

# 2024 届高三化学一轮复习

## ——高中化学重要知识点详细总结

### 一、丰富多彩的颜色

#### 1. 红色：

$\text{Fe}(\text{SCN})_3$  (红色溶液);  $\text{Cu}_2\text{O}$  (砖红色固体);  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (红棕色固体);  
红磷 (暗红色固体); 液溴 (深红棕色);  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  (红褐色固体);  
 $\text{Cu}$  (紫红色固体); 溴蒸气、 $\text{NO}_2$  (红棕色); 品红溶液 (红色);  
在空气中久置的苯酚 (粉红); 石蕊遇酸性溶液 (红色); 酚酞遇碱性溶液 (红色)。

#### 2. 紫色：

石蕊在中性溶液中 (紫色);  $\text{Fe}^{3+}$  与苯酚反应产物 (紫色);  $\text{I}_2$  (有金属光泽紫黑色固体)  
 $\text{KMnO}_4$  固体 (紫黑色);  $\text{MnO}_4^-$  (紫红色溶液); 固态  $\text{O}_3$  (紫黑色)  
钾的焰色反应 (紫色);  $\text{I}_2$  蒸气、 $\text{I}_2$  在非极性溶剂中 (紫色)

#### 3. 橙色： 溴水 (橙色)

$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  溶液 (橙色)

#### 4. 黄色：

$\text{AgI}$  (黄色固体);  $\text{AgBr}$  (淡黄色固体);  $\text{Ag}_3\text{PO}_4$  (黄色固体);  $\text{FeS}_2$  (黄色固体);  
 $\text{Na}_2\text{O}_2$  (淡黄色固体);  $\text{S}$  (黄色固体);  $\text{Au}$  (金属光泽黄色固体);  
 $\text{I}_2$  的水溶液 (黄色); 碘酒 (黄褐色); 久置的  $\text{KI}$  溶液 (黄色) (被氧化为  $\text{I}_2$ );  
 $\text{Na}$  的焰色反应 (黄色);  $\text{TNT}$  (淡黄色针状); 工业浓盐酸 (黄色) (含有  $\text{Fe}^{3+}$ );  
 $\text{NaNO}_2$  (无色或浅黄色晶体);  $\text{Fe}^{3+}$  的水溶液 (黄色); 硝基苯中溶有浓硝酸分解的  $\text{NO}_2$  时 (黄色)  
久置的浓硝酸 (黄色) (溶有分解生成的  $\text{NO}_2$ ); 浓硝酸粘到皮肤上 (天然蛋白质) (显黄色);

#### 5. 绿色：

$\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$  (绿色固体);  $\text{Fe}^{2+}$  的水溶液 (浅绿色);  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  (绿矾);  
 $\text{K}_2\text{MnO}_4$  (绿色);  $\text{Cl}_2$ 、氯水 (黄绿色);  $\text{F}_2$  (淡黄绿色);  
 $\text{CuCl}_2$  的浓溶液 (蓝绿色);

#### 7. 棕色：

$\text{FeCl}_3$  固体 (棕黄色);  $\text{CuCl}_2$  固体 (棕色)

#### 6. 蓝色：

$\text{Cu}(\text{OH})_2$ 、 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 在水溶液中（蓝色）； 石蕊遇碱性溶液（蓝色）；  
 硫、氢气、甲烷、乙醇在空气中燃烧（淡蓝色火焰）； 一氧化碳在空气中燃烧（蓝色火焰）；  
 淀粉遇  $\text{I}_2$  变蓝色；  $\text{Co}_2\text{O}_3$ （蓝色）；  $\text{O}_2$ （液态——淡蓝色）；  
 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 溶于多羟基化合物（如甘油、葡萄糖等）的水溶液中（绛蓝色）；  
 $\text{O}_3$ （气态——淡蓝色；液态——深蓝色；固态——紫黑色）。

## 7. 黑色：

$\text{FeO}$ ；  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ；  $\text{FeS}$ ；  $\text{CuO}$ ；  $\text{CuS}$ ；  $\text{Cu}_2\text{S}$ ；  $\text{MnO}_2$ ； C 粉；  
 $\text{Ag}_2\text{S}$ ；  $\text{Ag}_2\text{OPbS}$ ；  $\text{AgCl}$ 、 $\text{AgBr}$ 、 $\text{AgI}$ 、 $\text{AgNO}_3$ 光照分解均变黑；  
 绝大多数金属在粉末状态时呈黑色或灰黑色。

## 8. 白色：常见白色固体物质如下（呈白色或无色的固体、晶体很多）：

$\text{AgCl}$ ；  $\text{Ag}_2\text{CO}_3$ ；  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$ ；  $\text{Ag}_2\text{SO}_3$ ；  $\text{BaSO}_4$ ；  $\text{BaSO}_3$ ；  $\text{BaCO}_3$ ；  
 $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$ ；  $\text{BaHPO}_4$ ；  $\text{CaO}$ ；  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ；  $\text{CaCO}_3$ ；  $\text{MgO}$ ；  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ；  
 $\text{MgCO}_3$ ；  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ；  $\text{AgOH}$ ；  $\text{PCl}_5$ ；  $\text{SO}_3$ ； 三溴苯酚  $\text{CuSO}_4$

铵盐（白色固体或无色晶体）；

$\text{Fe}(\text{OH})_2$ 沉淀在空气中的现象：白色→（迅速）灰绿色→（最终）红褐色

pH 试纸：干燥时呈黄色；中性时呈淡绿色；酸性时呈红色，酸性越强，红色越深；碱性时呈蓝色，碱性越强，蓝色越深。

红色石蕊试纸：红色（用于检验碱性物质） 蓝色石蕊试纸：蓝色（用于检验酸性物质）

淀粉试纸：白色（用于检验碘单质）  $\text{KI}$ —淀粉试纸：白色（用于检验氧化性物质）

石蕊：pH<5 时呈红色；pH 介于 5~8 时呈紫色；pH>8 时呈蓝色。

酚酞：pH<8.2 时呈无色；pH 介于 8.2~10 时呈粉红色；pH>10 时呈红色。

甲基橙：pH<3.1 时呈红色；pH 介于 3.1~4.4 时呈橙色；pH>4.4 时呈黄色。

甲基红：pH<4.4 时呈红色；pH 介于 4.4~6.2 时呈橙色；pH>6.2 时呈黄色。

## 二、重要物质的俗名

1. 生石灰（主要成份是  $\text{CaO}$ ）； 消石灰、熟石灰 [主要成份是  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ]；

水垢 [主要成份是  $\text{CaCO}_3$  和  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ]；

石灰石、大理石、白垩、蛋壳、贝壳、骨骼中的无机盐（主要成份是  $\text{CaCO}_3$ ）；

波尔多液（石灰水与硫酸铜溶液的混合物）； 硫磺合剂（石灰水与硫磺的悬浊液）。

碱石灰 [由  $\text{NaOH}$ 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$  的混合液蒸干并灼烧而成，可以看成是  $\text{NaOH}$  和  $\text{CaO}$  的混合物]；

2. 烧碱、火碱、苛性钠（ $\text{NaOH}$ ）； 苛性钾（ $\text{KOH}$ ）

3. 苏打、纯碱、口碱（ $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ）； 小苏打（ $\text{NaHCO}_3$ ）； 大苏打、海波（ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ）  
 纯碱晶体（ $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ）； 泡花碱、水玻璃、矿物胶（ $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  的水溶液）。

4. 芒硝（ $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ）； 重晶石（ $\text{BaSO}_4$ ）；  
 石膏（ $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ）； 熟石膏（ $2\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ）。

5. 胆矾、蓝矾（ $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ）； 明矾 [ $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  或  $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ ]；  
 绿矾（ $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ）； 皓矾（ $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ）。

6. 菱镁矿（主要成份是  $\text{MgCO}_3$ ）； 菱铁矿（主要成份是  $\text{FeCO}_3$ ）；  
 磁铁矿（主要成份是  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ）； 赤铁矿、铁红（主要成份是  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ）；

- 黄铁矿、硫铁矿（主要成份是  $\text{FeS}_2$ ）。
- 磷矿石[主要成份是  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ]；重过磷酸钙、重钙 [主要成份是  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ]；过磷酸钙、普钙 [主要成份是  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  和  $\text{CaSO}_4$ ]。
  - 光卤石 ( $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ )；
  - 铜绿、孔雀石 [ $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ ] ；
  - 萤石 ( $\text{CaF}_2$ )；电石 ( $\text{CaC}_2$ )；冰晶石 ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ )  
水晶 ( $\text{SiO}_2$ )；玛瑙（主要成份是  $\text{SiO}_2$ )；石英（主要成份是  $\text{SiO}_2$ )；
  - 硅藻土（无定形  $\text{SiO}_2$ ） 宝石、刚玉 ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )； 金刚砂 ( $\text{SiC}$ )。
  - 草酸  $\text{HOOC}-\text{COOH}$  硬脂酸  $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$  软脂酸  $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$   
油酸  $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$  石炭酸  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$  蚁酸  $\text{HCOOH}$   
蚁醛  $\text{HCHO}$  福尔马林（ $\text{HCHO}$  的水溶液） 木精  $\text{CH}_3\text{OH}$   
酒精  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  醋酸、冰醋酸  $\text{CH}_3\text{COOH}$  甘油 ( $\text{CH}_2\text{OHCHOHCH}_2\text{OH}$ )  
硝化甘油（三硝酸甘油酯） TNT（三硝基甲苯） 肥皂（有效成份是  $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COONa}$ ）
- 火棉——纤维素与硝酸完全酯化反应、含氮量高的纤维素硝酸酯。用于制造无烟火药和枪弹的发射药。
- 胶棉——纤维素与硝酸不完全酯化反应、含氮量低的纤维素硝酸酯。用于制造赛璐珞和油漆。
- 粘胶纤维——由植物的秸秆、棉绒等富含纤维素的物质经过  $\text{NaOH}$  和  $\text{CS}_2$  等处理后，得到的一种纤维状物质。其中长纤维俗称人造丝，短纤维俗称人造棉。

- 尿素  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  硫铵  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  碳铵  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$
- 硫酐  $\text{SO}_3$  硝酐  $\text{N}_2\text{O}_5$  碳酐、干冰、碳酸气  $\text{CO}_2$
- 王水（浓硝酸和浓盐酸按体积比 1 : 3 的混合物）

### 三、重要物质的用途

- 干冰、 $\text{AgI}$  晶体——人工降雨剂
- $\text{AgBr}$ ——照相感光剂
- $\text{K}$ 、 $\text{Na}$  合金（1）——原子反应堆导热剂
- 铷、铯——光电效应
- 钠——很强的还原剂，制高压钠灯
- $\text{NaHCO}_3$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ ——治疗胃酸过多， $\text{NaHCO}_3$  还是发酵粉的主要成分之一
- $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ——广泛用于玻璃、制皂、造纸、纺织等工业，也可以用来制造其他钠的化合物
- 皓矾——防腐剂、收敛剂、媒染剂
- 明矾——净水剂
- 重晶石——“钡餐”
- 波尔多液——农药、消毒杀菌剂
- $\text{SO}_2$ ——漂白剂、防腐剂、制  $\text{H}_2\text{SO}_4$
- 白磷——制高纯度磷酸、燃烧弹
- 红磷——制安全火柴、农药等
- 氯气——漂白 ( $\text{HClO}$ )、消毒杀菌等
- $\text{Na}_2\text{O}_2$ ——漂白剂、供氧剂、氧化剂等
- $\text{H}_2\text{O}_2$ ——氧化剂、漂白剂、消毒剂、脱氯剂、火箭燃料等
- $\text{O}_3$ ——漂白剂（脱色剂）、消毒杀菌剂、吸收紫外线（地球保护伞）
- 石膏——制模型、水泥硬化调节剂、做豆腐中用它使蛋白质凝聚（盐析）；
- 苯酚——环境、医疗器械的消毒剂、重要化工原料
- 乙烯——果实催熟剂、有机合成基础原料

22. 甲醛——重要的有机合成原料；农业上用作农药，用于制缓效肥料；杀菌、防腐，35%~40%的甲醛溶液用于浸制生物标本等
23. 苯甲酸及其钠盐、丙酸钙等——防腐剂      24. 维生素 C、E 等——抗氧化剂
25. 葡萄糖——用于制镜业、糖果业、医药工业等
26. SiO<sub>2</sub>纤维——光导纤维（光纤），广泛用于通讯、医疗、信息处理、传能传像、遥控遥控、照明等方面。
27. 高分子分离膜——有选择性地让某些物质通过，而把另外一些物质分离掉。广泛应用于废液的处理及废液中成分的回收、海水和苦咸水的淡化、食品工业、氯碱工业等物质的分离上，而且还能用在各种能量的转换上等等。
28. 硅聚合物、聚氨酯等高分子材料——用于制各种人造器官
29. 氧化铝陶瓷（人造刚玉）——高级耐火材料，如制坩埚、高温炉管等；制刚玉球磨机、高压钠灯的灯管等。
30. 氮化硅陶瓷——超硬物质，本身具有润滑性，并且耐磨损；除氢氟酸外，它不与其他无机酸反应，抗腐蚀能力强，高温时也能抗氧化，而且也能抗冷热冲击。常用来制造轴承、汽轮机叶片、机械密封环、永久性模具等机械构件；也可以用来制造柴油机。
31. 碳化硼陶瓷——广泛应用在工农业生产、原子能工业、宇航事业等方面。

## 四、各种“水”汇集

### 1. 纯净物

蒸馏水——H<sub>2</sub>O

重水——D<sub>2</sub>O

超重水——T<sub>2</sub>O

水银——Hg

水晶——SiO<sub>2</sub>

### 2. 混和物:

双氧水——H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>的水溶液

氨水——分子（NH<sub>3</sub>、NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O、H<sub>2</sub>O）；离子（NH<sub>4</sub><sup>+</sup>、OH<sup>-</sup>、H<sup>+</sup>）

氯水——分子（Cl<sub>2</sub>、HClO、H<sub>2</sub>O）；离子（H<sup>+</sup>、Cl<sup>-</sup>、ClO<sup>-</sup>、OH<sup>-</sup>）

王水——浓 HNO<sub>3</sub> : 浓 HCl = 1 : 3（浓溶液的体积比）

硬水——溶有较多 Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>的水

暂时硬水——溶有较多 Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>、Mg(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>的水，用加热煮沸法可降低其硬度（软化）。

永久硬水——溶有较多 Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>的盐酸盐、硫酸盐的水，用药剂或阳离子交换法可软化。

软水——溶有少量或不溶有 Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>的水

生理盐水——质量分数为 0.9%的 NaCl 溶液

卤水——海水中提取出食盐后含有 MgCl<sub>2</sub>、CaCl<sub>2</sub>、NaCl 及少量 MgSO<sub>4</sub>的水

水玻璃——Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>的水溶液

水晶——高纯度二氧化硅晶体

烟水晶——含有色金属氧化物小颗粒的二氧化硅晶体

水泥——主要成份是硅酸二钙（2CaO·SiO<sub>2</sub>）、硅酸三钙（3CaO·SiO<sub>2</sub>）、铝酸三钙（3CaO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>）

## 五、各种“气”汇集

### 1. 无机的:

爆鸣气—— $H_2$  与  $O_2$     水煤气—— $CO$  与  $H_2$     笑气—— $N_2O$     碳酸气—— $CO_2$   
 高炉气（高炉煤气）—— $CO$ 、 $CO_2$ 、 $N_2$   
 空气—— $N_2$ 、 $O_2$ 、稀有气体、少量  $CO_2$ 、水蒸气以及其它杂质气体

2. 有机的:

天然气——主要成分为  $CH_4$ 。通常含有  $H_2S$  等有毒气体杂质。※又名沼气、坑气、瓦斯气。

裂化气—— $C_1 \sim C_4$  的烷烃、烯烃。

裂解气——主要是  $CH_2=CH_2$ 、 $CH_3CH=CH_2$ 、 $CH_2=CH-CH=CH_2$ 、 $H_2$  等。

木煤气、焦炉气—— $H_2$ 、 $CH_4$ 、 $CO$  等。

炼厂气—— $C_1 \sim C_4$  的气态烃 ※又名石油气、油田气。

电石气—— $CH \equiv CH$ ，通常含有  $H_2S$ 、 $PH_3$  等。

## 六、具有漂白作用的物质

氧化作用	化合作用	吸附作用
$Cl_2$ 、 $O_3$ 、 $Na_2O_2$ 、浓 $HNO_3$	$SO_2$	活性炭
化学变化		物理变化
不可逆	可逆	

其中能氧化指示剂而使指示剂褪色的主要有  $Cl_2$  ( $HClO$ ) 和浓  $HNO_3$  及  $Na_2O_2$

## 七、滴加顺序不同，现象不同

1.  $AgNO_3$  与  $NH_3 \cdot H_2O$ :

$AgNO_3$  向  $NH_3 \cdot H_2O$  中滴加——开始无白色沉淀，后产生白色沉淀

$NH_3 \cdot H_2O$  向  $AgNO_3$  中滴加——开始有白色沉淀，后白色沉淀消失

2.  $NaOH$  与  $AlCl_3$ :

$NaOH$  向  $AlCl_3$  中滴加——开始有白色沉淀，后白色沉淀消失

$AlCl_3$  向  $NaOH$  中滴加——开始无白色沉淀，后产生白色沉淀

3.  $HCl$  与  $NaAlO_2$ :

$HCl$  向  $NaAlO_2$  中滴加——开始有白色沉淀，后白色沉淀消失

$NaAlO_2$  向  $HCl$  中滴加——开始无白色沉淀，后产生白色沉淀

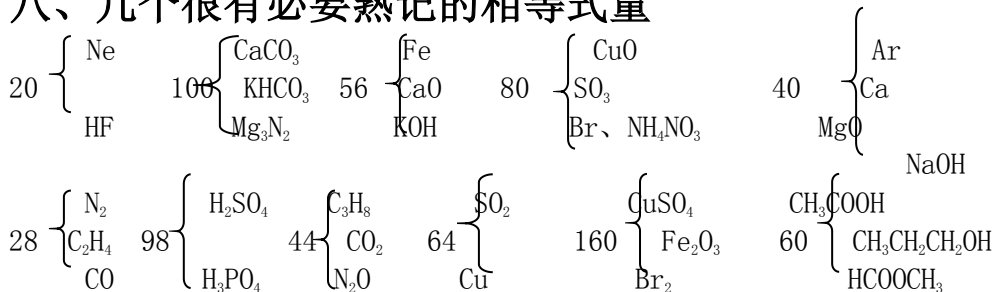
4.  $Na_2CO_3$  与盐酸:

$Na_2CO_3$  向盐酸中滴加——开始有气泡，后不产生气泡

盐酸向  $Na_2CO_3$  中滴加——开始无气泡，后产生气泡

5.  $Ca(OH)_2$  或  $Ba(OH)_2$  与  $H_3PO_4$

## 八、几个很有必要熟记的相等式量



1. 常用相对分子质量

$Na_2O_2$ : 78       $Na_2CO_3$ : 106       $NaHCO_3$ : 84       $Na_2SO_4$ : 142  
 $BaSO_4$ : 233       $Al(OH)_3$ : 78       $C_6H_{12}O_6$ : 180

2. 常用换算

5.6L——0.25 mol      2.8L——0.125 mol      15.68L——0.7 mol

20. 16L——0.9 mol      16. 8L——0.75 mol

## 九、比较元素金属性强弱的依据

**金属性**——金属原子在气态时失去电子能力强弱（需要吸收能量）的性质

**金属活动性**——金属原子在水溶液中失去电子能力强弱的性质

☆ **注：**“金属性”与“金属活动性”并非同一概念，两者有时表示为不一致，如 Cu 和

Zn：金属性是：Cu > Zn，而金属活动性是：Zn > Cu。

1. 在一定条件下金属单质与水反应的难易程度和剧烈程度。一般情况下，与水反应越容易、越剧烈，其金属性越强。
2. 常温下与同浓度酸反应的难易程度和剧烈程度。一般情况下，与酸反应越容易、越剧烈，其金属性越强。
3. 依据最高价氧化物的水化物碱性的强弱。碱性越强，其元素的金属性越强。
4. 依据金属单质与盐溶液之间的置换反应。一般是活泼金属置换不活泼金属。但是 I A 族和 II A 族的金属在与盐溶液反应时，通常是先与水反应生成对应的强碱和氢气，然后强碱再可能与盐发生复分解反应。
5. 依据金属活动性顺序表（极少数例外）。
6. 依据元素周期表。同周期中，从左向右，随着核电荷数的增加，金属性逐渐减弱；同主族中，由上而下，随着核电荷数的增加，金属性逐渐增强。
7. 依据原电池中的电极名称。做负极材料的金属性强于做正极材料的金属性。
8. 依据电解池中阳离子的放电（得电子，氧化性）顺序。优先放电的阳离子，其元素的金属性弱。
9. 气态金属原子在失去电子变成稳定结构时所消耗的能量越少，其金属性越强。

## 十、比较元素非金属性强弱的依据

1. 依据非金属单质与 H<sub>2</sub> 反应的难易程度、剧烈程度和生成气态氢化物的稳定性。与氢气反应越容易、越剧烈，气态氢化物越稳定，其非金属性越强。
2. 依据最高价氧化物的水化物酸性的强弱。酸性越强，其元素的非金属性越强。
3. 依据元素周期表。同周期中，从左向右，随着核电荷数的增加，非金属性逐渐增强；同主族中，由上而下，随着核电荷数的增加，非金属性逐渐减弱。
4. 非金属单质与盐溶液中简单阴离子之间的置换反应。非金属性强的置换非金属性弱的。
5. 非金属单质与具有可变价金属的反应。能生成高价金属化合物的，其非金属性强。
6. 气态非金属原子在得到电子变成稳定结构时所释放的能量越多，其非金属性越强。
7. 依据两非金属元素在同种化合物中相互形成化学键时化合价的正负来判断。如在 KClO<sub>3</sub> 中 Cl 显+5 价，O 显-2 价，则说明非金属性是 O > Cl；在 OF<sub>2</sub> 中，O 显+2 价，F 显-1 价，则说明非金属性是 F > O

## 十一、微粒半径大小的比较方法

1. 原子半径的大小比较，一般依据元素周期表判断。若是同周期的，从左到右，随着核电荷数的递增，半径逐渐减小；若是同主族的，从上到下，随着电子层数增多，半径依次增大。
2. 若几种微粒的核外电子排布相同，则核电荷数越多，半径越小。
3. 同周期元素形成的离子中阴离子半径一定大于阳离子半径，因为同周期元素阳离子的

核外电子层数一定比阴离子少一层。

4. 同种金属元素形成的不同金属离子，其所带正电荷数越多（失电子越多），半径越小。

### ☆判断微粒半径大小的总原则是：

1. 电子层数不同时，看电子层数，层数越多，半径越大；
2. 电子层数相同时，看核电荷数，核电荷数越多，半径越小；
3. 电子层数和核电荷数均相同时，看电子数，电子数越多，半径越大；如  $r(\text{Fe}^{2+}) > r(\text{Fe}^{3+})$
4. 核外电子排布相同时，看核电荷数，核电荷数越多，半径越小；
5. 若微粒所对应的元素在周期表中的周期和族既不相同又不相邻，则一般难以直接定性判断其半径大小，需要查找有关数据才能判断。

## 十二、中学常见物质电子式分类书写

1.  $\text{Cl}^-$  的电子式为  $[\text{:}\ddot{\text{Cl}}\text{:}]^-$

2.  $-\text{OH}$ :  $\cdot\ddot{\text{O}}\text{:H}$        $\text{OH}^-$  电子式:  $[\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:H}]^-$

3.  $\text{Na}_2\text{S}$      $\text{Na}^+ [\text{:}\ddot{\text{S}}\text{:}]^{2-} \text{Na}^+$        $\text{MgCl}_2$   $[\text{:}\ddot{\text{Cl}}\text{:}]^- \text{Mg}^{2+} [\text{:}\ddot{\text{Cl}}\text{:}]^-$

$\text{CaC}_2$ 、 $\text{Ca}^{2+}$   $[\text{:}\text{C}\text{:}\text{:}\text{C}\text{:}]^{2-}$        $\text{Na}_2\text{O}_2$   $[\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:}]^{2-} \text{Na}^+$

4.  $\text{NH}_4\text{Cl}$        $[\text{H}\ddot{\text{N}}(\text{H})_3]^+ [\text{:}\ddot{\text{Cl}}\text{:}]^-$        $(\text{NH}_4)^+ [\text{:}\ddot{\text{S}}\text{:}]^{2-}$   
 $[\text{H}\ddot{\text{N}}(\text{H})_3]^+$        $[\text{H}\ddot{\text{N}}(\text{H})_3]^+$

5.  $\text{CO}_2$   $\xrightarrow{\text{写结构式}}$   $\text{O}=\text{C}=\text{O}$   $\xrightarrow{\text{共用电子对代共价}}$   $\text{O}::\text{C}::\text{O}$   $\xrightarrow{\text{补孤电子}}$   $:\ddot{\text{O}}::\text{C}::\ddot{\text{O}}:$

6.  $\text{MgCl}_2$  形成过程:  $\cdot\ddot{\text{Cl}}\cdot + \cdot\text{Mg}\cdot + \cdot\ddot{\text{Cl}}\cdot \longrightarrow [\text{:}\ddot{\text{Cl}}\text{:}]^- \text{Mg}^{2+} [\text{:}\ddot{\text{Cl}}\text{:}]^-$

## 十三、原电池：

- 原电池形成三条件：“三看”。先看电极：两极为导体且活泼性不同；再看溶液：两极插入电解质溶液中；三看回路：形成闭合回路或两极接触。
- 原理三要点：(1) 相对活泼金属作负极，失去电子，发生氧化反应。(2) 相对不活泼金属（或碳）作正极，得到电子，发生还原反应(3) 导线中（接触）有电流通过，使化学能转变为电能
- 原电池：把化学能转变为电能的装置

原电池与电解池的比较

	原电池	电解池
(1) 定义	化学能转变成电能的装置	电能转变成化学能的装置

(2) 形成条件	合适的电极、合适的电解质溶液、形成回路		电极、电解质溶液（或熔融的电解质）、外接电源、形成回路	
(3) 电极名称	负极	正极	阳极	阴极
(4) 反应类型	氧化	还原	氧化	还原
(5) 外电路电子流向	负极流出、正极流入		阳极流出、阴极流入	

## 十四、“10 电子”、“18 电子”

### “14 电子” “22 电子” “38 电子” 的微粒小结

#### 1. “10 电子” 的微粒：

	分子	离子
一核 10 电子的	Ne	$N^{3-}$ (固)、 $O^{2-}$ (固)、 $F^-$ 、 $Na^+$ 、 $Mg^{2+}$ 、 $Al^{3+}$
二核 10 电子的	HF	$OH^-$
三核 10 电子的	$H_2O$	$NH_2^-$
四核 10 电子的	$NH_3$	$H_3O^+$
五核 10 电子的	$CH_4$	$NH_4^+$

#### 2. “18 电子” 的微粒：

	分子	离子
一核 18 电子	Ar	$K^+$ 、 $Ca^{2+}$ 、 $Cl^-$ 、 $S^{2-}$
二核 18 电子	$F_2$ 、HCl	$HS^-$
三核 18 电子	$H_2S$	
四核 18 电子	$PH_3$ 、 $H_2O_2$	
五核 18 电子	$SiH_4$ 、 $CH_3F$	
六核 18 电子	$N_2H_4$ 、 $CH_3OH$	
七核 18 电子	$CH_3NH_2$	
八核 18 电子	$CH_3CH_3$	

3. “14 电子”  $N_2$  CO Si  $C_2^{2-}$   $C_2H_2$

“22 电子”  $CO_2$   $N_2O$   $N_3^-$   $BeF_2$

“38 电子”  $CS_2$   $Na_2O_2$   $Na_2S$   $Ca(OH)_2$   $CaF_2$   $BeCl_2$

## 十五、元素周期表

将族序号、主族元素、惰性元素的名称、符号、原子序数填入下表。

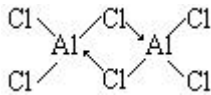
族 周 期										
一										
二										



b 种元素, 当  ${}_xA$ 、 ${}_yB$  位于第 IA 族、IIA 族时, 则有:  $y = x + a$ ; 当  ${}_xA$ 、 ${}_yB$  位于第 IIIA ~ VIIA 族时, 则有:

$$y = x + b。$$

## 十六、构、位、性的规律与例外

1. 一般原子的原子核是由质子和中子构成, 但氕原子 ( ${}^1\text{H}$ ) 中无中子。
2. 元素周期表中的每个周期不一定从金属元素开始, 如第一周期是从氢元素开始。
3. 大多数元素在自然界中有稳定的同位素, 但 Na、F、P、Al 等 20 种元素到目前为却未发现稳定的同位素。
4. 一般认为碳元素形成的化合物种类最多, 且 IVA 族中元素组成的晶体常常属于原子晶体, 如金刚石、晶体硅、二氧化硅、碳化硅等。(据有些资料说, 氢元素形成的化合物最多)
5. 元素的原子序数增大, 元素的相对原子质量不一定增大, 如  ${}_{18}\text{Ar}$  的相对原子质量反而大于  ${}_{19}\text{K}$  的相对原子质量。
6. 质量数相同的原子, 不一定属于同种元素的原子, 如  ${}^{18}\text{O}$  与  ${}^{18}\text{F}$ 、 ${}^{40}\text{K}$  与  ${}^{40}\text{Ca}$
7. IVA ~ VIIA 族中只有 VIIA 族元素没有同素异形体, 且其单质不能与氧气直接化合。
8. 活泼金属与活泼非金属一般形成离子化合物, 但  $\text{AlCl}_3$  却是共价化合物(熔沸点很低, 易升华, 为双聚分子, 结构式为  所有原子都达到了最外层为 8 个电子的稳定结构)。
9. 一般元素性质越活泼, 其单质的性质也活泼, 但 N 和 P 相反。
10. 非金属元素之间一般形成共价化合物, 但  $\text{NH}_4\text{Cl}$ 、 $\text{NH}_4\text{NO}_3$  等却是离子化合物。
11. 离子化合物在一般条件下不存在单个分子, 但在气态时却是以单个分子存在。
12. 含有非极性键的化合物不一定是共价化合物, 如  $\text{Na}_2\text{O}_2$ 、 $\text{FeS}_2$ 、 $\text{CaC}_2$  等是离子化合物。
13. 单质分子不一定是非极性分子, 如  $\text{O}_3$  是极性分子。
14. 一般氢化物中氢为 +1 价, 但在金属氢化物中氢为 -1 价, 如  $\text{NaH}$ 、 $\text{CaH}_2$  等。
15. 非金属单质一般不导电, 但石墨可以导电。
16. 非金属氧化物一般为酸性氧化物, 但  $\text{CO}$ 、 $\text{NO}$  等不是酸性氧化物, 而属于不成盐氧化物。
17. 金属氧化物一般为碱性氧化物, 但一些高价金属的氧化物反而是酸性氧化物, 如:  $\text{Mn}_2\text{O}_7$ 、 $\text{CrO}_3$  等反而属于酸性氧化物,  $2\text{KOH} + \text{Mn}_2\text{O}_7 = 2\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O}$   $2\text{KOH} + \text{CrO}_3 = \text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{Na}_2\text{O}_2$ 、 $\text{MnO}_2$  等也不属于碱性氧化物, 它们与酸反应时显出氧化性。
18. 组成和结构相似的物质(分子晶体), 一般分子量越大, 熔沸点越高, 但也有例外, 如  $\text{HF} > \text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{O} > \text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NH}_3 > \text{PH}_3$ , 因为液态及固态  $\text{HF}$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{NH}_3$  分子间存在氢键, 增大了分子间作用力。
19. 非金属元素的最高正价和它的负价绝对值之和等于 8, 但氟无正价, 氧在  $\text{OF}_2$  中为 +2 价。
20. 含有阳离子的晶体不一定都含有阴离子, 如金属晶体中有金属阳离子而无阴离子。
21. 一般元素的化合价越高, 其氧化性越强, 但  $\text{HClO}_4$ 、 $\text{HClO}_3$ 、 $\text{HClO}_2$ 、 $\text{HClO}$  的氧化性逐渐增强。
22. 离子晶体不一定只含有离子键, 如  $\text{NaOH}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}_2$ 、 $\text{NH}_4\text{Cl}$ 、 $\text{CH}_3\text{COONa}$  等中还含有共价键。

## 十七、离子方程式的书写

1. 离子符号的正确书写

电解质只有在完全电离时才能写成离子，如：

酸中，硫酸、硝酸、盐酸、氢溴酸、氢碘酸、高氯酸等强酸在水溶液中

碱中，氢氧化钡、NaOH、KOH等强碱在水溶液或熔融状态时

盐中，绝大多数盐在水溶液或熔融状态时

☆注意：①酸式盐的电离情况：



②对微溶物的处理：在澄清的溶液中能写成离子，在浑浊时不能写成离子。如Ca(OH)<sub>2</sub>、CaSO<sub>4</sub>、Ag<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>、MgCO<sub>3</sub>等。

③对浓强酸的处理：浓H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>参加的反应，对H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>一般不写成离子，例如，浓H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>与Cu的反应，起强氧化性作用的是H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>分子，而不是SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>，且浓H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>中水很少（硫酸能与水以任意比例互溶），绝大多数是H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>分子，未发生电离。浓盐酸、浓硝酸参加的反应，一般都写成离子，因为它们受其溶解度的限制，溶质质量分数不是很大，其中水的量足以使它们完全电离。

④是离子反应的不一定都能写成离子方程式。例如实验室制取氨气的反应是NH<sub>4</sub>Cl与Ca(OH)<sub>2</sub>之间的离子交换反应，但它们是固体之间的反应。

## 2. 反应要符合实际

①符合离子反应发生的条件（生成溶解度更小的物质或生成更加难电离的物质或生成更易挥发性的物质）；

②符合氧化还原反应发生的规律（强氧化剂与强还原剂优先发生反应）；

③H<sup>+</sup>优先跟碱性强的微粒（易电离出OH<sup>-</sup>或易结合H<sup>+</sup>的微粒）反应；

④OH<sup>-</sup>优先跟酸性强的微粒（易电离出H<sup>+</sup>或易结合OH<sup>-</sup>的微粒）反应。

3. 配平要符合三个“守恒”——质量守恒和电荷守恒以及氧化还原反应中的得失电子守恒

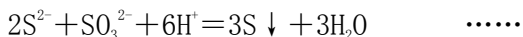
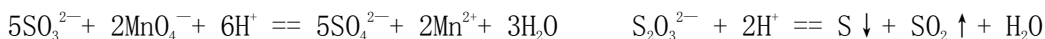
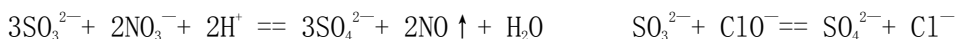
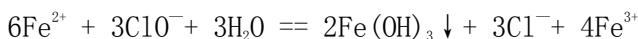
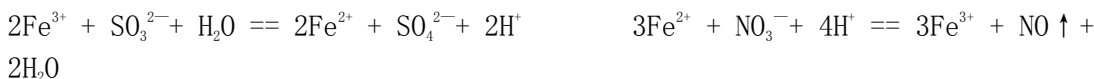
4. 注意离子间量的比例关系：不足物质中参加反应的阴、阳离子的个数比一定符合其化学式中阴、阳离子的个数比。

## 十八、离子共存问题

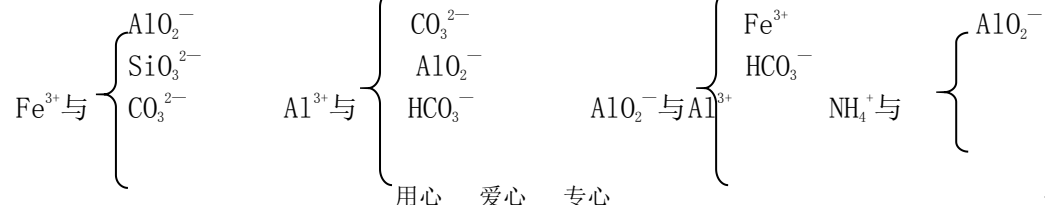
1. 分析是否能发生复分解反应。一般条件是有难溶、难电离、挥发性物质生成。

2. 分析能否发生氧化还原反应

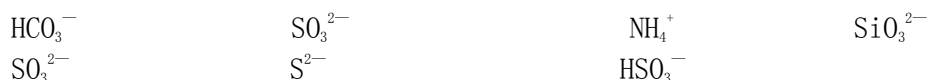
还原性离子（Fe<sup>2+</sup>、I<sup>-</sup>、S<sup>2-</sup>、SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>等）与氧化性离子（NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/H<sup>+</sup>、Fe<sup>3+</sup>、ClO<sup>-</sup>、MnO<sub>4</sub><sup>-</sup>等）因发生氧化还原反应而不能共存。例如：



3. 分析是否发生双水解反应常见的双水解反应有以下几组：



用心 爱心 专心



## 6. 分析是否发生络合反应

如： $\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- = \text{Fe}(\text{SCN})_3$ （血红色溶液）

$\text{Fe}^{3+} + 6\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} = \text{Fe}(\text{C}_6\text{H}_5\text{O})_6^{3-}$ （紫色溶液） $+ 6\text{H}^+$

**☆注意：**（1）弱酸的酸式根离子既不能与  $\text{H}^+$  离子大量共存，又不能与  $\text{OH}^-$  大量共存，如：



.....

- （2）能生成微溶物质的两种离子也不能大量共存，如  $\text{Ca}^{2+}$  和  $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{Ag}^+$  和  $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  和  $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$  和  $\text{OH}^-$  等。
- （3） $\text{PO}_4^{3-}$  与  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  不能大量共存，因为前者水解呈碱性，后者电离为主显酸性，两者相遇要反应  $\text{PO}_4^{3-} + \text{H}_2\text{PO}_4^- = 2\text{HPO}_4^{2-}$
- （4） $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$  因其在水溶液中当 pH 为 3~4 左右时即能完全水解成  $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$  沉淀，所以  $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$  几乎与所有的弱酸根离子都不能大量共存。
- （5） $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$  与  $\text{H}^+$  不能大量共存，因为在酸性溶液中， $\text{NH}_3$  与  $\text{H}^+$  以配位键结合成  $\text{NH}_4^+$  的趋势很强，导致  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ + 2\text{H}^+ = \text{Ag}^+ + 2\text{NH}_4^+$  发生。
- （6）解答此类问题还要抓住题干的附加条件，如溶液的酸性、碱性还是中性；是否有颜色；可能大量共存还是一定能大量共存；能与铝粉反应放出  $\text{H}_2$ （可能是非氧化性酸溶液，也可能是强碱溶液）；由水电离出的  $\text{H}^+$  浓度为  $10^{-10} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ （可能是酸溶液，也可能是碱溶液）

## 十九、离子方程式判断常见错误及原因分析

### 1. 离子方程式书写的基本规律要求：（写、拆、删、查四个步骤来写）

- （1）合事实：离子反应要符合客观事实，不可臆造产物及反应。
- （2）式正确：化学式与离子符号使用正确合理。
- （3）号实际：“=”“ $\rightleftharpoons$ ”“ $\rightarrow$ ”“ $\uparrow$ ”“ $\downarrow$ ”等符号符合实际。
- （4）两守恒：两边原子数、电荷数必须守恒（氧化还原反应离子方程式中氧化剂得电子总数与还原剂失电子总数要相等）。
- （5）明类型：分清类型，注意少量、过量等。
- （6）细检查：结合书写离子方程式过程中易出现的错误，细心检查。

**例如：**（1）违背反应客观事实

如： $\text{Fe}_2\text{O}_3$  与氢碘酸： $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$  错因：忽视了  $\text{Fe}^{3+}$  与  $\text{I}^-$  发生氧化—还原反应

（2）违反质量守恒或电荷守恒定律及电子得失平衡

如： $\text{FeCl}_2$  溶液中通  $\text{Cl}_2$ ： $\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 = \text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$  错因：电子得失不相等，离子电荷不守恒

（3）混淆化学式（分子式）和离子书写形式

如： $\text{NaOH}$  溶液中通入  $\text{HI}$ ： $\text{OH}^- + \text{HI} = \text{H}_2\text{O} + \text{I}^-$  错因： $\text{HI}$  误认为弱酸。

（4）反应条件或环境不分：

如：次氯酸钠中加浓  $\text{HCl}$ ： $\text{ClO}^- + \text{H}^+ + \text{Cl}^- = \text{OH}^- + \text{Cl}_2 \uparrow$  错因：强酸制得强碱

（5）忽视一种物质中阴、阳离子配比。

如： $\text{H}_2\text{SO}_4$  溶液加入  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液： $\text{Ba}^{2+} + \text{OH}^- + \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

正确： $\text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$

(6) “=” “ $\Delta$ ” “ $\uparrow$ ” “ $\downarrow$ ” 符号运用不当

如： $\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{H}^+$  注意：盐的水解一般是可逆的， $\text{Al}(\text{OH})_3$  量少，故不能打“ $\downarrow$ ”

## 2. 判断离子共存时，审题一定要注意题中给出的附加条件。

酸性溶液 ( $\text{H}^+$ )、碱性溶液 ( $\text{OH}^-$ )、能在加入铝粉后放出可燃气体的溶液、由水电离出的  $\text{H}^+$  或  $\text{OH}^- = 1 \times 10^{-a} \text{mol/L}$  ( $a > 7$  或  $a < 7$ ) 的溶液等。

有色离子  $\text{MnO}_4^-$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}(\text{SCN})^{2+}$ 、 $\text{MnO}_4^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  等在酸性条件下具有强氧化性。

$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  在酸性条件下发生氧化还原反应： $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{S} \downarrow + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

注意题目要求“一定大量共存”还是“可能大量共存”；“不能大量共存”还是“一定不能大量共存”。

看是否符合题设条件和要求，如“过量”、“少量”、“适量”、“等物质的量”、“任意量”以及滴加试剂的先后顺序对反应的影响等。

## 二十、水的电离·溶液的 pH

水的电离和溶液的 pH 是电解质溶液的重点和难点，是高中与大学的重要衔接点，同时也是高考化学试题的热点。分析多年的高考化学试题，我们不难发现：水的电离和溶液 pH 这一知识点试题每年考并且常考常新。因此，有必要认真加以训练。

### 相关知识

1、电解质溶液的酸碱性跟水的电离密切相关。实验证明，水是一种极弱的电解质，能微弱电离：

$\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$ ，可简写为： $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$ 。此电离平衡易受外界条件（温度、电解质等）影响，但遵循平衡移动原理。实验还证明，在纯水或电解质的稀溶液中，当温度一定时， $c(\text{H}^+)$  与  $c(\text{OH}^-)$  的乘积是一常数，即  $c(\text{H}^+) \cdot c(\text{OH}^-) = K_w$ 。 $K_w$  简称为水的离子积。它只是温度函数，并随温度的升高而增大。25℃时， $K_w = 1 \times 10^{-14}$ ，100℃， $K_w = 1 \times 10^{-12}$ 。

2、电解质溶液的酸碱性取决于  $c(\text{H}^+)$  与  $c(\text{OH}^-)$  的相对大小。在常温下，

中性溶液中  $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) = 1 \times 10^{-7} \text{mol/L}$ ；

酸性溶液中  $c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$ ； $c(\text{H}^+) > 1 \times 10^{-7} \text{mol/L}$ ；

碱性溶液中  $c(\text{H}^+) < c(\text{OH}^-)$ ， $c(\text{H}^+) < 1 \times 10^{-7} \text{mol/L}$ 。

3、电解质稀溶液的酸碱性可用 pH 大小来统一度量，其定义式： $\text{pH} = -\lg c(\text{H}^+)$ 。pH 的通常范围是 0 ~ 14，若  $\text{pH} < 0$ ，则直接用  $c(\text{H}^+)$  来表示已比较方便了 [ $c(\text{H}^+) > 1 \text{mol/L}$ ]；若  $\text{pH} > 14$ ，则直接用  $c(\text{OH}^-)$  来表示也已比较方便了 [ $c(\text{OH}^-) > 1 \text{mol/L}$ ]。

同样可定义： $\text{pOH} = -\lg c(\text{OH}^-)$ ，在常温下，同一溶液的  $\text{pH} + \text{pOH} = 14$ 。

4. 强酸、弱酸与碱、与活泼金属反应的一般规律

(1) 相同物质的量浓度、相同体积的盐酸与醋酸的比较

	$c(\text{H}^+)$	pH	中和碱的能力	与过量 Zn 的反应情况		稀释相同倍数 (10 <sup>-n</sup> ) 后的 pH
				产生氢气的量	● 开始时的	
盐酸	大	小	相等	相同	快	仍小些
醋酸	小	大			慢	仍大些

(2) 相同 pH、相同体积的盐酸与醋酸的比较

				与过量 Zn 的反应情况	稀释相同倍数
(碱)	(酸)	中和碱			

				产生氢气的量	● 开始时的	
盐酸	相等	小	小	少	相等	$\text{pH}(\text{稀}) = \text{pH}(\text{浓}) + n$
醋酸		大	大	多		$\text{pH}(\text{稀}) < \text{pH}(\text{浓}) + n$

☆结论:

- ① 酸与活泼金属反应时, 产生  $\text{H}_2$  的多少是由酸最终电离产生  $\text{H}^+$  的物质的量决定的; 产生  $\text{H}_2$  的快慢是由酸中  $c(\text{H}^+)$  决定的。
  - ② 酸中和碱的能力强弱是由酸最终电离产生  $\text{H}^+$  的物质的量决定的。
5. 证明某酸 (如醋酸) 是弱酸的实验原理
- ① 测定 0.01mol/L 醋酸溶液的 pH, 发现大于 2。[说明  $c(\text{H}^+) < c(\text{醋酸})$ , 即醋酸未完全电离]  
(该方案简单可行)
  - ② 用 pH 试纸或酸碱指示剂测定 0.1 mol/L  $\text{CH}_3\text{COONa}$  溶液的酸碱性, 发现呈碱性。  
[说明  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  发生了水解, 即  $\text{CH}_3\text{COOH}$  是弱酸] (该方案亦简单可行)
  - ③ 向滴有石蕊试液的醋酸溶液中, 加入适量的  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  晶体后振荡, 发现红色变浅。  
[ $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  晶体中由于  $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{CH}_3\text{COO}^-$  对应的  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  和  $\text{CH}_3\text{COOH}$  在常温时电离常数几乎相同, 故它们的水解程度相同, 所得溶液呈中性, 但在醋酸溶液中增加了醋酸根浓度, 石蕊试液的红色变浅, 酸性减弱, 说明醋酸溶液中存在电离平衡, 且逆向移动了, 亦即说明醋酸是弱酸] (该方案亦简单易行)
  - ④ 取等体积、pH 都等于 2 的醋酸和盐酸与同浓度的 NaOH 溶液中和, 前者中和 NaOH 多。  
[说明  $n(\text{醋酸}) > n(\text{盐酸}) \Rightarrow c(\text{醋酸}) > c(\text{盐酸}) \Rightarrow c(\text{醋酸}) \gg c(\text{H}^+) \Rightarrow$  醋酸是弱电解质 ]  
(该方案的缺点是: 难以配得 pH 等于 2 的醋酸)
  - ⑤ 取等体积、pH 都等于 2 的醋酸和盐酸与足量的 Zn 粒反应, 并将产生的氢气分别收集起来, 发现醋酸生成的  $\text{H}_2$  多。[原理同④]  
(该方案的缺点是: 难以配得 pH 等于 2 的醋酸, 且操作较繁)
  - ⑥ 将 10 mL pH=2 的醋酸溶液用蒸馏水稀释成 1L, 再测定其 pH, 发现小于 4。  
[说明稀释 100 倍后, 溶液中  $c(\text{H}^+)_{\text{稀}} > c(\text{H}^+)_{\text{浓}}/100$ ,  $n(\text{H}^+)$  有所增加, 即又有醋酸分子电离了] (该方案的缺点是: 难以配得 pH 等于 2 的醋酸)
  - ⑦ 在相同条件下, 将表面积相同的锌粒分别跟物质的量浓度相同的盐酸和醋酸反应, 前者反应速率快, 后者反应速率慢。[说明醋酸电离产生的  $c(\text{H}^+)$  小于同浓度盐酸的, 即醋酸未完全电离] (该方案的缺点是: 锌粒的表面积难以做到完全相同)
6. 电离平衡和水解平衡的比较

	电 离 平 衡	水 解 平 衡
实 例	$\text{H}_2\text{S}$ 水溶液 (0.1mol/L)	$\text{Na}_2\text{S}$ 水溶液 (0.1mol/L)
研究对象	弱电解质 (弱酸、弱碱、水)	强电解质 (弱酸盐、弱碱盐)

<b>实 质</b>		弱酸 $\rightleftharpoons$ $H^+$ + 弱酸根离子 弱碱 $\rightleftharpoons$ $OH^-$ + 弱碱阳离子 $H_2O + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^-$ 离子化速率 = 分子化速率	弱酸根阴离子+ $H_2O \rightleftharpoons$ 弱酸 + $OH^-$ 弱碱阳离子+ $H_2O \rightleftharpoons$ 弱碱 + $H^+$ 水解速率 = 中和速率	
<b>程 度</b>		酸或碱越弱，电离程度越小，多元酸的一级电离远远大于二级电离，大于三级电离……	“越弱越水解”，多元弱酸根一级水解远远大于二级水解，大于三级水解…… 一般中和程度远远大于水解程度 双水解程度较大，甚至很彻底。	
<b>能量变化</b>		吸热（极少数例外）	吸热	
<b>表达式</b>		电离方程式：①用“ $\rightleftharpoons$ ” ②多元弱酸分步电离 $H_2S \rightleftharpoons H^+ + HS^-$ $HS^- \rightleftharpoons H^+ + S^{2-}$	水解反应离子方程式①用“ $\rightleftharpoons$ ” ②多元弱酸根分步水解 ③除了双水解反应，产物不写分解产物，不标↑或↓ $S^{2-} + H_2O \rightleftharpoons HS^- + OH^-$ （主要） $HS^- + H_2O \rightleftharpoons H_2S + OH^-$ （次要）	
<b>微粒浓度</b>	<b>大小比较</b>	$c(H_2S) > c(H^+) > c(HS^-) > c(S^{2-}) > c(OH^-)$	$c(Na^+) > c(S^{2-}) > c(OH^-) > c(HS^-) > c(H_2S) > c(H^+)$	
	<b>电荷守恒式</b>	$c(H^+) = c(HS^-) + 2c(S^{2-}) + c(OH^-)$	$c(Na^+) + c(H^+) = c(HS^-) + 2c(S^{2-}) + c(OH^-)$	
	<b>物料守恒式</b>	$c(H_2S) + c(HS^-) + c(S^{2-}) = 0.1 \text{ mol/L}$	$c(H_2S) + c(HS^-) + c(S^{2-}) = 0.1 \text{ mol/L} = c(Na^+)/2$	
<b>影响因素</b>	<b>温 度</b>	升温促进电离（极少数例外）	升温促进水解	
	<b>浓 度</b>	<b>稀 释</b>	促进电离，但浓度减小，酸性减弱	促进水解，但浓度减小，碱性减弱
		<b>通 <math>H_2S</math></b>	电离平衡向右移动，酸性增强，但电离程度减小，电离常数不变。	$S^{2-} + H_2O \rightleftharpoons HS^- + OH^-$ $H_2S + OH^- \rightleftharpoons HS^- + H_2O$ 促使上述平衡右移，合并为： $H_2S + S^{2-} \rightleftharpoons 2HS^-$
		<b>加 <math>Na_2S</math></b>	$H_2S \rightleftharpoons H^+ + HS^-$ $S^{2-} + H^+ \rightleftharpoons HS^-$ 促使上述平衡右移，合并为： $H_2S + S^{2-} \rightleftharpoons 2HS^-$	水解平衡向右移动，碱性增强，但水解程度减小。

☆结论：酸按酸，碱按碱，同强混合在中间，异强混合看过量。

(3) 如两强酸或两强碱 pH 值相差两个单位以上 [ $c(H^+)$ 、 $c(OH^-)$  相差 100 倍以上]，等体积混合后，相当于 pH 值小的强酸或 pH 大的强碱加水稀释一倍 [忽略稀溶液中的  $c(H^+)$  或  $c(OH^-)$ ]，pH 值变化 0.3 个单位 ( $\lg 2 = 0.3$ )。即：

强酸混合时， $pH_{混} = pH_{小} + 0.3$

强碱混合时， $pH_{混} = pH_{大} - 0.3$

## 二十一、何时考虑盐的水解

1. 判断盐溶液酸碱性及能否使酸碱指示剂变色时，要考虑到盐的水解。
2. 配制某些盐的溶液时，为了防止溶液变浑浊（水解），需加入对应的酸抑制其水解。如配制  $FeCl_3$  溶液时，一般先将  $FeCl_3$  溶解在盐酸中，然后再加水稀释。

3. 比较盐溶液中离子浓度大小时,要考虑到盐的水解。如  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  溶液中,  $c(\text{Na}^+) > 3c(\text{PO}_4^{3-})$ 。
4. 说明盐溶液中微粒种类及多少时,要考虑到盐的水解。例如  $\text{Na}_2\text{S}$  溶液中含有  $\text{Na}^+$ 、 $\text{HS}^-$ 、 $\text{OH}^-$ 、 $\text{H}^+$ 、 $\text{S}^{2-}$ 、 $\text{H}_2\text{S}$ , 其浓度关系为:

(1) **电荷守恒**关系——指任何电解质溶液在整体上不显电性,即溶液中所有阳离子带的正电总量与所有阴离子带的负电总量相等。

如在  $\text{Na}_2\text{S}$  溶液中:

**实质:** 所有  $\text{Na}^+$ 、 $\text{H}^+$  带的正电荷总物质的量 == 所有  $\text{S}^{2-}$ 、 $\text{HS}^-$ 、 $\text{OH}^-$  带的负电荷总物质的量。

**表达形式:**  $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = 2c(\text{S}^{2-}) + c(\text{HS}^-) + c(\text{OH}^-)$

(2) **物料守恒**关系——指不论盐中的哪种离子水解成多少种形式,它所含的一些元素原子的总物质的量之比一定符合它的化学式中的计量数比。

如在  $\text{Na}_2\text{S}$  溶液中:

**实质:**  $n(\text{Na}) : n(\text{S 的各种存在形式总和}) = 2 : 1$

**表达形式:**  $c(\text{Na}^+) = 2\{c(\text{S}^{2-}) + c(\text{HS}^-) + c(\text{H}_2\text{S})\}$

(3) 水电离的离子数守恒关系——指在任何电解质溶液中,由水电离产生的  $\text{H}^+$  和  $\text{OH}^-$  的数目一定相等的关系。如在  $\text{Na}_2\text{S}$  溶液中:

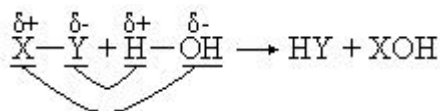
**实质:**  $n(\text{OH}^-) =$  溶液中自由  $\text{H}^+$  物质的量与  $\text{S}^{2-}$  结合水电离的  $\text{H}^+$  物质的量之和

**表达形式:**  $c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+) + c(\text{HS}^-) + 2c(\text{H}_2\text{S})$

★该关系式可由电荷守恒式和物料守恒式代数变换得到。如将上述电荷守恒式与物料守恒式相减并移项即可得到上式。

## 二十二、水解反应面面观

所谓水解反应,即物质跟水发生的相互交换成分的反应,用通式可表示为:



反应的机理可简单地认为是:共价键( $\text{X}-\text{Y}$  键,  $\text{H}-\text{O}$  键)断裂(一般情况下,每个水分子中只有一个  $\text{H}-\text{O}$  键断裂),再按异电相吸原则,重新形成新键即得产物,至于离子键则视为共价键的极限情形(一极为非极性键,另一极为离子键)。各类水解反应及其应用列举如下:

### (一) 无机物的水解

1. 单质的水解  $\text{Cl}-\text{Cl} + \text{H}-\text{OH} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$

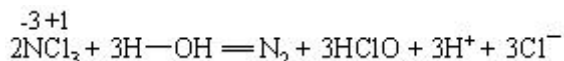
2. 非金属卤化物的水解

(1) 卤素互化物 ( $\text{XX}'_n$ ) 的水解。如:



☆**规律:** 一般是分子中核电荷数较大的卤原子(非金属性较弱的)生成含氧酸根离子,而核电荷数较小的卤原子(非金属性较强的)则形成简单卤离子或  $\text{HF}$ 。

(2) 氮族元素卤化物水解。如:



该反应机理较复杂,简单地说,由于 $\text{NCl}_3$ 中N的非金属较强,故先水解生成 $\text{NH}_3$ 和 $\text{HClO}$ ,而 $\text{HClO}$ 具有强氧化性,再将 $\text{NH}_3$ 氧化成 $\text{N}_2$ ,而自身部分被还原成 $\text{Cl}^-$ 。



[直接生成的 $\text{P}(\text{OH})_5$ 再失去一个 $\text{H}_2\text{O}$ 分子的组成即得 $\text{H}_3\text{PO}_4$ ]

此外,还有  $\text{BCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 3\text{HCl} + \text{H}_3\text{BO}_3$  [也可以写成 $\text{B}(\text{OH})_3$ ]等等。

**3. 盐类的水解。机理:** 盐中的弱酸的阴离子或弱碱的阳离子跟水电离出来的 $\text{H}^+$ 或 $\text{OH}^-$ 结合生成弱酸或弱碱,从而促进水的电离的过程。水解反应与中和反应是互为可逆反应,如:



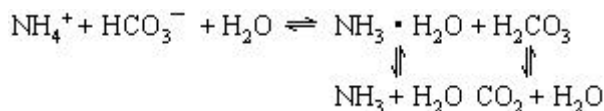
弱碱阳离子  $\xrightleftharpoons{\text{中和反应}}$  弱碱 +  $\text{H}^+$  溶液呈酸性

弱酸阴离子 +  $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons$  弱酸或酸式弱酸根阴离子 +  $\text{OH}^-$  溶液呈碱性

### ☆ 基本规律:

(1) “无弱不水解,有弱就水解,越弱越水解,酸弱呈碱性,碱弱呈酸性[谁强显谁性]。”

(2) 一般情况下(除加热和双水解的情况),中和反应的程度远远大于水解反应的程度,所以,水解是比较微弱的,生成物不写分解产物(如写成 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{H}_2\text{CO}_3$ 等,而不写成 $\text{NH}_3$ 、 $\text{CO}_2$ 等);不标“ $\downarrow$ ”或“ $\uparrow$ ”。但如果是双水解,且生成物能从反应的体系中脱离出来,则水解很彻底,应该用“ $\rightleftharpoons$ ”、“ $\downarrow$ ”或“ $\uparrow$ ”。如:  $\text{Al}_2\text{S}_3 + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{H}_2\text{S} \uparrow$ ; 有的双水解的产物均易溶于水,不能从反应的体系中脱离出来,则水解不是很彻底,仍用“ $\rightleftharpoons$ ”表示,如常见化肥碳铵的水解:



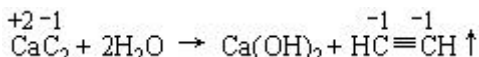
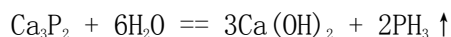
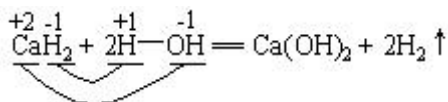
这就是为什么干燥的碳铵闻不到气味,而潮湿碳铵的气味刺鼻刺眼的原因。

(3) 多元弱酸的酸根离子是分步水解的,且一级水解程度远远大于二级水解,二级水解程度又远远大于三级水解,故多步水解的离子方程式不能相加,一般只要写出一级水解的离子方程式即可。多元弱碱的阳离子的水解也应该是分步水解的,但在中学阶段,为了简单起见,只要求写出阳离子水解的总的离子方程式。

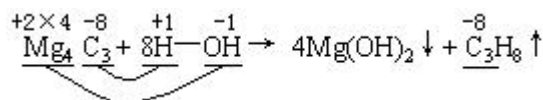
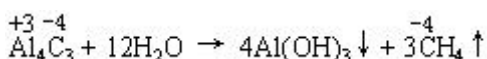
(4) 水解反应是吸热反应,升高温度促进水解,使盐溶液的酸性或碱性增强;稀释盐溶液也促进水解[盐的浓度和水解产物的浓度都同等程度的减小(溶剂水的浓度基本不变),相当于减压,平衡向微粒数增多方向移动],但盐溶液的酸性或碱性减弱(符合平衡移动原理)。

### 4. 非盐型离子化合物的水解

这类水解主要是指活泼金属的氢化物、氮化物、磷化物、碳化物等的水解。如:



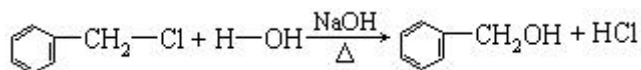
类似地不难写出 $\text{Al}_4\text{C}_3$ 、 $\text{Mg}_4\text{C}_3$ 等的水解。如



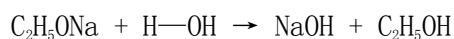
此类反应的机理是：化合物中离子键断裂，水电离成  $H^+$  和  $OH^-$ ，产物是金属的氢氧化物和二元非金属氢化物（或  $H_2$ ）。

## （二）有机物的水解

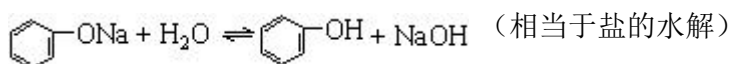
### 1. 卤代烃的水解



### 2. 醇钠、酚钠的水解

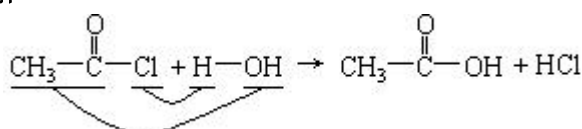


由于  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  比水更加难电离，故  $\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa}$  的碱性比  $\text{NaOH}$  更强。

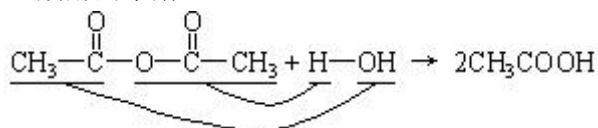


### 3. 羧酸衍生物的水解

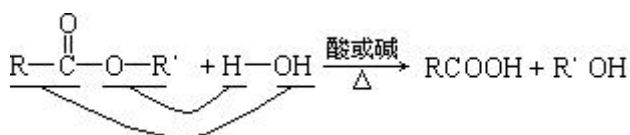
#### (1) 乙酰氯的水解



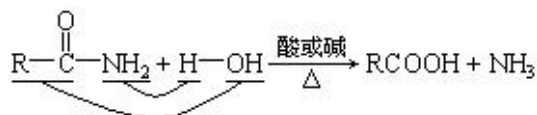
#### (2) 乙酸酐的水解



#### (3) 酯的水解

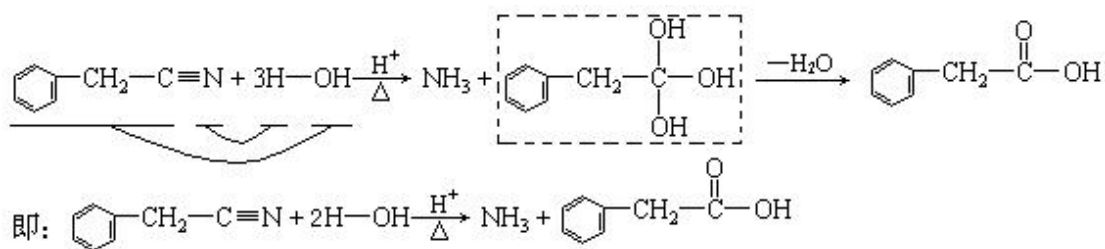


#### (4) 酰胺的水解

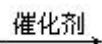


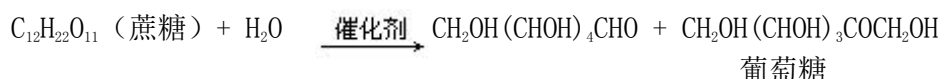
☆规律：此类水解分别是酰卤键、酰氧键、酰胺键断裂，与水中的氢原子和羟基进行交换成分，并都得到了羧酸。

### 4. 腈 (RCN) 的水解 如：



### 5. 糖类水解





果糖



## 6. 多肽、蛋白质的水解

天然蛋白质水解时通常  $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{N}- \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$  裂，水解的最终产物是  $\alpha$  - 氨基酸。

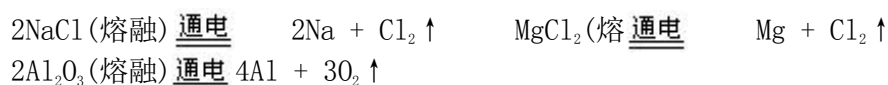
## 二十三. 环境污染

1. 臭氧层空洞——大气平流层中的臭氧层被氟里昂等氟氯烃的破坏而减少或消失，使地球生物遭受紫外线的伤害。
2. 温室效应——大气中二氧化碳、甲烷等温室气体增多，造成地球平均气温上升，加速了水的循环，致使自然灾害频繁发生。
3. 光化学烟雾——空气中的污染性气体氮的氧化物在紫外线照射下，发生一系列光化学反应而生成有毒的光化学烟雾。空气中氮的氧化物主要来自石油产品和煤燃烧的产物、汽车尾气以及制硝酸工厂的废气等。
4. 赤潮——海水富营养化（含 N、P、K 等污水的任意排放）污染，使海藻大量繁殖，水质恶化。
5. 水华——淡水富营养化（含 N、P、K 等污水的任意排放）污染，使水藻大量繁殖，水质恶化。
6. 酸雨——空气中硫、氮的氧化物在氧气和水的共同作用下形成酸雾随雨水下降，其 pH 通常小于 5.6。空气中 SO<sub>2</sub> 主要来自化石燃料的燃烧，以及含硫矿石的冶炼和硫酸、磷肥、纸浆生产的工业废气。
7. 汽车尾气——主要是由汽油不完全燃烧产生的 CO、气态烃等以及气缸中的空气在放电条件下产生的氮的氧化物等，它是城市大气污染或造成光化学烟雾的主要原因。
8. 室内污染——由化工产品如油漆、涂料、板材等释放出的甲醛（HCHO）气体；建筑材料产生的放射性同位素氡（Rn）；家用电器产生的电磁辐射等。
9. 食品污染——指蔬菜、粮食、副食品等在生产、贮存、运输、加工的过程中，农药、化肥、激素、防腐剂（苯甲酸及其钠盐等）、色素、增白剂（“吊白块”、大苏打、漂粉精）、调味剂等，以及转基因技术的不恰当使用所造成的污染。

## 二十四、金属的冶炼规律

### 1. 活泼金属的冶炼

(1) 钠、镁、铝等活泼金属，常采用电解其熔融状态的卤化物的方法冶炼（通直流电）。例如：



① 液态冰晶石（Na<sub>3</sub>AlF<sub>6</sub>）作为助熔剂，使熔点高达 2000℃ 多度的 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 在 1000℃ 多度就熔化；

② 用石墨棒作为电极，其阳极材料被高温下产生的 O<sub>2</sub> 氧化而消耗，所以在电解过程

中要定期补充  $\text{Al}_2\text{O}_3$  和阳极碳棒；

③ 这里不采用电解熔融  $\text{AlCl}_3$ ，是因为  $\text{AlCl}_3$  是共价化合物，其熔融态不导电；而  $\text{Al}_2\text{O}_3$  是离子化合物，其熔融态时能电离产生自由移动的  $\text{Al}^{3+}$  和  $\text{O}^{2-}$  导电。

※思考：为什么不用电解熔融氧化镁而用电解熔融氯化镁的方法生产金属镁？

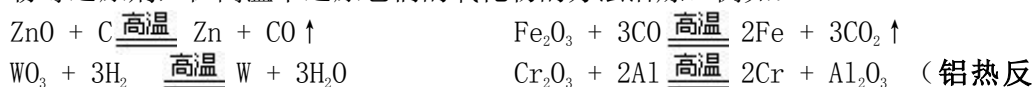
(2) 对于金属钾、铷等，工业上还运用勒夏特列原理进行冶炼：



☆说明：尽管 Na 的金属性没有 Rb 强，但是控制一定的温度，使 RbCl 和 Na 在熔化状态下反应生成液态 NaCl 和 Rb 蒸气，并且不断地把 Rb 蒸气从反应体系中抽出，降低了生成物的浓度，使平衡向右移动。

## 2. 中等活泼金属的冶炼

(1) 火法冶炼——对于锌、铁、钨、铜等中等活泼金属，工业上常采用焦炭、CO、 $\text{H}_2$ 、Al 粉等还原剂，在高温下还原它们的氧化物的方法冶炼。例如：



应)



☆注意：用焦炭还原金属氧化物时，金属越活泼，越难还原，需要的温度越高，焦炭的氧化产物中 CO 的含量也越高。一般情况下，活动性超过 Zn 的氧化物难以被焦炭还原。

(2) 湿法冶炼——用较活泼的金属与相对不活泼的金属盐溶液反应生成新金属和新盐的反应，属于置换反应。

例如，我国古代西汉时期刘安所著的《淮南万毕术》记载的“曾青得铁则化为铜”，是湿法冶炼金属的先驱，其反应原理是： $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 == \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$

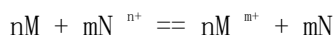
## 3. 不活泼金属的冶炼

金、银、铂等不活泼金属在自然界有少量以游离态形式存在，可直接采用物理方法（如淘金等），而汞等不活泼金属可用还原剂还原法或热分解法冶炼。例如： $2\text{HgO} \xrightarrow{\Delta} 2\text{Hg} + \text{O}_2 \uparrow$

# 二十五、有关置换反应的总结

## 1、金属置换金属

(1) 较活泼金属单质与不活泼金属阳离子间的置换



(2) 铝热反应

一些高熔点金属氧化物（如  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{FeO}$ 、 $\text{WO}_3$ 、 $\text{V}_2\text{O}_5$ 、 $\text{MnO}_2$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$  等等）与铝粉的混合物称为**铝热剂**，需高温条件才能引发反应的发生，通常用来冶炼一些高熔点金属。如：



(3) 利用勒夏特列原理的金属置换金属

## 2、金属置换非金属

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/926051134200010235>