

2021年江苏省普通高中学业水平选择性考试

化学

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.本试卷满分为100分，考试时间为75分钟。考试结束后，请将本试卷和答题卡一并交回。
- 2.答题前，请务必将自己的姓名、准考证号用0.5毫米黑色墨水的签字笔填写在试卷及答题卡的规定位置。
- 3.请认真核对监考员在答题卡上所粘贴的条形码上的姓名、准考证号与本人是否相符。
- 4.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。
- 5.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： H1 C12 N14 O16 S32 Cl35.5 Mn55 Fe56 Zn65

一、单项选择题：共14题，每题3分，共42分。每题只有一个选项最符合题意。

1.黑火药是中国古代四大发明之一，其爆炸反应为 $2\text{KNO}_3 + \text{S} + 3\text{C} = \text{K}_2\text{S} + \text{N}_2\uparrow + 3\text{CO}_2\uparrow$ 。

下列说法正确的是

- A.黑火药中含有两种单质 B.爆炸时吸收热量
C.反应中S作还原剂 D.反应为置换反应

2.反应 $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaClO} + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ 可用于制备含氯消毒剂。下列说法正确的是

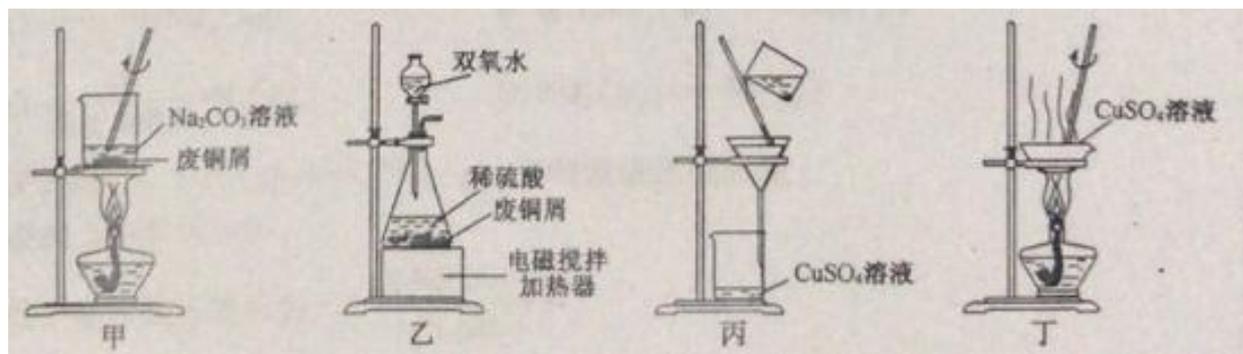
A. Cl_2 是极性分子

B. NaOH 的电子式为 $\text{Na}:\ddot{\text{O}}:\text{H}$

C. NaClO 既含离子键又含共价键

D. Cl^- 与 Na^+ 具有相同的电子层结构

3.下列废铜屑制取 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 的实验原理与装置不能达到实验目的的是



A.用装置甲除去废铜屑表面的油污

- B.用装置乙溶解废铜屑
 C.用装置丙过滤得到 CuSO_4 溶液
 D.用装置丁蒸干溶液获得 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
- 4.下列有关物质的性质与用途不具有对应关系的是
- A.铁粉能与 O_2 反应, 可用作食品保存的吸氧剂
 B.纳米 Fe_3O_4 能与酸反应, 可用作铁磁性材料
 C. FeCl_3 具有氧化性, 可用于腐蚀印刷电路板上的 Cu
 D.聚合硫酸铁能水解并形成胶体, 可用于净水
- 5.前 4 周期主族元素 X、Y、Z、W 的原子序数依次增大, X 是空气中含量最多的元素, Y 的周期序数与族序数相等, 基态时 Z 原子 3p 原子轨道上有 5 个电子, W 与 Z 处于同个主族。下列说法正确的是
- A.原子半径: $r(\text{X}) < r(\text{Y}) < r(\text{Z}) < r(\text{W})$
 B. X 的第一电离能比同周期相邻元素的大
 C. Y 的最高价氧化物对应水化物的酸性比 Z 的强
 D. Z 的简单气态氯化物的热稳定性比 W 的弱

阅读下列材料, 完成 6~8 题: N_2 是合成氨工业的重要原料, NH_3 不仅可制造化肥, 还能通过催化氧化生产 HNO_3 ; HNO_3 能溶解 Cu 、 Ag 等金属, 也能与许多有机化合物发生反应; 在高温或放电条件下, N_2 与 O_2 反应生成 NO , NO 进一步氧化生成 NO_2 。



大气中过量的 NO_x 和水中过量的 NH_4^+ 、 NO_3^- 均是污染物。通过催化还原的方法, 可将烟气和机动车尾气中的 NO 转化为 N_2 , 也可将水体中的 NO_3^- 转化为 N_2 。

- 6.下列有关 NH_3 、 NH_4^+ 、 NO_3^- 的说法正确的是
- A. NH_3 能形成分子间氢键
 B. NO_3^- 的空间构型为三角锥形
 C. NH_3 与 NH_4^+ 中的键角相等
 D. NH_3 与 Ag^+ 形成的 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 中有 6 个配位键
- 7.在指定条件下, 下列选项所示的物质间转化能实现的是
- A. $\text{NO}(\text{g}) \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{HNO}_3(\text{aq})$
 B. 稀 $\text{HNO}_3(\text{aq}) \xrightarrow{\text{Cu}} \text{NO}_2(\text{g})$
 C. $\text{NO}(\text{g}) \xrightarrow[\text{高温, 催化剂}]{\text{CO}} \text{N}_2(\text{g})$
 D. $\text{NO}_3^-(\text{aq}) \xrightarrow{\text{O}_3} \text{N}_2(\text{g})$
- 8.对于反应 $2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$, 下列说法正确的是

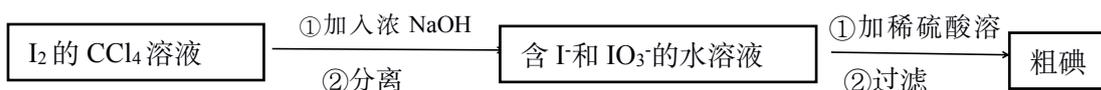
A. 该反应的 $\Delta H < 0$, $\Delta S < 0$

B. 反应的平衡常数可表示为 $K = \frac{c^2(\text{NO}) \cdot c(\text{O}_2)}{c^2(\text{NO}_2)}$

C. 使用高效催化剂能降低反应的焓变

D. 其他条件相同, 增大 $\frac{n(\text{O}_2)}{n(\text{NO})}$, NO 的转化率下降

9. 通过下列实验可从 I_2 的 CCl_4 溶液中回收 I_2 。

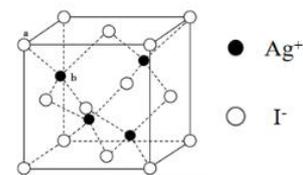


下列说法正确的是

A. NaOH 溶液与 I_2 反应的离子方程式: $\text{I}_2 + 2\text{OH}^- = \text{I}^- + \text{IO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$

B. 通过过滤可将水溶液与 CCl_4 分离

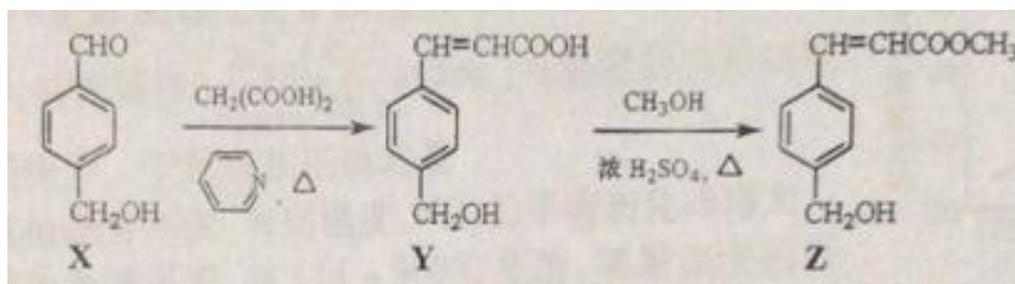
C. 向加酸后的上层清液中滴加 AgNO_3 溶液生成 AgI 沉淀, 1 个 AgI 晶胞(见图 9) 中含 14 个 I^-



题 9 图

D. 回收的粗碘可通过升华进行纯化

10. 化合物 Z 是合成抗多发性骨髓瘤药物帕比司他的重要中间体, 可由下列反应制得。



下列有关 X、Y、Z 的说法正确的是

A. 1 mol X 中含有 2 mol 碳氧 π 键

B. Y 与足量 HBr 反应生成的有机化合物中不含手性碳原子

C. Z 在水中的溶解度比 Y 在水中的溶解度大

D. X、Y、Z 分别与足量酸性 KMnO_4 溶液反应所得芳香族化合物相同

11. 室温下, 通过下列实验探究 NaHCO_3 、 Na_2CO_3 溶液的性质。

实验 1: 用 pH 试纸测量 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaHCO}_3$ 溶液的 pH, 测得 pH 约为 8

实验 2: 将 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaHCO}_3$ 溶液与 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CaCl}_2$ 溶液等体积混合, 产生白色沉淀

实验 3: 向 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{CO}_3$ 溶液中通入 CO_2 , 溶液 pH 从 12 下降到约为 9

实验 4: 向 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{CO}_3$ 溶液中滴加新制饱和氯水, 氯水颜色褪去

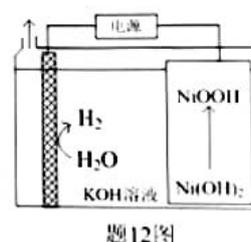
下列说法正确的是

- A. 由实验 1 可得出: $K_{a2}(\text{H}_2\text{CO}_3) > \frac{K_w}{K_{a1}(\text{H}_2\text{CO}_3)}$
- B. 实验 2 中两溶液混合时有: $c(\text{Ca}^{2+}) \cdot c(\text{CO}_3^{2-}) < K_{sp}(\text{CaCO}_3)$
- C. 实验 3 中发生反应的离子方程式为 $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = 2\text{HCO}_3^-$
- D. 实验 4 中 $c_{\text{反应前}}(\text{CO}_3^{2-}) < c_{\text{反应后}}(\text{CO}_3^{2-})$

12. 通过下列方法可分别获得 H_2 和 O_2 : ①通过电解获得 NiOOH 和 H_2 (装置示意图题 12 图);

②在 90°C 将 NiOOH 与 H_2O 反应生成 $\text{Ni}(\text{OH})_2$ 并获得 O_2 。下列说法正确的是

- A. 电解后 KOH 溶液的物质的量浓度减小
- B. 电解时阳极电极反应式: $\text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{OH}^- - e^- = \text{NiOOH} + \text{H}_2\text{O}$
- C. 电解的总反应方程式: $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{H}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow$
- D. 电解过程中转移 4mol 电子, 理论上可获得 22.4LO_2



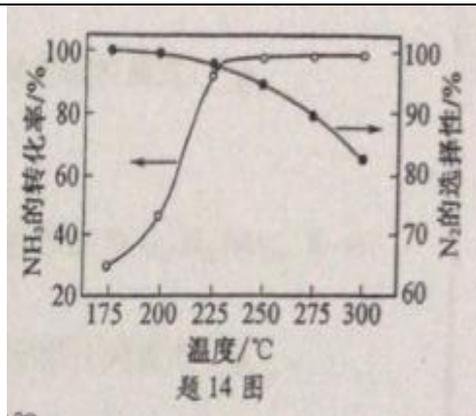
13. 室温下, 用 $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{CO}_3$ 溶液浸泡 CaSO_4 粉末, 一段时间后过滤, 向滤渣中加稀醋酸, 产生气泡。已知 $K_{sp}(\text{CaSO}_4) = 5 \times 10^{-5}$, $K_{sp}(\text{CaCO}_3) = 3 \times 10^{-9}$ 。下列说法正确的是

- A. $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{CO}_3$ 溶液中存在: $c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{H}_2\text{CO}_3)$
- B. 反应 $\text{CaSO}_4 + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 + \text{SO}_4^{2-}$ 正向进行, 需满足 $\frac{c(\text{SO}_4^{2-})}{c(\text{CO}_3^{2-})} > \frac{5}{3} \times 10^4$
- C. 过滤后所得清液中一定存在: $c(\text{Ca}^{2+}) = \frac{K_{sp}(\text{CaCO}_3)}{c(\text{CO}_3^{2-})}$ 且 $c(\text{Ca}^{2+}) \leq \frac{K_{sp}(\text{CaSO}_4)}{c(\text{SO}_4^{2-})}$
- D. 滤渣中加入醋酸发生反应的离子方程式: $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ = \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$

14. NH_3 与 O_2 作用分别生成 N_2 、 NO 、 N_2O 的反应均为放热反应。工业尾气中的 NH_3 可通过催化氧化为 N_2 除去。将一定比例 NH_3 、 O_2 和 N_2 的混合气体以一定流速通过装有催化剂

的反应管, NH_3 的转化率、 N_2 的选择性 $[\frac{2n_{\text{生成}}(\text{N}_2)}{n_{\text{总转化}}(\text{NH}_3)} \times 100\%]$ 与温度的关系如题 14 图所示。

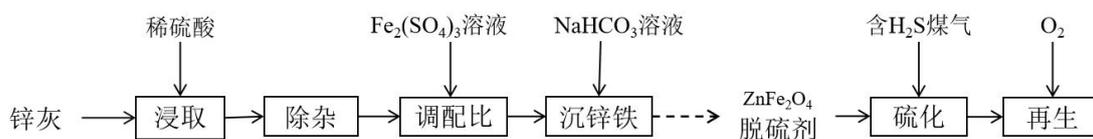
下列说法正确的是



- A.其他条件不变，升高温度，NH₃的平衡转化率增大
- B.其他条件不变，在 175~300°C 范围，随着温度的升高，出口处氮气、氮氧化物的量均不断增大
- C.催化氧化除去尾气中的 NH₃ 应选择反应温度高于 250 °C
- D.高效除去尾气中的 NH₃，需研发低温下 NH₃ 转化率高和 N₂ 选择性高的催化剂

二、非选择题：共 4 题，共 58 分。

15.(14 分)以锌灰(含 ZnO 及少量 PbO、CuO、Fe₂O₃、SiO₂)和 Fe₂(SO₄)₃ 为原料制备的 ZnFe₂O₄ 脱硫剂，可用于脱除煤气中的 H₂S。脱硫剂的制备、硫化、再生过程可表示为



(1)“除杂”包括加足量锌粉、过滤加 H₂O₂ 氧化等步骤。除 Pb²⁺和 Cu²⁺外，与锌粉反应的离子还有_____ (填化学式)。

(2)“调配比”前，需测定 ZnSO₄ 溶液的浓度。准确量取 2.50 mL 除去 Fe³⁺的 ZnSO₄ 溶液于 100 mL 容量瓶中，加水稀释至刻度；准确量取 20.00 mL 稀释后的溶液于锥形瓶中，滴加氨水调节溶液 pH= 10，用 0.0150 mol ·L⁻¹ EDTA(Na₂H₂Y)溶液滴定至终点(滴定反应为 Zn²⁺+Y⁴⁻=ZnY²⁻)，平行滴定 3 次，平均消耗 EDTA 溶液 25.00 mL。计算 ZnSO₄ 溶液的物质的量浓度 (写出计算过程)。

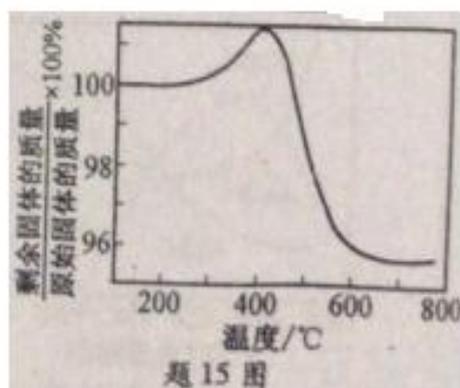
(3)400°C 时，将一定比例 H₂、CO、CO₂ 和 H₂S 的混合气体以一定流速通过装有 ZnFe₂O₄ 脱硫剂的硫化反应器。

① 硫化过程中 ZnFe₂O₄ 与 H₂、H₂S 反应生成 ZnS 和 FeS，其化学方程式为_____。

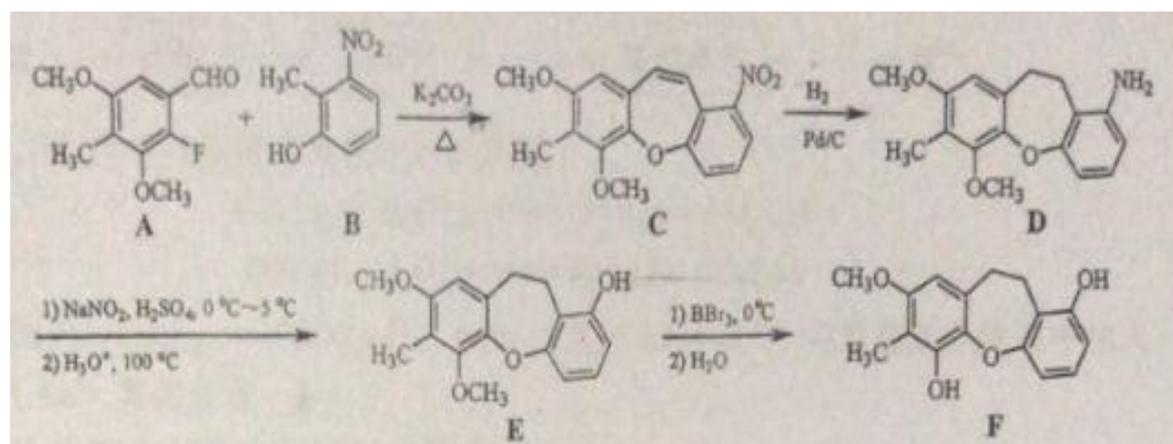
② 硫化一段时间后，出口处检测到 COS。研究表明 ZnS 参与了 H₂S 与 CO₂ 生成 COS 的反应，反应前后 ZnS 的质量不变，该反应过程可描述为_____。

(4)将硫化后的固体在 $N_2 : O_2=95 : 5$ (体积比)的混合气体中加热再生, 固体质量随温度变化的曲线如题 15 图

所示。在 $280\sim 400^\circ C$ 范围内, 固体质量增加的主要原因是 _____



16.(15 分)F 是一种天然产物, 具有抗肿瘤等活性, 其人工合成路线如下:



(1)A 分子中采取 sp^2 杂化的碳原子数目是 _____。

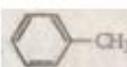
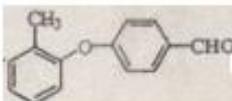
(2)B 的一种同分异构体同时满足下列条件, 写出该同分异构体的结构简式: _____。

①分子中不同化学环境的氢原子个数比是 2: 2: 2: 1。

②苯环上有 4 个取代基, 且有两种含氧官能团。

(3)A+B→C 的反应需经历 A+B→X→C 的过程, 中间体 X 的分子式为 $C_{17}H_{17}NO_6$ 。X→C 的反应类型为 _____。

(4)E→F 中有一种分子式为 $C_{15}H_{14}O_4$ 的副产物生成, 该副产物的结构简式为 _____。

(5)写出以  和  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)。

17. (15分)以软锰矿粉(含 MnO_2 及少量 Fe 、 Al 、 Si 、 Ca 、 Mg 等的氧化物)为原料制备电池级 MnO_2 。

(1)浸取。将一定量软锰矿粉与 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 17 图-1), 70°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 _____; MnO_2 转化为 Mn^{2+} 的离子方程式为 _____。



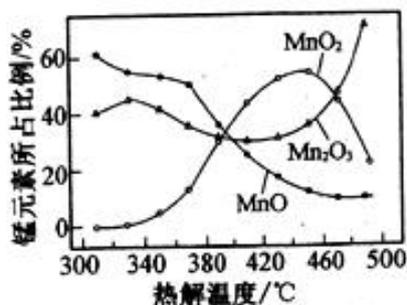
题 17 图-1

(2)除杂。向已经除去 Fe 、 Al 、 Si 的 MnSO_4 溶液(pH 约为 5)中加入 NH_4F 溶液,溶液中的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 形成氟化物沉淀。若沉淀后上层清液中 $c(\text{F}^-) = 0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则 $c(\text{Ca}^{2+})/c(\text{Mg}^{2+}) =$ _____。 [$K_{\text{sp}}(\text{MgF}_2) = 5 \times 10^{-11}$, $K_{\text{sp}}(\text{CaF}_2) = 5 \times 10^{-9}$]

(3)制备 MnCO_3 。在搅拌下向 $100 \text{ mL } 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{MnSO}_4$ 溶液中缓慢滴加 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NH}_4\text{HCO}_3$ 溶液,过滤、洗涤、干燥,得到 MnCO_3 固体。需加入 NH_4HCO_3 溶液的体积约为 _____。

(4)制备 MnO_2 。 MnCO_3 经热解、酸浸等步骤可制备 MnO_2 。 MnCO_3 在空气气流中热解得到三种价态锰的氧化物,锰元素所占比例($\frac{\text{某价态锰的氧化物中锰元素质量}}{\text{锰元素总质量}} \times 100\%$)随

热解温度变化的曲线如题 17 图-2 所示。已知: MnO 与酸反应生成 Mn^{2+} ; Mn_2O_3 氧化性强于 Cl_2 , 加热条件下 Mn_2O_3 在酸性溶液中转化为 MnO_2 和 Mn^{2+} 。

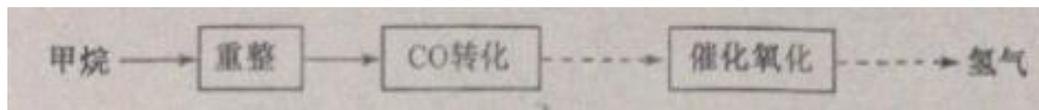


题 17 图-2

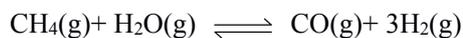
为获得较高产率的 MnO_2 , 请补充实验方案: 取一定量 MnCO_3 置于热解装置中, 通空气气流, _____, 固体干燥, 得到 MnO_2 。(可选用的试剂: $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{H}_2\text{SO}_4$ 溶液、 $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HCl}$

溶液、BaCl₂ 溶液、AgNO₃ 溶液)。

18. (14 分) 甲烷是重要的资源，通过下列过程可实现由甲烷到氢气的转化。

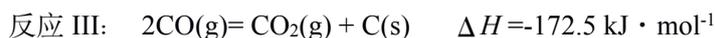
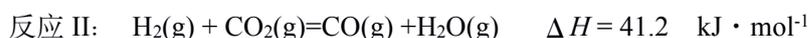
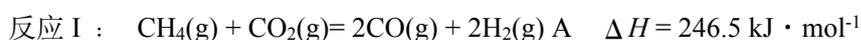


(1) 500°C 时，CH₄ 与 H₂O 重整主要发生下列反应：



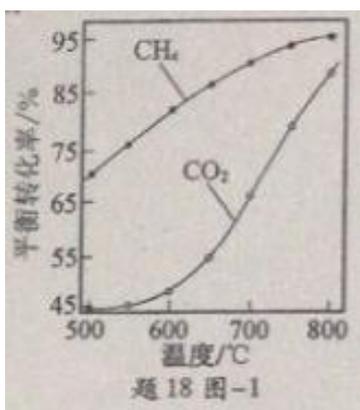
已知 $\text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) = \text{CaCO}_3(\text{s}) \quad \Delta H = -178.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。向重整反应体系中加入适量多孔 CaO，其优点是 _____。

(2) CH₄ 与 CO₂ 重整的主要反应的热化学方程式为

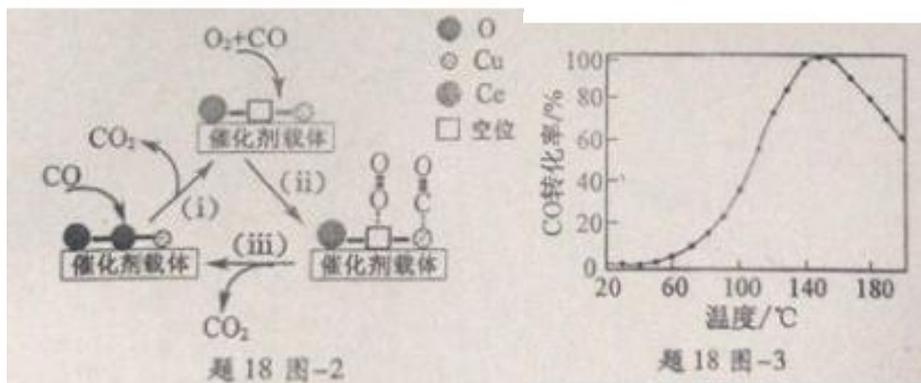


①在 CH₄ 与 CO₂ 重整体系中通入适量 H₂O(g)，可减少 C(s) 的生成，反应 $3\text{CH}_4(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) = 4\text{CO}(\text{g}) + 8\text{H}_2(\text{g})$ 的 $\Delta H =$ _____。

②1.01 × 10⁵ Pa 下，将 n_{起始}(CO₂) : n_{起始}(CH₄) = 1 : 1 的混合气体置于密闭容器中，不同温度下重整体系中 CH₄ 和 CO₂ 的平衡转化率如题 18 图-1 所示。800°C 下 CO₂ 平衡转化率远大于 600°C 下 CO₂ 平衡转化率，其原因是 _____。



(3) 利用铜-铈氧化物 (xCuO · yCeO₂，Ce 是活泼金属) 催化氧化可除去 H₂ 中少量 CO，催化氧化过程中 Cu、Ce 的化合价均发生变化，可能机理如题 18 图-2 所示。将 n(CO) : n(O₂) : n(H₂) : n(N₂) = 1 : 1 : 49 : 49 的混合气体以一定流速通过装有 xCuO · yCeO₂ 催化剂的反应器，CO 的转化率随温度变化的曲线如题 18 图-3 所示。



①Ce 基态原子核外电子排布式为 $[\text{Xe}]4f^15d^16s^2$ ，题 18 图-2 所示机理的步骤(i)中，元素 Cu、Ce 化合价发生的变化为 _____。

②当催化氧化温度超过 150°C 时，催化剂的催化活性下降，其可能原因是 _____

参考答案

1. A 2. C 3. D 4. B 5. B 6. A 7. C 8. A 9. D 10. D 11. C 12. B 13. C 14. D

15. (14 分)

(1) Fe^{3+} 、 H^+ (2 分) (2) $0.7500 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ (3 分)

(3) ① $\text{ZnFe}_2\text{O}_4 + 3\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2 \xrightarrow{400^\circ\text{C}} \text{ZnS} + 2\text{FeS} + 4\text{H}_2\text{O}$ (3 分)

② $\text{ZnS} + \text{CO}_2 = \text{ZnO} + \text{COS}$; $\text{ZnO} + \text{H}_2\text{S} = \text{ZnS} + \text{H}_2\text{O}$ (3 分)

(两上反应答出其中之一得 1 分，两个均答出得 3 分，仅答 ZnS 是 CO_2 与 H_2S 转化为 COS 反应的催化剂不得分)

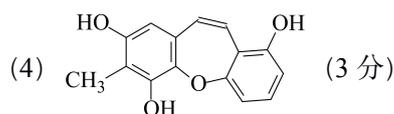
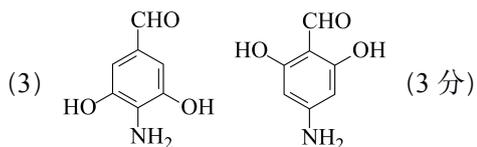
(4) ZnS 和 FeS 部分被氧化为硫酸盐 (3 分)

(答出生成亚硫酸盐得 2 分，实际不可能生成，第一是氧化性氛围，第二亚硫酸盐的分解温度较低)

16. (15 分)

(1) 7 (2 分)

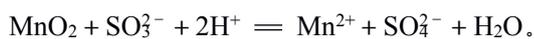
(2) 消去反应 (3 分)



(5) (无)

17. (15 分)

(1) Na_2SO_3 溶液 (2 分)



(2) 100

(3) 200 mL

(4) 加热到 450°C 分解一段时间, 将冷却后的固体边搅拌边加入至一定量 $1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 稀 H_2SO_4 中, 加热, 充分反应后过滤, 洗涤, 取最后一次洗涤滤液加盐酸酸化的 $0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{BaCl}_2$ 溶液, 若溶液不变浑浊, 过滤

缺控温或温度控制错误 - 1; 缺酸浸时的“加热” - 2; 酸液选择错误其余均正确
只得 2 分

18. (14 分) (1) 吸收 CO_2 , 提高 H_2 的产率, 提供热量 (3 分)

(2) ① $657.0\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ (2 分)

② 反应 I 和反应 II 的 $\Delta H > 0$, 高温下反应的平衡常数大 (反应正向进行程度大), CO_2 的消耗量大, 反应 III 的 $\Delta H < 0$, 高温下反应的平衡常数小 (反应正向进行程度小), CO_2 的生成量小 (4 分)

(3) ① 铜的化合价由 +2 变为 +1 价, 铈的化合价由 +4 价变为 +3 价 (2 分)

答对 1 个得 1 分, 有错不得分

② 高温下, $\text{Cu}(+2\text{ 价})$ 或 $\text{Cu}(+1\text{ 价})$ 被 H_2 还原为金属 Cu (3 分)

(答催化剂的组成和结构发生变化得 1 分)