

(在此卷上答题无效)

漳州市 2025 届高三毕业班第四次教学质量检测

化学试题

可能用到的相对原子质量: H 1 C 12 N 14 O 16 Na 23 Cl 35.5 Co 59

一、选择题：本题共 10 小题，每小题 4 分，共 40 分。在每小题给出的四个选项中，只有一项是符合题目要求的。

1. 碳量子点是一类具有显著荧光性能的碳纳米材料，直径低于 10 nm。碳量子点通常是由无定型和晶态的碳核组成，在碳核表面含有多个不同的含氧官能团，例如羟基、羧基等。下列说法正确的是

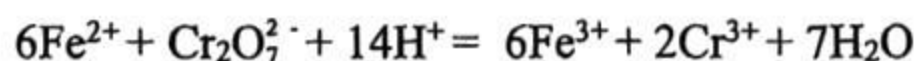
- A. 碳量子点直径比碳原子大
B. 碳量子点与金刚石互为同素异形体
C. 碳量子点水溶性比石墨弱
D. 光束通过碳量子点时产生丁达尔效应

2. 叠氮酸 (HN_3) 是一种弱酸, 可由肼与亚硝酸反应制得: $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{HNO}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + \text{HN}_3$ 。设 N_A 为阿伏加德罗常数的值, 下列说法正确的是

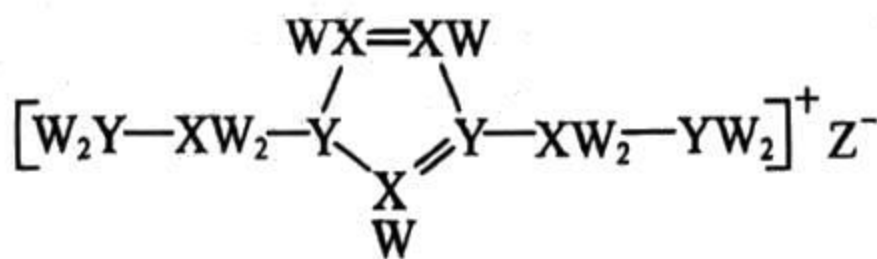
- A. 16 g N_2H_4 中含中子数目为 $9 N_A$
- B. 1 mol NO_2^- 中 N 的价层电子对数目为 $2 N_A$
- C. 上述反应每生成 0.6 mol HN_3 转移电子数目为 $2 N_A$
- D. 1 L $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaN}_3$ 溶液中含 N_3^- 数目为 $0.1 N_A$

3. 下列离子方程式错误的是

- A. 泡沫灭火器灭火的原理: $\text{Al}^{3+} + 3\text{HCO}_3^- = \text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{CO}_2\uparrow$
- B. 用稀硝酸清洗试管壁上的银镜: $\text{Ag} + 2\text{H}^+ + \text{NO}_3^- = \text{Ag}^+ + \text{NO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- C. Na_2S 去除工业废水中的 Hg^{2+} : $\text{Hg}^{2+} + \text{S}^{2-} = \text{HgS}\downarrow$
- D. 用绿矾 ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) 处理酸性废水中的 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$:

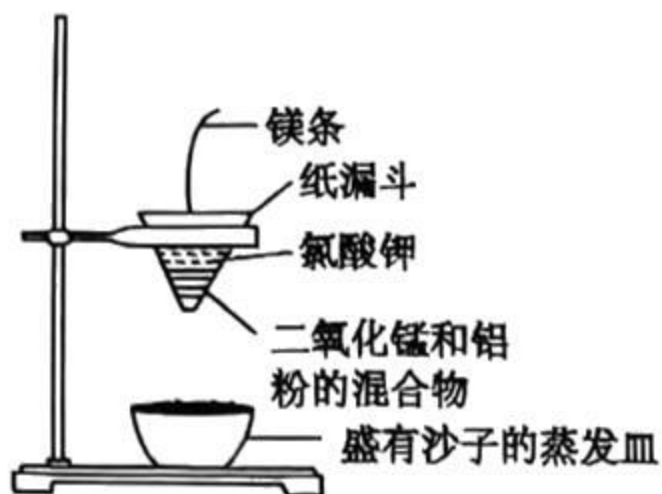


4. 某离子液体结构如下。W、X、Y、Z 原子序数依次增大，W、X 和 Y 的原子序数之和为 14，Z 是第四周期元素。下列说法正确的是



- A. 键能: $W-Y < W-Z$ B. 晶体熔点: $YW_4Z < XZ_4$
C. 电负性: $Y > W > X$ D. 有机物碱性: $XZ_3YW_2 < XW_3YW_2$

5. 下列装置或操作不能达到实验目的的是



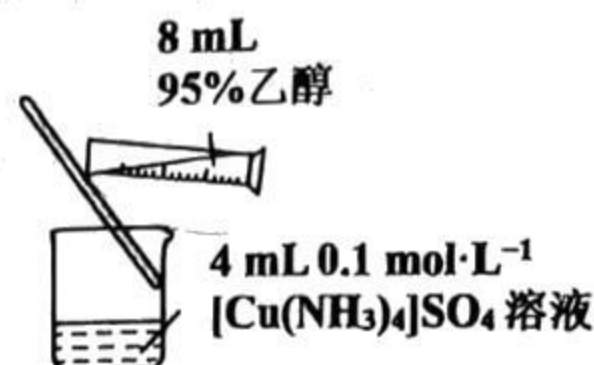
A. 制备金属锰
木棍



B. 提纯含少量 NaCl 杂质的粗苯甲酸

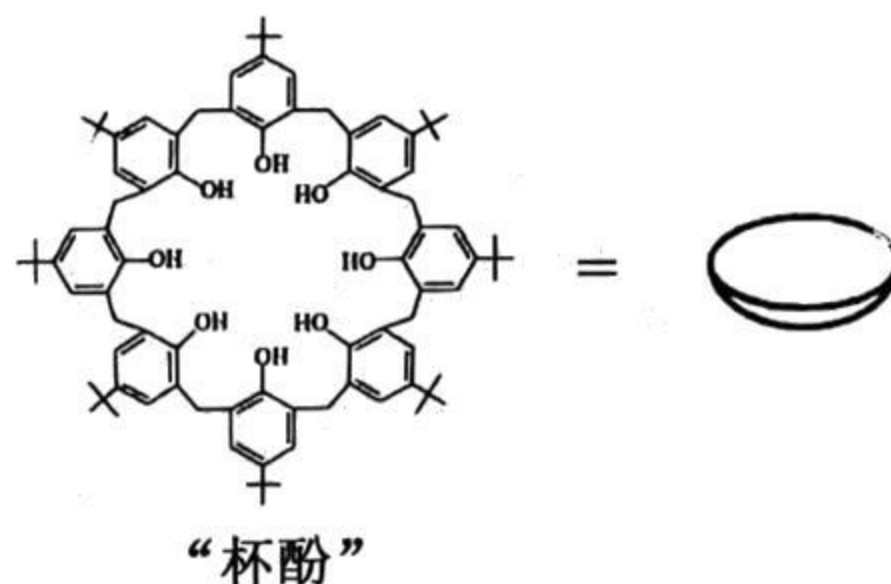
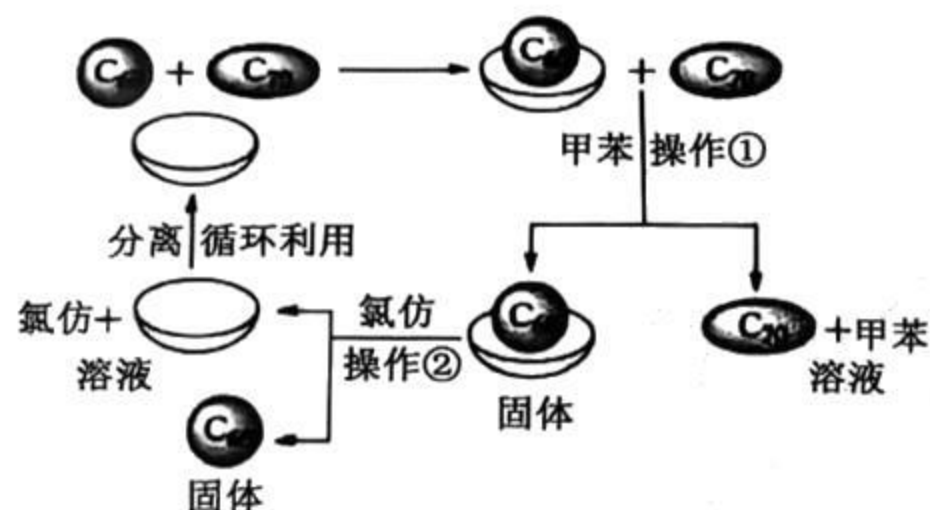


C. 制备明矾晶体



D. 制备 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 晶体

6. 利用超分子的重要特征——分子识别可进行物质分离，例如杯酚（用“”表示）分离 C_{60} 和 C_{70} 的过程如图所示，下列说法正确的是



A. 杯酚和 C_{60} 通过分子间作用力结合

B. 氯仿为非极性分子

C. C_{70} 能溶于甲苯， C_{60} 不溶于甲苯

D. 操作①用到的主要仪器为分液漏斗

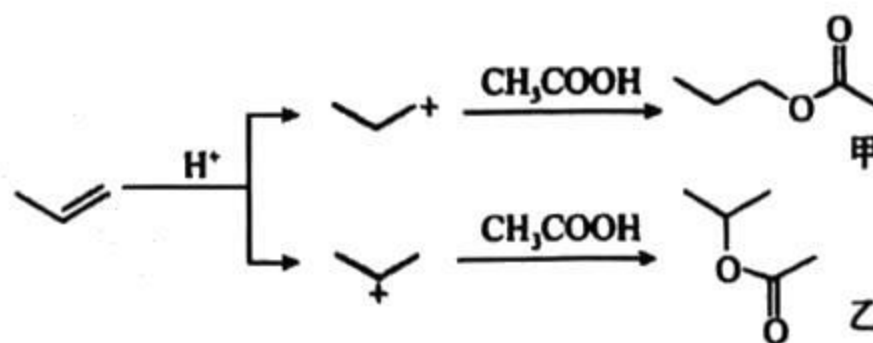
7. 羧酸可与烯烃、炔烃反应制备酯，该反应示例及机理如图所示。通常带正电荷的碳原子所连烷基越多，其碳正离子越稳定，越易生成为主产物。下列说法错误的是

A. 该反应为加成反应

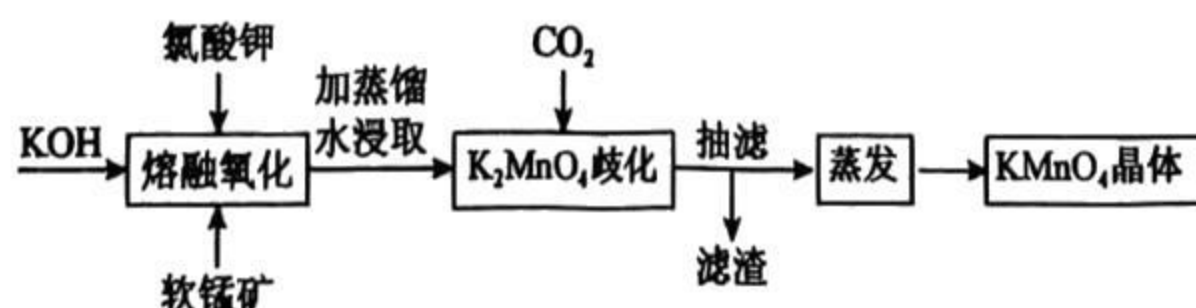
B. 甲中所有碳原子可能共平面

C. 乙酸与乙炔的反应产物可制备高分子化合物

D.  发生该类反应后主产物中含有六元环



8. 以软锰矿（主要成分为 MnO_2 ）为原料制备 KMnO_4 的主要流程如下，下列说法正确的是



A. “熔融氧化”应在瓷坩埚中进行

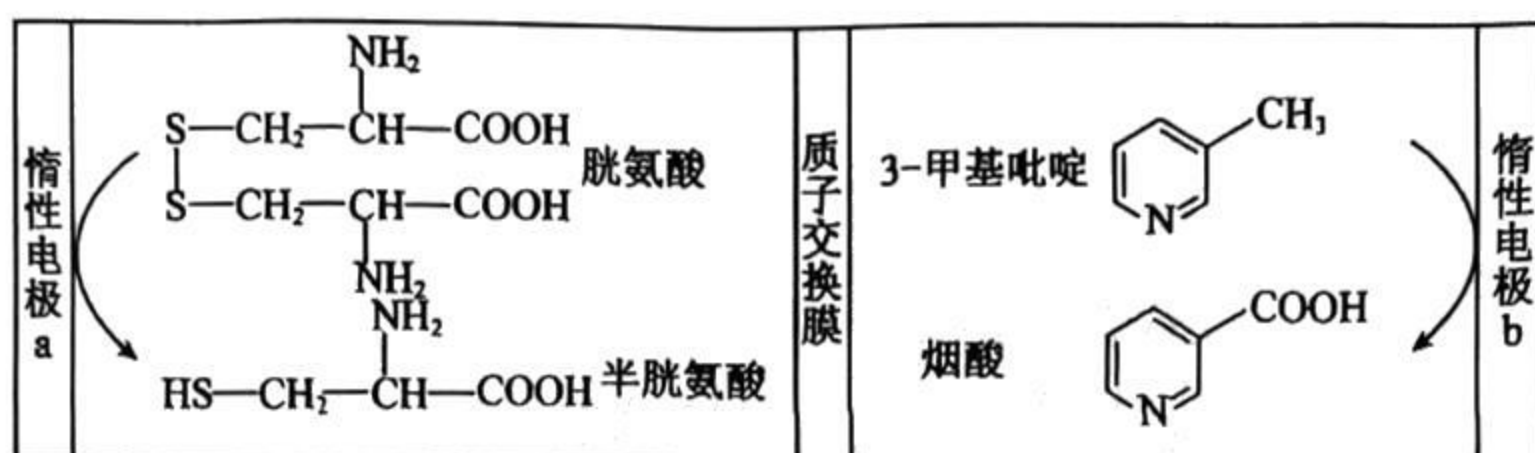
B. “ K_2MnO_4 歧化”可用盐酸代替 CO_2

C. 流程中可循环的物质是 MnO_2

D. “蒸发”加热至有较多晶体析出时停止加热

9. 电化学合成是一种绿色高效的合成方法。如图是在酸性介质中电解合成半胱氨酸和烟酸的示意图。

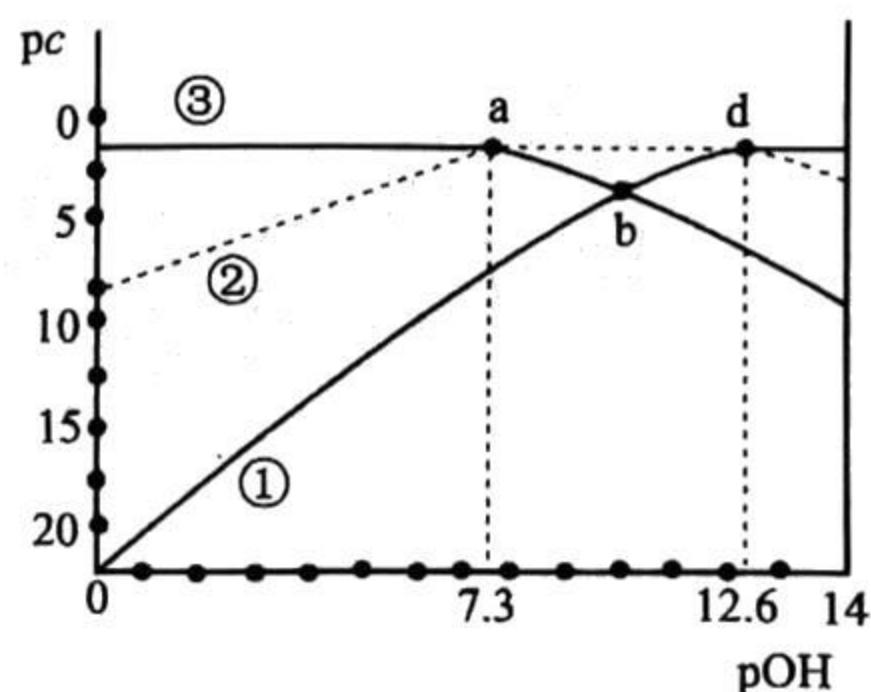
下列说法正确的是



- A. 电极 a 发生氧化反应
- B. 电极 b 发生的反应为: 
- C. 生成 1 mol 烟酸同时生成 6 mol 半胱氨酸
- D. 工作时, H^+ 从电极 a 移向电极 b

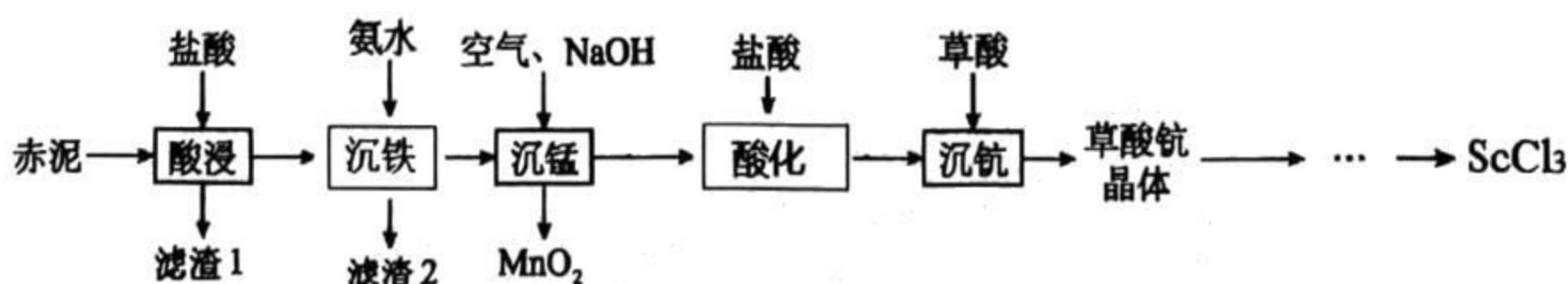
10. 常温下, 已知 H_3PO_3 (二元酸) 溶液中含磷物种的浓度之和为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 1 L 该溶液中各含磷物种的 $\text{p}c\text{-pOH}$ 关系如图所示。图中 $\text{p}c$ 表示各含磷物种的浓度负对数 ($\text{p}c = -\lg c$), pOH 表示 OH^- 的浓度负对数 [$\text{pOH} = -\lg c(\text{OH}^-)$]。下列说法错误的是

- A. 曲线②表示 H_2PO_3^-
- B. NaH_2PO_3 溶液中: $c(\text{HPO}_3^{2-}) > c(\text{H}_3\text{PO}_3)$
- C. b 点: $n(\text{H}_2\text{PO}_3^-) + 2n(\text{HPO}_3^{2-}) = 0.1 \text{ mol}$
- D. $\text{H}_3\text{PO}_3 + \text{HPO}_3^{2-} \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{PO}_3^-$ 的平衡常数 K 的数量级为 10^6



二、非选择题(本题共 4 小题, 共 60 分)

11. (15 分) 钪在国防、航天、核能等领域具有重要用途。 ScCl_3 是制备钪的重要原料, 工业上利用固体废料“赤泥”(含 Sc_2O_3 、 Fe_2O_3 、 SiO_2 、 MnO 等) 制取 ScCl_3 的工艺流程如下, 回答下列问题:



已知：①钪与铝元素性质相似。

②草酸可与多种金属离子形成可溶性配合物。

③室温下, $K_{sp}[\text{Fe}(\text{OH})_3] = 2.6 \times 10^{-39}$, $K_{a1}(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = a$, $K_{a2}(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = b$, $K_{sp}[\text{Sc}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3] = c$ 。

(1) 同周期中, 基态原子未成对电子数与 Sc 相同的元素共有 种。

(2) 假设“酸浸”后溶液中 $c(\text{Fe}^{3+})$ 为 $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，室温下“沉铁”调节 $\text{pH} = 2$ 时， Fe^{3+} 的去除率为_____（忽略调 pH 前后溶液的体积变化）。

(3) “沉锰”时 Mn^{2+} 生成 MnO_2 的离子方程式为_____

(4) 室温时, “沉钪”反应 $2\text{Sc}^{3+} + 3\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons \text{Sc}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3 \downarrow + 6\text{H}^+$ 的平衡常数 $K = \underline{\hspace{2cm}}$ (用含 a、b、c 的代数式表示)。反应中, 钪的沉淀率随 $\frac{n(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)}{n(\text{Sc}^{3+})}$ 的变化如图 1, 当 $\frac{n(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)}{n(\text{Sc}^{3+})}$ 约为 1.5 时, 沉淀率达到最大的原因是_____。

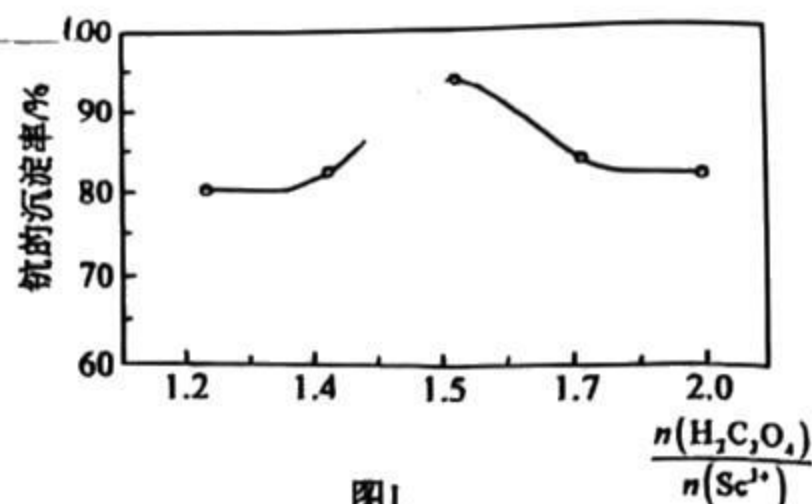


图1

(5) 传统制备 ScCl_3 的方法是以 $\text{ScCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 高温脱水制得, 但通常含有 ScOCl 杂质, 原因是_____ (用化学方程式表示)。

(6) 含有多个配位原子的配位体与同一中心离子 (或原子) 通过螯合配位成环而形成的配合物称为螯合物。

①一种 Sc^{3+} 的螯合物阴离子结构如图 2, 1 mol 该阴离子通过螯合作用形成了_____ mol 五元环, 键角 1 _____ 键角 2 (填 “>”、“<” 或 “=”)。

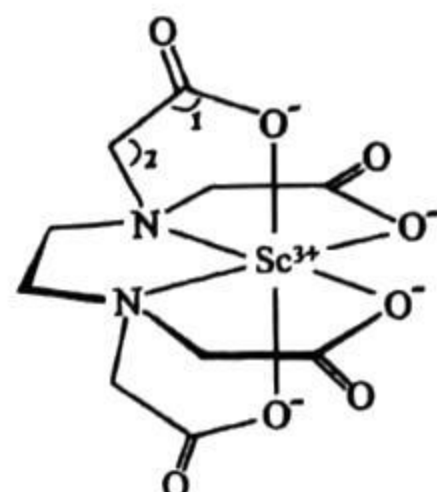


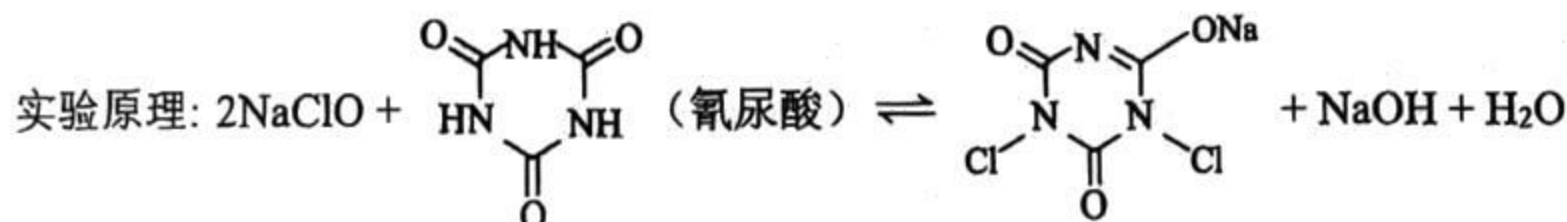
图2

②该阴离子中含有的化学键有_____ (填标号)。

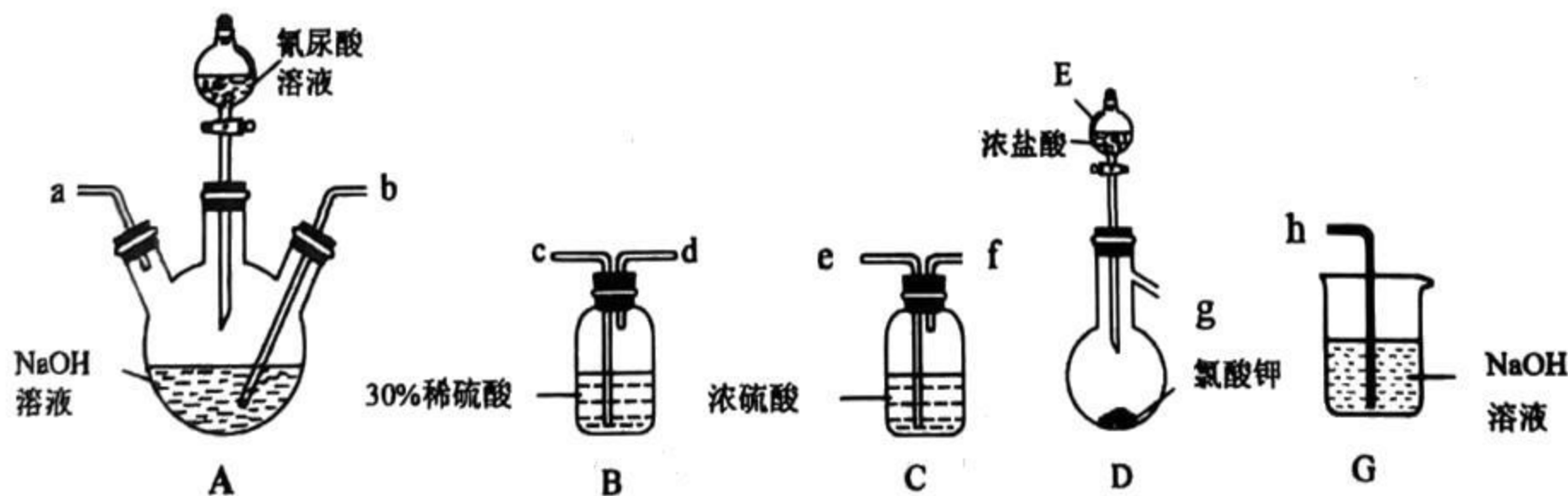
- a. 离子键 b. 配位键 c. 氢键 d. 非极性共价键

12. (17 分) 二氯异氰尿酸钠 ($\text{C}_3\text{N}_3\text{O}_3\text{Cl}_2\text{Na}$) 是一种高效且安全的消毒剂, 常温时性质稳定, 难溶于冷水, 具有强氧化性。回答下列问题:

I. 二氯异氰尿酸钠的制备



实验装置如下图 (夹持装置省略):



(1) 氰尿酸 ($\text{C}_3\text{H}_3\text{N}_3\text{O}_3$) 可由尿素 ($\text{H}_2\text{N}-\text{C}(=\text{O})-\text{NH}_2$) 制得。两分子尿素能够通过羰基氧原子形成分子间氢键, 得到具有八元环结构的二聚分子, 该二聚分子的结构简式为_____。

(2) 按气流方向从左至右, 正确的接口连接顺序为 $g \rightarrow \underline{\hspace{1cm}} \rightarrow \underline{\hspace{1cm}} \rightarrow \underline{\hspace{1cm}} \rightarrow \underline{\hspace{1cm}} \rightarrow h$ (选择合适的装置, 填接口标号)。

(3) 装置 E 滴加液体时, 常出现液体不易流下现象, 可将 E 更换为_____ (填仪器名称)。

(4) 装置 D 中发生反应的离子方程式为_____。实验时, 先向 A 中通入 Cl_2 生成高浓度 NaClO 溶液后, 再加入氰尿酸溶液。但仍需不断通入一定量的 Cl_2 , 从平衡移动原理解释原因_____。

(5) 装置 A 中溶液 pH 过低时, $\text{C}_3\text{H}_3\text{N}_3\text{O}_3$ 溶液会与 Cl_2 反应生成 NCl_3 和 CO_2 等, 写出该反应的化学

方程式_____

(6) 反应结束后, 装置 A 中的溶液经冷却结晶、过滤、洗涤、干燥等一系列操作得到粗产品, 检验粗产品是否洗涤干净, 可使用的检验试剂有_____

II. 粗产品中 $C_3N_3O_3Cl_2Na$ 纯度测定

称取 $m\text{ g}$ 粗产品 (杂质不参加反应) 完全溶于无氧蒸馏水中配制成 100 mL 溶液, 从中移取 10.00 mL 于碘量瓶中, 加入适量稀硫酸和过量 KI 溶液, 密封在暗处静置 5 min , 加入 $2\text{--}3$ 滴淀粉溶液, 用 $c\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $Na_2S_2O_3$ 标准溶液进行滴定, 滴定至终点, 消耗 $V\text{ mL}$ 标准溶液。

已知: $C_3N_3O_3Cl_2^- + 3H^+ + 4I^- = C_3H_3N_3O_3 + 2I_2 + 2Cl^-$; $I_2 + 2S_2O_3^{2-} = 2I^- + S_4O_6^{2-}$ 。

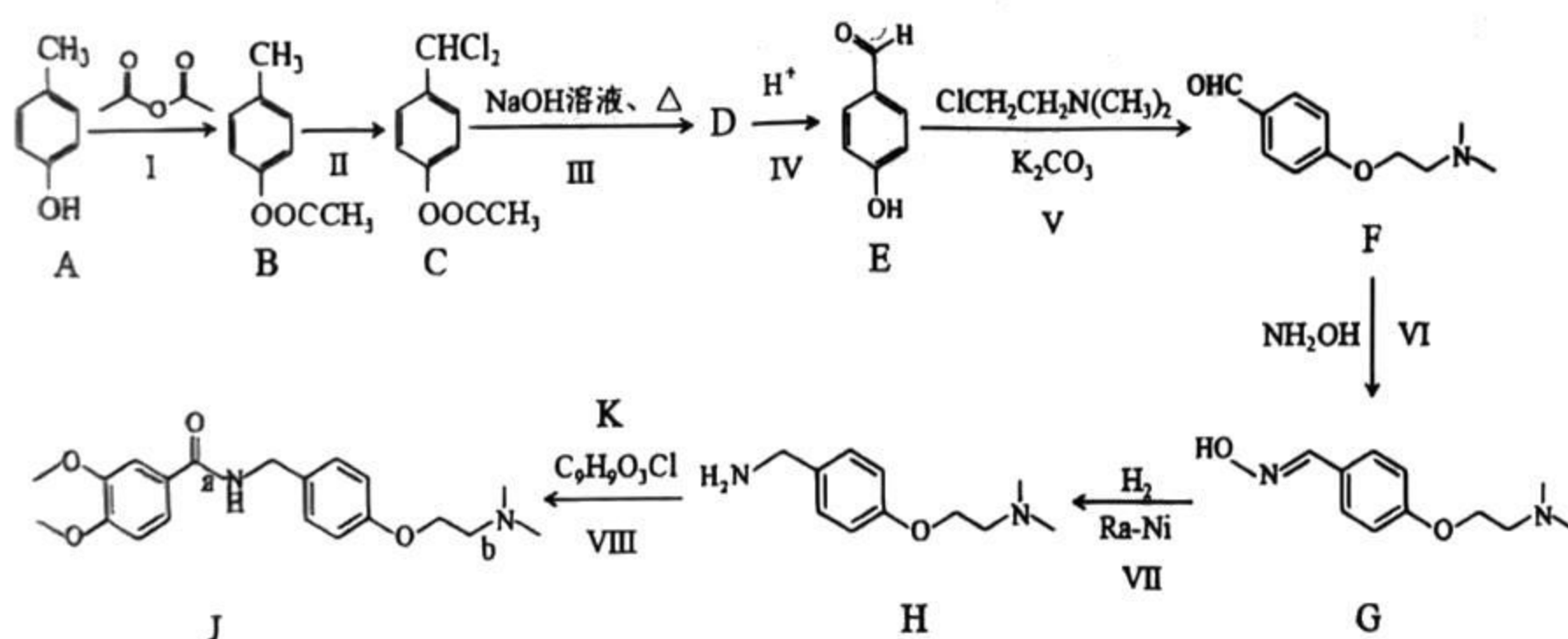
(7) 在接近终点时, 使用“半滴操作”可提高测量的准确度, 具体操作: 轻轻挤压乳胶管, 使半滴溶液悬于管口, _____, 继续摇动锥形瓶, 观察颜色变化。

(8) 粗产品中 $C_3N_3O_3Cl_2Na$ ($M = 220\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$) 的纯度为_____ (用含 m 、 c 、 V 的代数式表示)。

(9) 下列有关滴定误差分析正确的是_____ (填标号)。

- a. 碘量瓶洗涤后未干燥即加入待测溶液, 测定结果无影响
- b. 滴定管在滴定前有气泡, 滴定后无气泡, 测定结果偏低
- c. 盛装标准溶液的滴定管未润洗, 测定结果偏高
- d. 滴定终点仰视滴定管刻度线, 测定结果偏低

13. (14 分) 化合物 J 是合成胃药盐酸伊托必利的中间体, 某合成路线 (部分反应条件和溶剂省略) 如下, 回答下列问题:



已知: 多个羟基连在同一个碳原子上的结构不稳定, 易脱水: $\begin{array}{c} | \\ -C-OH \\ | \\ OH \end{array} \longrightarrow \begin{array}{c} | \\ -C=O \\ | \end{array} + H_2O$

(1) 步骤 I 的目的是_____。

(2) 步骤 II 所需的反应试剂及条件是_____。

(3) D 的结构简式为_____, E 的名称为_____。

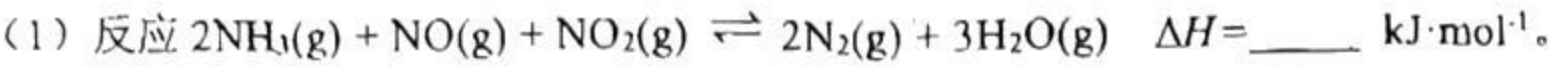
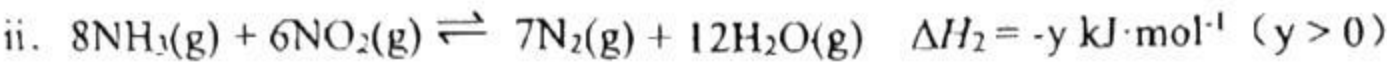
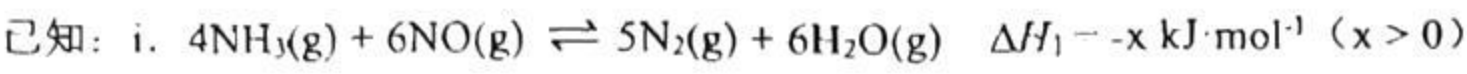
(4) 步骤 VI 经历了 2 步反应, 第 2 步为消去反应, 则第 1 步化学方程式为_____。

(5) K 的同分异构体中, 同时满足下列条件的结构简式为_____ (任写两种)。

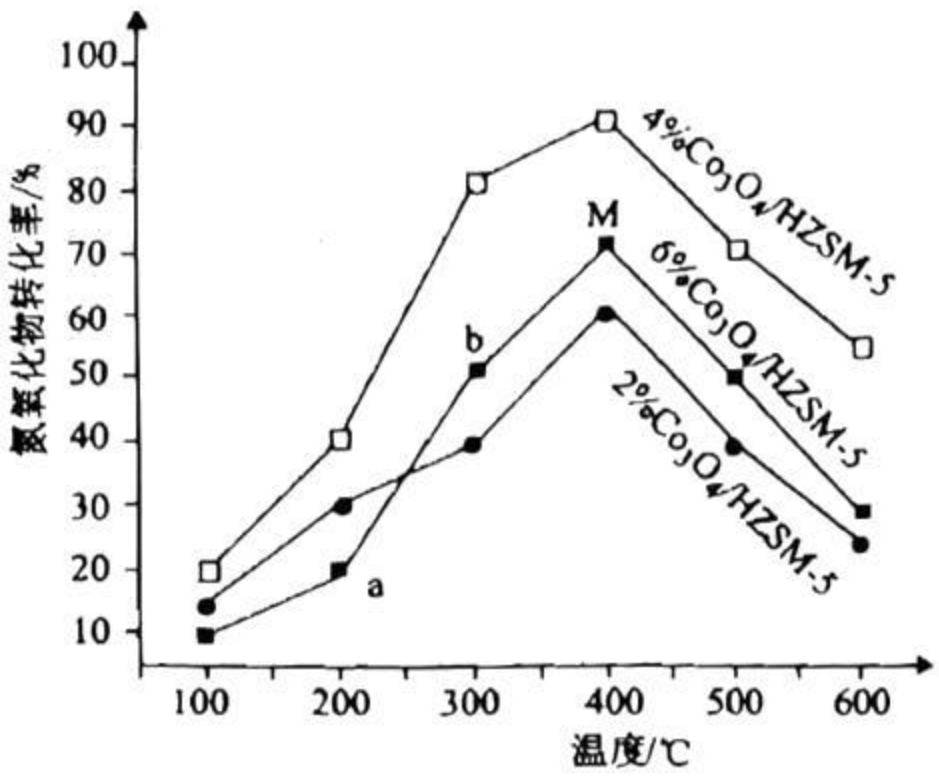
- a. 遇 $FeCl_3$ 溶液显紫色
- b. 与 $NaHCO_3$ 溶液反应生成 CO_2
- c. 核磁共振氢谱有 6 组峰, 峰面积比为 $1:1:1:2:2:2$

(6) J 中含氧官能团的名称为_____。其中 a 处的 C—N 键键长比 b 处的键长短, 请从物质结构角度分析其原因_____。

14. (14 分) 我国科学家根据 Co_3O_4 在 HZSM-5 载体上的单层分散行为设计催化剂, 可用于 NH_3 选择性还原氮氧化物, 治理大气污染。回答下列问题:



(2) 在恒容密闭容器中充入 1 mol NO 、2 mol NO_2 和 4 mol NH_3 , 在不同组成的催化剂作用下发生反应 i 和反应 ii, 相同时间内氮氧化物的转化率与温度关系如图所示。



- ①最佳反应温度为 $\underline{\hspace{2cm}}^\circ\text{C}$ 。
- ②a $\rightarrow$ b 段变化的原因可能是 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。
- ③M 点 $\underline{\hspace{2cm}}$ (填“达到”或“未达到”) 平衡状态, 原因是 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

(3) 一定温度下, 在 2 L 恒容密闭容器中充入 1 mol NH_3 和 2 mol NO , 在催化剂作用下发生反应 i 的同时发生副反应 iii: $2\text{NH}_3(\text{g}) + 8\text{NO}(\text{g}) \rightleftharpoons 5\text{N}_2\text{O}(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 。经 5 min 达到平衡, 此时压强为 p kPa, NO 的转化率为 70%, N_2 的选择性为 50% [N_2 的选择性 = $\frac{n(\text{N}_2)}{n(\text{N}_2) + n(\text{N}_2\text{O})} \times 100\%$]。

- ①达到平衡时, 生成 N_2 的平均速率为 $\underline{\hspace{2cm}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。
- ②该温度下, 反应 i 的平衡常数 $K_p = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kPa}$ (用平衡分压代替平衡浓度计算, 分压 = 总压 $\times$ 物质的量分数, 列出含字母 p 的计算式)。

(4) 催化剂 Co_3O_4 晶体结构较为复杂, 工业上可通过加热高纯度的 $\text{Co}(\text{OH})_2$ 得到, 不同温度下易产生其他钴的氧化物。

① Co_3O_4 的一种晶体属于立方晶体, 晶胞中 O^{2-} 的重复排列方式如图 1 所示, 一个 O^{2-} 周围与其最近的 O^{2-} 个数为 $\underline{\hspace{2cm}}$; 晶胞中 Co^{3+} 分别占据 O^{2-} 形成的两种不同空隙 (均未占满), 其中一种 Co^{3+} 占据如图 1 所示的位置, 另一种 Co^{3+} 占据的位置为 $\underline{\hspace{2cm}}$ (填“M”或“N”)。

②一定温度下, Co 的另一种氧化物 CoO 晶体自发分散形成“单分子层”, 可认为 O^{2-} 作密置单层排列, Co^{2+} 填充于 O^{2-} 形成的正三角形空隙中 (如图 2), 已知 O^{2-} 的半径为 a nm, 每平方米面积上分散的 CoO 的质量为 $\underline{\hspace{2cm}} \text{ g}$ (用 a、 N_A 表示, N_A 为阿伏加德罗常数的值)。

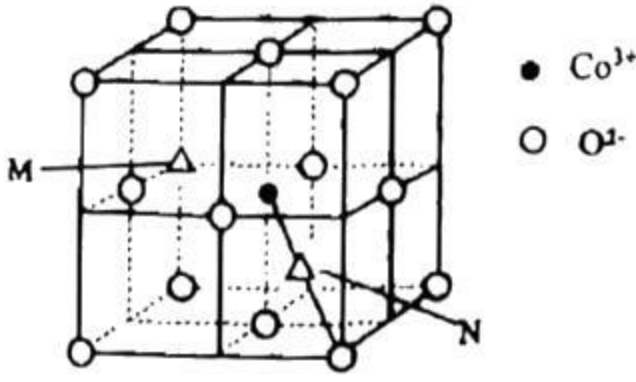


图 1

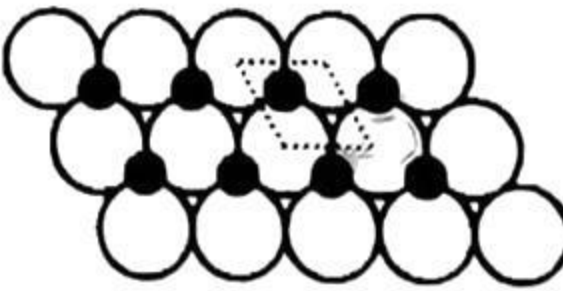


图 2

福建省漳州市 2025 届高三毕业班第四次教学质量检测

化学试题解析

一、选择题

1. A

【解析】B 中碳量子点不是碳单质；C 中碳量子点含有羟基、羧基等，可与 H_2O 形成分子间氢键，故水溶性更好；D 中碳量子点是纳米材料，但需要分散到分散剂中才能产生丁达尔效应。

2. C

【解析】A 中含中子数目应为 $7N_A$ ；B 中每个 NO_2^- 中 N 含 3 对价层电子对；C 中生成 0.6 mol HN_3 时转移电子为 $\left[+3 - \left(-\frac{1}{3}\right)\right] \times 0.6\text{ mol} = 2\text{ mol}$ ；D 中 HN_3 是弱酸， N_3^- 会水解，数目小于 $0.1N_A$ 。

3. B

【解析】B 中稀硝酸的还原产物为 NO ，故应为： $3\text{Ag} + 4\text{H}^+ + \text{NO}_3^- = 3\text{Ag}^+ + \text{NO}\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

4. D

【解析】Z 为第四周期元素，显 -1 价，Z 为 Br。W 可与 X、Y 分别形成 1 个共价键，W 为 H，W、X 和 Y 的原子序数之和为 14，且 X 可形成 4 个共价键，Y 可形成 3 个共价键，由此可推 X 为 C，Y 为 N。

A 中 N 的原子半径小于 Br，H—N 键长更短，键能更大；B 中 NH_4Br 为离子晶体，熔点更高， CBr_4 为分子晶体；C 中电负性应为 $\text{N} > \text{C} > \text{H}$ ；D 中有机物 CBr_3NH_2 中 $-\text{CBr}_3$ 为吸电子基团，导致 N 的电子云密度降低，结合 H^+ 的能力减弱， CH_3NH_2 中 $-\text{CH}_3$ 为推电子基团，使 N 的电子云密度增大，结合 H^+ 的能力增强，故碱性 $\text{XZ}_3\text{YW}_2 < \text{XW}_3\text{YW}_2$ 。

5. B

【解析】A 中发生铝热反应，可用于制备金属锰；B 中应使用重结晶法提纯苯甲酸，故应为冷却结晶；C 中制备明矾晶体时，先用饱和明矾溶液制取小晶体，再将小晶体悬挂在饱和明矾溶液的中央位置，有利于获得对称性更好的晶体，盖上硬纸片可防止空气中的灰尘等掉入溶液中，影响大晶体形成；D 中向 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ 溶液中加入 95% 乙醇，可以降低溶剂的极性，从而降低 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的溶解度，析出晶体。

6. A

【解析】A 中超分子是由两种或两种以上的分子通过分子间相互作用形成的分子聚集体。杯酚分子和 C_{60} 分子通过分子间作用力结合形成超分子；B 中 C_{60} 不溶于氯仿，可知氯仿为极性分子；C 中 C_{60} 可溶于甲苯，杯酚和 C_{60} 自组装形成的超分子不溶于甲苯；D 中操作①为过滤，主要仪器为漏斗。

7. D

【解析】A 中该反应为丙烯断开不饱和键，与乙酸加成；B 中甲的碳原子采用 sp^2 和 sp^3 杂化，所有碳原子可能共平面；C 中乙酸和乙炔的反应可生成 $\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CCOCH}_3$ ，存在碳碳双键，故可制备高分子化合物；D 中 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ 发生该类反应的主产物为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{O})\text{CH}_2\text{COOH}$ ，含有五元环。

8. C

【解析】A 中 KOH 会与瓷坩埚的 SiO_2 反应；B 中因盐酸会与 KMnO_4 反应，降低产率，同时产生氯气污染环境；C 中 K_2MnO_4 歧化生成 MnO_2 ， MnO_2 可以循环使用；D 中 KMnO_4 受热易分解，滤液蒸发至出现晶膜时停止加热，冷却结晶。

9. C

【解析】该装置是电解池，电极 b 上 3-甲基吡啶生成烟酸， $-\text{CH}_3$ 变成 $-\text{COOH}$ 为氧化反应，加氧去氢（加

2 个 O，去 2 个 H，共失去 6e^- ），电极反应式为 $\text{C}_5\text{H}_6\text{N} - 6\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} = \text{C}_5\text{H}_5\text{NO}_2 + 6\text{H}^+$ ，可推出 b 为阳极。

a 为阴极，电极反应式为 $\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ | \\ \text{S}-\text{H}_2\text{C}-\text{CH}-\text{COOH} \\ | \\ \text{S}-\text{H}_2\text{C}-\text{CH}-\text{COOH} \\ | \\ \text{NH}_2 \end{array} + 2\text{e}^- + 2\text{H}^+ = 2\text{HS}-\text{H}_2\text{C}-\text{CH}-\text{COOH} \quad (\text{S 元素由 -1 价变成 -2 价})$ 。

根据得失电子守恒可得生成 1 mol 烟酸同时生成 6 mol 半胱氨酸；工作时 H^+ 移向阴极 a。

10. D

【解析】pOH 值越大，碱性越弱，酸性越强； H_3PO_3 浓度越大，对应的浓度负对数 pc 值越小，曲线①为 H_3PO_3 、曲线②为 $H_2PO_3^-$ 、曲线③为 HPO_3^{2-} 。a 点 $c(H_2PO_3^-) = c(HPO_3^{2-})$ ， $c(OH^-) = 10^{-7.3} \text{ mol} \cdot L^{-1}$ ， $c(H^+) = 10^{-6.7}$

$$\text{mol} \cdot L^{-1}, K_{a2} = \frac{c(H^+) \times c(HPO_3^{2-})}{c(H_2PO_3^-)} = 10^{-6.7}, \text{d 点 } c(H_2PO_3^-) = c(H_3PO_3), c(OH^-) = 10^{-12.6} \text{ mol} \cdot L^{-1}, c(H^+) = 10^{-1.4}$$

$$\text{mol} \cdot L^{-1}, K_{a1} = \frac{c(H^+) \times c(H_2PO_3^-)}{c(H_3PO_3)} = 10^{-1.4}。$$

B 中 $H_2PO_3^-$ 的水解平衡常数 $K_h = \frac{K_w}{K_{a1}} = \frac{10^{-14}}{10^{-1.4}} < K_{a2}$ ， NaH_2PO_3 溶液中 $c(HPO_3^{2-}) > c(H_3PO_3)$ ；C 中 b 点 $c(H_3PO_3) = c(HPO_3^{2-})$ ，根据物料守恒 $n(H_3PO_3) + n(H_2PO_3^-) + n(HPO_3^{2-}) = 0.1 \text{ mol}$ ，得 $n(H_2PO_3^-) + 2n(HPO_3^{2-})$

$$= 0.1 \text{ mol}; \text{D 中平衡常数 } K = \frac{c^2(H_2PO_3^-)}{c(HPO_3^{2-}) \times c(H_3PO_3)} = \frac{K_{a1}}{K_{a2}} = \frac{10^{-1.4}}{10^{-6.7}} = 10^{5.3}, \text{平衡常数 } K \text{ 的数量级为 } 10^5。$$

11. (15 分)

(1) 4 (1 分) (2) 74% (2 分) (3) $2Mn^{2+} + O_2 + 4OH^- = 2MnO_2 \downarrow + 2H_2O$ (2 分)

(4) $\frac{a^3b^3}{c}$ (2 分) $\frac{n(H_2C_2O_4)}{n(Sc^{3+})} < 1.5$ 时， Sc^{3+} 未完全沉淀， $\frac{n(H_2C_2O_4)}{n(Sc^{3+})} > 1.5$ 时，草酸用量过多，草酸钪沉淀会转化为可溶性配合物，造成钪的沉淀率下降 (2 分)

(5) $ScCl_3 + H_2O \xrightarrow{\Delta} ScOCl + 2HCl \uparrow$ (或 $ScCl_3 \cdot 6H_2O \xrightarrow{\text{高温}} ScOCl + 2HCl \uparrow + 5H_2O \uparrow$) (2 分)

(6) ① 5 (1 分) > (1 分) ② b d (2 分)

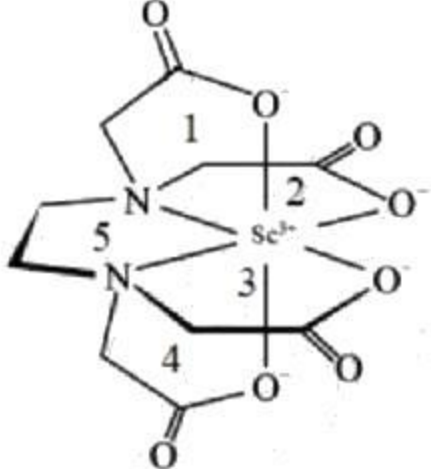
【解析】

(1) 基态 Sc 的价电子排布式为 $3d^1 4s^2$ ，有 1 个未成对电子，同周期中有 1 个未成对电子的元素还有 K、Cu、Ga、Br。

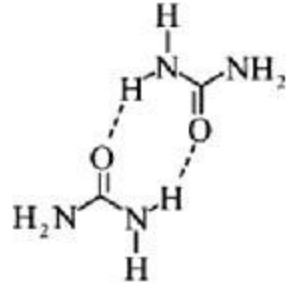
(2) pH = 2 时， $c(OH^-) = 1.0 \times 10^{-12} \text{ mol} \cdot L^{-1}$ ，此时 $c(Fe^{3+}) = \frac{K_{sp}[Fe(OH)_3]}{c(OH^-)^3} = \frac{2.6 \times 10^{-39}}{(1.0 \times 10^{-12})^3} = 2.6 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot L^{-1}$ ，则 Fe^{3+} 的去除率 = $\frac{(0.01 - 2.6 \times 10^{-3}) \text{ mol} \cdot L^{-1}}{0.01 \text{ mol} \cdot L^{-1}} \times 100\% = 74\%$

$$(4) K = \frac{c^6(H^+)}{c^2(Sc^{3+}) \cdot c^3(H_2C_2O_4)} = \frac{c^6(H^+) \cdot c^3(C_2O_4^{2-}) \cdot c^3(HC_2O_4^-)}{c^2(Sc^{3+}) \cdot c^3(C_2O_4^{2-}) \cdot c^3(H_2C_2O_4) \cdot c^3(HC_2O_4^-)} = \frac{[K_{a1}(H_2C_2O_4) K_{a2}(H_2C_2O_4)]^3}{K_{sp}[Sc_2(C_2O_4)_3]}$$

$$= \frac{a^3b^3}{c}。$$

(6) ① 5 个五元环位置如图所示：。角 1 处 C 采取 sp^2 杂化，角 2 处 C 采取 sp^3 杂化，键角 1 > 键角 2。

② 该微粒为阴离子，不存在离子键；氢键是一种特殊的分子间的作用力，不是化学键；该阴离子存在 $N \rightarrow Sc$ 和 $O \rightarrow Sc$ 配位键，C-C 为非极性共价键。

12. (17 分) (1)  (1 分) (2) c d b a (2 分) (3) 恒压滴液漏斗 (1 分)

(4) $5Cl^- + ClO_3^- + 6H^+ = 3Cl_2 \uparrow + 3H_2O$ (2 分)

通入的 Cl_2 与生成的 $NaOH$ 反应产生 $NaClO$ ，使生成物浓度减少，同时提高反应物浓度，有利于平衡

正向移动, 提高产率 (2分)

(5) $\text{C}_3\text{H}_3\text{N}_3\text{O}_3 + 9\text{Cl}_2 + 3\text{H}_2\text{O} = 3\text{NCl}_3 + 3\text{CO}_2 + 9\text{HCl}$ (2分) (6) AgNO_3 溶液 (1分)

(7) 用锥形瓶内壁将半滴溶液沾落, 再用洗瓶以少量蒸馏水吹洗锥形瓶内壁 (2分)

(8) $\frac{0.55cV}{m} \times 100\%$ (2分) (9) a c (2分)

【解析】

(2) 各装置的作用为: A 制取二氯异氰尿酸钠溶液; B 除去 Cl_2 中混有的 HCl , 避免 HCl 与 NaOH 溶液反应, 降低产率; C 为干燥, 但本题 Cl_2 无需干燥; D 尾气处理。

(3) 恒压滴液漏斗可平衡压强, 使液体顺利流下。

(6) 过滤后, 粗产品表面含有少量的 NaCl 杂质, 判断是否洗涤干净, 需检验洗涤液中是否含有 Cl^-

(8) 根据得失电子守恒可知各物质所消耗量关系为 $\text{C}_3\text{N}_3\text{O}_3\text{Cl}_2^- \sim 2\text{I}_2 \sim 4\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$,

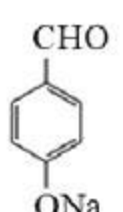
$$n(\text{C}_3\text{N}_3\text{O}_3\text{Cl}_2\text{Na}) = \frac{1}{4} n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = \frac{1}{4} \times c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times V \times 10^{-3} \text{ L} = 2.5 \times 10^{-4} c V \text{ mol},$$

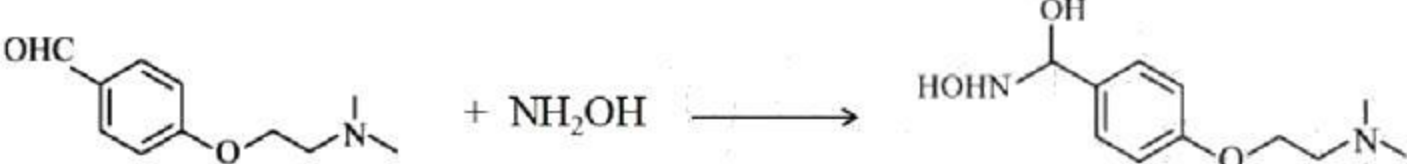
$$\text{粗产品的纯度} = \frac{2.5 \times 10^{-4} c V \text{ mol} \times \frac{100 \text{ mL}}{10.00 \text{ mL}} \times 220 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{m \text{ g}} \times 100\% = \frac{0.55cV}{m} \times 100\%$$

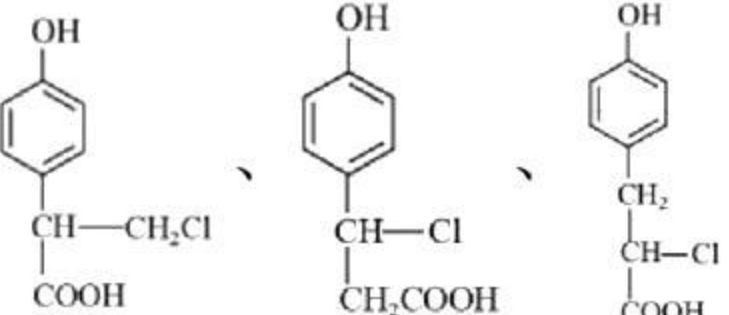
(9) b. 滴定前有气泡, 初始读数偏小, 滴定后无气泡, 终点读数不变, V 偏大, 结果偏高;

c. 滴定管未润洗, 消耗 V 偏大, 结果偏高; d. 滴定终点仰视刻度线, 终点读数偏大, V 偏大, 结果偏高。

13. (14分) (1) 保护酚羟基 (1分) (2) 氯气、光照 (2分)

(3)  (2分) 对羟基苯甲醛或 4-羟基苯甲醛 (1分)

(4)  (2分)

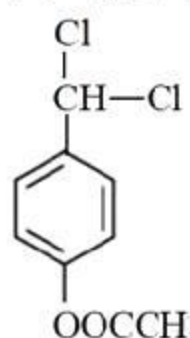
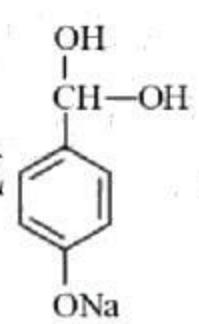
(5)  (或其他符合条件的结构) (2分)

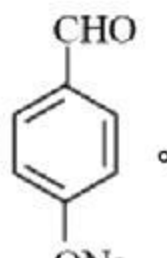
(6) 醚键、酰胺基 (2分)

a 处 C 为 sp^2 杂化, b 处 C 为 sp^3 杂化, C 杂化轨道中 s 成分越多, 键长越短。 (2分)

【解析】

(1) 氯气会氧化酚羟基

(3)  碱性条件下反应, Cl 被羟基取代, 酯基水解成  , 根据已知信息, 该结构不稳定,

脱水成  。

(5) K 的同分异构体符合条件: 遇 FeCl_3 溶液显紫色说明含酚羟基; 与 NaHCO_3 溶液反应生成 CO_2 说明含羧基; 核磁共振氢谱有 6 组峰, 峰面积比为 1:1:1:2:2:2, 说明 6 种 H 有一定的对称性。

(6) a 处的 C 为 sp^2 杂化, b 处 C 为 sp^3 杂化, C 的杂化轨道中 s 成分越多, 键长越短。因 s 轨道是球形对称的, 相比 p 轨道等, 其电子云靠近原子核处的密度较大。故 s 成分越多, 杂化轨道的电子云越靠近原

子核，键长越短。

14. (14 分) (1) $-\frac{x+y}{6}$ (1 分) (2) ① 400 (1 分)

②反应速率随温度升高增大，该温度范围内催化剂活性随温度升高而增强，反应速率增大，单位时间内转化率增大 (2 分)

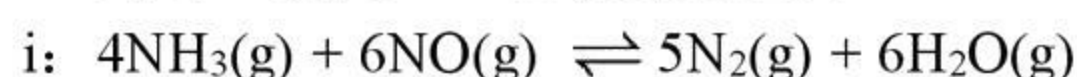
③未达到 (1 分) M 点相同温度时，不同催化剂下氮氧化物转化率还能增大 (1 分)

(3) ① 0.05 (2 分) ② $\frac{(\frac{5}{29}p)^5 \times (\frac{9}{29}p)^6}{(\frac{4}{29}p)^4 \times (\frac{6}{29}p)^6}$ (2 分)

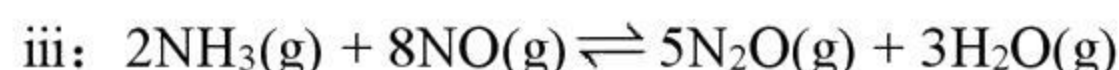
(4) ① 12 (1 分) N (1 分) ② $\frac{75 \times 10^{18}}{2\sqrt{3}a^2 \cdot N_A}$ (2 分)

【解析】(1) 由盖斯定律可知： $\Delta H = \frac{1}{6}(\Delta H_1 + \Delta H_2)$ 。

(3) 方法一：设反应i消耗 NO 的物质的量为 6a mol、反应iii消耗的 NO 物质的量为 8b mol，列三段式：



起始 $n/(\text{mol})$	1	2	0	0
转化 $n/(\text{mol})$	4a	6a	5a	6a
平衡 $n/(\text{mol})$	1-4a-2b	2-6a-8b	5a	6a+3b



起始 $n/(\text{mol})$	1	2	0	0
转化 $n/(\text{mol})$	2b	8b	5b	3b
平衡 $n/(\text{mol})$	1-4a-2b	2-6a-8b	5b	6a+3b

因 NO 转化率为 70%则有 $6a + 8b = 1.4 \text{ mol}$ ；因 N_2 选择性为 50%则有 $\frac{5a}{5a+5b} = 0.5$ ，解得 $a = 0.1$ 、 $b = 0.1$ ；

则平衡时： $n(\text{总}) = n(\text{NH}_3) + n(\text{NO}) + n(\text{N}_2) + n(\text{N}_2\text{O}) + n(\text{H}_2\text{O}) = 0.4 \text{ mol} + 0.6 \text{ mol} + 0.5 \text{ mol} + 0.5 \text{ mol} + 0.9$

$\text{mol} = 2.9 \text{ mol}$ ，反应i的平衡常数 $K_p = \frac{(\frac{5}{29}p)^5 \times (\frac{9}{29}p)^6}{(\frac{4}{29}p)^4 \times (\frac{6}{29}p)^6} \text{ kPa}$ 。

方法二：由题意可知转化的 NO 物质的量为 $2 \times 70\% = 1.4 \text{ mol}$ ；设生成的 N_2 的物质的量为 x mol，因 N_2 的选择性为 50%，则生成的 $n(\text{N}_2\text{O}) = x \text{ mol}$ ；转化的 NH_3 分别为反应i: $n(\text{NH}_3) = 0.8x \text{ mol}$ 、反应iii: $n(\text{NH}_3) = 0.4x \text{ mol}$ ；根据 N 原子守恒：转化的 $n(\text{NH}_3) + n(\text{NO}) = 2 \times [n(\text{N}_2) + n(\text{N}_2\text{O})]$ ，即 $(0.8x + 0.4x) + 1.4 = 4x$ ，解得： $x = 0.5 \text{ mol}$ 。故平衡时 $n(\text{NH}_3) = 1 - (0.8x + 0.4x) = 0.4 \text{ mol}$ ； $n(\text{NO}) = 2 - 1.4 = 0.6 \text{ mol}$ ； $n(\text{N}_2) = n(\text{N}_2\text{O}) = 0.5 \text{ mol}$ 。根据 H 原子守恒：平衡时 $n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{3n(\text{NH}_3)_{\text{转化}}}{2} = 0.9 \text{ mol}$ 。后续解法同上。

(4) ①由 O^{2-} 构成的晶胞为面心立方结构， O^{2-} 最近的 O^{2-} 个数为 12 个；

晶胞中已画出的 Co^{3+} 占据了 O^{2-} 形成的“八面体空隙”，另一种 Co^{3+} 占据的位置应为 O^{2-} 形成的“四面体空隙”，位于小立方体体心，所以选 N 点。

②根据图示结构，虚线表示的平面四边形为 CoO 晶体的最小重复单元，边长为 $2a \text{ nm}$ ，包含 O^{2-} 个数为 $4 \times \frac{1}{4} = 1$ 个、 Co^{2+} 个数为 1 个，则该重复单元中氧化钴的质量 $m = \frac{75}{N_A} \text{ g}$ ，面积 $s = 2\sqrt{3}a^2 \text{ nm}^2 = 2\sqrt{3}a^2 \times 10^{-18}$

m^2 ，每平方米含有的平面四边形个数为 $\frac{1}{2\sqrt{3}a^2 \times 10^{-18}}$ 个，所以每平方米氧化钴的质量为 $m = \frac{75 \times 10^{18}}{2\sqrt{3}a^2 \cdot N_A} \text{ g}$ 。