

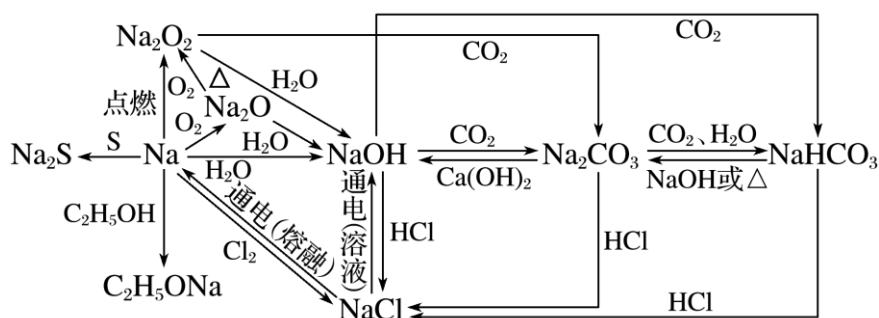


# 高中化学 常见方程式

化学资源库 出品

2020.06.06

# 一、钠及其化合物有关的化学方程式



| 序号 | 反应条件                                                  | 化学反应方程式或离子方程式                                                                                                                                               |
|----|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 钠在常温下被空气氧化                                            | $4\text{Na} + \text{O}_2 = 2\text{Na}_2\text{O}$ (白色固体)                                                                                                     |
| 2  | 钠在加热时被空气氧化                                            | $2\text{Na} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{O}_2$ (淡黄色固体)                                                                                |
| 3  | $\text{Na}_2\text{O}$ 与氧气加热生成 $\text{Na}_2\text{O}_2$ | $2\text{Na}_2\text{O} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{Na}_2\text{O}_2$                                                                             |
| 4  | 钠与硫混合研磨生成 $\text{Na}_2\text{S}$                       | $2\text{Na} + \text{S} = \text{Na}_2\text{S}$                                                                                                               |
| 5  | 钠在氯气中燃烧                                               | $2\text{Na} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{NaCl}$                                                                                             |
| 6  | 钠与氢气加热生成 $\text{NaH}$                                 | $2\text{Na} + \text{H}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{NaH}$                                                                                                  |
| 7  | 钠与水的反应                                                | $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2\uparrow$ (现象: 浮、熔、游、响、红)                                                                      |
| 8  | 钠与盐酸的反应                                               | ① $2\text{Na} + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{H}_2\uparrow$ ② $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2\uparrow$                   |
|    | 钠投入硫酸氢钠溶液                                             | ① $2\text{Na} + 2\text{NaHSO}_4 = 2\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\uparrow$<br>② $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2\uparrow$ |
| 9  | 钠与硫酸铜的反应                                              | $2\text{Na} + \text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Cu}(\text{OH})_2\downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\uparrow$                         |
| 10 | 钠与氯化铁的反应                                              | $6\text{Na} + 2\text{FeCl}_3 + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow + 6\text{NaCl} + 3\text{H}_2\uparrow$                                |
|    | 钠与氯化亚铁的反应                                             | $4\text{Na}_2\text{O}_2 + 4\text{FeCl}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow + \text{O}_2\uparrow + 8\text{NaCl}$                     |
| 11 | 工业制备金属钠                                               | $2\text{NaCl}(\text{熔融}) \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{Na} + \text{Cl}_2$                                                                                  |
| 12 | 氧化钠与水的反应                                              | $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH}$                                                                                                   |
| 13 | 氧化钠与 $\text{CO}_2$ 的反应                                | $\text{Na}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3$                                                                                                |
| 14 | 氧化钠与盐酸的反应                                             | $\text{Na}_2\text{O} + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$                                                                                     |
| 15 | 过氧化钠与水的反应                                             | $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NaOH} + \text{O}_2\uparrow$                                                                          |
| 16 | 过氧化钠与 $\text{CO}_2$ 的反应                               | $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$                                                                              |
| 17 | 过氧化钠与盐酸的反应                                            | $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 4\text{HCl} = 4\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2\uparrow$                                                            |
| 18 | 过氧化钠与 $\text{SO}_2$ 的反应                               | $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{SO}_2 = \text{Na}_2\text{SO}_4$                                                                                              |
| 19 | 向碳酸钠溶液中逐滴加入盐酸                                         | $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{NaHCO}_3$                                                                                        |
|    |                                                       | $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$                                                                      |

|    |                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                            |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 20 | 向盐酸中逐滴加入碳酸钠溶液                                                                                                                           | $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$                                                                           |
| 21 | 向饱和碳酸钠溶液中通入 $\text{CO}_2$                                                                                                               | $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = 2\text{NaHCO}_3\downarrow$                                                                                    |
| 22 | 碳酸氢钠受热分解                                                                                                                                | $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$                                                                   |
| 23 | 碳酸氢钠与盐酸反应                                                                                                                               | $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$                                                                                     |
| 24 | 碳酸氢钠与氢氧化钠反应                                                                                                                             | $\text{NaHCO}_3 + \text{NaOH} = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$                                                                                               |
| 25 | 少量 $\text{NaHCO}_3$ 与澄清石灰水反应                                                                                                            | $\text{NaHCO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3\downarrow + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}$                                                                     |
| 26 | 过量 $\text{NaHCO}_3$ 与澄清石灰水反应                                                                                                            | $2\text{NaHCO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3\downarrow + \text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$                                                        |
| 27 | 侯氏制碱法的反应原理                                                                                                                              | ① $\text{NaCl}(\text{饱和}) + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 + \text{NH}_3 = \text{NaHCO}_3\downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$                                              |
|    |                                                                                                                                         | ② $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$                                                                 |
| 28 | 少量 $\text{CO}_2$ 通入氢氧化钠溶液                                                                                                               | $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$                                                                                                 |
| 29 | 过量 $\text{CO}_2$ 通入氢氧化钠溶液                                                                                                               | $\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{NaHCO}_3$                                                                                                                               |
| 30 | 电解氯化钠溶液                                                                                                                                 | $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} \text{H}_2\uparrow + \text{Cl}_2\uparrow + 2\text{NaOH}$                                                       |
| 31 | 钛，钾的制备                                                                                                                                  | $4\text{Na} + \text{TiCl}_4(\text{熔融}) \xrightarrow{\text{高温}} 4\text{NaCl} + \text{Ti}$ , $\text{Na} + \text{KCl} \xrightarrow{\text{高温}} \text{NaCl} + \text{K}\uparrow$ |
| 32 | 钠在 $\text{CO}_2$ 中燃烧                                                                                                                    | $4\text{Na} + 3\text{CO}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{C}$                                                                                     |
| 33 | ★除杂★                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                            |
|    | ①除去碳酸氢钠溶液中混有的碳酸钠: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = 2\text{NaHCO}_3$                                         |                                                                                                                                                                            |
|    | ②除去碳酸钠溶液中的碳酸氢钠: $\text{NaHCO}_3 + \text{NaOH} \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$                         |                                                                                                                                                                            |
|    | ③除去碳酸钠固体中的碳酸氢钠: $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$                |                                                                                                                                                                            |
| 34 | ★鉴别★                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                            |
|    | ①鉴别碳酸钠和碳酸氢钠溶液: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaCl}_2 = \text{CaCO}_3\downarrow + 2\text{NaCl}$                                        |                                                                                                                                                                            |
|    | 不可以用氢氧化钙的原因:                                                                                                                            |                                                                                                                                                                            |
|    | ▲碳酸钠与氢氧化钙: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3\downarrow + 2\text{NaOH}$                                   |                                                                                                                                                                            |
|    | ●少量碳酸氢钠溶液滴入氢氧化钙溶液中: $\text{NaHCO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3\downarrow + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}$              |                                                                                                                                                                            |
|    | ●少量氢氧化钙溶液滴入碳酸氢钠溶液中: $2\text{NaHCO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3\downarrow + \text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ |                                                                                                                                                                            |
|    | ②溶解度: 碳酸氢钠 < 碳酸钠                                                                                                                        |                                                                                                                                                                            |
| 35 | ③碳酸钠溶于水放热, 碳酸氢钠溶于水吸热                                                                                                                    |                                                                                                                                                                            |
|    | ④和盐酸反应的速率                                                                                                                               |                                                                                                                                                                            |
|    | 【补充】证明碳酸钠溶液中存在水解平衡的实验方法                                                                                                                 |                                                                                                                                                                            |
|    | 取少许碳酸钠溶液置于试管中, 滴加几滴酚酞, 溶液呈红色, 再向红色溶液中滴加 $\text{BaCl}_2$ 溶液至过量, 产生白色沉淀, 溶液的红色逐渐消失, 则证明碳酸钠溶液的碱性为碳酸根水解所致, 即溶液中存在水解平衡。                      |                                                                                                                                                                            |

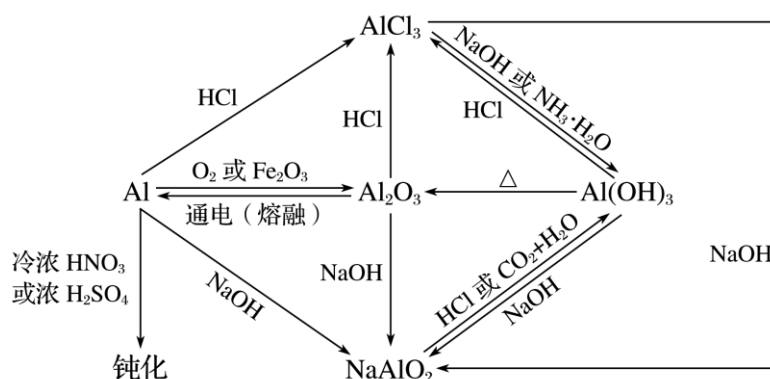
### ▲钠及其重要化合物的应用

| 物质                             | 日常应用                      | 原因分析                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 钠                              | 核反应堆的传热介质                 | 熔点较低，导热性好                                                                                                                                                                                                                    |
| Na <sub>2</sub> O <sub>2</sub> | 供氧剂                       | 呼吸面具或潜水艇中作为氧气来源：<br>$2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$ $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NaOH} + \text{O}_2\uparrow$                                        |
|                                | 氧化剂                       | $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{SO}_2 = \text{Na}_2\text{SO}_4$                                                                                                                                                               |
|                                | 漂白剂                       | 氧化型漂白剂，不可恢复                                                                                                                                                                                                                  |
|                                | 杀菌剂                       | 工业用途，或者环境消毒，不可用于自来水等                                                                                                                                                                                                         |
| NaOH                           | 制肥皂                       | 与油脂发生皂化反应生成高级脂肪酸钠(皂化反应)                                                                                                                                                                                                      |
| 氯化钠                            | 制取钠、Cl <sub>2</sub> 、NaOH | $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} \text{H}_2\uparrow + \text{Cl}_2\uparrow + 2\text{NaOH}$<br>$2\text{NaCl}(\text{熔融}) \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{Na} + \text{Cl}_2\uparrow$                   |
|                                | 氨碱法制纯碱                    | $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3 + \text{CO}_2 = \text{NaHCO}_3\downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$<br>$2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$ |
|                                | 调味剂                       | 具有咸味                                                                                                                                                                                                                         |
|                                | 防腐剂                       | 高浓度食盐可使细菌细胞脱水死亡                                                                                                                                                                                                              |
|                                | 配制生理盐水(0.9%)              | 体液替代物                                                                                                                                                                                                                        |
| 碳酸氢钠                           | 发酵粉、膨松剂                   | $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$                                                                                                                     |
|                                | 胃酸中和剂                     | $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$                                                                                                                                                     |
|                                | 用于泡沫灭火器                   | $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{NaHCO}_3 = 2\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + 6\text{CO}_2\uparrow + 3\text{Na}_2\text{SO}_4$                                                                                          |
|                                | 除杂                        | 饱和碳酸氢钠溶液可以用于除去 CO <sub>2</sub> 中氯化氢                                                                                                                                                                                          |
| 碳酸钠                            | 清洗油污                      | 水解，溶液显碱性                                                                                                                                                                                                                     |
|                                | 制玻璃                       | $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{SiO}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2\uparrow$                                                                                                                |
|                                | 降低溶解度                     | 制取乙酸乙酯实验中，用饱和碳酸钠溶液来吸收产物，作用有：<br>①吸收乙酸；<br>②溶解乙醇；<br>③降低乙酸乙酯的溶解度<br><b>【注意】</b> 导管没有浸没在溶液中，注意防倒吸                                                                                                                              |

## 二、镁及其化合物有关的化学方程式

| 序号 | 反应条件                                                                  | 化学反应方程式或离子方程式                                                                                                                                                                                           |
|----|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 镁在氧气中燃烧                                                               | $2\text{Mg} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{MgO}$                                                                                                                                           |
| 2  | 镁在氮气中燃烧                                                               | $3\text{Mg} + \text{N}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{Mg}_3\text{N}_2$ <p>【补充 <math>\text{Mg}_3\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 3\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{NH}_3\uparrow</math>】</p>           |
| 3  | 镁在 $\text{CO}_2$ 中燃烧                                                  | $2\text{Mg} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{MgO} + \text{C}$ <p>(集气瓶底需放少量沙子防炸裂)</p>                                                                                                        |
| 4  | 镁在氯气中燃烧                                                               | $\text{Mg} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{MgCl}_2$                                                                                                                                            |
| 5  | 镁与硫粉共热                                                                | $\text{Mg} + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{MgS}(\text{干态存在})$                                                                                                                                     |
| 6  | 镁与盐酸反应                                                                | $\text{Mg} + 2\text{HCl} = \text{MgCl}_2 + \text{H}_2\uparrow$                                                                                                                                          |
| 7  | 镁与水反应(镁与冷水缓慢反应, 与热水剧烈反应。在冷水中加入几滴酚酞, 放入打磨的镁条, 静置, 镁条表面有细密气泡聚集, 镁条表面微红) | $\text{Mg} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\uparrow$ $\text{Mg} + \text{H}_2\text{O}(\text{水蒸气}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{MgO} + \text{H}_2\uparrow$ |
| 8  | 工业制备镁                                                                 | $\text{MgCl}_2(\text{熔融}) \xrightarrow{\text{电解}} \text{Mg} + \text{Cl}_2\uparrow$                                                                                                                      |

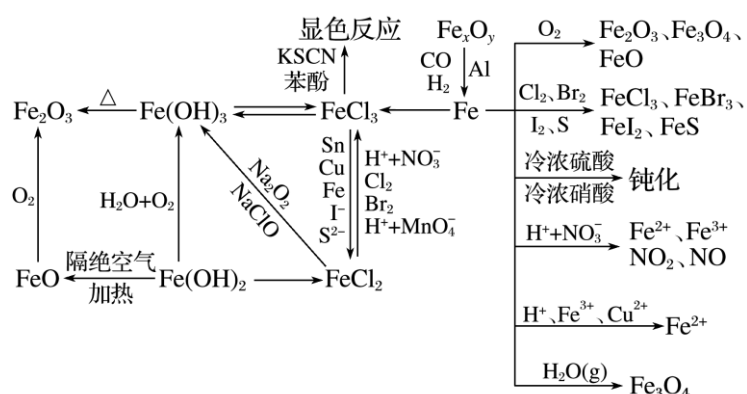
## 二、铝及其化合物有关的化学方程式



| 序号                                                                                                                                                                                                                                          | 反应条件             | 化学反应方程式或离子方程式                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                                                                                                                                                                           | 铝与氧气反应           | $4\text{Al} + 3\text{O}_2 = 2\text{Al}_2\text{O}_3$                                                                                                                  |
| 2                                                                                                                                                                                                                                           | 铝与硫粉共热           | $2\text{Al} + 3\text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{Al}_2\text{S}_3$ (干态存在)                                                                                           |
| 3                                                                                                                                                                                                                                           | 铝和热水缓慢反应(与冷水不反应) | $2\text{Al} + 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2\uparrow$                                                                |
| 4                                                                                                                                                                                                                                           | 铝与稀硫酸反应          | $2\text{Al} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2\uparrow$                                                                             |
| 5                                                                                                                                                                                                                                           | 铝与氢氧化钠反应         | $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaAlO}_2 + 3\text{H}_2\uparrow$                                                                            |
| <p>铝热反应:铝粉与某些金属氧化物(<math>\text{Fe}_2\text{O}_3</math>、<math>\text{V}_2\text{O}_5</math>、<math>\text{Cr}_2\text{O}_3</math>、<math>\text{MnO}_2</math>等)在较高温度下发生剧烈反应并放出大量的热。</p> <p>铝热反应可以用来冶炼 V、Cr、Mn 的单质,但不可以用来冶炼铁(工业上用 CO 还原铁的氧化物来冶炼铁)</p> |                  |                                                                                                                                                                      |
| 6                                                                                                                                                                                                                                           | 铝与氧化铁反应          | $2\text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3$ <p>在铝与 <math>\text{Fe}_2\text{O}_3</math> 的反应中,镁条、氯酸钾分别为引燃剂、助燃剂。</p> |
| 7                                                                                                                                                                                                                                           | 铝与二氧化锰反应         | $4\text{Al} + 3\text{MnO}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 3\text{Mn} + 2\text{Al}_2\text{O}_3$                                                                             |
| 8                                                                                                                                                                                                                                           | 铝与五氧化二钒反应        | $10\text{Al} + 3\text{V}_2\text{O}_5 \xrightarrow{\text{高温}} 6\text{V} + 5\text{Al}_2\text{O}_3$                                                                     |
| 9                                                                                                                                                                                                                                           | 铝与三氧化二铬反应        | $2\text{Al} + \text{Cr}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Cr} + \text{Al}_2\text{O}_3$                                                                      |
| 10                                                                                                                                                                                                                                          | 工业制备铝            | $2\text{Al}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{电解}} 4\text{Al} + 3\text{O}_2\uparrow$                                                                                    |
| 11                                                                                                                                                                                                                                          | 氧化铝与盐酸反应         | $\text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl} = 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$                                                                                         |
| 12                                                                                                                                                                                                                                          | 氧化铝与氢氧化钠反应       | $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{NaOH} = 2\text{NaAlO}_2 + \text{H}_2\text{O}$                                                                                        |

|    |                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 13 | 氢氧化铝受热分解                                                       | $2\text{Al}(\text{OH})_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 14 | 氢氧化铝酸式电离                                                       | $\text{Al}(\text{OH})_3 \rightleftharpoons \text{AlO}_2^- + \text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}$                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 15 | 氢氧化铝碱式电离                                                       | $\text{Al}(\text{OH})_3 \rightleftharpoons \text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^-$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 16 | 氢氧化铝与盐酸反应                                                      | $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl} = \text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 17 | 氢氧化铝与氢氧化钠反应                                                    | $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{NaOH} = \text{NaAlO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 18 | 氢氧化铝的制备                                                        | $\textcircled{1} \text{AlCl}_3 + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NH}_4\text{Cl}$ $\textcircled{2} \text{NaAlO}_2 + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{NaHCO}_3$ $\textcircled{3} 3\text{NaAlO}_2 + \text{AlCl}_3 + 6\text{H}_2\text{O} = 4\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NaCl}$ |
| 19 | 向 $\text{AlCl}_3$ 溶液中加入 $\text{NaOH}$ 溶液至过量                    | $\text{AlCl}_3 + 3\text{NaOH} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NaCl}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|    |                                                                | $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{NaOH} = \text{NaAlO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 20 | 向 $\text{AlCl}_3$ 溶液中加入过量 $\text{NaOH}$ 溶液                     | $\text{AlCl}_3 + 4\text{NaOH} = \text{NaAlO}_2 + 3\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 21 | 向 $\text{NaOH}$ 溶液中加入 $\text{AlCl}_3$ 溶液至过量                    | $\text{AlCl}_3 + 4\text{NaOH} = \text{NaAlO}_2 + 3\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|    |                                                                | $3\text{NaAlO}_2 + \text{AlCl}_3 + 6\text{H}_2\text{O} = 4\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NaCl}$                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 22 | 泡沫灭火器的原理                                                       | $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{NaHCO}_3 = 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 6\text{CO}_2 \uparrow + 3\text{Na}_2\text{SO}_4$                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 23 | 向偏铝酸钠溶液中加入稀盐酸至过量                                               | $\text{NaAlO}_2 + \text{HCl} + \text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{NaCl}$                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|    |                                                                | $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl} = \text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 24 | 向偏铝酸钠溶液中加入过量稀盐酸                                                | $\text{NaAlO}_2 + 4\text{HCl} = \text{AlCl}_3 + \text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 25 | 向稀盐酸中加入 $\text{NaAlO}_2$ 溶液至过量                                 | $\text{NaAlO}_2 + 4\text{HCl} = \text{AlCl}_3 + \text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|    |                                                                | $3\text{NaAlO}_2 + \text{AlCl}_3 + 6\text{H}_2\text{O} = 4\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NaCl}$                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 26 | 向偏铝酸钠溶液通入少量 $\text{CO}_2$                                      | $2\text{NaAlO}_2 + 3\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{Na}_2\text{CO}_3$                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 27 | 向偏铝酸钠溶液通入过量 $\text{CO}_2$                                      | $\text{NaAlO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{NaHCO}_3$                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 28 | 向明矾中加入 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液至使 $\text{SO}_4^{2-}$ 恰好完全沉淀 | $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 + 2\text{Ba}(\text{OH})_2 = 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{BaSO}_4 \downarrow + \text{KAlO}_2$                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 29 | 向明矾中加入 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液至沉淀的量最大                      | $2\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 + 3\text{Ba}(\text{OH})_2 = 3\text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{K}_2\text{SO}_4$                                                                                                                                                                                                                                           |
| 30 | 偏铝酸钠与碳酸氢钠溶液反应                                                  | $\text{NaAlO}_2 + \text{NaHCO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{Na}_2\text{CO}_3$ <p>【特别注意】该反应不是双水解反应!!!</p>                                                                                                                                                                                                                                            |

### 三、铁有关的化学方程式

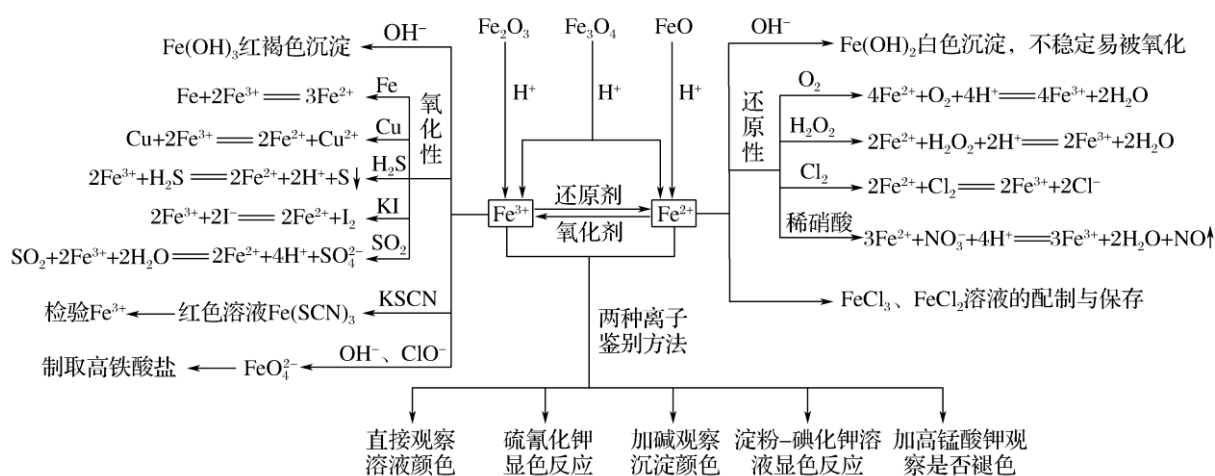


| 序号 | 反应条件                                            | 化学反应方程式或离子方程式                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 铁在纯氧中燃烧                                         | $3\text{Fe} + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{Fe}_3\text{O}_4$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 2  | 铁在氯气中燃烧                                         | $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{FeCl}_3$ (棕褐色烟、棕红色烟)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 3  | 铁与硫共热                                           | $\text{Fe} + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{FeS}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 4  | 铁与水蒸气反应                                         | $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 5  | 铁与稀硫酸反应                                         | $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\uparrow$<br>铁在冷浓硫酸、冷浓硝酸中发生“钝化”。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|    | 铁与浓硫酸共热                                         | $2\text{Fe} + 6\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{SO}_2\uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 6  | 少量的铁与稀硝酸反应                                      | $\text{Fe} + 4\text{HNO}_3 = \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO}\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 7  | 过量的铁与稀硝酸反应                                      | $3\text{Fe} + 8\text{HNO}_3 = 3\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 8  | 铁与硫酸铜反应                                         | $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$ (宋代—湿法炼铜)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 9  | 铁与氯化铁反应                                         | $\text{Fe} + 2\text{FeCl}_3 = 3\text{FeCl}_2$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 10 | 氧化亚铁与稀盐酸反应                                      | $\text{FeO} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 11 | 氧化亚铁与稀硝酸反应                                      | $\text{FeO} + 4\text{HNO}_3 = \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO}\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 12 | 氧化亚铁与氢碘酸反应                                      | $\text{FeO} + 2\text{HI} = \text{FeI}_2 + \text{H}_2\text{O}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 13 | 氧化铁与稀盐酸反应                                       | $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl} = 2\text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 14 | 氧化铁与稀硝酸反应                                       | $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{HNO}_3 = 2\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 15 | 氧化铁与氢碘酸反应                                       | $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{HI} = 2\text{FeI}_2 + 3\text{H}_2\text{O} + \text{I}_2$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 16 | 四氧化三铁与稀盐酸反应                                     | $\text{Fe}_3\text{O}_4 + 8\text{HCl} = 2\text{FeCl}_3 + \text{FeCl}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 17 | 四氧化三铁与稀硝酸反应                                     | $3\text{Fe}_3\text{O}_4 + 28\text{HNO}_3 = 9\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO}\uparrow + 14\text{H}_2\text{O}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 18 | 四氧化三铁与氢碘酸反应                                     | $\text{Fe}_3\text{O}_4 + 8\text{HI} = 3\text{FeI}_2 + 4\text{H}_2\text{O} + \text{I}_2$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 19 | 向 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 通入 C、CO、 $\text{H}_2$ | $2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} 4\text{Fe} + 3\text{CO}_2\uparrow$ (工业炼铁)<br>$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ (工业炼铁)<br>$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + 3\text{H}_2\text{O}$ (制还原铁粉)<br>$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Fe}$ (铝热反应) |

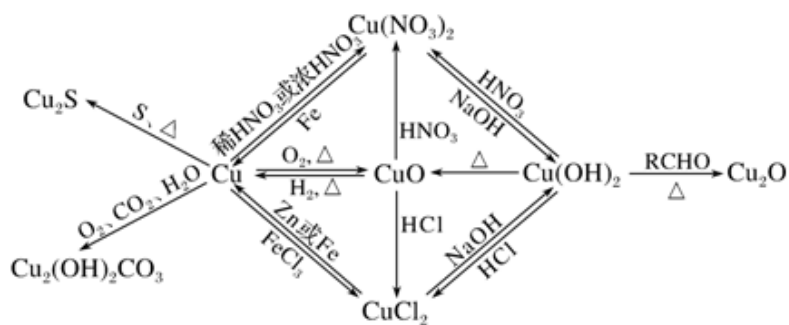
|                                                                                                    |                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 20                                                                                                 | 氢氧化亚铁与稀盐酸反应                                                                                                                                                                     | $\text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} == \text{FeCl}_2(\text{浅绿色}) + 2\text{H}_2\text{O}$                                                       |
| 21                                                                                                 | 氢氧化亚铁与稀硝酸反应                                                                                                                                                                     | $3\text{Fe}(\text{OH})_2 + 10\text{HNO}_3 = 3\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO}\uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$<br>(酸与碱的反应不一定是中和反应! )          |
| 22                                                                                                 | 氢氧化亚铁与氢碘酸反应                                                                                                                                                                     | $\text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{HI} = 2\text{FeI}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$                                                                     |
| 23                                                                                                 | $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 被 $\text{O}_2$ 氧化                                                                                                                                      | $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$<br>白色沉淀迅速变成灰绿色，最后变成红褐色<br>【注意】由于氢氧化亚铁十分容易被氧化，所以制取时应与氧气隔离 |
| 24                                                                                                 | 氢氧化铁与稀盐酸反应                                                                                                                                                                      | $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl} = \text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}(\text{棕黄色})$                                                        |
| 25                                                                                                 | 氢氧化铁与稀硝酸反应                                                                                                                                                                      | $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{HNO}_3 = \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$                                                       |
| 26                                                                                                 | 氢氧化铁与氢碘酸反应                                                                                                                                                                      | $2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 6\text{HI} = 2\text{FeI}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + \text{I}_2$                                                       |
| 27                                                                                                 | 氢氧化铁受热分解                                                                                                                                                                        | $2\text{Fe}(\text{OH})_3 \xrightarrow{\Delta} 3\text{H}_2\text{O} + \text{Fe}_2\text{O}_3(\text{俗称为铁红，红棕色粉末})$                                  |
| 28                                                                                                 | 氢氧化铁胶体的制备                                                                                                                                                                       | $\text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}(\text{OH})_3(\text{胶体}) + 3\text{HCl}$                                      |
| 29                                                                                                 | 氯化铁与硫氰化钾反应                                                                                                                                                                      | $\text{FeCl}_3 + 3\text{KSCN} = \text{Fe}(\text{SCN})_3 + 3\text{KCl}$ 检验( $\text{Fe}^{3+}$ )现象：血红色溶液                                           |
|                                                                                                    | 检验( $\text{Fe}^{2+}$ )                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                 |
|                                                                                                    | ①向氯化亚铁溶液中滴加 KSCN 溶液，无现象，再通入氯气，溶液出现血红色，证明溶液有 $\text{Fe}^{2+}$ 存在。                                                                                                                |                                                                                                                                                 |
|                                                                                                    | ②加铁氰化钾( $\text{K}_3(\text{Fe}(\text{CN})_6)$ )溶液,若有蓝色沉淀则证明有二价铁。<br>$3\text{Fe}^{2+} + 2\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-} = \text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2\downarrow$           |                                                                                                                                                 |
|                                                                                                    | ③检验含有 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 的溶液中含有 $\text{FeSO}_4$ 的操作方法<br>取待测液少许置于试管中，滴加少许酸性高锰酸钾溶液，紫色褪去，说明含有 $\text{Fe}^{2+}$<br>【注意】该方法不可以用来检测 $\text{FeCl}_3$ 的溶液中含有 $\text{FeCl}_2$ |                                                                                                                                                 |
| 鉴别铁离子和亚铁离子的方法                                                                                      |                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                 |
| 1. 观察溶液的颜色：溶液颜色为黄色的是 $\text{Fe}^{3+}$ ,溶液颜色为浅绿色的是 $\text{Fe}^{2+}$ ;                               |                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                 |
| 2. 加 NaOH 溶液：产生红褐色沉淀的是 $\text{Fe}^{3+}$ ,<br>先产生白色沉淀迅速变成灰绿色最后变成红褐色的是 $\text{Fe}^{2+}$ ;            |                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                 |
| 3. 加 KSCN 溶液：得到红色溶液的是 $\text{Fe}^{3+}$ ,无现象的是 $\text{Fe}^{2+}$ ;                                   |                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                 |
| 4. 加 Fe 粉：能使铁粉溶解且溶液由黄色变为浅绿色的是 $\text{Fe}^{3+}$ ,铁粉不溶解的是 $\text{Fe}^{2+}$ ;                         |                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                 |
| 5. 加稀的苯酚溶液：溶液显紫色的是 $\text{Fe}^{3+}$ ,无现象的是 $\text{Fe}^{2+}$ ;                                      |                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                 |
| 6. 加酸性 $\text{KMnO}_4$ 溶液：无明显变化的是 $\text{Fe}^{3+}$ ,能使酸性 $\text{KMnO}_4$ 溶液褪色的是 $\text{Fe}^{2+}$ ; |                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                 |
| 7. 加入过量铜片：铜片减少且溶液变蓝色的是 $\text{Fe}^{3+}$ ,无现象的是 $\text{Fe}^{2+}$ ;                                  |                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                 |
| 8. 加淀粉 KI 溶液：溶液变蓝色的是 $\text{Fe}^{3+}$ ,无现象的是 $\text{Fe}^{2+}$ ;                                    |                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                 |
| 9. 加溴水：无明显现象的是 $\text{Fe}^{3+}$ ,能使溴水褪色的是 $\text{Fe}^{2+}$ ;                                       |                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                 |
| 10.通入 $\text{H}_2\text{S}$ 气体：有浅黄色沉淀产生的是 $\text{Fe}^{3+}$ ,无现象的是 $\text{Fe}^{2+}$ ;                |                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                 |
| 30                                                                                                 | 向氯化亚铁溶液中通入氯气                                                                                                                                                                    | $2\text{FeCl}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{FeCl}_3$                                                                                                 |
| 31                                                                                                 | $\text{Fe}^{2+}$ 与酸性高锰酸钾溶液反应                                                                                                                                                    | $5\text{Fe}^{2+} + \text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ = 5\text{Fe}^{3+} + \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$                                       |
| 32                                                                                                 | 亚铁离子与双氧水的反应                                                                                                                                                                     | $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$                                                  |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                              |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 33 | 硫酸亚铁与碳酸氢铵制备碳酸亚铁沉淀                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | $\text{FeSO}_4 + 2\text{NH}_4\text{HCO}_3 = (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{FeCO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$ |
| 34 | 向氯化铁溶液中通入硫化氢气体                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | $2\text{FeCl}_3 + \text{H}_2\text{S} = \text{S}\downarrow + 2\text{FeCl}_2 + 2\text{HCl}$                                                    |
| 35 | 向氯化铁溶液中加入硫化钠溶液                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | $2\text{FeCl}_3 + \text{Na}_2\text{S} = \text{S}\downarrow + 2\text{FeCl}_2 + 2\text{NaCl}$                                                  |
| 36 | 向氯化铁溶液中通入 $\text{SO}_2$ 气体                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | $2\text{FeCl}_3 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{FeCl}_2 + 2\text{HCl}$                                  |
| 37 | 向 $\text{FeCl}_2$ 溶液中加入亚硫酸钠溶液                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | $2\text{Fe}^{3+} + \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} = \text{SO}_4^{2-} + 2\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}^+$                                 |
| 38 | 向氯化铁溶液中加入碘化钾溶液                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | $2\text{FeCl}_3 + 2\text{KI} = 2\text{FeCl}_2 + 2\text{KCl} + \text{I}_2$                                                                    |
| 48 | <b>★除杂★</b><br>除去 $\text{FeCl}_2$ 中的 $\text{FeCl}_3$ : $2\text{FeCl}_3 + \text{Fe} = 3\text{FeCl}_2$<br>除去 $\text{FeCl}_3$ 中的 $\text{FeCl}_2$ : $2\text{FeCl}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{FeCl}_3$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                              |
| 49 | 混合溶液中 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 的除去的常用方法<br>(1) 除去 $\text{Mg}^{2+}$ 中混有的 $\text{Fe}^{3+}$ 的方法<br>向混合溶液中加入 $\text{Mg}$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{MgCO}_3$ 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 中之一，与 $\text{Fe}^{3+}$ 水解产生的 $\text{H}^+$ 反应，促进 $\text{Fe}^{3+}$ 的水解，将 $\text{Fe}^{3+}$ 转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀除去。<br>(2) 除去 $\text{Cu}^{2+}$ 中混有的 $\text{Fe}^{3+}$ 的方法<br>向混合溶液中加入 $\text{CuO}$ 、 $\text{CuCO}_3$ 、 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 中之一，与 $\text{Fe}^{3+}$ 水解产生的 $\text{H}^+$ 反应，促进 $\text{Fe}^{3+}$ 的水解，将 $\text{Fe}^{3+}$ 转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀而除去。<br>(3) 除去 $\text{Mg}^{2+}$ 中混有的 $\text{Fe}^{2+}$ 的方法<br>先加入氧化剂(如 $\text{H}_2\text{O}_2$ )将溶液中的 $\text{Fe}^{2+}$ 氧化成 $\text{Fe}^{3+}$ ，然后再按(1)的方法除去溶液中的 $\text{Fe}^{3+}$ 。<br>(4) 除去 $\text{Cu}^{2+}$ 中混有的 $\text{Fe}^{2+}$ 的方法<br>先加入氧化剂(如 $\text{H}_2\text{O}_2$ )将溶液中的 $\text{Fe}^{2+}$ 氧化成 $\text{Fe}^{3+}$ ，然后再按(2)的方法除去溶液中的 $\text{Fe}^{3+}$ 。 |                                                                                                                                              |
| 50 | 钢铁的腐蚀<br>① 铁发生吸氧腐蚀生成铁锈的过程(水膜呈弱酸性或中性)<br>负极: $\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$ 正极: $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- = 4\text{OH}^-$<br>② 析氢腐蚀(水膜呈酸性)<br>负极: $\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$ 正极: $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2\uparrow$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                              |

### ▲常考物质( $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ )三维分析

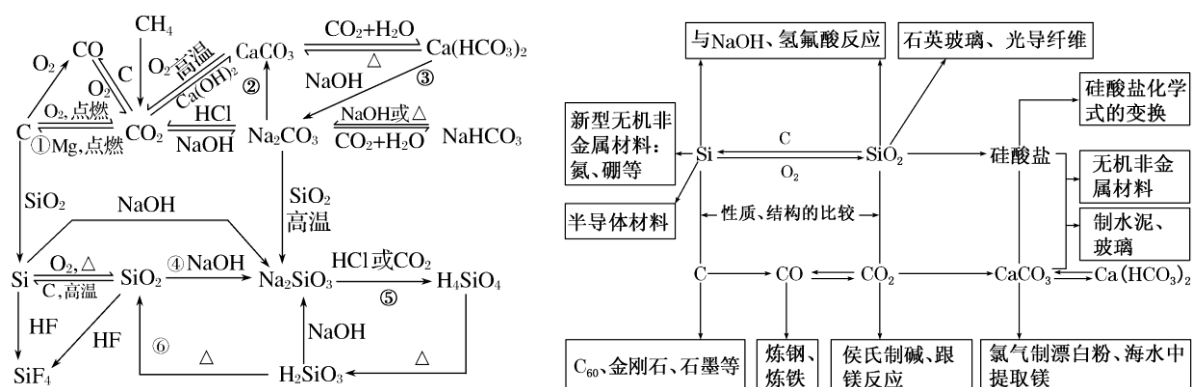


### 三、铜有关的化学方程式



| 序号 | 反应条件                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 化学反应方程式或离子方程式                                                                                                                                                        |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 39 | 铜片溶于氯化铁溶液                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | $2\text{FeCl}_3 + \text{Cu} = 2\text{FeCl}_2 + \text{CuCl}_2$ (腐蚀铜板)                                                                                                 |
| 40 | 铜与氧气反应                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | $2\text{Cu} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{CuO}$                                                                                                        |
| 41 | 铜与硫粉共热                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | $2\text{Cu} + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{Cu}_2\text{S}$                                                                                                     |
| 42 | 铜生锈原理                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | $2\text{Cu} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ (铜绿)                                                                           |
| 43 | 铜与浓硫酸共热                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$                                        |
| 44 | 铜与浓硝酸反应                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3(\text{浓}) = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$                                                        |
| 45 | 铜与稀硝酸反应                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3(\text{稀}) = 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$                                                        |
| 46 | 氢氧化铜与乙醛反应                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | $\text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{NaOH} \xrightarrow{\Delta}$ $\text{CH}_3\text{COONa} + \text{Cu}_2\text{O}\downarrow + 3\text{H}_2\text{O}$ |
| 47 | 氢氧化铜受热分解                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | $\text{Cu}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} \text{H}_2\text{O} + \text{CuO}$                                                                                        |
| 49 | 混合溶液中 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 的除去常用方法<br>(1) 除去 $\text{Cu}^{2+}$ 中混有的 $\text{Fe}^{3+}$ 的方法<br>向混合溶液中加入 $\text{CuO}$ 、 $\text{CuCO}_3$ 、 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 中之一，与 $\text{Fe}^{3+}$ 水解产生的 $\text{H}^+$ 反应，促进 $\text{Fe}^{3+}$ 的水解，将 $\text{Fe}^{3+}$ 转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀而除去。<br>(2) 除去 $\text{Cu}^{2+}$ 中混有的 $\text{Fe}^{2+}$ 的方法<br>先加入氧化剂(如 $\text{H}_2\text{O}_2$ )将溶液中的 $\text{Fe}^{2+}$ 氧化成 $\text{Fe}^{3+}$ ，然后再按(2)的方法除去溶液中的 $\text{Fe}^{3+}$ 。 |                                                                                                                                                                      |
| 50 | 铜的腐蚀： $2\text{Cu} + \text{O}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                      |
| 51 | 用惰性电极电解 $\text{CuSO}_4$ 溶液： $2\text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{Cu} + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{O}_2\uparrow$<br>用 $\text{Cu}$ 作电极电解 $\text{H}_2\text{SO}_4$ 溶液： $\text{Cu} + \text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\text{电解}} \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\uparrow$                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                      |

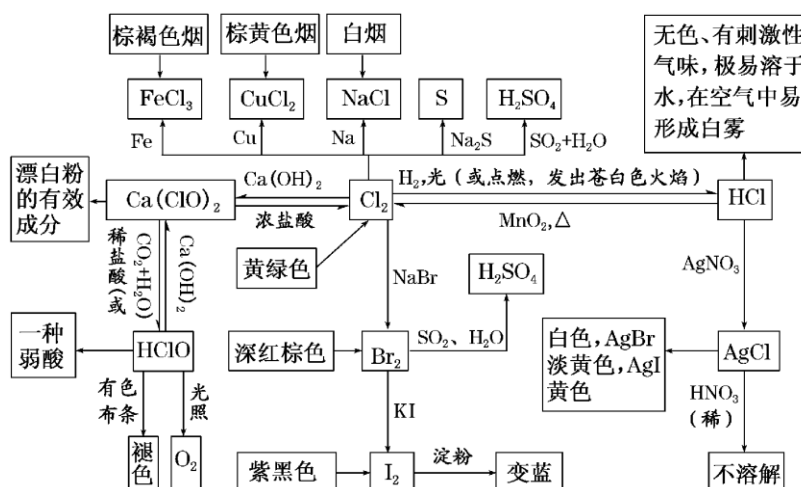
#### 四、硅和碳有关化的化学方程式



| 序号                                                                                                                                                                                                                 | 反应条件                         | 化学反应方程式或离子方程式                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                                                                                                                                                  | 硅和氟气反应                       | $\text{Si} + 2\text{F}_2 = \text{SiF}_4$                                                                       |
| 2                                                                                                                                                                                                                  | 硅和氢氟酸反应                      | $\text{Si} + 4\text{HF} = \text{SiF}_4 \uparrow + 2\text{H}_2 \uparrow$                                        |
| 3                                                                                                                                                                                                                  | 硅与 NaOH 溶液反应                 | $\text{Si} + 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{H}_2 \uparrow$               |
| 4                                                                                                                                                                                                                  | 硅与氧气在加热时的反应                  | $\text{Si} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{SiO}_2$                                                     |
| 5                                                                                                                                                                                                                  | 硅与 Cl <sub>2</sub> 在高温时的反应   | $\text{Si} + 2\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{SiCl}_4$                                               |
| 6                                                                                                                                                                                                                  | 工业制取硅                        | $\text{SiO}_2 + 2\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si} + 2\text{CO} \uparrow (\text{Si 的还原性大于 C !!!})$    |
|                                                                                                                                                                                                                    |                              | $\text{Si} + 2\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{SiCl}_4$                                               |
|                                                                                                                                                                                                                    |                              | $\text{SiCl}_4 + 2\text{H}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si} + 4\text{HCl}$                                  |
| 7                                                                                                                                                                                                                  | SiO <sub>2</sub> 与 NaOH 溶液反应 | $\text{SiO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$<br>盛放 NaOH 溶液的试剂瓶不用玻璃塞，而用橡胶塞      |
| 8                                                                                                                                                                                                                  | SiO <sub>2</sub> 与氧化钙高温时的反应  | $\text{SiO}_2 + \text{CaO} \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaSiO}_3$                                             |
| 9                                                                                                                                                                                                                  | 碳酸钠与二氧化硅高温时的反应               | $\text{SiO}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow$ |
|                                                                                                                                                                                                                    | 碳酸钙与二氧化硅高温时的反应               | $\text{SiO}_2 + \text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaSiO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow$                   |
| ★制取玻璃： $\text{SiO}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow$ $\text{SiO}_2 + \text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaSiO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow$ |                              |                                                                                                                |
| 10                                                                                                                                                                                                                 | SiO <sub>2</sub> 与氢氟酸(HF)反应  | $\text{SiO}_2 + 4\text{HF} = \text{SiF}_4 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O} (\text{刻蚀玻璃})$                        |
| 【注意】SiO <sub>2</sub> 是酸性氧化物，和氢氟酸(HF)反应是特性                                                                                                                                                                          |                              |                                                                                                                |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 11                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 硅酸受热分解                                                                                                                                                                                                                                                       | $\text{H}_2\text{SiO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{H}_2\text{O} + \text{SiO}_2$                                                                                                                            |
| 【补充】原硅酸 $\text{H}_4\text{SiO}_4$ ，易失水变成 $\text{H}_2\text{SiO}_3$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                            |
| 12                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 硅酸与 NaOH 溶液反应                                                                                                                                                                                                                                                | $\text{H}_2\text{SiO}_3 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$                                                                                                                    |
| 13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 硅酸钠溶液与稀盐酸反应                                                                                                                                                                                                                                                  | $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_4\text{SiO}_4 \downarrow + 2\text{NaCl}$ $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{HCl} = \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + 2\text{NaCl}$ |
| 14                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 向硅酸钠溶液中通入少量的 $\text{CO}_2$                                                                                                                                                                                                                                   | 水玻璃在空气中变质的原因：<br>$\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + \text{Na}_2\text{CO}_3$                                                                 |
| 15                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 向硅酸钠溶液中通入过量的 $\text{CO}_2$                                                                                                                                                                                                                                   | $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{CO}_2 = \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + 2\text{NaHCO}_3$                                                                                       |
| 证明酸性强弱 $\text{HCl} > \text{H}_2\text{CO}_3 > \text{H}_2\text{SiO}_3$ (利用强酸制取弱酸原理)<br>用盐酸制取 $\text{CO}_2$ $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$<br>再用 $\text{CO}_2$ 制取硅酸 $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2(\text{少}) + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + \text{Na}_2\text{CO}_3$<br>$\text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{CO}_2(\text{多}) + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + 2\text{NaHCO}_3$ |                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                            |
| 16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 硅酸钠溶液与氯化铵反应(双水解)                                                                                                                                                                                                                                             | $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{NH}_4\text{Cl} = \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + 2\text{NH}_3 \uparrow + 2\text{NaCl}$                                                                               |
| 17                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 碳与氧化铜加热时的反应                                                                                                                                                                                                                                                  | $\text{C} + 2\text{CuO} \xrightarrow{\Delta} 2\text{Cu} + \text{CO}_2 \uparrow$                                                                                                                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 碳与氧化铜高温时的反应                                                                                                                                                                                                                                                  | $\text{C} + \text{CuO} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Cu} + \text{CO} \uparrow$                                                                                                                             |
| 18                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 碳与水蒸气高温时的反应                                                                                                                                                                                                                                                  | $\text{C} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{高温}} \text{CO} + \text{H}_2$                                                                                                                             |
| 19                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 一氧化碳与水蒸气高温时的反应                                                                                                                                                                                                                                               | $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{催化剂}} \text{CO}_2 + \text{H}_2$                                                                                                          |
| 20                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 碳与浓硫酸共热                                                                                                                                                                                                                                                      | $\text{C} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$                                                                      |
| 21                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 碳与浓硝酸共热                                                                                                                                                                                                                                                      | $\text{C} + 4\text{HNO}_3(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CO}_2 \uparrow + 4\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$                                                                               |
| 22                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 灼热的焦炭与 $\text{CO}_2$ 反应                                                                                                                                                                                                                                      | $\text{CO}_2 + \text{C} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{CO}$                                                                                                                                                |
| 23                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 在 STSE 中的重要作用<br>(1) $\text{SiO}_2$ ：用于生产光导纤维、石英玻璃、光学仪器等。<br>(2) 单质硅：可用于制作半导体材料、光伏电池、太阳能热水器等。<br>(3) 硅酸钠：①用作木材和纺织品的防腐剂、防火剂；②制硅胶<br>(4) 硅胶：硅酸凝胶脱水后的产物，可作袋装食品的干燥剂及催化剂的载体。<br>(5) 水煤气( $\text{H}_2 + \text{CO}$ )：优良的清洁能源、常用的还原剂。<br>(6) 金刚石：主要用于生产钻头、玻璃刀、装饰品等。 |                                                                                                                                                                                                            |

## 五、氯气及卤素有关化的化学方程式



| 序号                                                                                                                                                                                      | 反应条件                      | 化学反应方程式或离子方程式                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                                                                                                                       | 钠在氯气中燃烧                   | $2\text{Na} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{NaCl}$                                                                                       |
| 2                                                                                                                                                                                       | 铜在氯气中燃烧                   | $\text{Cu} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{CuCl}_2$                                                                                       |
| 3                                                                                                                                                                                       | 铁在氯气中燃烧                   | $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{FeCl}_3$                                                                                    |
| 4                                                                                                                                                                                       | 氢气在氯气中燃烧                  | $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{HCl} (\text{氢气与氯气光照爆炸})$                                                                     |
| 5                                                                                                                                                                                       | 磷在氯气中燃烧                   | $2\text{P} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{PCl}_3$                                                                                      |
| 6                                                                                                                                                                                       | 氯气与水的反应                   | $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$ <p>新制氯水因含有 <math>\text{HClO}</math> 而有漂白性。<br/>而久置的氯水和干燥的氯气不具有漂白性。</p> |
| 7                                                                                                                                                                                       | 次氯酸见光分解                   | $2\text{HClO} \xrightarrow{\text{光照}} 2\text{HCl} + \text{O}_2 \uparrow$ <p>有漂白性、强氧化性, 不稳定性</p>                                                       |
| 8                                                                                                                                                                                       | 氯气通入石灰乳制漂白粉               | $2\text{Cl}_2 + 2\text{Ca(OH)}_2 = \text{CaCl}_2 + \text{Ca(ClO)}_2 + 2\text{H}_2\text{O} (\text{工业制漂白粉})$                                            |
| 9                                                                                                                                                                                       | 氯气通入氢氧化钠溶液                | $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O} (\text{工业制漂白液})$                                                        |
| 10                                                                                                                                                                                      | 氯气通入热的氢氧化钠溶液              | $3\text{Cl}_2 + 6\text{NaOH} \xrightarrow{\Delta} 5\text{NaCl} + \text{NaClO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$                                                |
| 11                                                                                                                                                                                      | 向次氯酸钙溶液通入少量 $\text{CO}_2$ | $\text{Ca(ClO)}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{HClO}$                                                       |
| 漂白粉久置失效原理: ① $\text{Ca(ClO)}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{HClO}$ ② $2\text{HClO} \xrightarrow{\text{光照}} 2\text{HCl} + \text{O}_2 \uparrow$ |                           |                                                                                                                                                       |
| 12                                                                                                                                                                                      | 向次氯酸钙溶液通入过量 $\text{CO}_2$ | $\text{Ca(ClO)}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{CO}_2 = \text{Ca(HCO}_3)_2 + 2\text{HClO}$                                                           |

|    |                                           |                                                                                                                                                  |
|----|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 13 | 向次氯酸钙溶液加入稀盐酸                              | $\text{Ca}(\text{ClO})_2 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + 2\text{HClO}$                                                                           |
| 14 | 向次氯酸钙溶液加入浓盐酸                              | $\text{Ca}(\text{ClO})_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) = \text{CaCl}_2 + 2\text{Cl}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$                                   |
| 15 | 向 $\text{NaCl}$ 、 $\text{NaClO}$ 混合液中加稀硫酸 | $\text{Cl}^- + \text{ClO}^- + 2\text{H}^+ = \text{Cl}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$                                                            |
| 16 | 向氯化钠、氯酸钠混合液中加稀硫酸                          | $\text{Cl}^- + \text{ClO}_3^- + 6\text{H}^+ = 3\text{Cl}_2\uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$                                                        |
| 17 | 硫化氢和氯气的反应                                 | $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{S} = \text{S}\downarrow + 2\text{HCl}$                                                                            |
| 18 | 向碘化钾溶液中通入氯气                               | $\text{Cl}_2 + 2\text{KI} = \text{I}_2 + 2\text{KCl}$                                                                                            |
| 19 | 向溴化钠溶液中通入氯气                               | $\text{Cl}_2 + 2\text{NaBr} = \text{Br}_2 + 2\text{NaCl}$                                                                                        |
| 20 | 向碘化钾溶液中通入溴气                               | $\text{Br}_2 + 2\text{KI} = \text{I}_2 + 2\text{KBr}$                                                                                            |
| 21 | 氟气通入水中                                    | $2\text{F}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HF} + \text{O}_2\uparrow$                                                                            |
| 22 | 向氯水中通入 $\text{SO}_2$                      | $\text{SO}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$                                                          |
| 23 | $\text{SO}_2$ 与溴水反应                       | $\text{SO}_2 + \text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HBr}$                                                          |
|    | 向亚硫酸钠溶液中通入氯气                              | $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaCl}$                                               |
| 24 | 氨气和少量氯气反应                                 | $2\text{NH}_3 + 3\text{Cl}_2 = \text{N}_2 + 6\text{HCl}$                                                                                         |
| 25 | 氨气和过量氯气反应                                 | $8\text{NH}_3 + 3\text{Cl}_2 = \text{N}_2 + 6\text{NH}_4\text{Cl}$                                                                               |
| 26 | 次氯酸钠与亚硫酸钠反应                               | $\text{NaClO} + \text{Na}_2\text{SO}_3 = \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NaCl}$                                                                    |
| 27 | 二氧化锰与浓盐酸共热                                | $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}(\text{实验室制 } \text{Cl}_2)$  |
| 28 | 氯酸钾与浓盐酸反应                                 | $\text{KClO}_3 + 6\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{KCl} + 3\text{Cl}_2\uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$                             |
| 29 | 高锰酸钾与盐酸反应                                 | $2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl} \xrightarrow{\Delta} 2\text{MnCl}_2 + 2\text{KCl} + 5\text{Cl}_2\uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$                   |
| 30 | 重铬酸钾与盐酸反应                                 | $2\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 14\text{HCl} \xrightarrow{\Delta} 2\text{CrCl}_3 + 2\text{KCl} + 3\text{Cl}_2\uparrow + 7\text{H}_2\text{O}$ |
| 31 | 溴与氢氧化钠溶液反应                                | $\text{Br}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaBr} + \text{NaBrO} + \text{H}_2\text{O}$                                                                   |
| 32 | 碘与氢氧化钠溶液反应                                | $\text{I}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaI} + \text{NaIO} + \text{H}_2\text{O}$                                                                      |
| 33 | 亚硫酸钠与溴水反应                                 | $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaI}$                                                 |
| 34 | 浓硫酸与萤石反应制备氢氟酸                             | $\text{CaF}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) = \text{CaSO}_4 + 2\text{HF}\uparrow$                                                            |
| 补充 | 浓硫酸与氯化钠共热制备氯化氢                            | $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{NaHSO}_4 + \text{HCl}\uparrow$                                         |
|    | 浓磷酸与溴化钠反应制备氢溴酸                            | $\text{NaBr} + \text{H}_3\text{PO}_4 = \text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{HBr}$                                                                     |
|    | 浓磷酸与碘化钾反应制备氢碘酸                            | $\text{NaI} + \text{H}_3\text{PO}_4 = \text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{HI}$                                                                       |
|    | 浓硫酸与溴化钠反应                                 | $2\text{NaBr} + 3\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) = 2\text{NaHSO}_4 + \text{Br}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$                            |

### ▲ 卤素单质及其化合物重要用途

|                                                        |                                                                                                                                                                                                             |                                |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| 氯气                                                     | 杀菌消毒剂、漂白剂                                                                                                                                                                                                   | $\text{Cl}_2$ 溶于水，产生具有强氧化性的次氯酸 |
| 臭氧、 $\text{ClO}_2$                                     | 杀菌消毒剂                                                                                                                                                                                                       | 具有强氧化性                         |
| 漂白液( $\text{NaClO}$ 溶液)                                | 杀菌消毒剂、漂白剂<br>空气中久置失效原理：① $\text{Ca}(\text{ClO})_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3\downarrow + 2\text{HClO}$<br>② $2\text{HClO} \xrightarrow{\text{光照}} 2\text{HCl} + \text{O}_2\uparrow$ |                                |
| 漂白粉<br>[ $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 、 $\text{CaCl}_2$ ] |                                                                                                                                                                                                             |                                |
| 漂粉精[ $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ ]                       |                                                                                                                                                                                                             |                                |
| 溴化银                                                    | 胶片感光材料                                                                                                                                                                                                      |                                |
| 碘化银                                                    | 用于人工降雨，化学变化，分解吸热【补充：干冰降雨是物理变化】                                                                                                                                                                              |                                |

### ▲ 易错点总结

性质解读

(1)液氯密封在钢瓶中，而氯水、次氯酸应保存在棕色试剂瓶中。

(2)1 mol  $\text{Cl}_2$  参加反应，转移电子数可能为  $2N_A$ 、 $N_A$  或小于  $N_A$  ( $\text{Cl}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$  的反应为可逆反应)。

(3)液溴需要用水封，溴蒸气呈红棕色，液溴呈深红棕色，溴水呈橙色，溴的  $\text{CCl}_4$  溶液呈橙红色。

(4)酸化  $\text{KMnO}_4$  溶液，用的是  $\text{H}_2\text{SO}_4$  酸化而不是盐酸。

(5) $\text{ClO}^-$  不论在酸性环境中还是在碱性环境中均能体现强氧化性，

如  $\text{ClO}^-$  与  $\text{SO}_3^{2-}$ 、 $\text{I}^-$ 、 $\text{Fe}^{2+}$  均不能大量共存；

如： $\text{Fe}^{3+} + 3\text{ClO}^- + 3\text{H}_2\text{O} = \text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{HClO}$ ，所以  $\text{ClO}^-$  与  $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$  均不能大量共存。

(6)向  $\text{Ca}(\text{ClO})_2$  溶液中通入  $\text{SO}_2$  气体生成  $\text{CaSO}_4$  而不是  $\text{CaSO}_3$ ，其离子方程式为

$\text{Ca}^{2+} + 3\text{ClO}^- + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{CaSO}_4\downarrow + \text{Cl}^- + 2\text{HClO}$  (少量  $\text{SO}_2$ )，

$\text{Ca}^{2+} + 2\text{ClO}^- + 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{CaSO}_4\downarrow + 2\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$  (过量  $\text{SO}_2$ )。

(7)当  $\text{Fe}$  和  $\text{Cl}_2$  在点燃条件下反应时，不论  $\text{Fe}$  过量或不足，由于  $\text{Cl}_2$  的强氧化性，产物一定是  $\text{FeCl}_3$ 。

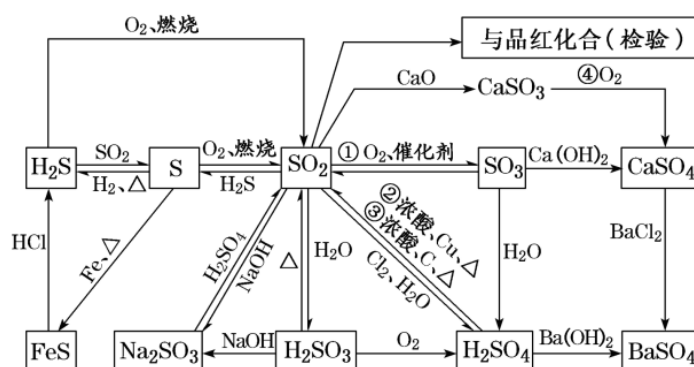
(8)“84”消毒液的有效成分为  $\text{NaClO}$ ，漂粉精的有效成分为  $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 。

“84”消毒液和洁厕灵不能混合使用，其原因是  $\text{ClO}^- + \text{Cl}^- + 2\text{H}^+ = \text{Cl}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

(9)由于电离常数  $K_{a1}(\text{H}_2\text{CO}_3) > K_a(\text{HClO}) > K_{a2}(\text{H}_2\text{CO}_3)$ ，所以向  $\text{NaClO}$  溶液通入  $\text{CO}_2$ ，不论  $\text{CO}_2$  过量还是少量，均发生  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{ClO}^- = \text{HClO} + \text{HCO}_3^-$ ，

但  $\text{CO}_2(\text{少}) + \text{Ca}(\text{ClO})_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{CaCO}_3\downarrow + 2\text{HClO}$ 。

## 六、硫及其化合物有关化的化学方程式



| 序号 | 反应条件                 | 化学反应方程式或离子方程式                                                                                                                                                                               |
|----|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 钠与硫粉研磨爆炸             | $2\text{Na} + \text{S} = \text{Na}_2\text{S}$                                                                                                                                               |
| 2  | 铝与硫粉共热               | $2\text{Al} + 3\text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{Al}_2\text{S}_3(\text{干态存在})$                                                                                                            |
| 3  | 铁与硫粉共热               | $\text{S} + \text{Fe} \xrightarrow{\Delta} \text{FeS}(\text{黑色})$                                                                                                                           |
| 4  | 铜与硫粉共热               | $\text{S} + 2\text{Cu} \xrightarrow{\Delta} \text{Cu}_2\text{S}(\text{黑色})$                                                                                                                 |
| 5  | 银器变黑                 | $2\text{H}_2\text{S} + 4\text{Ag} + \text{O}_2 = 2\text{Ag}_2\text{S}(\text{黑色}) + 2\text{H}_2\text{O}$                                                                                     |
| 6  | 用硫粉处理有毒的汞珠           | $\text{S} + \text{Hg} = \text{HgS}$                                                                                                                                                         |
| 7  | 硫在氧气中燃烧              | $\text{S} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{SO}_2$                                                                                                                                 |
| 8  | 硫与氢气共热               | $\text{S} + \text{H}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{H}_2\text{S}$                                                                                                                             |
| 9  | 硫与浓硫酸反应              | $\text{S} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} 3\text{SO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$                                                                               |
| 10 | 硫与浓硝酸反应              | $\text{S} + 6\text{HNO}_3(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{H}_2\text{SO}_4 + 6\text{NO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$                                                                |
| 11 | 硫与氢氧化钠反应             | $3\text{S} + 6\text{NaOH}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} 2\text{Na}_2\text{S} + \text{Na}_2\text{SO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ <p>除去附着在试管内壁上的硫，除了用热的 NaOH 溶液，还可以用 CS<sub>2</sub>，但不能用酒精。</p> |
| 12 | 硫化钠与稀硫酸反应            | $\text{Na}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{稀}) = \text{H}_2\text{S}\uparrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$                                                                               |
| 13 | 亚硫酸钠与稀硫酸反应           | $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{稀}) = \text{SO}_2\uparrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$                                                                                   |
| 14 | 向硫化钠、亚硫酸钠溶液中加入稀硫酸    | $\text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{Na}_2\text{S} + 3\text{H}_2\text{SO}_4(\text{稀}) = 3\text{Na}_2\text{SO}_4 + 3\text{H}_2\text{O} + \text{S}\downarrow$                                     |
| 15 | SO <sub>2</sub> 与水反应 | $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_3$                                                                                                                 |

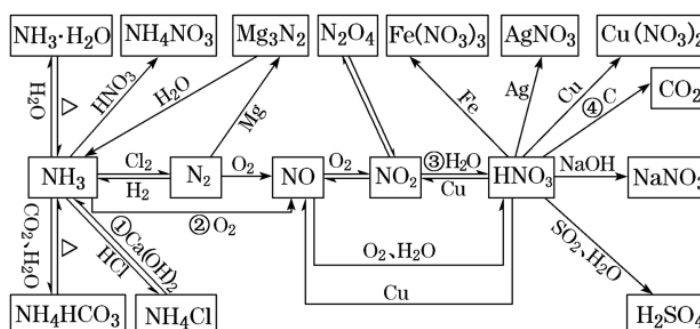
|    |                                            |                                                                                                                                                                                                                                     |
|----|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 16 | SO <sub>2</sub> 与氧化钙高温反应                   | $\text{SO}_2 + \text{CaO} \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaSO}_3$ $2\text{CaSO}_3 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{CaSO}_4$ <p>此反应能减少 SO<sub>2</sub> 的排放，但不会减少 CO<sub>2</sub> 的排放</p>                                     |
| 17 | 少量 SO <sub>2</sub> 与 NaOH 溶液反应             | $\text{SO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$                                                                                                                                                          |
| 18 | 过量 SO <sub>2</sub> 与 NaOH 溶液反应             | $\text{SO}_2 + \text{NaOH} = \text{NaHSO}_3$                                                                                                                                                                                        |
| 19 | 少量 SO <sub>2</sub> 与氨水反应                   | $\text{SO}_2 + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = (\text{NH}_4)_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$                                                                                                                             |
| 20 | 过量 SO <sub>2</sub> 与氨水反应                   | $\text{SO}_2 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{NH}_4\text{HSO}_3$                                                                                                                                                      |
| 21 | SO <sub>2</sub> 与澄清石灰水反应                   | $\text{SO}_2(\text{少}) + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaSO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O}$ $2\text{SO}_2(\text{过}) + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$                                                       |
| 22 | SO <sub>2</sub> 与氢氧化钡溶液反应                  | $\text{SO}_2(\text{少}) + \text{Ba}(\text{OH})_2 = \text{BaSO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O}$                                                                                                                                     |
| 23 | SO <sub>2</sub> 与碳酸钠溶液反应                   | $2\text{SO}_2(\text{过}) + \text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaHSO}_3 + \text{CO}_2$                                                                                                                             |
| 24 | SO <sub>2</sub> 与碳酸氢钠溶液反应                  | $\text{SO}_2(\text{少}) + 2\text{NaHCO}_3 = \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{SO}_2(\text{过}) + \text{NaHCO}_3 = \text{NaHSO}_3 + \text{CO}_2$                                                       |
| 25 | SO <sub>2</sub> 与氢硫酸反应                     | $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} = 3\text{S}\downarrow + 2\text{H}_2\text{O} \text{ (归中反应)}$                                                                                                                                      |
| 26 | SO <sub>2</sub> 与氧气反应                      | $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightleftharpoons[\text{加热}]{\text{催化剂}} 2\text{SO}_3$                                                                                                                                                 |
| 27 | SO <sub>2</sub> 使氯水褪色                      | $\text{SO}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{HCl} + \text{H}_2\text{SO}_4$                                                                                                                                             |
|    | SO <sub>2</sub> 使溴水褪色                      | $\text{SO}_2 + \text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HBr}$                                                                                                                                             |
|    | SO <sub>2</sub> 使碘水褪色                      | $\text{SO}_2 + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HI}$                                                                                                                                               |
| 28 | SO <sub>2</sub> 与酸性 KMnO <sub>4</sub> 溶液反应 | $5\text{SO}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$                                                                                                             |
| 29 | SO <sub>2</sub> 与氯化铁溶液反应                   | $2\text{FeCl}_3 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{FeCl}_2 + 2\text{HCl}$                                                                                                                         |
| 30 | SO <sub>2</sub> 与次氯酸钠反应                    | $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{NaClO} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4$                                                                                                                                             |
| 31 | SO <sub>2</sub> 与双氧水反应                     | $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{H}_2\text{SO}_4$                                                                                                                                                                        |
| 32 | SO <sub>2</sub> 与过氧化钠反应                    | $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{SO}_2 = \text{Na}_2\text{SO}_4$                                                                                                                                                                      |
| 33 | 工业制硫酸的原理                                   | $\textcircled{1} 4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$                                                                                                                        |
|    |                                            | $\textcircled{2} 2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightleftharpoons[\text{加热}]{\text{催化剂}} 2\text{SO}_3$                                                                                                                                 |
|    |                                            | $\textcircled{3} \text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$                                                                                                                                                          |
|    | 实验室制 SO <sub>2</sub>                       | $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4(75\%) = \text{SO}_2\uparrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$ $2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) + \text{Cu} \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ |
| 34 | 硫化氢与硫酸铜溶液反应                                | $\text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{S} = \text{CuS}\downarrow + \text{H}_2\text{SO}_4$                                                                                                                                                 |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 35 | 硫化氢在氧气中燃烧                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | $2\text{H}_2\text{S}+3\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{SO}_2+2\text{H}_2\text{O}$                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 36 | 氢硫酸与浓硫酸                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓})+\text{H}_2\text{S}=\text{S}\downarrow+\text{SO}_2\uparrow+2\text{H}_2\text{O}$                                                                                                                                                                                                                                       |
| 37 | 硫化氢气体的制法                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | $\text{FeS}+\text{H}_2\text{SO}_4(\text{稀})=\text{H}_2\text{S}\uparrow+\text{FeSO}_4$                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 38 | 硫化氢与 NaOH 溶液少量、过量                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | $\begin{aligned}\text{H}_2\text{S}+2\text{NaOH}&=\text{Na}_2\text{S}+2\text{H}_2\text{O} \\ \text{H}_2\text{S}+\text{NaOH}&=\text{NaHS}+\text{H}_2\text{O}\end{aligned}$                                                                                                                                                                              |
| 39 | 碳与浓硫酸共热                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | $2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓})+\text{C} \xrightarrow{\Delta} \text{CO}_2\uparrow+2\text{SO}_2\uparrow+2\text{H}_2\text{O}$<br>【体现了浓硫酸的氧化性】                                                                                                                                                                                                         |
| 40 | 硫代硫酸钠与稀硫酸反应                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3+\text{H}_2\text{SO}_4=\text{S}\downarrow+\text{SO}_2\uparrow+2\text{H}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{SO}_4$                                                                                                                                                                                                             |
| 41 | 铜与浓硫酸共热                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | $2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓})+\text{Cu} \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4+\text{SO}_2\uparrow+2\text{H}_2\text{O}$<br>【体现了浓硫酸的氧化性和酸性】                                                                                                                                                                                                            |
|    | Zn 和浓 $\text{H}_2\text{SO}_4$ 的反应                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | $\begin{aligned}2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓})+\text{Zn} &\xrightarrow{\Delta} \text{ZnSO}_4+\text{SO}_2\uparrow+2\text{H}_2\text{O} \\ \text{H}_2\text{SO}_4(\text{稀})+\text{Zn} &\xrightarrow{\Delta} \text{ZnSO}_4+\text{H}_2\uparrow\end{aligned}$                                                                                              |
| 42 | 浓硫酸不能干燥 $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{HBr}$ 、 $\text{HI}$ 的原因                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | $\begin{aligned}\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓})+\text{H}_2\text{S} &=\text{S}\downarrow+\text{SO}_2\uparrow+2\text{H}_2\text{O} \\ \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓})+2\text{HBr} &=\text{Br}_2+\text{SO}_2\uparrow+2\text{H}_2\text{O} \\ \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓})+2\text{HI} &=\text{I}_2+\text{SO}_2\uparrow+2\text{H}_2\text{O}\end{aligned}$ |
| 44 | $\text{Na}_2\text{SO}_3$ 久置变质                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | $2\text{Na}_2\text{SO}_3+\text{O}_2=2\text{Na}_2\text{SO}_4$<br>证明亚硫酸钠已经被氧化的实验方法：<br>取少许亚硫酸钠试样置于试管中，加适量蒸馏水溶解，向其中加入过量的稀盐酸至不再产生气体，再向其中滴加几滴 $\text{BaCl}_2$ 溶液，若产生白色沉淀，则亚硫酸钠已经被氧化。<br>[注意]不能用稀硝酸或硝酸钡溶液，防止将 $\text{SO}_3^{2-}$ 氧化。                                                                                                                        |
| 45 | <p>★检测★</p> <p>①检验溶液中含有 <math>\text{SO}_3^{2-}</math> 的实验方法</p> <p>取待测液少许置于试管中，先加过量的氯化钡溶液，若有白色沉淀生成，充分过滤，取沉淀少许置于试管中，加入足量的稀盐酸，将产生的气体通入品红溶液，品红溶液褪色，加热褪色后的溶液红色复现，则证明原溶液中含有 <math>\text{SO}_3^{2-}</math>。</p> <p>[注意]要排除 <math>\text{HSO}_3^-</math> 的干扰。</p> <p>②<math>\text{SO}_4^{2-}</math> 的检验: 加入足量的稀盐酸无明显现象，再加过量的氯化钡溶液，有白色沉淀生成</p> <p>③检验某含有大量 <math>\text{SO}_4^{2-}</math> 的溶液中是否含有 <math>\text{Cl}^-</math> 的操作方法</p> <p>取待测液少许置于试管中，先加过量的硝酸钡溶液，充分振荡后静置，在上层清液中滴加少许硝酸酸化的 <math>\text{AgNO}_3</math> 溶液，若产生白色沉淀，则溶液里含有 <math>\text{Cl}^-</math>，反之则溶液里不含 <math>\text{Cl}^-</math>。</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

## SO<sub>2</sub> 考点综合



## 七、氮及其化合物有关化的化学方程式



| 序号                                                        | 反应条件                        | 化学反应方程式或离子方程式                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                         | 氮气与氢气反应                     | $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \xrightleftharpoons[\text{高温高压}]{\text{催化剂}} 2\text{NH}_3$                                                          |
| 2                                                         | 氮气与氧气放电                     | $\text{N}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{放电}} 2\text{NO}$                                                                                  |
| 3                                                         | 镁在氮气中燃烧                     | $\text{N}_2 + 3\text{Mg} \xrightarrow{\text{点燃}} \text{Mg}_3\text{N}_2$                                                                       |
| 4                                                         | 氮化镁与水的反应                    | $\text{Mg}_3\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 3\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{NH}_3\uparrow$                                                |
| 5                                                         | 一氧化氮与氧气反应                   | $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$                                                                                                      |
| 6                                                         | 二氧化氮与水的反应                   | $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$                                                                               |
| 7                                                         | 二氧化氮溶于氢氧化钠溶液                | $2\text{NO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaNO}_3 + \text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (二氧化氮不是酸性氧化物)                                              |
| 8                                                         | NO、NO <sub>2</sub> 溶于氢氧化钠溶液 | $\text{NO}_2 + \text{NO} + 2\text{NaOH} = 2\text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$                                                                |
| 9                                                         | 二氧化氮转化为四氧化二氮                | $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$                                                                                        |
| 10                                                        | 二氧化氮、氧气溶于水                  | $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$                                                                             |
| 11                                                        | 一氧化氮、氧气溶于水                  | $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$                                                                              |
| 12                                                        | 一氧化氮与氨气归中反应                 | $4\text{NH}_3 + 6\text{NO} \xrightarrow{\Delta} 5\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$                                                            |
| 13                                                        | 二氧化氮与氨气归中反应                 | $8\text{NH}_3 + 6\text{NO}_2 \xrightarrow{\Delta} 7\text{N}_2 + 12\text{H}_2\text{O}$                                                         |
| 14                                                        | 氨气溶于水系列反应                   | $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$     |
| 15                                                        | 浓氨水与浓盐酸产生白烟                 | $\text{NH}_3 + \text{HCl} = \text{NH}_4\text{Cl}$ 【补充: $\text{NH}_4\text{Cl} \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3\uparrow + \text{HCl}\uparrow$ 】 |
| 16                                                        | 浓氨水与浓硝酸产生白烟                 | $\text{NH}_3 + \text{HNO}_3 = \text{NH}_4\text{NO}_3$                                                                                         |
| 氨气与酸均能反应生成铵盐, 且与挥发性酸(如浓 HCl、浓 HNO <sub>3</sub> )相遇时空气中有白烟 |                             |                                                                                                                                               |

|    |                        |                                                                                                                                                                                                                                     |
|----|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 17 | 氨气与氧化铜共热               | $2\text{NH}_3 + 3\text{CuO} \xrightarrow{\Delta} 3\text{Cu} + 3\text{H}_2\text{O} + \text{N}_2$                                                                                                                                     |
| 18 | 氨气催化氧化                 | $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$                                                                                                                                      |
| 19 | 实验室制备氨气的原理             | $2\text{NH}_4\text{Cl} + 2\text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ (无离子方程式)<br>还可用浓氨水的加热分解或者加 NaOH 固体或 CaO 制取<br>排空气法收集 $\text{NH}_3$ 时, 在试管口放一团干燥棉花, 减少对流,<br>使气体更纯 |
| 20 | 氯化铵与 NaOH 溶液<br>浓溶液或加热 | $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaOH} \xrightarrow{\Delta} \text{NaCl} + \text{NH}_3\uparrow + \text{H}_2\text{O}$                                                                                                                    |
| 21 | 氯化铵与氢氧化钠溶液             | $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaOH} == \text{NaCl} + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$                                                                                                                                              |
| 22 | 浓硝酸见光、受热分解             | $4\text{HNO}_3 \xrightarrow{\text{光照或加热}} 4\text{NO}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$<br>( $\text{HNO}_3$ 保存在棕色试剂瓶中并放在低温阴凉处)                                                                                   |
| 23 | 氯化铵受热分解                | $\text{NH}_4\text{Cl} \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3\uparrow + \text{HCl}\uparrow$                                                                                                                                                |
| 24 | 硝酸铵受热分解                | 普通加热 $\text{NH}_4\text{NO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{N}_2\text{O}\uparrow + \text{H}_2\text{O}$<br>(加热或者猛烈撞击时会发生爆炸)                                                                                                              |
| 25 | 碳酸氢铵受热分解               | $\text{NH}_4\text{HCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3\uparrow + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$                                                                                                                       |
|    | 碳酸铵受热分解                | $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\Delta} 2\text{NH}_3\uparrow + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$                                                                                                                   |
| 26 | 铜与浓硝酸反应                | $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3 (\text{浓}) == \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$                                                                                                                     |
| 27 | 铜与稀硝酸反应                | $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3 (\text{稀}) = 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$                                                                                                                      |
| 28 | 铁与过量的浓硝酸加热             | $\text{Fe} + 6\text{HNO}_3 (\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{NO}_2\uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$                                                                                                   |
|    | 铁与少量的浓硝酸加热             | $\text{Fe} + 4\text{HNO}_3 (\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$                                                                                                   |
| 29 | 铁与过量的稀硝酸               | $\text{Fe} + 4\text{HNO}_3 (\text{稀}) == \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO}\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$                                                                                                                        |
|    | 铁与少量的稀硝酸               | $3\text{Fe} + 8\text{HNO}_3 (\text{稀}) == 3\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$                                                                                                                     |
| 30 | 镁与极稀的硝酸生成硝酸铵           | $4\text{Mg} + 10\text{HNO}_3 (\text{极稀}) == 4\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + 3\text{H}_2\text{O} + \text{NH}_4\text{NO}_3$                                                                                                               |
| 31 | 碳与浓硝酸共热                | $\text{C} + 4\text{HNO}_3 (\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CO}_2\uparrow + 4\text{NO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$                                                                                                         |
| 32 | 硫与浓硝酸反应                | $\text{S} + 6\text{HNO}_3 (\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{H}_2\text{SO}_4 + 6\text{NO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$                                                                                                       |

|    |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 33 | 亚硫酸钠与稀硝酸反应          | $3\text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{HNO}_3 = 3\text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{NO}\uparrow + \text{H}_2\text{O}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 34 | 硫化氢与稀硝酸反应           | $3\text{H}_2\text{S} + 2\text{HNO}_3 = 3\text{S} + 2\text{NO}\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 35 | 溴化钠与稀硝酸反应           | $6\text{NaBr} + 2\text{HNO}_3 = 3\text{Br}_2 + 2\text{NO}\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 36 | 碘化钾与稀硝酸反应           | $6\text{HI} + 2\text{HNO}_3 = 3\text{I}_2 + 2\text{NO}\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 37 | 铜片与稀硝酸、稀硫酸反应        | $3\text{Cu} + 2\text{HNO}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = 3\text{CuSO}_4 + 2\text{NO}\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 38 | $\text{NH}_4^+$ 的检验 | 关键词：加热，浓碱溶液，湿润红色(紫色)石蕊试纸                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 39 | 雷雨发庄稼”原理            | $\text{N}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{放电}} 2\text{NO} \quad 2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2 \quad 3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2$ $\text{HNO}_3 + \text{NO}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 40 | 人工固氮(工业合成氨)         | $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \xrightleftharpoons[\text{高温高压}]{\text{催化剂}} 2\text{NH}_3$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 41 | 工业制硝酸               | ①合成氨 $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \xrightleftharpoons[\text{高温高压}]{\text{催化剂}} 2\text{NH}_3$<br>②氨的催化氧化 $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$<br>③冷却氧化 $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$<br>④吸收 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 42 | 硝酸的性质               | <p> <math>\text{NH}_3 \xrightarrow[\text{O}_2]{\text{催化剂}, \Delta} \text{NO} \xrightarrow{\text{O}_2} \text{NO}_2 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{HNO}_3</math> </p> <p> <b>氧化性</b><br/>       一般生成氮氧化物，硝酸浓度低时，可能生成<math>\text{N}_2</math> ← Mg、Zn等较活泼金属<br/>       一般不生成<math>\text{H}_2</math>，生成氮氧化物 ← Cu、Ag等较不活泼金属<br/>       常温下遇浓硝酸钝化 ← Fe、Al<br/>       检验<math>\text{SO}_4^{2-}</math>时回避硝酸试剂 ← <math>\text{Na}_2\text{SO}_4</math> ← <math>\text{Na}_2\text{SO}_3</math><br/>       与<math>\text{H}^+</math>、<math>\text{NO}_3^-</math>不能大量共存 ← <math>\text{Fe}^{2+}</math>、<math>\text{I}^-</math>、<math>\text{S}^{2-}</math> </p> <p> <b>酸性</b><br/> <math>\text{CuO} \rightarrow \text{Cu(NO}_3)_2 \rightarrow \text{制取硝酸铜}</math><br/> <math>\text{Ag}_2\text{CO}_3 \text{ 和 } \text{AgCl} \rightarrow \text{Ag}_2\text{CO}_3 \text{ 溶解} \rightarrow \text{检验Cl}^- \text{ 要用稀硝酸酸化}</math> </p> <p> <b>有机反应</b><br/>       苯 → 硝基苯<br/>       甲苯 → 三硝基甲苯<br/>       甘油 → 硝化甘油<br/>       纤维素 → 硝酸纤维素     </p> <p> <b>不稳定性</b><br/>       久置的浓硝酸分解生成的<math>\text{NO}_2</math>溶解其中呈黄色<br/>       浓硝酸应保存在棕色试剂瓶中，并置于阴凉处     </p> |
| 43 | 【补充】常见的氧化性酸和还原性酸：   | ①氧化性酸： $\text{HNO}_3$ 、浓 $\text{H}_2\text{SO}_4$ 、 $\text{HClO}$ 等，其发生氧化还原反应时，中心原子被还原，其还原产物为： $\text{HNO}_3 \rightarrow \text{NO}_2$ 或 $\text{NO}$ ( $\text{N}_2$ 、 $\text{N}_2\text{O}$ 、 $\text{NH}_4^+$ 等)、 $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \rightarrow \text{SO}_2$ 、 $\text{HClO} \rightarrow \text{Cl}^-$ (或 $\text{Cl}_2$ )。<br>②还原性酸： $\text{H}_2\text{SO}_3$ 、 $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{HI}$ 、 $\text{HBr}$ 、 $\text{HCl}$ 等。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

## 元素及其化合物常见物质及用途

### (一)常见物质的俗名

(01)烧碱、火碱、苛性钠： $\text{NaOH}$ 。

(02)熟石灰、消石灰： $\text{Ca(OH)}_2$ ；

(03)生石灰： $\text{CaO}$ 。

(04)纯碱(苏打)： $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 。

(05)小苏打： $\text{NaHCO}_3$ 。

(06)明矾： $\text{KAl(SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 。

(07)芒硝： $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 。

(08)胆矾、蓝矾： $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 。

(09)绿矾： $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 。

(10)重晶石(钡餐)： $\text{BaSO}_4$ 。

(11)石膏： $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

(12)刚玉： $\text{Al}_2\text{O}_3$ 。

(13)水玻璃、泡花碱、矿物胶： $\text{Na}_2\text{SiO}_3$

(14)赤铁矿、铁红： $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ；

(15)磁铁矿： $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 。

(16)黄铁矿、硫铁矿： $\text{FeS}_2$ 。

(17)铜绿、孔雀石： $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$

(18)漂白液(84 消毒液)： $\text{NaClO}$ (有效成分)、 $\text{NaCl}$

(19)碱石灰： $\text{CaO}$  与  $\text{NaOH}$  的混合物。

(20)漂白粉的主要成分： $\text{Ca(ClO)}_2$ (有效)、 $\text{CaCl}_2$ 。

(21)水煤气： $\text{CO}$  与  $\text{H}_2$  的混合气体。

(22)“王水”：浓  $\text{HNO}_3$  与浓  $\text{HCl}$  按体积比 1 : 3 混合。

## (二)教材中 20 种物质的用途

(01) $O_3$ : ①漂白剂 ②消毒剂

(02) $Cl_2$ : ①杀菌消毒 ②制盐酸、漂白剂 ③制氯仿等有机溶剂和多种农药

(03) $N_2$ : ①焊接金属的保护气 ②填充灯泡 ③保存粮食作物 ④冷冻剂

(04) $NH_3$ : ①制硝酸、铵盐的主要原料 ②用于有机合成 ③制冷剂

(05) $HNO_3$ : 制化肥、农药、炸药(黑火药:  $2KNO_3 + 3C + S \xrightarrow{\text{点燃}} K_2S + 3CO_2 \uparrow + N_2 \uparrow$ )(TNT)

(06)Na: ①制  $Na_2O_2$  等 ②冶炼 Ti 等金属 ③电光源 ④钠钾合金作原子反应堆导热剂

(07)Al: ①制电线电缆 ②食品饮料的包装 ③制多种合金 ④制作机械零件、门窗等

(08)明矾: ①澄清剂、净化剂 ②发酵粉 ③媒染剂 ④制铝盐

(09) $CO_2$ : ①灭火剂 ②人工降雨 ③温室肥料

(10) $NaHCO_3$ : ①治疗胃酸过多 ②发酵粉

(11)水垢的主要成分是  $CaCO_3$  和  $Mg(OH)_2$

(12)AgI: 人工降雨 AgBr: 感光材料

(13) $SO_2$ : ①漂白剂 ②杀菌消毒

(14) $H_2O_2$ : ①漂白剂、消毒剂、脱氯剂 ②火箭燃料

(15) $CaSO_4$ : ①制作各种模型 ②石膏绷带 ③调节水泥硬化速率

(16) $SiO_2$ : ①制石英玻璃、石英钟表 ②光导纤维

(17) $Al_2O_3$ : ①冶炼铝 ②制作耐火材料

(18)乙烯: ①制塑料、合成纤维、有机溶剂等 ②植物生长调节剂(果实催熟)

(19)乙醇: ①燃料 ②溶剂 ③杀菌消毒(75%) ④造酒

(20)乙酸乙酯: ①有机溶剂 ②制备饮料和糖果的香料



|                      |                                                                                     |                            |                                                                                     |                            |                                                                                       |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>公<br/>众<br/>号</p> |  | <p>小<br/>编<br/>微<br/>信</p> |  | <p>微<br/>店<br/>链<br/>接</p> |  |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|