



核心素养导向的高中化学教科书编制

——人教版《普通高中教科书·化学》

选择性必修3 有机化学基础 修订介绍

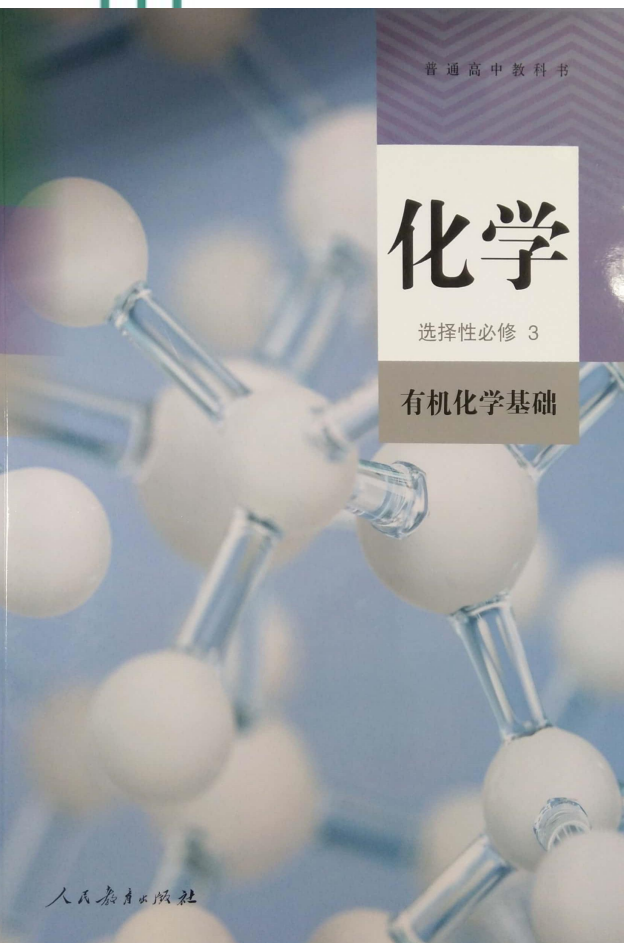
人民教育出版社化学室 郭震



PEOPLE'S
EDUCATION
PRESS

人民教育出版社

有机化学基础 目录



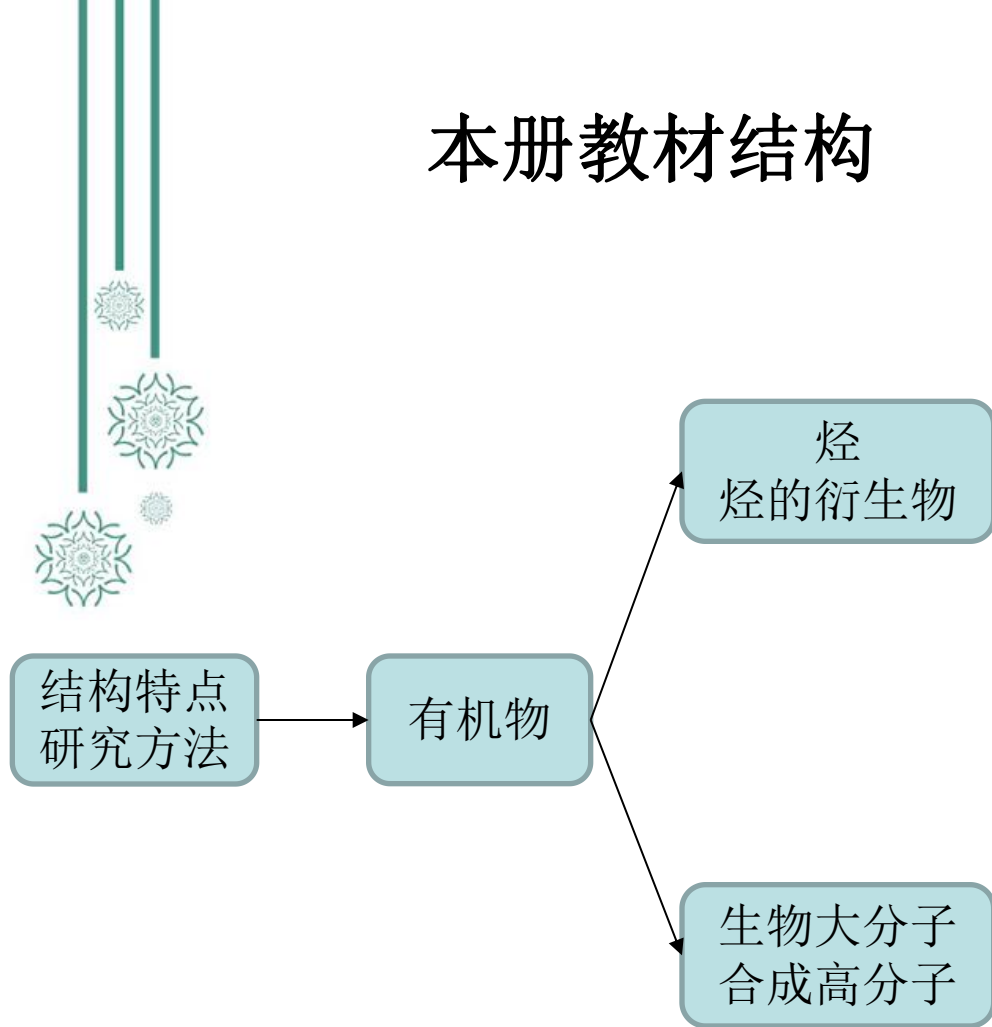
- ④ 引言
- ④ 第一章 有机化合物的结构特点与研究方法
- ④ 第二章 烃
- ④ 第三章 烃的衍生物
- ④ 第四章 生物大分子
- ④ 第五章 合成高分子



PEOPLE'S
EDUCATION
PRESS

人民教育出版社

本册教材结构



结构



性质



用途

继承现行教材的
学科知识体系

基本类别
基本官能团
基本反应类型



知识应用
社会价值

简单



复杂



PEOPLE'S
EDUCATION
PRESS

人民教育出版社

第一章 认识有机化合物

- 第一节 有机化合物的分类
- 第二节 有机化合物的结构特点
- 第三节 有机化合物的命名
- 第四节 研究有机化合物的一般步骤和方法
- 归纳与整理
- 复习题

第二章 烃和卤代烃

- 第一节 脂肪烃
- 第二节 芳香烃
- 第三节 卤代烃
- 归纳与整理
- 复习题

第三章 烃的含氧衍生物

- 第一节 醇 酚
- 第二节 醛
- 第三节 羧酸 酯
- 第四节 有机合成
- 归纳与整理
- 复习题

第四章 生命中的基础有机化学物质

- 第一节 油脂
- 第二节 糖类
- 第三节 蛋白质和核酸
- 归纳与整理
- 复习题

第五章 进入合成有机高分子化合物的时代

- 第一节 合成高分子化合物的基本方法
- 第二节 应用广泛的高分子材料
- 第三节 功能高分子材料
- 归纳与整理
- 复习题

第一章 有机化合物的结构特点与研究方法

- 第一节 有机化合物的结构特点
- 第二节 研究有机化合物的一般方法

第二章 烃

- 第一节 烷烃
- 第二节 烯烃 炔烃
- 第三节 芳香烃

第三章 烃的衍生物

- 第一节 卤代烃
- 第二节 醇 酚
- 第三节 醛 酮
- 第四节 羧酸 羧酸衍生物
- 第五节 有机合成

第四章 生物大分子

- 第一节 糖类
- 第二节 蛋白质
- 第三节 核酸

第五章 合成高分子

- 第一节 合成高分子的基本方法
- 第二节 高分子材料

有机化合物的组成与结构

烃及其衍生物的性质与应用

生物大分子及合成高分子

课程标准 3个主题

目录



| | |
|----|---|
| 引言 | 1 |
|----|---|

| | |
|---------------------|---|
| 第一章 有机化合物的结构特点与研究方法 | 3 |
|---------------------|---|

| | |
|----------------|---|
| 第一节 有机化合物的结构特点 | 4 |
|----------------|---|

| | |
|------------------|----|
| 第二节 研究有机化合物的一般方法 | 12 |
|------------------|----|

| | |
|-------|----|
| 整理与提升 | 21 |
|-------|----|

| | |
|-------|----|
| 第二章 烃 | 25 |
|-------|----|

| | |
|--------|----|
| 第一节 烷烃 | 26 |
|--------|----|

| | |
|-----------|----|
| 第二节 烯烃 炔烃 | 32 |
|-----------|----|

| | |
|---------|----|
| 第三节 芳香烃 | 41 |
|---------|----|

| | |
|-------|----|
| 整理与提升 | 48 |
|-------|----|

| | |
|-----------|----|
| 第三章 烃的衍生物 | 51 |
|-----------|----|

| | |
|---------|----|
| 第一节 卤代烃 | 52 |
|---------|----|

| | |
|---------|----|
| 第二节 醇 酚 | 57 |
|---------|----|

| | |
|---------|----|
| 第三节 醛 酮 | 66 |
|---------|----|

| | |
|--------------|----|
| 第四节 羧酸 羧酸衍生物 | 71 |
|--------------|----|

| | |
|----------|----|
| 第五节 有机合成 | 82 |
|----------|----|

| | |
|-------|----|
| 整理与提升 | 91 |
|-------|----|

| | |
|------------------|----|
| 实验活动1 乙酸乙酯的制备与性质 | 96 |
|------------------|----|

| | |
|----------------------|----|
| 实验活动2 有机化合物中常见官能团的检验 | 97 |
|----------------------|----|

| | |
|-----------|----|
| 第四章 生物大分子 | 99 |
|-----------|----|

| | |
|--------|-----|
| 第一节 糖类 | 100 |
|--------|-----|

| | |
|---------|-----|
| 第二节 蛋白质 | 109 |
|---------|-----|

| | |
|--------|-----|
| 第三节 核酸 | 118 |
|--------|-----|

| | |
|-------|-----|
| 整理与提升 | 123 |
|-------|-----|

| | |
|-------------|-----|
| 实验活动3 糖类的性质 | 126 |
|-------------|-----|

| | |
|-----------|-----|
| 第五章 合成高分子 | 127 |
|-----------|-----|

| | |
|----------------|-----|
| 第一节 合成高分子的基本方法 | 128 |
|----------------|-----|

| | |
|-----------|-----|
| 第二节 高分子材料 | 132 |
|-----------|-----|

| | |
|-------|-----|
| 整理与提升 | 146 |
|-------|-----|

| | |
|---------|-----|
| 附录 名词索引 | 148 |
|---------|-----|

元素周期表

◎ 探究

| | |
|---------------|-----|
| ● 重结晶法提纯苯甲酸 | 13 |
| ● 乙炔的化学性质 | 35 |
| ● 1-溴丁烷的化学性质 | 54 |
| ● 羧酸的酸性 | 73 |
| ● 乙酸乙酯的水解 | 75 |
| ● 糖类的还原性 | 104 |
| ● 高吸水性树脂的吸水性能 | 142 |

~ 研究与实践 ~

| | |
|--------------|-----|
| ● 乙烯的生产和应用 | 39 |
| ● 自制肥皂 | 80 |
| ● 大豆资源的开发和利用 | 116 |
| ● 海水淡化 | 144 |

课程标准变化

科技和社会发展

经过初中化学和高中化学必修内容的学习之后，相信同学们对有机化学已经不再陌生了。不知同学们是否知道，化学家最初把化合物区分为有机化合物和无机化合物，是以它们来源不同为依据的。他们曾经认为，有机化合物只能来自有生命的动植物（这种看法被称为“生命力论”）。1828年，化学家维勒（F. Wöhler, 1800—1882）偶然发现无机化合物氰酸铵通过加热可以直接转变为有机化合物尿素（如图1）。这促使人们把原来按照“生命力论”对化合物进行分类的方法，改变为以元素组成为依据的分类方法。既然如此，在元素周期表的百余种元素中，为什么只有碳元素独领风骚，它的化合物能够自成一类呢？



图1 尿素的分子结构模型

也许有同学会用有机化合物数目多、用途广泛来解释这个问题。这种解释存在着一定的随意性。化学是在原子、分子水平上研究物质的组成、结构、性质、转化及其应用的一门基础学科。化合物之所以被区分为无机化合物和有机化合物，只有从组成和结构的视角来理解才比较合理，这也帮助我们更好地学习有机化学。

在元素大家族中，碳是一种非常奇特的元素，它有着像金刚石、石墨、石墨烯和富勒烯（如 C_{60} ）这样结构和性质截然不同的单质，这种情况在周期表的其他元素中是很少见的。在自然界中，有机化合物不仅数量多，而且在生命过程中起着关键作用。在人们已经发现的上亿种化合物中，有机化合物所占比例更是远远地超过了无机化合物。对于有机化合物和无机化合物之间的这种差别，只有从化学的视角，通过与我们比较熟悉的无机化合物进行对比，才能够对此有一个比较清晰的认识。什么是化学的视角？那就是依据现代原子、分子结构和化学键理论，从组成、结构、性质、转化和应用的视角来研究和认识物质。此外，虽然研究化学现象和物质的理论方法已经取得很大的进步，



图2 有机成为人类提供了多种药物



图3 高速列车的绝缘、密封和装饰等都使用了高分子材料

但是实验仍然是研究和学习化学最重要的方法。近年来，有机化学研究中理论方法和实验方法相结合所取得的成绩非常突出。有机化学家可以根据实际需求设计并合成数量繁多的药物分子和功能材料。这与碳原子有多种成键方式，以及人们对有机化合物分子结构与功能之间的关系有比较深刻的认识密切相关。

合成某种有机化合物时，需要先构建碳骨架，再引入官能团，这里的官能团就像积木中的“功能模块”一样。这种思路可用于新的有机分子合成路线的拟定。合成出来的有机分子的组成、相对分子质量和分子结构等信息，则可以利用现代化的分析仪器加以测定。

合成有机高分子材料的出现，使人们能够以简单的有机化合物为原料，制备一系列具有特殊性能的新材料，如导电高分子、高吸水性树脂、生物医用高分子、耐辐射高分子和形状记忆高分子等，开创了使用合成材料的新时代。

生物体内的糖类、蛋白质和核酸等有机化合物与生命活动密切相关，对它们的深入研究使生命科学的发展进入分子水平，有助于揭示生命的奥秘，更好地促进人类健康。

当同学们学习了“有机化学基础”之后就能体会到，神奇出自平凡和努力，创新源自思考与实践，同时也能进

一步领略化学的魅力。当前，人类面临的资源、能源、环境和健康等问题对社会的可持续发展提出了挑战，有机化学为解决这些问题起到了其他学科不可替代的重要作用，蕴含着巨大的发展机遇，等待着同学们去开拓和探索，为人类创造更加美好的未来。

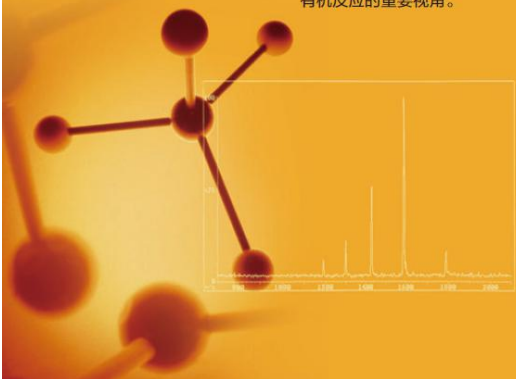
第一章 有机化合物的结构特点与研究方法

第一章 有机化合物的结构 特点与研究方法

- 有机化合物的结构特点
- 研究有机化合物的一般方法

世界是由物质组成的，其中大部分种类的物质都属于有机化合物。我们生活中的衣食住行都离不开有机化合物。有机化学是在原子、分子水平上研究有机化合物的组成、结构、性质、转化及应用的科学。有机化合物中的原子多以共价键相结合，分子结构复杂，这决定了有机化合物种类繁多、数量庞大，决定了有机化合物的性质与无机化合物的相比有很大不同。大多数有机化合物不溶于水，可以燃烧；有机反应多为分子间的反应，一般反应速率较小，常伴有副反应，产物比较复杂。

有机化合物的结构可以通过仪器分析的方法进行测定，其结构中的官能团是进行有机化合物分类的基本依据，并与有机化合物的特征性质密切相关。官能团的种类和相互影响，化学键的类型和极性是认识有机化合物结构特征和有机反应的重要视角。



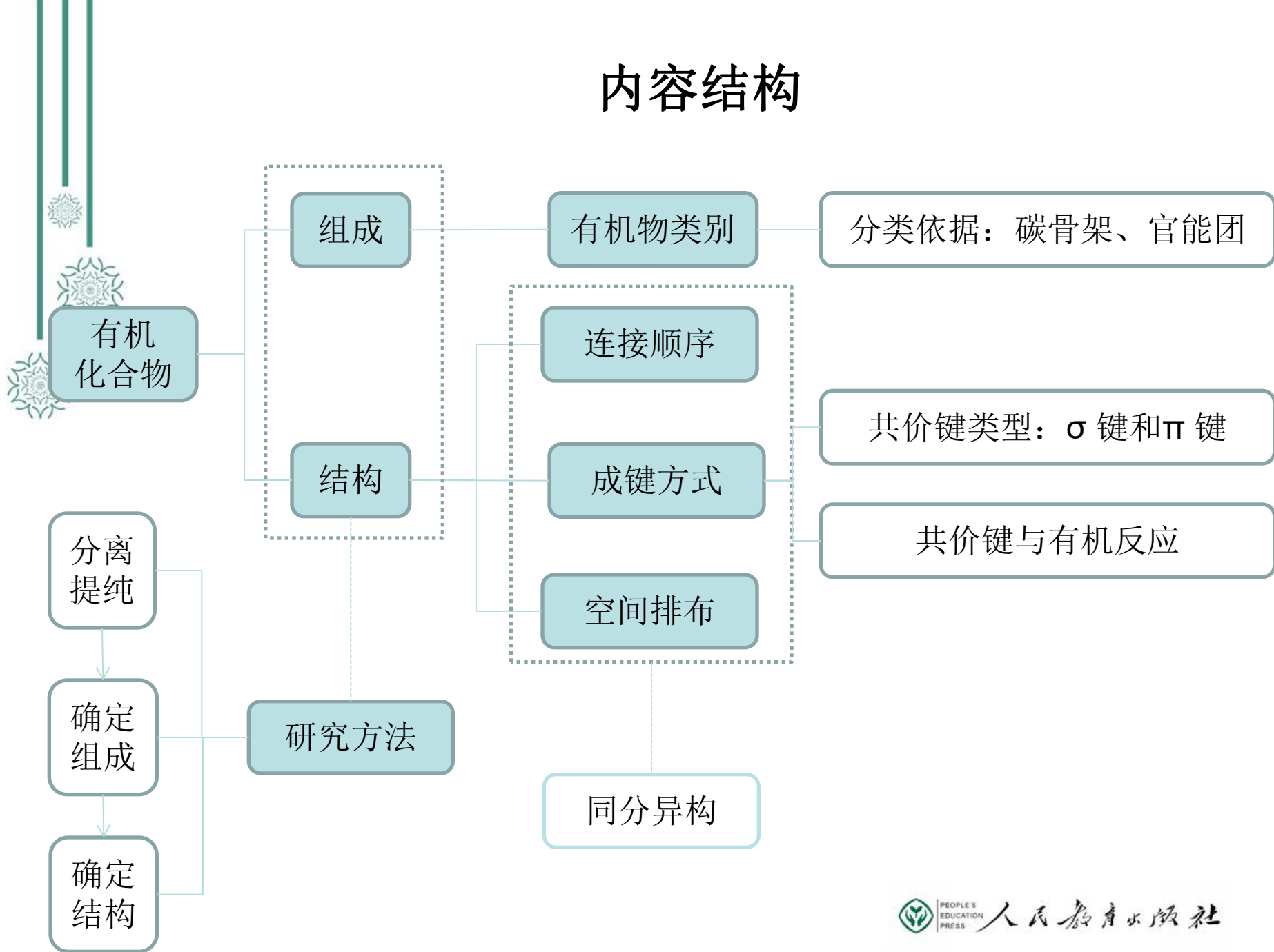
PEOPLE'S
EDUCATION
PRESS

人民教育出版社

本章内容

- ④ 第一节 有机化合物的结构特点
- ④ 第二节 研究有机化合物的一般方法

内容结构



PEOPLE'S
EDUCATION
PRESS

人民教育出版社

教材特点与变化

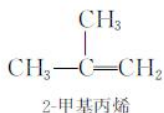
基本保持一致：有机物分类、同分异构

这种由于碳链骨架不同，产生的异构现象称为碳链异构。烷烃中的同分异构体均为碳链异构。

在丁烯(C₄H₈)分子里，含有碳碳双键，由于双键在碳链中位置不同产生的同分异构现象叫位置异构。如：



若烯烃分子中的碳链存在着支链，还可以形成碳链异构。如：

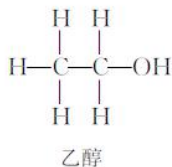


1-丁烯、2-丁烯、2-甲基丙烯的分子式均为C₄H₈，它们互为同分异构体。

学与问

己烷(C₆H₁₄)有5种同分异构体，你能写出它们的结构式吗？你能写出C₃H₆的同分异构体吗？

如果有有机物分子式相同，但具有不同官能团的同分异构体叫官能团异构，如乙醇和二甲醚：



资料

结构式、和键有机化合物可以用结构式、键线式表示。有机分子中的一对共用电子(键)用一根短线表示。有机分子中原子间的连接方式为结构式。

如果省略氢单键等短线，只表示分子的情况，每个拐点和一个碳原子。丙烯的键线式：

化合物具有相同的分子式，但具有不同结构的现象叫同分异构现象，具有同分异构现象的化合物互为同分异构体。一般情况下，有机化合物分子中的碳原子数目越多，其同分异构体的数目也越多。

有机化合物的同分异构现象主要有构造异构和立体异构。构造异构包括由碳链骨架不同而产生的碳链异构，由官能团或取代基的位置不同而产生的位置异构，以及由官能团不同而产生的官能团异构。立体异构主要有顺反异构和对映异构，我们将会陆续学习。

同分异构现象 isomerism
同分异构体 isomer

表 1-2 有机化合物的构造异构现象

| 异构类别 | 实例 |
|-------|--|
| 碳链异构 | C_4H_{10} : $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ (正丁烷) 和 $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_3$ (异丁烷) |
| 位置异构 | C_4H_8 : $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ (1-丁烯) 和 $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$ (2-丁烯) C_8H_{10} : 邻二甲苯, 间二甲苯, 对二甲苯 |
| 官能团异构 | $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$: $\text{H}-\text{C}(\text{H})_2-\text{OH}$ (乙醇) 和 $\text{H}-\text{C}(\text{H})-\text{O}-\text{C}(\text{H})_2-\text{H}$ (二甲醚) |



变化较大：有机物中的共价键

一、有机化合物中碳原子的成键特点

碳原子最外层有4个电子，不易失去或获得电子而形成阳离子或阴离子。碳原子通过共价键与氢、氧、氮、硫、磷等多种非金属原子形成共价化合物。科学实验证明，甲烷分子里，1个碳原子与4个氢原子形成4个共价键，构成以碳原子为中心，4个氢原子位于四个顶点的正四面体立体结构。

科学实验还表明，在甲烷分子里，4个碳氢键是等同的，它们的键长均为 109 pm ，两个碳氢键间的夹角均为 $109^{\circ}28'$ ，键能为 413.4 kJ/mol 。

1.1.1

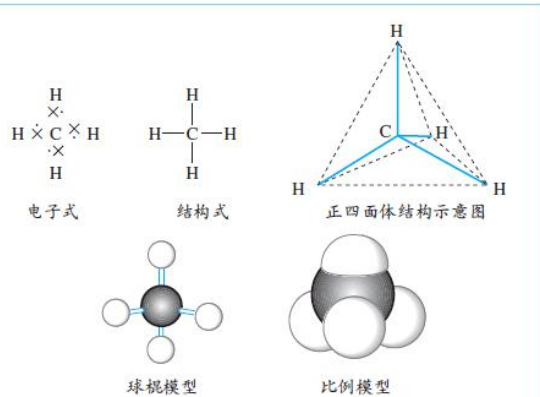


图 1-1 甲烷分子的电子式、结构式、正四面体结构示意图、球棍模型和比例模型

资料卡片

键长：成键的2个原子，原子核间的距离称为键长。

键角：分子中1个原子与另外2个原子形成的两个共价键在空间的夹角称为键角。

键能：以共价键结合的双原子分子，分解成原子时所吸收的能量称为该种共价键的键能，键能越大，化学键越稳定。

由于碳原子的成键特点，每个碳原子不仅能与氢原子或其他原子形成4个共价键，而且碳原子之间也能以共价键相结合。碳原子间不仅可以形成稳定的单键，还可以形成稳定的双键或三键。多个碳原子可以相互结合成长短不一的碳链，碳链也可以带有支链，还可以结合成碳环，碳链和碳环也可以相互结合。因此，含有原子种类相同，每种原子数目也相同的分子，其原子可能具有多种不同的结合方式，形成具有不同结构的分子。

科学视野

碳原子的 sp^3 杂化与甲烷的结构

甲烷分子具有正四面体结构，它为什么会具有这样的结构呢？

我们已经知道，多电子原子的核外电子的能量是不同的。按电子的能量差异，可以将核外电子分成不同的能层（即电子层）。理论研究还证明，多电子原子中，同一能层的电子，能量也可能不同，还可以把它们分成能级，并用符号 ns 、 np 等表示。例如，第一能层有1个能级（ $1s$ ），第二能层有2个能级（ $2s$ 和 $2p$ ），等等。当电子在不同的能级里运动时，其运动区域是不同的。人们根据电子的能量差异和运动区域的不同，认为核外电子分别处在不同的轨道上运动，并用 s 、 p 等来表示不同形状的轨道（如图 1-2）。在每个轨道里最多只能容纳2个电子。

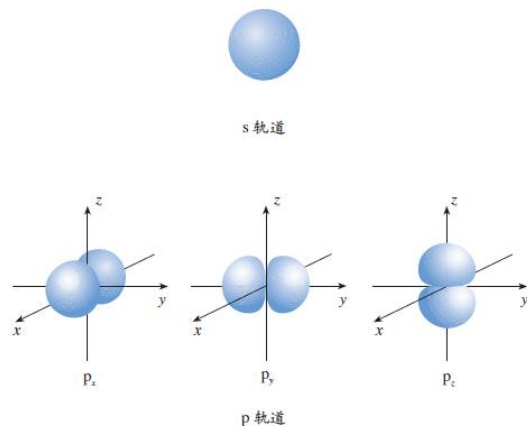


图 1-2 s 和 p 轨道

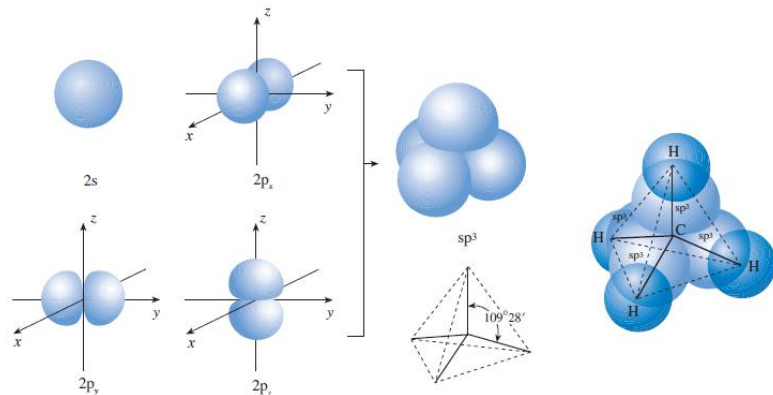
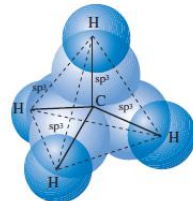


图 1-3 sp^3 杂化轨道

图 1-4 甲烷分子的正四面体结构



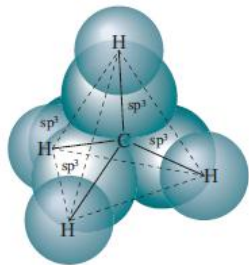


图 1-1 甲烷分子中的 σ 键

在有机化合物的分子中，碳原子通过共用电子对与其他原子形成不同类型的共价键，共价键的类型和极性对有机化合物的性质有很大的影响。

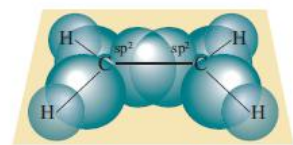
1. 共价键的类型

有机化合物的共价键有两种基本类型： σ 键和 π 键。

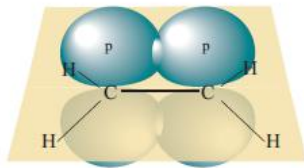
(1) σ 键 甲烷分子中的 C—H 和乙烷分子中的 C—C 都是 σ 键。在甲烷分子中，氢原子的 1s 轨道与碳原子的一个 sp^3 杂化轨道沿着两个原子核间的键轴，以“头碰头”的形式相互重叠，形成 σ 键（如图 1-1）。通过 σ 键连接的原子或原子团可绕键轴旋转而不会导致化学键的破坏。

(2) π 键 在乙烯分子中，两个碳原子均以 sp^2 杂化轨道与氢原子的 1s 轨道及另一个碳原子的 sp^2 杂化轨道进行重叠，形成 4 个 C—H σ 键与一个 C—C σ 键；两个碳原子未参与杂化的 p 轨道以“肩并肩”的形式从侧面重叠，形成了 π 键（如图 1-2）。 π 键的轨道重叠程度比 σ 键的小，所以不如 σ 键牢固，比较容易断裂而发生化学反应。通过 π 键连接的原子或原子团不能绕键轴

旋转。一般情况下，有机化合物中的单键含有一个 σ 键和一个 π 键，三键中含



σ 键



π 键

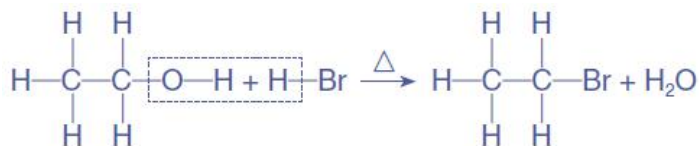
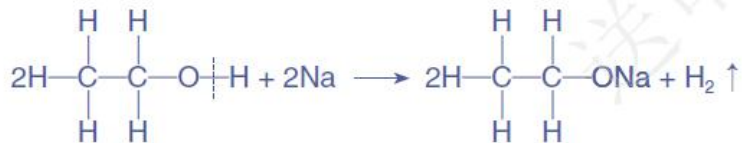
图 1-2 乙烯分子中的 σ 键和 π 键

共价键的类型、极性与有机反应的关系

π 键。一般的有机反应就是有机化合物分子中旧共价键断裂和新共价键形成的过程，共价键的类型在很大程度上决定了有机反应的类型。例如，甲烷分子中含有 C—H σ 键，能发生取代反应；乙烯和乙炔分子的双键和三键中含有 π 键，它们都能发生加成反应。

2. 共价键的极性与有机反应

由于不同的成键原子间电负性的差异，共用电子对会发生偏移。偏移的程度越大，共价键极性越强，在反应中越容易发生断裂。因此有机化合物的官能团及其邻近的化学键往往是发生化学反应的活性部位。



学科发展——内容更新

2. 相对分子质量的测定——质谱法

质谱是近代发展起来的快速、微量、精确测定相对分子质量的方法。它用高能电子流等轰击样品分子，使该分子失去电子变成带正电荷的分子离子和碎片离子。分子离子、碎片离子各自具有不同的相对质量，它们在磁场的作用下到达检测器的时间将因质量的不同而先后有别，其结果被记录为质谱图。图1-15中最右边的分子离子峰($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}^+$)表示的是上面例题中未知物质A的相对分子质量。

未知物A的相对分子质量为46，实验式 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ 的式量是46，所以未知物A的实验式和分子式都是 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ 。但是，符合此分子式的结构式应有两种：

质谱
mass spectroscopy (MS)



图1-14 质谱仪



图1-13 现代元素分析仪

质谱 mass spectrum (MS)



图1-14 质谱仪

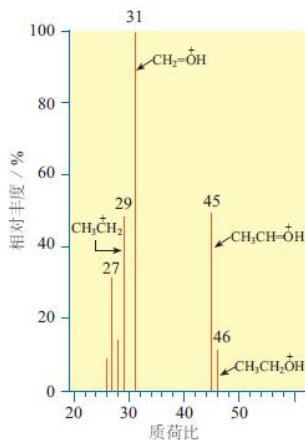


图1-15 未知物A的质谱

(2) 计算该有机化合物分子内各元素原子的个数比：

$$N(\text{C}) : N(\text{H}) : N(\text{O}) = \frac{52.16\%}{12.01} : \frac{13.14\%}{1.008} : \frac{34.70\%}{16.00} \\ = 2 : 6 : 1$$

答：该未知物A的实验式为 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ 。

李比希还建立了含氮、硫、卤素等有机化合物的元素定量分析方法，这些方法为现代元素定量分析奠定了基础。现在，元素定量分析使用现代化的元素分析仪，分析的精确度和分析速度都达到了很高的水平。

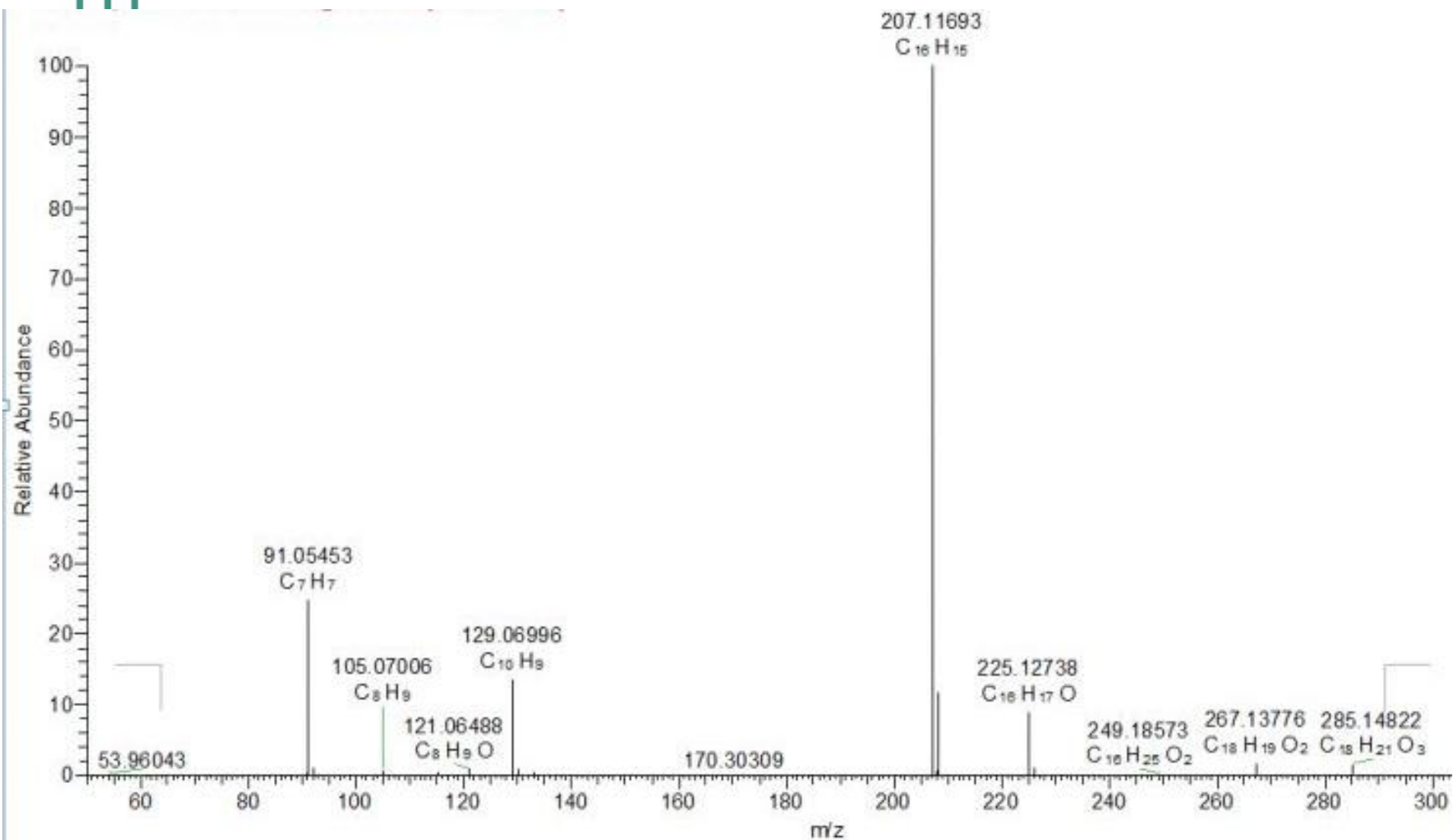
元素定量分析只能确定有机化合物分子中各组成原子的最简整数比，得到实验式。要确定它的分子式，还必须知道其相对分子质量。目前有许多测定相对分子质量的方法，质谱法是最精确、快捷的方法。

三、确定分子式——质谱法

质谱法是快速、精确测定相对分子质量的重要方法，测定时只需要很少量的样品。质谱仪用高能电子流等轰击样品，使有机分子失去电子形成带正电荷的分子离子和碎片离子等。这些离子因质量不同、电荷不同，在电场和磁场中的运动行为不同。计算机对其进行分析后，得到它们的相对质量与电荷数的比值，即质荷比。以质荷比为横坐标，以各类离子的相对丰度为纵坐标记录测试结果，就得到有机化合物的质谱图。

例如，以上例题中的未知物A的实验式为 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ ，其质谱图如图1-15所示。图中最右侧的分子离子峰($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}^+$ 的信号)的质荷比数值为46，因此A的相对分子质量为46，由此可以推算出A的分子式也是 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ 。目前的高分辨率质谱仪还可以根据高精度的相对分子质量数据直接计算出分子式。

符合分子式 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ 的可能的结构有以下两种：



PEOPLES
EDUCATION
PRESS

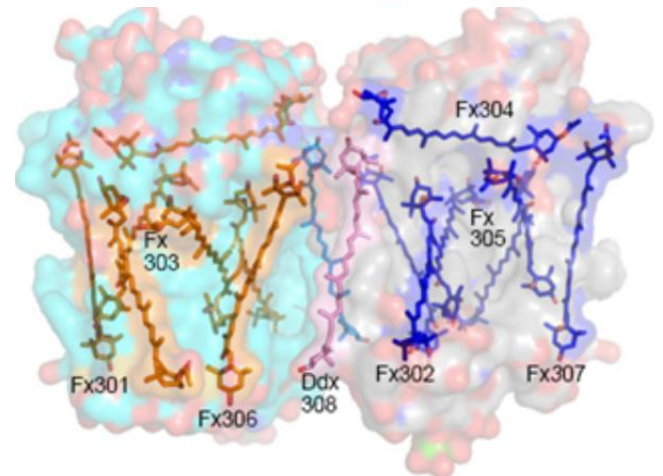
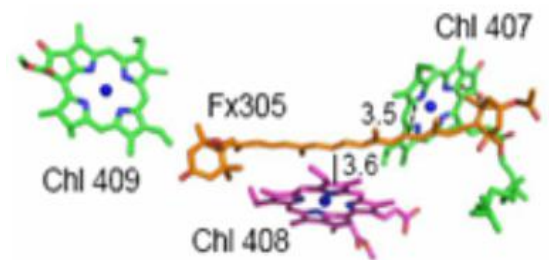
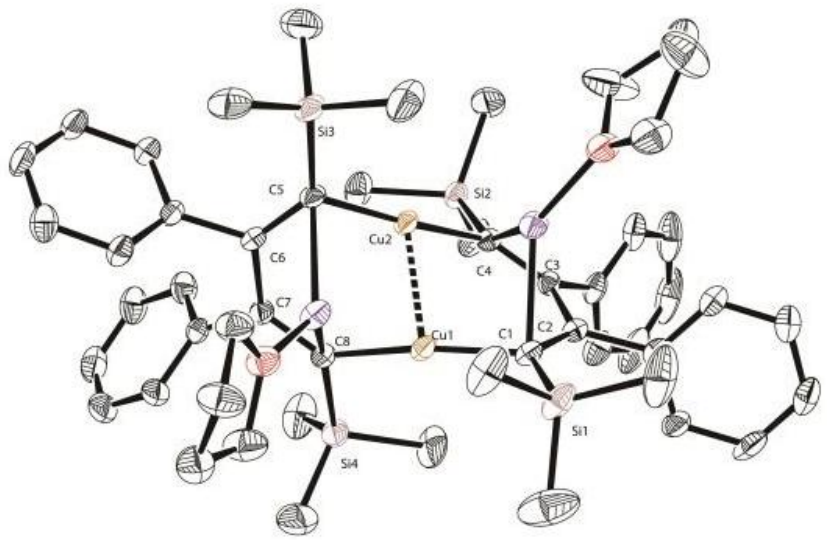
人民教育出版社



X射线衍射技术的发展

3. X射线衍射谱

X射线是一种波长很短（约 10^{-10} m）的电磁波，它和晶体中的原子相互作用可以产生衍射谱图。经过计算可以从中获得分子结构的有关数据，包括键长、键角等分子结构信息。将X射线衍射技术用于有机化合物（特别是复杂的生物大分子）晶体结构的测定，可以获得更为直接而详尽的结构信息。目前，X射线衍射谱已成为物质结构测定的一种重要技术。



配合本节的科研实例

——青蒿素结构的测定

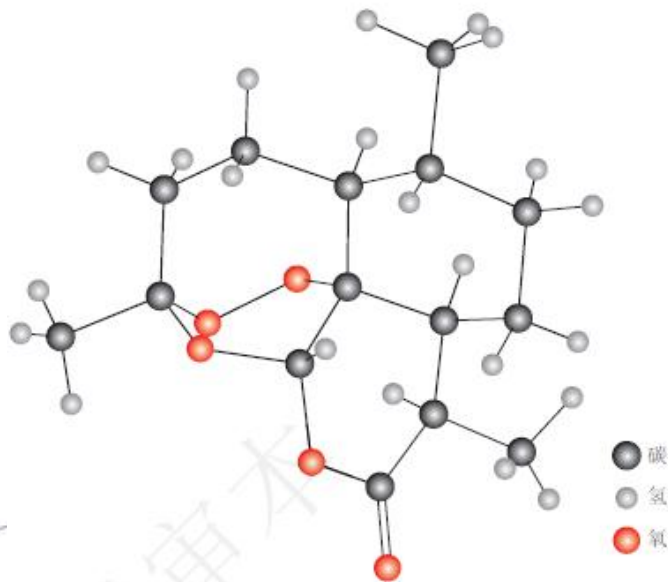


图1-20 我国科学家通过X射线衍射获得的青蒿素的分子结构

科学·技术·社会

青蒿素结构的测定

20世纪70年代初，我国屠呦呦等科学家使用乙醚从中药中提取并用**柱色谱分离**得到抗疟有效成分青蒿素，随后展开了对青蒿素分子结构的测定和相关医学研究。中国科学院上海有机化学研究所和中国中医研究院中药研究所等单位的科学家们通过**元素分析**和**质谱法**分析，确定了青蒿素的相对分子质量

为282，分子式为 $C_{15}H_{22}O_5$ 。经**红外光谱**和**核磁共振谱**分析，确定青蒿素分子结构中含有羰基和甲基等结构片段。通过化学反应证明其分子中含有过氧基团（—O—O—）。1975年底，中国科学院生物物理研究所的科学家通过**X射线衍射**最终测定了青蒿素的分子结构。



PEOPLES
EDUCATION
PRESS

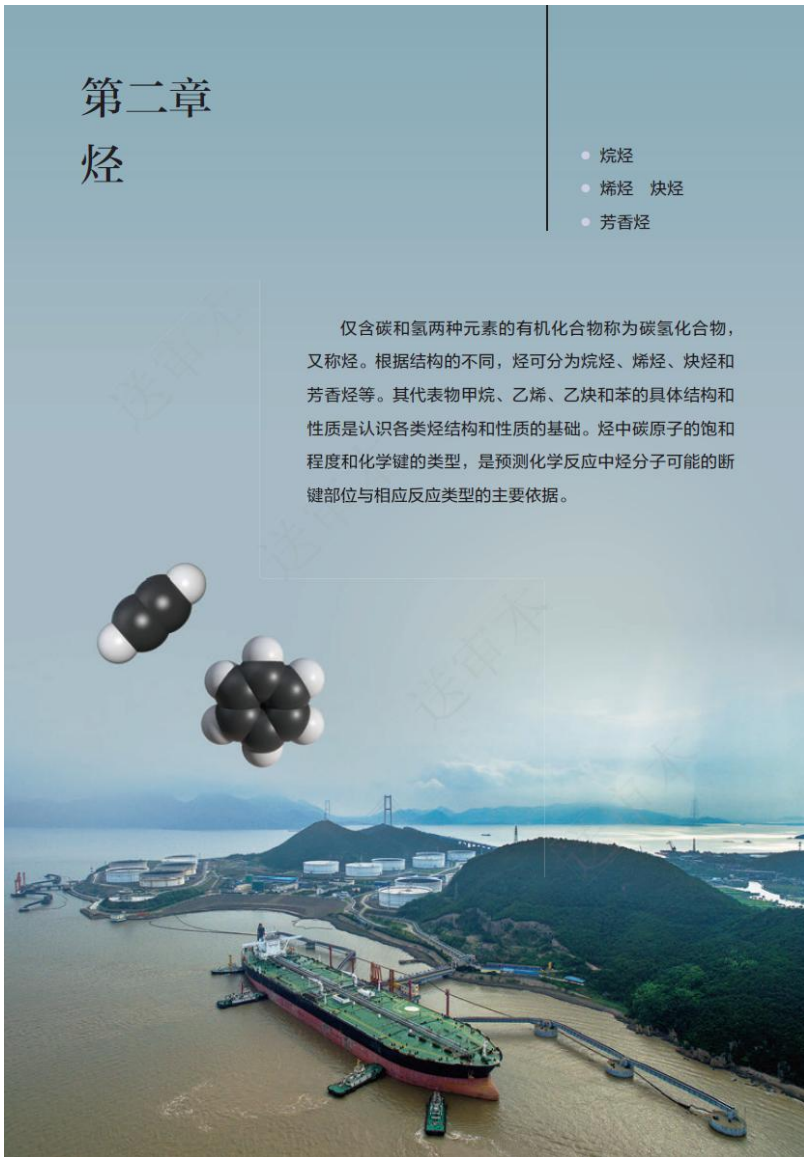
人民教育出版社

第二章 烃

第二章 烃

- 烷烃
- 烯烃 炔烃
- 芳香烃

仅含碳和氢两种元素的有机化合物称为碳氢化合物，又称烃。根据结构的不同，烃可分为烷烃、烯烃、炔烃和芳香烃等。其代表物甲烷、乙烯、乙炔和苯的具体结构和性质是认识各类烃结构和性质的基础。烃中碳原子的饱和程度和化学键的类型，是预测化学反应中烃分子可能的断键部位与相应反应类型的主要依据。



PEOPLE'S
EDUCATION
PRESS

人民教育出版社

本章内容

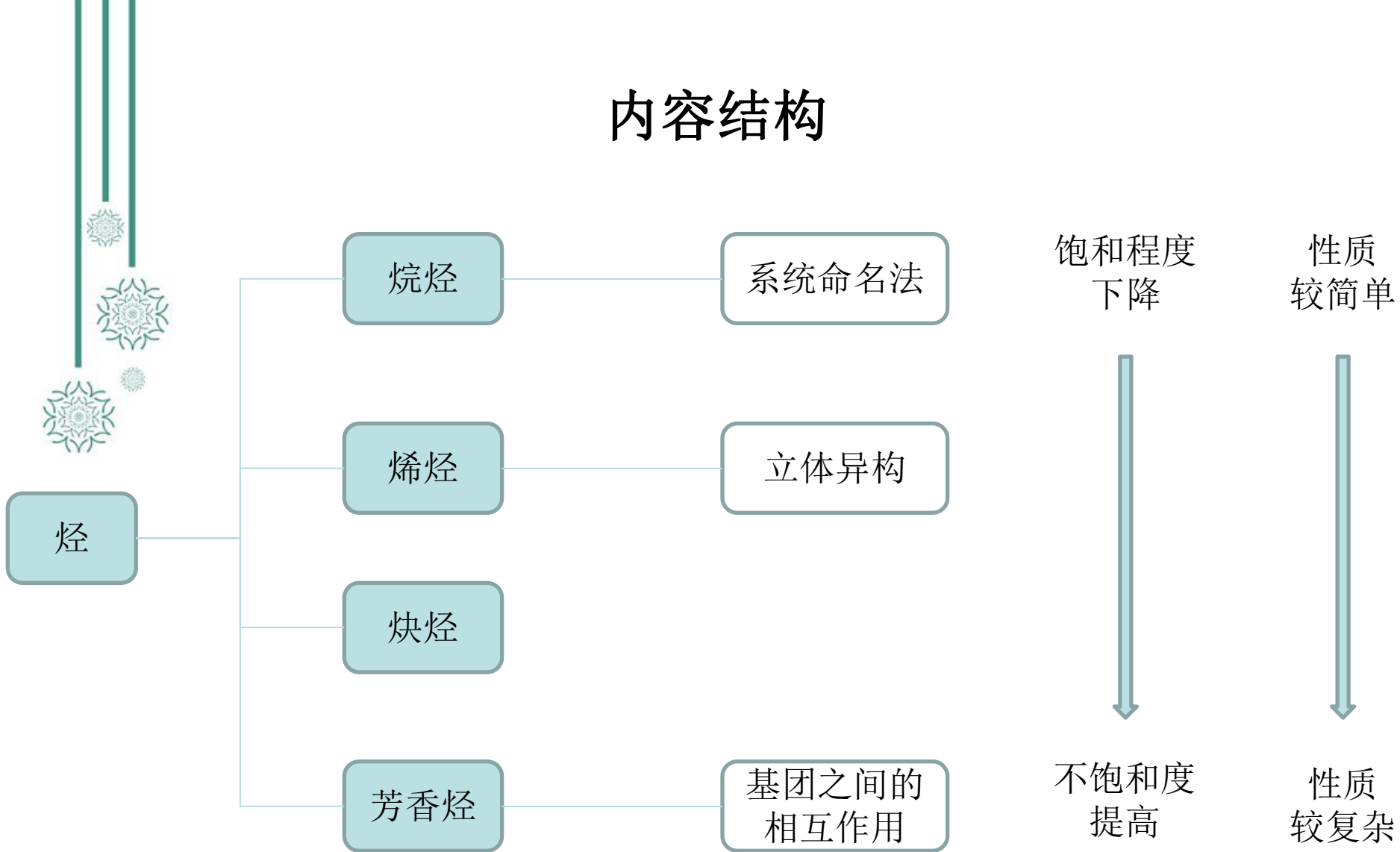
- ④ 第一节 烷烃
- ④ 第二节 烯烃 炔烃
- ④ 第三节 芳香烃



PEOPLE'S
EDUCATION
PRESS

人民教育出版社

内容结构



PEOPLE'S
EDUCATION
PRESS

人民教育出版社

教材特点与变化

- 突出结构分析对性质学习的指导作用
- 分子结构分析

——碳原子的成键方式、共价键的类型

烷烃的结构与甲烷的相似，其分子中的碳原子都采取

sp^3 杂化，以伸向四面体四个顶点方向的 sp^3 杂化轨道与其他碳原子或氢原子结合，形成 σ 键。烷烃

全部是单键（如图2-1）。

一、烯烃

1. 烯烃的结构和性质

烯烃的官能团是碳碳双键。链状烯烃只含有一个碳碳双键时，其通式为 C_nH_{2n} 。

乙烯是最简单的烯烃。其分子中的碳原子均采取 sp^2 杂化，碳原子与氢原子之间均以单键（ σ 键）相连接，碳原子与碳原子之间以双键（1个 σ 键和1个 π 键）相连接。

相邻两个键之间的键角约为 120° ，分子中的所有原子都处于同一平面内（如图1-2、图2-2）。纯净的乙烯为无色、稍有气味的气体，难溶于水，密度比空气的略小。乙烯不仅具有可燃性，也能被酸性高锰酸钾溶液氧化，还能与溴发生加成反应，在一定条件下能发生加聚反应生成聚合物。

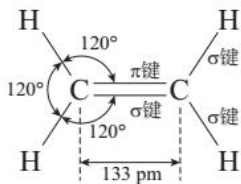


图2-2 乙烯的分子结构示意图

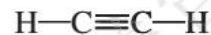


PEOPLES
EDUCATION
PRESS

人民教育出版社

1. 乙炔的结构

乙炔的分子式为 C_2H_2 ，结构简式为 $CH\equiv CH$ ，其分子为直线形结构，相邻两个键之间的夹角为 180° （如图2-4）。乙炔分子中的碳原子均采取 sp 杂化，碳原子和氢原子之间均以单键（ σ 键）相连接，碳原子和碳原子之间以三键（1个 σ 键和2个 π 键）相连接（如图2-5）。



结构式

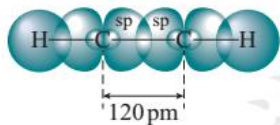


球棍模型

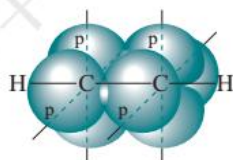


空间充填模型

图2-4 乙炔的结构式和分子结构模型



σ 键



π 键

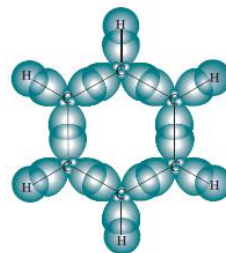
图2-5 乙炔分子中的 σ 键和 π 键

研究表明，苯分子为平面正六边形结构（如图2-10），其中的6个碳原子均采取 sp^2 杂化，分别与氢原子及相邻碳原子以 σ 键结合，键间夹角均为 120° ，连接成六元环状（如图2-11）。每个碳碳键的键长相等，都是139 pm，介于碳碳单键和碳碳双键的键长之间。每个碳原子余下的p轨道垂直于碳、氢原子构成的平面，相互平行重叠形成大 π 键，均匀地对称分布在苯环平面的上下两侧（如图2-11）。

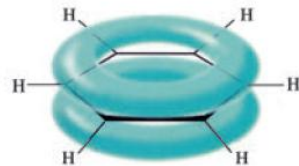
结构简式



图2-10 苯的结构简式和分子结构模型



σ 键



大 π 键

图2-11 苯分子中的 σ 键和大 π 键



PEOPLES
EDUCATION
PRESS

人民教育出版社

- ❖ 各类烃的代表物——必修阶段要求不同
- ❖ 整体框架一致
- ❖ 具体呈现不同

一、烷烃的结构和性质

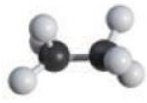
思考与讨论

请根据图 2-1 所示烷烃的分子结构，写出相应的结构简式和分子式，并分析它们在组成和结构上的相似点。

| 名称 | 结构简式 | 分子式 | 碳原子的杂化方式 | 分子中共价键的类型 |
|----|------|-----|----------|-----------|
| 甲烷 | | | | |
| 乙烷 | | | | |
| 丙烷 | | | | |
| 丁烷 | | | | |
| 戊烷 | | | | |



甲烷



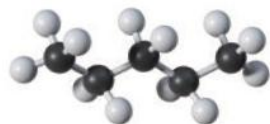
乙烷



丙烷



丁烷



戊烷

思考与讨论

(1) 根据甲烷的性质推测烷烃可能具有的性质，填写下表。

| 颜色 | 溶解性 | 可燃性 | 与酸性高锰酸钾溶液 | 与溴的四氯化碳溶液 | 与强酸、强碱溶液 | 与氯气 (在光照下) |
|----|-----|-----|-----------|-----------|----------|------------|
| | | | | | | |

(2) 根据甲烷的燃烧反应，写出汽油的成分之一辛烷 (C_8H_{18}) 完全燃烧的化学方程式。

(3) 根据甲烷与氯气的反应，写出乙烷与氯气反应生成一氯乙烷的化学方程式。指出该反应中的有机化合物断裂和形成了哪些化学键，反应前后官能团发生了哪些变化，以及该反应的反应类型。

(4) 乙烷与氯气在光照下反应，可能生成哪些产物？请写出它们的结构简式。

2. 乙炔的化学性质



探究

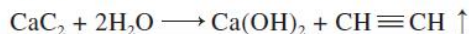
乙炔的化学性质

【问题】

根据乙炔的分子结构，乙炔应该具有怎样的化学性质？

【资料】

实验室可用电石（ CaC_2 ）与水反应制取乙炔，反应的化学方程式为：



【预测】

根据乙炔的分子结构，推测乙炔通入酸性高锰酸钾溶液、溴的四氯化碳溶液时会有什么现象？根据乙炔的组成，推测点燃乙炔时会有什么现象？

【实验】

如图2-6所示，在圆底烧瓶中放入几小块电石。打开分液漏斗的活塞，逐滴加入适量饱和氯化钠溶液，将产生的气体通过硫酸铜溶液后，再分别通入酸性高锰酸钾溶液和溴的四氯化碳溶液。最后换上尖嘴导管，先检验气体纯度，再点燃乙炔，观察现象。

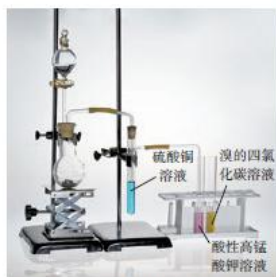


图2-6 乙炔的实验室制取及性质检验

记录：

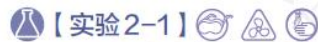
| 实验内容 | 实验现象 |
|----------------------------|------|
| (1) 将饱和氯化钠溶液滴入盛有电石的烧瓶中 | |
| (2) 将纯净的乙炔通入盛有酸性高锰酸钾溶液的试管中 | |
| (3) 将纯净的乙炔通入盛有溴的四氯化碳溶液的试管中 | |
| (4) 点燃纯净的乙炔 | |

【结果与讨论】

(1) 以上实验现象与你的预测是否一致？乙炔通入酸性高锰酸钾溶液时的实验现象，说明乙炔具有怎样的化学性质？

(2) 乙炔通入溴的四氯化碳溶液时的实验现象，说明乙炔具有怎样的化学性质？这与乙炔的哪些结构特点有关？请写出反应的化学方程式，并指出反应前后官能团和化学键的变化。

(3) 乙炔在空气中燃烧的实验现象（如图2-7），说明乙炔在组成上有哪些特点？请写出反应的化学方程式。



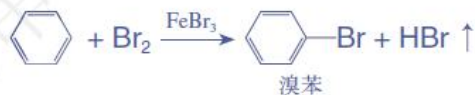
【实验2-1】向两支各盛有2 mL 苯的试管中分别加入酸性高锰酸钾溶液和溴水，用力振荡，观察现象。

2. 苯的化学性质

苯的大 π 键比较稳定，在通常情况下不易发生烯烃和炔烃所容易发生的加成反应。苯有可燃性，在空气里燃烧会产生浓重的黑烟。

(1) 取代反应

苯与液溴在 FeBr_3 催化下可以发生反应，苯环上的氢原子可被溴原子所取代，生成溴苯。



纯净的溴苯是一种无色液体，有特殊的气味，不溶于水，密度比水的大。

在浓硫酸作用下，苯在 $50\sim 60^\circ\text{C}$ 还能与浓硝酸发生硝化反应，生成硝基苯。

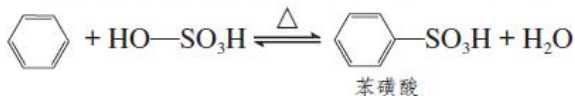


纯净的硝基苯是一种无色液体，有苦杏仁气味，不溶于水，密度比水的大。

资料卡片

苯的磺化

苯与浓硫酸在 $70\sim 80^\circ\text{C}$ 可以发生磺化反应，生成苯磺酸。



- 分子结构分析
- 基团相互影响
- 类比与对比

苯的同系物与苯都含有苯环，因此能在一定条件下发生溴代、硝化和催化加氢反应。但由于苯环与烷基的相互作用，苯的同系物的化学性质与苯又有所不同。

【实验2-2】

| 实验内容 | 实验现象 | 解释 |
|---|------|----|
| (1) 向分别盛有 2 mL 苯和甲苯的两支试管中各加入几滴溴水，静置 | | |
| (2) 将上述试管用力振荡，静置 | | |
| (3) 向分别盛有 2 mL 苯和甲苯的两支试管中各加入几滴酸性高锰酸钾溶液，静置 | | |
| (4) 将上述试管用力振荡，静置 | | |



图2-13 甲苯的分子结构模型

甲苯分子中含有苯环和甲基（如图2-13），因此其化学性质与苯和甲烷有相似之处。同时，由于甲基与苯环之间存在相互作用，甲基使苯环上与甲基处于邻、对位的氢原子活化而易被取代，而苯环也使甲基活化，因此甲苯的化学性质又有不同于苯和甲烷之处。

第三章 烃的衍生物

第三章 烃的衍生物

- 卤代烃
- 醇 酚
- 醛 酮
- 羧酸 羧酸衍生物
- 有机合成

烃分子中的氢原子被不同官能团所取代后，就能生成一系列新的不同类别的有机化合物，如卤代烃、醇、酚、醛、羧酸和酯等。这些有机化合物，从结构的角度都可以看作是由烃衍生而来的，所以被称为烃的衍生物。烃的衍生物具有与烃不同的性质，这些性质主要由其分子中的官能团决定。基于官能团和化学键的特点及有机反应规律，可以推测有机化合物的化学性质，并利用其性质实现相互转化，进行有机合成。有机合成在创造新物质、提高人类生活质量和促进社会发展方面发挥着重要作用。



PEOPLE'S
EDUCATION
PRESS

人民教育出版社

本章内容

- ④ 第一节 卤代烃
- ④ 第二节 醇 酚
- ④ 第三节 醛 酮
- ④ 第四节 羧酸 羧酸衍生物
- ④ 第五节 有机合成

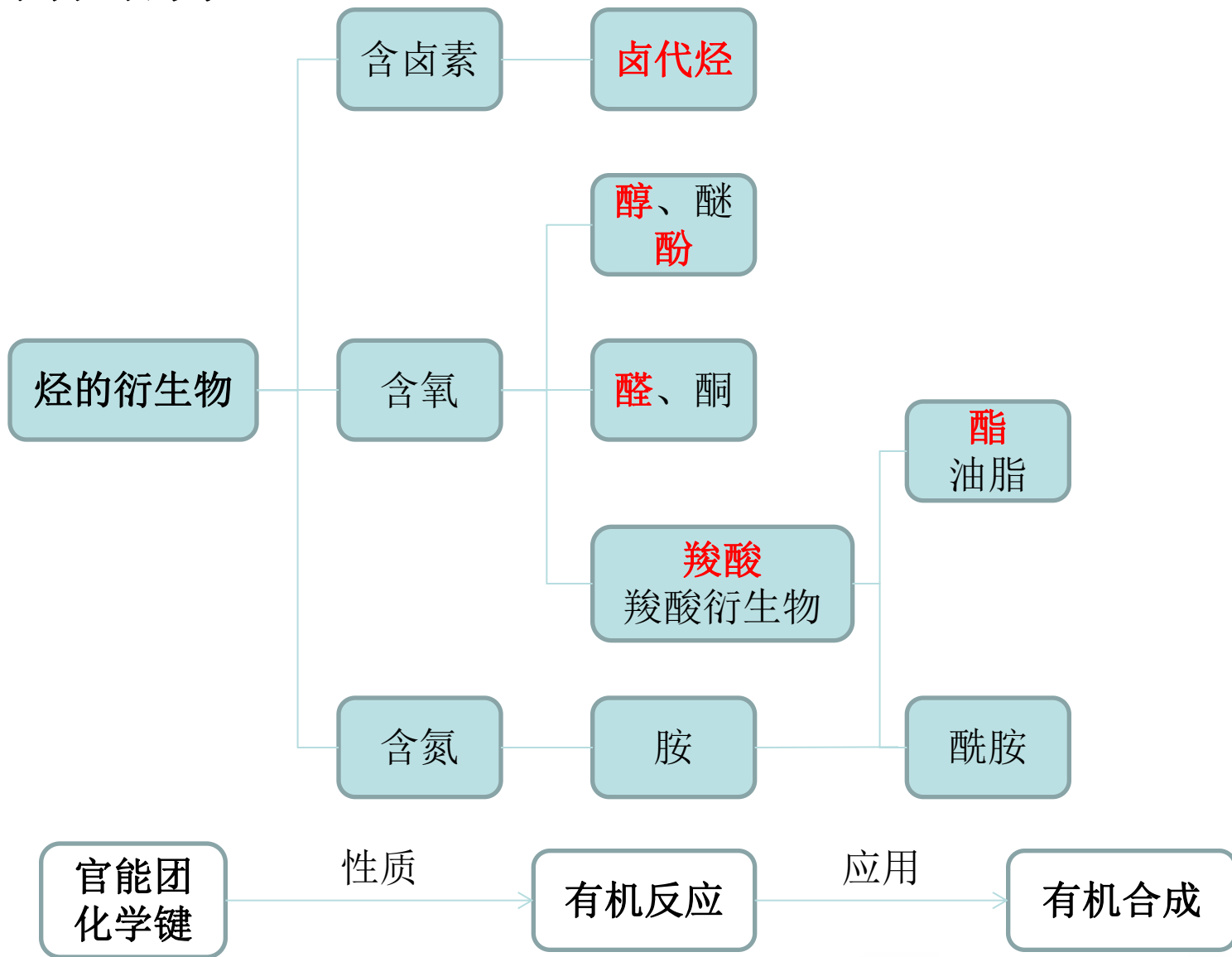
- ④ 实验活动1 乙酸乙酯的制备与性质
- ④ 实验活动2 有机化合物中常见官能团的检验



PEOPLE'S
EDUCATION
PRESS

人民教育出版社

内容结构



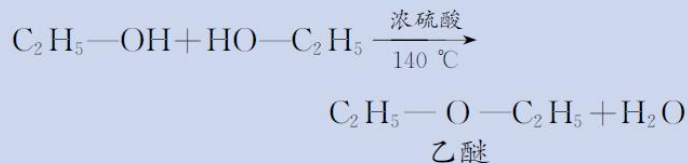
教材特点与变化

- ❖ 落实课标变化
- ❖ 对各类衍生物的要求不同，编写内容和呈现方式不同

资料卡片

乙醇的分子间脱水成醚

如果把乙醇与浓硫酸的混合液共热的温度控制在140℃，乙醇将以另一种方式脱水，即每两个乙醇分子间脱去一个水分子，反应生成的是乙醚：



乙醇在不同温度下的脱水反应也说明了反应物在不同反应条件下可生成不同的产物。

如果把乙醇和浓硫酸的混合物的温度控制在140℃左右，乙醇将以另一种方式脱水，即每两个乙醇分子间会脱去一个水分子而生成乙醚。



乙醚是一种无色、易挥发的液体，沸点34.5℃，有特殊气味，具有麻醉作用。乙醚微溶于水，易溶于有机溶剂，它本身是一种优良溶剂，能溶解多种有机物。

像乙醚这样由两个烃基通过一个氧原子连接起来的化合物叫做醚。醚的结构简式可用R—O—R'来表示，R和R'都是烃基，可以相同，也可以不同。

醚类物质在化工生产中被广泛用作溶剂，有的醚可被用作麻醉剂。

羰基 ($\text{C}=\text{O}$) 与两个烃基相连的化合物叫做酮 ($\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{R}'$)。丙酮

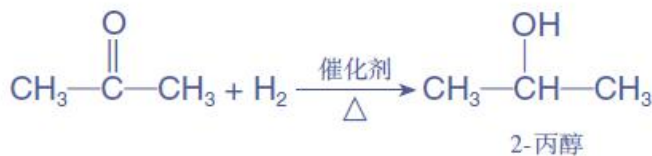
($\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$) 是最简单的酮类化合物, 在常温下, 丙酮是无色透明的液体, 易挥发, 具有令人愉快的气味, 能与水、乙醇等混溶, 丙酮是一种重要的有机溶剂和化工原料。

丙酮不能被银氨溶液、新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 等弱氧化剂氧化, 可催化加氢生成醇。

羰基与两个烃基相连的化合物叫做酮, 其结构可表示

为 $\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{R}'$ 。丙酮 ($\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$) 是最简单的酮。

丙酮是无色透明的液体, 沸点 56.2°C , 易挥发, 能与水、乙醇等互溶。丙酮不能被银氨溶液、新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 等弱氧化剂氧化。在催化剂存在的条件下, 丙酮可以发生催化加氢反应, 生成2-丙醇。



酮是重要的有机溶剂和化工原料。例如, 丙酮可用作化学纤维、钢瓶贮存乙炔等的溶剂, 还用于生产有机玻璃、农药和涂料等。

酮 ketone

思考与讨论

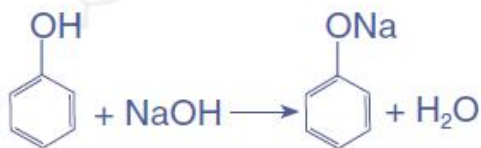
丙酮是丙醛的同分异构体吗? 它们有哪些性质差异? 可采用哪些方法鉴别它们?

⑥ 共价键极性、基团的相互作用对有机物性质和有机反应的影响

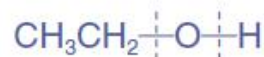
在卤代烃分子中，由于卤素原子的电负性比碳原子的大，使C—X的电子向卤素原子偏移，进而使碳原子带部分正电荷(δ^+)，卤素原子带部分负电荷(δ^-)，这样就

形成一个极性较强的共价键： $\text{—C}^{\delta^+}\text{—X}^{\delta^-}$ 。因此，卤代烃在化学反应中，C—X 较易断裂，使卤素原子被其他原子或原子团所取代，生成负离子而离去。

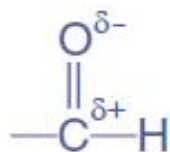
由于苯酚中的羟基和苯环直接相连，苯环与羟基之间的相互作用使酚羟基在性质上与醇羟基有显著差异。酚羟基比醇羟基更活泼，苯酚的羟基在水溶液中能够发生部分电离，显示弱酸性，故苯酚俗称石炭酸。苯酚能与NaOH反应，反应的化学方程式为：



醇的化学性质主要由羟基官能团所决定。在醇分子中，由于氧原子吸引电子的能力比氢原子和碳原子的强，使O—H和C—O的电子都向氧原子偏移。因此，醇在发生反应时，O—H容易断裂，使羟基中的氢原子被取代；同样，C—O也易断裂，使羟基被取代或脱去，从而发生取代反应或消去反应。

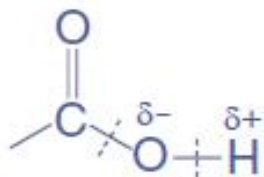


在醛基的碳氧双键中，由于氧原子的电负性较大，碳氧双键中的电子偏向氧原子，使氧原子带部分负电荷，碳原子带部分正电荷，从而使醛基具有较强的极性。



乙醛也能和一些极性试剂发生加成反应。例如，乙醛能与氰化氢（HCN）发生加成反应。

羧酸的化学性质主要取决于羧基官能团。由于受氧原子电负性较大等因素的影响，当羧酸发生化学反应时，羧基结构中下面两个部位的化学键容易断裂：



PEOPLE'S
EDUCATION
PRESS

人民教育出版社

有机合成——构建碳骨架、引入官能团

一、有机合成的主要任务

有机合成使用相对简单易得的原料，通过有机化学反应来构建碳骨架和引入官能团，由此合成出具有特定结构和性质的目标分子。

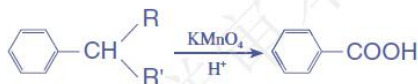
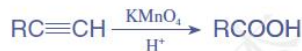
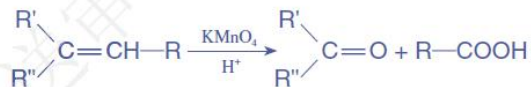
1. 构建碳骨架

碳骨架是有机化合物分子的结构基础，进行有机合成一般需要先考虑碳骨架的形成，包括碳链的增长和缩短、成环等过程。

当原料分子中的碳原子数少于目标分子中的碳原子数时，可以通过引入含碳原子的官能团等方式使碳链增长。例如，炔烃和醛中的不饱和键与HCN发生加成反应生成含有氰基（—CN）的物质，再经水解生成羧酸，或经催化氢还原生成胺。这样，在将羧基、氨基等官能团引入的同时，产物较原料分子增加了一个碳原子。



而氧化反应等则可以使烃分子链缩短。例如，烯烃、炔烃及芳香烃的侧链被酸性高锰酸钾溶液氧化，生成碳链缩短的羧酸或酮。



2. 引入官能团

有选择地通过取代、加成、消去、氧化、还原等有机化学反应，可以实现有机物类别的转化，并引入目标官能团。

思考与讨论

我们在各类有机物化学性质的学习中，已经接触了很多有机化学反应。请你从官能团转化的角度对其进行分类整理，讨论引入常见的官能团（如碳碳双键、碳卤键、羟基、醛基、羧基、酯基）有哪些方法，并举例说明。



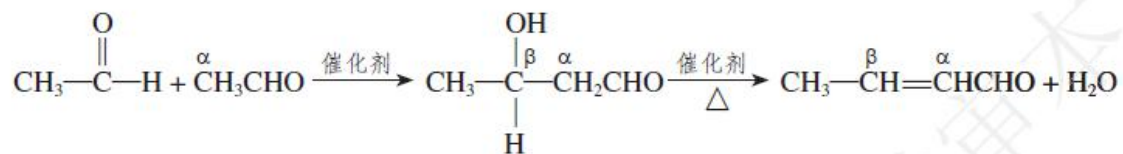
PEOPLE'S
EDUCATION
PRESS

人民教育出版社

构建碳骨架的反应

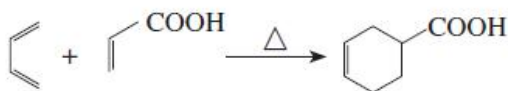
醛分子中在醛基邻位碳原子上的氢原子 (α -H) 受羰基吸电子作用的影响, 具有一定的活泼性。分子内含有 α -H 的醛在一定条件下可

发生加成反应, 生成 β -羟基醛, 该产物易失水, 得到 α, β -不饱和醛。这类反应被称为羟醛缩合反应, 是一种常用的增长碳链的方法。例如:



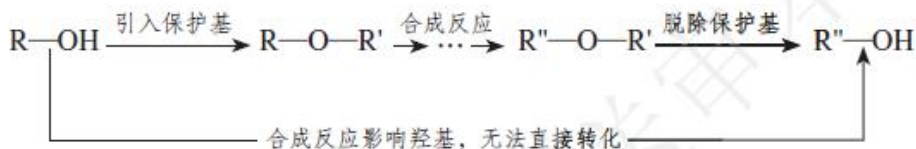
共轭二烯烃 (含有两个碳碳双键, 且两个双键被一个单键隔开的烯烃, 如 1,3-丁二烯) 与含碳碳双键的化合物在一定条件下发生第尔斯-

阿尔德反应 (Diels-Alder reaction), 得到环加成产物, 构建了环状碳骨架。例如:



官能团的保护

含有多个官能团的有机物在进行反应时, 非目标官能团也可能受到影响。此时需要将该官能团保护起来, 先将其转化为不受该反应影响的其他官能团, 反应后再转化复原。例如, 有机合成中的某些反应可能会使羟基受到影响, 需要对羟基进行保护。此时, 可以先将羟基转化为醚键, 使醇转化为在一般反应条件下比较稳定的醚。待相关合成反应结束后, 再在一定条件下脱除起保护作用的基团 (保护基), 恢复羟基。



合成路线设计：正向和逆向两种思路

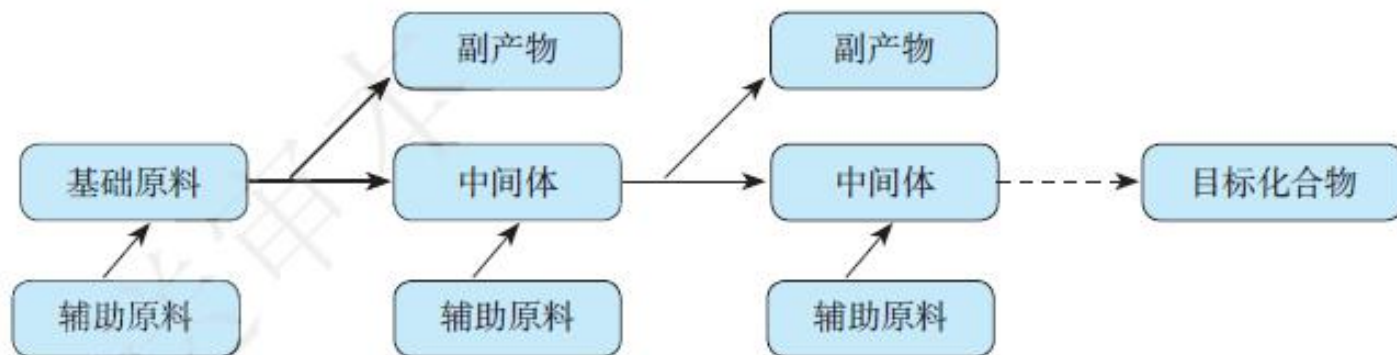


图3-28 有机合成过程示意图

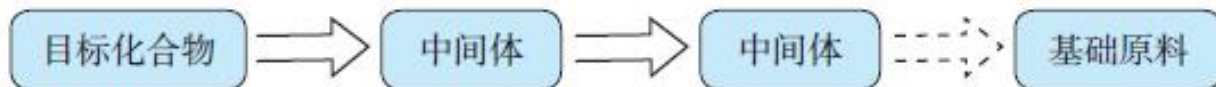


图3-29 逆合成分析示意图

随着新的有机反应、新试剂的不断发现和有机合成理论的发展，有机合成的技术和效率不断提高。20世纪初，维尔施泰特^①通过十余步反应合成颠茄酮，总产率仅有0.75%。十几年后，罗宾逊^②改进了合成思路，仅用3步反应便完成合成，总产率达90%。20世纪中后期，伍德沃德^③与多位化学家合作，成功合成了奎宁、胆固醇、叶绿素、红霉素、维生素B₁₂等一系列结构复杂的天然产物，促进了有机合成技术和有机反应理论的发展；科里^④提出了系统化的逆合成概念，开始利用计算机来辅助设计合成路线，让合成路线的设计逐步成为有严密思维逻辑的科学过程，使有机合成进入了新的发展阶段。

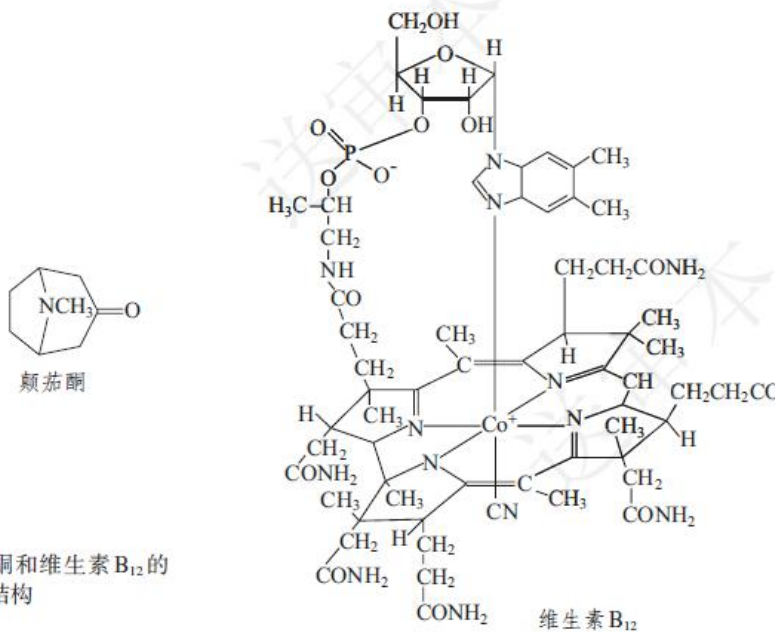


图3-30 颠茄酮和维生素B₁₂的分子结构

- 有机合成的发展历史
- 有机合成的实际应用

资料卡片

实验室中进行有机合成的常用装置如图3-31所示，它能够在加热时进行搅拌、温度监测、加料和冷凝回流等实验操作。规模化的工业生产中多使用体积较大的反应釜（如图3-32）。工业生产须在实验室研究的基础上进

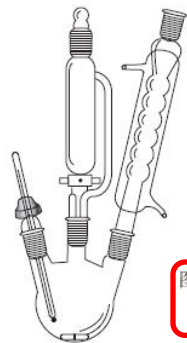


图3-31 实验室进行有机合成使用的一种典型装置

行小试、中试等规模放大研究，完善实验室研究所确定的反应条件，更多考虑工业化生产的设备选择、操作方法、成本控制和环境保护等因素，为正式生产提供依据。



图3-32 工业化合成使用的反应釜



PEOPLE'S
EDUCATION
PRESS

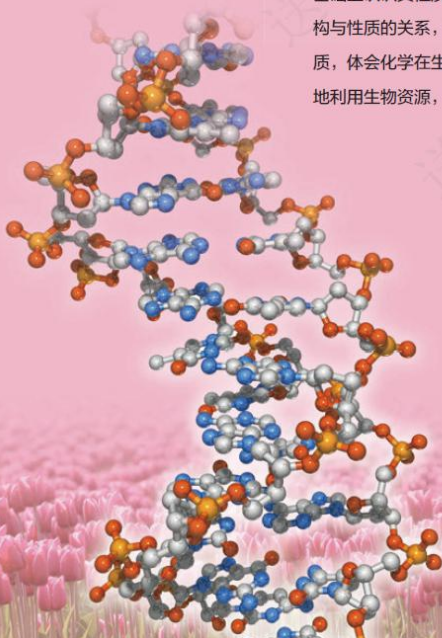
人民教育出版社

第四章 生物大分子

第四章 生物大分子

- 糖类
- 蛋白质
- 核酸


生物体中普遍存在的有机化合物是生命活动的物质基础。与我们此前学习的一般有机化合物相比，淀粉、纤维素、蛋白质、核酸等生物大分子的相对分子质量较大，含有多种官能团，结构复杂。这使它们具有比有机小分子更为丰富的性质，能够完成多种复杂的生物功能。探讨糖类、蛋白质和核酸这三类重要的生物有机分子的组成与结构，并在此基础上认识其性质与应用，将有助于我们通过有机化合物结构与性质的关系，在分子水平上深入认识生命现象的化学本质，体会化学在生命科学中所起的重要作用，从而更好地利用生物资源，促进人类健康。



PEOPLE'S
EDUCATION
PRESS

人民教育出版社

本章内容



④ 第一节 糖类

④ 第二节 蛋白质

④ 第三节 核酸

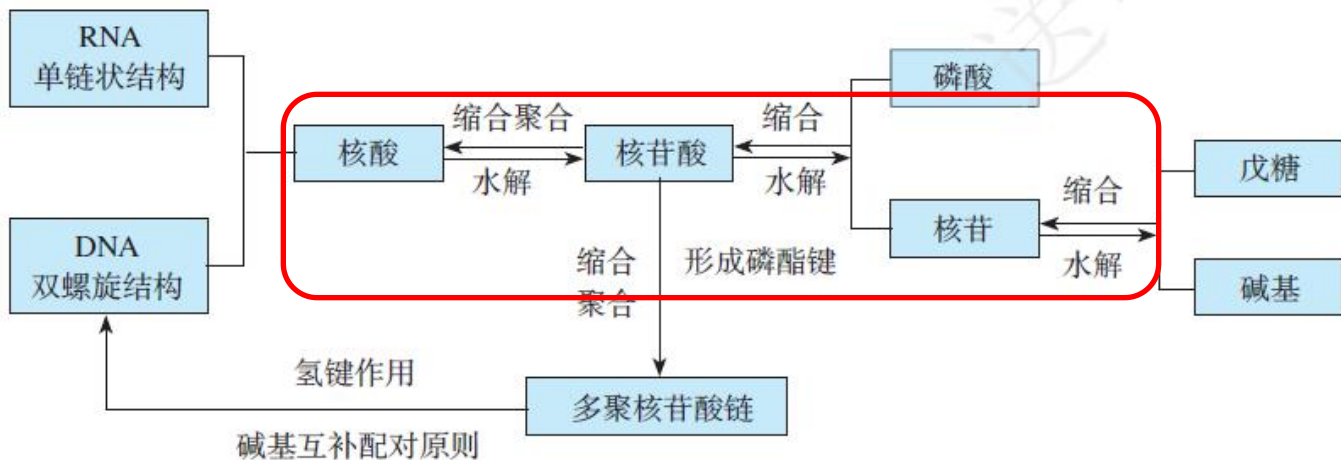
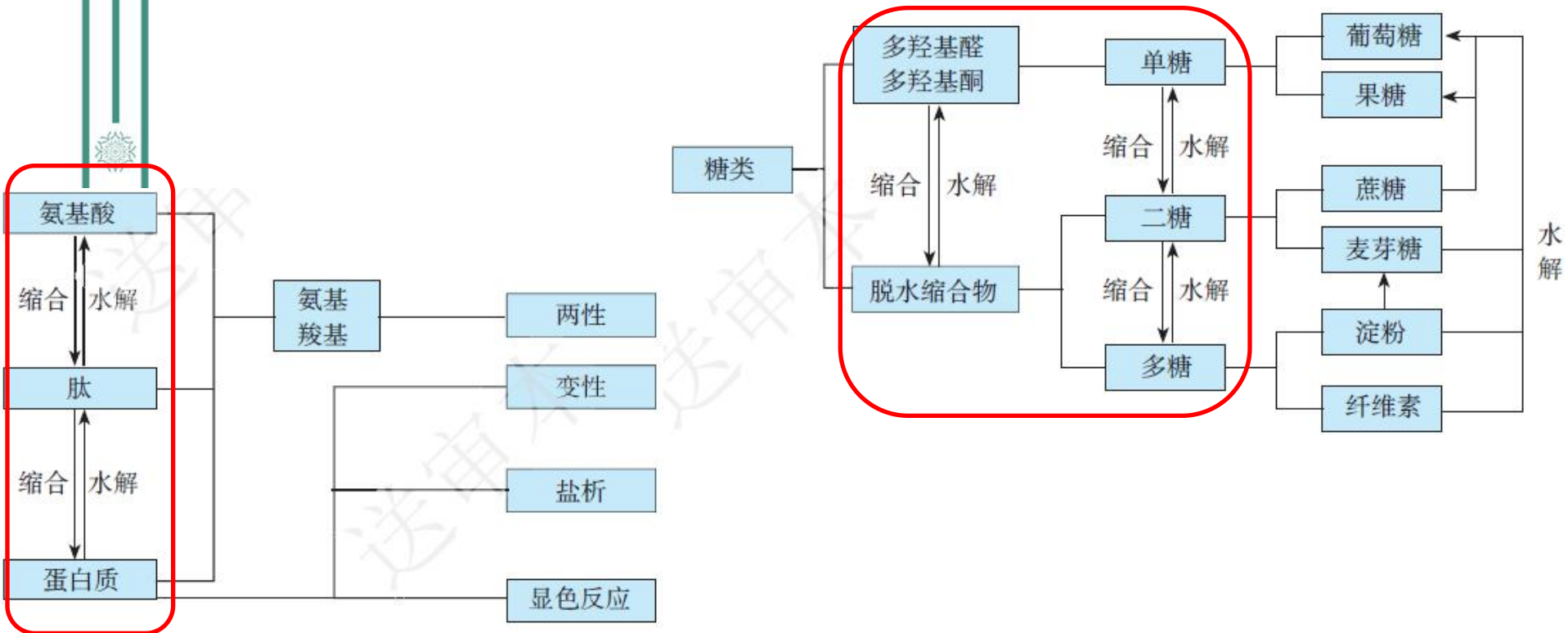
④ 实验活动3 糖类的性质



PEOPLE'S
EDUCATION
PRESS

人民教育出版社

知识结构



教材特点与变化

为第三节核酸的学习进行铺垫

——核糖、脱氧核糖

——单糖的环状结构

3. 核糖与脱氧核糖

核糖与脱氧核糖分别是生物体的遗传物质核糖核酸（RNA）与脱氧核糖核酸（DNA）的重要组成部分。它们都是含有5个碳原子的单糖——戊糖，其结构简式分别为：

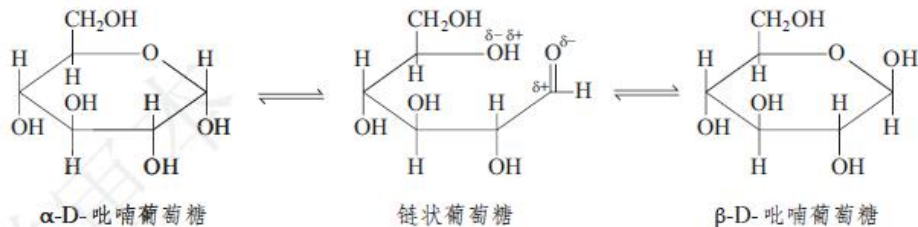


资料卡片

葡萄糖的环状结构

葡萄糖分子中的醛基可以与分子内的羟基作用，形成两种六元环状结构。在葡萄糖水溶液中，存在着链状和环状结构葡萄糖之

间的平衡，其中绝大部分葡萄糖为环状结构。很多单糖，以及寡糖和多糖中的单糖单元多以环状结构的形式存在。



PEOPLE'S
EDUCATION
PRESS

人民教育出版社

四、核酸

核酸是一类含磷的生物高分子化合物，一般由几千到几十万个原子组成，相对分子质量可达十几万至几百万。因最早由细胞核中分离得到，而且具有酸性而得名。根据其组成，核酸分为脱氧核糖核酸(DNA)和核糖核酸(RNA)。核酸在生物体的生长、繁殖、遗传、变异等生命现象中起着决定性作用。

DNA 大量存在于细胞核中，是生物体遗传信息的载体。在 DNA 分子中四种碱基的排列顺序即为生物体的遗传密码；生物种类间的差异，也是由于四种碱基的排列的序列不同而产生的。DNA 同时还指挥着蛋白质的合成、细胞的分裂和制造新的细胞。RNA 主要存在于细胞质中，根据 DNA 提供的信息控制体内蛋白质的合成。

我国在核酸的研究中也取得了令人瞩目的成绩。1981年，我国科学工作者用人工方法合成了酵母丙氨酸转移核糖核酸。我国还是唯一参加世界人类基因组研究的发展中国家，这些都标志着我国在核酸领域研究中达到了世界先进水平。

核酸 nucleic acid
核糖核酸
ribonucleic acid (RNA)
脱氧核糖核酸
deoxyribonucleic acid
(DNA)
碱基 base



PEOPLES
EDUCATION
PRESS

人民教育出版社

第三节 核酸

二、核酸的结构

DNA 的结构十分复杂，直到 1953 年沃森和克里克根据研究 DNA 晶体 X 射线衍射数据提出了 DNA 分子的双螺旋结构模型。

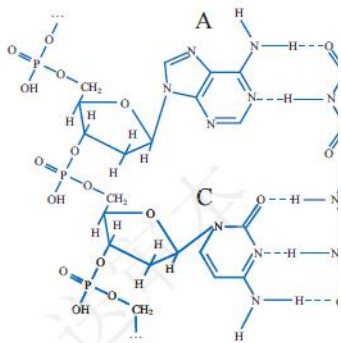


图 4-19 碱基互补配对时形成氢键的示意图

RNA 也是以核苷酸为基本核苷，与 DNA 中的不同，核糖替代了胸腺嘧啶 (T)。RNA 分子比 DNA 分子小得多。

思考与讨论

DNA 分子的多聚核苷酸链由磷酸二酯键连接。请类比蛋白质的结构，氨基酸和磷酸酯键分别对应于蛋白质的什么结构？

三、核酸的生物功能

核酸是生物体遗传信息的载体。有一定碱基排列顺序的 DNA 片段含有特定的遗传信息，被称为基因。DNA 分子

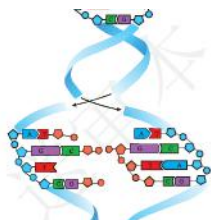


图 4-17 脱氧核糖核酸 (DNA) 的结构示意图

核酸 nucleic acid
核糖核酸 ribonucleic acid (RNA)
脱氧核糖核酸 deoxyribonucleic acid (DNA)
碱基 base

图 4-18 DNA 分子的扫描隧道显微镜照片 (不同的颜色代表相对高度，暖色较高，冷色较低)

DNA 分子的双螺旋结构具有以下特点：DNA 分子由两条多聚核苷酸链组成，两条链平行盘绕，形成双螺旋结构；每条链中的脱氧核糖和磷酸交替连接，排列在外侧，



核酸因其最早在细胞核中发现，并具有酸性，故而得名。天然的核酸根据其组成中所含戊糖的不同，分为脱氧核糖核酸 (DNA) 和核糖核酸 (RNA)。一系列生物学实验的结果表明，核酸是生物体遗传信息的携带者，绝大多数生物体内的遗传物质是 DNA，少数生物的遗传物质是 RNA。核酸在生物体的生长、繁殖、遗传和变异等生命现象中起着重要的作用。

一、核酸的组成

核酸是一种生物大分子，相对分子质量可达上百万。实验表明核酸可以发生水解反应，人们通过分析核酸水解



PEOPLES
EDUCATION
PRESS

人民教育出版社



密切联系生产、生活和社会实际

科学·技术·社会

纤维素与燃料乙醇

纤维素是地球上来源十分丰富的可再生资源，我国仅农业生产每年产生的秸秆就超过6亿吨。过去，大量秸秆在田间被直接焚烧，造成严重污染，加重了雾霾天气。为解决秸秆焚烧带来的严重环境问题，目前已经发展了秸秆还田，秸秆制饲料、沼气、建材等综合利用方式。近年来，利用秸秆生产燃料乙醇引起了很多国家的关注，成为秸秆资源综合利用的新途径。它主要包括原料预处理、纤维素水解糖

为原料生产燃料乙醇相比，以纤维素为原有原料成本低、来源广泛等优点。我国已一批工业化生产装置开始运行，在生物质利用领域进入了国际先进水平。



图4-6 我国建成的高粱秸秆制燃料乙醇生产装置



资料卡片

乳糖

乳糖也是一种常见的二糖，主要存在于哺乳动物的乳汁中，可用于婴儿食品、糖果、药物等的生产。乳糖经发酵产生的乳酸是酸奶酸味的主要来源。部分人群由于肠道内缺乏乳糖酶导致乳糖消化吸收障碍，饮用牛奶后容易出现腹胀、腹泻等乳糖不耐受的症状。



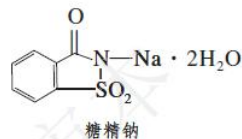
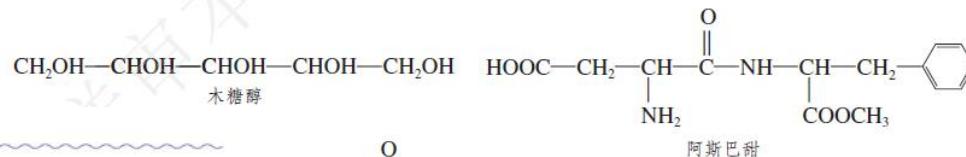
图4-11 利用紫外线为病房和图书消毒

科学·技术·社会

甜味剂

甜味剂是能赋予食物甜味的食品添加剂，按其营养价值可分为营养性甜味剂和非营养性甜味剂，按其来源可分为天然甜味剂和合成甜味剂。天然甜味剂有木糖醇、甜菊糖苷、甘草等，合成甜味剂有阿斯巴甜、糖精钠等。一些甜味剂的甜度可以达到蔗糖的百

倍以上，且代谢产生的热量低，不易使人发生龋齿，成本低廉，在现代食品工业中得到广泛的应用。同时，由于甜味剂可能对人体健康产生影响，需要对其进行全面的安全评估，其使用范围和用量也有一定限制。



烫发的原理

中的含硫氨基酸形成的二硫键（—S—S—）是维持头发弹性和形状的一个重要结构。一般烫发时使用的还原剂可以使头发中的二硫键断裂，产生游离的巯基（—SH）。再用一定的工具将

头发卷曲或拉直成需要的形状。然后用氧化剂使巯基之间发生反应，生成新的二硫键，使头发的形状得以固定。频繁烫发会对头发造成一定程度的损害。



PEOPLE'S
EDUCATION
PRESS

人民教育出版社

- 突出结构特征分析
- 形象化展示复杂结构
- 体现学科观念

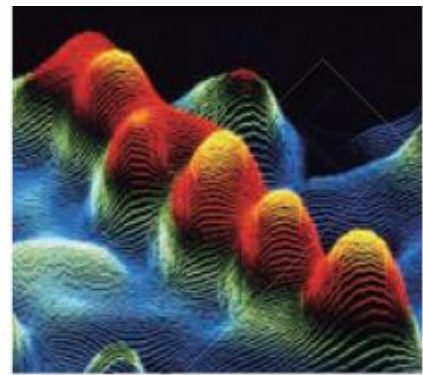
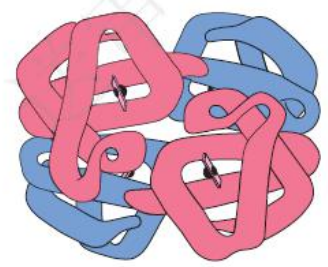
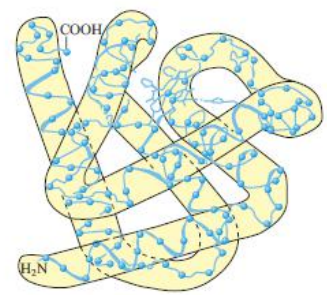
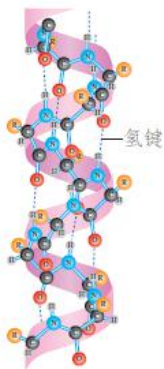
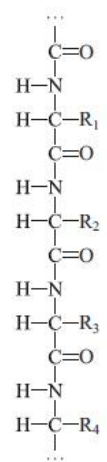
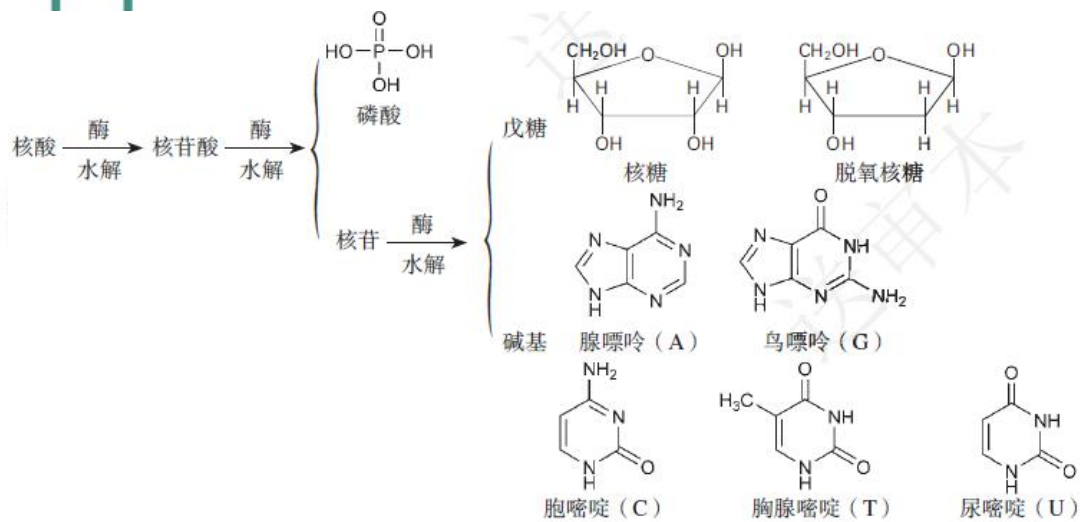


图 4-18 DNA 分子的扫描隧道显微镜照片 (不同的颜色代

大豆资源的开发和利用

【研究目的】

大豆原产我国，具有几千年悠久的种植历史。通过以下活动了解大豆的主要成分和综合利用途径，以及我国大豆资源的开发和利用现状，认识化学在生物质资源利用和可持续发展领域的重要作用。

【研究任务】

(1) 大豆的营养丰富，用途广泛。查阅资料，了解大豆的化学成分。在此基础上，结合有机化学知识和生活经验，分析大豆的主要用途。

(2) 查阅资料，了解大豆的其他用途，以及大豆在加工过程中的副产物和由此引发的环境问题。

(3) 通过多种渠道了解我国大豆的生产、消费与综合利用概况。

【结果与讨论】

(1) 以大豆中所含的有机物为线索，用图示的形式展示大豆的综合利用途径，并与同学交流。

(2) 根据你掌握的资料，提出你对我国大豆资源开发与综合利用的建议，并与同学讨论。



联系国情

挖掘热点问题中的化学元素



PEOPLE'S
EDUCATION
PRESS

人民教育出版社

- 科学史
- 爱国主义教育
- 密切联系学科知识

人工合成结晶牛胰岛素

胰岛素是由胰腺分泌的一种激素，具有调节体内糖类、蛋白质和脂肪代谢等功能。胰岛素是最先被确定氨基酸序列的蛋白质，其结构由桑格^①等于1955年测定。它由两条

肽链组成，分别是由21个氨基酸形成的A链和30个氨基酸形成的B链，两条链通过二硫键（—S—S—）连接。

信息搜索

味精是一种常见的调味品，其化学成分主要为谷氨酸单钠盐。请搜索相关资料，了解味精的发现历史，以及我国化工专家吴蕴初（1891—1953）研制生产味精、创办民族化学工业的事迹。



图4-7 吴蕴初

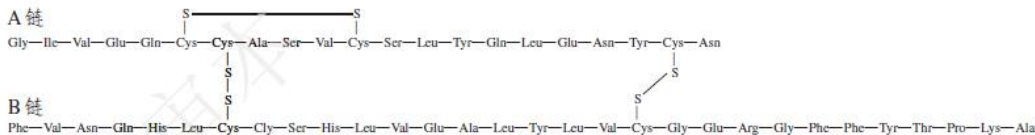


图4-13 牛胰岛素的一级结构示意图
(图中使用了氨基酸的缩写,如甘氨酸根据其英文名 glycine 缩写为 Gly)

中国科学院生物化学研究所、有机化学研究所和北京大学化学系等单位的多位科学家经过长期不懈努力,在1965年首先合成了结晶牛胰岛素。他们根据胰岛素的一级结构,将氨基酸按照一定顺序,通过缩合反应分别合成了A链和B链,然后再使两条链结合在一起,完成了复杂而艰巨的化学全合成工作。所得产物的结构和物理、化学性质与天然牛胰岛素完全一致,生物活性也十分接近。这项工作有力地推动了生命科学的发展,是人类在探索生命奥秘征途中迈出的重要一步。

结晶牛胰岛素的全合成

顾维铨 杜雨奎 黄维德 陈常庆 葛毓俊
刘世金 蒋秉庆 朱自权 赵超义

(中国科学院生物化学研究所)

徐杰敏 张维君 陈玲玲 李瑞峰 汪敏

(中国科学院有机化学研究所)

陆德培 李俊容 李春熙 施博涛 叶蘼华
潘卡罗 郑其敦

(北京大学化学系)

在这项工作中,我们将初步报告于我们三个单位五年的通力合作最近获得有关合成结晶牛胰岛素的研究成果。胰岛素的重要组成,在最近三年中,我们三个单位已经分别合成了A及B链中一系列的片段^{①②}。积累了许多经验,并在今年中应用到人工合成的牛胰岛素的A及B链与天然的B及A链进行氧化结合,并将结合产物再纯化,即得到全合成的牛胰岛素的结晶产物^{③④}。

近两年来有关胰岛素合成方面,已有不少报导。Kawasaki等^⑤报导了牛胰岛素A及B链的合成。并给 Dan 和 Wadlow 的重要方法^⑥。将所合成的A及B链进行结合,只能得到低纯度的胰岛素。Zahn, Mitsuhashi 等^⑦从他们所合成的牛胰岛素的A及B链的生物活性物质及保护基团。而氧化程度提高到有0.5—1.0% 胰岛素活力的产物。后来,他们又报导人工合成的天然A链本身也能表现出0.1%的胰岛素活力^⑧。

中国科学院生物化学研究所在从天然胰岛素

的合成方面所获得的进展,并从结合的产物中经过纯化得到胰岛素的结晶^⑨。提供了先行合成A及B链便可以合成胰岛素的重要线索。在最近三年中,我们三个单位已经分别合成了A及B链中一系列的片段^⑩。积累了许多经验,并在今年中应用到人工合成的牛胰岛素的A及B链与天然的B及A链进行氧化结合,并将结合产物再纯化,即得到全合成的牛胰岛素的结晶产物^⑪。

牛胰岛素A链及B链的S-糖苷键的生物的人工合成的主要障碍是除去保护基团。合成中的主要关键可以归纳为以下三点:(1)大肽合成中避免热稳定的产物的产生。往往用分离出的保护基的固体载体物与侧链保护的自由氨基酸进行聚合;(2)在应用第一键置于最后一步消除许多保护基团时采用了非常规

图4-14 论文《结晶牛胰岛素的全合成》发表于《科学通报》1965年第11期

第五章 合成高分子

第五章 合成高分子

- 合成高分子的基本方法
- 高分子材料

高分子科学从诞生到现在还不足百年，但完整的高分子材料工业体系已经建立。除了塑料、合成纤维、合成橡胶三大合成材料，现代高分子材料正向功能化、智能化、精细化方向发展，出现了具有光学、电学、生物医学、吸附分离等功能的高分子，与能源、国防、航空航天、电子信息、医疗健康和现代农业等领域的需求密切相关。

高分子的组成和结构特点决定了高分子的性质，是确定高分子合成方法及应用领域的基础，也是我们学习和认识高分子的基本视角。

使用了高分子薄膜建材的高速铁路车站



PEOPLE'S
EDUCATION
PRESS

人民教育出版社

第五章 合成高分子

第一节 合成高分子的基本方法

第二节 高分子材料

整理与提升

第五章 进入合成有机高分子化合物的时代

第一节 合成高分子化合物的基本方法

第二节 应用广泛的高分子材料

第三节 功能高分子材料

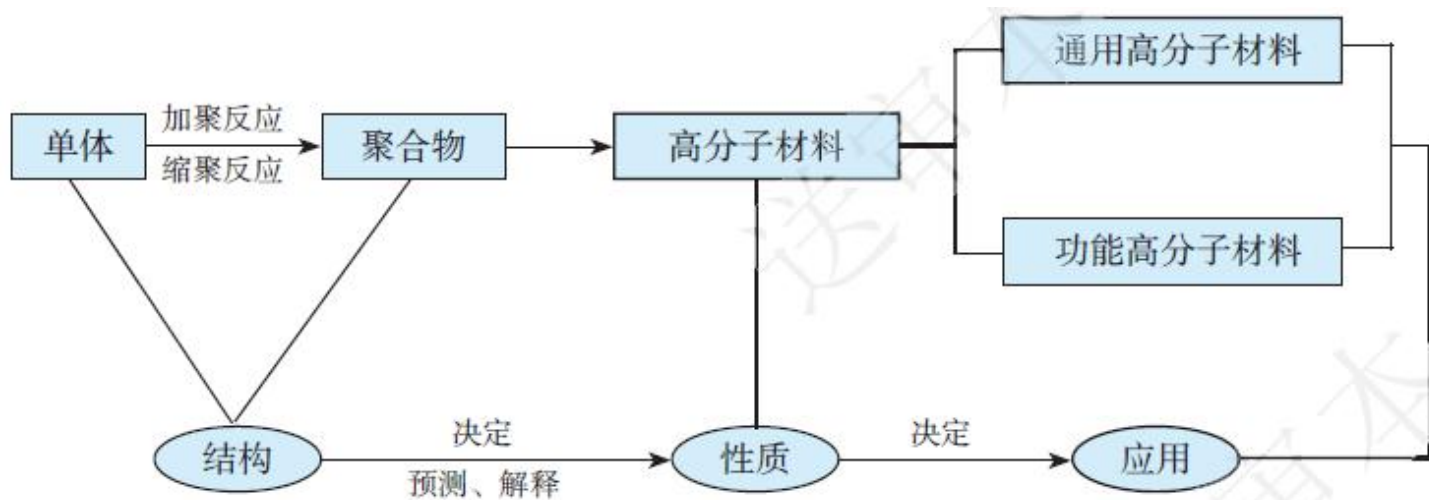


PEOPLES
EDUCATION
PRESS

人民教育出版社

内容结构

- ❖ 第一节 合成高分子的基本方法
- ❖ 第二节 高分子材料

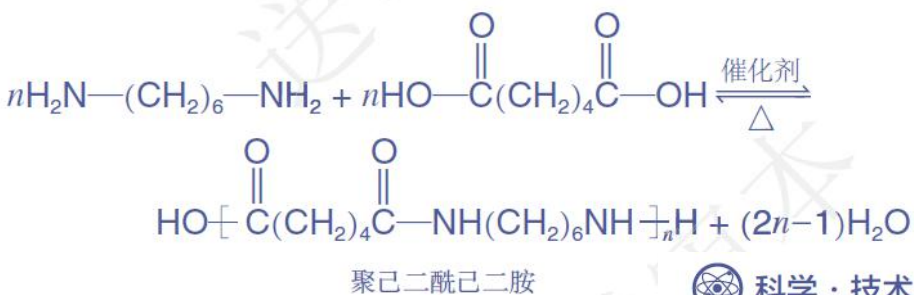


PEOPLE'S
EDUCATION
PRESS

人民教育出版社

(2) 聚酰胺纤维

聚酰胺纤维中的锦纶是较早面世的合成纤维之一。美国化学家卡罗瑟斯 (W. H. Carothers, 1896—1937) 在研究脂肪族二元羧酸与脂肪族二元醇的缩聚反应时, 得到的聚酯性能不理想, 转而研究己二胺与己二酸的缩聚反应, 成功合成了聚己二酰己二胺纤维 (又称锦纶 66、尼龙 66, 两个数字 6 分别代表二胺和二酸所含碳原子的个数)。



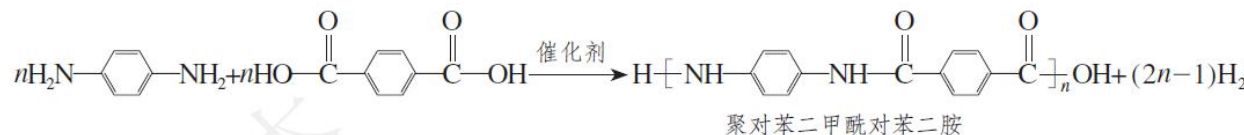
聚己二酰己二胺不溶于普通溶剂, 熔化拉制的纤维具有天然丝的外观和光泽, 耐当时任何一种纤维。20 世纪 40 年代前后, 丝袜、降落伞、渔网、轮胎帘子线等产品人们还合成了由 6-氨基己酸合成的锦纶 6 二胺合成的锦纶 1010 等脂肪族聚酰胺纤维耐高温、高强度的芳香族聚酰胺纤维 (芳纶)

科学·技术·社会

高强度芳纶纤维

20 世纪 60 年代, 人们合成了强度高、密度低, 并且具有耐酸、耐碱、耐高温、耐磨等优异特性的芳香族聚酰胺纤维——聚对苯

二甲酰对苯二胺纤维, 又称芳纶 1414 (商品名凯芙拉, 14 指单体 1,4-对苯二甲酸和 1,4-对苯二胺的官能团在苯环上的位置)。



它的强度高, 密度却只有钢的 1/5; 其热稳定性高, 在 500 °C 高温下不会熔化分解。可以制成防弹装甲、消防服、防切割耐热手套, 以及交通工具的结构材料和阻燃内饰等。



图 5-10 使用了芳纶纤维结构材料的轻型飞机

通用高分子材料 增加聚酰胺纤维

功能高分子材料 增加高分子分离膜

2. 高分子分离膜

高分子分离膜
polymeric separate membrane

天然存在的物质和人工合成得到的产物往往是不纯的，需要经过分离纯化才能得到较纯的物质。例如，海水中含有丰富的无机盐，若要将海水转化为淡水，就要设法除去这些物质。过去人们使用蒸馏法获得淡水，耗能多，占地大，现在则可使用较为高效的分离膜法进行淡化。

分离膜只允许水及一些小分子物质通过，其余物质则被截留在膜的另一侧，成为浓缩液，达到对原液净化、分离和浓缩的目的。分离膜根据膜孔大小可分为微滤膜、超滤膜、纳滤膜和反渗透膜等，以分离不同的杂质。现在制作分离膜的材料主要是有机高分子材料，如醋酸纤维、芳香族聚酰胺、聚丙烯、聚四氟乙烯等。高分子分离膜已广泛用于海水淡化和饮用水的制取，以及果汁浓缩、乳制品加工、药物提纯、血液透析等领域。

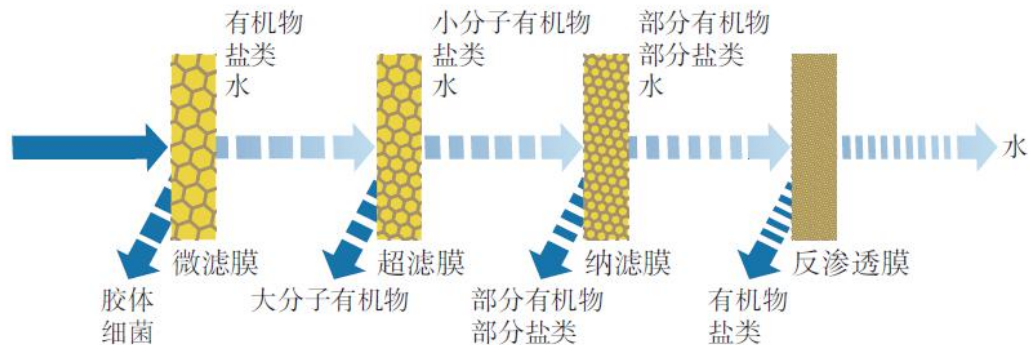


图5-17 分离膜功能示意图

海水淡化

【研究目的】

在水资源日益紧缺的形势下，海水有望成为人类未来重要的水源。通过查阅资料，了解海水淡化的方法，体会科学与技术与社会可持续发展之间的关系，认识化学对社会发展的重要贡献。

【研究任务】

收集资料，了解世界和我国海水淡化工程的概况，并进行下列研究和思考。

(1) 从设备、效率和成本等角度对其中采用的海水淡化技术进行初步比较。

(2) 选择其中的某项海水淡化技术，进一步了解该项技术中主要使用了哪些高分子材料，这些材料发挥了怎样的作用。

【结果与讨论】

(1) 比较其中几种海水淡化技术的优劣与适用范围，与同学讨论。

(2) 你对化学在解决社会问题中的作用有哪些新的认识？与同学交流。

(3) 根据收集的资料和交流讨论的结果撰写研究报告。

PEOPLES
EDUCATION
PRESS

人民教育出版社

人们从棉花、纸张等含纤维素物质的吸水性得到启发，了解到它们的吸水性跟纤维素分子链带有许多亲水的羟基有关。但是它们的吸水能力只有其自身质量的20~40倍，挤压后保有的水量也比较少。人们要得到比棉花和纸张的吸水性更好，且耐挤压、保水好的高吸水性材料，可以有两种思路：一是改造纤维素或淀粉分子，接入强亲水基团；二是合成新的带有强亲水基团的大分子。

(1) 淀粉、纤维素等天然吸水材料的改性。在淀粉或纤维素的主链上再接入带有强亲水基团的支链，可以提高它们的吸水能力。例如，淀粉与丙烯酸钠在一定条件下发生反应，生成以淀粉为主链的接枝共聚物。为防止此共聚物溶于水，还需在交联剂作用下生成网状结构的淀粉-聚

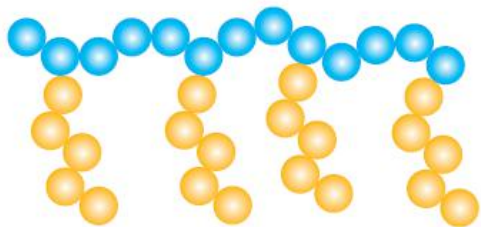


图5-16 接枝共聚物示意图

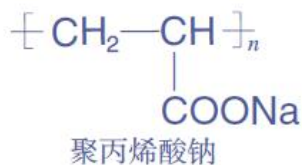
丙烯酸钠高吸水性树脂。这种树脂具有强大的吸水、保水能力，同时还是可生物降解的绿色材料。

(2) 用带有强亲水基团的烯类单体进行聚合，得到含亲水基团的高聚物。例如，在丙烯酸钠中加入少量交联剂，再在一定条件下发生聚合，可得到具有网状结构的聚丙烯酸钠高吸水性树脂。

思考与讨论

在橡胶工业中，天然橡胶与合成橡胶一般都要经过硫化工艺，将橡胶的线型结构转变为网状结构。在制备高吸水性树脂时也要加入少量交联剂，以得到具有网状结构的树脂。思考为什么要将橡胶和高吸水性树脂转变为网状结构。

- ④ 碳骨架——不溶于水的母体主链
- ④ 官能团——强亲水基团取代支链
- ④ 以实际问题的解决为导向进行分子结构设计、结构修饰
- ④ 学科观念与素养目标



PEOPLE'S
EDUCATION
PRESS

人民教育出版社



敬请批评指正！