

可能用到的相对原子质量: H—1 C—12 N—14 O—16 Cl—35.5 Mn—55

一、单项选择题: 本题共 13 小题, 每小题 3 分, 共 39 分。每小题只有一个选项最符合题意。

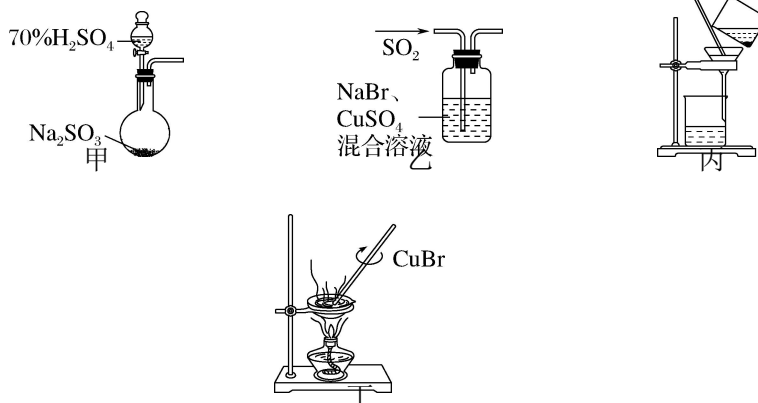
1. 蛋白质是生命活动的物质基础。下列有关蛋白质的说法正确的是()

- A. 蛋白质由 C、H、O 三种元素组成 B. 蛋白质属于高分子化合物
C. 棉、麻、蚕丝主要成分均为蛋白质 D. 蛋白质水解生成葡萄糖

2. 可用 CoCl_2 、 NH_4Cl 、 H_2O_2 、浓氨水制备 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{H}_2\text{O}]\text{Cl}_3$ 。下列说法正确的是()

- A. $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{H}_2\text{O}]\text{Cl}_3$ 中 Co 为 +2 价 B. H_2O_2 的电子式为 $\text{H}^+[\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{O}}:]^{2-}\text{H}^+$
C. 中子数为 18 的氯原子: ${}^{35}_{17}\text{Cl}$ D. NH_4^+ 的空间结构为四面体形

3. 实验室利用 $\text{SO}_2 + 2\text{CuSO}_4 + 2\text{NaBr} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{CuBr} \downarrow + 2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4$ 制备 CuBr。潮湿的 CuBr 受热易分解。用下列装置进行实验, 不能达到实验目的的是()



- A. 用装置甲制取 SO_2 B. 用装置乙制取 CuBr
C. 用装置丙分离出 CuBr D. 用装置丁干燥 CuBr

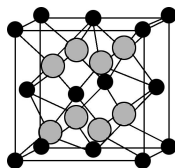
4. 月球土壤中含橄榄石($\text{Mg}_2\text{Fe}_2\text{SiO}_6$)、辉石($\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$)和 SiO_2 等。下列说法正确的是()

- A. 电负性: $\chi(\text{O}) > \chi(\text{Si})$ B. 离子半径: $r(\text{Mg}^{2+}) > r(\text{Ca}^{2+})$
C. SiO_2 属于分子晶体 D. 碱性: $\text{Mg}(\text{OH})_2 > \text{Ca}(\text{OH})_2$

阅读下列材料, 完成 5~8 题。

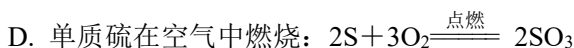
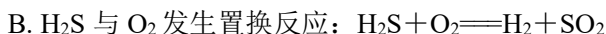
自然界中硫元素主要存在于岩石圈, 水圈和大气圈中有少量含硫化合物。单质硫大部分来自岩石圈中硫化物与水蒸气、 O_2 等物质的共同作用。可溶性硫酸盐矿会随雨水或地下水进入河流与海洋。 H_2S 和 SO_2 是大气圈中的主要含硫物质。人类根据需要可将硫元素转化为指定物质, 以减少环境污染, 满足生产、生活的需求。

5. 下列有关自然界中含硫物质的说法正确的是()



- A. S_2 、 S_8 互为同位素

- B. H_2S 、 SO_2 中硫原子的杂化轨道类型相同
 C. 大气圈与水圈中主要含硫物质的类别相同
 D. 右图所示 Cu_2S 晶胞中硫原子的配位数为 8
 6. 下列有关自然界中单质硫形成及转化的化学反应表示正确的是()



7. 下列物质结构与性质或物质性质与用途具有对应关系的是()

A. CS_2 为非极性分子, 可用于溶解硫黄

B. 浓硫酸具有脱水性, 可用作干燥剂

C. H_2S 的空间结构为 V 形, H_2S 的还原性比 H_2O 的强

D. S—H 键长比 O—H 的长, CH_3SH 的沸点低于 CH_3OH

8. 反应 $8\text{SO}_3(\text{g}) + 6\text{CH}_4(\text{g}) \rightleftharpoons \text{S}_8(\text{g}) + 6\text{CO}_2(\text{g}) + 12\text{H}_2\text{O}(\text{g})$; $\Delta H < 0$ 可用于治理大气污染。下列关于该反应的说法正确的是()

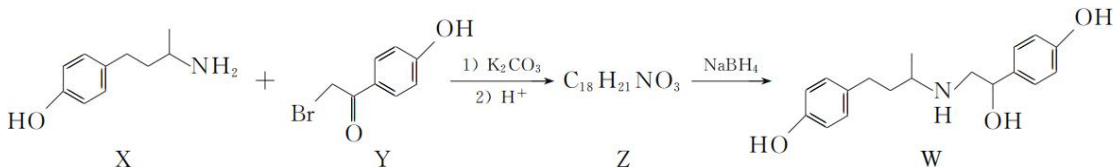
A. 该反应的 $\Delta S < 0$

B. 反应物的键能总和大于生成物的键能总和

C. 反应的平衡常数 $K = \frac{c(\text{S}_8) \cdot c^6(\text{CO}_2) \cdot c^{12}(\text{H}_2\text{O})}{c^8(\text{SO}_3) \cdot c^6(\text{CH}_4)}$

D. 使用高效催化剂可以降低反应的焓变

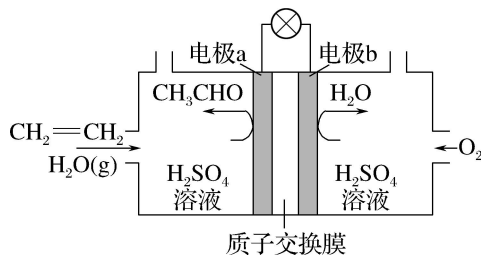
9. 化合物 W 是一种药物合成中间体, 其合成路线如下:



- 下列叙述正确的是()

A. Y 可以发生水解和消去反应 B. Z 分子中含有 1 个手性碳原子

C. 用 FeCl_3 溶液可检验 W 中是否含有 X D. 1 mol W 最多可与 3 mol NaOH 反应



10. 某乙烯燃料电池的工作原理如图所示。下列说法正确的是()

A. 放电时, 电子由电极 b 经外电路流向电极 a

B. 电极 a 的电极反应式为 $\text{CH}_2=\text{CH}_2 - 2\text{e}^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{H}^+$

C. 当有 0.2 mol H^+ 通过质子交换膜时, 电极 b 表面理论上消耗 O_2 的体积为 1.12 L

D. 验证生成 CH_3CHO 的操作: 取反应后的左室溶液, 加入新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$, 加热, 观察现象

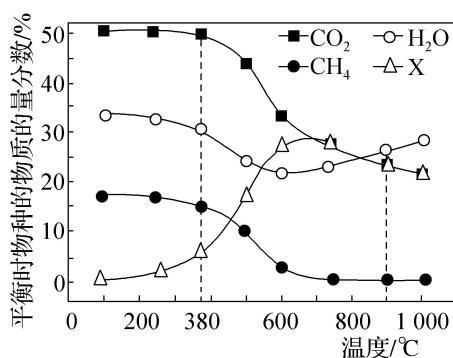
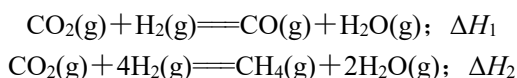
11. 室温下, 根据下列实验过程及现象, 能验证相应实验结论的是()

选项	实验过程及现象	实验结论
A	向 2 mL 0.1 mol·L ⁻¹ NaCl 溶液中滴加 2 滴 0.1 mol·L ⁻¹ AgNO ₃ 溶液，产生白色沉淀，再滴加 4 滴 0.1 mol·L ⁻¹ KI 溶液，产生黄色沉淀	$K_{sp}(\text{AgCl}) > K_{sp}(\text{AgI})$
B	分别向 <chem>c1ccccc1C</chem> 和 <chem>C1CCCCC1C</chem> 中滴加酸性 KMnO ₄ 溶液，前者溶液颜色褪去	甲基使苯环上的氢变得更活泼
C	向 5 mL 0.1 mol·L ⁻¹ FeCl ₃ 溶液中滴加 1 mL 0.1 mol·L ⁻¹ KI 溶液，再滴加几滴 KSCN 溶液，溶液变为红色	FeCl ₃ 和 KI 反应为可逆反应
D	向 CuSO ₄ 溶液中滴加几滴氨水，生成蓝色沉淀，继续添加氨水，沉淀溶解，得到深蓝色溶液	Cu(OH) ₂ 能溶于氨水生成 [Cu(NH ₃) ₄] ²⁺

12. 室温下，用 0.1 mol·L⁻¹ 的氨水吸收 SO₂，再向溶液中通入 O₂。已知 $K_{a1}(\text{H}_2\text{SO}_3) = 1.3 \times 10^{-2}$ 、 $K_{a2}(\text{HSO}_3^-) = 6.2 \times 10^{-8}$ ， $K_b(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 1.8 \times 10^{-5}$ 。下列说法正确的是()

- A. 0.1 mol·L⁻¹ 的氨水：10 < pH < 11
 B. 向 0.1 mol·L⁻¹ 的氨水中通入适量 SO₂ 得 pH = 7 的溶液： $c(\text{NH}_4^+) = c(\text{HSO}_3^-) + c(\text{SO}_3^{2-})$
 C. NH₄HSO₃ 溶液中： $c(\text{H}^+) + c(\text{H}_2\text{SO}_3) = c(\text{OH}^-) + c(\text{SO}_3^{2-}) + c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})$
 D. 向吸收了足量 SO₂ 的溶液中通入 O₂，反应过程中 $\frac{c(\text{HSO}_3^-)}{c(\text{H}_2\text{SO}_3)}$ 的值增大

13. 二氧化碳催化加氢可获得 CO。其主要反应如下：

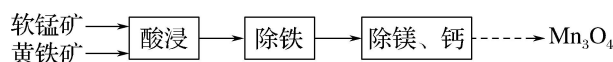
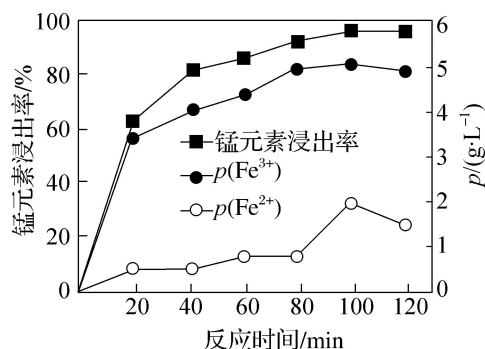


在 1.01×10^5 Pa、 $n_{\text{始}}(\text{CO}_2) : n_{\text{始}}(\text{H}_2) = 1 : 1$ 时，若仅考虑上述反应，平衡时部分物种的物质的量分数随温度的变化如图所示。下列说法不正确的是()

- A. $\Delta H_1 > 0$ 、 $\Delta H_2 < 0$
 B. 图中 X 表示 H₂
 C. 提高 CO 的产率，需研发 380 °C 以下的高效催化剂
 D. 900 °C 时，其他条件不变，增大容器压强， $n(\text{CO})$ 不变

二、非选择题：本题共 4 小题，共 61 分。

14. (14 分) 一种以软锰矿(主要含 MnO₂ 和少量 Fe₂O₃、MgO、CaCO₃、SiO₂ 等)和黄铁矿(主要成分为 FeS₂)为原料制备 Mn₃O₄ 的流程如下：



(1) 酸浸。将软锰矿、黄铁矿与 H_2SO_4 溶液混合搅拌，反应过程中铁元素的变化为 $\text{FeS}_2 \xrightarrow{\text{H}^+} \text{Fe}^{2+} \xrightarrow{\text{MnO}_2} \text{Fe}^{3+}$ 。90 °C 下酸浸，锰元素浸出率及 Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 的 p (质量浓度) 随时间的变化如右图所示。

① 0~20 min 内， FeS_2 中的硫元素被氧化为 SO_4^{2-} 。此时， FeS_2 和 MnO_2 发生主要反应的离子方程式为_____。

② 0 ~ 20 min 内， $p(\text{Fe}^{2+})$ 逐渐增大的原因是_____。

③ 100 min 后， $p(\text{Fe}^{2+})$ 逐渐减小的原因是_____。

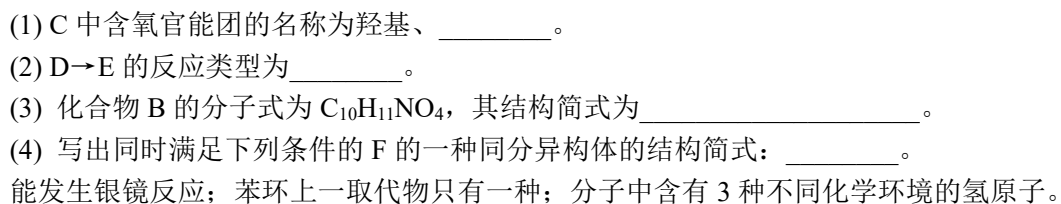
(2) 除铁。向“酸浸”所得浸出液中加入过量 H_2O_2 ，调节溶液 pH，充分反应后过滤。 H_2O_2 的实际用量比理论计算用量大得多，其原因是_____。

(3) 制 Mn_3O_4 。向“除镁、钙”后的溶液中滴加适量氨水，充分反应后过滤、洗涤。将所得沉淀加水制成悬浊液，向其中通入空气可制得 Mn_3O_4 。若通入空气时间过长，所得 Mn_3O_4 样品中锰元素的质量分数会降低，其原因是_____。

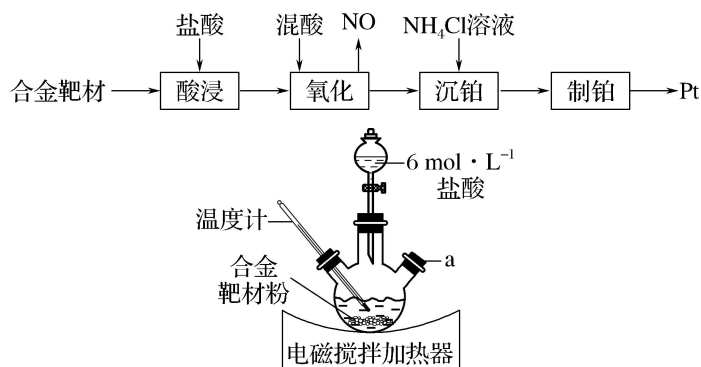
(4) 测 Mn_3O_4 样品纯度。称取 0.250 0 g 样品于锥形瓶中，加入 25.00 mL $0.200\ 0\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液和适量稀硫酸，加热。待固体完全溶解后，冷却，用 $0.100\ 0\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 KMnO_4 溶液滴定过量的 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ，消耗 KMnO_4 溶液 16.00 mL。不考虑杂质反应，计算样品中 Mn_3O_4 的纯度(写出计算过程)。

已知： $\text{C}_2\text{O}_4^{2-} + \text{Mn}_3\text{O}_4 + \text{H}^+ \rightarrow \text{CO}_2 + \text{Mn}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$ ； $\text{C}_2\text{O}_4^{2-} + \text{MnO}_4^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{CO}_2 + \text{Mn}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$ 。

15. (15 分) 化合物 H 是一种治疗胃肠道疾病药物的中间体，其合成路线如下：

Oc1ccc2c(c1)CCCC2O

16. (16 分)利用废弃的铂镍合金靶材回收金属铂的部分实验过程如下:



(1) 拟利用右图所示装置边搅拌边持续加热 8 h。为提高盐酸利用率, 图中三颈烧瓶 a 处还需要添加的仪器为_____。

(2) 将“酸浸”后的固体充分洗涤后加至浓硝酸和浓盐酸的混酸中发生氧化反应, 得到含 $\text{H}_2[\text{PtCl}_6]$ 的溶液。

① 写出 Pt 发生反应的化学方程式: _____。

② 该过程需控制在 $40\text{ }^\circ\text{C}$ 左右的原因是_____。

(3) “沉铂”原理为 $[\text{PtCl}_6]^{2-} + 2\text{NH}_4^+ \rightleftharpoons (\text{NH}_4)_2[\text{PtCl}_6] \downarrow$, $K_{\text{sp}}\{(\text{NH}_4)_2[\text{PtCl}_6]\} = 1.6 \times 10^{-6}$ 。向 $c([\text{PtCl}_6]^{2-}) = 0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的溶液中加入等体积的 NH_4Cl 溶液, 为使 $c([\text{PtCl}_6]^{2-}) < 10^{-5}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 所加 NH_4Cl 溶液浓度最小为_____ $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ (忽略混合时溶液的体积变化)。

(4) 通过还原法或直接煅烧法均可制金属铂。

① 向 $(\text{NH}_4)_2[\text{PtCl}_6]$ 溶液中加入 $\text{N}_2\text{H}_4\cdot\text{H}_2\text{O}$ 溶液, 充分反应后得到金属铂, 同时有 N_2 逸出。还原 $0.1\text{ mol } (\text{NH}_4)_2[\text{PtCl}_6]$, 参加反应 $\text{N}_2\text{H}_4\cdot\text{H}_2\text{O}$ 的物质的量为_____ mol。

② 将 $(\text{NH}_4)_2[\text{PtCl}_6]$ 隔绝空气煅烧可以得到 Pt、 N_2 、 NH_3 和 HCl 。实验室可通过测定分解产物中 HCl 的量计算 Pt 回收率。请补充完整该测定过程中的实验方案: 称取一定质量的 $(\text{NH}_4)_2[\text{PtCl}_6]$ 样品于硬质直玻璃管中, 加强热, 用去离子水充分吸收产生的气体后, 稀释至一定体积, _____。

已知: (i) 当溶液 pH 介于 $6.5 \sim 10$ 时, Cr(VI) 的主要存在形式为 CrO_4^{2-} ;

(ii) $K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) = 1.8 \times 10^{-10}$, $K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4, \text{砖红色}) = 1.1 \times 10^{-12}$ 。

须使用的试剂和仪器: KOH 溶液、 K_2CrO_4 溶液、 $0.010\,00\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{ AgNO}_3$ 标准溶液; 滴定管、锥形瓶、pH 计。

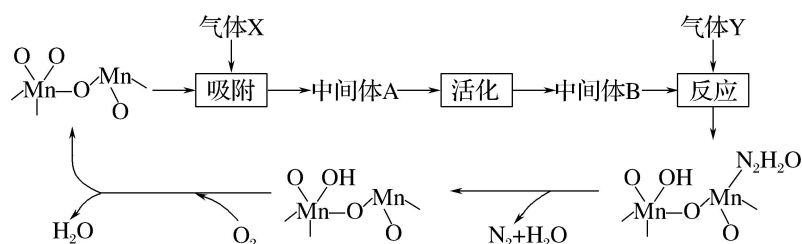
17. (16 分)研究 NO 的形成和催化转化具有重要意义。

(1) 已知: $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{g}) \quad \Delta S > 0$ 。25 $^\circ\text{C}$ 下, 该反应的 $K = 5 \times 10^{-31}$ 。燃油车高温发动机内发生上述反应, 此时 K _____ (填“>”“=”或“<”) 5×10^{-31} 。

(2) 在催化剂作用下, NH_3 可将 NO 选择性还原为 N_2 。

① 向 NO 中通入适量 O_2 使部分 NO 氧化为 NO_2 有利于催化反应进行。当混合气中 $n(\text{NO}) : n(\text{NO}_2) = 1 : 1$ 时, 氮氧化物被催化还原的反应速率最大。此时参加反应的 $n(\text{O}_2) : n(\text{NH}_3) =$ _____。

② MnO_2 催化 NH_3 还原 NO 的一种可能的反应机理如下:



结合元素电负性分析活性中间体 B 的结构式为_____。

(3) 烟气中 SO_2 会影响金属氧化物催化 NH_3 还原 NO 的效率。研究发现其可能原因主要有以下三点： SO_2 与 NO 在催化剂表面发生竞争吸附，抑制活性中间体的生成； SO_2 与 NH_3 反应生成稳定性较弱的 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 和 NH_4HSO_4 ，覆盖了催化剂的活性位点；金属氧化物与 SO_2 反应最终生成稳定性强的金属硫酸盐，使催化剂的活性组分永远失效。

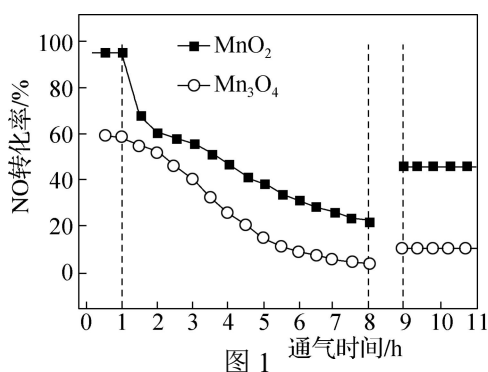


图 1

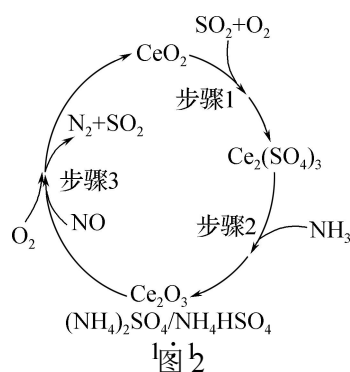


图 2

将一定比例的 NH_3 、 NO 、 O_2 、 N_2 充分混合均匀后，以相同流速分别通过装有等质量 MnO_2 和 Mn_3O_4 催化剂的反应器 1 h，再分别向混合气体中添加少量 SO_2 继续通气 7 h 后，将催化剂在 400°C 下充分加热 1 h，继续通入无 SO_2 的混合气体 2 h，测得两个反应器中 NO 转化率随通气时间的曲线如图 1 所示。

① 0→1 h 内， MnO_2 催化反应器中 NO 的转化率比 Mn_3O_4 催化反应器中的大。其原因是_____。

② 1→2 h 内， MnO_2 催化 NH_3 还原 NO 的效率迅速降低的主要原因是_____。

③ 我国学者通过大量实验研究发现添加 CeO_2 的复合催化剂具有优越的抗 SO_2 能力，并基于实验事实提出了如图 2 所示的 CeO_2 抗中毒反应物种转化示意图。

(i) 写出“步骤 2”的化学方程式：_____。

(ii) CeO_2 能在 250°C 下保持其催化性能的原因是_____。

[已知 $\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3$ 的理论分解温度为 630°C]

化学参考答案及评分标准

1. B 2. D 3. D 4. A 5. D 6. C 7. A 8. C 9. B 10. B 11. A 12. C 13. C

14. (14 分)

(1) ① $2\text{FeS}_2 + 15\text{MnO}_2 + 28\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 4\text{SO}_4^{2-} + 15\text{Mn}^{2+} + 14\text{H}_2\text{O}$ (3 分)② FeS_2 与酸反应生成 Fe^{2+} 的速率大于 Fe^{2+} 被 MnO_2 氧化的速率 (2 分)③ Fe^{2+} 被空气中氧气氧化为 Fe^{3+} , 且溶液 pH 增大, Fe^{3+} 水解程度增大 (2 分)(2) 溶液中 Fe^{3+} 催化 H_2O_2 分解 (2 分)

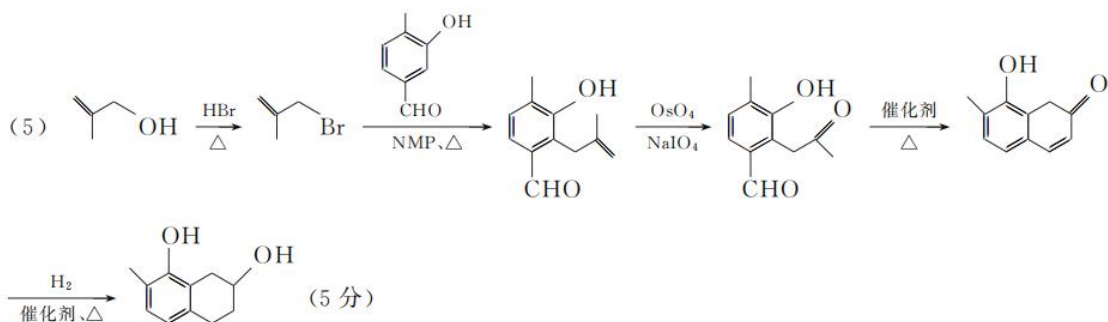
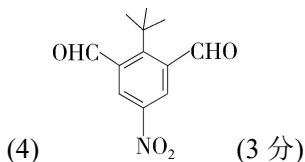
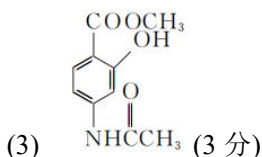
(3) 部分锰元素被氧化成高价态锰氧化物 (2 分)

(4) $n(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) \times 2 = n(\text{Mn}_3\text{O}_4) \times 2 + n(\text{MnO}_4^-) \times 5$ 25. $0.00 \text{ mL} \times 10^{-3} \text{ L} \cdot \text{mL}^{-1} \times 0.200 0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 2 = n(\text{Mn}_3\text{O}_4) \times 2 + 16.00 \text{ mL} \times 10^{-3} \text{ L} \cdot \text{mL}^{-1} \times 0.100 0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 5$ $n(\text{Mn}_3\text{O}_4) = 0.001 000 \text{ mol}$ $w(\text{Mn}_3\text{O}_4) = \frac{0.001 000 \text{ mol} \times 229 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{0.250 0 \text{ g}} \times 100\% = 91.60\%$ (3 分)

15. (15 分)

(1) 酰胺基、酯基 (2 分)

(2) 还原反应 (2 分)



16. (16 分)

(1) (球形)冷凝管 (2 分)

(2) ① $3\text{Pt} + 4\text{HNO}_3 + 18\text{HCl} = 3\text{H}_2[\text{PtCl}_6] + 4\text{NO} \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ (3 分)

② 温度过低, 化学反应速率较慢; 温度过高, 硝酸分解、盐酸和硝酸挥发 (2 分)

(3) 1.0 (2 分)

(4) ① 0.1 (2 分)

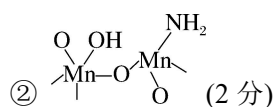
② 取 10.00~30.00 mL 稀释后的溶液于锥形瓶中, 滴加 KOH 溶液, 并用 pH 计测定溶液的 pH, 当 pH 介于 6.5~10 之间时, 停止滴加。再加入几滴 K_2CrO_4 溶液为指示剂, 向锥形瓶中慢慢滴加 $0.010 00 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{AgNO}_3$ 标准溶液至恰好出现砖红色沉淀, 记录加入标准液的

体积。重复以上滴定操作 2~3 次(5 分)

17. (16 分)

(1) >(2 分)

(2) ① 1 : 4(2 分)



(3) ① MnO_2 将部分 NO 氧化为 NO_2 , 使混合气体中 $n(\text{NO})$ 与 $n(\text{NO}_2)$ 趋于相等(2 分)

② 反应生成 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 和 NH_4HSO_4 , 覆盖了催化剂的活性位点(2 分)

③ (i) $2\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3 + 9\text{NH}_3 + 6\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{Ce}_2\text{O}_3 + 3(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 3\text{NH}_4\text{HSO}_4$ (3 分)

(ii) NH_3 促进了 $\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3$ 在较低温度下向 Ce_2O_3 的转化, 同时生成的 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 和 NH_4HSO_4 可以进一步与 NO 和 O_2 反应生成 N_2 和 SO_2 , 并促进了 CeO_2 的生成, 实现催化剂再生(3 分)