

第一部分 化学基本概念和基本理论

第一节 物质的组成、性质和分类

		物理变化	化学变化
区别	微观本质	无化学键的断裂、形成	有旧化学键的断裂，新化学键的生成
	宏观本质	无新物质生产	有新物质生产
	伴随现象	大小、形态、状态改变	发光、发热、放气、沉淀、变色等
联系	化学变化、物理变化往往同时发生 化学变化中一定存在物理变化，物理变化时不一定存在化学变化		

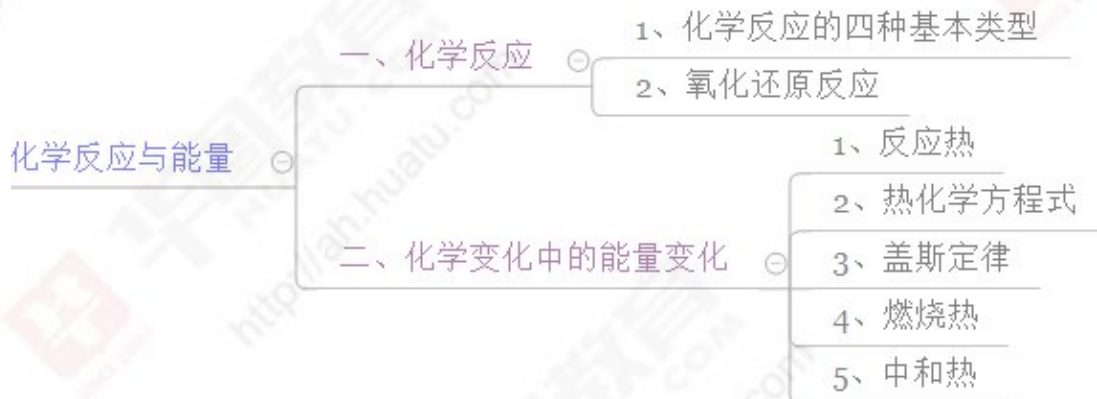
第二节 化学用语及常用量



第三节 物质结构和元素周期律



第四节 化学反应与能量



第五节 化学反应速率和化学反应平衡



第六节 电解质溶液

	强电解质	弱电解质
概念	溶于水后能完全电离的电解质	溶于水后只有部分电离的电解质
化合物类型	离子化合物、共价化合物	共价化合物
电离程度	完全电离	部分电离
溶液中存在的粒子 (水分子不计)	只有电离出的阴、阳离子, 不存在电解质分子	既有电离出的阴、阳离子, 又有电解质分子
实例	绝大多数的盐 (包括难溶性盐), 强酸: HCl、HNO ₃ 、H ₂ SO ₄ 等, 强碱: KOH NaOH、Ba(OH) ₂ 等	弱酸: H ₂ CO ₃ 、HF、CH ₃ COOH、HClO 等, 弱碱: NH ₃ ·H ₂ O、Cu(OH) ₂ Fe(OH) ₃ 等

第七节 电化学

- 1、原电池的定义: 能将化学能转化为电能的装置
- 2、原电池的本质: 氧化还原反应
- 3、构成原电池的条件

- ①两个活动性不同的金属，或金属和可导电的非金属用导线连接
- ②电解质溶液
- ③形成闭合回路
- ④能自发的进行氧化还原反应

4、原电池正负极的判断

- ①根据电子的流向：电子流出的是负极；电子流入的是正极
- ②根据电极材料：较活泼的电极材料是负极；较不活泼的电极材料是正极
- ③根据原电池电极发生的反应：发生氧化反应的是负极；发生还原反应的是正极
- ④根据电极增重还是减重：质量增加的电极是正极；质量减少的电极是负极
- ⑤根据电极有气泡冒出：有气泡冒出的电极是正极

5、原电池符号

原电池可以用符号（-）电极 | 电解质溶液 | 电极（+）表示

第二部分 无机化学

第一节 金属元素及其化合物



第二节 卤素

卤素位于元素周期表中 VIIA 族，包括氟（F）、氯（Cl）、溴（Br）、碘（I）、砹（At）五种元素。

1、元素的性质

均为活泼非金属，最低为-1价，最高为+7价（F一般不显正价）

随着原子序数的增加，电子层数一次增多，原子半径依次增大，金属性逐渐增强，非金属性逐渐减弱

2、单质的性质

常见的卤素单质有 F_2 、 Cl_2 、 Br_2 、 I_2 ；其中 F_2 和 Cl_2 为气态， Br_2 和 I_2 为液态；

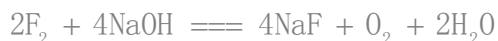
①从左至右，颜色由浅入深， F_2 为浅绿色， Cl_2 为黄绿色， Br_2 深棕红色， I_2 紫黑色；熔沸点由低到高逐渐增大；在水中的溶解性由大到小逐渐降低；密度逐渐增大。

②氧化性： $F_2 > Cl_2 > Br_2 > I_2$

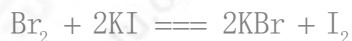
③与水的反应



④与碱反应



⑤ 卤素间的置换反应



3、卤素的氢化物

卤素的氢化物 (HX) 均是无色、有刺激性气味的气体, 极易溶于水, 在空气中极易形成“白雾”, 其水溶液叫做氢卤酸。

稳定性: $HF > HCl > HBr > HI$

水溶液的酸性: $HF < HCl < HBr < HI$

4、卤素离子的检验

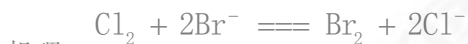
(1) 银盐法

试剂: $AgNO_3$ 溶液和稀 HNO_3

现象: $AgCl$ 白色沉淀; $AgBr$ 浅黄色沉淀; AgI 黄色沉淀, 三种沉淀均不溶于稀硝酸

(2) 置换—萃取法

试剂: 新制饱和氯水、 CCl_4 或汽油或苯等有机溶剂



现象: 若有机层为浅黄绿色, 说明溶液中无 Br^- 、 I^- ; 若有机层为橙色或橙红色, 说明溶液中有 Br^- ; 若有机层呈紫色或紫红色, 则溶液中有 I^-

第四节 氮族元素

一、氮族元素的性质

氮族元素位于周期表中第 VA 族, 包括氮 (N)、磷 (P)、砷 (As)、锑 (Sb)、铋 (Bi) 五种元素。原子最外电子层上都有 5 个电子, 它们的最高正价均为 +5 价。

氮族元素随着原子序数的增加, 电子层数逐渐增加, 原子半径逐渐增大, 元素的非金属性逐渐增大, 金属性逐渐增强。气态氢化物的稳定性逐渐减弱, 最高价氧化物对应的水化物的酸性也逐渐减弱。

二、氮及化合物

1、氮气 (N_2)

物理性质

氮气是无色无味的气体, 比空气略轻, 难溶于水。氮气分子键能大, 所以氮气分子很稳定, 化学性质不活泼, 只有在高温条件下才能与其他物质发生反应。

实验室制备



氮气可以用作工业原料，合成 NH_3 、制备 HNO_3 ，还可以用作保护气（充灯泡、保存粮食、焊接金属等）；液氮可用于医学和高科技领域，制造低温环境。

氮气的工业制法

工业上从液态空气中，利用液态氮的沸点比液态氧的沸点低加以分离而制得氮气。

氮的固定

将空气中游离的氮气转变为氮的化合物的方法，统称为氮的固定。自然界中氮的固定有三种途径：

(1) 生物固氮：豆科作物根瘤菌将 N_2 转化为化合态氮。

(2) 自然固氮：天空中打雷闪电时， N_2 转化为 NO 。

(3) 工业固氮：在一定条件下， N_2 和 H_2 人工合成氨。

氮的氧化物

氮的氧化物有 N_2O 、 NO 、 N_2O_3 、 NO_2 、 N_2O_4 、 N_2O_5 六种氧化物，价态从+1 到+5。氮的氧化物都是大气污染物。

第五节 碳族元素

碳族元素位于元素周期表 IVA 族，包括碳（C）、硅（Si）、锗（Ge）、锡（Sn）、铅（Pb）五种元素。

碳族元素随着核电荷数递增，电子层数增多，原子半径增大，元素单质的非金属性递减，金属性增强

碳的同素异形体

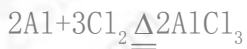
碳的同素异形体有金刚石、石墨、无定形碳、 C_{60} 。

	金刚石	石墨
晶体结构	正四面体空间网状结构、典型原子晶体	层状结构，是金属晶体和分子晶体之间的一种过渡晶体
化学键	共价键	共价键、类似金属键的化学键和范德华力
导电性	不导电	良好的导体
硬度	最硬	质软、有滑腻感
用途	刀具、钻头、研磨	电极、碳纤维
化学性质	不活泼	比金刚石稍活泼
熔沸点	很高	
相互转化	$\text{C}(\text{金刚石}) \xrightleftharpoons[\text{隔绝空气}]{1000^\circ\text{C}} \text{C}(\text{石墨})$ （放热反应）	
稳定性	石墨比金刚石更稳定	

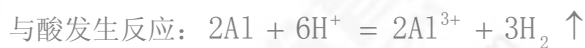
第六节 硼族元素

硼族元素位于周期表中 IIIA 族，包括硼、铝、镓、铟和铊五种元素，其中硼是非金属元素，其他的都是金属元素，金属性随着原子序数的增加而增强。铝在地壳中的含量仅次于氧和硅。

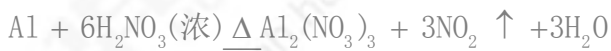
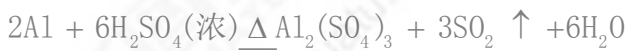
铝是银白色的轻金属，具有良好的的导热、导电、延展性能，表面因能形成致密的氧化膜而耐腐蚀。



铝热反应放出大量的热，可以使生成的铁熔化，常用于焊接钢铁。



常温下，浓硫酸、浓硝酸能使铝发生钝化，但加热可发生反应：

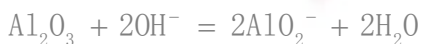
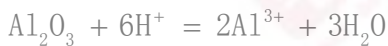


2、铝的化合物

(1) 氧化铝(Al_2O_3)

Al_2O_3 是白色固体，难溶于水，可用于冶炼金属和制耐火材料。

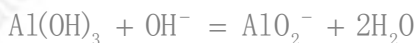
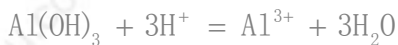
Al_2O_3 是两性氧化物，较易溶于酸或碱溶液中



(2) 氢氧化铝 ($\text{Al}(\text{OH})_3$)

$\text{Al}(\text{OH})_3$ 是难溶于水的白色胶体，表面积很大，有很强的吸附能力，可吸附水中的悬浮物和色素。

$\text{Al}(\text{OH})_3$ 是典型的两性氢氧化物，既能与强酸反应又能与强碱反应。



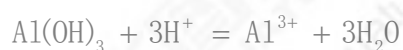
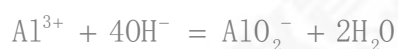
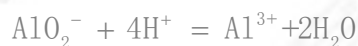
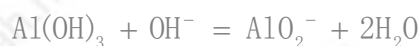
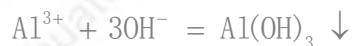
$\text{Al}(\text{OH})_3$ 在水溶液中酸式电离和碱式电离：



往溶液中加入强酸或强碱都会破坏电离平衡，促使平衡向左或向右移动，从而使 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 溶解。

(3) 铝盐和偏铝酸盐

Al^{3+} 、 AlO_2^- 和 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 之间可以相互转化：



(4) 明矾

化学式： $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

电离方程式： $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 = \text{K}^+ + \text{Al}^{3+} + 2\text{SO}_4^{2-}$

属类：复盐（两种不同的金属离子和一种酸根离子组成的化合物）。

明矾净水原理： $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 溶解于水后：

$\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3 (\text{胶体}) + 3\text{H}^+$ 形成的 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 胶体吸附能力强。

2. 铝合金及其制品

(1) 合金指的是两种或两种以上的金属（或金属与非金属）熔合而成的具有金属特性的物质。

(2) 合金有比它的成分金属更优良的性质。如：合金的熔点一般比它的各成分金属的低；硬度一般比它的各成分金属的大；合金的化学性质也因成分金属的不同而不同。

(3) 铝合金具有密度小、强度高、塑性好、易于成型、制造工艺简单、成本低廉等特点，并且有一定的抗腐蚀能力。可用于建筑业、容器、包装业、交通运输、电子行业以及广泛用于制造飞机构件等。

第三部分 有机化学

第一节 有机化学概论

有机物是指含碳元素的化合物，但是某些化合物如 CO_2 、 CO 、 HCO_3^- 等，虽然也含有碳元素，但结构和性质却与无机物相似，因此这类物质通常不归入有机物的范畴。

2、特点

- (1) 有机化合物中同分异构现象非常普遍，这也是造成有机化合物数目众多的原因之一；
- (2) 易燃烧，热稳定性差，在 $200^\circ\text{C} \sim 300^\circ\text{C}$ 受热易分解；
- (3) 多为共价化合物，熔点较低，通常在 300 摄氏度以下；
- (4) 多数难溶于水，易溶于极性很小或非极性的溶剂中；
- (5) 反应速率慢，通常需要光照、加热或加催化剂等条件；

(6) 有机物参与的化学反应较复杂，常伴有副反应，反应时间较长。



类别	官能团	代表物	化学性质
烯烃		$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$	氧化反应 加成反应 聚合反应
炔烃	$\text{C}\equiv\text{C}$	$\text{HC}\equiv\text{CH}$	氧化反应 加成反应
卤代烃	$-\text{X}$	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$	取代反应 消去反应
醇	$-\text{OH}$	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	与钠反应 取代反应 消去反应 氧化反应 酯化反应
酚	$-\text{OH}$ (与苯环直接相连)		有弱酸性 取代反应 显色反应
醛			氧化反应 加成反应
羧酸			具有酸性 酯化反应
酯			水解反应


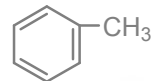
第二节 烃类

只含有碳和氢两种元素的化合物统称为碳氢化合物，简称烃。根据碳架连接方式不同又可以分为脂肪烃、脂环烃和芳香烃三大类。

碳架呈开链状的为脂肪烃，呈环状的为脂环烃，含有特殊苯环结构的为芳香烃。

例如： $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$ (甲基丁烷)、 $\text{HC}\equiv\text{CH}$ (乙炔) 等都为脂肪烃

 (环己烷)、 (环戊二稀) 等为脂环烃

 (苯)、 (甲苯) 等为芳香烃

第三节 炔烃、芳香烃

炔烃为分子中含有碳碳三键 ($\text{C}\equiv\text{C}$) 的碳氢化合物的总称，其官能团为 $\text{C}\equiv\text{C}$ ，分子通式为 $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ ，是一种不饱和的碳氢化合物。

炔烃的物理性质

碳原子数小于 4 的炔烃常温下为气态，随着碳原子数的增多，炔烃的熔沸点升高，液态时密度随着碳原子数的增多而增大。炔烃不溶于水，易溶于有机溶剂。

炔烃的化学性质


炔烃的化学性质与烯烃类似，能发生加成、氧化和聚合反应，也能被高锰酸钾溶液氧化，氧化产物为羧酸。

芳香烃指分子中含有苯环结构的碳氢化合物，简称芳烃。芳烃多为无色液体，不溶于水，易溶于有机溶剂。一般单环芳烃都比水轻，沸点随着分子量的增加而升高。芳烃虽然高度不饱和，但性质却比较稳定，容易发生取代反应，难发生加成和氧化反应。

苯

物理性质

苯是无色、有特殊气味的有毒液体，密度比水轻。苯的组成为 C_6H_6 ，为平面正六边形结构，

各键之间的夹角都为 120° ，是非极性分子。结构简式为 ，苯环中不存在简单的单键、双键交替的结构，而是一种介于单键和双键之间的独特的键。

化学性质

苯环上的氢原子可以被多种基团取代，可发生卤代、硝化、磺化和傅氏反应。

第四节 卤代烃

一、卤代烃的分类和命名

有机分子中一个或几个氢原子被卤素原子取代生成的有机化合物称为卤代烃。

1、卤代烃的命名

- (1) 根据所含卤原子的不同可分为：氟代烃、氯代烃、溴代烃和碘代烃。
- (2) 根据所含卤原子数目可以分为：一卤代烃和多卤代烃
- (3) 根据烃基的不同可以分为：饱和卤代烃、不饱和卤代烃和芳香卤代烃

2、卤代烃的命名

- (1) 习惯命名法：称为卤代某烃或某基卤

如： $CH_3CH_2CH_2Cl$ 正丙基氯； CH_3Cl 氯甲烷（或甲基氯）

(2) 系统命名法：讲卤素作为取代基，即在相应烃名称的前面加上卤原子的名称和位置。如有多种卤原子，列出次序为：氟、氯、溴、碘。

如： $CH_3CH_2CHBrCHClCH_2CH_3$ 3-氯-4-溴己烷

二、卤代烃的物理性质

- (1) 卤代烷中，只有氯甲烷、氯乙烷、溴甲烷为气体，其他的都为液体或固体。
- (2) 大多数卤代烃具有特殊气味
- (3) 除一氯代烷的相对密度小于 1 外，溴代烷、碘代烷以及多氯代烷的相对密度均大于 1
- (4) 卤代烷难溶于水，易溶于有机溶剂。
- (5) 卤代烷的沸点高于相同碳数的烷烃；沸点随分子中碳原子数的增加而升高；碳原子数相同的卤代烷，沸点：碘代烷>溴代烷>氯代烷；异构体中，支链越多，沸点越低；同系物中，卤代烷的相对密度随着碳原子数的增加而下降。

三、卤代烷的化学性质

卤代烷分子中，由于 C—X 键是极性共价键，比较容易断裂，事卤代烷能够发生多种反应。

1、亲核取代反应

卤代烷在带负电荷的亲核试剂作用下，碳卤键较易发生断裂，使得卤素原子被其他基团取代，这种类型的反应称为亲核取代反应。

(1) 水解反应

卤代烷与强碱（氢氧化钠或氢氧化钾）的水溶液一起加热，卤原子被羟基取代生成醇。



一般情况下，伯卤代烷及某些仲卤代烷水解时生成相应的醇。而叔卤代烷及大多数仲卤代烷水解时，主要发生消除反应得到烯烃。

(2) 氰解反应

用 KCN 的乙醇水溶液处理卤代烷或以二甲基亚砜（DMSO）为溶剂，卤原子被氰基取代生成腈，称为氰解反应。



反应产物较原料卤代烷增加一个碳原子，在有机合成中是增长碳链形成碳碳键的一种方法。引入氰基后可以转变成羧基、氨基等。

(3) 与醇钠反应

卤代烷与醇钠的醇溶液回流时，卤原子被烷基取代生成醚。



(4) 与硝酸银反应

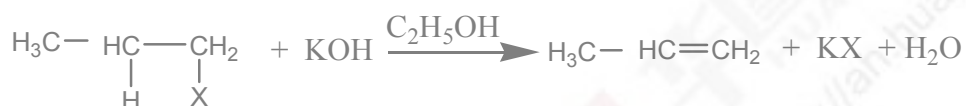
卤代烷与硝酸银的醇溶液反应，生成硝酸酯和卤化银沉淀



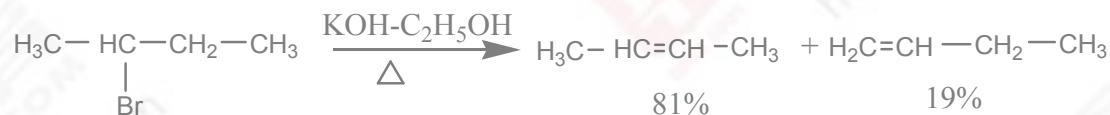
这是鉴别卤代烷的简便方法。

2、消除反应

卤代烷与强碱的醇溶液共热，脱去卤原子和相邻碳原子的氢原子生成烯烃。这种分子中失去一个简单分子形成不饱和键的反应称为消除反应。消除反应是制备烯烃的重要方法。



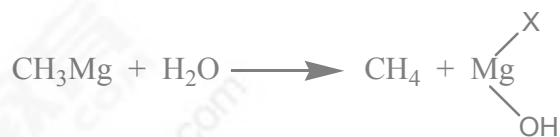
查依采夫规则：当有可能生成两种不同烯烃时，优先消去 H 较少的碳原子上的 H，例如：



3、与金属镁发生反应



格氏试剂能和多种含羰基的化合物反应，生成相应的化合物，是有机合成中使用非常广泛的一种试剂。例如：



4、卤代烃的鉴别

常用硝酸银的乙醇溶液来鉴别活性不同的卤代烃。

将卤代烃溶于硝酸银的乙醇溶液，室温下立即产生卤化银沉淀的为活性卤，即为苄卤、西丙卤、叔卤、碘代卤；加热后才出现卤化银，则为仲和伯代卤烷；加热后仍不反应的为芳卤或乙烯卤。

5、卤代烃的应用

氟利昂：无毒、无臭、不燃烧。主要用作制冷剂、发泡剂、清洗剂、灭火剂等，被紫外光照射后，其分解产物会破坏臭氧层；

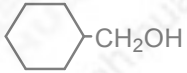

溴甲烷：无色气体，有强烈的神经毒性，常用做熏蒸杀虫剂。对人、畜有很大毒性

聚四氟乙烯：优良的合成树脂，耐冷、耐热性强；其化学稳定性超过一切塑料，被称为“塑料王”

六氯苯：俗称“六六六”，可用作杀虫剂，有毒。

一、醇和酚

烃分子中饱和碳原子上的一个或几个氢原子被羟基取代生成的化合物叫做醇。

如： $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 、、

芳环上的一个或几个氢分子被羟基取代生成的化合物叫做酚。

如：

1、醇

(1) 醇的物理性质

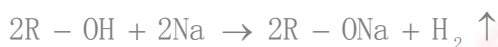
①状态：含 4 个以下碳原子的一元醇，是无色流动液体，密度比水小；碳原子数为 5~11 的醇为油状液体；碳原子数大于 12 的醇是无色蜡状固体，可以部分溶于水。甲醇有毒，可以导致眼睛失明甚至死亡。

②沸点：醇的沸点比含同数量碳原子的烷烃、卤代烷高；在同系物中沸点随着碳原子数的增加而有规律的上升；在同数量碳原子的一元饱和醇中，沸点随支链的增加而降低。

③溶解度：低级醇能溶于水，但是随着相对分子质量的增加，溶解度降低，高级醇几乎不溶于水。

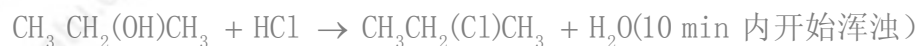
(2) 醇的化学性质

①醇与金属反应



反应现象：钠块沉入容器底部；钠块产生气泡；反应结束后，有无色晶体析出

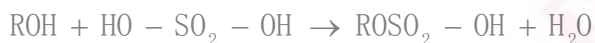
②醇与 HX 卤代反应



由于伯、仲、叔醇与钠反应时现象不同，所以可以用此方法进行鉴别。

③酯化反应

醇与有机酸或无机酸反应，酸分子中的氢原子被羟基取代生成酯。醇与酸形成酯反应称为酯化反应。

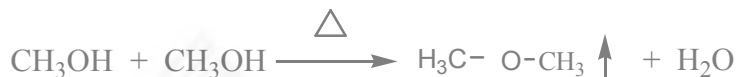


④消去反应

醇在浓硫酸及一定温度下能发生消去反应生成烯烃。



分子内脱水:



分子间脱水:

⑤氧化反应

伯醇氧化成醛，然后生成羧酸



仲醇氧化成酮



叔醇的氧化反应十分复杂

2、酚

酚类化合物种类繁多，有苯酚、甲酚、氨基酚、硝基酚。苯酚简称酚，又叫石炭酸，微酸性，常温下能挥发，放出一种特殊的刺激性臭味，在空气中变为粉红色

(1) 物理性质

苯酚为无色针状结晶或白色结晶，有特殊气味，遇空气和光变红，遇碱变色更快。分子式为 $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$ ，水溶液 pH 为 6。

(2) 化学性质

①弱酸性

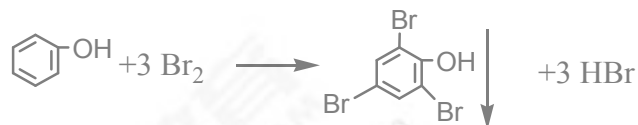
苯酚具有弱酸性，因此滴加饱和氢氧化钠溶液到苯酚浑浊溶液中，溶液会变澄清；但是滴加饱和碳酸钠溶液至苯酚浑浊溶液中，溶液澄清但是无气泡产生，说明苯酚酸性弱于碳酸，

且强于碳酸氢根离子。即酸性： $\text{H}_2\text{CO}_3 > \text{C}_6\text{H}_5\text{OH} > \text{HCO}_3^-$

②与金属钠反应



③与溴发生反应



④与氯化铁反应

酚与氯化铁反应后的溶液呈紫色，该反应可用于苯酚的定性判断。



二、醚

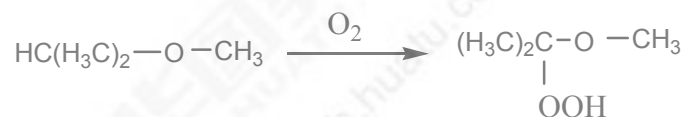
1、醚的物理性质

常温下，除甲醚、甲乙醚和乙醚为气体外，大多数醚为易燃的液体，有特殊气味，相对密度小于1。醚一般微溶于水，易溶于有机溶剂。醚的化学性质不活泼，是良好的溶剂，常用来提取有机物或作有机反应的溶剂。

2、醚的化学性质

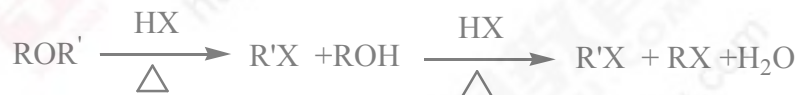
①自动氧化

烷基醚在空气中长期放置会慢慢生成过氧化物，过氧化物是不稳定的，在加热时可能发生爆炸。因此储存时间长的醚在使用前必须加入锌粉还原。



②与氢卤酸反应

在较高温度下，强酸能使醚键断裂



通常情况下，较小的烃基生成卤代烃，较大的烃生成醇。

三、醛和酮

碳原子与氧原子用双键相连的基团称为羰基 ($\text{C}=\text{O}$)。羰基碳与氢或烃基相连的化合物称为醛 (RCHO)，结构中的 $-\text{CHO}$ 称为醛基。羰基碳与两个羟基相连的化合物称为酮 ($\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{R}'$)。

1、醛

醛的通式为 $\text{R}-\text{CHO}$ ， $-\text{CHO}$ 为醛基。醛类催化加氢还原成醇，易被氧化剂氧化，醛既具有氧化性又具有还原性。

(1) 甲醛的物理性质

甲醛又称蚁醛。常温下为气体，易溶于水，37%~40%的甲醛水溶液称为福尔马林。福尔马林有凝固蛋白质的作用，常用作消毒剂、防腐剂。

(2) 甲醛的化学性质

①银镜反应

醛与氢氧化银的氨溶液（托伦试剂）发生反应，试管内壁有光亮的银镜生成。



说明：a. $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ （氢氧化二氨合银），它是一种弱氧化剂，能把乙醛氧化成乙酸，乙酸又与氨反应生成乙酸铵，而 Ag^+ 被还原成金属银附着在试管壁上，形成银镜，所以，这个反应叫做银镜反应。

b.银镜反应常用来检验醛基的存在。

c.试管要洁净。

d.银氨溶液要新配置的，配置银氨溶液是向 AgNO_3 稀溶液中逐滴滴加入稀氨水，直到

最初生成的沉淀恰好溶解为止。要防止加入的氨水过量，并且必须随配随用，不可久置，否则则会生成容易爆炸的物质。

e.实验条件是水浴加热，不能直接加热煮沸。

f.试管上的银镜可用稀 HNO_3 洗去。

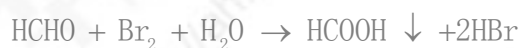
②与新制氧化铜反应

甲醛与新制氢氧化铜溶液（菲林试剂、班氏试剂）反应

实验现象：蓝色沉淀先变绿色，再变黄色，最后变成红色沉淀



③与溴水反应



2、酮

羰基碳与两个羟基相连的化合物称为酮，酮的通式为 $\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{R}'$ 。

醛和酮都含有羰基，因此化学性质类似，但是酮不能与托伦试剂和菲林试剂发生反应。这两个反应也通常用来鉴别醛和酮。

第六节 羧酸与脂

一、乙酸(冰醋酸)

1、物理性质

乙酸是一种有强烈刺激性气味的无色液体，沸点是 117.9°C ，熔点是 16.6°C 。当温度低于 16.6°C 时乙酸就凝结成冰样的晶体，所以无水乙酸又称为冰醋酸。乙酸易溶于水和乙醇。

2、化学性质

乙酸从结构上可以看成是甲基和羧基 $-\text{COOH}$ 相连而构成的化合物。乙酸的化学性质主要由羧基决定。

(1)乙酸的酸性

实验：向一盛有少量 Na_2CO_3 粉末的试管里，加入约 3mL 乙酸溶液。

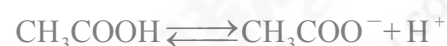
现象：试管里有气泡产生，生成的气体无色、无味。

结论：乙酸有酸性，且酸性比碳酸强。

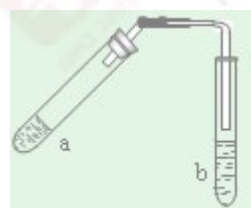
说明：①乙酸显酸性，其实质是乙酸分子里的羧基电离出 H^+ 。

②虽然乙酸的酸性比 H_2CO_3 强，但乙酸仍属于弱酸，是弱电解质。乙酸

在水中电离的方程式为：



③尽管是弱酸，但具有酸的通性。如：





CH_3COOH 中的一OH 较 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 中的NaNO₂ 易电离出H⁺。

(2)乙酸的酯化反应

实验：在一试管中加3 mL 乙醇，然后边摇动试管边慢慢加入2 mL 浓H₂SO₄ 和2 mL 冰醋酸，连接好装置，用酒精灯小心加热试管3 min ~ 5 min，产生的蒸气经导管通到饱和Na₂CO₃ 溶液的液面上。

现象：Na₂CO₃ 饱和溶液的液面上有透明的油状液体产生，并可闻到香味。

结论：在有浓H₂SO₄ 存在、加热的条件下，乙酸与乙醇发生反应，生成无色、透明、不溶于水、有香味的油状液体。

解释：

(1)浓硫酸的作用：催化剂和脱水剂(也有认为是吸水剂)。

(2)盛反应液的试管要上倾45°，这样液体受热面积大。

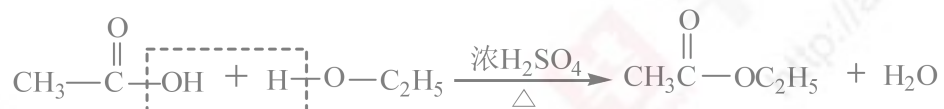
(3)导管末端不能插入Na₂CO₃ 溶液中，目的是防止受热不均发生倒吸。

(4)不能用NaOH 代替Na₂CO₃，因为NaOH 溶液碱性很强，会使乙酸乙酯水解，重新变成乙酸和乙醇。

(5)实验中小火加热保持微沸，这样有利于产物的生成和蒸出。

(6)饱和Na₂CO₃ 溶液的作用是：冷凝酯蒸气、减小酯在水中的溶解度(利于分层)、吸收蒸出的乙酸及乙醇。

说明：①这种有香味的无色液体就是乙酸乙酯，反应的化学方程式如下：



②乙酸乙酯是酯类化合物的一种。酸和醇起作用，生成酯和水的反应叫酯化反应。这里的酸可以是像乙酸之类的有机酸和无机含氧酸。

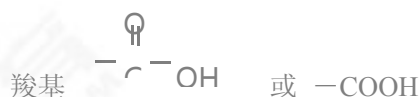
③酯化反应的一般过程是羧酸分子里的羟基与醇分子里羟基上的氢原子结合成水，其余部分生成酯。酯化反应属于取代反应。

④示踪原子法：如果用含氧的同位素¹⁸O 的乙醇与乙酸作用，可发现，所生成的乙酸乙酯($\text{CH}_3\text{CO}^{18}\text{OC}_2\text{H}_5$) 分子里含有¹⁸O 原子，这说明酯化反应的过程一般是：羧酸分子中羧基上的羟基与醇分子中羧基上的氢原子结合成水，其余部分互相结合成酯。

二、羧酸

在分子里烃基跟羧基直接连接的有机化合物叫做羧酸。

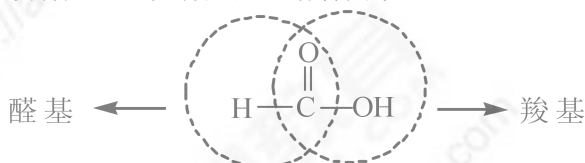
1、羧酸的组成与结构



羧基中的一OH 能电离出 H^+ ，故显酸性。当 R 为烷基时，通式为 $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$ 。

注：①羧基 $-\text{COOH}$ 是羧酸的官能团。

②甲酸 HCOOH 是分子组成结构最简单的羧酸。甲酸的分子组成有特殊性，即甲酸分子里没有烃基，但有醛基，请看图示：



2、羧酸的分类

①根据分子里羧基的数目分类。

一元羧酸，如： HCOOH 、 CH_3COOH 、 $\text{CH}_2=\text{CHCOOH}$ 、 $\text{C}_5\text{H}_5\text{COOH}$

二元羧酸，如： $\text{HOOC}-\text{COOH}$ (乙二酸)、 $\text{HOOC}(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$ (己二酸)

多元羧酸(略)

②根据分子里的烃基是否饱和分类。

饱和羧酸，如 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ 、 CH_3COOH 、 $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{COOH}$

不饱和羧酸，如： $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ 、 $\text{CH}_2=\text{CHCOOH}$

③根据物质是否具有芳香性分类。

脂肪羧酸，如 CH_3COOH 、 $\text{HOOC}-\text{COOH}$

芳香羧酸，如： $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ 、 $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2\text{COOH}$

3、羧酸的通式

若烃 C_nH_m 可衍变为 x 元羧酸，则该羧酸的分子式为 $\text{C}_n\text{H}_{m-2x}\text{O}_{2x}$ ，如乙烷的分子式为 C_2H_6 ，乙酸的分子式为 $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ ；甲苯的分子式为 C_7H_8 ，苯甲酸的分子式为 $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2$ 。

一元羧酸的通式为 $\text{R}-\text{COOH}$ 。饱和一元脂肪酸的通式为 $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$ ($n=1, 2, 3, \dots$)

4、羧酸的化学性质

由于羧酸的分子里都含有羧基，羧基是羧酸的官能团，它决定着羧酸的主要性质，所以羧酸的主要化学性质为：酸的通性，酯化反应。

注：①羧酸都是比 H_2CO_3 酸性强的酸，但不同的羧酸酸性也不相同。

几种羧酸的酸性关系：甲酸>苯甲酸>乙酸>丙酸。

②羧酸的羧基中有羰基，此羰基不能发生一般的加成反应。

③羧酸在空气或氧气中能燃烧。

三、酯

1、酯的概念

醇和含氧酸起反应生成的有机化合物叫做酯。

根据生成酯的酸的不同，酯可分为有机酸酯和无机酸酯。

2、酯的通式与酯的命名

酯的一般通式为 RCOOR' ，酯的特征性结构是 $-\text{COO}-$ 。在酯的通式中，“R”是任意的烃基或氢原子，而 R' 是碳原子数大于或等于 1 的任意烃基。由此可以看出，R 和 R' 可以相同，也可以不同。如 $\text{C}_6\text{H}_5-\text{OOCCH}_3$ 也是一种酯。

酯类化合物是根据生成酯的酸和醇的名称来命名的。如： HCOOCH_3 （甲酸乙酯）、 $\text{C}_6\text{H}_5-\text{COOCH}_2\text{CH}_3$ （苯甲酸乙酯）、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OOC}-\text{COOCH}_2\text{CH}_3$ （乙二酸二乙酯）、 $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{OOCCH}_3$ （二乙酸乙二酯）、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{ONO}_2$ （硝酸乙酯）、三硝酸甘油酯 $\text{NO}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{NO}_2)\text{CH}_2\text{ONO}_2$ ：

3、酯的化学性质

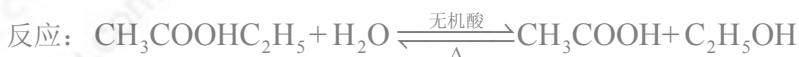
实验：在 3 支试管里各加入 6 滴乙酸乙酯，向第一支试管里加蒸馏水 5.5 mL；向第二支试管里加稀硫酸(1:5)0.5 mL、蒸馏水 5 mL；向第三支试管里加入

30%的 NaOH 溶液 0.5 mL 蒸馏水 5 mL。振荡均匀后，把三支试管都放入 $70^\circ\text{C}\sim 80^\circ\text{C}$ 的水浴里加热。

现象：几分钟后，第三支试管里乙酸乙酯的气味消失了；第二支试管里还有一点儿乙酸乙酯的气味；第一支试管里乙酸乙酯的气味没有多大变化。[实验结论]第一支试管里乙酸乙酯未水解，第二支试管里大多数乙酸乙酯已水解，第三支试管里乙酸乙酯全部水解。

说明：①由乙酸与乙醇的酯化反应可知，乙酸乙酯的水解反应是可逆反应，反应在一定条件下达到化学平衡状态。

②无机酸、碱都是乙酸乙酯水解的催化剂。在无机酸催化下，乙酸乙酯的水解反应仍为可逆



当用碱作催化剂时，碱与水解生成的乙酸发生中和反应，可使水解趋于完全：



③在水解反应中，乙酸乙酯分子里断裂的化学键是 $-\text{COO}-$ 中的 C—O 键，即形成的是哪个键，断开的就是哪个键。

④乙酸乙酯的水解反应又属于取代反应。其他酯也能发生这样的化学反应。

第七节 生命中的基础有机化学物质

		元素组成	代表物	代表物分子	结构特点
糖类	单糖	C、H、O	葡萄糖	$C_6H_{12}O_6$	含醇羟基 (-OH) 和醛基 (-CHO)
			果糖		含醇羟基 (-OH) 和羰基 (-CO-)
	双糖	C、H、O	蔗糖、麦芽糖	$C_{12}H_{22}O_{11}$	含醇羟基 (-OH)
	多糖	C、H、O	淀粉、纤维素	$(C_6H_{10}O_5)_n$	含醇羟基 (-OH)
油脂	油	C、H、O	植物油	不饱和高级脂肪酸甘油	含有酯基 (-COOR) 和碳碳双键 (-C=C-)
	脂	C、H、O	动物油脂	饱和高级脂肪酸甘油	含有酯基 (-COOR)
蛋白质		C、H、O、N、S、P 等	酶、肌肉、毛发等	氨基酸连接成的高分子	含有羧基 (-COOH) 和氨基 (-NH ₂)

第八节 有机高分子化合物的合成

1、概念

相对分子质量从几万到几百万甚至更高的化合物，称为高分子化合物，简称高分子，也称为聚合物或高聚物。

2、结构特点

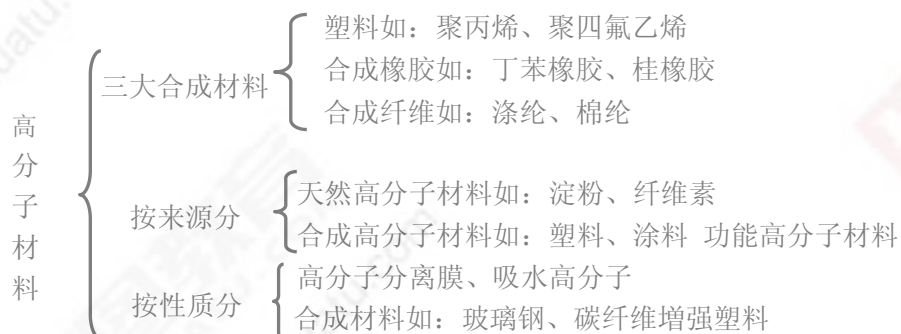
(1) 有机高分子化合物具有线型结构和体型结构。

(2) 线型结构呈长链状，可以带支链，也可以不带支链。高分子链之间以分子间作用力紧密结合。

(3) 体型结构还产生交联。

高分子链上如果还有能起反应的官能团，当它跟别的单体或别的物质起反应时，高分子链之间将形成化学键，产生一些交联，形成网状结构。高分子链之间交联的程度越大，高分子材料的强度越高。

(4) 基本分类



(5) 基本性质

有机高分子有不同于小分子物质的一些性质。

①溶解性

有机高分子化合物通常难溶于水，线型高分子可溶于适当的溶剂（如有机玻璃溶于氯仿），体型高分子不易溶解，只有一定程度的胀大。

②热塑性和热固性

线型有机高分子化合物（如聚乙烯）通常具有热塑性，即当加热时会变软、流动，受冷时又硬化，可反复加热、受冷再造。而体型有机高分子化合物（如酚醛树脂，即电木）则通常具有热固性，即受热时不会变软，只能被彻底裂解，因此不能通过加热、受冷反复再造。

③电绝缘性

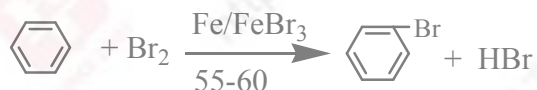
高分子化合物中的原子是以共价键结合的，因此它们一般不导电，是很好的绝缘材料。可燃性。有机高分子化合物的组成元素主要是碳元素和氢元素，它们往往不耐高温、易燃烧。

第九节 有机反应和有机合成

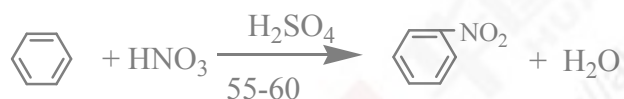
1、取代反应

有机分子中的原子或原子团被其他原子或原子团所替代的反应。发生取代反应的典型物质有：烷烃、苯及其同系物、卤代烃、醇、羧酸、苯酚、酯等。

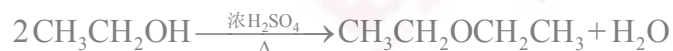
(1) 卤代反应



(2) 硝化反应：



(3) 分子间脱水反应：



(4) 水解反应：



(5) 酯化反应



2、加成反应

不饱和的碳原子跟其他原子或原子团直接结合生成新物质的反应。不饱和碳原子主要存在于 碳碳双键、碳碳三键、苯及碳氧双键中。

(1) 与氢气的加成反应

烯、二烯、炔的催化加氢；苯、苯的同系物、苯乙烯催化加氢；醛、酮催化加氢；油脂的加氢硬化。

(2) 含不饱和碳原子的有机物很容易与卤素、卤代烃、水、HCN 等发生加成反应。

(3) 醛、酮的碳氧双键可加氢，羧酸、酯中的碳氧双键一般很难加氢。

3、消去反应

有机物在适当条件下，从一个分子中脱去一个小分子（如水、HX 等）而生成不饱和（含双键或三键）化合物的反应。



4、聚合反应

(1) 加聚反应

由不饱和的单体加成而聚合生成高分子化合物的反应。反应是通过单体的自聚或共聚完成的。

①含一个碳碳双键的加聚反应



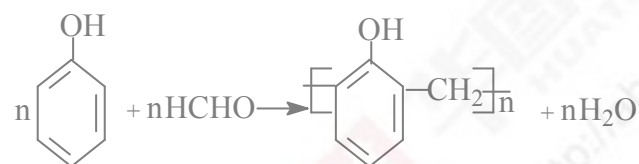
②不同物质间的加聚反应



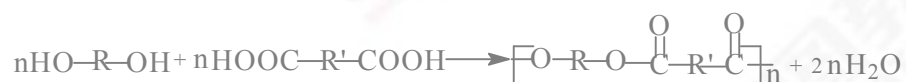
(2) 缩聚反应

指单体间互相反应，在生成高分子的同时还生成小分子的反应。该类反应的单体一般具有两个或两个以上的官能团和活性氢。

①苯酚和甲醛的缩聚



②醇羟基中的氢原子和酸分子中的羟基 (-OH) 缩合成水的反应。



5、氧化还原反应

(1) 氧化反应

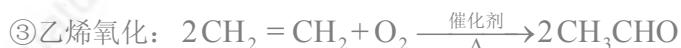
指的是有机物加氧或去氢的反应。

①醇被氧化:

羟基的 O-H 键断裂，与羟基相连的碳原子的 C-H 键断裂，去掉氢原子形成 C=O 键。

②醛被氧化:

醛基的 C-H 键断裂，醛基被氧化成羧基。



④有机物的燃烧、不饱和烃和苯的同系物使酸性 KMnO_4 溶液褪色等。

⑤醛类及含醛基的化合物与新制的氢氧化铜或银氨溶液的反应。

⑥苯酚在空气中放置变成粉红色物质。

(2) 还原反应

指有机物加氢或去氧的反应。

6、显色反应

(1) 某些有机物跟某些试剂作用而产生特征颜色的反应叫显色反应

(2) 苯酚遇 FeCl_3 溶液显紫色，淀粉遇碘单质显蓝色，某些蛋白质遇浓硝酸显黄色等都属于有机物的显色反应。显色反应常用于物质的检验。

二、有机合成的常规方法

1、官能团的引入

(1) 引入羟基 ($-\text{OH}$)

烯烃与水加成，卤代烃水解，酯的水解，醛、酮与 H_2 加成等。

(2) 引入卤素原子 ($-\text{X}$)

烃的取代，不饱和烃与卤素、 HX 的加成，醇与 HX 的取代等。

2、官能团的消除

(1) 通过加成消除不饱和键

(2) 通过加成或氧化消除醛基

(3) 通过消去或氧化或酯化等消去羟基

3、碳链的增长或缩短

(1) 增长

有机合成体中碳链的增长，一般会以信息形式给出，常见方式为有机物与 HCN 反应以及不饱和化合物的聚合等。

(2) 变短

如烃的裂解，某些烃（如苯的同系物、烯烃）的氧化，羧酸钠盐在碱石灰条件下的脱羧反应等。

4、官能团的保护

某些不希望起反应的官能团，在反应试剂或反应条件的影响下产生副反应，这样就不能达到预计的合成目标，因此，必须采取措施保护某些官能团，待完成反应后再除去保护基，使其复原。例如，为了防止 $-\text{OH}$ 被氧化可先将其酯化。

5、常见的合成路线

(1) 一元合成路线：



(2) 二元合成路线



第十节 化学的应用

一、工业制硫酸

1、原料：主要有硫铁矿、(或者硫磺)、空气、有色金属冶炼的烟气、石膏等。

2、生产流程

(1)SO₂的制取 (设备：沸腾炉)

①原料为硫黄： $S+O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} SO_2$ ②原料为硫铁矿： $4FeS+11O_2 \xrightarrow{\text{高温}} 8SO_2+2Fe_2O_3$

(2)SO₂的催化氧化 (设备：接触室)：



(3)SO₃的吸收 (设备：吸收塔)： $SO_3+H_2O=H_2SO_4$ 。注意：工业上用98%的浓硫酸吸收SO₃，这样可避免形成酸雾并提高吸收效率。

3、三废的利用

(1)尾气吸收

废气中的SO₂用氨水吸收，生成的(NH₄)₂SO₄作化肥，SO₂循环使用。



(2)污水处理

废水可用Ca(OH)₂中和，发生反应为 $SO_2+Ca(OH)_2=CaSO_3\downarrow+H_2O$

(3)废渣的处理

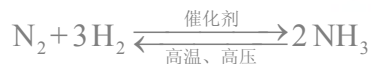
作水泥或用于建筑材料；回收有色金属等综合利用。

4、反应条件： $2SO_2+O_2 \xrightleftharpoons{\text{催化剂}} 2SO_3$ 放热 可逆反应(低温、高压会提升转化率)

转化率、控制条件的成本、实际可能性。 即选：400℃~500℃，常压，五氧化二钒(V₂O₅)作催化剂。

二、人工固氮技术——合成氨

1、反应原理



反应特点：(1)该反应为可逆反应。(2)正反应为气体体积减小的反应。(3)正反应为放热反应。

2、条件的选择

结合反应的三个特点及实际生产中的动力，材料设备，成本等因素，得出合成氨的适宜条件是：(1)压强：20MPa~50MPa；(2)温度：500℃；(3)催化剂：铁触媒；(4)循环操作：反应混合气通过冷凝器，使氨液化并分离出来，N₂、H₂再通过循环压缩机送入合成塔。

3、生产流程

(1)造气

①N₂: 可用分离液态空气获得。

②H₂: a.利用焦炭制取: $C + H_2O \xrightarrow{\text{高温}} CO + H_2$

b. 利用 CH₄ 制取: $CH_4 + H_2O = CO + 3H_2$

(2)净化: 原料气净化处理, 防止催化剂中毒。

(3)合成: N₂ 和 H₂ 通过压缩机进入合成塔并发生反应。

(4)三废的利用

①废气: 主要有 H₂S, SO₂ 和 CO₂ 等。采用直接氧化法、循环法处理, CO₂ 作为生产尿素和碳铵的原料。

②废水: 主要含氰化物和氨, 分别采用不同的方法处理。

③废渣: 主要含炭黑和煤渣, 可作建筑材料或用作肥料的原料。

三、工业制纯碱

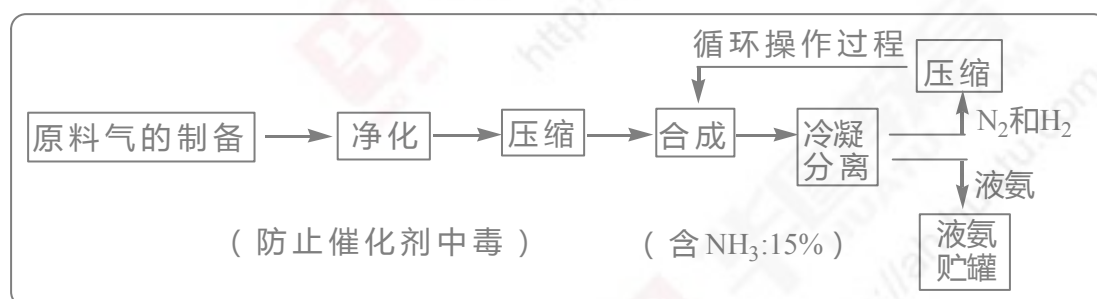
1、原料

氨碱法(又叫索尔维法): 食盐、氨气、石灰石(经煅烧生成生石灰和二氧化碳)。

联合制碱法(又叫侯式制碱法): 食盐、氨气、二氧化碳(合成氨厂的废气)。

2、主要反应原理

二者基本相同:



3、生产过程

第一步: 二者基本相同; 将 NH₃ 通入饱和食盐水形成氨盐水, 再通入 CO₂ 生成 NaHCO₃ 沉淀, 经过滤、洗涤得到 NaHCO₃ 微小晶体, 再煅烧制得纯碱产品, 其滤液是含有 NH₄Cl 和 NaCl 的溶液。

第二步: 氨碱法: NaHCO₃ 分解放出的 CO₂ ($2NaHCO_3 \xrightarrow{\Delta} Na_2CO_3 + CO_2 \uparrow + H_2O$), 滤液(含 NH₄Cl)与石灰乳混合加热产生的氨气回收循环使用[$CaO + H_2O = Ca(OH)_2$],



联合制碱法：在低温条件下，向滤液中加入细粉状的氯化钠，并通入氨气，可以使氯化铵单独结晶沉淀析出，经过滤、洗涤和干燥即得氯化铵产品。此时滤出氯化铵沉淀后所得的滤液，已基本上是氯化钠的饱和溶液，可循环使用。

4、综合评价

(1)氨碱法：①优点：原料(食盐和石灰石)便宜；产品纯碱的纯度高；副产品氨和二氧化碳都可以回收循环使用；制造步骤简单，适合于大规模生产。

②缺点：原料食盐的利用率低，大约 70%~74%，其余的食盐随 CaCl_2 溶液作为废液被抛弃；过程中产生了没多大用途且难以处理的 CaCl_2 。

(2)联合制碱法：使食盐的利用率提高到 96%以上，应用同量的食盐比氨碱法生产更多的纯碱。另外它综合利用了合成氨厂的二氧化碳和碱厂的氯离子，同时生产出两种可贵的产品——纯碱的氯化铵；过程中不生成没多大用途、又难以处理的 CaCl_2 ，减少了对环境的污染，并且大大降低了纯碱和氮肥的成本，充分体现了大规模联合生产的优越性。

四、天然水的净化

1、水的净化

(1)混凝法

常用明矾、绿矾、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 、 FeSO_4 、聚合铝等作混凝剂，用明矾净水的原理是：



(2)化学软化法

①煮沸法除暂时硬度： $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \xrightarrow{\Delta} \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。



②药剂法：先加 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ，再加 Na_2CO_3 。

③离子交换法：向硬水中加入离子交换剂(如 NaR)，反应式为



$\text{Ca}^{2+} + 2\text{NaR} = \text{CaR}_2 + 2\text{Na}^+$ 、 $\text{Mg}^{2+} + 2\text{NaR} = \text{MgR}_2 + 2\text{Na}^+$ ，且离子交换树脂能

再生： $\text{CaR}_2 + 2\text{Na}^+ = 2\text{NaR} + \text{Ca}^{2+}$ 。

2、污水处理

(1)中和法

酸性废水常用熟石灰中和，碱性废水常用 H_2SO_4 或 H_2CO_3 中和。

(2)沉淀法

Hg^{2+} 、 Pb^{2+} 、 Cu^{2+} 等重金属离子可用 Na_2S 除去，反应的离子方程式为



3、海水淡化

常用方法为蒸馏法、电渗析法等。

注意：水的暂时硬度和永久硬度的区别：在于所含的主要阴离子种类的不同，由 $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ 或 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 所引起的水的硬度叫水的暂时硬度，由钙和镁的硫酸盐或氯化物等所引起的水的硬度叫水的永久硬度。天然水的硬度是泛指暂时硬度和永久硬度的总和。

五、海水的综合利用

1、海水制盐

以蒸馏法为主，主要得到 NaCl 和 CaCl_2 、 MgCl_2 、 Na_2SO_4 。

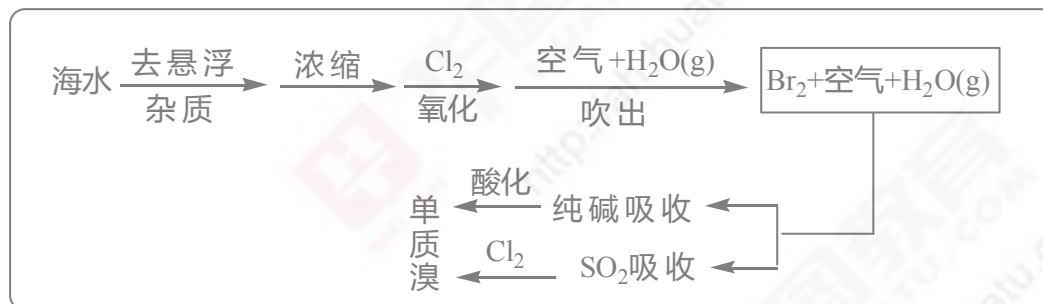
2、氯碱工业

(1)设备：离子交换膜（只允许 Na^+ 通过）电解槽

(2)反应原理： $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{NaOH} \uparrow + \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow$ 。

3、海水提溴

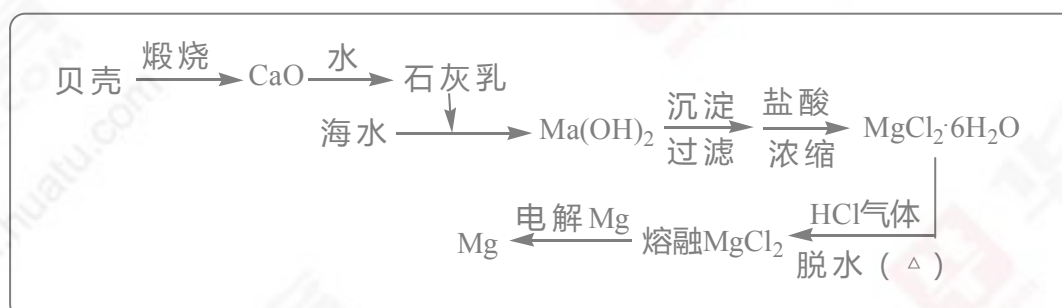
(1)工艺流程



(2)主要反应原理： $\text{Cl}_2 + 2\text{Br}^- = \text{Br}_2 + 2\text{Cl}^-$ 。

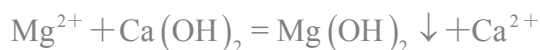
4、海水提镁

(1)工艺流程



(2)主要反应原理





注意：①为提高反应中 Mg^{2+} 的浓度，将海水浓缩或用提取食盐后的盐卤。

②电解熔融 MgCl_2 生成的 Cl_2 可用于制盐酸，循环使用，节省成本。

③所得 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀中含有的 CaSO_4 杂质在加盐酸前应除去，以保证 MgCl_2 的纯度。

六、石油、煤、天然气的综合利用

1、石油的综合利用

(1)分馏：分为常压分馏和减压分馏，每种馏分仍是混合物。

(2)裂化与裂解

	(催化)裂化	裂解
含义	通过催化剂催化、高温，使含碳原子数多、沸点高的烃断裂为含碳原子数少、沸点低的烃的过程	采用比裂化更高温度(700℃~1000℃)使长链烃断裂成短链、不饱和烃的过程
目的	提高轻质油，特别是汽油的产量和质量	获得有机化工原料，特别是提高乙烯的产量
原料	减压分馏后的重油、石蜡等	石油分馏的馏分
产品	轻质燃料油：汽油、柴油、煤油等	主要短链不饱和烃：乙烯、丙烯、丁烯等组成的裂解气及少量液态烃
举例	$\text{C}_{16}\text{H}_{34} \xrightarrow[\text{加热、加压}]{\text{催化剂}} \text{C}_8\text{H}_{18} + \text{C}_8\text{H}_{16}$	$\text{C}_8\text{H}_{18} \xrightarrow[\text{加热、加压}]{\text{催化剂}} \text{C}_4\text{H}_{10} + \text{C}_4\text{H}_8$ $\text{C}_4\text{H}_{10} \xrightarrow[\text{加热、加压}]{\text{催化剂}} \text{C}_2\text{H}_6 + \text{C}_2\text{H}_4$ $\text{C}_4\text{H}_{10} \xrightarrow[\text{加热、加压}]{\text{催化剂}} \text{CH}_4 + \text{C}_3\text{H}_6$
相同点	裂解就是深度裂化，二者所得产物一定比原反应物的碳原子数少	

注意：①汽油指含有 5~11 个碳原子的烃，裂化汽油与直馏汽油不同，裂化汽油中含不饱和烃，能使溴的四氯化碳溶液褪色，而直馏汽油不能。

②裂解气中主要含乙烯、丙烯、丁二烯等短链气态烃，而液化石油气是石油常压分馏的产物，主要含有丙烷、丙烯、丁烷、丁烯及少量戊烷、戊烯和含硫化合物。

2、天然气的综合利用

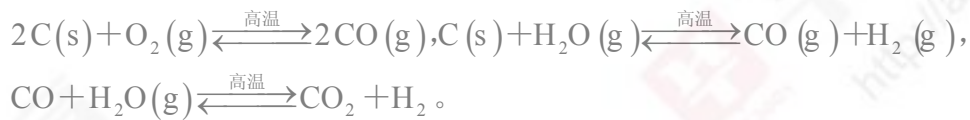
除了直接用作燃料外，还可以制造合成氨原料气 H_2 ，合成甲醇及其他化工原料。例如：



3、煤的综合利用

(1)煤的干馏：将煤隔绝空气加强热，使之分解的过程，得到的固态物质焦炭，液态物质煤焦油、粗氨水，气态物质焦炉气的成分为 H_2 、 CH_4 、 CO 、 CO_2 、 N_2 等。

(2)煤的气化：是把煤中的有机物转化为可燃性气体的过程。主要反应：



(3) 煤的液化

①直接液化：煤与氢气作用生成液体燃料。

②间接液化：先把煤转化成 CO 和 H₂，再催化合成烃类燃料、醇类燃料及化学品等。

七、化学与材料的发展

1、无机非金属材料

		原料	成分	生产原理	性能、用途
传统硅酸盐材料	陶瓷	黏土		高温烧制	抗氧化、抗酸碱腐蚀、耐高温、绝缘、易成型。盛放物品、艺术品
	玻璃	石英砂、石灰石、纯碱	Na_2SiO_3 CaSiO_3	$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{SiO}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow$ $\text{CaCO}_3 + \text{SiO}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaSiO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow$	光学玻璃、耐腐蚀玻璃，不同颜色玻璃。
	水泥	石灰石、黏土	硅酸二钙、铝酸三钙、铁铝酸钙	磨成粉—煅烧—加石膏等—粉磨	水硬性，用作建筑材料。 混凝土：水泥、砂子、碎石
新材料	碳化硅	SiO_2, C	SiC	$\text{SiO}_2 + \text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{SiC} + \text{CO} \uparrow$	结构与金刚石相似，硬度大，优质磨料，性质稳定，航天器涂层材料。
	氮化硅	高纯 Si、N ₂	Si_3N_4	$3\text{Si} + 2\text{N}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si}_3\text{N}_4$ $3\text{SiCl}_4 + 2\text{N}_2 + 6\text{H}_2 = \text{Si}_3\text{N}_4 + 12\text{HCl}$	熔点高、硬度大、化学性质稳定，制造轴承、气轮机叶片、发动机受热面。
	单质硅	高纯焦炭、石英砂	Si	$\text{SiO}_2 + 2\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si} + 2\text{CO} \uparrow$ $\text{SiHCl}_3 + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si} + 3\text{HCl}$	半导体工业
	金刚石	CH_4	C	$\text{CH}_4 = \text{C}(\text{金刚石}) + 2\text{H}_2$	研磨材料
	其余新材料	C_{60} （新型贮氢材料）、超导材料等			

2、金属材料

	原料	装置	原理
炼铁	铁矿石、焦炭、石灰石、空气	高炉	还原剂 CO 的生成： $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$ 、 $\text{CO}_2 + \text{C} = 2\text{CO}$

			生铁形成: $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} = 2\text{Fe} + 3\text{CO}$
炼钢	生铁	氧气顶吹转炉	降低 C%: $2\text{C} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$ 、 $\text{Fe} + \text{O}_2 = 2\text{FeO}$ $\text{FeO} + \text{C} = \text{CO} + \text{Fe}$ 除杂质: $\text{FeS} + \text{CaO} = \text{CaS} + \text{FeO}$ 脱硫 添加合金元素: Cr、Mn、Ni
炼铝	铝土矿、纯碱、石灰、煤、燃料油	电解槽	铝土矿溶解: $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{NaOH} = 2\text{NaAlO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 氢氧化铝析出: $\text{NaAlO}_2 + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{NaHCO}_3$ 氢氧化铝脱水: $2\text{Al}(\text{OH})_3 = \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ 电解氧化铝: $2\text{Al}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{电解}} 4\text{Al} + 3\text{O}_2 \uparrow$ 冰晶石(Na_3AlF_6)—氧化铝熔融液,少量 CaF_2 阳极: $6\text{O}_2 - 12\text{e}^- = 3\text{O}_2 \uparrow$ 阴极: $4\text{Al}^{3+} + 12\text{e}^- = 4\text{Al}$ 冰晶石的作用是作助熔剂,降低氧化铝的熔点。

金属腐蚀及防护:

	分类	实例
金属腐蚀原理	化学腐蚀	氧气、氯气等,温度影响较大。钢材高温容易氧化一层氧化皮
	电化学腐蚀	原电池反应,例如钢材 吸氧腐蚀(大多): 阴极: $\frac{1}{2}\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = 2\text{OH}^-$ 阳极: $\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$ 析氢腐蚀(酸性): 阴极 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2$ 阳极: $\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$
金属防腐方法	氧化膜	用化学方法在钢铁、铝的表面形成致密氧化膜
	电镀	镀铬、镀锌、镍(在空气中不容易发生化学变化的金属,原理)
	其余	改善环境、牺牲阳极(原电池的负极)、外加电流等

八、环境污染热点问题

1、酸雨:

硫的氧化物以及所形成的硫酸和硫酸盐随雨雪降到地面形成了酸雨。

2、工业四废:

废水、废气、废渣、废热。

3、粉尘：

指煤、矿石等固体物料在运输、筛选、粉碎、卸料等机械处理过程中产生的或风扬起的灰尘等。

4、破坏臭氧层的物质：

SO_2 、 NO 、 NO_2 、氟利昂 (CF_2Cl_2) 。

5、大气主要污染物：

SO_2 、 NO_x 、 CO 、粉尘等 。

6、温室效应：

人口剧增是导致“温室效应”加剧的主要原因。碳排放的增加即空气中 CO_2 增加是造成“温室效应”的主要因素。

7、水体富营养化：

赤潮、水华。引起赤潮的主要原因是工、农业及城市生活污水中含磷。

8、氰化物：

CN^- 有剧毒（电镀液中常含之），含 CN^- 的污水、废气会严重污染环境。

9、 Cu 、 Hg 、 Pb 等重金属盐：

可使人中毒，误食后应立即喝大量鸡蛋清或生牛奶。

10、 NaNO_2 ：

有毒，外观类似食盐，易误食， NaNO_2 进入血液，可把亚铁血红蛋白氧化为高铁血红蛋白，使血液失去携带氧的功能，造成组织缺氧。