

卫生部规划教材·供高职、高专药学专业用

· 全国高等职业技术教育配套教材 ·

# 有机化学学习指导

主 编 刘 斌 · 副主编 李玮路



人民卫生出版社

全国高等职业技术教育配套教材

供高职、高专药学专业用

# 有机化学学习指导

主 编 刘 斌

副主编 李玮路

编 者 (以姓氏笔画为序)

王 智 (天津医学高等专科学校)	李玮路 (山东省卫生学校)
许 新 (重庆药剂学校)	李维斌 (云南省楚雄卫生学校)
刘 斌 (天津医学高等专科学校)	管 波 (山东省卫生学校)
刘景晖 (北京卫生学校)	陈郁群 (湖北省卫生学校)
沈 立 (华北煤炭医学院秦皇岛分院)	俞晓伦 (安徽医学高等专科学校)

人民卫生出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

有机化学学习指导/刘斌主编. —北京:  
人民卫生出版社, 2003  
ISBN 7-117-05507-3

I. 有… II. 刘… III. 有机化学-高等  
学校:技术学校-自学参考资料 IV. 062

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 034342 号

## 有机化学学习指导

主 编: 刘 斌  
出版发行: 人民卫生出版社 (中继线 67616688)  
地 址: (100078) 北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼  
网 址: [http://www. pmph. com](http://www.pmph.com)  
E - mail: [pmph @ pmph. com](mailto:pmph@pmph.com)  
印 刷: 北京市增富印刷有限公司(万通)  
经 销: 新华书店  
开 本: 787 × 1092 1/16 印张: 13. 25  
字 数: 295 千字  
版 次: 2003 年 6 月第 1 版 2003 年 6 月第 1 版第 1 次印刷  
标准书号: ISBN 7-117-05507-3/R · 5508  
定 价: 18. 00 元

著作权所有, 请勿擅自用本书制作各类出版物, 违者必究  
(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

# 前 言



本书为卫生部教材办公室组织编写的全国高等职业技术教育药学专业卫生部规划教材《有机化学》的配套教学用书。本书既可辅助学生学习,也可供教师教学参考,适合开办医药卫生类高等职业技术教育药专业的学校使用。

本书紧扣教学内容,严格按照教学大纲要求的范围和深度,注重试题的严谨和准确,努力体现高等职业技术教育药专业人员应具备的知识水平,为学生学习药物化学、天然药物化学等后续课程打下坚实的基础。

本书包括各章复习和专题复习两大部分。各章复习按教材章节顺序编排,每章由“学习要求”、“学习指导”、“难点释疑”和“补充习题”四部分组成。学习要求按掌握、熟悉、了解三级教学要求列出,可使学生明确目标,有的放矢;学习指导对各章中的重点内容进行归纳总结,可使学生对学习内容融会贯通,抓住重点;难点释疑针对本章的难点内容、容易混淆的问题进行进一步的说明、分析、比较和解析;补充习题是教材内容的补充,可作为学生的课后练习。习题的类型包括选择题、填空题、写反应方程式、鉴别题、推结构等考试中可能出现的各种形式。专题复习根据有机化学中的重点内容,安排了“烃及卤代烃”、“含氧有机化合物”、“含氮有机化合物”、“有机化合物的命名”、“有机化合物的同分异构现象”、“有机化学中的氧化还原反应”、“有机化合物的鉴别”八个专题。每个专题以一个内容为主线,重点归纳、总结了各章内容之间的联系。我们的目的是在学生学习了有机化学的各章内容以后,给学生一条“横线”,让学生了解有机化学各部分内容的联系,引导学生将知识点连成线。本书的最后给出4套期末综合自测练习,用于学生的期末复习。

本书的文字叙述力求简明、具体、重点突出、通俗易懂。为了充分体现高等职业技术教育教材的特色,我们在本书的编排和写作上做了一些尝试。但鉴于编者对高等职业技术教育的理解及学术水平有限,加之编写时间仓促,难免有不当和谬误之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

2003年3月

# 目 录



第一部分 各章复习	1
第一章 绪论	1
一、学习要求	1
二、学习指导	1
三、有机化学的学习方法	2
四、补充习题	2
第二章 烷烃	4
一、学习要求	4
二、学习指导	4
三、难点释疑	5
四、补充习题	7
第三章 不饱和烃	9
一、学习要求	9
二、学习指导	9
三、难点释疑	10
四、补充习题	12
第四章 脂环烃	16
一、学习要求	16
二、学习指导	16
三、难点释疑	18
四、补充习题	19
第五章 芳香烃	20
一、学习要求	20
二、学习指导	20
三、难点释疑	21
四、补充习题	22

第六章 卤代烃 .....	24
一、学习要求 .....	24
二、学习指导 .....	24
三、难点释疑 .....	26
四、补充习题 .....	29
第七章 醇、酚、醚 .....	31
一、学习要求 .....	31
二、学习指导 .....	31
三、难点释疑 .....	33
四、补充习题 .....	34
第八章 醛、酮、醌 .....	38
一、学习要求 .....	38
二、学习指导 .....	38
三、难点释疑 .....	39
四、补充习题 .....	40
第九章 羧酸及取代羧酸 .....	43
一、学习要求 .....	43
二、学习指导 .....	43
三、难点释疑 .....	45
四、补充习题 .....	46
第十章 对映异构 .....	50
一、学习要求 .....	50
二、学习指导 .....	50
三、难点释疑 .....	52
四、补充习题 .....	53
第十一章 羧酸衍生物 .....	56
一、学习要求 .....	56
二、学习指导 .....	56
三、难点释疑 .....	58
四、补充习题 .....	59
第十二章 含氮化合物 .....	64
一、学习要求 .....	64
二、学习指导 .....	65
三、难点释疑 .....	66
四、补充习题 .....	68
第十三章 杂环化合物和生物碱 .....	72
一、学习要求 .....	72
二、学习指导 .....	72

三、难点释疑 .....	73
四、补充习题 .....	75
第十四章 糖类 .....	79
一、学习要求 .....	79
二、学习指导 .....	79
三、难点释疑 .....	80
四、补充习题 .....	81
第十五章 萜类和甾体化合物 .....	84
一、学习要求 .....	84
二、学习指导 .....	84
三、难点释疑 .....	85
四、补充习题 .....	86
第十六章 高分子化合物 .....	89
一、学习要求 .....	89
二、学习指导 .....	89
三、难点释疑 .....	90
四、补充习题 .....	91
第十七章 有机合成简介 .....	95
一、学习要求 .....	95
二、学习指导 .....	95
三、难点释疑 .....	97
四、补充习题 .....	98
<b>第二部分 专题复习 .....</b>	<b>101</b>
<b>专题复习一 烃及卤代烃 .....</b>	<b>101</b>
一、烃的分类 .....	101
二、卤代烃 .....	102
三、各类烃和卤代烃之间的相互转化 .....	102
四、补充习题 .....	103
<b>专题复习二 含氧有机化合物 .....</b>	<b>104</b>
一、含氧有机化合物的相互联系 .....	104
二、含氧有机化合物的相互转化 .....	105
<b>专题复习三 含氮有机化合物 .....</b>	<b>107</b>
一、胺、酰胺、氨基酸三类物质及与氨的关系 .....	107
二、胺、酰胺、氨基酸三类物质的特点、区别与联系 .....	108
<b>专题复习四 有机化合物的命名 .....</b>	<b>110</b>
一、俗名 .....	110
二、普通命名法 .....	110



三、系统命名法 .....	111
四、补充习题 .....	115
专题复习五 有机化合物的同分异构现象 .....	117
一、构造异构 .....	117
二、立体异构 .....	120
三、补充习题 .....	121
专题复习六 有机化学的反应类型 .....	123
一、按键的断裂方式分类 .....	123
二、按反应形式分类 .....	125
三、按反应结果分类 .....	126
专题复习七 有机化学中的氧化还原反应 .....	128
一、有机化学中常见的还原剂 .....	128
二、有机化学中常见的氧化剂 .....	129
三、氧化还原反应在有机化学中的应用 .....	130
专题复习八 有机化合物的鉴别 .....	134
一、常见的各类有机化合物的鉴别方法 .....	134
二、补充习题 .....	139
期末综合自测练习 (一) .....	140
期末综合自测练习 (二) .....	147
期末综合自测练习 (三) .....	151
期末综合自测练习 (四) .....	156
参考答案 .....	161



# 第一部分

## 各章复习

### 第一章

### 绪论



#### 一、学习要求

本章内容	目的要求
第一节 有机化合物和有机化学	1. 了解有机化合物和有机化学的一般概念 2. 熟悉有机化合物的特性 3. 掌握官能团的概念及有机化合物的分类
第二节 有机化合物结构理论	1. 熟悉碳元素的成键特性及有机结构的基本理论 2. 掌握有机化合物的表示方法及有机化合物的反应类型
第三节 有机化学与药物	了解有机化学与药学的关系



#### 二、学习指导

1. 现代有机化合物的定义为“碳氢化合物及其衍生物”。有机化学就是研究有机化合物的一门学科。

2. 有机化合物由于结构上的特殊性,使其具有可燃性、熔点低、难溶于水、不导电、反应慢,产物复杂、分子结构复杂,同分异构体多等特点。

3. 决定有机化合物性质的原子、原子团以及特征的化学结构称之为官能团。根据官

能团的不同可以将有机化合物分为不同的类别。

4. 有机化合物结构特点是有机化合物绝大多数均以共价键的形式结合而成。碳原子为四价,可以形成碳碳单键、碳碳双键、碳碳三键,组成链状或环状化合物。

5. 共价键的键参数包括键长、键角、键能和键的极性等。通过共价键的键参数可以了解有机化合物结构和性质。

6. 由于有机化合物中普遍存在着同分异构现象,有机化合物必须用结构式、结构简式和键线式来表示。在书写最常用的结构简式时,碳原子与碳原子之间的短线可写也可以不写;碳原子与除氢原子外其他原子之间的短线一般要写。

7. 有机化学反应从反应历程上可分为亲电反应和亲核反应;从反应形式上可分为取代反应、加成反应、聚合反应、消除反应和重排反应。



### 三、有机化学的学习方法

化学特别是有机化学是药学的发展基础。在学习有机化学阶段可以学到药物研究必备的基础理论和方法,为了掌握药物的性质及合成方法,必须熟悉有机化学。目前药物作用机制的研究、新药的寻找和设计都涉及机体的生化反应,作为药学工作者不熟悉近代有机化学发展的动向就无法接受和运用药学研究的新成果。而要学好有机化学必须掌握正确的学习方法。

1. 要善于进行归纳总结,包括作每章、每个单元的阶段小结以及专题性小结,如命名、同分异构、氧化还原等。通过小结或总结,将所学内容有机地联系起来,重点内容突出出来。通过归纳总结,将众多的有机反应、化学性质等,总结成几条线、或几个表,你会发现原来厚厚的一本教材可以变的很薄。这也正是我们编写该指导书的目的。

2. 要善于思索,善于总结规律。有机化学的规律性很强,无论是命名方法、物理性质、各类重要反应等等都有其内在的规律性。只有理解了这些规律,才能熟悉它,掌握它,才能进行逻辑推理,举一反三。

3. 要上好每一节化学实验课。化学实验是化学学科赖以生存和发展的基础。所以,要想学好有机化学必须重视化学实验,它同样也是我们获取化学知识的重要方法和途径。

4. 要多做练习,要善于运用所学的有机化学的知识,掌握正确的解题方法和技巧,包括命名较复杂的有机化合物、预测反应的产物、比较活性、分析鉴别、有机合成等等。

5. 要注意观察,我们每天接触的物质中许多是有机物,要学会用所学的知识去分析和理解你身边发生的变化,解决身边的问题,做到理论联系实际。



### 四、补充习题

1. 查阅药物化学,天然药物化学等药学专业书籍,了解药物的溶解性、熔点、沸点及

稳定性的有关知识。结合有机化合物的特性,理解药物的保存方法及有效期。

2. 通过查阅书籍及药物的说明书,写出一些常用药物的结构简式,分析它们的结构中包括什么官能团?组成官能团的原子是如何成键的?是 $\sigma$ -键还是 $\pi$ -键?键的极性如何?

(刘 斌)

## 第二章

# 烷 烃



### 一、学习要求

#### 本章内容

#### 目的要求

- |              |                                                                                       |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 第一节 烷烃的结构和命名 | 1. 掌握烷烃的命名,并根据烷烃名称写出其结构简式<br>2. 熟悉烷烃的同分异构现象,能写出7个碳原子以下烷烃的同分异构体<br>3. 了解碳原子的 $sp^3$ 杂化 |
| 第二节 烷烃的性质    | 1. 掌握烷烃的主要化学性质和取代反应的概念<br>2. 了解烷烃取代反应的机制,游离基反应过程                                      |
| 第三节 烷烃的构象    | 1. 熟悉乙烷、丁烷的典型构象<br>2. 会写出它们典型构象的纽曼投影式                                                 |



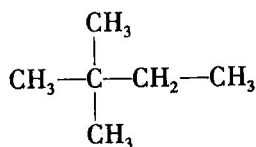
### 二、学习指导

本章是有机化学的入门章节,也是学习后续各章的基础,其重点是烷烃的成键特点、同分异构现象和命名。掌握了烷烃的结构可以更好地理解各类有机化合物的结构;而各类有机化合物的命名也都是以烷烃的命名为基础的。

1. 由碳氢两种元素组成,通式为  $C_nH_{2n+2}$  的一类化合物称为烷烃。烷烃的分子中只存在单键,因此被称为“饱和烃”。

2. 在烷烃中,碳原子均以  $sp^3$  杂化形式形成 C—C  $\sigma$  键或 C—H  $\sigma$  键,即在烷烃中碳原子与碳原子之间均以单键相连,碳原子的其他价键均与氢原子相连。所以烷烃的通式为  $C_nH_{2n+2}$ 。根据碳原子的这一特点,在书写烷烃的结构式时,一定要把握住碳的4价这个原则。如果用一横线表示共价键,那么在碳链除了 C—C 共价键之外,每个碳原子上再连几个氢原子,就是显而易见的了。

3. 利用系统命名法命名烷烃时,首先应准确选择主链。主链不一定是横向直链,只要是直接相连的碳原子都可以作为主链上的碳原子,并根据主链碳原子个数命名为“某”烷。在命名支链时,一定要使支链的位次编号最小;而且支链个数与位次要一一对应(即对号入座)。如:



其名称为2,2-二甲基丁烷,不能称为2-二甲基丁烷,3,3-二甲基丁烷,2,2-甲基丁烷。

4. 烷烃重要的性质为卤代反应。烷烃分子中所有化学键均为共价单键,没有任何的活性官能团。所以其他物质只能以“替代”或“原子替换”的方式进行反应。所以甲烷与氯气可以在一定的条件下反应,氯原子逐步取代烷烃中的氢原子。卤代反应为典型的游离基反应,游离基反应包括链引发、链增长和链终止三个阶段。在卤代反应中,不同氢原子被卤原子取代的活性次序为: $3^\circ\text{H} > 2^\circ\text{H} > 1^\circ\text{H} > \text{CH}_3-\text{H}$ ,这是由游离基中间体的稳定性决定的。卤素的相对反应活性为: $\text{F}_2 > \text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{I}_2$ (碘已不发生反应)。

5. 由于碳碳单键可以自由旋转,造成烷烃分子中原子或原子团在空间的相对位置或排布方式不同,形成不同的构象。构象异构体数目有无限多个,它们之间的能量差很小,各种构象在不断地迅速相互转化,不能分离出单一构象的异构体。乙烷分子的典型构象有重叠式和交叉式两种;丁烷分子的典型构象有对位交叉式、部分重叠式、邻位交叉式、全重叠式四种,它们均可用透视式和纽曼投影式来表示。



### 三、难点释疑

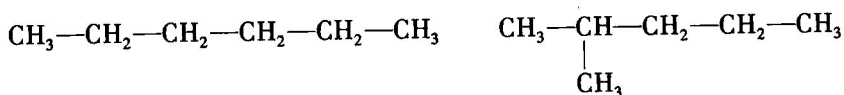
1. 如何准确地写出烷烃的所有同分异构体?

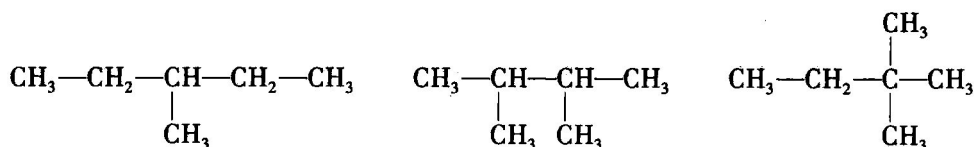
烷烃的异构是由碳原子相互连接的次序不同而产生的,所以写好烷烃的异构,应从碳的连接次序着手。例如:写出己烷的可能异构体。

先写出不带支链的具有最长碳链的异构体,即  $\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}$ ; 然后写出将一个碳原子作为支链的异构体,即  $\begin{array}{c} \text{C} \\ | \\ \text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C} \end{array}$  和  $\begin{array}{c} \text{C} \\ | \\ \text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C} \end{array}$ ; 再写出少两个碳

原子的直链,把两个碳原子作为支链的异构体,  $\begin{array}{c} \text{C} \\ | \\ \text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C} \\ | \quad | \\ \text{C} \quad \text{C} \end{array}$  和  $\begin{array}{c} \text{C} \\ | \\ \text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C} \\ | \\ \text{C} \end{array}$ 。然后


再分别用氢原子使碳原子饱和,得如下五个同分异构体:

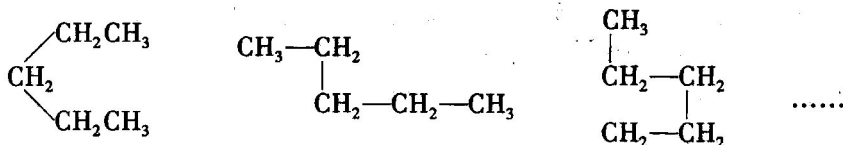




2. 为何同一烷烃分子具有不同的写法?

烷烃中的碳原子均为  $sp^3$  杂化, 4 个  $sp^3$  杂化指向正四面体的 4 个顶角, 2 个相邻轨道的对称轴间夹角为  $109.5^\circ$ 。当碳原子与其他的碳原子及氢原子成键形成烷烃分子时, 其分子是具有三维立体结构的空问构型。所以, 纸面上的平面结构式并不能真实表示烷烃分子的立体结构。

如正戊烷的结构简式可以写为:  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ , 但它在空间的真正的形状应该是 , 即碳碳键之间有一定的角度。因为碳原子是  $sp^3$  杂化, 且  $\sigma$  键可以沿键轴旋转, 所以戊烷并不像我们在纸上写的那样, 成一条直线, 只是为书写方便, 才写成这样。我们可以将结构简式理解为, 它只是表示了某一烷烃中碳原子之间的连接方式, 并不是它真实的结构。有了这样的认识, 就不难看出下面的 3 个结构均表示正戊烷, 而且除此之外, 还可以写出许多形式不同的正戊烷的结构简式。



总之, 应逐渐树立起有机分子的立体概念, 在书写有机化合物的结构简式时, 头脑中要有立体模型与之对映。

3. 如何用英文为烷烃命名?

烷烃的英文命名原则与中文的原则基本相同, 但取代基的排列是按字母顺序进行的。烷烃以“-ane”为词尾, 烷基以“-yl”为词尾。常见直链烷烃及烷基的名称分别列于表 1-2-1 和表 1-2-2 中。

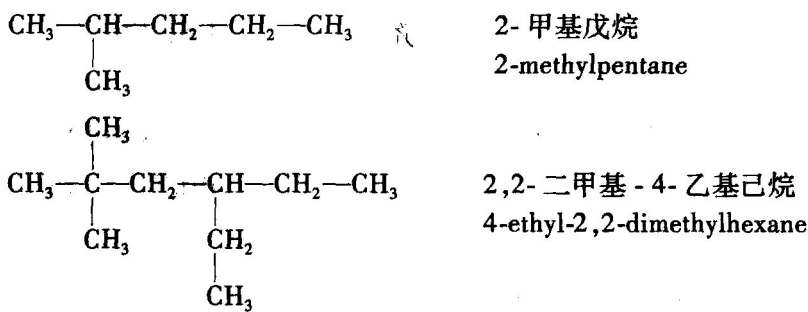
表 1-2-1 常见直链烷烃的名称

中文名	英文名	中文名	英文名
甲烷	methane	壬烷	nonane
乙烷	ethane	癸烷	decane
丙烷	propane	十一烷	undecane
丁烷	butane	十二烷	dodecane
戊烷	pentane	十三烷	tridecane
己烷	hexane	十五烷	pentadecane
庚烷	heptane	十八烷	octadecane
辛烷	octane	二十烷	eicosane

表 1-2-2 常见烷基的名称

中文名	英文名	常用代号	中文名	英文名	常用代号
甲基	methyl-	Me-	异丁基	i-butyl-	i-Bu-
乙基	ethyl-	Et-	叔丁基	t-butyl-	t-Bu-
正丙基	n-propyl-	n-Pr-	仲丁基	s-butyl-	s-Bu-
异丙基	i-propyl-	i-Pr-	新戊基	neopentyl	
正丁基	n-butyl-	n-Bu-			

字头“n”表示正(normal)，“s”表示仲(secondary,第二)，“t”表示叔(tertiary,第三)，“i”表示异(iso-)，“neo”表示新。相同取代基的个数二、三、四等分别用“di”、“tri”、“tetra”等表示。如：

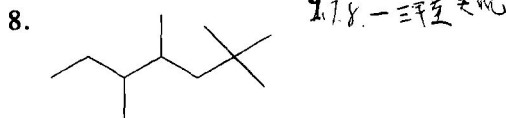
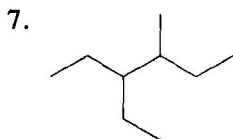
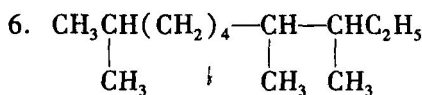
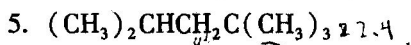
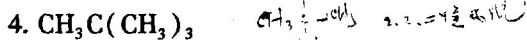
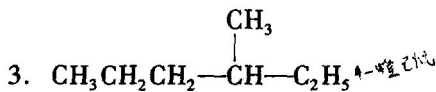
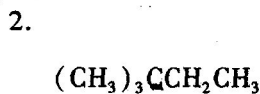
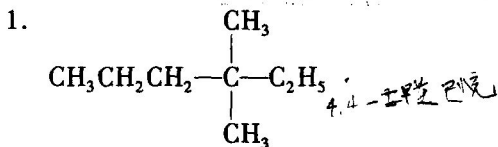


表示数目的字头不参与取代基顺序的排列,如上例中的“di”。

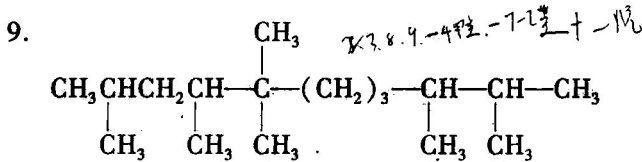


#### 四、补充习题

(一) 用系统命名法命名下列化合物,并指出(1)和(3)各原子的级数



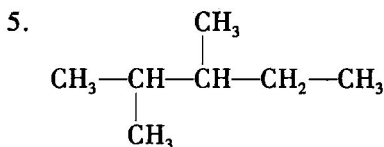
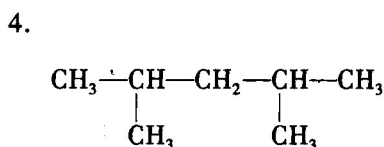
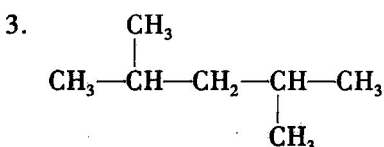
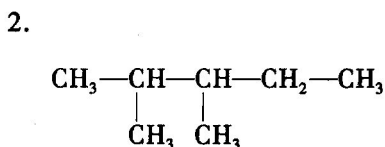
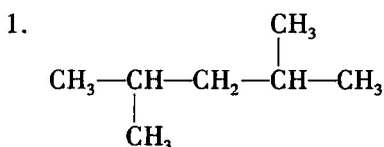




(二) 写出下列化合物的结构式,如名称有错误请予以更正

1. 2,3-二甲基己烷      2. 3,3-二甲基丁烷  
 3. 2,4-二甲基-3-乙基戊烷      4. 2,3-二甲基-2-乙基丁烷  
 5. 2,3,4-三甲基-3-乙基戊烷      6. 2,2,5-三甲基-4-乙基己烷

(三) 下列结构式实际上是几种异构体? 为什么?



#### (四) 简答题

1. 已知烷烃的分子式为  $\text{C}_5\text{H}_{12}$ , 根据氯代反应的产物不同, 试推测各烷烃的结构

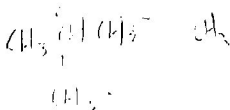
- (1) 如果一氯代产物只有一种      (2) 如果一氯代产物可有 3 种  
 (3) 如果一氯代产物可有 4 种      (4) 如果二氯代产物只有 2 种

2. 用纽曼投影式表示 2,3-二甲基丁烷, 沿  $\text{C}_2$  和  $\text{C}_3$  之间的键轴旋转时所能产生的典型构象, 并比较其稳定性。

3. 写出下列烷烃的可能结构式

- (1) 由 1 个甲基和 1 个乙基组成  
 (2) 由 1 个异丁基和 1 个仲丁基组成  
 (3) 含有 4 个甲基且分子量为 86 的烷烃  
 (4) 分子量为 100, 同时含有  $1^\circ, 3^\circ, 4^\circ$  碳原子的烷烃

(沈 立)



# 第三章

## 不饱和烃



### 一、学习要求

本章内容	目的要求
第一节 烯烃	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 掌握烯烃的结构、命名和异构现象</li><li>2. 掌握烯烃的化学性质</li><li>3. 熟悉诱导效应</li><li>4. 了解 <math>sp^2</math> 杂化和亲电加成反应历程</li></ol>
第二节 二烯烃	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 掌握二烯烃的命名和化学性质</li><li>2. 熟悉共轭二烯烃的结构和共轭效应</li><li>3. 了解二烯烃的分类</li></ol>
第三节 炔烃	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 掌握炔烃的结构、命名和异构现象</li><li>2. 掌握炔烃的化学性质</li><li>3. 了解 <math>sp</math> 杂化</li></ol>



### 二、学习指导

1. 烯烃的通式为  $C_nH_{2n}$ , 官能团为碳碳双键, 其中 1 个是  $\sigma$  键, 另 1 个是  $\pi$  键, 双键碳原子均为  $sp^2$  杂化成键。含 2 个碳碳双键的烯烃为二烯烃, 通式为  $C_nH_{2n-2}$ 。共轭二烯烃分子中存在着  $\pi$ - $\pi$  共轭, 形成共轭的  $\pi$  键。炔烃的通式为  $C_nH_{2n-2}$ , 官能团是碳碳三键, 即 1 个  $\sigma$  键, 2 个  $\pi$  键。分子中三键碳原子为  $sp$  杂化。

2. 烯烃的同分异构包括碳链异构、双键的位置异构以及顺反异构。当烯烃的双键碳上各自连有 2 个不同的原子或基团时, 将存在顺反异构。炔烃只有碳链异构和位置异构, 无顺反异构。

3. 烯烃、共轭二烯烃、炔烃的主要化学性质归纳于表 1-3-1 和表 1-3-2。