

继续留遗产.....

UPD2019.06.15: [PDF版本链接](#)

网页较大预警。如果公式解析不正确请刷新页面。长时间加载不出来建议打开PDF用Ctrl+S键下载到本地。流量访问请谨慎。

高考完继续留遗产.....

整理了一下笔记，也许是面向后来要补文化课的竞赛选手的。本来想高考前发出来的，结果本地Markdown语法和博客的Markdown语法解析不兼容，高考前不想浪费时间，现在花了较长时间调整可以放出来了。也是由于语法解析不兼容的缘故，已经尽可能修正了，最后Markdown排版还是有点小问题，凑合看吧。而且公式比较多，网页解析可能比较慢，稍等一会儿即可。

虽然自己挺菜的，不过感觉整理的比较全面，除了一些特别简单和特别超纲的知识点就没有涉及，可能存在少部分超纲内容，仅供参考(面向对象也许是全国I卷570 ~ 640吧，这个说不好，主要是高考之前也不敢乱说)。

免责声明：文章中存在错误是难免的，后果自负，欢迎大佬联系指正或默默走开。且就目前统计来看有较大概率出现错别字。

化学选修只整理了物质结构与性质。

对于化学学科来说，对于记忆背诵的内容、规律性内容涉及较多。不过虽然化学题目题型和考察知识点相对固定，但例如26题对于实验操作的考察比较灵活，这些方面的概括和总结较少。建议.....没啥建议，主要靠时间积累，或者听天由命吧。

高考加油!!!

UPD2019.06.24: 高考667分。所以面向对象也许是570 ~ 667(雾)。

# 化学常识

## 1. 石油工业

石油的主要成分：烷烃、环烷烃、芳香烃。

石油的常压分馏(物理变化)：石油气、直馏汽油、煤油、柴油、蜡油、润滑油、重油。

重油的减压分馏(物理变化)：重柴油、润滑油、凡士林、石蜡、沥青。

重油的裂化(物理、化学变化): 辛烷( $C_8H_{18}$ )、辛烯( $C_8H_{16}$ )等相对分子质量较小的烃、裂化汽油。

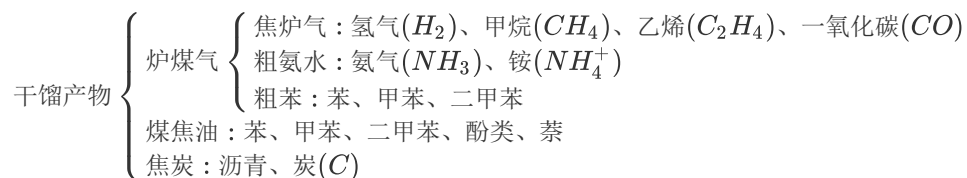
直馏汽油与石油气的裂解(物理、化学变化): 甲烷( $CH_4$ )、乙烯( $C_2H_4$ )、丙烯( $C_3H_6$ )等气态烃。乙烯是主要产物。

直馏汽油的重整(化学变化): 芳香烃。

## 2. 煤工业

煤: 含CHONSOSiAlCaFe等元素的多种有机物与无机物的混合物。

煤的干馏(物理、化学变化):



煤的气化(物理、化学变化): 产生水煤气。  $C + H_2O(g) \xrightarrow{\text{高温}} CO + H_2$

。

煤的液化(物理、化学变化): 加 $H_2$ 直接液化产生液体燃料, 先气化再高温产生甲

醇。  $CO + H_2 \xrightarrow[\text{催化剂}]{\text{高温}} CH_3OH$  。

## 3. 硅物质

制玻璃: 石灰石( $CaCO_3$ )、纯碱( $Na_2CO_3$ )、石英( $SiO_2$ )。

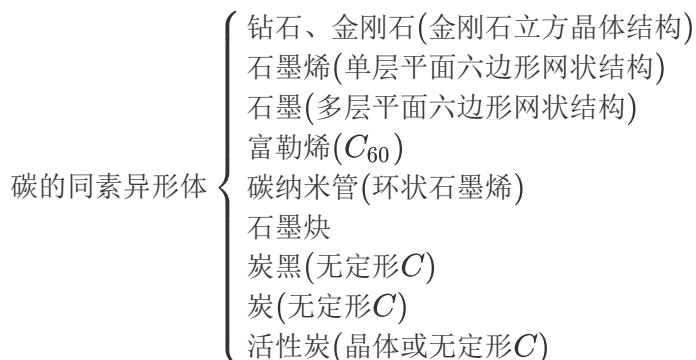
制钢化玻璃: 与玻璃原材料、成分完全相同, 只是制造方法不同。

制水泥: 石灰石( $CaCO_3$ )、黏土(主要是 $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ )。

制陶瓷: 黏土(主要是 $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ )。

产品: 石英、脉石、水晶、玛瑙、光纤纤维( $SiO_2$ ); 半导体芯片、太阳能电池(晶体 $Si$ ); 泡花碱( $Na_2SiO_3$ ); 水玻璃( $Na_2SiO_3(aq)$ ); 硅胶( $SiO_2 \cdot xH_2O$ ); 耐高温陶瓷( $Si_3N_4$ )。

## 4. 碳物质



## 5. 能源:

- 一次能源: 直接从自然界获取。太阳能、风能、化石燃料、地热能、潮汐能等。

二次能源：人工改造。电能、氢能、石油加工、煤加工等。

- 常规能源：化石燃料、石油加工、煤加工、水力。

新能源：太阳能、风能、核能、地热能、潮汐能、氢能、生物质能、乙醇汽油、可燃冰等。

- 可再生能源：太阳能、风能、氢能、生物质能、乙醇汽油等。

不可再生能源：化石燃料、核能等。

- 绿色能源：无污染。氢能、潮汐能、太阳能等。

清洁能源：污染小。核能、天然气、可燃冰等。

不清洁能源：污染大。化石燃料。

## 6. 纤维

$$\text{纤维} \left\{ \begin{array}{l} \text{天然纤维} \left\{ \begin{array}{l} \text{纤维素制品：棉、麻} \\ \text{蛋白质制品：丝、毛} \end{array} \right. \\ \text{化学纤维} \left\{ \begin{array}{l} \text{人造纤维：人造棉、人造丝} \\ \text{(石油产物)合成纤维：锦纶、腈纶} \end{array} \right. \\ \text{碳纤维} \left\{ \begin{array}{l} \text{普通碳纤维} \\ \text{石墨纤维(含C量高于99\%)} \end{array} \right. \\ \text{光导纤维(SiO}_2\text{)} \end{array} \right.$$

## 7. 物质俗名：

生石灰： $\text{CaO}$ ； 石灰乳/石灰水/消石灰/熟石灰： $\text{Ca(OH)}_2$ ； 石灰石/大理石： $\text{CaCO}_3$ ； 草木灰： $\text{K}_2\text{CO}_3$ ； 苏打/纯碱： $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ； 小苏打： $\text{NaHCO}_3$ ； 烧碱： $\text{NaOH}$ ； 胆矾： $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ； 绿矾： $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ； 明矾： $\text{KAl(SO}_4\text{)}_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ； 石膏： $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ； 热石膏： $2\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ； 重晶石： $\text{BaSO}_4$ ； 芒硝/朴硝： $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ； 石英/脉石： $\text{SiO}_2$ ； 硅胶： $\text{SiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ； 泡花碱： $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ； 水玻璃： $\text{Na}_2\text{SiO}_3(\text{aq})$ ； 刚玉： $\text{Al}_2\text{O}_3$ ； 漂白粉： $(\text{Ca(ClO)}_2 + \text{CaCl}_2)$ ； 84消毒液： $(\text{NaClO} + \text{NaCl})(\text{aq})$ ； 碱石灰： $(\text{CaO} + \text{NaOH})$ ； 电石： $\text{CaC}_2$ ； 冰晶石： $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ； 铁锈： $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ； 铜锈/铜绿： $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ ； 王水： $(3\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4)$ ； 可燃冰： $(\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O})$ ； 水煤气： $(\text{CO} + \text{H}_2)$ ； 合成气： $(2\text{H}_2 + \text{CO})$ ； 黄铜矿： $\text{CuFeS}_2$ ； 倭铅： $\text{Zn}$ ； 朱砂： $\text{HgS}$ ； 脂水：石油； 硝石： $\text{KNO}_3$ ； 矾水： $\text{HNO}_3$ ； 黑火药： $(\text{S} + 2\text{KNO}_3 + 3\text{C})$ ； 石蜜：蔗糖；

## 8. 胶体：分散质粒子直径在 $10^{-9} \sim 10^{-7}$ 之间的分散系。

常见胶体有： $\text{Fe(OH)}_3$ 胶体、 $\text{Al(OH)}_3$ 胶体、淀粉溶液、蛋白质溶液、豆浆、鸡蛋清、血液等。

$\text{PM}_{2.5}$ 为直径  $\leq 2.5 \times 10^{-6}$  的粒子，不一定是胶体。

## 9. 自然界中不存在单质的元素： $\text{K}, \text{Ca}, \text{Na}, \text{Mg}, \text{Al}, \text{Zn}, \text{Si}$ 。

## 10. 地壳中含量最高的元素： $\text{O}, \text{Si}, \text{Al}, \text{Fe}, \text{Ca}$ 。

# $N_A$ 与反应方程

---

1.  $STP$ :  $0^\circ C$ , 101kPa, 常温 $20^\circ C$ , 室温 $25^\circ C$ 。
2. 反应方程:
  - 拆不拆
  - 可逆号
  - 溶液颜色
  - 离子反应比, EBE, MBE
  - 氧化性顺序和是否过量
  - 溶液酸碱性条件, 产物和环境、反应物、产物之间是否反应
  - 弱酸电离分步, 强酸不分步, 碱不分步, 固体、非水溶液不电离
3.  $N_A$ 
  - $STP$ 及物质状态
  - 可逆反应、不彻底反应、暗含反应
  - 溶剂分子
  - 普通氧化还原与归中歧化
  - 氧化还原顺序

## 化学实验

---

1. 物质的检验

物质	试剂(+有顺序, 《》括号内为排除物质)	现象
$I_2(Br_2)$	$CCl_4$	下层显紫色 (橙红色)
$I_2$	淀粉	变蓝
$I^-(Br^-)$	稀 $HNO_3 + AgNO_3$ 《 $CO_3^{2-}$ 》	产生黄色(淡黄色)沉淀, 不溶解
	$CCl_4 + Cl_2$ 《 $I_2(Br_2)$ 》	起初无现象, 加入 $Cl_2$ 后显紫色(橙红色)
$Cl^-$	稀 $HNO_3 + AgNO_3$	产生白色沉淀, 不溶解
$Fe^{3+}$	$KSCN$	溶液变为血红色
	$K_4[Fe(CN)_6]$	普鲁士蓝沉淀
	苯酚	溶液变为紫色
$Fe^{2+}$	$KSCN + Cl_2$ 《 $Fe^{3+}$ 》	起初无现象, 加入 $Cl_2$ 后溶液变为血红色
	$K_3[Fe(CN)_6]$	滕氏蓝沉淀
	酸性 $KMnO_4$	紫红色褪色
$NH_4^+$	浓 $NaOH$ + 湿润的蓝色石蕊试纸	红色试纸变蓝
$SO_4^{2-}$	$HCl$ 《 $Ag^+, SO_3^{2-}$ 》 + $BaCl_2$ + 稀 $HNO_3$ 《 $CO_3^{2-}$ 》	起初无现象, 加入 $BaCl_2$ 后产生白色沉淀, 不溶解
$CO_3^{2-}$	$CaCl_2$ 《 $HCO_3^-$ 》 + $HCl$ + 澄清石灰水	起初产生白色沉淀, 加入 $HCl$ 后产生无色无味气体 《 $SO_3^{2-}$ 》, 能使澄清石灰水变浑浊

物质	试剂(+有顺序, 《》括号内为排除物质)	现象
$SO_3^{2-}$	$BaCl_2$ 《 $HSO_3^-$ 》 + $HCl$ + 品红溶液	起初产生白色沉淀, 加入 $HCl$ 后产生有刺激性气味气体, 能使品红溶液褪色 《 $CO_3^{2-}$ 》
$Al^{3+}$	$NaOH$ 溶液	先产生白色沉淀, 一段时间后溶解
$Ag^+$	稀 $HCl/NaCl/NaBr/\dots$	产生白色(或淡黄色、黄色)沉淀, 不溶解
$Na^+$		$HCl$ 清洗的洁净 $Pt$ 丝蘸取溶液酒精灯外焰加热, 黄色火焰
$K^+$		$HCl$ 清洗的洁净 $Pt$ 丝蘸取溶液酒精灯外焰加热, 透过蓝色 $Co$ 玻璃片观察, 紫色火焰
$H_2$		点燃, 蓝色火焰, 干冷烧杯内出现液滴 《 $SO_2$ 》, 内壁石灰水变浑浊 《 $CH_4$ 》
$CO$	$NaOH$ 溶液 《 $CO_2$ 》 + 灼热 $CuO$ + 澄清石灰水	黑色固体变红, 澄清石灰水变浑浊 《 $H_2$ 等其他还原性气体》

物质	试剂(+有顺序, 《》括号内为排除物质)	现象
$H_2S$	$CuSO_4$ 溶液	产生黑色沉淀
	湿润的 $PbAc$ 试纸	试纸变黑

## 2. 化学仪器:

- 烧瓶: 圆底烧瓶(承装液体不超过2/3)、平底烧瓶(不能加热, 不用铁架台)、蒸馏烧瓶(有支管、用于蒸馏制气体)、三颈烧瓶(用于反应、混合)。
- 冷凝管: 直形冷凝管(必须斜用或平用)、球形冷凝管(可以竖用, 用于冷凝回流一般气体)、蛇形冷凝管(一般竖用, 用于冷凝回流沸点很低的有机物或冷凝有毒气体)。
- 直接加热: 试管(倾斜 $45^\circ$ , 加热时液体不超过1/3)、蒸发皿(玻璃棒搅拌, 用坩埚钳夹取)、坩埚(在泥三角上加热, 用坩埚钳夹取)。

石棉网加热: 圆底烧瓶、锥形瓶等大型玻璃仪器。

- 漏斗: 普通漏斗、球形分液漏斗、梨形分液漏斗(可用于萃取)、长颈漏斗(可用于平衡气压, 使用时必须伸到液面以下)。
- 瓶: 集气瓶(盛装气体)、细口瓶(盛装液体)、广口瓶(盛装固体)。

玻璃塞: 不能用于碱性物质。橡胶塞: 不能用于强氧化性物质和有机溶剂。

- 干燥管: 球形干燥管(固体)、U形干燥管(液体或固体)。

常见干燥剂: 浓 $H_2SO_4$ (酸性干燥剂)、 $P_2O_5$ 固体(酸性干燥剂)、碱石灰(碱性干燥剂)、无水 $CaCl_2$ (中性干燥剂, 不能干燥 $NH_3$ )、无水 $CuSO_4$ (中性干燥剂, 万能干燥剂)、无水 $MgSO_4$ (中性干燥剂、有机干燥剂)、无水 $Na_2SO_4$ (中性干燥剂、有机干燥剂)。

- 滴定管: 酸式滴定管(玻璃旋钮): 不能用于碱性物质。碱式滴定管(橡胶管): 不能用于强氧化性物质和有机溶剂。

注意滴定管读数下大上小, 精确到0.01mL。

- 表面皿: 加大液体表面积, 从而加快蒸发, 不能加热。常用于放置 $pH$ 试纸。
- 干燥器:

干燥器是存放干燥物质或需进一步干燥物质的仪器。容器与盖之间的部分应涂上凡士林，以保证干燥器的密封。开盖与合盖应用力向水平方向推动。热的物质应在空气中放置稍冷后再放入干燥器。



干燥器

- 需要验漏的仪器：容量瓶、分液漏斗、滴定管。
- 书写时要写规格( $1/2.5/5 \times 10^n \text{ mL}$ )的仪器：量筒、容量瓶。

### 3. 容量瓶

容量瓶注意书写规格： $1/2.5/5 \times 10^n \text{ mL}$ 。

操作流程：

- 验漏：加水，塞好瓶塞，倒立瓶塞周围无水漏出，将瓶正立并将瓶塞旋转 $180^\circ$ 后塞紧，再倒立检查无水漏出。
- 计算
- 称量(天平、药匙)或量取(量筒)
- 溶解或稀释：在烧杯中加适量水溶解或稀释，玻璃棒搅拌，冷却。
- 移液：溶液转移到容量瓶内，玻璃棒引流。
- 洗涤：洗涤烧杯，洗涤液也转移到容量瓶内， $2 \sim 3$ 次。
- 定容：先玻璃棒引流加水至刻度线下 $1 \sim 2 \text{ cm}$ 处，然后用胶头滴管滴加至平视凹液面最低处与刻度线相平。
- 摇匀：左手顶在瓶塞，右手五指轻托平底，反复颠倒上下摇匀。

### 4. 酸碱中和滴定

滴定管注意书写酸式还是碱式，读数精确到 $0.01 \text{ mL}$ 。

操作流程：

- 验漏：(关闭活塞)装水至水零刻度线，直立静置不漏水(，将旋钮旋转 $180^\circ$ 后再直立静置不漏水)。
- 洗涤、润洗、装液：先至零刻度线上，再排除部分溶液以排出气泡，排出后液体液面可以在零刻度线下任何位置。
- 锥形瓶洗涤、装液、加入指示剂：石蕊(红 $\sim 6 \sim$ 紫 $\sim 8 \sim$ 蓝)，甲基橙(红 $\sim 3.1 \sim$ 橙 $\sim 4.4 \sim$ 黄)，酚酞(无 $\sim 8 \sim$ 浅红 $\sim 10 \sim$ 红)。滴定终点生成盐时溶液呈酸性条件就选择甲基橙，呈碱性条件就选择酚酞，呈中性条件都可以选择，但是一般不使用石蕊(变色不明显)。



- 滴定：左手控制活塞，右手不断摇动锥形瓶，眼睛注视锥形瓶内溶液颜色及滴定流速，接近滴定终点时一滴一摇。

滴定终点：中和生成盐。此时pH不一定等于7。滴入最后一滴标准液后锥形瓶中发生变色，且半分钟内不恢复。

- 重复试验3次取平均值，要去掉差距特别大的数据。

## 5. 萃取

萃取分液条件：萃取物质在两种溶剂中溶解度不同，萃取剂和原溶剂不相容，萃取剂和原溶质、原溶剂均不发生反应。

萃取后先将下层液体从分液漏斗中放出，再将上层液体从上口放出。

注意使瓶塞上的凹槽对准小孔以平衡气压。

## 6. 启普发生器

使用条件：固体与液体反应产生气体，无需加热，固体与液体不剧烈反应，固体不溶，固体保持块状。

常见： $HCl + FeS$ 制 $H_2S$ ； $HCl + CaCO_3$ 制 $CO_2$ ； $H_2SO_4 +$ 金属制 $H_2$ 。

## 7. 注意检查装置是否通气(内外气压是否平衡)。

## 8. 注意检查是否有尾气处理装置。

## 9. 先通气再点燃酒精灯(排出空气)；先熄灭酒精灯再停止通气(防止降温倒吸)。

## 10. 饱和 $NaCl$ 作用

- 去除 $Cl_2$ 中 $HCl$ ( $Cl^-$ 可以抑制 $Cl_2$ 与 $H_2O$ 可逆反应，而 $K_a(HCl)$ 极大，不受 $Cl^-$ 浓度影响)。
- 制 $C_2H_2$ 时做缓冲液减缓反应速率。
- $CH_4$ 与 $Cl_2$ 在光照条件下发生取代( $Cl^-$ 可以抑制 $Cl_2$ 与 $H_2O$ 可逆反应，减少 $Cl_2$ 损耗，促进 $Cl_2$ 和 $CH_4$ 反应)。
- 降低酯类、蛋白质的溶解度，增大水层密度，有利于萃取分液。

## 11. 结晶

- 蒸发结晶：加热至大量晶体析出，余热蒸干。适用于析出溶解度随温度变化不大的纯净固体。
- 冷却结晶：蒸发浓缩至少量晶体析出(或形成晶膜)，冷却结晶过滤。适用于析出结晶水合物、易水解、高温易分解、溶解度随温度变化大的固体(如提纯混有 $NaCl$ 杂质的 $KNO_3$ )。
- 趁热过滤：加热至大量晶体析出，保温过滤。适用于析出 $Ca(OH)_2$ 类物质，或区分不同溶解度的混合固体(如提纯混有 $KNO_3$ 杂质的 $NaCl$ )。

## 12. 洗涤

- 冷水：适用于不溶于水物质。可以去除固体表面杂质，低温降低物质溶解损失。
- 热水：适用于不溶于水物质，溶解度类 $Ca(OH)_2$ 。可以去除固体表面杂质，高温降低物质溶解损失。

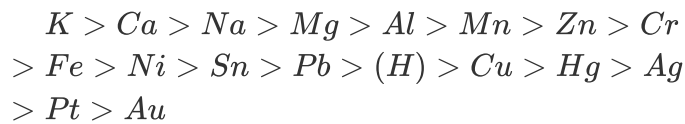
- 有机溶剂：适用于易溶于水而微溶或难溶于有机溶剂的物质。可以去除固体表面杂质，去除 $H_2O$ ，方便干燥，减少物质溶解损失。
- 同离子饱和溶液：适用于对产率要求高而对纯度要求不高的物质。可以提高产率，减少物质溶解损失。
- 酸/碱溶液：适用于不溶于酸/碱的物质。可以去除固体表面易溶于酸/碱的杂质，抑制水解。

## 周期律与物质性质

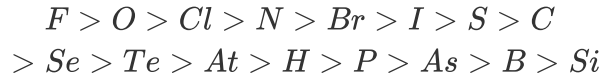
化学元素周期表																		2 He 氦					
1 1.0079 1 H 氢	IIA																IIIA		IVA	VA	VIA	VIIA	4.0026 2 He 氦
3 Li 6.941 3 Li 锂	4 Be 9.0122 4 Be 铍																	5 B 10.811 5 B 硼	6 C 12.011 6 C 碳	7 N 14.007 7 N 氮	8 O 15.999 8 O 氧	9 F 18.998 9 F 氟	10 Ne 20.17 10 Ne 氖
11 Na 22.989 11 Na 钠	12 Mg 24.305 12 Mg 镁	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIB	VIII				IB	IIB	13 Al 26.982 13 Al 铝	14 Si 28.085 14 Si 硅	15 P 30.974 15 P 磷	16 S 32.06 16 S 硫	17 Cl 35.453 17 Cl 氯	18 Ar 39.94 18 Ar 氩					
19 K 39.098 19 K 钾	20 Ca 40.08 20 Ca 钙	21 Sc 44.956 21 Sc 钪	22 Ti 47.9 22 Ti 钛	23 V 50.941 23 V 钒	24 Cr 51.996 24 Cr 铬	25 Mn 54.938 25 Mn 锰	26 Fe 55.84 26 Fe 铁	27 Co 58.933 27 Co 钴	28 Ni 58.69 28 Ni 镍	29 Cu 63.54 29 Cu 铜	30 Zn 65.38 30 Zn 锌	31 Ga 69.72 31 Ga 镓	32 Ge 72.59 32 Ge 锗	33 As 74.921 33 As 砷	34 Se 78.9 34 Se 硒	35 Br 79.904 35 Br 溴	36 Kr 83.8 36 Kr 氪						
37 Rb 85.467 37 Rb 铷	38 Sr 87.62 38 Sr 锶	39 Y 88.906 39 Y 钇	40 Zr 91.22 40 Zr 锆	41 Nb 92.906 41 Nb 铌	42 Mo 95.94 42 Mo 钼	43 Tc 99 43 Tc 锝	44 Ru 101.07 44 Ru 钌	45 Rh 102.90 45 Rh 铑	46 Pd 106.42 46 Pd 钯	47 Ag 107.86 47 Ag 银	48 Cd 112.41 48 Cd 镉	49 In 114.82 49 In 铟	50 Sn 118.6 50 Sn 锡	51 Sb 121.7 51 Sb 锑	52 Te 127.6 52 Te 碲	53 I 126.90 53 I 碘	54 Xe 131.3 54 Xe 氙						
55 Cs 132.90 55 Cs 铯	56 Ba 137.33 56 Ba 钡	57-71 La-Lu 镧系	72 Hf 178.4 72 Hf 铪	73 Ta 180.94 73 Ta 钽	74 W 183.8 74 W 钨	75 Re 186.20 75 Re 铼	76 Os 190.2 76 Os 锇	77 Ir 192.2 77 Ir 铱	78 Pt 195.08 78 Pt 铂	79 Au 196.96 79 Au 金	80 Hg 200.5 80 Hg 汞	81 Tl 204.3 81 Tl 铊	82 Pb 207.2 82 Pb 铅	83 Bi 208.98 83 Bi 铋	84 Po (209) 84 Po 钋	85 At (210) 85 At 砹	86 Rn (222) 86 Rn 氡						
87 Fr (223) 87 Fr 钫	88 Ra 226.03 88 Ra 镭	89-103 Ac-Lr 锕系	104 Rf (261) 104 Rf 𨭈	105 Db (262) 105 Db 𨭉	106 Sg (266) 106 Sg 𨭊	107 Bh (264) 107 Bh 𨭋	108 Hs (269) 108 Hs 𨭌	109 Mt (268) 109 Mt 𨭍	110 Ds (271) 110 Ds 𨭎	111 Rg (272) 111 Rg 𨭏	112 Ch (285) 112 Ch 𨭐	113 Uut (284) 113 Uut 𨭑	114 Uuq (289) 114 Uuq 𨭒	115 Uup (288) 115 Uup 𨭓	116 Uuh (292) 116 Uuh 𨭔	117 Uus 117 Uus 𨭕	118 Uuo 118 Uuo 𨭖						
镧系		57 La 138.90 57 La 镧	58 Ce 140.12 58 Ce 铈	59 Pr 140.91 59 Pr 镨	60 Nd 144.2 60 Nd 钕	61 Pm 147 61 Pm 钷	62 Sm 150.4 62 Sm 钐	63 Eu 151.96 63 Eu 铕	64 Gd 157.25 64 Gd 钆	65 Tb 158.93 65 Tb 铽	66 Dy 162.5 66 Dy 镝	67 Ho 164.93 67 Ho 钬	68 Er 167.2 68 Er 铒	69 Tm 168.93 69 Tm 铥	70 Yb 173.0 70 Yb 镱	71 Lu 174.96 71 Lu 镥							
锕系		89 Ac (227) 89 Ac 锕	90 Th 232.03 90 Th 钍	91 Pa 231.03 91 Pa 镤	92 U 238.02 92 U 铀	93 Np 237.04 93 Np 镎	94 Pu (244) 94 Pu 钚	95 Am (243) 95 Am 镅	96 Cm (247) 96 Cm 锔	97 Bk (247) 97 Bk 锫	98 Cf (251) 98 Cf 锿	99 Es (254) 99 Es 镅	100 Fm (257) 100 Fm 镆	101 Md (258) 101 Md 钎	102 No (259) 102 No 锘	103 Lr (260) 103 Lr 铹							

### 1. 周期律性质：

- 原子半径：向左下方向增大。(层数多半径大、同层质子多半径小)。原子半径一般不考虑稀有元素，所以原子半径最小的原子是 $H$ 。
- 离子半径：层数多半径大；层数相同，质子多半径小；同一元素电子多半径大。例： $O^{2-} > F^{-} > Na^{+} > Mg^{2+} > Al^{3+}$ ， $Fe > Fe^{2+} > Fe^{3+}$ ， $S^{2-} > S > S^{4+} > S^{6+}$ 。
- 金属性：向左下方向增大。(左下方失电子能力增强)。
- 非金属性：向右上方向增大。(右上方得电子能力增强)。
- 金属单质还原性：向左下方向增大。(左下方失电子能力增强)。
- 金属离子氧化性：向右上方向增大。(右上方失电子能力减弱)。
- 金属还原性顺序：



- 非金属单质氧化性：向右上方向增大。(右上方得电子能力增强)。
- 非金属离子还原性：向左下方向增大。(左下方得电子能力减弱)。
- 非金属氧化性顺序：

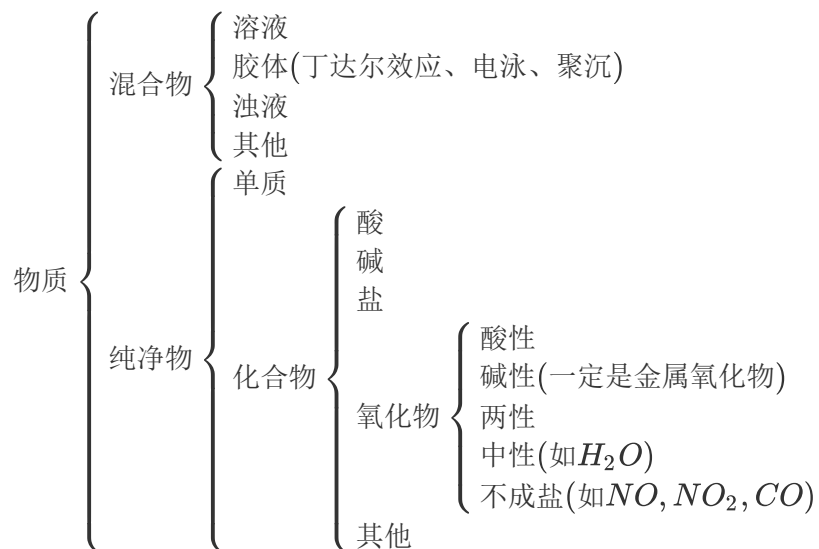


- 金属单质熔沸点：向右上方向增大。(右上方原子半径小，键长短，金属键键能大)。例： $Li > Na > K > Rb > Cs$ ,  $Na < Mg < Al$ 。
- 非金属单质熔沸点：首先判断晶体类型，相同类型向下方向增大。(下方相对分子质量增大)。例： $I_2 > Br_2 > Cl_2 > F_2$ 。
- 非金属氢化物熔沸点：首先判断氢键，相同情况向下方向增大。(氢键提高熔沸点，下方相对分子质量增大)。氢键影响：沸点： $H_2O(2mol) > HF(1mol) > NH_3$ ；熔点： $H_2O > NH_3 > HF$ 。其余例： $HI > HBr > HCl$ 。
- 金属氢化物稳定性：向左上方向增大。(同周期左侧金属性强，但同主族向下时原子半径大，键长长，键能小，分子稳定性低，因此左上方稳定)。 $NaH > MgH_2 > AlH_3$ ,  $LiH > NaH > KH$ 。
- 非金属氢化物稳定性：向右上方向增大。(右上方原子半径小，键长短，键能大，分子稳定性高)。例： $HF > HCl > HBr > HI$ ,  $HF > H_2O > NH_3 > CH_4$ 。
- 非金属氢化物酸性：向右下方向增大。(同周期右侧非金属性强，酸性增强，但同主族向上时原子半径小，键长短，键能大，难电离，因此右下方酸性强)。例： $HI > HBr > HCl > HF$ (弱酸),  $HCl > H_2S$ (弱酸)  $> PH_3$ (弱碱),  $HF$ (弱酸)  $> H_2O > NH_3$ (弱碱)  $> CH_4$ (不溶)。
- 金属最高价水化物碱性：向左下方向增大。(左下方金属性强，碱性增强)。例： $CsOH > RbOH > KOH > NaOH > LiOH$ ,  $NaOH > Mg(OH)_2 > Al(OH)_3$ (弱碱)。
- 非金属最高价含氧酸酸性：向右上方向增大。(右上方非金属性强，酸性增强)。例： $HClO_4 > HBrO_4 > HIO_4$ ,  $HClO_4 > H_2SO_4 > H_3PO_4 > H_2SiO_3$ 。

## 2. 金属活动性

	K, Ca, Na	Mg	Al	Zn, Fe, Sn, Pb	Cu	Ag	Pt, Ag
与 $H_2O$ 反应	√	Δ	(g)	(g)			
碱性	强碱	弱碱	两性	弱碱	弱碱		
工业冶炼	电解氯化物	电解氯化物	电解氧化物	热还原法	热还原法	热分解法	天然
与普通稀酸反应	$H_2$	$H_2$	$H_2$	$H_2$ , Pb不与 $HCl$ , $H_2SO_4$ 反应			
与稀 $HNO_3$ 反应	$H_2$	$NO$	$NO$	$NO$ , $Fe^{3+}$	$NO$	$NO$	
与浓 $HNO_3$ 反应	$H_2$	$NO_2$	钝化, Δ	$Fe$ 钝化, Δ	$NO_2$	$NO_2$	
与浓 $H_2SO_4$ 反应	$H_2$	$SO_2$	钝化, Δ	$Fe$ 钝化, Δ	$SO_2$	$SO_2$	.

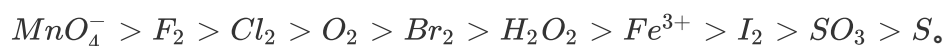
### 3. 元素与物质的分类



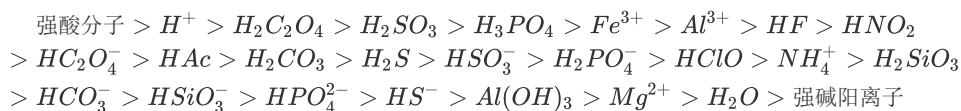
4. 强酸:  $H_2SO_4$ ,  $HClO_4$ ,  $HBrO_4$ ,  $HIO_4$ ,  $HNO_3$ ,  $HCl$ ,  $HBr$ ,  $HI$ 。

强碱:  $LiOH$ ,  $NaOH$ ,  $KOH$ ,  $Ba(OH)_2$ ,  $Ca(OH)_2$ 。

5. 简易氧化性顺序:



## 6. 酸性表



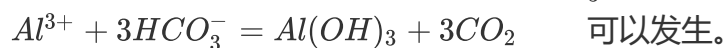
酸性表靠前的  $K_a$  较大, 酸性一般较强。前面的物质可以给后一个物质的根离子提供  $H^+$ 。

例如, 由于  $H_2CO_3 > HClO > HCO_3^-$ , 所以



对于非酸根出现在酸性表中: 前面的物质可以给后一个物质的根离子提供  $H^+$ , 或从后一个物质的根离子中直接或间接获得  $OH^-$ , 类似于氧化性顺序中一个物质下降一个价态。当然, 这只代表这种反应很可能发生, 与它是否发生和进行程度大小无确定关系。

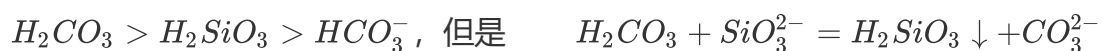
如  $Al^{3+} > H_2CO_3$  代表了  $Al^{3+}$  可以从  $HCO_3^-$  中获得  $OH^-$ , 故反应



对于  $H^+$  和  $H_2O$ , 强酸分子如  $H_2SO_4 > H^+$  说明  $H_2SO_4$  可以给  $H_2O$  提供  $H^+$ , 即  $H_2SO_4 = 2H^+ + SO_4^{2-}$ , 说明  $H_2SO_4$  属于强酸。

而  $Mg^{2+} > H_2O$  说明  $Mg^{2+}$  可以从  $OH^-$  中获得  $OH^-$  (或给  $OH^-$  提供  $H^+$ ), 即  $Mg^{2+} + 2OH^- = Mg(OH)_2 + H_2O$  可以发生, 说明  $Mg(OH)_2$  属于弱碱(实际是中强碱, 总之不是强碱)。

但是由于其他原因, 例如因为  $H_2SiO_3$  溶解度较小, 虽然有



。再例如虽然  $Al^{3+}$  虽然在  $HF$  前面, 但是比起  $AlF_3$  水解, 更容易发生的是一个特殊的络合反应  $AlF_3 + 3F^- \rightleftharpoons AlF_6^{3-}$ , 故实际上水解程度不大。

## 7. 溶解度

易溶离子:  $K^+, Na^+, NH_4^+, NO_3^-, Ac^-, HCO_3^-, H_2PO_4^-, HSO_3^-, ClO^-$  等。

沉淀物质:  $BaCO_3, CaCO_3, MgCO_3, MnCO_3, FeCO_3, CuCO_3,$

$Mg(OH)_2, Al(OH)_3, Zn(OH)_2, Fe(OH)_2, Fe(OH)_3, Cu(OH)_2,$

$BaSO_3, CaSO_3, BaSO_4, CaSO_4, ZnS, FeS, PbS, CuS,$

$AgX, Ag_2SO_4, Ag_2CO_3, PbCl_2, PbSO_4, H_2SiO_3, MnO_2, SiO_2, Ag_2O。$

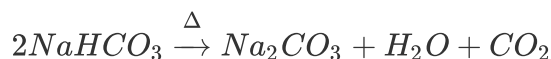
根据浓度讨论物质:  $Ca(OH)_2。$

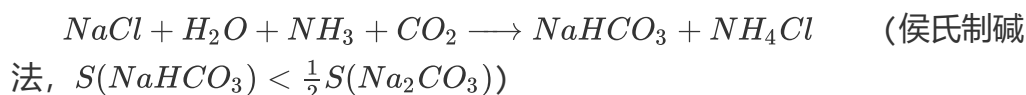
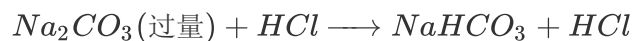
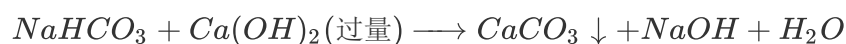
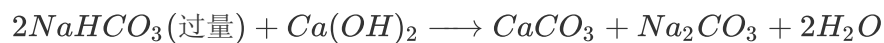
易混淆易溶物质:  $MgSO_4, MnSO_4。$

彻底水解物质:  $Fe^{3+}, Al^{3+}$  与  $CO_3^{2-}, HCO_3^-, [Al(OH)_4]^-$  组合,  $AgOH。$

## 8. C

◦  $Na_2CO_3$  与  $NaHCO_3$



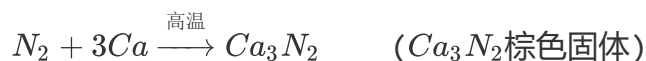
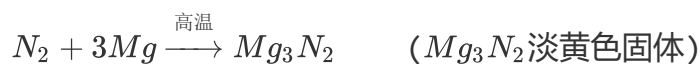


◦ 电石 $CaC_2$

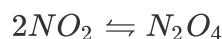
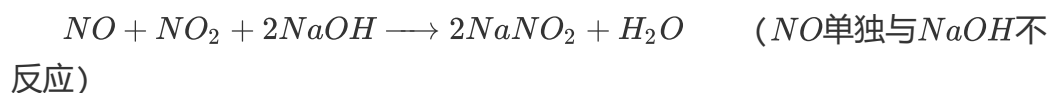
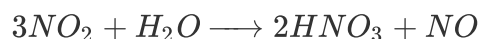
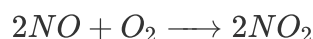


## 9. N

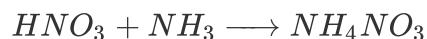
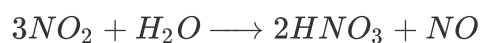
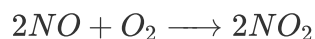
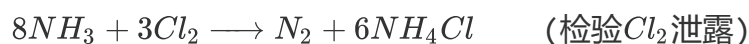
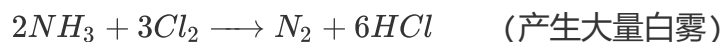
◦  $N_2$ 单质：无色无味气体，常温下不与任何物质反应。



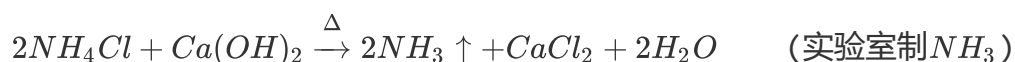
◦ NO与 $NO_2$



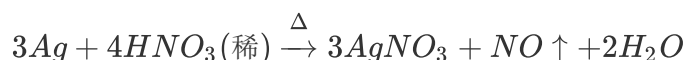
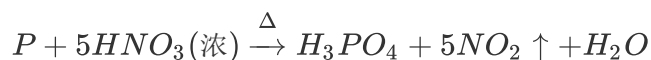
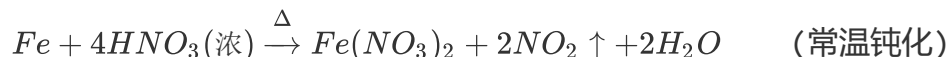
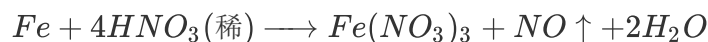
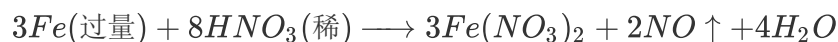
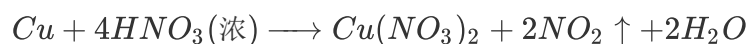
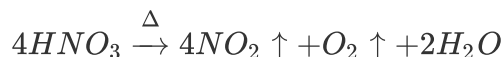
◦  $NH_3$ ：无色有刺激性气味气体，1 : 700溶于水。



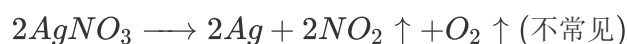
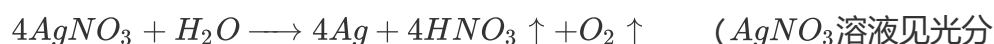
棕色气体和白烟)



- $NO_3^-$ :  $HNO_3$ 为易挥发无色液体, 浓硝酸具有氧化性、漂白性。硝酸盐大多不稳定, 易分解。



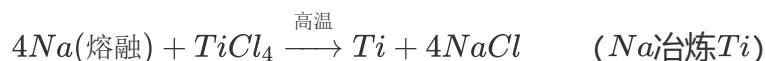
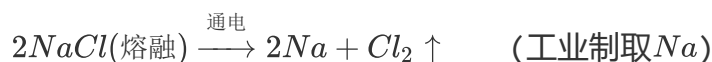
$HNO_3$ 与蛋白质发生黄色反应(苯的硝化反应生成硝基苯 $C_6H_5NO_2$ )



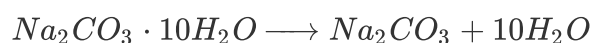
解, 用棕色细口瓶盛放)

## 10. Na

- Na单质: 银白色固体, 熔点低, 密度小, 用煤油或石蜡保存。



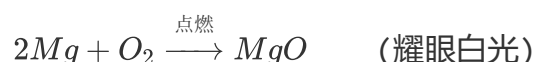
$Na + KCl \rightleftharpoons K \uparrow + NaCl$  ( $Na$ 冶炼 $K$ , 虽然反应可逆但是 $K$ 蒸汽逸出促进反映正向移动)

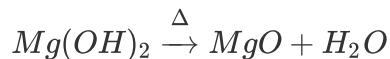
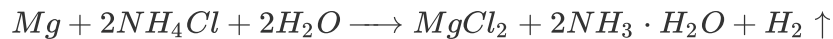
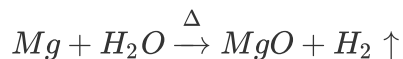
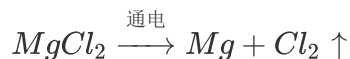
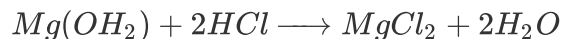
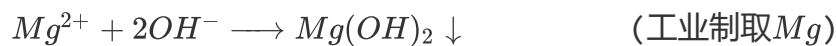
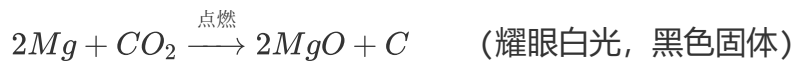


化)

## 11. Mg

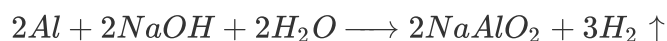
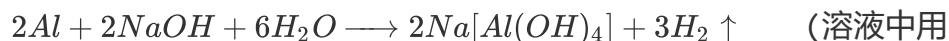
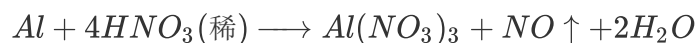
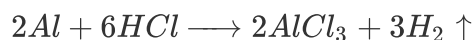
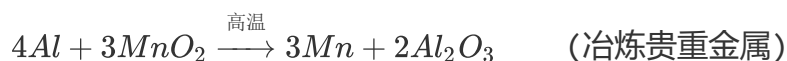
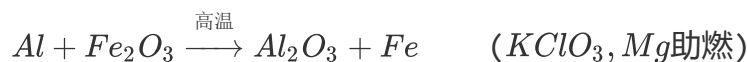
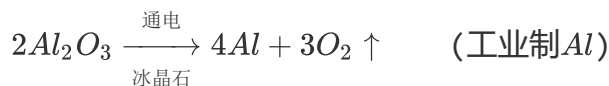
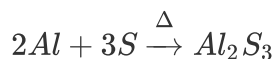
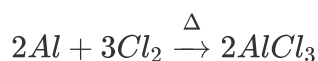
- Mg单质: 密度小的银白色固体。



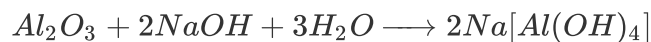


## 12. Al

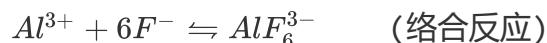
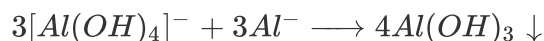
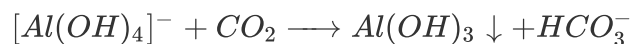
- Al单质：密度小、熔沸点低的银白色金属，导电性、延展性好。



- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>：熔点高、硬度大、难溶于水的无色固体。

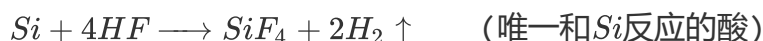


- Al<sup>3+</sup> - Al(OH)<sub>3</sub> - [Al(OH)<sub>4</sub>]<sup>-</sup>

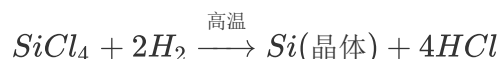
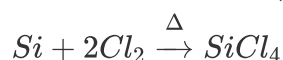
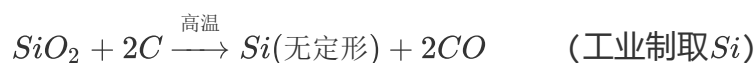
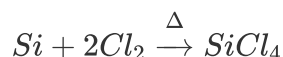
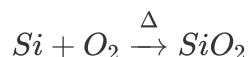


## 13. Si

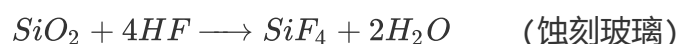
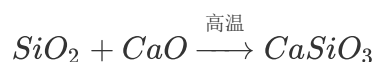
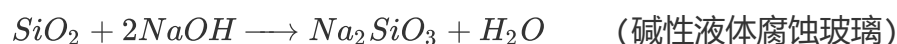
- Si单质：晶体硅呈块状，灰黑色，有金属光泽，半导体。无定形硅呈粉末状。熔沸点高、硬度大。



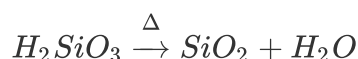
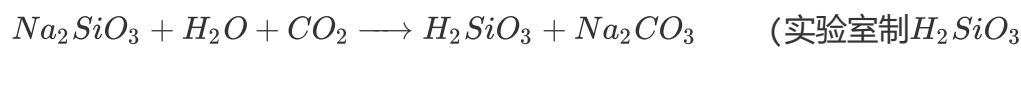




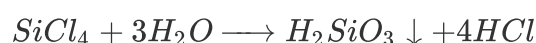
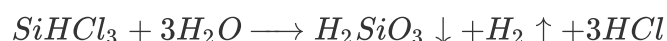
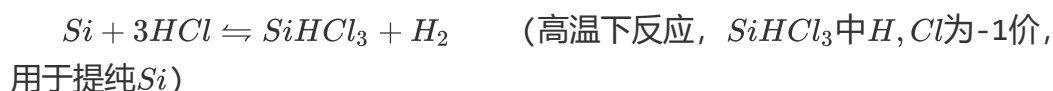
- $SiO_2$ : 熔沸点高, 常温固体, 硬度大, 非金属酸性氧化物。



- $SiO_3^{2-}$ :  $H_2SiO_3$ 为难溶于水白色粉末固体。除 $Na_2SiO_3$ ,  $K_2SiO_3$ ,  $MgSiO_3$ 外硅酸盐几乎都不溶。

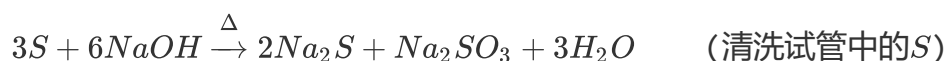
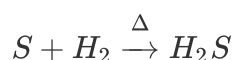
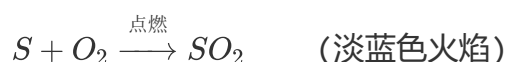


- $SiH_4$ ,  $SiCl_4$ 与 $SiHCl_3$

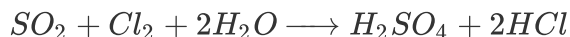
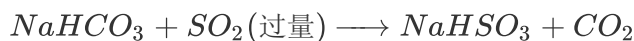
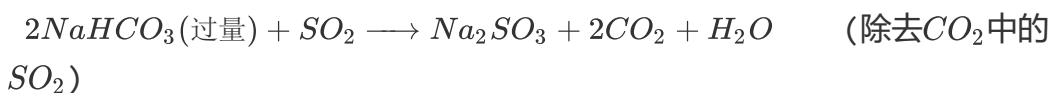


#### 14. S

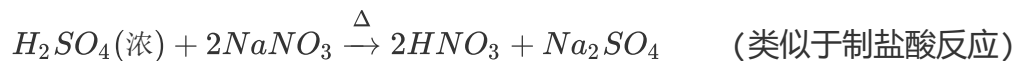
- S单质: 黄色或淡黄色固体, 不溶于水, 微溶于 $C_2H_5OH$ , 易溶于 $CS_2$ 。



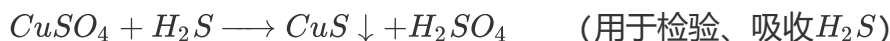
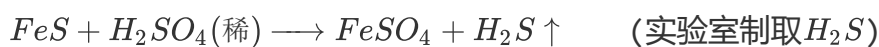
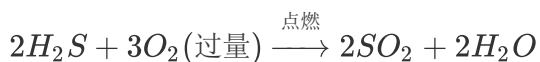
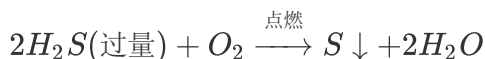
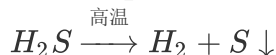
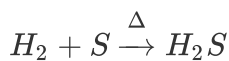
- $SO_2$ 与 $SO_3$ :  $SO_2$ 为无色有刺激性气味的有毒气体, 易溶于水, 有还原性和化合漂白性(临时漂白、不能漂白酸碱指示剂);  $SO_3$ 为STP下无色固体, 常温无色液体, 有刺激性气味, 易溶于水, 有氧化性。



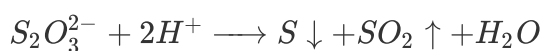
- $H_2SO_4$ : 浓硫酸具有酸性、吸水性、脱水性、强氧化性、 $Fe, Al$ 钝化; 稀硫酸比较稳定。



- $S^{2-}$ : 强还原性离子。被一般氧化剂氧化为 $S$ 。 $H_2S$ 为无色有臭鸡蛋气味有毒气体, 溶于水。

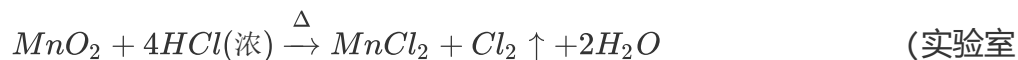
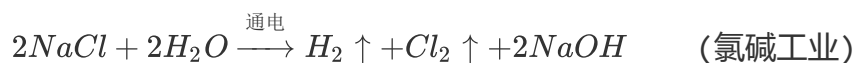
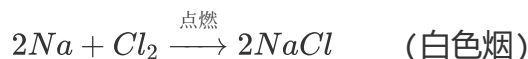
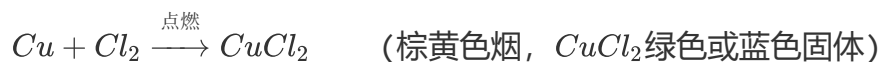
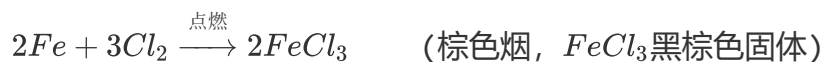


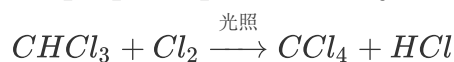
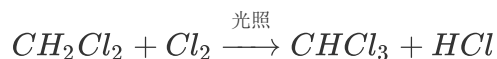
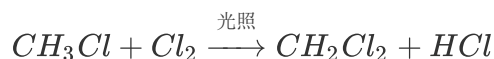
- $S_2O_3^{2-}$ : 强还原性离子, 碱性条件时相对稳定, 酸性条件下易歧化。



## 15. $Cl$

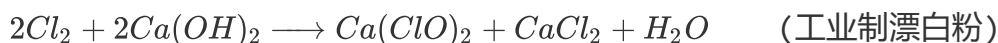
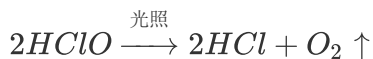
- $Cl_2$ 单质: 黄绿色有刺激性气味气体, 1:2溶于水。



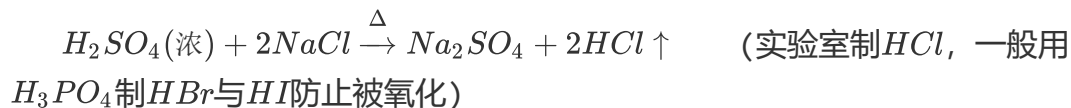


代, 同时会发生新制氯水久置变质反应, 只有 $CH_3Cl$ 在STP下为气体)

- $ClO^-$ :  $HClO$ 弱酸性( $ClO^-$ 水解碱性)、氧化性、漂白性。



- $Cl^-$

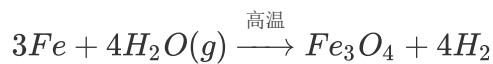
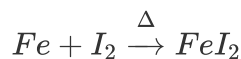
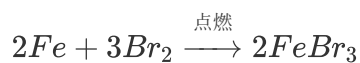
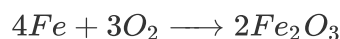


浓 $HCl$ 易挥发, 稀 $HCl$ 也可以挥发。

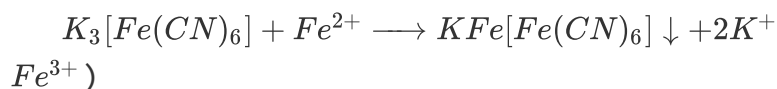
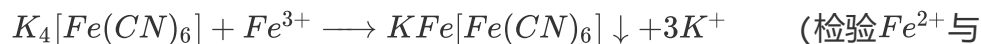
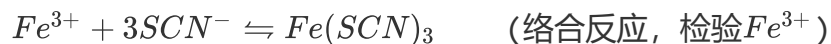
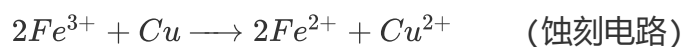
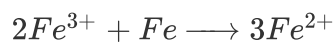
( $F, Cl, Br, I$ 通性: 与 $H_2$ 化合生成无氧酸(难易不同); 与水、 $NaOH$ 溶液发生歧化反应(程度不同); 与 $Ag^+$ 沉淀( $AgI$ 黄色,  $AgBr$ 淡黄色,  $AgCl$ 白色); 用 $CCl_4$ 萃取( $Br_2$ 橙红色,  $I_2$ 紫色)。

## 16. $Fe$

- $Fe$ : 银白色金属, 抗腐蚀, 耐高温。



- $Fe^{2+}$ 与 $Fe^{3+}$





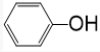
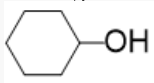
$FeSO_4 + 2NaOH \longrightarrow Fe(OH)_2 \downarrow + Na_2SO_4$  (实验室制 $Fe(OH)_2$ ,  
油封、 $H_2SO_4$ 和 $Fe$ 均微过量、通电防氧化)

$4Fe(OH)_2 + O_2 + H_2O \longrightarrow 4Fe(OH)_3$  (变灰绿再变红褐)

$2Fe(OH)_3 \xrightarrow{\Delta} Fe_2O_3 + H_2O$

# 有机化学

## 1. 加成反应

	$H_2$	$X_2$	$HX$	$H_2O$	$H-C \equiv N$
$C=C$	$\longrightarrow CH-CH$	$\longrightarrow CX-CX$	$\longrightarrow CH-CX$	$\longrightarrow CH-COH$	$\longrightarrow CH-CCN$
$C \equiv C$	$\longrightarrow CH=CH$	$\longrightarrow CX=CX$	$\longrightarrow CH=CX$	$\longrightarrow CH=COH$	$\longrightarrow CH=CCN$
单 $C=O$	$\longrightarrow CH-OH$				$\longrightarrow C(OH)(CN)$
$-CHO$	$\longrightarrow -CH_2OH$				$\longrightarrow -CH(OH)(CN)$
	$\xrightarrow[\Delta]{Ni}$ 				
	$\xrightarrow[\Delta]{Ni}$ 				.

注意与 $H_2$ 的加成反应为有机物的还原反应。

反应条件基本都是 $\xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}}$ 。

$C=C$ 与 $HX$ 发生加成反应时 $H$ 总是结合在紧邻 $H$ 多的 $C$ 上。

$CH_2=CHCH_3 + HX \longrightarrow CH_3-CHXCH_3$ 。

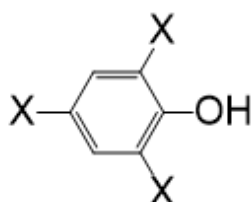
双键比叁键更容易加成。叁键加成后形成双键往往可以进一步加成。

苯环不能和卤素发生加成反应但是苯和苯酚在催化条件下和卤素可以发生取代反应：

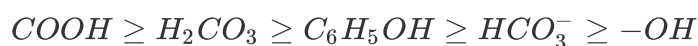
$C_6H_6 + X_2 \xrightarrow{FeX_3} C_6H_5X + HX$

$C_6H_5OH + 3X_2 \longrightarrow C_6H_2X_3OH \downarrow + 3HX$

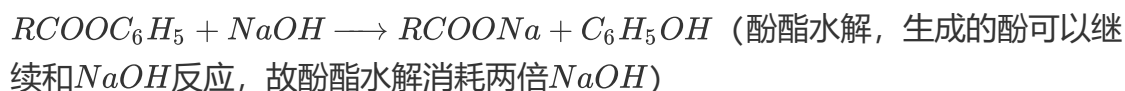
其中 $C_6H_2X_3OH$ 的3个卤素都加在邻位和对位上，如图所示：



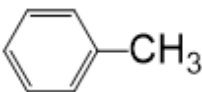
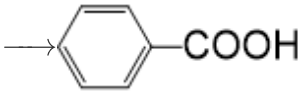
## 2. 中和型反应酸性顺序



## 3. 酯类水解



## 4. 氧化反应

	$O_2$ (非点燃) 等弱氧化剂	酸性 $KMnO_4$
$C_nH_{2n-2}$ , $C_nH_{2n}$		小分子生成 $CO_2$ 与 $H_2O$ , 大分子生成羧基、羰基等特定结构
$-OH$	$\xrightarrow[\Delta]{Cu} -COOH$	$\longrightarrow -COOH$
$-CHO$	$\xrightarrow[\Delta]{Mn^{2+}} -COOH$	$\longrightarrow -COOH$
单 $C=O$		$\longrightarrow -COOH$
		

## 5. 同分异构体数目

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
n烷	1	1	1	2	3	5	9	18	35	75
n基	1	1	2	4	8	17				.

n基数目即n烷的一氯代物数目。

## 6. 有机物溶解性

亲水基：羟基( $-OH$ ), 醛基( $-CHO$ ), 羧基( $-COOH$ ), 氨基( $-NH_2$ ), 酚( $C_6H_5OH$ )。

憎水基：烃基( $-C_nH_{2n+1}$ ,  $-CH=CH_2$ ,  $-C_6H_5$ ), 卤素( $-X$ ), 硝基( $-NO_2$ ), 酯基( $-COO-$ )。

亲水基越多越易溶于水，憎水剂越多、越大越难溶于水。例如：一般的， $C$ 原子个数大于5的醇不溶于水，小于等于4则可能溶于水。

有机物之间：含有相同官能团的物质一般可以互溶。

有机溶剂( $C_6H_6$ ,  $C_2H_4$ ,  $CCl_4$ ,  $C_2H_5OH$ )可以溶解绝大多数有机物。

## 7. 有机物密度

烃、酯密度一般都小于水，卤代烃 $\geq 2$ 个 $C$ 的一般密度都大于水。

常见密度小于水：乙醇( $C_2H_5OH$ )，乙醛( $CH_3CHO$ )，一氯代烃。

常见密度大于水：四氯化碳( $CCl_4$ )，氯仿( $CHCl_3$ )，硝基苯( $C_6H_5NO_2$ )，溴代烃。

## 8. 有机物反应

	加成 (还原)	加聚	缩聚	水解	消去	与活泼金属	酸性	银镜(弱氧化)	强氧化	硝化	磺化
烷											
稀、炔	√	√							√		
苯	√									√	√
甲苯	√								√	√	√
苯酚	√					√	弱		√	√	√
卤代烃				√	√						
醇			二元		√	√			√		
羧酸			二元			√	√	$HCOOH$	$HCOOH$		
羟基酸			√		√	√	√		√		
醛	√	√						√	√		
酯				√				$HCOOR$	$HCOOR$		
油脂 (高级脂肪酸甘油酯)	植物油			√							
单糖	√		√					√	√		
二糖			√	√				还原糖	√		
多糖				√				还原糖	√		
蛋白质				√							.

- 几乎所有有机物都可以发生取代反应、点燃的氧化反应。

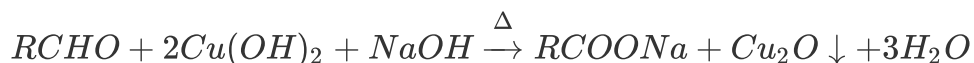
- 含有双键、苯环的物质可以发生加成反应，所以也可以发生还原反应( $H_2$ 加成)和加聚反应( $C=C$ 双键断为单键而连接多个单体)。
- 缩聚反应：脱水缩合连接多个单体。
- 水解反应：吸收一分子水，产生两个或多个物质，缩聚反应的逆反应。

- 消去反应：含有  $\begin{array}{c} \text{OH} \quad \text{H} \\ | \quad | \\ -\text{C}-\text{C}- \\ | \quad | \end{array}$  的结构脱去一分子水(或 $HX$ )，结果产生 $C=C$ 。但是由于大 $\pi$ 键的存在，苯酚不能发生消去反应。

- 硝化反应： $-NO_2$ 取代。磺化反应： $-SO_3H$ 取代。
- 醇消去产生烯。卤代烃水解产生醇和 $HX$ ，消去产生烯和 $HX$ 。
- 醇、酸以及羟基酸的酯化反应是一种缩聚反应。
- 醛 $H_2$ 加成还原形成醇。
- 银镜反应：银氨溶液( $[Ag(NH_3)_2]OH$ )由稀 $AgNO_3$ 与适量稀氨水混合制成，现用现配，加入待测物质后需水浴加热、静置观察现象。



能发生银镜反应的物质(含有 $-CHO$ 的物质)都可以和斐林试剂(新制 $Cu(OH)_2$ )反应产生砖红色沉淀：



两个反应均在碱性条件下进行；需要水浴加热。

- 油脂在碱性条件下彻底水解为皂化反应。
- 能使酸性 $KMnO_4$ 褪色： $C \equiv C$ ， $C=C$ ， $C_6H_5CH_3$ ， $-OH$ ， $-CHO$ ， $H_2C_2O_4$ ，其他无机还原剂。注意环烷烃并不反应。
- 能使 $Br_2$ 水褪色： $C \equiv C$ ， $C=C$ ， $C_6H_5OH$ (浓 $Br_2$ 水)， $-CHO$ (可以被 $Br_2$ 氧化为 $-COOH$ )。

额外能使 $Br_2$ 的 $CCl_4$ 溶液褪色： $C_6H_6$ ( $Fe$ 或 $FeBr_3$ 催化)。

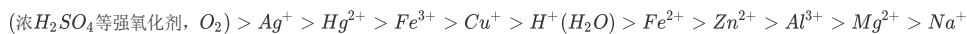
9. 不饱和度： $\Omega = \pi$ 键数 + 最简环数。最简环即一个极小环，对于立体图形先投影成为平面图形，例如正方体只有5个最简环。

基团不饱和度： $C=C \rightarrow 1$ ， $C=O \rightarrow 1$ ， $C \equiv C \rightarrow 2$ ， $C_6H_5 \rightarrow 4$ (可用凯库勒式计算)， $-NO_2 \rightarrow 1$ 。

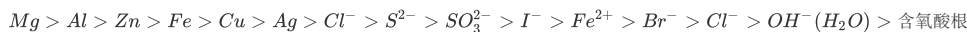
## 电化学

1. 得电子顺序：



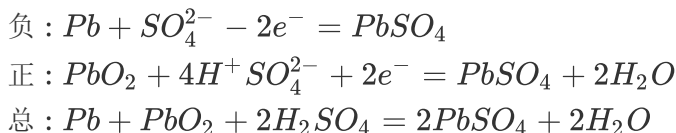


失电子顺序:



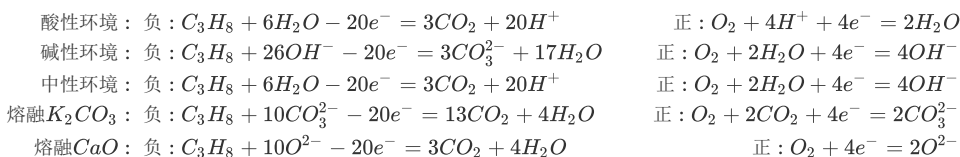
2. 电解精炼铜:  $Zn, Fe, Cu$ 先后在阳极氧化,  $Ag, Pt, Au$ 不反应形成阳极泥, 最后只有 $Cu^{2+}$ 在阴极还原。

3. 铅蓄电池:



铅蓄电池是可充电电池(二次电池), 充电反应逆向进行。二次电池充电时正极接正极, 负极接负极。

4. 燃料电池(以 $C_3H_8$ 的燃烧为例, 总反应式 $C_3H_8 + 5O_2 = 3CO_2 + 4H_2O$ )

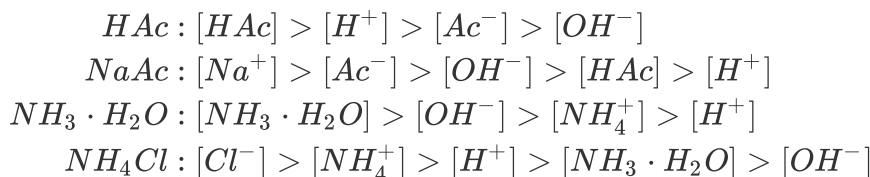


注意碱性条件下 $CO_2$ 会继续反应生成 $CO_3^{2-}$ ; 熔融 $CaO$ 并不会和 $CO_2$ 反应。

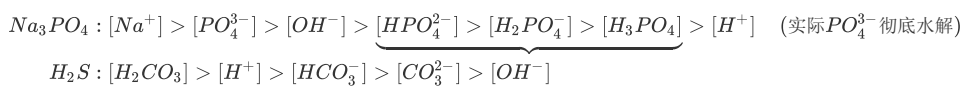
## 离子浓度问题

1. 单一溶质离子浓度:

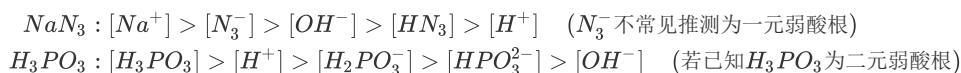
原物质  $> H^+ / OH^-$  中较多者  $>$  电离水解生成物(分步)  $> H^+ / OH^-$  中较少者。



分步问题: 每步电离、水解产物离子浓度递减。



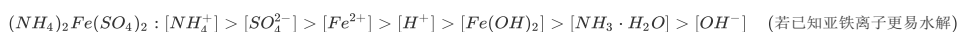
不常见酸根问题: 不常见的酸根一般都是弱酸, 根据给定化合物和其是否为正盐推断水解、电离情况。



离子组成比不同: 如果水解离子较多, 最终即使水解也比不水解离子多。

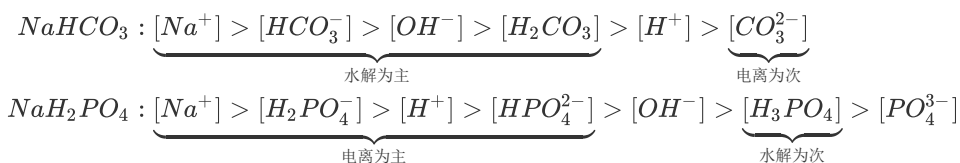


复盐问题：综合考虑。



主次问题：既发生水解又发生电离时分清主次，

原物质  $> H^+ / OH^-$  中较多者  $>$  主  $> H^+ / OH^-$  中较少者  $>$  次  $>$  (分步)。



主要发生电离的离子： $HSO_3^-$ ,  $H_2PO_4^-$ ,  $HC_2O_4^-$ ；主要发生水解的离子： $HCO_3^-$ ,  $HPO_4^{2-}$ ,  $HS^-$ 。

2. EBE：正电荷 = 负电荷。

MBE：某一元素的所有存在形式之和为该元素含量。

PBE：得 $H^+$ 与失 $OH^-$ 数目相等。

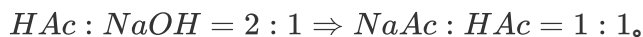
BE： $mEBE + nMBE$ 可以得到所有溶液中离子平衡式。

3. 混合溶液离子浓度：先进行彻底反应，当反应后溶液只有一种离子的水解电离平衡时可以只考虑为主的方向。

$NaAc : HAc = 1 : 1$ 时已知溶液呈酸性，则只考虑 $HAc$ 电离：



$NaAc : HAc = 1 : 1 \Rightarrow NaAc$ 单一溶质离子浓度。



$NaAc : HAc = x : y$ 时已知溶液恰好呈中性，则视作既不水解也不电离，EBE可得： $[Na^+] = [Ac^-] > [HAc] > [H^+] = [OH^-]$ 。

4. 任意比混合的溶液(比如在酸中加入碱至过量的动态过程中)，不违反EBE的任何离子浓度排序都有可能。

$[H^+] > [Ac^-] > [Na^+] > [OH^-]$ 会发现 $[H^+] + [Na^+] > [Ac^-] + [OH^-]$ ，违反了EBE，所以不可能。

$[Na^+] > [OH^-] > [Ac^-] > [H^+]$ ，没有违反EBE，一定是可能存在的。

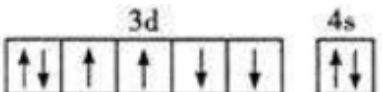
5. 温度升高时溶液中所有平衡常数(指 $K_w, K_a, K_b, K_h, K_{sp}$ ，某个化学反应的 $K$ 不一定)都增大。

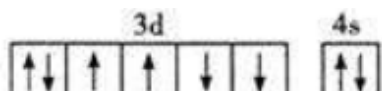
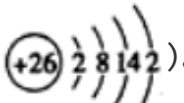
## 物质结构与性质

周期	元素周期表																		0	18	电子层	0族	电子数																																							
1	I A												II A						92 U 钍 5f <sup>3</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> 238.0		元素名称注*的是人造元素		元素符号，红色指放射性元素		过渡元素		非金属		金属		9 He 氦 4.003 1s <sup>2</sup>		K	2																												
2	3 Li 锂 6.941 2s <sup>1</sup>		4 Be 铍 9.012 2s <sup>2</sup>												11 Na 钠 22.99 3s <sup>1</sup>		12 Mg 镁 24.31 3s <sup>2</sup>		III B		IV B		V B		VI A		VII A		13 Al 铝 26.98 3s <sup>2</sup> 3p <sup>1</sup>		14 Si 硅 28.09 3s <sup>2</sup> 3p <sup>2</sup>		15 P 磷 30.97 3s <sup>2</sup> 3p <sup>3</sup>		16 S 硫 32.06 3s <sup>2</sup> 3p <sup>4</sup>		17 Cl 氯 35.45 3s <sup>2</sup> 3p <sup>5</sup>		18 Ar 氩 39.95 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup>		L	8																				
3	19 K 钾 39.10 4s <sup>1</sup>		20 Ca 钙 40.08 4s <sup>2</sup>		21 Sc 钪 44.96 3d <sup>1</sup> 4s <sup>2</sup>		22 Ti 钛 47.87 3d <sup>2</sup> 4s <sup>2</sup>		23 V 钒 50.94 3d <sup>3</sup> 4s <sup>2</sup>		24 Cr 铬 52.00 3d <sup>4</sup> 4s <sup>1</sup>		25 Mn 锰 54.94 3d <sup>5</sup> 4s <sup>2</sup>		26 Fe 铁 55.85 3d <sup>6</sup> 4s <sup>2</sup>		27 Co 钴 58.93 3d <sup>7</sup> 4s <sup>2</sup>		28 Ni 镍 58.69 3d <sup>8</sup> 4s <sup>2</sup>		29 Cu 铜 63.55 3d <sup>10</sup> 4s <sup>1</sup>		30 Zn 锌 65.38 3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup>		31 Ga 镓 69.72 4s <sup>2</sup> 4p <sup>1</sup>		32 Ge 锗 72.63 4s <sup>2</sup> 4p <sup>2</sup>		33 As 砷 74.92 4s <sup>2</sup> 4p <sup>3</sup>		34 Se 硒 78.96 4s <sup>2</sup> 4p <sup>4</sup>		35 Br 溴 79.90 4s <sup>2</sup> 4p <sup>5</sup>		36 Kr 氪 83.80 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup>		M	8																								
4	37 Rb 铷 85.47 5s <sup>1</sup>		38 Sr 锶 87.62 5s <sup>2</sup>		39 Y 钇 88.91 4d <sup>1</sup> 5s <sup>2</sup>		40 Zr 锆 91.22 4d <sup>2</sup> 5s <sup>2</sup>		41 Nb 铌 92.91 4d <sup>4</sup> 5s <sup>1</sup>		42 Mo 钼 95.96 4d <sup>5</sup> 5s <sup>1</sup>		43 Tc 锝 [98] 4d <sup>5</sup> 5s <sup>2</sup>		44 Ru 钌 101.1 4d <sup>7</sup> 5s <sup>1</sup>		45 Rh 铑 102.9 4d <sup>8</sup> 5s <sup>1</sup>		46 Pd 钯 106.4 4d <sup>10</sup> 5s <sup>0</sup>		47 Ag 银 107.9 4d <sup>10</sup> 5s <sup>1</sup>		48 Cd 镉 112.4 4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup>		49 In 铟 114.8 5s <sup>2</sup> 5p <sup>1</sup>		50 Sn 锡 118.7 5s <sup>2</sup> 5p <sup>2</sup>		51 Sb 锑 121.8 5s <sup>2</sup> 5p <sup>3</sup>		52 Te 碲 127.6 5s <sup>2</sup> 5p <sup>4</sup>		53 I 碘 126.9 5s <sup>2</sup> 5p <sup>5</sup>		54 Xe 氙 131.3 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup>		N	8																								
5	55 Cs 铯 132.9 6s <sup>1</sup>		56 Ba 钡 137.3 6s <sup>2</sup>		57-71 La-Lu 镧系 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup>		72 Hf 铪 178.5 5d <sup>2</sup> 6s <sup>2</sup>		73 Ta 钽 180.9 5d <sup>3</sup> 6s <sup>2</sup>		74 W 钨 183.8 5d <sup>4</sup> 6s <sup>2</sup>		75 Re 铼 186.2 5d <sup>5</sup> 6s <sup>2</sup>		76 Os 锇 190.2 5d <sup>6</sup> 6s <sup>2</sup>		77 Ir 铱 192.2 5d <sup>7</sup> 6s <sup>2</sup>		78 Pt 铂 195.1 5d <sup>9</sup> 6s <sup>1</sup>		79 Au 金 197.0 5d <sup>10</sup> 6s <sup>1</sup>		80 Hg 汞 200.6 5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup>		81 Tl 铊 204.4 6s <sup>2</sup> 6p <sup>1</sup>		82 Pb 铅 207.2 6s <sup>2</sup> 6p <sup>2</sup>		83 Bi 铋 208.98 6s <sup>2</sup> 6p <sup>3</sup>		84 Po 钋 [209] 6s <sup>2</sup> 6p <sup>4</sup>		85 At 砹 [210] 6s <sup>2</sup> 6p <sup>5</sup>		86 Rn 氡 [222] 6s <sup>2</sup> 6p <sup>6</sup>		P	8																								
6	87 Fr 钫 [223] 7s <sup>1</sup>		88 Ra 镭 [226] 7s <sup>2</sup>		89-103 Ac-Lr 锕系 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup>		104 Rf 钨 261 6d <sup>2</sup> 7s <sup>2</sup>		105 Db 𬓪 268 6d <sup>3</sup> 7s <sup>2</sup>		106 Sg 𬓭 271 6d <sup>4</sup> 7s <sup>2</sup>		107 Bh 𬓮 270 6d <sup>5</sup> 7s <sup>2</sup>		108 Hs 𬓯 277 6d <sup>6</sup> 7s <sup>2</sup>		109 Mt 𬓰 276 6d <sup>7</sup> 7s <sup>2</sup>		110 Ds 𬓱 281 6d <sup>8</sup> 7s <sup>2</sup>		111 Rg 𬓲 280 6d <sup>9</sup> 7s <sup>2</sup>		112 Cn 𬓳 285 6d <sup>10</sup> 7s <sup>2</sup>		113 Nh 𬬩 284 6d <sup>10</sup> 7s <sup>2</sup>		114 Fl 𬬪 289 6d <sup>10</sup> 7s <sup>2</sup>		115 Mc 𬬫 288 6d <sup>10</sup> 7s <sup>2</sup>		116 Lv 𬬬 293 6d <sup>10</sup> 7s <sup>2</sup>		117 Ts 𬬭 294 6d <sup>10</sup> 7s <sup>2</sup>		118 Og 𬬮 294 6d <sup>10</sup> 7s <sup>2</sup>		Q	8																								
7	57 La 镧 138.9		58 Ce 铈 140.1		59 Pr 镨 140.9		60 Nd 钕 144.2		61 Pm 钷 [145]		62 Sm 钐 152.0		63 Eu 铕 157.3		64 Gd 钆 158.9		65 Tb 铽 162.5		66 Dy 镱 164.9		67 Ho 铥 167.3		68 Er 铒 168.9		69 Tm 铥 173.0		70 Yb 镱 175.0		71 Lu 镥 175.0		72 Hf 铪 178.5		73 Ta 钽 180.9		74 W 钨 183.8		75 Re 铼 186.2		76 Os 锇 190.2		77 Ir 铱 192.2		78 Pt 铂 195.1		79 Au 金 197.0		80 Hg 汞 200.6		81 Tl 铊 204.4		82 Pb 铅 207.2		83 Bi 铋 208.98		84 Po 钋 [209]		85 At 砹 [210]		86 Rn 氡 [222]		O	8
8	89 Ac 锕 227		90 Th 钍 232.0		91 Pa 镤 231.0		92 U 铀 238.0		93 Np 镎 [237]		94 Pu 钚 [244]		95 Am 镅 [243]		96 Cm 锔 [247]		97 Bk 锫 [247]		98 Cf 锿 [251]		99 Es 镅 [252]		100 Fm 镆 [257]		101 Md 镎 [258]		102 No 镎 [259]		103 Lr 镥 [262]		104 Rf 钨 261		105 Db 𬓪 268		106 Sg 𬓭 271		107 Bh 𬓮 270		108 Hs 𬓯 277		109 Mt 𬓰 276		110 Ds 𬓱 281		111 Rg 𬓲 280		112 Cn 𬓳 285		113 Nh 𬬩 284		114 Fl 𬬪 289		115 Mc 𬬫 288		116 Lv 𬬬 293		117 Ts 𬬭 294		118 Og 𬬮 294		N	8

## 1. 核外电子排布

区分电子排布式( $[Ar]3d^6 4s^2$ ), 价(外围)电子排布式( $3d^6 4s^2$ ), 电子排布图/轨道

表示式( $[Ar]$  ) , 价电子排布图/轨道表示式(

) , 结构示意图().

能层 = 电子层(KLMNOPQ), 能级 = 亚层(spdfg)。

同一个原子中的电子运动状态两两不同(主量子数、角量子数、磁量子数、自旋)。

能量最低原理: 电子优先占据能量较低的轨道。注意得失电子时按照电子层顺序而非能量顺序。

泡利不相容原理: 每个轨道两个电子, 自旋状态相反。

洪特规则: 能量相同的轨道上, 电子尽可能分占多个轨道, 自旋状态相同。

## 2. 电负性:

$F(4.0)$ ,  $O(3.5)$ ,  $Cl(3.0)$ ,  $N(3.0)$ ,  $Br(2.8)$ ,  $I(2.5)$ ,  $S(2.5)$ ,  $C(2.5)$ 。

$H(2.1)$ ,  $Li(1.0)$ ,  $Na(0.9)$ ,  $K(0.8)$ ,  $Mg(1.2)$ ,  $Ca(1.0)$ ,  $Al(1.5)$ ,  $Fe(1.8)$ ,  $Cu(1.9)$ ,  $Cs(0.7)$ 。

一般情况下电负性相差 $\leq 1.7$ 成共价键, 否则成离子键。

反例:  $HF(2.1, 4.0)$ 共价化合物, 金属氢化物都是离子化合物。

## 3. 第一电离能: 越向右上方越大, 但是IIA与IIIA主族以及VA和VIA主族之间反常。

#### 4. 粒子空间构型

- $s$ 轨道为球形,  $p$ 轨道为哑铃形或纺锤形。
- VSEPR公式:  $n = \frac{1}{2}(\text{中心原子价电子数目} + \sum m - \text{粒子电荷})$ , 其中对于与中心原子相连的化学键, 每个单键 $m = 1$ , 双键 $m = 0$ , 叁键 $m = -1$ , 在未知成键情况下一般可以认为 $O, S$ 原子为0, 认为 $N$ 原子为-1, 其他原子为1。中心原子的杂化方式即为 $sp^{n-1}$ 杂化。

$sp^3 \rightarrow$  (正)四面体形,  $sp^2 \rightarrow$  (正)平面三角形,  $sp^1 \rightarrow$  直线形。

$$BeCl_2 : n_{Be} = \frac{1}{2}(2 + 2 - 0) = 2 \rightarrow sp^1$$

$$NO_3^- : n_N = \frac{1}{2}(5 + 0 - (-1)) = 3 \rightarrow sp^2$$

$$NH_4^+ : n_{Be} = \frac{1}{2}(5 + 4 - 1) = 4 \rightarrow sp^3$$

$$AlBr_3 : n_{Al} = \frac{1}{2}(3 + 3 - 0) = 3 \rightarrow sp^2$$

$$N_2 : n_N = \frac{1}{2}(5 - 1 - 0) = 2 \rightarrow sp^1$$

$$H_2S : n_S = \frac{1}{2}(6 + 2 - 0) = 4 \rightarrow sp^3$$

$$CN^- : n_C = \frac{1}{2}(4 + (-1) - (-1)) = 2 \rightarrow sp^1$$

$$SO_2 : n_S = \frac{1}{2}(6 + 0 - 0) = 3 \rightarrow sp^2$$

$$SO_3 : n_S = \frac{1}{2}(6 + 0 - 0) = 3 \rightarrow sp^2$$

$$SO_4^{2-} : n_S = \frac{1}{2}(6 + 0 - (-2)) = 4 \rightarrow sp^3$$

$$I_3^+ : n_I = \frac{1}{2}(7 + 2 - 1) = 4 \rightarrow sp^3$$

$$AlO_2^- : n_{Al} = \frac{1}{2}(3 + 0 - 1) = 2 \rightarrow sp^1$$

不适用情况:  $CO$ 中 $C, O$ 原子都是 $sp^1$ 杂化, 但用VSEPR公式只能计算 $C$ 原子;  
 $C_6H_6$ 必须使用凯库勒式计算 $C$ 原子杂化方式得到 $sp^2$ 杂化; 多中心粒子、配位粒子一般不用VSEPR公式计算。

- 等电子原理: 电子总数相同且价电子总数相同的分子具有相似的化学键特征和空间结构。

如:  $CO_2, CS_2, BeCl_2$ 都为直线形分子;  $BF_3, SO_3$ 都为平面三角形分子;  
 $SO_3^{2-}, PO_3^{3-}$ 都为三角锥形离子。

常见等电子体:

$5A - 8e^- : CH_4, NH_4^+, SiH_4, PH_4^+, BH_4^-$ 等。

$2A - 10e^- : N_2, CO, CN^-, C_2^{2-}$ 等。

$3A - 16e^- : CO_2, CS_2, BeCl_2, N_2O, SCN^-, CNO^-, N_3^-$ 等。

$3A - 18e^- : SO_2, O_3, NO_2^-$ 等。

$4A - 24e^- : NO_3^-, CO_3^{2-}, SO_3, BF_3, BO_3^-$ 等。

$4A - 26e^- : SO_3^{3-}, PO_3^{3-}, ClO_3^-$ 等。

$5A - 32e^- : CCl_4, CBr_4, SiCl_4, SiF_4, ClO_4^-, SO_4^{2-}, PO_4^{3-}$ 等。

## 5. 键基本知识

- 共价键：原子之间共用电子形成的化学键，本质是高概率地出现在两个原子核之间的电子与两个原子核之间的电性作用；具有方向性和饱和性。

$$\text{键能} \propto \frac{1}{\text{键长}} \propto \frac{1}{r}$$

键角：

- 杂化类型： $sp^1 \rightarrow 180^\circ$ ,  $sp^2 \rightarrow 120^\circ$ ,  $sp^3 \rightarrow \approx 109.5^\circ$ 。
  - 中心原子存在孤电子对，对成键电子对有较大的排斥力，键角减小(半径相等时孤对电子分割更多圆周角)。例： $CH_4 > NH_3 > H_2O$ 。
  - (影响较小)双键对单键有较大的排斥力，单键键角减小(半径相等时双键分割更多圆周角)。例： $COCl_2$ 中C为中心原子， $\angle O - C - Cl > \angle Cl - C - Cl$ 。
  - (影响较小)大体积的基团有较大的排斥力，单键键角减小(半径相等时大基团分割更多圆周角)。例： $NH_3, NH_2OH, NH_2(CH_3)$ 中 $\angle H - N - H$ 递减。
  - 中心原子电负性增大，成键电子受到向中心更大的吸引力(半径减小)，键角增大。例： $NH_3 > PH_3$ ,  $H_2O > H_2S$ 。
  - 配原子电负性增大，成键电子受到向外侧更大的吸引力(半径增大)，键角减小。例： $NH_3 > NF_3$ ,  $H_2O > OF_2$ 。
- 配位键：一方提供孤对电子(配体)，一方提供空轨道(培基)形成共价键。含有配位键的离子叫配合体，其离子式称为内界表示，含有配位键的整个化合物叫配合物，与配合体形成离子键的离子式称为外界表示。 $\underbrace{[Cu(NH_3)]}_{\text{内界表示}} \underbrace{SO_4}_{\text{外界表示}} ;$

具有方向性和饱和性。

特殊配位离子： $[Ag(NH_3)_2]^+ \rightarrow sp^1$ ;  $[Zn(NH_3)_4]^{2+} \rightarrow sp^3$ ;

$[Cu(NH_3)_4]^{2+} \rightarrow dsp^2$ (平面正方形)。只有IB, IIB族金属具有这种性质。现象：在 $ZnSO_4$ 溶液中加入过量氨水，先产生白色沉淀后溶解。

- 离子键：阴阳离子通过静电作用形成的化学键，本质是离子间引力与斥力平衡(实质是静电作用)；无方向性和饱和性，但成键数目受到空间体积的限制。

$$\text{键能} \propto \text{晶格能} \propto \frac{Q_1 Q_2}{r}$$

同时离子组成比越相近晶格能越大，如

$AB$ 型离子  $>$   $A_2B_3$ 型离子  $>$   $AB_2$ 离子  $>$ ...

- 金属键：自由电子与金属阳离子间的相互作用，本质类似于共价键，也是电性作用；无方向性和饱和性。金属键导致产生了金属光泽、导电性、导热性。

$$\text{键能} \propto \text{原子化热} \propto \frac{Q}{r}$$

- 范德华力：分子间普遍存在的一种短程相互作用力，是指也是电性作用，不属于化学键，属于分子间作用力；无方向性和饱和性。范德华力可提升物质熔沸点。

$$\text{作用力大小} \propto M$$

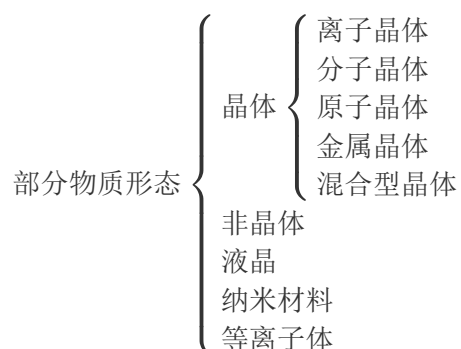
- 氢键：一个裸露的H原子核与相邻原子产生静电相互作用和一定的轨道重叠作用，不属于化学键，属于分子间作用力；有方向性和饱和性。一般只有N, O, F可以形成。分子间氢键可显著提升物质熔沸点，与水形成分子间氢键增大溶解度，形成分子内氢键降低溶解度。

$$\text{作用力大小} \propto \text{氢键原子电负性}$$

## 6. 共价化合物和离子化合物的区分

- 对于二元化合物用电负性区分：一般情况下电负性相差 $\leq 1.7$ 成共价键，否则成离子键。反例： $HF(2.1, 4.0)$ 共价化合物，金属氢化物都是离子化合物。
- 碱、金属盐(铵盐)一般是离子化合物，酸一般是共价化合物。
- 很多化合物不能明确判断是共价还是离子化合物，只讨论共价性和离子性强弱。当金属呈 $\geq +4$ 价时往往偏向于共价化合物，当金属呈低价态时往往偏向于离子化合物。如 $FeCl_3$ 偏向于共价化合物，而 $CuCl$ 偏向于离子化合物。
- 常见易混淆共价化合物： $AlCl_3$ 、 $FeCl_3$  (以及活动性Fe后较高价金属氯化物)， $(CH_3COO)_2Pb$ 。

## 7. 物质的聚集状态



晶体：原子/离子/分子在空间按一定规律做周期性重复排列(晶胞)构成的固体物质。具有自范性(自发形成封闭、规则的多面体)，特定的对称性，单晶体有各向异性和固定熔点。

晶胞：晶体结构中的最小重复单元，必须是平行六面体。配位数：与一个粒子紧邻的粒子数目。

制备：熔融态物质凝固，气体物质凝华，溶液溶质析出。

结构检验：X射线衍射实验。

- 金属晶体：金属原子通过金属键形成的晶体。

	简单立方堆积	$A_1$ 面心立方最密堆积	$A_2$ 体心立方密堆积	$A_3$ 六方最密堆积
原子位置	顶角	顶角、面心	顶角、体心	
原子数	1	4	2	6
配位数	6	12	8	12
空间利用率	52.36%	74.05%	67.98%	74.05%
代表金属	<i>Po</i>	<i>AlCuCaAuPdPtAg</i>	<i>FeNaLiKBaW</i>	<i>MgZnTi</i>

性质：原子配位数越高，金属延展性、可塑性越好。

- 原子晶体：相邻原子间以共价键结合而形成的空间立体网状结构晶体。

例：金刚石, 晶体硅,  $SiC$ ,  $SiO_2$ ,  $Si_3N_4$ ,  $BN$ 。

	金刚石结构
原子位置	顶角、面心、4个正四面体内
原子数	8
配位数	4
空间利用率	34.01%

性质：排列方式相对松散、活动，熔化时需要破坏共价键。

- 离子晶体：阴阳离子通过离子键结合，在空间呈现有规律的排列。

例：金属氢化物、强碱、绝大多数盐。

(AB型)	<i>NaCl</i> 型堆积	<i>CsCl</i> 型堆积	<i>ZnS</i> 型堆积
<i>A/B</i> 离子位置	顶角、面心	顶角	顶角、面心
<i>B/A</i> 离子位置	棱心、体心	体心	4个正四面体内
<i>A/B</i> 离子数	4	1	4
(异种)配位数	6	8	4
同种配位数	12	6	12
代表物质	$(Li/Na/K/Rb)X, AgF, MgO$	$CsBr, CsI, NH_4Cl$	BeO, BeS

性质：对于  $A_x B_y$  型离子晶体  $\frac{A \text{离子数目}}{B \text{离子数目}} = \frac{B \text{配位数}}{A \text{配位数}} = \frac{x}{y}$ 。

- 分子晶体：分子之间通过分子间作用力结合形成的物质。

例：非金属单质、非金属氢化物、多数有机物、干冰。

- 混合型晶体：如石墨：每层用共价键连接，大π键具有金属键性质，层之间由范德华力连接。

	金属晶体	原子晶体	离子晶体	分子晶体
熔点	一般 $\geq 2000^\circ C$	一般 $\geq 2000^\circ C$	一般 $\geq 400^\circ C$	一般 $\leq 300^\circ C$
沸点	有高有低	一般 $\geq 2000^\circ C$	一般 $\geq 1000^\circ C$	一般 $\leq 600^\circ C$
溶解度	不溶	不溶	易溶	相似相溶
导电性	导电	绝缘	熔融导电	绝缘
其他	延展性、光泽	硬度大		易升华

熔沸点比较：

原子晶体( $\propto$  原子化热) > 离子晶体( $\propto$  晶格能) > 分子晶体(氢键 > 普通  $\propto M$ )。

非晶体：各向同性，无固定熔点。如橡胶、石蜡、玻璃、沥青等固体。

液晶：在一定温度范围内同时具有可流动性和各向异性。

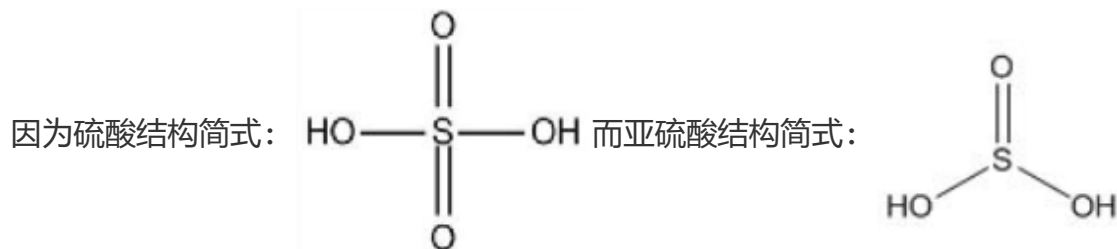
纳米材料：三维空间尺寸至少一维处于纳米尺度，有特定功能，内部为晶体，表面无序。



等离子体：大量带电微粒和中性微粒组成的准电中性聚集体，导电、高温、流动性、无序。如经过高温/紫外线/ $X$ 射线/ $\gamma$ 射线处理的气体、电离层、流星、极光。

## 8. 共价化合物的酸性比较

对于同一中心原子形成的酸，含有 $=O$ 越多的酸性越强。如：硫酸强于亚硫酸。



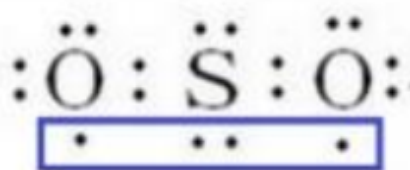
).

## 9. 大 $\Pi$ 键

大 $\Pi$ 键的 $\Pi_n^m$ 表示 $n$ 个原子总共提供 $m$ 个电子，首先总是消耗掉成单电子，其次当 $m$ 越趋近于 $n$ 时越稳定(且一般 $n \geq 3, m \geq 4$ )。

例如：苯环 $\Pi_6^6$ 既没有成单电子，而 $m = n = 6$ ，所以非常稳定。

$\text{SO}_2$ 两个 $O$ 原子上有两个单电子要形成大 $\Pi$ 键， $S$ 上的孤对电子也要参与，根据判断方法 $\Pi_3^4$ 比 $\Pi_3^6$ 更稳定。



$\text{N}_5^-$ 的每个氮原子上连出两条键、有一个孤对电子、一个成单电子，还有一个负电荷电子，所有单电子共6个，根据判断方法 $\Pi_5^6$ 比 $\Pi_5^8 \sim \Pi_5^{16}$ 稳定。

扫描二维码即可在手机上查看这篇文章，或者转发二维码来分享这篇文章：

