

模块一 化学基本概念和理论

第一章 物质及其变化

第1节 化学与 STSE、传统文化

刷基础

1. B 命题点 ▶ 化学与生活

【解析】明矾是一种常见的混凝剂，溶于水后生成氢氧化铝胶体，能吸附水中悬浮的泥沙等颗粒，使其沉降，从而净化水质，A 合理；漂白粉是一种强氧化性漂白剂，蚕丝制品的主要成分是蛋白质，强氧化剂会破坏蛋白质结构，损坏蚕丝纤维，B 不合理；食醋的主要成分是醋酸，水垢的主要成分是 CaCO_3 和 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ，醋酸能与二者反应使其生成可溶性离子，从而去除水垢，C 合理；小苏打受热分解产生二氧化碳气体， CO_2 能使糕点内部形成孔隙，达到膨松效果，D 合理。

2. A 考查点 ▶ 古诗词中的化学知识，涉及制酒原理、物质成分判断、氧化还原等

【解析】稻花香气的主要成分为有香味的有机物，不是无机化合物，A 错误；烟花燃烧过程中存在元素化合价改变，涉及氧化还原反应，B 正确；酒的制作过程涉及淀粉水解，淀粉水解生成葡萄糖，葡萄糖再转化为乙醇，C 正确；罗裳的主要成分是蚕丝，蚕丝的主要成分为蛋白质，D 正确。

3. A 考查点 ▶ 胶体的性质和应用、淀粉和蛋白质的结构、氢键

【解析】碱基互补配对时，是通过氢键相结合，氢键不属于化学键，A 错误；大豆中的淀粉、蛋白质等含有亲水基团，如淀粉中的羟基，蛋白质中的酰胺基，B 正确；豆浆属于胶体， MgCl_2 属于电解质，向胶体中加入电解质会使胶体发生聚沉，C 正确；红曲霉（属于真菌）发酵产生的红曲红属于天然着色剂，D 正确。

4. A 考查点 ▶ 传统工艺中的化学知识

【解析】驴皮的主要成分是胶原蛋白（属于蛋白质），而非油脂，A 错误；竹材的主要成分是纤维素，纤维素是天然高分子，B 正确；麦芽中的淀粉酶可催化淀粉水解为麦芽糖，属于水解反应，C 正确；铁锅煅烧时，铁在高温下与氧气反应生成致密的氧化物薄膜，可防止铁锅内部金属进一步被氧化，D 正确。

5. B 考查点 ▶ 二氧化硅的性质，淀粉、纤维素的水解，合金性能

【解析】织锦由蚕丝制成，蚕丝的主要成分是蛋白质，属于天然高分子，A 正确；全麦馒头中的多糖包括淀粉和纤维素，淀粉可被人体水解为葡萄糖，但人体缺乏分解纤维素的酶，因此纤维素无法被人体水解为葡萄糖，B 错误；沙子的主要成分二氧化硅属于酸性氧化物（能与强碱反应生成盐和水），C 正确；铝锂合金材料密度小、硬度高，符合实际应用要求，D 正确。

6. C 考查点 ▶ 文物中的化学知识，涉及物质成分的判断

【解析】绢的主要成分是蛋白质，A 错误；青白玉是一种颜色为青白的玉石，其主要成分为硅酸盐，水晶的主要成分是二氧化硅，B

易错点

错误；青铜的主要成分是铜锡合金，C 正确；羟基磷灰石的化学式为 $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ ，属于无机物，D 错误。

7. B 考查点 ▶ 传统文化中的化学知识

【解析】绿矾是 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 的俗称，属于强酸弱碱盐，能电离出 Fe^{2+} 、 SO_4^{2-} ，不能电离出 H^+ ，“味酸”是因为 Fe^{2+} 水解显酸性，A 错误；“石穴中水，所滴皆为钟乳”发生碳酸氢钙与碳酸钙的相互转化，涉及化合反应和分解反应，B 正确；硫黄具有可燃性，参与反应作反应物，不是催化剂，C 错误；“酸坏之酒”中含有乙酸，乙酸和乙醇的沸点不同，用“蒸烧”的方法分离，为蒸馏操作，D 错误。

8. C 考查点 物质的组成、性质与用途

【解析】碳纤维的主要成分为 C, 玻璃纤维的主要成分为二氧化硅等, 属于无机非金属材料, A 正确; 锂的相对原子质量小, 锂聚合物电池的能量密度很高, B 正确; 光纤的主要成分是 SiO_2 , C 错误; 螺旋桨应该具有强度高、耐腐蚀、使用寿命长等特点, 因此用于制作螺旋桨的塑料也应具有强度高、寿命长等特点, D 正确。

易错点

知识归纳

材料组成的辨析

材料	玻璃纤维	有机玻璃
组成	SiO_2 、 Al_2O_3 等	PMMA (聚甲基丙烯酸甲酯)
用途	增强材料(制玻璃钢)、绝缘材料和保温材料	防弹玻璃(强度高)、灯具(透光性好)
材料	单晶硅	光导纤维
组成	Si	SiO_2
用途	良好的光电性能, 制造芯片和太阳能电池	传导光信号

9. C 考查点 物质的性质与用途的关联性

【解析】铝合金可用于制作门窗框架, 利用了铝合金的密度小、强度高的特点, A 错误; 烹煮食物的后期加入食盐, 能避免食盐中添加的 KIO_3 长时间受热而分解, B 错误; 水银有毒, 水银洒落地面时用硫粉处理, 利用单质硫易与金属汞发生化合反应的特点, 减少汞的危害, C 正确; SO_2 具有还原性, 适量使用可作抗氧化剂, 因其有毒, 不可大量使用, D 错误。

10. C 考查点 化学与劳动, 涉及蛋白质的变性、碳酸钠的性质、互促水解等

【解析】向沸汤中加入蛋液做蛋花汤的过程涉及加热使蛋白质变性, A 正确; 碳酸钠可以与酸反应使面团酸度减小, 因此可以用来调节面团的酸度, B 正确; 擦干净铁锅的目的是防止铁发生

易错点

电化学腐蚀, 与铁和水蒸气在高温条件下反应生成四氧化三铁无关, C 错误; 草木灰水解呈碱性, 铵态氮肥水解呈酸性, 二者混合可发生相互促进的水解反应产生氨气, 从而降低肥效, D 正确。

11. B 考查点 化学科学对人类发展的意义

【解析】芯片的主要成分是硅单质, A 错误; 牺牲阳极保护法是利用原电池原理, 在船舶外壳上镶嵌活泼金属, 活泼金属优先被腐蚀, 船体外壳被保护, B 正确; 稀土元素是指周期表中的 15 种镧系元素和钪、钇元素, 共 17 种元素, C 错误; 电池充电时是把电能转化为化学能, D 错误。

12. A 考查点 丙三醇的性质与用途、蛋白质的盐析、常见金属的冶炼、铁的吸氧腐蚀

【解析】丙三醇具有很强的吸水能力, 适量添加在化妆品中可保持皮肤湿润, 所以丙三醇可用于制造日用化妆品, A 符合题意; $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 能使胶体发生盐析, 向饱和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 溶液中滴加鸡蛋清, 可析出沉淀, 此过程可逆, 蛋白质没有变性, B 不符合题意; 氯化镁为离子化合物, 氯化铝为共价化合物, 氧化铝为离子化合物, 镁的熔融氯化物能导电, 但铝的熔融氯化物不导电, 所以工业上常利用电解熔融氯化镁的方法获取金属镁, 用电解熔融氧化铝的方法获取金属铝, C 不符合题意; 保暖贴内有铁粉、活性炭、无机盐等成分, 使用时, 保暖贴内的成分与汗液、空气接触形成原电池, 发生吸氧腐蚀而放出热量, 能较持久又稳定地提供热量, 属于电化学腐蚀, D 不符合题意。

13. C 考查点 化学与生活、科技

【解析】手机玻璃是由一种特殊的钠硅酸盐材料制成, 所以手机

玻璃属于新型无机材料, A 正确; 邮轮船体上镶嵌锌块, 锌比铁活泼, 在海水中形成原电池时, 锌作负极被氧化, 铁作正极被保护, 这种方法叫牺牲阳极法, 可以减缓船体生锈, B 正确; “零碳甲醇”不是指不含碳元素的甲醇, “零碳”是指在生产 CH_3OH 的过程中消耗 CO_2 , 在使用火炬的过程中产生 CO_2 , 采用碳抵消措施, 实现碳排放和碳吸收的平衡状态, 即达到碳的相对零排放, C 错误; 核能属于新能源, 它所利用的核燃料在地球上的储量是有限的, 是不可再生能源, D 正确。

易错点

第 2 节 离子反应

刷基础

1. D 考查点 ▶ 离子方程式的正误判断

【解析】 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 是二元弱酸, 过量 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液与 NaOH 溶液反

易错点

应生成酸式盐, 离子方程式为 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{HC}_2\text{O}_4^- + \text{H}_2\text{O}$, A 错误; 过量的铁粉与稀硝酸反应生成硝酸亚铁、 NO 和水, 离子方程式为 $3\text{Fe} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$, B 错误; “84”消毒液的主要成分为 NaClO , 与洁厕灵混合使用会产生有毒气体 Cl_2 , 离子方程式为 $\text{ClO}^- + \text{Cl}^- + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, C 错误; FeSO_4 酸性溶液暴露在空气中, Fe^{2+} 容易被氧化成 Fe^{3+} , 反应的离子方程式为 $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons 4\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$, D 正确。

2. D 考查点 ▶ 离子共存

【解析】 I^- 和 NO_3^- 在酸性条件下会发生氧化还原反应而不能大量

关键点

共存, 故 A 不符合题意; Fe^{3+} 和 CN^- 会生成 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ 而不能大量共存, 故 B 不符合题意; SiO_3^{2-} 和 Ca^{2+} 会生成 CaSiO_3 沉淀而不能大量共存, 故 C 不符合题意; 虽然 NH_4^+ 、 CH_3COO^- 、 HCO_3^- 会水解, 但三种微粒的水解程度是极小的, 能大量共存, 故 D 符合题意。

易错警示

本题的易错点是 D 选项, 误认为 NH_4^+ 、 CH_3COO^- 、 HCO_3^- 会互相促进水解而不共存。 NH_4^+ 与 CO_3^{2-} 、 CH_3COO^- 等, Mg^{2+} 与 HCO_3^- 等虽然互相促进水解, 但是水解程度仍然很弱, 因此可以大量共存。

3. B 考查点 ▶ 离子方程式书写的正误判断

【解析】硫化氢是弱电解质, 在书写离子方程式时不能拆分成离

关键点

子, 离子方程式为 $2\text{Fe}^{3+} + \text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}^+ + \text{S} \downarrow$, A 错误; Na_2SO_3 溶液吸收少量 Cl_2 , 先发生氧化还原反应生成 SO_4^{2-} 、 Cl^- 和 H^+ , 然后 H^+ 与过量的 SO_3^{2-} 结合生成 HSO_3^- , 离子方程式正确, B 正确; $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体的制备应该将饱和 FeCl_3 溶液滴入沸水中, 加热至液体呈现红褐色, 停止加热, 离子方程式为 $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}(\text{OH})_3(\text{胶体}) + 3\text{H}^+$, C 错误; $K_{\text{sp}}[\text{Mg}(\text{OH})_2] < K_{\text{sp}}(\text{MgCO}_3)$,

关键点

加入足量 NaOH 溶液应该生成 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀, 离子方程式为 $\text{Mg}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$, D 错误。

易错警示

本题 B 选项容易忽视生成的 H^+ 会继续与溶液中过量的 SO_3^{2-} 反应生成 HSO_3^- ; D 选项容易忽视 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 为难溶物, MgCO_3 为微溶物, 足量的 NaOH 溶液会使 MgCO_3 向更加难溶的 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 转化。

4. C 考查点 ▶ 离子共存

【解析】使甲基橙变红色的溶液显酸性, 含有大量 H^+ , H^+ 能与 CO_3^{2-} 反应, 不能大量共存, A 错误; 由水电离出的 $c(\text{OH}^-) = 1 \times 10^{-10} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液中, 水的电离受到抑制, 溶液可以为酸性或

关键点

者碱性, 在酸性条件下, NO_3^- 和 Fe^{2+} 发生氧化还原反应, 碱性条件下, OH^- 与 Fe^{2+} 反应, 不能大量共存, B 错误; 各离子之间不反应, 能大量共存, C 正确; Ba^{2+} 、 SO_4^{2-} 反应生成 BaSO_4 沉淀, 能使

KSCN 溶液变红的溶液含 Fe^{3+} , Fe^{3+} 和 I^- 发生氧化还原反应生成 Fe^{2+} 和碘单质, 不能大量共存, D 错误。

考点拓展

常见溶液既可能呈酸性又可能呈碱性的描述

①与铝粉反应放出氢气; ②常温下, 水电离出的 $c(\text{OH}^-)$ [或 $c(\text{H}^+)$] $< 1 \times 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$; ③与 NH_4HCO_3 溶液反应能产生气体。

5. D 考查点 ▶ 离子方程式的正误判断

【解析】将少量 SO_2 通入次氯酸钠溶液中会发生氧化还原反应, 离子方程式为 $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} + 3\text{ClO}^- \longrightarrow \text{SO}_4^{2-} + 2\text{HClO} + \text{Cl}^-$, A 错误; 将等物质的量浓度的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 和 NH_4HSO_4 溶液以体积比 1:2 混合, 离子方程式为 $\text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} \longrightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$, B 错误; 醋酸为弱酸, 在书写离子方程式时不能拆分成离子, 正确的离子方程式为 $\text{IO}_3^- + 5\text{I}^- + 6\text{CH}_3\text{COOH} \longrightarrow 3\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O} + 6\text{CH}_3\text{COO}^-$, C 错误; 侯氏制碱法中, 向饱和氨盐水中通入二氧化碳得到碳酸氢钠沉淀和氯化铵, 所给离子方程式正确, D 正确。

6. B 考查点 ▶ 结合电离常数及溶液酸碱性判断离子方程式的书写正误

思路分析

根据电离常数判断, 酸性: $\text{H}_2\text{SO}_3 > \text{H}_2\text{CO}_3 > \text{HSO}_3^- > \text{HCO}_3^-$, 且 HSO_3^- 的电离程度大于其水解程度, NaHSO_3 溶液显酸性; HCO_3^- 的水解程度大于其电离程度, NaHCO_3 溶液显碱性, 则 I、III 中含 HSO_3^- , II 中含 HCO_3^- 。

【解析】I、III 中所得溶液显酸性, 则溶液中生成的阴离子为 HSO_3^- , I 中反应的离子方程式为 $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{CO}_2 + 2\text{HSO}_3^-$, A 正确; 酸性: $\text{H}_2\text{CO}_3 > \text{HSO}_3^-$, CO_3^{2-} 和 HSO_3^- 反应不能生成 CO_2 , 反应的离子方程式应为 $\text{CO}_3^{2-} + \text{HSO}_3^- \longrightarrow \text{HCO}_3^- + \text{SO}_3^{2-}$, B 错误; III 中 SO_2 与 SO_3^{2-} 反应生成 HSO_3^- , 反应的离子方程式为 $\text{SO}_3^{2-} + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HSO}_3^-$, C 正确; III 中 SO_2 与 HCO_3^- 反应生成 HSO_3^- , 反应的离子方程式为 $\text{HCO}_3^- + \text{SO}_2 \longrightarrow \text{CO}_2 + \text{HSO}_3^-$, D 正确。

刷提分

1. A 考查点 ▶ 离子方程式书写的正误判断

【解析】硫在热碱液中发生歧化反应生成 S^{2-} 和 SO_3^{2-} , 反应的离子方程式为 $3\text{S} + 6\text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} 2\text{S}^{2-} + \text{SO}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O}$, A 错误; CuS 的溶度积非常小, 所以 CuSO_4 溶液中的 Cu^{2+} 可以和 H_2S 反应生成 CuS 沉淀, 发生反应的离子方程式为 $\text{H}_2\text{S} + \text{Cu}^{2+} \longrightarrow \text{CuS} \downarrow + 2\text{H}^+$, B 正确; 将溴吹入 SO_2 吸收塔, 发生氧化还原反应, 离子方程式为 $\text{SO}_2 + \text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{Br}^- + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$, C 正确; 乙烯使酸性高锰酸钾溶液褪色, 发生反应的离子方程式为 $5\text{C}_2\text{H}_4 + 12\text{MnO}_4^- + 36\text{H}^+ \longrightarrow 10\text{CO}_2 + 12\text{Mn}^{2+} + 28\text{H}_2\text{O}$, D 正确。

方法技巧

有机物参与的氧化还原反应, 在判断元素的化合价时, 可将 H 视为 +1 价、O 视为 -2 价, 根据化合物中正、负化合价代数和为 0, 求出 C 元素的平均化合价。

2. D 考查点 ▶ 离子方程式书写的正误判断

【解析】 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 是弱酸, 在书写离子方程式时不能拆成离子形式, 正确的离子方程式为 $2\text{MnO}_4^- + 5\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 6\text{H}^+ \longrightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 10\text{CO}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$, A 错误; 过量氨气会继续与氢氧化铜反应生

易错点

成 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, B 错误; Fe^{3+} 会被 I^- 还原为 Fe^{2+} , 正确的离子方程式为 $2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 6\text{H}^+ + 2\text{I}^- \longrightarrow 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$, C 错误; FeBr_2 溶液与足量 Cl_2 反应, 则 Fe^{2+} 、 Br^- 均能全部被氧化, 所给离子方程式正确, D 正确。

易错点

成 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, B 错误; Fe^{3+} 会被 I^- 还原为 Fe^{2+} , 正确的离子方程式为 $2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 6\text{H}^+ + 2\text{I}^- \longrightarrow 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$, C 错误; FeBr_2 溶液与足量 Cl_2 反应, 则 Fe^{2+} 、 Br^- 均能全部被氧化, 所给离子方程式正确, D 正确。

3. B 考查点 ▶ 元素化合物性质、物质鉴别

【解析】KI 溶液滴加新制的氯水，会生成碘单质，溶液变棕黄色， $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ 溶液滴加新制的氯水，不发生反应，溶液呈黄绿色， Na_2CO_3 溶液滴加新制的氯水，会产生二氧化碳气体，可以鉴别，A 不符合；KI 溶液呈中性， $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ 溶液呈酸性， Na_2CO_3 溶液呈碱性，甲基橙试剂变色 pH 范围是 3.1~4.4，不能鉴别 KI 溶液和 Na_2CO_3 溶液，B 符合；KI 溶液滴加 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 硫酸铁溶液，会生成碘单质，溶液变棕黄色， $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ 溶液滴加 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 硫酸铁溶液，不发生反应，溶液呈黄色， Na_2CO_3 溶液滴加 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 硫酸铁溶液，会生成红褐色沉淀，放出二氧化碳气体，可以鉴别，C 不符合；KI 溶液滴加 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液，没有明显现象， $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ 溶液滴加 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液，起初出现白色沉淀， $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液过量后沉淀溶解， Na_2CO_3 溶液滴加 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液，出现白色沉淀，且 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液过量后沉淀不溶解，可以鉴别，D 不符合。

4. D 考查点 ▶ 离子方程式书写的正误判断

【解析】由于 H_2CO_3 的酸性比苯酚强，苯酚的酸性比 HCO_3^- 强，因此往苯酚钠溶液中通入少量 CO_2 只能生成 HCO_3^- ，A 错误； KMnO_4 是氧化剂， H_2O_2 是还原剂，得失电子不守恒，正确的离子

关键点

方程式为 $2\text{MnO}_4^- + 6\text{H}^+ + 5\text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{O}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ ，B 错误；向 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液中通入 SO_2 气体， SO_2 溶于水产生 H^+ ，可使溶液中的 NO_3^- 发挥强氧化性，将 SO_2 氧化成 SO_4^{2-} ，继而生成 BaSO_4 沉淀，正确的离子方程式为 $3\text{Ba}^{2+} + 3\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}_3^- \longrightarrow 3\text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}^+$ ，C 错误；混合液中存在： $\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$ ， Fe^{2+} 结合 CO_3^{2-} 产生 FeCO_3 沉淀，上述平衡正向移动， H^+ 浓度增大， H^+ 再与 HCO_3^- 反应产生 CO_2 ，则总反应为 $\text{Fe}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- \longrightarrow \text{FeCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ ，D 正确。

5. D 突破点 ▶ 离子共存、离子方程式书写的正误判断

【解析】 NH_4^+ 、 Fe^{3+} 与 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ 会发生互促水解反应，在溶液中

关键点

不能大量共存，A 错误； NH_4^+ 、 Fe^{3+} 、 Br^- 、 SO_4^{2-} 能够大量共存，加入过量 Na_2S 发生反应 $2\text{Fe}^{3+} + 3\text{S}^{2-} \longrightarrow 2\text{FeS} \downarrow + \text{S} \downarrow$ ，B 错误； K^+ 、 Na^+ 、 ClO^- 、 SO_4^{2-} 能够大量共存，通入足量 SO_2 ， SO_2 会与 ClO^- 发生氧化还原反应，正确的离子方程式为 $\text{SO}_2 + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^- + 2\text{H}^+$ ，C 错误； K^+ 、 Na^+ 、 CO_3^{2-} 、 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ 能够大量共存，少量 HCl 先与 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ 反应生成沉淀，离子方程式为

关键点

$\text{H}^+ + [\text{Al}(\text{OH})_4]^- \longrightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ ，D 正确。

6. AC 创新点 ▶ 定量型离子推断

思路分析

pH=0，说明原溶液含有 H^+ ， HCO_3^- 不存在；先根据实验现象进行分析，加入过量 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 生成无色气体 A，说明原溶液中存在还原性离子 Fe^{2+} ， NO_3^- 与 Fe^{2+} 在酸性条

关键点

件下发生氧化还原反应生成 NO，说明原溶液不含 NO_3^- ；同时生成沉淀 C，则原溶液含 SO_4^{2-} ；沉淀 D 中加 NaOH 溶液，沉淀不溶解，说明不含 Al^{3+} ，沉淀 D 为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ （无法确定原溶

关键点

液是否含 Fe^{3+} ，溶液 B 中含有 Fe^{2+} 被氧化生成的 Fe^{3+} ），溶液

E 中加 NaOH 溶液,生成气体,说明溶液 E 中含 NH_4^+ (不能说明原溶液含有 NH_4^+ ,因为前面步骤加入过量氨水),最终得黑色固体,该固体为 CuO ,说明含有 Cu^{2+} {加入过量氨水时发生反应 $\text{Cu}^{2+} + 4\text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ },结合实验数据可得,

$$n(\text{SO}_4^{2-}) = \frac{27.96 \text{ g}}{233 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.12 \text{ mol}, c(\text{H}^+) = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1},$$

$n(\text{H}^+) = 0.1 \text{ mol}$,根据关系式 $3\text{Fe}^{2+} \sim \text{NO}_3^- \sim \text{NO}$ 可得,

$$n(\text{Fe}^{2+}) = 3 \times \frac{0.224 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.03 \text{ mol}, \text{沉淀 D 为 } \text{Fe}(\text{OH})_3,$$

$$n[\text{Fe}(\text{OH})_3] = \frac{5.35 \text{ g}}{107 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.05 \text{ mol}, \text{说明原溶液还含有}$$

$$0.02 \text{ mol } \text{Fe}^{3+}, n(\text{Cu}^{2+}) = \frac{0.8 \text{ g}}{80 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.01 \text{ mol}, \text{原溶液一定}$$

含 H^+ 、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、 SO_4^{2-} 、 Cu^{2+} ,一定不含 HCO_3^- 、 NO_3^- 、 Al^{3+} ,再结合电中性原则可知原溶液中一定不含 NH_4^+ 。

【解析】根据思路分析,原溶液中一定不含 HCO_3^- 、 NO_3^- 、 NH_4^+ ,A 正

确,B 错误;原溶液还含有 $0.02 \text{ mol } \text{Fe}^{3+}$, $c(\text{Fe}^{3+}) = \frac{0.02 \text{ mol}}{0.1 \text{ L}} =$

$0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,C 正确;原溶液一定含有 Cu^{2+} ,不需要再设计实验进一步确定,D 错误。

第 3 节 氧化还原反应

刷基础

1. D 考查点 氧化还原反应的判断

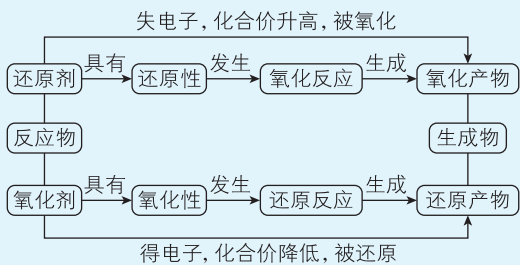
【解析】若反应前后元素化合价有变化,则发生了氧化还原反应。 SO_2 通入品红溶液中,溶液由红色变为无色,是因为 SO_2 与品红溶液中的有机色质结合生成了不稳定的无色物质,元素化合价没有发生变化,A 不符合题意; KI 溶液滴入 AgCl 浊液中,沉淀由白色变为黄色,说明 AgCl 沉淀转化为更加难溶的 AgI 沉淀,元素化合价没有发生变化,B 不符合题意;稀硫酸滴入 K_2CrO_4 溶液中,溶液由黄色变为橙色,说明平衡 $2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$

关键点

正向移动,元素化合价没有发生变化,C 不符合题意;苯酚长时间放置在空气中,晶体由无色变为粉红色,这是苯酚被空气中的氧气氧化所致,D 符合题意。

知识归纳

氧化还原反应的概念与理解



2. C 考查点 氧化还原反应相关计算及氧化性的强弱规律

【解析】Te 为第 VI A 族元素,与 Cu 形成化合物时显 -2 价,则 Cu_2Te 中 Cu 元素为 +1 价,A 错误;反应①中,Cu 元素和 Te 元素的化合价均升高,则氧化产物为 CuSO_4 和 TeO_2 ,B 错误;反应②中每生成 1 mol Te,转移 4 mol 电子,反应①中每生成 1 mol TeO_2 ,转移 8 mol 电子,则每制备 1 mol Te,理论上共转移 12 mol 电子,C 正确;氧化剂的氧化性强于氧化产物的氧化性,根据反应①判断, O_2 的氧化性强于 TeO_2 ,根据反应②判断, TeO_2 为氧化剂, SO_2 为还原剂,则 TeO_2 的氧化性强于 SO_2 ,D 错误。

3. A 考点 ▶ 氧化还原反应相关计算

【解析】根据题干信息描述,该反应的离子方程式为 $6\text{NO}_3^- + 5\text{CH}_3\text{OH} + 6\text{H}^+ = 3\text{N}_2 \uparrow + 5\text{CO}_2 \uparrow + 13\text{H}_2\text{O}$ 。反应中每转移 30 mol 电子,生成 5 mol CO_2 ,若转移 6 mol 电子,则生成标准状况下 22.4 L CO_2 ,A 正确; NO_3^- 发生还原反应,生成无害的气体为

关键点

N_2 ,B 错误;甲醇在反应中作还原剂,而臭氧表现的是氧化性,故

关键点

不可以用臭氧代替,C 错误;还原产物是 N_2 ,氧化产物是 CO_2 ,还原产物与氧化产物的物质的量之比为 3:5,D 错误。

方法技巧 有机物的得失电子情况分析

可以依据得 1 个 H 即得 1 个 e^- ,得 1 个 O 即失 2 个 e^- ,失 1 个 H 即失 1 个 e^- ,失 1 个 O 即得 2 个 e^- ,由有机物中 H、O 数目的变化判断有机物整体的得失电子数目,如 $\text{CH}_3\text{OH} \rightarrow \text{CO}_2$,1 个 CH_3OH 分子发生转化时,整体得 1 个 O,失 4 个 H,则整体失去 6 个 e^- 。

4. C 考点 ▶ 氧化还原反应的基本概念及相关计算

思路分析

白磷与过量浓 NaOH 溶液在加热条件下发生氧化还原反应生成 PH_3 和 NaH_2PO_2 ,反应的化学方程式为

$\text{P}_4 + 3\text{NaOH}(\text{浓}) + 3\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{PH}_3 \uparrow + 3\text{NaH}_2\text{PO}_2$; NaH_2PO_2 和硫酸反应生成次磷酸(H_3PO_2),反应的化学方程式为 $\text{NaH}_2\text{PO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{NaHSO}_4 + \text{H}_3\text{PO}_2$; H_3PO_2 分解生成 PH_3 和 H_3PO_4 ,反应的化学方程式为 $2\text{H}_3\text{PO}_2 = \text{PH}_3 \uparrow + \text{H}_3\text{PO}_4$ 。

【解析】 P_4 是由 4 个磷原子构成的分子,白磷属于分子晶体,A 错误;浓氢氧化钠溶液过量的情况下,白磷与氢氧化钠反应生成

关键点

NaH_2PO_2 ,说明 NaH_2PO_2 是正盐,B 错误;白磷与过量浓氢氧化钠溶液在加热条件下发生氧化还原反应生成磷化氢和次磷酸钠, PH_3 中 P 化合价为 -3,是还原产物, NaH_2PO_2 中 P 化合价为 +1,是氧化产物,结合思路分析可知作为氧化剂与作为还原剂的 P_4 的物质的量之比为 1:3,C 正确;次磷酸钠和硫酸反应生成次磷酸的反应不涉及元素化合价变化,不是氧化还原反应,D 错误。

易错警示

本题容易忽视浓 NaOH 溶液过量,误认为 NaH_2PO_2 为酸式盐。

方法技巧

“三步法”巧解氧化还原反应的计算题

- | | |
|-----|--|
| 第一步 | 找出氧化剂、还原剂及对应的还原产物和氧化产物 |
| 第二步 | 找准一个原子或离子得失电子数(注意化学式中粒子的个数) |
| 第三步 | 根据题中物质的物质的量和得失电子守恒列出等式:
$n(\text{氧化剂}) \times \text{变价原子个数} \times \text{化合价变化值(高价-低价)} = n(\text{还原剂}) \times \text{变价原子个数} \times \text{化合价变化值(高价-低价)}$ |

5. B 考点 ▶ 催化氧化机理

思路分析

过程 1 中 ClO^- 与 Ni_2O_3 反应生成 Cl^- 和 NiO_2 ,反应的离子方程式为 $\text{ClO}^- + \text{Ni}_2\text{O}_3 = \text{Cl}^- + 2\text{NiO}_2$;过程 2 中 NiO_2 与 ClO^- 反应生成 Ni_2O_3 、 Cl^- 和 O ,反应的离子方程式为 $\text{ClO}^- + 2\text{NiO}_2 = \text{Ni}_2\text{O}_3 + \text{Cl}^- + 2\text{O}$ (C 正确)。

【解析】由题图可知, Ni_2O_3 先被消耗后又生成,是该反应的催化剂,A 正确;由思路分析可知,过程 1 发生反应的离子方程式为 $\text{ClO}^- + \text{Ni}_2\text{O}_3 = \text{Cl}^- + 2\text{NiO}_2$, Cl^- 是还原产物, NiO_2 是氧化产物,氧化产物(NiO_2)与还原产物(Cl^-)的物质的量之比为 2:1,B 错

误;根据题给总反应和过程 1、过程 2 的离子方程式,可知吸收过程中存在反应: $\text{SO}_2 + \text{O} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$,D 正确。

6. B 考点 ▶ 反应机理图中的氧化还原反应分析

【解析】反应 I 中, Fe^{3+} 氧化 H_2 ,生成 Fe^{2+} 、 H^+ ,反应的离子方程式为 $2\text{Fe}^{3+} + \text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}^+$,A 正确;反应 II 中, NO 氧化 Fe^{2+} ,生成 Fe^{3+} 、 N_2 和 H_2O ,反应的离子方程式为 $4\text{Fe}^{2+} + 4\text{H}^+ + 2\text{NO} \rightleftharpoons 4\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{N}_2$, NO 为氧化剂, Fe^{2+} 为还原剂,二者的物质的量之比为 1:2,B 错误;氧化剂的氧化性强于还原产物,则过程 I 中氧化性强弱为 $\text{Fe}^{3+} > \text{Fe}^{2+}$,氧化剂的氧化性强于氧化产物的氧化性,则过程 II 中氧化性强弱为 $\text{NO} > \text{Fe}^{3+}$,C 正确;图乙中, Fe 被氧化为 Fe_3O_4 , NO_3^- 被还原为 NH_4^+ ,根据得失电子守恒可知,消耗 1 mol NO_3^- 转移 8 mol 电子,消耗 3 mol Fe ,D 正确。

刷 提分

1. A 考点 ▶ 氧化还原反应的基本概念

【解析】反应中过氧键中氧元素由 -1 价降为 -2 价,被还原,关键点 $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 作氧化剂; MnSO_4 中锰元素由 +2 价升为 +7 价,被氧化,关键点 作还原剂。反应中硫元素化合价均为 +6 价,没有发生变化,A 错误;反应中过二硫酸钾为氧化剂,高锰酸钾为氧化产物,氧化性: $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8 > \text{KMnO}_4$,B 正确;反应中过二硫酸钾为氧化剂,硫酸锰为还原剂,参加反应的氧化剂与还原剂的物质的量之比为 5:2,C 正确;根据 $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 可得过二硫酸的化学式为 $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$,因此过二硫酸为二元酸,D 正确。

易错警示

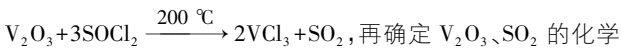
本题易忽视信息:过二硫酸分子中含有一个过氧键(—O—O—),误认为 O 元素化合价都为 -2 价,S 元素的化合价为 +7 价。其他含有过氧键的物质还有过氧化氢、过氧化钠、过氧乙酸等,含有过氧键的物质通常具有较强的氧化性。

2. B 考点 ▶ 氧化还原反应方程式配平、氧化还原反应概念

思路分析

配平反应方程式的步骤如下:

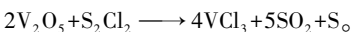
方法一:该反应为非氧化还原反应,先将 Cl 原子个数配平:



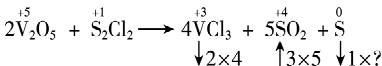
再确定 V_2O_5 、 SO_2 的化学计量数: $\text{V}_2\text{O}_5 + 3\text{SOCl}_2 \xrightarrow{200\text{ }^\circ\text{C}} 2\text{VCl}_3 + 3\text{SO}_2$ 。

方法二:该反应为氧化还原反应。

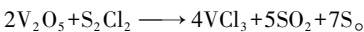
第一步:先将 O 原子个数配平、并确定 VCl_3 的化学计量数:



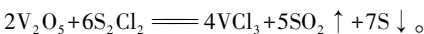
第二步:标注升降价。



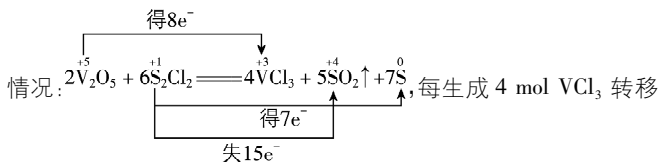
根据升降价守恒确定 S 的化学计量数:



第三步:确定 S_2Cl_2 的化学计量数。



【解析】由方法一、二对应的两个反应方程式可知,制备等量 VCl_3 ,方法二生成的二氧化硫比方法一少,且无需加热,更环保,A 正确; S_2Cl_2 的结构式为 $\text{Cl}-\text{S}-\text{S}-\text{Cl}$,1 个 S_2Cl_2 分子中含 3 个 σ 键,但题中未指明 S_2Cl_2 的物质的量,无法确定 σ 键数目,B 错误;方法一中生成 2 mol VCl_3 时,生成 3 mol SO_2 ,标准状况下的体积为 67.2 L,C 正确;用双线桥法表示方法二中电子转移的情况:



每生成 4 mol VCl_3 转移 15 mol 电子,则生成 2 mol VCl_3 时,转移的电子数为 $7.5N_A$,D 正确。

3. CD 考查点 ▶ 氧化还原反应的相关计算, 氧化性、还原性影响因素的探究

【解析】反应①中 Mn 的化合价由 +7 价降至 +2 价, I 的化合价由 -1 价升至 0 价, 根据得失电子守恒可得关系式 $5\text{I}^- \sim \text{MnO}_4^-$, 可以求得 $n = 0.0002$, A 正确; 反应②的 $n(\text{I}^-) : n(\text{MnO}_4^-) = 0.001 : (10 \times 0.0002) = 1 : 2$, 反应②中 Mn 的化合价由 +7 价降至 +4 价,

关键点

反应②的关系式为 $\text{I}^- \sim 2\text{MnO}_4^- \sim 2\text{MnO}_2 \sim \text{IO}_3^- \sim 6\text{e}^-$, 则 IO_3^- 中 I 的化合价为 +5 价, B 正确; 已知 MnO_4^- 的氧化性随酸性减弱而减弱,

关键点

则反应②中 MnO_4^- 的氧化性较弱, 但 I^- 的氧化产物中 I 元素化合价比反应①中更高, 所以反应②中 I^- 的还原性更强, 则 I^- 的还原性随碱性增强而增强, C 错误; 反应①的离子方程式为 $10\text{I}^- + 2\text{MnO}_4^- + 16\text{H}^+ = 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{I}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$, 反应②的离子方程式为 $\text{I}^- + 2\text{MnO}_4^- + \text{H}_2\text{O} = 2\text{MnO}_2 \downarrow + \text{IO}_3^- + 2\text{OH}^-$, 则根据反应①和②的离子方程式可知, 反应①消耗 H^+ , 生成水, 即 pH 增大; 反应②生成 OH^- , 消耗水, 即 pH 增大, D 错误。

4. B 考查点 ▶ 氧化还原反应的计算、实验流程分析

思路分析

由题干流程可知, 经过“反应 1”, NaI 转化为 NaIO_3 ; 在碱性条件下经过“反应 2”, NaIO_3 被 Cl_2 氧化为 $\text{Na}_2\text{H}_3\text{IO}_6$; 由“反应 3”生成沉淀 Ag_5IO_6 ; “反应 4”中, $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$, Ag_5IO_6 与 H^+ 反应转化为 H_5IO_6 , 同时 HClO 分解生成氧气和 HCl , Cl^- 和 Ag^+ 生成 AgCl 沉淀, “反应 4”总反应为 $4\text{Ag}_5\text{IO}_6 + 10\text{Cl}_2 + 10\text{H}_2\text{O} = 4\text{H}_5\text{IO}_6 + 20\text{AgCl} + 5\text{O}_2$, 故无色气体为 O_2 。

【解析】 I^- 在阳极失去电子发生氧化反应生成 IO_3^- , 反应为 $\text{I}^- + 3\text{H}_2\text{O} - 6\text{e}^- = \text{IO}_3^- + 6\text{H}^+$, 反应生成氢离子, 则电解过程中阳极周围溶液的 pH 减小, A 错误; 由流程可知, “反应 2”的化学方程式为 $\text{NaIO}_3 + \text{Cl}_2 + 3\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{H}_3\text{IO}_6 \downarrow + 2\text{NaCl}$, Cl_2 是氧化剂, NaIO_3 是还原剂, 二者物质的量之比为 1:1, B 正确; “反应 3”加入硝酸银溶液后, $\text{Na}_2\text{H}_3\text{IO}_6$ 转化为 Ag_5IO_6 , 碘元素价态未发生变化, 结合元素守恒, 可知钠、氢元素转化为 NaNO_3 、 HNO_3 , 滤液中

关键点

含有 NaNO_3 、 HNO_3 , C 错误; “反应 4”总反应为 $4\text{Ag}_5\text{IO}_6 + 10\text{Cl}_2 + 10\text{H}_2\text{O} = 4\text{H}_5\text{IO}_6 + 20\text{AgCl} + 5\text{O}_2$, 氧化产物为 O_2 , 还原产物为

关键点

AgCl , 二者物质的量之比为 1:4, D 错误。

5. C 考查点 ▶ 根据标准电极电势判断物质氧化性、还原性的强弱

【解析】根据题干信息及表格数据可知, BrO_3^- 的氧化性强于 Cl_2 ,

关键点

可用 KBrO_3 与浓盐酸反应制备 Cl_2 , A 正确; 根据题干信息, E^\ominus 越高, 氧化型物质的氧化能力越强, 氧化性强弱顺序: $\text{MnO}_4^- > \text{Cl}_2 > \text{VO}_2^+ > \text{Fe}^{3+}$, B 正确; E^\ominus 越低, 还原型物质的还原能力越强, $E^\ominus[\text{Fe}(\text{OH})_3/\text{Fe}(\text{OH})_2] < 0.77 \text{ V}$, 说明 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 的还原性强于

关键点

Fe^{2+} 的还原性, C 错误; 根据表格数据可知, VO_2^+ 的氧化能力强于 Fe^{3+} , VO_2^+ 可将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} , 反应后滴加 KSCN 溶液, 可观察到溶液变红, D 正确。

6. D 考查点 ▶ 氧化还原反应的计算

【解析】 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 的中心原子 S 形成的 4 个 σ 键的键长不一样, 故其空间结构不是正四面体形, A 错误。 As_2S_3 中 As 的化合价为 +3 价, 反应 I 产物 As_2O_3 中 As 的化合价为 +3 价, 故该过程中 As 没有被氧化, B 错误。 根据题给信息可知, 反应 I 的化学方程式为

$2\text{As}_2\text{S}_3 + 6\text{O}_2 + 3\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{紫外光}} 2\text{As}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$, 反应 II 的化学方

程式为 $\text{As}_2\text{S}_3 + 7\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{自然光}} 2\text{H}_3\text{AsO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4$, 则反应 I 和 II 中, 参加反应的 $\frac{n(\text{O}_2)}{n(\text{H}_2\text{O})}$: I > II, C 错误。As₂S₃ 中 As 为 +3 价, S 为 -2 价, 在经过反应 I 后, As 的化合价没有变, S 变为 +2 价, 则 1 mol As₂S₃ 失电子 $3 \times 4 \text{ mol} = 12 \text{ mol}$; 在经过反应 II 后, As 变为 +5 价, S 变为 +6 价, 则 1 mol As₂S₃ 失电子 $2 \times 2 \text{ mol} + 3 \times 8 \text{ mol} = 28 \text{ mol}$, 则反应 I 和 II 中, 氧化 1 mol As₂S₃ 转移的电子数之比为 3:7, D 正确。

关键点

7. CD 考查点 ▶ 利用图示考查物质的转化关系

【解析】过程 I 中 NH_4^+ 与 Fe^{3+} 反应生成 Fe^{2+} 、氮气和 NO_2^- , 过程 II 中 NO_2^- 与 NH_4^+ 反应生成氮气。“过程 I”中 Fe^{3+} 参与反应得电子生成 Fe^{2+} , 不是催化剂, A 错误; “过程 I”中 Fe^{3+} 将 NH_4^+ 氧化为 NO_2^- , Fe^{3+} 的氧化性强于 NO_2^- , B 错误; “过程 II”为 NO_2^- 和 NH_4^+ 反应生成 N_2 , 反应方程式为 $\text{NO}_2^- + \text{NH}_4^+ \xrightarrow{\text{菌体}} \text{N}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, 氧化剂为 NO_2^- , 还原剂为 NH_4^+ , 物质的量之比为 1:1, 对应的氧化产物 (N_2) 和还原产物 (N_2) 的质量之比为 1:1, C 正确; “过程 I”中 N_2 和 NO_2^- 的物质的量之比为 1:1, 发生反应: $12\text{Fe}^{3+} + 3\text{NH}_4^+ + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{菌体}} \text{N}_2 \uparrow + \text{NO}_2^- + 12\text{Fe}^{2+} + 16\text{H}^+$, 则氧化剂为 Fe^{3+} , 还原剂为 NH_4^+ , 二者物质的量之比为 4:1, D 正确。

快解

“过程 I”中 $n(\text{N}_2) : n(\text{NO}_2^-) = 1 : 1$, 可以看作产物中 N 元素的平均化合价为 +1, “过程 I”中 Fe 降 1 价, N 升 4 价, 则 $n(\text{Fe}^{3+}) : n(\text{NH}_4^+) = 4 : 1$ 。

方法技巧

判断催化剂的方法: 催化剂一般先与反应物反应生成中间体, 中间体最后重新生成催化剂。

8. (1) Na_3AsS_3 (2) S (3) 随着温度升高, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的溶解度降低, $c(\text{Ca}^{2+})$ 降低, 引起 $\text{Ca}_3(\text{AsO}_4)_2$ 溶解平衡正向移动, 沉淀率下降
(4) $\text{SO}_2 + \text{H}_3\text{AsO}_4 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_3\text{AsO}_3 + 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$
(5) $\text{As}_2\text{O}_3 + 6\text{Zn} + 12\text{HCl} \longrightarrow 2\text{AsH}_3 \uparrow + 6\text{ZnCl}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$, $2\text{AsH}_3 \xrightarrow{\Delta} 2\text{As} \downarrow + 3\text{H}_2$ (6) 2:3

突破点 ▶ 氧化还原反应、物质性质、化学反应分析

思路分析

向含砷废渣 (主要成分为 As_2S_3) 中加入烧碱“碱浸”, 发生反应 $\text{As}_2\text{S}_3 + 6\text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}_3\text{AsO}_3 + \text{Na}_3\text{AsS}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$, 得到含有 Na_3AsO_3 、 Na_3AsS_3 的溶液, “氧化”时通入氧气将 Na_3AsO_3 和 Na_3AsS_3 氧化为 Na_3AsO_4 , 同时生成 S 沉淀, 则“滤渣 1”为 S, 再加入石灰乳“沉砷”得到 $\text{Ca}_3(\text{AsO}_4)_2$ 沉淀, “酸化”用稀硫酸溶解沉淀, 生成 H_3AsO_4 和硫酸钙, “还原”时通入 SO_2 将 H_3AsO_4 还原为 H_3AsO_3 , 反应的化学方程式为 $\text{H}_3\text{AsO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 \longrightarrow \text{H}_3\text{AsO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$, “浓缩、冷却结晶”时 H_3AsO_3 分解为 As_2O_3 , 得到 As_2O_3 粗品, H_2S 和 H_2 将 As_2O_3 “硫化还原”生成 As, As 经过升华, 再氯化, 生成 AsCl_3 , 再通入 H_2 , AsCl_3 被还原得到高纯砷。

【解析】(1) 根据“碱浸”反应的化学方程式, 利用原子守恒可推知甲的化学式为 Na_3AsS_3 。

(2) 根据思路分析可知, “滤渣 1”的主要成分为 S。

(3) 随着温度升高, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的溶解度降低, $c(\text{Ca}^{2+})$ 降低, 引起 $\text{Ca}_3(\text{AsO}_4)_2$ 沉淀溶解平衡正向移动, 沉淀率下降。

(4) 根据思路分析可知, “还原”反应的离子方程式为 $\text{SO}_2 + \text{H}_3\text{AsO}_4 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_3\text{AsO}_3 + 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ 。

(5) 由题目描述可知反应的化学方程式为 $\text{As}_2\text{O}_3 + 6\text{Zn} + 12\text{HCl} \xrightarrow{\Delta} 2\text{AsH}_3 \uparrow + 6\text{ZnCl}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ 、 $2\text{AsH}_3 \xrightarrow{\Delta} 2\text{As} \downarrow + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

(6) “氢还原”反应的化学方程式为 $2\text{AsCl}_3 + 3\text{H}_2 \xrightarrow{800^\circ\text{C}} 2\text{As} + 6\text{HCl}$ ，其中氧化剂和还原剂的物质的量之比为 2:3。

9. C 创新点 ▶ 氧化还原反应有关计算、氧化还原反应的规律与电池原理理解相结合

【解析】该分离装置本质上是氢氧燃料电池，a 为正极，氧气被还原，电极反应式为 $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{CO}_2 \rightleftharpoons 4\text{HCO}_3^-$ ，b 为负极，氢气被氧化，电极反应式为 $\text{H}_2 - 2\text{e}^- + 2\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{CO}_2$ 。 CO_2 在 a 侧并未发生还原反应，A 错误；膜中 H_2 在 b 侧被氧化生成水，电子应从 b 侧流向 a 侧，而 HCO_3^- 则是由 a 侧向 b 侧迁移，二者方向相反，B 错误； H_2 在 b 侧被氧化为 H^+ ，每 1 mol H_2 可使 2 mol HCO_3^- 在 b 侧放出 2 mol CO_2 ，C 正确； H_2 中 H 的化合价由 0 变为 +1，元素化合价发生了变化，D 错误。

热点 1 新情境下陌生反应方程式的书写

刷 热点

1. C 考查点 ▶ 信息型方程式书写的正误判断

【解析】将 NH_4VO_3 溶液加热水解得到气体和 H_3VO_4 沉淀，结合元素守恒可写出反应的化学方程式： $\text{NH}_4\text{VO}_3 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{H}_3\text{VO}_4 \downarrow + \text{NH}_3 \uparrow$ ，A 正确； V_2O_5 与盐酸反应生成 VO^{2+} 和黄绿色气体 (Cl_2)，反应过程中，V 元素由 +5 价降低到 +4 价，Cl 元素由 -1 价升高到 0 价，则反应过程中 V_2O_5 与 Cl^- 的物质的量之比为 1:2，通过 V_2O_5 、 Cl^- 的化学计量数确定 VO^{2+} 、 Cl_2 的化学计量数，最后根据电荷守恒、质量守恒配平，离子方程式为 $\text{V}_2\text{O}_5 + 2\text{Cl}^- + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{VO}^{2+} + \text{Cl}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$ ，B 正确；碱性条件下，不能生成 H^+ ，负极反应为 $\text{VB}_2 - 11\text{e}^- + 16\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{VO}_4^{3-} + 2[\text{B}(\text{OH})_4]^- + 4\text{H}_2\text{O}$ ，C 错误； $\text{SO}_2(\text{g})$ 与 $\text{O}_2(\text{g})$ 反应生成 1 mol $\text{SO}_3(\text{g})$ 释放 98.3 kJ 的热量，则生成 2 mol $\text{SO}_3(\text{g})$ 释放 196.6 kJ 的热量，热化学方程式为 $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g}) \quad \Delta H = -196.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，D 正确。

知识归纳

判断信息型方程式书写是否正确常需要考虑的问题

①反应物与产物是否符合情境素材；②守恒关系是否正确，包括质量守恒、得失电子守恒、电荷守恒；③产物与环境中的物质是否共存；④涉及用量需要看方程式的化学计量数与描述是否相符。

2. A 考查点 ▶ 氧化还原反应方程式的书写、催化氧化历程分析

【解析】方法 I， NaClO_2 中 Cl 元素化合价由 +3 降至 -1，作氧化剂，

关键点

NO 中 N 元素化合价由 +2 升高至 NO_3^- 中的 +5 价，作还原剂，

关键点

根据得失电子守恒可知，氧化剂与还原剂的物质的量之比为 3:4，A 错误；方法 I 中加入 Fe^{3+} ，可将 NaClO_2 氧化为 ClO_2 ，氧化性更强，B 正确；分析题中反应机理图可知，方法 II 中反应物为 NH_3 、 O_2 、 NO ，生成物为 H_2O 、 N_2 ，且 NH_3 与 NO 的物质的量之比为 1:1，根据得失电子守恒可知化学方程式为 $4\text{NH}_3 + 4\text{NO} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} 4\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ ，C 正确；反应过程中 $\text{V}^{5+} = \text{O}$ 转化为 $\text{NO}-\text{NH}_2-\text{V}^{4+}-\text{OH}$ ，V 元素化合价降低，被还原，D 正确。

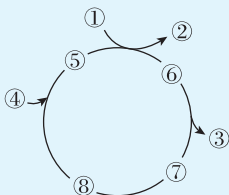
方法技巧

环式反应机理分析中“一剂”与“三物”的判断

(1) 催化剂：随着反应物一起消耗，随着生成物生成（先消耗后生成，失而复得）；

三“物”指反应物、生成物、中间产物（或中间体）

(2) 反应物：通过一个箭头进入整个历程的物质一般是反应物，如物质①和④；



(3) 生成物:通过一个箭头最终脱离整个历程的物质一般是生成物,如物质②和③;

(4) 中间产物(或中间体):中间产物在反应历程中先生成,后消耗(自生自灭)。

在实际判断中,催化剂和中间产物容易混淆,关键是找出反应的起始点,一般从题干信息获取。

3. AC 考查点 ▶ 陌生氧化还原反应方程式的配平、锰的化合物的性质及转化、电子转移计算

【解析】前 5 min 内 MnO_4^- 浓度下降, Mn^{3+} 浓度上升,说明 MnO_4^- 和 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 反应生成 Mn^{3+} 和 CO_2 , $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{Mn}^{3+}$, Mn 元素的化合价降低 4, $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \rightarrow \text{CO}_2$, C 元素的化合价升高 1, 根据得失电子守恒可知, $n(\text{氧化产物}) : n(\text{还原产物}) = n(\text{CO}_2) : n(\text{Mn}^{3+}) = 4 : 1$, A 错误; 由图像可知, MnO_4^- 的浓度为 0 后才开始生成 Mn^{2+} , 说明该条件下 Mn^{2+} 和 MnO_4^- 不能大量共存, B 正确; 后期 Mn^{3+} 浓度下降, Mn^{2+} 浓度上升, 说明 Mn^{3+} 和草酸反应生成 Mn^{2+} 和 CO_2 , 草酸为弱酸, 离子方程式为 $2\text{Mn}^{3+} + \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2\text{Mn}^{2+} + 2\text{CO}_2 \uparrow + 2\text{H}^+$, C 错误; $n(\text{KMnO}_4) = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.10 \text{ L} = 0.1 \text{ mol}$, 17 min 时, $n(\text{Mn}^{2+}) = n(\text{Mn}^{3+})$, 此时 Mn 元素的平均化合价为 +2.5, $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{Mn}^{2.5+}$, 化合价降低 4.5, 根据得失电子守恒可知, 生成的 $n(\text{CO}_2) = 0.1 \text{ mol} \times 4.5 = 4.5 \text{ mol}$, 在标准状况下的体积为 $0.45 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 10.08 \text{ L}$, D 正确。

4. BD 考查点 ▶ 陌生工艺流程中的化学(或离子)方程式书写及相关计算

【解析】装置 I 中 Ce^{4+} 被还原为 Ce^{3+} , NO 被氧化为 NO_3^- 和 NO_2^- , 根据 Ce^{3+} 的存在形式可知溶液呈酸性, 装置 I 反应后溶液中 $n[\text{N}(\text{V})] : n[\text{N}(\text{III})]$ 为 1:1, 根据氧化还原反应得失电子守恒和原子守恒可知, 反应的离子方程式为 $2\text{NO} + 4\text{Ce}^{4+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{Ce}^{3+} + \text{HNO}_2 + \text{NO}_3^- + 5\text{H}^+$, A 正确; 由装置 I 中反应的离子方程式可知, N 元素的化合价由 +2 升高至 +5、+3, 因此每当有 0.25 mol NO(标准状况下 5.6 L) 被氧化时, 转移 $\frac{1}{2} \times 0.25 \text{ mol} \times 3 + \frac{1}{2} \times 0.25 \text{ mol} \times 1 = 0.50 \text{ mol}$ 电子, B 错误; 装置 III 中 NO_2^- 被 O_2 氧化为 NO_3^- , 根据化合价升降守恒可知反应过程中存在关系式 $\text{O}_2 \sim 2\text{NO}_2^-$, 因此氧化剂和还原剂的物质的量之比为 1:2, C 正确; 由装置 II 反应后溶液中 $n[\text{N}(\text{III})] : n[\text{N}(\text{V})]$ 为 1:1 可知, 装置 III 中的总反应为 $2\text{HNO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{NO}_3^- + 4\text{NH}_3 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons 4\text{NH}_4\text{NO}_3$, 通入 NH_3 和 O_2 的体积比为 4:1 时, 可实现原子利用率最大化, D 错误。

5. B 创新点 ▶ 根据电负性判断陌生反应化学方程式的正误

思路分析

根据反应 $2\text{RMgCl} + \text{CdCl}_2 \xrightarrow{\text{醚}} \text{R}_2\text{Cd}$ (有机镉试剂) + 2MgCl_2 分析, 电负性较大的元素形成的氯化物可以与电负性较小的金属元素的格氏试剂发生交换反应。

【解析】电负性: $\text{Cd} > \text{Al}$, A 中反应可以发生。电负性: $\text{Li} < \text{Zn}$, B 中反应不可以发生。电负性: $\text{Si} > \text{Mg}$, C 中反应可以发生。电负性: $\text{H} > \text{Li}$, D 中反应可以发生。

6. (1) $3\text{BeO} + 2\text{Na}_2\text{SiF}_6 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} 3\text{Na}_2\text{BeF}_4 + 2\text{SiO}_2 + \text{CO}_2 \uparrow$ (2) $\text{SiF}_6^{2-} + 4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + 6\text{F}^- + 4\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O}$

考查点 ▶ 陌生非氧化还原反应方程式的配平

【解析】(1) 烧碱时, BeO 与 Na_2SiF_6 、 Na_2CO_3 反应生成 Na_2BeF_4 、 SiO_2 , 结合元素守恒及条件判断, 产物中还有 CO_2 , 即物质变化为 $\text{BeO} + \text{Na}_2\text{SiF}_6 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \longrightarrow \text{Na}_2\text{BeF}_4 + \text{SiO}_2 + \text{CO}_2$, 反应过程中, 元素化合价没有发生变化, 即该反应为非氧化还原反应, 配平步骤如下:

第一步:将 F 元素配平,得到 $\text{BeO} + 2\text{Na}_2\text{SiF}_6 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \longrightarrow 3\text{Na}_2\text{BeF}_4 + \text{SiO}_2 + \text{CO}_2$ 。

第二步:根据 Na_2SiF_6 、 Na_2BeF_4 的化学计量数配平 BeO 、 Na_2CO_3 、 SiO_2 的化学计量数,得到 $3\text{BeO} + 2\text{Na}_2\text{SiF}_6 + 1\text{Na}_2\text{CO}_3 \longrightarrow 3\text{Na}_2\text{BeF}_4 + 2\text{SiO}_2 + \text{CO}_2$ 。

第三步:根据 Na_2CO_3 的化学计量数配平 CO_2 的化学计量数,结合条件写出反应的化学方程式为 $3\text{BeO} + 2\text{Na}_2\text{SiF}_6 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} 3\text{Na}_2\text{BeF}_4 + 2\text{SiO}_2 + \text{CO}_2 \uparrow$ 。

(2) 水浸后溶液中仍有未反应的 Na_2SiF_6 , 加入 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 后会转化为 H_2SiO_3 沉淀, 所得产物可除去溶液中的钙、镁元素, 即 Na_2SiF_6 和 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 反应生成 F^- , 物质变化为 $\text{SiF}_6^{2-} + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2\text{SiO}_3 + \text{F}^- + \text{NH}_4^+$, 反应过程中, 元素化合价没有发生变化, 即该反应为非氧化还原反应, 配平步骤如下:

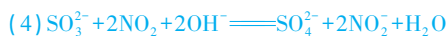
第一步:将 SiF_6^{2-} 的化学计量数定为 1, 根据 SiF_6^{2-} 的化学计量数配平 H_2SiO_3 、 F^- 的化学计量数, 即 $1\text{SiF}_6^{2-} + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 1\text{H}_2\text{SiO}_3 + 6\text{F}^- + \text{NH}_4^+$ 。

第二步:根据电荷守恒配平 NH_4^+ 的化学计量数, 则 NH_4^+ 的化学计量数为 4, 即 $1\text{SiF}_6^{2-} + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 1\text{H}_2\text{SiO}_3 + 6\text{F}^- + 4\text{NH}_4^+$ 。

第三步:根据 NH_4^+ 的化学计量数配平 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的化学计量数, 即 $1\text{SiF}_6^{2-} + 4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 1\text{H}_2\text{SiO}_3 + 6\text{F}^- + 4\text{NH}_4^+$ 。

第四步:根据元素守恒可知, 生成物中还应该有 1 个 H_2O , 写出反应离子方程式: $\text{SiF}_6^{2-} + 4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + 6\text{F}^- + 4\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O}$ 。

7. (1) $\text{NaClO} + 2\text{NH}_3 \longrightarrow \text{N}_2\text{H}_4 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$



突破点 ▶ 氧化还原反应规律

【解析】(1) 次氯酸钠溶液与氨反应制备联氨, 氮元素的化合价升高, 则氯元素的化合价降低, 次氯酸钠被还原为氯化钠。

(2) 过氧化氢具有氧化性, 会将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} 。

(3) 在稀硫酸中, Cr 的最高价含氧酸的钾盐(橙色)为重铬酸钾, 其氧化 O 的一种氢化物, 则为过氧化氢, 反应中 Cr 被还原为 +3 价, 则过氧化氢被氧化成氧气。

(4) SO_3^{2-} 具有还原性, 清液(pH 约为 8)中 SO_3^{2-} 将 NO_2 转化为 NO_2^- , 则 SO_3^{2-} 被氧化为 SO_4^{2-} , 结合原子守恒可知, OH^- 参与反应生成水。

(5) CuSO_4 溶液能用作 P_4 中毒的解毒剂, 反应可生成 P 的最高价含氧酸(磷酸)和铜, 根据原子守恒可知, 还生成硫酸。

(6) KClO_3 若不加催化剂, 400°C 时分解只生成两种盐, 其中一种无氧酸盐为 KCl , 另一种盐阴阳离子个数比为 1:1, 一部分氯元素的化合价由 +5 降低为 -1 得到 KCl , 则另一部分氯元素的化合价升高为 +7 得到 KClO_4 。

(7) 向污水中加入 KMnO_4 (高锰酸钾的还原产物为 MnO_2) 溶液可将其中的三氯乙烯除去, 氧化产物只有 CO_2 , 则氯元素转化为 KCl , 结合原子守恒可知生成 HCl 。

8. (1) MgF_2 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液

(2) 使 Fe^{3+} 生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀, 使黄钠铁矾的纯度(或产率)降低



(5) 还原性: $\text{Fe}^{2+} > \text{Co}^{2+}$, Fe^{2+} 优先被 NaClO 溶液氧化为 Fe^{3+} , 有利于得到较纯的黄钠铁矾

突破点 ▶ 氧化还原反应方程式的书写和配平、钴的重要化合物的制备、 Fe^{2+} 的鉴别及其应用

思路分析

铁钴矿、焦炭、熔剂混合焙烧时, 硫元素转化为二氧化硫, 碳元素转化为碳的氧化物, 铁元素、钴元素转化为单质, 向焙烧渣中加入硫酸酸浸, 二氧化硅不溶于硫酸, 过滤得到主要成分为 SiO_2 的滤渣 1 和主要含有 Fe^{2+} 、 Co^{2+} 、 Mg^{2+} 的滤液 1, 向滤液 1 中加入次氯酸钠溶液将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} , 向反应后的溶液 A 中加入碳酸钠溶液调节其 pH, 将 Fe^{3+} 转化为黄钠铁矾沉淀, 过滤得到滤渣 2 (黄钠铁矾) 和滤液 2, 向滤液 2 中加入氟化钠溶液, 将溶液中的 Mg^{2+} 转化为 MgF_2 沉淀除去, 过滤得到主要成分为 MgF_2 的滤渣 3 和滤液 3, 向滤液 3 中加入次氯酸钠和碳酸钠混合溶液, 将 Co^{2+} 转化为 $\text{Co}(\text{OH})_3$ 和 $\text{Co}(\text{OH})\text{SO}_4$, 过滤得到含有 $\text{Co}(\text{OH})_3$ 和 $\text{Co}(\text{OH})\text{SO}_4$ 的滤渣 4 和滤液 4, 最后滤渣 4 经灼烧分解生成 Co_2O_3 。

【解析】(1) 滤渣 3 的主要成分为 MgF_2 ; 溶液中的 Fe^{2+} 能与 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液反应生成蓝色沉淀, 则确定滤液 1 中的 Fe^{2+} 已被完全氧化的试剂为 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液。

(2) 若此步骤加入过量 Na_2CO_3 溶液, pH 超过 2.0, 会加速 Fe^{3+} 水解, 产生 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀, 使黄钠铁矾的纯度 (或产率) 降低。

(3) 加入物质的量之比为 1:2 的 NaClO 和 Na_2CO_3 , 溶液中的 Co^{2+} 与 ClO^- 、 CO_3^{2-} 反应生成氢氧化钴沉淀、二氧化碳和 Cl^- , 则总反应的离子方程式为 $2\text{Co}^{2+} + \text{ClO}^- + 2\text{CO}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{Co}(\text{OH})_3 \downarrow + 2\text{CO}_2 \uparrow + \text{Cl}^-$ 。

(4) 隔绝空气灼烧时, $\text{Co}(\text{OH})\text{SO}_4$ 在高温条件下分解生成三氧化二钴、三氧化硫和水, 反应的化学方程式为 $2\text{Co}(\text{OH})\text{SO}_4 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Co}_2\text{O}_3 + 2\text{SO}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$; 如果控制温度不当, $\text{Co}(\text{OH})_3$ 会生成 CoO 杂质、氧气和水, 反应的化学方程式为 $4\text{Co}(\text{OH})_3 \xrightarrow{\text{高温}} 4\text{CoO} + \text{O}_2 \uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$ 。

(5) 因为还原性: $\text{Fe}^{2+} > \text{Co}^{2+}$, Fe^{2+} 会优先被 NaClO 溶液氧化为 Fe^{3+} , 有利于得到较纯的黄钠铁矾, 若 NaClO 溶液过量, 则 Co^{2+} 也会被氧化。

全章真题训练

刷真题

刷本源

1. C 命题点 ▶ 物质组成与分类

【解析】墨玉、黑陶、琉璃的主要成分都是硅酸盐, 而齐国刀币的主要成分是合金, 故 C 符合题意。

2. A 命题点 ▶ 氧化还原反应的判断

【解析】侯氏制碱法的原理中主要涉及复分解反应和分解反应, 不涉及氧化还原反应, A 符合题意; 电解盐酸的反应为 $2\text{HCl} \xrightarrow{\text{电解}} \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow$, 涉及电子转移, 属于氧化还原反应, B 不符合题意; 拉瓦锡通过金属 (如汞) 与氧气的反应研究燃烧的氧化学说, 其中包括: $2\text{Hg} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{HgO}$, 涉及电子转移, 属于氧化还原反应, C 不符合题意; 合成氨的反应为氮气和氢气反应生成氨气, 该反应属于氧化还原反应, D 不符合题意。

3. B 命题点 ▶ 氧化还原反应的判断

【解析】竹管和动物尾毫做成湖笔, 过程中不涉及化学变化, A 错误; 徽墨以松木或植物油不完全燃烧产生的油烟为主要材质, 燃

烧是氧化还原反应, B 正确; 楮树皮经发酵去除表面胶质, 制成纸浆纤维, 再制成宣纸, 发酵时主要发生水解反应, 宣纸制作过程没有发生氧化还原反应, C 错误; 端石制成端砚是物理变化, D 错误。

4. C 命题点 ▶ 氧化性的判断

【解析】金单质在空气中被火灼烧也不反应, 说明金的化学性质很稳定, 且金单质不具有氧化性, A 错误; 题述过程涉及反应 $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$, 未体现 CaO 的氧化性, B 错误; 题述语句涉及反应 $2\text{Ag} + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{Ag}_2\text{S}$ 、 $2\text{Cu} + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{Cu}_2\text{S}$ 、 $\text{Fe} + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{FeS}$, 这些反应中 S 作氧化剂, 体现氧化性, C 正确; 题述过程涉及反应 $\text{CaCO}_3 + 2\text{CH}_3\text{COOH} = (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$, 未发生氧化还原反应, 与其氧化性无关, D 错误。

5. D 命题点 ▶ 化学品的合理使用

【解析】活性炭具有吸附性, 可用作食品脱色剂, A 正确; 铁粉可以与氧气反应, 可用作食品脱氧剂, B 正确; 谷氨酸钠是味精的主要成分, 可用作食品增味剂, C 正确, 五氧化二磷与水作用生成含偏磷酸、焦磷酸和磷酸等的混合物, 具有腐蚀性, 且偏磷酸有毒, 不可以用作食品干燥剂, D 错误。

6. C 命题点 ▶ 物质的用途

【解析】石墨质软, 常用作电极、润滑剂, A 项正确; 氧化钙能够和水反应, 所以可用作食品干燥剂, B 项正确; 聚乙炔具有单双键交替的长链, 可以导电, 不能用作绝缘材料, C 项错误; 乙二醇能与水以任意比例互溶, 能显著降低水的凝固点, D 项正确。

关键点拨

具有单双键交替长链的高分子有可能成为导电塑料, 聚乙炔就具有单双键交替的长链。

考点拓展

石墨晶体同一层中 C 与 C 之间通过共价键形成六边形平面网状结构, 层中还含有大 π 键, 其具有金属键的性质, 而平面结构的层与层之间则依靠分子间作用力(范德华力)结合, 所以石墨晶体属于混合型晶体, 能够导电, 质软。

7. C 命题点 ▶ 物质性质及用途

【解析】石灰乳除去废气中二氧化硫, 是利用酸性氧化物能和碱反应的原理, 体现了 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的碱性, A 正确; 氯化铁溶液腐蚀铜电路板, 发生氧化还原反应, Fe^{3+} 转化为 Fe^{2+} , 化合价降低, 体现了 Fe^{3+} 的氧化性, B 正确; 制作豆腐时添加石膏, 利用了硫酸钙能使蛋白质聚沉的原理, 和其难溶性无关, C 错误; 氨水配制银氨溶液, Ag^+ 和 NH_3 中 N 原子形成配位键, 体现了 NH_3 的配位性, D 正确。

8. C 命题点 ▶ 离子方程式的正误判断

【解析】用 NaOH 溶液吸收少量 SO_2 , 反应应生成亚硫酸钠 (Na_2SO_3), A 错误; 选项给出的方程式未配平, B 错误; 用 MnO_2 和浓盐酸制备 Cl_2 的离子方程式正确, C 正确; $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 可溶, 应写离子形式, D 错误。

9. C 命题点 ▶ 氧化还原反应机理分析

【解析】 N_2H_4 被氧化为 N_2 , N_2 是氧化反应的产物, A 错误; 在反应中, N_2H_4 作为还原剂, 将 Fe_3O_4 中 +3 价 Fe 元素还原为 Fe^{2+} , 表明 N_2H_4 的还原性强于 Fe^{2+} , B 错误; 总反应为 $2\text{Fe}_3\text{O}_4 + 12\text{H}^+ + \text{N}_2\text{H}_4 \xrightarrow{\text{催化剂}} 6\text{Fe}^{2+} + \text{N}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$, 反应消耗 H^+ , 导致溶液中 H^+ 浓度降低, pH 增大, C 正确; 催化剂先消耗后又生成, 由反应机理可知, 该反应过程中起催化作用的是 $[\text{Cu}(\text{N}_2\text{H}_4)_2]^{2+}$, D 错误。

10. BD 命题点 ▶ 物质的制备和氧化还原反应原理

【解析】将高锰酸钾固体加热分解, 发生的反应是 $2\text{KMnO}_4 \xrightarrow{\Delta} \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2 \uparrow$, 高锰酸钾中 Mn 的化合价降低, O 的化合价升高, 则高锰酸钾既作氧化剂, 又作还原剂, G 是 O_2 , 是高锰酸钾分解的氧化产物, 高锰酸钾固体分解后的产物 K_2MnO_4 和

MnO_2 都能够和浓盐酸反应生成氯气, H 是 Cl_2 , 为氧化产物, 反应原理分别为 $\text{K}_2\text{MnO}_4 + 8\text{HCl}(\text{浓}) = 2\text{KCl} + \text{MnCl}_2 + 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{Cl}_2 \uparrow$ 、 $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, 此外, 如果高锰酸钾分解不充分, 剩余的高锰酸钾也会与浓盐酸反应, 化学方程式为 $2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl}(\text{浓}) = 2\text{KCl} + 2\text{MnCl}_2 + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$, 则 Mn 元素至少参与了三个氧化还原反应。通过上述分析可知 A 项、C 项正确, B 项错误; 根据得失电子守恒, 利用终态法, 0.1 mol KMnO_4 最终变成 MnCl_2 , 若只生成 Cl_2 , 则 Cl_2 的物质的量是 $\frac{0.1 \times [(+7) - (+2)]}{2} \text{ mol} = 0.25 \text{ mol}$, 而事实上还发生反应 $2\text{KMnO}_4 \xrightarrow{\Delta} \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2 \uparrow$, 每生成 1 mol O_2 转移 4 mol 电子, 则生成气体的物质的量之和小于 0.25 mol , D 项错误。

刷借鉴

11. B 命题点 ▶ 古建筑组件的主要成分、物质的分类

【解析】古建筑中的基石一般使用石质材料, 常用的石材有花岗岩、青石等, 花岗岩的主要成分是硅酸盐, 青石的主要成分是 CaCO_3 , 均属于无机物, A 不符合题意; 斗拱是由木材制成的, 木材的主要成分是纤维素, 属于有机物, B 符合题意; 青瓦是由

关键点

黏土烧制而成的传统建筑材料, 黏土的主要成分为含水的铝硅酸盐, 属于无机物, C 不符合题意; 琉璃的主要成分是二氧化硅, 属于无机物, D 不符合题意。

12. D 命题点 ▶ 现代化学技术在文物研究中的应用

【解析】 ^{14}C 断代法是一种利用放射性同位素 ^{14}C 衰变规律测定含碳物质年代的技术, 可用于测定竹筒年代, A 不符合题意; X 射线与晶体中的电子相互作用产生衍射现象, 获得衍射图后经计算可获得晶体结构的有关信息, 故 X 射线衍射法可用于分析玉器的晶体结构, B 不符合题意; 原子光谱法可以测定元素种类, C 不符合题意; 红外光谱法可用于获得有机分子中所含有的化学键或官能团的信息, 测定有机分子的相对分子质量应采用质谱法, D 符合题意。

13. A 命题点 ▶ 物质的性质与用途的对应关系

【解析】硅用于制造芯片, 是因为单质硅具有半导体特性, A 符合题意; 铝的还原性较强, 能够从比其还原性弱的金属的氧化物中夺取氧, 还原为金属单质, 故金属铝可用于冶炼金属, B 不符合题意; 浓硫酸具有吸水性, 可以吸收水分, 可用作干燥剂, C 不符合题意; 乙炔燃烧产生高温火焰, 能够熔化金属, 从而实现金属切割, D 不符合题意。

14. A 命题点 ▶ 物质的分类

【解析】金代六曲葵花鎏金银盏的主要成分为 Au 、 Ag , 属于金属; 北燕鸭形玻璃注、汉代白玉耳杯、新石器时代彩绘几何纹双腹陶罐的主要成分均为硅酸盐, 属于无机盐, 选 A。

15. B 命题点 ▶ 物质结构与性质的关系

【解析】生铁的脆性较大, 减少含碳量可增强延展性, A 正确; 晶体硅中硅原子形成 4 个单键, 无自由电子, 若用碳原子取代部分硅原子, 碳原子也形成 4 个单键, 同样无自由电子, 则导电性不会有明显改变, B 错误; 在纤维素中引入带有强亲水基团的支链, 可显著提升其吸水能力, C 正确; 顺丁橡胶硫化后形成网状结构, 整体强度比线型结构有显著提高, D 正确。

16. B 命题点 ▶ 化学与生活

【解析】大米的主要成分是淀粉, 淀粉可初步水解为麦芽糖, A 不符合题意; 次氯酸钠具有强氧化性, 可用于消毒, 与其碱性无关, B 符合题意; N 是合成蛋白质的必需元素, 所以要给小麦施氮肥, C 不符合题意; 肥皂的主要成分是高级脂肪酸钠(或钾),

其中的亲水基 $-\text{COO}^-$ 易溶于水,疏水基长链烃基易溶于油,疏水基插入油污内部,亲水基向外,将油污包裹形成胶束,D 不符合题意。

17. A 命题点 ▶ 化学/离子方程式正误判断,涉及乙醇还原氧化铜、沉淀转化、 Fe^{2+} 检验、 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 与 CrO_4^{2-} 相互转化

【解析】出现紫红色说明生成了 Cu,如果生成 Cu_2O 应该是砖红色,故化学方程式为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{CuO} \xrightarrow{\Delta} \text{Cu} + \text{H}_2\text{O} + \text{CH}_3\text{CHO}$, A 错误;固体由白色变为红褐色,说明白色 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀,离子方程式为 $3\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s}) + 2\text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons 2\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{s}) + 3\text{Mg}^{2+}$, B 正确; $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 与 Fe^{2+} 反应生成蓝色沉淀 $\text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$,可用于检验 Fe^{2+} ,离子方程式为 $\text{Fe}^{2+} + [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} + \text{K}^+ \rightleftharpoons \text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6] \downarrow$, C 正确; $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 为橙色、 CrO_4^{2-} 为黄色, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液中加入 NaOH 溶液,溶液由橙色变为黄色,发生反应: $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{CrO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$, D 正确。

18. D 命题点 ▶ 方程式的正误判断

【解析】泡沫灭火器的反应原理是 NaHCO_3 溶液中的 HCO_3^- 与 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中的 Al^{3+} 发生相互促进的水解反应生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 CO_2 , A 正确;钠与甲苯不反应,与 H_2O 反应生成 NaOH 和 H_2 ,可以消耗甲苯中微量的水, B 正确; NO_2 与 NaOH 溶液发生氧化还原反应,生成 NaNO_3 、 NaNO_2 和 H_2O ,其反应的离子方程式为 $2\text{NO}_2 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{NO}_3^- + \text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$, C 正确;石灰乳是 $\text{Ca}(\text{OH})_2$

关键点

的悬浊液,在书写离子方程式时不能拆写成离子形式,则正确的离子方程式为 $\text{Cl}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$, D 错误。

19. D 命题点 ▶ 方程式的正误判断

【解析】 MnO_2 与浓盐酸在加热条件下反应生成 MnCl_2 、 Cl_2 、 H_2O , A 正确; NO_2 与水反应生成 HNO_3 和 NO , B 正确;乙醇被 CuO 氧化生成乙醛,同时 CuO 被还原生成 Cu , C 正确;该离子方程式电荷不守恒、O 原子不守恒,正确的离子方程式为 $5\text{SO}_2 + 2\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 5\text{SO}_4^{2-} + 2\text{Mn}^{2+} + 4\text{H}^+$, D 错误。

方法技巧 离子方程式正误判断方法

①是否符合客观事实;②是否符合原子守恒、电荷守恒、得失电子守恒;③拆分是否正确。