

高中化学知识结构网络图

目 录

化学基本概念和基本理论

元素与化合物

有机化学基础

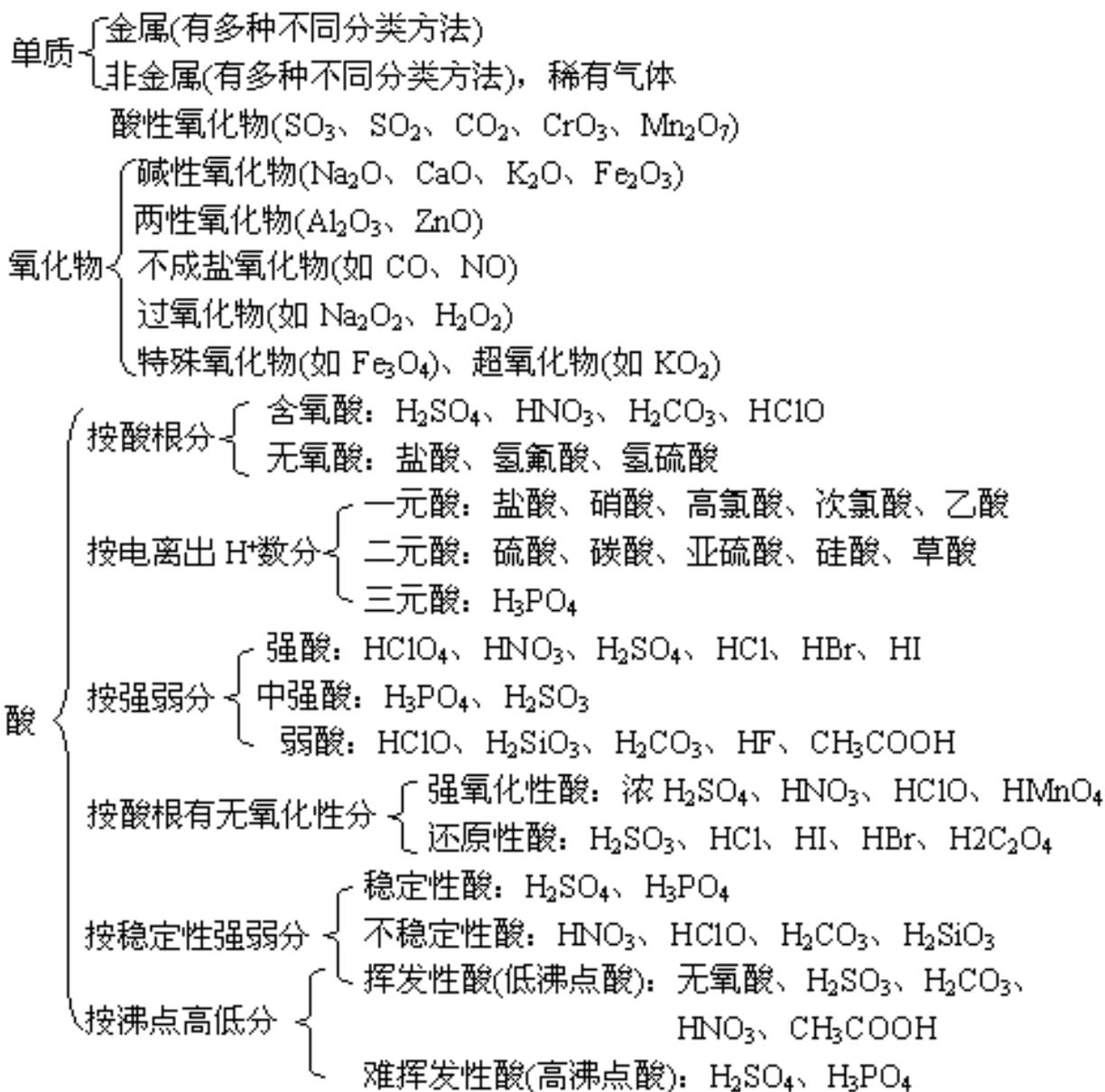
化学计算

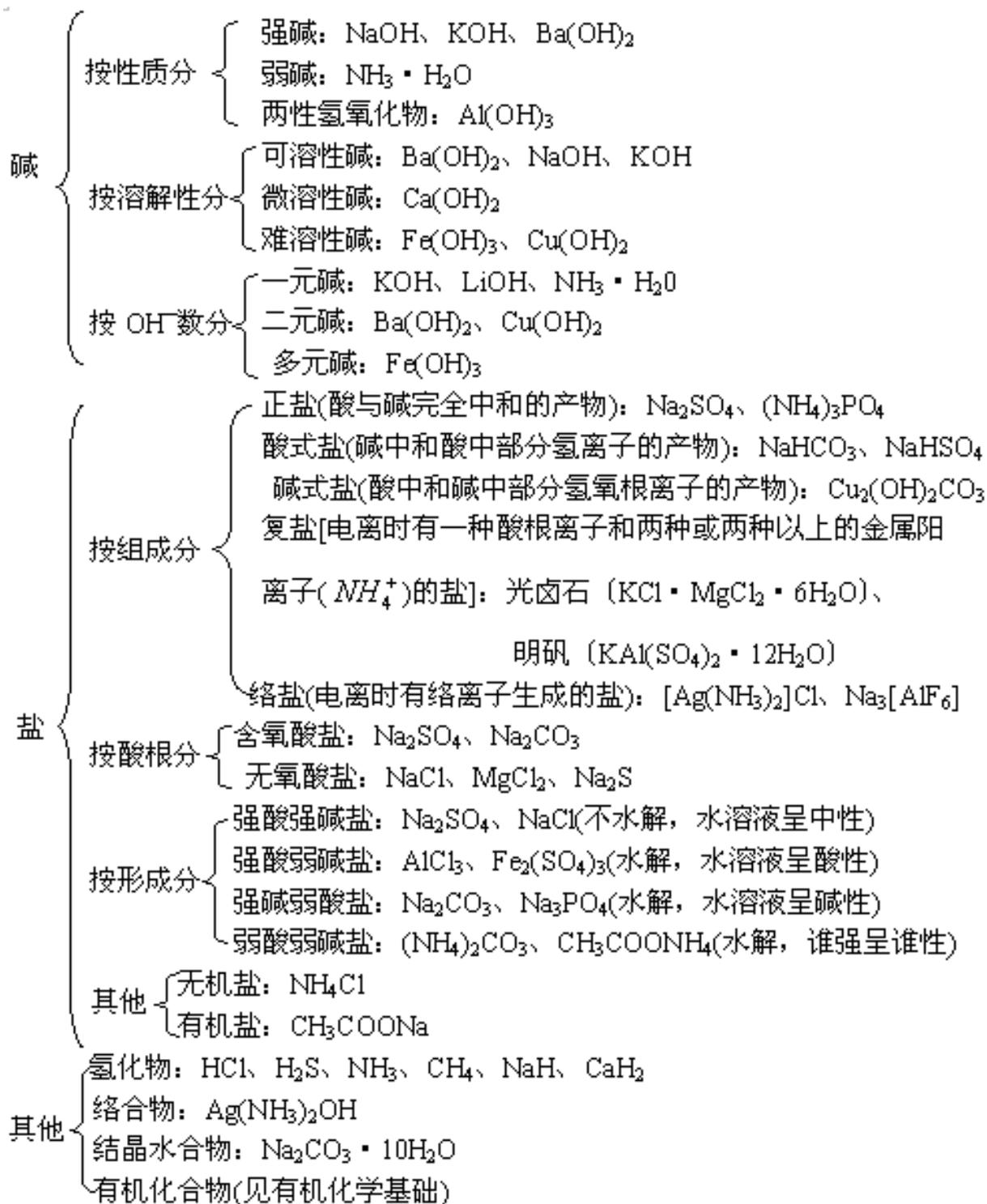
化学实验

化学工业知识

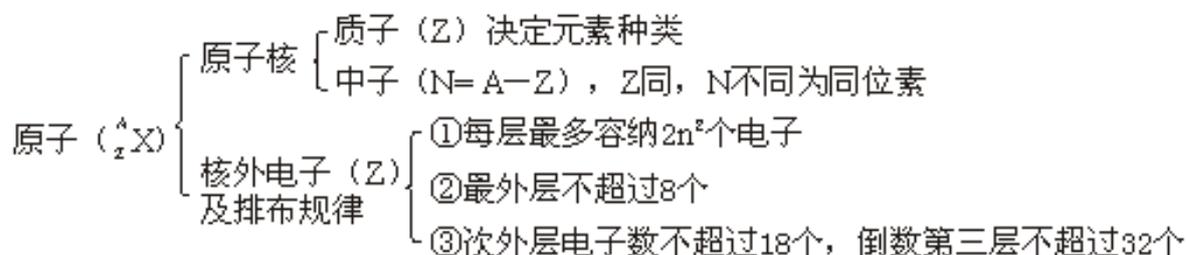
化学基本概念和基本理论

物质的分类





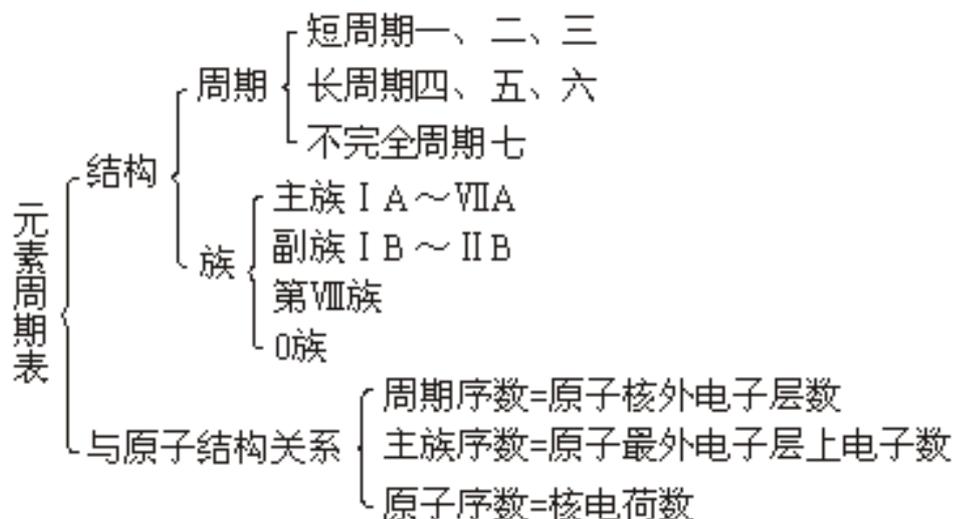
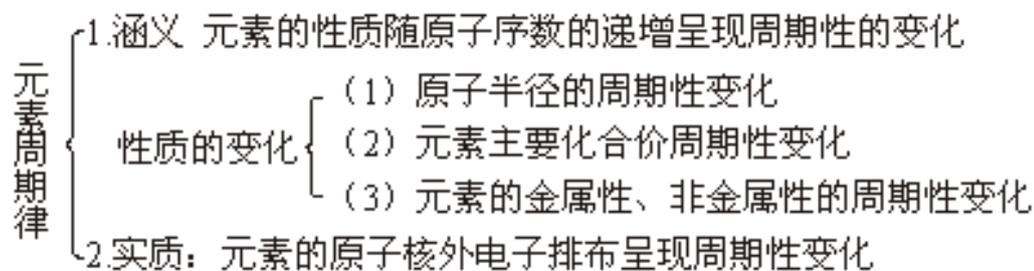
组成原子的粒子间的关系



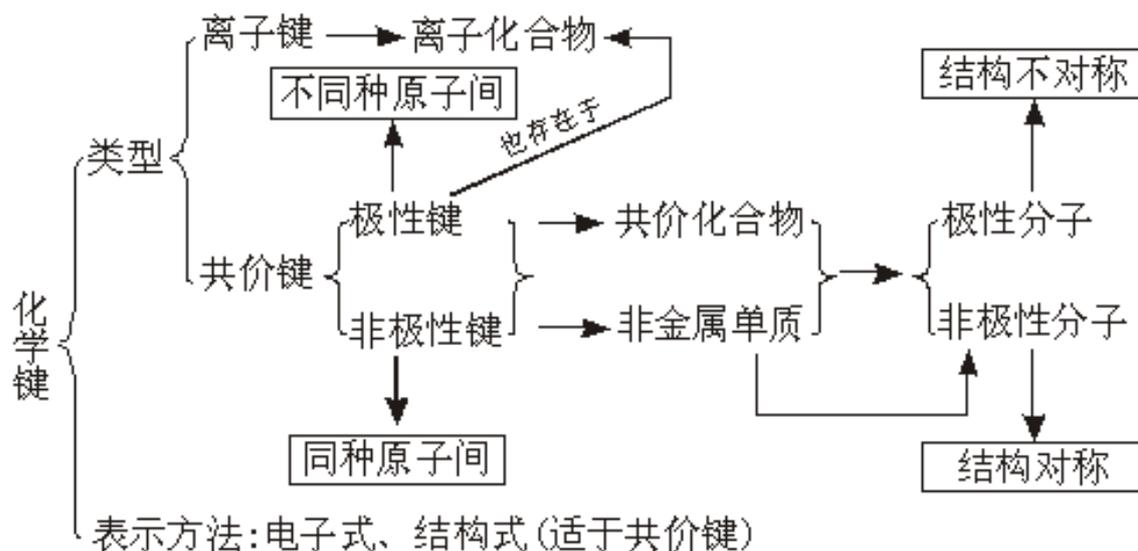
核电荷数 (Z) = 核内质子数 = 核外电子数

质量数 (A) = 质子数 (Z) + 中子数 (N)

元素周期律与周期表



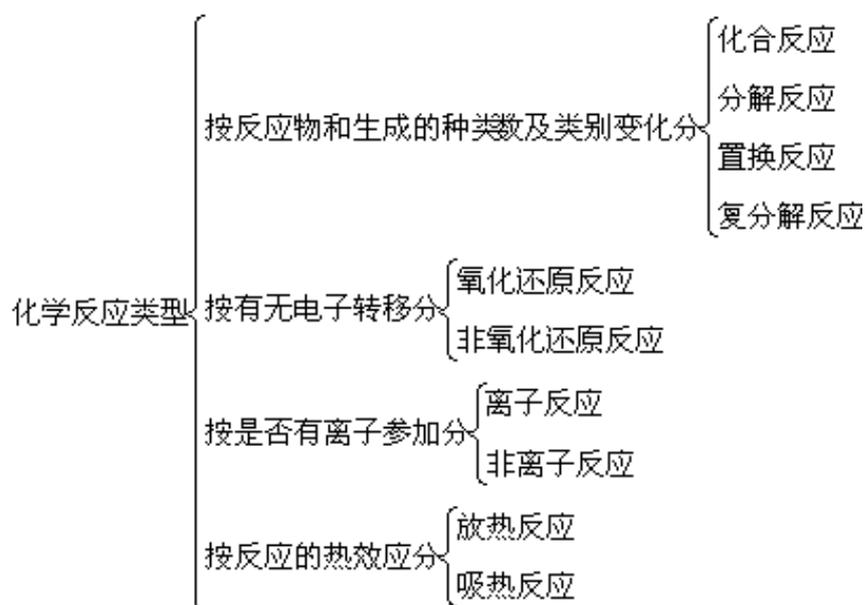
化学键与分子结构



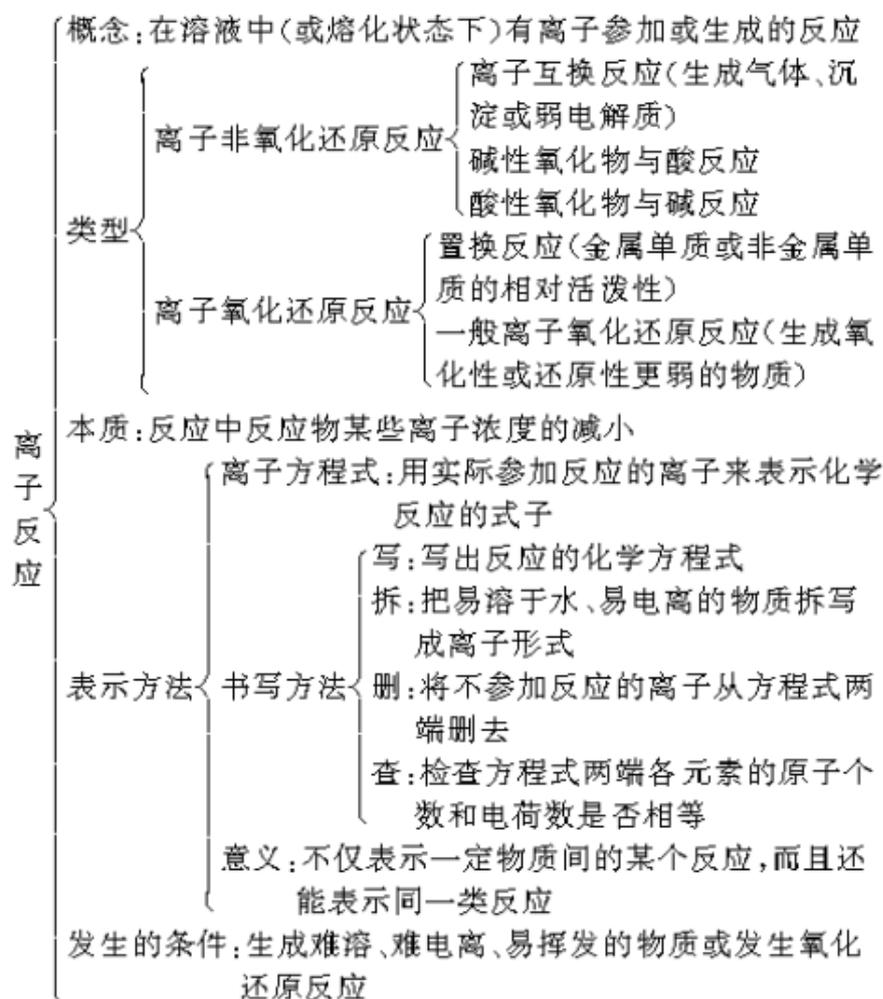
晶体类型与性质

性质比较		晶体类型			
		离子晶体	分子晶体	原子晶体	金属晶体
结构	组成粒子	阴、阳离子	分子	原子	金属阳离子和自由电子
	粒子间作用	离子键	范德华力	共价键	金属键
物理性质	熔沸点	较高	低	很高	有高有低
	硬度	硬而脆	小	大	有大有小、有延展性
	溶解性	易溶于极性溶剂, 难溶于非极性溶剂	极性分子易溶于极性溶剂	不溶于任何溶剂	难溶 (钠等与水反应)
	导电性	晶体不导电; 能溶于水的其水溶液导电; 熔化导电	晶体不导电, 溶于水后能电离的, 其水溶液可导电; 熔化不导电	不良 (半导体 Si)	良导体 (导电传热)
典型实例		NaCl、NaOH、Na ₂ O、CaCO ₃	干冰、白磷、冰、硫磺	金刚石、SiO ₂ 、晶体硅、SiC	Na、Mg、Al、Fe、Cu、Zn

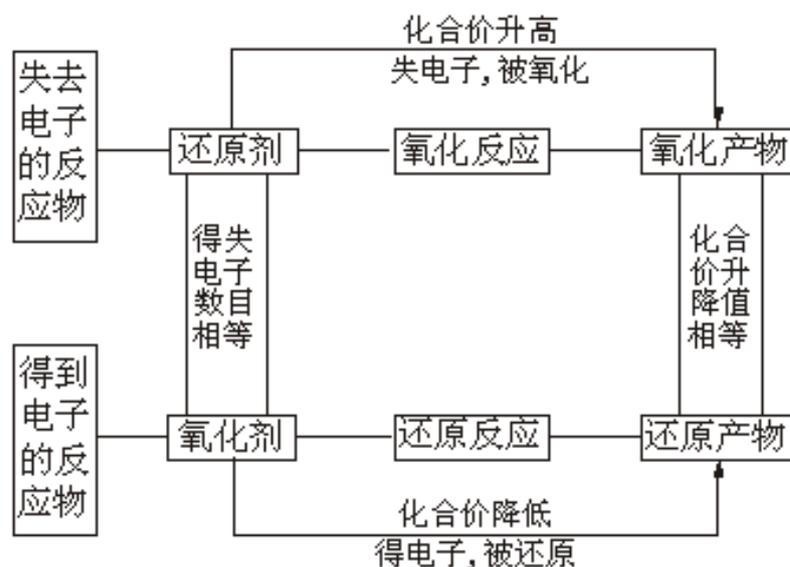
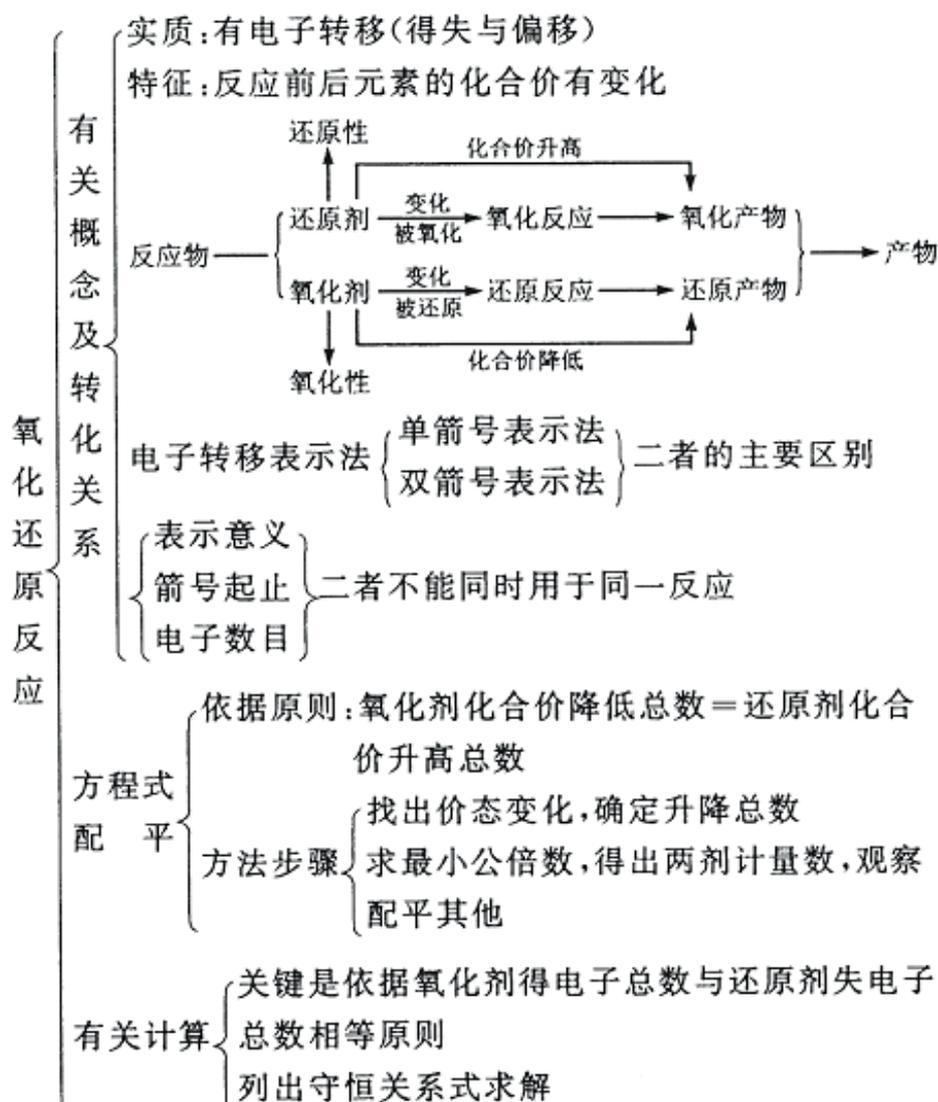
化学反应类型



离子反应



氧化还原反应的有关概念的相互关系



化学反应中的能量变化

化学反应中的能量变化

反应热

- 定义:在化学反应过程中放出或吸收的热量
- 符号: ΔH
- 单位:一般采用 $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- 可用量热计直接测量
- 研究对象:一定压强下在敞开容器中发生的反应所放出或吸收的热量
- 表示方法:放热反应 $\Delta H < 0$; 吸热反应 $\Delta H > 0$
- 燃烧热:在 101 kPa 时, 1 mol 物质完全燃烧生成稳定的氧化物时所放出的热量

化学反应中的能量变化

反应热

中和热

- 定义:在稀溶液中,酸跟碱发生反应生成 1 mol H_2O 时的反应热
- 强酸和强碱反应的中和热为 $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \longrightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l}); \Delta H = -57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- 弱酸弱碱电离要消耗能量,中和热 $\Delta H > -57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 即放出的热量在数值上要小于 $57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

化学反应中的能量变化

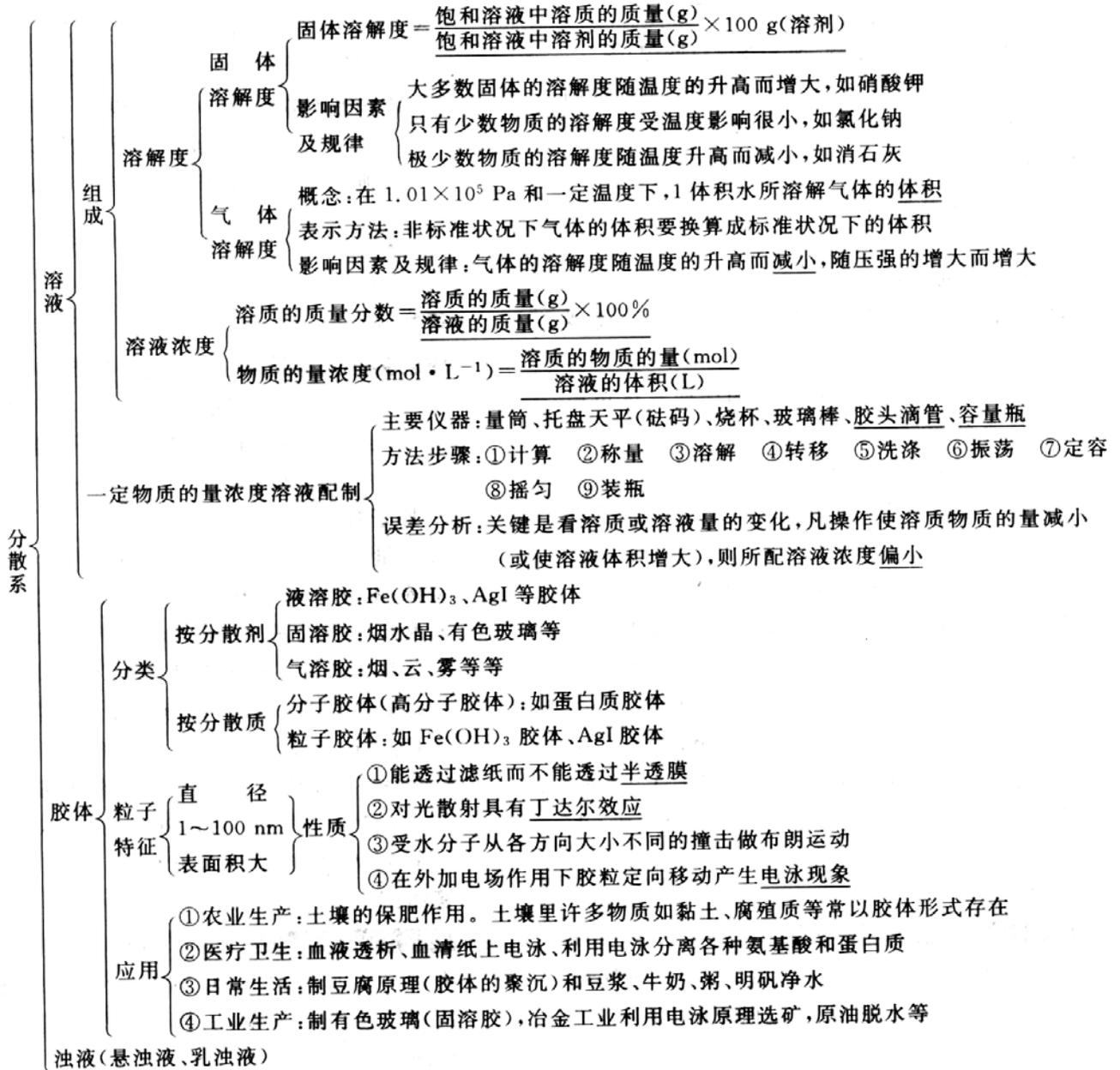
热化学方程式

书写方法

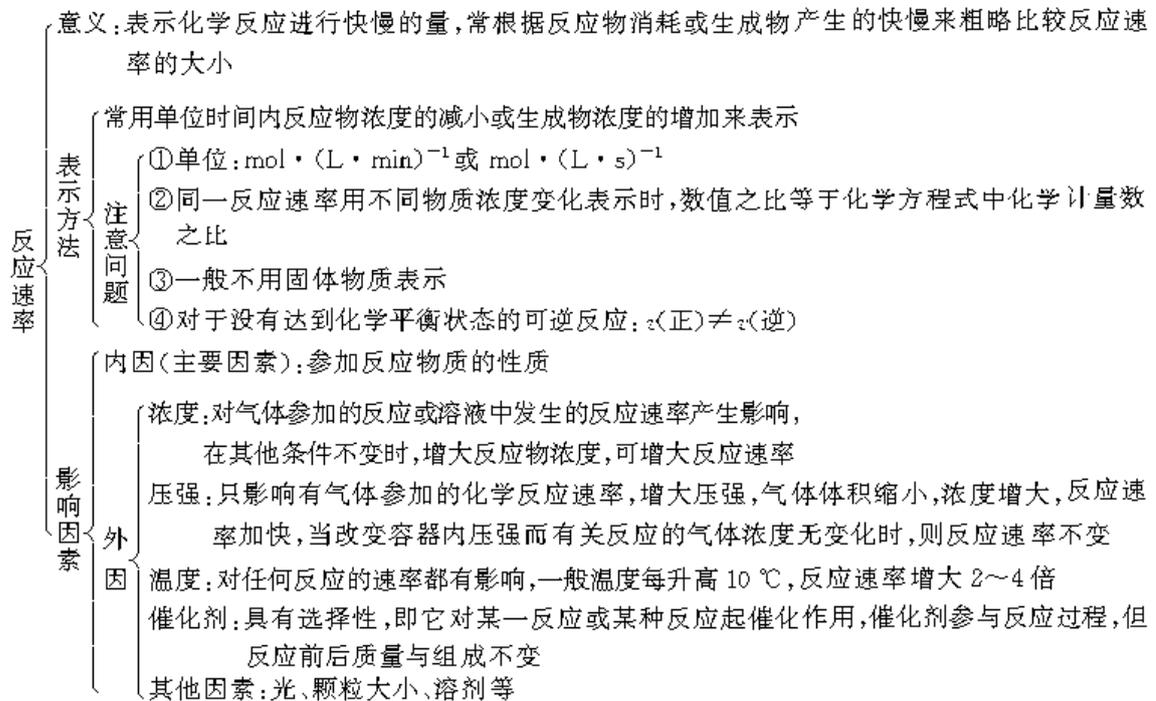
- 定义:表明所放出或吸收的热量的化学方程式
- (1) 要注明反应的温度和压强,若反应是在 298 K 和 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ 条件下进行,可不予注明
- (2) 要注明反应物和生成物的聚集状态或晶型。常用 s、l、g 分别表示固体、液体、气体
- (3) ΔH 与方程式计量数有关,注意方程式与对应 ΔH 不要弄错,计量数以“mol”为单位,可以是小数或分数
- (4) 在所写化学反应方程式后写下 ΔH 的“+”或“-”、数值和单位,方程式与 ΔH 应用分号隔开

盖斯定律:一定条件下,某化学反应无论是一步完成还是分几步完成,反应的总热效应相同

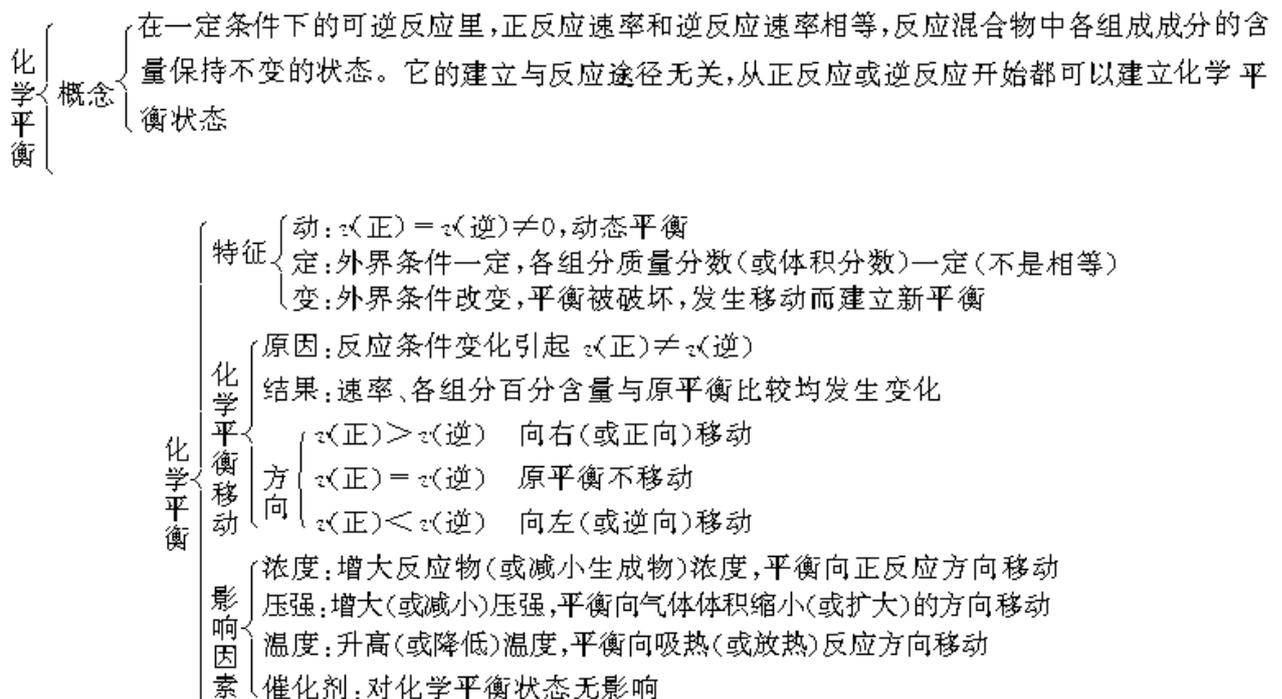
溶液与胶体



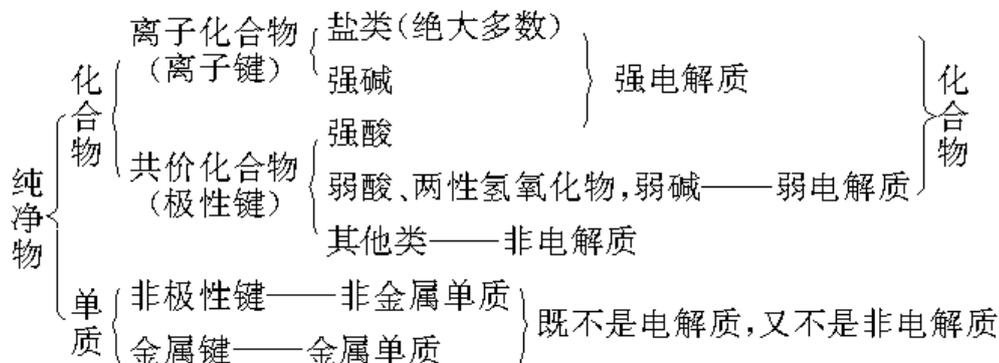
化学反应速率



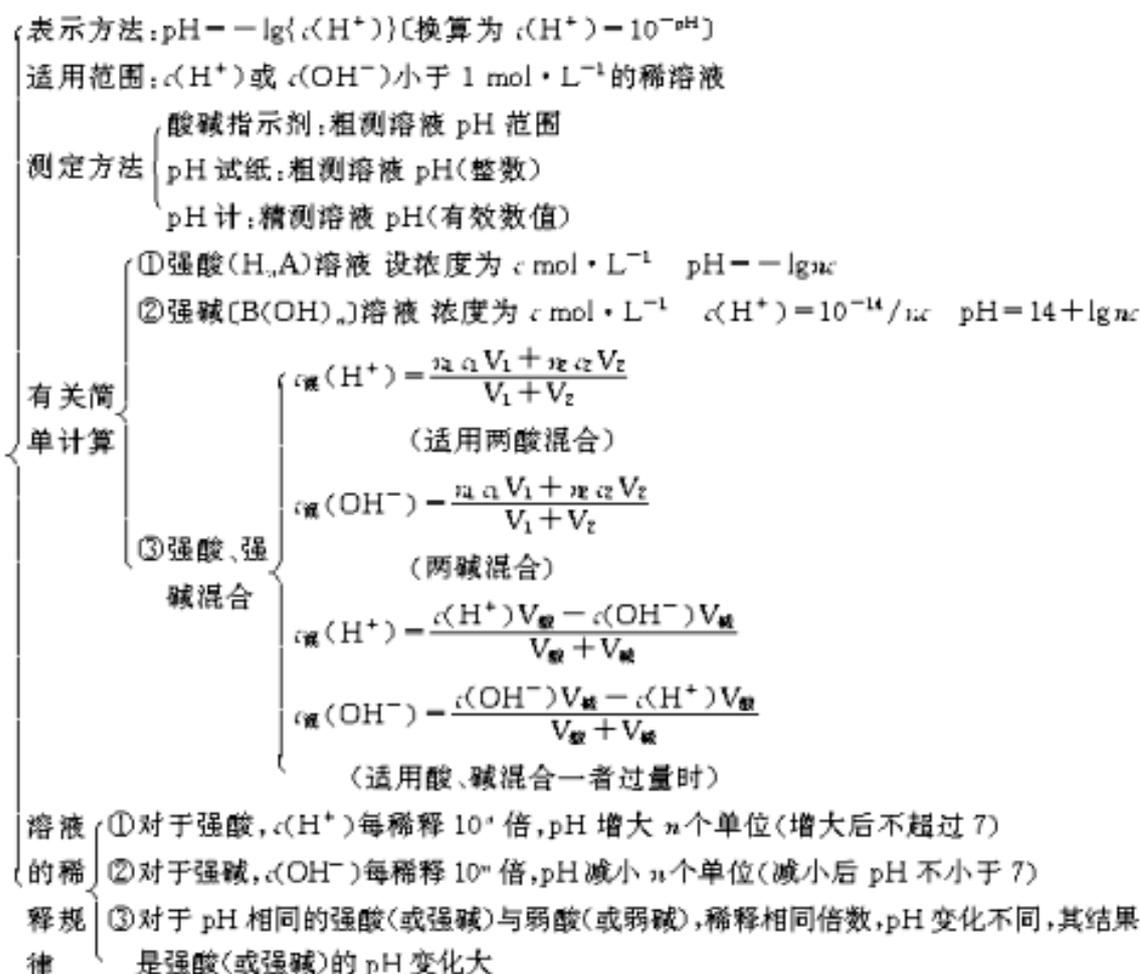
化学平衡



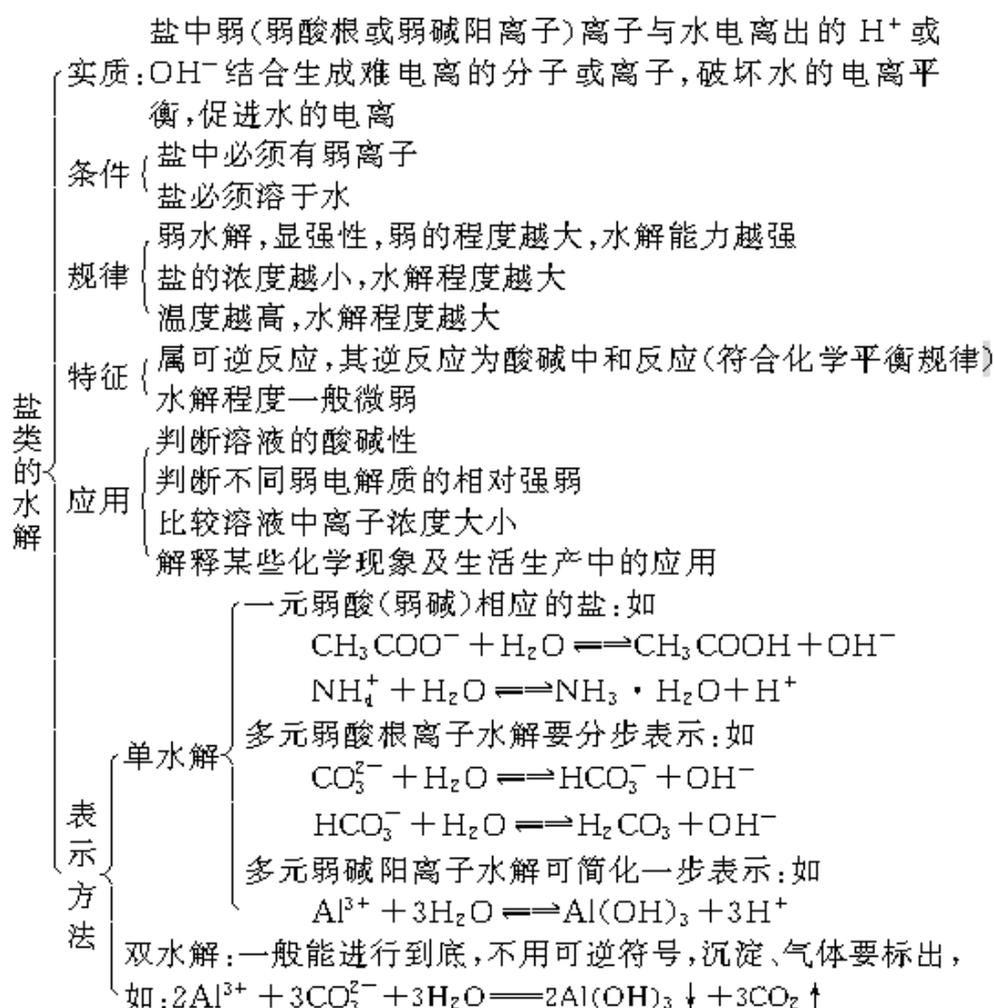
弱电解质的电离平衡



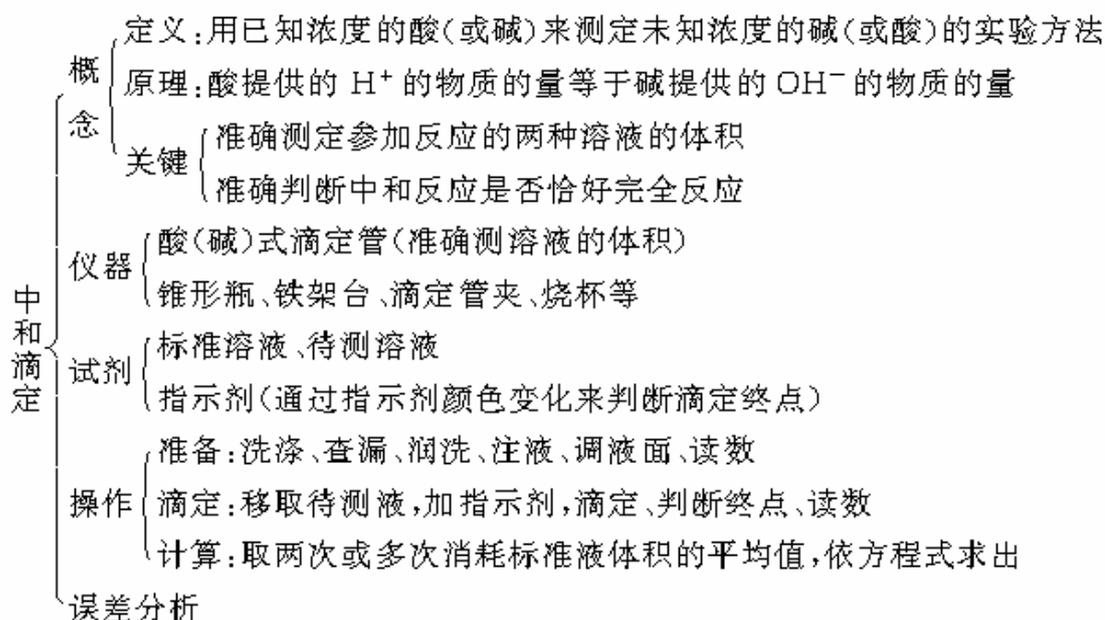
溶液的酸碱性



盐类的水解

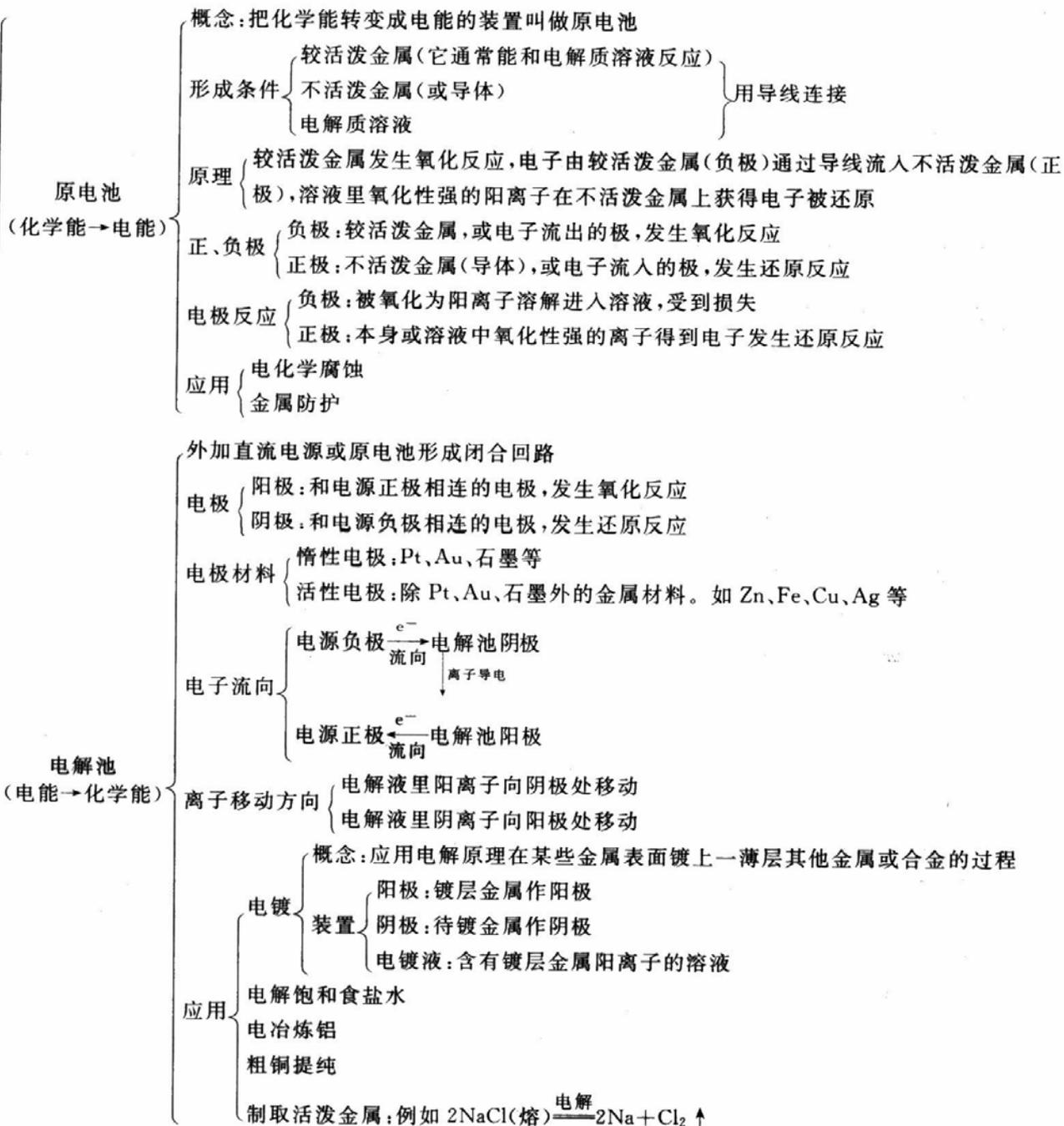


酸碱中和滴定



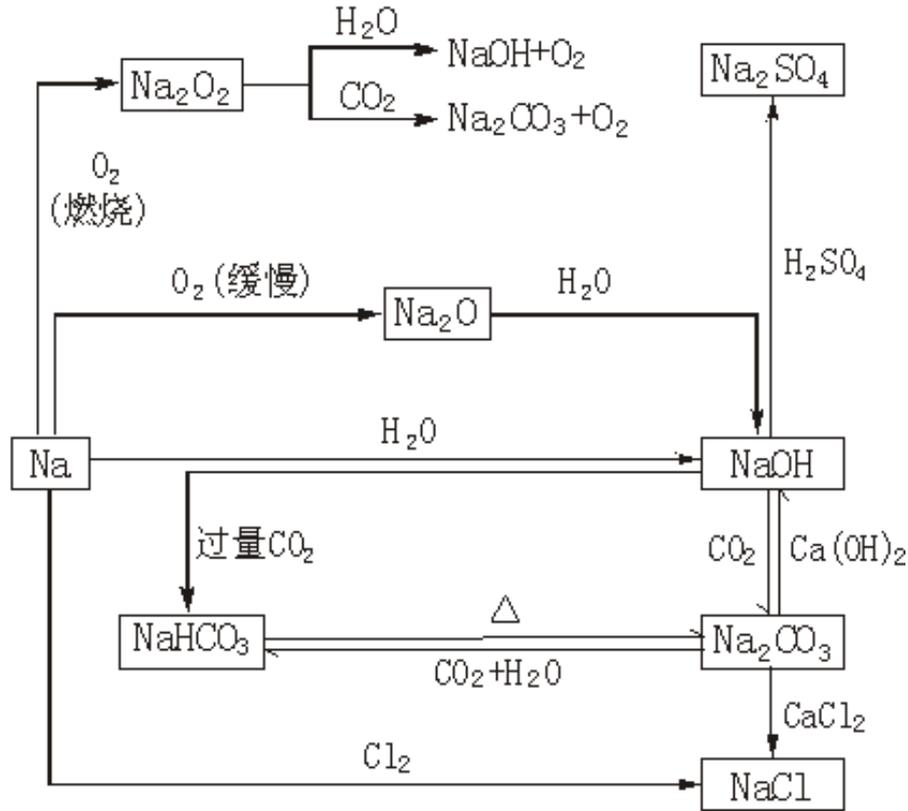
电化学

电化学



元素与化合物

钠及其化合物



碱金属

周期表中的位置(周期、族)

原子结构

表示方法

原子结构示意图: 钠 $\left[\begin{array}{c} \oplus 11 \\ 2 \quad 8 \quad 1 \end{array} \right]$

电子式: 铷 $\text{Rb} \cdot$

比较

相同点: 最外层电子数相同

不同点: 电子层数不同

相似性

最高正价为+1, 无气态氢化物, 但能形成属离子化合物的氢化物, 如 NaH

氧化物对应水化物为可溶性强碱, 典型的活泼金属元素

递变性(按原子序数递增的顺序)

原子半径由小到大

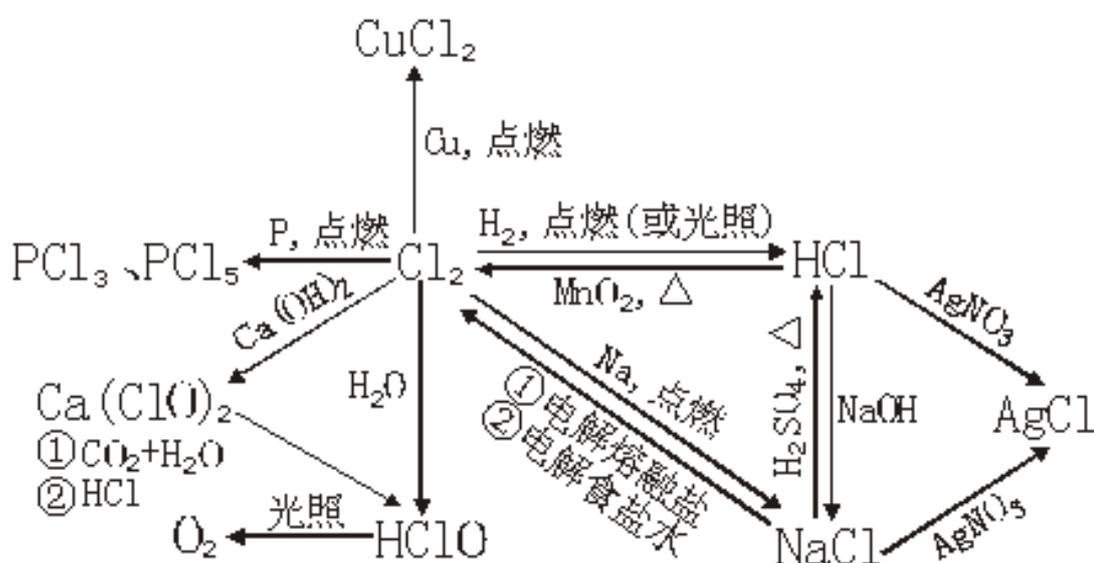
元素的金属性增强

氧化物对应水化物的碱性增强

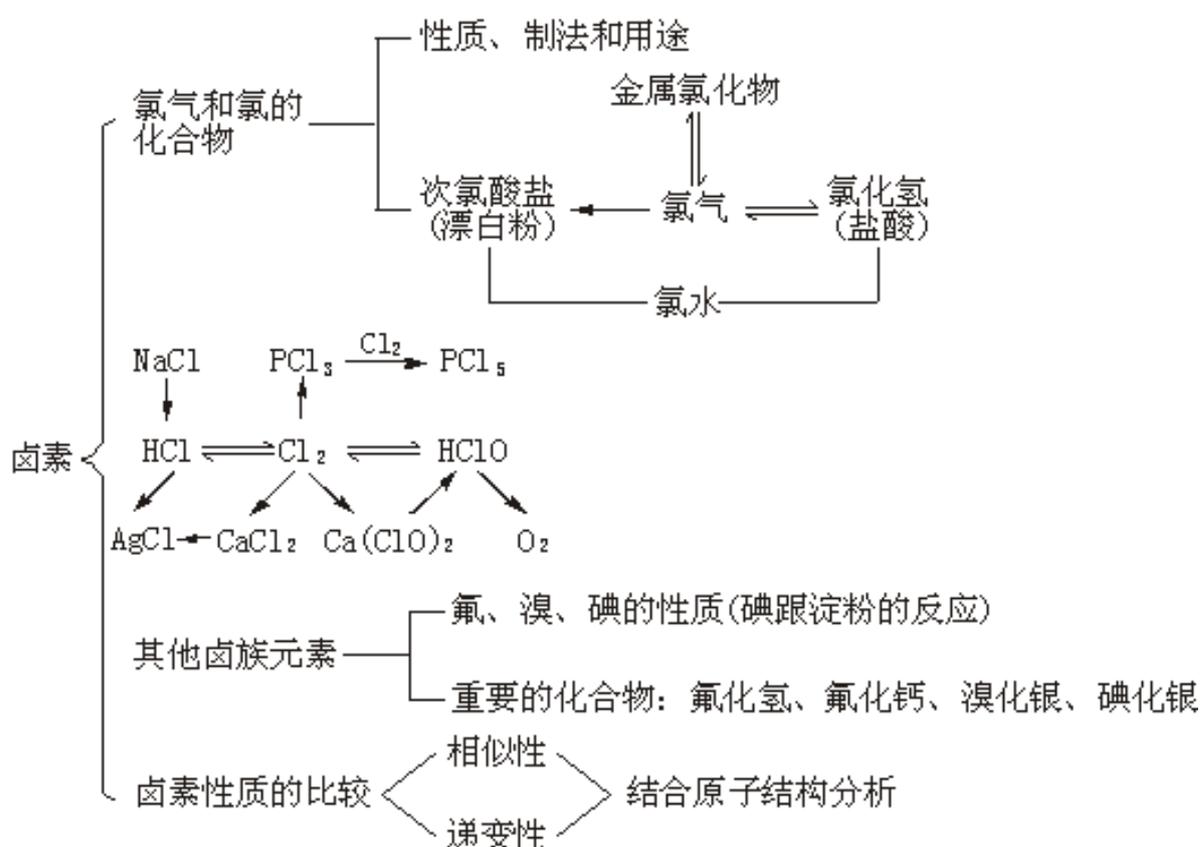
单质的熔点、沸点逐渐降低

离子的检验方法: 焰色反应

氯及其化合物



卤素



氧族元素

周期表中位置(周期、族)

氧族元素

原子结构

表示方法

原子结构示意图: 硫 $\left(+16 \right) \begin{matrix} 2 & 8 & 6 \\ \end{matrix}$

电子式: 硒: $\cdot \ddot{\text{Se}} \cdot$

比较

相同点: 最外层电子数相同

不同点: 电子层数不同

主要性质

相似性

- ①最高价态为+6, 负价为-2
- ②均能形成气态氢化物 H_2R
- ③最高价氧化物对应水化物为酸 H_2RO_4

递变性

- ①气态氢化物的稳定性由强到弱
- ②相应水化物的酸性由弱到强
- ③元素的非金属性由强到弱

氧族元素的非金属性比同周期卤素弱(按原子序数递增的顺序)

存在

- ①主要是化合态
 - 硫化物 → 硫铁矿(FeS_2)、黄铜矿(CuFeS_2)
 - 硫酸盐 → 石膏、芒硝
- ②少量游离态——天然硫(火山口附近)

物理性质: 淡黄色晶体, 不溶于水, 微溶于酒精, 易溶于 CS_2 , 很脆, 密度约为 $2 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$

(1) 硫是一种弱氧化剂, 可被大多数金属、氢气等还原为硫化物(硫元素为-2价):

- ① $2\text{Na} + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{S}$ (加热时爆炸)
- ② $\text{Fe} + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{FeS}$ (黑色)
- ③ $2\text{Cu} + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{Cu}_2\text{S}$ (黑色)
- ④ $\text{Hg} + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{HgS}$ (常温下反应; 除汞)
- ⑤ $2\text{Ag} + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{Ag}_2\text{S}$ (黑色, 银器变黑)
- ⑥ $\text{H}_2 + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{H}_2\text{S}$

(2) 硫是一种弱还原剂, 可被氧气、浓硫酸氧化为二氧化硫, 还可被浓硝酸氧化为硫酸:

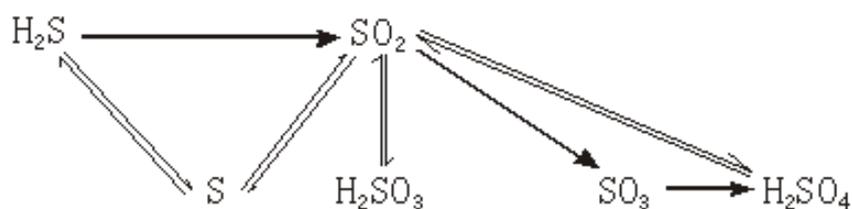
- ① $\text{S} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{SO}_2$ (燃烧现象)
- ② $\text{S} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} 3\text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
- ③ $\text{S} + 6\text{HNO}_3(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{H}_2\text{SO}_4 + 6\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

代表元素 硫单质

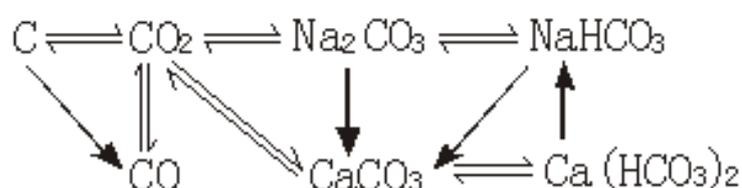
化学性质

用途: 制硫酸、橡胶、黑火药、医药、农药、火柴

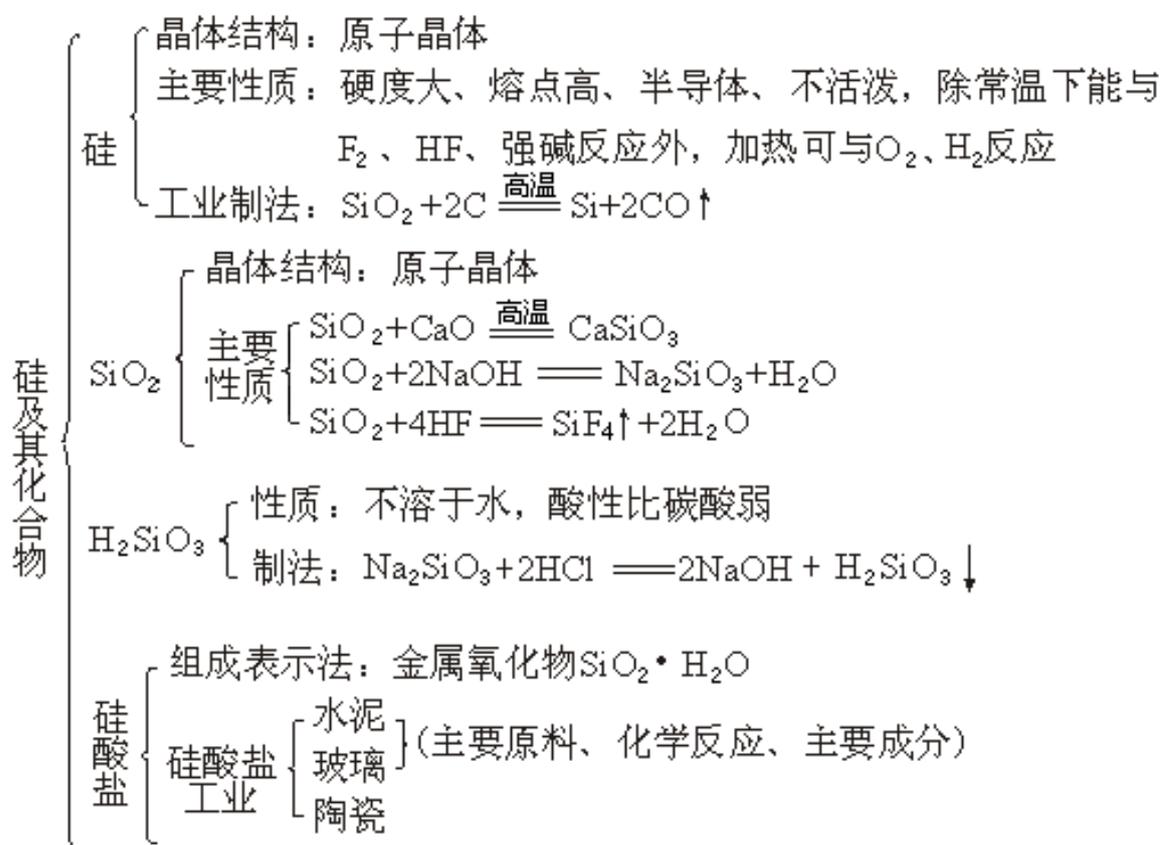
硫的重要化合物



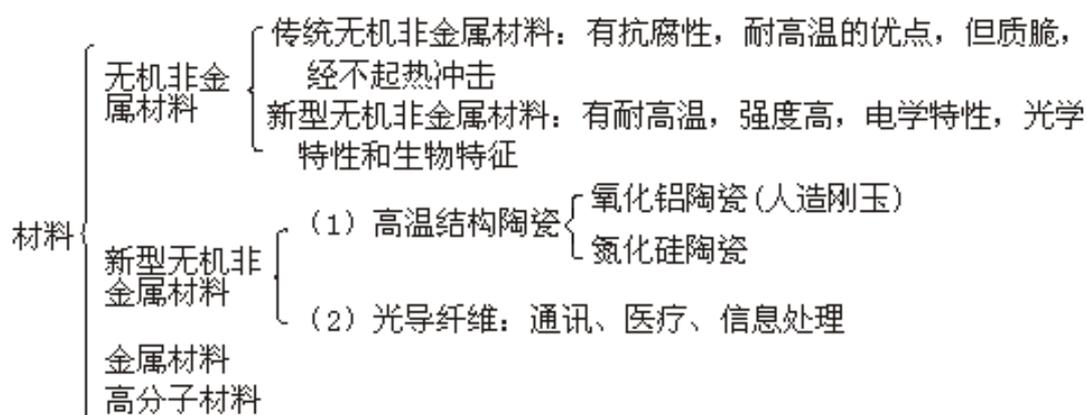
碳及其化合物



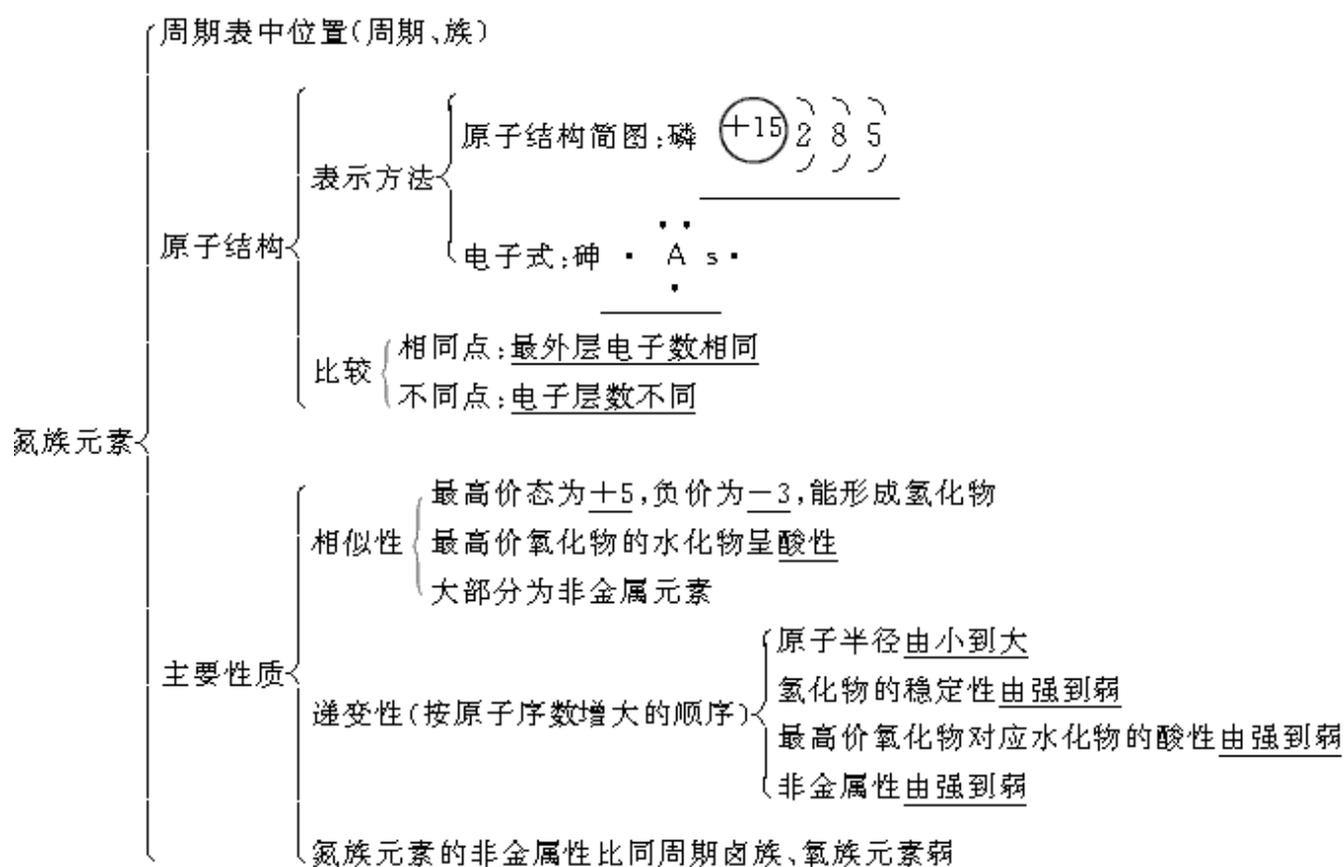
硅及其化合物



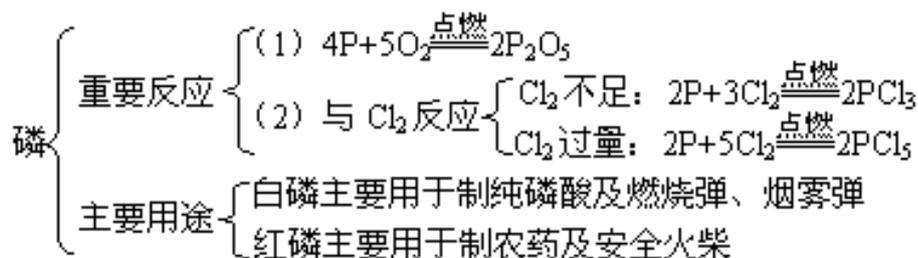
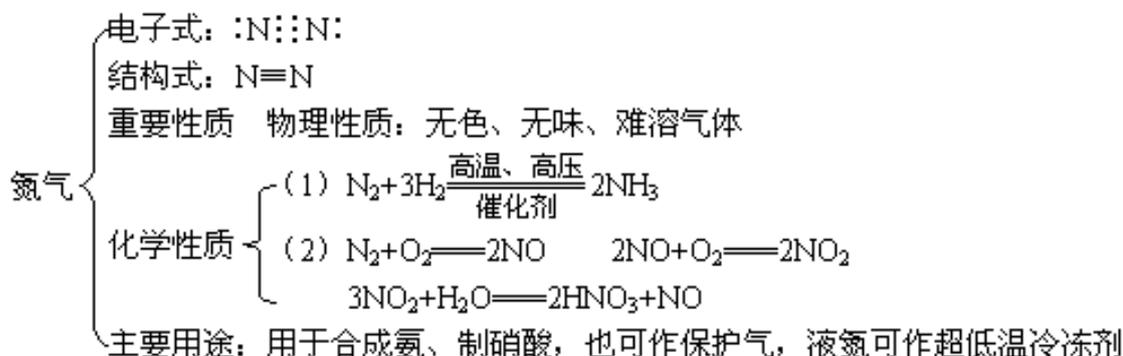
材料



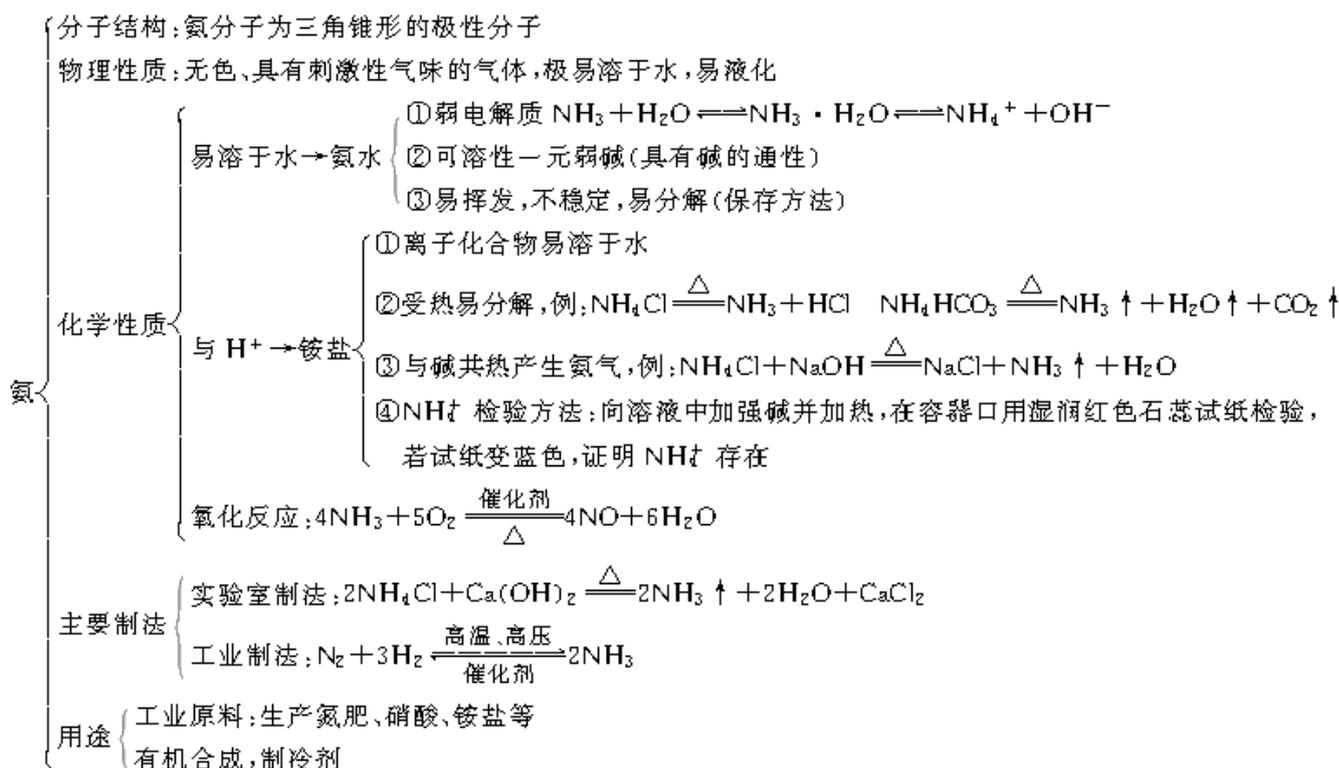
氮族元素

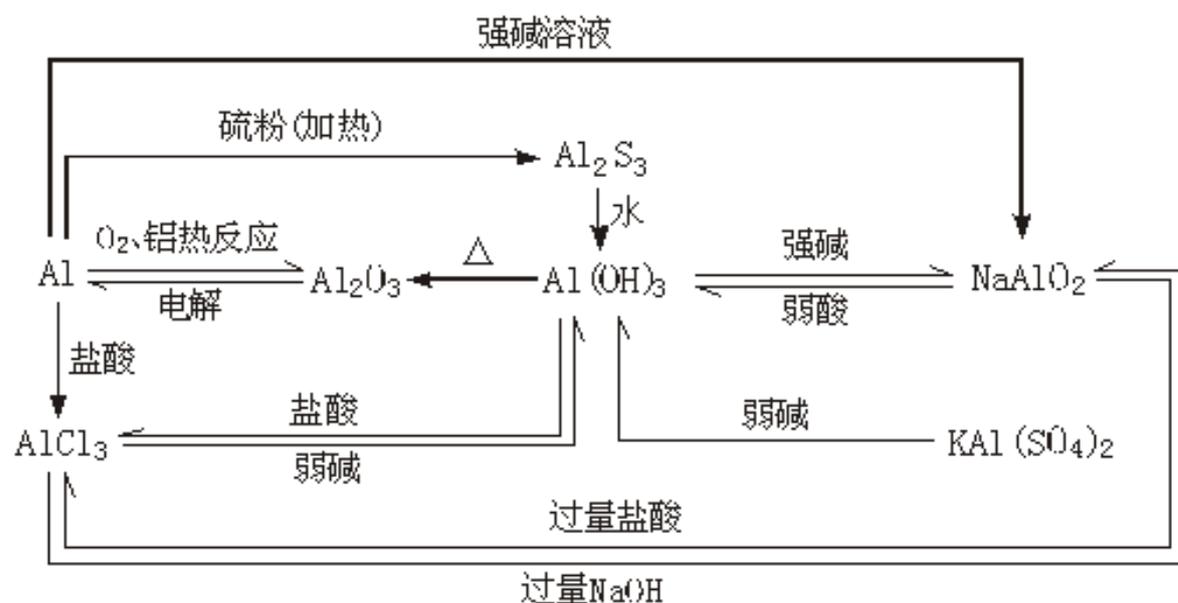


氮和磷

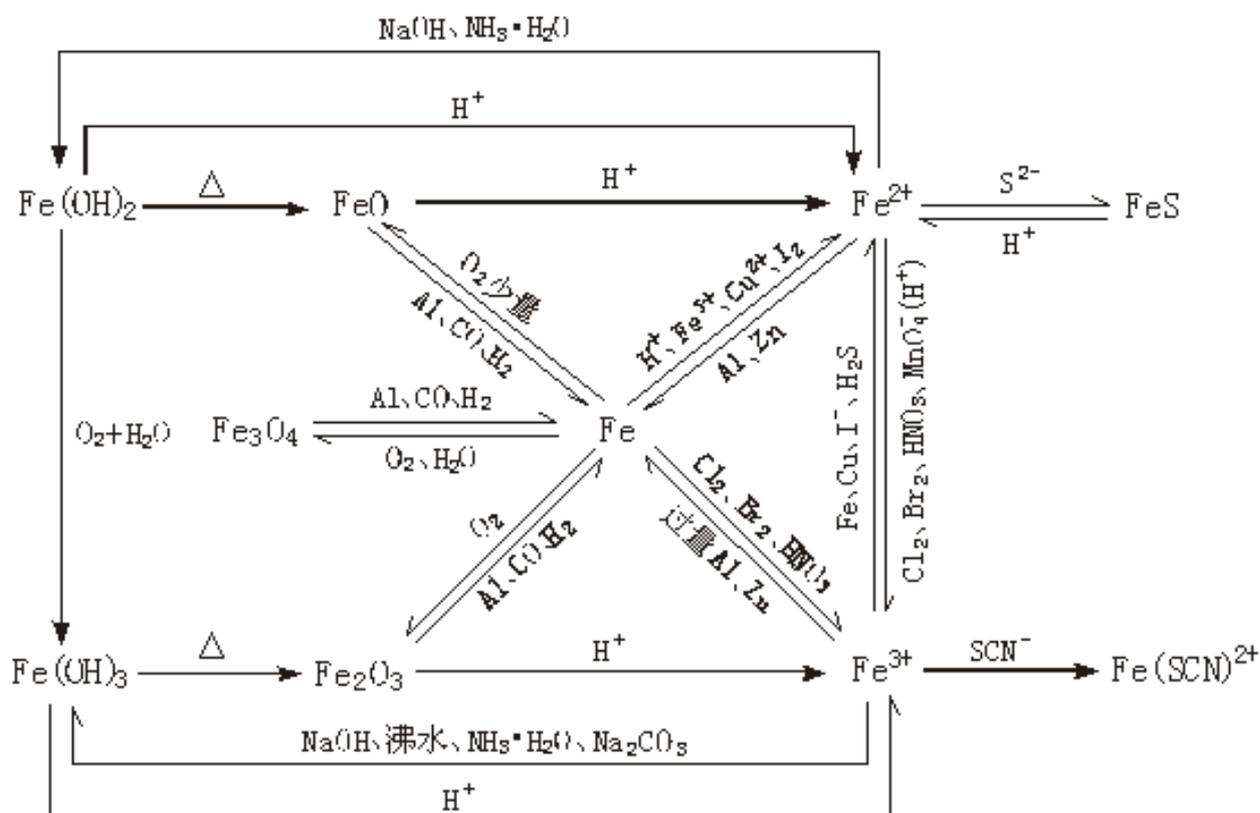


氨

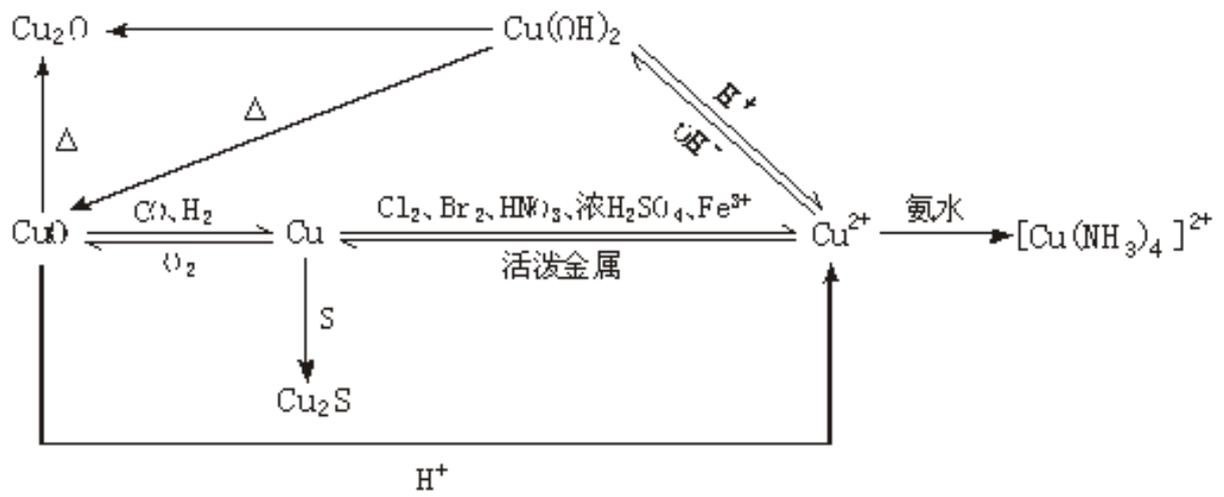




铁及其化合物

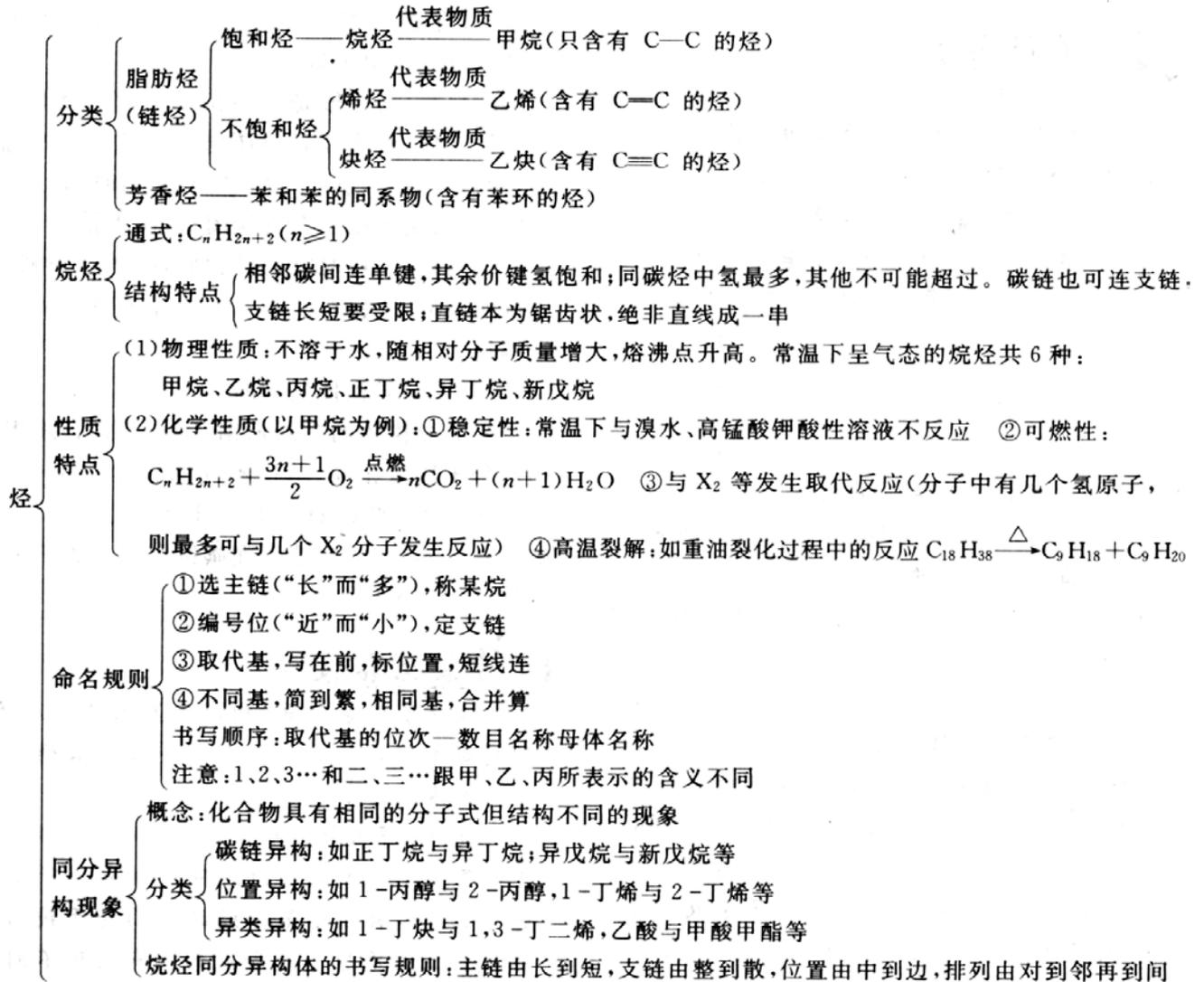


铜及其化合物

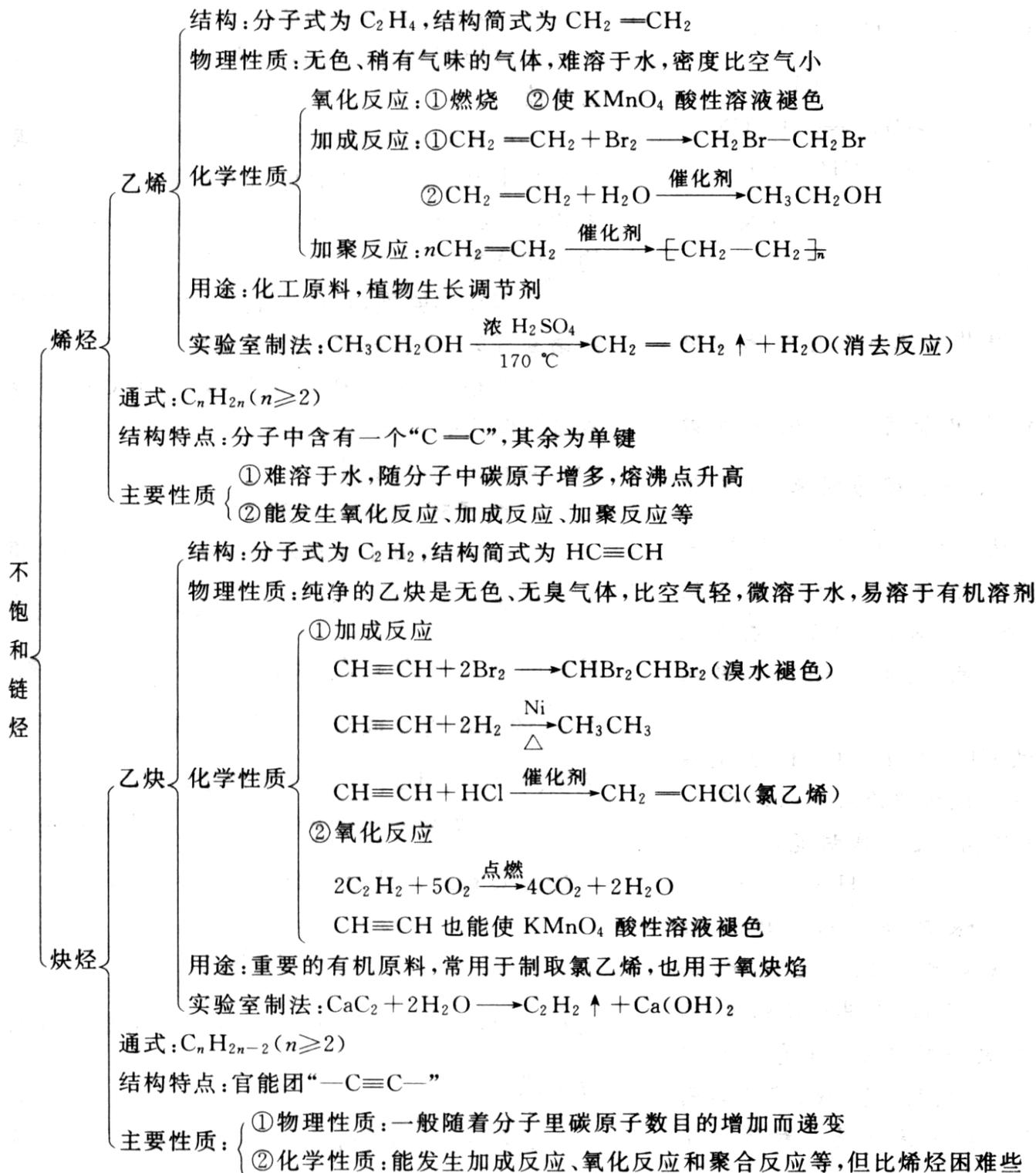


有机化学基础

烃



不饱和链烃



芳香烃

芳香烃

苯

类属：芳香烃(苯的同系物)

分子组成和结构：分子式为 C_6H_6 ，实验式为 CH ，结构简式为 

分子的空间构型：平面正六边形

物理性质 { 无色液体，有特殊的气味，熔点 $5.5\text{ }^\circ\text{C}$ ，沸点 $80.1\text{ }^\circ\text{C}$ ，易挥发，不溶于水，密度比水小，易溶于酒精等有机溶剂

化学性质 { ①常温下不易与溴水等发生加成反应(比较稳定)
②常温下不易与高锰酸钾酸性溶液等一般的氧化剂反应
③一定条件下可以和溴、硝酸等发生取代反应
④一定条件下可以和氢气、氯气等发生加成反应
⑤燃烧： $2C_6H_6 + 15O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 12CO_2 + 6H_2O$

主要用途：基本化工原料，用于生产苯胺、苯酚、尼龙等

定义：苯分子中的氢原子被一个或若干个烷基取代的产物

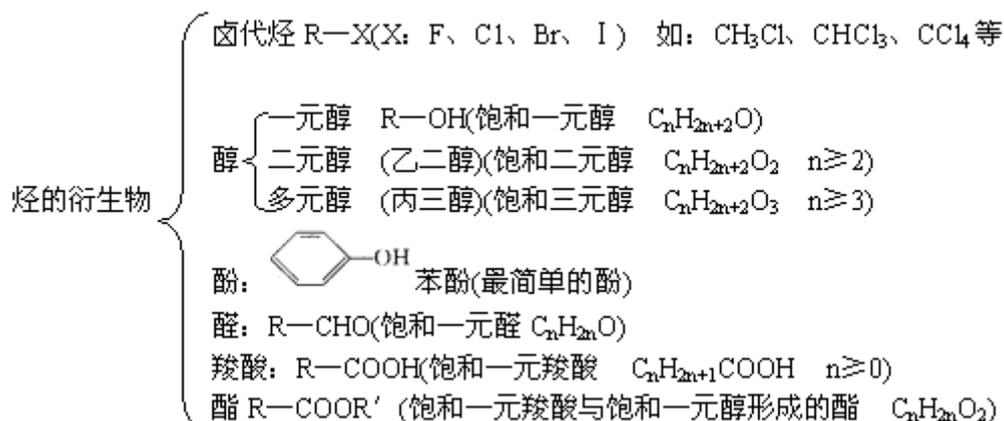
通式： $C_nH_{2n-6} (n \geq 6)$

苯的同系物

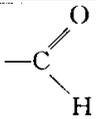
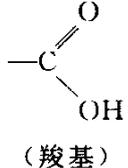
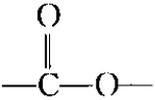
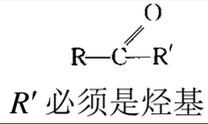
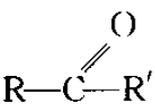
化学性质 { ①苯的同系物中，由于侧链对苯环的影响，使苯环活化，与 HNO_3 反应时，能发生邻对位取代，而苯主要发生一元取代
②苯的同系物中，由于苯环对侧链的影响，使苯的同系物能被高锰酸钾酸性溶液氧化，从而使高锰酸钾溶液褪色

分类	通式	结构特点	化学性质	物理性质	同分异构
烷烃	C_nH_{2n+2} ($n \geq 1$)	①C-C 单键 ②链烃	①与卤素取代反应(光照) ②燃烧 ③裂化反应	一般随分子中碳原子数的增多，沸点升高，液态时密度增大。气态碳原子数为1~4。不溶于水，液态烃密度比水的小	碳链异构
烯烃	C_nH_{2n} ($n \geq 2$)	①含一个 $C=C$ 键 ②链烃	①与卤素、 H_2 、 H_2O 等发生加成反应 ②加聚反应 ③氧化反应：燃烧，被 $KMnO_4$ 酸性溶液氧化		碳链异构 位置异构
炔烃	C_nH_{2n-2} ($n \geq 2$)	①含一个 $C \equiv C$ 键 ②链烃	①加成反应 ②氧化反应：燃烧，被 $KMnO_4$ 酸性溶液氧化		碳链异构 位置异构
苯及其同系物	C_nH_{2n-6} ($n \geq 6$)	①含一个苯环 ②侧链为烷基	①取代反应：卤代、硝化、磺化 ②加成反应 ③氧化反应：燃烧，苯的同系物能被 $KMnO_4$ 酸性溶液氧化	简单的同系物常温下为液态；不溶于水，密度比水的小	侧链大小及相对位置产生的异构

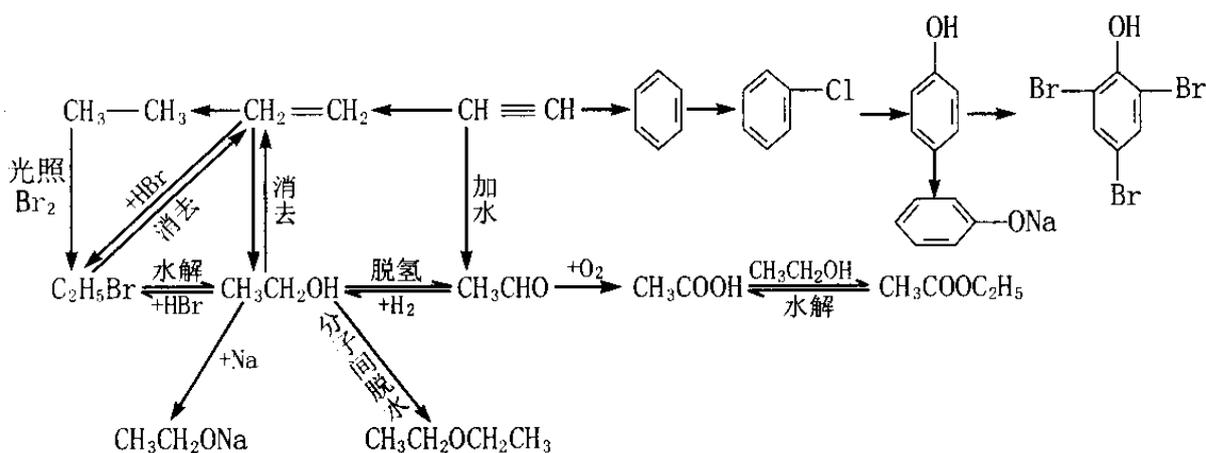
烃的衍生物



烃的衍生物结构、通式、化学性质鉴别

类别	官能团	结构特点	通式	化学性质
卤代烃	$-X$ (卤素原子)	$C-X$ 键在一定条件下断裂	$C_nH_{2n+1}O_2$ (饱和一元)	(1) $NaOH$ 水溶液加热, 取代反应 (2) $NaOH$ 醇溶液加热, 消去反应
醇	$-OH$ (羟基)	(1) $-OH$ 与烃基直接相连 (2) $-OH$ 上氢原子活泼	$C_nH_{2n+2}O_2$ (饱和一元)	(1) 取代: 脱水成醚, 醇钠, 醇与羧酸成酯, 卤化成卤代烃 (2) 氧化成醛 ($-CH_2OH$) (3) 消去成烯
醛	 (醛基)	(1) 醛基上有碳氧双键 (2) 醛基只能连在烃基链端	$C_nH_{2n}O_2$ (饱和一元)	(1) 加成: 加 H_2 成醇 (2) 氧化: 成羧酸
羧酸	 (羧基)	(1) $-COOH$ 可电离出 H^+ (2) $-COOH$ 难加成	$C_nH_{2n}O$ (饱和一元)	(1) 酸性: 具有酸的通性 (2) 酯化: 可看作取代
酯		 R' 必须是烃基	$C_nH_{2n}O_2$ (饱和一元)	水解成醇和羧酸
酚		(1) 羟基与苯环直接相连 (2) $-OH$ 上的 H 比醇活泼 (3) 苯环上的 H 比苯活泼		(1) 易取代: 与溴水生成 2, 4, 6-三溴苯酚 (2) 显酸性 (3) 显色: 遇 Fe^{3+} 变紫色

代表物质转化关系



糖类

类别	葡萄糖	蔗糖	淀粉	纤维素
分子式	$(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)$	$(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11})$	$(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)$	$(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)$
结构特点	多羟基醛	分子中无醛基, 非还原性糖	由几百到几千个葡萄糖单元构成的天然高分子化合物	由几千个葡萄糖单元构成的天然高分子化合物
主要性质	白色晶体, 溶于水有甜味。既有氧化性, 又有还原性, 还可发生酯化反应, 并能发酵生成酒精、乳酸等	无色晶体, 溶于水有甜味。无还原性, 能水解生成葡萄糖和果糖	白色粉末, 不溶于冷水, 部分溶于热水。能水解最终生成葡萄糖; 遇淀粉变蓝色; 无还原性	无色无味固体, 不溶于水及有机溶剂。能水解生成葡萄糖, 能发生酯化反应, 无还原性
重要用途	营养物质、制糖果、作还原剂	食品	食品、制葡萄糖、乙醇	造纸、制炸药、人造纤维

油脂

通式	物理性质	化学性质
$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}_1\text{C}-\text{OCH}_2 \\ \\ \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}_2\text{C}-\text{OCH} \\ \\ \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}_3\text{C}-\text{OCH}_2 \end{array} $	密度比水小，不溶于水， 易溶于汽油、乙醚、苯 等多种有机溶剂中。	1. 水解： 酸性条件 碱性条件——皂化反应 2. 氢化（硬化）

蛋白质和氨基酸

类别	氨基酸	蛋白质
结构特点	分子中既有酸性基(羧基)又有碱性基(氨基)，是两性物质	由不同的氨基酸相互结合而形成的高分子化合物。分子中有羧基和氨基，也是两性物质
主要性质	①既能和酸反应，又能和碱反应 ②分子间能相互结合而形成高分子化合物	①有两性 ②在酸或碱或酶作用下水解，最终得多种或一氨基酸 ③盐析 ④变性 ⑤有些蛋白质遇浓 HNO_3 呈黄色 ⑥燃烧产生烧焦羽毛的气味 ⑦蛋白质溶液为胶体

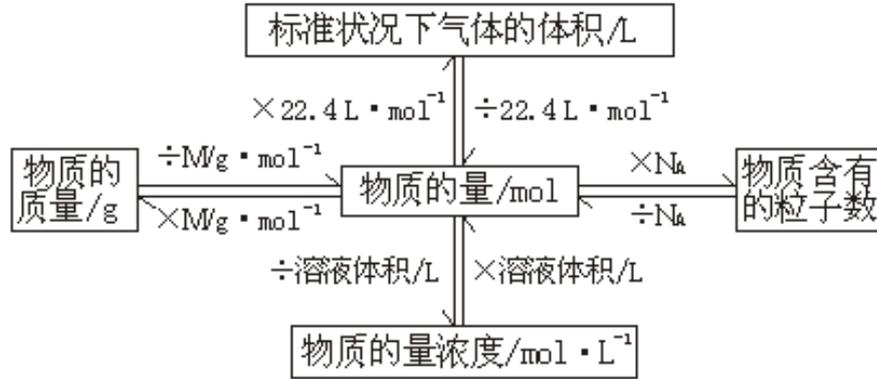
合成材料（有机高分子化合物）

基本概念				
基本概念	单体	结构单元（链节）	聚合度	高聚物
含义	能合成高分子化合物的小分子，一般是不饱和的或含有两个或更多官能团的小分子	高聚物分子中具有代表性的、重复出现的最小部分	每个高分子里链节的重复次数	由单体聚合而成的相对分子质量较大的化合物，相对分子质量高达数千至数万以上
实例（以聚乙烯为例）	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$	$-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	n	$\{\text{CH}_2-\text{CH}_2\}_n$
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联结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, 形成三度空间的网状结构
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	具热塑性, 无固定熔点	具热固性, 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
合成有机高分子化合物的常见反应类型		
反应类型	概念	示例
加聚反应	由相对分子质量小的化合物分子互相结合成相对分子质量大的化合物分子的反应。	
均聚反应	发生加聚反应的单体只有一种。	$n\text{CH}_2=\underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}} \xrightarrow{\text{催化剂}} \left[\underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}}-\text{CH} \right]_n$
共聚反应	发生加聚反应的单体有两种或多种	$n\text{CH}_2=\text{CH}_2 + n\text{CH}_2=\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} \xrightarrow{\text{一定条件下}} \left[\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} \right]_n$
缩聚反应	有两个或两个以上官能团的单体相互结合, 生成高分子化合物, 同时生成小分子(如 H_2O 、 HX 、 NH_3 和醇等)。	<p>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。</p> $n\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH}) + n\text{H}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H} \xrightarrow{\text{催化剂}} \left[\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})-\text{CH}_2 \right]_n + n\text{H}_2\text{O}$ <p>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。</p> $n\text{HOOC}-\text{COOH} + n\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow{\text{一定条件下}}$ $\left[\text{NH}-(\text{CH}_2)_6-\text{NHC}(=\text{O})-(\text{CH}_2)_6-\text{C}(=\text{O}) \right]_n + 2n\text{H}_2\text{O}$ <p>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。</p> $n\text{H}_2\text{O}-(\text{CH}_2)_5-\text{NH}_2 + n\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_6-\text{COOH} \xrightarrow{\text{一定条件下}}$ $\left[\text{NH}-(\text{CH}_2)_5-\text{NHC}(=\text{O})-(\text{CH}_2)_6-\text{C}(=\text{O}) \right]_n + 2n\text{H}_2\text{O}$

化学计算

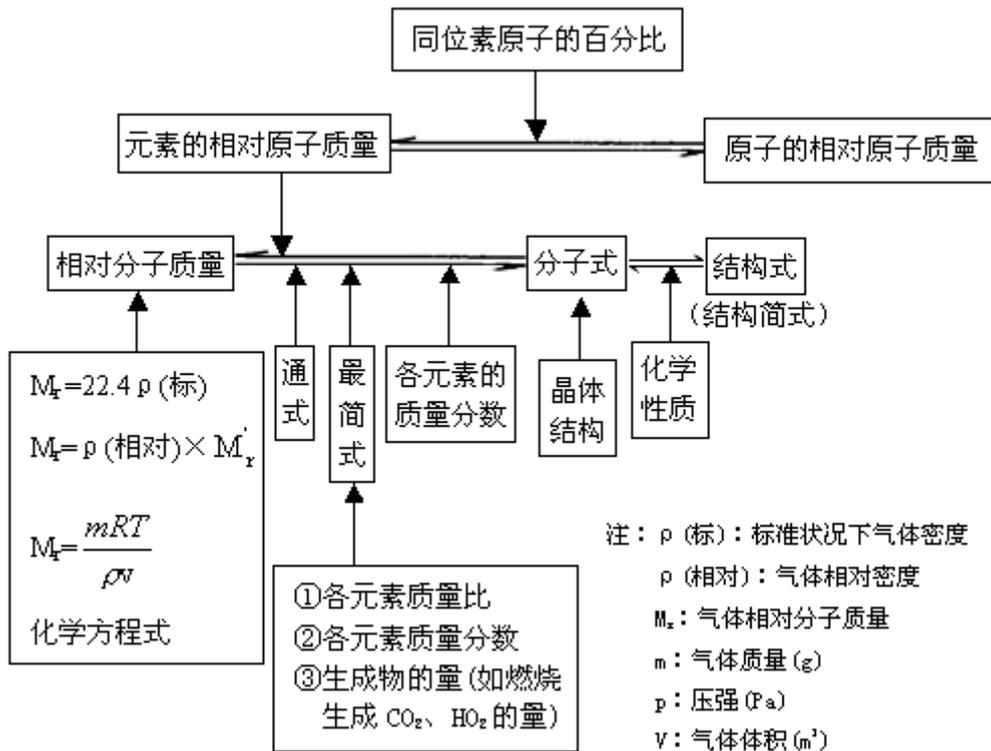
物质的量及气体摩尔体积的计算



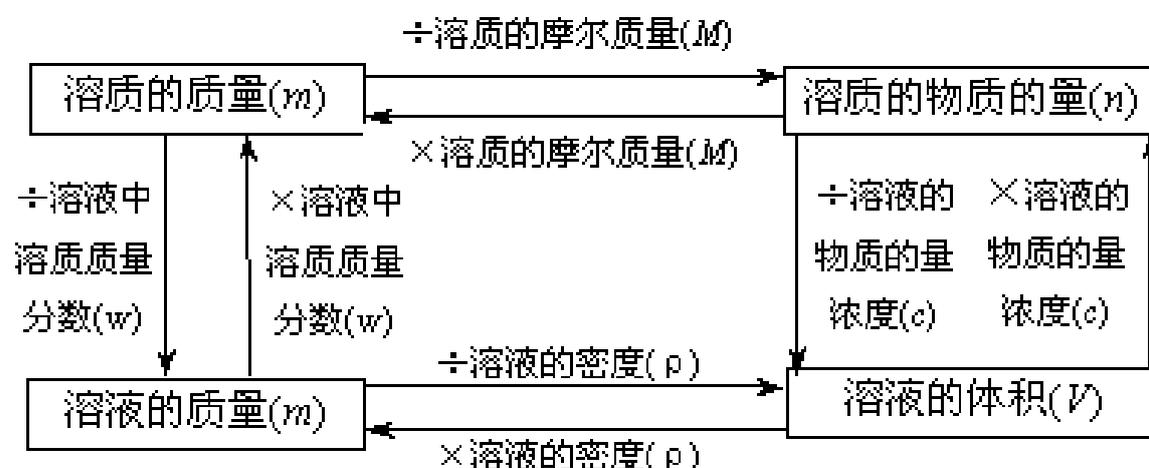
$$(1) n = \frac{N}{N_A} \quad n = \frac{m}{M} \quad n = \frac{V}{V_m} \quad n = \frac{V}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} \text{ (标准状况)} \quad n = c \cdot V \quad n = \frac{V \cdot \rho \cdot \omega}{M}$$

$$(2) M = \frac{m}{n} \quad n = M \cdot n \quad V = \frac{m}{\rho} \quad V_m = \frac{V}{n} \quad cB = \frac{nB}{V} \quad c_1 V_1 = c_2 V_2 \text{ (浓溶液稀释)}$$

相对原子质量、相对分子质量及确定化学式的计算



物质溶解度、溶液浓度的计算

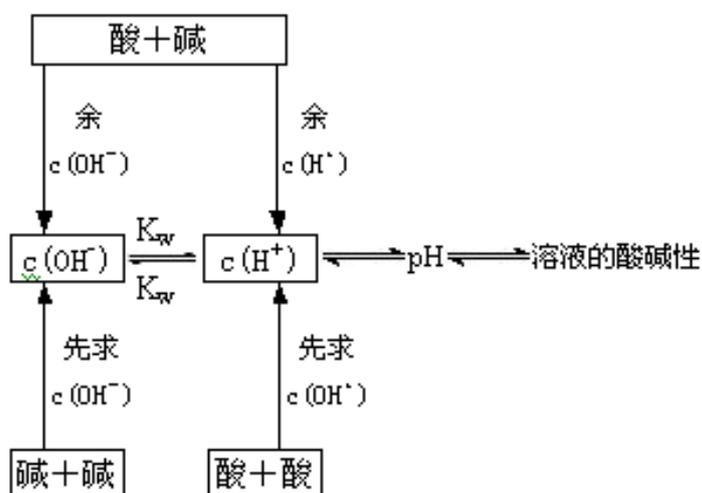


常用计算公式

- 饱和溶液中溶质的质量分数 $\omega = \frac{S}{S+100g} \times 100\%$
- 溶解度 $S = \frac{\text{溶质的质量}}{\text{溶剂的质量}} \times 100g$
- 物质的量浓度 $c = \frac{n(\text{溶质})}{V(\text{溶液})} = \frac{n(\text{溶质})/M(\text{溶质})}{V(\text{溶液})} = \frac{V(\text{溶质})/V_m}{V(\text{溶液})}$
- 溶质的质量分数 $\omega = \frac{n(\text{溶质})}{n(\text{溶液})} \times 100\% = \frac{m(\text{溶质})}{m(\text{溶质}) + m(\text{溶剂})} \times 100\%$

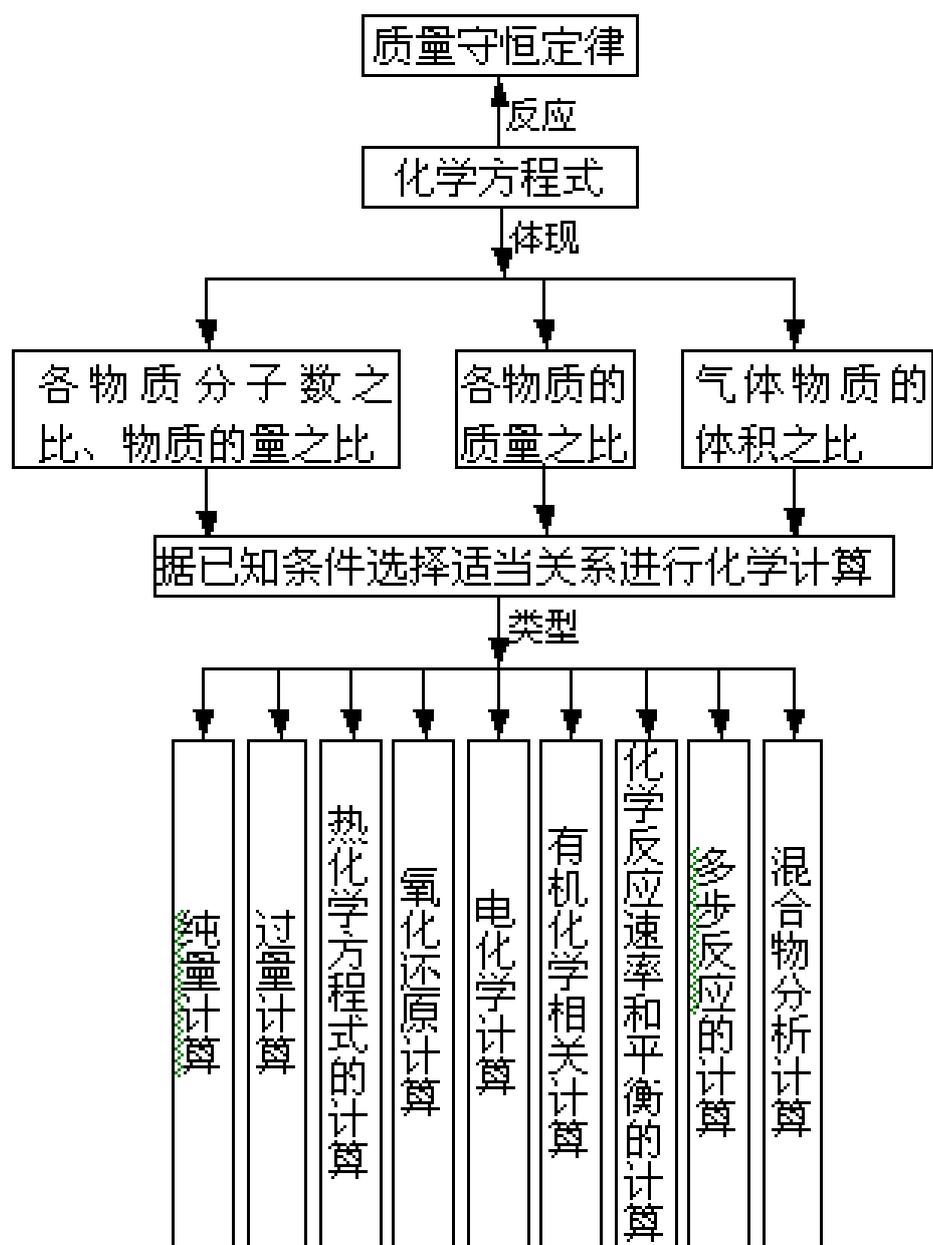
- 常见计算类型
- 固体溶于水的计算
 - 气体溶于水的计算
 - 溶液稀释的计算
 - 与溶液中的化学反应有关的计算
 - 混合溶液的计算
 - 互不反应的溶液相互混合
 - 同种溶质不同浓度溶液的混合
 - 不同溶质溶液的混合
 - 相互反应的溶液相互混合
 - 饱和溶液的有关计算

pH 及有关氢离子浓度、氢氧根离子浓度的计算



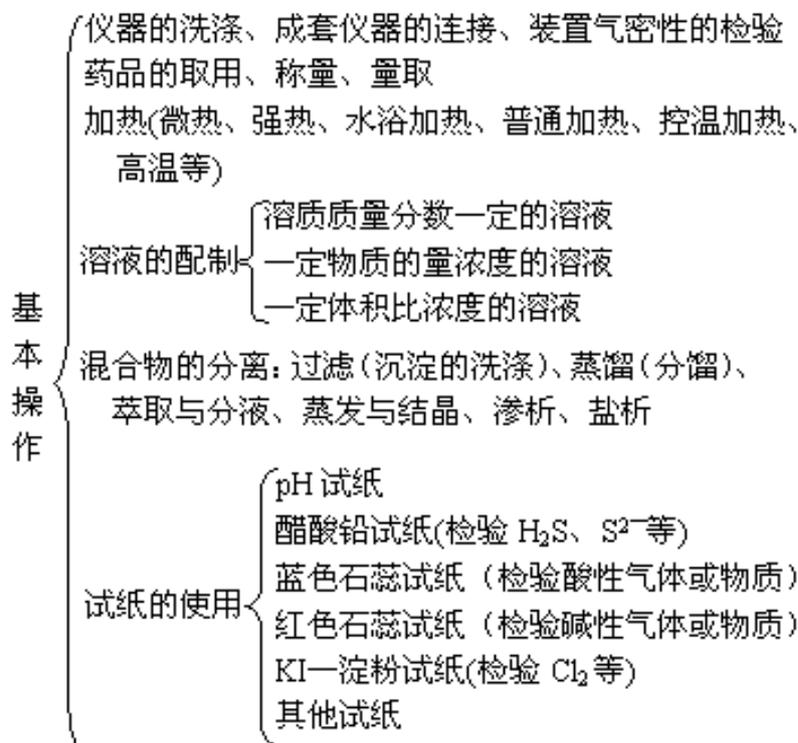
- 有关 pH 计算的类型
- 单一溶质的强酸强碱溶液的 pH 计算
 - 强酸强碱溶液稀释后 pH 的计算
 - 弱酸弱碱溶液稀释后 pH 的估算
 - 混合溶液 pH 的计算
 - 强酸溶液混合后 pH 的计算
 - 强碱溶液混合后 pH 的计算
 - 强酸溶液与强碱溶液混合后 pH 的计算

化学反应方程式的有关计算

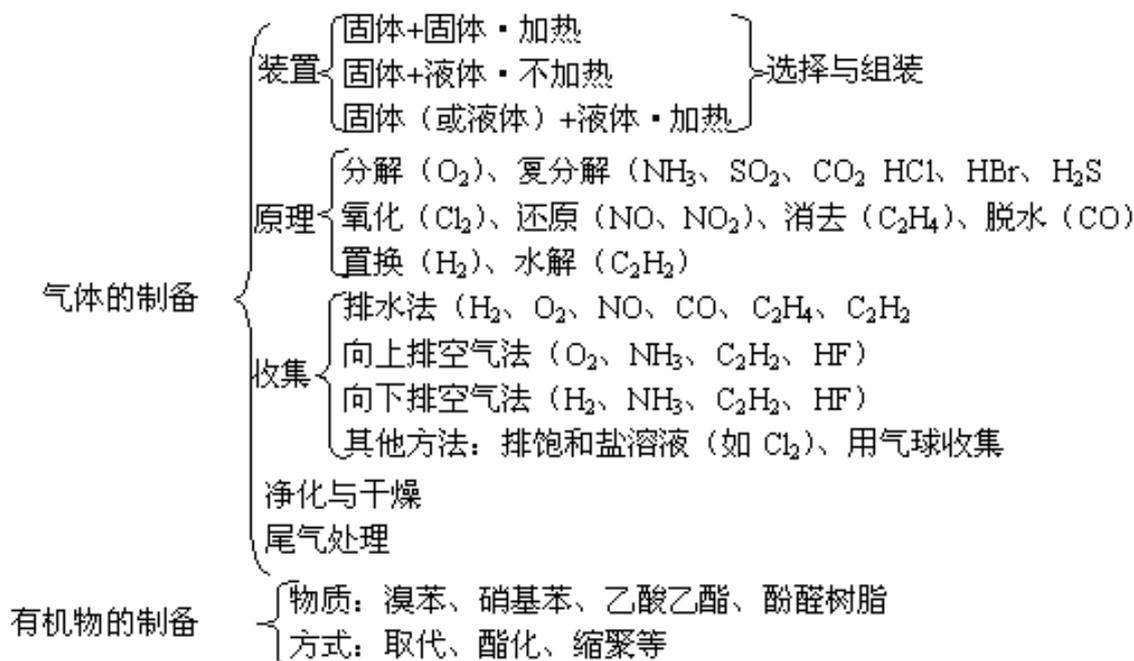


化学实验

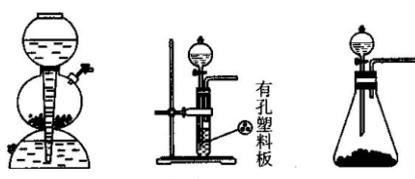
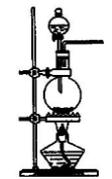
化学实验基本操作



常见气体及其他物质的实验室制备



气体发生装置

固体+固体·加热	固体+液体·不加热	固(或液)体+液体·加热
 <p>图 4-1</p>	 <p>图 4-2</p>	 <p>图 4-3</p>

常见气体的制备

制取气体	反应原理(反应条件、化学方程式)	装置	收集方	注意事项	
O ₂	$2\text{KClO}_3 \xrightarrow{\text{MnO}_2, \Delta} 2\text{KCl} + 3\text{O}_2 \uparrow$ 或 $2\text{KMnO}_4 \xrightarrow{\Delta} \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2 \uparrow$	固体+固体 ·加热	排水法	①检查装置气密性。 ②装固体的试管口要略向下倾斜。 ③先均匀加热，后固定在放药品处加热。 ④用排水法收集，停止加热前，应先把导气管撤离水面，才能熄灭酒精灯	
NH ₃	$2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$		向下排气法		
Cl ₂	$\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$	固(液)体 + 液(液) 体·加热	向上排气法	①同上①、③、④条内容。 ②液体与液体加热，反应器内应添加碎瓷片以防暴沸。 ③氯气有毒，尾气要用碱液吸收。 ④制取乙烯温度应控制在 170℃ 左右	
NO	$3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3(\text{稀}) \xrightarrow{\Delta} 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$		排水法		
C ₂ H ₄	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow[170^\circ\text{C}]{\text{浓 H}_2\text{SO}_4} \text{CH}_2=\text{CH}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$				
H ₂	$\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{稀}) == \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$		固体+液体 ·不加热		向下排气法 或排水法
C ₂ H ₂	$\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CH}\equiv\text{CH} \uparrow$				
CO ₂	$\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} == \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$	向上排气法			
NO ₂	$\text{Cu} + 4\text{HNO}_3(\text{浓}) == \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$				
H ₂ S	$\text{FeS} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{稀}) == \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{S} \uparrow$				

气体的干燥

干燥是用适宜的干燥剂和装置除去气体中混有的少量水分。常用装置有干燥管(内装固体干燥剂)、洗气瓶(内装液体干燥剂)。

所选用的干燥剂不能与所要保留的气体发生反应。常用干燥剂及可被干燥的气体如下:

(1)浓硫酸(酸性干燥剂): N_2 、 O_2 、 H_2 、 Cl_2 、 CO 、 CO_2 、 SO_2 、 HCl 、 NO 、 NO_2 、 CH_4 、 C_2H_4 、 C_2H_2 等(不可干燥还原性或碱性气体)。

(2) P_2O_5 (酸性干燥剂): 可干燥 H_2S 、 HBr 、 HI 及浓硫酸能干燥的气体(不可干燥 NH_3 等)。

(3)无水 $CaCl_2$ (中性干燥剂): 可干燥除 NH_3 以外的其他气体(NH_3 能与 $CaCl_2$ 反应生成络合物 $CaCl_2 \cdot 8NH_3$)。

(4)碱石灰(碱性干燥剂): 可干燥 NH_3 及中性气体(N_2 、 O_2 、 H_2 、 CO 、 NO 、 CH_4 、 C_2H_4 、 C_2H_2 等)。不能干燥酸性气体。

(5)硅胶(酸性干燥剂): 可干燥 Cl_2 、 O_2 、 H_2 、 CO_2 、 CH_4 、 C_2H_4 、 C_2H_2 (硅胶能吸附水, 也易吸附其他极性分子, 只能干燥非极性分子气体)。

(6)其他: 如生石灰、 $NaOH$ 也可用于干燥 NH_3 及中性气体(不可干燥有酸性或能与之作用的气体)。

物质的分离提纯

物理分离提纯法

方法	适用范围	主要仪器	举例	注意事项
过滤	固体与液体分离	漏斗、烧杯、玻璃棒、铁架台(带铁圈)、滤纸	粗盐提纯时, 把粗盐溶于水, 经过过滤, 把不溶于水的固体杂质除去	①要“一贴二低三靠” ②必要时要洗涤沉淀物(在过滤器中进行) ③定量实验的过滤要“无损”
结晶重结晶	混合物中各组分在溶剂中的溶解度随温度变化不同	烧杯及过滤仪器	硝酸钾溶解度随温度变化大, 氯化钠溶解度随温度变化小, 可用该法从氯化钠和硝酸钾的混合物中提纯硝酸钾	①一般先配较高温度的饱和溶液, 然后降温结晶 ②结晶后过滤, 分离出晶体
升华	混合物中某一成分在一定温度下可直接变为气体, 再冷却成固体	酒精灯、大烧杯、圆底烧瓶、铁架台(带铁圈)、石棉网	粗碘中碘与钾、钠、钙、镁的碘化物混杂, 利用碘易升华的特性, 可将碘与杂质分离	(升华物质的集取方法不作要求)
蒸发	分离溶于溶剂中的溶质	蒸发皿、三角架、酒精灯、玻璃棒	从食盐水溶液中提取食盐晶体	①溶质须不易分解、不易水解、不易被氧气氧化 ②蒸发过程应不断搅拌 ③近干时停止加热, 余热蒸干

蒸馏 分馏	利用沸点不同以分离互溶液体混合物	蒸馏烧瓶、冷凝管、酒精灯、锥形瓶、牛角管、温度计、铁架台(带铁圈、铁夹)、石棉网等	制取蒸馏水, 除去水中杂质。除酒精中水(加生石灰), 乙醇和乙酸(先加 NaOH 蒸馏, 后加浓 H ₂ SO ₄ 蒸馏); 石油分馏	①温度计水银球在蒸馏烧瓶支管口处 ②加沸石(碎瓷片) ③注意冷凝管水流方向应下进上出 ④不可蒸干
分液	两种互不相溶的液体的分离	分液漏斗(有圆筒形、圆球形、圆锥形)	除溴乙烷中乙醇(先水洗), 水、苯的分离, 除乙酸乙酯中乙酸(加饱和 Na ₂ CO ₃ 洗)	上层液体从上口倒出, 下层液体从下口放出
萃取	利用溶质在两种互不相溶的溶剂中的溶解度不同, 用一种溶剂把溶质从它与另一种溶剂所组成的溶液里提取出来	可在烧杯、试管等中进行, 一般在分液漏斗中(为便于萃取后分液)	CCl ₄ 把溶于水里的 Br ₂ 萃取出来	①萃取后要再进行分液 ②对萃取剂的要求: 与原溶剂互不混溶、不反应; 溶质在其中的溶解度比在原溶剂中大; 溶质不与萃取剂反应; 两溶剂密度差别大 ③萃取后得到的仍是溶液, 一般再通过分馏等方法进一步分离
渗析	用半透膜使离子或小分子从胶体中分离出来(提纯胶体)	半透膜、烧杯等	除去 Fe(OH) ₃ 胶体中的 HCl	要不断更换烧杯中的水或改用流水, 以提高渗析效果
溶解	杂质与被提纯的物质在溶解性上有明显差异的混合物	分液装置或洗气装置或过滤装置	溴乙烷中的乙醇; Cl ₂ 中的 HCl; CaCO ₃ 中的 NaCl	①固体先研细 ②搅拌或振荡 ③易溶气体溶解要防倒吸 ④必要时加热 ⑤注意后续操作
盐析	利用某些物质在加某些无机盐时, 其溶解度降低而凝聚的性质来分离物质	烧杯、玻璃棒以及过滤仪器	从皂化液中分离肥皂、甘油; 蛋白质的盐析	①注意无机盐的选用 ②少量盐能促进蛋白质的溶解, 重金属盐使蛋白质变性 ③盐析后过滤

化学分离提纯

化学法要同时考虑到各组成成分及杂质的化学性质和特点, 利用它们之间的差别加以分离提纯。一般原则是: ①引入试剂一般只跟杂质反应; ②后续试剂应能除去过量的前一试剂; ③不引进新杂质; ④杂质与试剂生成的物质易与被提纯物分离(状态类型不同); ⑤过程简单, 现象明显, 纯度要高; ⑥尽可能将杂质转化为所需物质; ⑦除去多种杂质时应考虑加入试剂的合理顺序; ⑧如遇到极易溶解于水的气体时, 应防止倒吸现象发生。在进行化学分离提纯时, 进行完必要的化学处理

后，要适时实施某些物理法操作(如过滤、分液等)。

试剂的选择或采取的措施是最为关键的，它要根据除杂的一般原则，分析杂质的状态类型来确定。①原物质和杂质均为气体时，一般不选用气体作为除杂的试剂，而选用固体或液体试剂；②原物质和杂质均为可溶于水的固体(或溶液)时，杂质的除去，要根据原物质与杂质中阴阳离子的异同，选择适当试剂，把杂质中与原物质不相同的阳离子或阴离子转变成沉淀、气体、水或原物质。试剂一般选用可溶于水的固体物质或溶液，也可选用气体或不溶于水的物质；③原物质和杂质至少有一种不溶物时，杂质的除去一般不选用固体试剂，而是选用气体或液体试剂，也可采用直接加热、灼烧等方法除去杂质。

(1)加热分解法：如 NaCl 中混有少量 NH_4HCO_3 ，加热使 NH_4HCO_3 分解。

(2)氧化还原法：利用氧化还原反应将杂质或氧化或还原，转化为易分离物质。如除去苯中的少量甲苯，就可利用甲苯与酸性高锰酸钾反应，生成苯甲酸，再加碱生成水溶性苯甲酸钠，从而与苯分离；又如，除去 CO_2 中的少量 O_2 ，可将气体通过热的铜网。

(3)沉淀法：将杂质转变为沉淀除去的方法。如除去 CO_2 中的 H_2S 气体，可将混合气体通入到 CuSO_4 溶液中，除去 H_2S 气体。

(4)汽化法：将杂质转变为气体使之除去的方法。如除去 NaCl 固体中的 Na_2CO_3 固体，可加入 HCl 将其中的 CO_3^{2-} 转变为 CO_2 气体。

(5)酸、碱法：利用杂质和酸或碱的反应，将不溶物转变成可溶物；将气体杂质也可转入酸、碱中吸收来进行提纯。如除去 CuS 中的 FeS 就可采用加入盐酸，使之充分溶解，利用 FeS 和盐酸反应而不与 CuS 反应的特点来使两者分离。

(6)络合法：有些物质可将其转化为络合物达到分离目的。如 BaSO_4 中的 AgCl 可通过加入浓氨水，使 AgCl 转化为可溶的 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ 除去。

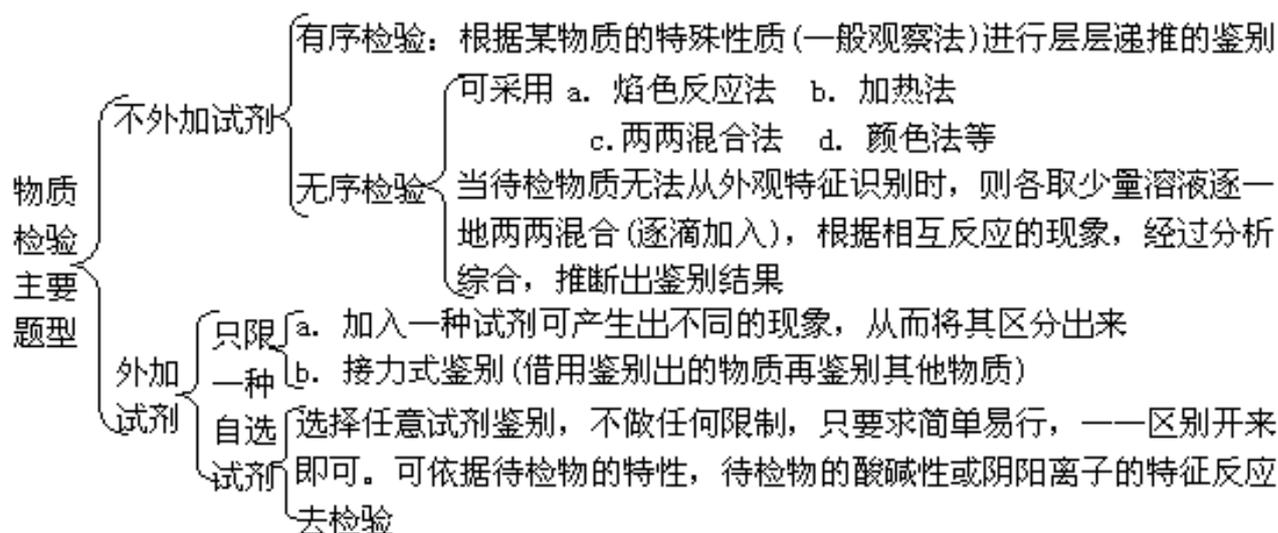
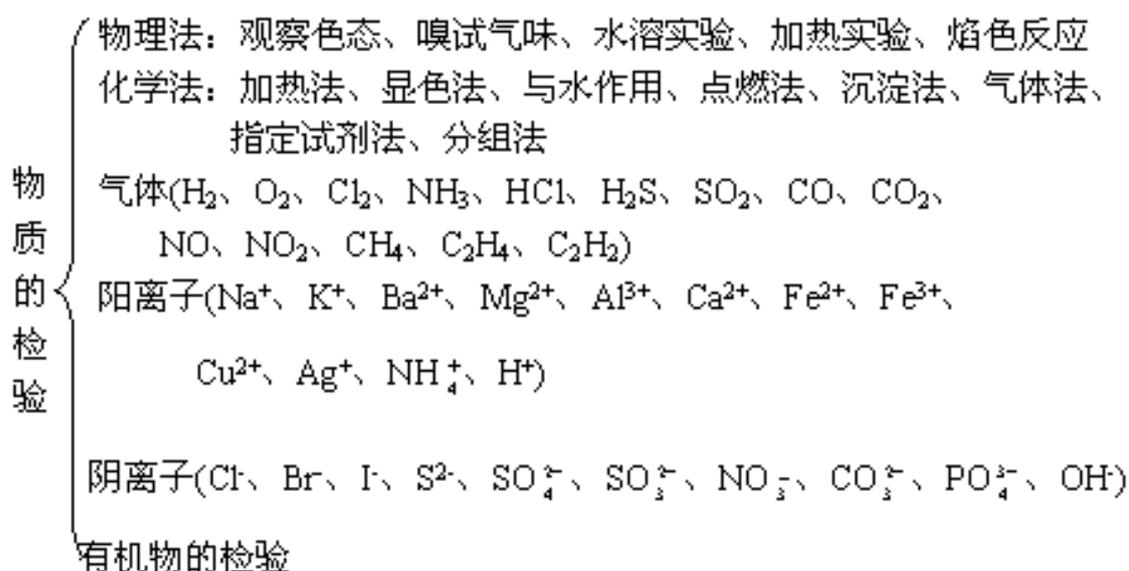
(7)转化法：利用某些化学反应原理，将杂质转化为所需物质，如 NaHCO_3 溶液中含 Na_2CO_3 可通过足量 CO_2 转化，CaO 中含 CaCO_3 ，可加热使之转化等。有机物的分离一般不用此法，如除去乙酸乙酯中混有的乙酸，如果采用加入乙醇及催化剂(稀硫酸)并加热的方法，试图将乙酸转化为乙酸乙酯，这是适得其反的。其一是加入的试剂难以除去；其二是有机反应缓慢、复杂，副反应多，该反应又是可逆反应，不可能反应到底将乙酸除尽。

(8)水解法：当溶液中的杂质存在水解平衡，而用其他方法难以除之，可用加入合适试剂以破坏水解平衡，使杂质转化为沉淀或气体而除去。如： MgCl_2 中的 FeCl_3 ，可用加 MgO、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 MgCO_3 等，降低 H^+ 浓度，促进 Fe^{3+} 水解为 $\text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$ ，而不能加 NaOH 和 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 等。

(9)其他：如 AlCl_3 溶液中混有的 FeCl_3 ，可利用 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 的两性，先加过量氢氧化钠溶液，过滤，在滤液中通足量 CO_2 ，再过滤，在滤渣 $[\text{Al}(\text{OH})_3]$ 中加盐酸使其溶解。此外还有电解法精炼铜；离子交换法软化硬水等。

多数物质的分离提纯采用物理——化学综合法。

物质的检验



化学工业知识

合成氨

合成氨

适宜条件的选择

目的: 尽可能加快反应速率和提高反应进行的程度

依据: 外界条件对化学反应速率和化学平衡影响的规律

原则

- ① 既要注意外界条件对二者影响的一致性, 又要注意对二者影响的矛盾性
- ② 既要注意温度、催化剂对速率影响的一致性, 又要注意催化剂的活性对温度的限制
- ③ 既要注意理论生产, 又要注意实际可行性

适宜条件

合成氨反应的特点: 正反应是体积缩小的放热反应

适宜条件: 500 °C, 铁触媒, 20~50 MPa, 循环操作

原料: 空气、燃料(煤、天然气、石油)、水

合成氨工业简述

反应

$$\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{C} \xrightarrow{\Delta} \text{CO} + \text{H}_2$$

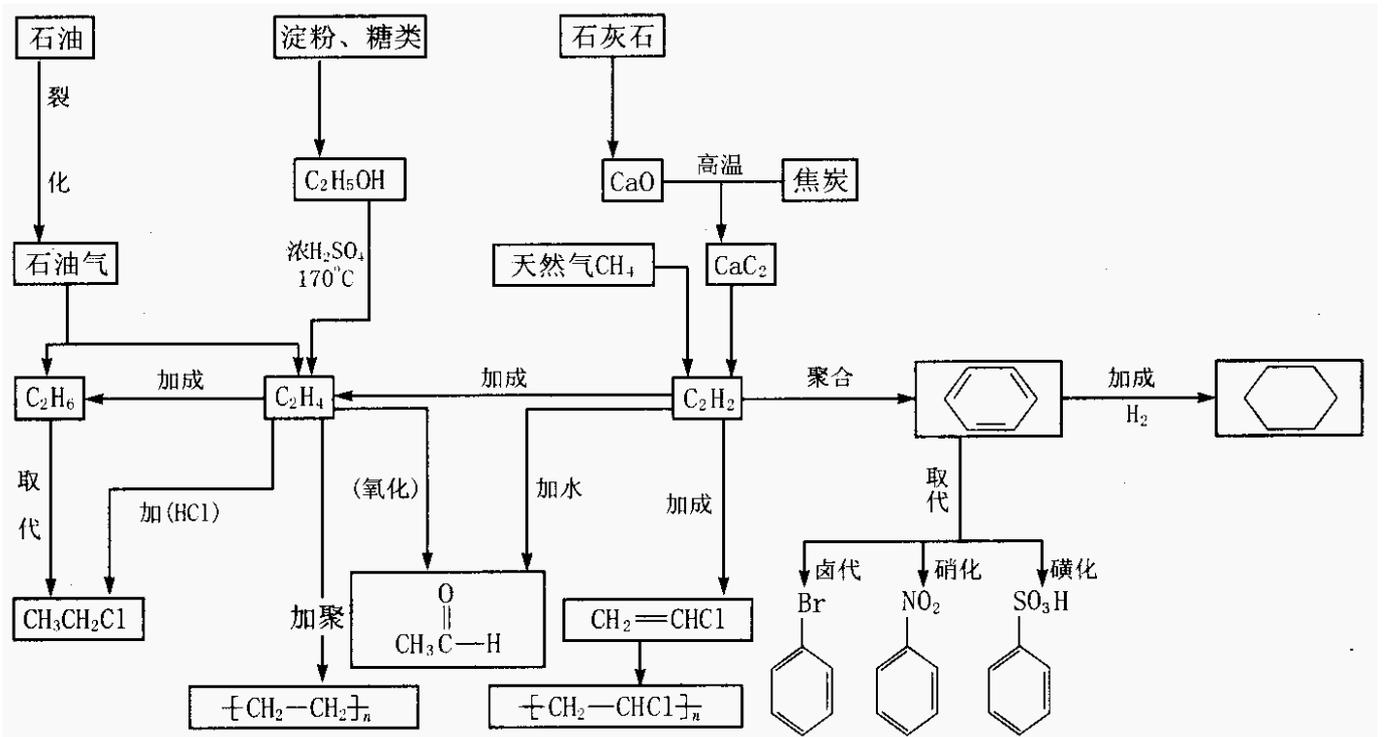
$$\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CO} \longrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$$

$$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \xrightleftharpoons[\text{催化剂}]{\text{高温高压}} 2\text{NH}_3$$

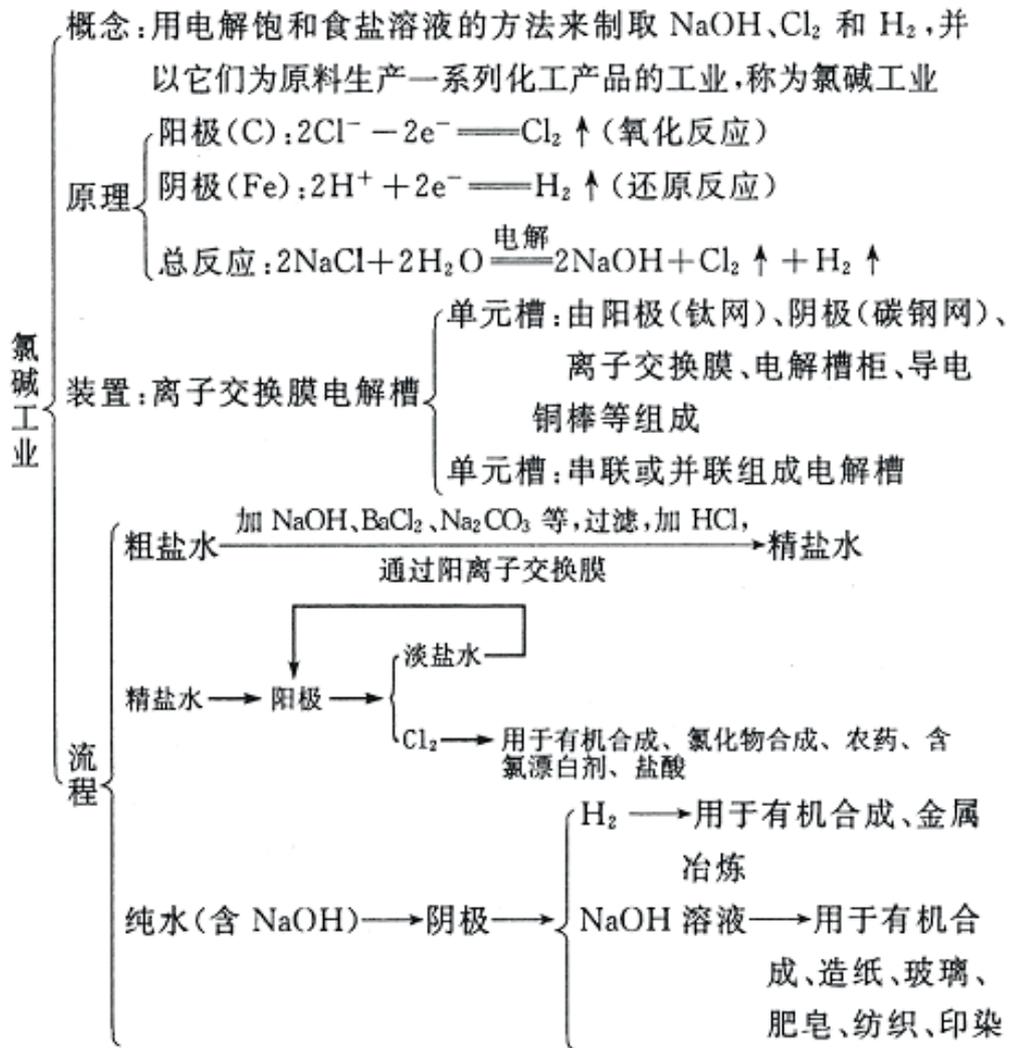
设备: 合成塔

过程: 原料气制备 → 净化 → 压缩 → 合成 → 分离

石油化工



氯碱工业



硫酸的工业制法

