

模块二 元素及其化合物

第三章 金属及其化合物

第1节 钠及其化合物

刷基础

1. D 考查点 ▶ 钠与水反应原理、过氧化钠与水的反应、碳酸钠与碳酸氢钠性质的比较

【解析】 Na_2O_2 与水、 CO_2 反应的化学方程式分别为 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$ 、 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$ ，由化学方程式可知，生成相同质量的 O_2 时，消耗水和二氧化碳的物

关键点

质的量相同，A 正确；根据碳原子守恒可知，等物质的量的 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 两种固体分别与足量盐酸反应，产生的二氧化碳质量相同，B 正确；将金属钠投入 CuSO_4 溶液中，钠与水反应产生氢氧化钠，氢氧根离子与铜离子结合生成蓝色沉淀，C 正确；因为只含钠和氧两种元素，故只能为金属钠和钠的氧化物，又因投入水中产生两种气体，故一定有钠和过氧化钠，还可能含有氧化钠，D 错误。

2. D 考查点 ▶ 钠及其化合物的性质

【解析】常温下，Na 和 O_2 反应生成 Na_2O ，加热条件下，Na 和 O_2 反应生成 Na_2O_2 ，A 错误；NaOH 溶液和过量 CO_2 反应生成 NaHCO_3 ，NaOH 溶液和少量 CO_2 反应生成 Na_2CO_3 ，B 错误；在溶液中， Na_2CO_3 和少量 HCl 溶液反应生成 NaHCO_3 和 NaCl， Na_2CO_3 和过量 HCl 溶液反应生成 NaCl、 H_2O 和 CO_2 ，C 错误；Fe 和 Cl_2 反应生成 FeCl_3 ，生成物不随反应条件或反应物用量的变化而变化，D 正确。

3. D 考查点 ▶ Na_2O_2 的性质、化学实验

【解析】装置甲为 CO_2 的发生装置，生成的 CO_2 中含有挥发出的 HCl，装置乙的作用是除去 HCl，装置乙中的试剂为饱和碳酸氢钠溶液，A 正确；装置丙中发生反应 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$ 、 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$ ，淡黄色固体 Na_2O_2 变为白色固体 Na_2CO_3 、NaOH，B 正确；装置丁的作用是吸收未反应的 CO_2 ，C 正确；根据 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$ 可知， O_2 中的 O 元素来自 Na_2O_2 ，若用 $\text{CaC}^{18}\text{O}_3$ 进行实验，不可能收集到 $^{18}\text{O}_2$ ，D 错误。

4. D 考查点 ▶ 过氧化钠与水的反应、物质性质的探究

【解析】过氧化钠与水反应生成氢氧化钠和氧气，氢氧化钠是强碱，能使酚酞溶液变成红色，A、B 正确；过氧化钠与水反应生成了过氧化氢，过氧化氢具有强氧化性，能够氧化酚酞，从而使溶液褪色，C 正确；生成的过氧化氢在二氧化锰作催化剂时发生了

关键点

分解，因此放出大量气泡，D 错误。

5. B 考查点 ▶ 纯碱的生产、蒸发与结晶、常用仪器及使用方法

【解析】步骤 1 为精盐溶于水得到饱和食盐水，溶解时需要使用玻璃棒搅拌，加快氯化钠的溶解，A 正确；步骤 2 的操作为向饱和食盐水中先通入极易溶于水的氨气使溶液呈碱性，再通入二氧

关键点

化碳，B 错误；步骤 3 发生的反应为碳酸氢钠受热分解得到纯碱和可以循环使用的二氧化碳，C 正确；步骤 4 为母液 1 经蒸发浓缩、冷却结晶、过滤得到母液 2 和氯化铵，D 正确。

6. B 突破点 ▶ 碳酸钠、碳酸氢钠混合物的有关计算

【解析】碳酸钠受热不分解， NaHCO_3 受热分解生成碳酸钠、二氧化碳和水，固体质量减少是因为碳酸氢钠分解，取 $a \text{ g}$ 混合物充

分加热,质量减少 $b\text{ g}$,根据固体减少的质量可计算出 NaHCO_3 的质量,再计算 Na_2CO_3 质量分数,A 不选;碳酸钠和氢氧化钠溶液不反应,氢氧化钠和碳酸氢钠溶液反应生成碳酸钠和水,取 $a\text{ g}$ 混合物与足量 NaOH 溶液充分反应,得到 $b\text{ g}$ 溶液,不能计算碳酸钠、碳酸氢钠的质量,B 选;碳酸钠与盐酸反应生成氯化钠、二氧化碳和水,碳酸氢钠与盐酸反应生成氯化钠、二氧化碳和水,则混合物与足量稀盐酸充分反应,加热、蒸干,得到的固体为氯化钠,设混合物中碳酸氢钠物质的量为 $x\text{ mol}$ 、碳酸钠物质的量为 $y\text{ mol}$,由题意可建立方程: $84x+106y=a$, $58.5x+58.5\times 2y=b$,联立方程可得碳酸钠的物质的量,由此可计算混合物中碳酸钠的质量分数,C 不选;碳酸钠与硫酸反应生成硫酸钠、二氧化碳和水,碳酸氢钠与硫酸反应生成硫酸钠、二氧化碳和水,取 $a\text{ g}$ 混合物与足量稀硫酸充分反应,逸出气体经干燥后用碱石灰吸收,质量增加 $b\text{ g}$,则反应生成二氧化碳的质量为 $b\text{ g}$,设混合物中碳酸氢钠物质的量为 $x\text{ mol}$ 、碳酸钠物质的量为 $y\text{ mol}$,由题意可建立方程: $84x+106y=a$, $44x+44y=b$,联立方程可得碳酸钠的物质的量,由此可计算混合物中碳酸钠的质量分数,D 不选。

刷提分

1. D 突破点 ▶ 钠的“价—类”二维图、氧化还原反应的规律、过氧化钠、盐类水解规律理解及应用

【解析】由价态及物质类别可知 a 为 NaH 、b 为 Na 、c 为 Na_2O 或 Na_2O_2 、d 为 NaOH 、e 为钠盐。a 为 NaH ,其中 H 为 -1 价,b 为 Na ,均易失电子,表现强还原性,常用作还原剂,A 正确; Na 在空气中燃烧的产物为 Na_2O_2 ,阴、阳离子数目之比为 $1:2$,B 正确;

易错点

b 为 Na 、c 为 Na_2O 或 Na_2O_2 ,均能与水反应生成 NaOH (d),C 正确;e 为钠盐,可能为强酸强碱盐(如 NaCl),也可能为酸式盐(如 NaHSO_4),其水溶液不一定呈碱性,也可能呈中性或酸性,D 错误。

2. B 考查点 ▶ 物质的转化

【解析】向 $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ 溶液中滴加盐酸至过量,先生成白色沉淀,反应为 $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]+\text{HCl}=\text{NaCl}+\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow+\text{H}_2\text{O}$,后沉淀溶解变为无色溶液,反应为 $\text{Al}(\text{OH})_3+3\text{HCl}=\text{AlCl}_3+3\text{H}_2\text{O}$,A 不符合题意;过氧化钠具有强氧化性,且和水反应生成氢氧化钠,氢氧化钠溶液显碱性,使得溶液变红,过氧化钠的强氧化性使得溶液褪色(生成 H_2O_2 使溶液褪色),与量无关,不遵循量变引起质变的规律,B 符合题意;向 CuSO_4 溶液中通入少量 NH_3 至过量,先生成 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 沉淀: $\text{CuSO}_4+2\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}=\text{Cu}(\text{OH})_2\downarrow+(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$,后沉淀溶解生成 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, $\text{Cu}(\text{OH})_2+4\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}=[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2+4\text{H}_2\text{O}$,溶液变成蓝色,遵循量变引起质变,C 不符合题意;向 Na_2CO_3 溶液中滴加 NaHSO_4 溶液至过量,开始时发生反应 $\text{CO}_3^{2-}+\text{H}^+=\text{HCO}_3^-$,无明显现象,氢离子过量时发生反应 $\text{HCO}_3^-+\text{H}^+=\text{CO}_2\uparrow+\text{H}_2\text{O}$,产生气泡,遵循量变引起质变,D 不符合题意。

3. D 突破点 ▶ 钠与水、酸反应原理的实验探究

【解析】实验 I 中,金属钠与水反应: $2\text{Na}+2\text{H}_2\text{O}=2\text{Na}^++2\text{OH}^-+\text{H}_2\uparrow$,A 错误;浓盐酸中水的含量仍较高,溶质氯化氢完全电离,在浓盐酸中 Na 的反应不如 II 中剧烈,可能是溶液中氯

关键点

离子或生成的氯化钠对反应产生了影响,反应剧烈程度减弱,B 错误;浓盐酸易挥发,且浓度越大越易挥发,温度越高越易挥发,实验 III 中盐酸浓度比 II 中大,故实验 III 中的白雾比 II 中多,不能说明 III 中反应放热比 II 中更多,C 错误;反应 III 中盐酸浓度较高,反应一段时间后烧杯底部有白色固体生成,该白色固体为 NaCl ,

D 正确。

4. C 突破点 ▶ 过氧化钠的性质

思路分析

1. 56 g (即 0.02 mol) Na_2O_2 加入 40 mL 水中, 充分反应得溶液 A (液体体积无明显变化), 完全反应生成氢氧化钠, 则氢氧化钠溶液的浓度为 $\frac{0.02 \text{ mol} \times 2}{0.04 \text{ L}} = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 结合实验现象分析判断。

【解析】向过氧化钠与水反应得到的溶液 A 中加入二氧化锰, 有气体放出, 该气体能使带火星木条复燃, 说明是氧气, 是过氧化氢在二氧化锰催化作用下发生了分解, 说明 Na_2O_2 与水反应有 H_2O_2 生成, A 正确; ②步骤 i 中 H_2O_2 完全反应后, 溶液溶质为 NaOH , 步骤 ii 中得到的氢氧化钠溶液浓度为 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 与③步骤 i 中氢氧化钠溶液的浓度相等, 因此滴加酚酞后现象都是溶液变红色, 10 min 后溶液褪色, ③步骤 ii 中滴加几滴盐酸后, 氢氧化钠浓度减小, 溶液变成红色, 由④可知, 向 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的氢氧化钠溶液中滴加酚酞, 溶液变红色, 2 h 后无明显变化, 说明 $c(\text{OH}^-)$ 较大时, 一段时间后红色会褪去, $c(\text{OH}^-)$ 较小时, 不易褪色, 说明②中溶液红色褪去是因为 $c(\text{OH}^-)$ 大, B 正确; 根据 B 项的分析可知, 向 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的氢氧化钠溶液中滴加酚酞, 溶液变红色, 溶液褪色需要 10 min, 而①中溶液变红色, 20 s 后就褪色, 说明①中溶液红色褪去的主要原因不是 $c(\text{OH}^-)$ 大, 而是过氧化氢对酚酞的破坏作用, C 错误; ①中过氧化氢已经将酚酞结构破坏, 该反应不可逆, 因此向褪色后的溶液中再滴加 5 滴 $6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸, 溶液不能变成红色, D 正确。

5. (1) $2\text{Na}_2\text{CO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{一定条件}} 2\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}_2 \downarrow$
 (2) 降低 $2\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}_2$ 的溶解度, 便于晶体析出
 (3) 取少量最后一次洗涤液于试管中, 加入稀硝酸酸化, 再加入硝酸银溶液, 若溶液不变浑浊, 则沉淀已洗净
 (4) $\text{NaBO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{NaBO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$

突破点 ▶ 工艺流程中的钠的化合物

【解析】饱和食盐水中通入 NH_3 和 CO_2 , 发生反应 $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3 + \text{CO}_2 = \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$, 过滤得到 NaHCO_3 固体, 将其高温煅烧, 发生分解反应 $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, 将得到的 Na_2CO_3 溶解, 加入 H_2O_2 、 NaCl 和稳定剂发生“反应 II”, 得到产品 $2\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}_2$ 。

(1) Na_2CO_3 溶液中加入 H_2O_2 、 NaCl 和稳定剂发生“反应 II”, 得到产品 $2\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}_2$, 化学方程式为 $2\text{Na}_2\text{CO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{一定条件}} 2\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}_2 \downarrow$ 。

(2) 加入 NaCl 的作用是降低 $2\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}_2$ 的溶解度, 便于晶体析出。

(3) 过碳酸钠粗品表面易附着 Cl^- , 故证明沉淀洗涤干净可检验

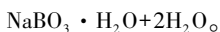
关键点

最后一次洗涤液中无 Cl^- , 操作为取少量最后一次洗涤液于试管中, 加入稀硝酸酸化, 再加入硝酸银溶液, 若溶液不变浑浊, 则沉淀已洗净。

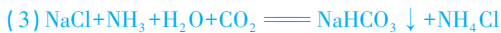
(4) $30.8 \text{ g NaBO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 的物质的量为 $\frac{30.8 \text{ g}}{154 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.2 \text{ mol}$,

T_2 °C 时, 失去的结晶水质量为 $30.8 \text{ g} - 27.2 \text{ g} = 3.6 \text{ g}$, 物质的量为 0.2 mol , 所得晶体为 $\text{NaBO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, $T_2 \sim T_3$ °C 失去的结晶水质量为 $27.2 \text{ g} - 20 \text{ g} = 7.2 \text{ g}$, 物质的量为 0.4 mol , 剩余的晶体为 $\text{NaBO}_3 \cdot$

H_2O , 所以 $T_2 \sim T_3$ °C 所对应的化学方程式为 $\text{NaBO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta}$



(2) 饱和碳酸氢钠



(4) D

(5) 洗涤油污、制玻璃等(合理即可)

突破点 ▶ 纯碱的制备及用途

题图解读

装置 I 用碳酸钙和稀盐酸反应制备二氧化碳, 装置 II 用饱和碳酸氢钠溶液除二氧化碳中的氯化氢, 装置 III 中二氧化碳和溶有足量 NH_3 的饱和食盐水反应生成碳酸氢钠沉淀和氯化铵, 经过滤、洗涤、干燥后, 将固体置于坩埚中灼烧生成碳酸钠。

【解析】(1) 装置 I 中碳酸钙和盐酸反应生成氯化钙、二氧化碳和水, 反应的离子方程式为 $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ 。

(2) 装置 II 的作用是除二氧化碳中的氯化氢, 洗气瓶中盛有饱和碳酸氢钠溶液。

(3) 反应一段时间, 装置 III 中氯化钠、氨、二氧化碳和水反应生成碳酸氢钠沉淀和氯化铵, 碳酸氢钠的溶解度低于氯化钠, 因此试

关键点

管内有固体析出, 总反应的化学方程式为 $\text{NaCl} + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$ 。

(4) 灼烧固体物质用坩埚, 反应结束后, 过滤出试管内固体, 对固

易错点

体进行洗涤、干燥后, 将固体置于坩埚中, 在 $300\text{ }^\circ\text{C}$ 下加热可制得纯碱, 选 D。

(5) 纯碱在生产生活中的用途是洗涤油污、制玻璃等。

7. C **创新点** ▶ 情境创新: 采用 NH_4HCO_3 溶液与 NaCl 溶液反应制备纯碱

思路分析

制备 Na_2CO_3 的工艺流程中, 先将 NaCl 加水溶解, 制成溶液后加入 NH_4HCO_3 溶液, 水浴加热, 根据不同温度条件下各物质的溶解度, 为了得到 NaHCO_3 晶体, 控制温度在 $30\sim 35\text{ }^\circ\text{C}$ 发生反应, 静置抽滤后, 最终得到含 NH_4Cl 的滤液和晶体 NaHCO_3 , 再将 NaHCO_3 加热烘干, 利用 NaHCO_3 受热易分解的性质, 加热分解 NaHCO_3 制备 Na_2CO_3 , 发生反应 $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。第一次滴定发生的反应是 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{NaHCO}_3 + \text{NaCl}$, 滴定终点溶液呈碱性, 因此使用的指示剂是酚酞; 第二次滴定时发生的反应是 $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$, 滴定终点溶液呈弱酸性, 因此使用的指示剂可以是甲基橙, 据此作答。

【解析】使用氯化钠饱和溶液, 能够最大程度地提高氯化钠的浓度, 促进 NaHCO_3 沉淀析出, A 正确; 由题中所给信息可知, $40\text{ }^\circ\text{C}$ 时, NH_4HCO_3 会发生分解, 若是低于 $30\text{ }^\circ\text{C}$, 温度越低, 则反应速率越慢, 且 NH_4HCO_3 溶解度也随之降低, 可能部分析出, 因此目的之一是增大 NH_4HCO_3 的溶解度, 更有利于 NaHCO_3 的析出, B 正确; 根据思路分析可知, 第二阶段滴定时使用的指示剂为甲基橙, 终点前溶液的溶质为碳酸氢钠和氯化钠, 滴定达到终点后溶液的溶质为氯化钠和碳酸(溶解的 CO_2), 所

关键点

以溶液的颜色变化为滴入最后半滴标准液, 溶液由黄色变橙色, 且半分钟内不褪色, C 错误; 第一次滴定发生的反应是 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{NaHCO}_3 + \text{NaCl}$, 则 $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n(\text{HCl}) = c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times$

V_1 L, 则产品 Na_2CO_3 纯度 = $\frac{c \times M(\text{Na}_2\text{CO}_3) \times V_1}{m} \times 100\%$, D 正确。

第2节 铁及其化合物

刷基础

1. B 考点 ▶ Fe 与 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 反应, Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 的检验

【解析】Fe 与水蒸气在高温条件下反应生成四氧化三铁和氢气, 化学方程式为 $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$, 故 A 错误; 肥皂液中产生气泡, 只能说明有气体, 不能说明该气体是氢气, 故 B 正确; 若滴加铁氰化钾溶液后出现蓝色沉淀, 说明含有亚铁离子, 但不能确定亚铁离子来自铁粉还是 Fe_3O_4 , 故 C 错误; 若滴加 KSCN 溶液后变红色, 说明含铁离子, Fe_3O_4 溶于稀硝酸也能生成铁离子, 故 D 错误。

2. A 考点 ▶ 胶体的制备、铁与氧气的反应、铁的氧化物的化学性质

【解析】由试管温度降低, 可知 NaHCO_3 溶解时吸热, A 正确; 铁在氧气中燃烧可得到黑色的四氧化三铁, B 错误; FeCl_3 溶液与 NaOH 溶液反应生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀, 得不到 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体, C 错误; 氧化亚铁不稳定, 在空气中加热迅速被氧化成四氧化三铁, D 错误。

3. B 考点 ▶ 铁及其化合物的性质和转化

【解析】根据铁元素的“价—类”二维图可知, $x=3$ 、 $y=6$, a 是 Fe、b 是 FeO 、c 是 Fe_2O_3 、d 是 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、e 是 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 、f 是亚铁盐、g 是铁盐、h 是高铁酸盐。铁在高温条件下与水蒸气反应生成 Fe_3O_4 , A 错误; h 为高铁酸盐, Fe 元素为 +6 价, 具有强氧化性, 可杀菌、消毒, 可被还原成 Fe^{3+} , Fe^{3+} 水解形成的氢氧化铁胶体可吸附水中杂质, 作净水剂, B 正确; Fe^{2+} 与 OH^- 反应产生的白色沉淀 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 会迅速变为灰绿色沉淀, 最终变为红褐色沉淀, C 错误; a 是 Fe, Fe 与氯气反应得到 FeCl_3 , 不能得到亚铁盐, 且图中

f、g 也不一定是氯化物, D 错误。

易错警示 铁及其化合物常见的易错点

- ① Fe 与 Cl_2 反应只能生成 FeCl_3 , 与 I_2 反应只能生成 FeI_2 , 与反应物的用量无关。
- ② Fe 与水蒸气在高温下反应生成 H_2 和 Fe_3O_4 , 而不是 Fe_2O_3 。
- ③ 过量的 Fe 与硝酸作用, 或在 Fe 和 Fe_2O_3 的混合物 (Fe 过量) 中加入盐酸, 均生成 Fe^{2+} 。要注意产生的 Fe^{3+} 还可以氧化单质 Fe 这一隐含反应: $\text{Fe} + 2\text{Fe}^{3+} = 3\text{Fe}^{2+}$ 。
- ④ NO_3^- 与 Fe^{2+} 在酸性条件下不能共存。
- ⑤ Fe_2O_3 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 与氢碘酸反应, 涉及 Fe^{3+} 与 I^- 的氧化还原反应, 产物为 Fe^{2+} 、 I_2 和 H_2O 。
- ⑥ FeCl_3 溶液加热浓缩时, 因 Fe^{3+} 水解和 HCl 的挥发, 得到的固体为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$, 灼烧后得到红棕色固体 Fe_2O_3 ; 而 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液蒸干时, 因硫酸是难挥发的酸, 将得不到 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 固体, 最后得到的固体仍为 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 。
- ⑦ 注意亚铁盐及 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 易被空气中的氧气氧化成三价铁。如某溶液中加入碱溶液, 最终得到红褐色沉淀, 并不能断定该溶液中一定含有 Fe^{3+} , 也可能含有 Fe^{2+} 。

4. C 考点 ▶ 化学与生活

【解析】亚铁离子易被氧化成铁离子, 铁离子水解生成的氢氧化铁胶体具有吸附性, 能处理污水, A 正确; Fe 与 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 高温下会反应, 所以要用干燥的模具盛装熔融钢水, B 正确; 用 FeCl_3 溶液

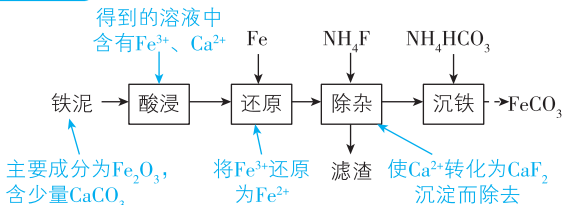
刻蚀铜质电路板,是因为发生反应 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$, C 错误; 钢铁在潮湿空气中可发生电化学腐蚀, 所以用防锈漆涂刷钢铁护栏, 使之与空气隔绝, D 正确。

5. B 考查点 ▶ 溶液的配制、物质制备实验

【解析】 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 易被氧化成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$, 故要想较长时间观察到 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 沉淀, 必须严格除氧, 一方面配制溶液的蒸馏水要煮沸, 另一方面要用有机溶剂液封, A 正确; $2.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{FeSO}_4$ 溶液配制 100 mL $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{FeSO}_4$ 溶液一定需要的玻璃仪器有 100 mL 容量瓶、烧杯、玻璃棒、胶头滴管和量筒, 不需要漏斗, B 错误; 由于反应过程中生成气体, 故钠会在两液体界面上下跳动, 水层会出现白色沉淀, C 正确; 所用有机溶剂必须难溶于水、不与钠反应、密度比钠小, 如苯等, D 正确。

6. B 考查点 ▶ 有关铁及其化合物转化的流程, 物质分离、提纯综合应用

题图解读



【解析】“还原”过程主要是将 Fe^{3+} 还原为 Fe^{2+} , A 正确; FeCO_3 中铁元素为 +2 价, 有还原性, 在空气中煅烧后, 无法获得 FeO , B 错误; “除杂”后得到滤渣和滤液, 操作为过滤, C 正确; NH_4F 主要用来除去 Ca^{2+} , 因此滤渣为 CaF_2 , D 正确。

刷提分

1. B 考查点 ▶ Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 的检验方法

【解析】向硫酸铁溶液中通入少量 SO_2 气体, 若发生氧化还原反应, 则生成的溶液中必然含有 Fe^{2+} , 可通过检验 Fe^{2+} 来验证发生了氧化还原反应。向硫酸铁溶液中通入少量 SO_2 气体, 若反应后

关键点

有 Fe^{3+} 剩余, 则先加入 KSCN 溶液, 溶液会变红色, 再加入氯水, 溶液仍然为红色, 不能证明 Fe^{2+} 的存在, A 错误; 含 Fe^{2+} 的溶液与 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液反应生成具有特征蓝色的 $\text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 沉淀, 能证明 SO_2 与硫酸铁发生氧化还原反应, B 正确; 加入 NaOH 溶液, 若有 Fe^{3+} 剩余, 则产生的 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 红褐色沉淀会掩盖呈白色且易被氧气氧化的 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 沉淀, 故不能证明二者发生了氧化还原反应, C 错误; 加入 BaCl_2 溶液, 可产生硫酸钡白色沉淀, 由于原溶液也含有 SO_4^{2-} , 也会生成 BaSO_4 白色沉淀, 不能说明反应生成了 SO_4^{2-} , 因此不能证明二者发生了氧化还原反应, D 错误。

易错警示

向硫酸铁溶液中通入的是少量 SO_2 气体, 没有完全反应, 可能有剩余的 Fe^{3+} 。

2. D 考查点 ▶ $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 制备实验

【解析】配制 FeSO_4 溶液时需加入硫酸, 抑制 Fe^{2+} 水解, A 正确; 实验时先注入稀硫酸, 稀硫酸与 Na_2CO_3 反应生成 CO_2 , 通过小孔将装置内的空气排尽, 当空气排尽, 紫色石蕊溶液变红, 再加入 NaOH 溶液和 FeSO_4 溶液, 生成 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 沉淀, B 正确; 装置 N 的作用是液封, 并判断装置 M 中的空气是否排尽, C 正确; 用铁粉代替 Na_2CO_3 粉末, 会产生 H_2 , 密度比空气小, 无法把装置 M 中小孔部位以下的空气排出, D 错误。

3. D 突破点 ▶ 胶体的性质和应用、 Fe^{3+} 的检验、常见阴离子的检验

【解析】向试管中依次加入苯、液溴、 FeBr_3 溶液, 发生苯的溴代反

应,反应放热,生成的气体有 HBr , 同时也有挥发的 Br_2 , 通入硝酸银溶液, 有浅黄色沉淀生成, 可能是挥发的 Br_2 造成的, 无法说明

易错点

苯和液溴发生了取代反应, A 错误; 向 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中滴加 KSCN 溶液, 离子方程式为 $\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})_3$, K_2SO_4 不影响平衡移动, 所以向 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中滴加 KSCN 溶液, 再加入少量 K_2SO_4 固体, 溶液先变成血红色后无明显变化, B 错误; 将食品脱氧剂样品中的还原铁粉溶于盐酸, Fe^{3+} 能被 Fe 还原为

关键点

Fe^{2+} , 滴加 KSCN 溶液, 溶液不变红色, C 错误; 饱和氯化铁在沸水中发生水解反应生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体, 加热能使 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体产生

关键点

聚沉, 从而得到 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 红褐色沉淀, D 正确。

4. D 突破点 ▶ 由炼钢污泥制备 $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 的流程分析

【解析】 实验中适当升高“酸浸”温度、适当加快搅拌速度都能提高铁元素浸出率, A 正确; 可利用 KSCN 溶液检验 Fe^{3+} 是否被完全还原, B 正确; FeSO_4 溶液与氨水- NH_4HCO_3 混合溶液反应, Fe^{2+} 与 HCO_3^- 电离出的 CO_3^{2-} 结合生成 FeCO_3 沉淀, 从而促进了 HCO_3^- 的电离, 离子方程式为 $\text{Fe}^{2+} + \text{HCO}_3^- + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{FeCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O}$, C 正确; 为防止生成 $\text{Fe}(\text{OH})_2$, 应控制溶液的 pH 在一定范围内, 与加入 FeSO_4 溶液的速度无关, D 错误。

5. (1) 分液漏斗 ACBD

(2) 防止拆除装置时残留的氨气逸出污染空气 $\text{Fe}^{2+} + 2\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NH}_4^+$ 作安全瓶, 防倒吸

(3) NaOH 溶液过量, 反应后溶液中 Fe^{2+} 浓度小, 不易被吸附在 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 表面

(4) 沉淀中混有 $\text{Fe}(\text{OH})_3$, 不够紧密, 与溶液接触面积大, 更易吸附 Fe^{2+}

(5) 保证 FeSO_4 溶液浓度小或 NaOH 溶液浓度大

突破点 ▶ 氢氧化亚铁的制备、实验方案设计与评价

题图解读

由实验装置图可知, 装置 A 中氧化钙与浓氨水反应制备氨气, 装置 C 为空载仪器, 作用是作安全瓶, 防止极易溶于水的氨气通入硫酸亚铁溶液中时产生倒吸, 装置 B 中氨气与新制硫酸亚铁溶液反应制备氢氧化亚铁, 装置 D 中盛有的水用于吸收氨气, 防止污染空气, 则制备氢氧化亚铁时, 装置的连接顺序为 ACBD。

【解析】 (1) 由实验装置图可知, 仪器 g 为分液漏斗。

(2) 制备氢氧化亚铁时, 装置中会残留未反应的氨气, 拆除装置时, 氨气会逸出污染空气, 所以反应结束后继续通一段时间的氮气; 装置 B 中发生的反应为硫酸亚铁溶液与氨气反应生成氢氧化亚铁沉淀和硫酸铵, 反应的离子方程式为 $\text{Fe}^{2+} + 2\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NH}_4^+$ 。

(3) 由题给信息可知, 氢氧化亚铁白色沉淀具有较强的吸附性, 易吸附溶液中的亚铁离子使沉淀变为灰绿色, 则实验 1 中沉淀无灰绿色说明氢氧化钠溶液过量, 反应后溶液中亚铁离子浓度小, 不易被吸附在氢氧化亚铁表面。

(4) 由题给信息可知, 若氢氧化亚铁中存在固体杂质, 会导致氢氧化亚铁沉淀不够紧密, 沉淀与溶液的接触面积会更大, 更易吸附溶液中的亚铁离子使沉淀变为灰绿色, 则实验 3 中立即出现灰绿色浑浊说明氢氧化亚铁沉淀中混有氢氧化铁沉淀, 导致沉淀不够紧密, 与溶液接触面积大, 更易吸附溶液中的亚铁离子。

(5) 由实验探究的实验现象可知, 若尽可能制得白色氢氧化亚铁沉淀, 需要控制的实验条件除了隔绝氧气外, 还有就是必须控制反应液的浓度, 保证硫酸亚铁溶液浓度要足够小, 而氢氧化钠溶

液的浓度要足够大。

- 6.D 创新点** ▶ 设问方式创新： Fe_3O_4 可表示为 $\text{Fe}(\text{II})\text{Fe}(\text{III})[\text{Fe}(\text{III})\text{O}_4]$

【解析】Fe 在纯氧中燃烧生成 Fe_3O_4 , A 错误; 常温下, Fe 与浓硝酸反应能生成致密的氧化物保护膜, 加热条件下铁与浓硝酸发生氧化还原反应, B 错误; 氧化亚铁晶体中 $n(\text{Fe}) : n(\text{O}) = 1 : 1$, 若 $\frac{n(\text{Fe})}{n(\text{O})} < 1$, 说明有多余的 O 存在, O 越多 Fe 的化合价越高, 故氧化亚铁晶体中不可能存在 0 价 Fe, C 错误; 由题意可知, 四氧化三铁中铁离子与氧离子结合形成酸根离子, 故铁离子结合氧离子的能力更强, D 正确。

- 7.CD 创新点** ▶ 情境背景创新: 邻二氮菲检验 Fe^{2+}

【解析】 SCN^- 中硫元素的化合价为 -2 价, 具有还原性, 试剂 a 选用过量氯水, 可能会与 SCN^- 发生氧化还原反应, 不能使现象明显, A 错误; 因之前加入盐酸, 其中氯离子具有还原性, 也可能使 KMnO_4 褪色, B 错误; 用邻二氮菲检测 Fe^{2+} 时, 需先调节滤液 pH, pH 过大会形成氢氧化亚铁沉淀, pH 过小邻二氮菲中的 N 优先与 H^+ 形成配位键, 均会影响测定, C 正确; 补铁剂加入盐酸后, 滴加 KSCN 后微微变红说明有少量 Fe^{3+} , 滴加邻二氮菲变橙红色, 说明有 Fe^{2+} , D 正确。

第 3 节 金属材料 金属资源的利用

刷基础

- 1.A 考查点** ▶ 含硅的无机非金属材料、铜合金

【解析】铜马为铜合金制成, 主要材料为金属材料, A 正确; 玉兔、瓷猪、陶狗主要成分均为硅酸盐, 不是金属材料。

- 2.A 考查点** ▶ 金属与合金性能比较、金属材料的应用

【解析】铁的硬度高, 耐磨性好, 适合制作农具, 这在古代农业社会中非常重要, A 正确; 铜被广泛用于铸造钱币是因为它具有良好的延展性和可塑性, 而不是导热性, B 错误; 金被用于制作饰品是因为它稀有、美观且不易被氧化, C 错误; 银被用于餐具是因为它耐腐蚀、美观, 而不是它是绝缘体, 实际上银是良好的导体, D 错误。

- 3.D 考查点** ▶ 金属及其化合物

【解析】常温下 Cu 和浓 H_2SO_4 不反应, A 错误; 氧化铝和氢氧化钠、碳酸钠在高温条件下都可以发生反应, 实验室不可用氧化铝坩埚熔化 NaOH 、 Na_2CO_3 固体, B 错误; 镁能在二氧化碳中燃烧生成氧化镁和碳, 镁不慎着火, 不能用 CO_2 灭火, C 错误; 金属钠是活泼金属, 易与空气中的水蒸气、 O_2 反应, 有危险性, 实验结束后剩余的金属钠不能随意丢弃, 应放回原试剂瓶中, D 正确。

- 4.D 考查点** ▶ 铜及其化合物的性质及转化

【解析】“乌铜走银”的制作过程中, 底铜会逐渐变成乌黑色, 这是因为铜发生了氧化反应, 该过程是化学变化, A 错误; 铜比银活泼, 用铜、银和硝酸银溶液可以形成原电池, 铜为负极, 银为正极, B 错误; $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 是绿色的, 铜表面变黑是因为生成了氧化铜, C 错误; 铜位于第四周期, 银位于第五周期, 均位于长周期, D 正确。

- 5.C 考查点** ▶ 常见金属的冶炼

【解析】金的密度较大, 沙子等物质密度相对较小, 古人利用密度差异, 通过淘洗等方式获取金, A 正确; “有胆泉, 出观音石, 可浸铁为铜”, “胆泉”中含 CuSO_4 , 铁与 CuSO_4 溶液发生置换反应: $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$, 可以利用该反应冶炼铜, B 正确; 生物冶金技术利用微生物的代谢来提取有色金属, 但微生物生存和代谢有适宜的温度范围, 温度过高会使微生物体内蛋白质变性, 导致微生物死亡, 从而使提取速率降低, 故不是温度越高提取速

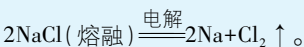
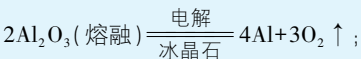
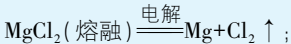
率越快,C 错误; N_2 性质稳定,电化学法冶炼金属 Na 时,在 N_2 的氛围中进行可防止 Na 被空气中的氧气氧化,D 正确。

溯源教材

人教版必修第二册第八章第一节在“金属矿物的开发利用”中,明确给出了常见金属的冶炼方法:

(1) 对一些不活泼金属,可以直接用加热分解的方法将它们从其化合物中还原出来。例如: $2HgO \xrightarrow{\Delta} 2Hg + O_2 \uparrow$ 。

(2) 对一些非常活泼的金属,采用一般的还原剂很难将它们从其化合物中还原出来,工业上常用电解法冶炼。例如:



(3) 大部分金属的冶炼都是通过在高温下发生的氧化还原反应来完成的,常用的还原剂有焦炭、一氧化碳、氢气等,如我们在初中学过的用碳还原氧化铜和一氧化碳还原氧化铁。一些活泼金属也可作还原剂,将相对不活泼的金属从其化合物中置换出来。

6. D 考查点 ▶ 锌的制备、锌的化合物的性质及转化

【解析】根据锌的熔点为 $419\text{ }^{\circ}\text{C}$, 沸点为 $907\text{ }^{\circ}\text{C}$, 冷凝区中, 锌由气态转化为液态, 理论上该区温度控制在 $419\sim 907\text{ }^{\circ}\text{C}$, A 正确; Zn 在加热时易被氧化, 冷却后, “毁罐” 取锌是防止 Zn 在较高的温度下被氧化成 ZnO, B 正确; 反应区中, $ZnCO_3$ 分解生成 ZnO 和 CO_2 , $ZnCO_3 \xrightarrow{\text{高温}} ZnO + CO_2 \uparrow$, C 正确; 反应区中, C 与 ZnO 发生置换反应得到 Zn, C 被氧化, D 错误。

刷提分

1. C 考查点 ▶ 金属的化学性质

【解析】碘单质氧化性较弱, 铁与碘反应生成碘化亚铁, 不能生成碘化铁, A 错误; 钠先和水反应生成氢氧化钠, 氢氧化钠再和硫酸铜溶液反应生成氢氧化铜沉淀, 无法置换出铜, B 错误; $Al(OH)_3$ 不溶于氨水, 铝盐能和氨水反应生成 $Al(OH)_3$ 沉淀, $Fe(OH)_3$ 不溶于氨水, 可溶性的铁盐溶液与氨水反应生成 $Fe(OH)_3$, C 正确; 铜在潮湿的空气中与水、氧气、二氧化碳共同作用生成 $Cu_2(OH)_2CO_3$, D 错误。

2. D 突破点 ▶ 金属的提取

题图解读

碲渣(主要含有 Cu_2Te) 中通入 O_2 焙烧, 由于 Cu_2O 在高温时比 CuO 稳定, 所以 Cu 元素转化为 Cu_2O , Te 元素转化为 TeO_2 ; 加入 NaOH 溶液, Cu_2O 不溶, TeO_2 转化为 Na_2TeO_3 , 过滤后得 Cu_2O 滤渣, 滤液主要为 Na_2TeO_3 溶液; 加入稀硫酸进行酸化, Na_2TeO_3 转化为 $TeOSO_4$, 再加入 Na_2SO_3 还原, 发生反应 $TeO^{2+} + 2SO_3^{2-} + H_2O \longrightarrow Te \downarrow + 2SO_4^{2-} + 2H^+$ 。

【解析】“焙烧” 是对固体物质进行高温加热, 用到的主要仪器有坩埚、泥三角、三脚架、酒精灯、玻璃棒, A 正确; TeO_2 是两性氧化物, “碱浸” 时, 主要反应的离子方程式为 $TeO_2 + 2OH^- \longrightarrow TeO_3^{2-} + H_2O$, B 正确; 加硫酸酸化后得碲的硫酸盐, 因 $TeOSO_4$ 为正盐, 所以“酸化” 后生成 $TeOSO_4$, C 正确; “还原” 发生的反应为 $TeO^{2+} + 2SO_3^{2-} + H_2O \longrightarrow Te \downarrow + 2SO_4^{2-} + 2H^+$, 溶液的酸性增强, D 错误。

刷有所得

根据已知信息可知 TeO_2 是两性氧化物, 可类比 Al_2O_3 的性质和反应来分析, TeO_2 既可以与强酸也可以与强碱反应, 另结合化合价可知, “碱浸” 主要将 TeO_2 转化为 Na_2TeO_3 。

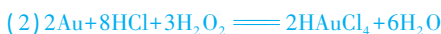
3. B 突破点 ▶ 工艺流程中物质的综合利用

思路分析

赤泥高温烧结发生多个反应, Al_2O_3 与 Na_2CO_3 反应生成 NaAlO_2 、 TiO_2 与 Na_2CO_3 反应生成 Na_2TiO_3 、C 与铁的氧化物的反应等, 熟料水浸后经操作 1 (过滤) 得到的滤渣 1 的成分是 Fe 、 Fe_3O_4 、 Na_2TiO_3 , NaAlO_2 进入滤液 1 中转化为 $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$, 滤液 1 中通入足量 CO_2 经操作 2 (过滤) 得到的滤渣 2 为 $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Al}(\text{OH})_3$ 经系列处理得到 Al; 滤渣 1 经操作 3 (磁选) 得到精铁矿 (Fe 、 Fe_3O_4) 和尾矿 (Na_2TiO_3), 精铁矿经过处理最终得到铸铁, 尾矿中加入稀盐酸得到 $\text{TiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 。

【解析】 Al_2O_3 与 Na_2CO_3 在高温条件下反应生成 NaAlO_2 和 CO_2 , 化学方程式为 $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{NaAlO}_2 + \text{CO}_2 \uparrow$, A 正确; 过程③中通入足量的 CO_2 , 反应生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 和 NaHCO_3 , B 错误; 由思路分析可知, C 正确; 尾矿为难溶于水的 Na_2TiO_3 , 加入稀盐酸反应后得到 $\text{TiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, 离子方程式为 $\text{Na}_2\text{TiO}_3 + 2\text{H}^+ + (x-1)\text{H}_2\text{O} = \text{TiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O} + 2\text{Na}^+$, D 正确。

4. (1) Cu^{2+}



(3) BC

(4) 甲

(5) 取少量混合物于试管中, 向混合物中加入稀硝酸浸取, 过滤, 向滤液中加入氯化钠溶液, 产生白色沉淀, 说明混合物中含有银

创新点 ▶ 模块融合、元素化合物与物质结构融合

题图解读

由题给流程可知, 向铜、银、金的混合物中加入稀硫酸和过氧化氢的混合溶液浸取, 将铜转化为硫酸铜, 银、金不反应, 过滤得到含有硫酸铜的浸出液 1 和含 Ag 、 Au 的浸渣 1; 向浸渣 1 中加入盐酸和过氧化氢的混合溶液浸取, 将银转化为氯化银, 金转化为 HAuCl_4 , 过滤得到含有氯化银的浸渣 2 和含有 HAuCl_4 的浸出液 2; 向浸渣 2 中加入硫代硫酸钠溶液, 将氯化银转化为 $[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$, 过滤得到含有 $[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$ 的浸出液 3; 浸出液 3 电沉积得到银; 向含有 HAuCl_4 的浸出液 2 中加入肼, 将溶液中 HAuCl_4 转化为金。

【解析】 (1) 由题图解读可知, “浸出液 1”中含有的阳离子主要是 Cu^{2+} 。

(2) 由题图解读可知, 加入盐酸和过氧化氢的混合溶液浸取的目的是将金转化为 HAuCl_4 , 反应的化学方程式为 $2\text{Au} + 8\text{HCl} + 3\text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{HAuCl}_4 + 6\text{H}_2\text{O}$ 。

(3) “浸取 1”加入稀硫酸和过氧化氢的混合溶液浸取的目的是将铜转化为硫酸铜, “浸取 2”加入盐酸和过氧化氢的混合溶液浸取的目的是将银转化为氯化银, 金转化为 HAuCl_4 , 所以两次“浸取”所加的酸不同, A 错误; 加入硫代硫酸钠溶液的的目的是将氯化银转化为 $[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$, B 正确; 在“浸取 2”步骤中, 加入适量氯化钠, 有利于增大溶液中氯离子浓度, 使金转化为 HAuCl_4 , 从而提高混合物中金的收率, C 正确; “浸取 1”和“浸取 2”中加入的过氧化氢在反应中作氧化剂, D 错误。

(4) 甲结构中电子云分布较均衡, 结构较为稳定, 乙结构中正负电荷中心不重合, 极性较大, 较不稳定, 且离子中存在过氧键, 过氧键的氧化性强于单质碘, 不能被碘单质氧化, 所以 $\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$ 中阴离子的结构应为图中的甲。

(5) Cu 和 Ag 能与稀硝酸反应生成 Cu^{2+} 和 Ag^+ , Au 不溶于稀硝

酸,溶液中 Cu^{2+} 不能与 Cl^- 反应, Ag^+ 能与 Cl^- 反应生成 AgCl 白色沉淀,所以证明混合物中含有 Ag 的实验方案为取少量混合物于试管中,向混合物中加入稀硝酸浸取,过滤,向滤液中加入 NaCl 溶液,产生白色沉淀,说明混合物中含有 Ag 。

全章真题训练

刷真题

刷小题

1. B 命题点 物质的主要成分辨识

【解析】兽骨的主要成分是钙盐, A 错误; 青铜是在纯铜中加入锡或铅制得的合金, B 正确; 纸张的主要成分是纤维素, C 错误; 液晶是介于液体与晶体之间的一种中间态物质, 不是合金材料, D 错误。

2. D 命题点 盐的水解、热稳定性等

【解析】 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 的溶液中所含微粒均为 H_2O 、 H_2CO_3 、 H^+ 、 OH^- 、 Na^+ 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- , A 正确; NaHCO_3 与 NaOH 会发生反应 $\text{NaOH} + \text{NaHCO}_3 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$, B 正确; NaHCO_3 受热易分解为 Na_2CO_3 、 CO_2 和 H_2O , 而 Na_2CO_3 热稳定性较强, 利用二者热稳定性差异, 可从它们的固体混合物中除去 NaHCO_3 , C 正确; 室温下 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 饱和溶液 pH 相差较大主要是因为 CO_3^{2-} 的水解程度远大于 HCO_3^- , D 错误。

3. B 命题点 Na 的化合物之间转化反应的离子方程式的书写

【解析】 NaOH 和 H_2CO_3 或 NaOH 和 CO_2 反应可生成 NaHCO_3 , H_2CO_3 不可拆且题给离子方程式不满足原子守恒, A 错误; 碱 (NaOH) 转化为两种盐, 可通过 Cl_2 和 NaOH 溶液的反应实现, B 正确; 过氧化物 (Na_2O_2) 不能拆分成离子, C 错误; Na_2SiO_3 是强电解质, 在离子方程式中应写成离子形式, D 错误。

4. B 命题点 价—类二维图

【解析】若 a 在沸水中可生成 e, 则 a 为 Mg , a→f 的反应也可以是 Mg 与酸发生置换反应, A 错误; 根据存在 e→d 的转化可知, a 为 Fe , e→d 的转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ (白色) 转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ (红褐色), 存在物质颜色变化, B 正确; 若 c 为 AlCl_3 , 加热其饱和溶液, 不会形成能产生丁达尔效应的红棕色分散系, C 错误; 若 b、d 分别为 Fe_2O_3 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$, 均可与 HCl 反应生成 FeCl_3 , 而 Fe 元素位于周期表 d 区, D 错误。

5. B 命题点 Na 和 Cu 元素及其化合物的性质

题眼透视

由物质类别及元素的化合价可推知: a 是 Na 或 Cu , b 是 Na_2O 、 Na_2O_2 或 Cu_2O , e 是 CuO , c 是 NaOH 或 CuOH , d 是 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 。

【解析】 $2\text{NaOH} + \text{CuCl}_2 = 2\text{NaCl} + \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$ 或 $4\text{CuOH} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Cu}(\text{OH})_2$, $\text{Cu}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} \text{CuO} + \text{H}_2\text{O}$, A 正确; Na 、 Na_2O 、 Na_2O_2 都能与 H_2O 反应生成 NaOH , B 错误; 新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 可用于检验醛基 (有砖红色沉淀生成), C 正确; Na_2O_2 能与 H_2O 反应生成 NaOH 和 O_2 , 而 Na_2O 和 Cu_2O 不能与水反应生成 O_2 , 说明此时 b 是 Na_2O_2 , Na_2O_2 中含有离子键和共价键, D 正确。

6. D 命题点 金属的电化学腐蚀与防护、离子检验

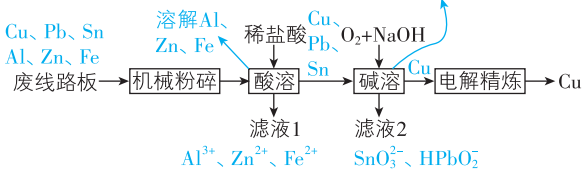
思路分析

镀锌铁片的镀层破损时, 将其放入酸化的 3% NaCl 溶液中, 锌对铁仍能起到保护作用, 为了证明防腐效果, 可以检验溶液中是否含有 Fe^{2+} 。

【解析】无论铁片是否发生腐蚀,溶液中一定存在 Cl^- ,所以加入 AgNO_3 溶液一定会生成 AgCl 沉淀,A 错误;铁片发生腐蚀生成 Fe^{2+} 而非 Fe^{3+} , KI 不与 Fe^{2+} 反应,故加入淀粉碘化钾溶液无蓝色出现,不能说明铁片没有被腐蚀,B 错误; KSCN 溶液用于检验 Fe^{3+} ,无法检验 Fe^{2+} 的存在,C 错误; $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液可与 Fe^{2+} 生成蓝色沉淀,若无蓝色沉淀生成,则证明铁片没有被腐蚀,D 正确。

7. C 命题点 微工艺流程,涉及离子方程式判断、电解精炼等

题图解读



【解析】“机械粉碎”的目的是增大反应物的接触面积,提高酸溶效率,不能将合金变为单质,A 错误;“酸溶”时,铁与稀盐酸反应产生 Fe^{2+} ,B 错误;“电解精炼”时,粗铜在阳极失电子发生氧化反应,D 错误。

刷大题



命题点 工艺流程分析,涉及化学和离子方程式书写、反应条件控制等

题图解读

焙烧:炭渣中含有 C、Na、Al、F、Ga、Fe、K、Ca 等

元素,焙烧过程中 C 形成 CO_2 气体逸出,各金属元素主要生成氧化物或氟化物;

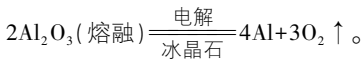
浸取:用盐酸浸取“焙烧”后所得固体,各金属元素转化为对应的离子或配合物,F 元素则转化为 HF ;

还原:浸取液中加入铝片,Fe 元素被还原为单质 Fe,其他金属元素和 F、Cl 元素进入原料液; 第(3)问

LAEM 提取:原料液中 Ga 元素进入 II 室溶液,并经一系列反应得到单质 Ga, I 室溶液含有 Na^+ 、 Al^{3+} 、 HF 等;

调 pH、结晶: I 室溶液中加入含 F^- 溶液,再调 pH 并结晶得到 $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$ 。

【解析】(1)“电解”即工业炼铝的过程, Al_2O_3 在助熔剂 $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$ (冰晶石)作用下经电解得到单质 Al,化学方程式为



(2)加入盐酸“浸取”时, Ga^{3+} 与 Cl^- 形成配离子,离子方程式为 $\text{Ga}^{3+} + 4\text{Cl}^- \rightleftharpoons [\text{GaCl}_4]^-$ 。

(3)“LAEM 提取”过程中,只有带负电荷的配离子能通过 LAEM,根据题意可得,因为 Fe^{2+} 最多与 2 个 Cl^- 配位,则 Fe^{2+} 不能形成带负电荷的配离子,其他金属离子与 Cl^- 的配位可忽略,则只有 Fe^{3+} 和 Ga^{3+} 能与 Cl^- 形成 $[\text{MCl}_m]^{(m-3)-}$,因为 m 最大为 4,所以对于 Fe^{3+} 来说,能形成的带负电荷的配离子只有 $[\text{FeCl}_4]^-$,因此“还原”的目的是除去 Fe^{3+} ,避免 Fe 元素以 $[\text{FeCl}_4]^-$ 的形式通过 LAEM 对 Ga 的分离造成干扰。

(4) 溶液中 Cl^- 的浓度越大, Ga 元素越容易形成带负电荷的 $[\text{GaCl}_4]^-$ 而通过 LAEM, 即原料液的 Cl^- 浓度越大越有利于 Ga 的提取。因为原料液中含有 Na^+ , 且 Na^+ 最终会参与形成另一产物 $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$, 所以在不提高原料液酸度且不引入新杂质的前提下, 可向 I 室中加入 NaCl 以提高 Cl^- 的浓度。

9. (1) 1:1 H_2S (2) 热浸

(3) 还原过量 Fe^{3+} 或减少后续试剂 X(Pb) 的用量

(4) $\text{C} \quad \text{Pb} + 2[\text{AgCl}_2]^- \rightleftharpoons [\text{PbCl}_4]^{2-} + 2\text{Ag}$ (5) 阳极

命题点 ▶ 工艺流程分析, 涉及氧化还原反应的计算、电解原理、离子方程式的书写、试剂的选择等

题图解读

原料: 铅精矿(含 PbS 、 Ag_2S 等)

目标产物: 金属 Pb、Ag

除杂元素: S

热浸: 铅精矿中加入含过量 FeCl_3 的饱和食盐水和浓盐酸, 将 PbS 、 Ag_2S 转化为配合物溶解, S 元素被氧化为 S 单质;

..... 第(1)问

过滤 I: 除去含硫滤渣;

稀释、冷却: 利用 $[\text{PbCl}_4]^{2-}$ 和 $[\text{AgCl}_2]^-$ 转化为沉淀所需条件不同将二者分离;

过滤 II: 过滤后得到的固体为 PbCl_2 沉淀;

热溶、电解 I: 将 PbCl_2 沉淀反复用饱和食盐水热溶, 电解所得溶液得到金属 Pb;

还原: 在过滤 II 所得的滤液中加入铅精矿, 还原过量的 Fe^{3+} ;

..... 第(3)问

过滤 III: 除去含硫滤渣;

置换: 加入 Pb 将 Ag 置换出来, 生成 $[\text{PbCl}_4]^{2-}$ 和含有 Pb、Ag 的富银铅泥, 尾液为 FeCl_2 溶液;

第(4)问

电解 II: 将富银铅泥制成电极板作阳极, 电解时铅失电子转化为 Pb^{2+} , Pb^{2+} 在阴极得电子转化为 Pb, 银作为阳极泥沉降。

..... 第(5)问

【解析】(1) 加入 Fe^{3+} 的目的是将 S^{2-} 氧化为单质 S, 等物质的量的 PbS 、 Ag_2S 中, 含有相同物质的量的 S^{2-} , 则消耗 Fe^{3+} 物质的量相等; 盐酸浓度过大时, HCl 会挥发, 且会与 PbS 和 Ag_2S 反应生成 H_2S , 故加入的盐酸浓度不宜过大。

(2) “电解 I”中, 阴极发生还原反应, 生成单质 Pb, 阳极上 Cl^- 失电子, 发生氧化反应生成 Cl_2 。“置换”中产生的尾液为 FeCl_2 溶液, 用 FeCl_2 溶液吸收 Cl_2 后生成 FeCl_3 , 该吸收液可在“热浸”中循环利用。

(3) “过滤 II”所得的滤液中含有过量的 FeCl_3 溶液, 加入的铅精矿作还原剂, 还原过量的 Fe^{3+} , 减少后续试剂 X(Pb) 的用量。

(4) “置换”中选用的试剂的金属活动性应小于 Fe, 大于 Ag, 且结合“置换”所得产物可知, 应加入 Pb 将 Ag 置换出来, 离子方程式为 $\text{Pb} + 2[\text{AgCl}_2]^- \rightleftharpoons [\text{PbCl}_4]^{2-} + 2\text{Ag}$ 。

(5) 根据题图解读可知需将富银铅泥中的银和铅分离, 所以应作电解池的阳极, 放电时, 银作为阳极泥沉降, 铅失电子转化为 Pb^{2+} , Pb^{2+} 在阴极得电子转化为 Pb。