

北京育才学校 2024-2025 年度第一学期

高二化学期中试卷

(满分 100 分 考试时间 90 分钟)

第一部分 选择题 (共42分)

本部分共14题，每题3分，共42分。每题只有一项符合题目要求。

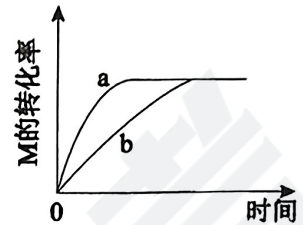
- 下列物质中，属于强电解质的是
A. BaSO_4 B. H_2O C. CH_3COOH D. $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
- 关于化学反应速率增大的原因，下列分析不正确的是
A. 有气体参加的化学反应，增大压强使容器容积减小，可使单位体积内活化分子数增多
B. 增大反应物的浓度，可使活化分子之间发生的碰撞都是有效碰撞
C. 升高温度，可使反应物分子中活化分子的百分数增大
D. 使用适宜的催化剂，可使反应物分子中活化分子的百分数增大
- 下列事实不能说明 HCN 是弱电解质的是
A. 常温下 NaCN 溶液的 pH 大于 7
B. 常温下 $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 HCN 溶液的 pH 为 3
C. pH=11 的 NaCN 溶液加水稀释到 100 倍，pH 大于 9
D. 用 HCN 溶液作导电实验，灯泡很暗
- $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g}) \Delta H < 0$ 是工业制硫酸的重要反应，下列说法不正确的是
A. 其他条件不变，使用催化剂能同时提高反应速率和 SO_2 的平衡转化率
B. 其他条件不变，升高温度能加快反应速率，但 SO_2 的平衡转化率降低
C. 其他条件不变，通入过量空气能提高 SO_2 的平衡转化率，但化学平衡常数不变
D. 其他条件不变，增大压强能同时提高反应速率和 SO_2 的平衡转化率，但生产成本增加
- 常温下，下列溶液中，水电离出的 $c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-2} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的是
A. $0.01 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸 B. $0.01 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液
C. pH=2 NH_4Cl 溶液 D. pH=2 NaHSO_4 溶液
- 下列事实不能用化学平衡移动原理解释的是
A. 实验室收集氯气时，常用排饱和食盐水的方法
B. 工业合成氨 $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g}) \Delta H < 0$ ，采用 $400^\circ\text{C} \sim 500^\circ\text{C}$ 的高温条件
C. 配制 FeCl_3 溶液时，常将 FeCl_3 晶体溶于较浓的盐酸中
D. 工业制备 TiO_2 : $\text{TiCl}_4 + (x+2)\text{H}_2\text{O} = \text{TiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O} \downarrow + 4\text{HCl}$ ，加入大量水，同时加热



7. 常温下, 下列各组离子在指定溶液中一定能大量共存的是

- A. 由水电离的 $c(\text{H}^+) = 10^{-12} \text{ mol/L}$ 的溶液中: Na^+ 、 NH_4^+ 、 Cl^- 、 K^+
 B. 无色溶液中: Na^+ 、 K^+ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 、 NO_3^-
 C. 含有 I^- 的溶液中: H^+ 、 Na^+ 、 Cl^- 、 NO_3^-
 D. $\text{pH}=14$ 的溶液中: K^+ 、 ClO^- 、 CO_3^{2-} 、 Cl^-

8. 已知反应: $3\text{M}(\text{g}) + \text{N}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{P}(\text{s}) + 4\text{Q}(\text{g}) \quad \Delta H < 0$ 。右图 a、b 曲线表示在密闭容器中不同条件下, M 的转化率随时间的变化情况。若使曲线 b 变为曲线 a, 可采取的措施是



- A. 增大压强 B. 增加 N 的浓度
 C. 加少量固体 P D. 升高温度

9. 下列由实验现象得出的结论不正确的是

| | 操作 | 现象及结论 |
|---|---|---|
| A | 硫化氢溶液呈酸性 | $\text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HS}^-$ |
| B | 将充满 NO_2 的密闭玻璃球浸泡在热水中 | 玻璃球中红棕色加深, 说明反应 $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ 的 $\Delta H < 0$ |
| C | 测量相同条件下, 相同体积的 0.1 mol/L 的稀盐酸和稀醋酸溶液的电导率 | 稀盐酸的导电性大于稀醋酸的导电性, 说明稀盐酸中一定存在的主要粒子为 H^+ 、 Cl^- 、 H_2O , 一定不存在 HCl |
| D | 选用酚酞做指示剂, 用 0.1 mol/L 的 NaOH 溶液滴定未知浓度的盐酸 | 溶液变红, 且半分钟不褪色, 说明达到滴定终点 |

10. 下列实验装置 (部分夹持装置已略去) 可以达到对应实验目的是

| | A | B | C | D |
|------|-------------|------------|--|---|
| 实验目的 | 测定锌与稀硫酸反应速率 | 测定中和反应的反应热 | 比较 AgCl 和 Ag_2S 溶解度大小 | 由 $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 制取无水 FeCl_3 固体 |
| 实验装置 | | | | |

11. 已知反应: $\text{X}(\text{g}) + \text{Y}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{Z}(\text{g}) \quad \Delta H < 0$, 400°C 时该反应的化学平衡常数 $K=1$ 。一定条件下, 分别在甲、乙、丙 3 个恒容密闭容器中加入 X 和 Y, 反应体系中各物质的物质的量浓度的相关数据如下:

| 容器 | 温度 $^\circ\text{C}$ | 起始时物质的浓度 ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$) | | 10 分钟时物质的浓度 ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$) |
|----|------------------------|--|---------------|---|
| | | $c(\text{X})$ | $c(\text{Y})$ | $c(\text{Z})$ |
| 甲 | 400 | 1 | 1 | 0.5 |
| 乙 | T_1 | 1 | 1 | 0.4 |
| 丙 | 400 | 1 | 2 | a |



下列说法中，不正确的是

- A. 甲中，10 分钟内 X 的化学反应速率： $v(X) = 0.025 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
- B. 甲中，10 分钟时反应已达到化学平衡状态
- C. 乙中，可能 $T_1 < 400^\circ\text{C}$
- D. 丙中， $a > 0.5$

12. 常温下，下列溶液的离子浓度关系式正确的是

- A. 0.1 mol/L NH_4Cl 溶液中： $c(\text{Cl}^-) > c(\text{OH}^-) > c(\text{NH}_4^+) > c(\text{H}^+)$
- B. 常温下 pH=7 的醋酸和 NaOH 溶液混合液中： $c(\text{Na}^+) > c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$
- C. 0.1 mol/L NaHSO_3 溶液中： $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{HSO}_3^-) + c(\text{SO}_3^{2-})$
- D. 0.1 mol/L NaHCO_3 溶液中： $c(\text{Na}^+) = c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{H}_2\text{CO}_3)$

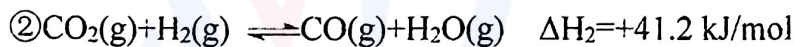
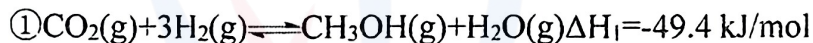
13. 利用下图装置进行“反应条件对 FeCl_3 水解平衡的影响实验”。

| 装置 | 操作与现象 |
|----|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> ① 加热 a 至溶液沸腾，呈红褐色；用 pH 试纸检验 b 中溶液，试纸无明显变化 ② 持续加热一段时间，取 b 中溶液，用 pH 试纸检验，试纸变红；用 KSCN 溶液检验，溶液变浅红 |

下列说法不正确的是

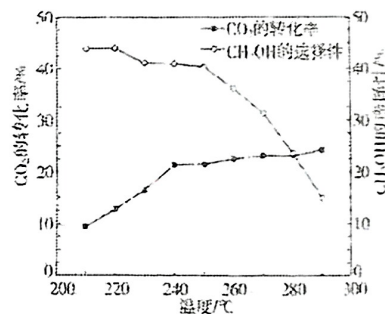
- A. ①中溶液呈红褐色，推测是由于温度升高促进了 Fe^{3+} 的水解
- B. 常温下， FeCl_3 溶液水解的产物 HCl 是以 H^+ 、 Cl^- 形式存在的
- C. 以上现象说明 HCl 挥发促进了 $\text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl}$ 正向移动
- D. 根据上述现象，说明不宜用蒸干 FeCl_3 溶液的方法制备 FeCl_3 固体

14. 中国科学家在淀粉人工光合成方面取得重大突破性进展,该实验方法首先将 CO_2 催化还原为 CH_3OH 。已知 CO_2 催化加氢的主要反应有:



其他条件不变时,在相同时间内温度对 CO_2 催化加氢的影响如图。下列说法不正确的是

- A. $\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) \quad \Delta H = -90.6 \text{ kJ/mol}$
- B. ①②同时达到平衡状态。
- C. 其他条件不变,增大压强,有利于反应向生成 CH_3OH 的方向进行
- D. 220~240 $^\circ\text{C}$,升高温度,对反应②速率的影响比对反应①的小



注: CH_3OH 的选择性 = $\frac{n(\text{生成CH}_3\text{OH所用的CO}_2)}{n(\text{反应消耗的CO}_2)} \times 100\%$



第二部分 非选择题(共 58 分)

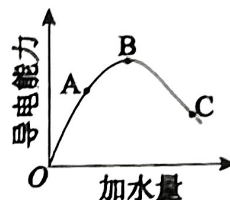
15. (8 分) 氨水在工业上具有重要用途。

(1) 室温下, NH_3 溶于水稀释过程中溶液的导电能力变化如图所示。

① A、B、C 三点对应的溶液中, $c(\text{OH}^-)$ 最大的是_____ (填字母, 下同)。

② A、B、C 三点对应的溶液中, 一水合氨电离程度最大的是_____。

③ 若使 B 点对应的溶液中, $c(\text{NH}_4^+)$ 增大、 $c(\text{OH}^-)$ 减小, 可采用的方法是_____。



a. 加 H_2O b. 加 NaOH 固体 c. 加入浓硫酸

(2) 已知: $25\text{ }^\circ\text{C}$ 时 CH_3COOH 、 H_2CO_3 和 HClO 的电离平衡常数:

| 化学式 | CH_3COOH | H_2CO_3 | HClO |
|---------------------|--------------------------|---|----------------------|
| 电离平衡常数 (K_a) | 1.75×10^{-5} | $K_{a1} = 4.5 \times 10^{-7}$ $K_{a2} = 4.7 \times 10^{-11}$ | 4.0×10^{-8} |

① $25\text{ }^\circ\text{C}$ 时, 浓度均为 0.1 mol/L 的 CH_3COONa 溶液、 Na_2CO_3 溶液、 NaHCO_3 溶液、 NaClO 溶液的碱性由大到小的排序是_____。

② $25\text{ }^\circ\text{C}$ 时, 若初始时次氯酸溶液中 HClO 的物质的量浓度为 0.01 mol/L , 达到电离平衡时溶液中 $c(\text{H}^+) =$ _____ mol/L 。

③ 下列化学反应可能发生的是_____。

- A. $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{NaHCO}_3 + \text{CH}_3\text{COONa}$
- B. $\text{HClO} + \text{CH}_3\text{COONa} = \text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaClO}$
- C. $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{NaClO} = \text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HClO}$
- D. $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaHCO}_3 = \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

16. (11 分) CH_3COONa 溶液是常见的盐, 可由醋酸和 NaOH 溶液反应得到。

(1) 用 0.1000 mol/L NaOH 分别滴定 25.00 mL 0.1000 mol/L 盐酸和 25.00 mL 0.1000 mol/L 醋酸, 滴定过程中 pH 变化曲线如下图所示。

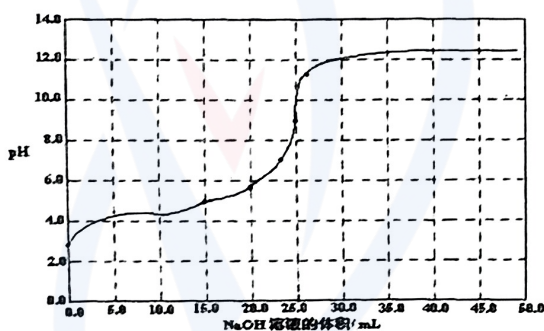


图1

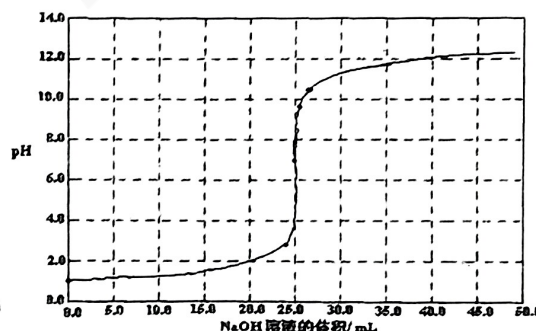


图2

① 在上述滴定过程中, 不需要使用的玻璃仪器是_____ (填序号)。

- A. 容量瓶
- B. 酸式滴定管
- C. 锥形瓶
- D. 碱式滴定管

② 由图中数据可判断滴定盐酸的 pH 变化曲线为图 2, 判断的理由如下 (答出 2 点):

- i. 起始未滴加 NaOH 溶液时, _____。
- ii. _____。



③ 滴定 CH_3COOH 溶液的过程中，当滴加 25.0 mL NaOH 溶液时，溶液显_____（填“酸性”、“碱性”或“中性”），用离子方程式表示其原因：_____。其中离子浓度由大到小的顺序是_____（用符号“c”及“>”表示）。此时 $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{CH}_3\text{COOH})$ _____ 0.1 mol/L（填“>”、“<”或“=”）

(2) 用电位滴定法模拟测定某醋酸溶液样品中醋酸的含量，操作如下：

已知：该条件下，醋酸和 NaOH 以物质的量 1:1 反应时得到的溶液 pH 为 8.7。

- 准确量取 10.00 mL 醋酸溶液样品，加入蒸馏水至总体积为 100.00 mL，取其中 20.00 mL 进行滴定实验，用酸度计检测 pH 变化；
- 逐滴滴入 0.1000 mol·L⁻¹ 的 NaOH 溶液，酸度计显示 pH=8.7 停止滴定，记录消耗的 NaOH 溶液的体积 $V(\text{NaOH})$ ；
- 平行测定多次（数据见表 1）；
- 分析处理数据。

表 1 实验数据记录表格

| 编号 | 1 | 2 | 3 |
|------------------------------|-------|-------|-------|
| $V(\text{NaOH}) / \text{mL}$ | 23.99 | 24.01 | 24.00 |

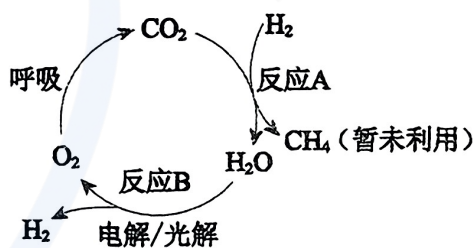
①在滴定过程中，在滴定过程中，若出现下列情况，测定结果偏低的是_____。

- 滴定前用待滴定的醋酸溶液润洗锥形瓶
- 在振荡锥形瓶时不慎将瓶内溶液溅出
- 若在滴定过程中不慎将数滴碱液滴锥形瓶外
- 用蒸馏水洗涤碱式滴定管后即使用，没有用碱液润洗

②根据表 1 中的有效数据，计算消耗的 NaOH 溶液的平均体积 $V(\text{NaOH}) =$ _____ mL。

该醋酸溶液样品中醋酸的含量是_____ g/L。 [$M(\text{CH}_3\text{COOH}) = 60 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$]

17. (8 分) 回收利用 CO_2 是目前解决长期载人航天舱内（如空间站）供氧问题的有效途径，其物质转化如下图：



(1) 反应 A 为 $\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ，是回收利用 CO_2 的关键步骤。

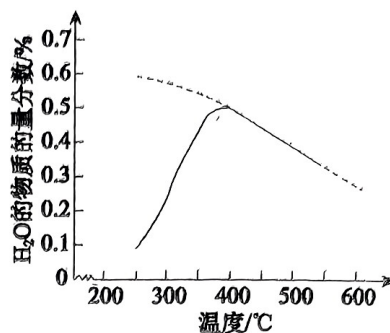
已知： $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -483.6 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

$\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -802.3 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

反应 A 的 $\Delta H =$ _____ $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$



(2) 将原料气按 $n(\text{CO}_2):n(\text{H}_2)=1:4$ 置于恒容密闭容器中发生反应 A, 在相同时间内测得 H_2O 的物质的量分数与温度的变化曲线如图所示 (虚线为平衡时的曲线)。



①理论上, 能提高 CO_2 平衡转化率的措施有_____ (写出一条即可)。

②空间站的反应器内, 通常采用反应器前段加热, 后段冷却的方法来提高 CO_2 的转化效率, 原因是_____。

(3) 下列关于空间站内物质和能量变化的说法中, 不正确的是_____ (填字母)。

a. 反应 B 的能量变化是电能 \rightarrow 化学能, 或者是光能 \rightarrow 化学能

b. 物质转化中 O、H 原子的利用率均为 100%

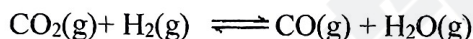
c. 不用 Na_2O_2 作供氧剂的原因可能是 Na_2O_2 不易实现循环利用

(4) 用 $\text{CO}_2(\text{g})+2\text{H}_2(\text{g})\rightleftharpoons\text{C}(\text{s})+2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 代替反应 A, 可实现氢、氧元素完全循环利用, 缺点是使用一段时间后催化剂的催化效果会明显下降, 其原因是_____。

18. (11 分) 通过化学的方法实现 CO_2 的资源化利用是一种非常理想的 CO_2 减排途径。

I. 利用 CO_2 制备 CO

一定温度下, 在恒容密闭容器中进行如下反应:



(1) 该反应的平衡常数表达式 $K = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

(2) 下列事实能说明上述反应达到平衡状态的是_____ (填字母序号)

A. 体系内 $n(\text{CO}):n(\text{H}_2\text{O}) = 1:1$

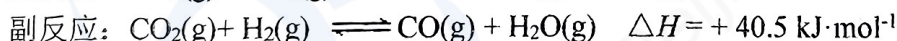
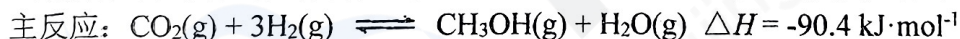
B. 体系混合气体密度不再发生变化

C. 体系内各物质浓度不再发生变化

D. 体系内 CO 的物质的量分数不再发生变化

II. 利用 CO_2 制备甲醇(CH_3OH)

一定条件下, 向恒容密闭容器中通入一定量的 CO_2 和 H_2 。涉及反应如下:



$$\text{已知: } \text{CH}_3\text{OH 产率} = \frac{n(\text{CH}_3\text{OH})_{\text{生成}}}{n(\text{CO}_2)_{\text{初始}}} \times 100\%$$

(3) 一段时间后, 测得体系中 $n(\text{CO}_2):n(\text{CH}_3\text{OH}):n(\text{CO})=a:b:c$ 。

CH_3OH 产率=_____ (用代数式表示)。

(4) 探究温度对反应速率的影响 (其他条件相同)

实验测得不同温度下, 单位时间内的 CO_2 转化率和 CH_3OH 与 CO 的物质的量之比 $[n(\text{CH}_3\text{OH})/n(\text{CO})]$ 如图 1 所示。

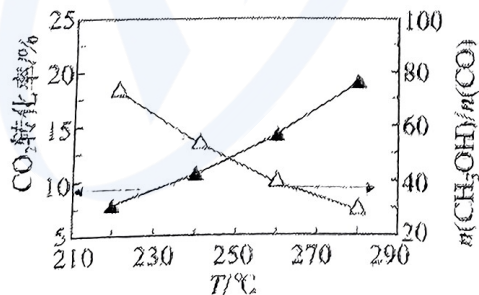


图 1

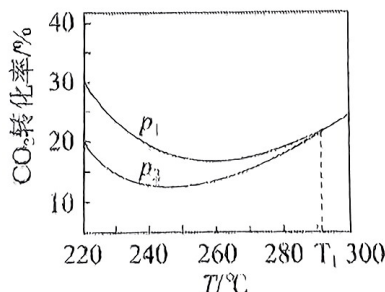


图 2



由图 1 可知，随着温度的升高， CO_2 转化率升高， $n(\text{CH}_3\text{OH})/n(\text{CO})$ 的值下降。解释其原因：_____。

(5) 探究温度和压强对平衡的影响（其他条件相同）

不同压强下，平衡时 CO_2 转化率随温度的变化关系如图 2 所示。

① 压强 p_1 _____（填“大于”或“小于”） p_2 。

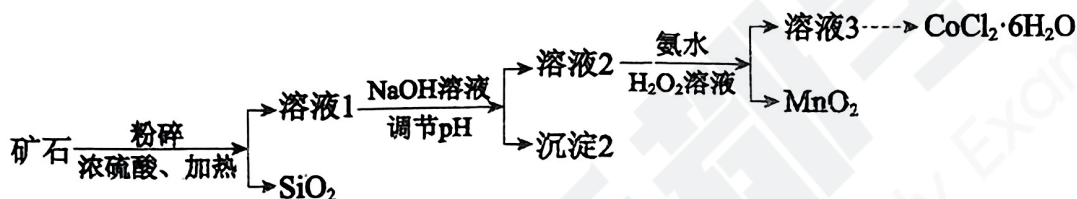
② 图 2 中温度高于 T_1 时，两条曲线重叠的原因是_____。

③ 下列条件中， CH_3OH 平衡产率最大的是_____（填字母序号）。

A. 220°C 5 MPa B. 220°C 1 MPa C. 300°C 1 MPa

19. (10 分) 氯化钴 (CoCl_2) 在工业催化、涂料工业、干湿指示剂等领域具有广泛应用。

(1) 某钴矿石的主要成分包括 CoO 、 MnO 、 Fe_2O_3 和 SiO_2 。由该矿石制 $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 固体的方法如下（部分分离操作省略）：



资料： Mn^{2+} 生成 $\text{Mn}(\text{OH})_2$ ，开始沉淀时 $\text{pH}=8.2$ ，完全沉淀时 $\text{pH}=10.2$

① 上述矿石溶解过程中，能够加快化学反应速率的措施有_____（写出一条即可）。

② CoO 溶于浓硫酸是非氧化还原反应，溶液 1 中阳离子包括 H^+ 、 Mn^{2+} 和_____。

③ 已知 $\text{pH}=2.8$ 时溶液中 Fe^{3+} 完全沉淀。沉淀 2 是_____。

④ 溶液 2 中含有 Co^{2+} 和 Mn^{2+} 。

i. 已知： 25°C 时 $K_{\text{sp}}[\text{Co}(\text{OH})_2] \approx 1 \times 10^{-15}$ ，当 $c(\text{Co}^{2+}) < 1 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时可认为 Co^{2+} 完全沉淀。若向溶液 2 中加入碱溶液，常温下，当 $\text{pH}=\underline{\hspace{2cm}}$ 时 Co^{2+} 完全沉淀。由此可知，通过调节 pH 无法将 Mn^{2+} 和 Co^{2+} 完全分离。

ii. 溶液 2 中加入氨水和 H_2O_2 溶液的目的是_____。

(2) 可用如下方法测定产品中 $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 的质量分数（其他杂质不干扰测定）：

资料：i. $M(\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 238 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

ii. Co^{2+} 与 SCN^- 反应生成蓝色的 $\text{Co}(\text{SCN})_4^{2-}$ ； Co^{2+} 与 EDTA 以物质的量比 1:1 反应，得到红色溶液；后者的反应程度大于前者

取 $m \text{ g}$ 产品溶于水，向其中滴加几滴 KSCN 溶液作指示剂。再用 $c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ EDTA 溶液滴定，消耗 EDTA 溶液的体积为 $v \text{ mL}$ 。滴定终点时的现象是_____，产品中 $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 的质量分数为_____（结果用 m 、 v 、 c 表示）。



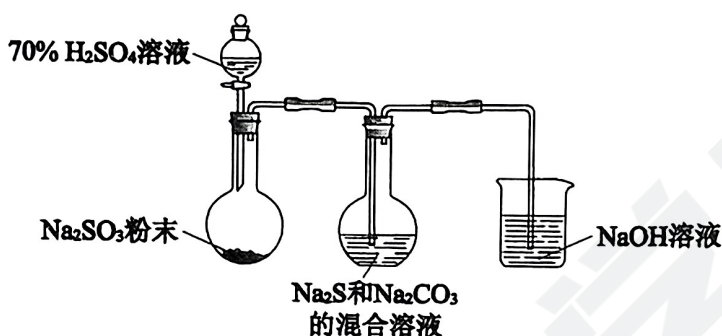
20. (10分) 实验小组制备硫代硫酸钠 ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) 并探究其性质。

资料: i. $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{S} \downarrow + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

ii. $\text{Fe}^{3+} + 3\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{S}_2\text{O}_3)_3^{3-}$ (紫黑色)。

iii. $\text{Ag}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 是难溶于水、可溶于 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液的白色固体。

(1) 实验室可利用反应: $2\text{Na}_2\text{S} + \text{Na}_2\text{CO}_3 + 4\text{SO}_2 = 3\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{CO}_2$ 制备 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, 装置如下图。



① 用化学用语解释 Na_2S 和 Na_2CO_3 的混合溶液呈碱性的原因:

$\text{S}^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HS}^- + \text{OH}^-$ 、_____。

② 为了保证 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 的产量, 实验中通入的 SO_2 不能过量。要控制 SO_2 的生成速率, 可以采取的措施有: _____ (写出一条)。

(2) 探究 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液与不同金属的硫酸盐溶液间反应的多样性。

| 实验 | 试剂 | | 现象 |
|----|--|--|-------------------------------------|
| | 试管 | 滴管 | |
| | 2 mL 0.1 mol/L $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液 | Ag_2SO_4 溶液 (浓度约为 0.03 mol/L) | I. 局部生成白色沉淀, 振荡后 沉淀溶解, 得到无色溶液 |
| | | 0.03 mol/L $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液 | II. 一段时间后, 生成沉淀 |
| | | 0.03 mol/L $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液 | III. 混合后溶液先变成紫黑色, 30 s 时溶液几乎变为无色 |

① I 中产生白色沉淀的离子方程式为_____。

② 经检验, 现象 II 中的沉淀有 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 和 S, 用平衡移动原理解释 II 中的现象_____。

③ 经检验, 现象 III 中的无色溶液中含有 Fe^{2+} 。从化学反应速率和限度的角度解释 III 中 Fe^{3+} 与 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 反应的实验现象: _____。

以上实验说明: $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液与金属阳离子反应的多样性和阳离子的性质有关

