



化学基本概念和理论综合训练

题组 1

1. C 必刷知识 ⊙酸、碱、盐、混合物

【解析】酸是指电离出的阳离子全部是 H^+ 的化合物,碱是指电离出的阴离子全部是 OH^- 的化合物,盐是指金属阳离子(或者铵根离子)和酸根阴离子形成的化合物, $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ 在水溶液中电离出 K^+ 、 Al^{3+} 和硫酸根离子,故 $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ 属于盐,不属于酸或碱, **A、B** 不符合题意, **C** 符合题意;混合物含有两种或两种以上物质,而 $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ 中只含有一种物质,属于纯净物, **D** 不符合题意。

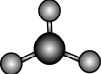
2. D 必刷知识 ⊙电子式、轨道表示式、价层电子对互斥模型

【解析】氨基的电子式为 $\cdot \ddot{N} : H$, ①错误;基态 Fe 原子的价

层电子排布式为 $3d^6 4s^2$, 基态 Fe^{2+} 的价层电子轨道表

示式为 $\begin{array}{c} 3d \\ \uparrow\downarrow \quad \uparrow \quad \uparrow \quad \uparrow \quad \uparrow \end{array}$, ②错误; CO_3^{2-} 中心原子的价

层电子对数为 3, 且无孤电子对, 价层电子对互斥模型

为  (平面三角形), ③错误; 2-丁烯存在顺反异

构, 顺-2-丁烯结构简式是 $\begin{array}{c} H_3C \quad \quad CH_3 \\ \quad \backslash \quad / \\ \quad C = C \\ \quad / \quad \backslash \\ H \quad \quad H \end{array}$, 其键线

式为 $\diagup \diagdown$, ④正确, **D** 正确。

易错警示 书写电子式时, 不要漏写孤电子对, 如 HCl 的电子式为 $H : \ddot{Cl} :$, 而不是 $H : Cl$; 此外还要注意电子对的正确写法, 如 N_2 的电子式为 $: N :: N :$, 而不是 $: N :: N :$ 。

3. D 必刷题型 ⊙粒子共存

【解析】四种离子在溶液中不发生任何反应, 能大量共存, 判断和分析正确, **A** 正确; 溶液中 H^+ 与 $S_2O_3^{2-}$ 反应生成 S 单质、 SO_2 气体和水, 不能大量共存, 离子方程式为 $2H^+ + S_2O_3^{2-} = S \downarrow + SO_2 \uparrow + H_2O$, 判断和分析正确, **B** 正确; 溶液中 Al^{3+} 与 HCO_3^- 发生相互促进的水解反应生成氢氧化铝沉淀和二氧化碳, 不能大量共存, 离子方程式为 $Al^{3+} + 3HCO_3^- = Al(OH)_3 \downarrow + 3CO_2 \uparrow$, 判断和分析正确, **C** 正确; 铁离子可催化过氧化氢分解生成氧气和水, 判断和分析错误, **D** 错误。

易错警示 Al^{3+} 与 HCO_3^- 发生相互促进的水解反应: $Al^{3+} + 3HCO_3^- = Al(OH)_3 \downarrow + 3CO_2 \uparrow$; 酸性: $H_2CO_3 > HCO_3^- > Al(OH)_3$, $[Al(OH)_4]^-$ 与 HCO_3^- 发生反应: $[Al(OH)_4]^- + HCO_3^- = Al(OH)_3 \downarrow + CO_3^{2-} + H_2O$, 不是相互促进的水解反应。

4. B 必刷题型 ⊙阿伏加德罗常数的应用

【解析】 $K_2S_2O_8$ 由 K^+ 和 $S_2O_8^{2-}$ 构成, $S_2O_8^{2-}$ 的结构式为

$\left[\begin{array}{c} O \quad \quad O \\ || \quad \quad || \\ O - S - O - O - S - O \\ || \quad \quad || \\ O \quad \quad O \end{array} \right]^{2-}$, 所以 1 mol $K_2S_2O_8$ 中含有非极



性共价键的数目为 N_A , **A 正确**; 硫酸氢钾在水溶液中可以电离出钾离子、氢离子、硫酸根离子, 溶液中还有少量氢氧根离子, 则 100 mL $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ KHSO}_4$ 溶液的离子总数约为 $0.15N_A$, **B 错误**; 标准状况下, 三氧化硫为固体, 则 22.4 L SO_3 的物质的量大于 1 mol, 其中含有的原子数大于 $4N_A$, **C 正确**; 题述反应中, 过二硫酸钾中 -1 价的氧发生歧化反应生成氧气, 则每生成 1 mol O_2 , 转移 $2N_A$ 个电子, **D 正确**。

5. C 必刷题型 ①物质性质与用途

【解析】金属锂密度小, 相同体积质量小, 相同质量可以失去更多电子, 比能量高, 常用于制造电池的电极材料和轻便且高能量密度的电源, **A 正确**; ClO_2 具有强氧化性, 可以杀菌, 用于水体消毒, **B 正确**; H_2S 除去溶液中的 Cu^{2+} 、 Hg^{2+} 等重金属离子是因为 H_2S 会和 Cu^{2+} 、 Hg^{2+} 生成沉淀, 和 H_2S 具有酸性无关, **C 错误**; 酸性重铬酸钾溶液具有强氧化性, 乙醇具有

关键点

还原性, 橙色的酸性重铬酸钾溶液能与乙醇发生氧化还原反应生成绿色的含 Cr^{3+} 溶液, 所以用含有酸性重铬酸钾溶液的仪器检验酒驾, **D 正确**。

6. D 必刷题型 ①离子方程式正误判断

【解析】含 NH_4^+ 废水与 NaOH 溶液反应生成 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 离子方程式为 $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \longrightarrow \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, **A 正确**; 过程②加入 Cl_2 可将废水中的 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 转化为 N_2 , 离子方程式为 $3\text{Cl}_2 + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 6\text{Cl}^- + \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 6\text{H}^+$, **B 正确**; 过程③中 Na_2SO_3 溶液的作用是将余氯废水中的 Cl_2 转化为氯离子, 离子方程式为 $\text{Cl}_2 + \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$, **C 正确**; Cl_2 与 H_2O 发生可逆反应, 生成的 HClO 为弱酸, 不能拆开, 离子方程式为 $\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{HClO}$, **D 错误**。

7. B 必刷题型 ①元素周期表与元素周期律

思路分析 从图中可以看出, W、X、Y、Z、M 的最外层电子数分别为 1、4、5、2、7, W、X、Y、Z、M 为短周期原子序数递增的主族元素, 则 W、X、Y、Z、M 分别为 H 或 Li、C、N、Mg、Cl 元素。

【解析】X 为 C 元素, 能形成金刚石、石墨、 C_{60} 等多种单质, **A 正确**; X、Y 分别为 C、N 元素, NH_3 分子间存在氢键, 但碳的某些碳原子个数很多的氢化物的沸点比 NH_3 高, **B 错误**;

易错点

Z 单质为 Mg, X 的最高价氧化物为 CO_2 , 点燃的镁条能在 CO_2 中燃烧, 发生反应: $\text{CO}_2 + 2\text{Mg} \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{MgO} + \text{C}$, 该反应为置换反应, **C 正确**; M 为 Cl 元素, 最高价氧化物对应的水化物为 HClO_4 , HClO_4 属于强酸, **D 正确**。

8. C 必刷题型 ①物质结构、核外电子排布与元素推断综合应用

思路分析 X 原子核外的 s 轨道与 p 轨道上的电子数之比为 2:1, 即 X 原子的核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^2$, X 是 C 元素; 四种元素位于同一短周期, 由 LiDFOB 的结构可知, Z 形成 1 个共价键, 则 Z 是 F 元素; Y 形成 2 个共价键, 则 Y 是 O 元素; M 形成 4 个共价键, 且不是 C 元素, 则 M 是 B 元素, 其中 1 个 F 与 B 形成配位键。

【解析】 H_2O 和 HF 均能形成分子间氢键, 使沸点升高, 但 H_2O 形成的分子间氢键数目比 HF 多, 所以简单氢化物的沸

关键点

点: $\text{H}_2\text{O} > \text{HF} > \text{CH}_4$, **A 错误**; C、O 可形成 CO 、 CO_2 , CO 为极性分子, **B 错误**; 由 LiDFOB 的结构可知, 化合物中有极性键、非极性键、配位键和离子键, **C 正确**; 化合物中 Li 的最外层不满足 8 电子稳定结构, **D 错误**。



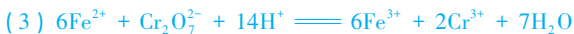
9. B 必刷题型 金属阳离子的分步沉淀、氧化还原反应

思路分析 铍精矿经熔炼、酸浸并过滤后,得到含 Be^{2+} 、 Al^{3+} 、 Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 的溶液,加入 H_2O_2 将 Fe^{2+} 转化为 Fe^{3+} ,加入 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 调 pH,使 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 除去,滤液中再加入氨水得 $\text{Be}(\text{OH})_2$ 。

【解析】“熔炼”过程中二氧化硅与碳酸钙生成硅酸钙和二氧化碳,发生反应 $\text{SiO}_2 + \text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaSiO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow$, A 错误;产品为沉淀,“氧化”工序中加入 NaClO 可氧化 Fe^{2+} 且不影响产品纯度, B 正确;由已知信息推知, $\text{Be}(\text{OH})_2$ 为两性氢氧化物,不溶于弱碱, C 错误;“氧化”工序的主要反应为 $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$, D 错误。

10. (1) BD

(2) 提高溶解(反应)速率,减少浓盐酸的挥发和氯化铁的升华



$$(4) \frac{33.6cV}{m} \%$$

(5) 偏大 Fe^{2+} 易被空气中的 O_2 氧化为 Fe^{3+} (6) CD

必刷知识 一定物质的量浓度溶液的配制、氧化还原滴定的原理与误差分析等

【解析】(1) 配制 1 000 mL 一定物质的量浓度 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 标准溶液不用烧瓶,用烧杯和胶头滴管,需要用到 1 000 mL 容量瓶,题图中容量瓶规格是 250 mL,故实验中需要用到的仪器是 B 和 D。

(2) “微热”是为了提高样品中 Fe_2O_3 与浓盐酸的反应速率,且微热可减少浓盐酸的挥发和 FeCl_3 的升华。

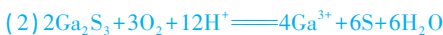
(3) 赤铁矿与浓盐酸反应生成 Fe^{3+} , Fe^{3+} 与 Sn^{2+} 反应生成 Fe^{2+} 。滴定过程向含 Fe^{2+} 的溶液中加入 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液, Fe^{2+} 被氧化为 Fe^{3+} ,而 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 被还原为 Cr^{3+} ,其离子方程式为 $6\text{Fe}^{2+} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ = 6\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$ 。

(4) 根据(3)中离子方程式可知, $n(\text{Fe}^{2+}) = 6n(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 6 \times 10^{-3} cV \text{ mol}$, 则 $m \text{ g}$ 试样中含 $m(\text{Fe}) = 6 \times 10^{-3} cV \text{ mol} \times 56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.336cV \text{ g}$, 其质量分数为 $\frac{0.336cV}{m} \times 100\% = \frac{33.6cV}{m} \%$ 。

(5) 冷却后滴加 HgCl_2 溶液,将过量的 Sn^{2+} 氧化为 Sn^{4+} ,若未加入 HgCl_2 溶液,则 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 会与 Sn^{2+} 反应,导致测得 Fe 含量偏大;若未“立即滴定”, Fe^{2+} 可被空气中的 O_2 氧化为 Fe^{3+} ,消耗标准液体积偏小,导致测定的铁含量偏小。

(6) 聚四氟乙烯滴定管耐强酸、强碱和强氧化剂腐蚀, A 正确;滴定过程中,标准液有可能会粘到锥形瓶内壁,滴定接近终点时,为了使结果更精确,可用蒸馏水冲洗锥形瓶内壁, B 正确;滴定时用右手向同一方向摇动锥形瓶,不能上下振动,以免液体溅出, C 错误;锥形瓶内溶液变色后,应等待 30 s,溶液不恢复原色,才能记录滴定管内液面对应刻度, D 错误。

11. (1) 第四周期第 IIIA 族



(4) 使 Zn^{2+} 进入无机相,与 Ga^{3+} 分离



(5) ac



必刷知识 ②元素周期表、氧化还原反应方程式的书写、化学键类型等

思路分析 向锌粉置换渣(主要成分为 Ga_2S_3 、 Ga_2O_3 和少量的 ZnS 、 FeO 、 Fe_2O_3 、 SiO_2 等)中加入 H_2SO_4 、通入高压 O_2 “富氧浸出”,在反应过程中 O_2 将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ,将 S^{2-} 氧化为 S , SiO_2 不参与反应,则浸渣的主要成分为 S 、 SiO_2 ,溶液中主要含有 Ga^{3+} 、 Zn^{2+} 、 SO_4^{2-} 和 Fe^{3+} ;向溶液中加入 NaOH ,将 Fe^{3+} 转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀,则滤渣的主要成分是 $\text{Fe}(\text{OH})_3$;向滤液中加入 P204、YW100“协同萃取”,将 Ga^{3+} 转化为 $\text{Ga}(\text{HA}_2)_2$ 萃取至有机相中,而 Zn^{2+} 进入无机相,使 Ga^{3+} 和 Zn^{2+} 分离;“反萃取”时加入 H_2SO_4 ,将 $\text{Ga}(\text{HA}_2)_2$ 转化为 Ga^{3+} 进入无机相,再加入 NaOH “中和沉镓”,将 Ga^{3+} 转化为 $\text{Ga}(\text{OH})_3$ 沉淀,过滤得到 $\text{Ga}(\text{OH})_3$ 沉淀,向其加入 NaOH 进行“碱溶造液”,将 $\text{Ga}(\text{OH})_3$ 转化为 $[\text{Ga}(\text{OH})_4]^-$,最后经电解得到镓,据此解题。

【解析】(1) Ga 是 31 号元素,其核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^1$,则元素 Ga 在元素周期表中的位置是第四周期第ⅢA族。

(2)由思路分析可知,“富氧浸出”中溶液出现黄色浑浊,即产生 S 沉淀, Ga_2S_3 发生反应的离子方程式为 $2\text{Ga}_2\text{S}_3 + 3\text{O}_2 + 12\text{H}^+ \rightleftharpoons 4\text{Ga}^{3+} + 6\text{S} + 6\text{H}_2\text{O}$ 。

(3)由思路分析可知,滤渣的主要成分是 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 。

(4)根据已知信息Ⅱ, Ga^{3+} 比 Zn^{2+} 优先被 P204、YW100 萃取至有机相中,即“协同萃取”过程,镓元素以 $\text{Ga}(\text{HA}_2)_2$ 形式被萃取至有机相中, Zn^{2+} 进入无机相,从而分离 Ga^{3+} 和 Zn^{2+} ;“反萃取”时加入稀硫酸,溶液中 $c(\text{H}^+)$ 增大,萃取反应平衡逆向移动,将以 $\text{Ga}(\text{HA}_2)_2$ 形式存在的 Ga 元素转化为 Ga^{3+} ,则“反萃取”加入稀硫酸的目的为 $2\text{Ga}(\text{HA}_2)_2 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{Ga}_2(\text{SO}_4)_3 + 4\text{RH} + 2\text{H}_2\text{A}_2$ 。

(5)“碱溶造液”中产生了 $[\text{Ga}(\text{OH})_4]^-$,该离子中含有 $\text{O}-\text{H}$ 极性共价键和 Ga 与 O 之间的配位键,不存在非极性共价键和离子键,氢键不属于化学键,故选 ac。

(6)“碱溶造液”中产生了 $[\text{Ga}(\text{OH})_4]^-$ ，“电解”生成镓的过程中阴极上 $[\text{Ga}(\text{OH})_4]^-$ 被还原生成 Ga ,其电极反应式为 $[\text{Ga}(\text{OH})_4]^- + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ga} + 4\text{OH}^-$ 。

题组 2

1. D 必刷知识 ②焰色试验、元素周期表、核素应用等

【解析】青铜编钟是由铜合金制成的,A 错误;燃放烟花呈现的颜色是锂、钠、钾、铯、钡等金属元素灼烧时呈现的各种艳丽色彩,B 错误;考古利用 $^{14}_6\text{C}$ 测定文物年代,C 错误;硒的原子序数为 34,位于元素周期表第四周期第ⅥA族,D 正确。

2. C 必刷知识 ②胶体的性质、电子跃迁、配合物

【解析】 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体中观察到丁达尔效应的原因是胶体粒子的直径为 $1 \sim 100 \text{ nm}$,光照射到胶体粒子上,胶体粒子能使光发生散射,A 正确;电子从较高能量的激发态跃迁到较低能量的激发态乃至基态时,将释放能量,光是电子跃迁释放能量的重要形式,B 正确;水合铜离子呈蓝色,故硫酸铜溶液呈蓝色,C 不正确;向 CuSO_4 溶液中滴加过量氨水,水合铜离子会转化为 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$,溶液呈深蓝色,D 正确。



3. C 必刷题型 ①元素周期表及其应用

思路分析 同周期元素中,丁的最高价氧化物对应的水化物的酸性最强,丁为 Cl 元素;由元素周期表中的相对位置可知,甲为 N 元素、乙为 O 元素、丙为 Si 元素。

【解析】N 原子的 2p 轨道为较稳定的半充满状态,第一电离能大于同周期相邻元素,即第一电离能: $N > O$, **A 错误**;一般电子层数越多,其原子半径越大,电子层数相同时核电荷数越大,其原子半径越小,故原子半径: $Si > N > O$, **B 错误**;分子间氢键数目: $H_2O > NH_3$, 分子间作用力: $H_2O > NH_3$, 则沸

关键点

点: $H_2O > NH_3$, **C 正确**; Si、O 元素形成的二元化合物为 SiO_2 , 其难溶于水,易溶于 NaOH 等强碱溶液, **D 错误**。

4. D 必刷知识 ①阿伏加德罗常数的应用

【解析】铜与氧气发生反应: $2Cu + O_2 + 2H_2SO_4 = 2CuSO_4 + 2H_2O$, 若有 $\frac{64\text{ g}}{64\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1\text{ mol}$ Cu 溶解,理论上消耗 $0.5\text{ mol } O_2$, 未说明气体所处状态,则无法确定消耗 O_2 的体积, **A 错误**;由上述化学方程式可知,若生成 $1\text{ mol } CuSO_4$, 转移 2 mol 电子,则转移电子数为 $2N_A$, **B 错误**; $1\text{ L pH} = 1$ 的稀硫酸中, H^+ 的物质的量为 $0.1\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 1\text{ L} = 0.1\text{ mol}$, 则 H^+ 数目为 $0.1N_A$, **C 错误**; $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ 中,每个 NH_3 分子含有 3 个 N—H σ 键,每个 NH_3 与 Cu^{2+} 形成 1 个配位键(σ 键),则 $1\text{ mol } [Cu(NH_3)_4]^{2+}$ 中 σ 键的数目为 $4 \times (3 + 1) N_A = 16N_A$, **D 正确**。

5. D 必刷知识 ①离子方程式的正误判断

【解析】证明氨分子对铜离子的配位能力强于水分子的反应为氢氧化铜与氨水反应生成四氨合铜离子、氢氧根离子和水,反应的离子方程式为 $Cu(OH)_2 + 4NH_3 \cdot H_2O = [Cu(NH_3)_4]^{2+} + 2OH^- + 4H_2O$, **A 错误**;草酸为弱酸,离子方程式中不能拆,反应为 $2MnO_4^- + 5H_2C_2O_4 + 6H^+ = 10CO_2 \uparrow + 2Mn^{2+} + 8H_2O$, **B 错误**;浓硫酸和溴化钠固体反应产生的红棕色气体为溴蒸气,反应物中没有水,溴化钠不能拆,其离子方程式为 $2NaBr + 2H_2SO_4(\text{浓}) = Br_2 \uparrow + SO_2 \uparrow + 2Na^+ + SO_4^{2-} + 2H_2O$, **C 错误**;制备硫酸铵的反应为硫酸钙、氨气、二氧化碳和水反应生成硫酸铵和碳酸钙,题给离子方程式正确, **D 正确**。

6. D 必刷知识 ①离子推断、过滤操作所需仪器、配合物中共价键数目判断

思路分析 向溶液 A 中加入足量的盐酸,生成气体甲,且常温下气体甲在空气中生成气体乙,可知甲为 NO、乙为 NO_2 , 则溶液 A 中含有 Fe^{2+} 和 NO_3^- , 则不含 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- ; 加入盐酸发生反应①后得到的溶液 B 与溶液 A 中的阴离子种类相同,说明反应前后的溶液中的阴离子的种类没有变化,则溶液 A 中一定含有 Cl^- ; 原溶液中存在五种离子,且浓度均为 $0.01\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 根据溶液呈电中性,剩余两种离子所带电荷数相等、电性相反,所以一定含有 SO_4^{2-} , 由于 SO_4^{2-} 不能与 Ba^{2+} 大量共存,故另一种阳离子是 Cu^{2+} 。

【解析】根据思路分析,溶液 A 中一定存在 Fe^{2+} , 不存在 Fe^{3+} , **A 错误**;过滤时需要用到的硅酸盐材质的仪器(即玻璃仪器)有烧杯、玻璃棒、普通漏斗, **B 错误**;向溶液 B 中加入固体 C 调 $pH = 4$, 根据已知信息知,此时生成 $Fe(OH)_3$ 沉淀,溶液 D 中还含有 Cu^{2+} , 再加入足量氢氧化钠溶液生成氢氧化铜沉淀,氢氧化铜溶于氨水生成 $[Cu(NH_3)_4](OH)_2$, 每个 NH_3



中含 3 个 σ 键, N 与 Cu 之间形成配位键(配位键属于 σ 键), 1 个 OH^- 中存在 1 个 σ 键, 因此 $1 \text{ mol } [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$ 中含 $(3 \times 4 + 4 + 1 \times 2) \text{ mol} = 18 \text{ mol } \sigma$ 键, 根据关系式: $\text{Cu}^{2+} \sim [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$ 可得, 生成的 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$ 的物质的量 $n\{[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2\} = n(\text{Cu}^{2+}) = 0.01 \text{ mol}$, 含有 σ 键的物质的量为 0.18 mol , **C 错误**; 溶液 B 生成沉淀甲[即 $\text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3$] 通过调节 pH 实现, 不是氧化还原反应, **D 正确**。

7. B 必刷题型 结合图像分析溶液中的氧化还原反应

思路分析 向混合溶液中加入铁粉至过量, 溶液中先发生反应: ① $\text{Fe} + 4\text{H}^+ + \text{NO}_3^- \longrightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, 铁过量时发生反应: ② $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \longrightarrow 3\text{Fe}^{2+}$, 则 a 表示 Fe^{3+} 的关系曲线, b 表示 Fe^{2+} 的关系曲线, P 点时溶液中 $n(\text{Fe}^{3+}) = n(\text{Fe}^{2+})$ 。

【解析】由思路分析可知, b 表示 Fe^{2+} 的关系曲线, **A 正确**; 初始混合溶液中 HNO_3 和 H_2SO_4 的物质的量均为 1 mol , 发生反应①时, 根据溶液中 $n(\text{NO}_3^-) = 1 \text{ mol}$ 、 $n(\text{H}^+) = 3 \text{ mol}$, 可知 H^+ 少量, H^+ 完全反应时溶解的 Fe 的物质的量为 $3 \text{ mol} \times \frac{1}{4} = 0.75 \text{ mol}$, $n_1 = 0.75$, 继续加入铁粉发生反应②, 设 $n_2 - n_1 = x$, P 点 Fe^{3+} 和 Fe^{2+} 物质的量相同, 则 $0.75 - 2x = 3x$, 解得 $x = 0.15$, 则 $n_2 = 0.75 + 0.15 = 0.9$, **B 错误**; 结合 B 项分析可知, P 点时溶液中 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 的物质的量均为 0.45 mol , **C 正确**; P 点溶液中含有 Fe^{3+} , 加入铜粉时发生反应 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} \longrightarrow 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$, **D 正确**。

一题多解 反应过程消耗 $3 \times \frac{1}{4} \text{ mol} = 0.75 \text{ mol } \text{NO}_3^-$, 由氮原子守恒可知溶液中 $n_{\text{剩余}}(\text{NO}_3^-) = 1 \text{ mol} - 0.75 \text{ mol} = 0.25 \text{ mol}$, 溶液中 $n(\text{SO}_4^{2-}) = 1 \text{ mol}$, H^+ 全部被消耗, 反应后溶液可看作中性, 由电荷守恒有 $3n(\text{Fe}^{3+}) + 2n(\text{Fe}^{2+}) = n(\text{NO}_3^-) + 2n(\text{SO}_4^{2-})$, P 点时 Fe^{3+} 和 Fe^{2+} 的物质的量相同, 即 $5n(\text{Fe}^{2+}) = 0.25 \text{ mol} + 2 \times 1 \text{ mol} = 2.25 \text{ mol}$, 解得 $n(\text{Fe}^{2+}) = 0.45 \text{ mol}$ 。

8. C 必刷题型 元素推断、元素周期律

思路分析 同周期元素 W、X、Y、Z 原子序数依次增大, Y 的最外层电子数等于 X 的核外电子总数, 说明这四种元素位于第二周期; 根据图示可知, Y 可形成 2 个共价键, 为 O 元素; X 可形成 4 个共价键, 为 C 元素; Z 只能形成 1 个共价键, 为 F 元素; 四种原子最外层电子数之和为 20, W 的最外层电子数为 $20 - 4 - 6 - 7 = 3$, 为 B 元素, 所以 W、X、Y、Z 分别为 B、C、O、F。

【解析】元素非金属性越强, 最高价含氧酸酸性越强, 非金属性: $\text{B} < \text{C}$, 故最高价含氧酸酸性: $\text{W}(\text{B}) < \text{X}(\text{C})$, **A 错误**; 同周期主族元素从左到右, 第一电离能呈增大趋势, 第 II A 族、第 V A 族元素第一电离能大于同周期相邻元素, 则 O 的第一电离能小于同周期相邻元素, **B 错误**; 同一周期从左到右, 主族元素原子半径逐渐变小, 原子半径: $\text{X}(\text{C}) > \text{Z}(\text{F})$, **C 正确**; 仅由 C 与 O 形成的化合物为 CO 、 CO_2 , 不含有非极性键, **D 错误**。

9. C 必刷题型 核外电子排布特点、物质结构与元素推断综合应用



思路分析 M、W、X、Y 为原子序数依次增大的短周期主族元素,且 W、X、Y 位于同一周期。W 基态原子各能级电子数相同,且 W 形成 4 个共价键,可知 W 为 C 元素;Y 形成 2 个共价键,即 Y 为 O 元素;由原子序数关系可知 X 为 N 元素;M 只能形成 1 个共价键,原子序数小于 C, M 为 H 元素;由 Z 元素的基态原子 3d 轨道上有 2 个未成对电子,且价层电子的空间运动状态有 6 种,可知其价层电子排布式为 $3d^8 4s^2$,即 Z 为 Ni 元素。

【解析】常温下, H_2O 呈液态, NH_3 呈气态,可知沸点: $H_2O > NH_3$, **A 错误**;同周期元素从左到右,第一电离能呈增大趋势, N 原子 2p 轨道为稳定的半充满状态,第一电离能大于同周期相邻元素,故同周期中第一电离能大于 N 元素的有 F、Ne 两种元素, **B 错误**; H_3O^+ 、 NH_3 的中心原子的价层电子对数均为 4,且孤电子对数都为 1,二者空间结构均为三角锥形, **C 正确**;配合物中配体为 2 个 $\left[\begin{array}{c} \text{HO}-\text{N}=\text{C}-\text{C}=\text{N}-\text{O} \\ | \quad | \\ \text{H}_3\text{C} \quad \text{CH}_3 \end{array} \right]^-$,则该物质中 Ni 元素的化合价为 +2 价, **D 错误**。

刷有所得 H_2O 和 NH_3 分子间均存在氢键,形成的氢键数目: $H_2O > NH_3$,且相对分子质量: $H_2O > NH_3$,可判断沸点: $H_2O > NH_3$ 。

10. (1) $2\text{PrCl}_3 + 3\text{Na}_2\text{CO}_3 + 8\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Pr}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O} \downarrow + 6\text{NaCl}$ 碳酸氢铵沉淀 PrCl_3 过程生成大量气体,碳酸钠沉淀 PrCl_3 过程没有气体生成,因而沉淀颗粒更加致密

(2) ①设 $\text{Pr}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 的物质的量为 1 mol,根据 Pr 原子守恒可得 $n(\text{Pr}_6\text{O}_{11}) = \frac{1}{3} \text{ mol}$, $m(\text{Pr}_6\text{O}_{11}) = n(\text{Pr}_6\text{O}_{11}) \cdot$

$$M = \frac{1}{3} \text{ mol} \times 1022 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \approx 340.7 \text{ g}, \frac{m(\text{Pr}_6\text{O}_{11})}{m[\text{Pr}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}]} \approx \frac{340.7 \text{ g}}{606 \text{ g}} \times 100\% \approx 56.22\%$$

因此制备 Pr_6O_{11} 最适宜的温度为 755°C

② $\text{Pr}_6\text{O}_{11} + 2\text{H}_2\text{O}_2 + 18\text{H}^+ \rightleftharpoons 6\text{Pr}^{3+} + 2\text{O}_2 \uparrow + 11\text{H}_2\text{O}$
(3) 边搅拌边向溶液中加入稍过量 $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{H}_2\text{O}_2$ 溶液,用 $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaOH}$ 溶液调节 $3.7 \leq \text{pH} < 8$,充分反应后过滤,将滤液转移到分液漏斗中,加入 P507 充分振荡,萃取后分液,多次萃取后,向有机层中加入 $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 稀盐酸反萃取,分离出水层后重复反萃取 2~3 次,将所得水层溶液合并

必刷题型 ①常见无机物的制备与离子方程式的书写、热重曲线分析等

【解析】(1) 根据题意,反应物为 PrCl_3 和 Na_2CO_3 ,生成物为 $\text{Pr}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 和 NaCl ,结合原子守恒,可写出化学方程式: $2\text{PrCl}_3 + 3\text{Na}_2\text{CO}_3 + 8\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Pr}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O} \downarrow + 6\text{NaCl}$ 。沉淀剂用 Na_2CO_3 溶液比用 NH_4HCO_3 溶液得到的沉淀颗粒更加致密,可能的原因为 NH_4HCO_3 沉淀 PrCl_3 时会生成大量气体,而 Na_2CO_3 沉淀 PrCl_3 过程没有气体生成,故沉淀颗粒更加致密。

(2) ①设 $\text{Pr}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 的物质的量为 1 mol,根据 Pr 原子守恒可知 Pr_6O_{11} 的物质的量 $n(\text{Pr}_6\text{O}_{11}) = \frac{1}{3} \text{ mol}$,其质量 $m(\text{Pr}_6\text{O}_{11}) = n(\text{Pr}_6\text{O}_{11}) \cdot M = \frac{1}{3} \text{ mol} \times 1022 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \approx 340.7 \text{ g}$,此时剩余固体质量与起始固体质量的比值为

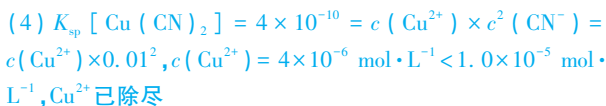
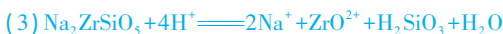
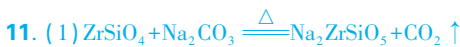


$$\frac{m(\text{Pr}_6\text{O}_{11})}{m[\text{Pr}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}]} \approx \frac{340.7 \text{ g}}{606 \text{ g}} \times 100\% \approx 56.22\%, \text{ 对应的}$$

温度为 755°C , 故制备 Pr_6O_{11} 最适宜的温度为 755°C 。

②将 $0.5 \text{ g Pr}_6\text{O}_{11}$ 加到 $20 \text{ mL } 30\% \text{ H}_2\text{O}_2$ 酸性溶液中产生大量气泡, 反应后锆元素仅以 Pr^{3+} 形式存在, H_2O_2 失去电子被氧化为 O_2 , 根据得失电子守恒、电荷守恒、原子守恒, 可写出反应的离子方程式为 $\text{Pr}_6\text{O}_{11} + 2\text{H}_2\text{O}_2 + 18\text{H}^+ = 6\text{Pr}^{3+} + 2\text{O}_2 \uparrow + 11\text{H}_2\text{O}$ 。

(3) 萃取剂 P507 对 Pr^{3+} 、 Fe^{3+} 和 Fe^{2+} 都有萃取作用, 结合三种离子开始沉淀和沉淀完全时的 pH, 要生成 $\text{Pr}(\text{OH})_3$ 沉淀, 应先向含有 Pr^{3+} 、 Fe^{3+} 和 Fe^{2+} 的溶液中加入 $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ H}_2\text{O}_2$ 溶液, 发生反应 $2\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$, 将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} , 然后加入 $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NaOH}$ 溶液调节 $3.7 \leq \text{pH} < 8$, 使 Fe^{3+} 转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀, 充分反应后过滤, 除去 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀; 将滤液转移到分液漏斗中, 加入 P507 充分振荡, Pr^{3+} 进入有机层中, 萃取后分液, 多次萃取后, 向有机层中加入 $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 稀盐酸进行反萃取, Pr^{3+} 进入水层中, 分离出水层后, 重复反萃取 2~3 次, 将所得水层溶液合并, 浓缩后得到 PrCl_3 溶液, 向溶液中滴加 $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NaOH}$ 溶液至不再产生沉淀, 过滤, 用蒸馏水洗涤、干燥, 得到 $\text{Pr}(\text{OH})_3$ 。



(5) 壬醇中的烃基较大, 其中 $-\text{OH}$ 跟水分子的 $-\text{OH}$ 的相似度小, 因此壬醇几乎不溶于水(合理即可)



必刷题型 ①化学工艺流程, 涉及成分分析、离子和化学方程式书写、试剂最适宜浓度

思路分析

原料: 天然锆英砂(主要成分为 ZrSiO_4 , 主要杂质为 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 、 CuO)

目标产物: ZrO_2

碱熔: 已知“碱熔”时, 锆英砂转化为 $\text{Na}_2\text{ZrSiO}_5$, 结合原子守

恒可书写化学方程式: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{ZrSiO}_4 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{ZrSiO}_5 + \text{CO}_2 \uparrow$;

..... 第(1)问

水浸: Al_2O_3 与 Na_2CO_3 反应生成的 $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ 进入滤液中, 滤渣中有 Fe_2O_3 、 CuO , 根据目标产物含有 Zr 元素, 可推断 $\text{Na}_2\text{ZrSiO}_5$ 难溶于水, 也进入滤渣, 则滤液中溶质主要成分为 $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ 、 Na_2CO_3 ; 第(2)问

酸溶: 已知“酸溶”后, 锆元素以 ZrO^{2+} 的形式存在于溶液中, 根据流程图加入的 HCl , 结合原子守恒可推断发生反应 $\text{Na}_2\text{ZrSiO}_5 + 4\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{ZrOCl}_2 + \text{H}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$, 则滤渣 1 为 H_2SiO_3 。 第(3)问

【解析】(3) 结合思路分析可知“酸溶”发生的化学反应, 结合电荷守恒可书写离子方程式, 注意 $\text{Na}_2\text{ZrSiO}_5$ 不拆成离子。

(4) “除铜”时发生反应 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{CN}^- = \text{Cu}(\text{CN})_2 \downarrow$, 根据溶



度积常数计算公式可得到 $c(\text{Cu}^{2+}) = \frac{K_{\text{sp}}[\text{Cu}(\text{CN})_2]}{c^2(\text{CN}^-)} = \frac{4 \times 10^{-10}}{0.01^2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 4 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} < 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 可知 Cu^{2+} 已除尽。

(6) 为了使 $[\text{FeCl}_4]^-$ 进入有机相, 而 ZrOCl_2 进入水相, 最好

关键点

使 ZrOCl_2 在水中溶解度大, 使 $[\text{FeCl}_4]^-$ 在有机相中萃取率高, 由图像可知盐酸的浓度为 $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时 ZrOCl_2 溶解度较大, 且铁的萃取率很高, 故应选用盐酸的最适宜浓度为 $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

(7) “煅烧”时, 在 350°C 条件下发生反应 $\text{ZrOCl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{350^\circ\text{C}} \text{ZrO}_2 + 2\text{HCl} \uparrow + 7\text{H}_2\text{O} \uparrow$, 所得两种气体的体积之比 $V(\text{HCl}) : V(\text{H}_2\text{O}) = 2 : 7$ 。

题组 3

1. C 必刷知识 ⊙ 化学与传统文化

【解析】动物皮毛的主要成分是蛋白质, **A 正确**; “漉入釜中”即化学操作中的过滤, **B 正确**; 选项描述的是甲烷在湖泊池沼水面上起火的现象, **C 错误**; 描述的石碱为草木灰(主要成分为 K_2CO_3), 溶液显碱性, 遇酸产生气体, **D 正确**。

2. B 必刷题型 ⊙ 阿伏加德罗常数的应用

【解析】用刺有小孔的铝箔包裹 4.6 g 钠, $n(\text{Na}) = \frac{4.6 \text{ g}}{23 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.2 \text{ mol}$, 0.2 mol 钠与足量水充分反应生成 0.2 mol NaOH 和 0.1 mol H_2 , 铝和氢氧化钠溶液反应生成 $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ 和 H_2 , 生成 H_2 分子数大于 $0.1N_A$, **A 错误**; 不同条件下, 23 g (即 1 mol) 钠在空气中充分反应, 无论生成 Na_2O 还是 Na_2O_2 , Na 都转化为 Na^+ , 转移电子数均为 N_A , **B 正确**; 没有明确溶液体积, 无法计算 $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ K}_2\text{SO}_4$ 溶液中含有 K^+ 的数目, **C 错误**; 1 mol SiC 晶体中含有 $\text{Si}-\text{C}$ 的数目为 $4N_A$, **D 错误**。

3. C 必刷知识 ⊙ 一定物质的量浓度溶液的配制与酸碱中和滴定

【解析】 NaOH 固体易潮解, 且易腐蚀纸片, 应用小烧杯称量, **A 错误**; 定容时应平视刻度线, 图示为仰视刻度线, 导致测定

拓展点

结果不准确, **B 错误**; 排碱式滴定管中的气泡时, 把橡胶管向上弯曲, 尖嘴上斜, 挤捏玻璃珠, 使溶液从尖嘴将气泡快速赶出, **C 正确**; NaOH 溶液应用碱式滴定管盛装, 而图中盛装 NaOH 溶液的是酸式滴定管, **D 错误**。

回扣教材 酸式(或碱式)滴定管, 在使用前都要检查是否漏液, 使用前需检查是否漏液的仪器还有分液漏斗、容量瓶等。

酸式滴定管: 盛装酸性或具有氧化性的溶液, 如酸性 KMnO_4 溶液;

碱式滴定管: 盛装碱性或具有还原性的溶液, 如 Na_2SO_3 溶液。

4. C 必刷题型 ⊙ 离子方程式的正误判断

【解析】明矾作净水剂的原理为 $\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3$ (胶体) + 3H^+ , **A 错误**; 用 Na_2SO_3 溶液吸收少量氯气, 离子方程式为 $3\text{SO}_3^{2-} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{SO}_4^{2-} + 2\text{HSO}_3^- + 2\text{Cl}^-$, **B 错误**; 以金属银为阳极电解饱和 NaCl 溶液生成氯化银、氢气和 NaOH , 离子方程式为 $2\text{Cl}^- + 2\text{Ag} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} \text{H}_2 \uparrow + 2\text{AgCl} + 2\text{OH}^-$, **C 正确**; 用醋酸和淀粉-KI 溶液检验加碘食盐中所含的 IO_3^- , 离子方程式为 $\text{IO}_3^- + 5\text{I}^- + 6\text{CH}_3\text{COOH} = 6\text{CH}_3\text{COO}^- + 3\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$,



D 错误。

5. D 必刷题型 ⊙ 元素推断、元素周期律

思路分析 X、Y、Z、W、M、N 为原子序数递增的前 20 号元素。Z 原子的 s 能级电子总数等于 p 能级的电子总数，其电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^4$ 或 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ ，由于 Z 不为金属元素，则 Z 为 O；M 的最外层电子数是最内层的 2 倍，则 M 为 Si；W 原子核外有 1 个未成对电子，由于 W 不为金属元素，则 W 为 F；根据化学式中存在 XW，则 X 为 +1 价，X 为 Li；X、Y、N 为金属元素，且 Y 与 N 同主族，则 Y 为 Be，N 为 Ca。

【解析】一般，电子层数越多，原子半径越大，电子层数相同时，核电荷数越大，原子半径越小，则原子半径： $Si > O > F$ ，A 错误；同主族从上到下，元素第一电离能逐渐减小，第一电离能： $Ca < Be$ ，B 错误；同周期主族元素从左到右，电负性逐渐增大，则电负性： $Li < Be < F$ ，C 错误；常温下 H_2O 为液体，HF 为气体，简单氢化物的沸点： $H_2O > HF$ ，D 正确。

6. A 必刷题型 ⊙ 氧化还原反应及计算

思路分析 根据物质转化图及题给信息可知，发蓝处理过程可用下列化学方程式表示，反应①为 $3Fe + NaNO_2 + 5NaOH \xrightarrow{\Delta} 3Na_2FeO_2 + H_2O + NH_3 \uparrow$ ；反应②为 $6Na_2FeO_2 + NaNO_2 + 5H_2O \xrightarrow{\Delta} 3Na_2Fe_2O_4 + NH_3 \uparrow + 7NaOH$ ；反应③为 $Na_2FeO_2 + Na_2Fe_2O_4 + 2H_2O \xrightarrow{\Delta} Fe_3O_4 + 4NaOH$ 。

【解析】钢铁零件发蓝处理所得的深蓝色氧化膜是 Fe_3O_4 ，A 正确；反应①的化学方程式为 $3Fe + NaNO_2 + 5NaOH \xrightarrow{\Delta} 3Na_2FeO_2 + H_2O + NH_3 \uparrow$ ，在反应中， $NaNO_2$ 为氧化剂，Fe 为还原剂，则氧化剂和还原剂的物质的量之比为 1:3，B 错误； $NaNO_2$ 的还原产物为 NH_3 ，溶液显碱性，反应②的离子方程式为 $6FeO_2^{2-} + NO_2^- + 5H_2O \xrightarrow{\Delta} 3Fe_2O_4^{2-} + NH_3 \uparrow + 7OH^-$ ，C 错误；反应③为 $Na_2FeO_2 + Na_2Fe_2O_4 + 2H_2O \xrightarrow{\Delta} Fe_3O_4 + 4NaOH$ ，该反应中元素化合价均未发生变化，不属于氧化还原反应，D 错误。

7. (1) 降低溶液 pH，抑制 Fe^{2+} 水解

(2) ①恒压滴液漏斗 ②6 3 6 4 2

(3) 降低溶剂的极性，有利于降低三草酸合铁酸钾的溶解度，增加产率

(4) 66.6

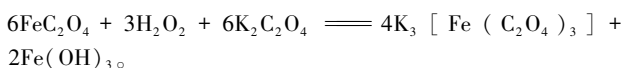
(5) 正确，加入的饱和 $H_2C_2O_4$ 溶液能与 $K_2C_2O_4$ 和 $Fe(OH)_3$ 反应，生成 $K_3[Fe(C_2O_4)_3]$ ，提高产品的产率，反应的化学方程式为 $3K_2C_2O_4 + 2Fe(OH)_3 + 3H_2C_2O_4 \xrightarrow{\Delta} 6H_2O + 2K_3[Fe(C_2O_4)_3]$

(6) ①滴入最后半滴 $KMnO_4$ 溶液，溶液颜色变为浅紫色，且半分钟内不褪色 ② $\frac{28cV}{a}\%$

必刷题型 ⊙ 氧化还原反应方程式的书写与配平、物质的制备与含量测定、氧化还原滴定的综合应用

【解析】(1) 步骤 I 中，加入 H_2SO_4 能降低溶液 pH，抑制 Fe^{2+} 水解。

(2) ①由图示装置可知，仪器 A 的名称为恒压滴液漏斗。②步骤 II 中， FeC_2O_4 中 +2 价 Fe 元素被氧化为 +3 价，并转化为 $K_3[Fe(C_2O_4)_3]$ 和 $Fe(OH)_3$ ， H_2O_2 在反应中发生还原反应，根据原子守恒及得失电子守恒，可知该反应的化学方程式为



(3) 步骤Ⅲ中,冷却结晶时加入乙醇的作用为降低溶剂的极性,有利于降低 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]$ 的溶解度,增加产率。

(4) $7.84 \text{ g } (\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 的物质的量为 $\frac{7.84 \text{ g}}{392 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.02 \text{ mol}$,根据反应方程式和 Fe 原子守恒,可得

$(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \sim \text{FeC}_2\text{O}_4 \sim \frac{2}{3}\text{K}_3[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]$,理论上可生成

$n\{\text{K}_3[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3] \cdot 3\text{H}_2\text{O}\} = \frac{0.04}{3} \text{ mol}$,而实际生成 $4.36 \text{ g } \text{K}_3[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$,则本实验中 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 的

产率为 $\frac{4.36 \text{ g}}{491 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times \frac{0.04}{3} \text{ mol}} \times 100\% \approx 66.6\%$ 。

(5) 步骤Ⅱ中若向反应后的溶液中加入饱和 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液, $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 能与 $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 和 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 反应,生成 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]$,提高产品的产率,化学方程式为 $3\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \xrightarrow{\quad} 2\text{K}_3[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3] + 6\text{H}_2\text{O}$ 。

(6) ①称量 $a \text{ g}$ 样品于锥形瓶中,溶解后加稀 H_2SO_4 酸化,用 $c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{KMnO}_4$ 溶液滴定至终点, $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 将 MnO_4^- 还原,溶液紫色褪去,则滴定终点的现象是滴入最后半滴 KMnO_4 溶液,溶液颜色变为浅紫色,且半分钟内不褪色。②向上述溶液中加入锌粉将 Fe^{3+} 转化为 Fe^{2+} ,过滤、洗涤,将滤液及洗涤液全部收集到锥形瓶中,用 KMnO_4 溶液滴定,其关系式为 $5\text{Fe}^{2+} \sim \text{KMnO}_4$,晶体中铁的质量分数为 $\frac{5 \times V \times 10^{-3} \text{ L} \times c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{a \text{ g}} \times 100\% = \frac{28cV}{a}\%$ 。

知识拓展 氧化还原滴定

原理	以氧化剂(或还原剂)为滴定剂,直接滴定具有还原性(或氧化性)的物质
试剂	①常见的用于滴定的氧化剂: KMnO_4 、 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 等。 ②常见的用于滴定的还原剂:亚铁盐、草酸、维生素 C 等
实例	①酸性 KMnO_4 溶液滴定 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液 原理: $2\text{MnO}_4^- + 6\text{H}^+ + 5\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \xrightarrow{\quad} 10\text{CO}_2 \uparrow + 2\text{Mn}^{2+} + 8\text{H}_2\text{O}$; 指示剂:酸性 KMnO_4 溶液本身呈紫色,不用另外加指示剂; 终点判断:当滴入最后半滴酸性 KMnO_4 溶液后,溶液由无色变为浅紫色,且半分钟内不褪色,说明达到滴定终点。 ② $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液滴定碘液 原理: $2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{I}_2 \xrightarrow{\quad} \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6 + 2\text{NaI}$; 指示剂:用淀粉溶液作指示剂; 滴定终点:当滴入最后半滴 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液后蓝色褪去,且半分钟内不恢复原色,说明达到滴定终点

8. (1) ABC (2) ①A ②0.1016

(3) ① $2\text{I}^- + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ \xrightarrow{\quad} \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

②滴入最后半滴 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液,溶液蓝色恰好褪去,且半分钟内不恢复原色

(4) H_2O_2 少量的过氧化氢 I^- H_2O_2 氧化 I^- 的速率慢于 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 还原 I_2 的速率 加热煮沸

必刷知识 ①氧化还原滴定原理应用、配制一定物质的量浓度



溶液的实验仪器、实验方案评价

【解析】(1)移取 10.00 mL 碘酒,准确配制 100 mL 稀碘液,需要所给仪器中的 100 mL 容量瓶、胶头滴管、酸式滴定管,故选 ABC。

(2)①盛装标准溶液的滴定管用蒸馏水洗净后,未润洗,造成标准溶液浓度降低,用量过多,**A 正确**;滴入半滴标准溶液,溶液变色,立即判定达滴定终点,会使标准溶液用量偏少,**B 错误**;滴定达终点时发现滴定管尖嘴内有气泡产生,使读取的标准溶液体积数值偏小,**C 错误**;滴定终点读取滴定管刻度时,俯视标准溶液液面,使读取的标准溶液体积数值偏小,**D 错误**。②根据反应

$$2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6 \text{ 可知, } n(\text{I}_2) = \frac{1}{2}n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = \frac{1}{2} \times 20 \times 10^{-3} \text{ L} \times 0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 10^{-3} \text{ mol}, \text{ 即 } c(\text{I}_2) = \frac{10^{-3} \text{ mol}}{25 \times 10^{-3} \text{ L}} = 0.04 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, \text{ 故 碘 酒 中 碘 的 含 量 为 } \frac{0.04 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 100.00 \times 10^{-3} \text{ L} \times 254 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{10 \text{ mL}} = 0.1016 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}。$$

(3)① H_2O_2 在酸性条件下将 I^- 氧化为 I_2 , 其离子方程式为 $2\text{I}^- + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。②当滴入最后半滴 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液时,溶液的蓝色恰好褪去,且半分钟内不恢复原色,即达到滴定终点。

(4) H_2O_2 过量时,能将生成的 I^- 重新氧化成 I_2 单质;验证猜想时,应加入少量的 H_2O_2 ,并用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液滴定。结合图像可知 $a \sim b$ 段电势升高是 H_2O_2 将溶液中 I^- 氧化生成 I_2 所致,即发生反应 $2\text{I}^- + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$; $a \sim b$ 段电势变化的斜率的绝对值小于 $b \sim c$ 段,可推测溶液反复变色的原因是 H_2O_2 氧化 I^- 的速率慢于 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 还原 I_2 的速率;将用 H_2O_2 氧化后的待测液加热煮沸使 H_2O_2 完全分解再进行滴定,达到滴定终点时待测液变色后不会恢复原色。