

**1. B** 【命题点】酸性氧化物、碱性氧化物、物质的稳定性。

【解析】 $\text{CO}_2$ 、 $\text{SiO}_2$  均能与碱反应生成盐和水,属于酸性氧化物, $\text{CO}_2$  常温下呈气态,不耐高温, $\text{SiO}_2$  结构稳定,耐高温,A 错误、B 正确; $\text{MgO}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$  均能与酸反应生成盐和水,属于碱性氧化物,C、D 错误。

**2. A** 【命题点】元素周期表的分区、电解质的强弱、溶液的酸碱性、蛋白质变性。

【解析】Cu 为 29 号元素,位于第 I B 族,属于 ds 区元素,A 错误;硫酸铜是强电解质,B 正确; $\text{Cu}^{2+}$  在水溶液中发生水解: $\text{Cu}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+$ ,硫酸铜溶液呈酸性,C 正确; $\text{Cu}^{2+}$  是重金属离子,硫酸铜能使蛋白质变性,D 正确。

**3. C** 【命题点】核素、原子轨道表示式、空间结构、共价化合物的形成。

【解析】中子数为 18 的氯原子为  $^{35}_{17}\text{Cl}$ ,A 错误;碳为 6 号元

素,基态原子的轨道表示式为  $\begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline 1s & 2s & & 2p & \\ \hline \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$ ,B 错误;

$\text{BF}_3$  的中心原子价层电子对数为  $3 + \frac{1}{2} \times (3 - 1 \times 3) = 3$ ,空间结

构为平面三角形,C 正确; $\text{HCl}$  属于共价化合物,其电子式为

$\text{H}:\ddot{\text{Cl}}:$ ,用电子式表示  $\text{HCl}$  的形成过程为  $\text{H}\cdot + \cdot\ddot{\text{Cl}}:\longrightarrow \text{H}:\ddot{\text{Cl}}:$ ,D 错误。

**4. C** 【命题点】物质的性质与用途的对应关系。

【解析】 $\text{SO}_2$  能与某些色素发生化合反应生成无色物质,可用作漂白剂,A 正确;金属钠导热性好,可用作传热介质,B 正确; $\text{NaClO}$  溶液由于  $\text{ClO}^-$  水解呈碱性,但用作消毒剂是由于  $\text{ClO}^-$  的强氧化性,C 错误; $\text{Fe}_2\text{O}_3$  呈红色,可用作红色颜料,D 正确。

**5. D** 【命题点】元素及其化合物的性质。

【解析】Na 可与乙醇反应生成乙醇钠和氢气,A 正确;工业上

煅烧黄铁矿得到  $\text{SO}_2$ :  $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$ ,B 正

确;工业上用氨的催化氧化制备  $\text{NO}$ :  $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 4\text{NO} +$

$6\text{H}_2\text{O}$ ,C 正确;常温下,浓硝酸使铁发生钝化,不能制备  $\text{NO}_2$ ,D 错误。

**6. A** 【命题点】氧化还原反应的基本概念、原电池等。

【解析】分析题给方程式,生成 1 个  $\text{N}_2\text{O}$ ,N 元素化合价升高  $2 \times [+1 - (-1)] = 4$ ,转移 4 个电子,则生成 1 mol  $\text{N}_2\text{O}$ ,转移 4 mol 电子,A 正确;反应中 H、O 元素化合价均未发生变化, $\text{H}_2\text{O}$  不是还原产物,B 错误;反应中氮元素的化合价升高, $\text{NH}_2\text{OH}$  被氧化,是反应的还原剂,铁元素的化合价降低, $\text{Fe}^{3+}$  被还原,是反应的氧化剂,C 错误;结合 C 项分析,若设计成原电池, $\text{Fe}^{3+}$  在正极得电子发生还原反应生成  $\text{Fe}^{2+}$ , $\text{Fe}^{2+}$  为正极产物,D 错误。

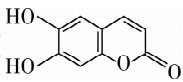
**7. D** 【命题点】离子方程式的正误判断。

【解析】 $\text{Cl}_2$  通入氢氧化钠溶液中反应生成  $\text{NaCl}$ 、 $\text{NaClO}$  和水,反应的离子方程式为  $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$ , **A 正确**;氧化铝溶于氢氧化钠溶液生成偏铝酸钠和水,反应的离子方程式为  $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{AlO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$ , **B 正确**;过量  $\text{CO}_2$  通入饱和碳酸钠溶液中反应产生  $\text{NaHCO}_3$  沉淀,反应的离子方程式为  $2\text{Na}^+ + \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons 2\text{NaHCO}_3 \downarrow$ , **C 正确**;酸性:  $\text{HCl} > \text{H}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_3$  溶液中滴入氯化钙溶液不能发生反应, **D 错误**。

## 8. A 【命题点】有机物的结构与性质。

【解析】从分子结构上看,糖类是多羟基醛或多羟基酮及其缩合产物和某些衍生物, **A 错误**;某些含有苯环的蛋白质与浓硝酸混合,会发生变性产生白色沉淀,加热后沉淀变为黄色, **B 正确**;低级酯一般是易挥发且具有芳香气味的有机化合物,水果会因含有低级酯类物质而具有特殊香味, **C 正确**;聚乙烯、聚氯乙烯都是具有优良性能的热塑性塑料, **D 正确**。

## 9. B 【命题点】简单有机物的结构与性质。

【解析】结合七叶亭的结构简式()可知,分子中含有(酚)羟基、酯基和碳碳双键,共 3 种官能团, **A 错误**;分子中苯环确定一个平面,碳碳双键确定一个平面,酯基确定一个平面,且三个平面重合,所有碳原子共平面, **B 正确**;酚羟基的邻、对位 H 原子可以和溴单质发生取代反应,碳碳双键能和溴单质发生加成反应,1 mol 七叶亭最多消耗 3 mol 溴单质, **C 错误**;1 个酚酯基可消耗 2 个  $\text{NaOH}$ , 1 mol 七叶亭最多消耗 4 mol  $\text{NaOH}$ , **D 错误**。

## 10. B 【命题点】元素周期表和元素周期律的综合应用。

**元素分析** X、Y、Z、M、Q 是五种短周期元素,原子序数依次增大,Y 的 s 能级电子数量是 p 能级的两倍,Y 为 C;X 的 2s 轨道全充满,原子序数:  $X < Y$ ,则 X 为 Be 或 B;M 是地壳中含量最多的元素,M 为 O;原子序数:  $Y < Z < M < Q$ ,则 Z 为 N;Q 是纯碱中的一种元素,则 Q 为 Na。

【解析】元素非金属性越强,电负性越大,则电负性:  $\text{N} > \text{B}$  或 Be, **A 正确**;N 的最高正价为 +5 价,O 无最高正价, **B 错误**;Na 和 O 形成的  $\text{Na}_2\text{O}_2$  中含有非极性共价键, **C 正确**;非金属性越强,最高价氧化物对应水化物的酸性越强,非金属性:  $\text{N} > \text{C}$ ,酸性:  $\text{HNO}_3 > \text{H}_2\text{CO}_3$ , **D 正确**。

## 11. C 【命题点】电解原理及其相关知识。

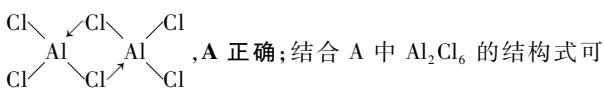
**思路分析** 定位: 电解池

电极	电极反应式	反应类型	电极判定
石墨电极	$\text{C} - 2\text{e}^- + \text{O}^{2-} \rightleftharpoons \text{CO}$	氧化反应	阳极 ( <b>A 错误</b> )
电极 A	$\text{TiO}_2 + \text{SiO}_2 + 8\text{e}^- \rightleftharpoons \text{TiSi} + 4\text{O}^{2-}$ ( <b>B 错误</b> )	还原反应	阴极

【解析】根据图中信息可知,该体系中,石墨优先于  $\text{Cl}^-$  参与反应, **C 正确**;电解池中阳离子向阴极即电极 A 移动, **D 错误**。

**12. D** 【命题点】共价化合物的结构式、分子的极性判断、配位键的判断。

【解析】 $\text{AlCl}_3$  是共价化合物,含  $\text{Al}-\text{Cl}$  共价键, $\text{Al}_2\text{Cl}_6$  分子中所有原子均满足 8 电子稳定结构,该分子的结构式为



知, $\text{Al}_2\text{Cl}_6$  为结构对称的非极性分子, **B 正确**; 结合题给化学方程式可知,氨分子更易与具有空轨道的铝原子形成配位键,配位能力大于氯, **C 正确**; 原子半径:  $\text{Br} > \text{Cl}$ , 则键长:  $\text{Al}-\text{Br} > \text{Al}-\text{Cl}$ , 铝溴键的键能小于铝氯键, 因此  $\text{Al}_2\text{Br}_6$  比  $\text{Al}_2\text{Cl}_6$  更易与氨气反应, **D 错误**。

**13. D** 【命题点】电解质溶液中存在的化学平衡分析和相关计算、化学图像。

【解析】结合题给信息,工业上吸附回收甲酸及其盐,主要是利用固体活性成分  $\text{R}_3\text{N}$  吸附  $\text{HCOO}^-$ , 由异性电荷相吸引知,  $\text{R}_3\text{N}$  水解后产物带正电荷, 故活性成分  $\text{R}_3\text{N}$  在溶液中存在平衡:  $\text{R}_3\text{N} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{R}_3\text{NH}^+ + \text{OH}^-$ , **A 正确**; 由弱电解质电离平衡常数公式可知, 溶液中  $K_a = \frac{c(\text{HCOO}^-) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{HCOOH})}$ , 当溶液 pH 为 5 时, 溶液中

$$\frac{c(\text{HCOO}^-)}{c(\text{HCOOH})} = \frac{K_a}{c(\text{H}^+)} = \frac{1.8 \times 10^{-4}}{10^{-5}} = 18, \text{B 正确};$$

由题图可知, 溶液 pH 为 2.4 时, 废水中的  $\text{HCOO}^-$  回收率最高, 当溶液 pH 小于 2.4 时, 随 pH 下降, 溶液中氢离子浓度增大, 甲酸的电离被抑制, 溶液中甲酸根离子浓度减小, 与  $\text{R}_3\text{NH}^+$  作用的  $\text{HCOO}^-$  数目减小,  $\text{HCOO}^-$  回收率下降, **C 正确**; 结合 A 中平衡可知,  $\text{OH}^-$  浓度增大, 平衡向左移动, 则废水初始 pH 大于 5 时, 离子交换树脂活性成分主要以  $\text{R}_3\text{N}$  形态存在, 能吸附的  $\text{HCOO}^-$  减少,  $\text{HCOO}^-$  回收率下降, **D 错误**。

**14. C** 【命题点】化学反应与能量图像分析。

【解析】结合图像分析, 历程 II 相当于历程 I 在催化剂  $\text{Cl}(\text{g})$  参与的条件下的反应, 催化剂降低反应的活化能, 但是不能改变反应的焓变, 因此  $\Delta H = (E_6 - E_3) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = (E_5 - E_2) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , **A 正确**; 已知  $\text{O}_2(\text{g})$  和  $\text{Cl}_2(\text{g})$  的相对能量为 0 (即  $E_6 = 0$ ), 破坏 1 mol  $\text{Cl}_2(\text{g})$  中的  $\text{Cl}-\text{Cl}$  键形成 2 mol  $\text{Cl}$ , 吸收的能量为  $2(E_5 - E_6) \text{ kJ}$ , 结合  $E_6 - E_3 = E_5 - E_2$ , 得  $2(E_5 - E_6) = 2(E_2 - E_3)$ , **B 正确**; 催化剂不能改变反应物的平衡转化率, 因此相同条件下,  $\text{O}_3$  的平衡转化率: 历程 II = 历程 I, **C 错误**; 活化能越低, 反应速率越快, 由图像可知, 历程 II 中第二步反应的活化能最低, 所以速率最快的一步反应的热化学方程式为  $\text{ClO}(\text{g}) + \text{O}(\text{g}) = \text{O}_2(\text{g}) + \text{Cl}(\text{g})$

$$\Delta H = (E_5 - E_4) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}, \text{D 正确}。$$

**15. B** 【命题点】难溶电解质溶解平衡及溶度积的计算。

【解析】上层清液为碳酸钙的饱和溶液, 若不考虑离子水解, 则  $c(\text{Ca}^{2+}) = c(\text{CO}_3^{2-}) = \sqrt{K_{\text{sp}}(\text{CaCO}_3)}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$  水解生成  $\text{HCO}_3^-$ , 因此  $c(\text{Ca}^{2+}) > c(\text{CO}_3^{2-})$ , **A 错误**;  $K_{a2} = \frac{c(\text{CO}_3^{2-}) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{HCO}_3^-)} =$

4.  $7 \times 10^{-11}$ , 则  $\text{CO}_3^{2-}$  的水解平衡常数  $K_h = \frac{c(\text{HCO}_3^-) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{CO}_3^{2-})} = \frac{K_w}{K_{a2}} \approx 2 \times 10^{-4} > K_{sp}(\text{CaCO}_3)$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$  的水解程度较大, 则上层清液中含碳微粒主要为  $\text{HCO}_3^-$ , **B 正确**; 向体系中通入  $\text{CO}_2$ , 碳酸钙与  $\text{CO}_2$  和水反应生成碳酸氢钙, 碳酸氢钙易溶于水, 则溶液中钙离子浓度增大, **C 错误**; 由题干可知,  $K_{sp}(\text{CaCO}_3) < K_{sp}(\text{CaSO}_4)$ ,  $\text{CaCO}_3$  更难溶, 加入硫酸钠后碳酸钙很难转化成硫酸钙, **D 错误**。

**能力提升** 难溶电解质的溶解平衡是近年新增考点, 主要涉及化学计算的考查、多重平衡的计算等, 加强平衡常数的公式识记和计算, 将有助于此类试题的解答。

#### 16. D 【命题点】化学实验方案的设计与评价。

【解析】 $\text{FeCl}_2$  溶液中加入 Zn 片, 发生反应:  $\text{Fe}^{2+} + \text{Zn} \rightleftharpoons \text{Fe} + \text{Zn}^{2+}$ , 溶液由浅绿色变为无色,  $\text{Fe}^{2+}$  的氧化能力比  $\text{Zn}^{2+}$  强, **A 错误**; 溶液变成血红色的原因为  $\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})_3$ , 该平衡与  $\text{SO}_4^{2-}$  和  $\text{K}^+$  无关, 故加入  $\text{K}_2\text{SO}_4$  固体, 平衡不移动, **B 错误**;  $\text{Fe}^{3+}$  可与单质铁反应生成  $\text{Fe}^{2+}$ , 溶液呈浅绿色, 不能说明该样品中没有  $\text{Fe}^{3+}$ , **C 错误**; 向沸水中滴加饱和氯化铁溶液, 制取  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  胶体, 继续加热, 则胶体因聚沉变为沉淀, **D 正确**。

#### 17. (10 分)

(1) 正四面体  $\text{sp}^3$  Si 周围的  $\text{NH}_2$  基团体积较大, 受热时斥力较强,  $\text{Si}(\text{NH}_2)_4$  中 Si—N 键能相对较小; 产物中气态分子数显著增多(熵增)

(2) AB

(3) 共价晶体  $\text{SiP}_2$

【命题点】硅及其化合物的结构与性质, 涉及空间结构、杂化轨道类型、电子排布等。

【解析】(1)  $\text{Si}(\text{NH}_2)_4$  分子可视为  $\text{SiH}_4$  分子中的 4 个氢原子被 4 个  $-\text{NH}_2$  (氨基) 取代形成的, 所以  $\text{Si}(\text{NH}_2)_4$  分子的空间结构(以 Si 为中心) 名称为正四面体; 氨基( $-\text{NH}_2$ ) 氮原子形成 3 个  $\sigma$  键, 含有 1 个孤电子对, N 原子的杂化轨道数目为 4, 其杂化轨道类型是  $\text{sp}^3$ 。

(2) 由硅原子核形成的三种微粒的电子排布式分别为 ①  $[\text{Ne}]3s^23p^2$ 、②  $[\text{Ne}]3s^23p^1$ 、③  $[\text{Ne}]3s^23p^14s^1$ , 推知分别为基态 Si 原子、基态  $\text{Si}^+$ 、激发态 Si 原子, 激发态 Si 原子有四个电子层, 基态 Si 原子失去一个电子后形成  $\text{Si}^+$ , 根据微粒电子层数及各层电子数多少可推知, 微粒半径: ③ > ① > ②, **A 正确**; 根据 A 项分析可知, 电子排布属于基态原子(或离子)的是 ①②, **B 正确**; 激发态 Si 原子不稳定, 容易失去电子, 基态 Si 原子失去一个电子需要的最低能量是硅的第一电离能, 基态  $\text{Si}^+$  失去一个电子需要的最低能量是硅的第二电离能, 由于  $I_2 > I_1$ , 可以得出电离一个电子所需最低能量: ② > ① > ③, **C 错误**; 由 C 项分析可知 ② 比 ① 更难失电子, 则 ② 比 ① 更容易得电子, 即得电子能力: ② > ①, **D 错误**。

(3) 由题图可知, Si 与 P 原子间通过共价键形成空间网状结

构,该晶体属于共价晶体;根据均摊法可知,一个晶胞中含有

$$8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4 \text{ 个 Si}, 8 \text{ 个 P}, \text{该化合物的化学式为 SiP}_2。$$

**考点积累** 对于物质结构与性质的试题,常见的考点包括(基态)原子的电子排布式(图)、中心原子的杂化方式、分子或离子的空间结构、晶体类型判断、化学式的确定、晶胞计算、性质差异的理论分析等。

### 18. (10 分)



(4) 用玻璃棒蘸取溶液 I, 点在蓝色石蕊试纸上, 呈红色说明溶液中有  $\text{H}^+$ ; 取少量溶液 I 于试管中, 加入 NaOH 至呈碱性, 加热, 将湿润的红色石蕊试纸置于试管口, 若试纸变蓝说明有  $\text{NH}_4^+$

**【命题点】**实验流程, 涉及物质推断、化学方程式和离子方程式书写、离子检验。

**思路分析** 由化合物 X 与  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液反应生成白色固体 A 和无色溶液 B 可知, 白色固体 A 可能为  $\text{CaCO}_3$  或  $\text{BaCO}_3$  沉淀, 说明化合物 X 中含有  $\text{Ca}^{2+}$  或  $\text{Ba}^{2+}$ , 由无色溶液 B 多步转化后得到白色固体 H 可知, 白色固体 H 不溶于硝酸, 为  $\text{AgCl}$ , 由白色固体 H 的质量为 1.435 g 可知, X 中的  $n(\text{Cl}) = \frac{1.435 \text{ g}}{143.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.01 \text{ mol}$ , 结合“白色固体 A 用 0.025 0 mol HCl 溶解后, 多余的酸用 0.015 0 mol NaOH 恰好中和”可知, A 消耗 HCl 0.01 mol, 那么固体 A 为 0.005 mol, 白色固体 A 的质量为 0.500 g, 那么  $M(\text{A}) = \frac{0.500 \text{ g}}{0.005 \text{ mol}} = 100 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 固体 A 为  $\text{CaCO}_3$ , 因此, X 中含钙元素, 且  $n(\text{Ca}) = 0.005 \text{ mol}$ ; 由  $\text{B} \rightarrow \text{C}$  过程中  $\text{I}^-$  被氧化, 可推测 X 中 Cl 元素应为高价态, 则 X 中含氧元素,  $n(\text{O}) = \frac{1.195 \text{ g} - 0.005 \times 40 \text{ g} - 0.01 \times 35.5 \text{ g}}{16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.04 \text{ mol}$ , X 中钙元素、氯元素、氧元素的物质的量之比为 0.005 mol : 0.01 mol : 0.04 mol = 1 : 2 : 8, X 的化学式为  $\text{Ca}(\text{ClO}_4)_2$ 。

**【解析】**(2) 由图可知,  $\text{B} \rightarrow \text{C}$  溶液呈棕黄色所发生的反应为高氯酸钠溶液与氢碘酸反应生成氯化钠、碘和水, 反应的化学方程式为  $8\text{HI} + \text{NaClO}_4 \longrightarrow 4\text{I}_2 + \text{NaCl} + 4\text{H}_2\text{O}$ 。

(3) 由题图可知, E 为  $\text{AgI}、\text{AgCl}$  混合物, E 中加入足量氨水后  $\text{AgCl}$  溶解生成 G, G 中含有  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ , 生成白色固体 H 的反应为氯化二氨合银与硝酸溶液反应生成氯化银沉淀和硝酸铵, 反应的离子方程式为  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ + \text{Cl}^- + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{AgCl} \downarrow + 2\text{NH}_4^+$ 。

(4) 由题图可知, 溶液 I 为硝酸和硝酸铵的混合溶液, 则检验溶液中氢离子的操作为用玻璃棒蘸取溶液 I, 点在蓝色石

蕊试纸上,呈红色说明溶液中有  $\text{H}^+$ ; 检验  $\text{NH}_4^+$  可取少量溶液 I 于试管中,加入  $\text{NaOH}$  至呈碱性,加热,将湿润的红色石蕊试纸置于试管口,若试纸变蓝说明有  $\text{NH}_4^+$ 。

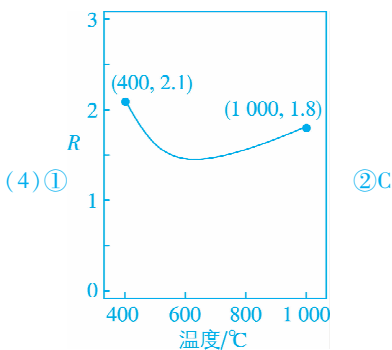
### 19. (10 分)

(1) C

(2)  $+329 \quad K_1 \cdot K_2^2$

(3) ① BC ② 通入  $\text{He}$ ,  $\text{CaCO}_3$  分解平衡正移, 导致  $\frac{c(\text{CO}_2)}{c(\text{CO})}$

增大, 促进  $\text{Fe}$  还原  $\text{CO}_2$  平衡正移



【命题点】平衡转化率、平衡常数、平衡移动等。

【解析】(1) 反应 I 为反应后气体体积增大的吸热反应, 反应 II 为反应前后气体体积不变的吸热反应, 升高温度, 两反应平衡右移,  $\text{CO}_2$  平衡转化率增大, 减小压强, 反应 I 平衡右移,  $\text{CO}_2$  平衡转化率增大, 故有利于提高  $\text{CO}_2$  平衡转化率的条件是高温低压, **C 正确**。

(2) 由 (I + II  $\times 2$ ) 得:  $\text{CH}_4(\text{g}) + 3\text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 4\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ , 根据盖斯定律,  $\Delta H = \Delta H_1 + 2\Delta H_2 = +329 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ; 结合平衡常数  $K$  与热化学方程式关系, 得  $K = K_1 \cdot K_2^2$ 。

(3) ① 根据流程可知,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  转化为  $\text{Fe}$ ,  $\text{Fe}$  又转化为  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , 则  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  可循环利用,  $\text{CaO}$  转化成  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{CaCO}_3$  又转化成  $\text{CaO}$ ,  $\text{CaO}$  也可循环利用, **A 错误**; 过程 ii,  $\text{CaO}$  吸收  $\text{CO}_2$  使  $\text{CO}_2$  浓度降低, 促进  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  氧化  $\text{CO}$  的平衡正移, **B 正确**; 过程 ii 产生的  $\text{H}_2\text{O}$  最终未被  $\text{CaO}$  吸收, 在过程 iii 被排出, **C 正确**; 该流程的总反应相当于 (2) 中的热化学方程式, 则还原 1 mol  $\text{CO}_2$  需吸收  $\frac{329}{3} \text{ kJ}$  能量, 相比于反应 I, 吸收能量更少, **D 错误**。② 恒压条件下, 通入  $\text{He}$ ,  $\text{CaCO}_3$  分解平衡正移, 导致  $\frac{c(\text{CO}_2)}{c(\text{CO})}$  增大, 促进  $\text{Fe}$  还原  $\text{CO}_2$  平衡正移, 故过程 ii 平衡后通入  $\text{He}$ , 测得一段时间内  $\text{CO}$  物质的量上升。

(4) ① 升高温度, 对  $\text{CH}_4$  转化率的影响更大,  $\Delta n(\text{CH}_4)$  更大, 则  $R$  值先变小, 温度达到 600 °C 时,  $\Delta n(\text{CH}_4)$  几乎不变,  $\Delta n(\text{CO}_2)$  继续增大, 则  $R$  值增大, 设初始投入 1 mol  $\text{CH}_4$  和 3 mol  $\text{CO}_2$ , 根据题图可知 1 000 °C 时,  $\text{CH}_4$  转化率为 100%, 即  $\Delta n(\text{CH}_4) = 1 \text{ mol}$ ,  $\text{CO}_2$  转化率为 60%, 即  $\Delta n(\text{CO}_2) = 3 \text{ mol} \times 60\% = 1.8 \text{ mol}$ ,  $R = \frac{\Delta n(\text{CO}_2)}{\Delta n(\text{CH}_4)} = \frac{1.8 \text{ mol}}{1 \text{ mol}} = 1.8$ 。

8, 400 ~ 1 000 °C 间  $R$  的变化趋势曲线及 1 000 °C 时的  $R$  值见答案。②  $R$  值提高是由于催化剂 X 选择性地提高反应 II

的速率,使单位时间内反应Ⅱ中  $\text{CO}_2$  的转化率增大,  $\Delta n(\text{CO}_2)$  增大的倍数比  $\Delta n(\text{CH}_4)$  大,则  $R$  值提高, **A 正确**;根据题表中数据可知,温度越低,  $\text{CH}_4$  转化率越小,  $R$  值越大,含氢产物中  $\text{H}_2\text{O}$  占比越高, **B 正确**;温度升高,  $\text{CH}_4$  转化率增加,  $\text{CO}_2$  转化率也增大,但  $\Delta n(\text{CH}_4)$  增大倍数多,故  $R$  值减小, **C 错误**;改变催化剂使反应有选择性地按反应Ⅰ进行,提高反应Ⅰ中  $\text{CH}_4$ 、 $\text{CO}_2$  转化率,但反应Ⅱ中  $\Delta n(\text{CO}_2)$  变化未知,  $\Delta n(\text{CH}_4)$ 、 $\Delta n(\text{CO}_2)$  增大倍数的大小关系未知,则  $R$  值不一定增大, **D 正确**。

## 20. (10 分)

(1)  $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$  (2) BC (3) 坩埚

(4) 杂质中含有  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{NH}_4^+$ ,在控温煅烧过程中分解或被氧化为气体而除去

(5)  $\text{d} \rightarrow (\text{g}) \rightarrow \text{c}(\text{f}) \rightarrow (\text{h})$  (6) 8

**【命题点】**无机物制备类的工艺流程,涉及主要成分分析、操作分析、洗涤沉淀、滴定实验操作等。

**【解析】**(1) 初始滴入  $\text{ZnSO}_4$  溶液时,氢氧化钠过量,根据信息①可知,体系中主要含锌组分的化学式是  $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$ 。

(2) 步骤Ⅰ,搅拌可以使反应物充分接触,加快反应速率,避免反应物浓度局部过高, **A 正确**;根据信息①可知,氢氧化钠过量时,锌的主要存在形式是  $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$ ,不能生成  $\varepsilon\text{-Zn}(\text{OH})_2$ , **B 错误**;由信息②可知,  $\varepsilon\text{-Zn}(\text{OH})_2$  在  $39^\circ\text{C}$  以下稳定,用  $50^\circ\text{C}$  的热水洗涤会破坏  $\varepsilon\text{-Zn}(\text{OH})_2$  晶型, **C 错误**;由流程可知,控温煅烧时  $\varepsilon\text{-Zn}(\text{OH})_2$  会转化为纳米氧化锌,故控温煅烧的目的是控制  $\text{ZnO}$  的颗粒大小, **D 正确**。

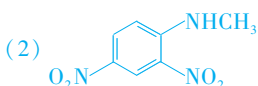
(3) 控温煅烧固体药品时,应该用坩埚盛放样品。

(5) 为了使测定结果尽可能准确,可以用分析天平称量  $\text{ZnO}$  的质量,选 d,随后可以用酸来溶解氧化锌,选 g,溶解后可以用容量瓶配制一定物质的量浓度的溶液,选 c(f),再用移液管量取一定体积配好的  $\text{Zn}^{2+}$  溶液进行实验,选 h,完整次序为  $\text{d} \rightarrow (\text{g}) \rightarrow \text{c}(\text{f}) \rightarrow (\text{h})$ 。

(6) 人血浆铜蓝蛋白的物质的量  $= \frac{7.5 \times 10^{-3} \text{ g}}{1.5 \times 10^5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 5 \times 10^{-8} \text{ mol}$ ,实验测得荧光强度比值为 10.2,由题图可知  $n(\text{Cu}^{2+}) = 0.4 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 1 \text{ L} = 4 \times 10^{-7} \text{ mol}$ ,则 1 个血浆铜蓝蛋白分子中含  $\frac{4 \times 10^{-7} \text{ mol}}{5 \times 10^{-8} \text{ mol}} = 8$  个铜原子。

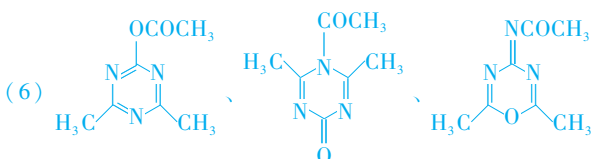
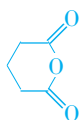
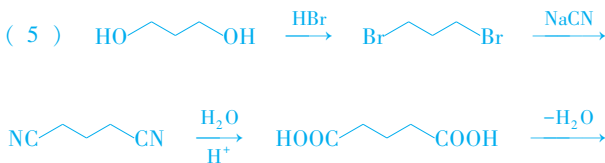
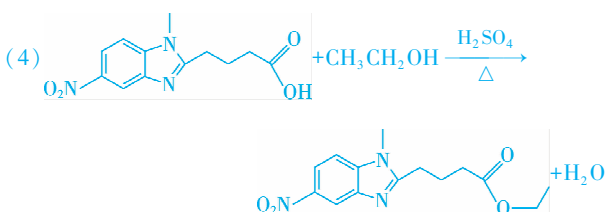
## 21. (12 分)

(1) 硝基、碳氯键



(3) D

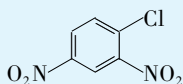




(合理即可)

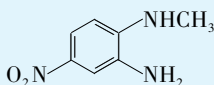
**【命题点】**有机合成与推断,涉及官能团、结构简式、反应类型、同系物、合成路线设计等。

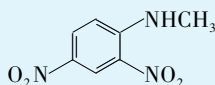
**思路分析** 有机物 A 的结构简式为



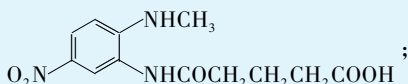
,官能团包括硝基、碳氯键;…第(1)问

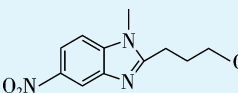
$\text{A} + \text{CH}_3\text{NH}_2 \longrightarrow \text{B} (\text{C}_7\text{H}_7\text{N}_3\text{O}_4)$ ,该反应属于取代反应;

$\text{B} + \text{Na}_2\text{S}$  (还原剂)  $\rightarrow \text{C}$  () ,可推知:B

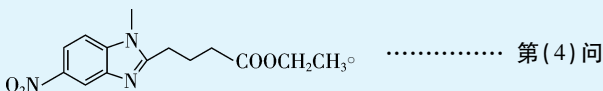
为  ;……………第(2)问

$\text{C}$  (含 $-\text{NH}_2$ ) +  $\text{E} \rightarrow \text{F}$ ,结合信息②,F为



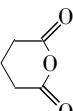
F脱水生成G();

$\text{G} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow{\text{浓硫酸}} \text{H}$  (酯化反应),H为



**【解析】**(3)  $\text{B} \rightarrow \text{C}$  的反应中 B 中一个硝基转化为氨基,反应类型为还原反应,**A** 错误;化合物 D 中含有两个羟基,与乙醇不互为同系物,**B** 错误;化合物 I 的分子式是  $\text{C}_{18}\text{H}_{27}\text{N}_3\text{O}_4$ ,**C** 错误;将苯达莫司汀制成盐酸盐,可以增加其水溶性,利于吸收,**D** 正确。



(5) 1,3-丙二醇与 HBr 发生取代反应生成 1,3-二溴丙烷, 1,3-二溴丙烷与 NaCN 发生取代反应生成  $\text{NC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CN}$ ,  $\text{NC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CN}$  水解并酸化生成戊二酸, 戊二酸分子内脱水生成 , 合成路线见答案。

(6) 化合物 C 的同分异构体满足: ①分子中只含一个环, 且为六元环; ② $^1\text{H-NMR}$  谱和 IR 谱检测表明: 分子中共有 2 种不

同化学环境的氢原子, 无氮氮键, 有乙酰基 ( $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-$ ), 除乙酰基外只有一种氢, 则六元环上的原子均不与氢相连, 该物质具有很高的对称性, 符合条件的结构简式有

