

题型上分 3 工艺流程题

1. C



攻略上分

通法攻略 33 带你分区划线抽丝剥茧攻破工艺流程题。



思路导引

由题给流程可知,重晶石矿与焦炭高温焙烧时生成硫化钡、硅和一氧化碳;所得固体加入盐酸浸取,硫化钡与盐酸反应生成氯化钡和硫化氢气体,硅不反应,过滤得到滤渣硅和氯化钡溶液;氯化钡溶液经结晶得到二水合氯化钡晶体。

【解析】“高温焙烧”时,发生反应 $4C + BaSO_4 \xrightarrow{\text{高温}} 4CO \uparrow + BaS$ 、 $SiO_2 + 2C \xrightarrow{\text{高温}} Si + 2CO \uparrow$,均属于氧化还原反应,A 错误;“高温焙烧”要在坩埚中加热,“结晶”用到蒸发皿,B 错误;研磨处理可以增大重晶石矿与焦炭的接触面积,能使重晶石矿充分反应,从而提高原料的利用率,C 正确;若用硫酸,会生成 $BaSO_4$ 沉淀,无法得到 $BaCl_2$,D 错误。

2. C



思路导引

向烧渣(主要成分为 Fe_2O_3 、 FeO ,还有一定量的 SiO_2)中加入稀硫酸“酸溶”后, Fe_2O_3 、 FeO 和稀硫酸反应生成 $Fe_2(SO_4)_3$ 、 $FeSO_4$, SiO_2 不和稀硫酸反应,经“过滤”除去,滤液经过 FeS_2 “还原”,发生反应 $FeS_2 + 14Fe^{3+} + 8H_2O = 15Fe^{2+} + 2SO_4^{2-} + 16H^+$ 和 $2Fe^{3+} + FeS_2 = 2S + 3Fe^{2+}$,少量的 FeS_2 和 S 经“过滤”除去,滤液主要为 $FeSO_4$ 溶液,加入 $(NH_4)_2CO_3$ 沉铁,“过滤”后得到 $FeCO_3$ 。

【解析】浓硫酸会和 FeO 发生氧化还原反应生成 $Fe_2(SO_4)_3$ 、二氧化硫,污染环境,且会增加 FeS_2 的消耗,故不能将稀硫酸换成浓硫酸,A 错误;过滤时不需要胶头滴管,B 错误;由流程图可知“还原”时还会产生 S,所以“还原”时反应 II 的离子方程式为 $2Fe^{3+} + FeS_2 = 2S + 3Fe^{2+}$,C 正确; Fe^{2+} 具有还原性,易被 O_2 氧化, $FeCO_3$ 不能长时间暴露在空气中,D 错误。

3. D



思路导引

含 $NaVO_3$ 和 $Na[Al(OH)_4]$ 的废液中加入盐酸,生成 $Al(OH)_3$ 沉淀,过滤除去,向滤液中加入 $(NH_4)_2SO_4$ “沉钒”后“热解”,生成 NH_3 、 H_2O 和 V_2O_5 ,在 V_2O_5 中加入硅铁合金、生石灰发生“热还原”,生成高纯度钒,据此解答本题。

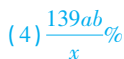
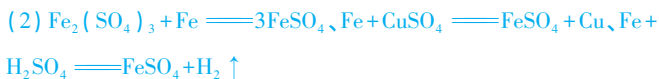
【解析】由思路导引可知,滤渣的成分为 $Al(OH)_3$,气体 X 是 NH_3 、 H_2O ,A 错误;“沉钒”时 pH 越大,越容易发生副反应 $NH_4^+ + OH^- = NH_3 \cdot H_2O$,导致 $c(NH_4^+)$ 降低,沉钒率降低,B 错误;“热解”过程固体分解,使用的仪器是三脚架、酒精灯、坩埚、泥三

角, **C 错误**; V_2O_5 中加入硅铁合金、生石灰, 其中的 Si 参与热还原反应, 生成高纯度钒和硅酸钙, 反应的化学方程式为 $5Si + 2V_2O_5 + 5CaO \xrightarrow{\text{高温}} 4V + 5CaSiO_3$, **D 正确**。

4. B

思路导引 向粗铜精炼的阳极泥(主要含有 Cu_2Te) 中通入氧气焙烧, 可生成 TeO_2 和 CuO , 加入氢氧化钠溶液碱浸, 滤渣为 CuO , 滤液中含有 TeO_3^{2-} , 加入双氧水, Te 被氧化为 +6 价, 再加入硫酸酸化生成碲酸, 加入亚硫酸钠还原得到粗碲, 以此解答该题。

【解析】 Ag、Au 都不与盐酸反应, 故不能用稀盐酸分离两种金属, **A 错误**; 结合已知信息, TeO_2 微溶于水, 易溶于强酸和强碱, TeO_2 是两性氧化物, “碱浸”时反应的离子方程式为 $TeO_2 + 2OH^- \rightleftharpoons TeO_3^{2-} + H_2O$, **B 正确**; “氧化”时氧化剂为 H_2O_2 , 温度过高, H_2O_2 会分解, 氧化效果会减弱, **C 错误**; “还原”时发生反应: $3SO_3^{2-} + H_2TeO_4 \rightleftharpoons Te \downarrow + H_2O + 3SO_4^{2-}$, 氧化剂为 H_2TeO_4 , 还原剂为 SO_3^{2-} , 氧化剂与还原剂物质的量之比为 1:3, **D 错误**。



(5) ① $Fe^{2+} + HCO_3^- + NH_3 \cdot H_2O \rightleftharpoons FeCO_3 \downarrow + NH_4^+ + H_2O$ ② 用 pH 计测定, 控制 pH 小于 6.5 过滤 取最后一次洗涤液, 加入稀盐酸酸化的 $BaCl_2$ 溶液, 无白色沉淀生成

思路导引 硫铁矿焙烧得到 Fe_2O_3 、 CuO 、 SiO_2 , 同时生成 SO_2 , 用 20% 硫酸酸溶, Fe_2O_3 、 CuO 与硫酸反应, 形成 Fe^{3+} 、 Cu^{2+} , 而二氧化硅杂质不反应, 过滤分离, 滤渣为二氧化硅, 滤液中含有硫酸铁、硫酸铜及未反应的硫酸, 根据流程最终得到的产品可知, 需加入试剂 X(Fe) 将硫酸铁还原为硫酸亚铁, 把硫酸铜还原为单质铜, 通过过滤、蒸发浓缩、冷却结晶等操作得到 $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, 也可以通过除杂、沉铁等将硫酸亚铁转化为碳酸亚铁沉淀, 再进行热分解得到 $\alpha-Fe_2O_3$, 以此解答该题。

【解析】 (1) 焙烧后得到的固体主要成分为 Fe_2O_3 , 化学方程式为 $4FeS_2 + 11O_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2Fe_2O_3 + 8SO_2$ 。

(2) 加入试剂 X(Fe) 将硫酸铁还原为硫酸亚铁, 把硫酸铜还原为单质铜, 另外与硫酸反应生成硫酸亚铁, 化学方程式为 $Fe_2(SO_4)_3 + Fe \rightleftharpoons 3FeSO_4$ 、 $Fe + CuSO_4 \rightleftharpoons FeSO_4 + Cu$ 、 $Fe + H_2SO_4 \rightleftharpoons FeSO_4 + H_2 \uparrow$ 。

(3) 用少量氨水吸收二氧化硫的化学方程式为 $NH_3 \cdot H_2O + SO_2 \rightleftharpoons NH_4HSO_3$ 。

(4) 根据已知信息可得酸性条件下硫酸亚铁与高锰酸钾反应的离子方程式为 $\text{MnO}_4^- + 5\text{Fe}^{2+} + 8\text{H}^+ = \text{Mn}^{2+} + 5\text{Fe}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$, 消耗 MnO_4^- 的物质的量为 $ab \times 10^{-3} \text{ mol}$, 则 Fe^{2+} 的物质的量为 $5ab \times 10^{-3} \text{ mol}$, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 的纯度为 $\frac{5ab \times 10^{-3} \text{ mol} \times 278 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{x \text{ g}} \times 100\% = \frac{139ab}{x}\%$ 。

(5) ① FeSO_4 溶液与氨水- NH_4HCO_3 混合溶液反应生成 FeCO_3 沉淀和硫酸铵, 反应的离子方程式为 $\text{Fe}^{2+} + \text{HCO}_3^- + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{FeCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O}$ 。

② 边搅拌边缓慢向 FeSO_4 溶液中滴加氨水- NH_4HCO_3 混合溶液, 若 $\text{pH} \geq 6.5$, 则会生成 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 沉淀, 故需要控制 $\text{pH} < 6.5$; 静置后过滤, 所得沉淀用蒸馏水洗涤 2~3 次; 因 FeCO_3 表面可能会附着有 SO_4^{2-} , 需将盐酸酸化的 BaCl_2 溶液滴入洗涤液, 无白色沉淀, 说明 FeCO_3 表面无附着的 SO_4^{2-} , 即 FeCO_3 已洗涤干净。

6. (1) 搅拌、适当增大硫酸浓度、适当升温等 (任写两条)

(2) SiO_2

(3) $6\text{H}^+ + \text{ClO}_3^- + 6\text{Fe}^{2+} = \text{Cl}^- + 6\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$

(4) 不能 如果换成足量盐酸, Al^{3+} 不会沉淀且引入新杂质 Cl^-

(5) $2\text{Li}_2\text{CO}_3 + \text{C} + 4\text{FePO}_4 \xrightarrow{\text{高温}} 4\text{LiFePO}_4 + 3\text{CO}_2 \uparrow$ 12

(6) 14%



思路导引

粉煤灰用稀硫酸“酸浸”, Al_2O_3 、 Li_2O 、 Fe_2O_3 、 Fe_3O_4 与硫酸反应生成硫酸铝、硫酸锂、硫酸铁、硫酸亚铁, SiO_2 不溶于硫酸, 滤渣是 SiO_2 ; 在滤液中加入氧化剂, 将亚铁离子氧化为铁离子; 加入氢氧化钠使得铁离子生成氢氧化铁沉淀, Al^{3+} 转化为 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$, 通入足量的二氧化碳使 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ 转化为氢氧化铝沉淀, 过滤后, 向滤液中加入碳酸铵生成碳酸锂沉淀, 过滤、洗涤、干燥, 可得固体碳酸锂。

【解析】(1) 根据影响反应速率的因素知, 可通过粉碎粉煤灰以增大反应物接触面积、适当增大硫酸浓度、适当提高温度、搅拌等方法提高“酸浸”的速率。

(2) SiO_2 是酸性氧化物, 不与硫酸反应, 其余物质都会与硫酸反应进入溶液, 则滤渣的主要成分是 SiO_2 。

(3) 滤液中有 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 、 Li^+ 等金属离子, 酸性条件下 ClO_3^- 能氧化 Fe^{2+} , 氯元素化合价由 +5 变为 -1、铁元素化合价由 +2 变为 +3, 结合得失电子守恒、原子守恒和电荷守恒, 反应的离子方程式为 $6\text{H}^+ + \text{ClO}_3^- + 6\text{Fe}^{2+} = \text{Cl}^- + 6\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

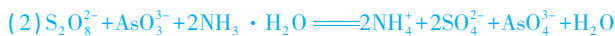
(4) “沉铝”时不能将足量 CO_2 换成足量盐酸, 因为如果换成足量盐酸, Al^{3+} 不会沉淀, 且会引入新杂质离子 Cl^- 。

(5) Li_2CO_3 与适量炭粉、 FePO_4 在高温下可得到磷酸亚铁锂

(LiFePO_4), 反应中碳元素化合价由 0 变为 +4、铁元素化合价由 +3 变为 +2, 由得失电子守恒知, 化学方程式为 $2\text{Li}_2\text{CO}_3 + \text{C} + 4\text{FePO}_4 \xrightarrow{\text{高温}} 4\text{LiFePO}_4 + 3\text{CO}_2 \uparrow$, 生成 4 mol LiFePO_4 时消耗 1 mol 还原剂 C, 则消耗还原剂 C 的质量为 $1 \text{ mol} \times 12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 12 \text{ g}$ 。

(6) 该粉煤灰含 Li_2O 的质量分数为 30%, 其他不含锂元素的杂质的质量分数为 70%, 则这种粉煤灰中锂元素的质量分数为

$$\frac{7 \times 2}{7 \times 2 + 16} \times 30\% = 14\%$$



思路导引

锌焙砂(主要成分为 ZnO , 含有少量 CuO 、 As_2O_3 、 NiO 等)中加入 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 溶液和氨水, 得到的浸出液中含有 $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 、 AsO_3^{3-} 、 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 等, 再依次加入 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 溶液、 CaO 、 FeSO_4 , 将 AsO_3^{3-} 氧化为 AsO_4^{3-} , 过滤得到 FeAsO_4 、 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$; 滤液中加入 BaS 溶液除去重金属, 过滤得滤渣 II, 滤液中加入 Zn 粉深度除重金属得到含 Ni 、 Zn 的滤渣 III, 滤液蒸氨后向其中加入 NH_4HCO_3 溶液和通入 CO_2 将 $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 转化为 ZnCO_3 沉淀, 烘干后煅烧, 得到 ZnO , 以此解答。

【解析】(1) 通过“浸出”步骤, 锌焙砂中的 ZnO 转化为 $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, 该反应的离子方程式为 $\text{ZnO} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + 2\text{NH}_4^+ \rightleftharpoons [\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

(2) “浸出”时 As_2O_3 转化为 AsO_3^{3-} , 由分析可知, AsO_3^{3-} 和 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 发生氧化还原反应生成 AsO_4^{3-} 和 SO_4^{2-} , 根据得失电子守恒和电荷守恒可得离子方程式为 $2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{AsO}_3^{3-} + \text{S}_2\text{O}_8^{2-} \rightleftharpoons \text{AsO}_4^{3-} + 2\text{SO}_4^{2-} + 2\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O}$ 。

(3) “除砷”后溶液中还存在 SO_4^{2-} 、 Cu^{2+} 、 Ni^{2+} 、 Zn^{2+} 等, 其中 Ni^{2+} 在“深度除重金属”中除去, 则“除重金属”时, 加入 BaS 溶液可以将 Cu^{2+} 与 SO_4^{2-} 除去, 滤渣 II 中含有的主要物质是 CuS 和 BaSO_4 。

(4) “沉锌”步骤①中加入足量 NH_4HCO_3 溶液将白色固体 $\text{ZnSO}_4 \cdot \text{Zn}(\text{OH})_2$ 转化为 ZnCO_3 , 反应的离子方程式为 $\text{ZnSO}_4 \cdot \text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons 2\text{ZnCO}_3 + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

(5) 由图丙可知, c、d 项条件下, ZnO 比表面积 $< 40 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$, 由图乙可知, a 项条件下, ZnCO_3 失重质量分数 $< 33\%$, 则应该选择恒温 300°C , $240 \sim 300 \text{ min}$, 故选 b。