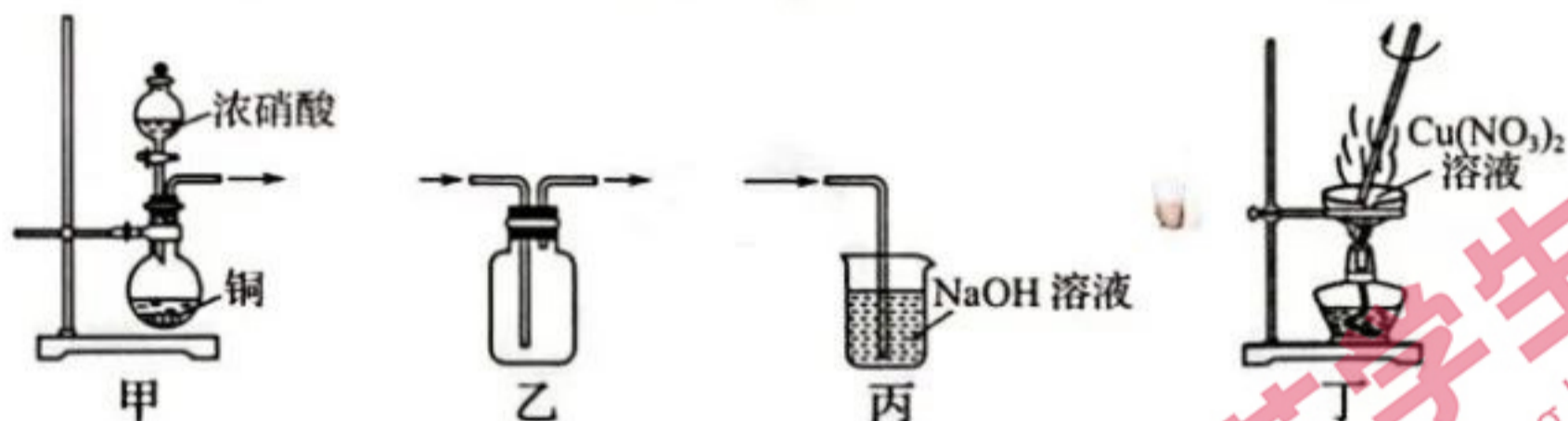


注意事项:

1. 本试卷分为选择题和非选择题两部分,共 100 分。调研时间 75 分钟。
 2. 将选择题的答案填涂在答题卡的对应位置,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 Na 23 S 32 Cl 35.5 V 51 Co 59

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. 我国提出 2060 年实现“碳中和”的目标。下列措施中能有利于实现“碳中和”的是
A. 燃煤脱硫 B. 火力发电 C. CO_2 合成淀粉 D. 开采可燃冰
2. 反应 $\text{CaSO}_4 + 2\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{CaCO}_3 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 可制备硫酸铵晶体。下列说法正确的是
A. 中子数为 20 的钙原子: $^{40}_{20}\text{Ca}$ B. H_2O 的电子式为 $\text{H}^+[:\ddot{\text{O}}:]^{2-}\text{H}^+$
C. CO_3^{2-} 空间构型为三角锥形 D. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 仅含共价键
3. 实验室制取、收集 NO_2 并制备 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 的实验原理和装置不正确的是

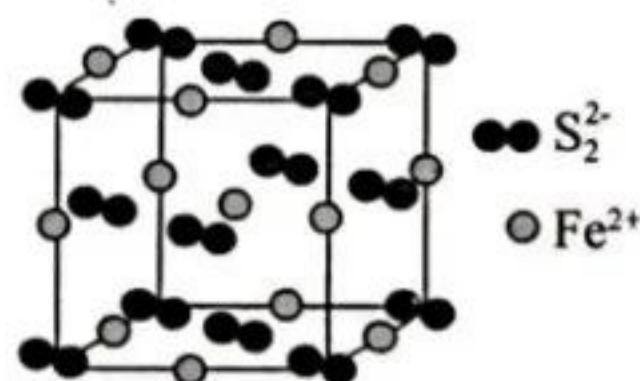


- A. 用装置甲制取 NO_2
 - B. 用装置乙收集 NO_2
 - C. 用装置丙吸收尾气中的 NO_2
 - D. 用装置丁蒸干溶液获得 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
4. 元素 N、P、As 位于周期表中 VA 族。下列说法正确的是
A. 半径大小: $r(\text{N}) > r(\text{P}) > r(\text{As})$ B. 电离能大小: $I_1(\text{N}) < I_1(\text{P}) < I_1(\text{As})$
C. 沸点大小: $\text{NH}_3 < \text{PH}_3 < \text{AsH}_3$ D. 酸性强弱: $\text{HNO}_3 > \text{H}_3\text{PO}_4 > \text{H}_3\text{AsO}_4$

阅读下列材料,完成 5 ~ 7 题:

铁及其化合物应用广泛。纳米铁粉可用于处理水中污染物,一定条件下,向 FeSO_4 溶液中滴加碱性 NaBH_4 溶液,生成纳米铁粉、 H_2 和 $\text{B}(\text{OH})_4^-$; Fe_3O_4 可用作锂离子电池的电极材料,电池工作时有 Li^+ 嵌入其中生成 LiFe_3O_4 ; FeS_2 可用于生产 H_2SO_4 , 其一种晶胞结构如题 5 图所示;铁氰化钾 $\{\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]\}$ 遇 Fe^{2+} 发生反应生成深蓝色沉淀 $\{\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2\}$, 常用于检验 Fe^{2+} 。

5. 下列说法正确的是
A. Fe 元素位于周期表的第 VIII B 族
B. Fe^{2+} 转化为 Fe 得到的 2 个电子基态时填充在 3d 轨道上
C. $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 中提供空轨道形成配位键的是 Fe^{3+}
D. FeS_2 晶体中每个 Fe^{2+} 周围距离最近且相等的 S_2^{2-} 数目为 8



题 5 图

11. 下列实验方案能达到探究目的的是

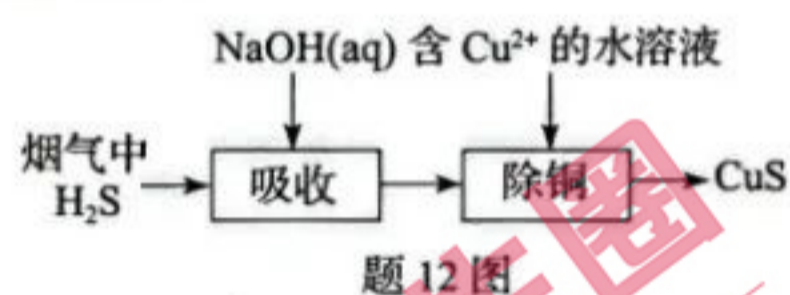
选项	探究目的	实验方案
A	酸性: $\text{CH}_3\text{COOH} > \text{HCN}$	用 pH 计测量浓度均为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 CH_3COONa 溶液和 NaCN 溶液的 pH, 比较溶液 pH 大小
B	H_2O_2 具有氧化性	向 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{H}_2\text{O}_2$ 溶液中滴加 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{KMnO}_4$ 溶液, 观察溶液颜色变化
C	$K_{\text{sp}}(\text{AgI}) < K_{\text{sp}}(\text{AgCl})$	向盛有 $3 \text{ mL } 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{AgNO}_3$ 溶液的试管中滴加 2 滴 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaCl}$ 溶液, 振荡试管, 再向试管中滴加 2 滴 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{KI}$ 溶液, 观察生成沉淀的颜色
D	提纯含有少量乙酸的乙酸乙酯	向含有少量乙酸的乙酸乙酯中加入过量 NaOH 溶液, 振荡后静置分液

12. 一种烟气的脱硫及去除水中 Cu^{2+} 的处理工艺流程如题 12 图所示。室温下以 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaOH}$ 溶液吸收 H_2S , 若通入 H_2S 所引起的溶液体积变化和 H_2O 挥发可忽略, 溶液中含硫物种的浓度 $c_{\text{总}} = c(\text{H}_2\text{S}) + c(\text{HS}^-) + c(\text{S}^{2-})$ 。室温下, $K_{\text{sp}}(\text{CuS}) = 1.3 \times 10^{-36}$, H_2S 的电离常数分别为 $K_{\text{a1}} = 9.1 \times 10^{-8}$ 、 $K_{\text{a2}} = 1.1 \times 10^{-12}$ 。下列说法正确的是

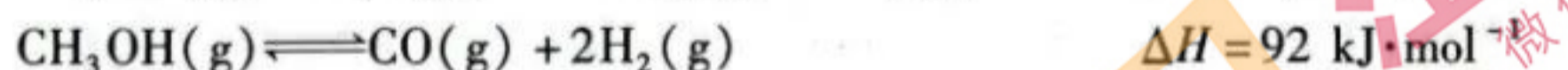
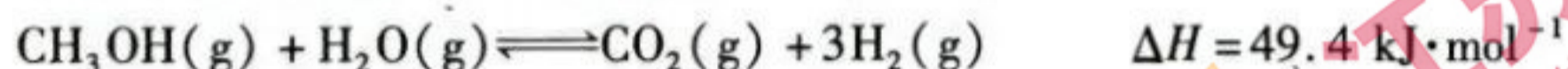
- A. Na_2S 溶液显碱性的原因: $\text{S}^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S} + 2\text{OH}^-$
 B. 吸收所得 $c_{\text{总}} = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液中: $c(\text{H}_2\text{S}) > c(\text{S}^{2-})$
 C. NaOH 恰好转化为 Na_2S 的溶液中:

$$c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+) + c(\text{HS}^-) + c(\text{H}_2\text{S})$$

- D. “除铜”得到的上层清液中: $c(\text{Cu}^{2+}) \cdot c(\text{S}^{2-}) > K_{\text{sp}}(\text{CuS})$



13. 甲醇-水催化重整可获得 H_2 , 其主要反应为

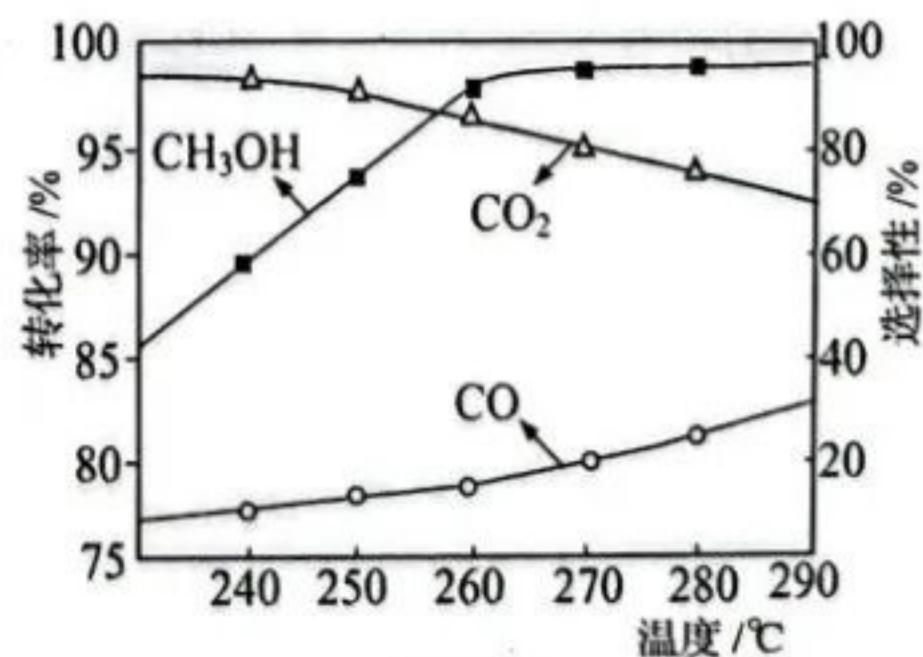


在 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ 下, 将一定比例 CH_3OH 和 H_2O 的混合气体以一定流速通过装有催化剂的反应管, CH_3OH 转化率及 CO 、 CO_2 的选择性随温度变化情况如题 13 图所示。

CO 的选择性 = $\frac{n_{\text{生成}}(\text{CO})}{n_{\text{生成}}(\text{CO}_2) + n_{\text{生成}}(\text{CO})} \times 100\%$ 。下列说法正确的是

- A. 其他条件不变, 增大压强, CH_3OH 的平衡转化率增大
 B. 甲醇-水催化重整制 H_2 应选择反应温度为 $280 \sim 290^\circ\text{C}$

- C. 其他条件不变, 增大 $\frac{n(\text{H}_2\text{O})}{n(\text{CH}_3\text{OH})}$ 可以提高平衡时 H_2 产率
 D. 其他条件不变, 在 $270 \sim 290^\circ\text{C}$ 温度范围, 随着温度升高, 出口处 CO_2 的量不断减小, CO 、 H_2 的量不断增大



题 13 图

二、非选择题：共 4 题，共 61 分。

14. (15 分) 五氧化二钒(V_2O_5) 是广泛用于冶金、化工等行业的催化剂。由富钒废渣制备 V_2O_5 的一种流程如下：



已知：i. $NaVO_3$ 溶于水， NH_4VO_3 难溶于水。

ii. 部分含钒(五价)物质在水溶液中的主要存在形式：

pH	<1.0	1.0~4.0	4.0~6.0	6.0~8.5	8.5~13.0	>13.0
主要存在形式	VO_2^+	V_2O_5	多钒酸根	VO_3^-	多钒酸根	VO_4^{3-}
备注	多钒酸盐在水中溶解度较小					

(1) “酸浸”时， MnO_2 将 VO^+ 转化为 VO_2^+ 的离子反应方程式为 ▲。

(2) 通过“调 pH、萃取、反萃取”等过程，可制得 $NaVO_3$ 溶液。

已知 VO_3^- 能被有机萃取剂(简称 ROH) 萃取，其萃取原理可表示为：

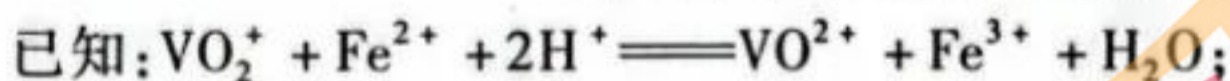


① 萃取前，加盐酸调节溶液的 pH 为 7 的目的是 ▲。

② 反萃取中， VO_3^- 反萃取率随着 pH 的升高呈现先增大后减小的趋势的原因是 ▲。

(3) “沉钒”时，向 pH 为 8 的 $NaVO_3$ 溶液中加入 NH_4Cl 溶液，析出 NH_4VO_3 沉淀。沉钒温度需控制在 $70\text{ }^\circ\text{C}$ 左右，温度不能过高的原因是 ▲。

(4) NH_4VO_3 在空气中灼烧得 V_2O_5 。为测定回收所得 V_2O_5 样品的纯度，进行如下实验：称取 1.000 g 灼烧后的样品，用稀硫酸溶解、定容得 100 mL $(VO_2)_2SO_4$ 溶液。量取 20.00 mL 溶液放入锥形瓶中，加入过量的 5.00 mL $0.5000\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2$ 溶液，再用 $0.01000\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $KMnO_4$ 标准溶液滴定至终点，消耗标准溶液 12.00 mL 。

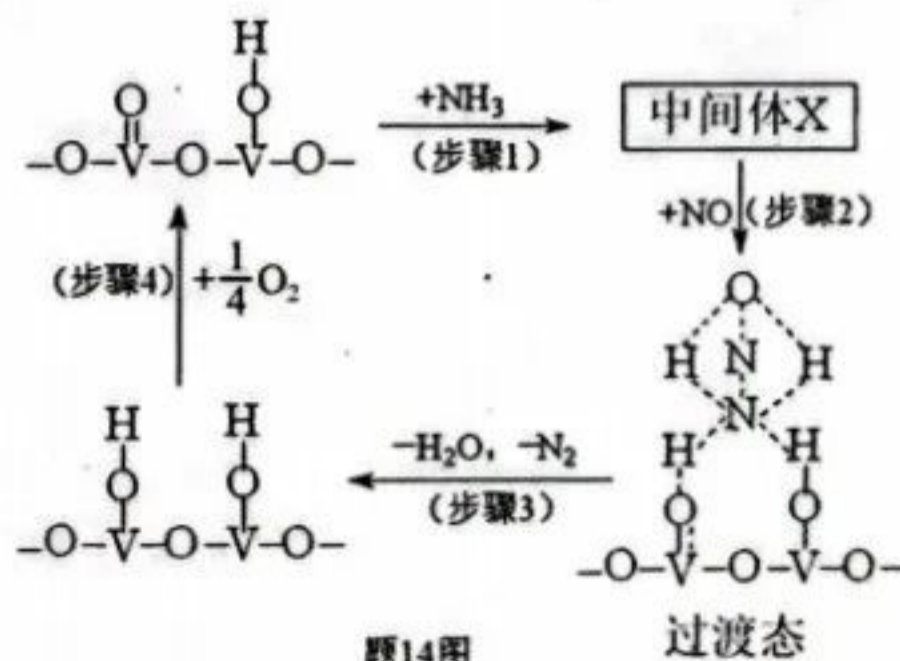


计算 V_2O_5 样品的纯度(写出计算过程)。

▲。

(5) 用活化后的 V_2O_5 作催化剂， NH_3 将 NO 还原为 N_2 的一种反应历程如题 14 图所示。 V_2O_5 与 H_2O 形成能提供质子的酸性位， NH_3 以“氢键”形式吸附在酸性位上生成“中间体 X”， NO 与 X 反应生成不稳定的“过渡态”物质，随后分解生成 N_2 和 H_2O 。“中间体 X”的结构式可表示为：

▲。


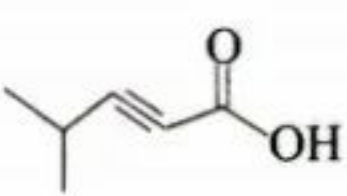


题14图

过渡态

15. (15分) 帕比司他是治疗某些恶性肿瘤的药物,其中间体 E 的合成路线如下:



- (1) A→B 的反应类型为 ▲。
- (2) B 分子中碳原子的杂化轨道类型为 ▲。
- (3) B→C 的反应需经历 B→M→...→C 的过程,中间体 M 的分子式为 $C_{13}H_{16}O_6$,该中间体的结构简式为 ▲。
- (4) D 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分子中含有 4 种不同化学环境的氢原子;②碱性条件水解,酸化后得 2 种产物,其中一种产物含苯环和 2 种含氧官能团,且能发生银镜反应。
- (5) 设计以  和丙二酸二甲酯 $[CH_2(COOCH_3)_2]$ 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)。

16. (15分) 实验室利用钴渣[含 $Co(OH)_3$ 、 $Fe(OH)_3$ 等]制备磁性材料 Co_3O_4 。

- (1) 浸取。将一定量的钴渣粉与 Na_2SO_3 、 H_2SO_4 溶液中的一种配成悬浊液,加入到三颈瓶中(装置见图 16-1), $70^\circ C$ 下通过滴液漏斗缓慢滴加另一种溶液,充分反应,过滤。滴液漏斗中的溶液是 ▲; $Co(OH)_3$ 转化为 Co^{2+} 的离子方程式为 ▲。



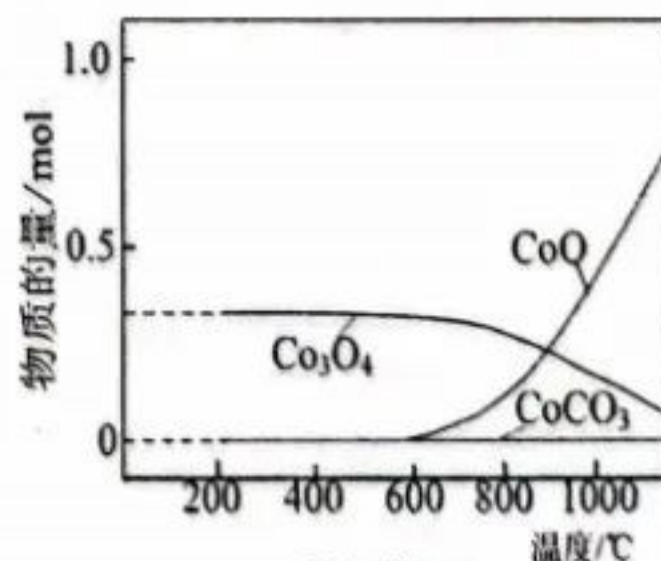
题 16 图-1

- (2) 沉钴。Co(II) 盐溶液可以 $Co(OH)_2$ 、 $CoCO_3$ 和 CoC_2O_4 等多种形式沉淀。已知: $K_{sp}(CoCO_3) = 1.4 \times 10^{-13}$, $K_{sp}(CoC_2O_4) = 6.3 \times 10^{-8}$, $H_2C_2O_4$ 的电离常数分别为 $K_{a1} = 5.4 \times 10^{-2}$ 、 $K_{a2} = 5.6 \times 10^{-5}$, $NH_3 \cdot H_2O$ 的电离常数为 $K_b = 1.8 \times 10^{-5}$ 。
- ①向除杂后含 $0.100 \text{ mol} \cdot L^{-1} CoSO_4$ 溶液中滴加 $NaOH$ 溶液调节 pH, pH = 7 时开始出现 $Co(OH)_2$ 沉淀。继续滴加 $NaOH$ 溶液至 pH = ▲ 时, Co^{2+} 沉淀完全 [$c(Co^{2+}) \leq 10^{-5} \text{ mol} \cdot L^{-1}$]。
- ②向除杂后 $CoSO_4$ 溶液中加入 $H_2C_2O_4$ 溶液或 $(NH_4)_2C_2O_4$ 溶液作沉淀剂,可得到 CoC_2O_4 。反应 $Co^{2+} + H_2C_2O_4 \rightleftharpoons CoC_2O_4 \downarrow + 2H^+$ 的平衡常数 K 的数值为 ▲; 不能用同浓度的 $Na_2C_2O_4$ 溶液代替 $(NH_4)_2C_2O_4$ 溶液的原因是 ▲。

- (3) 制备 Co_3O_4 。以 $CoCl_2$ 为原料先制得 $CoCO_3$, 然后再制备 Co_3O_4 。

已知:①尿素水溶液呈弱碱性, $70^\circ C$ 以上能缓慢水解产生 CO_3^{2-} , pH 为 1~3 时水解速率对生成 $CoCO_3$ 沉淀较为适宜。

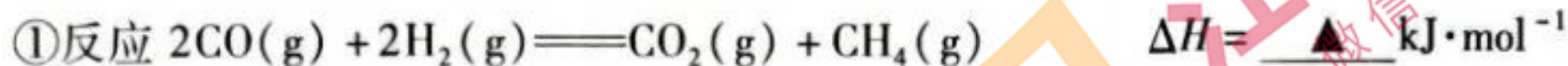
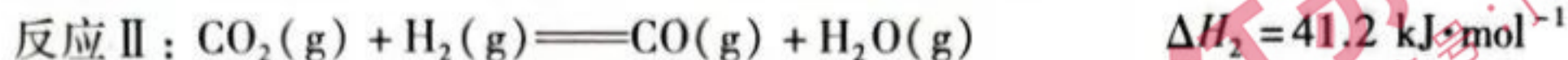
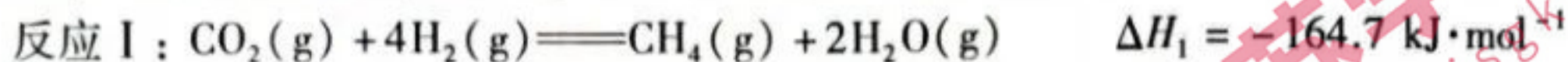
②取 1 mol $CoCO_3$ 在空气中加热,反应温度对反应产物的影响如图 16-2 所示。请补充完整以 $CoCl_2$ 溶液、尿素、盐酸为原料,制备 Co_3O_4 的实验方案:取一定体积 $CoCl_2$ 溶液, ▲, 充分反应, ▲, 反应至固体质量不再变化,即可制得 Co_3O_4 。



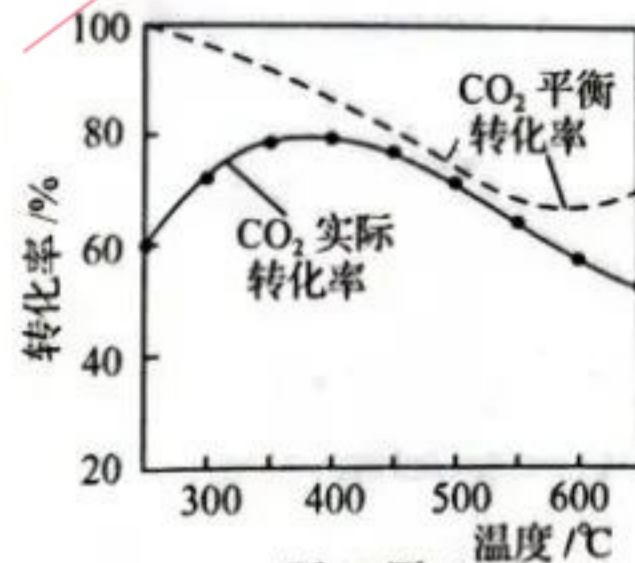
题 16 图-2

17. (16分) 研究二氧化碳的资源化利用具有重要的意义。

(1) CO_2 催化加氢制 CH_4 是 CO_2 的有机资源转化途径之一。

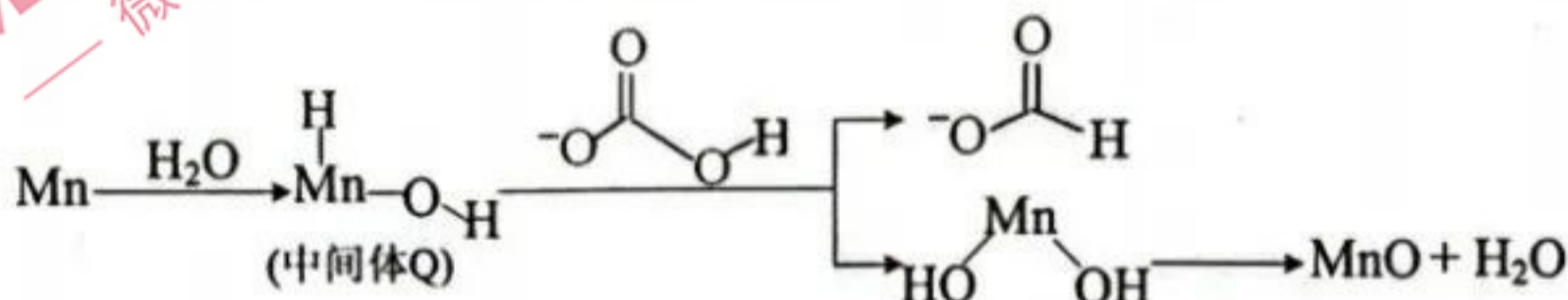


② 在密闭容器中, $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$, $n_{\text{起始}}(\text{CO}_2) : n_{\text{起始}}(\text{H}_2) = 1:4$ 时, CO_2 平衡转化率、在催化剂作用下反应相同时间所测得的 CO_2 实际转化率随温度的变化如题17-1图所示。 CO_2 的平衡转化率在 600°C 之后随温度升高而增大的主要原因是 \blacktriangle 。



题17图-1

(2) 金属锰分解水原位还原 CO_2 产生甲酸是 CO_2 有机资源转化新途径。锰与水反应生成 MnO 与活性氢原子, MnO 结合活性氢原子形成中间体 Q, HCO_3^- 吸附到具有催化活性中间体 Q 后被活化产生甲酸的部分机理如图 17-2 所示。



题17图-2

① 从电负性角度描述中间体 Q 与 HCO_3^- 生成 HCOO^- 的过程: \blacktriangle 。

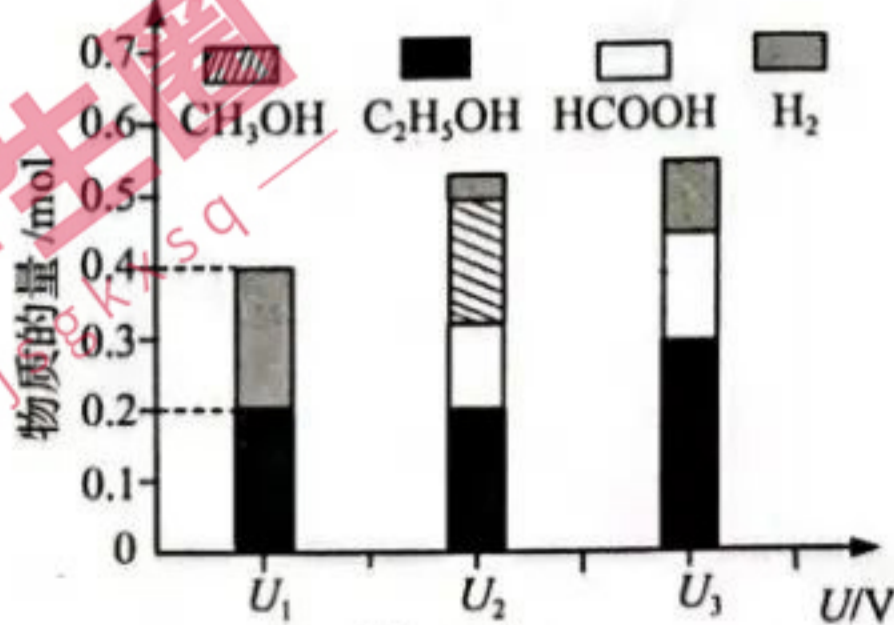
② 实验中将锰粉、碳酸氢钠和去离子水添加到反应器中, 反应一段时间后产生甲酸的速率迅速上升的原因可能是 \blacktriangle 。

(3) 电催化还原法是 CO_2 的有机资源化的研究热点。控制其他条件相同, 将一定量的 CO_2 通入盛有酸性溶液的电催化装置中, CO_2 可转化为有机物, 阴极所得产物及其物质的量与电压的关系如题 17 图-3 所示。

① 电解电压为 U_1 时, 电解时转移电子的物质的量为 \blacktriangle 。

② 电解电压为 U_2 时, 阴极由 CO_2 生成甲醇的电极反应式为 \blacktriangle 。

③ 在实际生产中发现当 pH 过低时, 有机物产率降低, 可能的原因是 \blacktriangle 。



题17图-3