

注意事项:

1. 本试卷分为选择题和非选择题两部分, 共 100 分, 考试时间 75 分钟。

2. 将选择题的答案填涂在答题卡的对应位置上, 非选择题的答案写在答题卡的指定栏目内。

可能用到的相对原子质量: H-1 C-12 N-14 O-16 S-32 Cl-35.5 Fe-56 Co-59

Cu-64 Ag-108

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

1. 我国科学家成功以二氧化碳和水为原料合成葡萄糖和脂肪酸, 为合成“粮食”提供了新路径。下列有关说法不正确的是

- A. CO_2 属于酸性氧化物
B. 链状葡萄糖分子中含有三种官能团
C. 合成中发生了氧化还原反应
D. 该新路径有利于促进“碳中和”

2. 人们在金星大气中探测到 PH_3 , 据此推断金星大气层或存在生命。反应 $\text{P}_4 + 3\text{KOH} + 3\text{H}_2\text{O} = 3\text{KH}_2\text{PO}_2 + \text{PH}_3 \uparrow$ 可制备 PH_3 。下列说法正确的是

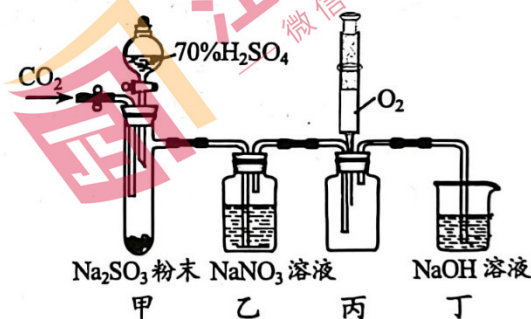
- A. P_4 为极性分子
B. K^+ 的结构示意图为 $(+19)2\ 8\ 8\ 1$
C. PH_3 的电子式为 $\begin{array}{c} \text{H} : \text{P} : \text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$
D. KH_2PO_2 中含有离子键和共价键


3. 中和胃酸药物“达喜”的有效成分为 $\text{Mg}_6\text{Al}_2(\text{OH})_{16}\text{CO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 。下列说法正确的是

- A. 电离能大小: $I_1(\text{Al}) < I_1(\text{Mg})$
B. 电负性大小: $\chi(\text{O}) < \chi(\text{C})$
C. 半径大小: $r(\text{O}^{2-}) < r(\text{Mg}^{2+})$
D. 碱性强弱: $\text{Mg}(\text{OH})_2 < \text{Al}(\text{OH})_3$

4. 实验室用如右下图所示装置探究 SO_2 与 NaNO_3 溶液的反应(实验前先通入 CO_2 排除装置中的空气)。下列说法不正确的是

- A. 用装置甲产生 SO_2
B. 装置乙中无明显现象, 则 SO_2 与 NaNO_3 未发生反应
C. 装置丙中注入 O_2 , 产生红棕色气体, 说明装置乙中 SO_2 发生了氧化反应
D. 装置丁吸收尾气并防止空气进入装置丙



阅读下列材料, 完成 5~7 题: 硫及其化合物有着广泛的作用。硫元素具有多种化合价, 在一定条件下能发生相互转化。不同温度下硫单质的状态和分子结构不同, S_8 环状分子的结构为 。合理应用和处理含硫的化合物, 在生产生活中有重要意义。

5. 下列有关说法正确的是

- A. SO_4^{2-} 的空间构型为正四面体
B. S_8 是共价晶体
C. SO_2 和 SO_3 中的键角相等
D. H_2S 的沸点高于 H_2O

6. 下列有关硫及其化合物的性质与用途具有对应关系的是

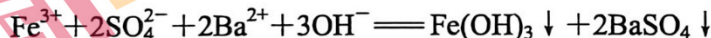
- A. 硫单质呈黄色，可用作橡胶硫化剂
- B. SO_2 具有氧化性，可用于漂白草编织物
- C. Na_2SO_3 具有还原性，可用于处理自来水中残留的 Cl_2
- D. 浓硫酸具有强氧化性，可用作酯化反应的催化剂

7. 利用甲烷可以除去 SO_3 ，反应为 $8\text{SO}_3(\text{g}) + 6\text{CH}_4(\text{g}) \rightleftharpoons \text{S}_8(\text{g}) + 6\text{CO}_2(\text{g}) + 12\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 。下列说法正确的是

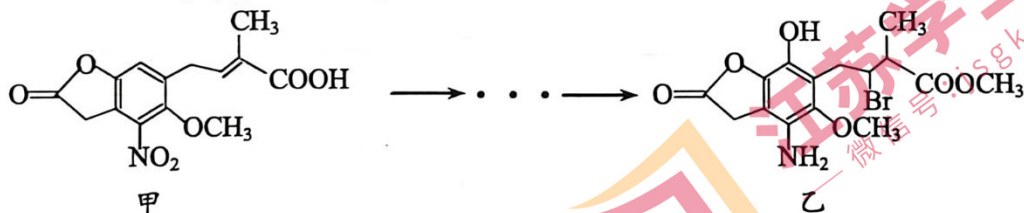
- A. 上述反应的 $\Delta S < 0$
- B. 上述反应的化学平衡常数 $K = \frac{c(\text{S}_8) \cdot c^6(\text{CO}_2)}{c^8(\text{SO}_3) \cdot c^6(\text{CH}_4)}$
- C. 及时分离出 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ，正反应速率增大，平衡向正反应方向移动
- D. 上述反应中生成 1 mol S_8 ，转移电子的数目约为 $48 \times 6.02 \times 10^{23}$

8. 铁铵矾 $[\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}]$ 常用于制备高铁酸盐。下列反应的离子方程式正确的是

- A. 铁铵矾溶液与氨水混合反应： $\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$
- B. 向铁铵矾溶液中通入 H_2S 气体： $2\text{Fe}^{3+} + \text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{S} \downarrow + 2\text{H}^+$
- C. 在强碱溶液中，铁铵矾与次氯酸钠反应生成 Na_2FeO_4 ：
 $3\text{ClO}^- + 2\text{Fe}^{3+} + 6\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{FeO}_4^{2-} + 3\text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O} + 4\text{H}^+$
- D. 向铁铵矾溶液中加入过量 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液：



9. 化合物乙是一种治疗神经类疾病的药物，可由化合物甲经多步反应得到。下列有关化合物甲、乙的说法不正确的是

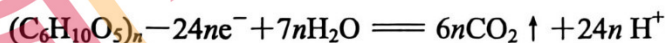


- A. 甲分子存在顺反异构
- B. 乙分子中含有 2 个手性碳原子
- C. 1 mol 乙最多能与 4 mol NaOH 反应
- D. 用 NaHCO_3 溶液能鉴别甲、乙

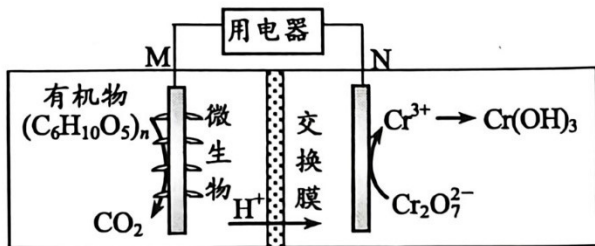
10. 右图为某微生物燃料电池净化水的原理。

下列说法正确的是

- A. N 极为负极，发生氧化反应
- B. 电池工作时，N 极附近溶液 pH 减小
- C. M 极发生的电极反应为



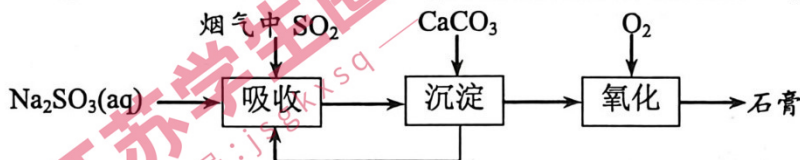
- D. 处理 $0.1\text{mol Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 时，有 1.4mol H^+ 从交换膜左侧向右侧迁移



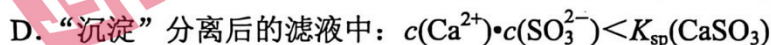
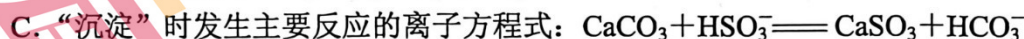
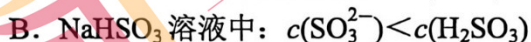
11. 根据下列实验操作和现象得出的结论不正确的是

选项	实验操作和现象	实验结论
A	向溶有SO ₂ 的BaCl ₂ 溶液中通入气体X, 出现白色沉淀	X具有强氧化性
B	向 0.1 mol·L ⁻¹ FeCl ₃ 溶液中滴加 KI-淀粉溶液, 溶液变蓝	氧化性: Fe ³⁺ > I ₂
C	向 NaHCO ₃ 溶液中加入等浓度等体积的 NaAlO ₂ 溶液, 出现白色沉淀	AlO ₂ ⁻ 比 CO ₃ ²⁻ 更容易结合 H ⁺
D	将溴乙烷、乙醇和烧碱的混合物加热, 产生的气体经水洗后, 再通入酸性 KMnO ₄ 溶液中, 溶液褪色	溴乙烷发生了消去反应

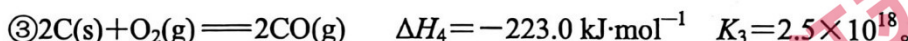
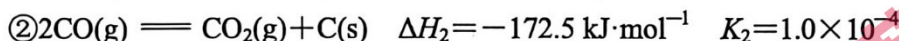
12. 室温下用 0.1 mol·L⁻¹Na₂SO₃ 溶液吸收 SO₂ 的一种脱硫工艺流程如下图所示。已知 H₂SO₃ 电离平衡常数分别为 K_{a1}=1.54×10⁻²、K_{a2}=1.02×10⁻⁷, H₂CO₃ 电离平衡常数分别为 K_{a1}=4.30×10⁻⁷、K_{a2}=5.61×10⁻¹¹, 忽略通入 SO₂ 所引起的溶液体积变化和 H₂O 挥发。



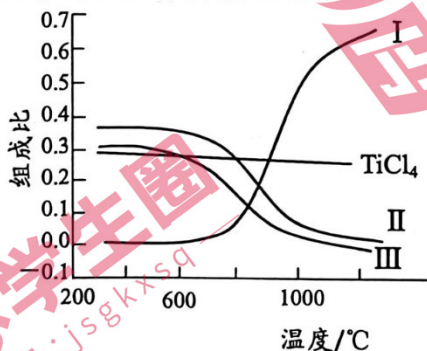
下列说法正确的是



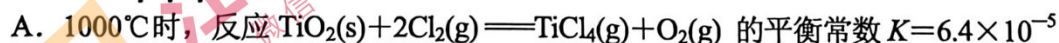
13. 工业上制备 Ti, 采用碳氯化法将 TiO₂ 转化成 TiCl₄。在 1000°C 时发生如下:



在 1.0 × 10⁵ Pa, 将 TiO₂、C、Cl₂ 以物质的量比 1 : 2.2 : 2 进行碳氯化, 平衡时体系中 CO₂、CO、TiCl₄ 和 C 的组成比(物质的量分数)随温度变化如下图所示。



下列说法不正确的是



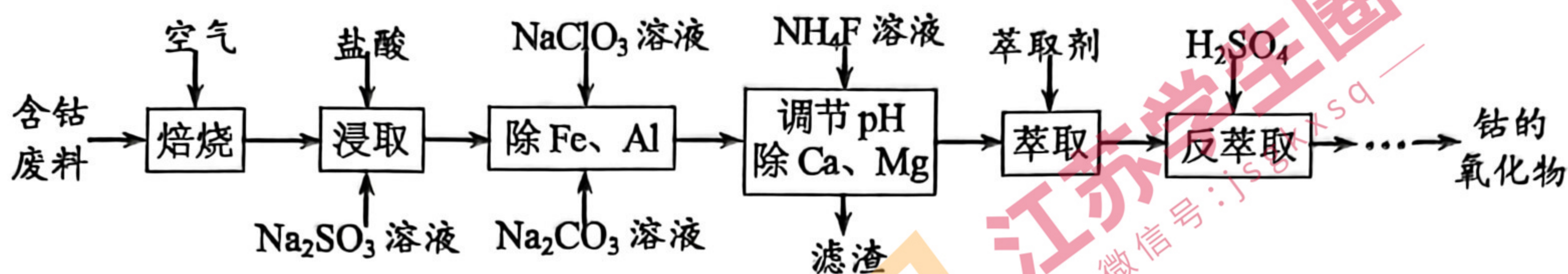
B. 曲线 III 表示平衡时 CO₂ 的物质的量分数随温度的变化

C. 高于 600°C, 升高温度, 主要对反应②的平衡产生影响

D. 为保证 TiCl₄ 的平衡产率, 选择反应温度应高于 1000°C

二、非选择题：共 4 题，共 61 分。

14. (15 分) 钴的氧化物常用于制取催化剂和颜料等。以含钴废料（含 Co_2O_3 和少量 Fe、Al、Mn、Ca、Mg 等的氧化物及活性炭）为原料制取钴的氧化物的流程如下。



已知：萃取时发生的反应为 $\text{Co}^{2+} + n(\text{HA})_2 \rightleftharpoons \text{CoA}_2 \cdot (n-1)(\text{HA})_2 + 2\text{H}^+$ 。

(1) 除 Fe、Al：先加入 NaClO_3 溶液，再加入 Na_2CO_3 溶液调节 pH。写出 NaClO_3 氧化 Fe^{2+} 的离子方程式：_____。

(2) 除 Ca、Mg：当某离子浓度 $c \leq 1 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时，认为该离子已除尽。

① 为使 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 除尽，必须保持溶液中 $c(\text{F}^-) \geq$ _____ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

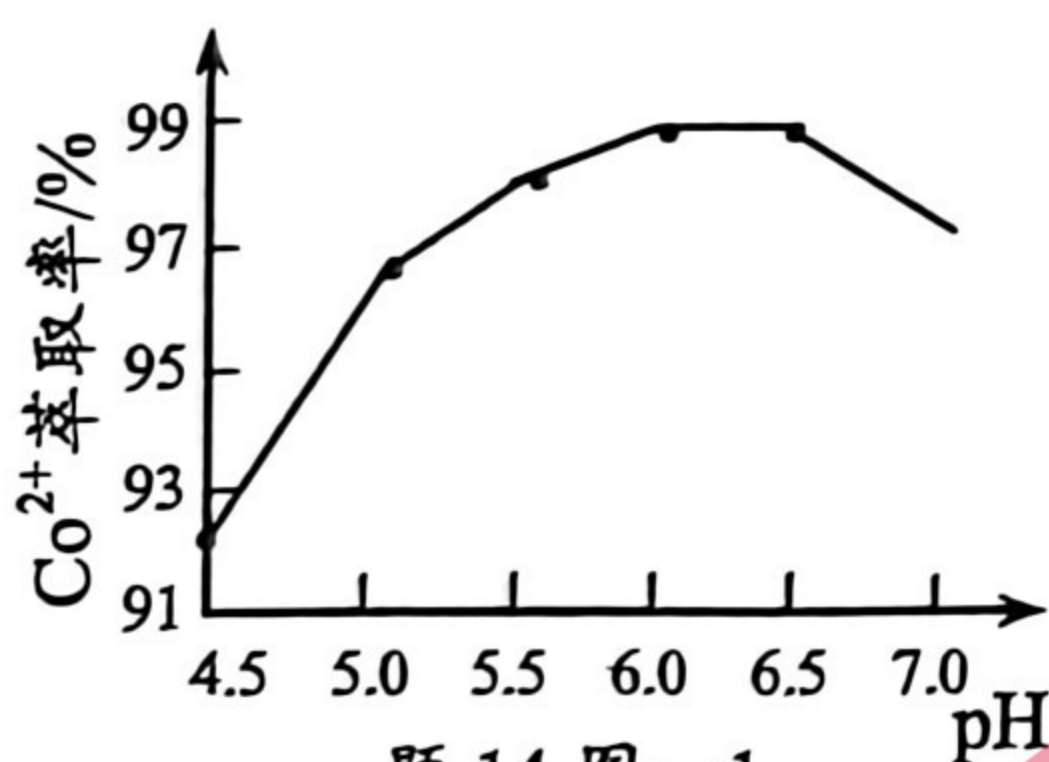
② 若调节溶液的 pH 偏低，将会导致 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 沉淀不完全，其原因是_____。

$[K_{sp}(\text{CaF}_2) = 1.0 \times 10^{-10}, K_{sp}(\text{MgF}_2) = 7.4 \times 10^{-11}, K_a(\text{HF}) = 3.5 \times 10^{-4}]$ 。

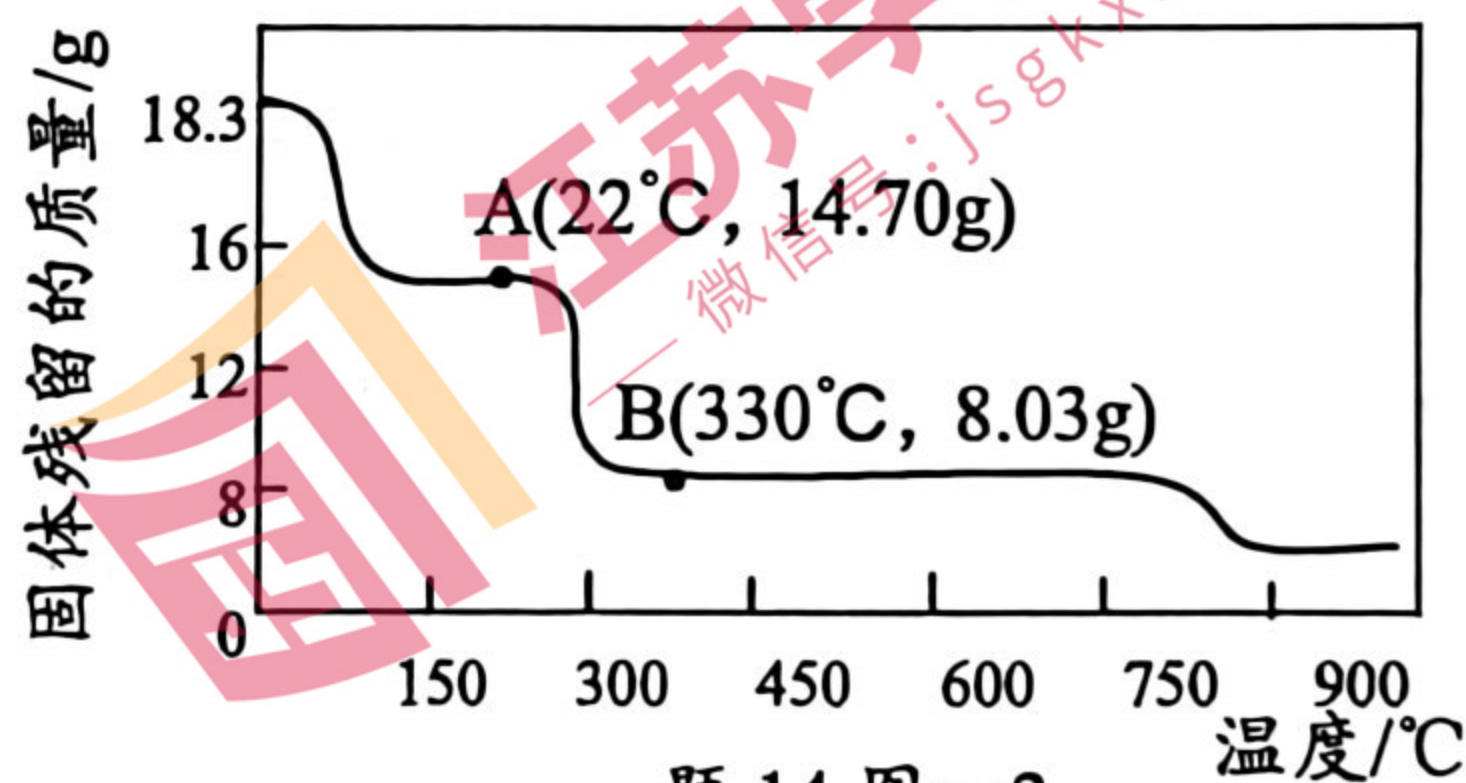
(3) 萃取、反萃取：加入某有机酸萃取剂 $(\text{HA})_2$ ，实验测得 Co^{2+} 萃取率随 pH 的变化如题 14 图-1 所示。向萃取所得有机相中加入 H_2SO_4 ，反萃取得到水相。

① 该工艺中设计萃取、反萃取的目的是_____。

② Co^{2+} 萃取率随 pH 升高先增大后减小的可能原因是_____。



题 14 图-1

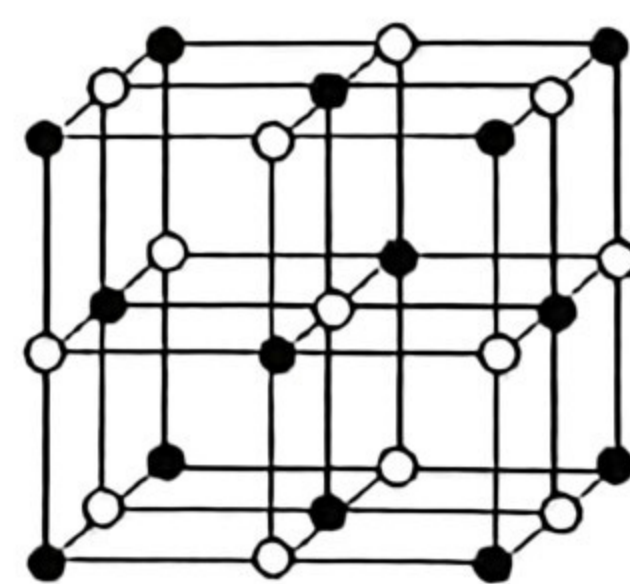


题 14 图-2

(4) 热分解：向反萃取所得水相中加入 $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液，充分反应后，得到 $\text{CoC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 。将 $\text{CoC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 在空气中加热可得到钴的氧化物。分解时测得残留固体的质量随温度变化的曲线如题 14 图-2 所示。

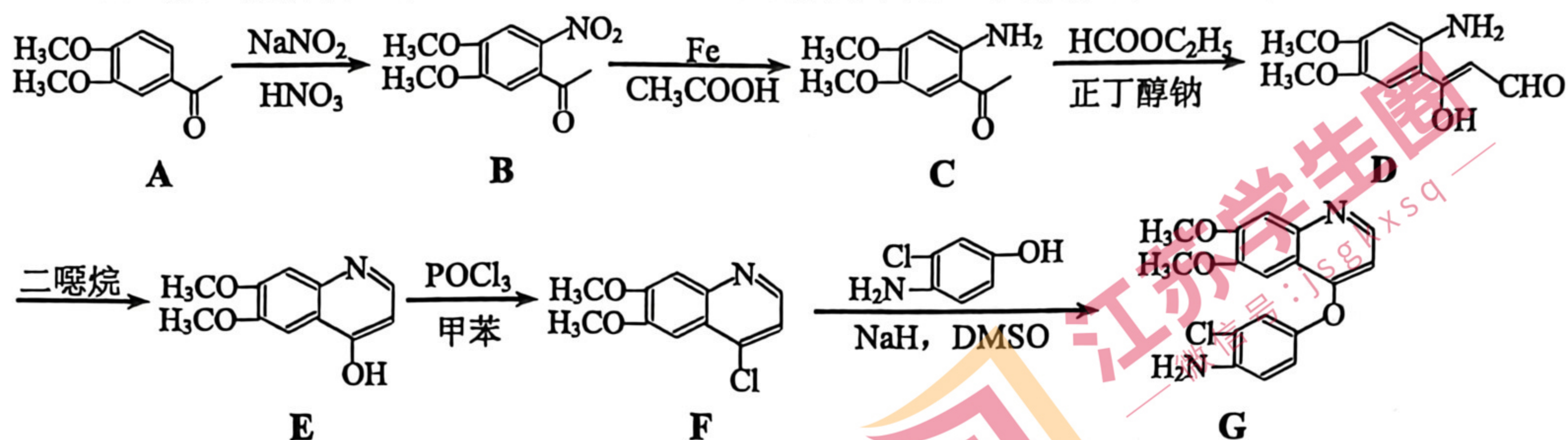
① B 点剩余固体产物为_____（写出计算过程）。

② 钴的一种氧化物的晶胞如题 14 图-3 所示，在该晶体中与一个钴原子等距离且最近的钴原子有_____个。



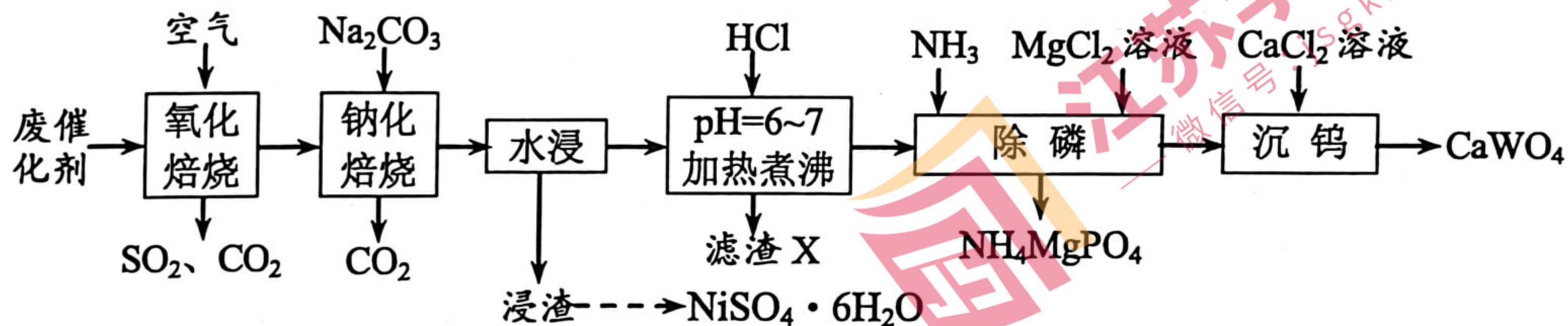
题 14 图-3

15. (15分) 化合物G是一种酪氨酸激酶抑制剂中间体, 其合成路线之一如下:



- (1) A分子中碳原子的杂化轨道类型为_____。
- (2) B→C的反应类型为_____。
- (3) C的一种同分异构体同时满足下列条件, 写出该同分异构体的结构简式: _____。
 - ①分子中有4种不同化学环境的氢, 能与FeCl₃发生显色反应, 但不能与溴水发生取代反应。
 - ②在碱性条件下发生水解反应, 酸化后产物之一苯环上含有2种含氧官能团。
- (4) D到E的反应需经历D→M→E的过程, M的分子式为C₁₁H₁₃NO₄。M的结构简式为_____。
- (5) 请写出以 -CH=CH₂和甲酸乙酯为原料制备 的合成路线流程图
 _____ (无机试剂和有机溶剂任用, 合成路线流程图示例见本题题干)。

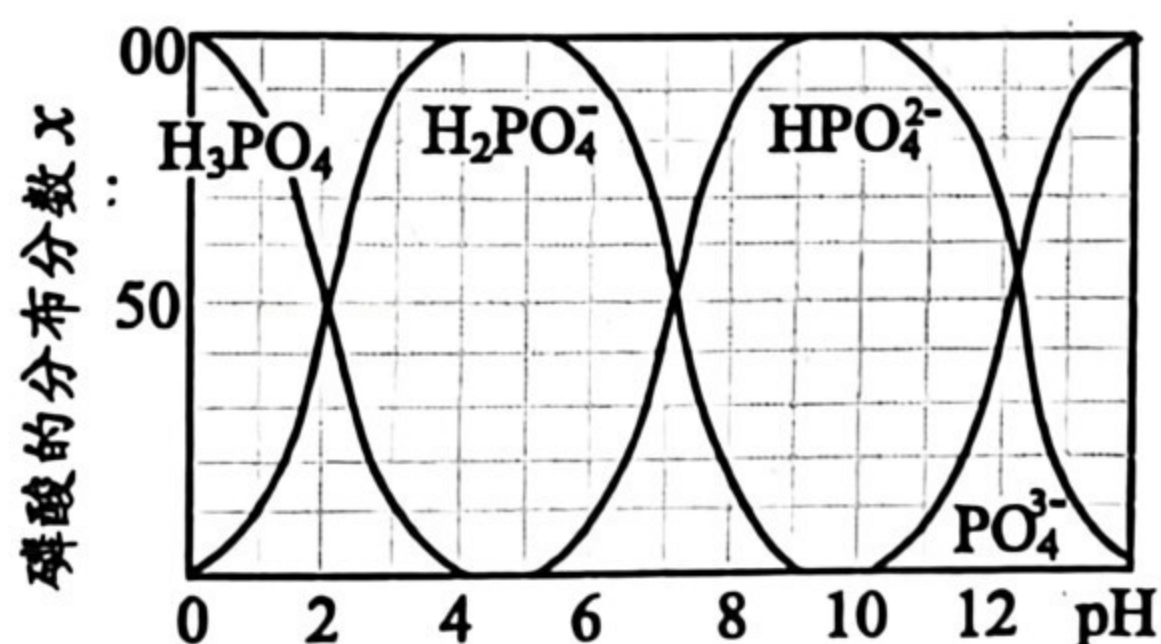
16. (16分) 对SiO₂为载体的加氢废催化剂(主要含有WS₂、NiS、Al₂S₃, 少量碳、磷)处理的实验流程如下:



- (1) NiS中, 基态镍离子的电子排布式为_____。
- (2) 高温氧化焙烧时, WS₂发生反应的化学方程式为_____。
- (3) 滤渣X的成分为H₂SiO₃和_____。
- (4) Mg(H₂PO₄)₂易溶于水, MgHPO₄、Mg₃(PO₄)₂均难溶于水。除磷装置见图16图-1所示, 向滤液中先通入NH₃, 再滴加MgCl₂溶液, 维持溶液pH为9~10, 得到复合肥料NH₄MgPO₄固体。



题16图-1



题16图-2

- ①实验中球形干燥管的作用是_____。

②磷酸的分布分数 x (平衡时某物种的浓度占各物种浓度之和的分数) 与 pH 的关系如题 16 图-2 所示。生成 NH_4MgPO_4 的离子方程式为 ▲。

③向滤液中先通入 NH_3 后加入 MgCl_2 溶液的原因是 ▲。

(5) 已知: ①该实验中 $\text{pH}=5.0$ 时, Al^{3+} 沉淀完全; 在 $\text{pH}=6.0$ 时, Ni^{2+} 开始沉淀。

②实验中须用到的试剂: $2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{H}_2\text{SO}_4$ 溶液、 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaOH}$ 溶液。

浸渣中含 NiO 、少量的 Al_2O_3 和不溶性杂质。请完成从浸渣制备 $\text{NiSO}_4\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 的实验方案: ▲。

17. (15分) 工业上利用甲醇和水蒸气可制备氢气。

I. 电解法制氢: 甲醇电解可制得 H_2 , 其原理如题

17 图-1 所示。

(1) 阳极的电极反应式为 ▲。

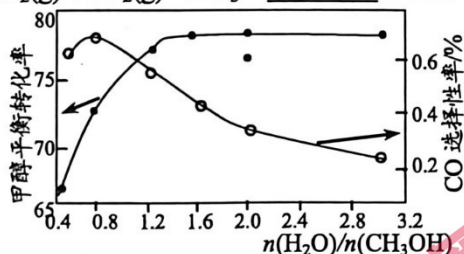
II. 催化重整法制氢

(2) 已知: 反应 1: $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H_1 = 90.6\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

反应 2: $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H_2 = -41.2\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

则反应 3: $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H_3 = \text{▲}\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

(3) 以 $\text{CuO}-\text{ZnO}-\text{Al}_2\text{O}_3$ 催化剂进行甲醇重整制氢时, 固定其它条件不变, 改变水、甲醇的物质的量比, 甲醇平衡转化率及 CO 选择性的影响如题 17 图-2 所示。



[CO 的选择性 = $\frac{n_{\text{生成}}(\text{CO})}{n_{\text{生成}}(\text{CO}_2) + n_{\text{生成}}(\text{CO})} \times 100\%$] 题 17 图-2

①当水、甲醇比大于 0.8 时, CO 选择性下降的原因是 ▲。

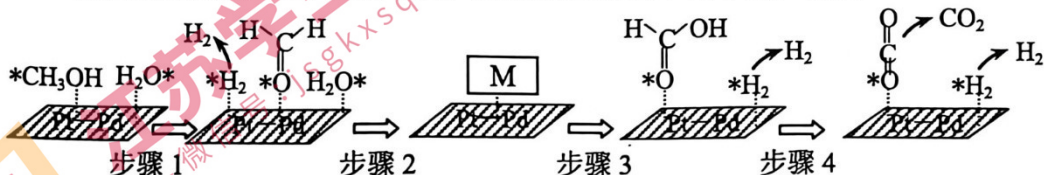
②当水、甲醇比一定时, 温度升高, CO 选择性有所上升, 可能原因是 ▲。

(4) 铜基催化剂(Cu/CeO_2)能高效进行甲醇重整制氢, 但因原料中的杂质或发生副反应生成的物质会使催化剂失活。

①甲醇中混有少量的甲硫醇(CH_3SH), 重整制氢时加入 ZnO 可有效避免铜基催化剂失活, 其原理用化学反应方程式表示为 ▲。

②将失活的铜基催化剂分为两份, 第一份直接在氢气下进行还原, 第二份先在空气中高温煅烧后再进行氢气还原。结果只有第二份催化剂活性恢复。说明催化剂失活的另外可能的原因是 ▲。

(5) 在 $\text{Pt}-\text{Pd}$ 合金表面上甲醇与水蒸气重整反应的机理如题 17 图-3 所示 (“*”表示此微粒吸附在催化剂表面, M 为反应过程中的中间产物)。



题 17 图-3

根据元素电负性的变化规律, 推导 M 的结构简式并描述步骤 2 的反应机理 ▲。