

高三化学试卷

注意事项

考生在答题前请认真阅读本注意事项及各题答题要求

1. 本试卷共 6 页，满分为 100 分，考试时间为 75 分钟。考试结束后，请将答题卡交回。
2. 答题前，请务必将自己的学校、姓名、准考证号用 0.5 毫米黑色墨水的签字笔填写在答题卡的规定位置，并在相应区域贴好条形码。
3. 作答选择题，必须用 2B 铅笔将答题卡上对应选项的方框涂满、涂黑；如需改动，请用橡皮擦干净后，再选涂其他答案。作答非选择题，必须用 0.5 毫米黑色墨水的签字笔在答题卡上的指定位置作答，在其他位置作答一律无效。
4. 如需作图，必须用 2B 铅笔绘、写清楚，线条、符号等须加黑、加粗。

可能用到的相对原子质量：H-1 C-12 N-14 O-16 Na-23 S-32 Ca-40

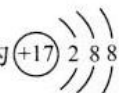
单项选择题：本题包括 13 小题，每小题 3 分，共计 39 分。每小题只有一个选项符合题意。

1. 金秀矿含 Ni、Bi、As、S 等元素。下列元素中属于短周期元素的是

A. Ni B. Bi C. As D. S

2. 常温下，过硫化钠 (Na_2S_2) 与盐酸反应可以生成 S 和 H_2S 。下列说法不正确的是

A. Na_2S_2 中有离子键

B. Cl^- 的结构示意图为 

C. 单质硫为共价晶体

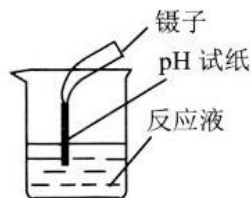
D. H_2S 分子为极性分子

3. 制备 Na_2SO_3 溶液的过程如下：由 Na_2CO_3 固体配制 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ Na_2CO_3 溶液，向其中通入 SO_2 至 pH 约为 4；由 NaOH 固体配制 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液，滴加到之前溶液中至 pH 约为 10，得到 Na_2SO_3 溶液。下列说法正确的是

- A. 称量 Na_2CO_3 固体时，应将试剂放入天平右边的托盘内
- B. 使用托盘天平（含砝码）、烧杯、量筒、玻璃棒等仪器可粗略配制 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaOH 溶液
- C. 用题 3 图-1 装置制备 SO_2
- D. 用题 3 图-2 装置测量溶液的 pH



题 3 图-1



题 3 图-2

4. 电解熔融 KF 与 HF 混合物（加入少量 LiF 能降低混合物的熔融温度）可制得 F_2 ；电解饱和食盐水可制得 Cl_2 。下列说法正确的是

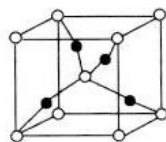
- A. 沸点： $\text{Cl}_2 > \text{F}_2$ B. 半径： $r(\text{F}^-) > r(\text{Cl}^-)$
- C. 电负性： $\chi(\text{Cl}) > \chi(\text{F})$ D. 第一电离能： $I_1(\text{Cl}) > I_1(\text{F})$

阅读下列材料，完成 5~7 题：

铜及其化合物有着重要应用。铜在金属活动性顺序表中排在氢的后面； FeCl_3 溶液与铜的反应可用于蚀刻印刷线路板；Cu 能催化 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 与 O_2 的反应。 CuSO_4 溶液与石灰乳混合可制成杀菌剂波尔多液； CuSO_4 溶液与 NaOH 溶液混合后能与有机物中的醛基反应生成 Cu_2O 。 Cu_2O 与稀硫酸（或盐酸）反应生成 Cu^{2+} 与 Cu； $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 能与 NaOH 溶液反应生成 $[\text{Cu}(\text{OH})_4]^{2-}$ 。

5. 下列说法正确的是

- A. Cu^{2+} 基态核外电子排布式为 $[\text{Ar}]3\text{d}^74\text{s}^2$
- B. 一个 Cu_2O 晶胞 (见题 5 图) 中, O 原子的数目为 2
- C. $[\text{Cu}(\text{OH})_4]^{2-}$ 中的配位原子是 OH^-
- D. CH_3CHO 与 $[\text{Cu}(\text{OH})_4]^{2-}$ 反应生成 CH_3COO^- 与 Cu_2O 过程中有非极性键生成



题 5 图

6. 下列化学反应表示正确的是

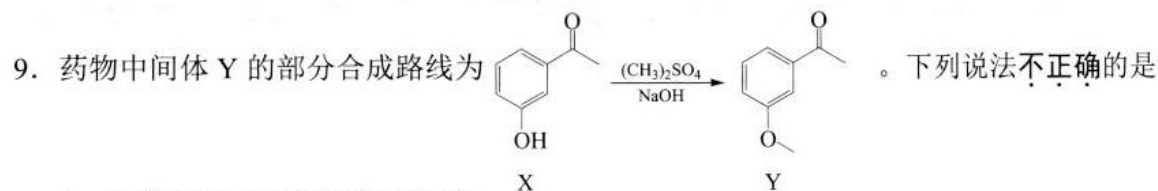
- A. 在空气中加热 $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$: $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{CuCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- B. Cu_2O 与足量稀硝酸反应: $\text{Cu}_2\text{O} + 2\text{H}^+ = \text{Cu} + \text{Cu}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$
- C. 用铜电极电解 CuSO_4 溶液时的阳极主要反应: $\text{Cu} - 2\text{e}^- = \text{Cu}^{2+}$
- D. Cu 催化 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 与 O_2 的主要反应: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{Cu}} \text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O}$

7. 下列说法正确的是

- A. 波尔多液用作果园杀菌剂, 主要是因为细菌蛋白质发生了盐析
- B. 反应 $2\text{Cu} + \text{O}_2 + 4\text{HCl} = 2\text{CuCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 能发生, 说明 HCl 能够氧化 Cu
- C. FeCl_3 溶液能与铜反应, 主要是因为铁在金属活动性顺序表中排在铜前面
- D. 依据 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 分别与稀 H_2SO_4 、 NaOH 溶液的反应, 推断 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 有两性

8. 在给定条件下, 下列选项所示的物质间转化均能实现的是

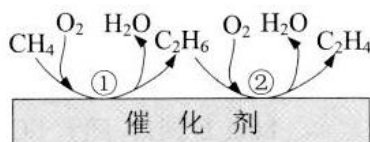
- A. 饱和 $\text{NaCl}(\text{aq}) \xrightarrow[2) \text{CO}_2(\text{g})]{1) \text{NH}_3(\text{g})} \text{NaHCO}_3(\text{s}) \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s})$
- B. $\text{HCl}(\text{aq}) \xrightarrow[\Delta]{\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})} \text{Cl}_2(\text{g}) \xrightarrow[\text{点燃}]{\text{H}_2(\text{g})} \text{HCl}(\text{g})$
- C. $\text{NH}_3(\text{g}) \xrightarrow{\text{O}_2(\text{g})} \text{NO}(\text{g}) \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}(\text{l})} \text{HNO}_3(\text{aq})$
- D. $\text{S}(\text{s}) \xrightarrow[\text{点燃}]{\text{O}_2(\text{g})} \text{SO}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{H}_2\text{S}(\text{g})} \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$



- A. X 能与 NaOH 溶液发生反应
- B. X 在一定条件下能与 HCHO 发生缩聚反应
- C. Y 与足量 H_2 加成的产物分子存在对映异构体
- D. 用 NaHCO_3 溶液可鉴别化合物 X 和 Y

10. 甲烷氧化制乙烯的可能过程如题 10 图所示, 并在步骤①过程中检测到了自由基 $\cdot\text{CH}_3$ 和 $\cdot\text{OCH}_3$ 。下列说法正确的是

- A. 步骤①过程中可能有 CH_3OCH_3 生成
- B. 步骤①中 CH_4 转化为 C_2H_6 后碳原子轨道的杂化方式发生了变化
- C. 步骤②中 C_2H_6 转化为 C_2H_4 后 $\text{H}-\text{C}-\text{H}$ 键角变小
- D. 步骤②中每生成 $1\text{mol C}_2\text{H}_4$ 转移 4mol e^-

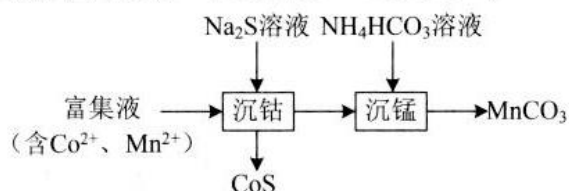


题 10 图

11. 根据下列实验操作和现象, 能合理推出结论的是

选项	实验操作和现象	结论
A	将5 mL溴丙烷和10 mL饱和KOH乙醇溶液混合, 加热, 产生气体通入稀酸性KMnO ₄ 溶液使之褪色	溴丙烷与KOH醇溶液共热时能生成丙烯
B	向1 mL 20%蔗糖溶液中加入少量稀H ₂ SO ₄ , 水浴加热, 再加入银氨溶液, 未出现银镜	蔗糖在此条件下能水解生成葡萄糖
C	常温下, 用pH计测得CH ₃ COONa溶液的pH约为9.2, Na ₂ CO ₃ 溶液的pH约为12.4	此条件下K _a (CH ₃ COOH) > K _{a2} (H ₂ CO ₃)
D	常温下, 向2 mL 0.03 mol·L ⁻¹ Na ₂ HPO ₄ 溶液中滴加2~3滴酚酞试液, 溶液变浅红色	此条件下HPO ₄ ²⁻ 的水解程度强于其电离程度

12. 室温下, 从冶炼富集液中回收钴、锰的部分工艺流程如下



已知: $K_{a1}(\text{H}_2\text{CO}_3)=4.3\times 10^{-7}$, $K_{a2}(\text{H}_2\text{CO}_3)=5.6\times 10^{-11}$, $K_b(\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O})=1.8\times 10^{-5}$

下列说法正确的是

- A. Na₂S 溶液中: $c(\text{OH}^-)=c(\text{H}_2\text{S})+c(\text{HS}^-)+c(\text{H}^+)$
- B. 沉钴后得到的上层清液中: $\frac{c(\text{Co}^{2+})}{c(\text{Mn}^{2+})} < \frac{K_{sp}(\text{CoS})}{K_{sp}(\text{MnS})}$
- C. NH₄HCO₃ 溶液 (pH>7) 中: $c(\text{NH}_4^+) > c(\text{HCO}_3^-)$
- D. 沉锰后得到 pH=6.5 的滤液中: $c(\text{H}_2\text{CO}_3) < c(\text{CO}_3^{2-})$

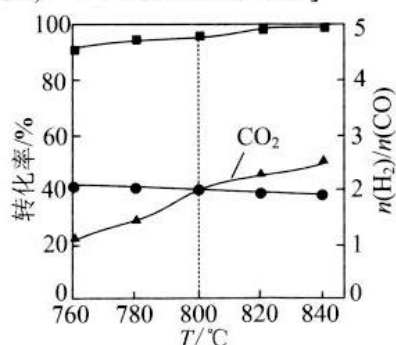
13. CH₄ 部分氧化重整与 CH₄-H₂O-CO₂ 重整联合制合成气 (CO、H₂), 涉及的反应如下

- ① $2\text{CH}_4(\text{g})+\text{O}_2(\text{g})=2\text{CO}(\text{g})+4\text{H}_2(\text{g})$ $\Delta H_1=-71\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
- ② $\text{CH}_4(\text{g})+\text{H}_2\text{O}(\text{g})=\text{CO}(\text{g})+3\text{H}_2(\text{g})$ $\Delta H_2=+206\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
- ③ $\text{CH}_4(\text{g})+\text{CO}_2(\text{g})=2\text{CO}(\text{g})+2\text{H}_2(\text{g})$ $\Delta H_3=+247\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

常压下, 将一定比例混合气体 [$n(\text{CH}_4):n(\text{CO}_2):n(\text{空气}):n(\text{H}_2\text{O})=1:0.2:1.92:0.4$] 匀速通过装有催化剂的反应管中, 出口处测算 CH₄ 的转化率、CO₂ 的转化率及 $\frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{CO})}$ 比值随温度变化的关系如题 13 图

所示。下列说法不正确的是

- A. 其他条件不变, 增大体系压强会降低 CH₄ 的平衡转化率
- B. 800 °C 时, 若 $\frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{CO})}=2$ 、CO₂ 的转化率约为 40%, 则 H₂O 的转化率约为 60%

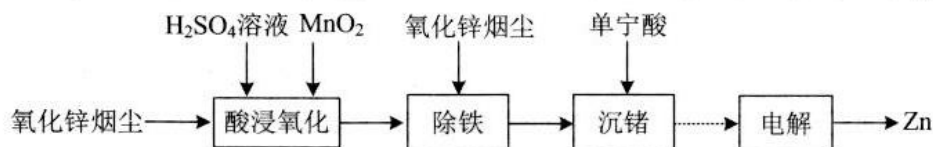


题 13 图

- C. 联合制合成气相比单一氧化重整有利于调节产物中 $\frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{CO})}$ 比值、提高能源利用率
- D. 800~840 °C, 若温度升高反应②转化率增加, 其对产物比值影响程度小于反应③

非选择题：共 4 题，共 61 分。

14. (15 分) 从氧化锌烟尘（主要含 ZnO 、 ZnS 、 FeO_x 、 GeO_x ）中回收锌的部分流程如下



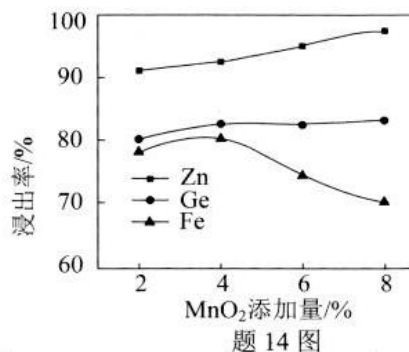
(1) 酸浸氧化。向氧化锌烟尘样品中加入一定量 $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{H}_2\text{SO}_4$ 和 MnO_2 。

①此过程 ZnS 被转化为 Zn^{2+} 和 S ，其离子方程式为 ▲。

②元素浸出率与 MnO_2 用量关系如题 14 图所示。

随着 MnO_2 添加量大于 4%，铁元素浸出率趋势变化的可能原因是 ▲

③从氧化剂利用率角度分析，不用 H_2O_2 代替 MnO_2 的理由是 ▲。



(2) 沉锗。若用 H_2L 表示单宁酸，“沉锗”的反应原理

可表示为 $\text{Ge}^{4+} + 3\text{H}_2\text{L} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{GeL}_3\downarrow + 4\text{H}^+$ 。在加入

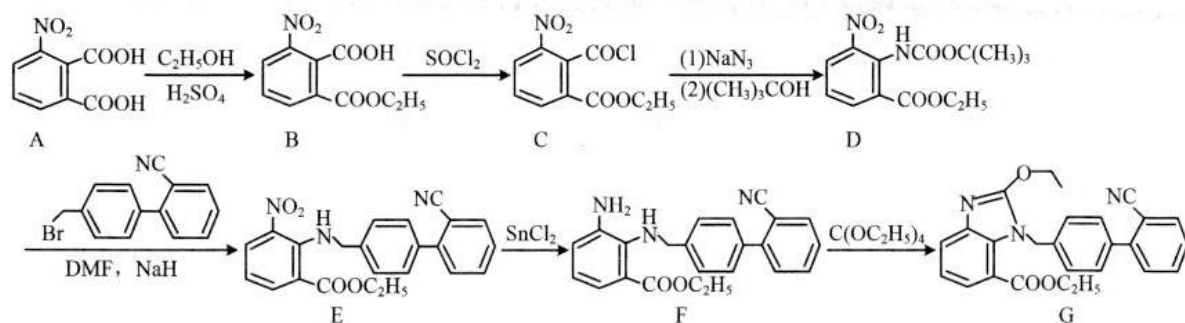
单宁酸前，应调节溶液的最佳 pH 为 2.5，原因是 ▲。

(3) “沉锗”后的溶液经除杂浓缩可得 ZnSO_4 溶液。

①测定 ZnSO_4 溶液的浓度。准确量取 5.00 mL ZnSO_4 溶液，加水稀释至 200 mL；取 50.00 mL 稀释后溶液，调节溶液的 $\text{pH}=10$ ，用 $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{EDTA}$ ($\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}$) 标准溶液滴定至终点（滴定反应为 $\text{Zn}^{2+} + \text{Y}^{4-} = \text{ZnY}^{2-}$ ），平行滴定 3 次，平均消耗 EDTA 标准溶液 25.00 mL。计算 ZnSO_4 溶液的物质的量浓度（写出计算过程）。

② ZnSO_4 溶液经过惰性电极电解后，所得溶液可循环用于该流程中的 ▲ 步骤。

15. (15 分) 化合物 G 是合成沙坦类药物的中间体，其部分合成路线如下



(1) A ()中含氧官能团名称为 ▲；已知 A 中含氧官能团对电子的吸引能力

比碳原子强，则基团 1 的酸性比基团 2 的 ▲（填“强”或“弱”）。

(2) $\text{B} \rightarrow \text{C}$ 的反应过程中会生成一种酸性氧化物气体，其化学式为 ▲。

(3) 写出同时满足下列条件的 D 的一种同分异构体的结构简式： ▲。

①含有 5 种不同化学环境的氢原子，苯环上连有一 NH_2 ；②碱性条件下水解后酸化，生成 X 和 Y 两种有机物， $n(\text{X}) : n(\text{Y}) = 3 : 1$ ，X 的相对分子质量为 60 且能与 NaHCO_3

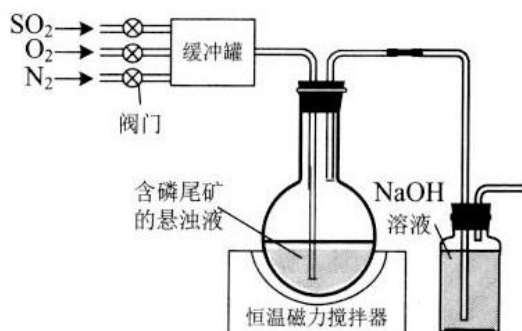
反应，Y 含有苯环且能与 FeCl_3 溶液发生显色反应。

(4) $\text{E} \rightarrow \text{F}$ 的反应类型为 ▲ 反应。

(5) 写出以 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 和 $\text{C}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$ 为原料制备  的合成路线流程图（无机试剂和有机溶剂任用，合成路线示例见本题题干）。

流程图（无机试剂和有机溶剂任用，合成路线示例见本题题干）。

16. (16 分) 实验室用含磷尾矿[主要含 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ 、 $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$]的悬浊液模拟湿法烟气脱硫并制备 H_3PO_4 ，实验装置如题 16 图-1 所示。



题 16 图-1

(1) 进气时通过调节阀门控制 SO_2 、 O_2 、 N_2 的流速。

①缓冲罐的作用是 ▲。

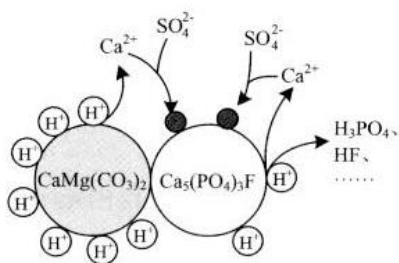
②在 O_2 足量的前提下，保持进入烧瓶中的气体总流速不变，为研究混合气体中 SO_2 浓度增大对脱硫效率的影响，可采取的实验操作是 ▲。

(2) 湿法脱硫时发生反应 $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_2\text{SO}_4$ 。

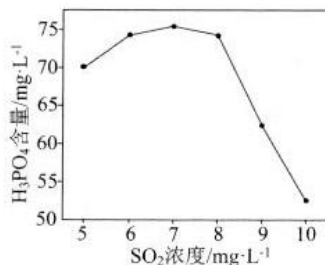
①温度过高脱硫效率会降低，原因是 ▲。

②生成的 H_2SO_4 能将 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ 转化为 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 、 H_3PO_4 与 HF ，该反应的化学方程式为 ▲。

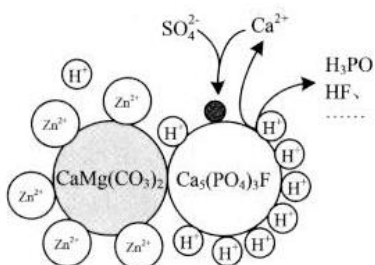
(3) 悬浊液中生成 H_3PO_4 的过程如题 16 图-2 所示。



题 16 图-2



题 16 图-3



题 16 图-4

①烟气中 SO_2 浓度对浸出液中 H_3PO_4 含量的影响如题 16 图-3 所示。 SO_2 浓度大于 $8\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时，随着 SO_2 浓度增大， H_3PO_4 含量变化的原因是 ▲。

②加入少量 ZnSO_4 溶液，对反应过程的影响如题 16 图-4 所示。该措施可提高磷浸出率的原因是 ▲。

(4) 浸出液经除杂处理后得到 $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{H}_3\text{PO}_4$ 溶液，利用其高效率（短时间、高产率）

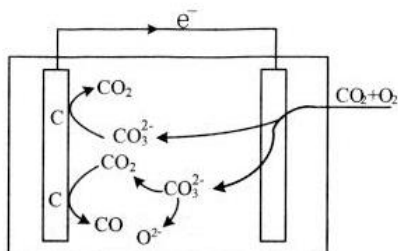
制备 $\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ，请补充实验方案：称取一定量铁粉，▲，过滤洗涤，固体干燥得 $\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 。[已知： $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$ 、 $\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 均难溶于水；反应终点 $\text{pH}=2.5$ 时， $\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 的产率最高。实验中还须使用的试剂： $1.0\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 H_2SO_4 溶液、 $30\%\text{H}_2\text{O}_2$ 溶液、 30% 氨水。]

17. (15 分) 对 CO_2 的捕获、利用已成为前沿科技竞争的焦点。

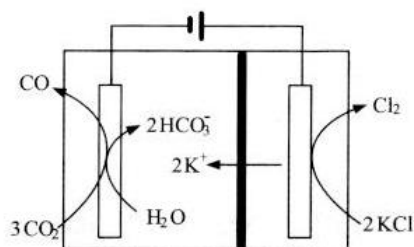
(1) 直接碳燃料电池能够将固体碳（如煤、生物质炭等）的化学能直接转化为电能，并生成高纯度 CO_2 。其使用 $\text{Li}_2\text{CO}_3\text{-K}_2\text{CO}_3$ 等二元共熔碳酸盐作为电解质，工作原理如题 17 图-1 所示。

①在正极， CO_2 和 O_2 反应生成 CO_3^{2-} ，电极反应式为▲。

②在负极，固体碳燃料（用 C 表示）发生一系列反应，其中反应 $\text{C}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g})$ $\Delta H = 172\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，在高温下 ($>700^\circ\text{C}$) 有利于自发进行的原因是▲。



题 17 图-1

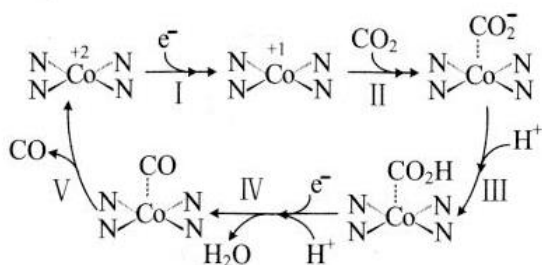


题 17 图-2

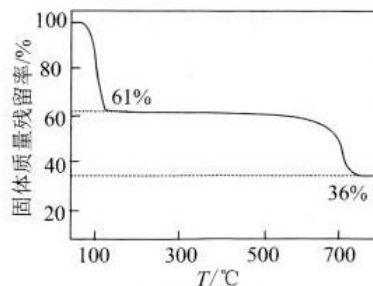
(2) CO_2 电还原与氯碱工艺可联产 CO 、 Cl_2 和 KHCO_3 ，其工作原理如题 17 图-2 所示。

①阴极上 CO_2 选择性还原为 CO ，同时会生成少量 H_2 。一定条件下，阳极产生 22.4 L （标准状况） Cl_2 时，阴极生成气体的总质量为 26.7 g 。则该条件下，阴极生成 CO 的法拉第效率为▲。[法拉第效率 = $\frac{n(\text{生成目标产物所消耗的电子数})}{n(\text{电路中通过的总电子数})} \times 100\%$]

② CO_2 还原为 CO 的反应在钴卟啉催化剂（简化为 Co-N_4 结构）表面进行，催化循环过程的简化模型如题 17 图-3 所示。若此过程中 N 元素化合价不变，则 Co 元素化合价变化的步骤有：▲（填序号）。



题 17 图-3



题 17 图-4

(3) 通过 CO_2 制备 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 有潜在价值，但 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 固体难以从其水溶液中分离。

①研究发现， $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 固体析出过程中，溶剂的极性会削弱 HCO_3^- 中 O-H 键的稳定性。为得到 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 固体，可采取的合理措施为▲。

②采用热重法可分析固体组成。依据题 17 图-4，可判断所得固体主要是 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 而不是 CaCO_3 的理由是▲。

高三化学参考答案与评分建议

单项选择题 (本题包括 13 小题, 每题 3 分, 共 39 分。每小题只有一个选项符合题意)

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

11.D 12.C 13.B

非选择题 (包括 4 小题, 共 61 分)

14. (15 分)

(1) ① $\text{MnO}_2 + \text{ZnS} + 4\text{H}^+ = \text{Mn}^{2+} + \text{Zn}^{2+} + \text{S} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ (2 分)

②随着 MnO_2 添加量增大, 更多的 Fe^{2+} 被氧化为 Fe^{3+} 反应消耗 H^+ 增多, Fe^{3+} 水解成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ (或含铁不溶物), 导致铁元素浸出率下降。 (3 分)

③在 Fe^{3+} 等金属离子的催化下, H_2O_2 易分解损失, 氧化剂利用率下降。 (2 分)

(2) pH 过大, 易生成 $\text{Zn}(\text{OH})_2$ 沉淀损失; pH 过小, 抑制 H_2GeL_3 沉淀生成。 (3 分)

(3) ① $n(\text{EDTA}) = 0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.025 \text{ L} = 2.5 \times 10^{-3} \text{ mol}$ (1 分)

$$\begin{array}{l}
 \text{Zn}^{2+} \quad \sim \quad \text{EDTA} \\
 2.5 \times 10^{-3} \text{ mol} \quad 2.5 \times 10^{-3} \text{ mol} \\
 50 \text{ mL 溶液中 } n(\text{ZnSO}_4) = 2.5 \times 10^{-3} \text{ mol} \\
 200 \text{ mL 溶液中 } n_{\text{总}}(\text{ZnSO}_4) = 1.0 \times 10^{-2} \text{ mol} \\
 c(\text{ZnSO}_4) = \frac{n_{\text{总}}(\text{ZnSO}_4)}{V} = \frac{(1.0 \times 10^{-2}) \text{ mol}}{5.0 \times 10^{-3} \text{ L}} = 2.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}
 \end{array}$$

(共 3 分)

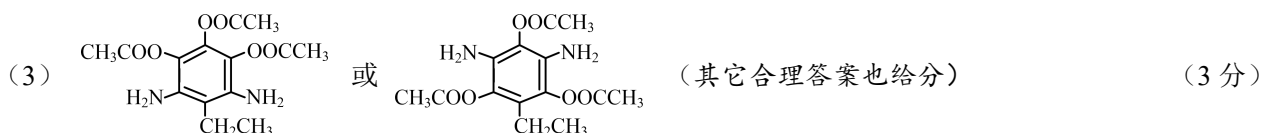
②酸浸氧化 (或酸浸) (2 分)

15. (15 分)

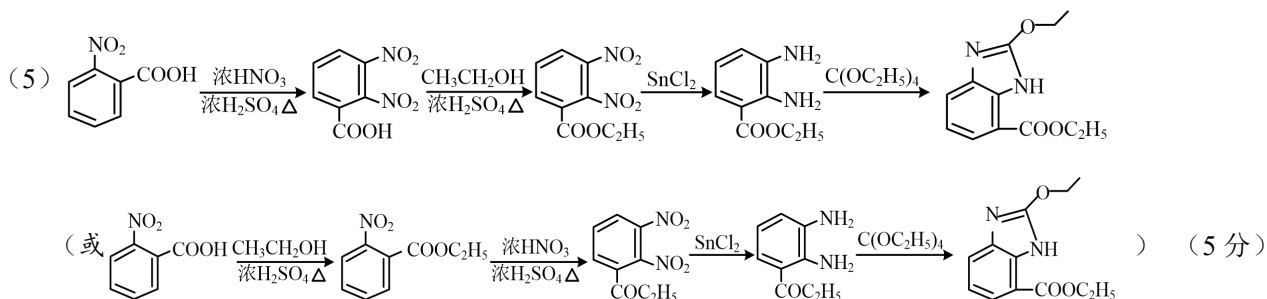
(1) 硝基、羧基; (2 分)

强 (1 分)

(2) SO_2 (2 分)



(4) 还原反应 (或氧化还原反应) (2 分)



(1 步 1 分, 全对得 5 分)

16. (16 分)

- (1) ①缓冲气流 (或稳定气体流速); 将气体混合均匀 (2 分)
 ②保持 O_2 流速不变, 适当开大 SO_2 阀门 (或增大 SO_2 流速), 同等程度关小 N_2 阀门 (或减小 N_2 流速) (2 分)
- (2) ①温度升高, SO_2 、 O_2 在悬浊液中溶解量减少。 (2 分)
 ② $5H_2SO_4 + Ca_5(PO_4)_3F + 10H_2O = 5CaSO_4 \cdot 2H_2O + 3H_3PO_4 + HF$ (2 分)
- (3) ① SO_2 浓度增大, 生成 H_2SO_4 增多, 更多 H^+ 与 $CaMg(CO_3)_2$ 反应生成 Ca^{2+} ; $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ 沉淀速率加快, 覆盖在 $Ca_5(PO_4)_3F$ 表面, 阻碍 H_3PO_4 溶出。 (2 分)
 ② Zn^{2+} 更易吸附在 $CaMg(CO_3)_2$ 表面, 排斥 H^+ 与 $CaMg(CO_3)_2$ 反应; H^+ 更多地与 $Ca_5(PO_4)_3F$ 反应, 使磷浸出率增大。 (2 分)
- (4) 加入稍过量的 $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 H_2SO_4 溶液, 加热、搅拌, 充分反应 (或反应一段时间、不再有明显气泡产生) 后过滤 (1 分); 向滤液中加入稍过量 30% H_2O_2 , 充分反应 (1 分); 再控制投料比 $n(\text{Fe}) : n(\text{P}) = 1 : 1$, 加入 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ H_3PO_4 溶液 (1 分), 再滴加 30% 氨水, 调节 $\text{pH} = 2.5$ (1 分)。
 (共 4 分)

17. (15 分)

- (1) ① $2CO_2 + O_2 + 4e^- = 2CO_3^{2-}$ (2 分)
 ②该反应 $\Delta H > 0$ 、 $\Delta S > 0$ (2 分)
- (2) ①95% (3 分)
 ②I、II (3 分)
- (3) ①选择极性小的溶剂 (或用乙醇作溶剂) (2 分)
 ② $CaCO_3$ 固体加热分解只有一次失重阶段 (或一个失重台阶), 且固体残留率为 56%; $Ca(HCO_3)_2$ 固体加热分解会有两次失重阶段 (或两个失重台阶), 且固体残留率分别为 62%、35%, 与图所示更接近。 (3 分)