

## 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

**【答案】** A

**【解析】** A. 铝用于制作门窗框架，利用了铝的硬度大、密度小、抗腐蚀等性质，而不是利用它的还原性，A 不正确；B. 氧化钙易吸水，并与水反应生成氢氧化钙，可吸收气体中或密闭环境中的水分，所以可用作干燥剂，B 正确；C. 食品中含有的  $\text{Fe}^{2+}$  等易被空气中的氧气氧化，维生素 C 具有还原性，且对人体无害，可用作食品抗氧化剂，C 正确；D. 过氧化钠能与二氧化碳反应生成氧气，同时可吸收人体呼出的二氧化碳和水蒸气，可作潜水艇中的供氧剂，D 正确；故选 A。

**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

**【答案】** B

**【解析】** A.  $\text{I}_2$  属于弱氧化剂，与 Fe 反应生成  $\text{FeI}_2$ ，A 错误；B. 电解一定浓度的硫酸锌溶液， $\text{Zn}^{2+}$  在阴极得电子析出 Zn，B 正确；C. 石灰沉淀  $\text{Mg}^{2+}$  生成的沉淀是  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ，C 错误；D.  $\text{SO}_2$  通入  $\text{BaCl}_2$  溶液中不能生成  $\text{BaSO}_3$  沉淀，因为  $\text{H}_2\text{SO}_3$  酸性比 HCl 弱，该复分解反应不能发生，D 错误；故答案选 B。

**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

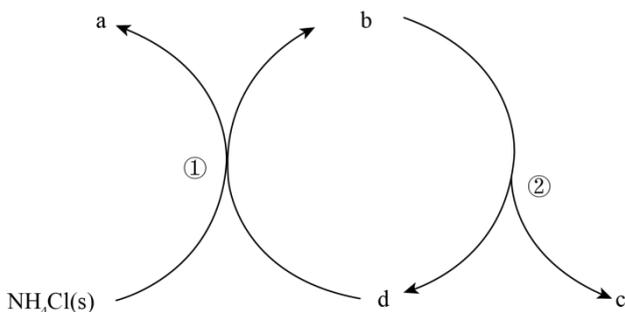
**【答案】** B

**【解析】** A. 因为铁粉能与  $\text{O}_2$  反应，所以可用作食品保存的吸氧剂，A 正确；B. 纳米  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  具有磁性，可用作铁磁性材料，B 错误；C.  $\text{FeCl}_3$  与 Cu 反应生成  $\text{FeCl}_2$  和  $\text{CuCl}_2$ ，主要利用其氧化性，C 正确；D. 聚合

硫酸铁能水解并形成胶体，具有吸附性，可用于净水，D 正确；故选 B。

## 命题点 02 金属及其重要化合物之间的相互转化

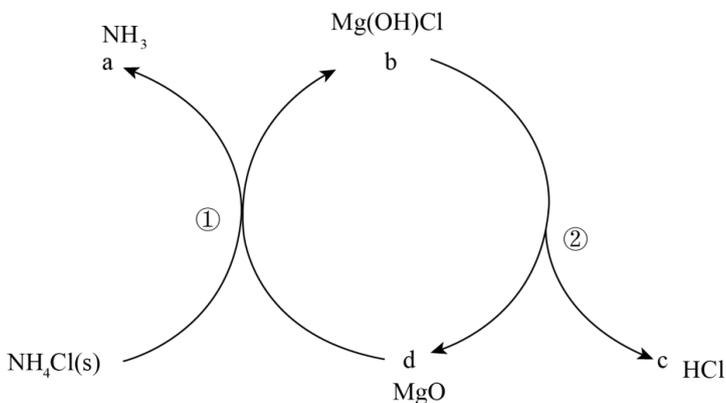
**典例 01 (2023·北京卷)** 一种分解氯化铵实现产物分离的物质转化关系如下，其中 b、d 代表 MgO 或 Mg(OH)Cl 中的一种。下列说法正确的是



- A. a、c 分别是 HCl、NH<sub>3</sub>
- B. d 既可以是 MgO，也可以是 Mg(OH)Cl
- C. 已知 MgCl<sub>2</sub> 为副产物，则通入水蒸气可减少 MgCl<sub>2</sub> 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

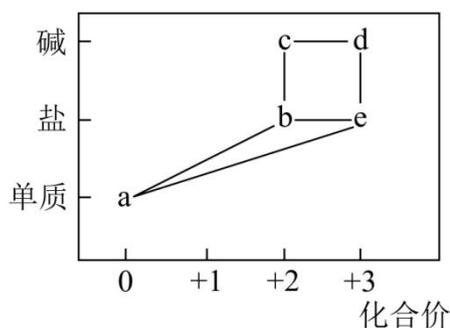
**【答案】** C

**【分析】** NH<sub>4</sub>Cl 分解的产物是 NH<sub>3</sub> 和 HCl，分解得到的 HCl 与 MgO 反应生成 Mg(OH)Cl，Mg(OH)Cl 又可以分解得到 HCl 和 MgO，则 a 为 NH<sub>3</sub>，b 为 Mg(OH)Cl，c 为 HCl，d 为 MgO。



**【解析】**A. 由分析可知，a 为 NH<sub>3</sub>，c 为 HCl，A 项错误；B. d 为 MgO，B 错误；C. 可以水解生成 Mg(OH)Cl，通入水蒸气可以减少 MgCl<sub>2</sub> 的生成，C 正确；D. 反应①和反应②相加即为氯化铵直接分解的反应，由盖斯定律可知，等压条件下，反应①、反应②的反应热之和等于氯化铵直接分解的反应热，D 错误；故选 C。

**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 → c → d → e → b 的循环转化关系

【答案】C

【分析】图中所示铁元素不同化合价的物质：a 为 Fe，b 为 FeCl<sub>2</sub>、FeSO<sub>4</sub>、Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 等 Fe(II) 的盐类物质，c 为 Fe(OH)<sub>2</sub>，e 为 FeCl<sub>3</sub>、Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>、Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> 等 Fe(III) 的盐类物质，d 为 Fe(OH)<sub>3</sub>。

【解析】A. Fe 与 Fe(III) 的盐类物质可发生反应生成 Fe(II) 的盐类物质，如  $\text{Fe} + 2\text{FeCl}_3 = 3\text{FeCl}_2$ ，故 A 不选；  
 B. Fe(II) 为铁元素的中间价态，既有还原性也有氧化性，因此既可被氧化，也可被还原，故 B 不选；  
 C. Fe(III) 的盐类物质与浓碱液反应生成 Fe(OH)<sub>3</sub> 沉淀，制备 Fe(OH)<sub>3</sub> 胶体操作为：向沸水中滴加饱和 FeCl<sub>3</sub> 溶液，继续煮沸至溶液呈红褐色，停止加热，故 C 选；  
 D. b → c → d → e → b 转化如

$\text{FeCl}_2 \xrightarrow{\text{NaOH}} \text{Fe(OH)}_2 \xrightarrow{\text{O}_2, \text{H}_2\text{O}} \text{Fe(OH)}_3 \xrightarrow{\text{稀HCl}} \text{FeCl}_3 \xrightarrow{\text{Fe}} \text{FeCl}_2$ ，故 D 不选；综上所述，答案为 C。

## 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
Na <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 与 H <sub>2</sub> O、CO <sub>2</sub> 反应均生成 O <sub>2</sub>	作供氧剂
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 水解使溶液显碱性	用热的纯碱溶液洗去油污
NaHCO <sub>3</sub> 受热分解生成 CO <sub>2</sub>	用作焙制糕点的膨松剂
NaHCO <sub>3</sub> 具有弱碱性，能与酸反应	可用于制胃酸中和剂
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 CO <sub>2</sub>	作泡沫灭火器
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
MgO、Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 熔点高	做耐高温材料
Al <sup>3+</sup> 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>

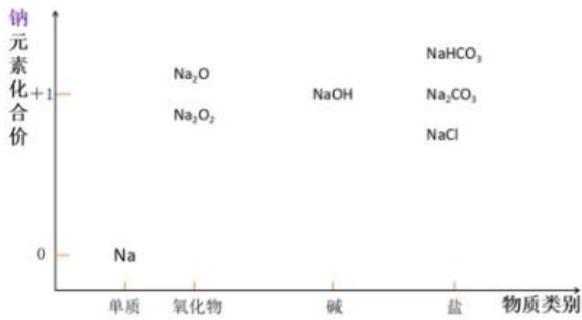
(2) 镁、铝及其重要化合物: Al → Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> → Al(OH)<sub>3</sub> →  $\begin{cases} \text{NaAlO}_2 \\ \text{AlCl}_3 \\ \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \\ \text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O} \end{cases}$  Mg → MgO → Mg(OH)<sub>2</sub> →  $\begin{cases} \text{MgCl}_2 \\ \text{MgSO}_4 \end{cases}$

(3) 铁、铜及其化合物: Fe →  $\begin{cases} \text{FeO} \\ \text{Fe}_2\text{O}_3 \\ \text{Fe}_3\text{O}_4 \end{cases}$  →  $\begin{cases} \text{Fe}(\text{OH})_2 \\ \text{Fe}(\text{OH})_3 \end{cases}$  →  $\begin{cases} \text{Fe}^{2+} \\ \text{Fe}^{3+} \end{cases}$  Cu →  $\begin{cases} \text{Cu}_2\text{O} \\ \text{CuO} \end{cases}$  → Cu(OH)<sub>2</sub> →  $\begin{cases} \text{Cu}^{2+} \\ \text{CuX} \end{cases}$

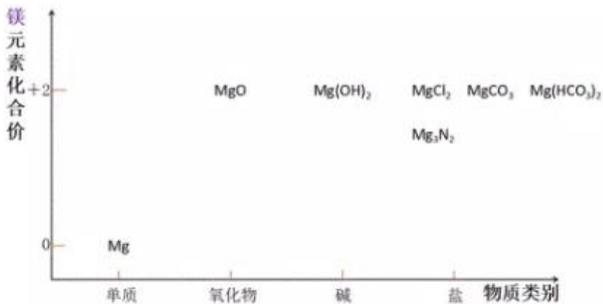
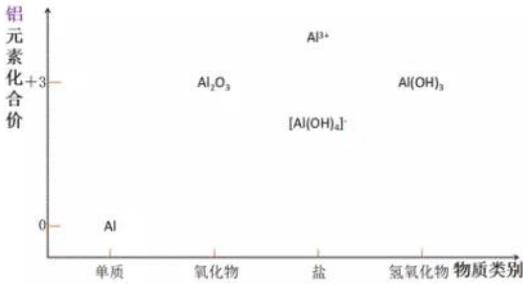
### 2. 构建金属及其重要化合物之间知识网络

(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>

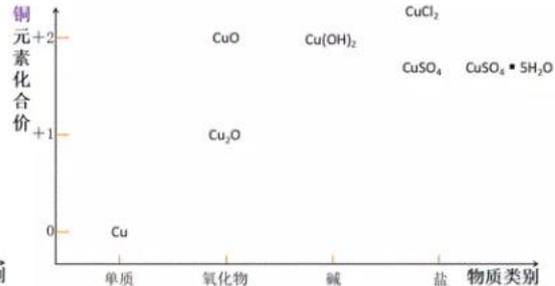
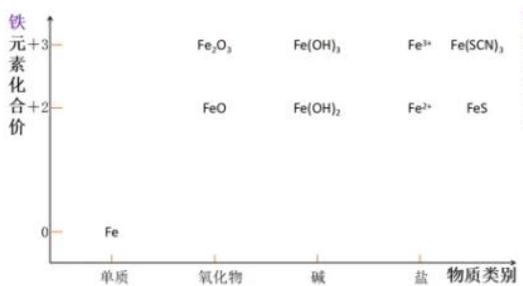




### (2) 镁、铝及其化合物



### (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<sub>2</sub> 反应无论生成 Na<sub>2</sub>O 还是 Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>,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<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 的质量大于 Na<sub>2</sub>O。
- ③ Na 分别与 H<sub>2</sub>O 和乙醇发生反应均能生成 H<sub>2</sub>,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<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 参与反应转移电子的物质的量不一定为 1 mol,如 1 mol Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 与足量 SO<sub>2</sub> 的反应转移电子应为 2 mol。
- ⑤ 不能用 Ca(OH)<sub>2</sub> 溶液鉴别 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 和 NaHCO<sub>3</sub> 溶液,应选用 CaCl<sub>2</sub> 或 BaCl<sub>2</sub> 溶液。

⑥除去 CO<sub>2</sub> 中的 HCl 气体，应选用饱和的 NaHCO<sub>3</sub> 溶液。

⑦向饱和的 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 溶液中通入过量 CO<sub>2</sub>，有 NaHCO<sub>3</sub> 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。

⑨Na—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  $\text{Fe}^{2+}$  的溶液中加入硝酸、 $\text{KMnO}_4$  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  $\text{Fe}^{2+}$  的检验。

③ $\text{Fe}^{3+}$  的检验方法较多，如观察溶液颜色法(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)，前面两种方法需溶液中  $\text{Fe}^{3+}$  浓度较大时才适用，最好也最灵敏的方法是  $\text{KSCN}$  溶液法。 $\text{Fe}^{2+}$  的检验可采用先加入  $\text{KSCN}$  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( $\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$ )。

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。

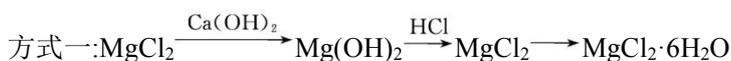
⑱铜合金有：①青铜( $\text{Sn}$ 、 $\text{Pb}$  等)；②黄铜( $\text{Zn}$ 、 $\text{Sn}$ 、 $\text{Pb}$ 、 $\text{Al}$  等)；③白铜( $\text{Ni}$ 、 $\text{Zn}$ 、 $\text{Mn}$  等)。

## 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VII B族, 价电子构型为  $3d^5 4s^2$ , 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  $\text{MnO}_4^-$ :



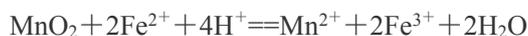
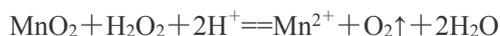
(2) 在碱性溶液中,  $\text{Mn}^{2+}$  会生成沉淀:  $\text{Mn}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Mn(OH)}_2 \downarrow$  (白)

#### 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	$\text{Mn}^{2+}$	$\text{MnO}_2$	$\text{MnO}_4^{2-}$

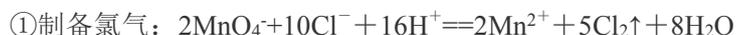
1)  $\text{KMnO}_4$  的应用:

(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:



③Fe 含量的测定:  $\text{MnO}_4^- + 5\text{Fe}^{2+} + 8\text{H}^+ = 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{Fe}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$

## 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  $\text{KMnO}_4$ :



## (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:



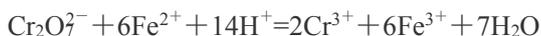
交警查酒驾, 就是用重铬酸钾的酸性溶液, 来检验酒精的含量:



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  $\text{Cr}(\text{VI})$  还原为  $\text{Cr}(\text{III})$ , 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，Cr(VI)在阴极上被还原成 Cr(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 Cr(VI)还原成 Cr(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

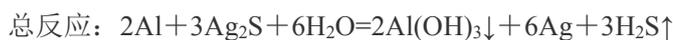
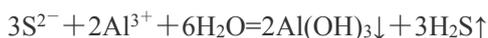
( $_{47}\text{Ag}$ )是第五周期 IB 族元素，在自然界有游离态的银。银的活动性在氢之后，在电化学中，Ag 是活性电极，在阳极放电： $\text{Ag} - \text{e} = \text{Ag}^+$ 。

$\text{Ag}_2\text{O}$  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：

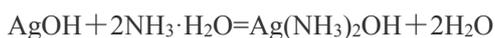
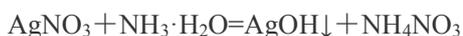


银器表面变暗，主要是由于生成了  $\text{Ag}_2\text{S}$  所致，为使其表面恢复光泽，可将其放入盛食盐水的铝盆中，发生原电池反应：



#### 2. 氢氧化银(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： $S(\text{AgCl}) > S(\text{AgBr}) > S(\text{AgI}) > S(\text{Ag}_2\text{S})$

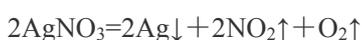
依次加入  $\text{Br}^-$ 、 $\text{I}^-$ 、 $\text{S}^{2-}$  可实现沉淀转化： $\text{AgCl} \rightarrow \text{AgBr} \rightarrow \text{AgI} \rightarrow \text{Ag}_2\text{S}$ 。

$\text{AgCl}$ 、 $\text{AgBr}$ 、 $\text{AgI}$  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：



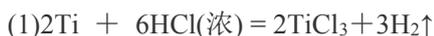
$\text{AgI}$  可用于人工降雨。硝酸银见光或加热容易分解：



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:

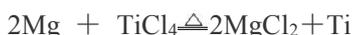
(1)  $\text{FeTiO}_3$  加  $\text{H}_2\text{SO}_4$  处理, 同时加入铁屑, 目的是防止  $\text{Fe}^{2+}$  被氧化:



(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  $\text{TiO}_2$ :

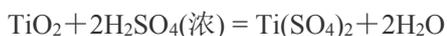


(3) 将  $\text{TiO}_2$  与碳、氯气共热生成  $\text{TiCl}_4$ , 然后在  $\text{Ar}$  的气氛中, 用  $\text{Na}$  或  $\text{Mg}$  还原成  $\text{Ti}$ , 熔化铸成钛锭:



**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

1. (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.  $\text{CO}$  有可燃性, 可用于炼铁
- C.  $\text{HF}$  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

**【答案】B**

**【解析】**A.  $\text{NaHCO}_3$  可中和酸并受热分解产生  $\text{CO}_2$ , 可以使食物产生多孔而蓬松, 故可作蓬松剂, A 正确;  
B.  $\text{CO}$  有还原性, 可用于炼铁, 故 B 错误; C.  $\text{HF}$  能与  $\text{SiO}_2$  反应, 可在玻璃器皿上刻蚀标记, 故 C 正确;  
D. 硬铝密度小、耐腐蚀、强度高, 可用作航空材料, 故 D 正确; 故选 B。

2. (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  $\text{HCl}$  气体

**【答案】B**

**【解析】**A. 皂化反应为油脂在碱性条件下的水解反应，A 项正确；B. 模拟侯氏制碱法应使用氯化钠饱和溶液，B 项错误；C. 碳酸钠饱和溶液可以吸收乙醇，中和乙酸，降低酯的溶解度，C 项正确；D.  $\text{NaHCO}_3$  可与  $\text{HCl}$  反应生成  $\text{NaCl}$ 、 $\text{CO}_2$  和水，因此碳酸氢钠饱和溶液可除去  $\text{CO}_2$  中的  $\text{HCl}$  气体，D 项正确。答案选 B。

3. (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

**【答案】B**

**【解析】**A.  $\text{ClO}_2$  具有强氧化性而使蛋白质变性，所以该物质能杀菌消毒，故 A 错误；B.  $\text{Na}_2\text{O}_2$  吸收  $\text{CO}_2$  产生  $\text{O}_2$ ，所以可以用作呼吸面具供氧剂，故 B 正确；C.  $\text{SO}_2$  具有漂白性，可用于漂白纸浆，故 C 错误；D.  $\text{Al}_2\text{O}_3$  熔点较高，可用作耐高温材料，与两性氧化物无关，故 D 错误；故选 B。

4. (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  $\text{NO}$

**【答案】A**

**【解析】**A.  $4\text{Na} + 3\text{CO}_2 \triangleq 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{C}$ ，A 正确；B. S 燃烧产物只生成  $\text{SO}_2$ ，S 和  $\text{O}_2$  不能直接生成  $\text{SO}_3$ ，B 错误；C. 工业上制  $\text{Cl}_2$  要考虑原料成本，一般是氯碱工业制  $\text{Cl}_2$ ，C 错误；D. 铜与稀硝酸(0.1mol/L)不需要加热也能产生  $\text{NO}$ ，D 错误； 故选 A。

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

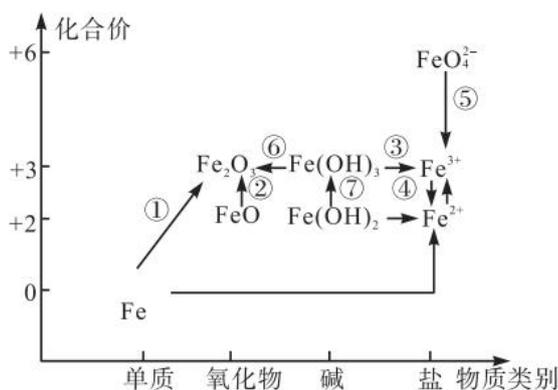
选项	物质性质	用途
A	$\text{NH}_4\text{NO}_3$ 受热易分解	$\text{NH}_4\text{NO}_3$ 可用作氮肥
B	钠单质燃烧火焰呈黄色	钠单质可用于制作烟花
C	$\text{NaClO}$ 溶液呈碱性	$\text{NaClO}$ 可用作消毒剂
D	$\text{Al}_2\text{O}_3$ 是两性氧化物	铝制餐具不宜长时间蒸煮酸性或碱性食物

**【答案】D**

**【解析】** A. 硝酸铵受热易分解应保存在阴凉处，而用作氮肥是由于含有氮元素，A 错误；B. 钠元素焰色试验呈黄色，又钠单质燃烧易爆炸，故烟花中加入的是金属钠盐，B 错误；C. 次氯酸钠中次氯酸根水解使溶液显碱性，但用作消毒剂是由于次氯酸钠的强氧化性，C 错误；D. 氧化铝是两性氧化物，铝制品表面被氧化生成氧化铝，故不宜长时间蒸煮酸性或者碱性食物，D 正确；故选 D。

## 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



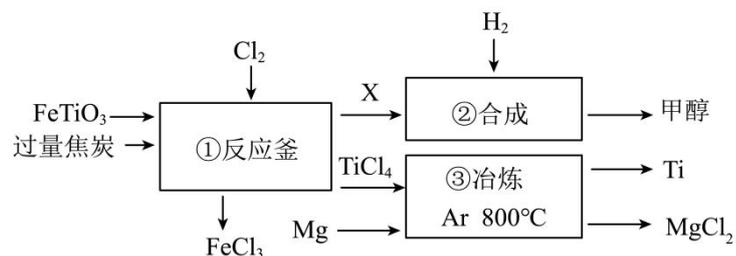
- A. 转化⑦发生反应的类型是化合反应  
 B. 转化⑤是  $\text{Na}_2\text{FeO}_4$  用于自来水消毒杀菌，等物质的量的  $\text{Na}_2\text{FeO}_4$  和  $\text{HClO}$  消毒效率相同(用得电子数目多少衡量氧化消毒能力强弱)  
 C. 用铁丝在氧气中燃烧可实现上述转化①  
 D. 加热  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  发生转化⑥，加水溶解可实现转化③

**【答案】** A

**【解析】** A. 转化⑦发生反应为氢氧化亚铁和氧气、水生成氢氧化铁，化学方程式为：

$4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$ ，属于化合反应，故 A 正确；B.  $\text{Na}_2\text{FeO}_4$  消毒杀菌时 +6 价铁降低为 +3 价，而  $\text{HClO}$  消毒时 +1 价氯降低到 -1 价，则等物质的量的  $\text{Na}_2\text{FeO}_4$  是  $\text{HClO}$  消毒效率的 1.5 倍，故 B 错误；C. 铁丝在氧气中燃烧生成  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ，不能实现转化①，故 C 错误；D. 加热  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  发生转化⑥ 分解生成氧化铁，氢氧化铁不溶于水，加水溶解不可实现转化③，故 D 错误；故选 A。

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

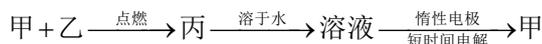
- A. ①反应釜中生成物 X 的电子式为  $:\ddot{\text{O}}::\text{C}::\ddot{\text{O}}:$
- B.  $\text{FeCl}_3$  和  $\text{TiCl}_4$  的沸点相差大, 实验室可以使用分液法进行分离
- C. ②是原子利用率 100% 的反应, 则每得到 1mol 甲醇转移电子数  $4N_A$
- D. ③反应类型为置换反应, 其中 Ar 作保护气, 也可以换为  $\text{N}_2$

【答案】C

【分析】钛铁矿和过量的焦炭、氯气反应生成氯化铁、四氯化钛、一氧化碳 X, 一氧化碳和氢气合成甲醇, 镁和四氯化钛高温生成氯化镁和钛;

【解析】A. 由分析可知, X 为一氧化碳,  $:\ddot{\text{O}}::\text{C}::\ddot{\text{O}}:$  为二氧化碳的电子式, A 错误; B.  $\text{FeCl}_3$  和  $\text{TiCl}_4$  的沸点相差大, 实验室可以使用蒸馏法, 而不是分液法进行分离, B 错误; C. ②为一氧化碳和氢气合成甲醇, 是原子利用率 100% 的反应, 则反应为  $\text{CO} + 2\text{H}_2 = \text{CH}_3\text{OH}$ , 反应中电子转移为  $\text{CH}_3\text{OH} \sim 4\text{e}^-$ , 每得到 1mol 甲醇转移电子数  $4N_A$ , C 正确; D. ③反应为单质和化合物生成另一种单质和化合物的反应, 属于置换反应, 其中 Ar 作保护气, 但是镁能和氮气反应, 不可以换为  $\text{N}_2$ , D 错误; 故选 C。

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

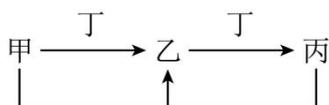


- A. 若丙溶于水后得到强碱溶液, 则甲可能是  $\text{O}_2$
- B. 若溶液丙遇  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  放出气体  $\text{CO}_2$ , 则甲不可能是  $\text{H}_2$
- C. 若溶液丙中滴加  $\text{NaOH}$  溶液有蓝色沉淀生成, 则甲一定为  $\text{Cu}$
- D. 若溶液丙中滴加  $\text{NaOH}$  溶液有白色沉淀生成后沉淀溶解, 则甲可能为  $\text{Al}$

【答案】A

【解析】A. 若甲是  $\text{O}_2$ , 乙为金属钠, 二者化合得  $\text{Na}_2\text{O}_2$ , 溶于水后得到强碱溶液( $\text{NaOH}$  溶液), 电解时可生成  $\text{O}_2$ , A 正确; B. 若丙的溶液遇  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 产生  $\text{CO}_2$  气体, 丙可以为  $\text{HCl}$ , 电解盐酸生成氢气与氯气, 氢气在氯气中燃烧生成  $\text{HCl}$ , 符合转化关系, 即甲可能为  $\text{H}_2$ , B 错误; C. 若溶液丙中滴加  $\text{NaOH}$  溶液有蓝色沉淀生成, 则说明丙为铜盐, 甲、乙应为氯气和铜, 则甲可能为氯气, 也可能为  $\text{Cu}$ , C 错误; D. 若溶液丙中滴加  $\text{NaOH}$  溶液有白色沉淀生成后沉淀溶解, 证明丙中含有  $\text{Al}^{3+}$ , 氢离子放电能力强于  $\text{Al}^{3+}$ , 电解丙溶液得不到  $\text{Al}$ , 甲不可能为  $\text{Al}$ , D 错误; 故选: A。

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



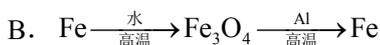
	甲	乙	丙
--	---	---	---

A	CO <sub>2</sub>	NaHCO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
B	AlCl <sub>3</sub>	Al(OH) <sub>3</sub>	NaAlO <sub>2</sub>
C	H <sub>2</sub> S	S	SO <sub>2</sub>
D	Fe	FeCl <sub>2</sub>	FeCl <sub>3</sub>

【答案】D

【解析】A. 过量 CO<sub>2</sub> 和氢氧化钠反应生成 NaHCO<sub>3</sub>，NaHCO<sub>3</sub> 和氢氧化钠反应生成 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>，Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 和 CO<sub>2</sub> 反应生成 NaHCO<sub>3</sub>，故不选 A；B. AlCl<sub>3</sub> 和少量氢氧化钠反应生成 Al(OH)<sub>3</sub>，Al(OH)<sub>3</sub> 和氢氧化钠反应生成 NaAlO<sub>2</sub>，NaAlO<sub>2</sub> 和 AlCl<sub>3</sub> 混合生成 Al(OH)<sub>3</sub>，故不选 B；C. H<sub>2</sub>S 在氧气不足的条件下燃烧生成 S 和水，S 和氧气点燃生成 SO<sub>2</sub>，SO<sub>2</sub> 和 H<sub>2</sub>S 反应生成 S 和水，故不选 C；D. 若丁是氯气，Fe 和氯气反应生成 FeCl<sub>3</sub>；若丁是盐酸，Fe 和盐酸反应生成 FeCl<sub>2</sub>，FeCl<sub>2</sub> 和盐酸不反应，故选 D；故选 D。

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



【答案】B

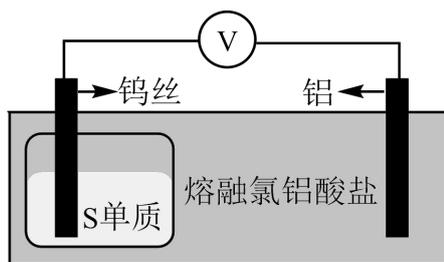
【解析】A. S 和氧气反应生成二氧化硫，故 S→SO<sub>3</sub> 不能实现，故 A 错误；B. 铁和水高温生成四氧化三铁，四氧化三铁和铝反应生成铁单质， $Fe \xrightarrow[\text{高温}]{\text{水}} Fe_3O_4 \xrightarrow[\text{高温}]{Al} Fe$  可以实现，故 B 正确；C. 铝和氢氧化钠溶液反应生成偏铝酸钠，故不能实现，故 C 错误；D. 二氧化硅难溶于水，故  $SiO_2 \xrightarrow{H_2O} H_2SiO_3$  不能实现，故 D 错误；故选：B。

## 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

**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 AlCl<sub>3</sub> 形成熔点为 93℃ 的共熔物)，其中氯铝酸根  $[Al_nCl_{3n+1} (n \geq 1)]$  起到结合或释放 Al<sup>3+</sup> 的作用。电池总反应： $2Al + 3xS \xrightleftharpoons[\text{充电}]{\text{放电}} Al_2(S_x)_3$ 。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  $\text{Al}$  原子的  $\text{Cl}$  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

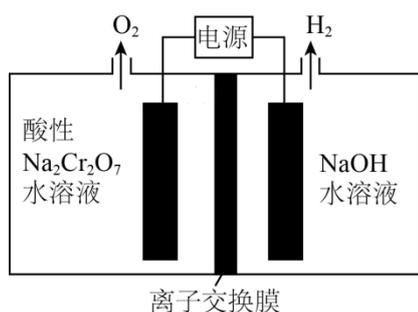
**【答案】D**

**【分析】** 放电时铝失去电子生成铝离子做负极, 硫单质得到电子做正极, 充电时铝离子得到电子生成铝发生在阴极, 硫离子失去电子生成硫单质发生在阳极, 依此解题。

**【解析】A.**  $\text{Al}_n\text{Cl}_{3n+1}^-$  的结构为  $\text{Cl} \left[ \begin{array}{c} \text{Cl} \\ | \\ \text{Al}-\text{Cl}-\text{Al}-\text{Cl} \cdots -\text{Al}-\text{Cl} \\ | \\ \text{Cl} \end{array} \right]^-$ , 所以含  $4n$  个  $\text{Al}-\text{Cl}$  键, A

正确; B. 由  $\text{Al}_n\text{Cl}_{3n+1}^-$  的结构可知同时连接 2 个  $\text{Al}$  原子的  $\text{Cl}$  原子有  $(n-1)$  个, B 正确; C. 由总反应可知充电时, 再生  $1\text{mol Al}$  单质需由铝离子得到电子生成, 所以至少转移  $3\text{mol}$  电子, C 正确; D. 由总反应可知放电时间越长, 负极铝失去电子生成的铝离子越多所以  $n$  值大的  $\text{Al}_n\text{Cl}_{3n+1}^-$  浓度越高, D 错误; 故选 D。

**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:  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 2\text{H}^+ = 2\text{CrO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

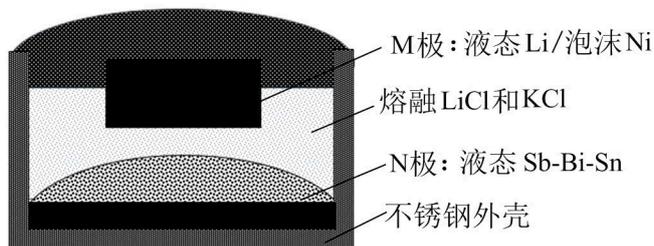
**【答案】A**

**【分析】** 根据左侧电极上生成  $\text{O}_2$ , 右侧电极上生成  $\text{H}_2$ , 知左侧电极为阳极, 发生反应:

$2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = 4\text{H}^+ + \text{O}_2 \uparrow$ ，右侧电极为阴极，发生反应： $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$ ；由题意知，左室中  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  随着  $\text{H}^+$  浓度增大转化为  $\text{CrO}_3$ ： $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 2\text{H}^+ = 2\text{CrO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ，因此阳极生成的  $\text{H}^+$  不能通过离子交换膜。

【解析】A. 由以上分析知，电解时通过离子交换膜的是  $\text{Na}^+$ ，A 项错误；B. 根据各电极上转移电子数相同，由阳极反应和阴极反应，知生成  $\text{O}_2$  和  $\text{H}_2$  的物质的量之比为 1:2，其质量比为 8:1，B 项正确；C. 根据阴极反应知，电解一段时间后阴极区溶液  $\text{OH}^-$  的浓度增大，C 项正确；D. 电解过程中阳极区  $\text{H}^+$  的浓度增大， $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  转化为  $\text{CrO}_3$ ： $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 2\text{H}^+ = 2\text{CrO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ，D 项正确。故选 A。

**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  $\text{Li}_3\text{Bi} + 3\text{e}^- = 3\text{Li}^+ + \text{Bi}$

【答案】B

【分析】由题干信息可知，放电时，M 极由于 Li 比 Ni 更活泼，也比 N 极上的 Sb、Bi、Sn 更活泼，故 M 极作负极，电极反应为： $\text{Li} - \text{e}^- = \text{Li}^+$ ，N 极为正极，电极反应为： $3\text{Li}^+ + 3\text{e}^- + \text{Bi} = \text{Li}_3\text{Bi}$ ，据此分析解题。

【解析】A. 由分析可知，放电时，M 电极反应为  $\text{Li} - \text{e}^- = \text{Li}^+$ ，A 错误；B. 由分析可知，放电时，M 极为负极，N 极为正极，故  $\text{Li}^+$  由 M 电极向 N 电极移动，B 正确；C. 由二次电池的原理可知，充电时和放电时同一电极上发生的反应互为逆过程，M 电极的电极反应为： $\text{Li}^+ + \text{e}^- = \text{Li}$ ，故电极质量增大，C 错误；D. 由二次电池的原理可知，充电时和放电时同一电极上发生的反应互为逆过程，充电时，N 电极反应为  $\text{Li}_3\text{Bi} - 3\text{e}^- = 3\text{Li}^+ + \text{Bi}$ ，D 错误；故答案为：B。

## 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

【答案】A

【解析】A. 石灰水的主要成分为  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  能与碳酸钠和碳酸氢钠反应生成碳酸钙，二者均生成白色沉淀，不能达到鉴别的目的，A 错误；B.  $\text{Fe}^{2+}$  变质后会生成  $\text{Fe}^{3+}$ ，可以利用  $\text{KSCN}$  溶液鉴别，现象为溶液变成血红色，可以达到检验的目的，B 正确；C.  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  被氧化后会变成  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ，加入盐酸酸化的  $\text{BaCl}_2$  后可以产生白色沉淀，可以用来检验  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  是否被氧化，C 正确；D. 含有醛基的物质可以与银氨溶液反应生成银单质，可以用来检验乙醇中混油的乙醛，D 正确；故答案选 A。

**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

【答案】C

【分析】根据电解原理可知，电解池中阳极发生失电子的氧化反应，阴极发生得电子的还原反应，该题中以熔融盐为电解液，含 Cu、Mg 和 Si 等的铝合金废料为阳极进行电解，通过控制一定的条件，从而可使阳极区 Mg 和 Al 发生失电子的氧化反应，分别生成  $\text{Mg}^{2+}$  和  $\text{Al}^{3+}$ ，Cu 和 Si 不参与反应，阴极区  $\text{Al}^{3+}$  得电子生成 Al 单质，从而实现 Al 的再生。

【解析】A. 阴极应该发生得电子的还原反应，实际上 Mg 在阳极失电子生成  $\text{Mg}^{2+}$ ，A 错误；B. Al 在阳极上被氧化生成  $\text{Al}^{3+}$ ，B 错误；C. 阳极材料中 Cu 和 Si 不参与氧化反应，在电解槽底部可形成阳极泥，C 正确；D. 因为阳极除了铝参与电子转移，镁也参与了电子转移，且还会形成阳极泥，而阴极只有铝离子得电子生成铝单质，根据电子转移数守恒及元素守恒可知，阳极与阴极的质量变化不相等，D 错误；故选 C。

**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

【答案】B

【解析】A. 因为胶状沉淀可能会透过滤纸或造成滤纸堵塞，则减压过滤不宜用于过滤胶状沉淀或颗粒太小的沉淀，故 A 错误；B. 实验室中仪器设备着火可以使用二氧化碳灭火，故 B 正确；C. 制备硫酸亚铁铵晶体时，将硫酸铵和硫酸亚铁溶液浓缩至干会使晶体失去结晶水，故 C 错误；D. 冷却结晶时，自然冷却才能得到大颗粒晶体，快速冷却得到的是细小晶体，故 D 错误；故选 B。

## 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 NaOH 溶液制备  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  的阳极反应为  $\text{Fe} - 2\text{e}^- + 2\text{OH}^- = \text{Fe}(\text{OH})_2$ ；用铁电极电解浓的 KOH 溶液制备  $\text{K}_2\text{FeO}_4$  的阳极反应为  $\text{Fe} - 6\text{e}^- + 8\text{OH}^- = \text{FeO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O}$ 。

### 2. 铝阳极

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  $2\text{Al} - 6\text{e}^- + 3\text{H}_2\text{O} = \text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+$ ；若是用铝电极电解烧碱溶液，阳极反应为  $\text{Al} - 3\text{e}^- + 4\text{OH}^- = \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

### 3. 铜阳极

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  $\text{Cu} - 2\text{e}^- = \text{Cu}^{2+}$ ；用铜电极电解 NaOH 溶液制备  $\text{Cu}_2\text{O}$  的阳极反应为  $2\text{Cu} - 2\text{e}^- + 2\text{OH}^- = \text{Cu}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$ 。

## 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 Zn、Fe、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。

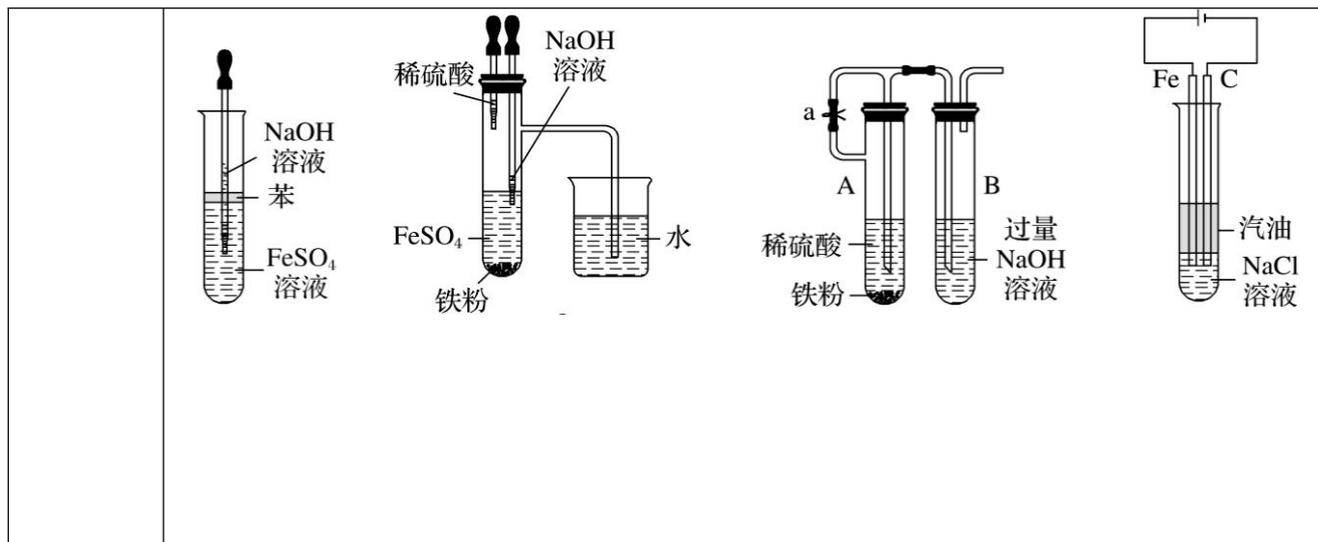
#### 四、常见无机金属化合物的制备

##### 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	$\text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow (\text{白色})$ $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{Fe}(\text{OH})_3$
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	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。 ② $\text{Fe}^{2+}$ 易被氧化，所以 $\text{FeSO}_4$ 溶液要现用现配，且配置 $\text{FeSO}_4$ 溶液的蒸馏水要煮沸除去氧气。 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 $\text{FeSO}_4$ 液面下，再挤出 NaOH 溶液。 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。 注：能较长时间看到 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 白色沉淀的装置如下：



### 3. 氢氧化铁胶体的制备

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

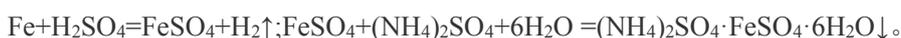
(2) 操作步骤: 加热蒸馏水至沸腾, 逐滴滴加饱和氯化铁溶液, 加热至液体呈红褐色停止加热, 不可搅拌。



(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	<p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>

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。

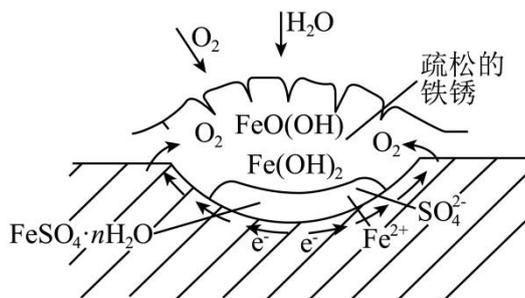
### 五、金属及其重要化合物的制备和性质探究注意的几个问题

- 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. $\text{Al}$  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. $\text{Fe}$  与  $\text{O}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ :  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ;  $\text{Fe}$  与  $\text{Cl}_2$ :  $\text{FeCl}_3$ ;  $\text{Fe}$  与  $\text{S}$ :  $\text{FeS}$ , 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



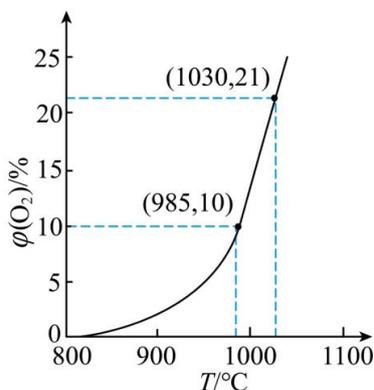
- A. 钢铁的腐蚀中正极电极反应式为  $O_2 + 4e^- + 2H_2O = 4OH^-$
- B. 酸雨地区的钢铁更易被腐蚀
- C.  $Fe(OH)_2$  生成  $FeO(OH)$  反应的化学方程式为  $2Fe(OH)_2 + O_2 = 2FeO(OH) + H_2O$
- D. 硫酸盐加速电子传递, 有一定的催化剂作用

【答案】C

【分析】由图可知钢铁发生吸氧腐蚀。

【解析】A. 钢铁发生吸氧腐蚀时 C 作正极, 氧气在正极得电子, 电极反应式为  $O_2 + 4e^- + 2H_2O = 4OH^-$ , A 正确; B. 酸性溶液可以加速铁的锈蚀, B 正确; C.  $Fe(OH)_2$  不稳定, 易被氧气氧化生成  $FeO(OH)$ , 反应为  $4Fe(OH)_2 + O_2 = 4FeO(OH) + 2H_2O$ , C 错误; D. 已知, 锈层内如果有硫酸盐会加快金属的腐蚀, 硫酸盐能增加导电性, 加速电子传递, 有一定的催化剂作用, D 正确; 故选 C。

2. (2023·广西南宁·南宁三中校联考模拟预测) 在盛有  $CuO/Cu_2O$  载氧体的恒容密闭容器中充入空气, 发生反应:  $2Cu_2O(s) + O_2(g) \rightleftharpoons 4CuO(s) \quad \Delta H$ 。平衡时  $O_2$  的体积分数  $\varphi(O_2)$  随反应温度  $T$  变化的曲线如图所示。下列说法错误的是



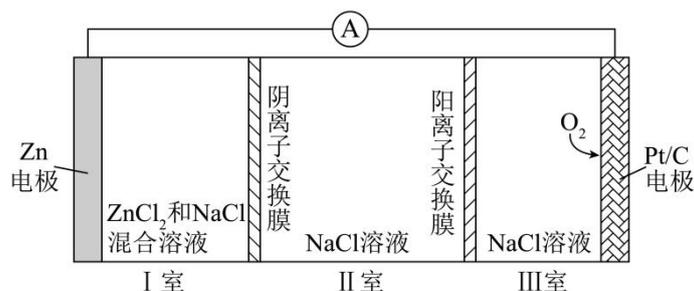
- A. 该反应在低温条件下能自发进行

- B. 当氧气的物质的量浓度不变时，反应达到了平衡状态  
 C. 在 1030℃ 时加入催化剂，平衡时  $\varphi(\text{O}_2) > 21\%$   
 D. 985℃ 达到平衡状态后，充入纯氧，再次达到平衡后， $\varphi(\text{O}_2) = 10\%$

**【答案】C**

**【解析】**A. 升高温度，氧气含量增加，平衡逆向移动，则为放热反应，且反应为熵减的反应，根据  $\Delta H - T\Delta S < 0$  可以自发可知，该反应在低温条件下能自发进行，A 正确；B. 当氧气的物质的量浓度不变时，说明平衡不再移动，反应达到了平衡状态，B 正确；C. 催化剂通常能加快反应但不影响平衡的移动，不改变氧气含量，C 错误；D. 985℃ 达到平衡状态后，充入纯氧不影响平衡常数， $K = c^{-1}(\text{O}_2)$ ，则再次达到平衡后， $\varphi(\text{O}_2) = 10\%$ ，D 正确；故选 C。

3. (2024·广西北海·统考一模) 一种可充电锌—空气电池放电时的工作原理如下图所示。已知：I 室溶液中，锌主要以  $[\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$  的形式存在，并存在电离平衡  $[\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+} \rightleftharpoons [\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_5(\text{OH})]^+ + \text{H}^+$ 。下列说法错误的是



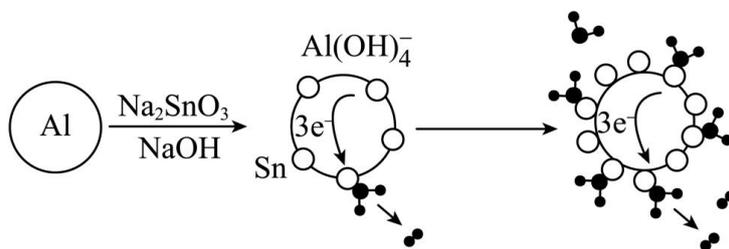
- A. 放电时，I 室溶液中  $[\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_5(\text{OH})]^+$  浓度增大  
 B. 放电时，II 室中的  $\text{Cl}^-$  通过阴离子交换膜进入 I 室  
 C. 充电时，Zn 电极的电极反应为  $[\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+} + 2e^- = \text{Zn} + 6\text{H}_2\text{O}$   
 D. 充电时，每生成  $0.2\text{molO}_2$ ，III 室溶液质量理论上减少 6.4g

**【答案】D**

**【解析】**A. 放电时，该装置为原电池，通入  $\text{O}_2$  的 Pt/C 电极是正极，电极反应式为  $\text{O}_2 + 4e^- + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{OH}^-$ ，Zn 电极为负极，电极反应式为  $\text{Zn} + 6\text{H}_2\text{O} - 2e^- = [\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ ， $[\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$  浓度增大，电离平衡  $[\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+} \rightleftharpoons [\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_5(\text{OH})]^+ + \text{H}^+$  正向移动，导致 I 室溶液中  $[\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_5(\text{OH})]^+$  浓度增大，故 A 正确；B. 放电时，根据原电池“同性相吸”，II 室中的  $\text{Na}^+$  通过阳离子交换膜进入 III 室，II 室中的  $\text{Cl}^-$  通过阴离子交换膜进入 I 室，故 B 正确；C. 充电时，Zn 电极为阴极，其电极反应为  $[\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+} + 2e^- = \text{Zn} + 6\text{H}_2\text{O}$ ，故 C 正确；D. 充电时，Pt/C 电极为阳极，电极反应式为  $4\text{OH}^- - 4e^- = \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ，每生成  $1\text{molO}_2$  转移  $4\text{mol}$  电子，同时有  $4\text{molNa}^+$  通过阳离子交换膜进入 II 室，III 室溶液质量理论上减少  $32\text{g} + 4\text{mol} \times 23\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} = 124\text{g}$ ，故充电时，每生成  $0.2\text{molO}_2$ ，III 室溶液质量理论上减少 24.8g，故 D 错误。综上所述，答案为 D。

4. (2023·内蒙古赤峰·统考一模) 中国科学院金属研究所发现采用  $\text{Na}_2\text{SnO}_3$  和  $\text{NaOH}$  混合促进剂, 可明显提高铝与水反应制氢系统的性能, 制氢机理如图。主要反应为:

$6\text{Al}+3\text{Na}_2\text{SnO}_3+15\text{H}_2\text{O}=3\text{Sn}+6\text{NaAl}(\text{OH})_4+3\text{H}_2\uparrow$ ;  $2\text{Al}+2\text{NaOH}+6\text{H}_2\text{O}=2\text{NaAl}(\text{OH})_4+3\text{H}_2\uparrow$ 。 $\text{Na}_2\text{SnO}_3$  溶液显碱性,  $N_A$  代表阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是



- A.  $1\text{L } 0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{SnO}_3$  溶液中阴离子数目等于  $0.1N_A$   
 B. 上述反应中的氧化产物为  $\text{Sn}$  和  $\text{H}_2$   
 C. 标准状况下, 反应过程中生成  $33.6\text{L H}_2$ , 转移电子数目为  $9N_A$   
 D.  $\text{Al-Sn}$  原电池的形成, 能提高产氢速率, 析氢反应主要发生在  $\text{Sn}$  上

**【答案】D**

**【分析】**  $\text{Al}$  与  $\text{Na}_2\text{SnO}_3$  可以发生反应  $6\text{Al}+3\text{Na}_2\text{SnO}_3+15\text{H}_2\text{O}=3\text{Sn}+6\text{NaAl}(\text{OH})_4+3\text{H}_2\uparrow$  (1), 和  $\text{NaOH}$  也可发生反应  $2\text{Al}+2\text{NaOH}+6\text{H}_2\text{O}=2\text{NaAl}(\text{OH})_4+3\text{H}_2\uparrow$  (2), 图示中  $\text{Al}$  与  $\text{Na}_2\text{SnO}_3$  和  $\text{NaOH}$  反应, 随着反应的进行, 生成的  $\text{Sn}$  和氢气的量也逐渐增多。

**【解析】** A.  $\text{Na}_2\text{SnO}_3$  溶液显碱性, 是强碱弱酸盐,  $\text{SnO}_3^{2-}$  会发生水解导致阴离子个数增多, 大于  $0.1N_A$  个, 故 A 错误; B. 根据分析该过程存在  $6\text{Al}+3\text{Na}_2\text{SnO}_3+15\text{H}_2\text{O}=3\text{Sn}+6\text{NaAl}(\text{OH})_4+3\text{H}_2\uparrow$ , 还原产物为  $\text{Sn}$  和  $\text{H}_2$ , 故 B 错误; C. 在整个过程中生成氢气的反应有两个, 当氢气全部是反应 (1) 生成的,  $33.6\text{L H}_2$  转移的电子数为  $9N_A$ , 当氢气全部是反应 (2) 生成的, 转移的电子数为  $3N_A$ , 两个反应同时发生, 故转移电子数目为介于  $3N_A$  与  $9N_A$  之间, 故 C 错误; D. 形成  $\text{Al-Sn}$  原电池可以加快反应速率,  $\text{Al}$  活泼作负极, 故  $\text{Sn}$  作正极, 析氢反应主要发生在  $\text{Sn}$  上, 故 D 正确, 故选: D。

5. (2023·四川宜宾·统考一模) 向  $\text{FeCl}_3$  溶液中通入  $\text{SO}_2$  气体至饱和, 观察到溶液由棕黄色迅速变为红棕色 [经检验无  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  胶体], 较长时间后变为浅绿色。

已知: ①反应 I:  $\text{Fe}^{3+}+6\text{SO}_2\rightleftharpoons[\text{Fe}(\text{SO}_2)_6]^{3+}$  (红棕色)

反应 II:  $2\text{Fe}^{3+}+\text{SO}_2+2\text{H}_2\text{O}=2\text{Fe}^{2+}+\text{SO}_4^{2-}+4\text{H}^+$

②溶液酸性越强,  $\text{SO}_2$  溶解度越低

下列说法正确的是

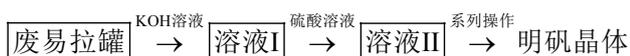
- A. 反应 II 中  $\text{SO}_2$  体现漂白性  
 B. 反应 II 的活化能比反应 I 的活化能高  
 C.  $\text{Fe}^{3+}$  在反应 I、II 中均作氧化剂  
 D. 向红棕色溶液中滴加浓盐酸, 颜色加深

**【答案】B**

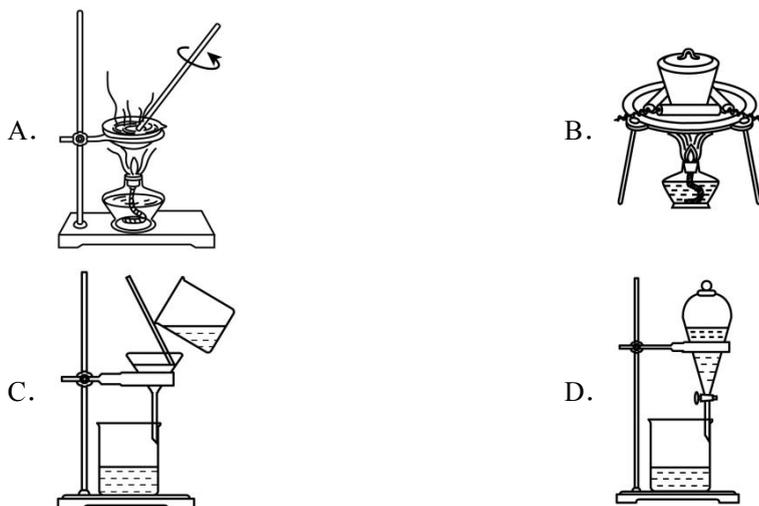
**【解析】**A. 反应 II 中  $\text{SO}_2$  体现还原性，故 A 错误；B. 向  $\text{FeCl}_3$  溶液中通入  $\text{SO}_2$  气体至饱和，观察到溶液由棕黄色迅速变为红棕色，说明反应 II 的化学反应速率小于反应 I 的化学反应速率，则反应 II 的活化能比反应 I 的活化能高，故 B 正确；C.  $\text{Fe}^{3+}$  在反应 II 中作氧化剂，在反应 I 中化合价不变，不作氧化剂，故 C 错误；D. 向红棕色溶液中滴加浓盐酸，溶液酸性增强， $\text{SO}_2$  溶解度降低，反应 I 减弱，反应 II 增强，颜色变浅，故 D 错误；故选 B。

## 考向 02 以金属及其重要化合物为载体考查化学实验知识

1. (2023·湖南长沙·长郡中学校考模拟预测) 学习小组用废弃的铝制易拉罐按如下流程制备明矾，并测定明矾中结晶水的含量。



上述实验中不需要用到的操作是



**【答案】**D

**【解析】**A. 溶液 II 经过蒸发浓缩、冷却结晶、过滤得到明矾晶体，需要用到蒸发皿，故 A 不符合题意；B. 明矾晶体灼烧得到  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ ，则需要用坩埚中加热，故 B 不符合题意；C. 溶液 II 经过蒸发浓缩、冷却结晶、过滤得到明矾晶体，需要用过滤，故 C 不符合题意；D. 该流程中没有分液，故 D 符合题意；综上所述，答案为 D。

2. (2023·湖北·统考一模) 由下列实验操作及现象，不能推出相应结论的是

选项	操作	现象	结论
A	将镁条点燃，迅速伸入集满 $\text{CO}_2$ 的集气瓶中	集气瓶中产生大量白烟，并有黑色颗粒产生	$\text{CO}_2$ 具有氧化性
B	常温下，向 2mL $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $\text{MgSO}_4$ 溶液中加入 2mL $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $\text{NaOH}$ 溶	先产生白色沉淀，后部分白色沉淀变为蓝色	相同温度下 $K_{\text{sp}}$ ： $\text{Cu}(\text{OH})_2 < \text{Mg}(\text{OH})_2$

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/438067010111006114>