

高中化学选修 5 知识点

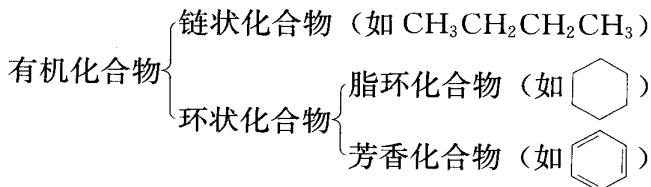
第一章 认识有机化合物

一、有机化合物的分类

有机化合物从结构上有两种分类方法：

一是按照构成有机化合物分子的碳的骨架来分类；二是按反映有机化合物特性的特定原子团来分类。

1、按碳的骨架分类



2、按官能团分类

表 1-1 有机物的主要类别、官能团和典型代表物

类别	官能团	典型代表物的名称和结构简式	
烷烃	——	甲烷	CH_4
烯烃		双键	乙烯 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$
炔烃		三键	乙炔 $\text{HC}\equiv\text{CH}$
芳香烃	——	苯	
卤代烃	$-\text{X}$ (X 表示卤素原子)	溴乙烷	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$
醇	$-\text{OH}$ 羟基	乙醇	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
酚	$-\text{OH}$ 羟基	苯酚	
醚		醚键	乙醚 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$
醛		醛基	乙醛 $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}-\text{H}$
酮		羰基	丙酮 $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}-\text{CH}_3$
羧酸		羧基	乙酸 $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}-\text{OH}$
酯		酯基	乙酸乙酯 $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}-\text{O}-\text{C}_2\text{H}_5$

三、有机化合物的命名

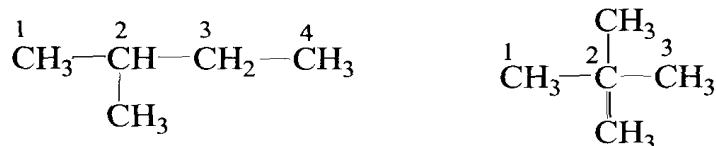
1、烷烃的命名

烃分子失去一个氢原子所剩余的原子团叫做烃基。烷烃失去一个氢原子剩余的原子团就叫烷基，以英文缩写字母 R 表示。例如，甲烷分子失去一个氢原子后剩余的原子团“—CH₃”叫做甲基，乙烷(CH₃CH₃)分子失去一个氢原子后剩余的原子团“—CH₂CH₃”叫做乙基。

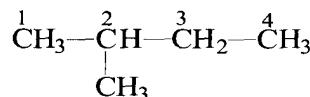
烷烃可以根据分子里所含碳原子数目来命名。碳原子数在十以内的用甲、乙、丙、丁、戊、己、庚、辛、壬、癸来表示。例如，CH₄叫甲烷，C₅H₁₂叫戊烷。碳原子数在十以上的用数字来表示。例如，C₁₇H₃₆叫十七烷。前面提到的戊烷的三种异构体，可用“正”“异”“新”来区别，这种命名方法叫习惯命名法。由于烷烃分子中碳原子数目越多，结构越复杂，同分异构体的数目也越多，习惯命名法在实际应用上有很大的局限性。因此，在有机化学中广泛采用系统命名法。下面以带支链的烷烃为例，初步介绍系统命名法的命名步骤。

(1)选定分子中最长的碳链为主链，按主链中碳原子数目称作“某烷”。

(2)选主链中离支链最近的一端为起点，用 1, 2, 3 等阿拉伯数字依次给主链上的各个碳原子编号定位，以确定支链在主链中的位置。例如：



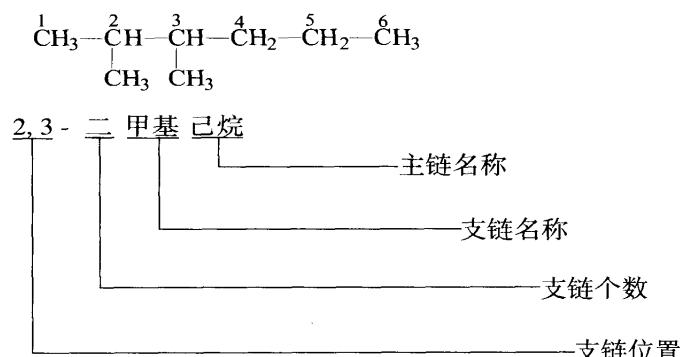
(3)将支链的名称写在主链名称的前面，在支链的前面用阿拉伯数字注明它在主链上所处的位置，并在数字与名称之间用一短线隔开。例如，用系统命名法对异戊烷命名：



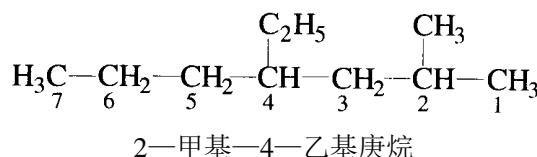
2—甲基丁烷

(4)如果主链上有相同的支链，可以将支链合并起来，用“二”“三”等数字表示支链的个数。两个表示支链位置的阿拉伯数字之间需用“，”隔开。

下面以 2, 3—二甲基己烷为例，对一般烷烃的命名可图示如下：



如果主链上有几个不同的支链，把简单的写在前面，把复杂的写在后面。例如：



2、烯烃和炔烃的命名

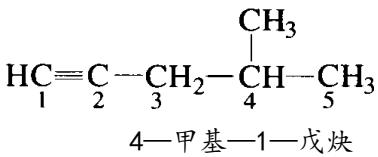
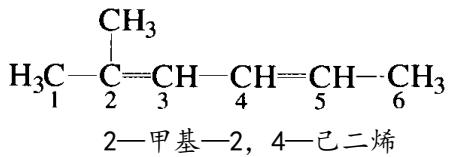
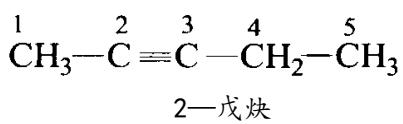
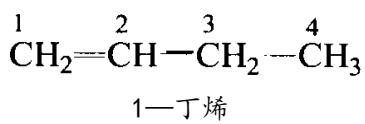
前面已经讲过，烷烃的命名是有机化合物命名的基础，其他有机物的命名原则是在烷烃命名原则的基础上延伸出来的。下面，我们来学习烯烃和炔烃的命名。

(1)将含有双键或三键的最长碳链作为主链，称为“某烯”或“某炔”。

(2)从距离双键或三键最近的一端给主链上的碳原子依次编号定位。

(3)用阿拉伯数字标明双键或三键的位置(只需标明双键或三键碳原子编号较小的数字)。用“二”“三”等表示双键或三键的个数。

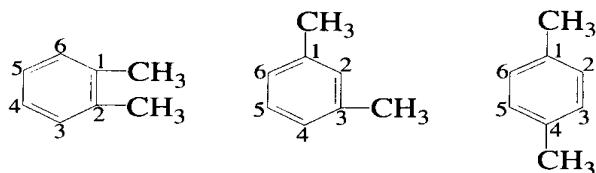
例如：



3、苯的同系物的命名

苯的同系物的命名是以苯作母体的。苯分子中的氢原子被甲基取代后生成甲苯，被乙基取代后生成乙苯 $(\text{C}_6\text{H}_5\text{---C}_2\text{H}_5)$ 。

如果两个氢原子被两个甲基取代后，则生成的是二甲苯。由于取代基位置不同，二甲苯有三种同分异构体。它们之间的差别在于两个甲基在苯环上的相对位置不同，可分别用“邻”“间”和“对”来表示：



邻二甲苯

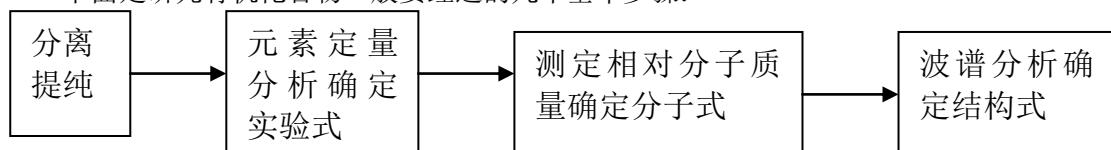
间二甲苯

对二甲苯

若将苯环上的 6 个碳原子编号, 可以某个甲基所在的碳原子的位置为 1 号, 选取最小位次号给另一甲基编号, 则邻二甲苯也可叫做 1, 2—二甲苯, 间二甲苯叫做 1, 3—二甲苯, 对二甲苯叫做 1, 4—二甲苯。

四、研究有机化合物的一般步骤和方法

下面是研究有机化合物一般要经过的几个基本步骤：



1、分离、提纯

(1). 蒸馏

蒸馏是分离、提纯液态有机物的常用方法。当液态有机物含有少量杂质，而且该有机物热稳定性较强，与杂质的沸点相差较大时(一般约大于30℃)，就可以用蒸馏法提纯此液态有机物。

(2). 重结晶

重结晶的首要工作是选择适当的溶剂，要求该溶剂：(1)杂质在此溶剂中溶解度很小或溶解度很大，易于除去；(2)被提纯的有机物在此溶剂中的溶解度，受温度的影响较大。该有机物在热溶液中的溶解度较大，冷溶液中的溶解度较小，冷却后易于结晶析出，等等。

(3). 萃取

萃取包括液—液萃取和固—液萃取。液—液萃取是利用有机物在两种互不相溶的溶剂中的溶解性不同，将有机物从一种溶剂转移到另一种溶剂的过程。液—液萃取是分离、提纯有机物常用的方法，分液漏斗是萃取操作的常用玻璃仪器。一般是用有机溶剂从水中萃取有机物，常用的与水不互溶的有机溶剂有乙醚、石油醚、二氯甲烷等。固—液萃取是用有机溶剂从固体物质中溶解出有机物的过程，在实验室和工厂中用专用的仪器和设备进行这一操作。

分离、提纯后的有机物经过纯度鉴定后，可用于进行元素组成的分析、相对分子质量的测定和分子结构的鉴定。

2、元素分析与相对分子质量的测定

(1). 元素分析

元素定量分析的原理是将一定量的有机物燃烧，分解为简单的无机物，并作定量测定，通过无机物的质量推算出组成该有机物元素原子的质量分数，然后计算出该有机物分子所含元素原子最简单的整数比，即确定其实验式。

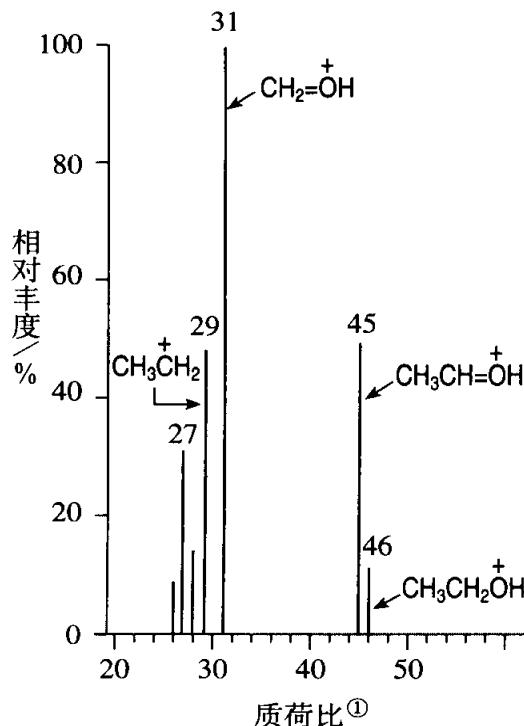
【例题】某含 C、H、O 三种元素的未知物 A，经燃烧分析实验测定该未知物碳的质量分数为 52.16%，氢的质量分数为 13.14%，试求该未知物 A 的实验式。

元素分析只能确定组成分子的各原子最简单的整数比。有了实验式，还必须知道该未知物的相对分子质量，才能确定它的分子式。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。

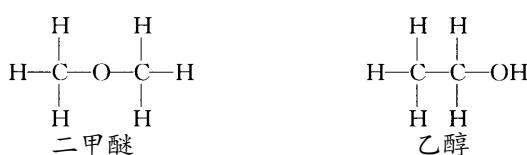
2). 相对分子质量的测定——质谱法

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。右图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：



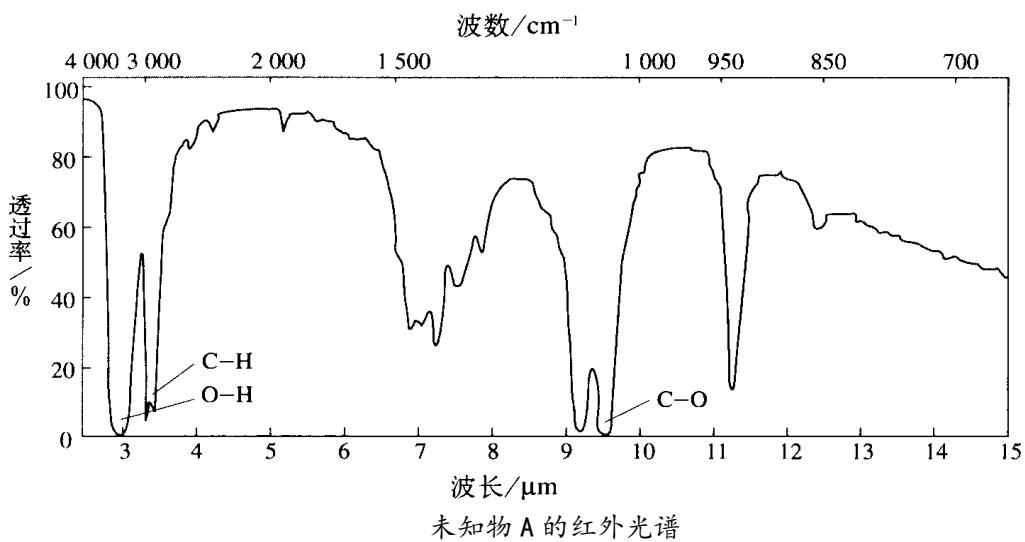
究竟它是二甲醚还是乙醇？只有鉴定分子结构才能够确定。与鉴定有机物结构有关的物理方法有质谱、红外光谱、紫外光谱、核磁共振谱等，我们在这里仅介绍红外光谱与核磁共振氢谱的应用。

3. 分子结构的鉴定

(1). 红外光谱

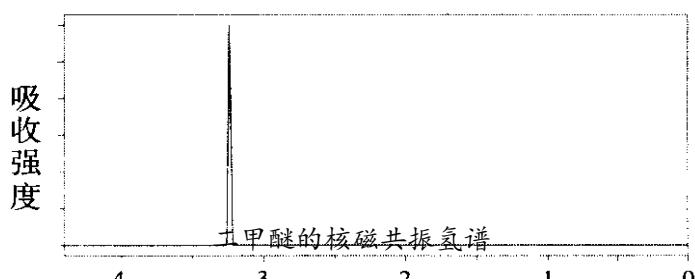
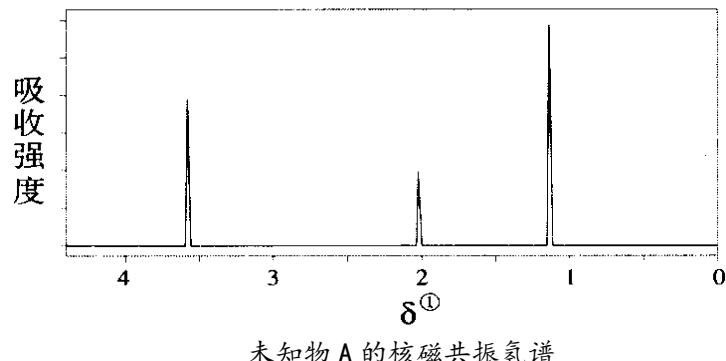
例如，上面例题中未知物 A 的红外光谱图(如下图)上发现有 O—H 键、C—H 键和 C—O 键的振动吸收。

因此，可以初步推测该未知物 A 是含羟基的化合物，结构简式可写为 $\text{C}_2\text{H}_5-\text{OH}$ 。



2. 核磁共振氢谱

未知物 A($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)的核磁共振氢谱有三个峰(如图 1—8)，峰面积之比是 1: 2: 3，它们分别为羟基的一个氢原子，亚甲基($>\text{CH}_2$)上的二个氢原子和甲基上的三个氢原子的吸收峰。而二甲醚(CH_3OCH_3)中的六个氢原子均处于相同的化学环境中，只有一种氢原子，应只有一个吸收峰(如下图)。



从上述未知物 A 的红外光谱和核磁共振氢谱可以知道：

- (1)红外光谱图表明有羟基—OH、C—O 键和烃基 C—H 键红外吸收峰；
- (2)核磁共振氢谱有三种类型氢原子的吸收峰。

因此，未知物 A 的结构简式应该是 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ，而不是 CH_3OCH_3 。

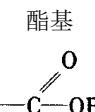
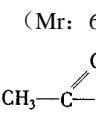
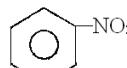
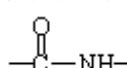
一、各类烃的代表物的结构、特性

类 别	烷 烃	烯 烃	炔 烃	苯及同系物
通 式	$\text{C}_n\text{H}_{2n+2}(n \geq 1)$	$\text{C}_n\text{H}_{2n}(n \geq 2)$	$\text{C}_n\text{H}_{2n-2}(n \geq 2)$	$\text{C}_n\text{H}_{2n-6}(n \geq 6)$
代表物结构式	$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}—\text{C}—\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array} $	$ \begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ & \diagdown \\ \text{H}—\text{C}=\text{C}—\text{H} \\ & \diagup \\ & \text{H} \end{array} $	$\text{H}—\text{C}\equiv\text{C}—\text{H}$	$ \begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_6 \\ \text{C}_6\text{H}_5\text{—} \\ \text{C}_6\text{H}_4\text{—} \\ \text{C}_6\text{H}_3\text{—} \\ \text{C}_6\text{H}_2\text{—} \\ \text{C}_6\text{H} \end{array} $
相对分子质量 Mr	16	28	26	78

碳碳键长($\times 10^{-10}$ m)	1.54	1.33	1.20	1.40
键 角	109°28'	约 120°	180°	120°
分子形状	正四面体	6 个原子 共平面型	4 个原子 同一直线型	12 个原子共平面 (正六边形)
主要化学性质	光照下的卤代； 裂化；不使酸性 KMnO ₄ 溶液褪色	跟 X ₂ 、H ₂ 、HX、 H ₂ O、HCN 加成， 易被氧化；可加 聚	跟 X ₂ 、H ₂ 、HX、 HCN 加成；易被 氧化；能加聚得 导电塑料	跟 H ₂ 加成；FeX ₃ 催化下卤代；硝 化、磺化反应

二、烃的衍生物的重要类别和各类衍生物的重要化学性质

类别	通 式	官能团	代表物	分子结构结点	主要化学性质
卤代烃	一卤代烃： R—X 多元饱和卤代烃： C _n H _{2n+2-m} X _m	卤原子 —X	C ₂ H ₅ Br (Mr: 109)	卤素原子直接与烃基结合 β- 碳上要有氢原子才能发生消去反应	1.与 NaOH 水溶液共热发生取代反应生成醇 2.与 NaOH 醇溶液共热发生消去反应生成烯
醇	一元醇： R—OH 饱和多元醇： C _n H _{2n+2} O _m	醇羟基 —OH	CH ₃ OH (Mr: 32) C ₂ H ₅ OH (Mr: 46)	羟基直接与链烃基结合，O—H 及 C—O 均有极性。 β- 碳上有氢原子才能发生消去反应。 α- 碳上有氢原子才能被催化氧化，伯醇氧化为醛，仲醇氧化为酮，叔醇不能被催化氧化。	1.跟活泼金属反应产生 H ₂ 2.跟卤化氢或浓氢卤酸反应生成卤代烃 3.脱水反应：乙醇 140°C 分子间脱水成醚 170°C 分子内脱水生成烯 4.催化氧化为醛或酮 5.一般断 O—H 键与羧酸及无机含氧酸反应生成酯
醚	R—O—R'	醚键 	C ₂ H ₅ O C ₂ H ₅ (Mr: 74)	C—O 键有极性	性质稳定，一般不与酸、碱、氧化剂反应
酚		酚羟基 —OH	 (Mr: 94)	—OH 直接与苯环上的碳相连，受苯环影响能微弱电离。	1.弱酸性 2.与浓溴水发生取代反应生成沉淀 3.遇 FeCl ₃ 呈紫色 4.易被氧化
醛		醛基 	HCHO (Mr: 30) CH ₃ —C=O (Mr: 44)	HCHO 相当于两个 —CHO 有极性、能加成。	1.与 H ₂ 、HCN 等加成为醇 2.被氧化剂(O ₂ 、多伦试剂、斐林试剂、酸性高锰酸钾等)氧化为羧酸
酮		羰基 	 (Mr: 58)	 有极性、能加成	与 H ₂ 、HCN 加成为醇 不能被氧化剂氧化为羧酸
羧酸		羧基 	 (Mr: 60)	受羧基影响，O—H 能电离出 H ⁺ ， 受羟基影响不能被加成。	1.具有酸的通性 2.酯化反应时一般断羧基中的碳氧单键，不能被 H ₂ 加成 3.能与含—NH ₂ 物质缩去水生成酰胺(肽键)

酯	$(H)R-C(=O)-O-R'$	酯基 	$HCOOCH_3$ (Mr: 60)  (Mr: 88)	酯基中的碳氧单键易断裂	1.发生水解反应生成羧酸和醇 2.也可发生醇解反应生成新酯和新醇
硝酸酯		硝酸酯基 $-ONO_2$	CH_2ONO_2 $CHONO_2$ CH_2ONO_2		易爆炸
$RONO_2$			不稳定		
硝基化合物		硝基— NO_2		一硝基化合物较稳定	一般不易被氧化剂氧化, 但多硝基化合物易爆炸
$R-NO_2$					
氨基酸	$RCH(NH_2)COOH$	氨基— NH_2 羧基 — $COOH$	H_2NCH_2COOH (Mr: 75)	— NH_2 能以配位键结合 H^+ ; — $COOH$ 能部分电离出 H^+	两性化合物能形成肽键 
蛋白质	结构复杂 不可用通式表示	肽键  氨基— NH_2 羧基 — $COOH$	酶	多肽链间有四级结构	1.两性 2.水解 3.变性 4.颜色反应 (生物催化剂) 5.灼烧分解
糖	多数可用下列通式表示: $C_n(H_2O)_m$	羟基— OH 醛基— CHO 	葡萄糖 $CH_2OH(CHOH)_4CHO$ 淀粉($C_6H_{10}O_5$) _n 纤维素 $[C_6H_{10}O_2(OH)_3]_n$	多羟基醛或多羟基酮或它们的缩合物	1.氧化反应(还原性糖) 2.加氢还原 3.酯化反应 4.多糖水解 5.葡萄糖发酵分解生成乙醇
油脂	$RCOOCH_2$ $RCOOCH$ $R''COOCH_2$	酯基  可能有碳碳双键	$C_{17}H_{33}COOCH_2$ $C_{17}H_{33}COOCH$ $C_{17}H_{33}COOCH_2$	酯基中的碳氧单键易断裂 烃基中碳碳双键能加成	1.水解反应(皂化反应) 2.硬化反应

三. 有机物的溶解性

(1) 难溶于水的有: 各类烃、卤代烃、硝基化合物、酯、绝大多数高聚物、高级的(指分子中碳原子数目较多的, 下同) 醇、醛、羧酸等。

(2) 易溶于水的有: 低级的[一般指 $N(C) \leq 4$] 醇、(醚)、醛、(酮)、羧酸及盐、氨基酸及盐、单糖、二糖。(它们都能与水形成氢键)。

(3) 具有特殊溶解性的:

① 乙醇是一种很好的溶剂, 既能溶解许多无机物, 又能溶解许多有机物, 所以常用乙醇来溶解植物色素或其中的药用成分, 也常用乙醇作为反应的溶剂, 使参加反应的有机物和无机物均能溶解, 增大接触面积, 提高反应速率。例如, 在油脂的皂化反应中, 加入乙醇既能溶解 $NaOH$, 又能溶解油脂, 让它们在均相(同一溶剂的溶液)中充分接触, 加快反应速率, 提高反应限度。

② 苯酚: 室温下, 在水中的溶解度是 9.3g (属可溶), 易溶于乙醇等有机溶剂, 当温度高于 65°C 时, 能与水混溶, 冷却后分层, 上层为苯酚的水溶液, 下层为水的苯酚溶液, 振荡后形成乳浊液。苯酚易溶于碱溶液和纯碱溶液, 这是因为生成了易溶性的钠盐。

③ 乙酸乙酯在饱和碳酸钠溶液中更加难溶, 同时饱和碳酸钠溶液还能通过反应吸收挥发出的乙酸, 溶解吸收挥发出的乙醇, 便于闻到乙酸乙酯的香味。

④ 有的淀粉、蛋白质可溶于水形成 **胶体**。蛋白质在浓重金属盐(包括铵盐)溶液中溶解度减小, 会析出(即盐析, 皂化反应中也有此操作)。但在稀轻金属盐(包括铵盐)溶液中, 蛋白质的溶解度反而增大。

⑤ 线型和部分支链型高聚物可溶于某些有机溶剂，而体型则难溶于有机溶剂。

⑥ 氢氧化铜悬浊液可溶于多羟基化合物的溶液中，如甘油、葡萄糖溶液等，形成绛蓝色溶液。

四. 有机物的密度

(1) 小于水的密度，且与水(溶液)分层的有：各类烃、一氯代烃、酯(包括油脂)

(2) 大于水的密度，且与水(溶液)分层的有：多氯代烃、溴代烃(溴苯等)、碘代烃、硝基苯

五. 有机物的状态[常温常压(1个大气压、20℃左右)]

(1) 气态：

① 烃类：一般N(C)≤4的各类烃

注意：新戊烷[C(CH₃)₄]亦为气态

② 衍生物类：

一氯甲烷(CH₃Cl，沸点为-24.2℃)

氟里昂(CCl₂F₂，沸点为-29.8℃)

氯乙烯(CH₂=CHCl，沸点为-13.9℃)

甲醛(HCHO，沸点为-21℃)

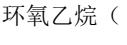
氯乙烷(CH₃CH₂Cl，沸点为12.3℃)

一溴甲烷(CH₃Br，沸点为3.6℃)

四氟乙烯(CF₂=CF₂，沸点为-76.3℃)

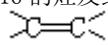
甲醚(CH₃OCH₃，沸点为-23℃)

甲乙醚(CH₃OC₂H₅，沸点为10.8℃)

环氧乙烷(,沸点为13.5℃)

(2) 液态：一般N(C)在5~16的烃及绝大多数低级衍生物。如，

己烷 CH₃(CH₂)₄CH₃



环己烷 

甲醇 CH₃OH

甲酸 HCOOH

溴乙烷 C₂H₅Br

乙醛 CH₃CHO

溴苯 C₆H₅Br

硝基苯 C₆H₅NO₂

★特殊：不饱和程度高的高级脂肪酸甘油酯，如植物油脂等在常温下也为液态

(3) 固态：一般N(C)在17或17以上的链烃及高级衍生物。如，

石蜡

C₁₂以上的烃

饱和程度高的高级脂肪酸甘油酯，如动物油脂在常温下为固态

★特殊：苯酚(C₆H₅OH)、苯甲酸(C₆H₅COOH)、氨基酸等在常温下亦为固态

六. 重要的反应

1. 能使溴水(Br₂/H₂O)褪色的物质

(1) 有机物 ① 通过加成反应使之褪色：含有、—C≡C—的不饱和化合物

② 通过取代反应使之褪色：酚类

注意：苯酚溶液遇浓溴水时，除褪色现象之外还产生白色沉淀。

③ 通过氧化反应使之褪色：含有—CHO(醛基)的有机物(有水参加反应)

注意：纯净的只含有—CHO(醛基)的有机物不能使溴的四氯化碳溶液褪色

④ 通过萃取使之褪色：液态烷烃、环烷烃、苯及其同系物、饱和卤代烃、饱和酯

(2) 无机物

① 通过与碱发生歧化反应 3Br₂ + 6OH⁻ == 5Br⁻ + BrO₃⁻ + 3H₂O 或 Br₂ + 2OH⁻ == Br⁻ + BrO⁻ + H₂O

② 与还原性物质发生氧化还原反应，如H₂S、S²⁻、SO₂、SO₃²⁻、I⁻、Fe²⁺

2. 能使酸性高锰酸钾溶液KMnO₄/H⁺褪色的物质

(1) 有机物：A.含有、—C≡C—、—OH(较慢)、—CHO的物质

B.与苯环相连的侧链碳上有氢原子的苯的同系物(与苯不反应)

(2) 无机物：与还原性物质发生氧化还原反应，如H₂S、S²⁻、SO₂、SO₃²⁻、Br⁻、I⁻、Fe²⁺

3. 与Na反应的有机物：含有—OH、—COOH的有机物

与NaOH反应的有机物：常温下，易与含有酚羟基、—COOH的有机物反应

加热时，能与卤代烃、酯反应(取代反应)

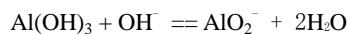
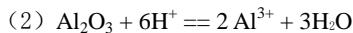
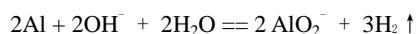
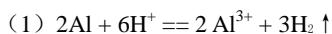
与Na₂CO₃反应的有机物：含有酚羟基的有机物反应生成酚钠和NaHCO₃；

含有—COOH 的有机物反应生成羧酸钠，并放出 CO₂ 气体；

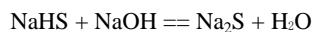
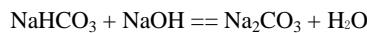
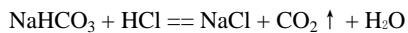
含有—SO₃H 的有机物反应生成磺酸钠并放出 CO₂ 气体。

与 NaHCO₃ 反应的有机物：含有—COOH、—SO₃H 的有机物反应生成羧酸钠、磺酸钠并放出等物质量的 CO₂ 气体。

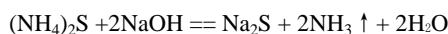
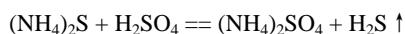
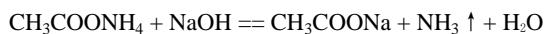
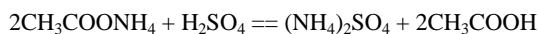
4. 既能与强酸，又能与强碱反应的物质



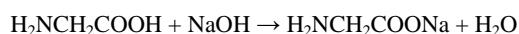
(4) 弱酸的酸式盐，如 NaHCO₃、NaHS 等等



(5) 弱酸弱碱盐，如 CH₃COONH₄、(NH₄)₂S 等等



(6) 氨基酸，如甘氨酸等



(7) 蛋白质 蛋白质分子中的肽链的链端或支链上仍有呈酸性的—COOH 和呈碱性的—NH₂，故蛋白质仍能与碱和酸反应。

5. 银镜反应的有机物

(1) 发生银镜反应的有机物：

含有—CHO 的物质：醛、甲酸、甲酸盐、甲酸酯、还原性糖（葡萄糖、麦芽糖等）

(2) 银氨溶液[Ag(NH₃)₂OH]（多伦试剂）的配制：

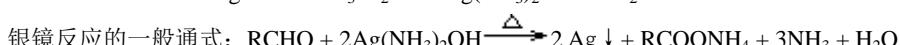
向一定量 2% 的 AgNO₃ 溶液中逐滴加入 2% 的稀氨水至刚刚产生的沉淀恰好完全溶解消失。

(3) 反应条件：碱性、水浴加热

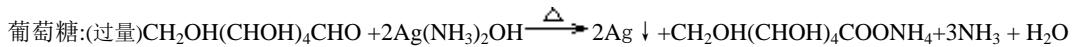
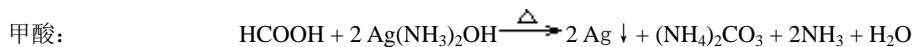
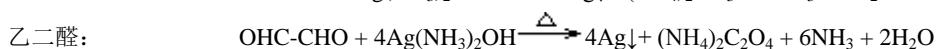
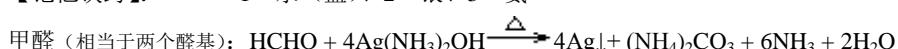
若在酸性条件下，则有 Ag(NH₃)₂⁺ + OH⁻ + 3H⁺ == Ag⁺ + 2NH₄⁺ + H₂O 而被破坏。

(4) 实验现象：①反应液由澄清变成灰黑色浑浊；②试管内壁有银白色金属析出

(5) 有关反应方程式：AgNO₃ + NH₃ H₂O == AgOH↓ + NH₄NO₃



【记忆诀窍】：1—水（盐）、2—银、3—氨



(6) 定量关系：



6. 与新制 Cu(OH)₂ 悬浊液（斐林试剂）的反应

(1) 有机物：羧酸（中和）、甲酸（先中和，但 NaOH 仍过量，后氧化）、醛、还原性糖（葡萄糖、麦芽糖）、甘油等多羟基化合物。

(2) 斐林试剂的配制：向一定量 10% 的 NaOH 溶液中，滴加几滴 2% 的 CuSO₄ 溶液，得到蓝色絮状悬浊液（即斐林试剂）。

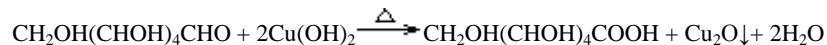
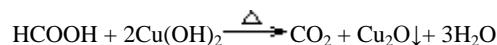
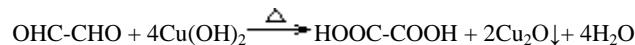
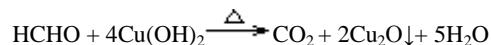
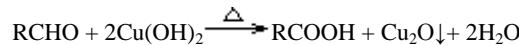
(3) 反应条件: 碱过量、加热煮沸

(4) 实验现象:

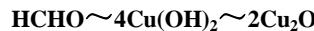
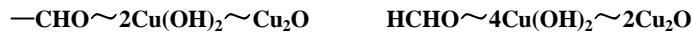
① 若有机物只有官能团醛基 ($-CHO$), 则滴入新制的氢氧化铜悬浊液中, 常温时无变化, 加热煮沸后有(砖)红色沉淀生成;

② 若有机物为多羟基醛(如葡萄糖), 则滴入新制的氢氧化铜悬浊液中, 常温时溶解变成绛蓝色溶液, 加热煮沸后有(砖)红色沉淀生成;

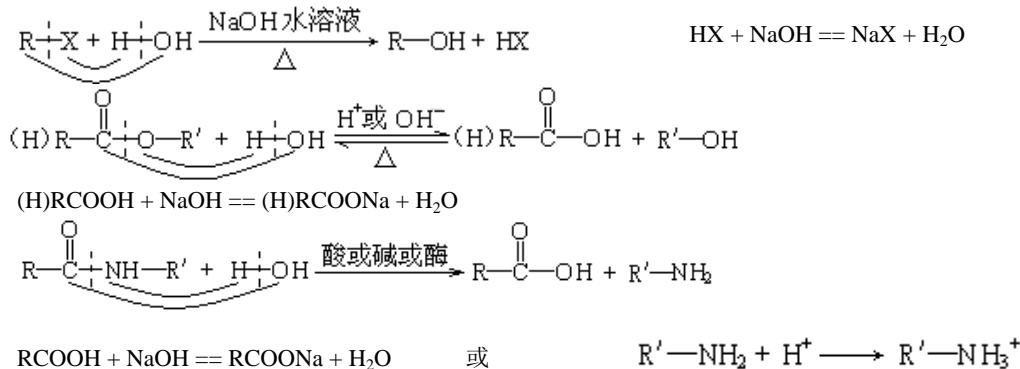
(5) 有关反应方程式: $2NaOH + CuSO_4 \rightleftharpoons Cu(OH)_2 \downarrow + Na_2SO_4$



(6) 定量关系: $-COOH \sim \frac{1}{2} Cu(OH)_2 \sim \frac{1}{2} Cu^{2+}$ (酸使不溶性的碱溶解)



7. 能发生水解反应的有机物是: 卤代烃、酯、糖类(单糖除外)、肽类(包括蛋白质)。



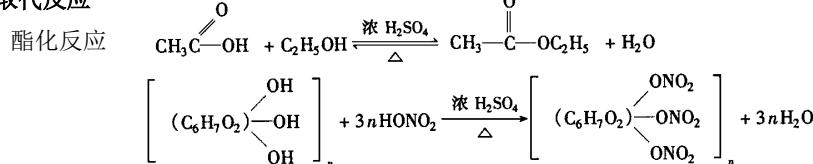
8. 能跟 $FeCl_3$ 溶液发生显色反应的是: 酚类化合物。

9. 能跟 I_2 发生显色反应的是: 淀粉。

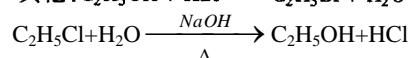
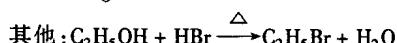
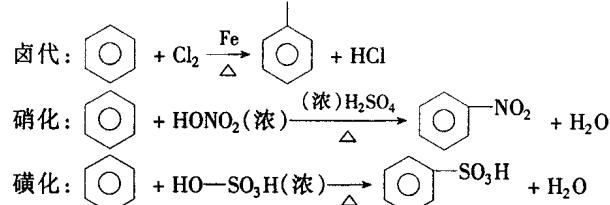
10. 能跟浓硝酸发生颜色反应的是: 含苯环的天然蛋白质。

七、重要的有机反应及类型

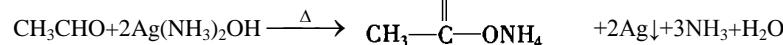
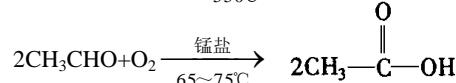
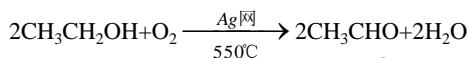
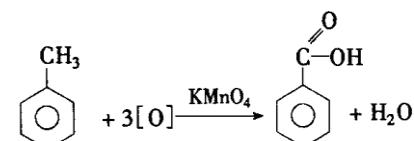
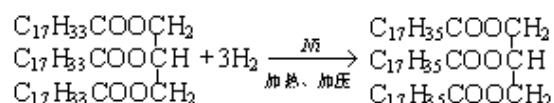
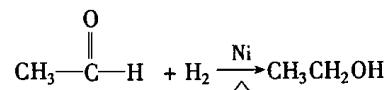
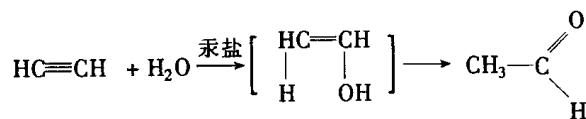
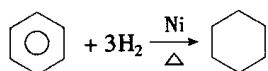
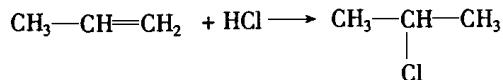
1. 取代反应



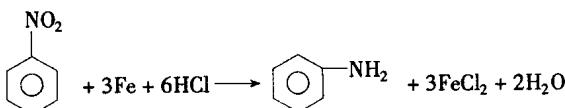
水解反应



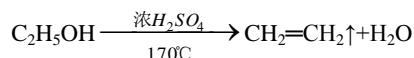
2. 加成反应



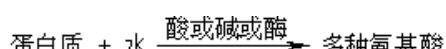
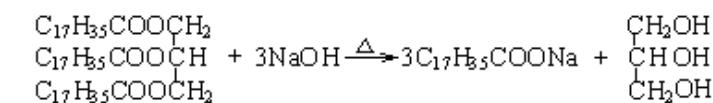
4. 还原反应



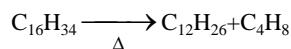
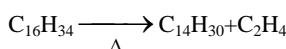
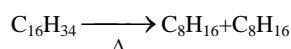
5. 消去反应



6. 水解反应 卤代烃、酯、多肽的水解都属于取代反应

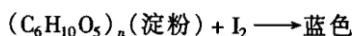
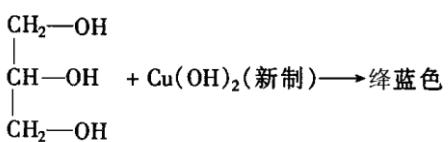
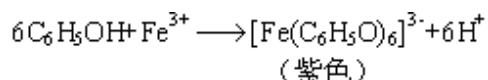


7. 热裂化反应 (很复杂)



.....

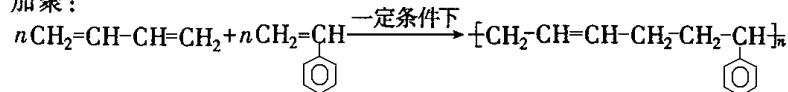
8. 显色反应



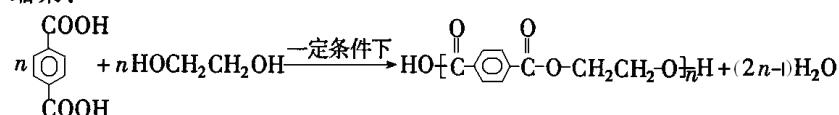
含有苯环的蛋白质与浓 HNO_3 作用而呈黄色

9. 聚合反应

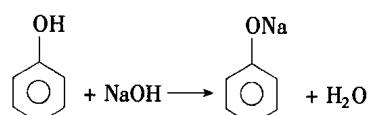
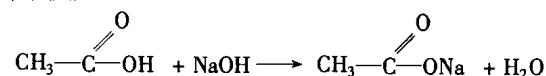
加聚：



缩聚：



10. 中和反应



六、混合物的分离或提纯（除杂）

混合物 (括号内为杂质)	除杂试剂	分离方法	化学方程式或离子方程式
乙烷 (乙烯)	溴水、NaOH 溶液 (除去挥发出的 Br ₂ 蒸气)	洗气	$\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{CH}_2\text{BrCH}_2\text{Br}$ $\text{Br}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaBr} + \text{NaBrO} + \text{H}_2\text{O}$
乙烯 (SO ₂ 、CO ₂)	NaOH 溶液	洗气	$\text{SO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{CO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
乙炔 (H ₂ S、PH ₃)	饱和 CuSO ₄ 溶液	洗气	$\text{H}_2\text{S} + \text{CuSO}_4 = \text{CuS}\downarrow + \text{H}_2\text{SO}_4$ $11\text{PH}_3 + 24\text{CuSO}_4 + 12\text{H}_2\text{O} = 8\text{Cu}_3\text{P}\downarrow + 3\text{H}_3\text{PO}_4 + 24\text{H}_2\text{SO}_4$
提取白酒中的酒精	————	蒸馏	————
从 95% 的酒精中提取无水酒精	新制的生石灰	蒸馏	$\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$
从无水酒精中提取绝对酒精	镁粉	蒸馏	$\text{Mg} + 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow (\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_2\text{Mg} + \text{H}_2\uparrow$ $(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_2\text{Mg} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{Mg}(\text{OH})_2\downarrow$
提取碘水中的碘	汽油或苯或四氯化碳	萃取 分液 蒸馏	————
溴化钠溶液 (碘化钠)	溴的四氯化碳溶液	洗涤 萃取 分液	$\text{Br}_2 + 2\text{I}^- = \text{I}_2 + 2\text{Br}^-$
苯 (苯酚)	NaOH 溶液或饱和 Na ₂ CO ₃ 溶液	洗涤 分液	$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{ONa} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{ONa} + \text{NaHCO}_3$
乙醇 (乙酸)	NaOH、Na ₂ CO ₃ 、NaHCO ₃ 溶液均可	洗涤 蒸馏	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$ $2\text{CH}_3\text{COOH} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow 2\text{CH}_3\text{COONa} + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$
乙酸 (乙醇)	NaOH 溶液 稀 H ₂ SO ₄	蒸发 蒸馏	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COO Na} + \text{H}_2\text{O}$ $2\text{CH}_3\text{COO Na} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{CH}_3\text{COOH}$
溴乙烷 (溴)	NaHSO ₃ 溶液	洗涤 分液	$\text{Br}_2 + \text{NaHSO}_3 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HBr} + \text{NaHSO}_4$
溴苯 (Fe Br ₃ 、Br ₂ 、苯)	蒸馏水 NaOH 溶液	洗涤 分液 蒸馏	Fe Br ₃ 溶于水 $\text{Br}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaBr} + \text{NaBrO} + \text{H}_2\text{O}$
硝基苯 (苯、酸)	蒸馏水 NaOH 溶液	洗涤 分液	先用水洗去大部分酸，再用 NaOH 溶液洗去少量溶解在有机层的酸 $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$

		蒸馏	
提纯苯甲酸	蒸馏水	重结晶	常温下，苯甲酸为固体，溶解度受温度影响变化较大。
提纯蛋白质	蒸馏水	渗析	_____
	浓轻金属盐溶液	盐析	_____
高级脂肪酸钠溶液 (甘油)	食盐	盐析	_____

第二章 烃和卤代烃

1. 结构特点

	甲烷	乙烯	乙炔
结构简式	CH_4	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$	$\text{CH}\equiv\text{CH}$
结构特点	正四面体结构，C原子居于正四面体的中心，分子中的5个原子中没有任何4个原子处于同一平面内。其中任意三个原子在同一平面内，任意两个原子在同一直线上。	平面型结构，分子中的6个原子处于同一平面内，键角都约为120°	直线型结构，分子中的4个原子处于同一直线上。同一直线上的原子当然也处于同一平面内。
空间构型			$\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$
物理性质	无色气体，难溶于水	无色气体，难溶于水	无色气体，微溶于水

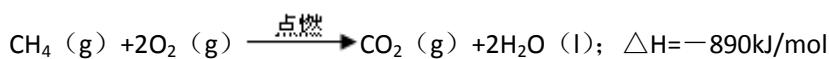
2. 化学性质

(1) 甲烷

化学性质相当稳定，跟强酸、强碱或强氧化剂（如 KMnO_4 ）等一般不起反应。

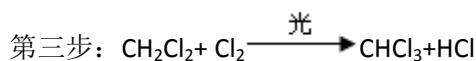
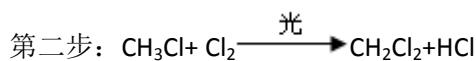
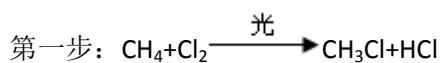
① 氧化反应

甲烷在空气中安静的燃烧，火焰的颜色为淡蓝色。其燃烧热为 890 kJ/mol ，则燃烧的热化学方程式为：



② 取代反应：有机物分子里的某些原子或原子团被其他原子或原子团所替代的反应。

甲烷与氯气的取代反应分四步进行：



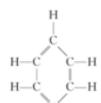
(3) 烯烃和炔烃易被酸性 KMnO₄ 溶液等氧化剂氧化，易发生加成反应和加聚反应。

三、苯及其同系物

1. 苯的物理性质

颜色	状态	气味	密度	水溶性	熔沸点	毒性
无色	液体	特殊气味	比水小	不溶于水	低	有毒

2. 苯的结构

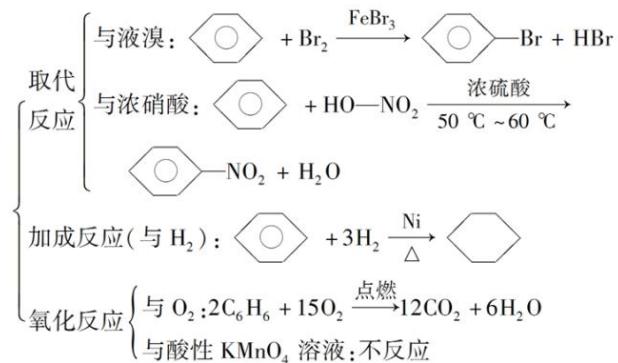


(1) 分子式: C₆H₆, 结构式: , 结构简式:  或 。

(2) 成键特点: 6个碳原子之间的键完全相同, 是介于碳碳单键和碳碳双键之间的特殊的键。

(3) 空间构形: 平面正六边形, 分子里12个原子共平面。

3. 苯的化学性质: 可归结为易取代、难加成、易燃烧, 与其他氧化剂一般不能发生反应。



4. 苯的同系物

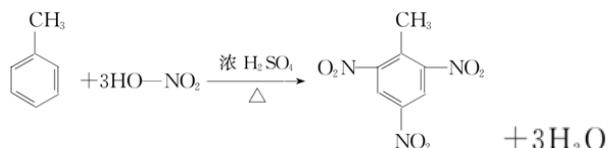
(1) 概念: 苯环上的氢原子被烷基取代的产物。通式为: C_nH_{2n-6} (n≥6)。

(2) 化学性质 (以甲苯为例)

① 氧化反应: 甲苯能使酸性 KMnO₄ 溶液褪色, 说明苯环对烷基的影响使其取代基易被氧化。

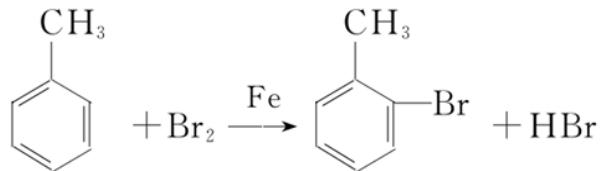
② 取代反应

a. 苯的同系物的硝化反应

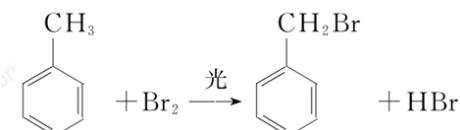


b. 苯的同系物可发生溴代反应

有铁作催化剂时:



光照时：



5. 芳香族化合物的比较

(1) 异同点

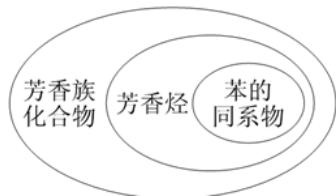
①相同点：

- 都含有碳、氢元素；
- 都含有苯环。

②不同点：

- 苯的同系物、芳香烃只含有碳、氢元素，芳香族化合物还可能含有 O、N 等其他元素。
- 苯的同系物含一个苯环，通式为 $\text{C}_n\text{H}_{2n-6}$ ；芳香烃含有一个或多个苯环；芳香族化合物含有一个或多个苯环，苯环上可能含有其他取代基。

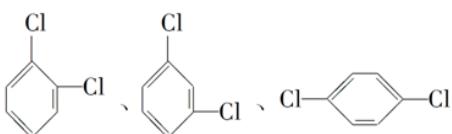
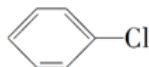
(2) 相互关系



6. 含苯环的化合物同分异构体的书写

(1) 苯的氯代物

①苯的一氯代物只有 1 种：

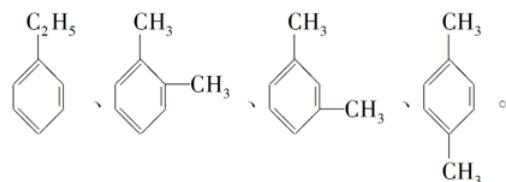


②苯的二氯代物有 3 种：

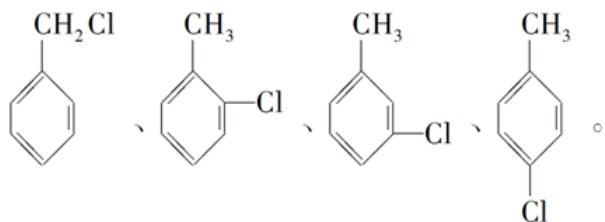
(2) 苯的同系物及其氯代物

①甲苯 (C₇H₈) 不存在同分异构体。[来源:Zxxk.Com]

②分子式为 C₈H₁₀ 的芳香烃同分异构体有 4 种：



③甲苯的一氯代物的同分异构体有 4 种



来源	条件	产品
石油	常压分馏	石油气、汽油、煤油、柴油等
	减压分馏	润滑油、石蜡等
	催化裂化、裂解	轻质油、气态烯烃
	催化重整	芳香烃
天然气		甲烷
煤	煤焦油的分馏	芳香烃
	直接或间接液化	燃料油、多种化工原料

五、卤代烃

1. 卤代烃的结构特点：卤素原子是卤代烃的官能团。C—X之间的共用电子对偏向X，形成一个极性较强的共价键，分子中C—X键易断裂。

2. 卤代烃的物理性质

(1) 溶解性：不溶于水，易溶于大多数有机溶剂。

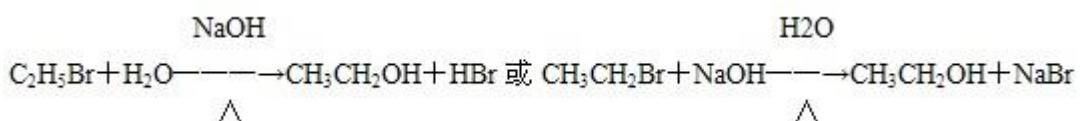
(2) 状态、密度：CH₃Cl 常温下呈气态，C₂H₅Br、CH₂Cl₂、CHCl₃、CCl₄ 常温下呈液态且密度> (填“>”或“<”) 1 g/cm³。

3. 卤代烃的化学性质 (以 CH₃CH₂Br 为例)

(1) 取代反应

① 条件：强碱的水溶液，加热

② 化学方程式为：



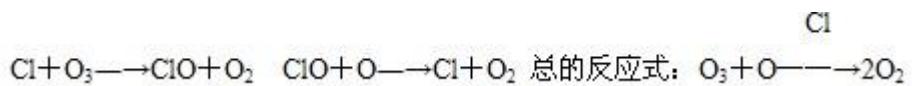
4. 卤代烃对环境的污染

(1) 氟氯烃在平流层中会破坏臭氧层，是造成臭氧空洞的罪魁祸首。

(2) 氟氯烃破坏臭氧层的原理

① 氟氯烃在平流层中受紫外线照射产生氯原子

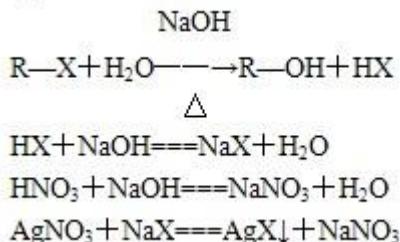
② 氯原子可引发损耗臭氧的循环反应：



③ 实际上氯原子起了催化作用

2. 检验卤代烃分子中卤素的方法 (X 表示卤素原子)

(1) 实验原理



(2) 实验步骤: ①取少量卤代烃; ②加入 NaOH 溶液; ③加热煮沸; ④冷却; ⑤加入稀硝酸酸化; ⑥加入硝酸银溶液; ⑦根据沉淀 (AgX) 的颜色 (白色、浅黄色、黄色) 可确定卤族元素 (氯、溴、碘)。

(3) 实验说明: ①加热煮沸是为了加快水解反应的速率, 因为不同的卤代烃水解的难易程度不同。

②加入稀 HNO_3 酸化的目的: 中和过量的 NaOH , 防止 NaOH 与 AgNO_3 反应生成的棕黑色 Ag_2O 沉淀干扰对实验现象的观察; 检验生成的沉淀是否溶于稀硝酸。

(4) 量的关系: 据 $\text{R}-\text{X} \sim \text{NaX} \sim \text{AgX}$, 1 mol 一卤代烃可得到 1 mol 卤化银 (除 F 外) 沉淀, 常利用此量的关系来定量测定卤代烃。

第三章 烃的含氧衍生物

一、烃的衍生物性质对比

1. 脂肪醇、芳香醇、酚的比较

类别	脂肪醇	芳香醇	酚
实例	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH}$	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH}$
官能团	-OH	-OH	-OH
结构特点	-OH 与链烃基相连	-OH 与芳烃侧链相连	-OH 与苯环直接相连
主要化性	(1) 与钠反应 (2) 取代反应 (3) 脱水反应 (4) 氧化反应 (5) 酯化反应		(1) 弱酸性 (2) 取代反应 (3) 显色反应
特性	红热铜丝插入醇中有刺激性气味 (生成醛或酮)		与 FeCl_3 溶液显紫色

2. 苯、甲苯、苯酚的分子结构及典型性质比较

类别	苯	甲苯	苯酚
结构简式			
氧化反应	不被 KMnO_4 溶液氧化	可被 KMnO_4 溶液氧化	常温下在空气中被氧化呈红色
溴代反应	溴状态	液溴	溴水
	条件	催化剂	无催化剂
	产物	$\text{C}_6\text{H}_5\text{Br}$	邻、间、对三种溴苯
	结论	苯酚与溴的取代反应比苯、甲苯易进行	
原因	酚羟基对苯环的影响使苯环上的氢原子变得活泼、易被取代		

3. 醛、羧酸、酯（油脂）的综合比较

通式	醛 R—CHO	羧酸 R—COOH	酯 R—COOR'	油脂 R_1COOCH_2 $R_2COO—CH$ R_3COOCH_2
化学性质	①加氢 ②银镜反应 ③催化氧化成酸	①酸性 ②酯化反应 ③脱羧反应	酸性条件 水解 碱性条件	水解 氢化（硬化、还原）
代表物	甲醛、乙醛	甲酸 硬脂酸 乙酸 软脂酸 丙烯酸 油酸	硝酸乙酯 乙酸乙酯	硬脂酸甘油酯 油酸甘油酯

4. 烃的羟基衍生物性质比较

物质	结构简式	羟基中 氢原子 活性	酸性	与钠反应	与 NaOH 的反应	与 Na_2CO_3 的 反应
乙醇 苯酚 乙酸	CH_3CH_2OH C_6H_5OH CH_3COOH	增 强 ↓	中性	能	不能	不能
			比 H_2CO_3 弱	能	能	能
			强于 H_2CO_3	能	能	能

5. 烃的羧基衍生物性质比较

物质	结构简式	羧基稳定 性	与 H_2 加成	其它性质
乙醛	CH_3CHO	不稳定	容易	醛基中 C-H 键易被氧化（成酸）
乙酸	CH_3COOH	稳定	不易	羧基中 C-O 键易断裂（酯化）
乙酸乙酯	$CH_3COOCH_2CH_3$	稳定	不易	酯链中 C-O 键易断裂（水解）

6. 酯化反应与中和反应的比较

	酯化反应	中和反应
反应的过程	酸脱-OH 醇去-H 结合生成水	酸中 H^+ 与碱中 OH 结合生成水
反应的实质	分子间反应	离子反应
反应的速率	缓慢	迅速
反应的程序	可逆反应	可进行彻底的反应
是否需要催化剂	需浓硫酸催化	不需要催化剂

7. 烃的衍生物的比较

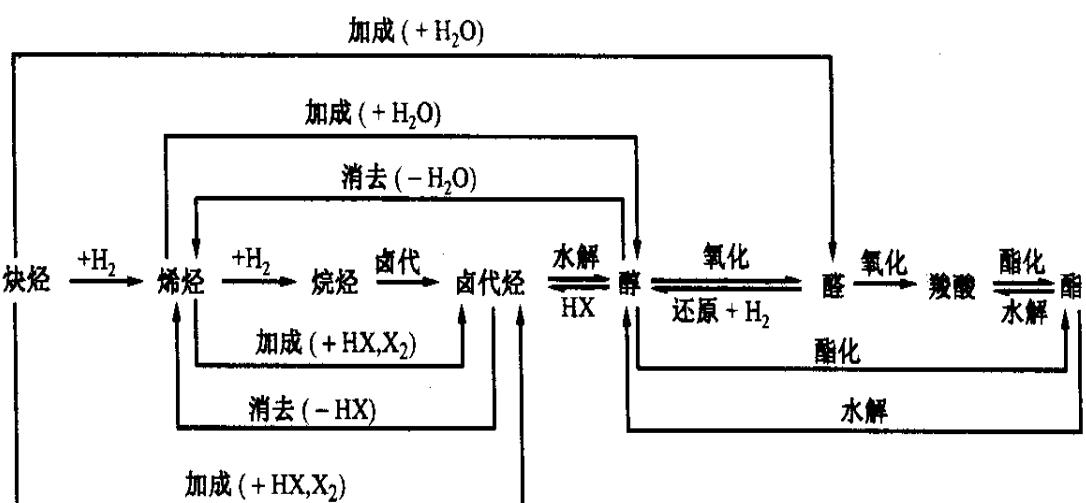
类别	官能团	分子结构特点	分类	主要化学性质
卤代烃	卤原子(-X)	碳-卤键(C-X)有极性，易断裂	①氟烃、氯烃、溴烃； ②一卤烃和多卤烃； ③饱和卤烃、不饱和卤烃和芳香卤烃	①取代反应(水解反应)：R-X+H2O $\xrightarrow[\Delta]{\text{NaOH}}$ R-OH+HX ②消去反应： $\text{R}-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{X} + \text{NaOH} \xrightarrow[\Delta]{\text{醇}} \text{RCH}=\text{H}_2 + \text{NaX} + \text{H}_2\text{O}$
醇	均为羟基(-OH)	-OH在非苯环碳原子上	①脂肪醇(包括饱和醇、不饱和醇)；②脂环醇(如环己醇)③芳香醇(如苯甲醇)，④一元醇与多元醇(如乙二醇、丙三醇)	①取代反应： a. 与Na等活泼金属反应；b. 与HX反应，c. 分子间脱水；d. 酯化反应 ②氧化反应： $2\text{R}-\text{CH}_2\text{OH} + \text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 2\text{R}-\text{CHO} + 2\text{H}_2\text{O}$ ③消去反应： $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow[\Delta]{\text{浓硫酸}} \text{CH}_2=\text{H}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$
酸		-OH直接连在苯环碳原上，酚类中均含苯的结构	一元酸、二元酸、三元酸等	①易被空气氧化而变质； ②具有弱酸性 ③取代反应 ④显色反应

醛	醛基(-CHO)	分子中含有醛基的有机物	①脂肪醛(饱和醛和不饱和醛)；②芳香醛；③一元醛与多元醛	①加成反应(与H2加成又叫做还原反应)： $\text{R}-\text{CHO} + \text{H}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{Ni}} \text{R}-\text{CH}_2\text{OH}$ ②氧化反应：a. 银镜反应；b. 红色沉淀反应；c. 在一定条件下，被空气氧化
羧酸	羧基(-COOH)	分子中含有羧基的有机物	①脂肪酸与芳香酸； ②一元酸与多元酸； ③饱和羧酸与不饱和羧酸；④低级脂肪酸与高级脂肪酸	①具有酸的通性；②酯化反应
羧酸酯	酯基(-C(=O)O-)	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ (\text{R}-\text{C}-\text{O}-\text{R}') \end{array}$ (R为烃基或H原子，R'只能为烃基)	①饱和一元酯： $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COOC}_m\text{H}_{2m+1}$ ②高级脂肪酸甘油酯 ③聚酯④环酯	水解反应： $\text{RCOOR}' + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{稀H}_2\text{SO}_4} \text{RCOOH} + \text{R}'\text{OH}$ $\text{RCOOR}' + \text{NaOH} \xrightarrow{\text{水浴加热}} \text{RCOONa} + \text{R}'\text{OH}$ (酯在碱性条件下水解较完全)

二、有机反应的主要类型

反应类型	定 义	举例(反应的化学方程式)
消去反应	有机物在一定条件下, 从一个分子中脱去一个小分子(如 H_2O 、 HBr 等)而生成不饱和(含双键或叁键)化合物的反应	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \xrightarrow[\Delta]{\text{浓硫酸}} \text{CH}_2=\text{H}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
苯酚的显色反应	苯酚与含 Fe^{3+} 的溶液作用, 使溶液呈现紫色的反应	
还原反应	有机物分子得到氢原子或失去氧原子的反应	$\text{CH}=\text{CH} + \text{H}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{Ni}} \text{CH}_2=\text{H}_2$ $\text{CH}_2=\text{H}_2 + \text{H}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{Ni}} \text{CH}_3\text{CH}_3$ $\text{R}-\text{CHO} + \text{H}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{Ni}} \text{R}-\text{CH}_2\text{OH}$
氧化反应	燃烧或被空气中 的 O_2 氧化	$2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{Cu}} 2\text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{H}_2\text{O}$ $2\text{CH}_3\text{CHO} + \text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 2\text{CH}_3\text{COOH}$
	银镜反应	$\text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{OH} \xrightarrow{\Delta} \text{CH}_3\text{COONH}_4 + 2\text{Ag} \downarrow + 3\text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
	红色沉淀反应	$\text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{Cu}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} \text{CH}_3\text{COOH} + \text{Cu}_2\text{O} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$
取代反应	卤代烃的 水解反应	$\text{R}-\text{CH}_2\text{X} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{NaOH}} \text{RCH}_2\text{OH} + \text{HX}$
	酯化反应	$\text{RCOOH} + \text{R}'\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow[\Delta]{\text{浓硫酸}} \text{RCOOCH}_2\text{R}' + \text{H}_2\text{O}$
	酯的水解反应	$\text{RCOOR}' + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{稀硫酸}} \text{RCOOH} + \text{R}'\text{OH}$ $\text{RCOOR}' + \text{NaOH} \rightarrow \text{RCOONa} + \text{R}'\text{OH}$

三、烃及其重要衍生物之间的相互转化关系



第四章 生命中的基础有机化学物质

一、糖类

1. 糖类的结构：分子中含有多个羟基、醛基的多羟基醛，以及水解后能生成多羟基醛的由 C、H、O 组成的有机物。糖类根据其能否水解以及水解产物的多少，可分为单糖、二糖和多糖等。

2. 糖类的组成：糖类的通式为 $C_n(H_2O)_m$ ，对此通式，要注意掌握以下两点：①该通式只能说明糖类是由 C、H、O 三种元素组成的，并不能反映糖类的结构；②少数属于糖类的物质不一定符合此通式，如鼠李糖的分子式为 $C_6H_{12}O_5$ ；反之，符合这一通式的有机物不一定属于糖类，如甲醛 CH_2O 、乙酸 $C_2H_4O_2$ 等。

3. 单糖——葡萄糖

(1) 自然界中的存在：葡萄和其他带甜味的水果中，以及蜂蜜和人的血液里。

(2) 结构：分子式为 $C_6H_{12}O_6$ （与甲醛、乙酸、乙酸乙酯等的最简式相同，均为 CH_2O ），其结构简式为： $CH_2OH-(CHOH)_4-CHO$ ，是一种多羟基醛。

(3) 化学性质：兼有醇和醛的化学性质。

①能发生银镜反应。

②与新制的 $Cu(OH)_2$ 碱性悬浊液共热生成红色沉淀。

③能被 H_2 还原

④酯化反应：

(4) 用途：①是一种重要的营养物质，它在人体组织中进行氧化反应，放出热量，以供维持人体生命活动所需要的能量；②用于制镜业、糖果制造业；③用于医药工业。体弱多病和血糖过低的患者可通过静脉注射葡萄糖溶液的方式来迅速补充营养。

4. 二糖——蔗糖和麦芽糖

	蔗糖($C_{12}H_{22}O_{11}$)	麦芽糖($C_{12}H_{22}O_{11}$)
分子结构特征	分子中不含-CHO	分子中含有-CHO
物理性质	无色晶体，溶于水，比葡萄糖甜	白色晶体，易溶于水，不如蔗糖甜
化学性质	①没有还原性，不能发生银镜反应，也不能与新制的 $Cu(OH)_2$ 悬浊液反应 ②能水解	①有还原性，能发生银镜反应，能与新制的 $Cu(OH)_2$ 悬浊液反应 ②能水解
存在或制法	存在于甘蔗、甜菜中	淀粉在淀粉酶作用下水解得到
相互联系	①都属于二糖，分子式都是 $C_{12}H_{22}O_{11}$ ，互为同分异构体 ②蔗糖为非还原糖，而麦芽糖为还原糖 ③水解产物都能发生银镜反应，都能还原新制的 $Cu(OH)_2$ 悬浊液	

5. 食品添加剂

	功 能	品 种
食用色素	调节食品色泽, 改善食品外观	胡萝卜素(橙红色)、番茄红素(红色)、胭脂红酸(红色)、苋菜红(紫红色)、靛蓝(蓝色)、姜黄色素(黄色)、叶绿素(绿色)、柠檬黄(黄色)
食用香料	赋予食品香味, 引人愉悦	花椒、茴香、桂皮、丁香油、柠檬油、水果香精
甜味剂	赋予食品甜味, 改善口感	糖精(其甜味是蔗糖的 300 倍~500 倍)、木糖醇(可供糖尿病患者食用)
鲜味剂	使食品呈现鲜味, 引起食欲	味精(谷氨酸钠)
防腐剂	阻抑细菌繁殖, 防止食物腐败	苯甲酸及其钠盐、山梨酸及其盐、丙酸钙
抗氧化剂	抗氧化, 阻止空气中的氧气使食物氧化变质	抗坏血酸(维生素 C)、维生素 E、丁基羟基茴香醚
营养强化剂	补充食物中缺乏的营养物质或微量元素	食盐加碘, 粮食制品中加赖氨酸, 食品中加维生素或硒、锗等微量元素

6.多糖——淀粉和纤维素

(1) 多糖: 由许多个单糖分子按照一定的方式, 通过分子间脱水缩聚而成的高分子化合物。淀粉和纤维素是最重要的多糖。

(2) 高分子化合物: 即相对分子质量很大的化合物。从结构上来说, 高分子化合物通过加聚或缩聚而成。通过人工合成的高分子化合物属于合成高分子化合物, 而淀粉、纤维素等则属于天然高分子化合物。

(3) 淀粉和纤维素的比较

	淀粉 $[(C_6H_{10}O_5)_n]$	纤维素 $[(C_6H_{10}O_5)_n]$
结构特征	由葡萄糖单元构成的天然高分子化合物. n 值小于纤维素	由葡萄糖单元构成的天然高分子化合物. 每个葡萄糖单元中含三个 $-OH$
物理性质	白色粉末, 不溶于冷水, 在热水中部分溶解	白色、无味的固体, 不溶于水和有机溶剂
化学性质	①无还原性, 为非还原糖 ②水解的最终产物为葡萄糖 ③遇淀粉变蓝色	①无还原性, 为非还原糖 ②能水解, 但比淀粉难 ③能发生酯化反应: 与 HNO_3 、乙酸反应分别生成硝酸酯、乙酸酯
存 在	植物种子、块根、谷类中	棉花、木材中
用 途	制造葡萄糖和酒精	造纸, 制造硝酸纤维(火棉、胶棉)、醋酸纤维、人造丝、人造棉、炸药等
注意点	淀粉、纤维素的分子式都是 $C_6H_{10}O_5)_n$, 但两者的 n 值不同, 所以不是同分异构体	

(4) 判断淀粉水解程度的实验方法

实验内容		结论
加入碘水	银镜反应实验	
变蓝色	无银镜生成	尚未水解
变蓝色	有银镜生成	部分水解
不变蓝色	有银镜生成	已完全水解

说明 在用稀 H_2SO_4 作催化剂使蔗糖、淀粉或纤维素水解而进行银镜反应实验前，必须加入适量的 $NaOH$ 溶液中和稀 H_2SO_4 ，使溶液呈碱性，才能再加入银氨溶液并水浴加热。

二、油脂

1. 油脂的组成和结构：油脂属于酯类，是脂肪和油的统称。油脂是由多种高级脂肪酸（如硬脂酸、软脂酸等）与甘油生成的甘油酯。它的结构式表示如下：

在结构式中， R_1 、 R_2 、 R_3 代表饱和烃基或不饱和烃基。若 $R_1=R_2=R_3$ ，叫单甘油酯；若 R_1 、 R_2 、 R_3 不相同，则称为混甘油酯。天然油脂大多数是混甘油酯。

2. 油脂的物理性质：

①状态：由不饱和的油酸形成的甘油酯（油酸甘油酯）熔点较低，常温下呈液态，称为油；而由饱和的软脂酸或硬脂酸生成的甘油酯（软脂酸甘油酯、硬脂酸甘油酯）熔点较高，常温下呈固态，称为脂肪。油脂是油和脂肪的混合物。

②溶解性：不溶于水，易溶于有机溶剂（工业上根据这一性质，常用有机溶剂来提取植物种子里的油）。

（3）油脂的化学性质：

①油脂的氢化（又叫做油脂的硬化）。油酸甘油酯分子中含 $C=C$ 键，具有烯烃的性质。例如，油脂与 H_2 发生加成反应，生成脂肪：

油酸甘油酯（油） 硬脂酸甘油酯（脂肪）

油脂和酯的比较

类别	酯	油脂
结构特点	由无机含氧酸或有机酸与醇反应生成的一类有机物 $RCOOR_1$	由高级脂肪酸与甘油反应生成的 $\begin{array}{c} R_1COOCH_2 \\ \\ R_2COOCH \\ \\ R_3COOCH_2 \end{array}$ 甘油酯，如：
联系	油脂是一类特殊的酯	

油脂和矿物油的比较

物质	油脂		矿物油
	脂肪	油	
组成	多种高级脂肪酸的甘油酯		多种烃(石油及其分馏产品)
	含饱和烃基多	含不饱和烃基多	
性质	固态或半固态	液态	具有烃的性质，不能水解
	具有酯的性质，能水解并兼有烯烃的性质		
鉴别	加含酚酞的 $NaOH$ 溶液，加热，红色变浅		加含酚酞的 $NaOH$ 溶液加热，无变化

说明 工业上常利用油脂的氢化反应把多种植物油转变成硬化油（人造脂肪）。硬化油性质稳定，不易变质，便于运输，可用作制造肥皂、脂肪酸、甘油、人造奶油等的原料。

②油脂的水解。油脂属于酯类的一种，具有酯的通性。

a.在无机酸做催化剂的条件下，油脂能水解生成甘油和高级脂肪酸（工业制取高级脂肪酸和甘油的原理）。

b.皂化反应。在碱性条件下，油脂水解彻底，发生皂化反应，生成甘油和高级脂肪酸盐（肥皂的有效成分）。

3.肥皂和合成洗涤剂

（1）肥皂的生产流程：动物脂肪或植物油+NaOH 溶液

高级脂肪酸盐、甘油和水、盐析（上层：高级脂肪酸钠；下层：甘油、水的混合液）

高级脂肪酸钠。

（2）肥皂与合成洗涤剂的比较。

物 质	肥 皂	合成洗涤剂
主要成分	高级脂肪酸钠	烷基苯磺酸钠或烷基磺酸钠
结 构	分子中含有能溶于水的亲水基和不溶于水、但亲油的憎水基	分子中有能溶于水的亲水基和不溶于水的憎水基
生产所需的主要原料	油脂	石油产品
去污原理	在洗涤过程中，污垢中的油脂跟肥皂接触后，高级脂肪酸钠分子的烃基就插入油污内，而易溶于水的羧基部分则在油污外面，插入水中，这样油污被包围起来。再经摩擦、振动，有的分子便分散成小的油污，最后脱离被洗的纤维织品而分散到水中形成乳浊液，从而达到洗涤的目的	同肥皂去油原理相似
性能比较	①肥皂不适合在硬水中使用，而合成洗涤剂的使用不受水质限制 ②合成洗涤剂去污能力更强，并且适合洗衣机使用 ③合成洗涤剂的原料价廉易得 ④合成洗涤剂的大量使用会造成水体污染，水质变坏	

三、蛋白质

1.存在：蛋白质广泛存在于生物体内，是组成细胞的基础物质。动物的肌肉、皮肤、发、毛、蹄、角等的主要成分都是蛋白质。植物的种子、茎中含有丰富的蛋白质。酶、激素、细菌、抵抗疾病的抗体等，都含有蛋白质。

2.组成元素：C、H、O、N、S 等。蛋白质是由不同的氨基酸通过发生缩聚反应而成的天然高分子化合物。

3. 蛋白质的性质

性质	内 容
①溶解性	有些蛋白质能溶于水, 如鸡蛋白; 有些蛋白质难溶于水, 如丝、毛等。
②水解	在酸、碱或酶的作用下, 最终水解生成多种 α -氨基酸。
③盐析	浓的无机轻金属盐溶液可以降低蛋白质的溶解度, 使蛋白质凝聚而从溶液中析出, 这种作用叫做盐析。
④变性	热、紫外线、X射线、强酸、强碱、重金属盐、某些有机物如甲醛、酒精、等都能使蛋白质变性, 产生凝聚现象。
⑤颜色反应	一般地, 蛋白质和浓硝酸作用显黄色。因此颜色反应通常可用于鉴别蛋白质。
⑥灼烧	蛋白质灼烧时有烧焦羽毛的气味, 可用于蛋白质的鉴别。

说明 : a.蛋白质的盐析是物理变化。b.蛋白质发生盐析后, 性质不改变, 析出的蛋白质加水后又可重新溶解。因此, 盐析是可逆的。c.利用蛋白质的盐析, 可分离、提纯蛋白质。

③变性。在热、酸、碱、重金属盐、紫外线、有机溶剂的作用下, 蛋白质的性质发生改变而凝结。

说明: 蛋白质的变性是化学变化。蛋白质变性后, 不仅丧失了原有的可溶性, 同时也失去了生理活性。因此, 蛋白质的变性是不可逆的, 经变性析出的蛋白质, 加水后不能再重新溶解。

④颜色反应。含苯环的蛋白质与浓 HNO_3 作用后, 呈黄色。⑤灼烧蛋白质时, 有烧焦羽毛的味。利用此性质, 可用来鉴别蛋白质与纤维素(纤维素燃烧后, 产生的是无味的 CO_2 和 H_2O)。

4. 酶催化作用的特点

(1) 条件温和, 不需加热。在接近体温和接近中性的条件下, 酶就可以起作用。在 $30^\circ\text{C} \sim 50^\circ\text{C}$ 之间酶的活性最强, 超过适宜的温度时, 酶将失去活性。

(2) 具有高度的专一性。如蛋白酶只能催化蛋白质的水解反应; 淀粉酶只对淀粉起催化作用; 等等。

(3) 具有高效催化作用。酶催化的化学反应速率, 比普通催化剂高 $10^7 \sim 10^{13}$ 倍。

第五章 进入合成有机高分子化合物的时代

一、合成高分子化合物的基本方法

1. 合成高分子化合物的基本反应类型

1.1 加成聚合反应(简称加聚反应)

(1) 特点

①单体分子含不饱和键(双键或三键); ②单体和生成的聚合物组成相同;

③反应只生成聚合物。

(2) 加聚物结构简式的书写

将链节写在方括号内, 聚合度 n 在方括号的右下角。由于加聚物的端基不确定, 通常用“—”表示。

(3) 加聚反应方程式的书写

①均聚反应: 发生加聚反应的单体只有一种。②共聚反应: 发生加聚反应的单体有两种或多种。

1.2 缩合聚合反应（简称缩聚反应）

（1）特点

- ①缩聚反应的单体至少含有两个官能团；②单体和聚合物的组成不同；
- ③反应除了生成聚合物外，还生成小分子；④含有两个官能团的单体缩聚后生成的聚合物呈线型结构。

（2）缩合聚合物（简称缩聚物）结构简式的书写

要在方括号外侧写出链节余下的端基原子或原子团。

（3）缩聚反应方程式的书写

单体的物质的量与缩聚物结构式的下角标要一致；要注意小分子的物质的量：一般由一种单体进行缩聚反应，生成小分子的物质的量为 $(n-1)$ ；由两种单体进行缩聚反应，生成小分子的物质的量为 $(2n-1)$ 。

- ①以某分子中碳氧双键中的氧原子与另一个基团中的活泼氢原子结合成水而进行的缩聚反应。
- ②以醇羟基中的氢原子和酸分子中的羟基结合成水的方式而进行的缩聚反应。
- ③以羧基中的羟基与氨基中的氢原子结合成 H_2O 的方式而进行的缩聚反应。

1.3 加聚反应与缩聚反应的比较

	加聚反应		缩聚反应
不同点	反应物	单体必须是不饱和的	单体不一定是不饱和的，但必须要含有某些官能团
	生成物	生成物只有高分子化合物	生成物除高分子化合物外，还有水、卤化氢、氨等小分子化合物
	聚合物	分子组成与单体相同	分子组成与单体不完全相同
相同点	反应物可以是同一种单体，也可以是不同种单体，生成物是高分子化合物		

2.高分子化合物单体的确定

2.1 加聚产物、缩聚产物的判断

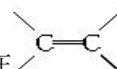
判断有机高分子化合物单体时，首先判断是加聚产物还是缩聚产物。判断方法是：

- （1）若链节结构中，主链上全部是碳原子形成的碳链，则一般为加聚产物；
- （2）若链节结构中，主链上除碳原子外还含有其他原子（如 N、O 等），则一般为缩聚产物。

2.2 加聚产物单体的判断方法

（1）凡链节的主链中只有两个碳原子（无其它原子）的聚合物，其合成单体必为一种，将两个半键闭合即可。

（2）凡链节的主链中有四个碳原子（无其它原子），且链节无双键的聚合物，其单体必为两种，在正中央划线断开，然后两个半键闭合。



（3）凡链节的主链中只有碳原子，并存在

2.3 缩聚产物单体的判断方法

- （1）若链节中含有酚羟基的结构，单体一般为酚和醛。
- （2）若链节中含有以下结构。

(3) 若链节中间含有 $\text{—C}\text{—O—}$ 部分，则单体为酸和醇，将 $\text{—C}\text{—O—}$ 中 C—O 单键断开，左边加羟基，右边加氢即可。

(4) 若链节中间含有 $\text{—C}\text{—NH—}$ 部分，则单体一般为氨基酸，将 $\text{—C}\text{—NH—}$ 中 C—N 单键断开，左边加羟基，右边加氢。

二、应用广泛的高分子材料

1. 高分子化合物的分类

(1) 按来源分 $\begin{cases} \text{天然高分子, 如: 淀粉、纤维素、蛋白质等} \\ \text{合成高分子, 如: 聚乙烯、有机玻璃等} \end{cases}$

(2) 按结构分 $\begin{cases} \text{线型高分子} \\ \text{体型高分子} \end{cases}$ (3) 按性质分 $\begin{cases} \text{热塑性高分子} \\ \text{热固性高分子} \end{cases}$

(4) 按用途分 $\begin{cases} \text{塑料} \\ \text{合成纤维} \\ \text{合成橡胶} \\ \text{涂料} \\ \text{黏合剂} \\ \dots \end{cases}$

2. 高分子化学反应的特点

(1) 与结构的关系

结构决定性质，高分子的化学反应主要取决于结构特点、官能团与基团之间的影响。如碳碳双键易氧化和加成，酯基易水解、醇解，羧基易发生酯化、取代等反应。

(2) 常见的有机高分子化学反应

① 降解 ② 橡胶硫化 ③ 催化裂化

3. 高分子化合物的结构与性质

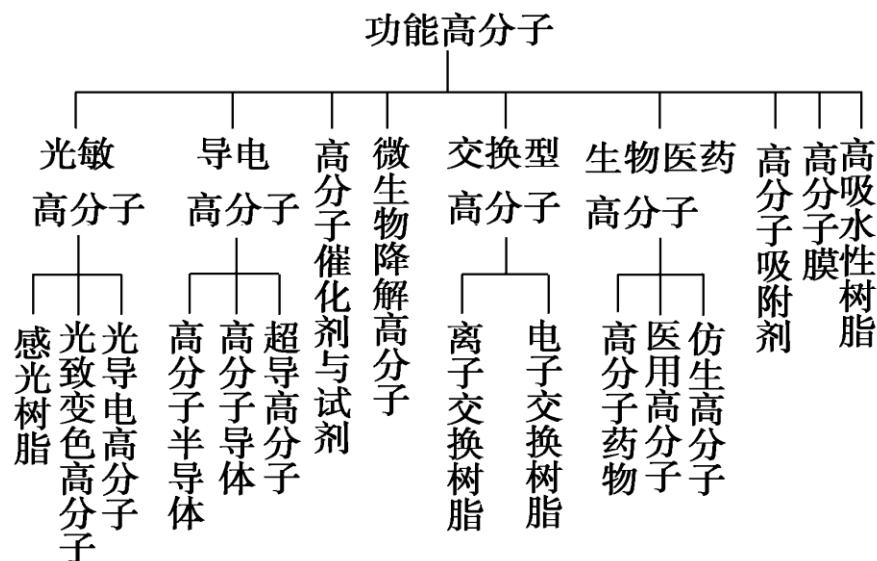
	线型高分子	体型(网状)高分子
结构	分子中的原子以共价键相互连结，构成一条很长的卷曲状态的“链”	分子链与分子链之间还有许多共价键交联起来，形成三维空间的网状结构
溶解性	能缓慢溶解于适当溶剂	很难溶解，但往往有一定程度的胀大
性能	具有热塑性，无固定熔点	具有热固性，受热不熔化
特性	强度大、可拉丝、吹薄膜、绝缘性好	强度大、绝缘性好，有可塑性
常见物质	聚乙烯、聚氯乙烯、天然橡胶	酚醛树脂、硫化橡胶

三、功能高分子材料

1.新型有机高分子材料与传统的三大合成材料的区别与联系

新型有机高分子材料与传统的三大合成材料在本质上并没有区别，它们只是相对而言。从组成元素看，都是由 C、H、O、N、S 等元素构成；从合成反应看，都是由单体经加聚或缩聚反应形成；从结构看，也就是分两种结构：线型结构、体型结构。它们的重要区别在于功能与性能上，与传统材料相比，新型有机高分子材料的性能更优异，往往具备传统材料所没有的特殊性能，可用于许多特殊领域。

2.功能高分子材料的品种与分类



3.高分子化合物与高分子材料的比较

高分子化合物	结构	链节：分子链中重复出现的结构单元
		聚合度：分子链中的链节数，用 n 表示
		单体：生成高分子化合物的小分子物质
		线型结构：又称支链型、直链型，连成长链，有热塑性
		体型结构：分子链间以共价键“交联”，连成网状结构，成型后不可塑
	性质	1.线型高分子能溶解在适当的溶剂中，体型高分子只能溶胀
		2.线型高分子有热塑性，体型高分子有热固性
		3.高分子材料的强度较大
		4.高分子材料一般不易导电，弹性好，耐磨，不耐热
		5.部分高分子材料还具有耐酸、耐碱、耐腐蚀、难降解的性质
高分子材料	三大合成材料	塑料 如：聚丙烯、聚苯乙烯、酚醛塑料、聚四氟乙烯
		合成橡胶 如：丁苯橡胶、顺丁橡胶、硅橡胶、氯丁橡胶
		合成纤维 如：涤纶、腈纶、锦纶、丙纶、维纶、氯纶
	按来源分	天然高分子材料 如：淀粉、纤维素、蛋白质、天然橡胶
		合成高分子材料 如：塑料、合成纤维、合成橡胶、涂料
	按性能分	功能高分子材料 如：高分子分离膜、医用高分子、吸水高分子
		复合材料 如：玻璃纤维、碳纤维