3^\circ$ ）和季（四级 $4^\circ$ ）四种类型，与伯、仲、叔碳原子相连的氢原子，分别称为伯、仲、叔氢原子。

### 2. 烷烃的命名

烷烃的命名法常用普通命名法和系统命名法两种方法。

(1) 普通命名法——亦称为习惯命名法，适用于简单化合物。对直链烷烃，叫正某（甲、乙、丙、丁、戊、己、庚、辛、壬、癸、十一、十二）烷；对有支链的烷烃，可以看作直链烷烃的烷基衍生物。

#### (2) 系统命名法

① 直链烷烃：与普通命名法相似，省略“正”字。

② 有支链时：取最长碳链为主链，对主链上的碳原子标号。从距离取代基最近的一端开始编号，用阿拉伯数字表示位次。

③ 多支链时：合并相同的取代基。用汉字一、二、三…表示取代基的个数，用阿拉伯数字1、2、3…表示取代基的位次，按官能团大小次序（小的在前，大的在后）命名。

#### ④ 其他情况

## 6 有机化学习题及考研指导

- a. 含多个长度相同的碳链时, 选取代基最多的链为主链;  
 b. 在保证从距离取代基最近一端开始编号的前提下, 尽量使取代基的位次和最小。

### 3. 烷烃的物理化学性质

#### (1) 烷烃的物理性质

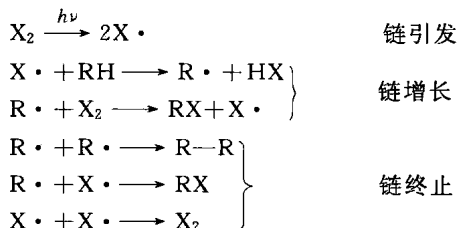
- ① 沸点: 烷烃的沸点随分子量的升高而升高; 正构者沸点高。支链越多, 沸点越低。  
 ② 熔点: 烷烃的熔点基本上随分子量的增加而增加; 但偶数碳原子烷烃的熔点高于相邻奇数碳原子的烷烃。  
 ③ 相对密度: 随分子量的增加, 烷烃的相对密度也增加, 最后接近于 0.8。  
 ④ 溶解度: 不溶于水, 易溶于有机溶剂。  
 ⑤ 折射率: 折射率反映了分子中电子被光极化的程度, 折射率越大, 表示分子被极化程度越大。正构烷烃中, 随着碳链长度增加, 折射率增大。

#### (2) 烷烃的化学性质

烷烃的化学性质比较稳定, 室温下烷烃不和强酸、强碱、强还原剂、强氧化剂等发生反应。但在一定条件下, 例如高温、高压、光照或有催化剂存在时, 烷烃可发生氧化、异构化、裂化、取代等化学反应。

#### (3) 烷烃的自由基取代机理

##### ① 机理为:



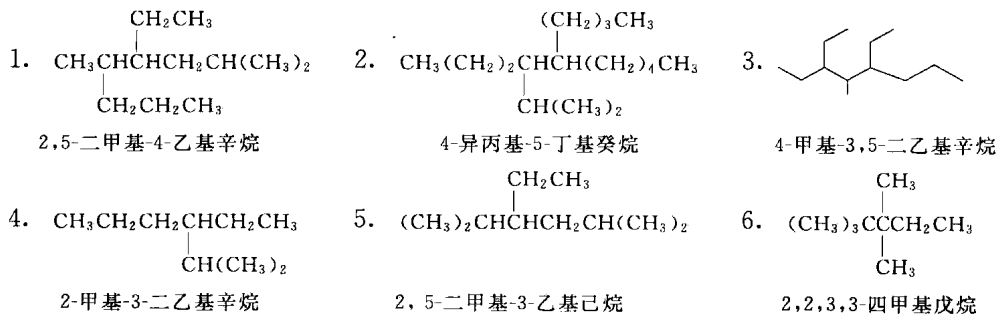
② 自由基的稳定性为: 苄基自由基  $\geq$  烯丙基自由基  $\geq$  叔烷基自由基  $>$  仲烷基自由基  $>$  伯烷基自由基  $>$  甲基自由基

③ 氢原子被取代相应活性为: 叔氢  $>$  仲氢  $>$  伯氢

④ 卤原子的反应活性为:  $I > Br > Cl > F$

## 三、例题解析

**【例题 1】** 用系统命名法命名下列化合物

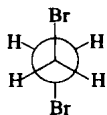


**【例题 2】** 回答下列问题

1. 请写出 2,2-二甲基丁烷的一氯代产物



2. 写出 1,2-二溴乙烷 Newman 投影式的优势构象



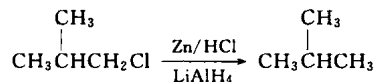
【例题 3】 将下列烷烃按照沸点由高到低的顺序排列

- A. 己烷    B. 辛烷    C. 3-甲基庚烷    D. 正戊烷    E. 2,3-二甲基戊烷  
F. 2-甲基己烷    G. 四甲基丁烷

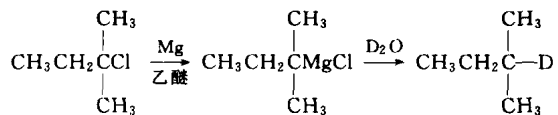
解：烷烃为非极性分子，其沸点主要决定于分子量的大小和相同分子量时，分子中支链的多少。据此，沸点排列如下：B>C>G>F>E>A>D

【例题 4】 用反应式写出下列合成的所有步骤：

1. 从 1-氯-2-甲基丙烷合成异丁烷



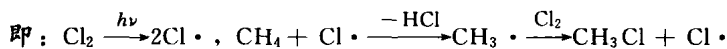
2. 从 2-氯-2-甲基丁烷合成 2-氘-2-甲基丁烷



【例题 5】 某烷烃的相对分子质量为 114，在光照的条件下与氯气反应，仅生成一种氯化物，试推断其结构。

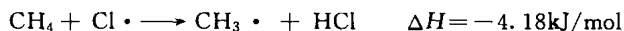
解：烷烃的通式为  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ ，则  $12n + 2n + 2 = 114$ ，解得  $n = 8$ ，故烷烃的分子式为  $\text{C}_8\text{H}_{18}$ 。又由题意，只生成一种一氯代产物，说明烷烃中的十八个氢原子都是等性的，所以其结构式为： $(\text{CH}_3)_3\text{CC}(\text{CH}_3)_3$ 。

【例题 6】 甲烷的自由基氯代反应历程，为什么是间接取代，而不是直接取代？



而不是： $\text{CH}_4 + \text{Cl}\cdot \rightarrow \text{CH}_3\text{Cl} + \text{H}\cdot$

解：甲基游离基要比氢游离基稳定得多，因而生成活性中间体甲基游离基比生成氢游离基需要的活化能低，反应易于进行。同时从反应的能量上进行分析也可以得出同样的结论。



## 习题 A

### 一、用系统命名法命名下列化合物






1.  $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}(\text{CH}_2\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_2\text{CH}_3)_2$     2.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\overset{\text{CH}_3}{\underset{|}{\text{C}}}\text{HCH}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3)_2$     3.
4.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\overset{\text{CH}_2\text{CH}_3}{\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}}\text{HCH}(\text{CH}_3)_2$     5.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\overset{\text{CH}_3}{\underset{\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3}{\text{C}}}\text{HCC}(\text{CH}_3)_2$     6.

### 二、写出下列化合物的结构式

1. 2,4-二甲基-4-乙基庚烷    2. 3-甲基-3-乙基戊烷    3. 2-甲基丁烷  
4. 2,2,3-三甲基丁烷    5. 4-异丙基-5-丁基癸烷    6. 2,2,4-三甲基戊烷

### 三、选择题和判断题

1. 下列自由基稳定性大小排列顺序正确的是 ( )

- a.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\dot{\text{C}}\text{HCH}_3$     b.  $(\text{CH}_3\text{CH}_2)_3\text{C}\cdot$     c.  $\text{CH}_3\cdot$     d.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\cdot$
- A.  $b > a > d > c$     B.  $b > a > c > d$   
 C.  $c > d > a > b$     D.  $c > b > a > d$
2. 分子中有 3 个  $-\text{CH}_3$  的  $\text{C}_7\text{H}_{16}$  其可能的结构有 ( )  
 A. 3 种    B. 4 种    C. 5 种    D. 6 种
3. 下列物质中属于有同分异构体的是 ( )  
 ①  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$     ②  $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$   
 ③  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}\text{HCH}_3$     ④  $\text{CH}_3\text{CH}_2\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}\text{HCH}_3$     ⑤  $\text{CH}_3\text{CH}_2\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}\text{HCH}_2\text{CH}_3$   
 A. ①和④    B. ⑤和③    C. ②④和⑤    D. ③和④
4. 烷烃分子中,  $\sigma$  键之间的夹角一般最接近于 ( )  
 A.  $109.5^\circ$     B.  $120^\circ$     C.  $180^\circ$     D.  $90^\circ$
5. 光照下烷烃卤代反应的机理是通过 ( ) 中间体进行  
 A. 碳正离子    B. 自由基    C. 碳负离子    D. 协同反应, 无中间体
6.   $\xrightarrow[\text{hv}]{\text{Br}_2}$  生成的一元取代物是 ( )  
 A. - $\text{CH}_2\text{Br}$     B.   
 C.     D. 
7. 下列烷烃中属于同分异构体的是 ( ), 属同种物质的是 ( ), 属同系物的是 ( )  
 A.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$     B.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$     C.  $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$   
 D.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}\text{HCH}_2\text{CH}_3$     E.  $\text{CH}_3\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}\text{HCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$
8. 将下列烷烃中沸点最高的是 ( ), 沸点最低的是 ( )  
 A. 新戊烷    B. 异戊烷    C. 正己烷    D. 正辛烷
9. 乙烷具有不同构象的原因是 ( )  
 A. 碳原子为  $\text{sp}^3$  杂化    B. 碳碳单键可以自由旋转  
 C. 该分子具有 Newman 投影式    D. 只有碳和氢两种元素组成
10. 下列化合物含有伯、仲、叔氢的是 ( )  
 A. 2,2,4,4-四甲基戊烷    B. 2,3,4-三甲基戊烷  
 C. 2,2,4-三甲基戊烷    D. 正庚烷

#### 四、问答题

1. 写出庚烷的各种异构体, 并用 IUPAC 法命名。  
 2. 指出  $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)_3$  化合物中各碳原子属于哪一类型 (伯、仲、叔、季碳)。

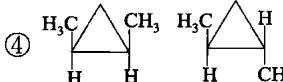
3. 分别指出下列各组化合物的异构类型。

A. 碳链异构    B. 位置异构    C. 官能团异构    D. 顺反异构

①  $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{Cl}$  与  $(\text{CH}_3)_3\text{CCl}$  互为

②  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$  与  $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_3$  互为

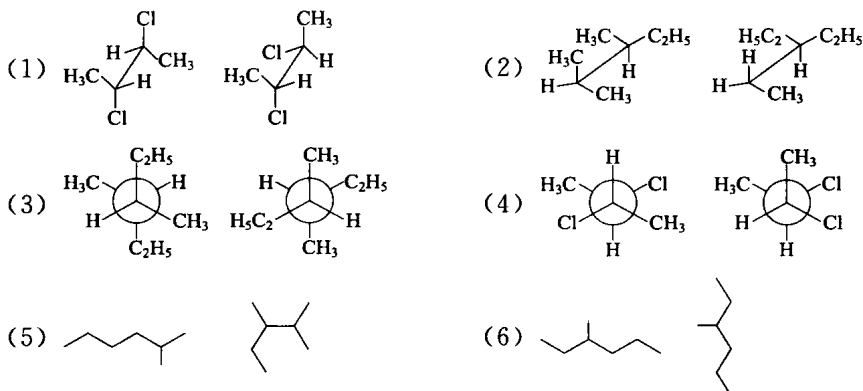
③  $\text{CH}_3\text{OCH}_3$  与  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  互为

④  互为

4. 将下列化合物按沸点由高至低的顺序排列 (不要查表):

- a. 3,3-二甲基戊烷    b. 正庚烷    c. 2-甲基庚烷    d. 正戊烷    e. 2-甲基己烷

5. 判断下列各对化合物是构造异构, 构象异构, 还是完全相同的化合物。

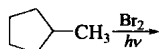


### 五、机理题

1. 以等物质的量的甲烷和乙烷混合物进行一元氯化反应时, 产物中氯甲烷与氯乙烷之比为 1:400, 试问: (1) 如何解释这样的事实? (2) 根据这样的事实, 你认为  $\text{CH}_3\cdot$  和  $\text{CH}_3\text{CH}_2\cdot$  哪一个稳定?

2. 反应  $\text{CH}_3\text{CH}_3 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{h\nu} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl} + \text{HCl}$  的历程和甲烷氯化相似。请写出链引发, 链增长及链终止各步反应的反应式。

3. 写出下列反应的一取代产物及其反应历程。



### 六、推测结构

1. 某烷烃 A, 分子式  $\text{C}_6\text{H}_{14}$ , 氯化时可以得到两种一氯化产物, 试推测烷烃 A 的结构, 并写出其两种一氯代物的结构。

2. 所有分子式为  $\text{C}_5\text{H}_{12}$  和  $\text{C}_8\text{H}_{18}$  的烷烃中, 哪些结构的烷烃只能得到一种一氯化产物, 写出其构造式。

3. 某烷烃的相对分子质量为 72, 根据氯化产物的不同, 试推测各烷烃的结构, 写出其构造式。

(1) 一氯代产物只能有一种; (2) 一氯代产物可以有三种; (3) 一氯代产物可以有四种; (4) 二氯代产物只可能有两种。

## 习题 B

### 一、用系统命名法命名下列化合物

- $(\text{CH}_3\text{CH}_2)_4\text{C}$
- $(\text{CH}_3\text{CH}_2)_2\text{CHC}(\text{CH}_3)_3$
- $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}(\text{CH}_2\text{CH}_3)_2$
- 
- 
- 
- 
- 
- 

### 二、写出下列化合物的结构式

- 甲基乙基异丙基甲烷
- 4-异丙基-5-丁基癸烷
- 异戊烷
- 3-甲基-4-乙基十一烷
- 4-叔丁基庚烷
- 新戊烷

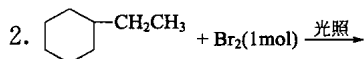


7. 3,4,5-三甲基-4-丙基庚烷

8. 新戊基

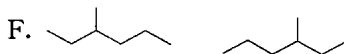
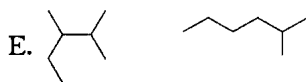
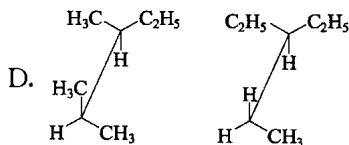
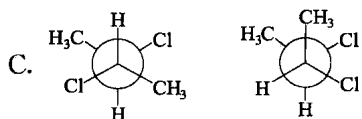
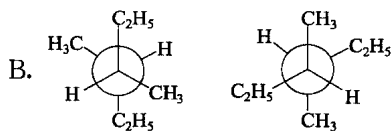
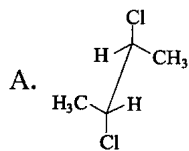
9. 叔戊基

### 三、完成下列各反应式



### 四、选择题

- 不要查表将下列烃类化合物按沸点降低次序排列 ( )  
 a. 2,3-二甲基戊烷    b. 正庚烷    c. 2-甲基庚烷    d. 正戊烷    e. 2-甲基己烷  
 A.  $b>c>d>e>a$     B.  $d>a>e>b>c$     C.  $c>b>e>a>d$     D.  $c>b>e>d>a$
- 10mL 某气态烃, 在 50mL 氧气中充分燃烧, 得到液态水和 35mL 气体 (气体体积均在同温同压下测定) 此烃可能是 ( )  
 A.  $\text{C}_2\text{H}_6$     B.  $\text{C}_2\text{H}_4$     C.  $\text{C}_3\text{H}_8$     D.  $\text{C}_3\text{H}_6$
- $\text{C}_3\text{H}_8$  分子中有两个氢原子被氯原子取代, 可能的同分异构体有 ( )  
 A. 3 种    B. 4 种    C. 5 种    D. 6 种
- 分子量为 100 的烃 (主链为 5 个碳原子) 其同分异构体数目是 ( )  
 A. 3    B. 4    C. 5    D. 6
- 下列物质进行一氯取代反应后, 只能生成四种沸点不同的产物的烃是 ( )  
 A.  $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$     B.  $(\text{CH}_3\text{CH}_2)_2\text{CHCH}_3$   
 C.  $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}(\text{CH}_3)_2$     D.  $(\text{CH}_3)_3\text{CCH}_2\text{CH}_3$
- 某气态烃在密闭容器中与氧气混合完全燃烧, 若燃烧前后容器压强保持不变 ( $120^\circ\text{C}$ ), 则此气态烃是 ( )  
 A.  $\text{C}_2\text{H}_6$     B.  $\text{C}_2\text{H}_4$     C.  $\text{C}_2\text{H}_2$     D.  $\text{C}_3\text{H}_8$
- 某化合物的分子式为  $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{Cl}$ , 分析数据表明: 分子中有两个  $-\text{CH}_3$ , 两个  $-\text{CH}_2-$ , 一个  $\begin{array}{c} \diagup \\ \text{CH} \\ \diagdown \end{array}$  和一个  $-\text{Cl}$ , 它的可能的结构有几种 (本题不考虑对应异构体) ( )  
 A. 2    B. 3    C. 4    D. 5
- 有两种气态烷烃的混合物, 在标准状况下其密度为  $1.16\text{g/L}$ , 则关于此混合物组成的说法正确的是 ( )  
 A. 一定有甲烷    B. 一定有乙烷  
 C. 可能是甲烷和戊烷的混合物    D. 可能是乙烷和丙烷的混合物
- 下列各对化合物完全等同的是 ( ), 属构象异构的是 ( ), 属构造异构的是 ( )



## 五、简答题

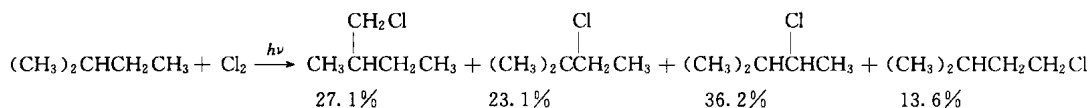
1. 不要查表试将下列烃类化合物按沸点降低的次序排列。

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

2. 写出下列烷基的名称及常用符号。

(1)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2-$  (2)  $(\text{CH}_3)_2\text{CH}-$  (3)  $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2-$  (4)  $(\text{CH}_3)_3\text{C}-$   
(5)  $\text{CH}_3-$  (6)  $\text{CH}_3\text{CH}_2-$

3. 将 2-甲基丁烷进行一氯化反应, 已知其四种一氯化产物和相应的百分含量如下:



请推算伯、仲和叔氢原子被氯取代的活性比。

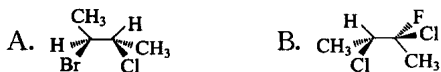
4. 利用上题中得到的烷烃中伯、仲和叔氢在氯化时的活性比, 求  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$  氯化时, 得到的各一氯化产物的相对含量比。

## 六、改写题

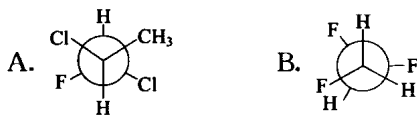
1. 把下列两个透视式写成 Newman 投影式。



2. 把下列两个楔型透视式写成 Newman 投影式。



3. 把下列两个 Newman 投影式改写成锯架式。

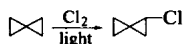


## 七、机理解释

1. 试根据甲烷只有一种一元取代物的事实, 说明甲烷为什么不可能排成正方形平面构型, 也不可能为梯形构型呢?

2. 简要说明甲烷氯化比全氘代甲烷氯化的速度要快约 20 倍的原因。

3. 螺戊烷在光照条件下与氯气反应是制备氯代螺戊烷的最好方法。



解释在该反应条件下, 为什么氯化是制备这一化合物的如此有用的方法并写出反应历程。

4. 甲烷和氯的反应通常在光照或必须加热至  $250^\circ\text{C}$  才能发生反应, 但在无光照条件下, 如加入少量 (0.02%) 的四甲基铅  $[\text{Pb}(\text{CH}_3)_4]$ , 则加热至  $140^\circ\text{C}$ , 氯化反应即可顺利进行。试用反应机理进行解释。(提示:  $\text{Pb}(\text{CH}_3)_4$  在加热条件下, 易发生 Pb-C 键的均裂。)

5. 硫酰氯 ( $\text{SO}_2\text{Cl}_2$ ) 可用作烷烃的氯化剂, 当用过氧化物 ( $\text{ROOR}$ ) 作为引发剂时可产生  $\text{SO}_2$ 。试写出过氧化物作用引发下, 烷烃被硫酰氯氯化的反应机理。

## 八、推测结构

1. 推测 2-甲基丁烷被一氯化时的可能产物, 并命名之。如果烷烃中伯氢、仲氢和叔氢被氯化时的活性比是 1:3.8:5, 计算各产物的百分比。

2. 某烷烃的相对分子质量为 114, 只有一种一氯化产物, 试推断此烷烃结构式。