

揭阳职业技术学院

Jieyang Vocational & Technical College

教 案

系（部）： 化学工程系

讲授课程：基础化学（含实训）

任课教师：江贵波

专业班级：化妆品 251 化妆品 251（订单班）

授课学期：2025-2026 学年第二学期

揭阳职业技术学院化工系

2026 年 2 月

基础化学（含实训）课程综述

一、本课程的主要内容

本课程是根据高等职业院校技能型人才的培养目标而定的，以“必需、够用”为原则，精心遴选“四大化学”的知识点，有机整合而成的。内容包括物质结构基础、气体和分散系统、化学热力学基础，化学反应速率和化学平衡、酸碱平衡与酸碱滴定、沉淀溶解平衡与沉淀滴定、配位平衡与配位滴定、氧化还原平衡与氧化还原滴定、脂肪烃、环烃和杂环化合物、含卤和含氮有机化合物、含氧有机化合物以及氨基酸、蛋白质和糖等。

二、本课程与其他课程的关系

基础化学课程是高等职业教育化工类精细化学品生产技术、应用化工技术等相关专业重要的职业技术核心课程之一。本课程是我校精细化学品生产技术专业、应用化工技术专业的职业群专业版块课，是学生在具备必要的数学、物理、高中化学等基础知识之后必修课。为后续课程的学习、职业资格证书的考取及从事化工技术工作打下比较巩固的基础。

三、本课程的现状

1. 物质结构和存在形态的基本知识

原子结构、分子结构、固体结构、配合物结构、物质的聚集状态。

2. 化学变化的宏观规律

热力学第一、第二、第三定律，相平衡知识（单组分、双液系相平衡），溶液的有关知识（溶液组成的有关表示、稀溶液的性质），四大平衡理论（酸碱平衡、沉淀平衡、氧化还原平衡和配位平衡）及应用，化学反应动力学基础知识及应用。

3. 元素化学的基础知识

元素通论、常用的无机化合物及有机化合物的组成、结构、性质、合成方法及官能团的特性等知识及其应用。

四、本课程的发展

化学理论基础课程的教学目标是使学生在高中化学知识的基础上，进一步学习化学基础理论、基本知识，掌握化学反应的一般规律和基本化学计算方法；加强化学反应现象的理解；使学生具备高素质的劳动者和本专业所必须的化学基础知识和基本的实验技能；培养学生树立爱国主义和辩证唯物主义世界观；培养学生分析问题和解决问题的能力并为后续课程的学习、职业资格证书的考取及从事化工技术工作打下比较巩固的基础。

授课日期

第 1—18 周, 星期一 5-6, 星期五 1-2

教案编号

课程名称	基础化学 (含实训)	专业班级	化妆品 251、 化妆品 251 (订)
教材名称	基础化学		
授课题目	绪论		
授课学时	2 节 (<input checked="" type="checkbox"/>); 3 节 (); 其它 ()		
课 型	理论 (<input checked="" type="checkbox"/>); 实验 (); 见习 (); 实训 (); 其它 (<input checked="" type="checkbox"/>)		
教学目的	1. 使学生了解有机化化学的研究对象和有机化合物的特殊性质。 2. 使学生掌握有机化合物的结构表示方法和有机化合物的分类方法。能够正确书写简单有机物的电子式、结构式和结构简式; 认识一般有机官能团和能给单官能团有机化合物分类。 3. 使学生了解杂化轨道概念, 能判别简单有机物分子中碳原子的杂化类型。 4. 使学生熟悉有机化合物分子中化学键: 偶极矩、 σ 键、 π 键的特点和酸碱电子理论; 了解价键理论和分子轨道理论。		
教学重点	1. 有机化合物结构的基本理论		
教学难点	1. 键能、键的极性与偶极矩与化合物结构的关系 2. 杂化轨道概念、价键理论和分子轨道理论		
教学方法	讲授 (<input checked="" type="checkbox"/>); 讨论 (<input checked="" type="checkbox"/>); 指导 (<input checked="" type="checkbox"/>); 示教 (); 其它 ()		
电子教案	有 (<input checked="" type="checkbox"/>)	Microsoft PowerPoint (<input checked="" type="checkbox"/>); Author ware (); 其它 ()	
	无 ()		
教学资源	多媒体 (<input checked="" type="checkbox"/>); 模型 (); 标本 (); 实物 (); 音像 (); 其它 ()		
教学过程 时间安排	引入 (5min)、讲授 (30min)、讨论 (30min)、提问 (25min)		
思 考 题	键能、键的极性与偶极矩与化合物结构有何关系		
作 业	见教材		
教学后记	通过本章节课的听讲、学习和讨论, 让学生理解有机化化学的研究对象和有机化合物的特殊性质, 有机化合物的结构表示方法和有机化合物的分类方法。能够正确书写简单有机物的电子式、结构式和结构简式; 认识一般有机官能团和能给单官能团有机化合物分类。		

讲稿

说明：

- 1、标题使用小4号黑体，小标题使用5号黑体，正文用5号宋体，所有段落均用1.5倍行距。
- 2、插图使用适当比例嵌入文档，在图下标注图题，图题编号按章节内统一编码。
- 3、图表一般居中排列，表题放在表前，图题编号章节内统一编码，表中文字行距不作具体规定。

绪论

第一节 有机化学的研究对象

简述：从人类生存、生产的历史阐明有机物的历史性与广泛性，人类生存离不开有机物的事实。

给出有机物的原始概念、演变后的现代概念及其演变历程。

阐明有机物与无机物在结构和性质上的差异。

分析有机物与无机物互相转化的关系及相对性。

第二节 有机化合物特性

从人类生活的衣食住行必须物来分析有机物的共同性质（或有机物的特性）

1.从衣食住行必需品的种类数量分析得到有机物数量多的印象。

简单解释：碳链延长与分枝所致。

2.从生活中的防火知识进行演绎，得出大多数有机物易燃的结论。

简单解释：碳碳键和碳氢键大都可以转变成碳氧键和氢氧键并且放出能量。

3.从酒精、食油、燃气等有机物存在状态导出有机物低熔点性质：

简单解释：分子化合物，弱极性键所致。

4.从石油、食油、氯仿、苯的水溶性导出大多数有机物不溶于水的结论。

简单解释：相似者相溶。

5.从绝缘体引出大多数有机物不导电的性质。诸如反应慢、副反应多性质也从生活事实导出。

总结：有机物的结构决定有机物性质——结构式的重要性。

第三节 有机化合物中的化学键

1. 价键理论

回顾中学化学键概念，写出几种简单无机物、有机物的电子式；简述价键理论要点。

2. 分子轨道理论

介绍分子轨道理论的要点：原子轨道线性组合成分子轨道，有成键轨道和反键轨道；成键电子围绕整个分子运动电子。

成键三原则：对称性匹配、能量近似、最大重叠。

表示方法：波函数表示

3. 碳原子杂化轨道理论

详细讲述杂化轨道理论要点，从价键理论过渡到杂化轨道理论，

用轨道式（方框）表示碳原子的价层电子（基态、激发态和 sp^3 杂化态）的排布。

讲述杂化轨道概念及 sp^3 杂化、 sp^2 杂化态、 sp 杂化态。（可以以图形或模型表示 S、P 轨道和杂化轨道的电子云形状）

论述 σ 键、 π 键的形成过程、电子云形状与特点。

简述共价键的四个参数：键能、键长、键角与偶极矩。

简述分子几何构型、极性与分子化学键的关系。

介绍化学键的异裂与均裂。

第四节 有机化合物的结构式及其表示方法

1. 用“结构决定性质”和“有机物结构复杂”来强调明确表示有机物结构的重要性。

2. 介绍结构式的书写方法及注意事项。

结构简式和键线式的书写方法。

对于三种表示方法进行适当课堂练习。

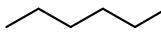
第五节 有机化合物分子中的官能团和有机物的分类。

1. 复习“官能团”概念及中学所学有机物官能团名称、同类官能团所表现的化学性质。
 2. 对于单官能团有机物，官能团类别决定化合物类别。
 3. 介绍有机化合物的分类方法：碳路分类、官能团分类法。
 4. 列举常见有机官能团的结构及名称。

授课日期

第 1—18 周, 星期一 5-6, 星期五 1-2

教案编号

课程名称	基础化学 (含实训)	专业班级	化妆品 251、 化妆品 251 (订)
教材名称	基础化学		
授课题目	第 12 章 脂肪烃		
授课学时	2 节 (<input checked="" type="checkbox"/>); 3 节 (); 其它 ()		
课 型	理论 (<input checked="" type="checkbox"/>); 实验 (); 见习 (); 实训 (); 其它 (<input checked="" type="checkbox"/>)		
教学目的	1 掌握脂肪烃的命名; 2 理解饱和碳、双键碳、三键碳的成键特点; 3 掌握烷、烯、炔烃重要的化学性质; 4 能利用有机化合物的性质区别常见的脂肪烃; 5 具备安全使用有机化合物的基本常识; 6 会依据脂肪烃的结构命名和依据脂肪烃的名称写出脂肪烃的结构; 7 能应用官能团知识对有机化合物进行分类。		
教学重点	1 掌握烷、烯、炔烃重要的化学性质 2 能利用有机化合物的性质区别常见的脂肪烃		
教学难点	1 掌握烷、烯、炔烃重要的化学性质 2 能利用有机化合物的性质区别常见的脂肪烃		
教学方法	讲授 (<input checked="" type="checkbox"/>); 讨论 (<input checked="" type="checkbox"/>); 指导 (<input checked="" type="checkbox"/>); 示教 (); 其它 ()		
电子教案	有 (<input checked="" type="checkbox"/>)	Microsoft PowerPoint (<input checked="" type="checkbox"/>); Author ware (); 其它 ()	
	无 ()		
教学资源	多媒体 (<input checked="" type="checkbox"/>); 模型 (); 标本 (); 实物 (); 音像 (); 其它 ()		
教学过程 时间安排	引入 (5min)、讲授 (30min)、讨论 (30min)、提问 (25min)		
思 考 题	含有三个以上碳原子的烷烃分子中, 碳原子的排列是不是直线形。你能解释结晶态烷烃其碳链 (胍) 呈锯齿形吗? 如:  正己烷。		
作 业	课外作业: 利用互联网资源查一查什么是绿色化学? 课内作业: 见教材		
教学后记	通过本章节课的认真听讲、学习和讨论, 让学生理解饱和碳、双键碳、三键碳的成键特点, 能应用官能团知识对有机化合物进行分类。掌握脂肪烃的命名, 掌握烷、烯、炔烃重要的化学性质, 能利用有机化合物的性质区别常见的脂肪烃, 会依据脂肪烃的结构命名和依据脂肪烃的名称写出脂肪烃的结构。同时, 具备安全使用有机化合物的基本常识。		

第 12 章 脂肪烃

知识目标

- 掌握脂肪烃的命名
- 理解饱和碳、双键碳、三键碳的成键特点
- 掌握烷、烯、炔烃重要的化学性质

能力目标

- 能利用有机化合物的性质区别常见的脂肪烃
- 具备安全使用有机化合物的基本常识
- 会依据脂肪烃的结构命名和依据脂肪烃的名称写出脂肪烃的结构
- 能应用官能团知识对有机化合物进行分类

第一节 有机化合物的基础知识

一、有机化合物

有机化合物是碳氢化合物及其衍生物。

实例分析:棉纤维、聚酯纤维、仿蜘蛛丝纤维、蚕丝纤维等各类纤维；食物的三大组成部分的淀粉、油脂和蛋白质；各类维生素；天然气、汽油等等。人体自身就是一个“有机化工厂”，每时每刻都在进行一系列、复杂、有序的有机化学反应以保证我们的生命活动。



蛋白质 淀粉 维生素



木材



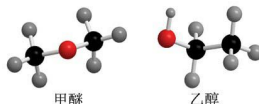
化学纤维

二、有机化合物的表示

1. 同分异构现象

想一想：

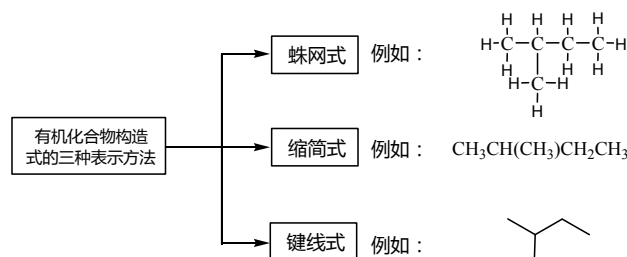
能否用 C_2H_6O 分子式表示乙醇和甲醚吗？



同分异构现象：具有相同的分子式但结构不相同的现象，普遍存在于有机化合物中。如同甲醚和乙醇

2. 有机化合物构造式的表达

分子中原子间相互连接的次序和方式称为分子的构造。反映有机物分子中原子之间连接的次序及方式的式子为有机化合物的构造式，常用的三种构造式如下：



3. 有机化合物的特点

(1) 有机化合物容易燃烧 绝大多数有机化合物都可以燃烧，完全燃烧时生成二氧化碳和水，如果有机化合物中还含有其它元素时，燃烧氧化的产物中还有这些元素的氧化物。

【应用示例】实验室中可采用灼烧试验初步判断有机化合物和无机化合物。将样品放在白金片或坩埚盖上慢慢用火焰加热，大多数有机物就会燃烧或者炭化变黑，最后烧尽，不留残渣。大多数无机化合物则不能着火，即使燃烧，也不能烧尽。

(2) 有机化合物熔、沸点较低 有机化合物在室温下常为气体、液体或低熔点的固体，其熔点一般不超过 400℃。

如 NaCl 晶体的熔点为 800℃、沸点为 1413℃；苯的熔点为 5.5℃、沸点为 80.1℃

想一想：为什么有机化合物熔、沸点较低？

有机化合物为共价化合物，其晶体内分子间是以范德华力相互吸引；克服分子间引力、实现相变所需的能量较少，表现为熔点较低。同理，克服液态有机物分子间的相互引力使其沸腾所需能量较无机物低。

【应用示例】实验室中可以通过测有机物的熔、沸点来检验其纯度及鉴定有机化合物。检验方法参见试验书。

想一想：

结合这些特点，使用有机物时应该注意哪些安全事项？

(3) 难溶于水，易溶于有机溶剂

想一想：有机物为什么难溶于水，易溶于有机溶剂？

极性弱的有机化合物与非极性溶剂如烃类、醚类等分子间作用力相似，彼此可以相溶，而难溶于极性较大水中。

例如：石蜡不溶于水，却可以溶于汽油。

(4) 有机化合物的结构复杂 无机化合物多数只由几个原子所组成，而有机化合物则复杂得多。如维生素 B₁₂ 的分子式为 C₆₃H₈₈CoN₁₄O₁₄P。

(5) 有机反应速率慢、副反应多 有机化合物之间的反应速度较慢，反应常需几小时或几十个小时才能完成。

有机化合物在发生化学反应时，发生碰撞的部位不只限于分子中某个原子或原子团，所以在发生主要反应的同时，还常伴随发生一些副反应。反应生成物常常是混合物，目标产物的收率较低。

想一想：

书写有机化学反应方程式时应注意的几个方面？

知识窗：

为了提高主要产物的收率和加快反应，常采用加热、光照、加压或使用催化剂等手段以促进反应的发生和进行。有些试剂和反应物还易被水和氧气破坏，因此需在无水无氧的条件下操作。随着人们对分子结构和反应过程的深入了解，现已发现了一些产物专一、产率可达 95% 甚至 100% 的有机反应。

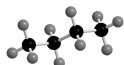
课外作业：利用互联网资源查一查什么是绿色化学？

三、有机化合物的分类

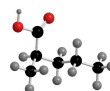
1. 按分子中碳骨架形状，有机物化合物可分为三类

(1) 开链化合物

分子中的碳原子相互连接成链状骨架，碳链可长可短，碳原子之间的结合方式可以是单键、双键或叁键。由于这类化合物最初是从脂肪中获得的，又称脂肪族化合物。如：



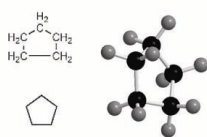
丁烷



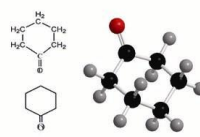
2-甲基戊酸

(2) 碳环化合物

化合物中含有由碳原子构成的环状结构。碳环化合物又分为脂环族化合物和芳香族化合物两类。分子中至少存在一个由碳原子连接成环状结构的化合物，其性质和脂肪族开链化合物相似，故称为脂环族化合物。如：

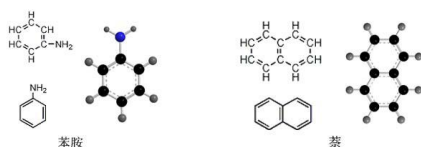


环戊烷



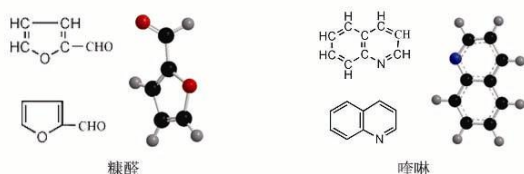
环己酮

分子中至少含有一个苯环的化合物为芳香族化合物。如：



(3) 杂环化合物

化合物中有环状结构，成环原子除碳原子之外，还含有氧、硫、氮等非碳原子。其性质与芳香族化合物的性质有相似之处，也称芳香杂环化合物。如：



2. 按官能团分类

分子中比较活泼、易发生化学反应的原子或基团，称为官能团。具有相同官能团的化合物性质上有共同之处，按官能团分类。

化合物类别	官能团		实例	
	式子	名称	结构式	名称
烯烃		双键	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$	乙烯
炔烃	$-\text{C}\equiv\text{C}-$	叁键	$\text{CH}\equiv\text{CH}$	乙炔
卤代烃	$-\text{X}$	卤素	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$	溴乙烷
醇、酚	$-\text{OH}$	羟基	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	乙醇
				苯酚
醚	$-\text{C}-\text{O}-\text{C}-$	醚键	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$	乙醚
醛		醛基	$\text{H}-\text{CHO}$	甲醛
酮		羰基	CH_3COCH_3	丙酮
羧酸		羧基	CH_3COOH	乙酸
胺	$-\text{NH}_2$	氨基	CH_3NH_2	甲胺
腈	$-\text{C}\equiv\text{N}$	腈基	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{N}$	丙烯腈
磺酸	$-\text{SO}_2\text{OH}$	磺酸基		苯磺酸
硝基化合物	$-\text{NO}_2$	硝基		硝基苯

烷烃没有官能团，苯环不是官能团，但在芳香烃中苯环具有官能团的性质。

第二节 脂肪烃的结构

一、烷烃的结构

1. 甲烷的结构

甲烷分子的组成为 CH_4 。

碳原子由基态到激发态以 SP^3 杂化的方式参与成键（见第一章第五节内容），碳的四个 SP^3 杂化轨道与氢原子的 1S 轨道沿着轨道的对称轴方向进行最大程度的重叠形成 C-H σ 键，这四个 σ 键之间的键角为 $109^\circ 28'$ 。甲烷分子具有正四面体的空间立体结构。

2. 其它烷烃的结构


烷烃分子中碳原子均以四个共价单键与其它碳原子或氢原子相连。烷烃的通式为 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ 。其它烷烃分子中的碳原子都是以 SP^3 杂化状态的方式参与成键，碳原子的四个 SP^3 杂化轨道与相邻碳原子的 SP^3 杂化轨道或氢原子的 1S 轨道沿轨道对称轴的方向进行最大程度的重叠形成 C-C σ 键或 C-H σ 键。烷烃分子中碳原子的四个 σ 键间键角约 $109^\circ 28'$ ，碳原子具有四面体立体结构。

σ 键电子云以成键两原子核连线为轴对称分布。

σ 键特点是成键的两个原子可以相对旋转而不影响电子云的分布，不破坏 σ 键。

形成 σ 键的原子轨道重叠程度最大且成键电子云集中于两成键原子核之间，受成键原子核的束缚力较大，不易在外界试剂作用下发生发生变形、极化、断裂、表现较为不活泼的化学性质，因此烷烃具有较稳定的化学性质。

想一想：

含有三个以上碳原子的烷烃分子中，碳原子的排列是不是直线形。你能解释结晶态烷烃其碳链（胍）呈锯齿形吗？如： 正己烷。

二、烯烃的结构

烯烃分子中官能团碳原子为双键碳原子。官能团碳原子都是以 sp^2 杂化状态参与成键的。

仅含有一个碳碳双键的烯烃为单烯烃，其通式为 C_nH_{2n} 。

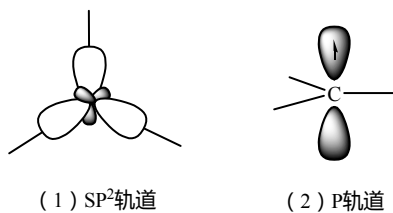
含有两个碳碳双键的烯烃称二烯烃，其通式为 $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ 。

1. 单烯烃的结构

单烯烃中，乙烯分子最简单也最具代表性。

实验证实乙烯分子 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 分子六个原子在同一平面上，如图 1-14 所示。

以 sp^2 杂化方式成键的碳原子，三个 sp^2 杂化轨道由于能量、形状相同，三个 sp^2 轨道的对称轴在同一平面，彼此之间的夹角为 120° 如图 9-2 (1) 所示；未参与杂化的 p 轨道的对称轴垂直于由三个 sp^2 轨道对称轴所决定的平面，如图 9-2 (2) 所示。



C 原子的三个 sp^2 轨道在空间的分布 (1) 及未杂化的 p 轨道 (2)

图 9-2 sp^2 杂化态的碳原子的杂化轨道与未杂化的 p 轨道

在乙烯分子中，对称轴在同一平面的五个 σ 键及 π 键的电子云重叠方式的示意图如图 9-3 (1)、(2) 所示。

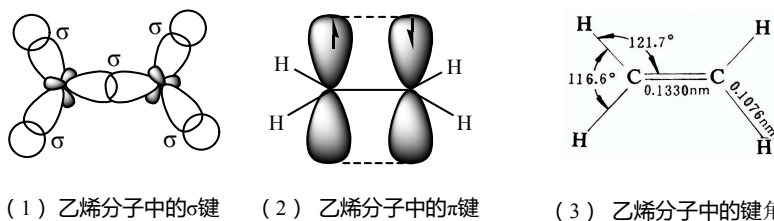


图 9-3 乙烯分子中的 σ 键、 π 键及键角

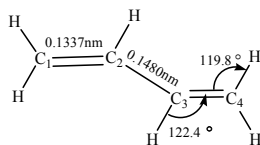
π 是由成键原子轨道以“肩并肩”方式侧面重叠成键，它的重叠程度小于 σ 键。

π 电子云对称地分布分子平面的上方和下方，受双键碳原子核束缚力较小，流动性较大，在外界试剂的作用下，易发生变形、极化、断裂、表现较为活泼的化学性质。 π 键不能自由旋转，因此以双键相连的碳原子也不能自由旋转。

2. 共轭二烯的结构及共轭效应

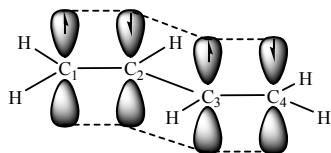
共轭二烯烃：二烯烃中两个双键被一个单键隔开的二烯烃称共轭二烯烃。

1, 3-丁二烯：分子内所有的原子共平面，分子内键角、键长如图所示。



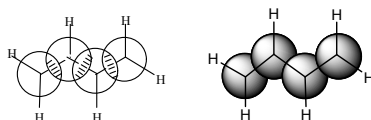
1, 3-丁二烯中 C(1)与 C(2)之间的键长比乙烯中碳碳双键的键长为 0.1330nm 稍长；C(2)与 C(3)之间的键长比乙烷中碳碳单键长为 0.1540nm 稍短，键长趋于平均化。

1, 3-丁二烯分子中每个碳原子以 sp^2 杂化轨道与相邻碳原子的 sp^2 杂化轨道彼此沿着轨道的对称轴方向进行最大程度的重叠形成三个碳碳 σ 键；每个碳原子剩余的 sp^2 杂化轨道分别与氢原子 s 轨道重叠，形成六个 C-H σ 键。这九个 σ 键的键轴处在同一平面上，因此分子内的所有原子共平面。每个碳原子上均有一个未参与杂化的 p 轨道，其对称轴平行，且垂直于 σ 键所在的平面。如图所示。



四个 P 轨道彼此侧面重叠形成 π 键，这样的 π 键与单烯烃中的 π 键不同，单烯烃 π 键的两个电子局限于两个碳原子之间运动，被称为定域 π 键。

离域 π 键：在 1,3-丁二烯分子中 π 键的 4 个电子的运动范围不再局限于 C_1C_2 和 C_3C_4 之间，而是运动于四个碳原子的核外，即电子发生了离域化，形成了离域 π 键。离域 π 键也叫大 π 键或共轭 π 键，如图所示，可以表示为 π_4^4 。



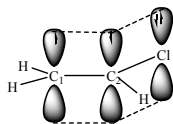
由于 π 电子云密度并不完全集中于 C_1 、 C_2 及 C_3 、 C_4 之间，而是分布在四个碳原子之间，电子云密度趋于平均化，导致了键长趋于平均化。

共轭效应：在共轭烯烃中，电子的离域导致了电子云密度分布的平均化，从而引起键长的平均化，同时也使得共轭烯烃体系能量降低，稳定性增加，这一效应被称为共轭效应。

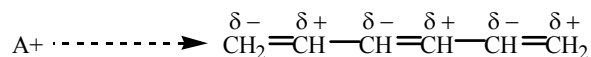
$\pi - \pi$ 共轭体系：含有共轭 π 键的体系被称为共轭体系，单双键交替排列的共轭体系称为 $\pi - \pi$ 共轭体系。

共轭效应产生的条件为：共轭体系内原子共平面；体系内每个原子均有一个 P 轨道，且对称轴相互平行。

实例分析：氯乙烯分子 $CH_2=CH-Cl$ 存在有一个 π_3^4 的 $P-\pi$ 共轭体系，如图所示。



共轭体系的特性：当共轭体系中的任何一个原子受到极性物质影响时，都会发生 π 电子云的偏移，离域 π 电子所受影响可以从体系的一端传递到另一端，产生交替极化现象，不受共轭体系长度的限制和影响。如：



三、炔烃的结构

炔烃分子通式为 C_nH_{2n-2} 。叁键碳原子都是以 sp 杂化方式参与成键。

乙炔分子最简单也最具代表性。实验测得乙炔 $CH\equiv CH$ 分子是直线型结构，键角及键长如图所示。

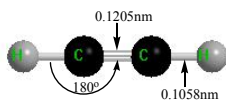
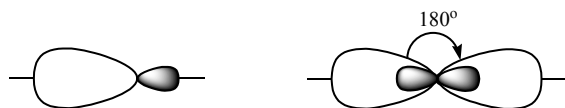


图 9-8 乙炔分子的直线型结构

sp 杂化的碳原子中两个 sp 杂化轨道的形状及空间关系如图所示。



碳原子的一个 sp 杂化轨道与另一个碳的 sp 杂化轨道彼此沿着轨道的对称轴进行最大程度的重叠形成 $C-C \sigma$ 键，另一个 sp 杂化轨道与氢原子的 s 轨道以相同的方式形成 $C-H \sigma$ 键。

三键碳原子都有相互垂直的两个未参与杂化的 p 轨道，并且都垂直于 sp 杂化轨道对称轴所在的直线。两个三键碳的两对相互平行的 p 轨道从侧面“肩并肩”地重叠，形成两个互相垂直的 π 键， π 电子云位于 σ 键轴的上下和前后部位， π 电子云的以成键碳原子核连线为对称轴的圆柱体分布，如图所示。



第三节 脂肪烃的命名

一、饱和脂肪烃的命名

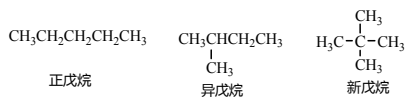
1. 习惯命名法

习惯命名法：依据烷烃分子中碳原子数来命名。

十个碳原子以内的烷烃依次用甲、乙、丙、丁、戊、己、庚、辛、壬、癸来表示，

十个碳原子以上的则用中文数字表示。

异构体之间，用汉字词头表示：“正”表示直链烷烃；“异”表示从链端起第二个碳原子上带有一个甲基支链的烷烃；“新”表示从链端起第二个碳原子上带有两个甲基支链的烷烃。
如： C_5H_{12} 的三个同分异构体：



2. 烷基的名称

烷烃分子中去掉一个氢原子剩下的基团为烷基，通常可用 $R-$ （或 $C_nH_{2n+1}-$ ）表示

如：（用去氢法表示：甲烷 $\text{CH}_3-\text{H} \longrightarrow \text{CH}_3-$ 甲基）

CH_3- 甲基

乙烷 CH_3CH_2- 乙基

正丙烷 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2-$ 正丙基

异丙烷 $(\text{CH}_3)_2\text{CH}-$ 异丙基

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$ 正丁基

正丁烷 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 仲丁基异

丁烷 $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2$ —异丁基

叔丁烷 $(\text{CH}_3)_3\text{C}$ —叔丁基

3. 系统命名法

(1) 直链烷烃 直链烷烃的系统命名法与直链烷烃的习惯命名法相似，只是把“正”字去掉。如： $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{CH}_3$ 分别称：丁烷、十二烷。

(2) 带有支链的烷烃 将其看成是直链烷烃的烷基衍生物。

①选主链，确定母体

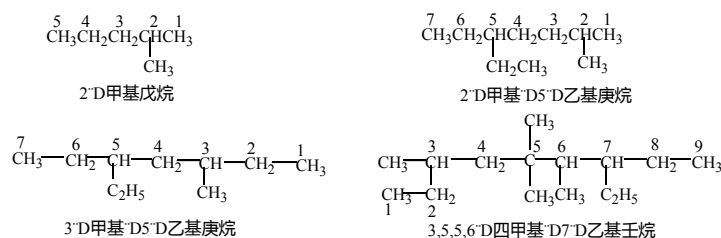
选择含有碳原子最多的碳链为主链，支链当成取代基；如有等长的碳链可选择时，选择连有较多取代基的碳链为主链，依据主链中碳原子数称“某”烷。

②主链碳原子编号，确定取代基位次

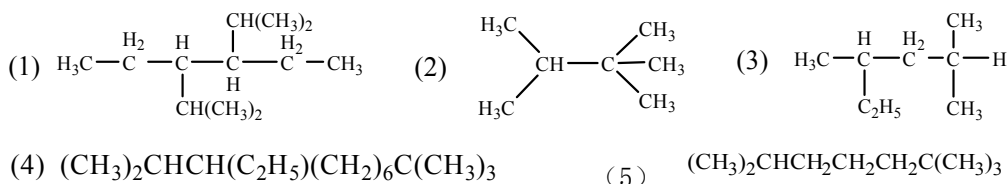
从靠近支链的一端开始，依次用阿拉伯数字给主链碳原子编号，如果两端与支链等距离的话，应从靠近构造较简单的取代基的那端开始编号；如果两端与支链等距离，且两支链构造相同的情况时，应遵循取代基位次之和最小原则。

③写出全称

把取代基名称写在烷烃母体名称前，在取代基名称之前用阿拉伯数字标明它的位置。在阿拉伯数字与取代基名称之间用短线隔开。有不同取代基，应将构造简单的写在前，复杂的写在后；如有相同的取代基，合并一起写；位次之间用逗号隔开，取代基的数目用汉字写在取代基名称之前。如：

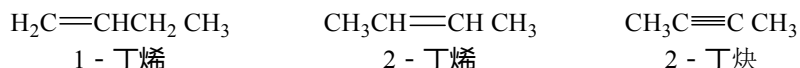


练一练：命名下列烷烃

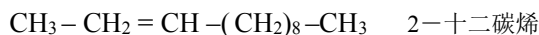


二、不饱和脂肪烃的命名

不饱和脂肪烃中有官能团双键或三键，在命名时要将双键或三键的位置标记清楚。与直链烷烃的命名相似，根据分子中官能团的不同命名为：烯、二烯、炔等。如：

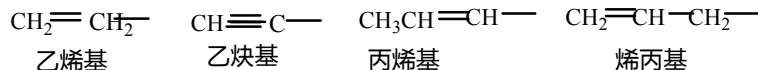


十一个碳及以上的烯烃和炔烃，在“烯”字，“炔”字前面加一个“碳”字。如：



1. 不饱和烃基的命名

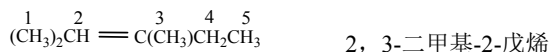
不饱和烃分子中去掉一个氢原子剩下的基团叫不饱和烃基。简单的不饱和烃基有：



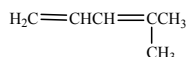
2. 带支链的烯、炔烃的命名

选主链：选择含有双键或叁键的最长碳链作为主链，根据主链碳原子数目命名为某烯或某炔。

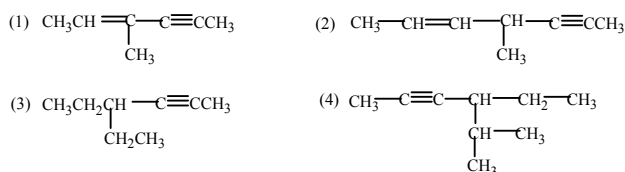
编号及写出全称：从靠近双键或叁键的一端进行编号；支链作为取代基，官能团的位置，以双键或叁键碳原子编号较小的序号来表示，写在烯烃或炔烃母体名称前面，取代基的位置、数目、名称表示的原则和烷烃相似。如：



二烯烃的命名选择含有两个双键官能团在内的碳链为主链，编号使两个官能团的位置之和为最小，其它和烯烃相似。如：4-甲基-1, 3-戊二烯的结构为：



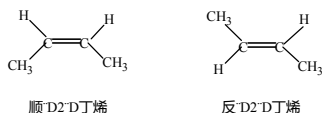
练一练：命名下列化合物



3. 烯烃顺反异构体的命名

(1) 顺反异构体

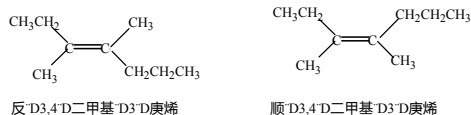
烯烃分子中由于双键碳原子不能自由旋转，对于烯烃双键碳均连有两个不同的原子或基团时如 $\text{abC} = \text{Cab}$ ，就有两个可能的异构体存在，如 2-丁烯有两个异构体。



分子中各原子或原子团在空间的排列方式即构型不同产生的异构体叫做顺反异构体。当双键碳上所连的相同基团或原子在双键同一侧为顺式，否则为反式。

(2) 顺反异构体命名

顺反异构体中当双键碳上所连的相同基团或原子在双键同一侧的烯烃在其名称之前加上一个“顺”字标记，否则用“反”字标记；如：



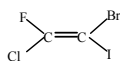
对于 $abC=Cmn$ 烯烃可能的顺反异构体不能用“顺”“反”标记。

系统命名法采用 Z/E 标记法。

首先将常见原子按原子序数的大小排序，原子序数大的排在前面，原子序数小的排在后面；同位素则按相对原子质量大小次序排列。

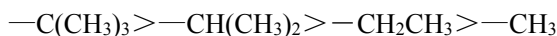
常见原子的优先次序为： $I > Br > Cl > S > P > F > O > N > C > D > H$

分别比较每一个双键碳原子上所连接的两个原子或基团，在次序中排在前者称为“较优基团”。如果两个双键碳原子的“较优基团”在双键的同侧，为 Z 型；在相反两侧的为 E 型。

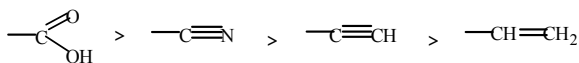


如：Z-D1'D氟-D1'D氟-D2'D溴-D2'D溴乙烯

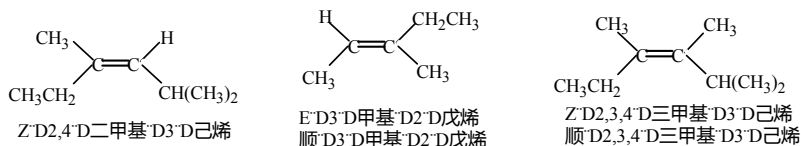
如果与双键碳原子相连接的不是单个原子，而是一个多原子基团，在排序时，只比较与双键碳原子直接连接的原子；若第一个原子相同，才比较第二个原子；第二个亦相同，则比较第三个，余类推。下列烷基的次序为：



对于重键，可以看作是单键的重复，再进行比较，如下列基团的先后次序是：



实例分析：下列三种烯烃的结构和名称为：



练一练：用系统命名法命名下列化合物。如有顺反异构体，写出其构型式，并用 Z/E 命名法命名。

- (1) $(C_2H_5)_2C=CHCH_3$ (2) $C_2H_5-C(CH_3)=CH-CH(CH_3)-CH_3$
- (3) $(CH_3)_3CCH=CHCH_2CH_3$ (4) $CH_2=C(CH_3)(CH_2)_2CH_3$

第四节 脂肪烃的性质

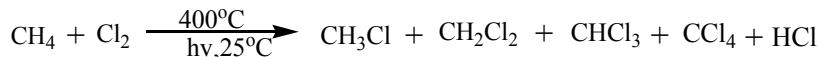
一、取代反应

1. 烷烃的卤代

卤代反应：烷烃与卤素在高温或光照条件下，烷烃分子中一个或多个氢原子被卤素原子取代的反应为。

X_2 反应活性: $F_2 > Cl_2 > Br_2 > I_2$, 其中氟代反应太剧烈, 难以控制; 而碘代反应太慢, 难以进行, 常见的是氯代和溴代反应。

烷烃的卤代反应一般难以停留在一卤取代阶段, 通常得到各卤代烃的混和物。如甲烷的氯代:



若要得到其中的某一产物, 可以通过控制甲烷和氯的物料比来实现。

如当反应在 $400 \sim 450^\circ C$, $CH_4:Cl_2=10:1$ 时, 主要产物为 CH_3Cl ;

而当 $CH_4:Cl_2=0.263:1$ 时, 主要产物为 CCl_4 。

伯碳原子: 烷烃分子中只与一个碳原子相连接的碳为伯碳原子或一级碳原子, 用 $1^\circ C$ 表示

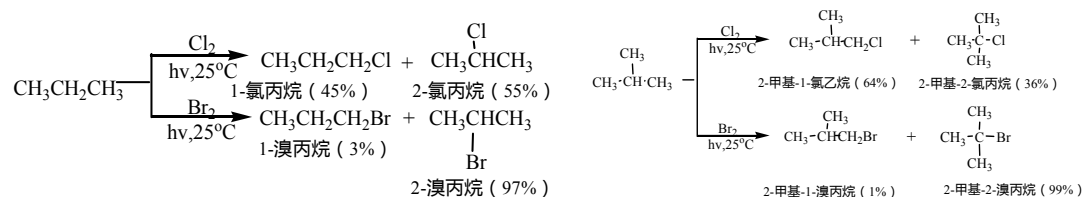
仲碳原子: 只与两个碳原子相连接的碳为仲碳原子又称为二级碳原子, 用 $2^\circ C$ 表示

叔碳原子: 与三个碳原子相连接的碳为叔碳原子又称三级碳原子, 用 $3^\circ C$ 表示

季碳原子: 与四个碳原子相连接的碳为季碳原子, 又称四级碳原子, 用 $4^\circ C$ 表示

与伯、仲、叔碳原子相连接的氢原子, 分别称为伯、仲、叔氢原子。

烷烃分子中各类氢原子与卤素反应的活性不同, 试验证明伯氢、仲氢、叔氢的反应的活性依次增强。烃的卤代反应是制备卤代烃的方法之一, 在工业上具有重要的应用价值。如:

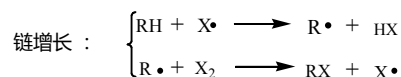
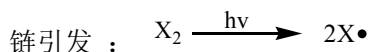


练一练: 写出戊烷的同分异构体, 并标记分子中各个碳原子的类型。

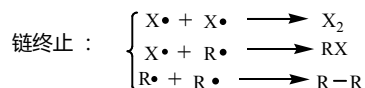
*2. 自由基取代反应机理

反应机理又称反应历程。它是指由反应物到产物所经历途径过程, 是建立在实验基础上的一种理论假说。

烷烃的卤代反应属于自由基取代反应。自由基取代反应是通过共价键的均裂生成自由基而进行的链反应。它包括链引发、链增长、链终止 3 个阶段。



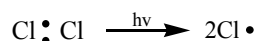
.....



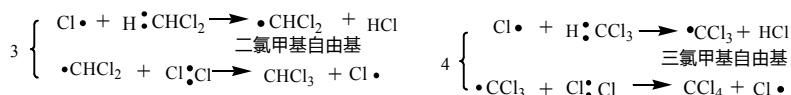
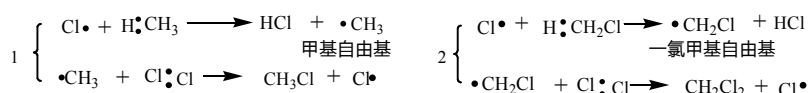
知识拓展:

甲烷氯代反应机理为:

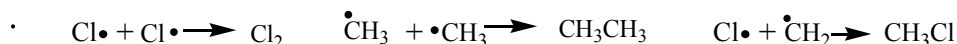
链引发——氯分子吸收能量均裂得到氯自由基,从而引发反应进行。



链增长——每步反应均为消耗一个自由基的同时产生一个新的自由基.氯自由基主要与甲烷分子碰撞生成甲基自由基,而氯自由基自相结合的几率很小;同样因大量氯分子存在,生成的甲基自由基自相作用的几率很小,甲基自由基主要与氯分子作用生成一氯甲烷。当一氯甲烷达到一定浓度时,氯自由基也可以和生成的一氯甲烷作用生成一氯甲烷自由基,它又可与氯分子作用,逐步生成二氯甲烷、三氯甲烷和四氯甲烷。



链终止——自由基之间相互结合生成化合物.当甲烷和氯的量减少时,各自由基相遇的几率也随之增加,它们相互作用的结果最终使反应链终止。

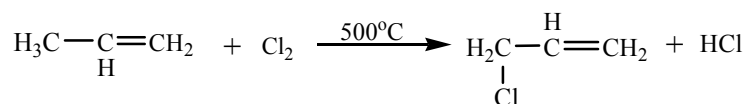


3. 烯烃 α-H 原子的卤代反应

α-碳原子: 与官能团直接相连的碳原子为α-碳原子

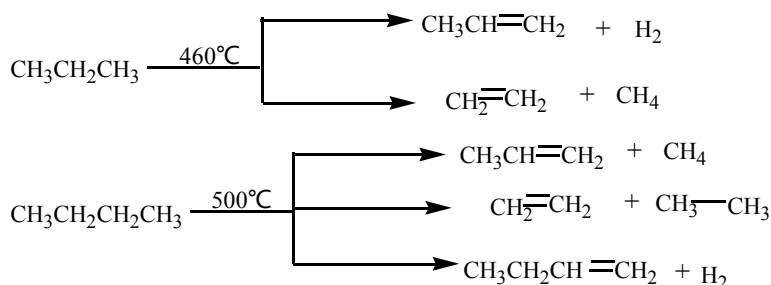
α-氢原子: α-碳原子上的氢原子称α-氢原子,受官能团的影响,α-氢原子有较强的活性,在一定的条件下被取代。

如: 丙烯与氯气在光照或者加热的条件下生成 3-氯-1-丙烯:



*二、热裂反应

常温下烷烃很稳定,在高温及隔绝空气的条件下,有机物分子中的共价键断裂生成较小分子的反应叫做热裂反应。



热裂反应的应用

在石油炼制过程中，通过分馏得到的汽油只占原油的 10~20%，且质量不好，炼油工业中为提高汽油的产量和质量，一般采用热裂的方法，使原油中含碳原子较多的烷烃断裂成碳原子数较少的汽油组分(C₆-C₉)。由催化裂化得到的汽油已占汽油总产量的 80%，而且质量较好。

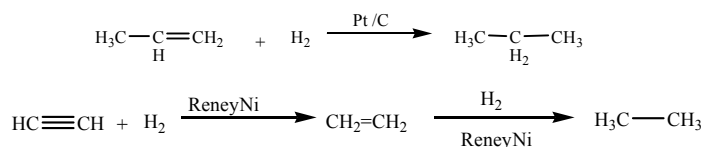
三、加成反应

不饱和脂肪烃与某些试剂作用时，不饱和键中的 π 键断裂，试剂中的两个原子或基团加到不饱和碳原子上，得到饱和化合物，这种反应叫做加成反应。

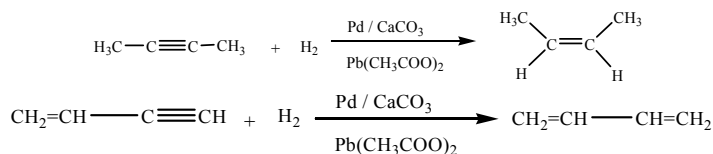
1. 催化氢化

加成反应：不饱和烃在催化剂铂 (Pt)、钯 (Pd)、镍 (Ni) 等金属催化下可与氢气发生加成反应，得到饱和烃。

催化剂：Pt 和 Pd 被吸附在惰性材料活性炭上使用，催化剂 Ni 则是由镍铝合金经碱处理得到的，具有较大表面积的海绵状金属镍，称为雷尼镍 (RaneyNi)。



林德拉 (Lindlar) 催化剂：将金属钯沉积在碳酸钙上，再用醋酸铅处理制得。当炔烃催化加氢时，若采用林德拉 (Lindlar) 催化剂，可使反应停留在烯烃阶段。



应用示例

提高汽油质量：粗汽油中常混有少量烯烃，烯烃容易氧化，生成高沸点杂质，影响汽油质量。可通过催化加氢使烯烃变成烷烃，从而提高汽油的质量。

对烯烃定量分析：由于烯烃的催化加氢可定量进行，故在有机分析中可通过加氢的体积对烯烃作定量分析。

人造奶油：液态油脂的结构中含有双键，容易变质，可通过催化加氢等将液态油脂变为固态油脂，便于保存和运输。

由炔烃制烯烃：炔烃可通过控制加氢制备烯烃、二烯烃等重要的有机合成原料。

2. 亲电加成

(1) 烯烃的加成

为什么易加成？

烯烃分子中双键碳原子间 π 键电子云受成键原子核的束缚力较小，有较大的流动性，容易受外界极性试剂的影响而被极化，容易受到正电荷或带电部分正电荷的离子或

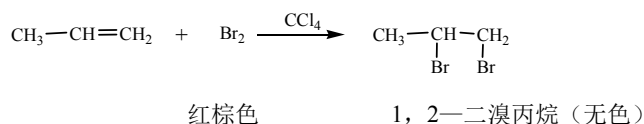
分子的进攻而发生反应。

亲电试剂与亲电加成

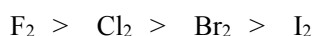
带正电荷或带部分正电荷的离子或分子具有亲电的性质，这类物质称亲电试剂。由亲电试剂首先进攻而引起的加成反应叫做亲电加成反应。

①与卤素加成～⑤与次卤酸加成

①与卤素加成 烯烃与卤素发生加成反应，生成二卤代物。如：



与相同烯烃发生加成反应时卤素的活性顺序为：

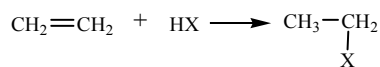


【应用示例】

烯烃与溴的加成常用于烯烃的定性检验。烯烃遇到红棕色的溴的四氯化碳溶液中，红棕色很快变浅或消失。也可用这种方法检查汽油、煤油中是否含有烯类等不饱和烃。

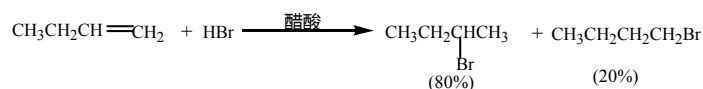
②与卤化氢加成

烯烃中两个双键碳原子上的取代基不相同的烯烃为不对称烯烃。乙烯及其它对称烯烃与卤化氢加成时，得到的一卤代物只有一种产物。



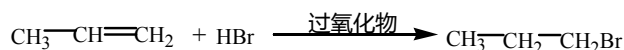
卤化氢的反应活性次序为：HI > HBr > HCl。

不对称烯烃与 HX 加成得到两种加成产物。



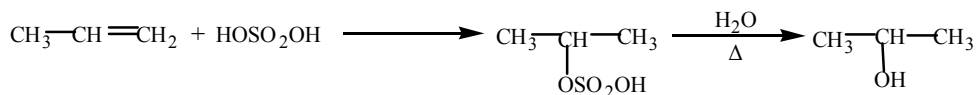
马氏规则：不对称烯烃与卤化氢等极性试剂发生加成反应时，试剂中的氢原子或带正电荷的部分主要加到含氢较多的双键碳原子上，而卤原子或带负电的部分则加到含氢较少的双键碳原子上。

当有过氧化物，如 H₂O₂、R-O-O-R 等存在时，氢溴酸与不对称烯烃加成时，反马氏规则进行。如：



③与硫酸加成

烯烃与冷的浓硫酸反应，生成硫酸氢烷基酯，产物能溶于浓 H₂SO₄。在受热的情况下产物易水解得醇。不对称烯烃与硫酸加成时，反应产物符合马氏规则。如：



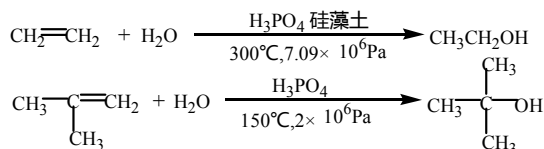
应用示例：工业上利用这个反应从石油裂化气制备醇类。浓 H₂SO₄ 与烯烃的加成产物，

能溶解在浓硫酸中，在石油工业中可以利用这一性质来脱除油品（烷烃）中的烯烃，以提高油品的质量。

想一想： 如何用化学方法鉴别丙烯和丙烷？如何除去丙烷中少量丙烯？

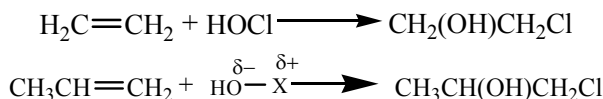
④与水加成

在酸催化下，烯烃与水加成生成醇。不对称烯烃与水发生加成符合马氏加成规则。

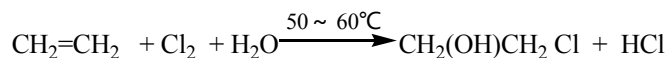


⑤与次卤酸加成

次氯酸和次溴酸与烯烃加成，生成的产物是卤代醇。次卤酸与不对称烯烃加成时符合马氏规则。



在实际反应中，并不是先制备次卤酸，再发生加成反应，而是烯烃和卤素（Cl₂ 或 Br₂）在水溶液中直接进行反应。如：



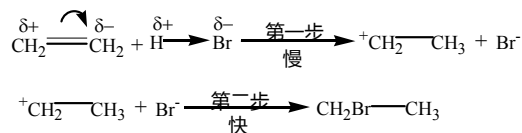
*** (2) 亲电加成反应机理**

烯烃亲电加成反应分两步进行。

如乙烯与 HBr 的加成反应：

第一步，溴化氢分子受到反应体系中极性物质的影响，加剧了 HBr 的极性共价键的极化，同样烯烃中的双键受反应体系中极性物质的影响，电子云也发生极化，带微正电荷的氢原子进攻双键上电子云密度大的碳原子，溴化氢分子共价键发生断裂，带正电荷氢离子与双键的一对 π 电子结合，形成一个碳正离子中间体；

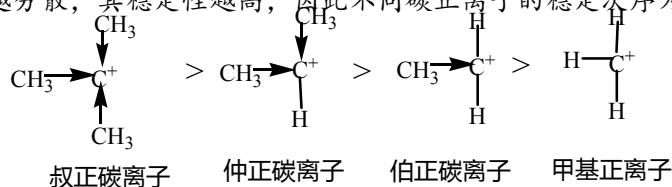
第二步，碳正离子与溴负离子结合：



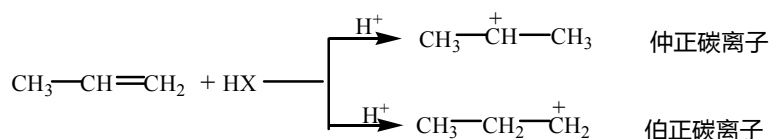
上述两步反应，第一步是关键，反应较慢，是决定反应速率的一步，而碳正离子一经形成，则立即与溴负离子结合，所以第二步反应非常快。

知识窗：

马氏加成规则的解释。不对称烯烃与极性试剂加成时，定速步骤中生成的正碳离子越稳定，其对应的产物越容易生成。根据物理学知识：一个带电体系的稳定性取决于所带电荷的分布情况，电荷越分散，体系越稳定。甲基是供电子基，当甲基与碳正离子相连时，甲基的电子云向缺电的碳正离子方移动，使碳正离子正电荷分散，稳定性提高。碳正离子所连的甲基越多，碳正离子的正电荷越分散，其稳定性越高，因此不同碳正离子的稳定次序为：



在丙烯与卤化氢进行加成反应的第一步中，产生的碳正离子可能有两种：



前者是生成仲碳离子，后者生成伯碳离子，因此前者稳定，所以反应产物主要是2-卤丙烷。

知识窗：

甲基是供电子基。不同杂化状态的碳原子因其杂化轨道中所含 s 轨道成分不同，故具有不同的电负性。其电负性次序为： $\text{Csp} > \text{Csp}^2 > \text{Csp}^3$ 。

在丙烯分子中，甲基碳原子为 SP^3 杂化状态，电负性为 2.48 小于双键碳原子 (sp^2 杂化) 的电负性：2.75，所以在丙烯分子中，甲基碳和双键碳之间的键电子云偏向双键碳，就相当于甲基具有供电子效应： $\text{CH}_3 \rightarrow \overset{\delta+}{\text{C}}\text{H}=\overset{\delta-}{\text{C}}\text{H}_2$ ，这种由于分子中电负性不同的原子或基团的影响，使整个分子中成键电子云向一个方向偏移，使分子发生极化的效应，称诱导效应。

其它烷基同甲基一样也具有供电子能力，与双键碳原子相连的烷基越多，其供电子能力越大，诱导效应越强，反应越容易进行，各种烷基供电子能力的顺序为：

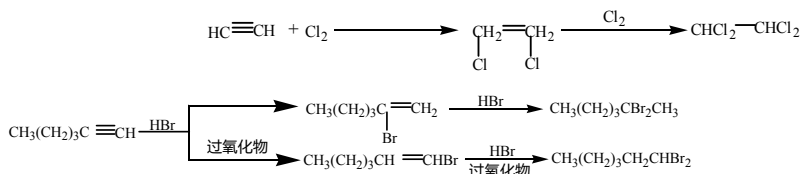


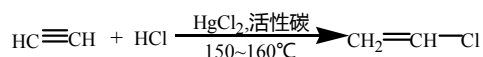
(3) 炔烃的加成

与烯烃类似，炔烃能与 X_2 、 HX 、 H_2O 等亲电试剂发生亲电加成反应。

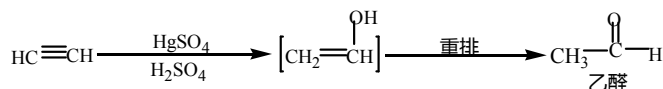
炔烃与溴的四氯化碳溶液作用，使溴的溶液褪色，用于检验炔烃。

炔烃与 X_2 、 HX 作用，在一定的条件下可以停留在一分子加成阶段。不对称炔烃于极性试剂加成遵循马氏规则，由过氧化物存在时炔烃与溴化氢加成反马氏规则。如：



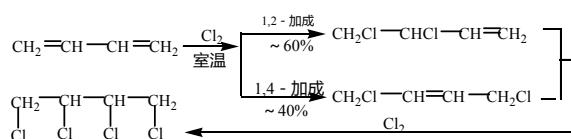


炔烃与水加成得到烯醇，烯醇不稳定经重排得到醛、酮，这是工业上制备醛、酮的一种方法。

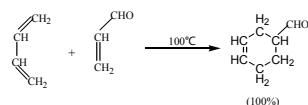


(4) 共轭二烯烃的加成

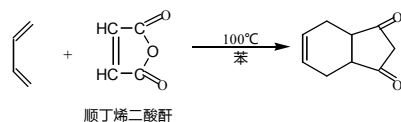
共轭二烯烃含有离域大 π 键，离域大 π 键受外界试剂的影响产生极性交替现象，当共轭二烯烃与 1mol 卤素或卤化氢进行亲电加成反应时，得到 1, 2-和 1, 4-两种加成产物。如：



共轭二烯烃与烯（炔）烃能进行 1, 4-加成反应生成六元环状化合物，该反应称为狄尔斯-阿德尔（Diels-Alder）反应。如：

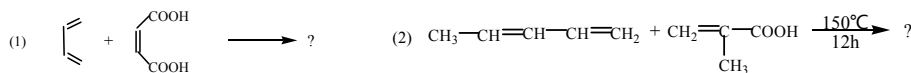


其中：共轭二烯烃称双烯体，烯（炔）烃为亲双烯体。当亲双烯体中连有一 COOH 、 CHO 、 CN 等吸电子基时，有利于反应的进行。如：



应用：共轭二烯烃与顺丁烯二酸酐的反应是定量进行的，且生成了白色固体，常用于鉴定共轭二烯烃。通过双烯合成反应可以将链状化合物转变为环状化合物，是有机合成环状化合物的重要方法。

练一练：完成反应：

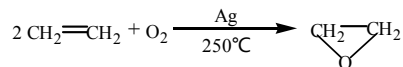


四、氧化反应

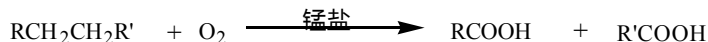
在有机化学中，通常把加氧或脱氢的反应统称为氧化反应。脂肪烃在不同的氧化剂氧化下，可以生成不同的产物。

1.催化氧化

乙烯在一定条件下被空气中的氧直接氧化，双键中的 π 键断裂生成环氧乙烷。

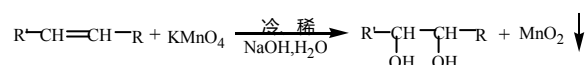


石蜡是 $\text{C}_{20} \sim \text{C}_{40}$ 的高级烷烃的混合物催化氧化生成高级脂肪酸的混合物，其中 $\text{C}_{12} \sim \text{C}_{18}$ 的脂肪酸可代替天然油脂制取肥皂，可节约大量食用油脂。

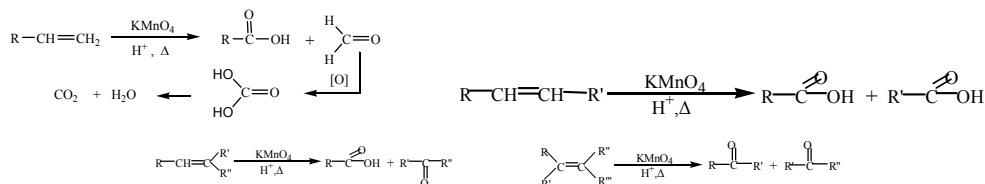


2.高锰酸钾氧化

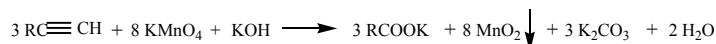
烯烃与高锰酸钾的碱性冷溶液发生氧化反应时，双键中的 π 键断裂生成邻二醇。同时高锰酸钾被还原成二氧化锰。



过量的 KMnO_4 溶液或高锰酸钾的酸性溶液氧化烯烃，则烯烃的双键完全断裂，氧化产物为有机酸或酮。因烯结构不同，所得产物也不同。



炔烃与高锰酸钾氧化产物比烯烃简单，叁键断裂，氧化产物为对应的羧酸。连接炔氢的三键碳被氧化成二氧化碳和水。



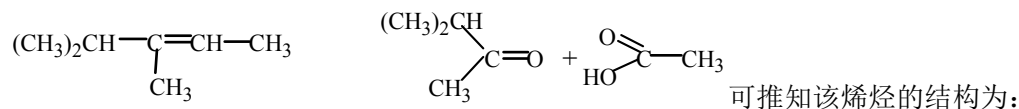
应用：①利用不同结构的烯烃，即可以制备有机酸、酮。

②可以利用 KMnO_4 紫色褪去定性地鉴别不饱和脂肪烃。

③根据反应产物的结构来推测不饱和烃的结构。

例 1: 某烯烃经酸性 KMnO_4 溶液氧化后，生成下列产物： $(\text{CH}_3)_2\text{CHCOCH}_3$ 和 CH_3COOH ，试推测该烯烃的结构式。

解: 依据该烯烃在酸性 KMnO_4 的氧化下产物为:



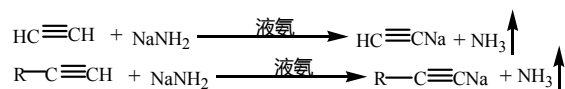
练一练： 试给出经高锰酸钾酸性溶液氧化后生成下列产物的烯烃的构造式：

- | | |
|--|--|
| (1) CO ₂ 和H ₂ O | (3) $\text{CH}_3\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}-\text{CH}_3$ |
| (2) CH ₃ COOH,CO ₂ 和H ₂ O | (4) $(\text{CH}_3)_2\text{CH}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}\text{CH}_3$ 和CH ₃ COOH |

五、金属炔化物的生成

炔氢：炔烃分子中和叁键碳原子直接相连的氢原子，其性质比较活泼，具有一定的微弱酸性。

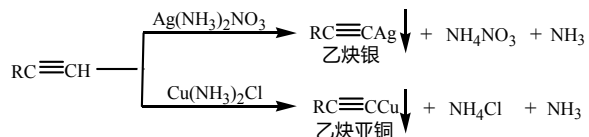
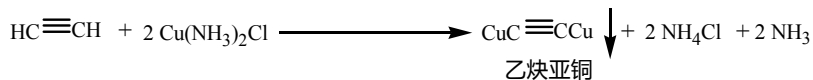
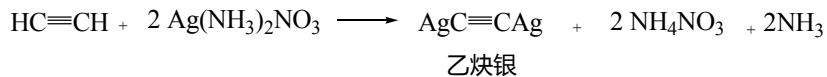
炔氢可以被某些金属原子取代，生成金属炔化物。如：



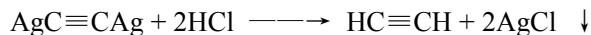
应用：利用碱金属炔化物和伯卤烷反应，可以合成高级炔烃。这是有机合成中增长碳链的方法之一。如：



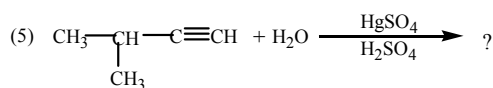
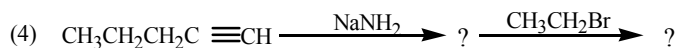
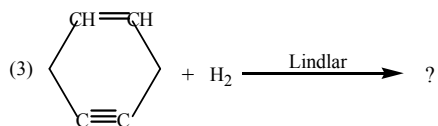
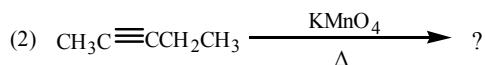
应用：炔氢的微弱酸性使它能被某些金属离子所取代生成金属炔化物。这是鉴定含有炔氢的炔烃的简便方法。如：



注意：重金属炔化物在湿润时比较稳定，在干燥的情况下，受热或受撞击易爆炸，实验完毕后将生成的重金属化合物，加浓盐酸将其分解，以免发生危险。

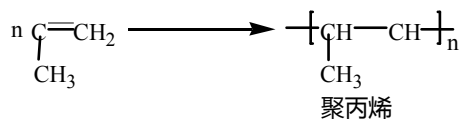


练一练： 写出下列反应的主要产物

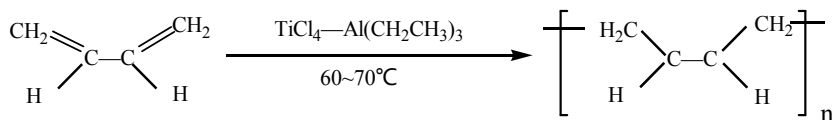


六、烯炔的聚合反应

烯炔一定条件下，烯炔分子中的 π 键断裂发生同类分子间的加成形成高分子化合物，此种类型的聚合反应称为加成聚合反应或加聚反应。



1, 3-丁二烯在齐格勒-纳塔催化剂作用下，可以使 1, 3-丁二烯基本上都按 1, 4-加成方式聚合而成顺式产物（占 96%以上），产物称顺-1, 4-聚丁二烯，简称顺丁橡胶。



顺丁橡胶由于结构排列有规律，具有耐磨、耐低温、耐老化、弹性好等优良性能，可以代替天然橡胶使用。

查一查：

利用文献资料或互联网信息查阅聚乙烯、聚丙烯、聚卤乙烯等高聚物的物理性能及在生活中的应用。

授课日期 第 1—18 周, 星期一 5-6, 星期五 1-2

教案编号

课程名称	基础化学 (含实训)	专业班级	化妆品 251、 化妆品 251 (订)
教材名称	基础化学		
授课题目	第 13 章 环烃		
授课学时	2 节 (<input checked="" type="checkbox"/>); 3 节 (); 其它 ()		
课 型	理论 (<input checked="" type="checkbox"/>); 实验 (); 见习 (); 实训 (); 其它 (<input checked="" type="checkbox"/>)		
教学目的	1. 了解简单环状化合物的命名 2. 掌握脂环烃、苯的结构及化学性质 3. 掌握苯环上取代反应定位规则 4. 利用定位规则指导合成多官能团取代苯		
教学重点	1. 苯的结构及化学性质 2. 苯环上取代反应定位规则		
教学难点	1 苯的结构特点 2 苯的亲电取代反应 3 苯的定位基定位规则 4 定位规则在有机合成上的应用		
教学方法	讲授 (<input checked="" type="checkbox"/>); 讨论 (<input checked="" type="checkbox"/>); 指导 (<input checked="" type="checkbox"/>); 示教 (); 其它 ()		
电子教案	有 (<input checked="" type="checkbox"/>)	Microsoft PowerPoint (<input checked="" type="checkbox"/>); Author ware (); 其它 ()	
	无 ()		
教学资源	多媒体 (<input checked="" type="checkbox"/>); 模型 (); 标本 (); 实物 (); 音像 (); 其它 ()		
教学过程 时间安排	引入 (5min)、讲授 (30min)、讨论 (30min)、提问 (25min)		
思 考 题	见教材		
作 业	课内作业: 见教材		
教学后记			

第 13 章 环烃

第一节 脂环烃

分子中含有环状碳骨架，化学性质和烷、烯、炔等脂肪烃相似的碳氢化合物被称为脂环烃。

一、脂环烃的分类和命名

1. 分类

根据分子中是否存在不饱和键分:饱和脂环烃和不饱和脂环烃两类。

饱和脂环烃:环烷烃,

不饱和脂环烃:环烯烃和环炔烃等;

根据分子中碳环的数目分:

单环、二环或多环脂环烃;

2. 命名

(1) 环烷烃的命名

同烷烃命名类似，只是在碳原子相同的烷烃名称之前加上“环”字。环上取代基的编号原则是使取代基位次或位次之和为最小。

(2) 不饱和脂环烃的命名

环烯烃和环炔烃的命名是以环烯烃和环炔烃为母体，环上碳原子编号以满足官能团碳原子位置为最小的前提下，使取代基有尽可能低的编号。

二、环烷烃的结构与环的稳定性

环烷烃环上碳原子以 sp^3 杂化的方式与相邻碳或氢原子成键，成环碳原子的数目影响环结构的稳定性。环丙烷中的三个碳原子由于受几何形状的限制，分子中三个碳原子由于受几何形状的限制，碳碳之间的 sp^3 杂化轨道不能沿着轨道对称轴进行最大程度重叠，只能以弯曲的方式相互重叠，重叠程度比正常的 σ 键小，成键电子云没有轨道对称轴，而是分布在一条曲线上，形如香蕉，被称为弯曲键，俗称香蕉键，碳原子间的键角为 105.5°

三、脂环烃的性质

1. 饱和脂环烃的性质

(1) 取代反应 和烷烃一样，在光照或加热的情况下，环烷烃可与卤素进行取代反应，生成环烷烃的卤代衍生物。

(2) 氧化反应

环烷烃在常温下不与 $KMnO_4$ 等氧化剂反应。当加热或在催化剂的作用下，用空气中的氧气或用硝酸等强氧化剂氧化环己烷，可得不同产物。

(3) 开环反应

有较大环张力的小环在外界试剂的作用下，可以开环加成形成链状化合物。

① 催化氢化 含碳原子数少的小环烷烃，在催化剂的存在下，受热能进行氢化反应。环己烷和环庚烷在此条件下不发生反应。

② 与卤素反应

环丙烷和环丁烷能与卤素进行开环反应。环丙烷在室温下即可与溴反应，而环丁烷则需要加热才能反应。

③ 与卤化氢的反应

环丙烷、环丁烷与卤化氢进行开环反应，生成卤代烷。

2. 不饱和脂环烃的性质

环烯烃具有一般烯烃的特性：催化加氢、亲电加成且遵循马氏规则，能被 $KMnO_4$ 等氧化剂氧化。

第二节 芳烃

一、单环芳烃

1. 构造异构和命名
2. 苯的结构
3. 化学性质：取代反应（卤化，硝化，磺化，烷基化和酰基化）

氧化反应（侧链氧化，苯环氧化）

4. 苯环上取代反应定位规则
 - a 两类定位基
 - b 理论解释（电子效应，空间效应）
 - c 二取代苯亲电取代的定位规律
 - d 定位规则在有机合成上的应用

二、稠环芳烃

1. 萘的结构
2. 萘的性质：取代反应（卤化，硝化，磺化，酰基化）

氧化反应

加氢反应

3. 萘环上二元取代反应的定位规则

三、非苯芳烃

1. 芳香性和 Huckel 规则

非苯芳烃 芳香性判断

授课日期

第 1—18 周, 星期一 5-6, 星期五 1-2

教案编号

课程名称	基础化学 (含实训)	专业班级	化妆品 251、 化妆品 251 (订)
教材名称	基础化学		
授课题目	第 14 章 卤代烃		
授课学时	2 节 (<input checked="" type="checkbox"/>); 3 节 (); 其它 ()		
课 型	理论 (<input checked="" type="checkbox"/>); 实验 (); 见习 (); 实训 (); 其它 (<input checked="" type="checkbox"/>)		
教学目的	1 了解卤代烃的结构与性质 2 掌握卤代烃分子中卤原子与其他官能团的转化规律。在合成中, 运用这些规律判断反应的主要产物和反应所需条件和试剂。 3 卤代烯烃和卤代芳烃的性质 4 了解消除反应历程机理及影响因素		
教学重点	1 卤代烃的亲核取代反应、消除反应 2 S_N1 , S_N2 , $E1$, $E2$ 机理 3 消除反应机理 4 双键位置对卤素原子活性的影响		
教学难点	1 影响历程的因素 2 取代和消除反应的竞争主要产物的判断		
教学方法	讲授 (<input checked="" type="checkbox"/>); 讨论 (<input checked="" type="checkbox"/>); 指导 (<input checked="" type="checkbox"/>); 示教 (); 其它 ()		
电子教案	有 (<input checked="" type="checkbox"/>)	Microsoft PowerPoint (<input checked="" type="checkbox"/>); Author ware (); 其它 ()	
	无 ()		
教学资源	多媒体 (<input checked="" type="checkbox"/>); 模型 (); 标本 (); 实物 (); 音像 (); 其它 ()		
教学过程 时间安排	引入 (5min)、讲授 (30min)、讨论 (30min)、提问 (25min)		
思考题	见教材		
作 业	课内作业: 见教材		
教学后记			

第 14 章 卤代烃

第一节 卤代烃的分类和命名

分类和命名:IUPAC 命名法

按与卤素相连碳原子不同:

按烃基种类不同:

按卤原子数目不同:

第二节 卤代烃的制备

制法: 烷烃卤代, 烯烃加卤化氢, 从醇制备

第三节 卤代烃的性质

一、物理性质 (physical properties):

二、化学性质: C - X 键易断裂, 性质活泼

1. 亲核取代反应 (nucleophilic substitution); 卤代烷的水解 (hydrolysis), 氰解, 氨解, 醇解, 与硝酸银作用, S_N1 , S_N2 历程和影响因素

威廉姆逊反应: 合成混和醚

第四节 卤代烃的化学性质

1. 亲核取代反应

2. 消去反应 (elimination reaction)

(1) 脱 HX 的能力:

(2) 札依采夫规律:

在反应中, 主要产物为双键上烷基取代基较多的烯烃; 能形成共轭体系的产物为主要产物, 尤其与苯环共轭时

3. 与金属反应

重点介绍有机镁化合物称为 Grignard 试剂 (G-试剂)

第五节 亲核取代反应机理

一 双分子亲核取代 (S_N2)

亲核试剂 (OH^-) 从离去基团 (Cl) 的背面进攻, 在离去基完全脱离之前, 亲核试剂即与碳原子部分成键

二 单分子亲核取代 (S_N1)

两种机理的比较:

1. 中间状态: S_N2 —过渡态, 构型翻转; S_N1 —碳正离子, 外消旋化。

2. 卤代烃的反应活性顺序:

离去基碱性越强, 越难离去: $-OH$, $-OR$, $-NH_2$ 一般不直接离去, 而以共轭酸的形式离去 (H_2O , ROH , NH_3)。

第六节 影响亲核取代反应机理的因素

1. 烷基结构的影响

2. 卤离子的影响

3. 亲核试剂的影响

溶剂的影响

第七节 消除反应机理

一 双分子亲核取代 ($E2$)

亲核试剂 (OH^-) 进攻 β -H, 在离去基完全脱离之前, 亲核试剂即与碳原子部分成键

二 单分子亲核取代 ($E1$)

两种机理的比较:

- 1.中间状态: E2—过渡态; E1—碳正离子。
- 2.卤代烃的反应活性顺序: 烷基和卤素的影响

第八节 影响消除反应机理的因素

烷基结构的影响

卤离子的影响

进攻试剂的影响

溶剂的影响

第九节 取代和消除反应的竞争

1. 烷基结构的影响
2. 进攻试剂的影响
3. 溶剂的影响
4. 温度的影响

第十节 卤代烯烃和卤代芳烃

1 分类和命名:IUPAC 命名法

乙烯型卤代烃

隔离型卤代烃

烯丙型卤代烃

2 制法

3 双键位置对卤素原子活性的影响

教学步骤、内容(详细内容见课件)

授课日期

第 1—18 周, 星期一 5-6, 星期五 1-2

教案编号

课程名称	基础化学 (含实训)	专业班级	化妆品 251、 化妆品 251 (订)
教材名称	基础化学		
授课题目	第 15 章 含氧有机化合物		
授课学时	2 节 (<input checked="" type="checkbox"/>); 3 节 (); 其它 ()		
课 型	理论 (<input checked="" type="checkbox"/>); 实验 (); 见习 (); 实训 (); 其它 (<input checked="" type="checkbox"/>)		
教学目的	1. 了解醇结构上的特点及性质 2. 了解醚酚结构上的特点性质 3 掌握醛酮的重要反应及规律。 4 熟练运用醛酮的反应进行合成, 分离, 推导结构。 5 掌握羰基氧化还原反应 6 熟悉羧酸的命名和分类 7 掌握羧酸的物理性质和化学性质 8 掌握羧酸衍生物的命名和化学性质 9 掌握羧酸衍生物的重要反应及其相互转化		
教学重点	1 醇的化学性质 2 酚的化学性质 3 醚的化学性质 4 醛酮的化学性质 5 醛酮的氧化反应 6 羧酸的结构对酸性的影响 5 羧酸衍生物的化学性质		
教学难点	1. 酚的结构特点: (P- π 共轭效应, 使苯环活化, 且 C-O 键加强难断, 而 O-H 键极性增强, 易断。) 2. 酚的酸性与结构的关系 3 羰基亲核加成反应机理 4 酯化反应的历程及特点 5 羧酸衍生物的相互转化 (历程, 相对活性)		
教学方法	讲授 (<input checked="" type="checkbox"/>); 讨论 (<input checked="" type="checkbox"/>); 指导 (<input checked="" type="checkbox"/>); 示教 (); 其它 ()		
电子教案	有 (<input checked="" type="checkbox"/>)	Microsoft PowerPoint (<input checked="" type="checkbox"/>); Author ware (); 其它 ()	
	无 ()		
教学资源	多媒体 (<input checked="" type="checkbox"/>); 模型 (); 标本 (); 实物 (); 音像 (); 其它 ()		
教学过程 时间安排	引入 (5min)、讲授 (30min)、讨论 (30min)、提问 (25min)		
思考题	为什么邻硝基苯酚比对硝基苯酚沸点较低		
作 业	课内作业: 见教材		
教学后记			

第 15 章 含氧有机化合物

第一节 醇

一、醇的分类和命名

1、分类：

根据醇分子中烃基不同，烃基中碳氢比不同，分子中羟基所连碳原子不同及醇分子中羟基数目不同，可分为不同类，并分别举例说明。

2、命名：

命名可用普通命名法和系统命名法，举例说明。

二、物理性质

1、沸点：

首先给出一组分子量相近的不同类化合物的沸点

CH₃CH₂CH₂CH₃ CH₃CH₂CH₂OH CH₃-O-CH₂CH₃ CH₃CH₂Cl

分子量 (M) 58 60 60 64

bp -0.5℃ 97.2℃ 10.8℃ 12℃

问题：为什么醇的沸点较其它分子量相近的物质的沸点高？

简单回顾氢键形成条件，并以氢键解释此现象，说明醇的沸点随分子结构变化的一般规律。

2、水溶性：

醇分子中有亲水基和疏水基，说明醇在水中溶解性与其结构的关系。

常见的亲水基：-OH，-NH₂，-COOH，-SO₃H，>C=O

常见的疏水基：-R，-Ar

三、化学性质

首先进行构性相关分析，然后一一讲解

(一) 官能团的反应

1、与活泼金属反应，(O-H 键)

2、酯化反应 (O-H 键)

3、与氢卤酸反应 (C-O 键断裂)、(重点讲解)

引入 lucas 试剂 (浓 HCl/无水 ZnCl₂)，利用 lucas 试剂鉴别 6C 以下的伯、仲、叔醇

HX 反应活性：HI > HBr > HCl

ROH 反应活性：烯丙醇，苄醇

但有时会发生重排，使其在合成上的应用受到限制。

4、与 PX₃ 和 SOCl₂ 等卤化剂反应 (C-O 键断裂)

特点：不发生重排，反应速度快，产率高，产物易分离。

(二) 烃基的反应—氧化 (或脱氢) 反应 (C-H 键断裂)

1、加氧

常用的氧化剂：K₂Cr₂O₇/H₂SO₄、KMnO₄/H₂SO₄、CrO₃-吡啶

可用于伯、仲、叔醇的鉴定及结构推断。

2、脱氢

(三) 官能团和烃基共同参与的反应—脱水反应 (浓 H₂SO₄ 催化)

1、分子内脱水—制备烯烃，脱水时遵从札依采夫规则

2、分子间脱水—制备对称醚。

第二节 酚

一、物理性质

1、沸点

请学生解释苯酚沸点比苯高的原因

2、水溶性:

例 1: 比较 和沸点高低与水溶性大小?

解释

由于邻硝基苯酚形成分子内氢键, 不再发生分子间缔合, 故其沸点较低, 同理其与 H₂O 分子形成氢键能力减弱, 故其水溶性较低, 利用此特点可用水蒸汽蒸馏方法分离邻硝基苯酚和对硝基苯酚。

二、化学性质

首先进行构性相关分析, 再逐一讲解

(一) 官能团反应 (O—H 键断裂)

1、酸性 pKa=9.95

1) 酸性比较: 羧酸 > H₂CO₃ > 酚 > H₂O > 醇

利用苯酚酸性可分离提纯酚类物质

2) 影响苯酚酸性的因素:

芳环上连推电子基, 则苯酚酸性减弱, 若连强拉电子基如 -NO₂ 则

苯酚酸性增强, 如 pKa=0.25

2、与 FeCl₃ 显色结构的物质, 加 FeCl₃ 可显色, 此法可用于酚及具有烯醇式结构化合物的鉴别。

3、成醚 (略讲)

4、酯化 (略讲)

第三节 醚

一、分类和命名

举例说明

二、化学性质

醚键极性弱, 对氧化剂、还原剂、碱稳定, 对酸较稳定, 与浓酸可形成锌盐。

1、生成洋盐

利用这一性质可分离鉴别醚与卤代烃或烷烃。

2、醚键断裂

3、生成过氧化物

4、环醚: 环氧乙烷的制法

5、环氧乙烷的性质: 与水、醇、氨、Grignard 试剂的作用

第四节 醛酮

一、命名

醛酮通式 C_nH_{2n}O

简述醛酮分类及命名 (普通命名法, 系统命名法)

二、制法: 醇的氧化与脱氢, 炔烃水合, 羰基合成, 同碳二氯化物水解, 芳环上甲酰基化、酰基化

三、物理性质

1、沸点: 醛、酮一般不能形成分子间氢键, 其沸点低于分子量相近的醇。

2、水溶性: 由于 C=O 为强极性键, 能与水形成氢键, 低级醛、酮与水混溶。

四、化学性质

先进行构性相关分析

比较 (1)、(2) 稳定性, 说明醛酮易发生亲核加成反应。

(一) 羰基的亲核加成 (重点)

1、与 HCN 加成

以丙酮与 HCN 加成为例, 说明亲核加成反应历程, 及影响因素, 并举例说明其在有机合成中的应用。

2、与饱和 NaHSO₃ 加成——醛、脂肪甲基酮, 环酮。

作用: 1) 鉴别醛、酮

2) 分离纯化

3、与 H₂O 加成 4、与醇的加成

缩醛 (酮) 特点:

1) 对碱、氧化剂、还原剂稳定 (与醚相似)

2) 遇酸水解生成原来的醛 (酮) 和醇。

作用: 有机合成中保护。

5. 与格式试剂加成

作用: 制备醇。

6. 与氨及其衍生物的加成

(二) α -H 的反应

1、羟醛缩合 (稀碱催化)

含 α -H 的醛在 OH⁻ 作用下, 可发生自身加成作用, 生成 β -羟基醛

不含 α -H 的醛无此反应, 但无 α -H 的醛可与有 α -H 的醛作用, 称为交叉缩合

2、 α -H 的卤代 (碘仿反应)

试剂: I₂ / NaOH

作用对象:

现象: CHI₃ (黄色) ↓ 应用: 用于鉴别合成

(三) 氧化还原反应

1、氧化

利用弱氧化剂来区别醛、酮

1) 斐林试剂 (I): CuSO₄ 溶液

斐林试剂 (II): 酒石酸钾钠和 NaOH 的混合溶液

使用时等量混合。

作用对象: 脂肪醛

现象: Cu₂O ↓ (砖红色)

2) 吐伦试剂: AgNO₃ 的氨溶液

作用对象: 所有醛

现象: 银镜 应用: 用于醛、酮的鉴别。

2、还原:

1、催化氢化

2) 硼氢化钠 (NaBH₄)

特点: 还原

五) 歧化反应 (康尼查罗反应)

对象: 无 α -H 的醛 条件: 浓 NaOH 催化

小结本章重点、难点, 预习羧酸的分类和命名。

第五节 羧酸

一、羧酸的分类和命名

二、物理性质：

1、氢键：与沸点的关系 2、m.p 3、溶解性

三、制备：烃氧化法，氰水解，从伯醇或醛制备，从 Grignard 试剂制备

四、化学性质

结论： $-\text{COOH}$ 键长平均化

反应特点：①离解，酸性；

② $-\text{OH}$ 被取代；

③ $\text{C}=\text{O}$ 被还原；

④断裂而脱羧；

⑤ α $-\text{H}$ 取代；

⑥ β $-\text{H}$ 氧化。

1、酸性

①中和反应

②取代基对酸性的影响

2、羧酸衍生物的生成

①被 $-\text{Cl}$ 取代生成酰氯 ②被 $-\text{OR}$ 取代生成酯 ③被 $\text{RCOO}-$ 取代生成酸酐

④被 $-\text{NH}_2$ 取代生成酰胺

3、脱羧反应

4、 α $-\text{H}$ 取代

5、二元酸的化学性质

第六节 羧酸衍生物

一、分类命名：①酰卤；②酸酐；③酯；④酰胺

二、化学性质：

1. 羧酸衍生物的相互转化（历程，相对活性）

2. 还原反应

3. 与 Grignard 试剂反应

4. 酰胺氮原子上的反应（酸碱性，脱水，Hofman 降级反应）

授课日期

第 1—18 周, 星期一 5-6, 星期五 1-2

教案编号

课程名称	基础化学 (含实训)	专业班级	化妆品 251、 化妆品 251 (订)
教材名称	基础化学		
授课题目	第 16 章 含氮有机化合物		
授课学时	2 节 (<input checked="" type="checkbox"/>); 3 节 (); 其它 ()		
课 型	理论 (<input checked="" type="checkbox"/>); 实验 (); 见习 (); 实训 (); 其它 (<input checked="" type="checkbox"/>)		
教学目的	1 掌握胺的性质 2 熟悉重氮化合物和偶氮化合物 3 掌握重氮盐在合成中的应用		
教学重点	1 胺的化学性质 2 重氮盐的反应		
教学难点	1 影响胺碱性的因素 2 应用重氮盐合成芳香化合物		
教学方法	讲授 (<input checked="" type="checkbox"/>); 讨论 (<input checked="" type="checkbox"/>); 指导 (<input checked="" type="checkbox"/>); 示教 (); 其它 ()		
电子教案	有 (<input checked="" type="checkbox"/>)	Microsoft PowerPoint (<input checked="" type="checkbox"/>); Author ware (); 其它 ()	
	无 ()		
教学资源	多媒体 (<input checked="" type="checkbox"/>); 模型 (); 标本 (); 实物 (); 音像 (); 其它 ()		
教学过程 时间安排	引入 (5min)、讲授 (30min)、讨论 (30min)、提问 (25min)		
思考题	为什么拉电子基团会使胺的碱性下降		
作 业	课内作业: 见教材		
教学后记			

第 16 章 含氮有机化合物

一、胺的分类和命名

伯仲叔胺及季铵盐

二、制法：硝基化合物还原，腈和酰胺的还原，氨的烷基化，羧酸衍生物的降级，Gabriel 合成法

三、胺的化学性质

1、碱性和成盐反应

碱性的影响因素：分子结构对碱性的影响。

成盐反应及应用

2、烷基化反应

3、酰化反应：①伯胺 ②仲胺 ③叔胺 ④兴斯堡反应及应用

4、与 HNO_2 反应 ①伯胺反应放 N_2 ②仲胺生成黄色的物质 ③叔胺

5、季铵碱的 Hofan 消除反应 ①无 $\beta - \text{H}$ ②有一种无 $\beta - \text{H}$ ③含多种 $\beta - \text{H}$

重氮化合物和偶氮化合物

1. 重氮和偶氮化合物的结构

2. 重氮化反应

3. 重氮盐的性质：

失去氮的反应：重氮基被氢、羟基，卤素、氰基取代

保留氮的反应：还原反应，偶合反应

1. 重氮盐在合成中的应用

授课日期

第 1—18 周，星期一 5-6，星期五 1-2

教案编号

课程名称	基础化学（含实训）	专业班级	化妆品 251、 化妆品 251（订）
教材名称	基础化学		
授课题目	第 17 章 杂环化合物		
授课学时	2 节（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；3 节（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）		
课 型	理论（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；实验（ <input type="checkbox"/> ）；见习（ <input type="checkbox"/> ）；实训（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input checked="" type="checkbox"/> ）		
教学目的	1 熟悉五元和六元芳香杂环化合物命名规则及化学性质 2 了解一些常见的重要杂环化合物化学性质		
教学重点	1 五元和六元杂环化合物的芳香性		
教学难点	五元和六元芳香杂环化合物命名规则及化学性质		
教学方法	讲授（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；讨论（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；指导（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；示教（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）		
电子教案	有（ <input checked="" type="checkbox"/> ）	Microsoft PowerPoint（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；Author ware（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）	
	无（ <input type="checkbox"/> ）		
教学资源	多媒体（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；模型（ <input type="checkbox"/> ）；标本（ <input type="checkbox"/> ）；实物（ <input type="checkbox"/> ）；音像（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）		
教学过程 时间安排	引入（5min）、讲授（30min）、讨论（30min）、提问（25min）		
思 考 题	见教材		
作 业	课内作业：见教材		
教学后记			

第 17 章 杂环化合物

第一节 杂环化合物

一、杂环化合物的结构特点：

杂环化合物是成环原子中，除了碳原子以外，还含有氧、硫、氮等原子。

这些化合物存在着共同的特点， π 电子数符合 $4n+2$ 规则，具有芳香性。

而内酯、内酰胺，内酸酐和环醚等不属于杂环化合物之列，这些化合物不具备芳香性。

1、分类及命名：命名主要采用音译法

- 1)、单杂原子单环 吡咯 呋喃 噻吩 吡啶
- 2)、单杂原子稠环 吲哚 喹啉
- 3)、多杂原子单环：嘧啶 咪唑 噻唑
- 4)、多杂原子稠环 嘌呤 鸟嘌呤 腺嘌呤

2、芳香杂环化合物结构

1,3-戊二烯分子中，含有 4 个 π 电子，且 C5 是以 SP_3 杂化，因此，成环的五个碳原子中有一个不共平面，所以无芳香性。

1) 呋喃

成环原子均以 SP_2 杂化，且共平面，由于 O 原子上的孤对电子可与 π 电子形成 P- π 共轭体系(五原子六个 π 电子)符合休克尔规则，具有芳香性，P- π 共轭的结果，使 C=C 上的电子密度增加，这种芳杂环又称作富电子芳杂环。

2) 吡啶

成环原子均以 SP_2 杂化，形成闭合的 π - π 共轭体系(C 原子和 N 原子各以一个电子侧面交盖，形成三个 π 键)，又由于 N 原子的电负性大于 C 原子，即 N 原子的 -I 效应，所以 C=C 上的电子密度降低，这种芳杂环又称作缺电子芳杂环。

由电子密度的分布可知：

- 1) 尽管芳杂环也是一个闭合的共轭体系，由于杂原子的电负性较大，其电子云分布并不均匀。
- 2) 这种电子分布不均匀的结果，使得缺电子芳杂环亲电取代反应主要发生在 β -位，而富电子芳杂环亲电取代反应主要发生在 α -位。

二、杂环的性质

1、酸性：

吡咯：

1) 对石蕊显中性。因为 N 上未共用电子对参与了共轭体系，从而 N 原子上的电子密度降低，接受质子 (H^+) 的能力降低， $PK_b=13.6$ 。

2) N 原子上所连的 H 原子显弱酸。

吡啶：

1) 弱碱性：其碱性与苯胺差不多。

2、亲电取代反应：

富电子芳杂环比苯容易发生亲电取代反应，主要取代 α -位；

缺电子芳杂环比苯更难发生亲电取代反应，主要取代 β -位。

3、催化加氢反应

吡咯+H₂ 四氢吡咯

注意：1) 加成产物失去芳香性 2) 含氮芳杂环加氢后属于环状仲胺。

第二节 重要杂环化合物介绍

一、糠醛 α -呋喃甲醛。

农副产品戊糖糠醛

性质：1、具有芳香醛的性质

1) 不被斐林试剂所氧化 2) 能发生康尼查罗反应

二、嘌呤衍生物

三、生物碱

一、概述

1、定义：有生理作用的含氮碱性化合物

2、提取方法：

将植物捣碎生物碱盐酸盐→除去残渣生物碱(游离)萃取→蒸馏→纯品

*许多毒品均属于生物碱类的物质，我们有义务将拒绝毒品作为自觉行为。

授课日期

第 1—18 周, 星期一 5-6, 星期五 1-2

教案编号

课程名称	基础化学 (含实训)	专业班级	化妆品 251、 化妆品 251 (订)
教材名称	基础化学		
授课题目	第 18 章 氨基酸、蛋白质和糖		
授课学时	2 节 (<input checked="" type="checkbox"/>); 3 节 (); 其它 ()		
课 型	理论 (<input checked="" type="checkbox"/>); 实验 (); 见习 (); 实训 (); 其它 (<input checked="" type="checkbox"/>)		
教学目的	了解单糖的结构和性质		
教学重点	单糖结构		
教学难点	糖的变旋现象与结构的关系		
教学方法	讲授 (<input checked="" type="checkbox"/>); 讨论 (<input checked="" type="checkbox"/>); 指导 (<input checked="" type="checkbox"/>); 示教 (); 其它 ()		
电子教案	有 (<input checked="" type="checkbox"/>)	Microsoft PowerPoint (<input checked="" type="checkbox"/>); Author ware (); 其它 ()	
	无 ()		
教学资源	多媒体 (<input checked="" type="checkbox"/>); 模型 (); 标本 (); 实物 (); 音像 (); 其它 ()		
教学过程 时间安排	引入 (5min)、讲授 (30min)、讨论 (30min)、提问 (25min)		
思 考 题	葡萄糖为什么有变旋光现象		
作 业	课内作业: 见教材		
教学后记			

第 18 章 氨基酸、蛋白质和糖

碳水化合物

碳水化合物就是糖类化合物，它是多羟基醛或者多羟基酮，或者水解后能生成多羟基醛或多羟基酮的化合物。

碳水化合物主要含有 C、H、O 三种元素，由于大部分碳水化合物分子中的 H 和 O 的比例恰好为 2:1，与 H₂O 分子相同，所以其通式可以写成 C_x(H₂O)_y，碳水化合物也因此而得名。

例：葡萄糖 C₆(H₂O)₆，蔗糖 C₁₂(H₂O)₁₁

但有些物质也符合上述通式，却不属于糖类化合物。

例如：乳酸 CH₃CH(OH)COOH→C₃(H₂O)₃

所以把糖类称为碳水化合物并不确切。

糖的来源：

由绿色植物的光合作用而产生。如自然界中分布最广泛的葡萄糖，就是植物靠太阳提供的能量，在叶绿素的催化下，利用 CO₂ 和 H₂O 合成的。

糖的分类：

- 1)单糖：多羟基醛或多羟基酮，如葡萄糖、果糖；
- 2)低聚糖(也称作寡糖)：经水解后可生成 2、3、4 个单糖分子。根据水解成单糖的数目，可分为双糖和三糖等，如：麦芽糖，蔗糖等。
- 3)多糖：经水解可生成许多单糖的高分子，如淀粉、纤维素等。

碳水化合物是多官能团化合物，它既具有单能团的性质，又有官能团之间相互影响的表现，且分子中含有手性碳原子，使之具有旋光性和旋光异构体。因此，研究糖的特性，是培养我们运用官能团反应及立体化学概念综合分析问题和解决问题的结合点。

第一节 单糖

一、单糖的构型

从丙醛糖和丁酮糖开始，糖分子就含有手性 C 原子，就具有旋光异构现象。以葡萄糖为例，它是含五羟基的己醛含有 4 个手性 C，因此，旋光异构体数目 N=2⁴-1=16，其中 D-型 8 种，L-型 8 种，D-葡萄糖是其中的一种。

糖分子中含有多个手性 C 原子，其中，离 C=O 最远的 C 原子为决定构型的 C 原子。

所以：左 H，上醛酮，D-型；右 H，上醛酮，L-型

在含多个手性 C 原子的化合物的旋光异构体中，其中仅仅有一个手性 C 的构型不同，其余的构型完全相同的异构体，称为差向异构体。

D-葡萄糖与 D-甘露糖互为 C₂ 差向异构体

D-葡萄糖与 D-半乳糖互为 C₄ 差向异构体

二、单糖的环状结构

1、变旋现象：

在研究 D-葡萄糖的旋光现象时发现 D-葡萄糖具有两个比旋光度

[α]_D=+113° 和 [α]_D=+19°，将二者放置一段时间后，其旋光度均转化到+52.5° 时，维持不变。

这种旋光度发生改变的现象，叫作变旋现象。

用链式结构代表 D-葡萄糖是不足以表达它的理化性质和结构关系的。

2、单糖的环状半缩醛结构(Fischer 式)

实验证明，自然界中存在的大多数已醛糖是以六员环半缩醛形式存在，而由上述式子我们知道：羟基碳由 sp^2 杂化转化成了 sp^3 杂化，并与决定构型的 C 上的 -OH 构成氧桥，这时，羰基碳原子转化成了手性碳原子，其中羰基氧原子变成了 -OH，这个羟基称作半缩醛羟基(-OH 半)

当半缩醛-OH-5 与决定构型-OH 处于同侧时，称为 α -型，半缩醛当-OH 半与决定构型的-OH 处于异侧时，称为 β -构型。

对于 D-葡萄糖而言，实际上就存在着 α -D-葡萄糖和 β -D-葡萄糖两种形式，它们的差异仅仅是 C1 的构型不同，所以它们是 C1 差向异构体，早期称之为 Anomer。

由于半缩醛形式并不稳定，在水溶液中，互为 C1 差向异构体的 α -构型和 β -构型可以通过开链式互相转化，直至达到动态平衡，从而造成了变旋现象。

3、Haworth 式(透视式)

Fischer 式的半缩醛结构中，从环的稳定性看，那种过长的氧桥是不合理的，为了更接近真实，更形象地表达糖的环氧结构，Mr.Haworth 首先提出将直立的结构式改写成平面环状结构式来表示，这对于观察糖的基团之间的立体化学关系更为方便，

a)Haworth 式的画法：

画成环氧原子处于右后方的六员环，并将环顺时针编号。Fischer 开链式中，链右边的基团处于环下方，而左边基团处于环上方。成环时，为使-OH(决)与 C=O 更接近，根据单键旋转不影响物质的构型的原理，将 C4-C5 键旋转 $109^\circ 28'$ (平面旋转 120°)，因此，D-型糖末端- CH_2OH 必然处于环上方。

b)含末端- CH_2OH Haworth 式 D/L 和 α/β 构型判断

判断的前提：环是顺时针编号

①当末端- CH_2OH 处于环上方时，为 D-型

当末端- CH_2OH 处于环下方时，为 L-型

②当-OH(半)与末端- CH_2OH 同侧时，为 β -型

当-OH(半)与末端- CH_2OH 异侧时，为 α -型

以 D-果糖为例

c)不含末端- CH_2OH 糖的结构判断

这时，应寻找-OH(决)

当-OH(决)处于环下方时，为 D 型，当-OH(决)处于环上方为 L-型

当-OH(半)与-OH(决)同侧时，为 α -型，当-OH(半)与-OH(决)异侧，为 β -型

d)-OH(半)的识别

什么是半缩醛-OH? 与成环氧原子直接相连的碳上的羟基，称作-OH(半)，注意-OH(半)与其它醇-OH 的区别。

例：请画出 α -D-半乳糖的 Haworth 式

e)怎样识别不正规的 Haworth 式

①确认半缩醛-OH

②将环正确编号(醛糖-OH 半)处于 C1 上，酮糖 OH 处于 C2 上。

③若环是顺时针编号，则旋转归位，基团位置无变化；若环是逆时针编号，则翻转归位基团位置发生变化，总之，要归其位而视之。

第十六章 碳水化合物

三、单糖的性质

1、差向异构化

单糖分子中，由于 α -H 原子受到 C=O 和 -OH 的双重影响变得十分活泼，在碱性条件下，单糖可转化成烯二醇式结构并达到平衡：

由于 D-葡萄糖、D-甘露糖和 D-果糖在 C3、C4、C5 上的构型相同，所以，它们具有相同的烯二醇结构。因此，在碱性溶液中，实际存在着三种糖的平衡。

2、氧化反应

1) 碱性条件氧化

在碱性条件下，所有的单糖均可以被 Feiling 和 Tollens 试剂等弱氧化剂所氧化。凡是能被斐林试剂氧化的糖统称为还原糖，所有的单糖都是还原糖。

2) 酸性条件氧化

A、弱氧化剂氧化： $\text{Br}_2/\text{H}_2\text{O}$ ，对象：醛糖

醛糖 + $\text{Br}_2/\text{H}_2\text{O}$ → 醛糖酸

酮糖 + $\text{Br}_2/\text{H}_2\text{O}$ → 难以反应

B、强氧化剂氧化， HNO_3 对象：醛糖

醛糖 + HNO_3 → 糖二酸

3) 酶催化氧化氧化末端 $-\text{CH}_2\text{OH}$

3、还原反应

4、成脎反应

试剂：苯肼

对象：所有的还原糖，部位：C1、C2，现象、黄色结晶

因为 D-葡萄糖，D-甘露糖和 D-果糖的 C3、C4 和 C5 上的构型相同，所以它们的脎相同。

作用：① 鉴别还原糖的存在

② 从糖脎的熔点和晶形可鉴别某些糖。

四、单糖的重要衍生物

1、糖苷

糖苷是糖分子中的 $-\text{OH}$ 半与另一分子羟基化合物(如 ROH 、 OH 等)失水生成的缩醛结构的化合物。糖苷分子中糖的部分叫糖基；非糖部分叫配基，连接糖基和配基的键叫做苷键。

α -型 $-\text{OH}$ 半所形成的糖苷称作 α -糖苷，其苷键称作 α -苷键

β -型 $-\text{OH}$ 半所形成的糖苷称作 β -糖苷，其苷键称作 β -苷键，自然界中以 β -糖苷为主，存在于植物的根、茎、花叶和种子中。

糖苷的性质：

- (1) 糖苷分子中不存在半缩醛结构，所以没有变旋现象；
- (2) 糖苷不能被斐林试剂所氧化，为非还原糖，并且不能成脎；
- (3) 糖苷仍有旋光作用；
- (4) 糖苷在酸性条件下能发生水解反应，但在碱性条件下稳定。

2、糖酯

糖分子中所有的羟基都能与有机酸或无机酸作用生成酯，称作糖酯。

糖酯在酸性或碱性条件下均可以发生水解反应。

第二节 二糖（简介）

二糖是由相同或不同的两分子单糖通过苷键连接而成的糖苷。根据它们是否能被斐林试剂所氧化，可以分成还原性二糖和非还原性二糖。

一、还原性二糖

1、结构特点

还原性二糖是由一分子糖的半缩醛羟基与另一分子糖的醇羟基缩合而成。

例如麦芽糖、乳糖等都是还原性二糖

2、性质

(1) 还原性二糖分子中存在着一个半缩醛 $-\text{OH}$ ，因此，还原性二糖仍具有变旋现象。

(2) 氧化反应

还原性二糖+斐林试剂 $\text{Cu}_2\text{O} \downarrow$ (砖红色)

作用：可用于鉴别还原糖和非还原糖

(3) 酸性条件下可发生水解反应，其苷键断裂，生成两分子单糖。

3、举例

(1) 麦芽糖，由一分子 α -D-葡萄糖的半缩醛-OH 与另一分子 D-葡萄糖 C4 上的醇-OH 脱水后，通过 α -1, 4-苷键结合而成

(2) 纤维二糖：由一分子 β -D-葡萄糖 C1 上的半缩醛-OH 与另一分子 D-葡萄糖 C4 上的醇-OH 的脱水生成，通过 β -1, 4 苷键连接而成。

(3) 乳糖：由一分子 β -D-半乳糖 C1 上的半缩醛-OH 与另一分子葡萄糖 C4 上的醇-OH 脱水后，通过 β -1, 4-苷键结合而成。

二、非还原性二糖

1、结构特点

非还原性二糖是由二分子糖的半缩醛-OH 脱水而成的，最常见的是蔗糖的海藻糖。

(1) 蔗糖：由一分子 α -D-葡萄糖 C1 上的半缩醛-OH 与另一分子 β -D-果糖 C2 上的半缩醛-OH 脱水，通过 α , β -1, 2-苷键连接而成。

2、性质

非还原二糖分子中，不存在半缩醛结构，所以无变旋现象。

(2) 不被斐林试剂氧化，不能成脎；

(3) 可在酸性条件下发生水解反应，生成两分子单糖；

(4) 具有旋光性

这种水解反应前后旋光性由右旋变为左旋的过程，称为转化过程，转化后生成的等量葡萄糖和果糖称为转化糖。