



化学试题

2025.2

本试卷共 6 页，考试时间 75 分钟，总分 100 分。

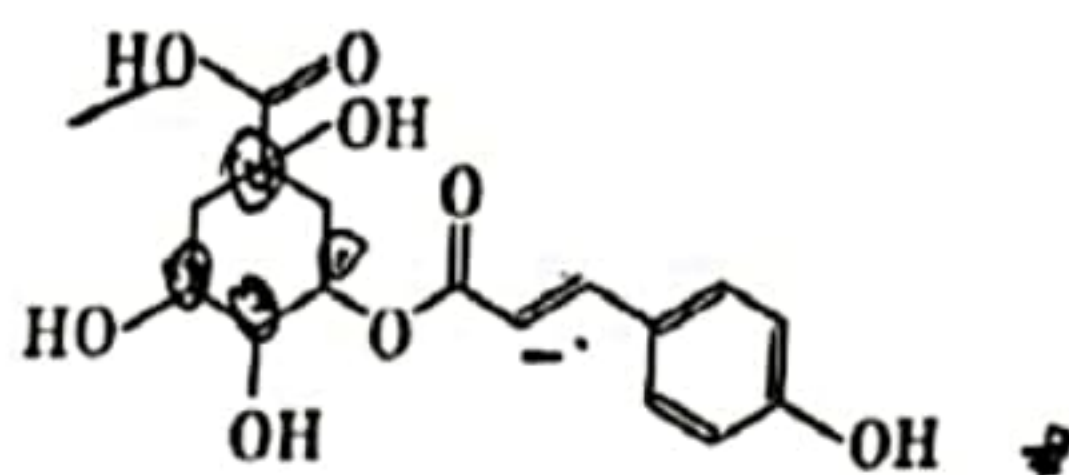
注意事项：

1. 答卷前，考生务必将自己的姓名、准考证号填写在答题卡上。
2. 回答选择题时，选出每小题答案后，用铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑。如需改动，用橡皮擦干净后，再选涂其他答案标号。回答非选择题时，将答案写在答题卡上。写在本试卷上无效。
3. 考试结束后，将答题卡交回。

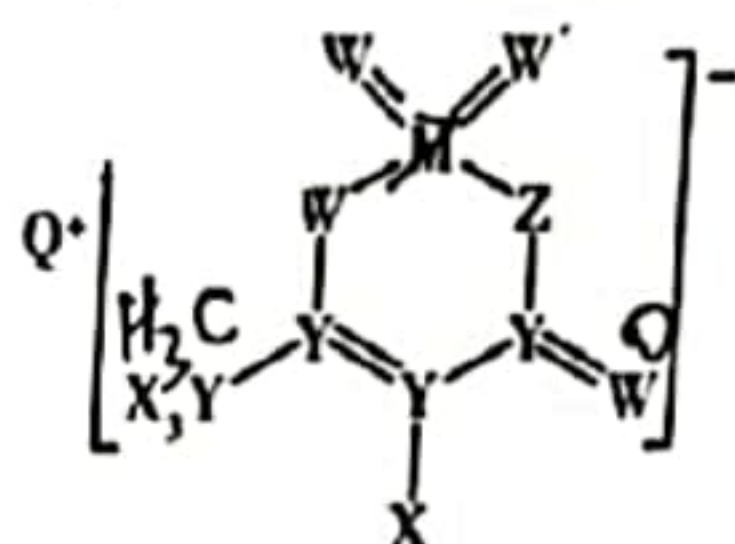
可能用到的相对原子质量：H 1 N 14 O 16 Si 28 S 32 Cl 35.5

一、选择题：本题共 10 小题，每小题 4 分，共 40 分。在每小题四个选项中，只有一项符合题目要求。

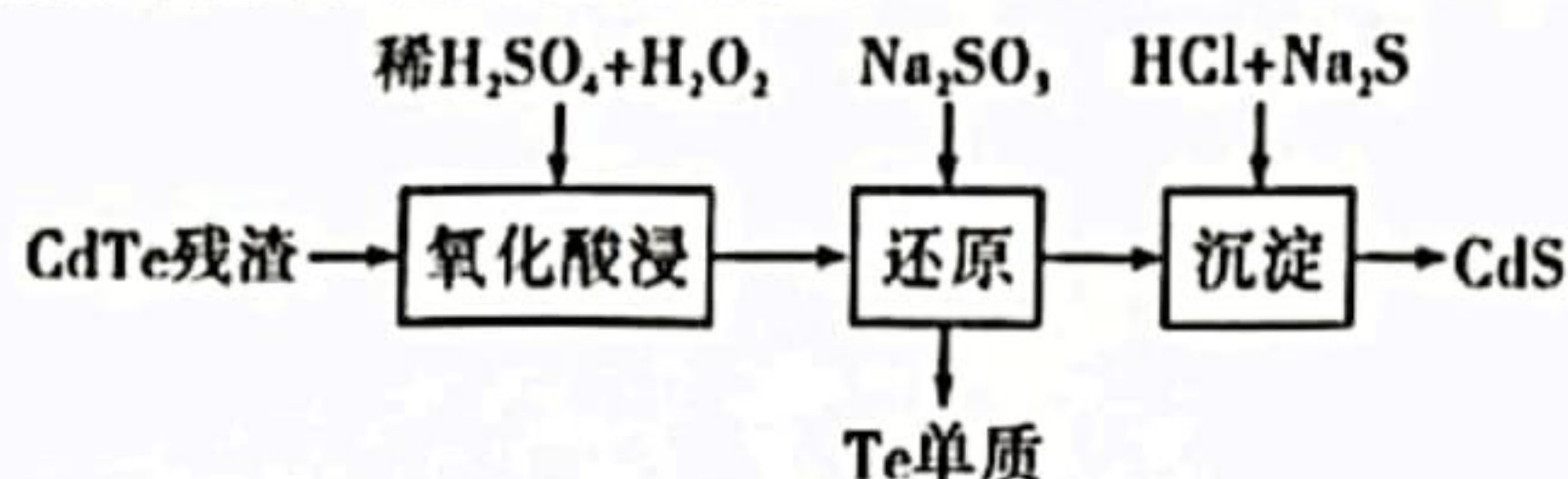
1. 化学物质在航空航天领域用途广泛。下列有关物质用途说法错误的是
 - A. SiO_2 可作航天飞行器的太阳能电池板
 - B. N_2H_4 和 N_2O_4 可作火箭发射的推进剂
 - C. 高温结构陶瓷可作航天飞船发动机材料
 - D. 耐高温碳纤维可作航天服材料
2. 化合物 X 是三七花的主要活性成分之一，其结构简式如图所示。下列有关化合物 X 说法错误的是
 - A. 存在顺反异构
 - B. 分子中含有 4 个手性碳原子
 - C. 能与甲醛发生缩聚反应
 - D. 1 mol X 最多能消耗 2 mol Br_2



3. 化合物 H 是一种低能量的甜味剂，其结构简式如图所示。其中 X、Y、Z、W、M 和 Q 是原子序数依次增大的前 20 号元素，W 和 M 位于同一主族，下列说法正确的是
 - A. 简单离子半径：M < Q
 - B. 键角：MW₂ > Y₂
 - C. 第一电离能：W > Z
 - D. Y 和 Z 均能与 X 形成 2 种以上的化合物



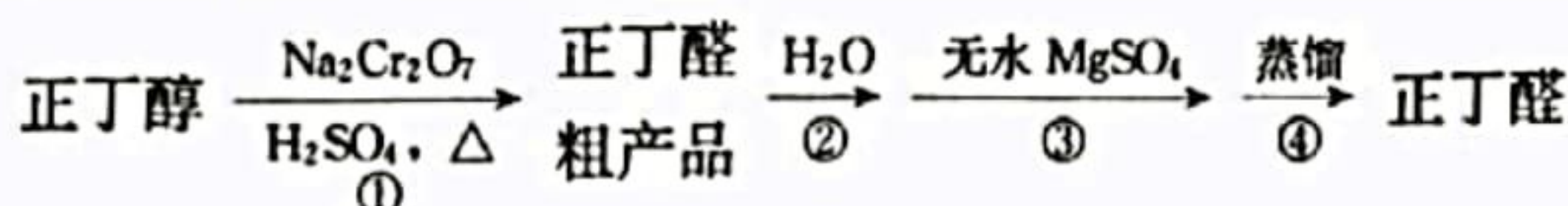
4. 从碲化镉 (CdTe) 废料中回收碲并制备硫化镉 (CdS) 的工艺流程如下:



已知:“氧化酸浸”中有 CdSO_4 和 H_2TeO_3 生成。下列说法错误的是

- A. “氧化酸浸”中主要的反应为 $\text{CdTe} + \text{H}_2\text{SO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow \text{CdSO}_4 + \text{H}_2\text{TeO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
- B. “还原”过程中氧化剂与还原剂的物质的量之比为 1:1
- C. “沉淀”过程中可能有 H_2S 生成
- D. “沉淀”过程中 HCl 的作用是防止生成 $\text{Cd}(\text{OH})_2$

5. 实验室由正丁醇制备正丁醛 (微溶于水) 的流程如图所示。下列说法或操作正确的是



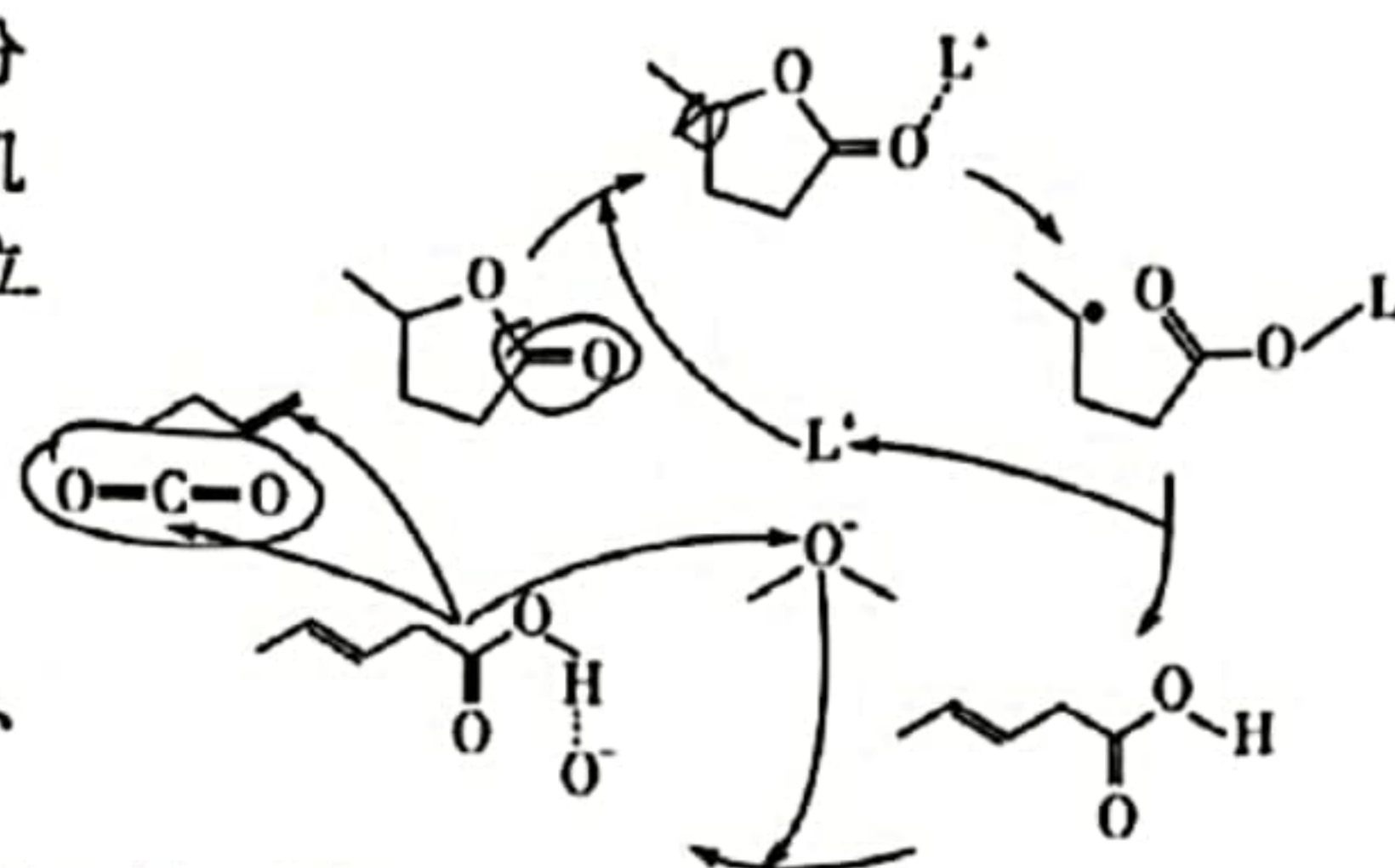
- A. 步骤①中需加入过量的 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
 - B. 步骤②的操作是水洗, 该过程需振荡、放气、静置分层
 - C. 无水 MgSO_4 的作用是检验正丁醛是否含有水
 - D. 蒸馏时使用球形冷凝管, 可提升冷凝效率
6. 多晶硅是由 SiHCl_3 与 H_2 反应得到, 除杂时的副反应有 $\text{SiHCl}_3 + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{SiCl}_4 + \text{HCl}$ 。设 N_A 为阿伏加德罗常数的值, 下列说法正确的是
- A. 0.1 mol H^{37}Cl 中含有的质子数为 $2N_A$
 - B. 14 g 硅晶体中含 Si—Si 键的数目为 $2N_A$
 - C. 每生成 17 g SiCl_4 , 转移电子数为 $0.2N_A$
 - D. 标准状况下, 5.6 L SiHCl_3 的分子数为 $0.25N_A$
7. 配离子在水溶液中配位解离平衡及其平衡常数如下表:

| 配离子 | 配位解离平衡 | 平衡常数 |
|--|--|----------------------|
| $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ | $\text{Co}^{2+} + 6\text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ | 1.3×10^5 |
| $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ | $\text{Co}^{3+} + 6\text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ | 1.6×10^{35} |
| $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ | $\text{Fe}^{3+} + 6\text{CN}^- \rightleftharpoons [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ | 1.0×10^{42} |
| $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ | $\text{Fe}^{2+} + 6\text{CN}^- \rightleftharpoons [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ | 1.0×10^{35} |
| $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ | $\text{Cu}^{2+} + 4\text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ | 2.1×10^{13} |
| $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ | $\text{Cu}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ | K |

下列说法错误的是

- A. $K < 2.1 \times 10^{13}$
- B. 向含有 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ 的溶液中加入 Co^{3+} 能生成 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$
- C. 中心原子及配体均相同时, 中心原子所带电荷数越大, 配离子越稳定
- D. 已知 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2(\text{H}_2\text{O})_2]^{2+}$ 有 2 种结构, 则 $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ 的空间结构为正四面体形

8. 丁烯是一种重要的塑料单体, γ -戊内酯在分子筛上可发生脱羧反应制备丁烯, 其反应机理如图所示 (L^+ 表示分子筛上的 Lewis 酸位点, —O— 表示分子筛中氧桥)。

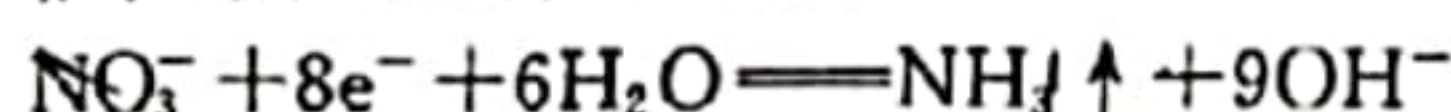


下列说法错误的是

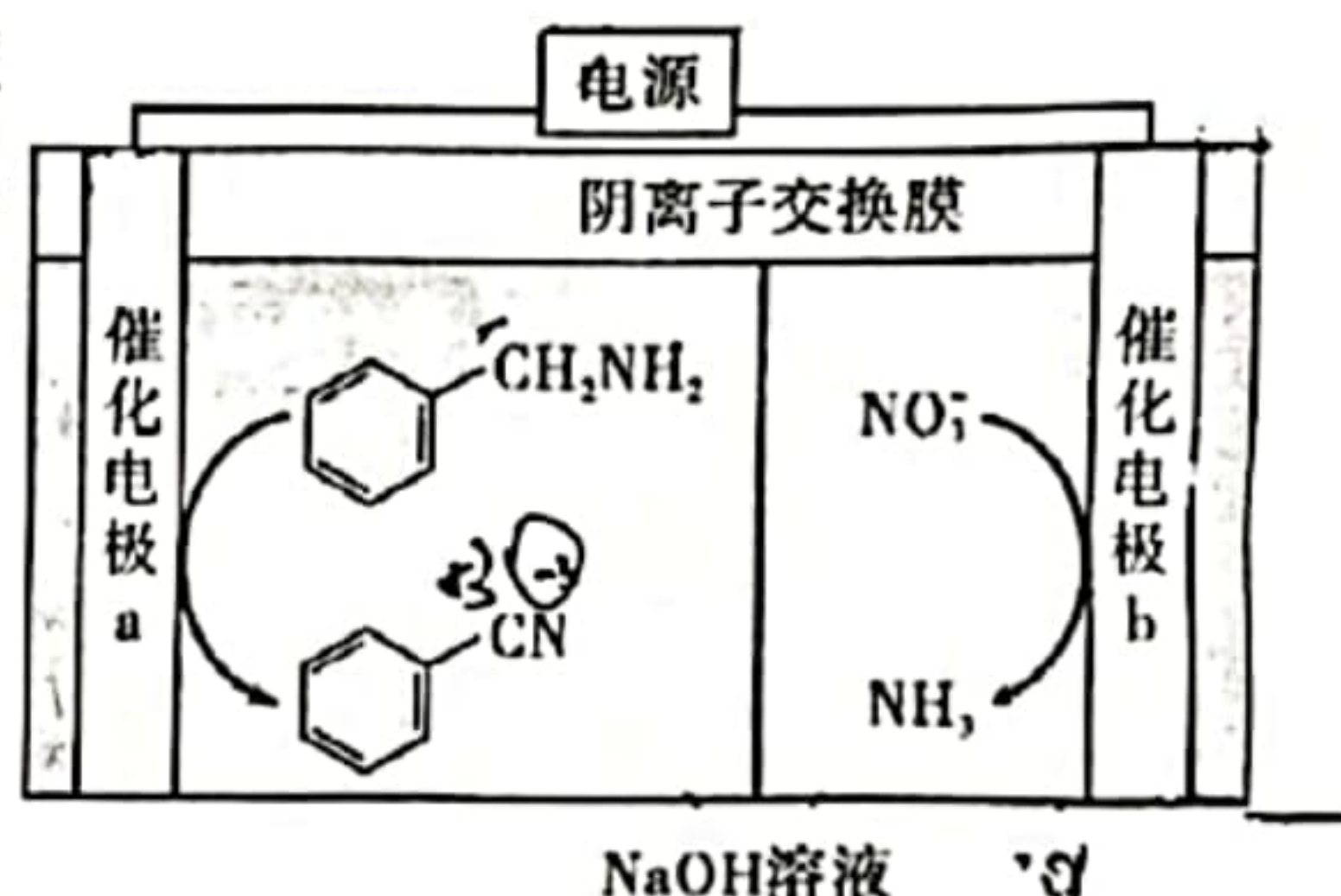
- A. 反应过程中分子筛作催化剂
B. 上述有机物中碳原子的杂化方式有 sp 、 sp^2 、 sp^3
C. 反应过程中存在极性 σ 键和非极性 σ 键的断裂与形成
D. $\text{Cyclopent-2-en-1-one}$ 发生上述脱羧反应的产物为 Cyclopent-1-ene 和 CO_2

9. 我国科技工作者设计了成对电解的高效双功能电催化剂, 实现了在电解池阴阳两极都得到高价值含氮化合物, 其原理如图所示。下列说法正确的是

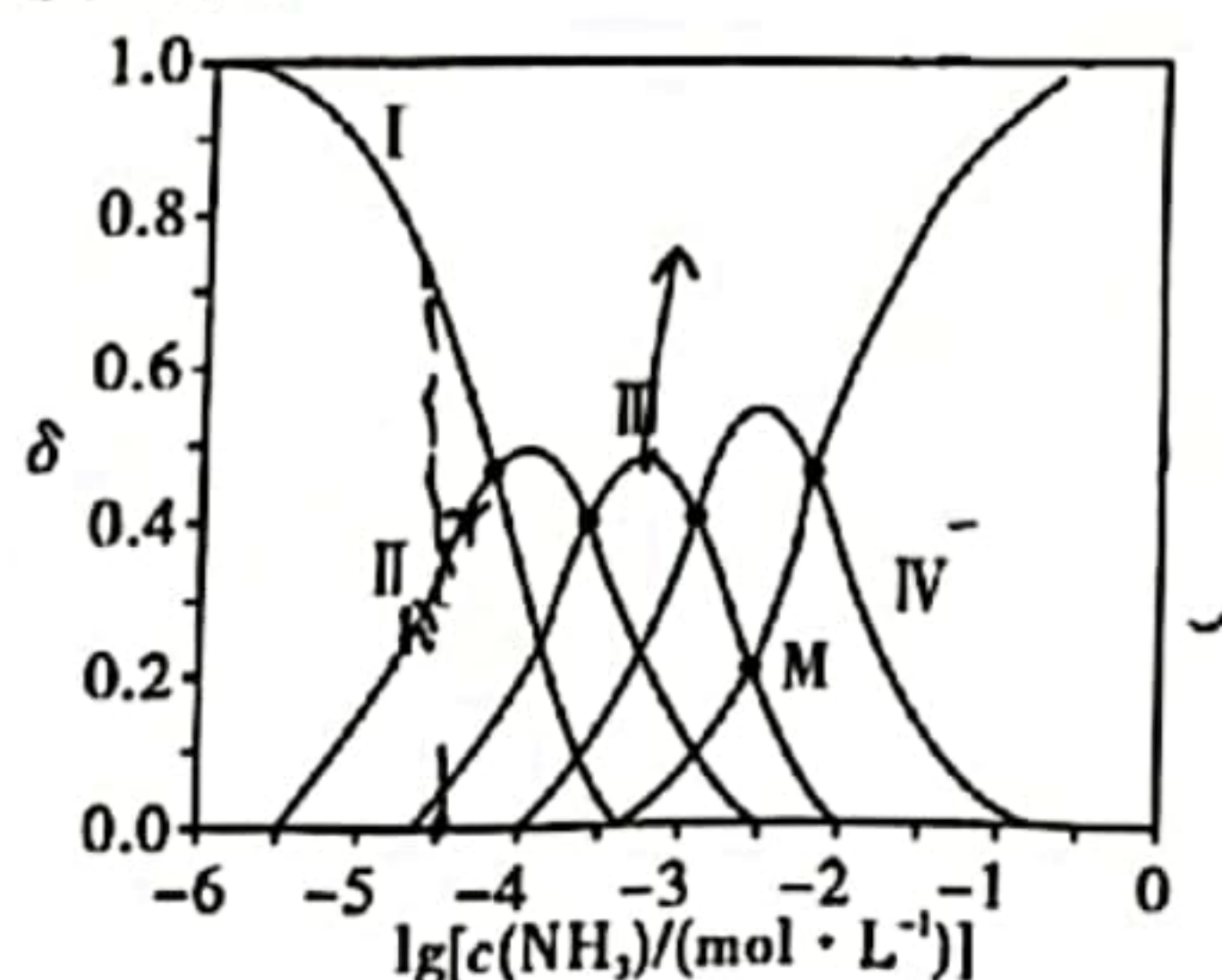
- A. 催化电极 a 的电极电势低于催化电极 b
B. 电解过程中阳极区的 $c(\text{NaOH})$ 不变
C. 催化电极 b 的反应式为



- D. 理论上每产生 1 mol $\text{C}_6\text{H}_5\text{CN}$ 转移 2 mol e^-



10. 下图是 Cu^{2+} - NH_3 络合体系含铜微粒的分布曲线, 该体系中存在 $\text{Cu}^{2+} + \text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{NH}_3)]^{2+}$; $[\text{Cu}(\text{NH}_3)]^{2+} + \text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^{2+}$; $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^{2+} + \text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{NH}_3)_3]^{2+}$; $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_3]^{2+} + \text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$; 平衡常数依次为 K_1 、 K_2 、 K_3 、 K_4 。已知 $\lg K_1 = 4.2$ 、 $\lg K_2 = 3.6$ 、 $\lg K_3 = 2.9$ 、 $\lg K_4 = 2.2$, Cu^{2+} 的分布系数 $\delta(\text{Cu}^{2+}) = \frac{c(\text{Cu}^{2+})}{c(\text{总})}$, $c(\text{总})$ 等于以上含铜微粒浓度之和。



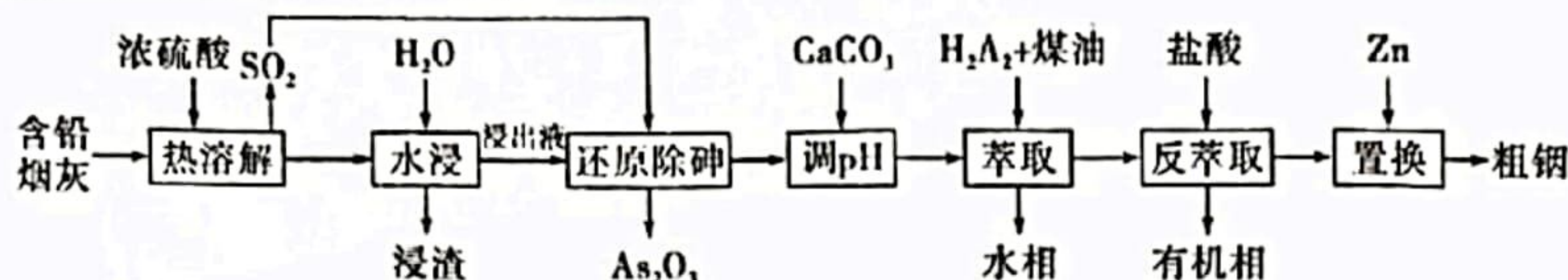
下列说法错误的是

- A. 曲线 V 代表的离子在水溶液中显深蓝色
B. $\lg c(\text{NH}_3) = -4.5$ 时, $c(\text{Cu}^{2+}) > c([\text{Cu}(\text{NH}_3)]^{2+}) > c([\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^{2+})$
C. 反应 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^{2+}$ 的平衡常数 K 的数量级为 10^8
D. M 点对应的 $\lg c(\text{NH}_3) = -2.55$

二、非选择题：本题共 4 小题，共 60 分。

11. (16 分)

铟 (In) 是一种典型的稀散金属，广泛应用于半导体、航空航天、电子光学材料等领域。以含铅烟灰 [主要成分是 PbO ，还含有少量 In_2S_3 、 InO 、 $\text{Zn}_3(\text{AsO}_4)_2$ 等物质] 为原料制备粗铟的工艺流程如图所示。



已知：① “浸出液”中 In^{3+} 和 Zn^{2+} 的浓度分别为 $1.0 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $1.0 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

② H_2A_2 代表萃取剂，萃取时发生反应为 $\text{In}^{3+} + 3\text{H}_2\text{A}_2 \rightleftharpoons \text{In}(\text{HA}_2)_3 + 3\text{H}^+$ 。

③ 常温下， $K_{\text{sp}}[\text{In}(\text{OH})_3] = 1.0 \times 10^{-34}$ 、 $K_{\text{sp}}[\text{Zn}(\text{OH})_2] = 1.0 \times 10^{-17}$ 。

回答下列问题：

- (1) In 位于元素周期表第五周期 III A 族，基态 In 原子的价电子排布式为_____。
- (2) “热溶解”时， In_2S_3 发生反应的化学方程式为_____。
- (3) “浸渣”的主要成分是_____。“水浸”时，铟的浸出率很高，工业上仍采用多级浸出（即将浸出液返回“水浸”步骤），其优点是_____。
- (4) “还原除砷”时， H_3AsO_4 (弱酸) 反应的离子方程式为_____。
- (5) 从平衡移动的角度解释“萃取”前“调 pH”目的是_____；常温下，应调节 pH 不大于_____。
- (6) “萃取”所得配合物的结构如图 1 (R—代表 2-乙基己基)，该物质中存在的微粒间作用力类型有_____ (填标号)。

A. 金属键

B. 氢键

C. 配位键

D. 范德华力

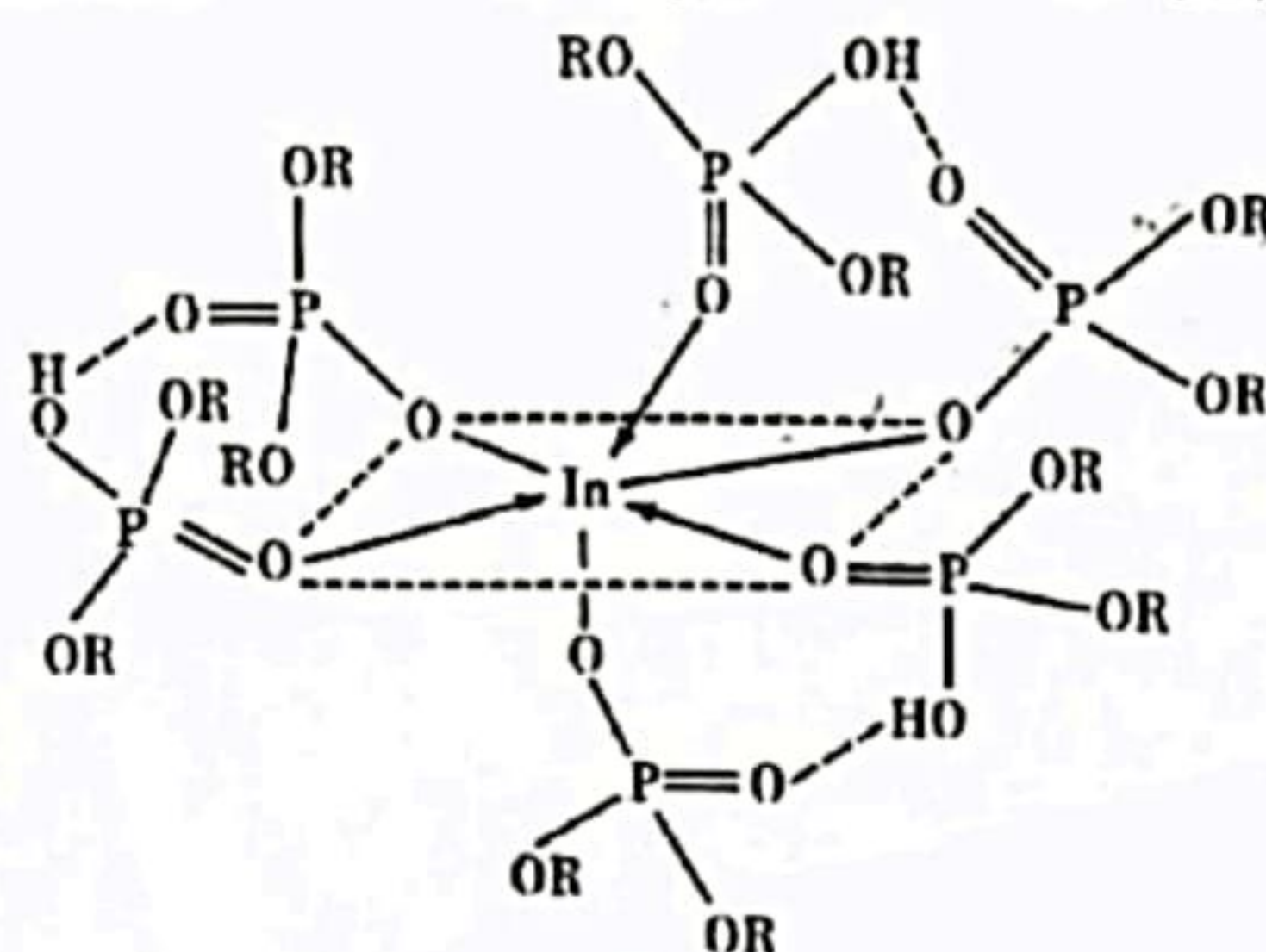


图 1

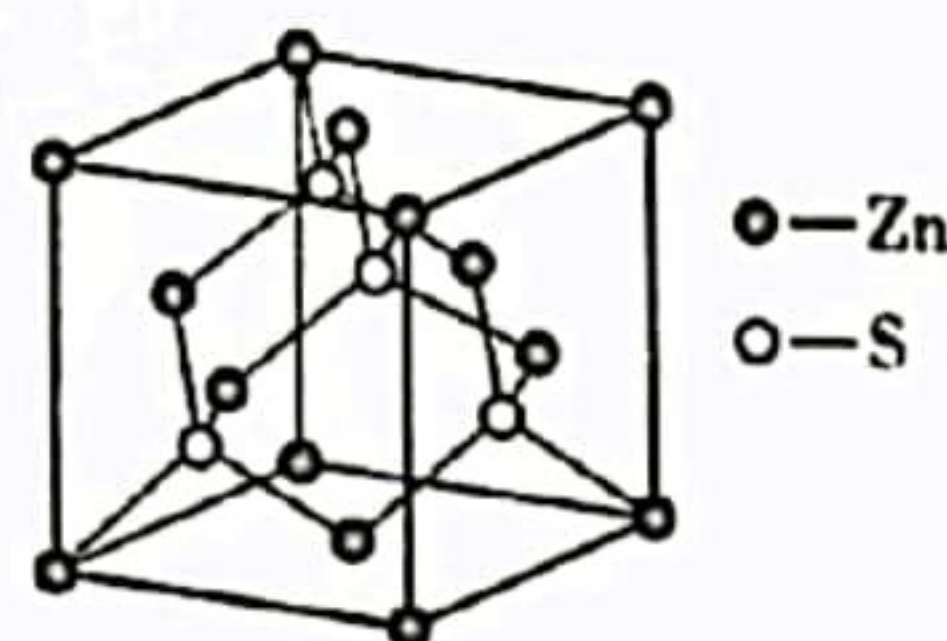
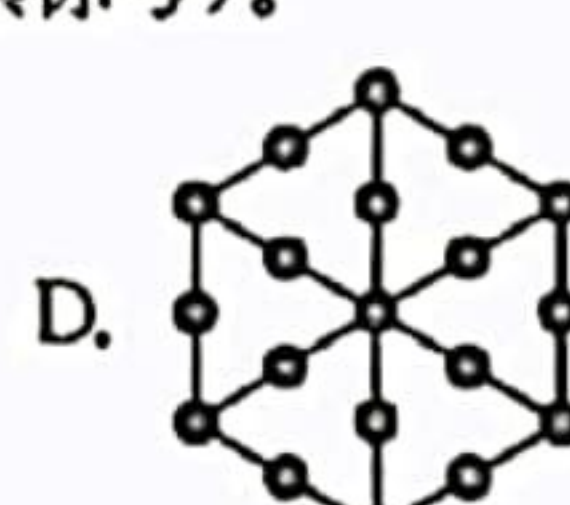
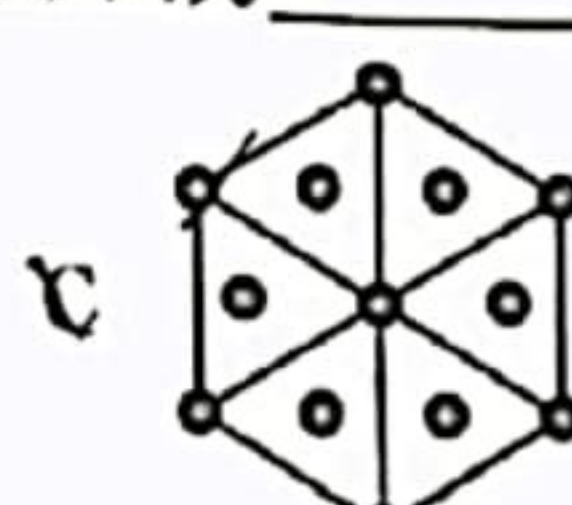


图 2

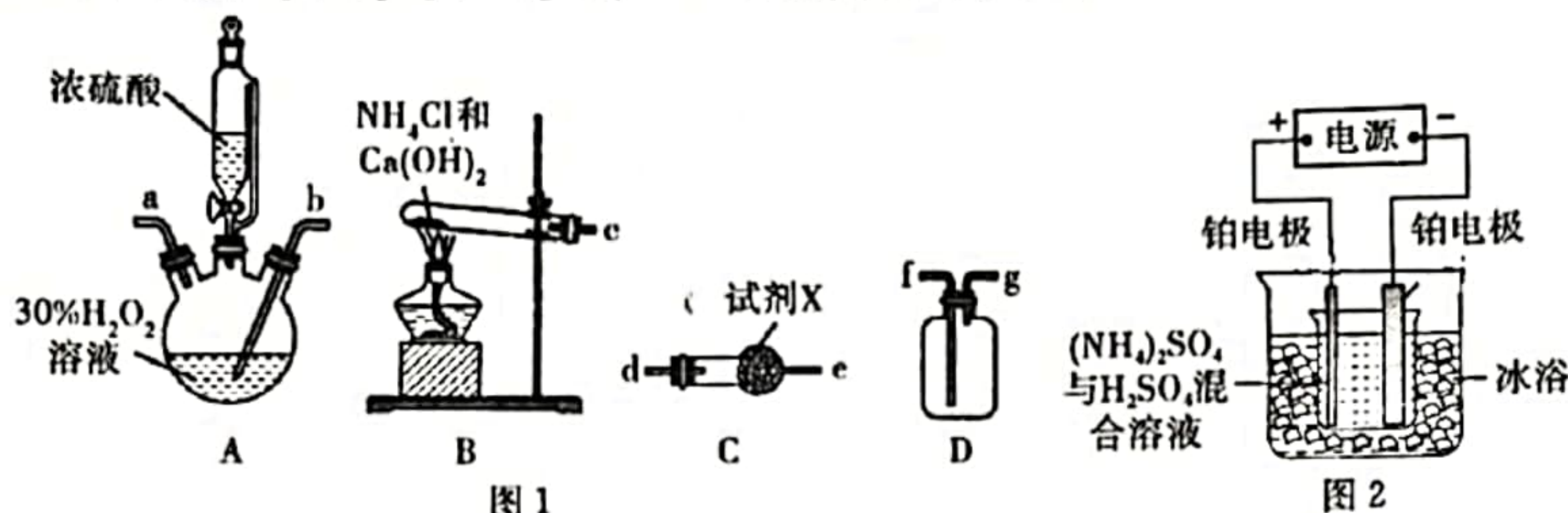
- (7) 工业上一般利用闪锌矿 (主要成分是 ZnS) 为原料制备 Zn。ZnS 晶胞结构如图 2，该晶胞若沿体对角线投影，则 Zn^{2+} 的投影图为_____ (填标号)。



12. (15 分)

$(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 是一种重要氧化剂, 受热易分解, 可处理水中的有机污染物。某实验小组制备 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 的原理和装置如图 1, 回答下列问题。

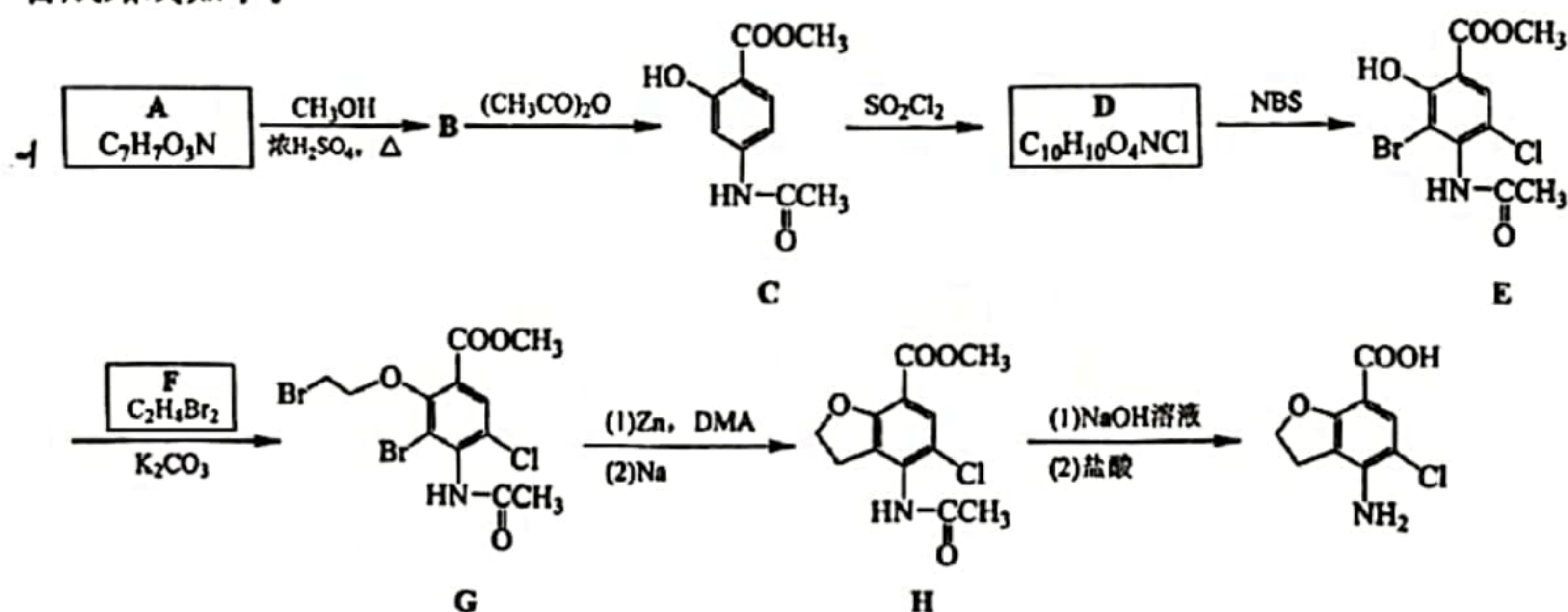
实验原理: $2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = (\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8 + 2\text{H}_2\text{O}$



- 装置 B 中反应的化学方程式为_____。
- 仪器 C 中“试剂 X”为_____。
- 实验中用到图 1 所示仪器, 其合理的连接顺序为 $c \rightarrow$ _____ (填仪器接口小写字母)。
- 实验室还可用电解法制备 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$, 原理如图 2 所示。阳极的电极反应式为_____, 实验过程中使用冰浴的目的为_____。
- 产品纯度测定。称取 $m \text{ g}$ 试样置于碘量瓶, 向其中加入足量的 KI 溶液和少量乙酸, 暗处静置片刻, 再用 $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液滴定生成的 I_2 (相关反应为 $\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} = 2\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$), 三次实验消耗标准溶液体积的平均值为 $V \text{ mL}$ 。碘量瓶中加入足量 KI 溶液时反应的离子方程式为_____。滴定过程中选用的指示剂为_____, 产品的纯度为_____ % (列出含 m 、 V 的计算式)。

13. (15 分)

琥珀酸普芦卡必利是一种恢复受损肠道活动能力的药物, 其关键中间体化合物 I 的一种合成路线如下。



回答下列问题:

- B 的结构简式为_____。
- $C \rightarrow D$ 的反应类型为_____。
- $E \rightarrow G$ 反应过程中加入 K_2CO_3 的作用是_____。
- F 的化学名称为_____。
- G 中含氧官能团的名称为醚键、_____和_____。
- H 与 NaOH 溶液反应的化学方程式为_____。

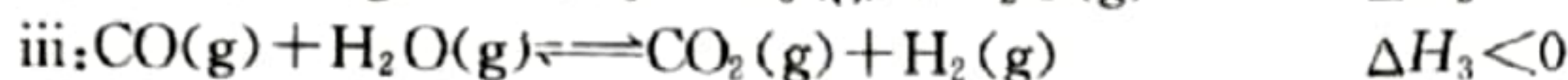
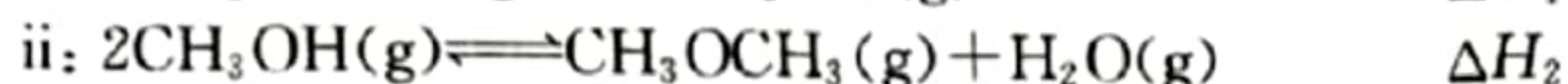
(7) A 的同分异构体中, 同时满足下列条件的共有 _____ 种。

①遇 FeCl_3 溶液显紫色; ②含有两种官能团; ③红外光谱中存在 $\text{C}=\text{O}$ 吸收峰。

其中核磁共振氢谱显示为四组峰且峰面积比为 2:2:2:1 的同分异构体的结构简式为 _____。(任写一种)

14. (14 分)

工业上以合成气 (CO 和 H_2 , 少量 CO_2 、 N_2 和稀有气体) 为原料制二甲醚 (DME), 主要发生下列反应:



iv:

(1) 在标准状态下, 由最稳定的单质生成 1 mol 纯物质的焓变称为该物质的标准摩尔生成焓 ($\Delta_f H_m^\ominus$)。几种物质的标准摩尔生成焓如下表:

| 物质 | $\text{CH}_3\text{OCH}_3(\text{g})$ | $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ | $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$ |
|--|-------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| $\Delta_f H_m^\ominus / (\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$ | -184.1 | -241.8 | -200.7 |

由表中数据推测, $\Delta H_2 =$ _____ $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(2) 500 K、5 MPa 时, 只发生反应 i~iii, 初始投料比 $\frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{CO})}$ 与平衡时 CO 转化率 (X_{CO})、

二甲醚产率 (Y_{DME}) 和二甲醚选择性 [$S_{\text{DME}} = \frac{2 \times n(\text{DME})}{\text{反应消耗的 } n(\text{CO})}$] 的关系如图 1:

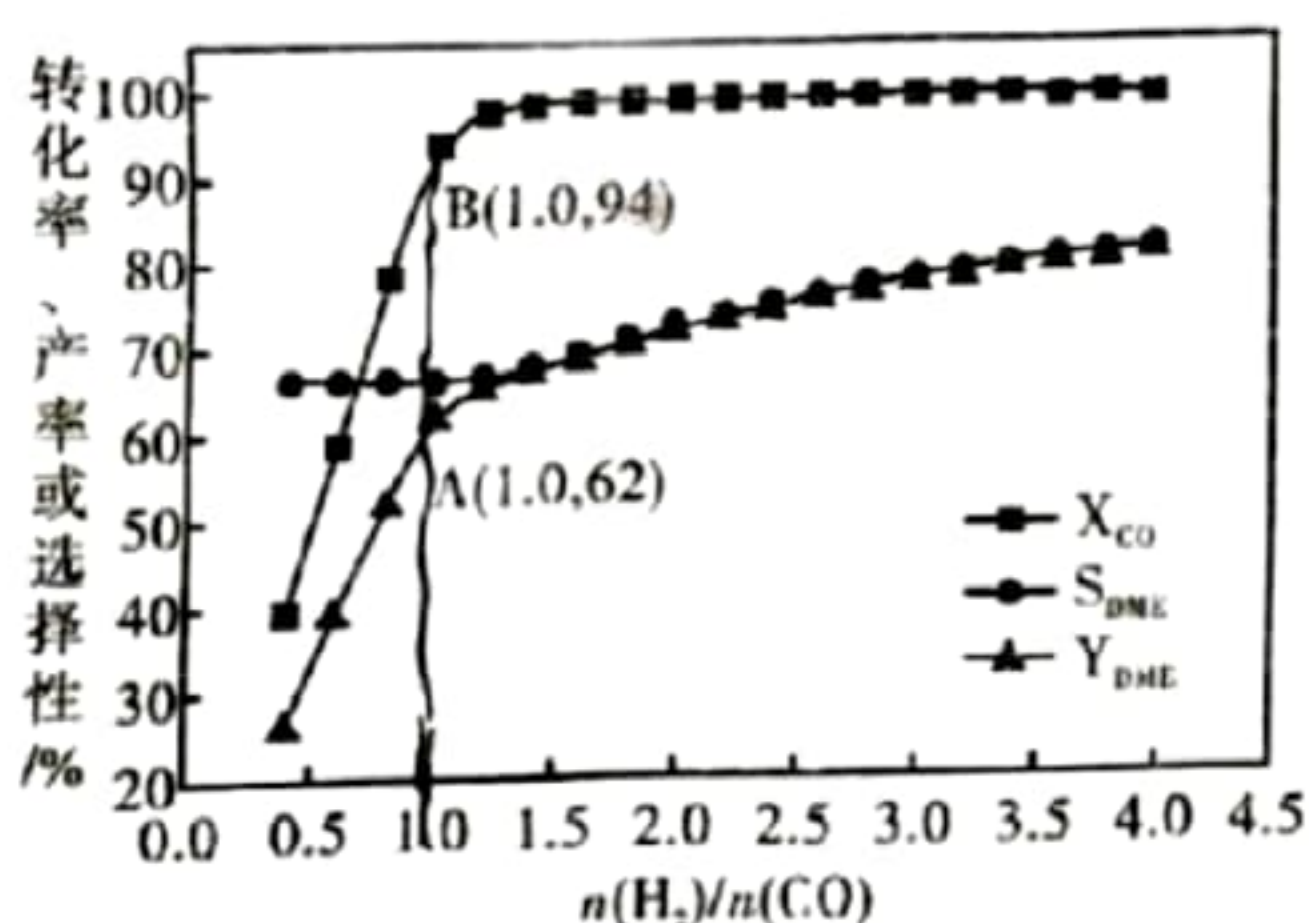


图 1

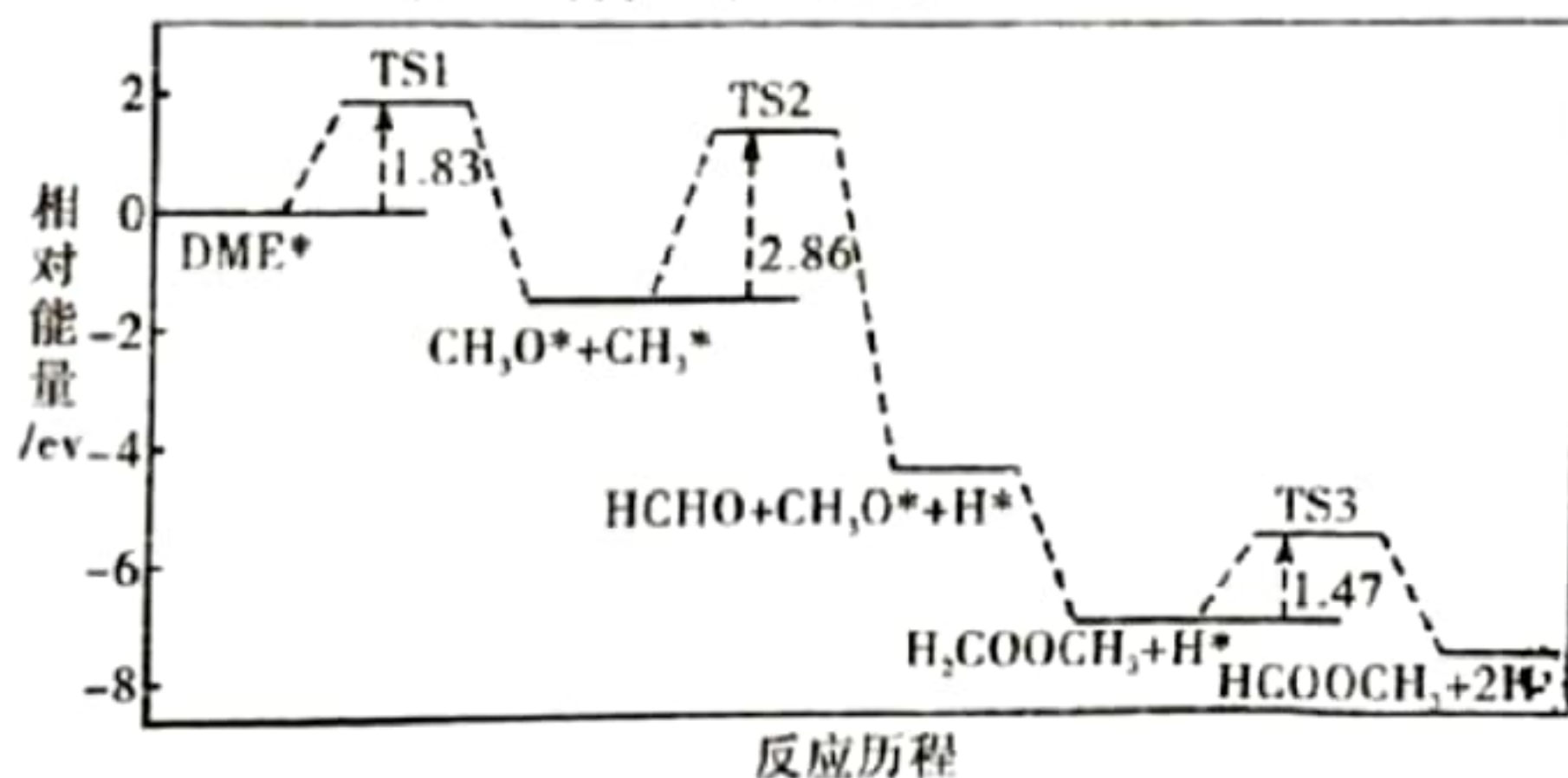


图 2

当 $\frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{CO})} = 1$ 时, DME 的选择性为 _____ % (保留一位小数); 当 $\frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{CO})} < 1.2$ 时,

CO 的平衡转化率随投料比增大而增大的原因是 _____。

(3) 573 K、5 MPa 时, 反应前后气体组成如下表 (与反应无关的气体未列出):

| | H_2 | CO | CH_3OH | CH_3OCH_3 | H_2O | CO_2 |
|-----------|--------------|-------------|------------------------|---------------------------|----------------------|---------------|
| 原料气组成/mol | a | 29.2 | 0 | 0 | 0 | 2.2 |
| 平衡气体组成/% | 61 | 7.0 | 2.0 | 12.7 | 3.2 | 12.7 |

则反应 i 用气体分压表示平衡常数 $K_p =$ _____ (列出计算式), $a =$ _____。

(4) CH_3OCH_3 在 MoO_3 的催化剂的表面上生成 HCOOCH_3 的反应部分历程如图 2 所示。

(*代表物质吸附在催化剂表面)

①上述历程决速步反应中, 催化剂组成发生的变化可表示为 $\text{MoO}_3 \rightarrow \text{MoO}_4$, 该决速步的反应式为 _____。

②研究表明, 以二甲醚制甲酸甲酯时, 催化剂 MoO_x 中 x 的值对催化性能有明显影响。在不同 MoO_x 催化剂表面进行反应 $\text{DME}^* \rightarrow \text{HCOOCH}_3 + 2\text{H}^*$ 时, 能量变化不同的原因可能是 _____。