

## 专题 05 金属及其重要化合物



### 内容概览

#### 01 专题网络·思维脑图

#### 02 考情分析·解密高考

#### 03 高频考点·以考定法

##### 考点一 金属及其重要化合物性质、用途

###### 【高考解密】

命题点 01 金属及其重要化合物的性质、用途

命题点 02 金属及其重要化合物之间的相互转化

###### 【技巧解密】

###### 【考向预测】

##### 考点二 金属及其重要化合物与理论、实验的结合

###### 【高考解密】

命题点 01 以金属及其重要化合物为载体考查化学理论知识

命题点 02 以金属及其重要化合物为载体考查化学实验知识

###### 【技巧解密】

###### 【考向预测】

#### 04 核心素养·微专题

微专题 无机化工流程题的解题策略

01

专题网络·思维脑图



## 02 考情分析·解密高考

考点	考查内容	考情预测
金属及其重要化合物性质、用途	1.金属及其重要化合物的性质、用途 2.金属及其重要化合物之间的相互转化	从历年考题来看，常见金属及其化合物是中学化学的重点，也是学习化学的基本点，在高考中金属及其化合物是考查的重点。金属及其化合物在高考中的考查方式主要有两种：一是单独考查某一族元素的结构、性质、制备以及用途等；二是将元素化合物的知识与基本概念、基本理论结合，与化学计算相结合，与无机推断相结合，与化学实验相结合等，它们是以元素化合物为载体结合基本概念、基本理论、化学计算、化学实验等进行考查。在复习中一定要重视元素化合物知识的复习，不仅要注意各主族元素中典型元素化合物的复习，还要在各族间架起桥梁从而能够融会贯通，举一反三。试题通常以基础题、中档题居多。
金属及其重要化合物与理论、实验的结合	1.以金属及其重要化合物为载体考查化学理论知识 2.以金属及其重要化合物为载体考查化学实验知识	

## 03 高频考点·以考定法

## 考点一 金属及其重要化合物性质、用途

### ▶▶ 高考解密 ◀◀

#### 命题点 01 金属及其重要化合物的性质、用途

**典例 01** (2023·浙江卷) 物质的性质决定用途, 下列两者对应关系不正确的是

- A. 铝有强还原性, 可用于制作门窗框架
- B. 氧化钙易吸水, 可用作干燥剂
- C. 维生素 C 具有还原性, 可用作食品抗氧化剂
- D. 过氧化钠能与二氧化碳反应生成氧气, 可作潜水艇中的供氧剂

**典例 02** (2022·浙江卷) 下列说法正确的是

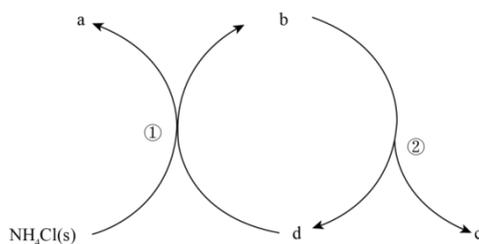
- A. 铁与碘反应易生成碘化铁
- B. 电解  $\text{ZnSO}_4$  溶液可以得到 Zn
- C. 用石灰沉淀富镁海水中的  $\text{Mg}^{2+}$ , 生成碳酸镁
- D.  $\text{SO}_2$  通入  $\text{BaCl}_2$  溶液中生成  $\text{BaSO}_3$  沉淀

**典例 03** (2021·江苏卷) 下列有关物质的性质与用途不具有对应关系的是

- A. 铁粉能与  $\text{O}_2$  反应, 可用作食品保存的吸氧剂
- B. 纳米  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  能与酸反应, 可用作铁磁性材料
- C.  $\text{FeCl}_3$  具有氧化性, 可用于腐蚀印刷电路板上的 Cu
- D. 聚合硫酸铁能水解并形成胶体, 可用于净水

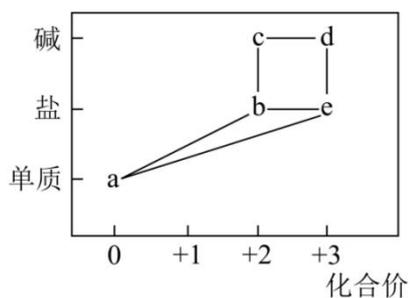
#### 命题点 02 金属及其重要化合物之间的相互转化

**典例 01** (2023·北京卷) 一种分解氯化铵实现产物分离的物质转化关系如下, 其中 b、d 代表  $\text{MgO}$  或  $\text{Mg}(\text{OH})\text{Cl}$  中的一种。下列说法正确的是



- A. a、c 分别是  $\text{HCl}$ 、 $\text{NH}_3$
- B. d 既可以是  $\text{MgO}$ , 也可以是  $\text{Mg}(\text{OH})\text{Cl}$
- C. 已知  $\text{MgCl}_2$  为副产物, 则通入水蒸气可减少  $\text{MgCl}_2$  的产生
- D. 等压条件下, 反应①、②的反应热之和, 小于氯化铵直接分解的反应热

**典例 02 (2021·广东卷)** 部分含铁物质的分类与相应化合价关系如图所示。下列推断不合理的是



- A. a 可与 e 反应生成 b
- B. b 既可被氧化，也可被还原
- C. 可将 e 加入浓碱液中制得 d 的胶体
- D. 可存在  $b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow e \rightarrow b$  的循环转化关系

### 技巧解密

#### 一. 常见金属及其化合物的重要性质和应用

重要性质	应用
锂密度小、比能量大	可用作电池负极材料
钠具有较强的还原性	可用于冶炼钛、锆、铌等金属
$\text{Na}_2\text{O}_2$ 与 $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{CO}_2$ 反应均生成 $\text{O}_2$	作供氧剂
$\text{Na}_2\text{CO}_3$ 水解使溶液显碱性	用热的纯碱溶液洗去油污
$\text{NaHCO}_3$ 受热分解生成 $\text{CO}_2$	用作焙制糕点的膨松剂
$\text{NaHCO}_3$ 具有弱碱性，能与酸反应	可用于制胃酸中和剂
$\text{NaCl}$ 使细菌细胞脱水死亡	可以杀菌，可作为防腐剂
钠钾合金呈液态，导热	作原子反应堆的导热剂
小苏打溶液和硫酸铝溶液反应生成 $\text{CO}_2$	作泡沫灭火器
$\text{Al}$ 具有良好的延展性和抗腐蚀性	常用铝箔包装物品
常温下，铝、铁遇浓硫酸、浓硝酸钝化	盛装、运输浓硫酸、浓硝酸
铝有还原性，能发生铝热反应	可用于焊接铁轨、冶炼难熔金属
镁铝合金密度小、强度大	可用作高铁车厢材料
$\text{MgO}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 熔点高	做耐高温材料
$\text{Al}^{3+}$ 水解生成的氢氧化铝胶体具有吸附性	明矾作净水剂(混凝剂)
明矾溶液显酸性	利用明矾溶液清除铜镜表面的铜锈

Al(OH) <sub>3</sub> 有弱碱性	中和胃酸，用作抗酸药
Fe 具有还原性	防止食品氧化变质
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 是红棕色粉末	作红色颜料
Fe <sup>3+</sup> 水解生成的氢氧化铁胶体具有吸附性	铁盐作净水剂(混凝剂)
K <sub>2</sub> FeO <sub>4</sub> 是强氧化剂，还原产物 Fe <sup>3+</sup> 水解生成氢氧化铁胶体	作新型消毒剂、净水剂
Cu + 2FeCl <sub>3</sub> = 2FeCl <sub>2</sub> + CuCl <sub>2</sub>	FeCl <sub>3</sub> 溶液腐蚀 Cu 刻制印刷电路板
CuSO <sub>4</sub> 使蛋白质变性	配制成波尔多液用于树木杀虫，误服 CuSO <sub>4</sub> 溶液，喝牛奶、蛋清或豆浆解毒
BaSO <sub>4</sub> 难溶于水，不与胃酸反应	在医疗上用作“钡餐”透视
生石灰、无水氯化钙能与水反应	作(食品)干燥剂
KMnO <sub>4</sub> 有强氧化性	能杀菌消毒浸泡
KMnO <sub>4</sub> 有强氧化性，能和乙烯反应	常用 KMnO <sub>4</sub> 的硅藻土来保鲜水果
AgBr、AgI	感光材料
AgI 分解吸热	人工降雨

## 二、金属及其重要化合物之间的相互转化

### 1. 理清金属及其重要化合物之间知识主线

(1) 钠及其重要化合物：Na → Na<sub>2</sub>O → Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub> → NaOH → Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> → NaHCO<sub>3</sub>

(2) 镁、铝及其重要化合物：  

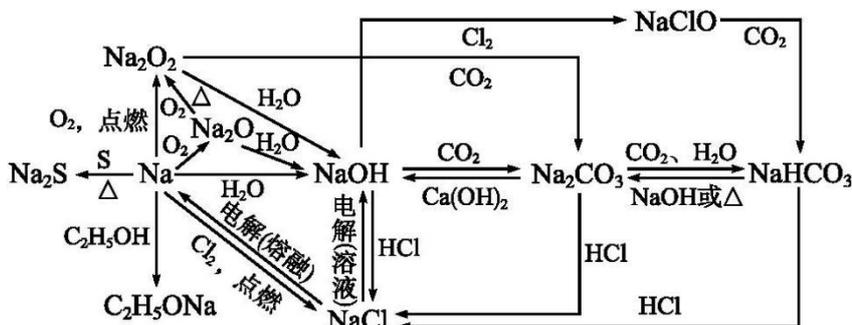
$$\text{Al} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \begin{cases} \text{NaAlO}_2 \\ \text{AlCl}_3 \\ \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \\ \text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O} \end{cases} \quad \text{Mg} \rightarrow \text{MgO} \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2 \rightarrow \begin{cases} \text{MgCl}_2 \\ \text{MgSO}_4 \end{cases}$$

(3) 铁、铜及其化合物：  

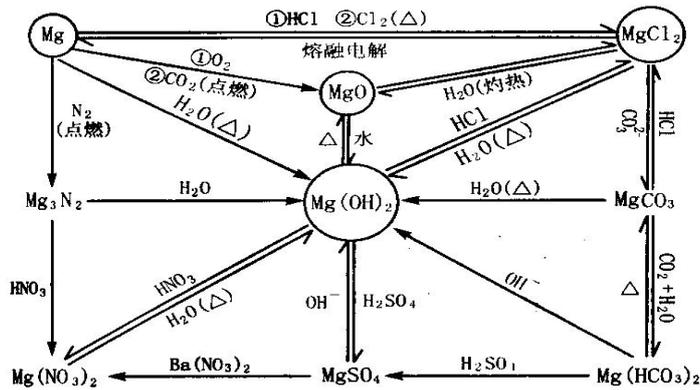
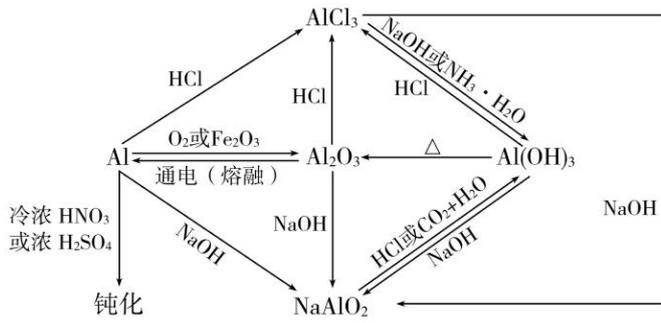
$$\text{Fe} \rightarrow \begin{cases} \text{FeO} \\ \text{Fe}_2\text{O}_3 \\ \text{Fe}_3\text{O}_4 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \text{Fe}(\text{OH})_2 \\ \text{Fe}(\text{OH})_3 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \text{Fe}^{2+} \\ \text{Fe}^{3+} \end{cases} \quad \text{Cu} \rightarrow \begin{cases} \text{Cu}_2\text{O} \\ \text{CuO} \end{cases} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \begin{cases} \text{Cu}^{2+} \\ \text{CuX} \end{cases}$$

### 2. 构建金属及其重要化合物之间知识网络

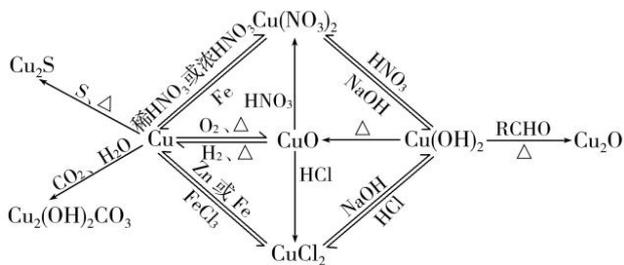
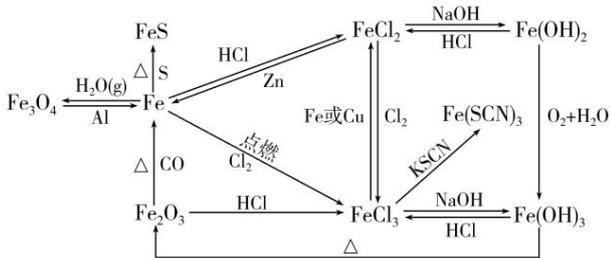
(1) 钠及其重要化合物：Na → Na<sub>2</sub>O → Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub> → NaOH → Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> → NaHCO<sub>3</sub>



(2) 镁、铝及其重要化合物：

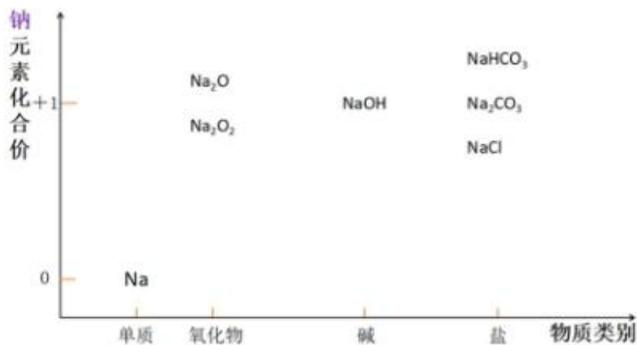


### (3) 铁、铜及其化合物

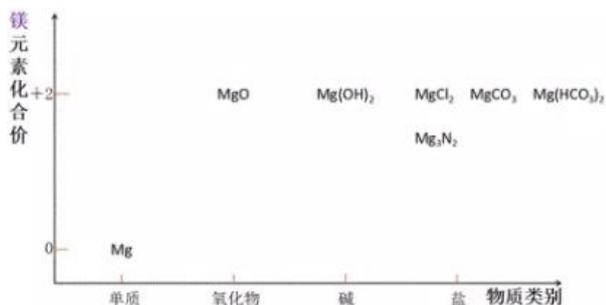
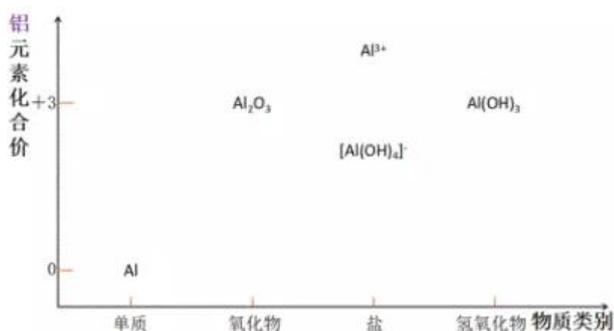


## 3.重要金属及其化合物的价类二维图

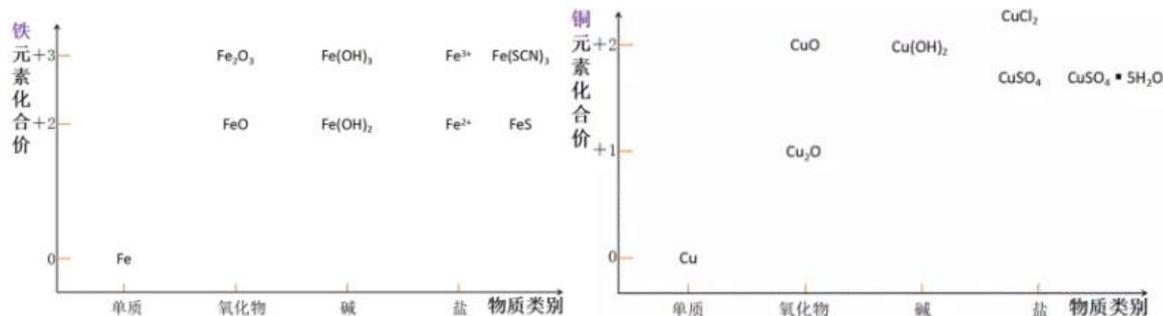
### (1) 钠及其化合物



## (2) 镁、铝及其化合物



## (3) 铁、铜及其化合物



## 4. 扫除易忘知识盲点

### (1) 钠及其重要化合物:

- ① 钠和盐溶液反应,不能置换出盐中的金属,与熔融的盐反应才可能置换出盐中的金属。
- ② Na 与足量  $O_2$  反应无论生成  $Na_2O$  还是  $Na_2O_2$ ,只要参与反应的 Na 的质量相等,则转移电子的物质的量一定相等,但得到  $Na_2O_2$  的质量大于  $Na_2O$ 。
- ③ Na 分别与  $H_2O$  和乙醇发生反应均能生成  $H_2$ ,但反应的剧烈程度不同,前者反应剧烈,后者反应缓慢。
- ④ 1 mol  $Na_2O_2$  参与反应转移电子的物质的量不一定为 1 mol,如 1 mol  $Na_2O_2$  与足量  $SO_2$  的反应转移电子应为 2 mol。
- ⑤ 不能用  $Ca(OH)_2$  溶液鉴别  $Na_2CO_3$  和  $NaHCO_3$  溶液,应选用  $CaCl_2$  或  $BaCl_2$  溶液。
- ⑥ 除去  $CO_2$  中的 HCl 气体,应选用饱和的  $NaHCO_3$  溶液。
- ⑦ 向饱和的  $Na_2CO_3$  溶液中通入过量  $CO_2$ ,有  $NaHCO_3$  白色晶体析出。
- ⑧ 焰色反应是元素的性质,无论游离态还是化合态,均具有相同的焰色反应,它不是化学变化,在观察钾元素的焰色反应时,应通过蓝色的钴玻璃片。
- ⑨ Na-K 合金常温下呈液态,是原子反应堆的导热剂。

⑩碱金属的密度呈现增大的趋势，但 K 反常。

⑪Li 和 O<sub>2</sub> 反应只生成 Li<sub>2</sub>O；NaH 是离子化合物，是一种强还原剂。Na<sub>2</sub>O、Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 阴阳离子个数比均为 1：2。

⑫Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 投入品红溶液中，因溶液中有强氧化性物质，因而可使品红溶液褪色。Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 投入无色酚酞溶液中，酚酞溶液先变红后褪色。

(2) 镁、铝及其重要化合物：

①铝是活泼金属，但铝抗腐蚀性相当强，因为铝表面生成一层致密的氧化物薄膜。由于 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 的熔点高于 Al 的熔点，故在酒精灯上加热铝箔直至熔化，发现熔化的铝并不滴落。

②铝热反应不仅仅是单质铝与 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 反应，还包含制取其他难熔金属的反应，由于铝热剂是混合物，故铝热反应不能用于工业上冶炼铁。注意铝热反应是中学化学中唯一一类金属单质与金属氧化物在高温条件下的置换反应。

③引发铝热反应的操作是高考实验考查的热点，具体操作是先铺一层 KClO<sub>3</sub>，然后插上镁条，最后点燃镁条。

④并不是 Al 与所有金属氧化物均能组成铝热剂，该金属氧化物对应的金属活泼性应比铝弱。

⑤Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Al(OH)<sub>3</sub> 与 NaOH 溶液的反应常用于物质的分离提纯。Al(OH)<sub>3</sub> 不溶于氨水，所以实验室常用铝盐和氨水来制备 Al(OH)<sub>3</sub>。

⑥利用偏铝酸盐制备 Al(OH)<sub>3</sub>，一般不用强酸，因为强酸的量控制不当会使制得的 Al(OH)<sub>3</sub> 溶解。若向偏铝酸盐溶液中通入 CO<sub>2</sub>，生成的 Al(OH)<sub>3</sub> 不溶于碳酸，CO<sub>2</sub> 过量时生成 HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>，不过量时生成 CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>，书写离子反应方程式时要特别注意。

⑦Al(OH)<sub>3</sub> 可用作抗酸药；明矾常用于净水。

⑧泡沫灭火器所用试剂为 Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> 溶液和 NaHCO<sub>3</sub> 溶液。

⑨镁在空气中燃烧主要发生反应： $2\text{Mg} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{MgO}$ ，此外还发生反应： $3\text{Mg} + \text{N}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{Mg}_3\text{N}_2$ 、 $2\text{Mg} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{MgO} + \text{C}$ 。

⑩Mg<sub>3</sub>N<sub>2</sub> 与水反应： $\text{Mg}_3\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 3\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{NH}_3\uparrow$ 。加热 Mg(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 溶液生成的是 Mg(OH)<sub>2</sub> 沉淀，而不是 MgCO<sub>3</sub> 沉淀，因为 Mg(OH)<sub>2</sub> 比 MgCO<sub>3</sub> 更难溶于水。反应方程式为  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2 \triangleq \text{Mg}(\text{OH})_2\downarrow + 2\text{CO}_2\uparrow$ 。

### (3) 铁、铜及其化合物

①Fe 与 O<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O(g) 反应的产物都是 Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> 而不是 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>。Fe 与 Cl<sub>2</sub> 反应时生成 FeCl<sub>3</sub>，与 S 反应时生成 FeS，说明 Cl<sub>2</sub> 的氧化性大于 S 的。常温下，Fe、Al 在冷的浓硫酸和浓硝酸中发生钝化，但加热后继续反应。Fe 在 Cl<sub>2</sub> 中燃烧，无论 Cl<sub>2</sub> 过量还是不足均生成 FeCl<sub>3</sub>。

②向含 Fe<sup>2+</sup> 的溶液中加入硝酸、KMnO<sub>4</sub> 溶液、氯水等具有氧化性的物质时，溶液会出现浅绿色→棕黄色的颜色变化，该现象可用于 Fe<sup>2+</sup> 的检验。

③Fe<sup>3+</sup> 的检验方法较多，如观察溶液颜色法(棕黄色)、NaOH 溶液法(生成红褐色沉淀)、KSCN 溶液法(生成红色溶液)，前面两种方法需溶液中 Fe<sup>3+</sup> 浓度较大时才适用，最好也最灵敏的方法是 KSCN 溶液法。Fe<sup>2+</sup> 的检验可采用先加入 KSCN 溶液后再加入氧化剂的方法；也可用铁氰化钾检验 Fe<sup>2+</sup>，现象是生成蓝色沉淀

( $\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$ )。

④生成  $\text{FeCl}_2$  除了用  $\text{Fe}$  和  $\text{HCl}$  的置换反应外，还可用化合反应： $2\text{FeCl}_3 + \text{Fe} = 3\text{FeCl}_2$ ；生成  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  除了用  $\text{Fe}^{3+}$  与碱的复分解反应外，还可用化合反应： $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$ 。

⑤配制  $\text{FeCl}_2$  溶液既要防氧化(加入  $\text{Fe}$  粉)，又要防水解(加入盐酸)；配制  $\text{FeCl}_3$  溶液要加入浓盐酸防止水解。

⑥ $\text{Fe}^{3+}$  必须在酸性条件下才能大量存在，当  $\text{pH}=7$  时， $\text{Fe}^{3+}$  几乎完全水解生成  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  沉淀。

⑦除去酸性溶液  $\text{ZnCl}_2$  中的  $\text{FeCl}_2$ ，应先通入  $\text{Cl}_2$  或加入  $\text{H}_2\text{O}_2$ ，再加入  $\text{ZnO}$ ，使  $\text{Fe}^{3+}$  水解生成沉淀过滤除去。

⑧制备  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  的方法很多，原则有两点：一是溶液中的溶解氧必须提前除去；二是反应过程中必须与  $\text{O}_2$  隔绝。同时要牢记  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  转化为  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  时溶液的颜色变化(白色沉淀迅速变成灰绿色，最后变成红褐色)。

⑨ $\text{Fe}(\text{OH})_3$  胶体的制备方法是将饱和  $\text{FeCl}_3$  溶液滴加到沸水中，加热至呈红褐色后立即停止加热。胶体不带电，带电的是胶粒。

⑩自然界中有少量游离态的铁(陨石中)，纯净的铁块是银白色的，而铁粉是黑色的。

⑪铜在潮湿的空气中最终不是生成  $\text{CuO}$ ，而是铜绿 $[\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3]$ 。

⑫常用灼热的铜粉除去  $\text{N}_2$  中的  $\text{O}_2$ ，灼热的  $\text{CuO}$  除去  $\text{CO}_2$  中的  $\text{CO}$ 。

⑬新制  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  悬浊液常用来检验醛基。

⑭ $\text{Cu}$  和一定量的浓  $\text{HNO}_3$  反应，产生的是  $\text{NO}_2$  和  $\text{NO}$  的混合气体，当  $\text{Cu}$  有剩余，再加入稀  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ， $\text{Cu}$  继续溶解。

⑮ $\text{Cu}$ ：紫红色； $\text{CuO}$ ：黑色； $\text{Cu}_2\text{S}$ ：黑色； $\text{CuS}$ ：黑色； $\text{Cu}_2\text{O}$ ：砖红色。

⑯铜的焰色反应为绿色。

⑰冶炼铜的方法有①热还原法；②湿法炼铜；③电解精炼铜。

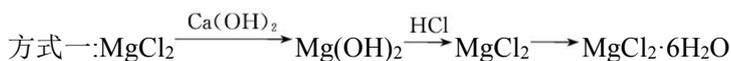
⑱铜合金有：①青铜( $\text{Sn}$ 、 $\text{Pb}$  等)；②黄铜( $\text{Zn}$ 、 $\text{Sn}$ 、 $\text{Pb}$ 、 $\text{Al}$  等)；③白铜( $\text{Ni}$ 、 $\text{Zn}$ 、 $\text{Mn}$  等)。

## 5. 熟记常见转化

(1) 铝土矿提铝。



(2) 工业提镁。



(3) 侯氏制碱。



## 三、其它金属及其化合物

(一) 锰

锰( $_{25}\text{Mn}$ )位于第四周期第ⅧB族,价电子构型为 $3d^54s^2$ ,软锰矿主要成分为 $\text{MnO}_2$ ,价态以+2、+4、+6、+7为最为常见,是活泼金属。

### 1、 $\text{Mn}^{2+}$ 的性质

$\text{Mn}^{2+}$ 价电子构型为较稳定的 $3d^5$ 半充满结构,因此 $\text{Mn}^{2+}$ 是锰的最稳定状态。在水溶液中呈粉红色,多数盐易溶。 $\text{Mn}^{2+}$ 可与 $\text{CO}_3^{2-}$ 生成白色沉淀: $\text{Mn}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{MnCO}_3\downarrow$

(1)在高酸度热溶液中,与过二硫酸铵、铋酸钠( $\text{NaBiO}_3$ )等强氧化剂作用,可 $\text{Mn}^{2+}$ 氧化成 $\text{MnO}_4^-$ :



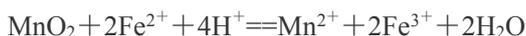
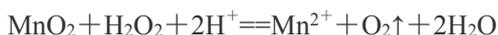
(2)在碱性溶液中, $\text{Mn}^{2+}$ 会生成沉淀: $\text{Mn}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Mn}(\text{OH})_2\downarrow(\text{白})$

### 2、 $\text{MnO}_2$ 的性质

$\text{MnO}_2$ 是黑色不溶性粉末,是制造干电池的原料,在酸性介质中 $\text{MnO}_2$ 是一种强氧化剂。在实验室中常用此性质制备氯气:



$\text{MnO}_2$ 还能氧化 $\text{H}_2\text{O}_2$ 和 $\text{Fe}^{2+}$ 等:



### 3、高锰酸钾

高锰酸钾 $\text{KMnO}_4$ (俗名灰锰氧)是强氧化剂,是一种深紫色的晶体,水溶液呈紫红色的。 $\text{KMnO}_4$ 的稀溶液(0.1%)可用于消毒和杀菌。

在酸碱性不同的条件下,高锰酸钾的还原产物是不同的。例如:

介质	酸性	中性、弱碱性	强碱性
产物	$\text{Mn}^{2+}$	$\text{MnO}_2$	$\text{MnO}_4^{2-}$

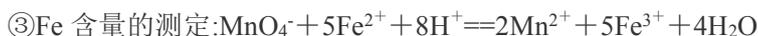
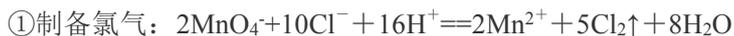
1)  $\text{KMnO}_4$ 的应用:

(1)加热 $\text{KMnO}_4$ 是实验室制备氧气的简便方法:



(2) $\text{KMnO}_4$ 在酸性溶液中,是很强的氧化剂,它可以氧化 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{I}^-$ 、 $\text{SO}_3^{2-}$ 、 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 等,本身还原为 $\text{Mn}^{2+}$ 。

常见用途有:



2)  $\text{KMnO}_4$ 的制备

(1) $\text{MnO}_2$ 与 $\text{KClO}_3$ 、 $\text{KOH}$ 一起加热熔融生成锰酸钾:



再将  $\text{K}_2\text{MnO}_4$  酸性条件下发生歧化反应，即可得到高锰酸钾： $3\text{MnO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ = 2\text{MnO}_4^- + \text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

(2) 电解法：电解  $\text{K}_2\text{MnO}_4$  溶液可以制备  $\text{KMnO}_4$ ：

阳极反应： $2\text{MnO}_4^{2-} - 2\text{e}^- = 2\text{MnO}_4^-$

阴极反应： $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2\uparrow + 2\text{OH}^-$

总的电解反应： $2\text{MnO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{MnO}_4^- + 2\text{OH}^- + \text{H}_2\uparrow$

## (二) 铬

$_{24}\text{Cr}$  是第四周期第VIB族金属元素，铬的价电子构型为  $3\text{d}^54\text{s}^1$ ，以+3、+6两种价态化合物最为重要。

1. 铬单质是最硬的金属，与铁、镍能组成不锈钢。可用铝热法由  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  制备金属铬：



2. 含  $\text{Cr}^{3+}$  的溶液呈绿色，铬酸钾( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ )为黄色，重铬酸盐( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ )为橙色。

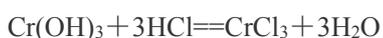
二者可以相互转化： $2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ 。

加酸平衡向右移动  $c(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-})$  增大， $c(\text{CrO}_4^{2-})$  减小，溶液为橙红色；加碱平衡左移  $c(\text{CrO}_4^{2-})$  增大  $c(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-})$  减小，溶液为黄色；中性时溶液为橙色。

3. 与  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$  相似， $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Cr}(\text{OH})_3$  具有两性， $\text{Cr}(\text{OH})_3$  在溶液中存在两种平衡：



$\text{Cr}(\text{OH})_3$  既溶于酸，又溶于碱：



4. 在酸性溶液中， $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  是强氧化剂。如加热的条件下， $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  可以氧化浓盐酸制备氯气：



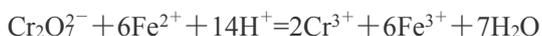
交警查酒驾，就是用重铬酸钾的酸性溶液，来检验酒精的含量：



5. 含铬废水中，以  $\text{Cr}(\text{VI})$  的毒性最大。我国规定工业废水含  $\text{Cr}(\text{VI})$  的排放标准为  $0.1\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 。含铬废水处理的基本原理就是将铬(VI)还原为铬(III)，然后转化为  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  沉淀除去。

现介绍两种中学化学常考到的方法：

(1) 化学还原法，可先将废水用硫酸调 pH 值至 2~3，再加入  $\text{FeSO}_4$  等还原剂，将  $\text{Cr}(\text{VI})$  还原成  $\text{Cr}(\text{III})$ ：



然后用  $\text{NaOH}$  或  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  调 pH 值至 7~8，生成  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  沉淀，再加混凝剂，使  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  沉淀除去。

(2) 电解还原法

电解还原法是用金属铁作阳极， $\text{Cr}(\text{VI})$  在阴极上被还原成  $\text{Cr}(\text{III})$ ，在电解过程中阳极铁板溶解下来的  $\text{Fe}^{2+}$  ( $\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$ ) 也可将  $\text{Cr}(\text{VI})$  还原成  $\text{Cr}(\text{III})$ 。同时由于阴极板上析出  $\text{H}_2$ ，使废水 pH 值逐步上升，最后呈中性，此时  $\text{Cr}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$  都以氢氧化物沉淀析出。

## (三) 银

### 1. 银单质

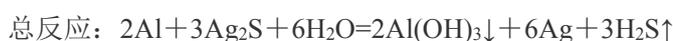
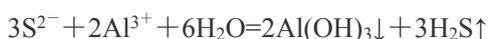
( $_{47}\text{Ag}$ )是第五周期 1B 族元素，在自然界有游离态的银。银的活动性在氢之后，在电化学中，Ag 是活性电极，在阳极放电： $\text{Ag}-\text{e}^{-}=\text{Ag}^{+}$ 。

$\text{Ag}_2\text{O}$  对热不稳定，加热到时完全分解： $2\text{Ag}_2\text{O}\xrightarrow{\Delta}4\text{Ag}+\text{O}_2\uparrow$ 。

乙醇在单质 Ag 或 Cu 催化下，可被氧化成乙醛，其催化原理是：

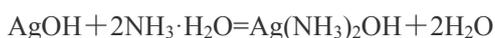
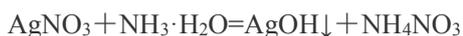


银器表面变暗，主要是由于生成了  $\text{Ag}_2\text{S}$  所致，为使其表面恢复光泽，可将其放入盛食盐水的铝盆中，发生原电池反应：



## 2. 氢氧化银( $\text{AgOH}$ )的性质

在  $\text{AgNO}_3$  溶液中，逐滴加入稀氨水，首先生成白色沉淀  $\text{AgOH}\downarrow$ ， $\text{AgOH}$  极不稳定，立即脱水生成暗棕色的  $\text{Ag}_2\text{O}$  沉淀， $\text{AgOH}$  及  $\text{Ag}_2\text{O}$  均能溶于氨水形成银氨溶液：



## 3. 银盐

多数银盐难溶于水，能溶的只有  $\text{AgNO}_3$ 、 $\text{AgF}$ 、 $\text{AgSO}_4$  等少数几种。

在卤化银中，除  $\text{AgF}$  外， $\text{AgCl}$ (白 $\downarrow$ )、 $\text{AgBr}$ (淡黄 $\downarrow$ )、 $\text{AgI}$ (黄 $\downarrow$ )均不溶于水且不溶于稀  $\text{HNO}_3$ 。

常见难溶银盐的溶解度大小为： $S(\text{AgCl})>S(\text{AgBr})>S(\text{AgI})>S(\text{Ag}_2\text{S})$

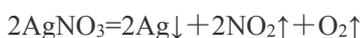
依次加入  $\text{Br}^{-}$ 、 $\text{I}^{-}$ 、 $\text{S}^{2-}$  可实现沉淀转化： $\text{AgCl}\rightarrow\text{AgBr}\rightarrow\text{AgI}\rightarrow\text{Ag}_2\text{S}$ 。

$\text{AgCl}$ 、 $\text{AgBr}$ 、 $\text{AgI}$  都具有感光性。

照像底片及印相纸上都散布着细小的  $\text{AgBr}$  明胶，摄影时，受光线照射而分解成细小的银：



$\text{AgI}$  可用于人工降雨。硝酸银见光或加热容易分解：



因此  $\text{AgNO}_3$  晶体或溶液应装在棕色试剂瓶中。

### (四) 钛

**1. 钛单质：**与浓盐酸和浓硫酸反应，均生成氢气：



**2. 单质钛的制备：**

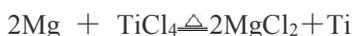
(1)  $\text{FeTiO}_3$  加  $\text{H}_2\text{SO}_4$  处理，同时加入铁屑，目的是防止  $\text{Fe}^{2+}$  被氧化：



(2)加热使  $\text{TiOSO}_4$  水解得到  $\text{TiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ，脱水得到  $\text{TiO}_2$ ：

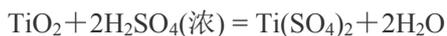


(3)将  $\text{TiO}_2$  与碳、氯气共热生成  $\text{TiCl}_4$ ，然后在 Ar 的气氛中，用 Na 或 Mg 还原成 Ti，熔化铸成钛锭：



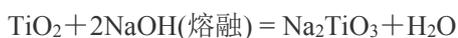
**3.  $\text{TiO}_2$  的性质：**典型的晶体叫做金红石，纯净的  $\text{TiO}_2$  叫做钛白粉。

(1) $\text{TiO}_2$  溶于  $\text{H}_2\text{SO}_4$  生成  $\text{Ti}(\text{SO}_4)_2$ ：



但从  $\text{H}_2\text{SO}_4$  溶液中析出的不是  $\text{Ti}(\text{SO}_4)_2$ ，而是  $\text{TiOSO}_4$ 。

(2) $\text{TiO}_2$  不溶于碱，但能与熔融的烧碱反应生成偏钛酸盐，所以  $\text{TiO}_2$  是两性氧化物。例如：



#### 4. 四氯化钛

常温，是一种无色发烟的液体，有刺激性气味。若暴露在潮湿的空气中，会冒出白烟，部分水解生成钛酰氯，利用此性质，制备烟幕弹： $\text{TiCl}_4 + \text{H}_2\text{O} = \text{TiOCl}_2 + 2\text{HCl}$

### ▶▶ 考向预测 ◀◀

#### 考向 01 金属及其重要化合物的性质、用途

- (2023·陕西渭南·统考一模) 物质的性质决定用途，下列两者对应关系不正确的是  
A.  $\text{NaHCO}_3$  能中和酸并受热分解产生  $\text{CO}_2$ ，可作蓬松剂  
B. CO 有可燃性，可用于炼铁  
C. HF 能与  $\text{SiO}_2$  反应，可在玻璃器皿上刻蚀标记  
D. 硬铝密度小、耐腐蚀、强度高，可用作航空材料
- (2023·江西·校联考模拟预测) 实验室中使用氢氧化钠、碳酸钠、碳酸氢钠时，对应关系错误的是  
A. 氢氧化钠水溶液：实验室模拟皂化反应  
B. 碳酸钠饱和溶液：模拟侯氏制碱法所用试剂  
C. 碳酸钠饱和溶液：制备乙酸乙酯实验中收集产品  
D. 碳酸氢钠饱和溶液：制备  $\text{CO}_2$  时除去 HCl 气体
- (2023·重庆沙坪坝·重庆一中校考模拟预测) 下列有关物质的性质与用途具有对应关系的是  
A.  $\text{ClO}_2$  具有还原性，可用于自来水的杀菌消毒  
B.  $\text{Na}_2\text{O}_2$  吸收  $\text{CO}_2$  产生  $\text{O}_2$ ，可用作呼吸面具供氧剂  
C.  $\text{SO}_2$  具有氧化性，可用于漂白纸浆  
D.  $\text{Al}_2\text{O}_3$  是两性氧化物，可用作耐高温材料
- (2023·浙江·校联考模拟预测) 下列关于元素及其化合物的性质说法正确的是

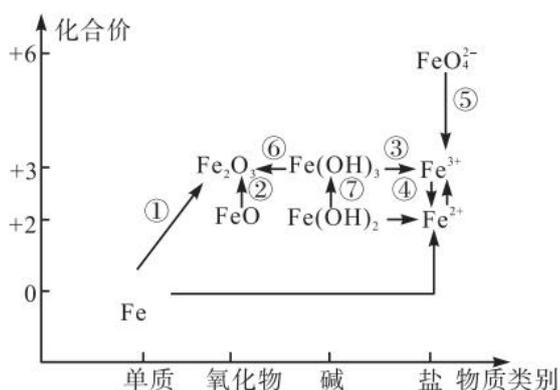
- A. 钠与  $\text{CO}_2$  加热下可生成  $\text{Na}_2\text{CO}_3$       B. 工业上燃烧硫磺得到  $\text{SO}_3$   
 C. 工业上常用软锰矿与浓盐酸生产  $\text{Cl}_2$       D. 铜与稀硝酸(0.1mol/L)需要加热才能生产  $\text{NO}$

5. (2023·广东广州·华南师大附中校考三模) 下列物质性质和用途正确且有对应关系的是

选项	物质性质	用途
A	$\text{NH}_4\text{NO}_3$ 受热易分解	$\text{NH}_4\text{NO}_3$ 可用作氮肥
B	钠单质燃烧火焰呈黄色	钠单质可用于制作烟花
C	$\text{NaClO}$ 溶液呈碱性	$\text{NaClO}$ 可用作消毒剂
D	$\text{Al}_2\text{O}_3$ 是两性氧化物	铝制餐具不宜长时间蒸煮酸性或碱性食物

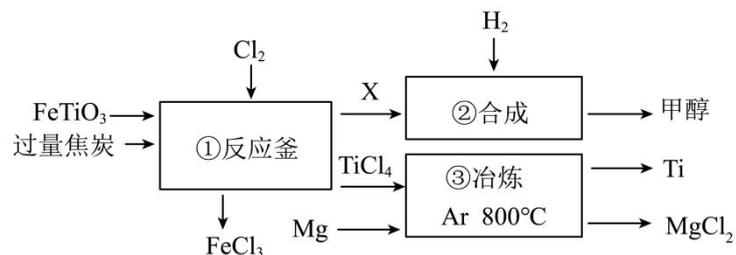
### 考向 02 金属及其重要化合物之间的相互转化

1. (2023·安徽滁州·安徽省定远县第三中学校考二模) 价一类二维图是学习元素化合物知识的重要模型和工具，它以元素的化合价为纵坐标，以物质类别为横坐标。下图为铁元素的价一类二维图，其中的箭头表示部分物质间的转化关系。下列说法正确的是



- A. 转化⑦发生反应的类型是化合反应  
 B. 转化⑤是  $\text{Na}_2\text{FeO}_4$  用于自来水消毒杀菌，等物质的量的  $\text{Na}_2\text{FeO}_4$  和  $\text{HClO}$  消毒效率相同(用得电子数目多少衡量氧化消毒能力强弱)  
 C. 用铁丝在氧气中燃烧可实现上述转化①  
 D. 加热  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  发生转化⑥，加水溶解可实现转化③

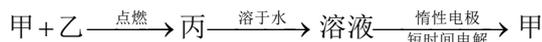
2. (2023·河北邯郸·统考三模) 钛和钛合金被认为是 21 世纪的重要金属材料，广泛用于火箭、飞机制造业等。工业上利用钛铁矿制备金属钛的工艺流程示意图如下：



下列说法正确的是

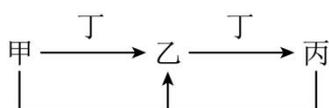
- A. ①反应釜中生成物 X 的电子式为  $:\ddot{\text{O}}::\text{C}::\ddot{\text{O}}:$
- B.  $\text{FeCl}_3$  和  $\text{TiCl}_4$  的沸点相差大, 实验室可以使用分液法进行分离
- C. ②是原子利用率 100% 的反应, 则每得到 1mol 甲醇转移电子数  $4N_A$
- D. ③反应类型为置换反应, 其中 Ar 作保护气, 也可以换为  $\text{N}_2$

3. (2023·山东·沂水县第一中学校联考模拟预测) 已知甲、乙都为单质, 丙为化合物, 能实现下述转化关系。下列说法正确的是



- A. 若丙溶于水后得到强碱溶液, 则甲可能是  $\text{O}_2$
- B. 若溶液丙遇  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  放出气体  $\text{CO}_2$ , 则甲不可能是  $\text{H}_2$
- C. 若溶液丙中滴加  $\text{NaOH}$  溶液有蓝色沉淀生成, 则甲一定为  $\text{Cu}$
- D. 若溶液丙中滴加  $\text{NaOH}$  溶液有白色沉淀生成后沉淀溶解, 则甲可能为  $\text{Al}$

4. (2023·河北唐山·统考二模) 甲、乙、丙、丁为中学化学常见物质, 其相互转化关系如图所示, 下列组合不符合题意的是



	甲	乙	丙
A	$\text{CO}_2$	$\text{NaHCO}_3$	$\text{Na}_2\text{CO}_3$
B	$\text{AlCl}_3$	$\text{Al}(\text{OH})_3$	$\text{NaAlO}_2$
C	$\text{H}_2\text{S}$	S	$\text{SO}_2$
D	Fe	$\text{FeCl}_2$	$\text{FeCl}_3$

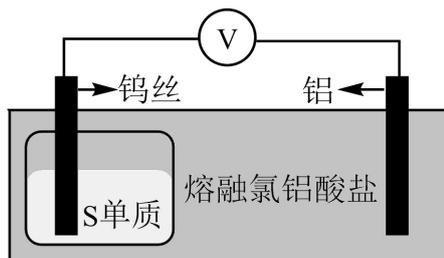
5. (2023·辽宁沈阳·辽宁实验中学学校考模拟预测) 在给定条件下, 下列选项所示的物质间转化均能一步实现的是

- A.  $\text{S} \xrightarrow[\text{催化剂}]{\text{O}_2, \Delta} \text{SO}_3 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{H}_2\text{SO}_4$
- B.  $\text{Fe} \xrightarrow[\text{高温}]{\text{水}} \text{Fe}_3\text{O}_4 \xrightarrow[\text{高温}]{\text{Al}} \text{Fe}$
- C.  $\text{Al}_2\text{O}_3 \xrightarrow[\text{冰晶石}]{\text{电解}} \text{Al} \xrightarrow{\text{NaOH(aq)}} \text{Al}(\text{OH})_3$
- D.  $\text{SiO}_2 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{H}_2\text{SiO}_3 \xrightarrow{\text{NaOH(aq)}} \text{Na}_2\text{SiO}_3$

## 考点二 金属及其重要化合物与理论、实验的结合

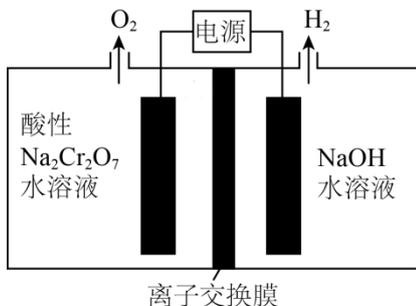
## 命题点 01 以金属及其重要化合物为载体考查化学理论知识

**典例 01 (2023·福建卷)** 一种可在较高温下安全快充的铝-硫电池的工作原理如图, 电解质为熔融氯铝酸盐(由 NaCl、KCl 和  $\text{AlCl}_3$  形成熔点为  $93^\circ\text{C}$  的共熔物), 其中氯铝酸根  $[\text{Al}_n\text{Cl}_{3n+1}^- (n \geq 1)]$  起到结合或释放  $\text{Al}^{3+}$  的作用。电池总反应:  $2\text{Al} + 3x\text{S} \xrightleftharpoons[\text{充电}]{\text{放电}} \text{Al}_2(\text{S}_x)_3$ 。下列说法错误的是



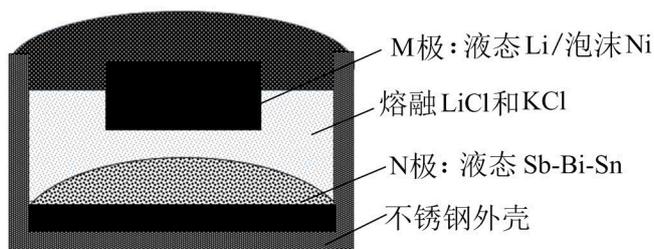
- A.  $\text{Al}_n\text{Cl}_{3n+1}^-$  含  $4n$  个  $\text{Al}-\text{Cl}$  键
- B.  $\text{Al}_n\text{Cl}_{3n+1}^-$  中同时连接 2 个 Al 原子的 Cl 原子有  $(n-1)$  个
- C. 充电时, 再生  $1\text{mol Al}$  单质至少转移  $3\text{mol}$  电子
- D. 放电时间越长, 负极附近熔融盐中  $n$  值小的  $\text{Al}_n\text{Cl}_{3n+1}^-$  浓度越高

**典例 02 (2021·湖北卷)**  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  的酸性水溶液随着  $\text{H}^+$  浓度的增大会转化为  $\text{CrO}_3$ 。电解法制备  $\text{CrO}_3$  的原理如图所示。下列说法错误的是



- A. 电解时只允许  $\text{H}^+$  通过离子交换膜
- B. 生成  $\text{O}_2$  和  $\text{H}_2$  的质量比为  $8:1$
- C. 电解一段时间后阴极区溶液  $\text{OH}^-$  的浓度增大
- D.  $\text{CrO}_3$  的生成反应为:  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 2\text{H}^+ = 2\text{CrO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

**典例 03 (2021·辽宁卷)** 如图, 某液态金属储能电池放电时产生金属化合物  $\text{Li}_3\text{Bi}$ 。下列说法正确的是



- A. 放电时, M 电极反应为  $\text{Ni} - 2\text{e}^- = \text{Ni}^{2+}$
- B. 放电时,  $\text{Li}^+$  由 M 电极向 N 电极移动
- C. 充电时, M 电极的质量减小
- D. 充电时, N 电极反应为  $\text{Li}_3\text{Bi} + 3\text{e}^- = 3\text{Li}^+ + \text{Bi}$

## 命题点 02 以金属及其重要化合物为载体考查化学实验知识

**典例 01 (2023·辽宁卷)** 下列鉴别或检验不能达到实验目的的是

- A. 用石灰水鉴别  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  与  $\text{NaHCO}_3$
- B. 用 KSCN 溶液检验  $\text{FeSO}_4$  是否变质
- C. 用盐酸酸化的  $\text{BaCl}_2$  溶液检验  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  是否被氧化
- D. 加热条件下用银氨溶液检验乙醇中是否混有乙醛

**典例 02 (2022·广东卷)** 以熔融盐为电解液, 以含 Cu、Mg 和 Si 等的铝合金废料为阳极进行电解, 实现 Al 的再生。该过程中

- A. 阴极发生的反应为  $\text{Mg} - 2\text{e}^- = \text{Mg}^{2+}$
- B. 阴极上 Al 被氧化
- C. 在电解槽底部产生含 Cu 的阳极泥
- D. 阳极和阴极的质量变化相等

**典例 03 (2021·浙江卷)** 下列说法正确的是

- A. 减压过滤适用于过滤胶状氢氧化物类沉淀
- B. 实验室电器设备着火, 可用二氧化碳灭火器灭火
- C. 制备硫酸亚铁铵晶体时, 须将含  $\text{FeSO}_4$  和  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  的溶液浓缩至干
- D. 将热的  $\text{KNO}_3$  饱和溶液置于冰水中快速冷却即可制得颗粒较大的晶体

### 技巧解密

#### 一、活泼金属阳极产物的判断

活泼阳极失电子后得到的离子一般都会继续与电解质溶液中的离子发生复杂的反应, 因此最终的氧化产物需要根据试题中的信息确定。

##### 1. 铁阳极

Fe 做阳极时其氧化产物可能是  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_2$  或  $\text{FeO}_4^{2-}$ 。如用铁电极电解含  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  的酸性废水时, 阳极反应为  $\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$ , 生成的  $\text{Fe}^{2+}$  会还原废水中的  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ , 离子反应方程式为  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{Fe}^{2+} + 14\text{H}^+ = 2\text{Cr}^{3+}$

---

$+6\text{Fe}^{3+}+7\text{H}_2\text{O}$ ，由于废水中  $\text{H}^+$  不断被消耗，溶液的 pH 增大，碱性增强， $\text{Fe}^{3+}$  和  $\text{Cr}^{3+}$  分别转化为  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  和  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  沉淀除去。再如，用铁电极电解稀  $\text{NaOH}$  溶液制备  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  的阳极反应为  $\text{Fe}-2\text{e}^-+2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_2$ ；用铁电极电解浓的  $\text{KOH}$  溶液制备  $\text{K}_2\text{FeO}_4$  的阳极反应为  $\text{Fe}-6\text{e}^-+8\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{FeO}_4^{2-}+4\text{H}_2\text{O}$ 。

## 2. 铝阳极

$\text{Al}$  做阳极时其氧化产物可能是  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 $\text{AlO}_2^-$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 。如给铝制品氧化膜增厚，铝制品做电解池阳极，电解质溶液一般为  $\text{H}_2\text{SO}_4$ - $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  混合溶液，阳极反应为  $2\text{Al}-6\text{e}^-+3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}_2\text{O}_3+6\text{H}^+$ ；若是用铝电极电解烧碱溶液，阳极反应为  $\text{Al}-3\text{e}^-+4\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{AlO}_2^-+2\text{H}_2\text{O}$ 。

## 3. 铜阳极

$\text{Cu}$  做阳极时其氧化产物可能是  $\text{Cu}^{2+}$  或  $\text{Cu}^+$  (如  $\text{Cu}_2\text{O}$ )。如电镀铜或精炼铜的阳极反应为  $\text{Cu}-2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+}$ ；用铜电极电解  $\text{NaOH}$  溶液制备  $\text{Cu}_2\text{O}$  的阳极反应为  $2\text{Cu}-2\text{e}^-+2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Cu}_2\text{O}+\text{H}_2\text{O}$ 。

## 二. 在工业生产中与金属有关的电解应注意的几个问题

1. 电镀铜时，电解质溶液中  $c(\text{Cu}^{2+})$  不变；电解精炼铜时，电解质溶液中  $c(\text{Cu}^{2+})$  减小。
2. 电解熔融  $\text{MgCl}_2$  冶炼镁，而不能电解  $\text{MgO}$  冶炼镁，是因为  $\text{MgO}$  的熔点很高；电解熔融  $\text{Al}_2\text{O}_3$  冶炼铝，而不能电解  $\text{AlCl}_3$  冶炼铝，是因为  $\text{AlCl}_3$  是共价化合物，其熔融态不导电。
3. 电解精炼铜，粗铜中含有的  $\text{Zn}$ 、 $\text{Fe}$ 、 $\text{Ni}$  等活泼金属失去电子，变成金属阳离子进入溶液，其他活泼性弱于铜的杂质以阳极泥的形式沉积。电解过程中电解质溶液中的  $\text{Cu}^{2+}$  浓度会逐渐减小。

## 三. 金属腐蚀及防护

### 1. 金属腐蚀快慢的三个规律

#### (1) 金属腐蚀类型的差异

电解原理引起的腐蚀 > 原电池原理引起的腐蚀 > 化学腐蚀 > 有防腐措施的腐蚀。

#### (2) 电解质溶液的影响

① 对同一金属来说，腐蚀的快慢(浓度相同)：强电解质溶液 > 弱电解质溶液 > 非电解质溶液。

② 对同一种电解质溶液来说，电解质浓度越大，腐蚀越快。

(3) 活动性不同的两种金属，活动性差别越大，腐蚀越快。

### 2. 金属腐蚀中几个注意的问题

(1) 钢铁发生电化学腐蚀时，负极铁去电子生成  $\text{Fe}^{2+}$ ，而不是生成  $\text{Fe}^{3+}$ 。

(2) 金属腐蚀时，电化学腐蚀与化学腐蚀往往同时存在，但前者更普遍，危害也更严重。

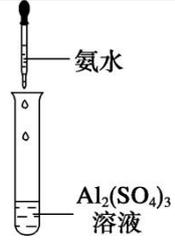
(3) 铜暴露在潮湿的空气中发生的是化学腐蚀，而不是电化学腐蚀，生成铜绿的化学成分是  $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 。

(4) 金属越活泼，就越容易失去电子而被腐蚀，金属活动顺序表中位于氢前面和氢后面的金属都能发生吸氧腐蚀，但只有在金属活动顺序表中氢前面的金属才可能发生析氢腐蚀。

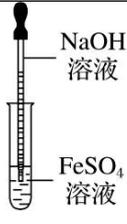
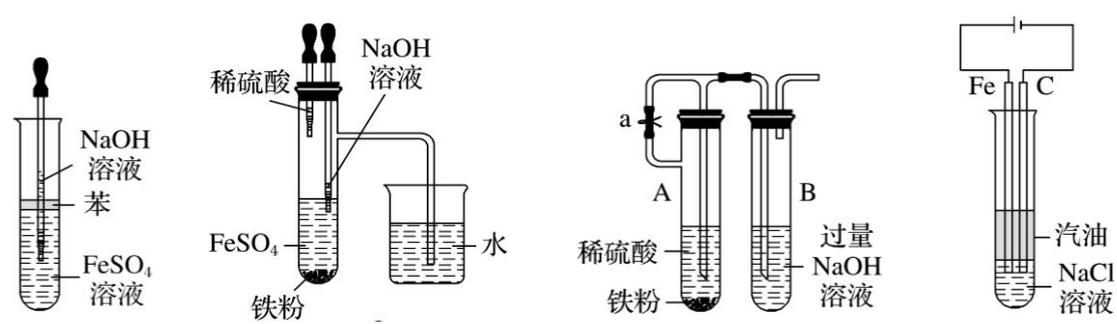
3. 两种保护方法的比较：外加电流的阴极保护法比牺牲阳极的阴极保护法保护效果好。

## 四、常见无机金属化合物的制备

### 1. 氢氧化铝

实验装置	
实验原理	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ $\text{Al}^{3+} + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NH}_4^+$
实验用品	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液、氨水；试管、胶头滴管。
实验步骤	在试管里加入 10mL 0.5mol/L $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液，滴加氨水，生成白色胶状物质。继续滴加氨水，直到不再产生沉淀为止。
实验现象	产生白色胶状沉淀，沉淀不溶于过量氨水。
实验说明	①实验室利用可溶性铝盐(如 $\text{AlCl}_3$ )制备 $\text{Al}(\text{OH})_3$ ，应选用氨水，而不用 <b>NaOH</b> 溶液。 ②实验室也可利用可溶性偏铝酸盐(如 $\text{NaAlO}_2$ )制备 $\text{Al}(\text{OH})_3$ ，应选用二氧化碳，而不用盐酸。

## 2. 氢氧化亚铁

实验装置	
实验原理	$\text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow$ (白色)、 $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{Fe}(\text{OH})_3$
实验用品	$\text{FeSO}_4$ 溶液、NaOH 溶液；试管、长胶头滴管。
实验步骤	在 1 支试管里加入少量 $\text{FeSO}_4$ 溶液，然后滴入 NaOH 溶液。观察并描述发生的现象。
实验现象	试管中先生成白色沉淀，迅速变成灰绿色，最后变成红褐色。
实验说明	<p>①氢氧化亚铁制备的核心问题：一是溶液中的溶解氧必须除去，二是反应过程必须与氧隔绝。</p> <p>②<math>\text{Fe}^{2+}</math> 易被氧化，所以 <math>\text{FeSO}_4</math> 溶液要现用现配，且配置 <math>\text{FeSO}_4</math> 溶液的蒸馏水要煮沸除去氧气。</p> <p>③为了防止 NaOH 溶液加入时带入空气，可将吸有 NaOH 溶液的长胶头滴管伸入到 <math>\text{FeSO}_4</math> 液面下，再挤出 NaOH 溶液。</p> <p>④还可再在硫酸亚铁溶液上加一层植物油，尽量减少与空气的接触。</p> <p>注：能较长时间看到 <math>\text{Fe}(\text{OH})_2</math> 白色沉淀的装置如下：</p> 

### 3.氢氧化铁胶体的制备

(1)原理 化学方程式: $\text{FeCl}_3+3\text{H}_2\text{O}=\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{胶体})+3\text{HCl}$ 。

(2)操作步骤:加热蒸馏水至沸腾,逐滴滴加饱和氯化铁溶液,加热至液体呈红褐色停止加热,不可搅拌。



(3)氢氧化铁胶体制备注意事项: a.自来水含有电解质等,易使胶体聚沉,需用蒸馏水制备。 b. $\text{FeCl}_3$  溶液要求是饱和的,是为了提高转化效率,若浓度过稀,不利于  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  胶体的形成。 c.可稍微加热沸腾,但不宜长时间加热,否则胶体会聚沉。 d.边滴加  $\text{FeCl}_3$  饱和溶液边振荡烧杯,但不能用玻璃棒搅拌,否则会使  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  胶体微粒形成大颗粒沉淀析出。

### 4.硫酸亚铁铵的制备

(1)写出硫酸亚铁铵的制备所涉及的化学反应。



(2)实验步骤

实验步骤	操作要点
步骤 1 铁屑的净化	取一只小烧杯,放入约 5g 铁屑,向其中注入 5mL $1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{Na}_2\text{CO}_3$ 溶液,浸泡或小火加热数分钟后,用倾析法分离并洗涤铁屑,晾干
步骤 2 制取 $\text{FeSO}_4$	用托盘天平称取 4.2g 洗净的铁屑,放入洁净的锥形瓶中,向其中加入 25mL $3\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{H}_2\text{SO}_4$ 溶液,加热,并不断振荡锥形瓶。反应过程中应适当补充水,使溶液体积基本保持不变,待反应基本完全后,再加入 1mL $3\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{H}_2\text{SO}_4$ 溶液,趁热过滤,将滤液转移至蒸发皿中
步骤 3 制取硫酸亚铁铵	称取 9.5 g $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 晶体,配成饱和溶液,倒入制得的硫酸亚铁溶液中,搅拌,小火加热,在蒸发皿中蒸发浓缩至溶液表面出现晶膜为止,将溶液静置,自然冷却,即有硫酸亚铁铵晶体析出。抽滤,并用少量酒精洗去晶体表面附着的水分
计算产率	取出晶体,用干净的滤纸吸干,称量并计算产率
实验说明	①步骤 1 中用到倾析法,适于用倾析法分离的物质特点是沉淀颗粒较大,静置后容易沉降。 ②步骤 2 中趁热过滤的目的是防止溶液冷却时硫酸亚铁因析出而损失。 ③步骤 3 中用到的减压过滤(也称抽滤或吸滤)与普通过滤相比,优点除了过滤速度快外,还可得到较干燥的沉淀。晶体过滤后用无水乙醇洗涤的目的是利用乙醇的挥发,除去晶体表面附着的水分。

制备过程中的注意点:

①铁屑要过量,防止  $\text{Fe}^{2+}$  被氧化。

②加入  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,以抑制  $\text{FeSO}_4$  水解。

③要趁热过滤,减少硫酸亚铁的损失。

## 五、金属及其重要化合物的制备和性质探究注意的几个问题

1. 钠+盐溶液: 不能置换盐中金属; 钠+熔融盐: 置换盐中金属。

2. 不用  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  鉴别  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  和  $\text{NaHCO}_3$  溶液, 应选用  $\text{CaCl}_2$  或  $\text{BaCl}_2$  溶液。

3. 除去  $\text{CO}_2$  中的  $\text{HCl}$  气体, 应选用饱和的  $\text{NaHCO}_3$  溶液。

4. 向饱和的  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液中通入过量  $\text{CO}_2$ , 有晶体析出。

5. 焰色反应无论游离态还是化合态, 均具有相同焰色反应, 属于化学变化, 在观察钾元素的焰色反应时, 应通过蓝色的钴玻璃片。

6. Al 是活泼金属, 表面易生成一层致密的氧化物薄膜。熔点:  $\text{Al}_2\text{O}_3 > \text{Al}$ , 酒精灯上加热铝箔直至熔化, 熔化的铝并不滴落。

7. 铝热反应是中学化学中唯一金属单质与金属氧化物在高温条件下的置换反应, 不能用于工业上冶炼铁, 金属氧化物对应的金属活泼性应比铝弱。

8. 铝盐和氨水制备  $\text{Al}(\text{OH})_3$ 。

9. 向  $\text{AlO}_2^-$  溶液通入  $\text{CO}_2$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{CO}_2$  过量生成  $\text{HCO}_3^-$ , 不过量生成  $\text{CO}_3^{2-}$ 。

10. Fe 与  $\text{O}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ :  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ; Fe 与  $\text{Cl}_2$ :  $\text{FeCl}_3$ ; Fe 与 S:  $\text{FeS}$ , 说明氧化性  $\text{Cl}_2 > \text{S}$ 。

11. 向含  $\text{Fe}^{2+}$  溶液加硝酸、 $\text{KMnO}_4$  溶液、氯水会出现浅绿色  $\rightarrow$  棕色的颜色变化, 该现象用于  $\text{Fe}^{2+}$  的检验。

12. 检验  $\text{Fe}^{3+}$ : 观察溶液颜色法(棕黄色)、 $\text{NaOH}$  溶液法(生成红褐色沉淀)、 $\text{KSCN}$  溶液法(生成红色溶液)(最好)。

13. 检验  $\text{Fe}^{2+}$ : 先加  $\text{KSCN}$  溶液后再加入氧化剂的方法; 也可用铁氰化钾检验  $\text{Fe}^{2+}$ , 现象是生成蓝色沉淀  $\{\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2\}$ 。

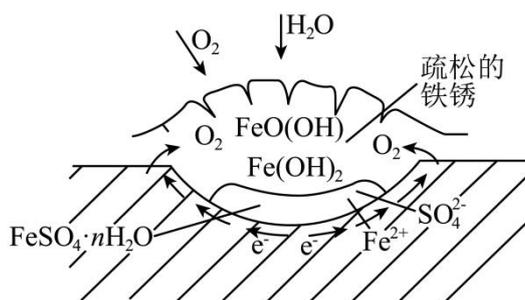
14.  $\text{FeCl}_2$ :  $\text{Fe} + \text{HCl}$ ;  $2\text{FeCl}_3 + \text{Fe} \rightleftharpoons 3\text{FeCl}_2$ ; 生成  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ :  $\text{Fe}^{3+}$  与碱的复分解;  $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{Fe}(\text{OH})_3$

15. 制备  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ : 隔绝  $\text{O}_2$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3$  (白色沉淀迅速变成灰绿色, 最后变成红褐色)。

## ▶▶ 考向预测 ◀◀

### 考向 01 以金属及其重要化合物为载体考查化学理论知识

1. (2023·河南·校联考一模) 科学研究发现金属生锈时, 锈层内如果有硫酸盐会加快金属的腐蚀, 其腐蚀原理如图所示。下列说法错误的是



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/815211214243011301>