

01 南京市 2025 届高三学情调研

1 A 氮的固定是将游离态氮(即 N_2)转化为化合态氮的过程, A 正确。

2 B SiO_2 是 Si 原子与 O 原子通过共价键形成的共价晶体, A 错误; HF 分子间可形成 $F-H\cdots F$ 氢键, B 正确; F 元素的电负性比 Si 大, 故 F 元素为 -1 价, Si 元素为 +4 价, C

错误; 水为共价化合物, 其电子式为 $H:\ddot{O}:\ddot{H}$, D 错误。

3 C $N_2H_4\cdot H_2O$ 具有强还原性, 丙装置反应初期 NaClO 溶液过量, 会将生成的 $N_2H_4\cdot H_2O$ 氧化, 应将 NaClO 溶液逐滴滴入氨水中来制备 $N_2H_4\cdot H_2O$, C 错误。

4 D Ca^{2+} 和 K^+ 具有相同的核外电子排布, 且 Ca^{2+} 的核电荷数比 K^+ 大, 故 $r(Ca^{2+}) < r(K^+)$, A 错误; 金属性 $K > Ca$, 故碱性 $Ca(OH)_2 < KOH$, B 错误; 非金属性 $O > S$, 故热稳定性 $H_2S < H_2O$, C 错误; P 的 3p 轨道半充满, 较稳定, 故第一电离能 $I_1(P) > I_1(S)$, D 正确。

5 C 由题干信息可知, 酸性条件下铈电催化还原 CO_2 时, 生成 HCOOH 的选择性大于 CO, 即两种产物的生成速率 $v(CO) < v(HCOOH)$, C 错误。


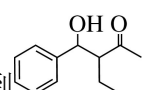
6 B 反应生成的 NO 属于大气污染物, B 错误。

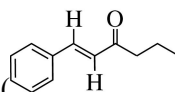
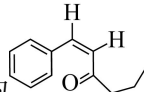
7 A 乙醇与乙酸发生酯化反应的规律是“酸脱羟基醇脱氢”, 则 ^{18}O 应出现在乙酸乙酯中, B 错误; 乙醛催化加氢反应中, H_2 在催化剂 Ni 表面吸附时, 吸附态的 H_2 比 $H_2(g)$ 的混乱度小, 则 $\Delta S < 0$, C 错误; SO_2 中心 S 原子价层电子对数 $= 2 + \frac{6-2\times 2}{2} = 3$, S 的杂化方

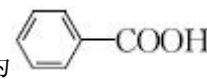
式为 sp^2 , SO_3 中心 S 原子价层电子对数 $= 3 + \frac{6-3\times 2}{2} = 3$, S 的杂化方式为 sp^2 , D 错误。

8 D 放电时, 负极反应式为 $Pb - 2e^- + SO_4^{2-} = PbSO_4$, 正极反应式为 $PbO_2 + 4H^+ + SO_4^{2-} + 2e^- = PbSO_4 + 2H_2O$, 无论是 Pb 还是 PbO_2 , 转化为 $PbSO_4$ 时质量均增大, A 正确; 放电时需消耗 H^+ , 故溶液的 pH 增大, B 正确; 充电时, Pb 极(阴极)的电极反应式为 $PbSO_4 + 2e^- = Pb + SO_4^{2-}$, H^+ 向 Pb 极移动, C 正确; 充电时, 每消耗 2 mol $PbSO_4$, 转移电子数为 $2 \times 6.02 \times 10^{23}$, D 错误。

9 B $X \rightarrow Y$ 的反应类型为加成反应, A 错误;  中的 α -H 与 X 中的醛基加成得

到 Y, 若  断开的是羰基右侧的 α -H, 则会得到 , B 正确; 题干中的 Z 为反

式结构() , 其顺式结构为 , C 错误; 银氨溶液可以检验出有醛基的 X,

但 Y、Z 中与苯环直接相连的 C 上均有 H 原子, 均可被酸性 $KMnO_4$ 溶液氧化为 , 从而使酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色, 不能鉴别 Y、Z, D 错误。

10 C S 在 O_2 中燃烧生成 SO_2 , A 错误; NO 和 H_2O 不反应, B 错误; 由侯氏制碱法可知, $NaCl + H_2O + NH_3 + CO_2 = NaHCO_3 \downarrow + NH_4Cl$, $2NaHCO_3 \xrightarrow{\Delta} Na_2CO_3 + H_2O + CO_2 \uparrow$,

C 正确；电解 MgCl_2 溶液得到的含镁物质是 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ，电解熔融 MgCl_2 得到的含镁物质是 Mg ，D 错误。

11 A 没有指明 CH_3COOH 溶液和盐酸的浓度相等，A 错误；1-溴丁烷发生消去反应生成的丁烯能使溴水褪色，B 正确；该原电池中，若铁电极作正极被保护，则不会生成 Fe^{2+} ，因此，在铁电极区域取少量溶液，向其中滴入 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液不会产生蓝色沉淀，D 正确。

12 C $K_{\text{h}_2}(\text{HC}_2\text{O}_4^-) = \frac{K_{\text{w}}}{K_{\text{a}_1}(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)} = \frac{10^{-14}}{5.6 \times 10^{-2}} < K_{\text{a}_2} = 1.5 \times 10^{-4}$ ，说明 HC_2O_4^- 的电离程度大于其水解程度，故 $c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) < c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$ ，A 正确；实验 1 无论加多少 NaOH 溶液，根据元素守恒均有 $c(\text{K}^+) = c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$ ，B 正确；实验 2 过滤后所得清液中， $c(\text{Ca}^{2+}) = \frac{0.2V - 0.1V}{2V} \text{ mol/L} = 0.05 \text{ mol/L}$ ，故 $c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) = \frac{K_{\text{sp}}(\text{CaC}_2\text{O}_4)}{c(\text{Ca}^{2+})} = \frac{2.3 \times 10^{-9}}{0.05} \text{ mol/L} = 4.6 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$ ，C 错误；实验 3 发生反应的化学方程式为 $4\text{KMnO}_4 + 10\text{KHC}_2\text{O}_4 + 11\text{H}_2\text{SO}_4 = 7\text{K}_2\text{SO}_4 + 4\text{MnSO}_4 + 20\text{CO}_2 \uparrow + 16\text{H}_2\text{O}$ ，则恰好完全反应时所得溶液中： $\frac{c(\text{K}^+)}{c(\text{Mn}^{2+})} \geq \frac{n(\text{K}^+)}{n(\text{Mn}^{2+})} = \frac{14}{4} = 3.5 > 2.5$ ，D 正确。

13 D HCl 流速为 0.10 mol/h 时，可视为反应达到平衡，升高温度， HCl 的平衡转化率降低，故 $\Delta H < 0$ ，A 错误；催化剂不影响平衡时 HCl 的转化率，B 错误；当 HCl 流速高于 0.12 mol/h 时，反应物分子来不及在催化剂表面吸附、反应，故反应速率可能减慢，C 错误；当 360°C 、 HCl 流速为 0.19 mol/h 时， HCl 的转化率为 60% ， $\frac{n(\text{Cl}_2)}{2} = \frac{1}{2} \frac{n(\text{HCl})}{2} = \frac{1}{2} \times 0.19 \text{ mol/h} \times 1 \text{ h} \times 60\% = 0.057 \text{ mol}$ ，因此 $m(\text{Cl}_2) = 0.057 \text{ mol} \times 71 \text{ g/mol} = 4.047 \text{ g}$ ，D 正确。

14 (除特殊标注外，每空 2 分)

(1) ①在空气流中灼烧 ② $2\text{CeO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{H}^+ = 2\text{Ce}^{3+} + \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$

(2) ① $< (1 \text{ 分})$ ② $c(\text{H}^+)$ 减小，萃取正向进行程度增大，萃取率上升；当 $\text{pH} > 3$ ，部分 La^{3+} 水解生成不能被萃取的 $\text{La}(\text{OH})_3$ ，萃取率下降 (3 分)

$$\textcircled{3} \text{ 一次萃取率} = \frac{8 \times 25 \text{ mL}}{8 \times 25 \text{ mL} + 1 \times 100 \text{ mL}} \times 100\% = 66.7\% \left[\text{或} \frac{2}{3} \right]$$

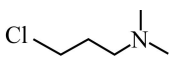
$$\text{总萃取率} = 66.7\% + (1 - 66.7\%) \times 66.7\% = 88.9\% \left[\text{或} \frac{8}{9} \right] (3 \text{ 分})$$

(3) ① CO_2 、 CO ② $1:1$

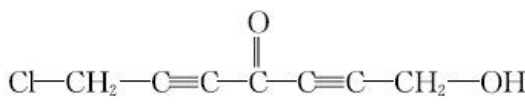
解析：(1) ①在空气流中焙烧，碳可转化为 CO_2 或 CO 而被除去。②先写出 $\text{CeO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow \text{Ce}^{3+} + \text{O}_2$ ，根据得失电子守恒写出 $2\text{CeO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{Ce}^{3+} + \text{O}_2$ ，根据电荷守恒写出 $2\text{CeO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{H}^+ \longrightarrow 2\text{Ce}^{3+} + \text{O}_2$ ，最后根据原子守恒写出正确答案。(2) ①烷基 ($-\text{R}$) 是推电子基团，导致 $-\text{OH}$ 上的氢原子难以解离出 H^+ ，酸性会降低，即 $K_{\text{a}} < K_{\text{a}_1}(\text{H}_3\text{PO}_4)$ 。② pH 增大， $c(\text{H}^+)$ 减小，萃取平衡正向移动，La 元素萃取率上升； pH 过大， $c(\text{OH}^-)$ 增大， La^{3+} 结合 OH^- 生成 $\text{La}(\text{OH})_3$ 沉淀。(3) ① $\text{La}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3 \longrightarrow \text{La}_2\text{O}_3 + \text{C}_6\text{O}_9$ ，La 元素的化合价没变， C_6O_9 分解产物中 C 元素的稳定化合价只能为 $+2$ 、 $+4$ ，即 CO_2 、 CO 。② CeO_{2-x} 中 Ce 原子是 4 个，O 原子是 7 个，设 $\text{Ce}(\text{III})$ 与 $\text{Ce}(\text{IV})$ 的数目分别是 x 、 y ，则 $x + y = 4$ 、 $3x + 4y = 7 \times 2 = 14$ ，解

得 $x=y=2$ ，即 CeO_{2-x} 中 Ce(III) 与 Ce(IV) 的数目之比为 1:1。

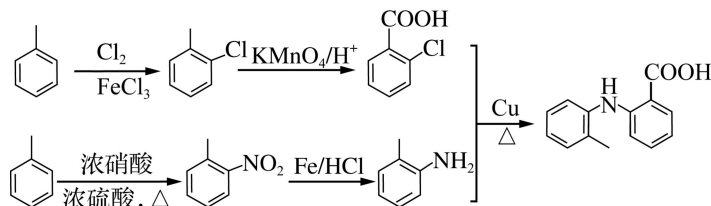
15 (除特殊标注外，每空 2 分)

(1) 羧基(1 分) (2) HI (3) 

(4) 增强物质的水溶性和稳定性

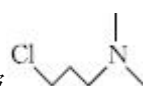
(5)  (3 分)

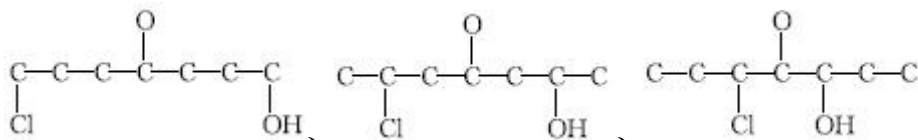
(6)



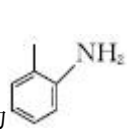
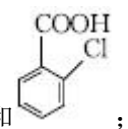
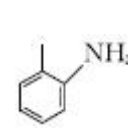
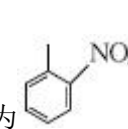
(5 分)

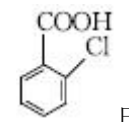
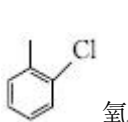
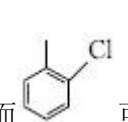
解析：(2) $\text{C} + \text{S} + \text{I}_2 \rightarrow \text{D} + \text{无机物}$ ，C 比 D 多 2 个 H、少 1 个 S，根据原子守恒，该反

应还生成 HI。(3) D 中 N 原子上 H 原子被  去掉 Cl 的部分取代，再结合 E 的分子式推出其结构简式。(4) G 属于铵盐，水溶性与稳定性均优于 F，故通常将 F 转化为 G 保存和使用。(5) 由“碱性条件下水解只生成一种有机产物”知该物质不是酯，应该指的是卤代烃水解；考虑到“该产物只有 2 种不同化学环境的氢原子”且因 $-\text{Cl}$ 水解生成 $-\text{OH}$ ，故分子中存在一个与 $-\text{Cl}$ 处于对称位置的 $-\text{OH}$ ；另一个 O 位于碳链的中间位置，即先写出



；再结合不饱和度为 5 及对称分布，最终得到答案。(6) 目标产物结构与 B 物质相似，根据 $\text{A} \rightarrow \text{B}$ 进行逆

推，中间体为  和 ；根据已知， 的上一中间体为 ，可通

过甲苯硝化制得； 由  氧化制得，而  可由甲苯氯化制得，具体合成路线流程图见答案。

16 (除特殊标注外，每空 2 分)

(1) ①A(1 分) ②助燃，有利于海带充分燃烧

(2) ①NaClO 将 I^- 进一步氧化成 IO_3^-

② $2\text{NO}_2^- + 2\text{I}^- + 4\text{H}^+ = \text{I}_2 + 2\text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ③倒入分液漏斗中，加入适量 CCl_4 多次萃取

分液，至取少量最后一次水层滴加淀粉溶液不变蓝。打开通风设备，取少量水层于试管中，向其中加入稀硫酸，再滴加淀粉溶液和 NaNO_2 溶液，振荡，若溶液不变蓝，则 I^- 已完全被氧化(5 分)

(3) 增大 NaOH 溶液的浓度、充分振荡、增大硫酸的浓度(3 分)

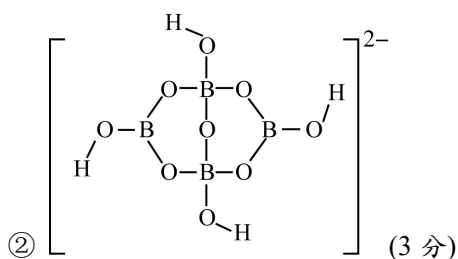
解析：(2) ① NaClO 具有强氧化性，可将 I^- 进一步氧化为 IO_3^- 。②根据题意写出 $\text{NO}_2 + \text{I}^- + \text{H}^+ \longrightarrow \text{NO} + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ，然后配平。③先通过 CCl_4 除去溶液中的 I_2 ，然后将溶液中可能存在的 I^- 通过 NaNO_2 溶液与稀硫酸氧化为 I_2 ，再利用淀粉溶液判断是否有 I_2 生成。注意通风设备的使用。

17 (除特殊标注外，每空 2 分)

(1) ① $\text{NaBH}_4 + 4\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Na}[\text{B}(\text{OH})_4] + 4\text{H}_2 \uparrow$ ②溶液初始 pH 增大，水电离的 H^+ 浓度减小，生成 H_2 的速率减慢

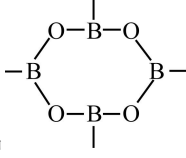
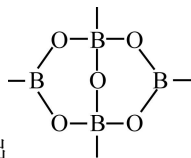
(2) ①Mg、H、Cl ②11.2 L

(3) ①Mg 和结晶水反应产生 H_2 ， H_2 与 Mg 反应生成 MgH_2 ，进而生成 NaBH_4 (或 $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 中的氢被 Mg 还原为 H^- 并形成 NaBH_4)(3 分)



$[\text{BH}_3(\text{OH})]^-$ 、 H_2BOH

解析：(1) ①根据题意先写出 $\text{NaBH}_4 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Na}[\text{B}(\text{OH})_4] + \text{H}_2$ ，然后配平即可。② BH_4^- 中 H 带部分负电荷，与 H^+ 反应生成 H_2 ；溶液 pH 增大， $c(\text{H}^+)$ 减小， BH_4^- 与 H^+ 反应生成 H_2 的速率减小。(2) ①观察再生过程中 $\text{MgCl}_2 \longrightarrow \text{Mg}$ 、 $\text{Mg} + \text{H}_2 \longrightarrow \text{MgH}_2$ 、 $\text{MgO} + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{MgCl}_2 + \text{O}_2$ ，可见 Mg、H、Cl 元素的化合价降低。②已知 $\text{Mg} + \text{H}_2 \longrightarrow \text{MgH}_2$ ，由得失电子守恒可知， $4\text{H}_2 \sim 4\text{MgH}_2 \sim 8\text{e}^- \sim 2\text{O}_2$ ，每消耗 1 mol MgH_2 ，理论上可生成标准状况下 O_2 的物质的量为 0.5 mol，体积约为 11.2 L。(3) ②根据 $[\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4]^{2-}$ 则是“以八元环为主体的环状结构阴离子”，

先画出 ，再根据“由两个硼氧四面体与两个硼氧平面三角形共用氧原子而构成”，画出 ，再将 4 个 $-\text{OH}$ 分别连接在 4 个 B 原子上即可。

02 苏州市 2025 届高三期初阳光调研测试

1 B 石墨烯属于碳的单质，为无机非金属材料，B 正确。

2 C CO_2 中 C 原子的杂化类型为 sp ，为直线形分子，A 正确； Na^+ 与 ClO^- 之间的强烈相互作用为离子键，属于离子化合物，B 正确； H_2O 为共价化合物，电子式为 $\text{H}:\ddot{\text{O}}:\text{H}$ ，C 错误；Cl 的核电荷数为 17，最外层有 7 个电子，D 正确。

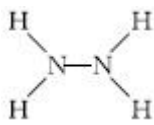
3 B H_2SO_4 与 CaCO_3 反应生成微溶性的 CaSO_4 ，会阻碍 H_2SO_4 进一步与 CaCO_3 接触，A 错误； NH_3 的溶解度较大，故应先将 NH_3 通入 NaCl 溶液中，等溶液呈碱性后再通入 CO_2 ，这样可以吸收更多 CO_2 ，便于得到更多的 NaHCO_3 晶体，C 错误； NaHCO_3 应在坩埚中加热分解得 Na_2CO_3 ，D 错误。

Plus 易错提醒

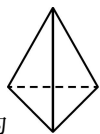
蒸发皿和坩埚的主要区别

坩埚附有坩埚盖，蒸发皿没有盖；坩埚上端没有流淌液体用的豁口，而蒸发皿有。坩埚可以加热不含水的物质，比如熔化非腐蚀性盐类、灼烧沉淀、炭化或灰化某些复杂试样等；蒸发皿一般用于蒸发溶液。

4 C S 有 3 个电子层，而 O、N 只有 2 个电子层，由于电子云的扩展效应大于核电荷的压缩效应，故 S 的半径比 O、N 大，A 错误； H_2O 和 NH_3 均存在分子间氢键，故沸点都比 H_2S 高，B 错误；N 的 2p 轨道中的电子为半满的稳定状态，其第一电离能比相邻元素 O 的大，O 与 S 位于同一主族，O 的半径小于 S，O 比 S 更难失去电子，故 O 的第一电离能大于 S，C 正确；O 的非金属性强于 N，则电负性 $\text{O} > \text{N}$ ，D 错误。



5 A N_2H_4 的结构式为 $\text{H}-\text{N}-\text{N}-\text{H}$ ，其中 N 与 N 之间为非极性键，N 与 H 之间为极性键，A 正确； NH_3 的键角为 $107^\circ 18'$ ， P_4 为正四面体结构，键角为 60° ，B 错误；白磷的结构



为 P_4 ，1 mol 白磷含有 6 mol P—P，C 错误；As 基态原子核外电子排布式为 $[\text{Ar}]3\text{d}^{10}4\text{s}^24\text{p}^3$ ，D 错误。

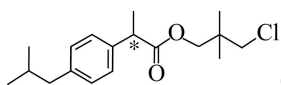
6 A NO_2 制 HNO_3 的化学方程式为 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ ，B 错误；燃烧热的热化学方程式中 H_2O 应该为液态，C 错误；铅酸蓄电池放电时，负极失去电子发生氧化反应，电极反应式为 $\text{Pb} - 2\text{e}^- + \text{SO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{PbSO}_4$ ，D 错误。

7 C NH_3 易被氧化，可生成 HNO_3 ，A 错误；肼可以燃烧，可用作火箭的燃料，B 错误；三氧化二锑呈白色，故可用作白色颜料，C 正确；铅锑合金可失去电子，故可作电池的负极材料，D 错误。

8 D Zn 失去电子，作负极，A 错误；原电池中，阳离子移向正极，B 错误； MnO_2 作氧

化剂, 发生还原反应, **C 错误**; 温度较低时, 反应速率较慢, 不利于电池的放电, **D 正确**。

9 **A** 连接 4 个不同原子或原子团的碳原子是手性碳原子, 如图:



(标“*”碳原子为手性碳原子), **A 正确**; X 中酯基和—Cl 水解均要消耗

NaOH, 1 mol X 最多能与 2 mol NaOH 反应, **B 错误**; 布洛芬中与苯环直接相连的碳原子上有 H 原子, 可以使酸性 KMnO_4 溶液褪色, **C 错误**; 布洛芬分子中存在连接 3 个 C 的饱和碳原子, 故所有碳原子不可能共平面, **D 错误**。

10 **C** 该反应中, 气体的物质的量减小, 熵减小, 故 $\Delta S < 0$, **A 错误**; 分母中漏写 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的浓度, **B 错误**; CH_3CHO 中 C 元素为 -1 价, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 中 C 元素为 -2 价, CH_3COOH 中 C 元素为 0 价, 根据题给反应可知, 反应的 2 mol CH_3CHO 中, 1 mol 转化为 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, 1 mol 转化为 CH_3COOH , 共转移 2 mol e^- , 若消耗 1 mol CH_3CHO , 则转移 1 mol e^- , **D 错误**。

11 **D** 淀粉水解之后没有调节水解液至碱性, 故加入新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$, 加热, 不能检测到醛基, **A 错误**; 没有指明 NaCl 和 NaI 的起始浓度相等, **B 错误**; 比较非金属性, 应该比较元素的最高价氧化物对应的水化物的酸性, 而不是氢化物的酸性, **C 错误**; Fe^{2+} 遇 KSCN 溶液无明显现象, 滴加氯水将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} 后, 可见到溶液变为红色, 此时 Fe^{2+} 表现还原性, **D 正确**。

12 **D** Na_2S 溶液中, 电荷守恒式为 $c(\text{H}^+) + c(\text{Na}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{HS}^-) + 2c(\text{S}^{2-})$, 元素守恒式为 $c(\text{Na}^+) = 2c(\text{H}_2\text{S}) + 2c(\text{HS}^-) + 2c(\text{S}^{2-})$, 由两式消去 $c(\text{Na}^+)$, 得到质子守恒式 $c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+) + c(\text{HS}^-) + 2c(\text{H}_2\text{S})$, **A 错误**; S^{2-} 分步水解且以第一步为主, $\text{S}^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HS}^- + \text{OH}^-$, $K_{\text{h}} = \frac{c(\text{HS}^-) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{S}^{2-})} = \frac{c(\text{HS}^-) \cdot c(\text{OH}^-) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{S}^{2-}) \cdot c(\text{H}^+)} = \frac{K_{\text{w}}}{K_{\text{a}2}} = \frac{1 \times 10^{-14}}{10^{-12.90}} = 10^{-1.1}$, 0.01 mol/L Na_2S 溶液中 $c(\text{HS}^-)$

$< 0.01 \text{ mol/L}$, 则 $\frac{c(\text{OH}^-)}{c(\text{S}^{2-})} = \frac{10^{-1.1}}{c(\text{HS}^-)} \geq 10^{0.9} > 1$, 则 $c(\text{OH}^-) > c(\text{S}^{2-})$, **B 错误**; $K = \frac{c(\text{Fe}^{2+})}{c(\text{Cd}^{2+})} = \frac{c(\text{Fe}^{2+}) \cdot c(\text{S}^{2-})}{c(\text{Cd}^{2+}) \cdot c(\text{S}^{2-})} = \frac{K_{\text{sp}}(\text{FeS})}{K_{\text{sp}}(\text{CdS})} = \frac{10^{-17.20}}{10^{-26.10}} = 10^{8.9}$, 当 $Q = \frac{c(\text{Fe}^{2+})}{c(\text{Cd}^{2+})} < K$ 时, 反应正向进行, 即 $\frac{c(\text{Fe}^{2+})}{c(\text{Cd}^{2+})} < 10^{8.9}$, **C 错误**; 含 Cd^{2+} 水样中加入足量 FeS 浸泡, 一段时间后, 在上层清液中 Cd^{2+}

与 S^{2-} 达到沉淀溶解平衡, 则上层清液中存在 $K_{\text{sp}}(\text{CdS}) = c(\text{Cd}^{2+}) \cdot c(\text{S}^{2-})$, 即 $c(\text{Cd}^{2+}) = \frac{K_{\text{sp}}(\text{CdS})}{c(\text{S}^{2-})}$,

D 正确。

Plus 易错提醒

这题得分率较低, 多数学生会误选 B。原因是大部分物质, 水解均是微弱的, 所以认为 S^{2-} 的浓度大于 OH^- , 实际上 S^{2-} 的水解程度较大, 由上面的计算结果可知, $c(\text{OH}^-) > c(\text{S}^{2-})$ 。

13 **D** 反应 I 中, CH_4 和 CO_2 的转化量相等, 但是反应 II 中还存在 CO_2 的转化, 若起始时, $n(\text{CH}_4) = n(\text{CO}_2)$, 则反应后, CO_2 转化率一定高于 CH_4 , **A 正确**; 使用高效催化剂可以加快反应速率, 从而提高单位时间内氢气的产量, **B 正确**; 由反应 I 知, 产物中 $n(\text{H}_2) : n(\text{CO})$

$=1:1$ ，当发生反应Ⅱ时，消耗 H_2 ，同时生成 CO ，故 $n(H_2):n(CO)<1:1$ ，C 正确；由图可知， $550\sim 650\text{ }^\circ\text{C}$ ， $n(H_2):n(CO)$ 略增大，故升温有利于反应Ⅰ为进行，若有利于反应Ⅱ进行，则 CO 增大幅度比 H_2 多， $n(H_2):n(CO)$ 会下降，D 错误。

14 (除特殊标注外，每空 2 分)

(1) 范德华力(或分子间作用力)(1 分)

(2) $3Na_2MoO_4 + 10CS(NH_2)_2 + 10H_2O = 3MoS_2 \downarrow + SO_2 \uparrow + 3Na_2S + 10CO_2 \uparrow + 20NH_3 \uparrow$ (3 分)

(3) 反应产生大量气体可增加反应釜内气压，有利于 MoS_2 结晶

(4) MoO_3

设 $(NH_4)_2MoS_4$ 的物质的量为 1 mol， $m[(NH_4)_2MoS_4]=260\text{ g}$ ，则 $m(Mo)=96\text{ g}$ (1 分)

$500\text{ }^\circ\text{C}$ 得到的一种氧化物质量为 144 g，则 $n(O)=\frac{(144-96)\text{ g}}{16\text{ g/mol}}=3\text{ mol}$ (1 分)

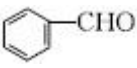
则该氧化物化学式为 MoO_3 (1 分)(共 3 分)

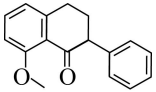
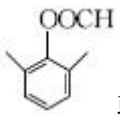
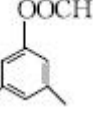
(5) 纳米花状 纳米花状 MoS_2 有更大的表面积，反应速率更快

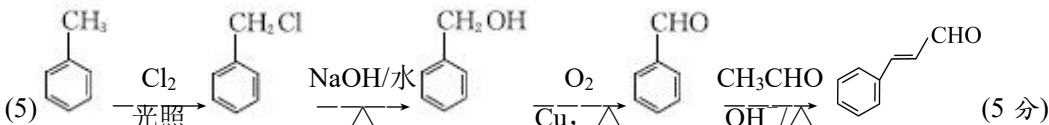
(6) MoS_2 长时间暴露在空气中，被氧气氧化失效

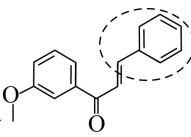
解析：(3) 由题中已知信息知，反应釜内气压越大，越有利于纳米 MoS_2 结晶。使用硫脲时产生的气体较多，会使得反应釜内气压增大，有利于 MoS_2 结晶。(4) 设 $(NH_4)_2MoS_4$ 为 1 mol，质量为 260 g，由热重曲线图知，没有分解时，曲线起点对应 $\frac{260}{260}$ ，设生成的 Mo 的氧化物的化学式为 MoO_x ，加热前后 Mo 的质量不会减少，所以氧化物中 Mo 为 1 mol， MoO_x 也为 1 mol，则有 $96+16x=144$ ，得 $x=3$ ，则化学式为 MoO_3 。(5) 由图乙知，纳米花状晶体对应的响应值最大，所以对 NH_3 的气敏性最好。原因是花状比球状和片状的接触面积大，与 NH_3 反应速率更快，从而迅速与 NH_3 作出响应，对应的响应值最大。(6) MoS_2 传感器放置时间长， S^{2-} 会被氧化，造成 MoS_2 传感器失效。

15 (除特殊标注外，每空 2 分)

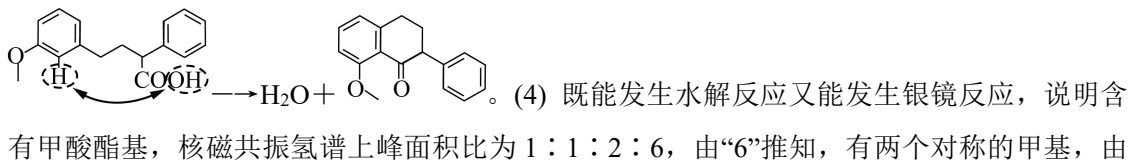
(1) 羟基、(酮)羰基 (2) 

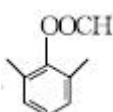
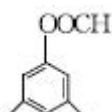
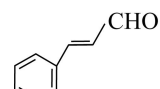
(3) 还原反应  (4)  或 

(5)  (5 分)

解析：(2) 对比 B、C 的结构和反应条件，结合已知②，C() 中虚线部分即为 M 的碳骨架。(3) 对比 D、F 的结构简式，转变过程有两步，一是 $-CN$ 水解成 $-COOH$ ，

另一过程是 $\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C—}$ 被还原为 $\text{—CH}_2\text{—}$ ， $\text{D} \rightarrow \text{E}$ 的反应类型是水解， $\text{E} \rightarrow \text{F}$ 的反应类型是还原。 $\text{F} \rightarrow \text{G}$ 的反应机理为羧基中的羟基与醚键对位上的 H 结合成 H_2O ，生成 G 中的六元环，一般苯环上的基团活化对位上的 H 时，邻位上的 H 也会被活化，即还能发生：



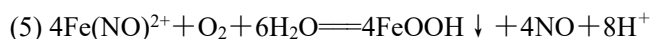
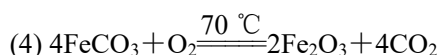
对称性原则，写出 B 的同分异构体为  或 。(5)  与已知②产物的

结构很相似，故需要中间体 CH_3CHO 和 ，由甲苯合成 ，可由甲苯中甲基先与卤素单质通过光照生成 ，卤素原子再水解生成 ，然后再催化氧化生成 。

16 (除特殊标注外，每空 2 分)

(1) ① $\text{TiO}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{TiO}_3 \downarrow + 2\text{H}^+$ ②调节溶液 pH，促进 TiO^{2+} 水解生成 H_2TiO_3 除去
(2) $10^{-2.5}$

(3) 在搅拌下向饱和 FeSO_4 精制液加入 NH_4HCO_3 溶液，控制溶液 pH 不大于 6.5，待不再产生气体；静置后过滤，所得沉淀用蒸馏水洗涤 2~3 次；取最后一次洗涤后的滤液，滴加盐酸酸化的 BaCl_2 溶液，不出现白色沉淀(4 分)



(6) 温度升高，催化剂 NO_x 的溶解度减小而逸出，反应速率减慢

解析：(1) ①已知 TiO^{2+} 水解生成 H_2TiO_3 沉淀， $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$ ， TiO^{2+} 结合 2 个 OH^- ，同时释放出 2 个 H^+ 。②Fe 与 H^+ 反应，可以促进 $\text{TiO}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{TiO}_3 \downarrow + 2\text{H}^+$ 正向进行程度增大。(2) K_{sp} 较大的物质，需要的 F^- 多，故选用 $K_{\text{sp}}(\text{CaF}_2)$ 计算， $c(\text{F}^-) = \sqrt{\frac{K_{\text{sp}}(\text{CaF}_2)}{c(\text{Ca}^{2+})}} =$

$$\sqrt{\frac{1 \times 10^{-10}}{10^{-5}}} \text{ mol/L} = 10^{-2.5} \text{ mol/L}。(3) \text{ 反应原理为 } \text{FeSO}_4 + 2\text{NH}_4\text{HCO}_3 \rightleftharpoons \text{FeCO}_3 \downarrow + \text{CO}_2 \uparrow +$$

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ ， FeSO_4 水解使溶液显酸性，反应中要控制溶液的 $\text{pH} < 6.5$ ，以免生成 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ，所以应将 NH_4HCO_3 溶液加入 FeSO_4 溶液中反应。通过观察无气体产生判断反应已完成。产生的 FeCO_3 沉淀表面附有 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ，故需要用蒸馏水洗涤，通过盐酸酸化的 BaCl_2 溶液来判断沉淀是否洗干净。(4) O_2 将 FeCO_3 氧化为铁红(Fe_2O_3)。Fe 元素由 +2 价升至 +3 价，O 元素由 0 价降为 -2 价，根据 Fe、O 得失电子守恒配平反应，同时有 CO_2 生成。(5) 第一步反应的产物 $\text{Fe}(\text{NO})^{2+}$ 作为第二步反应的反应物，生成铁黄(FeOOH)，NO 作催化剂，参加第一

步反应，同时在第二步反应中又重新生成， O_2 作氧化剂，根据Fe、O得失电子守恒配平反应，在 H_2SO_4 介质中，故用 H^+ 平衡电荷，反应物用 H_2O 平衡H、O原子。(6)在低温下， NO_x 在水中有一定的溶解量，但是当温度高于 $40\text{ }^\circ\text{C}$ 时，图中铁黄产率迅速下降，原因是催化剂在水溶液中的溶解度减小，从而导致 NO_x 从水中逸出，故后继生成铁黄的产率下降。

17 (除特殊标注外，每空2分)

(1) $CO_2 + 6HCO_3^- + 6e^- = CH_3OH + 6CO_3^{2-} + H_2O$ (或 $7CO_2 + 5H_2O + 6e^- = CH_3OH + 6HCO_3^-$) (3分)

(2) ①反应I的 $\Delta H < 0$ ，反应II的 $\Delta H > 0$ ，温度升高使 CO_2 转化为CO的平衡转化率上升(1分)，使 CO_2 转化为 CH_3OH 的平衡转化率下降(1分)，且下降幅度超过上升幅度(1分)(共3分) ②增大压强、使用对反应I催化活性更高的催化剂 ③0.0612

(3) ①反应产生的甲酸腐蚀催化剂，使催化剂活性降低 ② H_2 吸附于 CeO_2 后发生异裂(1分)，带部分正电荷的H与催化剂表面O结合(1分)，带部分负电荷的H与表面Ce(IV)结合(1分)(共3分)

解析：(1) CO_2 转化为 CH_3OH ，C元素由+4价降为-2价，1 mol CO_2 得6 mol e^- 生成1 mol CH_3OH ，若由 HCO_3^- 提供H元素，则需用6 mol HCO_3^- 平衡电荷；若用 H_2O 提供 H^+ ，且考虑 CO_2 与 OH^- 不能大量共存，则产物中含有 HCO_3^- ，由电荷守恒知， HCO_3^- 的系数为6，则参加反应的 CO_2 的系数为7，再根据H、O守恒确定反应物中 H_2O 的系数为5。(2) ①反应I为放热反应，升高温度不利于反应正向进行， CO_2 的转化率下降，反应II为吸热反应，升高温度有利于反应正向进行， CO_2 的转化率上升，但 CO_2 转化率下降的幅度超过上升幅度，所以 CO_2 平衡转化率随温度上升而下降。②提高 CH_3OH 的选择性，即是有利于反应I正向进行的条件，如加压；催化剂可以改变反应的选择性，所以可以使用对反应I催化活性更高的催化剂。③ $244\text{ }^\circ\text{C}$ 下，达到平衡时， CO_2 的转化率为10.5%， CH_3OH 的选择性为58.3%。

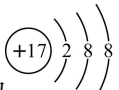
CH_3OH 选择性 = $\frac{n(\text{生成 } CH_3OH)}{n(\text{消耗 } CO_2)} \times 100\%$ ，投入1 mol CO_2 ，消耗0.105 mol CO_2 ， $n(\text{生成 } CH_3OH) = CH_3OH$ 选择性 $\times n(\text{消耗 } CO_2) = 58.3\% \times 0.105 \text{ mol} \approx 0.0612 \text{ mol}$ 。

(3) ①由题中信息知，生成甲醇的同时有甲酸生成，当循环多次后，甲酸的生成量较大，与催化剂CoC中的金属Co反应，使得催化剂失活，甲醇的产量会减小。②步骤①中 H_2 吸附在 $Ce-O$ 上，O的电负性大于Ce，故O带负电，Ce带正电，与O相结合的H带正电荷，与Ce相连的H带负电荷，步骤②中 H_2 异裂， $H-H$ 断开，分别形成 $Ce-H$ 和 $O-H$ 。

03 盐城市、南京市 2025 届高三期末调研测试

1 **A** 火力发电使用的煤属于不可再生资源,发展火力发电会造成资源浪费,火力发电能量损失大、燃料利用率低,燃烧过程中会产生有害气体(如 CO 、 SO_2 、 NO_x 等),污染环境,故不应提倡大力发展火力发电。故选 **A**。

2 **B** H_2O 的空间结构为 V 形,为极性分子, **A 错误**; $1 \text{ mol } [\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ 中有 $6 \text{ mol } \text{H}_2\text{O}$ 作配体,与 Co^{2+} 形成 6 mol 配位键(即共价键), $1 \text{ mol } \text{H}_2\text{O}$ 含 2 mol 共价键, $1 \text{ mol } [\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ 含 18 mol 共价键, **B 正确**; Co 为 27 号元素,则基态 Co 的电子排布式为 $[\text{Ar}]3\text{d}^74\text{s}^2$, 价电子

排布式为 $3\text{d}^74\text{s}^2$, **C 错误**; Cl^- 的结构示意图为 , **D 错误**。

Plus 规律总结

21~30 号元素价电子排布规律

规律:一般,该元素是“20+几”号元素,其 3d 轨道上就排几个电子。特例(Cr 、 Cu):因半满(3d^5)或全满(3d^{10})的稳定性, 4s 仅保留 1 个电子。具体价电子排布及特例如下:

$\text{Sc}(21): 3\text{d}^14\text{s}^2$

$\text{Fe}(26): 3\text{d}^64\text{s}^2$

$\text{Ti}(22): 3\text{d}^24\text{s}^2$

$\text{Co}(27): 3\text{d}^74\text{s}^2$

$\text{V}(23): 3\text{d}^34\text{s}^2$

$\text{Ni}(28): 3\text{d}^84\text{s}^2$

$\text{Cr}(24): 3\text{d}^54\text{s}^1$ (特例,半满)

$\text{Cu}(29): 3\text{d}^{10}4\text{s}^1$ (特例,全满)

$\text{Mn}(25): 3\text{d}^54\text{s}^2$

$\text{Zn}(30): 3\text{d}^{10}4\text{s}^2$

3 **C** 测量浸出液 pH 的正确操作:用干燥洁净的玻璃棒蘸取浸出液,点到放在表面皿上的 pH 试纸上,待试纸颜色不再变化,再与标准比色卡比较,读取 pH 。不能用镊子将 pH 试纸伸入溶液里,否则会污染试剂, **C 错误**。

4 **A** 同一主族元素中,随着核电荷数增大,第一电离能减小,故 $I_1(\text{K}) < I_1(\text{Na})$, **A 正确**;同一周期元素中,随着核电荷数增大,电负性增大,故电负性 $\chi(\text{Cl}) > \chi(\text{Na})$, **B 错误**;电子层结构相同的离子,核电荷数越大,离子半径越小,半径 $r(\text{F}^-) > r(\text{Na}^+)$,同主族元素从上到下,离子半径增大,半径 $r(\text{Cl}^-) > r(\text{F}^-)$,故半径 $r(\text{Cl}^-) > r(\text{Na}^+)$, **C 错误**;金属性 $\text{K} > \text{Na}$,故碱性 $\text{KOH} > \text{NaOH}$, **D 错误**。

5 **D** 使用催化剂降低反应的活化能, **D 错误**。

6 **C** S 的氧化性较弱,所以单质 S 与 Cu 反应生成 Cu_2S , **A 错误**; SO_2 通入过量氨水生成 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$, **B 错误**; CuSO_4 溶液吸收 H_2S 生成 CuS 沉淀和 H_2SO_4 , **C 正确**; H_2SO_3 是弱酸, HSO_3^- 在离子方程式中不可拆, **D 错误**。

7 **B** 自然界硫元素在转化中既有被氧化(如 $\text{SO}_3^{2-} \rightarrow \text{SO}_4^{2-}$),也有被还原(如 $\text{SO}_2 \rightarrow \text{S}$), **A 错误**; SO_3 中 S 原子上的 σ 键电子对数为 3,孤电子对数 $= (6 + 2 - 3 \times 2) \times \frac{1}{2} = 1$,故价层电子对数为 4,采取 sp^3 杂化, **B 正确**; H_2S 的结构式为 $\text{H}-\text{S}-\text{H}$,当 H_2S 被氧化为 S 时, H_2S 断

裂 σ 键, **C 错误**; S^{2-} 位于晶胞的顶点和面心, 利用均摊法, 在 ZnS 晶胞中, S^{2-} 个数 $=8\times\frac{1}{8}+6\times\frac{1}{2}=4$, **D 错误**。

8 A 晶体硅导电性介于导体和绝缘体之间, 故可用作半导体材料, 与熔点高无关, **B 错误**; $NaHCO_3$ 能与胃酸(HCl)反应, 且 $NaHCO_3$ 呈弱碱性, 故可用于制胃酸中和剂, 与受热易分解无关, **C 错误**; 液氨汽化时吸收大量热, 故可用作制冷剂, 与易溶于水无关, **D 错误**。

9 B 由苯中 12 个原子共平面及单键可以旋转知, X 分子中共平面的原子一定超过 12 个, **A 错误**; X 分子含有羧基, Y 分子不含羧基, X 和 $NaHCO_3$ 反应生成 CO_2 而 Y 与 $NaHCO_3$ 不反应, 故可用 $NaHCO_3$ 溶液鉴别 X 、 Y , **B 正确**; Z 分子中, 碳碳双键两端均连接不同基团或原子, 存在顺反异构体, **C 错误**; 1 mol Z 中苯环能与 6 mol H_2 加成、碳碳双键能与 1 mol H_2 加成, 最多能与 7 mol H_2 发生加成反应, **D 错误**。

10 D 工业上用石灰乳吸收 Cl_2 制备漂白粉, 而不是澄清石灰水, **A 错误**; NH_3 催化氧化生成 NO , **B 错误**; SO_2 与水反应生成 H_2SO_3 , **C 错误**。

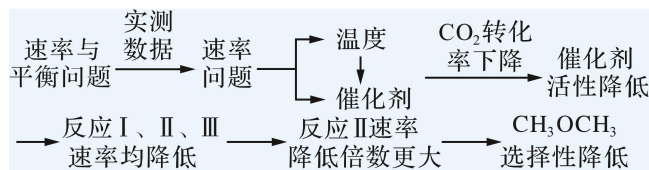
11 B 乙醇和水都能与钠反应生成 H_2 , 不能说明乙醇中含有水, **A 错误**; 溴水将 KI 氧化为 I_2 , I_2 使淀粉溶液变蓝, 能说明氧化性 $Br_2>I_2$, **B 正确**; 若淀粉部分水解时, 冷却后加 $NaOH$ 溶液至中性, 再滴加少量碘水, 溶液也会变蓝, 不能说明淀粉未水解, **C 错误**; 用 pH 计测量醋酸、盐酸的 pH , 比较溶液 pH 大小, 需在相同条件下对比, 如室温下, 测量等浓度的醋酸、盐酸的 pH , **D 错误**。

12 D 实验 1 中, $Na_2C_2O_4$ 溶液与酸性 $KMnO_4$ 溶液发生氧化还原反应, 证明 $Na_2C_2O_4$ 具有还原性, 不是漂白性, **A 错误**; 实验 2 中, 溶液 pH 为 5.50, 说明 $NaHC_2O_4$ 溶液中 $HC_2O_4^-$ 的电离程度大于水解程度, 故溶液中存在 $c(Na^+)>c(C_2O_4^{2-})>c(H_2C_2O_4)$, **B 错误**; 实验 3 中有沉淀生成, 故 $Q(CaC_2O_4)>K_{sp}(CaC_2O_4)$, 即 $c(Ca^{2+})\cdot c(C_2O_4^{2-})=0.005\times 0.005=2.5\times 10^{-5}>K_{sp}(CaC_2O_4)$, **C 错误**; 根据元素守恒, 等浓度的 $NaHC_2O_4$ 、 $Na_2C_2O_4$ 混合溶液中存在: $2c(Na^+)=3[c(HC_2O_4^-)+c(C_2O_4^{2-})+c(H_2C_2O_4)]$, **D 正确**。

13 C 催化剂不影响平衡产率, **A 错误**; $n(H_2O)=n(CH_3OH)+3n(CH_3OCH_3)+n(CO)=n_{转化}(CO_2)+n(CH_3OCH_3)$, 由图可知, $260\sim 280\text{ }^\circ\text{C}$ 时, $n_{转化}(CO_2)$ 下降, $64\%\times 30\%>47.5\%\times 25\%$, 即 $n(CH_3OCH_3)$ 也下降, 故生成 H_2O 的量减少, **B 错误**; 由图可知, $260\text{ }^\circ\text{C}$ 时 CO_2 转化率为 30%, CH_3OCH_3 的选择性为 64%, 则生成 CH_3OCH_3 的物质的量 $=1\text{ mol}\times 30\%\times 64\%\times \frac{1}{2}=0.096\text{ mol}$, **C 正确**; 由图可知, 温度高于 $260\text{ }^\circ\text{C}$ 时, CH_3OCH_3 的选择性由 64%下降到 47.5%, CH_3OH 的选择性由 15%上升到 30%, 则 CO 的选择性由 21%上升到 22.5%, CO 的选择性升高幅度不大, 反应 I、II 是连续反应, 故 CH_3OCH_3 的选择性降低主要是因为反应 II 正向进行程度减小, **D 错误**。

Plus 思路分析

曲线变化解释类问题的解题思路(以本题 D 项为例)



14 (除特殊标注外, 每空 2 分)

(1) 增大与酸接触面积, 加快反应速率, 提高焙烧矿渣浸出率

(2) 浸出时间超过 60 min, 溶液中 H^+ 被消耗、pH 升高(1 分), 随着 Fe^{3+} 水解程度增大, 生成的 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体吸附溶液中 Zn^{2+} (1 分); Fe^{3+} 还可生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀, 附着在焙烧矿渣表面阻碍锌的浸出(1 分), 使滤渣中锌质量分数升高(共 3 分)

(3) $\text{①} 3\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 5\text{ZnO} + 2\text{NH}_4\text{HCO}_3 + 5\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{<85\text{ }^\circ\text{C}} 2\text{NH}_4\text{Fe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6 + 5\text{ZnSO}_4 + 2\text{CO}_2 \uparrow$ (3 分)

② 温度过高, NH_4HCO_3 受热分解

$$\text{③} K = \frac{K_w^3}{K_{\text{sp}}[\text{Fe}(\text{OH})_3] \cdot K^3 a_1(\text{H}_2\text{CO}_3)}$$

(4) $\text{ZnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (3 分)

解析: (2) 随着浸出时间延长, 溶液中 H_2SO_4 作为反应物不断被消耗, H^+ 减少, pH 升高, 导致溶液中的 Fe^{3+} 水解程度增大, 生成的 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体吸附了溶液中部分 Zn^{2+} , 使滤渣中锌元素质量分数升高, 随着 Fe^{3+} 水解程度增大, 会生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀, 附着在矿渣表面, 阻碍 ZnO 、 ZnFe_2O_4 与 H_2SO_4 反应, 减少锌的浸出。(4) 28.7 g $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 的物质的量为 0.1 mol, A 点剩余固体质量为 17.9 g, 减少的质量 = 28.7 g - 17.9 g = 10.8 g, 恰好是 0.6 mol H_2O 的质量, 即 0.1 mol $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 失去 0.6 mol 结晶水, 质量减少 10.8 g, 故 A 点物质为 $\text{ZnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。

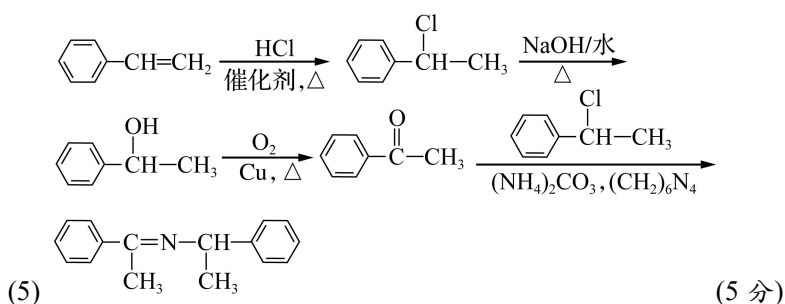
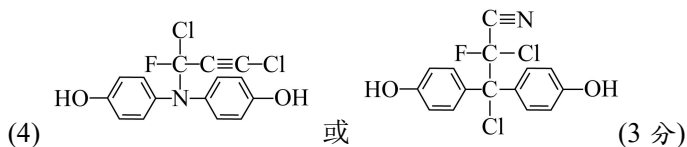
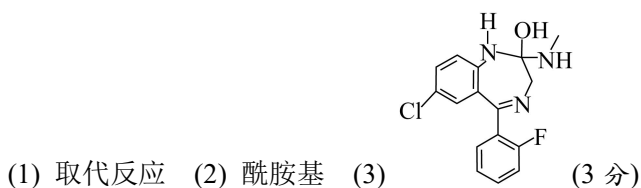
Plus 方法技巧

与平衡常数 K 有关的代数关系式推断

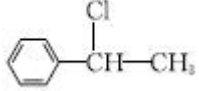
观察方程式左右两边的物质是否存在电离情况, 将左边能电离的物质的平衡常数写在平衡常数 K 的表达式的分子上, 将右边能电离的物质的平衡常数写在平衡常数 K 的表达式的分母上, 常数之间用乘号连接, 若含有系数, 则将系数作为幂指数。举例如下:

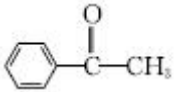
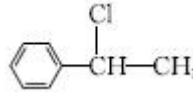
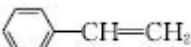
已知: 反应 $\text{Fe}^{3+} + 3\text{HCO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{H}_2\text{CO}_3$, 该方程式中, 对比右边物质发现, 左边的 H_2O 发生电离, 电离常数为 K_w , 系数为 3, 则平衡常数 K 的分子上为 K_w^3 ; 对比左边物质发现, 右边的 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 发生电离, 电离常数为 K_{sp} , H_2CO_3 发生一级电离, 电离常数为 K_{a1} , 系数为 3, 则平衡常数 K 的分母上为 $K_{\text{sp}} \cdot K^3 a_1$; 故反应 $\text{Fe}^{3+} + 3\text{HCO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{H}_2\text{CO}_3$ 的平衡常数 $K = \frac{K_w^3}{K_{\text{sp}} \cdot K^3 a_1}$ 。

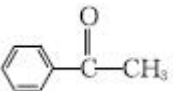
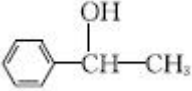
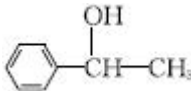
15 (除特殊标注外, 每空 2 分)

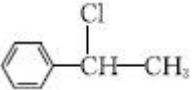


解析: (3) 根据 C 和 D 的结构变化推断此处发生了类似羟醛缩合的反应。第一步: 酰胺键的碳氧双键先被甲胺的氨基加成, O 连接 H 生成羟基, C 连接甲胺的氨基 N 原子; 第二步: 羟基与环上的氨基 H 发生消去反应生成 H₂O 和碳氮双键。(4) 根据条件, 能使 FeCl₃ 溶液变色, 说明存在苯环上的酚羟基; 手性碳原子需要连接四个不同基团或原子, 故不能连接 2 个苯酚结构; 核磁共振氢谱有 3 组峰, 峰面积之比为 2:2:1 可推出有 3 种不同种类的 H, 个数之为 4:4:2; 为了保证分子结构高度对称, 手性碳原子应该接在两个酚羟基的对位, 将剩余卤素原子安排好, 写出同分异构体的结构。(5) 利用逆合成法分析: 目标化合物中 C=N

的合成可类比题目合成路线中的 B→C, 逆推出上一中间体有  、

 ;  显然可由  与 HCl 发生加成反应制得,

 显然可由  催化氧化制得;  可由

 在 NaOH 水溶液中水解制得, 具体合成路线流程图见答案。

16 (除特殊标注外, 每空 2 分)

(1) $4[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl} + \text{O}_2 + 4\text{NH}_4\text{Cl} + 4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = 4[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ 或 $4[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl} + \text{O}_2 + 4\text{NH}_4\text{Cl} + 4\text{NH}_3 = 4[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (3 分)

(2) ①及时排出生成的 NH₃, 增大 Cu₂(OH)₂CO₃ 的产率 ②防止倒吸; 或作安全瓶、防倒吸 ③取少量最后一次洗涤滤液于试管中, 滴加硝酸酸化的硝酸银溶液, 若无白色沉淀产生,

则洗涤干净,若有沉淀,则未洗涤干净

(3) 加入稍过量 1.0 mol/L HCl(1 分),搅拌,至沉淀不再溶解(1 分),过滤,向滤液中逐滴加入稍过量浓氨水,至生成的沉淀不再溶解,过滤(1 分)(3 分)

(4) 根据题意得到关系式: $2\text{Cu}^{2+} \sim \text{I}_2 \sim 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ (1 分)

$$n(\text{Cu}^{2+}) = 1.000 \text{ mol/L} \times 40.00 \times 10^{-3} \text{ L} = 0.040 \text{ mol}$$

$$n(\text{Cu}_2\text{O}) + n(\text{CuO}) = 0.040 \text{ mol}$$

$$n(\text{Cu}_2\text{O}) \times 144 \text{ g/mol} + n(\text{CuO}) \times 80 \text{ g/mol} = 4.480 \text{ g}$$

解得 $n(\text{Cu}_2\text{O}) = 0.020 \text{ mol}$, $n(\text{CuO}) = 0.020 \text{ mol}$ (2 分)

$$w(\text{CuO}) = \frac{0.020 \text{ mol} \times 144 \text{ g/mol}}{4.48 \text{ g}} \times 100\% \approx 64.29\%(1 \text{ 分})$$

解析: (1) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ 被氧气氧化, Cu^+ 被氧化成 Cu^{2+} , 结合氨生成 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$, 提高 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$ 浓度, 恢复其蚀刻能力。(2) ①通入空气除发生(1)中反应外, 还发生反应:

$2[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3 \downarrow + 2\text{NaCl} + 2\text{NH}_4\text{Cl} + 8\text{NH}_3 \uparrow$, 故向反应液中通入空气, 除了提供 O_2 氧化 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ 以外, 还能及时排出反应过程中产生的 NH_3 , 促进反应正向进行, 增大 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 的产率。

17 (除特殊标注外, 每空 2 分)

(1) ①-746 ②1:4

(2) ① Fe^{2+} 提供空轨道, NO 提供孤电子对(或 N 提供孤电子对), 形成配位键络合 ② $2\text{Fe}^{3+} + \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$ (3 分) ③5 min 前, O_2 氧化 NO 生成 NO_2 , 被水吸收, NO 去除率上升; 5 min 后, O_2 氧化 Fe^{2+} 生成不能与 NO 络合的 Fe^{3+} , 使 Fe^{2+} 浓度减小, NO 去除率下降(3 分)

(3) 当电流强度大于 4A 时, 随着电流强度的增大, Cl^- 放电生成了更高价态的酸根(或 OH^- 参加放电), 溶液中 ClO^- 浓度减小, NO 的去除率降低(3 分)

解析: (1) ①a. $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{NO}(\text{g}) \quad \Delta H_1 = +180 \text{ kJ/mol}$, b. $\text{CO}(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g})$

$\Delta H_2 = -283 \text{ kJ/mol}$, 根据盖斯定律, $2 \times \text{b} - \text{a}$ 可得 $2\text{NO}(\text{g}) + 2\text{CO}(\text{g}) = \text{N}_2(\text{g}) + 2\text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = 2\Delta H_2 - \Delta H_1 = -746 \text{ kJ/mol}$ 。② $n(\text{CO}) = 0.1 \text{ mol}$, 生成 0.1 mol CO_2 , 共失去 0.2 mol 电子, CeO_2 中 Ce^{4+} 转化为 Ce^{3+} , 根据得失电子守恒可知, 共有 0.2 mol Ce^{4+} 转化为 Ce^{3+} , 剩余 0.8 mol Ce^{4+} , 故 $n(\text{Ce}^{3+}) : n(\text{Ce}^{4+}) = 1 : 4$ 。(2) ②由题干可知, 反应 iii 属于“ Fe^{2+} 再生”环节的最后一步, 所以该反应需要生成 Fe^{2+} , 结合反应 ii 中生成的 Fe^{3+} , 可利用 Na_2SO_3 的还原性, 将 Fe^{3+} 还原为 Fe^{2+} 。③ O_2 既能与 NO 反应, 也能与吸收液中的 Fe^{2+} 反应, 分析 NO 去除率变化情况, 可从这 2 个角度入手。(3) 由图丙可知, NO 去除率降低时, ClO^- 浓度也降低, ClO^- 浓度降低的原因可能是电流强度过大发生其他副反应, 如 Cl^- 、 ClO^- 都可以在阳极放电, 氯元素被氧化为更高价态的酸根, OH^- 也在阳极竞争放电。溶液中 ClO^- 浓度减小, NO 去除率降低。

04 南通、泰州、镇江市 2025 届高三第一次调研测试

1 B 蛋白质中一定含有 N 元素, **A 错误**; 棉、麻的主要成分为纤维素, 蚕丝的主要成分为蛋白质, **C 错误**; 蛋白质在酸、碱或酶的作用下能发生水解, 生成多肽, 多肽进一步水解, 最终生成氨基酸, **D 错误**。

2 D $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{H}_2\text{O}]\text{Cl}_3$ 中 Co 元素为 +3 价, **A 错误**; H_2O_2 的电子式为 $\text{H}:\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{O}}:\text{H}$, **B 错误**; 中子数为 18 的氯原子可表示为 $^{35}_{17}\text{Cl}$, **C 错误**。

3 D 潮湿的 CuBr 受热易分解, 干燥 CuBr 时, 不能用加热烘干法, **D 错误**。

4 A 同一周期从左到右, 主族元素的电负性依次增大, 有 $\chi(\text{O}) > \chi(\text{C})$, 同一主族从上到下, 元素的电负性呈减小趋势, 有 $\chi(\text{C}) > \chi(\text{Si})$, 故 $\chi(\text{O}) > \chi(\text{Si})$, **A 正确**; 同主族元素, 电子层数越多, 离子半径越大, 故 $r(\text{Mg}^{2+}) < r(\text{Ca}^{2+})$, **B 错误**; SiO_2 属于共价晶体, **C 错误**; 同主族从上到下, 金属性逐渐增强, 最高价氧化物对应的水化物碱性增强, 故碱性 $\text{Mg}(\text{OH})_2 < \text{Ca}(\text{OH})_2$, **D 错误**。

5 D S_2 、 S_8 互为同素异形体, **A 错误**; H_2S 中 S 采取 sp^3 杂化, SO_2 中 S 采取 sp^2 杂化, **B 错误**; 大气圈中的主要含硫物质为 H_2S 和 SO_2 , 水圈中的主要含硫物质为 SO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 等, **C 错误**, 根据阴、阳离子个数之比可知, Cu_2S 晶胞中, 顶点和面心的小球为 S^{2-} , 内部的小球为 Cu^+ , 距离每个 Cu^+ 最近的 S^{2-} 有 4 个, 则距离每个 S^{2-} 最近的 Cu^+ 有 8 个, 硫原子的配位数为 8, **D 正确**。

6 C CaS 与高温水蒸气反应生成 H_2S 和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$, **A 错误**; O_2 不足时, H_2S 与 O_2 发生置换反应生成 H_2O 与 S, **B 错误**; H_2S 与 SO_2 发生归中反应生成 S 和 H_2O , **C 正确**; 硫在空气中燃烧生成 SO_2 , **D 错误**。

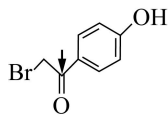
7 A CS_2 的空间结构为直线形, CS_2 与硫黄(S_8)均为非极性分子, 根据相似相溶原理, CS_2 可用于溶解硫黄, **A 正确**; 浓硫酸具有吸水性, 可用作干燥剂, **B 错误**; 同一主族从上到下, 元素的非金属性逐渐减弱, 单质的氧化性越弱, 对应阴离子还原性越强, 故还原性 $\text{H}_2\text{S} > \text{H}_2\text{O}$, **C 错误**; CH_3OH 能形成分子间氢键, 沸点比甲硫醇(CH_3SH)的高, **D 错误**。

Plus 规律总结

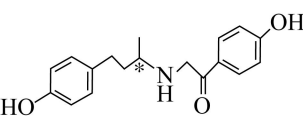
键长与分子的热稳定性有关

与 D 项类似的考点还有“S—H 的键长比 O—H 长, H_2S 的沸点低于 H_2O ”, 这种说法是错误的。键长越长, 键能越小, 则 H_2S 的热稳定性低于 H_2O ; H_2O 能形成分子间氢键, 则 H_2O 的沸点高于 H_2S 。

8 C 该反应为气体分子数增大的反应, $\Delta S > 0$, **A 错误**; $\Delta H = \sum E(\text{反应物的键能}) - \sum E(\text{生成物的键能}) < 0$, 故反应物的键能总和 < 生成物的键能总和, **B 错误**; 使用高效催化剂可降低反应的活化能, 但不改变反应的焓变, **D 错误**。



9 B 卤代烃能发生消去反应, 但图中: 箭头所指位置无 βH , 故不能发生消

去反应, **A 错误**; Z 的结构简式如图:  (标“*”碳原子为手性碳原子), **B 正确**; W、X 分子中均含有酚羟基, 遇 FeCl_3 溶液均能发生显色反应, **C 错误**; 1 mol W 中含有 2 mol 酚羟基, 最多可与 2 mol NaOH 反应, **D 错误**。

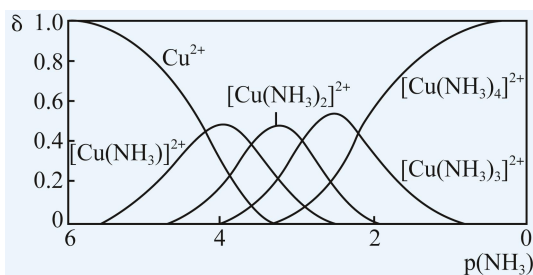
10 **B** 电极 a 为负极, 电极 b 为正极, 放电时, 电子由电极 a 经外电路流向电极 b, **A 错误**; 电极 a 的电极反应式为 $\text{CH}_2=\text{CH}_2-2\text{e}^-+\text{H}_2\text{O}=\text{CH}_3\text{CHO}+2\text{H}^+$, **B 正确**; 未指明标准状况, 无法计算 O_2 的体积, **C 错误**; 左室溶液中含硫酸, 须先用 NaOH 溶液将待检液调成碱性, 在碱性条件下, 醛基可以被弱氧化剂 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 氧化, 加热反应, 最终生成砖红色沉淀, **D 错误**。

11 **A** 向 2 mL 0.1 mol/L NaCl 溶液中滴加 2 滴 0.1 mol/L AgNO_3 溶液, 产生白色沉淀 (AgCl), Ag^+ 几乎沉淀完全, 再滴加 4 滴 0.1 mol/L KI 溶液, 产生黄色沉淀 (AgI), 一定有 AgCl 沉淀转化为 AgI 沉淀, 则能验证 $K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) > K_{\text{sp}}(\text{AgI})$, **A 正确**; 苯环使甲基活化, 酸性 KMnO_4 溶液将甲苯氧化为苯甲酸, **B 错误**; Fe^{3+} 过量, 无法证明 FeCl_3 和 KI 反应为可逆反应, **C 错误**; 该现象能说明 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 可溶于氨水, 但不能确定配离子的种类, **D 错误**。

Plus 知识拓展

铜氨配离子的种类

NH_3 与 Cu^{2+} 进行配位, 但配离子的化学式(或配位数)与氨的平衡浓度有关(如下图所示, δ 表示含铜微粒的百分数)。



12 **C** 0.1 mol/L 氨水中 $c(\text{NH}_4^+) \approx c(\text{OH}^-)$, $c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 0.1 \text{ mol/L} - c(\text{NH}_4^+) \approx 0.1 \text{ mol/L}$, $c(\text{OH}^-) \approx \sqrt{0.1K_b} \approx \sqrt{1.8} \times 10^{-3} \text{ mol/L}$, $\text{pH} = 14 - (3 - \lg \sqrt{1.8}) = 11 + \lg \sqrt{1.8} > 11$, **A 错误**; 根据电荷守恒, $c(\text{H}^+) + c(\text{NH}_4^+) = c(\text{HSO}_3^-) + 2c(\text{SO}_3^{2-}) + c(\text{OH}^-)$, 因 $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$, 故 $c(\text{NH}_4^+) = c(\text{HSO}_3^-) + 2c(\text{SO}_3^{2-})$, **B 错误**; NH_4HSO_3 溶液中存在电荷守恒 $c(\text{H}^+) + c(\text{NH}_4^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{HSO}_3^-) + 2c(\text{SO}_3^{2-})$, 元素守恒 $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = c(\text{HSO}_3^-) + c(\text{SO}_3^{2-}) + c(\text{H}_2\text{SO}_3)$, 由上述两式消去 $c(\text{NH}_4^+)$, 得质子守恒 $c(\text{H}^+) + c(\text{H}_2\text{SO}_3) = c(\text{OH}^-) + c(\text{SO}_3^{2-}) + c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})$, **C 正确**; $\frac{c(\text{HSO}_3^-)}{c(\text{H}_2\text{SO}_3)} = \frac{K_{a1}}{c(\text{H}^+)}$, 向吸收了足量 SO_2 的溶液中通 O_2 发生反应 $2\text{HSO}_3^- + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}^+$, $c(\text{H}^+)$ 增大, $\frac{c(\text{HSO}_3^-)}{c(\text{H}_2\text{SO}_3)}$ 的值减小, **D 错误**。

13 C 800 °C 以上, CH₄ 含量几乎为 0, 说明此时只发生反应 I, CO₂ 与 H₂ 变化趋势相同, 则 X 为 H₂, **B 正确**; CH₄ 含量随温度升高而降低, 反应 II 的 $\Delta H_2 < 0$, 800 °C 以上只发生反应 I, 温度升高, CO₂ 含量减小, H₂O 含量增大, 反应 I 正向进行的程度增大, 反应 I 的 $\Delta H_1 > 0$, **A 正确**; 由图可知, 低于 380 °C 时, CO₂、H₂O、CH₄、H₂ 四者物质的量分数之和为 100%, 说明此时无 CO 生成, 对热力学无法发生的反应, 研究催化剂无意义, **C 错误**; 900 °C 时只发生反应 I, 增大压强, 反应的限度不变, $n(\text{CO})$ 不变, **D 正确**。

14 (除特殊标注外, 每空 2 分)

(1) ① $2\text{FeS}_2 + 15\text{MnO}_2 + 28\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 4\text{SO}_4^{2-} + 15\text{Mn}^{2+} + 14\text{H}_2\text{O}$ (3 分) ② FeS₂ 与酸反应生成 Fe²⁺ 的速率大于 Fe²⁺ 被 MnO₂ 氧化的速率 ③ Fe²⁺ 被空气中氧气氧化为 Fe³⁺, 且溶液 pH 增大, Fe³⁺ 水解程度增大

(2) 溶液中 Fe³⁺ 催化 H₂O₂ 分解

(3) 部分锰元素被氧化成高价态锰氧化物

(4) 根据得失电子守恒可得:

$$n(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) \times 2 = n(\text{Mn}_3\text{O}_4) \times 2 + n(\text{MnO}_4^-) \times 5$$

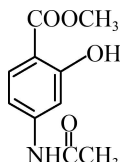
$$25.00 \times 10^{-3} \text{ L} \times 0.200 0 \text{ mol/L} \times 2 = n(\text{Mn}_3\text{O}_4) \times 2 + 16.00 \times 10^{-3} \text{ L} \times 0.100 0 \text{ mol/L} \times 5$$

$$n(\text{Mn}_3\text{O}_4) = 0.001 0 \text{ mol}$$

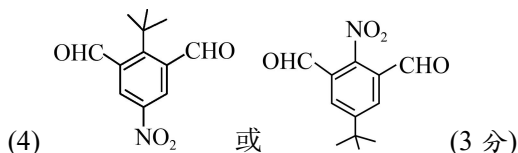
$$w(\text{Mn}_3\text{O}_4) = \frac{0.001 0 \text{ mol} \times 229 \text{ g/mol}}{0.250 0 \text{ g}} \times 100\% = 91.60\% \text{ (3 分)}$$

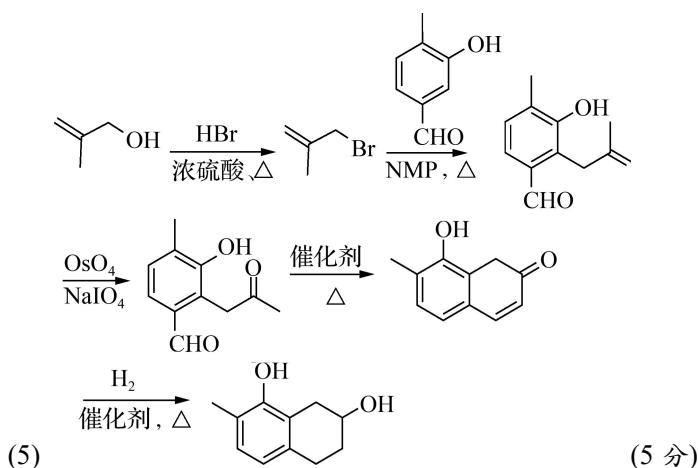
解析: (1) ①由题意知, 先写出 $\text{FeS}_2 + \text{MnO}_2 \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{SO}_4^{2-} + \text{Mn}^{2+}$, 再根据电子得失守恒写出 $2\text{FeS}_2 + 15\text{MnO}_2 \rightarrow 2\text{Fe}^{3+} + 4\text{SO}_4^{2-} + 15\text{Mn}^{2+}$, 反应物多 O, 酸性环境加 H⁺ 生成 H₂O, 最后根据原子守恒, 写出答案。②反应过程中铁元素的变化为 $\text{FeS}_2 \xrightarrow{\text{H}^+} \text{Fe}^{2+} \xrightarrow{\text{MnO}_2} \text{Fe}^{3+}$, $\rho(\text{Fe}^{2+})$ 的变化为两种速率叠加的结果, 0~20 min 内, $\rho(\text{Fe}^{2+})$ 逐渐增大的原因是 FeS₂ 与酸反应生成 Fe²⁺ 的速率大于 Fe²⁺ 被 MnO₂ 氧化的速率。③反应后期, 锰元素浸出率和 $\rho(\text{Fe}^{3+})$ 几乎不变, 100 min 后 $\rho(\text{Fe}^{2+})$ 逐渐减小, 说明 MnO₂ 反应完全, Fe²⁺ 被消耗, 故原因是 Fe²⁺ 被空气中氧气氧化为 Fe³⁺, 随着 pH 增大, Fe³⁺ 水解程度增大生成 Fe(OH)₃ 胶体吸附 Fe²⁺。

15 (除特殊标注外, 每空 2 分)



(1) 酰胺基、酯基 (2) 还原反应 (3) NHCCH_3 (3 分)





解析：(2) D→E 中，—CHO 转化为—CH₂OH，发生还原反应。(3) A→B 中，氨基上

的氢被 $\text{CH}_3\text{COCCH}_3$ 中 $-\text{CCH}_3$ 取代生成 ，另一产物为 CH₃COOH。(4) “苯环上一取代物只有一种”说明含有苯环且苯环上剩余氢原子的化学环境相同，“分子中含有 3 种不同化学环境的氢原子”说明结构高度对称，“能发生银镜反应”说明含有—CHO，且可优先考虑有 2 个—CHO 的可能(因为 O 和不饱和度够用)，剩余 4 个 C、2 个 O、1 个 N、Ω=1，根据对称性知，4 个 C 组成叔丁基最合适(只有 1 种氢原子)，2 个 O、1 个 N、Ω=1 正好可以组成 1 个—NO₂，符合条件的 F 的同分异构体的结构简式见答案。(5) 对比反应物与产物结构，

可利用已知信息发生羟醛缩合成环，逆推得中间产物 ，合适的切键位置为图中虚

线处 ，逆推得中间产物 ，仿照 B→C 在苯环上—OH 的邻位引入基团。

与 HBr 发生取代反应生成 ，仿照 C→D 将中间产物 中的碳碳双键氧化，生成 ，具体合成路线流程图见答案。

16 (除特殊标注外，每空 2 分)

(1) (球形)冷凝管

(2) ① $3\text{Pt} + 4\text{HNO}_3 + 18\text{HCl} = 3\text{H}_2[\text{PtCl}_6] + 4\text{NO} \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ (3 分) ② 温度过低，化学反应速率较慢；温度过高，硝酸分解、盐酸和硝酸挥发

(3) 1.0

(4) ① 0.1 ② 取 10.00~30.00 mL 稀释后的溶液于锥形瓶中，滴加 KOH 溶液，并用 pH 计测定溶液的 pH，当 pH 介于 6.5~10 之间时，停止滴加。再加入几滴 K₂CrO₄ 溶液为指示剂，向锥形瓶中慢慢滴加装在滴定管中的 0.010 00 mol/L AgNO₃ 标准溶液，至恰好出现砖红色沉

淀,记录加入标准液的体积。重复以上滴定操作 2~3 次(5 分)

解析: (2) ②这里主要是“答全”。一方面是要答全温度不低于 40 °C、不高于 40 °C 两个方面的原因,一方面是要答全温度高于 40 °C,硝酸分解、盐酸和硝酸挥发 3 个不利因素。

(3) “沉铂”时,设沉淀前溶液的体积为 $V\text{ L}$, $[\text{PtCl}_6]^{2-} \sim 2\text{NH}_4^+$, $c([\text{PtCl}_6]^{2-}) < 10^{-5} \text{ mol/L}$, 认为沉淀完全,则生成沉淀所需的 $n(\text{NH}_4^+) = 0.2V \text{ mol}$, 为使 $c([\text{PtCl}_6]^{2-}) < 10^{-5} \text{ mol/L}$, 沉淀后溶液中

$c(\text{NH}_4^+) = \sqrt{\frac{K_{\text{sp}}}{c([\text{PtCl}_6]^{2-})}} = \sqrt{\frac{1.6 \times 10^{-6}}{10^{-5}}} \text{ mol/L} = 0.4 \text{ mol/L}$, 此时溶液总体积为 $2V$, 则所需

加入的最小 $c(\text{NH}_4\text{Cl}) = \frac{0.2V \text{ mol} + 0.4 \times 2V \text{ mol}}{V\text{ L}} = 1.0 \text{ mol/L}$ 。(4) ① $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} \sim \text{N}_2 \sim 4\text{e}^-$,

$(\text{NH}_4)_2[\text{PtCl}_6] \sim \text{Pt} \sim 4\text{e}^-$, 根据得失电子守恒, $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} \sim (\text{NH}_4)_2[\text{PtCl}_6]$, 还原 $0.1 \text{ mol } (\text{NH}_4)_2[\text{PtCl}_6]$, 参加反应的 $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的物质的量为 0.1 mol 。②根据所给试剂,利用 Ag^+ 与 Cl^- 的沉淀反应来测定 Cl^- 的含量, K_2CrO_4 为指示剂, AgCl 先沉淀,当砖红色的 Ag_2CrO_4 沉淀生成时,表明 Cl^- 已被完全沉淀,指示终点已经达到。为了确保 Cr(VI) 的主要存在形式为 CrO_4^{2-} , 需要加入 KOH 溶液调节 pH 为 $6.5 \sim 10$ 。 AgNO_3 溶液盛装在棕色滴定管中。

Plus 总结提升

第(2)②问,需从两个方向作答:温度过低,化学反应速率较慢;温度过高,考虑温度对气体、固体溶解度的影响、平衡的影响(例如溶液中离子的水解程度)、催化剂活性、物质的性质(例如易挥发、易分解)等。

第(4)②问,沉淀滴定是以沉淀反应为基础的滴定分析法,常用于测定卤素离子的含量,方法如下:

①以 K_2CrO_4 为指示剂,在中性或弱碱性溶液中,用 AgNO_3 标准溶液直接滴定 Cl^- ,至产生砖红色沉淀,表示达到滴定终点。

终点前: $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{AgCl} \downarrow$

终点时: $2\text{Ag}^+ + \text{CrO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{Ag}_2\text{CrO}_4 \downarrow$ (砖红色)

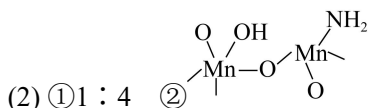
②酸性条件下,以铁铵矾 $[\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2]$ 为指示剂,用 KSCN 或 NH_4SCN 标准溶液直接滴定溶液中的 Ag^+ ,至溶液中出现红色,表示达到滴定终点。

终点前: $\text{Ag}^+ + \text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{AgSCN} \downarrow$ (白色)

终点时: $\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- \rightleftharpoons [\text{Fe}(\text{SCN})_3]$ (红色)

17 (除特殊标注外,每空 2 分)

(1) >



(3) ① MnO_2 将部分 NO 氧化为 NO_2 , 使混合气体中 $n(\text{NO})$ 与 $n(\text{NO}_2)$ 趋于相等

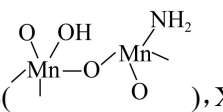
② 反应生成 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 和 NH_4HSO_4 , 覆盖了催化剂的活性位点

③ (i) $2\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3 + 9\text{NH}_3 + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Ce}_2\text{O}_3 + 3(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 3\text{NH}_4\text{HSO}_4$ (3 分)

(ii) NH_3 促进了 $\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3$ 在较低温度下向 Ce_2O_3 的转化, 同时生成的 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 和 NH_4HSO_4 可以进一步与 NO 和 O_2 反应生成 N_2 和 SO_2 , 并促进了 CeO_2 的生成, 实现催化剂再生(3 分)

解析: (1) 该反应的 $\Delta S > 0$, 且在常温下不能自发, 高温下自发, 由 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S < 0$ 可得 $\Delta H > 0$, 升高温度, K 增大。(2) ①根据题意先写出两步反应的化学方程式 $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$ 、 $\text{NO} + \text{NO}_2 + 2\text{NH}_3 \rightleftharpoons 2\text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$, 再写出总反应的化学方程式 $4\text{NO} + 4\text{NH}_3 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 4\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ 即可推断比值。②电负性 $\text{O} > \text{N} > \text{H}$, NH_3 中 N 原子的电子云密度大于 NO 中 N 原子的电

子云密度, NH_3 中带负电的 N 更易被带正电的 Mn 吸附得到中间体 A(, 中间体

A 中 N 上带正电的 H 与另一 Mn 上带负电的 O 结合得到中间体 B(, X 为 NH_3 , Y 为 NO 。(3) ① MnO_2 氧化性强, 将部分 NO 氧化为 NO_2 , 使混合气体中 $n(\text{NO})$ 与 $n(\text{NO}_2)$ 趋于相等, 氮氧化物被催化还原的反应速率最大。②通入 SO_2 后两种催化剂的活性均下降, 8~9 h 将催化剂在 400°C 下充分加热, 9 h 后 NO 转化率有所提升但未回到 2 h 的值, 说明催化

效率降低的原因为生成铵盐覆盖活性位点, 加热后铵盐分解使部分催化剂复原; 生成金属硫酸盐会使部分催化剂的活性组分永远失效。③(i) 根据“步骤 2”中箭头的指向, 写出 $\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{NH}_3 \rightarrow \text{Ce}_2\text{O}_3 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{NH}_4\text{HSO}_4$, 根据 Ce、S、N 原子守恒, 写出 $2\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3 + 9\text{NH}_3 \rightarrow 2\text{Ce}_2\text{O}_3 + 3(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 3\text{NH}_4\text{HSO}_4$, 观察发现左边缺 H、O, 则左边补水, 由此写出答案。(ii) 由上述分析知, SO_2 影响催化效率的主要原因为生成铵盐覆盖活性位点和硫酸盐使催化剂的活性组分失效, 结合 CeO_2 抗中毒的转化图从这两点做出分析。

plus 规律总结

催化机理图的理解

(1) 机理图中中间体的结构可从电负性角度进行推断, 根据静电作用进行吸附, 在反应时考虑物质变化、化学键变化、价键数目, 最后脱附。(2) 催化剂活性位点的变化。①内因: 组成、结构、颗粒(聚集)、自催化等; ②外因: 固体覆盖、化学反应等; ③微粒参与竞争吸附等。

05 苏州市 2025 届高三学业质量阳光指标调研

1 B 活性炭、明矾、二氧化氯均为无机物；聚丙烯滤膜的主要成分属于有机物。故选 B。

2 A HCl 为共价化合物，H 与 Cl 之间为共用电子对，电子式为 $\text{H}:\ddot{\text{Cl}}:$ ，B 错误；需区分电子排布式和价电子排布式，电子排布式漏写[Ar]，C 错误；H₂O 中只存在 H—O 极性共价键，D 错误。

3 C 石蕊的变色不明显，一般不作酸碱中和滴定的指示剂，C 错误。

4 D Mg 和 Cl 均有三个电子层，但 Cl 的核电荷数大，对核外电子的吸引力强，Cl 的原子半径较小，A 错误；K 是活泼金属，易失电子，第一电离能比非金属元素 H 小，B 错误；H₂O 分子间存在氢键，其沸点较高，C 错误；K 的金属性强于 Mg，则碱性 KOH>Mg(OH)₂，D 正确。



5 B 晶体 Si 属于共价晶体，A 错误；CS₃²⁻类似于 CO₃²⁻，其结构式为 $\left[\begin{array}{c} \text{S} \\ \parallel \\ \text{C} \\ / \quad \backslash \\ \text{S} \quad \text{S} \end{array} \right]^{2-}$ ，单键为σ键，双键中有一个为σ键，故 1 mol CS₃²⁻中含有 3 mol σ键，B 正确；Ge 与 C 位于同一主族，GeCl₄类似于 CCl₄，Ge 没有孤电子对，GeCl₄中 Ge 的价层电子对数为 4，Ge 采用 sp³杂化，故 GeCl₄为正四面体结构，C 错误；CO₂的结构式为 O=C=O，C 采用 sp 杂化，SiO₂具有硅氧四面体结构，Si 采用 sp³杂化，D 错误。

6 C 燃烧热方程式中的水为液态，且ΔH<0，A 错误；阴极应该得到电子“+4e⁻”，B 错误；GeCl₄与 H₂O 反应生成 Ge(OH)₄和 HCl，Ge(OH)₄分解生成 GeO₂沉淀，C 正确；由信息知，醋酸铅易溶于水，难电离，故写离子方程式时(CH₃COO)₂Pb 不可拆开，D 错误。

Plus 规律总结

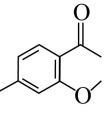
书写燃烧热方程式的注意事项

燃烧热方程式中，燃烧物前的计量系数为 1，燃烧热是指 1 mol 纯物质完全燃烧生成指定产物所释放的热量，指定产物是指稳定的物质，即碳元素变为 CO₂(g)，氢元素变为 H₂O(l)，硫元素变为 SO₂(g)，氮元素变为 N₂(g)等。如 N₂H₄(l)完全燃烧生成的指定产物为 H₂O(l)和 N₂(g)。

7 B 该反应为气体物质的量减小的反应，故ΔS<0，A 错误；平衡常数为生成物浓度的幂次方与反应物浓度的幂次方之比，B 正确；热效应ΔH=反应物总键能—生成物总键能=[2E(C=O)+4E(H—H)]—[4E(C—H)+4E(O—H)]，C 错误；由ΔH—TΔS<0，ΔS<0 知，ΔH<0，该反应为放热反应，升高温度不能提高 H₂的平衡转化率，反应条件可改为低温、高压和催化剂，催化剂的作用是将低温下的反应速率增大，节省反应时间，D 错误。

8 D 由图可知，Ca²⁺移向 N 极，则 N 极为阴极，M 极为阳极，Cl⁻在阳极放电生成 Cl₂，有黄绿色气体生成，A 正确；N 极为 H⁺放电生成 H₂，水电离出的 OH⁻与通入的 CO₂反应生成 CO₃²⁻，CO₃²⁻与 Ca²⁺生成 CaCO₃沉淀，故 N 极处 H⁺、OH⁻的浓度基本不变，pH 不变，B 正确；由两极反应式知，M 极生成 Cl₂，N 极生成 H₂，同时还有 CaCO₃沉淀生成，C 正确；

未指明标准状况,无法计算气体体积, **D 错误**。

9 C X 中含有酚羟基, Y 中不含酚羟基, 可用 FeCl_3 溶液鉴别 X 和 Y, **A 正确**; X 中酚羟基上的 H 原子被 $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br}$ 取代, 同时生成 HBr , 属于取代反应, **B 正确**; K_2CO_3 与反应生成的 HBr 反应, 促进 X 转化为 Y 的反应正向进行, **C 错误**; X 中羟基上的 H 与羰基上的 O 可以形成分子内氢键,  只能形成分子间氢键, 故前者的沸点低, 后者的沸点高, **D 正确**。

10 D 海水晒盐是蒸发水分的过程, 溶质在水量减少时会析出, **A 错误**; 最后一步电解熔融的 MgCl_2 才会得到 Mg , 电解 $\text{MgCl}_2(\text{aq})$ 得到的是 $\text{Mg}(\text{OH})_2$, **B 错误**; Br_2 与 CO_3^{2-} 反应的离子方程式为 $3\text{Br}_2 + 3\text{CO}_3^{2-} = 5\text{Br}^- + \text{BrO}_3^- + 3\text{CO}_2 \uparrow$, **C 错误**; 过量的 H_2O_2 会将生成的 I_2 氧化成 IO_3^- 等, 导致 I_2 的产率降低, **D 正确**。

11 A 等浓度的 Cl^- 和 I^- 中, 加入少量的 Ag^+ , 根据先产生的沉淀为黄色, 可以判断 AgI 的溶度积小于 AgCl , **A 正确**; 没有指明 CH_3COONa 和 NaCN 在等浓度的条件下, **B 错误**; 氯水中含有 HClO 和 HCl , HCl 可以中和 NaOH , 而使酚酞褪色, HClO 具有强氧化性, 氧化酚酞, 也可以使酚酞褪色, 故不可根据溶液的颜色褪色来验证氯水显酸性, **C 错误**; 浓硫酸与 Na_2SO_3 反应生成 SO_2 , 该反应为非氧化还原反应, 生成的 SO_2 可以使品红溶液褪色, 不能用于验证浓硫酸的强氧化性, **D 错误**。

Plus 易错提醒

B 项, 比较两种盐水解程度时, 一定要给出“等浓度”的条件。

12 B 由元素守恒知, $c(\text{Na}^+) = 2[(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)]$, 漏写“ $+2c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$ ”, **A 错误**; CaC_2O_4 固体在水中达到沉淀溶解平衡时, $c(\text{Ca}^{2+}) \approx c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) = \sqrt{K_{\text{sp}}(\text{CaC}_2\text{O}_4)} = \sqrt{2.5 \times 10^{-9}} \text{ mol/L} = 5 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$, 上层清液中, $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 过量, 则一定存在 $c(\text{Ca}^{2+}) < 5 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$, **B 正确**; 电荷守恒式中漏写了“ $+2c(\text{Ca}^{2+})$ ”, **C 错误**; KMnO_4 与 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 反应终点, 溶液中 MnO_4^- 主要转化成 Mn^{2+} , KMnO_4 溶液只过量半滴, 溶液呈淡红色, 故 $c(\text{Mn}^{2+}) > c(\text{MnO}_4^-)$, **D 错误**。

Plus 易错提醒

B 项, 沉淀后得到的上层清液中, Ca^{2+} 与 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 生成 CaC_2O_4 达到沉淀溶解平衡, 由于 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 过量, 故 $c(\text{Ca}^{2+})$ 要小于 CaC_2O_4 悬浊液中 $c(\text{Ca}^{2+})$, 即 $c(\text{Ca}^{2+}) < 5 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ 。

13 C 由图可知, 低于 300°C 时, S 的选择性达到 100%, 无 H_2S 存在, 故反应 I 的速率不可能大于反应 II, **A 错误**; 硫单质的产率 = SO_2 的转化率 \times S 的选择性, 在 $300 \sim 350^\circ\text{C}$ 内, 随着温度的升高, S 的选择性略下降, 但是 SO_2 的转化率增大, 即 S 的产率仍增大, **B 错误**; 300°C 时, S 的选择性达到 100%, 将反应 I、反应 II 叠加计算, 总反应为 $\text{SO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) = \text{S}(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$, 反应过程中气体分子总数不变, 设 $n(\text{SO}_2) = 1 \text{ mol}$, $n(\text{H}_2) = 3 \text{ mol}$, SO_2 的转化率

为 60%， $n(\text{H}_2\text{O}) = 2n_{\text{转化}}(\text{SO}_2) = 2 \times 1 \text{ mol} \times 60\% = 1.2 \text{ mol}$ ，则 H_2O 的体积分数 = $\frac{1.2 \text{ mol}}{1 \text{ mol} + 3 \text{ mol}} \times 100\% = 30\%$ ，**C 正确**；反应 II 为气体体积增大的反应，温度高于 350℃ 时，

SO_2 转化率为 100%，此时增大压强，反应 II 平衡逆移，S 的平衡选择性减小，**D 错误**。

14 (除特殊标注外，每空 2 分)

(1) ① Ca^{2+} ② HF 溶液中存在 $\text{HF} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{F}^-$ 电离平衡，HF 浓溶液中 HF 分子浓度大，与 F^- 形成 HF_2^- ，减小了 F^- 的浓度，促进 HF 电离

(2) ① $\text{Fe}_2\text{TiO}_5 + 10\text{HF} + 8\text{F}^- + 6\text{NH}_4^+ \rightleftharpoons 2(\text{NH}_4)_3\text{FeF}_6 \downarrow + \text{TiF}_6^{2-} + 5\text{H}_2\text{O}$ ② F^- 浓度增大对浸出速率的影响大于 H^+ (或 HF) 浓度减小的影响 ③ 充分搅拌、适当升高温度

(3) 中和 HF；提高 NH_4^+ 浓度，有利于生成 $(\text{NH}_4)_3\text{FeF}_6$ 沉淀

(4) 光解时反应转移电子的物质的量：

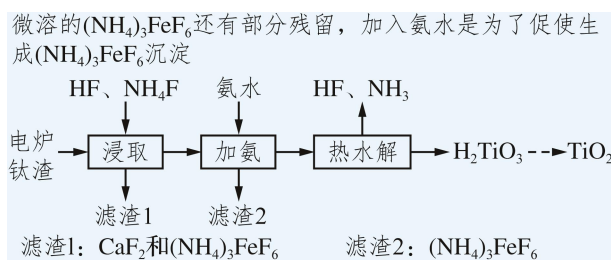
$$n(e^-) = 1.4 \times 10^{-4} \text{ mol} \times 60\% = 8.4 \times 10^{-5} \text{ mol} (1 \text{ 分})$$



$$n(e^-) = 2n(\text{HCHO}) + 4n(\text{HCOOH}) = 2 \times 2 \times 10^{-5} \text{ mol} + 4n(\text{HCOOH}) = 8.4 \times 10^{-5} \text{ mol} (1 \text{ 分})$$

$$n(\text{HCOOH}) = 1.1 \times 10^{-5} \text{ mol} (1 \text{ 分})$$

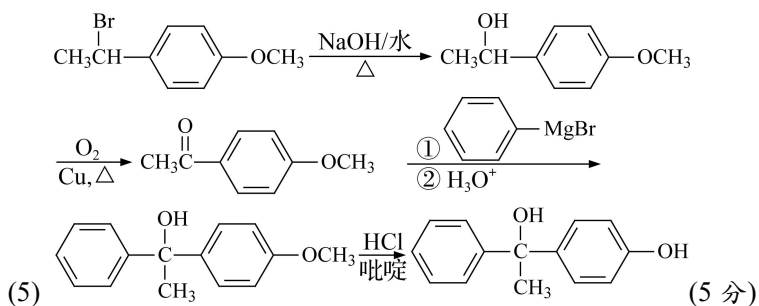
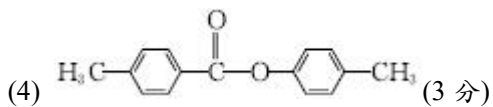
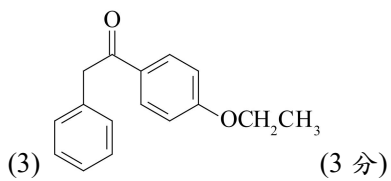
Plus 流程分析



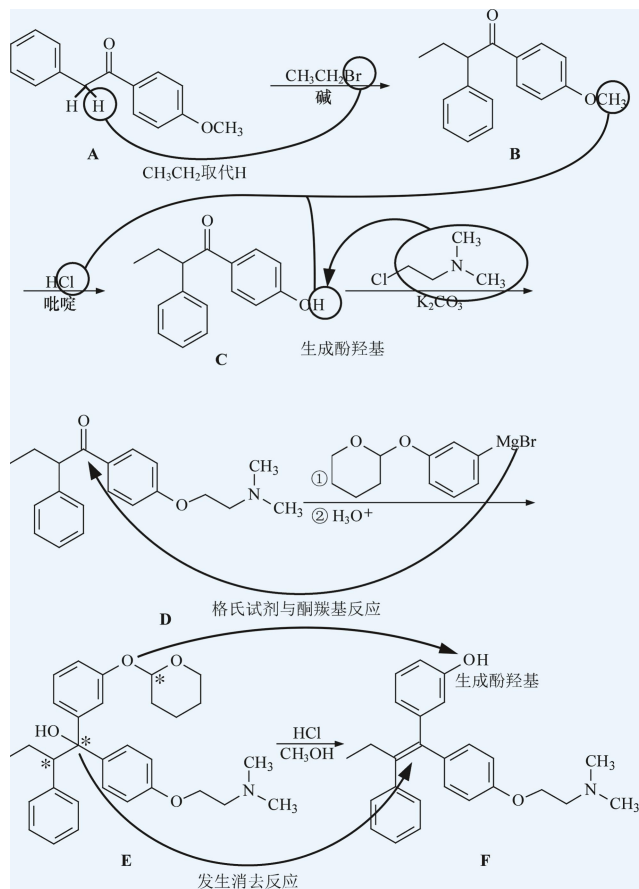
解析：(1) ①体心离子的配位数为 12，顶点离子的配位数为 6，已知 Ca^{2+} 的配位数比 Ti^{4+} 大，故体心处的黑球为 Ca^{2+} 。(2) ② 6 mol/L 的 HF 和 NH_4F 混合溶液与 12 mol/L HF 溶液相比，F 元素总浓度相等，但前者中 F^- 浓度大于后者，后者中 HF 的浓度大于前者，结合浸出反应 $\text{Fe}_2\text{TiO}_5 + 10\text{HF} + 8\text{F}^- + 6\text{NH}_4^+ \rightleftharpoons 2(\text{NH}_4)_3\text{FeF}_6 \downarrow + \text{TiF}_6^{2-} + 5\text{H}_2\text{O}$ 推知，增大 F^- 的浓度可提高浸出率，减小 HF 浓度可降低浸出率，但实验结果表明， F^- 浓度增大，浸出率高，说明增大 F^- 浓度比降低 HF 浓度对浸出速率影响大。③ 提高浸出速率的措施：增大反应物的接触面积，升高温度。加料已完成，故不能通过增大物质浓度来调控反应速率。(3) 加入氨水可以中和过量 HF 生成 NH_4F ， NH_4^+ 浓度增大，可使得 FeF_6^{3-} 更加充分转化为 $(\text{NH}_4)_3\text{FeF}_6$ ，提高后续 TiO_2 的纯度。

15 (除特殊标注外, 每空 2 分)

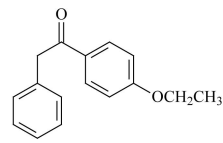
(1) (酮)羰基、(酚)羟基 (2) 3



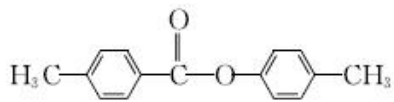
Plus 流程分析



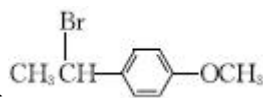
解析：(3) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$ 中的乙基可取代 $\alpha\text{-H}$ (活性 H)，若 A 中 “ $-\text{OCH}_3$ ” 与 HCl 吡啶先生



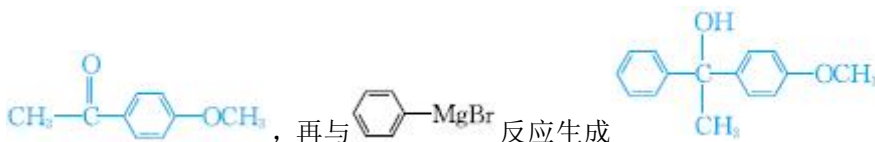
成酚羟基，则乙基可取代酚羟基中的 H，生成 C 的同分异构体：。 (4) 要求能水解，则含有酯基，A 中的羰基与 O 原子结合即为酯基，A 中还含有 2 个苯环，以及 2 个饱和碳原子，水解后产物中均含有苯环，故将酯基放于 2 个苯环中间，2 个饱和碳，一边一个，且位于苯环的对位，结合苯环上的一氯代物有 2 种，则可写出：



。(5) 原料有格氏试剂，联系流程中 $\text{D} \rightarrow \text{E}$ ，格氏试剂可与



酮羰基反应生成羟基并延长碳链，故需要将原料



，再与 $\text{C}_6\text{H}_5\text{MgBr}$ 反应生成，模仿 $\text{B} \rightarrow \text{C}$ 将右侧 “ $-\text{OCH}_3$ ” 转化成酚羟基，具体合成路线流程图见答案。

16 (除特殊标注外，每空 2 分)

(1) ①10 ②反应消耗 H^+ ；温度升高抑制 HSO_4^- 的电离

(2) ① $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 8\text{OH}^- = 4\text{FeOOH} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ②取少量沉淀，加入足量盐酸溶解，再加入 H_2O_2 溶液，滴加 KSCN 溶液，若有红色出现，说明含有铁元素(3 分)

(3) 柠檬酸根离子与 H^+ 结合，减少 H^+ 在阴极放电；防止 Fe^{2+} 被氧化为 Fe^{3+}

(4) 3:1 加水充分浸取，过滤，向滤液中加入 $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液，至静置后向上层清液中继续滴加 $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液无浑浊，过滤(3 分)

解析：(1) ① $K_{a2}(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{SO}_4^{2-})}{c(\text{HSO}_4^-)} = 10^{-2}$ ， $\text{pH} = 1.0$ ， $c(\text{H}^+) = 0.1$ ，则 $\frac{c(\text{HSO}_4^-)}{c(\text{SO}_4^{2-})} =$

10。②反应开始时，硫酸被迅速消耗，导致 pH 上升。由图 1 可知，反应初始溶液的温度升高，可抑制 HSO_4^- 电离出 H^+ ($\Delta H < 0$)，也会导致溶液 pH 上升。(3) 阴极处为阳离子放电， Fe^{2+} 在阴极上得电子生成 Fe ，也存在 H^+ 得电子生成 H_2 ，加入弱酸盐柠檬酸钠，可结合 H^+ 生成弱酸柠檬酸，减少 H^+ 放电，提高了阴极的电解效率。若 Fe^{2+} 被氧化生成 Fe^{3+} ，得到相同量 Fe 时， Fe^{3+} 比 Fe^{2+} 需要得到的电子更多，加入具有还原性的柠檬酸钠，可防止 Fe^{2+} 转化为 Fe^{3+} ，从而提高电解效率。(4) 要求焙烧产物中的金属元素易分离，已知 Fe_2O_3 难溶于水， NdCl_3 可溶于水，由 X 射线衍射图知， $\frac{n(\text{NH}_4\text{Cl})}{n(\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B})} = 3:1$ 时，只有 Fe_2O_3 和 NdCl_3 ，加水溶解后，过滤，得到滤液中只有 NdCl_3 。

17 (除特殊标注外, 每空 2 分)

(1) ① $3\text{LiAlH}_4 + \text{AlCl}_3 = 4\text{AlH}_3 + 3\text{LiCl}$ ② $-1\ 018.5\ \text{kJ/mol}$ ③ AlH_3 分解得到的活性 H 与 Fe_2O_3 反应大量放热引发铝热反应Ⅲ; AlH_3 分解得到的 Al 更容易与 Fe_2O_3 反应(颗粒小、无氧化膜)(3 分)

(2) ① $\text{BH}_4^- + 4\text{H}_2\text{O} = [\text{B}(\text{OH})_4]^- + 4\text{H}_2 \uparrow$ ② HD 、 $[\text{B}(\text{OD})_4]^-$ (D_3BO_3 亦可) ③ MoO_3 促进 H_2O 的电离产生 H^+ 和 OH^- ④ 反应生成大量 $[\text{B}(\text{OH})_4]^-$ 吸附在 Co 表面, 阻止 BH_4^- 的吸附反应

解析: (1) ② 依据盖斯定律, 按 $\text{I} \times 2 + \text{II} + \text{III}$, 可得所求反应的 $\Delta H = 521.1 \times 2 + (-1\ 209.2) + (-851.5) = -1\ 018.5\ (\text{kJ/mol})$ 。③ 由 AlH_3 与 Fe_2O_3 的反应过程来看, Ⅱ 为放热反应, 可为Ⅲ的铝热反应提供能量。普通铝粉表面有氧化膜, 不易与 Fe_2O_3 反应, 而 AlH_3 得到的铝无氧化膜, 易与 Fe_2O_3 发生铝热反应。(2) ③ 由图甲知, H_2O 吸附在 MoO_3 上, MoO_3 的作用是促进 H_2O 电离出 H^+ 和 OH^- , 而 OH^- 能促进催化剂表面的 BH_4^- 释放 H^- , 催化剂表面的 H^- 与 H^+ 结合生成 H_2 , 故催化效率提高。④ 已知: CoB 催化剂中的 Co 容易吸附阴离子。由图甲知, 最后一步生成 $[\text{B}(\text{OH})_4]^-$, 会被 Co 吸附, 与 BH_4^- 、 H^- 等阴离子形成竞争吸附, BH_4^- 的吸附量减少, 释放出 H^- 的量减少, 故而产生 H_2 的速率下降。

06 无锡市 2025 届高三期终教学质量调研测试

1 A SiO_2 可与 NaOH 溶液反应生成 Na_2SiO_3 (盐)和 H_2O , 属于酸性氧化物, A 正确。

2 C NH_3 为三角锥形分子, 正、负电荷中心不重合, 属于极性分子, A 错误; 质量数 = 质子数 + 中子数 = $17 + 18 = 35$, 应写成 ^{35}Cl , B 错误; NH_4^+ 与 Cl^- 之间的作用力为离子键, NH_4^+ 中 N 与 H 之间的作用力为共价键, C 正确; N_2 的电子式为 $:\text{N}::\text{N}:$, D 错误。

3 B NaHCO_3 溶液呈碱性, 不仅能消耗 Cl_2 , 而且会引入新的杂质气体 CO_2 , B 错误。

4 C NH_3 分子间存在氢键, 沸点高于 PH_3 , A 错误; S 的非金属性强于 P, 电负性 $\text{S} > \text{P}$, B 错误; N 的价电子排布式为 $2s^2 2p^3$, N 的 2p 轨道中的电子为稳定的半满状态, 难失去电子, 故 N 的第一电离能比相邻元素 O 的大, C 正确; 非金属性 $\text{S} > \text{P}$, 酸性 $\text{H}_2\text{SO}_4 > \text{H}_3\text{PO}_4$, D 错误。

5 D SO_2 具有漂白性, 可用于漂白草编织物, A 错误; 浓硫酸具有吸水性, 可用于干燥气体, B 错误; KIO_3 中含有碘元素, 可作食盐的添加剂, C 错误; ClO_2 具有强氧化性, 可杀死细菌, D 正确。

6 A 晶体硅中, 每个 Si 形成 4 根 Si—Si, 每根 Si—Si 被 2 个 Si 共享, 故 1 mol 晶体硅中含有 Si—Si 的物质的量 = $4 \times \frac{1}{2} = 2(\text{mol})$, A 正确; 石墨是平面六边形结构, 碳碳键的夹角为 120° , B 错误; SiHCl_3 中, Si—H 与 Si—Cl 的键长不相等, SiHCl_3 不是正四面体结构, C 错误; CO_2 的结构式为 $\text{O}=\text{C}=\text{O}$, 为直线形分子, C 采取 sp 杂化, D 错误。

Plus 规律总结

C 原子的杂化类型

C 形成四根单键, 则 C 为 sp^3 杂化; C 形成一个双键, 两个单键, 则 C 为 sp^2 杂化; C 形成两个双键或一个三键和一个单键, 则 C 为 sp 杂化。碳正离子采取 sp^2 杂化, 碳负离子采取 sp^3 杂化。

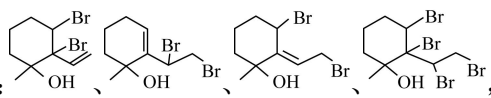
7 A 工业制硅时, C 转化为 CO , A 正确; 燃料电池的正极为 O_2 得电子, B 错误; 甲烷燃烧的热化学方程式中, 生成物中的水应为液态水, C 错误; CO_2 过量时, 应生成 HCO_3^- , D 错误。

8 D 平衡常数表达式中漏写 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$, A 错误; 由信息 $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$ $\Delta H = +161.1 \text{ kJ/mol}$ 知, 该反应为吸热反应, $\Delta H = \text{反应物总键能} - \text{生成物总键能} > 0$, 则反应物总键能 $>$ 生成物总键能, B 错误; 升高温度, 正、逆反应速率均增大, C 错误; 增大 $\frac{n(\text{CH}_4)}{n(\text{H}_2\text{O})}$, 相当于增大 $n(\text{CH}_4)$, H_2O 的转化率上升, 但 CH_4 的转化率下降, D 正确。

9 B 充电时, Na^+ 嵌入硬碳, 充电为电解池, Na^+ 移向阴极(B 极), 则 b 接电源的负极, a 接电源的正极, A 错误; 放电为原电池, 是电解池的逆过程, Na^+ 移向 A 极, C 错误; A 为正极, 放电时, Na^+ 移向正极, 每转移 1 mol e^- , 则有 1 mol Na^+ 移向 A 极, A 极质量增加 23 g, D 错误。

10 C X 的六元环中有 3 个饱和碳原子, 所有 C 原子不可能共平面, A 错误; Y 分子中

含有 2 个共轭双键, Y 与 Br_2 加成可生成 4 种有机产物:



B 错误: 丹参醇分子中含有 4 个手性碳原子, 如图: (标“*”碳原子为手性碳原子), D 错误。

11 B 酸性 KMnO_4 溶液既可氧化 Fe^{2+} , 也可氧化 Cl^- , A 错误; 由已知给出的量来看, KI 溶液过量, 但是充分反应之后, 仍能用 KSCN 溶液检测到 Fe^{3+} , 说明 KI 与 FeCl_3 溶液的反应是可逆的, B 正确; 没有给出 CH_3COONa 溶液和 NaNO_2 溶液的浓度, 不能通过 pH 比较两种盐的水解程度, C 错误; 由已知给出的量来看, AgNO_3 溶液是过量的, 与 KCl 反应之后有剩余, 再滴加 KI, 肯定有黄色的 AgI 沉淀, 不能说明 AgCl 转化成 AgI, 无法比较 AgCl 和 AgI 的溶度积大小, D 错误。

12 D $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 存在电离平衡 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$, 电离出的 $c(\text{NH}_4^+) \approx c(\text{OH}^-) = 10^{-2} \text{ mol/L}$, $c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 14 \text{ mol/L} - 10^{-2} \text{ mol/L} \approx 14 \text{ mol/L}$, $K_b(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = \frac{c(\text{NH}_4^+) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})} = \frac{10^{-2} \times 10^{-2}}{14} \approx 7 \times 10^{-6}$, A 错误; 实验 2 所得滤液中还存在 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 等, B 错误; NaHCO_3 溶液中存在质子守恒: $c(\text{H}^+) + c(\text{H}_2\text{CO}_3) = c(\text{OH}^-) + c(\text{CO}_3^{2-})$, 则 $c(\text{CO}_3^{2-}) - c(\text{H}_2\text{CO}_3) = c(\text{H}^+) - c(\text{OH}^-) = 10^{-8} \text{ mol/L} - 10^{-6} \text{ mol/L} = -9.9 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$, C 错误。

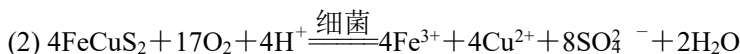
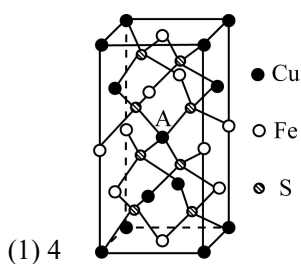
Plus 方法技巧

与量有关的离子方程式的书写关键

抓住少量的物质, 将少量的物质定为 1 mol, 另一种物质根据这个“1 mol”进行配比, 该物质不一定要满足化学式组成。

13 B 若反应①能进行, 需满足 $\Delta H_1 - T\Delta S < 0$, 反应①的 $\Delta S < 0$, 则 $\Delta H_1 < 0$, A 错误; 升温会使反应②逆向移动, 造成反应①的反应物 (SO_2 和 CO) 浓度增大, 生成物 CO_2 的浓度减小, 从浓度视角, 反应①平衡正向移动, S_2 平衡产率上升, 从温度视角, 升温会使反应①逆向移动, 但结果是 S_2 的平衡产率上升, 则应该是浓度的影响超过了温度的影响, B 正确; $900 \sim 1000 \text{ K}$, 10 min 时, S_2 的实际产率比平衡产率大, 若反应足够长时间, S_2 的实际产率应与平衡产率相等, 故 S_2 的实际产率会下降, C 错误; 已知: $600 \sim 1000 \text{ K}$ 范围内, SO_2 平衡转化率接近 100%, 由图可知, $600 \sim 1000 \text{ K}$ 范围内, S_2 平衡产率远低于对应温度下 10 min 时 S_2 实际产率, 如 1000 K 达到平衡时回收的 S_2 量远低于 600 K 反应 10 min 时, 故反应的温度并不是越高越好, D 错误。

14 (除特殊标注外, 每空 2 分)



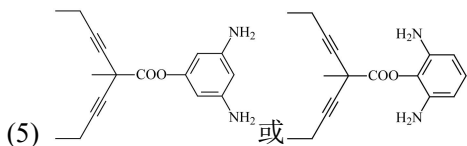
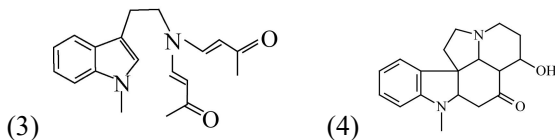
(3) Ag^+ 浓度增大, 反应速率增大; Ag^+ 浓度增大, 细菌的活性减弱, 反应速率减小; 减小幅度大于增大幅度 (3 分) (4) 2.8×10^{-8}

(5) ① Cu_2O 或 Cu ② 加热条件下, 乙醇与 CuO 表面的 O 反应形成氧空位

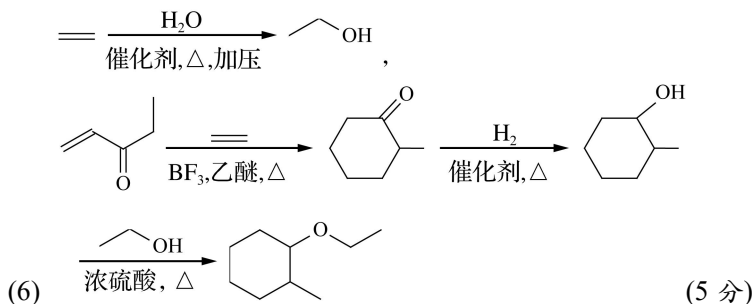
解析: (1) 由图可知, CuFeS_2 晶胞中 S 的个数为 8, 则 Cu 的个数为 4。与体心 Cu 紧邻的 S 有 4 个, 即晶胞中 A 与最近的 4 个 S 均应连接。(3) 此空为竞争行为, Ag^+ 浓度大导致反应速率快, 但 Ag^+ 属于重金属盐, 能杀菌, 会导致细菌的活性降低, 使得反应速率变慢。从结果看, 速率变慢, 原因是细菌活性降低导致反应速率降低占主要因素, 而 Ag^+ 浓度大为次要因素。(4) 该反应的平衡常数 $K = \frac{K_{a1}(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) \cdot K_{a2}(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)}{K_{sp}(\text{CuC}_2\text{O}_4)} = \frac{5.6 \times 10^{-2} \times 1.5 \times 10^{-4}}{K_{sp}(\text{CuC}_2\text{O}_4)} = 300$, $K_{sp}(\text{CuC}_2\text{O}_4) = 2.8 \times 10^{-8}$ 。

15 (除特殊标注外, 每空 2 分)

(1) 羟基、酯基 (2) 取代反应



(其他合理结构也给分)

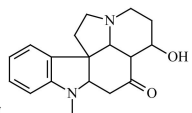
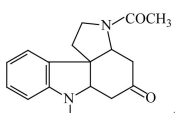


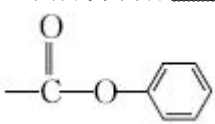
解析: (2) $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$ 的结构简式为 $\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_3$ (沿虚线处断开), B 中 $-\text{NH}-$ 上的

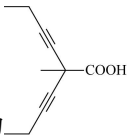
H 与 $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$ 上的 $\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{—CH}_3$ 发生取代反应，生成 C 和 CH_3COOH 。(3) A 中 —NH_2 中 1

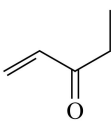
个 H 与 Cl—CH=CH—C(=O)— 中 Cl 结合生成 HCl 以及 B，若 Cl—CH=CH—C(=O)— 过量，则 A 中 —NH_2 中 2 个 H 均

可发生取代反应。(4) E→F 的反应中，按箭头发生加成反应，，两步加成之

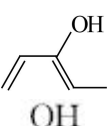
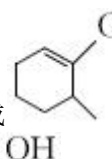
后生成中间产物 II 为 。(5)  分子中除苯环外，还有 11 个 C、2 个 N、2 个 O、5 个不饱和度。该同分异构体能水解且含有 1 个苯环，水解产物可能使 FeCl_3

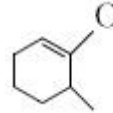
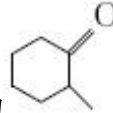
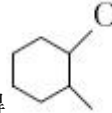
溶液显色，则一定含有结构：，酸化后的另一种产物中含有 4 种不同化学

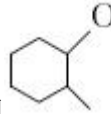
环境的氢原子，则分子高度对称，可能结构为 ，2 个饱和 N 原子以 —NH_2 形式连在

苯环上的对称位置，符合条件的同分异构体的结构简式见答案。(6) 原料  结构中存

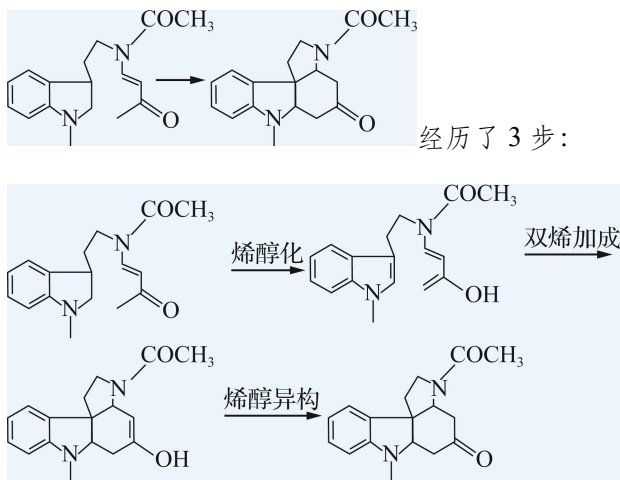
在碳碳双键、酮羰基，且共轭，与流程中 C 物质部分结构相似，由已知①，可将  变

形为 ，模仿已知②， 与乙烯反应生成 ，再模仿已知①，将

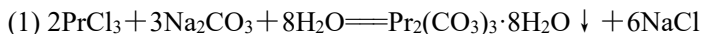
 转化为 ，再用 H_2 将其还原得 。对比目标产物，分子中含有

醚键，可以由  与乙醇分子间脱水而得，原料乙烯与水发生加成反应可得乙醇，具体合成路线流程图见答案。

烯醇异构及双烯加成



16 (除特殊标注外, 每空 2 分)



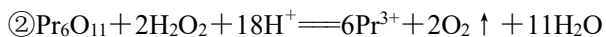
碳酸氢铵沉淀 PrCl_3 过程生成大量气体, 碳酸钠沉淀 PrCl_3 过程没有气体生成, 因而沉淀颗粒更加致密

(2) ①设 $\text{Pr}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 的物质的量为 1 mol, 根据 Pr 守恒可得:

$$n(\text{Pr}_6\text{O}_{11}) = \frac{1}{3} \text{ mol}, \quad m(\text{Pr}_6\text{O}_{11}) = \frac{1}{3} \text{ mol} \times 1022 \text{ g/mol} \approx 340.7 \text{ g}$$

$$\frac{m(\text{Pr}_6\text{O}_{11})}{m[\text{Pr}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}]} = \frac{340.7 \text{ g}}{606 \text{ g}} \times 100\% \approx 56.22\%$$

因此制备 Pr_6O_{11} 最适宜的温度为 755°C (4 分)



(3) 向溶液中边搅拌边加入稍过量 1.0 mol/L H_2O_2 溶液, 用 1.0 mol/L NaOH 调节 pH 为 3.7 左右, 充分反应后过滤, 将滤液转移到分液漏斗中, 加入 P507 充分振荡, 萃取后分液, 多次萃取后, 向有机层中加入 1.0 mol/L HCl 反萃取, 分离出水层后重复反萃取 2~3 次, 将所得水层溶液合并 (5 分)

解析: (1) Pr^{3+} 与 HCO_3^- 反应的离子方程式为 $2\text{Pr}^{3+} + 6\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{Pr}_2(\text{CO}_3)_3 \downarrow + 3\text{CO}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$, 产生气体的同时生成沉淀, 此沉淀比较松散。(3) 将锆铁合金抛光废料加入稀盐酸中, 得 Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 和 Pr^{3+} , 加入 H_2O_2 将 Fe^{2+} 全部氧化为 Fe^{3+} , 加入 NaOH 调节溶液的 pH 约为 3.7, 使得 Fe^{3+} 完全沉淀, 过滤, 除去 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀。在滤液中加入 P507 萃取出 Pr^{3+} , 分液, 再向 P507 中加入酸, 使得 $\text{Pr}^{3+} + 3(\text{HA})_2 \xrightleftharpoons[\text{反萃取}]{\text{萃取}} 3\text{H}^+ + \text{Pr}(\text{HA}_2)_3$ (有机层) 逆向移动, 在水溶液中得到 Pr^{3+} , 通过反复多次反萃取, 合并水层溶液, 可得较多量的 PrCl_3 溶液。

17 (除特殊标注外, 每空 2 分)

(1) 放热

(2) 温度升高, CO_2 溶解度下降, 单乙醇氨基碳酸盐发生分解

(3) 加成反应

(4) 单乙醇胺水溶液吸收 CO_2 生成稳定性强的碳酸盐, 吸收液再生能耗大; 副产物单乙醇氨基甲酸盐对设备有强腐蚀性

(5) 随着流动时间增加, 催化剂表面 NiO_x 增多, 有利于 CO_2 选择性生成 CO , 不利于 CO_2 选择性生成 CH_3OH (3 分)

(6) 活性氢 表面氢与金属原子之间存在作用力, 且表面氢结合氧原子的方向阻力大, 两者共同导致表面氢参与的反应活化能高, 反应速率慢 (3 分)

解析: (3) CO_2 的结构式为 $\text{O}=\text{C}=\text{O}$, 与 $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$ 反应, $\text{C}=\text{O}$ 打开一条键, 与氨基发生加成反应, 生成的 X 为 $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{NHCOOH}$, 羧基显酸性, 氨基显碱性, X 继续与 $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$ 发生中和反应, 则生成的 Y 为盐, 结构简式为 $[\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_3^+][\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{NHCOO}^-]$ 。(5) 本题为事实归因, 由图乙知, 催化剂表面的 NiO_x 增多, 由图甲知, CO 的选择性增大, CH_3OH 的选择性减小, 两者联系一起作答。(6) 由图丙知, “活性氢”参与反应的活化能为 0.63 eV , “表面氢”参与反应的活化能为 3.45 eV , 活化能越小, 反应越容易进行, 所以“活性氢”有利于反应进行。由图丁知, “表面氢”: A 中表面 H 与平面上 3 个金属原子之间存在作用力, B 中表面 H 与 2 个金属原子之间存在作用力, C 中 H 原子被中间体 $^*\text{CHOOH}$ 中一个 O 原子结合, 最后到 F 时, 以 H_2O 的形式离开, 同时生成 $^*\text{CHO}$ 。“活性氢”: D 中“活性氢”与金属原子之间无接触, 在上方直接与中间体 $^*\text{CHOOH}$ 中一个 O 原子结合, 比较这两者, 不难发现, “表面氢”需要脱离金属原子的束缚, 耗能多; 与中间体 $^*\text{CHOOH}$ 接触时, “表面氢”的空间位阻较大, 故“表面氢”不易反应。

Plus 知识拓展

与空间位阻相关的考点

空间位阻: 分子中原子或基团因空间拥挤导致的排斥作用, 影响反应活性、构象及稳定性。大体积基团阻碍反应物接近活性位点, 降低反应速率或改变反应路径。选择题: 如比较不同化合物的反应活性。机理题: 如解释为何某些反应因位阻无法进行。构象分析: 如判断环己烷衍生物的优势构象。合成设计: 如利用位阻效应控制反应选择性(区域选择性、立体选择性)。

07 常州市 2025 届高三期末质量调研

1 A 核糖、脱氧核糖均属于五碳糖,和磷酸同为小分子化合物;核酸是由许多核苷酸聚合而成的生物大分子,相对分子质量大于一万,属于高分子化合物。故选 A。

2 B 水垢的主要成分含 CaCO_3 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 等,稀硫酸与 CaCO_3 反应生成的微溶物 CaSO_4 会覆盖在水垢表面,使水垢难以除去, A 错误;蔗糖遇浓硫酸会发生脱水及氧化还原反应生成 CO_2 、 SO_2 等,应改用稀硫酸催化, C 错误; MnO_2 与稀盐酸不反应, D 错误。

3 B SO_2 的中心原子 S 的价层电子对数 $=\frac{6+0}{2}=3$, VSEPR 模型为平面三角形, A 错误; CO_2 中碳原子采取 sp 杂化,空间结构为直线形, B 正确;同周期主族元素,从左到右,第一电离能总体呈增大趋势,则第一电离能 $I_1(\text{C}) < I_1(\text{O})$, C 错误; $\text{SO}_2 \rightarrow \text{S}$, 硫元素的化合价降低,得电子被还原, SO_2 作氧化剂, D 错误。

4 D 乙酸乙酯的制备实验中,试剂的添加顺序:先加 3 mL 乙醇,边振荡边慢慢加入 2 mL 98% 的浓硫酸和 2 mL 冰醋酸, A 错误;试管 b 中应盛放饱和 Na_2CO_3 溶液,若盛放 NaOH 溶液,生成的乙酸乙酯会发生水解, B 错误;试管 b 中的导管应伸至液面上方,若伸入液面以下,挥发的乙醇、乙酸易溶于水,可能造成倒吸, C 错误;若用酒精灯直接加热,则会加剧乙醇、乙酸的挥发,导致产品纯度下降, D 正确。

Plus 知识拓展

乙酸乙酯制备中饱和 Na_2CO_3 溶液的作用

一是(增大溶液极性,)降低乙酸乙酯溶解度,有利于乙酸乙酯析出;二是中和乙酸;三是吸收乙醇;四是便于闻到乙酸乙酯的气味。

5 D 石油的分馏属于物理变化, A 错误; H_2S 是属于共价化合物,形成过程中无电子的得失,不需要标记箭头, B 错误; S_8 是由 $\text{S}-\text{S}$ 非极性键构成的分子,固态时为分子晶体, C 错误。

6 D 水为 V 形结构,正、负电荷中心不重合,为极性分子, A 错误;乙醇和乙醚的官能团类别不同,不互为同系物, B 错误;青蒿素的碳氧双键中碳原子为 sp^2 杂化, C 错误;双氢青蒿素比青蒿素多 1 个手性碳原子,即最下端羟基连接的碳原子, D 正确。

7 C 核磁共振氢谱主要是确定分子中氢原子的种类和数目,无法确定分子式, C 错误。

8 D 青蒿素中的 $-\text{O}-\text{O}-$ 类似于 H_2O_2 中过氧键,对热不稳定, A 正确;双氢青蒿素含 $-\text{O}-\text{O}-$,可将 KI 氧化为 I_2 , B 正确;从青蒿素到双氢青蒿素,酯基转化为羟基,水溶性增强, C 正确; H_2 无法将酯基中的 $\text{C}=\text{O}$ 还原为羟基, D 错误。

9 C 由图可知, HCOO^- 吸附在 Pd 上,说明 Pd 带部分正电荷, A 正确;步骤 I 中生成有机胺中 N 原子与 H^+ 通过配位键形成氮正离子, B 正确;步骤 III 中 H^- 与有机胺中 +1 价 H 形成 H_2 ,每生成 1 mol H_2 转移 1 mol 电子, C 错误;若以 DCOOH 代替 HCOOH ,步骤 I 生成 DCOO^- , H 在有机胺中,在步骤 II 中生成 D^- ,与有机胺中的 H 生成 HD , D 正确。

10 A X 分子中存在多个饱和碳原子,构成空间四面体结构,不可能所有原子共平面, A 错误;PAB 是有机高分子,属于混合物,无固定的熔、沸点, B 正确;X、Y 中的碳碳双

键通过加聚反应生成 PAB, **C 正确**; 已知 PAB 可识别 Cs^+ , 说明其空腔直径与 Cs^+ 的直径接近, **D 正确**。

11 **A** 固体质量相等, 水的体积相等, NaHCO_3 固体没有完全溶解, 说明 NaHCO_3 的溶解度较小, **A 正确**; 铝热反应中镁条的作用: 镁条燃烧放热, 提供能量引发铝热反应, 由实验过程无法判断 Mg 与 Fe 的金属性强弱, **B 错误**; 新制氯水中主要含 Cl_2 , Cl_2 既能将 I^- 氧化为 I_2 , 又能将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} , 含 I_2 和 Fe^{3+} 的溶液均呈黄色, 故无法根据实验现象“溶液变为黄色”得出反应 $2\text{I}^- + \text{Cl}_2 = \text{I}_2 + 2\text{Cl}^-$ 一定发生, 从而无法比较 I^- 和 Cl^- 的还原性强弱, **C 错误**; 发生反应 $\text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{S} = \text{CuS} \downarrow + \text{H}_2\text{SO}_4$, 该反应能发生是因为 CuS 不溶于稀硫酸, **D 错误**。

12 **B** NaH_2PO_4 、 Na_2HPO_4 混合溶液中存在电荷守恒: $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{H}_2\text{PO}_4^-) + 2c(\text{HPO}_4^{2-}) + 3c(\text{PO}_4^{3-}) + c(\text{OH}^-)$, 溶液 $\text{pH}=6$, 说明 $c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$, 则 $c(\text{Na}^+) < c(\text{H}_2\text{PO}_4^-) + 2c(\text{HPO}_4^{2-}) + 3c(\text{PO}_4^{3-})$, **A 错误**; 缓冲溶液发生反应时 pH 变化不大, 则溶液可维持 $\text{pH}=6$, 溶液中存在 $K_{a2} = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{SO}_3^{2-})}{c(\text{HSO}_3^-)} = 1.0 \times 10^{-7}$ 、 $K_{a1} = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{H}_2\text{PO}_4^-)}{c(\text{H}_3\text{PO}_4)} = 7.5 \times 10^{-3}$, 则 $\frac{c(\text{SO}_3^{2-})}{c(\text{HSO}_3^-)} = \frac{1.0 \times 10^{-7}}{1.0 \times 10^{-6}} < 1$, $\frac{c(\text{H}_2\text{PO}_4^-)}{c(\text{H}_3\text{PO}_4)} = \frac{7.5 \times 10^{-3}}{1.0 \times 10^{-6}} > 1$, 即溶液中主要生成 HSO_3^- 、 H_2PO_4^- , **B 正确**; $\text{pH}=5$ 时, $c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$, H_2SO_3 的 $K_{a1} \cdot K_{a2} = \frac{c^2(\text{H}^+) \cdot c(\text{SO}_3^{2-})}{c(\text{H}_2\text{SO}_3)} = 1.5 \times 10^{-9}$, 则 $\frac{c(\text{SO}_3^{2-})}{c(\text{H}_2\text{SO}_3)} = 15 > 1$, $c(\text{SO}_3^{2-}) > c(\text{H}_2\text{SO}_3)$, **C 错误**; $\frac{c(\text{H}_2\text{PO}_4^-)}{c(\text{HPO}_4^{2-})}$ 越大, $c(\text{HPO}_4^{2-})$ 越小, 不利于吸收 SO_2 , **D 错误**。

13 **C** 由盖斯定律知, $\text{I} + \text{II} + \text{III}$ 可得目标热化学方程式, 则 $\text{C(s)} + \text{CaO(s)} + 2\text{H}_2\text{O(g)} = \text{CaCO}_3\text{(s)} + 2\text{H}_2\text{(g)}$ 的 $\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3$, **A 正确**; 已知: 在图示温度范围, C(s) 已完全反应, 随温度升高, 只考虑反应 II、III 的移动, 反应 II、III 均放热, 平衡均逆向移动, 则 CO 的物质的量分数增大, H_2 的物质的量分数减小, 物质的量分数先增后减的物质是 CO_2 , 故曲线 a 表示平衡时 H_2 的物质的量分数随温度的变化, 曲线 b 表示平衡时 CO 的物质的量分数随温度变化, 曲线 c 表示平衡时 CO_2 的物质的量分数随温度的变化, **B 正确**; 反应 III 的 $K = c(\text{CO}_2)$, 温度不变, K 值不变, 故重新达到平衡后, $c(\text{CO}_2)$ 不变, **C 错误**; T_1 以后, CO_2 的物质的量分数减小, 随温度升高, 反应 II 逆向移动, $\text{CaCO}_3\text{(s)}$ 可能已经完全分解, **D 正确**。

Plus 方法技巧

重视题给已知条件

题给信息“在图示温度范围内, C(s) 已完全反应”, 图示温度范围内只考虑反应 II、III 的移动。反应 II、III 均为放热反应。

14 (除特殊标注外, 每空 2 分)

(1) ①4 ②温度较低时反应速率较慢, 但温度过高会加速 H_2O_2 分解 ③ $\text{Cu}_2\text{Te} + 4\text{H}^+ + 4\text{H}_2\text{O}_2 = \text{H}_2\text{TeO}_3 + 2\text{Cu}^{2+} + 5\text{H}_2\text{O}$ ④ Ag_2SO_4

(2) ① $c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$ 增加, 生成的 CuC_2O_4 沉淀增多; 继续增大 $c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$, 生成的 CuC_2O_4 沉淀

与 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 反应生成 $[\text{Cu}(\text{C}_2\text{O}_4)_2]^{2-}$ 而溶解 ② $\text{H}_2\text{TeO}_3 + 2\text{C}_2\text{O}_4^{2-} + 4\text{H}^+ = \text{Te} \downarrow + 4\text{CO}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$

(3) Cu(3 分)

解析: (1) ①由均摊法可知, Cu_2Te 晶胞中, 黑球有 4 个, 白球个数 $= 8 \times \frac{1}{8} + 1 = 2$, 则白球为 Te, 黑球为 Cu, 与 Te 相连的黑球(Cu)有 4 个。④酸性条件下, H_2O_2 将 Ag 氧化为 Ag^+ , 转化为 Ag_2SO_4 沉淀。(2) ②“碲损失率略有增加”, 说明溶液中 H_2TeO_3 转化为含碲沉淀。由题给信息, Na_2SO_3 可将 H_2TeO_3 还原为 Te 单质, 说明 H_2TeO_3 具有一定氧化性, 结合 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 中碳元素显 +3 价, 具有还原性可知, $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 也可将 H_2TeO_3 还原为 Te 单质而造成损失。(3) $M(\text{CuC}_2\text{O}_4) = 152 \text{ g/mol}$, 取 1 mol CuC_2O_4 反应, 最终剩余固体质量 $= 152 \text{ g} \times 42.10\% \approx 64 \text{ g}$, 则剩余固体为 Cu。

Plus 方法技巧

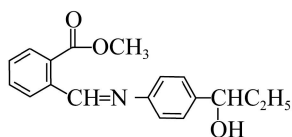
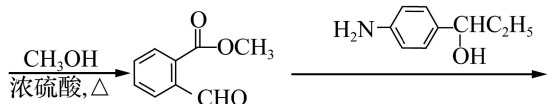
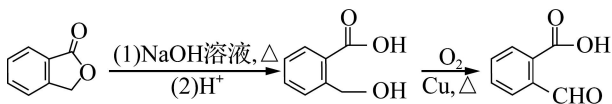
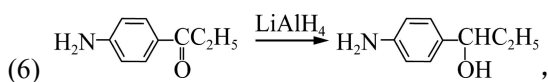
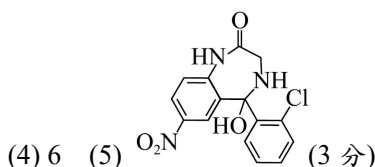
试剂量的变化归因类试题的解题方法

一是分析反应原理, 如本题 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 沉淀铜: $\text{Cu}^{2+} + \text{C}_2\text{O}_4^{2-} = \text{CuC}_2\text{O}_4 \downarrow$; 二是分析物质的性质及作用, 如 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 具有还原性、在本反应中作沉淀剂; 三是分析量的变化的影响, 如 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 过量会引发副反应, 同时将碲还原。

15 (除特殊标注外, 每空 2 分)

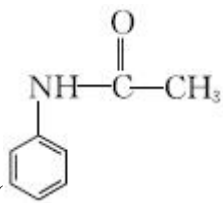
(1) 强 (2) 酰胺基

(3) 保护氨基, 防止硝化时被氧化(, 同时酰胺基因空间位阻增大, 有利于硝基在其对位发生取代)

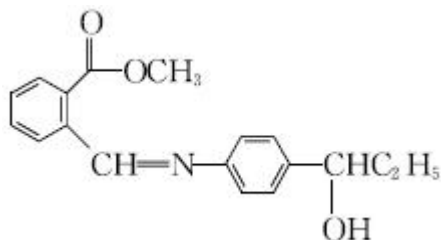


(5 分)

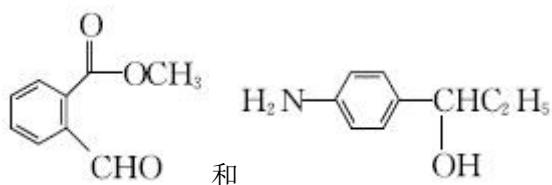
解析: (1) 硝基是吸电子基团, 会降低氨基氮分子上的电子云密度, 从而减弱其碱性。(2)



苯胺与乙酸反应生成 B(), 官能团为酰胺基。(3) 从官能团保护和空间位阻 2 方面回答。(4) D→E 的反应类型为取代反应。A~G 中六步反应均为取代反应。(5) 对比 G、H 结构, H 中有 C=N 生成, X 与 G 互为同分异构体, 可知 X→H 为消去反应, 则 G→X 发生羰基加成反应成环, X 的结构简式见答案。(6) 由产物



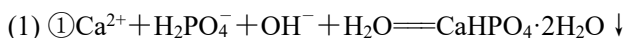
中含有 C=N 知, 需仿照 G→F, 先合成



和

, 具体合成路线流程图见答案。

16 (除特殊外, 每空 2 分)



② $c(\text{OH}^-)$ 增大, 镁回收率变化不明显, 部分 MgHPO_4 转化为 $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$, 部分 MgHPO_4 转化为 $\text{Mg}(\text{OH})_2$, MgO 不再溶解(3 分)

③减小抽滤瓶内压强, 有利于加快过滤速率, 且可使固体更干燥

(2) 边搅拌边加入计算量的 BaCO_3 粉末, 再向其中加入 Na_2CO_3 粉末至不再产生沉淀, 过滤, 将滤液水浴加热至 40°C 以上, 边搅拌边加入 MgO 浆液, 直至溶液 pH 为 6(5 分)

(3) 97

$$n(\text{MgHPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}) = \frac{6.96 \text{ g}}{174 \text{ g/mol}} = 0.04 \text{ mol}$$

$$n_{\text{去除}}(\text{N}) = n_{\text{去除}}(\text{NH}_3 \text{ 或 } \text{NH}_4^+) = n(\text{MgHPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}) = 0.04 \text{ mol}$$

$$m_{\text{去除}}(\text{N}) = 0.04 \text{ mol} \times 14 \text{ g/mol} = 0.56 \text{ g}$$

$$\text{氨氮去除率} = \frac{0.56 \text{ g}}{2 \text{ L} \times 288 \text{ mg/L} \times 10^{-3} \text{ g/mg}} \times 100\% \approx 97\% (3 \text{ 分})$$

解析: (1) ②由图甲可知, $\text{pH} > 6$, 镁回收率变化不明显, 说明 MgO 不再溶解, 而 MgHPO_4 纯度下降, 说明 MgHPO_4 转化其他含镁沉淀, 结合随 pH 增大, 溶液中 $c(\text{OH}^-)$ 增大, 部分 MgHPO_4 转化为 $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ 或 $\text{Mg}(\text{OH})_2$, 造成产品纯度下降。(2) 湿法磷酸中的杂质为 H_2SO_4 和 H_2SiF_6 , 用 BaCO_3 粉末除 H_2SO_4 ; 用 Na_2CO_3 粉末除 H_2SiF_6 。由图甲可知利用 MgO 浆液调节 $\text{pH} = 6$, 由图丙可知需要加热至 40°C 以上, 具体实验方案见参考答案。

17 (除特殊标注外, 每空 2 分)

(1) ①高温 ②反应 ii 中有积炭生成, 随着生成的积炭逐渐增多, 催化剂表面活性位点减少, 催化性能降低, 反应速率减慢

(2) ①AD ② $(1-\alpha)v_1$


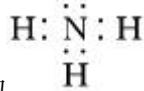
(3) ① I、II、III ② $\text{CH}_4 + \text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \xrightarrow{\text{s-mmO}} \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$

(4) $\cdot\text{I}$ 消耗 CH_2Br_2 生成了 CH_3Br ; $\cdot\text{Br}$ 和 CH_4 最终也生成了 CH_3Br ; I_2 作为该反应的催化剂(3 分)

解析: (1) ①反应 i 的 $\Delta S > 0$, $\Delta H > 0$, 由 $\Delta H - T\Delta S < 0$ 知, 反应在高温下自发。② CH_4 转化率和 C_6H_6 产率均逐渐降低, 说明反应速率是减慢的, 结合该反应是催化反应及有积炭副反应的发生推测, 随着积炭增多, 覆盖在催化剂表面, 使催化剂的活性位点减少, 催化效率下降, 速率减慢。(2) ①由速率方程可知, 增大甲烷浓度, 速率增大, 增大 H_2 浓度, 对速率无影响; 随着反应进行甲烷浓度减小, 反应速率减小, 乙烷的生成速率减小; 温度降低, 反应速率降低, 则 k 减小, 故选 AD。②温度不变, k 值不变, 反应开始时, $c(\text{CH}_4) = \frac{v_1}{k}$, 当甲烷转化率为 α 时, $c_{\text{剩}}(\text{CH}_4) = \frac{(1-\alpha)v_1}{k}$, 代入速率方程得 $v_2 = (1-\alpha)v_1$ 。(3) ①由图示中铁元素的化合价可知, 步骤 I 中部分 Fe(II) 失电子转化为 Fe(III) , 步骤 II 中剩余 Fe(II) 失电子转化为 Fe(III) , 步骤 III 中 Fe(III) 失电子转化为 Fe(IV) , 步骤 IV 中部分 Fe(IV) 得电子转化为 Fe(III) , 步骤 V 中剩余 Fe(IV) 得电子转化为 Fe(III) , 步骤 VI 中 Fe(III) 得电子转化为 Fe(II) , 满足题意的步骤为 I、II、III。②总反应可从物质的进出判断, 反应物有 CH_4 、 O_2 、 2H^+ 、 2e^- , 生成物有 CH_3OH 和 H_2O , 注意写上催化剂。(4) 加入 I_2 会生成 $\cdot\text{I}$, $\cdot\text{I}$ 会将副产物 CH_2Br_2 逐步转化成 CH_3Br , 同时产生 IBr 和 $\cdot\text{Br}$, $\cdot\text{Br}$ 能将 CH_4 转化为 $\cdot\text{CH}_3$, IBr 能将 $\cdot\text{CH}_3$ 转化成 CH_3Br ; I_2 在反应中起催化作用。

08 扬州市 2025 届高三第一学期期末检测

1 C 胰岛素属于有机物, NH_3 、硅、碳酸钠属于无机物, C 正确。

2 D Mg^{2+} 的结构示意图为 , A 错误; NH_3 的电子式为 , B 错误; H_2O 中只含有 $\text{H}-\text{O}$ 极性键, C 错误; Mg_3N_2 的电子式为 $\text{Mg}^{2+} [\text{N}^{3-}]^{2-} \text{Mg}^{2+} [\text{N}^{3-}]^{2-} \text{Mg}^{2+}$, 故只含离子键, D 正确。

3 A Na_2CO_3 溶液呈碱性, 可去除油污, A 正确; 长颈漏斗未形成液封, FeS 与稀硫酸反应生成的有毒气体 H_2S 会从长颈漏斗逸出, 污染空气, B 错误; 吸收 H_2S 气体需要“长管进气、短管出气”, C 错误; 制备 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 等带有结晶水的物质时, 不能直接蒸干溶液, 应该先蒸发浓缩, 后冷却结晶, D 错误。

4 B 具有相同核外电子排布的微粒, 核电荷数越大, 微粒的半径越小, 故 $r(\text{Al}^{3+}) < r(\text{Mg}^{2+})$, A 错误; 非金属性越强, 简单气态氢化物越稳定, 同一主族从上到下非金属性减弱, 非金属性 $\text{O} > \text{S}$, 则热稳定性 $\text{H}_2\text{O} > \text{H}_2\text{S}$, B 正确; 同周期主族元素从左到右金属性减弱, 金属性 $\text{Mg} > \text{Al}$, 则碱性 $\text{Al}(\text{OH})_3 < \text{Mg}(\text{OH})_2$, C 错误; 同周期主族元素从左到右, 元素的第一电离能总体呈增大趋势, 但 II A、V A 族元素的第一电离能反常地大, 故 $I_1(\text{Al}) < I_1(\text{Mg})$, D 错误。

5 A NH_3 的空间结构为三角锥形, 正、负电荷中心不重合, 为极性分子, A 正确; NH_3 中 N 含孤电子对, Co^{3+} 含有空轨道, B 错误; NH_3 中 N 为 sp^3 杂化, 含有 1 个孤电子对, 键角约为 107° , BH_3 中 B 为 sp^2 杂化, 键角为 120° , C 错误; NH_4^+ 与 BH_4^- 中心原子的 σ 键电子对数均为 4, 孤电子对数均为 0, 均为 sp^3 杂化, 空间结构均为正四面体形, D 错误。

6 D 催化剂能改变反应的活化能, 不能改变反应的焓变, A 错误; 该反应为气体分子数增大的反应, $\Delta S > 0$, B 错误; 环己酮还原为环己醇时断裂碳氧 π 键, C 错误。

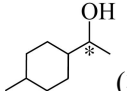
Plus 规律总结

催化剂“四能”与“四不能”

改变反应历程 (参与化学反应)	} 催化剂 {	不能改变反应热 (焓变)
降低活化能 (能垒)		不能使化学平衡发生移动
加快反应速率		不能改变化学平衡常数
缩短达到平衡时间		不能改变平衡转化率 (可改变单位时间转化率)

7 B 立方相 BN 与金刚石相似具有空间网状结构, 为共价晶体, 熔点高, 硬度大, A、C 错误; 六方相 BN 与石墨相似具有层状结构, 可作润滑剂, B 正确; 立方相 BN 和六方相 BN 具有不同的晶体结构, 能量不同, 故等质量的二者在足量 O_2 中燃烧放出的热量不同, D 错误。

8 A 漂白粉溶于水与 CO_2 反应生成 CaCO_3 和 HClO , A 正确; MnCl_2 为强电解质, 书写离子方程式时要拆分, B 错误; NO 与水不反应, C 错误; S 与 O_2 反应生成 SO_2 , D 错误。

9 C X 与足量 H_2 反应生成的产物中含有 1 个手性碳原子, 如图:  (标“*”碳原

子为手性碳原子), **A 错误**; X、Y 均不含酚羟基, 无法用 FeCl_3 溶液鉴别, **B 错误**; Y 含有一OH, 能与水形成分子间氢键, 相同温度下, Y 在水中的溶解度比 Z 大, **C 正确**; Z 在 NaOH 的醇溶液中加热发生消去反应, **D 错误**。

10 **D** $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$ 中 Cu^{2+} 与 NH_3 形成配离子, 溶液中配离子电离出的 NH_3 很少, **A 错误**; 硝酸具有氧化性, 稍过量稀硝酸会导致还原步骤消耗更多 Na_2SO_3 , 浪费原料, 且产生 NO 污染空气, **B 错误**; “还原”时发生反应 $2\text{Cu}^{2+} + \text{SO}_3^{2-} + 2\text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O} = 2\text{CuCl} \downarrow + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$, 溶液 pH 减小, **C 错误**。

11 **C** 产生的气体中含有乙烯、 SO_2 和乙醇, 均能使酸性 KMnO_4 溶液褪色, 需将气体先通入 NaOH 溶液中除杂, 再通入酸性 KMnO_4 溶液, **A 错误**; 通过比较 pH 大小, 比较只能证明酸性 $\text{CCl}_3\text{COOH} > \text{CH}_3\text{COOH}$, 无法证明 CCl_3COOH 完全电离, **B 错误**; H_2O_2 与 KMnO_4 反应, H_2O_2 作还原剂, **C 正确**; NH_4^+ 的水解和 HSO_3^- 的电离均能产生 H^+ , 无法比较 HSO_3^- 的电离程度和水解程度大小, **D 错误**。

Plus 方法技巧

检验乙醇发生消去反应的产物

与 A 项相似的实验: “向试管中加乙醇、浓硫酸和几片碎瓷片, 加热, 将产生的气体通入溴水, 溴水褪色, 证明产生乙烯”, 这种说法是错误的, 产生的气体中含有 SO_2 , 也能使溴水褪色, 因此检验乙醇发生消去反应的产物时, 需将产生的气体通入 NaOH 溶液中除去杂质, 再通入酸性 KMnO_4 溶液或溴水中进行检验。

12 **B** $\frac{c(\text{S}^{2-})}{c(\text{H}_2\text{S})} = \frac{K_{a1} \cdot K_{a2}}{c^2(\text{H}^+)} = \frac{1.0 \times 10^{-7} \times 1.0 \times 10^{-13}}{(10^{-11})^2} > 1$, 则 $c(\text{S}^{2-}) > c(\text{H}_2\text{S})$, **A 错误**; 实验 1 溶液中存在电荷守恒: $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{HS}^-) + 2c(\text{S}^{2-}) + c(\text{OH}^-)$, 由溶液 $\text{pH} = 11$ 可知, $c(\text{H}^+) < c(\text{OH}^-)$, 故 $c(\text{Na}^+) > c(\text{HS}^-) + 2c(\text{S}^{2-})$, **B 正确**; HS^- 不能完全电离分子, 书写离子方程式时不拆分, **C 错误**; 该反应的平衡常数 $K = \frac{K_{a2}(\text{H}_2\text{S})}{K_{a1}(\text{H}_2\text{S}) \cdot K_{sp}(\text{CuS})} = \frac{1.0 \times 10^{-13}}{1.0 \times 10^{-7} \times 1.0 \times 10^{-36}} = 1.0 \times 10^{30}$, **D 错误**。

Plus 方法技巧

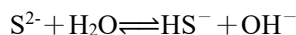
溶液中含 S 微粒浓度的比较

已知: 室温下, H_2S 的 $K_{a1} = 1.1 \times 10^{-7}$ 、 $K_{a2} = 1.3 \times 10^{-13}$ 。

1. 用 pH 计测量 0.1 mol/L Na_2S 溶液的 pH, 测得 pH 为 12.65, 则 $c(\text{S}^{2-}) < c(\text{HS}^-)$ ()

2. 0.01 mol/L Na_2S 溶液中: $c(\text{HS}^-) > c(\text{S}^{2-})$ (✓)

解题方法: 1. $\text{pH} = 12.65$ 的 Na_2S 溶液中存在质子守恒: $c(\text{HS}^-) + 2c(\text{H}_2\text{S}) + c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$, 则 $c(\text{HS}^-) + 2c(\text{H}_2\text{S}) = c(\text{OH}^-) - c(\text{H}^+) = (10^{-1.35} - 10^{-12.65}) \text{ mol/L} \approx 0.045 \text{ mol/L}$, $c(\text{S}^{2-}) = 0.1 \text{ mol/L} - [c(\text{HS}^-) + c(\text{H}_2\text{S})] > (0.1 - 0.045) \text{ mol/L} = 0.055 \text{ mol/L}$, 则 $c(\text{S}^{2-}) > c(\text{HS}^-)$ 。2. $K_h(\text{S}^{2-}) = \frac{K_w}{K_{a2}(\text{H}_2\text{S})} = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{1.3 \times 10^{-13}} \approx 7.7 \times 10^{-2}$, $K_h(\text{HS}^-) = \frac{K_w}{K_{a1}(\text{H}_2\text{S})} = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{1.1 \times 10^{-7}} \approx 9.1 \times 10^{-8}$, 0.01 mol/L Na_2S 溶液中, 以 S^{2-} 的第一步水解为主, 设发生水解的 S^{2-} 为 $x \text{ mol/L}$, 列三段式:



$$c(\text{初始})/(\text{mol/L}) \quad 0.01 \quad 0 \quad 0$$

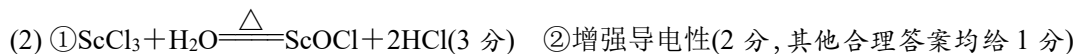
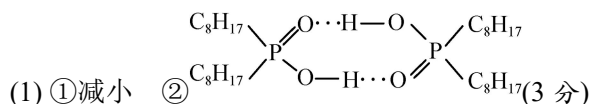
$$c(\text{转化})/(\text{mol/L}) \quad x \quad x \quad x$$

$$c(\text{平衡})/(\text{mol/L}) \quad 0.01-x \quad x \quad x$$

$$\text{则 } K_{\text{h}}(\text{S}^{2-}) = \frac{x \cdot x}{0.01-x} \approx 7.7 \times 10^{-2}, x = 0.0089 \text{ mol/L} > (0.01 - 0.0089) \text{ mol/L}, \text{故 } c(\text{HS}^-) > c(\text{S}^{2-}).$$

13 C 由盖斯定律知, ①+②可得 $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2(\text{g})$ 的 $\Delta H = +205.8 + (-41.2) = +164.6(\text{kJ/mol})$, **A 错误**; 温度升高, 反应①($\Delta H > 0$)正向进行程度增大, 反应②($\Delta H < 0$)正向进行程度减小, CH_4 转化率增大, CO 转换率减小, 曲线 a 表示平衡时 CO 转换率随温度的变化, 曲线 b 表示平衡时 CH_4 转化率随温度的变化, **B 错误**; 设投料时 CH_4 和 H_2O 分别为 1 mol 和 6 mol, 850°C 时 $n_{\text{生成}}(\text{CO}_2) = 1 \text{ mol} \times 90\% \times 50\% = 0.45 \text{ mol}$, 550°C 时, $n_{\text{生成}}(\text{CO}_2) = 1 \text{ mol} \times 90\% \times 30\% = 0.27 \text{ mol}$, 故 850°C 平衡时生成的 CO_2 比 550°C 平衡时生成的多, **C 正确**; 相同条件下, CH_4 和 H_2O 总物质的量不变, $\frac{n(\text{H}_2\text{O})}{n(\text{CH}_4)}$ 越大, 反应物中总的含 H 量越小, H_2 产量越小, **D 错误**。

14 (除特殊标注外, 每空 2 分)



③ 温度升高, NH_4Cl 的分解速率加快, 生成更多的 HCl , 抑制 ScCl_3 水解

$$(3) n(\text{ScCl}_3) = c(\text{EDTA}) \cdot V(\text{EDTA}) = 0.0400 \text{ mol/L} \times 23.00 \times 10^{-3} \text{ L} = 9.2 \times 10^{-4} \text{ mol} (1 \text{ 分})$$

$$n(\text{ScCl}_3) + n(\text{ScOCl}) = c(\text{EDTA}) \cdot V'(\text{EDTA}) = 0.0400 \text{ mol/L} \times 25.00 \times 10^{-3} \text{ L} = 1.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

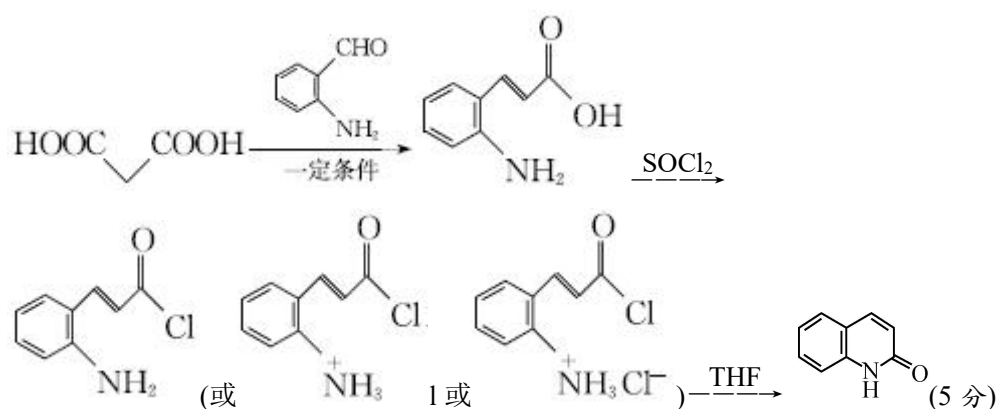
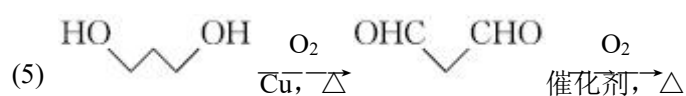
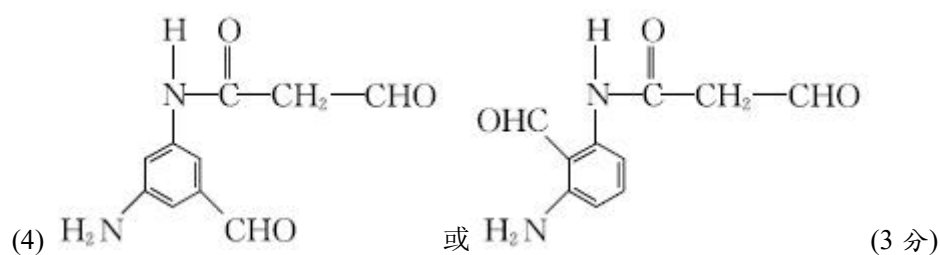
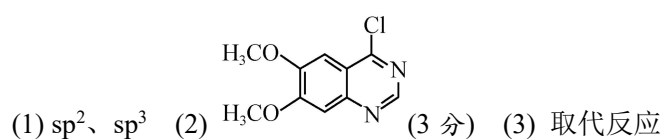
$$n(\text{ScOCl}) = c(\text{EDTA}) \cdot V'(\text{EDTA}) - c(\text{EDTA}) \cdot V(\text{EDTA}) = (10.0 - 9.2) \times 10^{-4} \text{ mol} = 8.0 \times 10^{-5} \text{ mol} (1 \text{ 分})$$

$$\text{钪的水解率} = \frac{n(\text{ScOCl})}{n(\text{ScOCl}) + n(\text{ScCl}_3)} \times 100\% = \frac{8.0 \times 10^{-5} \text{ mol}}{1.0 \times 10^{-3} \text{ mol}} \times 100\% = 8\% (1 \text{ 分})$$

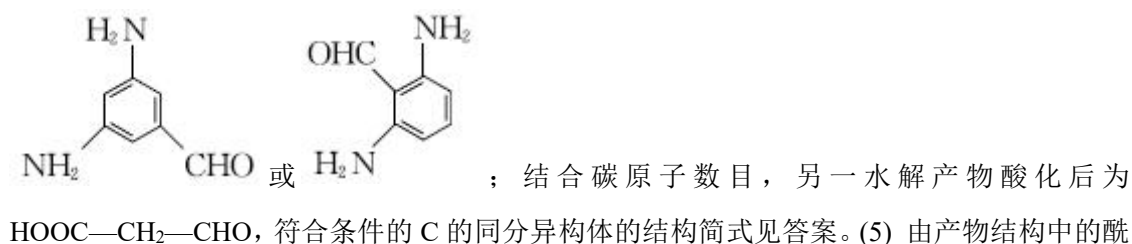
(如果写成: 钪的水解率 = $\frac{n(\text{ScOCl})}{n(\text{ScOCl}) + n(\text{ScCl}_3)} \times 100\% = \frac{0.0400 \text{ mol/L} \times 25.00 \times 10^{-3} \text{ L} - 0.0400 \text{ mol/L} \times 23.00 \times 10^{-3} \text{ L}}{0.0400 \text{ mol/L} \times 25.00 \times 10^{-3} \text{ L}} \times 100\% = 8\%$ 也可以) (共 3 分)


解析: (1) ① Sc^{3+} 与羟基电离出的 H^+ 进行离子交换, 萃取后溶液中 H^+ 浓度增大, pH 减小。② 氢键是由已经与电负性很大的原子形成共价键的氢原子 (如与 N、O、F 相连的氢) 与另一个电负性很大的原子 (如 N、O、F) 之间形成的作用力, “...” 表示形成的氢键。(2) ② NaCl 、 KCl 均为强电解质, 可增强导电性。③ $\text{ScCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{ScCl}_3 + 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{ScCl}_3 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{ScOCl} + 2\text{HCl}$, NH_4Cl 分解生成 HCl 可抑制 ScCl_3 水解。

15 (除特殊标注外, 每空 2 分)



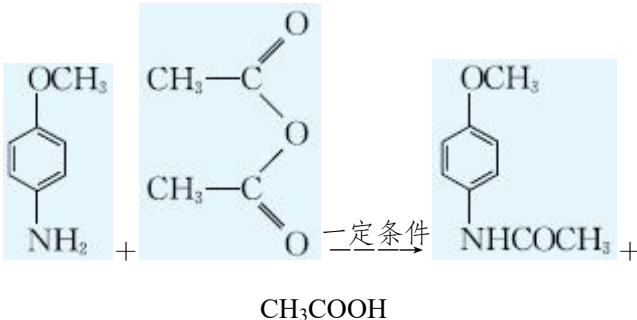
解析: (2) 为取代反应, D 中的—Cl 被取代, 用 E 反推 D 的结构, 最后结合 D 的分子式来验证。(4) 碱性条件下水解后的产物均能发生银镜反应, 则该物质含有 2 个醛基(先不考虑甲酸酯基的存在), 结合 C、N、O 数目及不饱和度, 该物质为酰胺基发生水解。由氢原子个数之比推测, 水解产物之一中氨基位于苯环间位, 醛基有 2 种位置, 该水解产物为



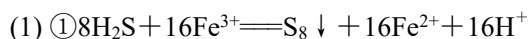
胺基推测, 可仿照 $\text{E} \rightarrow \text{F}$, 合成  , 酰氯键由已知信息①合成, 逆推可仿照已知信息②在醛基上延长碳链,  可由原料 $\text{HO}(\text{CH}_2)_3\text{OH}$ 逐步被氧化得到, 具体合成路线流程图见答案。

氨基在有机合成中常发生的反应

B→C, D→E→F 均有氨基参与反应, 氨基在有机合成中常发生下列反应。

举例	说明	
氨基与卤代烃反应	$\text{RNH}_2 + \text{R}'\text{Br} \xrightarrow{\text{一定条件}} \text{RNHR}' + \text{HBr}$	烃基取代氨基中的 H 原子
氨基与酰氯反应生成酰胺	$\text{R}'\text{C}(=\text{O})\text{Cl} + \text{RNH}_2 \xrightarrow{\text{吡啶}} \text{R}'\text{C}(=\text{O})\text{NHR} + \text{HCl}$	$\text{R}'\text{C}(=\text{O})\text{—}$ 取代氨基中的 H 原子
氨基与酸酐反应生成酰胺		乙酰基取代氨基中的 H 原子
氨基与羧基成环	$\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{COOH} \longrightarrow \text{NH}-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_2-\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$	脱水成环
氨基与醛、酮制备亚胺	$\text{RNH}_2 + \begin{array}{c} \text{R}'(\text{H}) \\ \\ \text{O}=\text{C} \\ \\ \text{R}'' \end{array} \xrightarrow{\text{一定条件}} \begin{array}{c} \text{R}'(\text{H}) \\ \\ \text{R}-\text{N}=\text{C} \\ \\ \text{R}'' \end{array} + \text{H}_2\text{O}$	先加成后消去

16 (除特殊标注外, 每空 2 分)



② 高于 112 °C 时, 覆盖在闪锌矿表面的 S_8 熔化, 有利于锌元素浸出(或低于 112 °C 时, S_8 会在水中以固体析出, 覆盖在闪锌矿表面, 阻碍锌元素浸出)

③ 随着酸浓度增大, 硫元素转化为 H_2S 逸出, 导致硫的氧化率降低

(2) 用蒸馏水洗涤浸取渣(1 分), 至取最后一次洗涤滤液滴加 BaCl_2 溶液无白色沉淀生成(1 分)。将浸取渣加入足量饱和溴水中, 充分反应(1 分)。取反应后的溶液滴加 BaCl_2 溶液, 若无白色沉淀生成(1 分), 则无 ZnS 等难溶硫化物残留(共 4 分)

(3) ①b(1 分) 排出空气, 防止硫单质被氧化

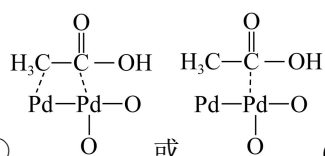
②S₈ 分解为相对分子质量更小的分子, 沸点降低

解析: (1) ②由题干“S₈ 在低于 112 °C 时在水溶液中呈固态”, 可推测高于 112 °C 时, S₈ 熔化, 不再覆盖在闪锌矿表面, 锌元素浸出率提高。③首先要明白: FeS、ZnS 与酸反应生成 H₂S, 部分 H₂S 与 Fe³⁺ 反应, 部分 H₂S 逸出溶液, 不是所有的 H₂S 均与 Fe³⁺ 反应。当酸浓度过大时, 来不及与 Fe³⁺ 反应而逸出溶液的 H₂S 的比例增大, 导致硫的氧化率降低。(2) 过滤所得固体中含有 S₈、硫酸盐、ZnS 等物质, 取所得固体加入 CCl₄ 可溶解除去 S₈, 但仍有 SO₄²⁻ 干扰 S²⁻ 的检验, 应先用蒸馏水洗涤除去 SO₄²⁻, 用 BaCl₂ 溶液检测是否洗涤干净; 再利用饱和溴水将浸取渣中可能存在的 ZnS 等硫化物中的 S 元素氧化为 SO₄²⁻, 取反应后的溶液滴加 BaCl₂ 溶液, 检测是否有 SO₄²⁻ 生成。(3) ②由题干“S₈ 在高于 150 °C 易分解”可推测, S₈ 在 280 °C 时已分解为相对分子质量更小的分子(如 S₂、S₄、S₆), 相对分子质量减小, 范德华力减小, 分子晶体的沸点降低。

17 (除特殊标注外, 每空 2 分)

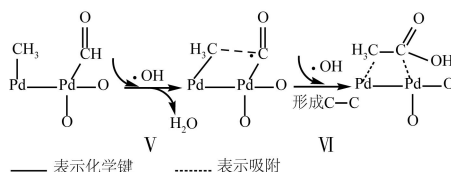
(1) ① $2\text{CO} + 3\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- = \text{CH}_3\text{COO}^- + 3\text{OH}^-$ (3 分)

②乙酸的产量更高; 无需使用离子交换膜, 装置更简单(或成本更低)(答“无 O₂ 生成, 防止 H₂ 与 O₂ 混合爆炸”给 1 分)



(2) ① 或 (与 Pd 相连虚线、实线不作要求) B ②光催化效率降低, 甲烷转化率下降; Pd 含量减少, 表面产生·OH 的量减少; Pd 含量减少, 甲烷的吸附量减少(3 分) CH₃OH(答“HCOOH”给 1 分) ③装置中产生大量的·OH, 直接将甲烷氧化为 CO₂

解析: (1) ②从装置的角度考虑: 改进后无需使用离子交换膜, 装置更简单; 且无 O₂ 生成, 可防止 H₂ 与 O₂ 混合爆炸。从物质转化的角度考虑: C₈H₁₅NO₆ 来源广、价格低, 成本更低; C₈H₁₅NO₆ 也能转化为乙酸, 乙酸的产量更高。(2) ①步骤 V、步骤 VI 可表示:



步骤 VIII 过程中 Y 能提供 O 原子, 排除 H₂; 又考虑到 CO 提供 O 后生成 C, 在流程图中未见 C 的存在, 排除 CO, 也证明 Y 为 O₂。②由图戊知, 随 PdO 的含量增大, 光催化效率降低, 导致乙酸产量下降; 由题干信息“催化剂中 Pb 元素总量一定”“H₂O 在 Pd 表面产生·OH”知, PdO 的含量越大, Pd 的含量就减少, Pd 表面产生·OH 的量减少, 不利于步骤 II ~ VI 进行; 由步骤 I 知, CH₄ 先要吸附在 Pd 表面, PdO 的含量越大, Pd 的含量就减少, CH₄ 吸附在 Pd 表面的量就减少, 不利于 CH₄ 转化为乙酸。若催化剂中不含 PdO 时, 在 Pb 上的反应遵循上述反应机理, 反应可得 C₂H₆、CH₃OH, 机理如下:



1 A 天然橡胶的主要成分为聚异戊二烯，属于有机物，A 正确。

2 B S^{2-} 最外层有 8 个电子，A 错误；HgS 中 Hg 显 +2 价，S 显 -2 价，C 错误； SO_2 的中心原子 S 的价层电子对数为 3，VSEPR 模型为平面三角形，有 1 个孤电子对，空间结构为 V 形，D 错误。

3 B 浓硫酸与乙醇混合，类似于浓硫酸的稀释，应将密度大的浓硫酸加入乙醇中，边加边搅拌，A 错误；乙酸乙酯在 NaOH 溶液中会水解，不能用 NaOH 溶液吸收杂质，C 错误；温度计测的是蒸气的温度，水银球应在支管口附近(与支管口的下沿平齐)，D 错误。

4 A C、O 同周期，随原子序数递增，半径减小，A 正确；N 原子的价电子排布式为 $2s^2 2p^3$ ，2p 轨道半充满，更稳定，故第一电离能 $I_1(N) > I_1(O)$ ，B 错误；水分子间能形成氢键，沸点升高，沸点 $H_2O > CH_4$ ，C 错误；C、N 同周期，非金属性 $N > C$ ，故酸性 $HNO_3 > H_2CO_3$ ，D 错误。

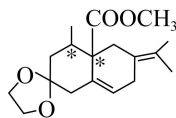
5 C NH_3 分子的孤电子对数为 1， NH_4^+ 的孤电子对数为 0，根据孤电子对与成键电子对之间的斥力 $>$ 成键电子对与成键电子对之间的斥力，得出 NH_3 的键角比 NH_4^+ 的小，A 错误；由题给信息“ BeF_2 分子”知， BeF_2 为共价化合物，B 错误；由 BeO 的晶胞图可知， Be^{2+} 的配位数为 4，则 O^{2-} 的配位数也为 4，C 正确；由 Be_2Cl_4 结构式可知，1 mol Be_2Cl_4 气体含 6 mol σ 键，D 错误。

6 C 电解 $BeCl_2$ 、NaCl 混合熔融盐时，阴极发生还原反应，即 Be^{2+} 得电子生成 Be 单质，C 错误。

7 C CH_3MgCl 中，“MgCl”带正电荷，则“ CH_3 ”带负电荷，水解时带负电荷的“ CH_3 ”与 H^+ 结合生成 CH_4 ，C 错误。

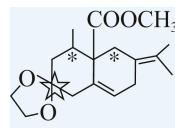
8 D 该装置为原电池，化学能转化为电能，A 正确；由题干信息“放电时 Li^+ 嵌入 $Li_{1-x}FePO_4$ 形成 $LiFePO_4$ ”可知， $Li_{1-x}FePO_4$ 作正极，Al 作负极，负极反应式： $Al - 3e^- + 7AlCl_4^- = 4Al_2Cl_7^-$ ，B 正确；放电时， Li^+ 移向正极，即透过离子交换膜从右向左迁移，C 正确；正极发生得电子的还原反应： $Li_{1-x}FePO_4 + xe^- + xLi^+ = LiFePO_4$ ，D 错误。

9 D X 分子中含有多个直接相连的饱和碳原子，故所有碳原子不可能共平面，A 错误；Y 分子中的(酮)羰基、碳碳双键均能与 H_2 发生加成反应，故 1 mol Y 最多能与 3 mol H_2 加成，

B 错误；Z 分子中只存在 2 个手性碳原子，如图： (标“*”碳原子为手性碳原子)，
C 错误；X、Y、Z 分子中均含有碳碳双键，均能使 Br_2 的 CCl_4 溶液褪色，D 正确。

Plus 易错提醒

手性碳原子的误判

易错选 C，误认为连接两个氧原子的饱和碳原子为手性碳原子：，该碳原

子与 2 个氧原子相连的部分对称, 故其不是手性碳原子。

10 A 为增大 CO_2 的吸收量, 应先向饱和食盐水中通 NH_3 , 再通入 CO_2 , **B 错误**; 电解 MgCl_2 溶液生成 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀、 H_2 和 Cl_2 , 电解熔融的 MgCl_2 才能生成 Mg , **C 错误**; 工业制备硝酸是以 NH_3 为原料, 催化氧化生成 NO , **D 错误**。

Plus 易错提醒

侯氏制碱法的注意点

侯氏制碱法应向饱和食盐水中先通 NH_3 , 再通 CO_2 , 是因为 NH_3 在水中的溶解度大, 先通入 NH_3 使食盐水显碱性, 能吸收大量 CO_2 气体, 产生高浓度的 HCO_3^- , 才能析出 NaHCO_3 晶体。

11 B 向饱和 Na_2CO_3 溶液中通入 CO_2 , 生成 NaHCO_3 的同时会消耗水, 且每 1 mol (106 g) Na_2CO_3 参加反应, 会生成 2 mol (168 g) NaHCO_3 , 溶质、溶剂质量均不同, 故无法判断两者溶解度大小, **A 错误**; 已知 Fe^{3+} 遇 SCN^- , 溶液会变红色, 现溶液颜色无明显变化, 说明 Fe^{3+} 与 F^- 结合而没有与 SCN^- 结合, 故结合 Fe^{3+} 的能力 $\text{F}^- > \text{SCN}^-$, **B 正确**; 氯水中含有 2 种氧化性的粒子(Cl_2 、 HClO), 无法确定是否发生反应 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$, **C 错误**; 淀粉水解后的溶液, 加碘水变蓝色, 说明还有淀粉存在, 淀粉可能是未水解, 也可能是部分水解, **D 错误**。

12 D 0.05 mol/L KHA 溶液的 pH 约为 4.01, 说明溶液呈酸性, HA^- 的电离程度大于其水解程度, 故 $c(\text{A}^{2-}) > c(\text{H}_2\text{A})$, **A 错误**; 0.05 mol/L KHA 溶液中, HA^- 以电离为主, 溶液呈酸性, 此时水的电离受到抑制, 加入 KOH 溶液, 发生反应 $\text{HA}^- + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{A}^{2-} + \text{H}_2\text{O}$, 溶液酸性减弱, 水的电离程度增大, 最终生成 K_2A , A^{2-} 的水解促进水的电离, 此时水的电离程度达到最大值, **B 错误**; 实验 2 所得溶液的溶质为 K_2A , 存在质子守恒: $c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+) + 2c(\text{H}_2\text{A}) + c(\text{HA}^-)$, **C 错误**; 澄清石灰水少量, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 中的 Ca^{2+} 与 OH^- 按化学式组成发生此反应, 即 $\text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- + 2\text{HA}^- \rightleftharpoons \text{CaA} \downarrow + \text{A}^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$, **D 正确**。

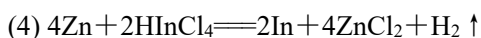
13 D 相同温度下, S 和 COS 的选择性之和为 100%, 则与曲线 b 对称的曲线 c 表示 S 的平衡选择性, **A 正确**; S 的平衡选择性随温度的升高而增大, 说明升高温度, 反应 II 正向进行程度增大, 反应 II 为吸热反应, 即 $\Delta H_2 > 0$, **B 正确**; 设起始 $n(\text{SO}_2) = 1 \text{ mol}$, $n(\text{CO}) = 3 \text{ mol}$, 1 400 K 时, SO_2 的平衡转化率为 80%, 则转化的 $n(\text{SO}_2) = 0.8 \text{ mol}$, COS、S 的平衡选择性均为 50%, 则生成 $n(\text{S}) = n(\text{COS}) = 0.8 \text{ mol} \times 50\% = 0.4 \text{ mol}$, $n(\text{CO}_2) = 0.8 \text{ mol} \times 2 = 1.6 \text{ mol}$, $n_{\text{剩余}}(\text{CO}) = 3 \text{ mol} - 0.8 \text{ mol} \times 3 + 0.4 \text{ mol} = 1 \text{ mol}$, $n_{\text{剩余}}(\text{SO}_2) = 1 \text{ mol} - 0.8 \text{ mol} = 0.2 \text{ mol}$, 平衡常数 $K = \frac{c(\text{S}) \cdot c^2(\text{CO}_2)}{c(\text{SO}_2) \cdot c^2(\text{CO})} = \frac{n(\text{S}) \cdot n^2(\text{CO}_2)}{n_{\text{剩余}}(\text{SO}_2) \cdot n_{\text{剩余}}^2(\text{CO})} = \frac{0.4 \times 1.6^2}{0.2 \times 1.0^2} = 5.12$, **C 正确**。其他条件不变, 增大压强, 以反应 II 为例, 各物质浓度同等幅度改变, 导致 $Q \neq K$, 反应 I、II 的平衡会发生移动, 则 SO_2 的平衡转化率改变, **D 错误**。

14 (除特殊标注外, 每空 2 分)

(1) ① $\text{In}_2\text{S}_3 + 12\text{MnO}_2 + 24\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{In}^{3+} + 12\text{Mn}^{2+} + 3\text{SO}_4^{2-} + 12\text{H}_2\text{O}$ (3 分) ② PbSO_4

(2) 搅拌速度增大, 有机相和水相的接触面积增大, 提高萃取率; 但搅拌速度过快, 容易造成有机相的乳化, 进入有机层的铟离子减少, 导致铟的萃取率降低(3 分)

(3) 4:1(1 分) 反萃取率最高



解: $2n(\text{Zn}) \sim n(\text{In})$

$$n(\text{In}) = \frac{m(\text{In})}{M(\text{In})} = \frac{6.9 \text{ kg} \times 10^3 \text{ g/kg}}{115 \text{ g/mol}} = 60.0 \text{ mol}$$

$$n(\text{Zn}) = 2n(\text{In}) = 2 \times 60.0 \text{ mol} = 120.0 \text{ mol}$$

$$m(\text{Zn}) = \frac{n(\text{Zn}) \cdot M(\text{Zn})}{78\%} = \frac{120.0 \text{ mol} \times 65 \text{ g/mol}}{78\%} = 10\,000 \text{ g} = 10.0 \text{ kg}$$

解析: (1) ②根据高铟烟灰的主要成分及流程图可知, SiO_2 和未反应完的 MnO_2 不溶于硫酸, PbO 与硫酸可转化为 PbSO_4 沉淀, 通过过滤法除去沉淀。(2) 萃取过程中, 有机相与水相互不相溶, 增大搅拌速度, 增大两者的接触面积, 可提高萃取率; 由题干已知信息“搅拌速度过快, 易造成有机相乳化”知, 进入有机层的铟离子减少, 铟的萃取率降低。

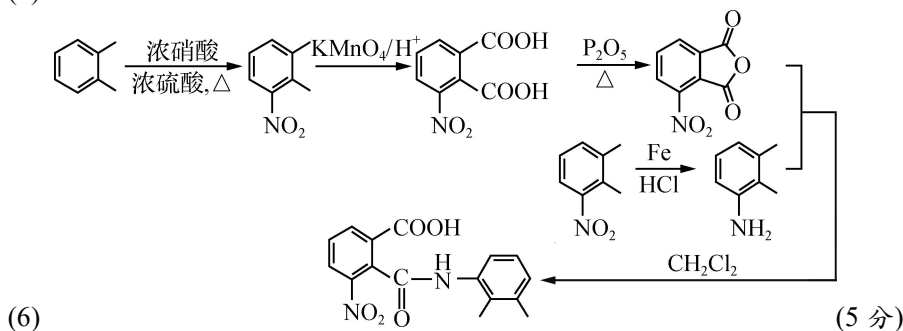
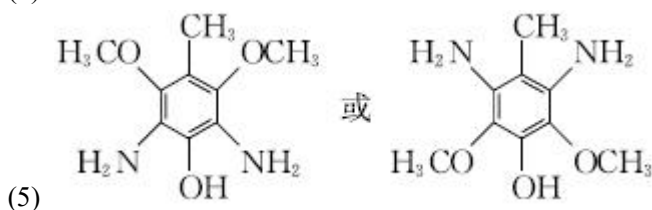
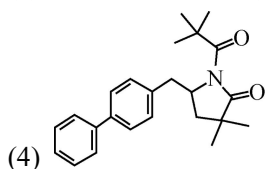
Plus 方法技巧

多视角判断反应的产物

对(4)的化学方程式中氢气的判断, 一是从得失电子守恒角度分析, 二是从 HInCl_4 的结构及 Zn 的活泼性分析, HInCl_4 中含有 H^+ , Zn 是金属活动性顺序中 H 以前的金属, 故 HInCl_4 可与 Zn 反应生成 H_2 。

15 (除特殊标注外, 每空 2 分)

(1) 羧基、酰胺基 (2) 6 (3) 取代反应

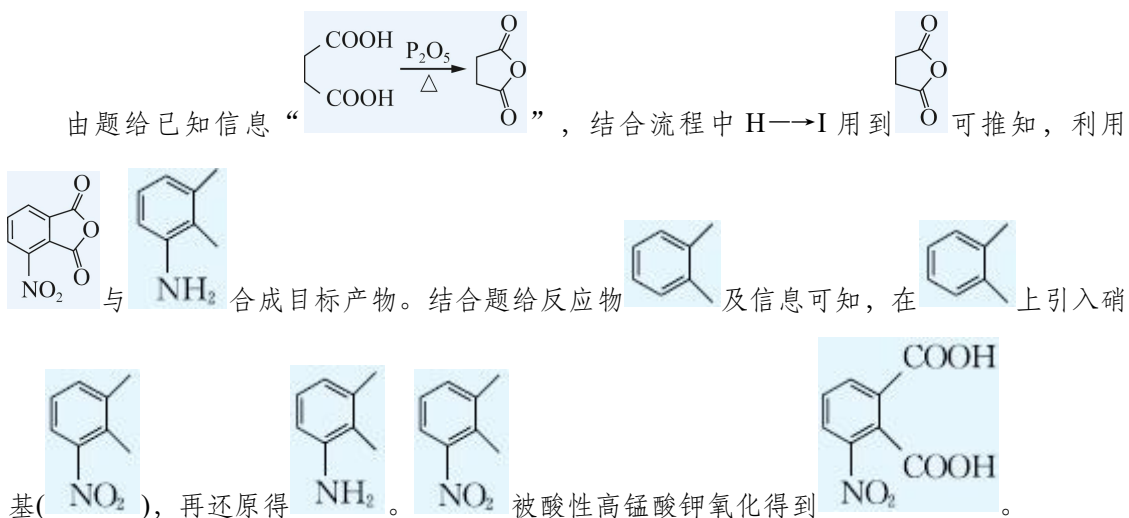


解析: (4) G 分子中含 23 个碳原子, 副产物分子中含 24 个碳原子, 而 F 中五元杂环上

C=O 相连的 α -碳原子上有 2 个 α -氢原子,说明副产物是 2 个甲基取代了 2 个 α -氢原子。(5) C 分子中含有 9 个碳原子、3 个氧原子、2 个氮原子、不饱和度为 4。同分异构体能与 FeCl_3 溶液发生显色反应,说明含有苯环和酚羟基,除苯环和酚羟基外,还有 3 个碳原子、2 个氧原子、2 个氮原子。只有 4 种不同化学环境的氢原子,说明分子为对称结构,一个甲基处于酚羟基对位,2 个氮原子构成 2 个 $-\text{NH}_2$ 、2 个碳原子与 2 个氧原子组成 2 个 $-\text{OCH}_3$, 分别放置于苯环上的对称位置,符合条件的同分异构体的结构简式见答案。

Plus 方法技巧

有机合成路线设计的多种方法



16 (除特殊标注外, 每空 2 分)

(1) ①分液漏斗(或滴液漏斗) $[\text{Ar}]3\text{d}^7$ ② $10^{-9.12}$

(2) ①温度升高, NO 、 O_2 的溶解度下降, NO 脱除率下降; 随着时间的延长, $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ 转化为 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$, 而 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ 对 NO 的吸收能力极低, NO 脱除率下降(3 分)(答对一点给 2 分, 全对得 3 分) ② $2[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+} + 2\text{I}^- = 2[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+} + \text{I}_2$

(3) 4% H_2O_2 溶液至产生的气体不能使湿润的红色石蕊试纸变蓝(1 分), 冰水浴冷却(1 分), 再加入浓盐酸至有大量晶体析出(1 分), 过滤, 用无水乙醇洗涤 2~3 次(1 分)(共 4 分, 其他合理答案也给分)

解析: (1) ②目标反应的平衡常数 $K = K_{\text{sp}}[\text{Co}(\text{OH})_2] \times K = 10^{-14.23} \times 10^{5.11} = 10^{-9.12}$ 。(2) ①由图可知, 温度升高, NO 脱除率下降, 由于 NO 、 O_2 均是气体, 温度升高, 气体的溶解度下降; 随时间延长, NO 脱除率下降, 由题给信息 “ $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ 对 NO 吸收能力很强, 而 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ 对 NO 的吸收能力极低” 可知, $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ 被氧化为 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ 。② KI 溶液可恢复钴氨溶液吸收 NO 的能力, 即 I^- 将 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ 还原为 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$, 自身被氧化为 I_2 。(3) 由 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$ 制备 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$, 结合所须使用试剂可知, 利用 4% H_2O_2 溶液将 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$ 氧化。红色石蕊试纸用来检验 NH_3 。根据题给信息 “ $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ 晶体在冰水、浓盐酸、无水乙醇中溶解度较小”, 故在冰水浴中冷却, 利用浓盐酸析出 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ 晶体,

并用无水乙醇洗涤。

Plus 规律总结

红色石蕊试纸的作用

湿润的红色石蕊试纸用来检验氨气，氨气是如何产生的？ H_2O_2 氧化 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$ 的反应为 $2[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{NH}_4\text{Cl} \xrightarrow{\Delta} 2[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3 + 2\text{NH}_3 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

17 (除特殊标注外，每空 2 分)

I. (1) -204.4 (2) ①8.5

② $(1-x)\text{Fe}_3\text{O}_4 + (1-4x)\text{C} \xrightarrow{1\,000 \sim 1\,300\,^\circ\text{C}} 3\text{Fe}_{1-x}\text{O} + (1-4x)\text{CO}$ (3 分)

II. (3) $3\text{CO}_2 + 18\text{H}^+ + 18\text{e}^- = \text{C}_3\text{H}_6 + 6\text{H}_2\text{O}$ (3 分) (4) 18

III. (5) Zr 含量减少，吸附的 CO 量减少，CO 转化率降低

(6) 随 Zn 的量增多，吸附 H_2 的量增多，产生 H^+ 、 H^- 增多，与烯烃反应，使烷烃量增加，烯烃量减少

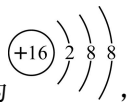
解析：(1) 目标反应可由反应②－反应①获得， $\Delta H = -164.7 - 39.7 = -204.4(\text{kJ/mol})$ 。

(2) ①当 $x=0.05$ 时，方铁矿可表示为 $\text{Fe}_{0.95}\text{O}$ ，有 $n(\text{Fe}^{3+}) + n(\text{Fe}^{2+}) = 0.95 \text{ mol}$ ， $3n(\text{Fe}^{3+}) + 2n(\text{Fe}^{2+}) = 2$ ，得 $n(\text{Fe}^{3+}) = 0.1 \text{ mol}$ ， $n(\text{Fe}^{2+}) = 0.85 \text{ mol}$ ，则 $\frac{n(\text{Fe}^{2+})}{n(\text{Fe}^{3+})} = 8.5$ 。②磁铁矿的主要成分为 Fe_3O_4 ，

与石墨矿(主要成分为 C)反应生成方铁矿(Fe_{1-x}O)，高温下，C 被氧化为 CO。(4) 阳极发生反应： $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$ ，生成的 H^+ 通过质子交换膜移向阴极，当转移 2 mol 电子时，阳极室减少 1 mol H_2O 。(5) 由机理图可知，Zr 吸附 CO，Zn 吸附 H_2 ，Zr 含量减少，CO 吸附量减少，CO 转化率降低。(6) 随 Zn 的量增多，结合反应机理，吸附 H_2 的量增多，产生更多的 H^+ 、 H^- ，与烯烃反应生成烷烃，使烷烃量增加，烯烃减少。

2025 届高三四校联考

1 B 基态硅原子的价层电子排布式为 $3s^2 3p^2$, 故硅在元素周期表中属于 p 区, B 正确。

2 C P_4 分子的空间结构为正四面体, 键角为 60° , A 错误; S^{2-} 的结构示意图为 , B 错误; H_2O 分子的空间结构为 V 形, C 正确; 基态 Cu^{2+} 的价层电子排布式为 $3d^9$, D 错误。

3 C 制取 CO_2 用大理石和稀盐酸, 若用稀硫酸会生成微溶的硫酸钙, 覆盖在大理石的表面, 阻碍反应的进行, A 错误; 实验室用 $Ca(OH)_2$ 和 NH_4Cl 的固体混合物在加热条件下制取 NH_3 , B 错误; NH_4HCO_3 受热易分解, 不能通过直接蒸发结晶制备, D 错误。

4 D N 原子不守恒, 且缺少“一定条件”, A 错误; HF_4 是一种强酸, 应拆分为 H^+ 和 BF_4^- , B 错误; 焦炭过量, 应生成 CO , C 错误。

5 A GaN、GaP 和 GaAs 均为共价晶体, 键长 $Ga-N < Ga-P < Ga-As$, 键能 $Ga-N > Ga-P > Ga-As$, 故熔点 $GaN > GaP > GaAs$, A 错误。

6 C 图示的反应历程中 $H^+ + CO_2^* \rightarrow \text{mono-HCOO}^*$ 过程的能垒最高(活化能最大), 是所示历程中的决速步骤, C 错误。

7 B 工业制硝酸: $NH_3 \xrightarrow[\text{催化剂}]{O_2} \Delta NO$, B 错误。

8 A $4HCl(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2Cl_2(g) + 2H_2O(g)$ 为气体分子数减少的反应, $\Delta S < 0$, A 正确; 该反应是可逆反应, 不能完全转化, B 错误; $H_2O(g)$ 应写入平衡常数表达式中, C 错误; 使用催化剂能降低该反应的活化能, 但不改变该反应的 ΔH , D 错误。

9 B Na 与水反应, 故不能使用乙二胺的水溶液为电解质溶液, A 错误; 充电时, 阳极反应式为 $Na_2S_2O_4 - 2e^- = 2Na^+ + 2SO_2$, 每转移 0.1 mol 电子在阳极可生成标准状况下的气体 2.24 L, C 错误; 放电时, Na 电极反应式为 $Na - e^- = Na^+$, D 错误。

10 D 一定条件下, X 中的苯环和醛基可与 H_2 加成、硝基能被 H_2 还原为 $-NH_2$, 1 mol X 不止能与 3 mol H_2 反应, A 错误; 1 mol Z 中含有 $C-H \sigma$ 键数目为 8 mol(不能忽略苯环上的 $C-H \sigma$ 键), B 错误; Y 中 $-CH_3$ 上的原子不可能都共平面, C 错误; X 中的酚羟基与 $FeCl_3$ 溶液作用显紫色, Y 中的醛基与新制银氨溶液反应生成银镜, 可以鉴别 X、Y、Z, D 正确。

11 C 浓硝酸挥发, 干扰 SO_2 与 Na_2SiO_3 溶液的反应, A 错误; 浓盐酸挥发, 干扰 SO_2 与酸性 $KMnO_4$ 溶液的反应, B 错误; 液溴挥发, 干扰 HBr 与 $AgNO_3$ 溶液的反应, D 错误。

12 B $NaClO$ 溶液中存在电荷守恒: $c(Na^+) + c(H^+) = c(ClO^-) + c(OH^-)$, 故 $c(Na^+) < c(ClO^-) + c(OH^-)$, A 错误; NH_4HCO_3 溶液中存在质子守恒: $c(OH^-) + c(NH_3 \cdot H_2O) + c(CO_3^{2-}) = c(H^+) + c(H_2CO_3)$, B 正确; “过滤”所得滤液中: $\frac{c(CO_3^{2-})}{c^2(OH^-)} \geq \frac{K_{sp}(ZnCO_3)}{K_{sp}[Zn(OH)_2]}$, C 错误; “过滤”所得滤液中还存在 Cl^- 、 SO_4^{2-} , D 错误。

13 D 由图像可知: CO_2 的物质的量分数随温度升高增大, 升高温度, 平衡逆向移动, $\Delta H < 0$, A 错误; 根据升高温度, 平衡逆向移动, 以及化学方程式的计量数分析, 可知 a、b、c 分别表示 H_2 、 H_2O 、 C_2H_4 的物质的量分数, B 错误; 恒温恒压下, 平衡时继续通入等比例

的 CO_2 和 H_2 , H_2 和 CO_2 的平衡转化率不变, **C 错误**; 设起始时, $n(\text{CO}_2)=1 \text{ mol}$, $n(\text{H}_2)=3 \text{ mol}$, 440°C 达到平衡时 $n(\text{C}_2\text{H}_4)=x \text{ mol}$, 根据题意:

	$2\text{CO}_2(\text{g})+6\text{H}_2(\text{g})\rightleftharpoons\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})+4\text{H}_2\text{O}(\text{g})$			
$n(\text{起始})/\text{mol}$	1	3	0	0
$n(\text{转化})/\text{mol}$	$2x$	$6x$	x	$4x$
$n(\text{平衡})/\text{mol}$	$1-2x$	$3-6x$	x	$4x$

由 M 点可推知, $n(\text{H}_2)=n(\text{H}_2\text{O})$, 即 $3-6x=4x$, 解得 $x=0.3 \text{ mol}$,

故 440°C 时 H_2 的平衡转化率 $=\frac{6\times 0.3 \text{ mol}}{3 \text{ mol}}\times 100\%=60\%$, **D 正确**。

14 (除特殊标注外, 每空 2 分)

(1) B

(2) $2\text{Na}^++6\text{Fe}^{2+}+3\text{ClO}^-+4\text{SO}_4^{2-}+3\text{CO}_3^{2-}+6\text{H}_2\text{O}=2\text{NaFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6\downarrow+3\text{CO}_2\uparrow+3\text{Cl}^-$ (3 分)

(3) C

(4) ①“碱溶”形成的 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ 在加入 NaOH “沉钴”时可降低 $c(\text{Co}^{2+})$, 利于晶体形成 ②温度高利于减少溶解氧, 形成 NH_3 气氛隔绝空气, 防止产物被氧化(溶解氧 1 分, 氨气 1 分)

(5) 0.5

500 mL CoSO_4 溶液中,

$n(\text{CoSO}_4)=1 \text{ mol/L}\times 0.5 \text{ L}=0.5 \text{ mol}$,

被氧化后的 $n[\text{Co}(\text{III})]=0.5 \text{ mol}\times 8\%=0.04 \text{ mol}$,

$n(\text{N}_2\text{H}_4\cdot\text{H}_2\text{O})=\frac{0.04 \text{ mol}}{4}=0.01 \text{ mol}$,

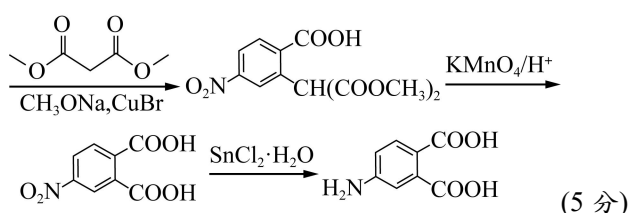
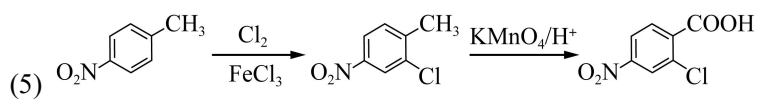
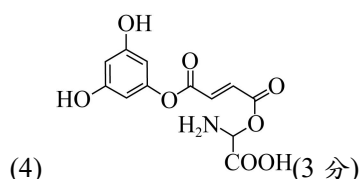
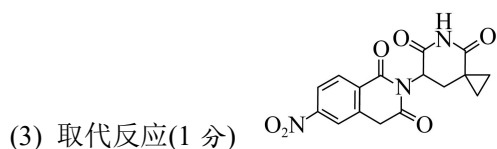
$m(\text{N}_2\text{H}_4\cdot\text{H}_2\text{O})=0.01 \text{ mol}\times 50 \text{ g/mol}=0.5 \text{ g}$

(6) 顺

解析: (1) 若将水钴矿先和硫酸混合再滴加亚硫酸钠, 会产生 SO_2 污染环境, 且造成原料利用率低。(2) 书写时一是要注意 NaClO 的作用; 二是要理解 $\text{NaFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$ 中 OH^- 是由 H_2O 提供的。(3) 该类萃取剂结构上要同时具有亲水(羟基)和疏水(酯基)的基团, **C 正确**。(4) ①根据已知信息“沉淀过快无法形成 $\beta\text{-Co}(\text{OH})_2$ ”, 答题角度为降低 $c(\text{Co}^{2+})$, 减慢沉淀速率。②根据已知信息“ $\text{Co}(\text{OH})_2$ 在碱性溶液中易被 O_2 氧化”, 答题角度为减少溶解氧、形成 NH_3 气氛防止产物被氧化。(6) 根据晶胞结构图, 利用均摊法可判断 M 的化学式为 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$, 中心离子为 Co^{2+} , 其价电子排布式为 3d^7 , 重排后存在不成对电子, 则化合物 M 具有顺磁性。

15 (除特殊标注外, 每空 2 分)

(1) 硝基、羧基 (2) $\text{CH}_2(\text{COOCH}_3)_2$ (或 )



解析：(3) F→G 为取代反应，具体表现为与酰胺基中碳氧双键相连的碳原子(一般称为 α-C)上的 2 个 H 具有较强的活性，能与 $\text{CH}_2\text{BrCH}_2\text{Br}$ 发生取代成环，F 分子结构中有 2 个这样的碳原子(α-C)，另一个 α-C 上的 2 个 H 也有可能被取代成环。(5) 合成路线的设计要充分考虑取代基的定位效应，合成中必须要在甲基的邻位发生氯代，由已知②“苯环上是有推电子基团时不利于 A→C 反应发生”知，氯代后须先将甲基氧化成羧基，然后再与 $\text{CH}_3\text{OOC-CH}_2\text{-COOCH}_3$ 发生取代反应，再氧化成羧基，最后将硝基还原成氨基。

Plus 规律总结

苯环上的定位效应

邻对位定位基		间定位基
活化苯环	钝化苯环	(钝化苯环)
$-\text{O}^-$	$(-\text{H})$	$^+ -\text{NH}_3$
$-\text{NR}_2$	$-\text{CH}_2\text{Cl}$	$^+ -\text{N}(\text{CH}_3)_3$
$-\text{NH}_2$	$-\text{F}$	$-\text{NO}_2$
$-\text{OH}$	$-\text{Cl}$	$-\text{CN}$
$-\text{OR}$	$-\text{Br}$	$-\text{SO}_3\text{H}$
$-\text{NHCOR}$	$-\text{I}$	$-\text{CHO}$
$-\text{CH}_3$		$-\text{COCH}_3$
$-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$		$-\text{COOH}$
$-\text{C}(\text{CH}_3)_3$		$-\text{COOR}$
$-\text{Ar}$		

—CH=CH ₂ (—H)		—CONH ₂ —CH ₂ NO ₂ —CX ₃
-----------------------------	--	--

16 (除特殊标注外, 每空 2 分)

(1) ①水浴加热 ② 5.04×10^3 (3 分)

③反应初始阶段 Ag 浸出速率非常快, 一段时间后 $[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$ 与硫化物反应生成难溶 Ag_2S 沉淀

④ $\text{Cu}_2\text{S} + 5\text{MnO}_2 + 6\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{CuSO}_4 + 5\text{MnSO}_4 + 6\text{H}_2\text{O}$

⑤分次加入铜萃取剂萃取(1 分), 分液后, 将水溶液蒸发浓缩至有大量晶体析出(1 分), 在高于 40°C 条件下趁热过滤(1 分), 用乙醇洗涤 2~3 次, 干燥(1 分)(共 4 分)

(2) 较低初始浓度下, SO_3^{2-} 被 O_2 氧化, 浓度下降, 导致 AgCl 再析出

解析: (1) ②该反应的平衡常数 $K' = K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) \times K = 1.8 \times 10^{-10} \times 2.8 \times 10^{13} = 5.04 \times 10^3$ 。③反应初始阶段 Ag 浸出速率非常快, 一段时间后 $[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-} \rightleftharpoons \text{Ag}^+ + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 中 Ag^+ 结合硫化物反应生成难溶 Ag_2S 沉淀。⑤首先分次加入(注意: 要分多次萃取)铜萃取剂萃取、分液除去 Cu^{2+} , 再将分液后的水溶液蒸发浓缩至有大量晶体析出, 根据图像信息, 需要选择在高于 40°C 条件下趁热过滤, 再用乙醇洗涤 2~3 次, 干燥。(2) 铜阳极泥中的 Ag 以 AgCl 形式存在, 较低初始浓度下, SO_3^{2-} 被 O_2 氧化, SO_3^{2-} 浓度下降, 导致 $\text{AgCl}(\text{s}) + 2\text{SO}_3^{2-}(\text{aq}) \rightleftharpoons [\text{Ag}(\text{SO}_3)_2]^{3-}(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$ 平衡逆向移动, AgCl 再析出。

17 (除特殊标注外, 每空 2 分)

(1) ① $4\text{NiOOH} + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 \uparrow$ ②2 : 1 或 2

③将储氢后的混合物溶解于盐酸(或硫酸或醋酸等非氧化性酸)(3 分)

(2) ① $2\text{CO}_2 + 12\text{H}^+ + 12\text{e}^- = \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 3\text{H}_2\text{O}$

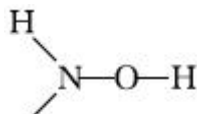
②使阴极表面尽可能被 CO_2 附着, 减少析氢反应的发生(减少氢离子在阴极放电)

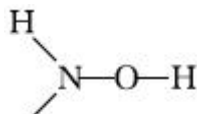
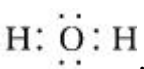
③ $^{13}\text{CO}_2$ 或 $^{14}\text{CO}_2$ ④36 (3 分)

解析: (1) ②根据图示中“贮氢”“释氢”的反应可得转化关系: $\text{H}_2 \sim \text{MgH}_2 \sim 2\text{H}_2$, 即可得出释氢释放的 H_2 与贮氢吸收的 H_2 的物质的量之比为 2 : 1。③主要考虑同时将铝充分利用, 故可将储氢后的混合物溶解于盐酸(或硫酸或醋酸等非氧化性酸)。(2) ①书写电极反应式时注意电解质溶液呈酸性。②通过观察电催化还原 CO_2 的装置图, 发现 b 电极(阴极)上存在 CO_2 和 H^+ 的竞争放电, 因此通入过量的 CO_2 使阴极表面尽可能被 CO_2 附着, 可减少析氢反应的发生(减少 H^+ 在阴极放电)。③可以用同位素示踪法表征反应的机理。④设电解生成的 HCOOH 和 HCHO 的物质的量分别为 5 mol 和 6 mol, 则由题意列式: $\frac{2 \times 5 \text{ mol}}{4 \times 6 \text{ mol}} = \frac{15}{m}$, 解得 $m = 36$ 。

11 如皋市 2025 届高三适应性考试(一)

1 B 光纤维的主要成分是 SiO_2 , SiO_2 是无机物, 合成高分子材料是有机物, 故光纤维不是合成高分子材料。故选 B。



2 D 中子数为 8 的氮原子为 $^{15}_7\text{N}$, A 错误; H_2NOH () 分子中只含极性键 ($\text{H}-\text{N}$ 、 $\text{H}-\text{O}$ 、 $\text{N}-\text{O}$), B 错误; H_2O 为共价化合物, 电子式为 , C 错误。

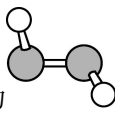
3 A 缺少加热装置, B 错误; 应从长导管通入 Cl_2 , C 错误; 温度计测量的是蒸气的温度, 温度计的水银球应位于蒸馏烧瓶的支管口处, D 错误。

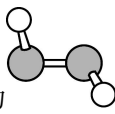
4 B 电子排布相同的离子, 核电荷数越大, 离子半径越小, 故半径 $r(\text{Ca}^{2+}) < r(\text{P}^{3-})$, A 错误; P 的 3p 轨道处于半充满状态, 第一电离能高于同周期相邻元素, 故第一电离能 $I_1(\text{P}) > I_1(\text{S})$, B 正确; HF 分子间有氢键, 故沸点 $\text{PH}_3 < \text{HF}$, C 错误; F 是元素周期表中电负性最强的元素, 故电负性 $\chi(\text{O}) < \chi(\text{F})$, D 错误。

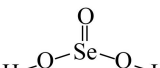
Plus 规律总结

晶体熔、沸点规律

共价晶体: 结构相似时, 原子半径之和越大, 共价键的键长越长, 键能越小, 熔、沸点越低。离子晶体: 阴、阳离子电荷数越多, 离子半径越小, 离子键越强, 熔、沸点越高。分子晶体: 结构和组成相似时, 相对分子质量越大, 熔、沸点越高(若含有分子间氢键, 则熔、沸点反常地高); 组成和结构不相似时, 相对分子质量相等或接近, 分子极性越大, 熔、沸点越高。若是同分异构体, 则支链越多, 熔、沸点越低。金属晶体: 金属原子最外层电子数越多, 金属键越强, 熔、沸点越高; 最外层电子数相同时, 金属原子半径越小, 金属键越强, 熔、沸点越高。



5 D H_2O_2 分子的结构为 , 是半开的书页形, 不是直线形, A 错误; H_2S 晶体由 H_2S 分子构成, 属于分子晶体, B 错误; SeO_3 与 SO_3 互为等电子体, SO_3 的中心原子 S 采取 sp^3 杂化, 有 1 个孤电子对, 空间结构为三角锥形, 故 SeO_3 的空间结构也为三角锥形, C

错误; H_2SeO_3 分子的结构式为 , 故 1 mol H_2SeO_3 中含有 5 mol σ 键, D 正确。

Plus 知识拓展

等电子原理

具有相同价电子数和相同原子数的分子或离子具有相同的结构特征。这一原理称为“等电子原理”。利用等电子原理可以判断一些简单分子或离子的立体结构。 SiCl_4 、 SiO_4^{4-} 、 SO_4^{2-} 的原子数目和价电子总数都相等, 它们互为等电子体, 中心原子都是 sp^3 杂化, 都形成正四

面体结构。等电子原理在制造新材料等方面也有重要的应用。如晶体硅、锗是良好的半导体材料，它们的等电子体磷化铝(AlP)、砷化镓(GaAs)也都是良好的半导体材料。

6 A O_3 是极性分子，但极性很微弱，仅是水分子的极性的28%， O_3 微溶于水，在 CCl_4 中的溶解度大于在水中的溶解度，A正确；单质硒是分子晶体，熔、沸点较低，B错误； Cu^{2+} 属于重金属离子，能使蛋白质变性，可用于泳池的杀菌消毒，C错误； H_2O_2 和 $Ba(OH)_2$ 反应制备 BaO_2 时，不涉及氧化还原反应，D错误。

7 C H、S原子不守恒，A错误；燃烧热的热化学方程式中，水应该呈液态，B错误；原电池的正极发生得电子的还原反应，应该“ $+4e^-$ ”，D错误。

8 D 制备 $NaHCO_3$ 时，饱和食盐水中应该先通 NH_3 后通 CO_2 ，A错误； FeS_2 与 O_2 反应不能生成 SO_3 ，应该生成 SO_2 ，B错误；NO与 H_2O 不反应，C错误。

9 C 酸性： $H_2CO_3 >$ 酚羟基，酚羟基与 $NaHCO_3$ 溶液不反应，不能生成酚钠，A错误；Y分子中含有1个普通酯基、1个酚酯基，1 mol Y最多能消耗3 mol NaOH，B错误；单双键交替结构共轭，为平面结构，故Z分子中所有碳原子共平面，C正确；Y、Z分子中不含亲水基，均难溶于水，D错误。

10 A 反应的 $\Delta S < 0$ ，能自发进行，则满足 $\Delta H - T\Delta S < 0$ ，故 $\Delta H < 0$ ，为放热反应，反应的温度越高，平衡常数K的数值越小，A正确； $\Delta H =$ 正反应的活化能-逆反应的活化能 < 0 ，则正反应的活化能小于逆反应的活化能，B错误；平衡常数 $K = \frac{c(N_2) \cdot c^2(CO_2)}{c^2(NO) \cdot c^2(CO)}$ ，C错误；未指明是否为标准状况，无法计算气体的物质的量，D错误。

11 B 还原性 $I^- > Fe^{2+}$ ，滴加几滴新制氯水， I^- 优先与氯水反应，检验不到 Fe^{3+} ，无法验证氧化性 $Cl_2 > Fe^{3+}$ ，A错误； CH_3COO^- 水解产生 OH^- ， NH_4^+ 水解产生 H^+ ，测定0.1 mol/L CH_3COONH_4 溶液的pH，由溶液的酸碱性可判断出以何种离子的水解为主，进而比较 $K_b(NH_3 \cdot H_2O)$ 与 $K_a(CH_3COOH)$ 的大小，B正确；向 Na_2CO_3 稀溶液中通入足量 CO_2 气体， Na_2CO_3 转化为 $NaHCO_3$ 的过程中会消耗水，溶质和溶剂的质量都在变化，没有控制变量，且不一定能观察到沉淀现象，故无法验证溶解度 $Na_2CO_3 > NaHCO_3$ ，C错误；NaCl是强电解质， Na^+ 、 Cl^- 对 CH_3COO^- 的水解平衡无影响，故无法验证 CH_3COONa 溶液中存在水解平衡，D错误。

12 B ClO^- 微弱水解，该NaClO溶液中的 $c(OH^-) \approx c(HClO)$ 、 $c(ClO^-) \approx 0.1$ mol/L，
$$K_a(HClO) = \frac{c(ClO^-) \cdot c(H^+)}{c(HClO)} = \frac{c(ClO^-) \cdot \frac{K_w}{c(OH^-)}}{c(HClO)} = \frac{c(ClO^-)}{c^2(OH^-)} \cdot K_w = \frac{0.1}{c^2(OH^-)} \times 10^{-14} = 3 \times 10^{-8}$$
$$= \frac{1}{3} \times 10^{-7} < 10^{-7}$$
，则 $c(OH^-) < 10^{-3.5}$ ， $pOH > 3.5$ ， $pH < 10.5$ ，A错误；溶液中存在电荷守恒： $c(H^+) + c(Na^+) = 2c(SO_4^{2-}) + c(ClO^-) + c(OH^-)$ ，pH=7时， $c(H^+) = c(OH^-)$ ，则 $c(Na^+) = 2c(SO_4^{2-}) + c(ClO^-)$ ，溶液中存在元素守恒： $c(Na^+) = c(ClO^-) + c(HClO)$ ，代入上式，得 $c(HClO) = 2c(SO_4^{2-})$ ，B正确；酸性 $H_2CO_3 > HClO > HCO_3^-$ ，实验3发生的反应为 $NaClO + CO_2 + H_2O = HClO + NaHCO_3$ ，含碳物质主要以 HCO_3^- 存在，故 $c(CO_3^{2-}) < c(HCO_3^-)$ ，C错误；NaClO溶液会将 SO_2 氧化为 SO_4^{2-} ，溶液中存在 $c(Ba^{2+}) \cdot c(SO_4^{2-}) = K_{sp}(BaSO_4)$ ，D错误。

13 D 反应 I 为吸热反应, 反应 II、III 为放热反应, 温度高于 800 K 时, 随温度升高, 正向进行程度增大的为反应 I, 正向进行程度减小的为反应 II、III, 故图中 b 对应的物质是 C_2H_4 , a 对应的物质是 C_4H_8 , A 错误; 由图推知, 750 K 时, C_2H_4 、 C_4H_8 的物质的量分数相等(约为 7%), 则二者的分压相等, 即 $p(C_2H_4)=p(C_4H_8)$, 反应 III 的 $K_p=\frac{p(C_4H_8)}{p^2(C_2H_4)}=\frac{1}{p(C_2H_4)}$, $p(C_2H_4)=p_{总}\cdot X(C_2H_4)\approx 0.1\times 7\%\neq 1$, 故反应 III 的 $K_p\neq 1$, B 错误; 图中气体的物质的量分数(X)为平衡值, 使用催化剂不能提高 300 K 时 C_3H_6 的平衡物质的量分数, C 错误; 由图可知, 1 000 K 下的原平衡时, 物质的量分数 $C_2H_4>C_3H_6>C_4H_8$, 增大压强, 平衡向气体分子数减小的方向移动, 则反应 I 逆向移动, 反应 II、III 正向移动, C_2H_4 的量减少, 故 $p(C_2H_4)$ 一定会减小, D 正确。

14 (除特殊标注外, 每空 2 分)

(1) FeP (2) 3 : 1(3 分)

(3) 液固比大于 20 mL/g, 烧渣已不再反应, 浸出的铁元素总量不再变化, 随着溶液体积的增加, 铁元素浓度降低

(4) 25.00 mL 稀释液:

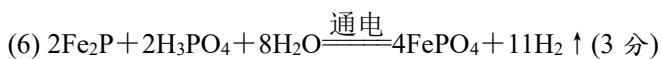
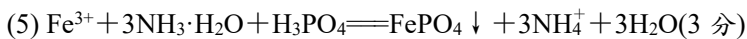
$$n_{消耗}(Cr_2O_7^{2-})=0.100\ 0\ \text{mol/L}\times 10.00\times 10^{-3}\ \text{L}=0.001\ \text{mol}(1\ \text{分})$$

由关系式 $6n(Fe^{2+})\sim n(Cr_2O_7^{2-})$ 可得

$$n(Fe^{2+})=6n(Cr_2O_7^{2-})=6\times 10^{-3}\ \text{mol}(1\ \text{分})$$

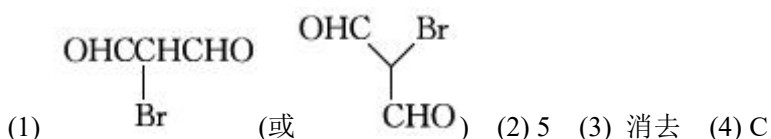
$$n(P)=\frac{1.326\ \text{g}}{2\ 210\ \text{g/mol}}=6\times 10^{-4}\ \text{mol}(1\ \text{分})$$

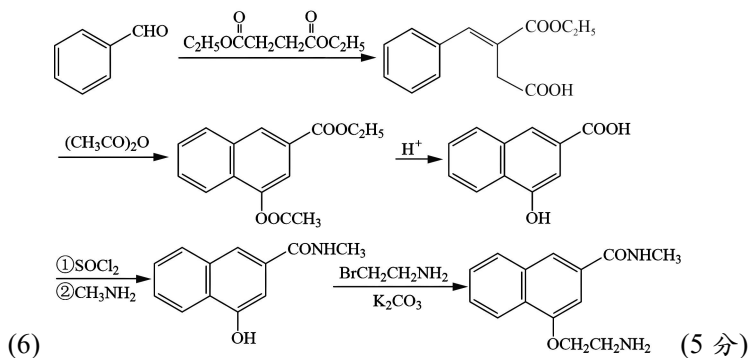
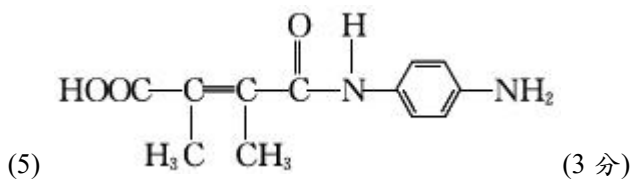
浸取液中 Fe、P 的物质的量之比为 10 : 1(1 分)



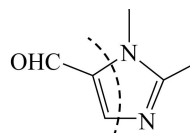
解析: (1) 由均摊法知, 磷铁化合物的晶胞中, $N(Fe)=8\times\frac{1}{8}+4\times\frac{1}{4}=2$, P 位于晶胞内部, $N(P)=2$, 则该磷铁化合物的化学式为 FeP。(2) 设 Fe_3O_4 、 Fe_2O_3 和 P_2O_5 的物质的量分别为 1 mol、1 mol、2 mol, 依据原子守恒列式: $n(FeP)+2n(Fe_2P)=5\ \text{mol}$ 、 $n(FeP)+n(Fe_2P)=4\ \text{mol}$, 则 $n(Fe_2P)=1\ \text{mol}$ 、 $n(FeP)=3\ \text{mol}$, 则反应的 FeP 和 Fe_2P 物质的量之比为 3 : 1。(3) 由图可知, 液固比大于 20 mL/g 之后, 烧渣的浸出率不变, 即烧渣已不再继续与盐酸反应, 浸出液中铁元素的量不再增多, 若继续增大溶液体积, 则铁元素浓度降低。

15 (除特殊标注外, 每空 2 分)



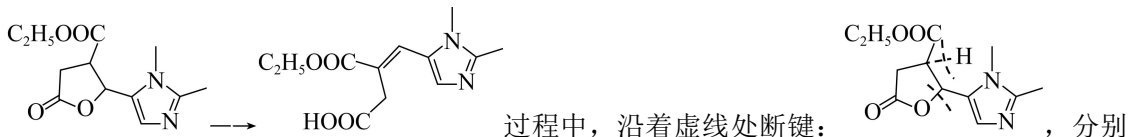


解析：(1) 对比 A、C 的结构简式，沿虚线处断键：

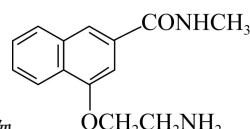


，可得到只有 1 种含

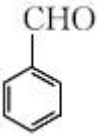
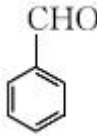
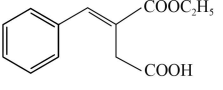
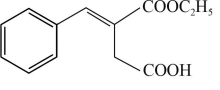
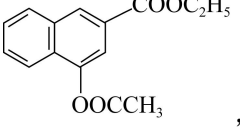
氧官能团且能发生银镜反应(醛基)的 $B(C_3H_3BrO_2)$ 的结构简式见答案。(2) 中所有原子均位于同一平面，则含氮五元环上的 5 个原子均采取 sp^2 杂化。(3)



断裂 $C-O$ 、 $C-H$ (αH 以正离子解离下来)， H^+ 接到下边的 $-COO^-$ 上形成羧基，断键的两个碳原子之间形成碳碳双键，该反应没有生成小分子物质是因为开环只开一次，但本质上属于消去反应。(4) $F \rightarrow G$ 过程中 K_2CO_3 的作用是吸收反应生成的 HBr ，使反应正向进行程度增大，提高 G 的产率， $(C_2H_5)_3N$ 的 N 原子上含有孤电子对，能提供孤电子对结合 H^+ 形成配位键，表现碱性，故 $F \rightarrow G$ 的反应条件除用 K_2CO_3 外，也可以选择 $(C_2H_5)_3N$ 。(5) 能与 $NaHCO_3$ 溶液反应，说明含有 $-COOH$ ，能发生水解反应，可能含有酯基，考虑到 F 分子中 3 个 O 中的 2 个已用于构成 $-COOH$ ，故能水解的基团只能为酰胺基；其中一种水解产物具有顺反异构体，说明含有碳碳双键；水解后所得两种有机产物的碳原子数相同，且均含有 2 种化学环境不同的氢原子，则一种产物含有苯环，另一种产物中含有 6 个碳原子，即水解出来的羧基



不在苯环上，符合条件的同分异构体的结构简式见答案。(6) 产物 分子中

含有 2 个环，原料  中只有 1 个环，先成环。仿照 C→D， 和 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OCCH}_2\text{CH}_2\text{COC}_2\text{H}_5$ 反应得到 ，仿照 D→E， 和 $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$ 反应得到 ，仿照已知信息和 F→G，可用 CH_3NH_2 和 $\text{BrCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$ 分别在 2 个侧链上延长碳链，延长侧链之前，需要先将酯基水解为羧基和酚羟基，具体合成路线流程图见答案。

16 (1) 稀硫酸(2 分)

(2) $6\text{Fe}^{2+} + \text{ClO}_3^- + 9\text{H}_2\text{O} = 6\text{FeOOH} \downarrow + \text{Cl}^- + 12\text{H}^+$ (3 分)

(3) $2\text{Co}^{2+} + \text{HCO}_3^- + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Co}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3 \downarrow + 3\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O}$ (3 分)

(4) 过滤，向滤渣中加入热的稀盐酸至滤渣不再溶解，趁热过滤，将滤液用冰水冷却结晶(3 分)

(5) 从分液漏斗中加入足量 NaOH 溶液，加热，充分反应后，打开止水夹，将湿润的红色石蕊试纸靠近管口，当试纸不变蓝后，停止加热，将三颈烧瓶中的混合物冷却后过滤，洗涤滤渣 2~3 次，至最后一次洗涤液滴加稀硝酸和 AgNO_3 溶液无沉淀(5 分)

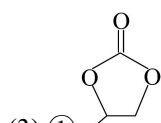
解析：(1) “还原”时，为防止还原剂 Na_2SO_3 在强酸性环境中转化为 SO_2 逸出，造成还原剂的浪费，稀硫酸应缓慢加入，先将 Na_2SO_3 溶液加入三颈烧瓶中，再用分液漏斗缓慢加稀硫酸。(4) 用冰水冷却后，过滤所得固体为 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ (难溶于冷水) 和活性炭的混合物，欲提纯 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ ，需要将活性炭除去，可加入热的稀盐酸溶解 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ (易溶于热的稀盐酸)，趁热过滤除去活性炭，再降温重结晶，析出 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ ，用乙醇洗涤、干燥。(5) $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ 与 NaOH 溶液共热时可生成 Co_2O_3 沉淀，同时伴随 NH_3 生成，当用湿润的红色石蕊试纸检验无 NH_3 生成(即试纸不变蓝)时，说明反应已完成；生成的 Co_2O_3 沉淀表面会附着 Cl^- ，用稀硝酸和 AgNO_3 溶液检验 Cl^- 是否存在，从而确定沉淀已经洗涤干净，最后干燥，得到 Co_2O_3 固体。

17 (除特殊标注外，每空 2 分)

(1) ①分离出 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ，促进平衡正向移动，增大 CO_2 的转化率

② CH_2O 含 π 键电子， Cu^+ 与之形成较强的配位键，原先吸附剂吸附的 CH_3OH 被 CH_2O 替代(3 分)

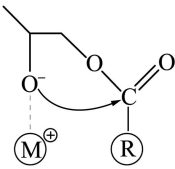
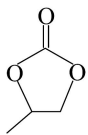
(2) 该温度范围内，反应 V 正向进行的程度大于反应 IV



(3) ①  ② Mg 的金属性强于 Al ， MgO 中的 O 负电性更强， MgO 中的 O 更易进

攻活化 CO_2 中的碳氧键(3 分)


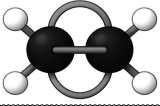

解析：(1) ①根据信息可知，该分子筛膜能选择性分离出 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ，产物 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的浓度减小，促使反应正向进行，能增大 CO_2 的转化率。②已知“将反应后的气体以一定流速通过含 Cu^+ 修饰的吸附剂，分离其中的 $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$ 和 $\text{CH}_2\text{O}(\text{g})$ ， Cu^+ 能与 π 键电子形成作用力较强的配位键”， CH_2O 分子中含有 π 键电子， Cu^+ 与 CH_2O 形成较强的配位键，导致原先吸附剂吸附的 CH_3OH 被 CH_2O 替代，故 20~40 min， CH_3OH 的出口浓度(c)与进口浓度(c_0)之比逐渐增大， CH_2O 的出口浓度(c)与进口浓度(c_0)之比几乎为 0。(2) $n_{\text{起始}}(\text{CO}_2) : n_{\text{起始}}(\text{CH}_4) = 1 : 1$ ，反应Ⅲ中 CO_2 、 CH_4 按物质的量之比 1 : 1 反应，反应Ⅳ是吸热反应，消耗 CO_2 ，反应Ⅴ是放热反应，生成 CO_2 ，由图可知，500~800 $^\circ\text{C}$ 范围内， CO_2 的平衡转化率低于 CH_4 ，说明随温度升高，转化的 CO_2 减少，故反应Ⅴ占主导，反应Ⅴ正向进行的程度大于反应Ⅳ正向进行的程

度。(3) ①  中与 M 相连的 O^- 和与 R 相连的 C 原子相结合，得到 。②已知“ CO_2 中的碳氧键可被催化剂中具有较强给电子能力的活性中心的电子进攻而活化断裂”，Mg 的金属性强于 Al， MgO 中 O 的负电性更强，更易进攻活化 CO_2 中的碳氧键，故 MgO 活化催化 CO_2 的能力强于 Al_2O_3 。

12 泰州市 2025 届高三第一次调研测试

1 A Si 位于元素周期表中第三周期, 属于短周期元素, 短周期指前三周期, Mn、Ti、Fe 位于元素周期表中第四周期, 属于长周期元素, 故选 A。

2 B CaC_2 中 Ca 元素为 +2 价, C 元素为 -1 价, A 错误; H_2O 的空间结构为 V 形, 是由极性键构成的极性分子, B 正确; 基态 Ca 的价电子排布式是 $4s^2$, 根据泡利不相容原理,

价电子排布图为 , C 错误; 乙炔的球棍模型是 , 空间填充模型是 , D 错误。

3 D 试管口应略向下倾斜, 防止反应过程中生成的水蒸气冷凝回流至试管底部, 导致试管炸裂, A 错误; 不能使用 U 形管盛装浓硫酸作干燥装置, 应改用洗气瓶, B 错误; NH_3 的密度比空气小, NH_3 要“短进长出”, C 错误; NH_3 极易溶于水, 可用水吸收尾气 NH_3 , 注意要防倒吸, D 正确。

4 C 同周期从左向右电负性逐渐增大, 同主族从上到下电负性逐渐减小, 故电负性 $\chi(\text{H}) < \chi(\text{N})$, A 错误; 同周期从左向右第一电离能呈增大趋势, 但 V A 族元素原子因存在半充满结构, 第一电离能大于相邻元素原子, 故第一电离能 $I_1(\text{O}) < I_1(\text{N})$, B 错误; 同主族从上到下非金属性逐渐减小, 非金属性 $\text{O} > \text{S}$, 故氢化物的热稳定性 $\text{H}_2\text{O} > \text{H}_2\text{S}$, C 正确; Al^{3+} 的电子层比 S^{2-} 少一层, 故离子半径 $r(\text{Al}^{3+}) < r(\text{S}^{2-})$, D 错误。

5 B N_2 与 H_2 合成 NH_3 时, N_2 断裂 σ 键和 π 键, 形成 N 原子, A 错误; NH_3 分子之间能够形成氢键, 增强分子间吸引力, 缩小分子间的距离, 故 NH_3 易液化, B 正确; 植物油氢化时碳碳双键被加成, 形成碳碳单键, 碳原子轨道的杂化类型由 sp^2 转化为 sp^3 , C 错误; $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ 中不仅含配位键(为 σ 键), 配体 CN^- 中也存在 σ 键, 故 1 mol $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ 中含有 12 mol σ 键, D 正确。

6 B CaO 会继续和水反应生成 $\text{Ca}(\text{OH})_2$, A 错误; 侯氏制碱法是利用饱和食盐水吸收氨气和 CO_2 生成溶解度较小的 NaHCO_3 , 不直接生成 Na_2CO_3 , C 错误; 应该生成深蓝色 $\text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 沉淀, D 错误。

7 C 催化剂不能改变反应的焓变, A 错误; 电池放电时, 阳离子从负极移向正极, B 错误; 浸取时, H_2O_2 将 LiCoO_2 中的 $\text{Co}(\text{III})$ 还原为 Co^{2+} , H_2O_2 体现还原性, C 正确; Na_2CO_3 的热稳定性强, 受热不易分解, D 错误。

8 A Na 与 O_2 在常温下反应生成 Na_2O , 在点燃条件下反应生成 Na_2O_2 , B 错误; AlCl_3 溶液在蒸干时会水解生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 和 HCl , HCl 受热挥发, 最终得不到无水 AlCl_3 , C 错误; NO 与水不反应, D 错误。

9 C X 分子中存在与 4 个碳原子直接相连的饱和碳原子, 故 X 分子中所有碳原子不可能共平面, A 错误; Y 分子中存在 3 个碳碳双键, 故 1 mol Y 最多能消耗 3 mol Br_2 , B 错误; X、Y 分子中均不含醛基, 故 X、Y 不能用银氨溶液进行鉴别, D 错误。

10 D 由“ $\text{N}_2 \rightarrow \text{NO}_3^-$ ”知, N 元素化合价升高, 则左侧电极上发生失电子的氧化反应, 与外接电源的正极相连, 故 a 为电源正极, A 错误; 阴极反应式为 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$

$^-$ ，同时阳极区生成的 H^+ 通过质子交换膜向阴极迁移，与生成的 OH^- 反应，电解一段时间后，阴极区溶液 pH 几乎不变，**B 错误**；阳极发生失电子的氧化反应，应为 “ $-10e^-$ ” **C 错误**；转移 $1\text{ mol } e^-$ 可获得 $0.5\text{ mol } H_2$ ，即标准状况下 H_2 的体积为 11.2 L ，**D 正确**。

11 **B** 生成白色沉淀是因为 $Mg(OH)_2$ 的溶解度小，不能证明碱性 $NaOH > Mg(OH)_2$ ，**A 错误**；由“越弱越水解”知，pH 大的 CH_3COONa 溶液中的 CH_3COO^- 结合 H^+ 能力强，**B 正确**； $BaSO_4$ 、 $BaCO_3$ 的 K_{sp} 相近，一定条件下二者可以相互转化，故不能证明 $K_{sp}(BaSO_4) > K_{sp}(BaCO_3)$ ，**C 错误**；应先用 $NaOH$ 溶液调节溶液 pH，使溶液呈碱性，再加入新制 $Cu(OH)_2$ ，防止稀硫酸与新制 $Cu(OH)_2$ 反应而干扰醛基的检验，**D 错误**。

12 **D** 由于 $K_{a2}(H_2SO_3) > \frac{K_w}{K_{a1}(H_2SO_3)} = K_b(HSO_3^-)$ ， HSO_3^- 的电离程度大于其水解程度，则其电离产物多于水解产物且溶液显酸性，故 $c(SO_3^{2-}) > c(H_2SO_3)$ 、 $c(H^+) > c(OH^-)$ ，故 $c(H_2SO_3) + c(OH^-) < c(SO_3^{2-}) + c(H^+)$ ，**A 错误**；一定存在氯水将少量 HSO_3^- 氧化为 SO_4^{2-} 的情况，反应前后存在元素守恒 $c(Na) = c(S)$ ，则反应后一定存在 $c(Na^+) > c(SO_3^{2-}) + c(HSO_3^-) + c(H_2SO_3)$ ，**B 错误**； HSO_3^- 在离子方程式中不拆分，**C 错误**；实验 2 反应后 $NaOH$ 的浓度约为 0.01 mol/L ， $\frac{c(SO_3^{2-})}{c(HSO_3^-)} = \frac{K_{a2}(H_2SO_3)}{c(H^+)} \approx \frac{6.0 \times 10^{-8}}{10^{-12}} > 1$ ，故 $c(SO_3^{2-}) > c(HSO_3^-)$ ，**D 正确**。

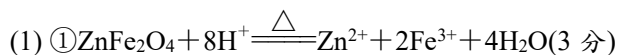
Plus 方法技巧

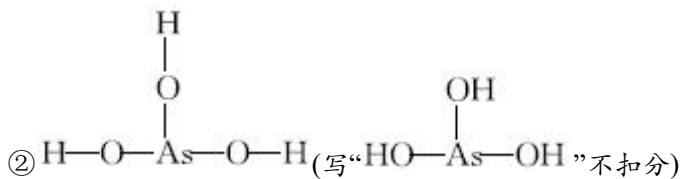
酸式酸根离子的电离和水解

本题 **A** 项，溶液中的溶质是 $NaHSO_3$ ，由 “ $c(H_2SO_3) + c(OH^-) > c(SO_3^{2-}) + c(H^+)$ ” 知，共涉及 2 组微粒： $c(SO_3^{2-})$ 、 $c(H_2SO_3)$ 和 $c(H^+)$ 、 $c(OH^-)$ ， SO_3^{2-} 、 H_2SO_3 分别是 HSO_3^- 的电离产物和水解产物，故可从比较 HSO_3^- 的电离程度和水解程度进行判断。通过比较酸式酸根离子的电离程度和水解程度（比较 K_a 和 K_b 即可）大小，可推知电离产物和水解产物的浓度大小及溶液酸碱性。本选项也可从质子守恒和溶液酸碱性入手解题。

13 **A** 通过调控水醇比和温度使体系内 H_2 的平衡产率为某个定值并绘制出曲线，图中共有 2 条曲线，则 H_2 的平衡产率共有 2 个定值。Q、P 点分属于 2 条曲线，且两点的温度相同，但起始时水醇比 $Q < P$ ，水的量越多，越能促进反应①正向进行，同时会抑制反应②正向进行，则 H_2 的平衡产率：曲线 a > 曲线 b，**A 错误**； H_2 是反应①的产物，是反应②的反应物，观察曲线 a 或曲线 b 可知，水醇比一定时，有两个温度对应 H_2 的平衡产率相同，升高温度能使反应①正向进行程度增大，但两个温度下 H_2 的平衡产率相等，说明升高温度也能使反应②正向进行程度增大，故反应②的焓变 $\Delta H_2 > 0$ ，**B 正确**；温度不变，反应①的平衡常数 K 不变，Q、P 点的温度相同，故 Q、P 点处反应①的平衡常数 K 相等，**C 正确**；由图可知，M 点对应的水醇比低于曲线 a 上任意一点，故 M 点的 H_2 的平衡产率要转变为曲线 a 上任意一点，需要提高水醇比，**D 正确**。

14 (除特殊标注外，每空 2 分)



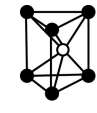


③液固体积质量比大于 4.5 mL/g 时,平衡 $\text{PbCl}_2 + 2\text{Cl}^- \rightleftharpoons [\text{PbCl}_4]^{2-}$ 左移使 PbCl_2 溶解量减小的幅度大于水量增多使 PbCl_2 溶解量增加的幅度,使得 Pb 浸出率降低(若从 $\text{PbSO}_4 + 4\text{Cl}^- \rightleftharpoons [\text{PbCl}_4]^{2-} + \text{SO}_4^{2-}$ 的角度完整回答得满分,只回答“ $\text{PbCl}_2 + 2\text{Cl}^- \rightleftharpoons [\text{PbCl}_4]^{2-}$ 平衡左移使 Pb 浸出率降低”得 1 分)

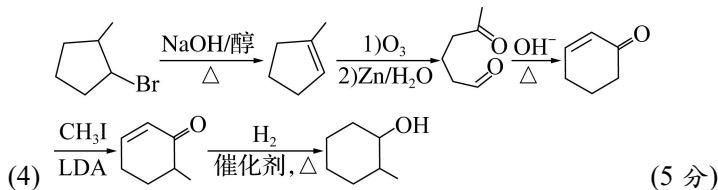
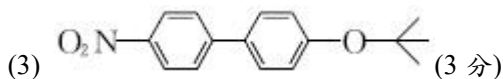
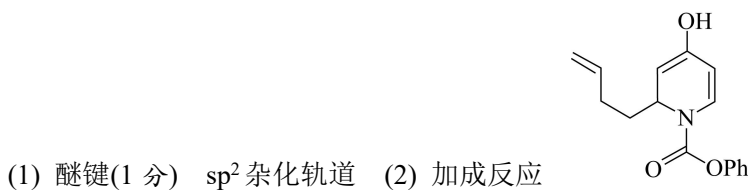
(2) ①将 Fe^{3+} 还原为难萃取的 Fe^{2+} (1 分),将溶液中的 PbCl_2 及 $[\text{PbCl}_4]^{2-}$ 转化为 PbS 沉淀(1 分)、 H_3AsO_3 转化为 As_2S_3 沉淀除去(1 分)(3 分) ②6

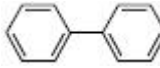
(3) pH 过大, In^{3+} 和 Zn^{2+} 会形成氢氧化物沉淀; pH 过小, TBP 与 H^+ 结合,影响 In^{3+} 和 Zn^{2+} 的萃取(3 分)

解析: (1) ③向反应体系中加入水,使液固体积质量比增大。液体体积增大,水量增多, PbCl_2 溶解量增加,铅浸出率增高;液固体积质量比增大,水量增多,导致 $c(\text{Cl}^-)$ 减小,导致平衡 $\text{PbCl}_2 + 2\text{Cl}^- \rightleftharpoons [\text{PbCl}_4]^{2-}$ 左移,铅浸出率降低;由图可知,液固体积质量比大于 4.5 mL/g 时,铅浸出率降低,说明平衡 $\text{PbCl}_2 + 2\text{Cl}^- \rightleftharpoons [\text{PbCl}_4]^{2-}$ 左移导致铅浸出率降低的幅度大于水量增多导致 PbCl_2 溶解量增加的幅度。(2) ①根据流程图“还原硫化”的产物有 S、 PbS 、 As_2S_3 可知,加入 FeS 的目的是提供 S^{2-} 与 PbCl_2 、 $[\text{PbCl}_4]^{2-}$ 、 H_3AsO_3 反应生成 PbS 、 As_2S_3 ,由已知②可知,“萃取”为了得到 In^{3+} ,减少杂质,需要提前将 Fe^{3+} 转化 Fe^{2+} , S^{2-} 可将易与 TBP 配位


的 Fe^{3+} 还原为难萃取的 Fe^{2+} 。②由图乙知, S^{2-} 处于 FeS 晶胞 $\frac{1}{4}$ 体积的体心处,如图: , S^{2-} 的配位数为 6,由化学式 FeS 知, Fe^{2+} 的配位数也为 6。(3) 根据已知②可知, $c(\text{H}^+)$ 过高, TBP 会与 H^+ 结合,不利于 In^{3+} 和 Zn^{2+} 的萃取, $c(\text{OH}^-)$ 过高, In^{3+} 和 Zn^{2+} 会形成氢氧化物沉淀。

15 (除特殊标注外,每空 2 分)



解析: (2) 第 3 步为离去 CH_3Cl ,由第 2 步产物断裂 $\text{C}-\text{O}$,形成烯醇,烯醇不稳定,会烯醇异构为醛(或酮),即生成 C。(3) 该同分异构体含有  结构,分析 C 的结构

可知，还剩余 4 个 C、3 个 O、1 个 N、1 个不饱和度，每个苯环上只连有 1 个官能团且不含过氧键(—O—O—)，分子中含有 5 种不同化学环境的氢原子，则分子高度对称，单个原子或原子团放置在对称轴的端点上，可使氢原子种类最少，则端点基团为不含氢原子的—NO₂，

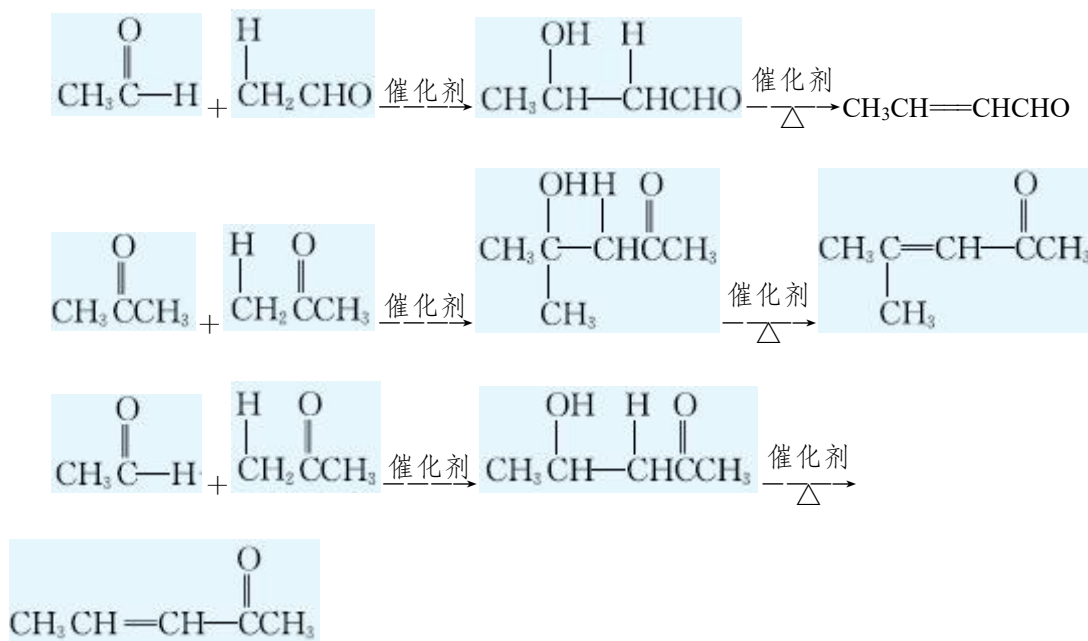
此时  中含有 5 种不同化学环境的氢原子，还剩余 4 个 C、1 个 O，结构中不含酚羟基且不能使氢原子种类增多，则另一端苯环上所连接的基团为—OC(CH₃)₃，符合条件的同分异构体的结构简式见答案。(4) 目标产物是六元环，而原料只有五元环，可以推断出需要将五元环开环，根据已知②开环需要先形成碳碳双键，然后在 O₃ 的作用下断裂碳碳双键形成两个羰基；根据已知①对中间产物延长碳链形成六元环；目标产物中的甲基可以使用原料 CH₃I 发生取代反应得到，参考题给路线的 C→D；目标产物中的羟基可由羰基与 H₂ 加成得到。

Plus 知识拓展

羰基(或醛基)与α-H 的加成

醛或酮结构中均含有碳氧双键，且羰基旁α-碳上的氢十分活泼。不同羰基化合物的α-H 的活性是不同的，如α-H 的活性：乙醛>丙酮，因为烷基的空间位阻比氢大，且烷基与羰基的超共轭效应会降低羰基碳的正电性。

含有α-H 的醛或酮能发生以下反应：



注：尽管乙醛的α-H 更活泼，最终产物仍是烯酮而非烯醛，这是反应机制与稳定性的综合结果。不含α-H 的醛在浓碱液的作用下能发生分子间的氧化还原反应，一分子醛被氧化为羧酸，另一分子醛被还原为醇。

16 (除特殊标注外, 每空 2 分)

(1) 38.40%

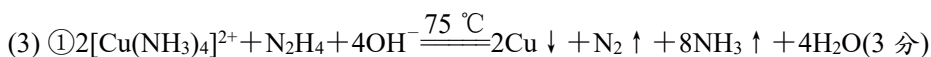
解: 由化学方程式可得关系式: $2\text{Cu}^{2+} \sim \text{I}_2 \sim 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$

$$n(\text{Cu}^{2+}) = n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0.1000 \text{ mol/L} \times 15.00 \times 10^{-3} \text{ L} = 1.500 \times 10^{-3} \text{ mol} (1 \text{ 分})$$

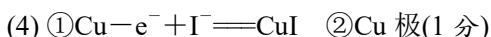
$$m(\text{Cu}^{2+}) = 1.500 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 64 \text{ g/mol} = 9.600 \times 10^{-2} \text{ g} (1 \text{ 分})$$

$$\text{样品中 Cu 元素的质量分数} = \frac{9.600 \times 10^{-2} \text{ g}}{0.2500 \text{ g}} \times 100\% = 38.40\% (1 \text{ 分}) (3 \text{ 分})$$

(2) 反应 $4\text{NH}_3 + \text{CuS} \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + \text{S}^{2-}$ 的 $K_1 = K \cdot K_{\text{sp}}(\text{CuS}) = 1.44 \times 10^{-27}$ (1 分), 正向反应几乎不能发生 (1 分), 故不采用直接氨水浸取 CuS



②取少量样品, 将其加入过量 2 mol/L H_2SO_4 溶液中 (1 分), 边加边搅拌, 若固体部分溶解, 溶液呈现蓝色 (1 分), 则含有 Cu_2O ; 在通风设备里 (1 分), 另取一份样品加入过量 6 mol/L HNO_3 溶液中, 边加边搅拌, 充分溶解后 (1 分), 向其中滴加几滴 2% AgNO_3 溶液, 若有白色沉淀产生, 则含有 CuCl (1 分) (5 分)



解析: (2) 用氨水直接浸取铜蓝矿时, $4\text{NH}_3 + \text{CuS} \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + \text{S}^{2-}$ 的 $K_1 = K \cdot K_{\text{sp}}(\text{CuS}) = 1.44 \times 10^{-27}$, 由数据可知, 用氨水直接浸取铜蓝矿很难反应。(3) ②由已知信息: $\text{Cu}_2\text{O} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$, Cu_2O 可通过在非氧化性酸中溶解后是否能形成蓝色溶液进行检验; CuCl 中含有 Cl^- , 先用硝酸将 CuCl 氧化溶解, 再用硝酸银溶液检验是否存在 Cl^- , 需要注意使用硝酸作氧化剂时要在通风设备中进行, 以免吸入有毒气体。(4) ②Pt 极发生反应: $\text{I}_2 + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{I}^-$, 故 Pt 极的 I^- 多, 即负电荷多, 纳米棒带负电荷, 故纳米棒会远离 Pt 极, 向 Cu 极移动。

17 (除特殊标注外, 每空 2 分)

(1) A (2) p_1 0.5

(3) 否 (1 分); 因为反应 $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH}(\text{g})$ 的 $\Delta S < 0$ (1 分)、 $\Delta H = -890 \text{ kJ/mol} - (-923 \text{ kJ/mol}) = +33 \text{ kJ/mol} > 0$, 必然有 $\Delta H - T\Delta S > 0$, 故不能自发进行 (1 分) (3 分)

(4) ① CO_2 在 Cu 表面得到光生电子(e^-)形成 CO_2^- (1 分), CH_4 在 V_2O_5 表面与光生空穴(h^+)作用形成 CH_4^+ (1 分), CH_4^+ 和 CO_2^- 作用生成乙酸 (1 分) (3 分) ②单位时间、单位体积催化剂通过的 CO_2 和 CH_4 量过大, 而单位时间内接受辐射的光子的量是一定的 (1 分), 故 CO_2 和 CH_4 来不及反应 (1 分), 导致单位时间内生成乙酸的物质的量减少, 故乙酸的量子产率明显下降 (1 分) (3 分)

解析: (1) CH_4 和 H_2O 的投料均为 1 mol, 反应①②是连续反应, CH_4 发生 1 个反应, H_2O 发生 2 个反应, 且反应①中 CH_4 与 H_2O 按物质的量之比 1:1 反应, 故在同一温度下, 平衡时物质的量较大的曲线 A 代表 CH_4 。(2) 总反应是气体分子数增大的反应, 压强越大, CH_4 的平衡转化率越小, 由图乙知, 在同一温度下, 从 p_1 到 p_3 , CH_4 的平衡转化率升高, 故 p_1 最大。压强为 p_3 、温度为 650°C , CH_4 的平衡转化率为 60% 时, 反应①生成了 1.8 mol H_2 , 但是测得平衡时 H_2 的物质的量为 1.9 mol, 说明反应②也生成了 0.1 mol H_2 , 但会消耗 0.1 mol

CO，故平衡时 CO 的物质的量为 0.5 mol。(3) 反应 $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH}(\text{g})$ 是气体分子数减小的反应， $\Delta S < 0$ ， $\Delta H = -890 \text{ kJ/mol} - (-923 \text{ kJ/mol}) = +33 \text{ kJ/mol} > 0$ ， $\Delta H - T\Delta S > 0$ ，故在任何温度下反应都不能自发进行。

13 天一中学、海安中学、金陵中学 2025 届高三联考

1 B ^{235}U 与 ^{238}U 互为同位素, **A 错误**; C—H 属于极性共价键, **C 错误**; 高级脂肪酸甘油酯属于有机小分子, **D 错误**。

2 A CaC_2 中两个 C 原子之间为三个共用电子对, 电子式为 $\text{Ca}^{2+} [:\text{C}::\text{C}:]^{2-}$, **A 错误**。

3 D HCl 极易溶于水, 应有防倒吸措施, **D 错误**。

4 B Al^{3+} 和 Na^+ 的核外电子排布相同, Al 的核电荷数更大, 对核外电子的吸引力更强, 故 Al^{3+} 的半径更小, **A 错误**; O 吸引电子的能力比 P 强, 故电负性 $\text{O} > \text{P}$, **B 正确**; H_2O 分子间存在氢键, 故 H_2O 的沸点比 PH_3 高, **C 错误**; Na 的金属性强于 Al, 故碱性 $\text{NaOH} > \text{Al}(\text{OH})_3$, **D 错误**。

5 C 基态 Fe 核外电子排布式为 $[\text{Ar}]3\text{d}^64\text{s}^2$, **A 错误**; 由信息 “ FeCl_3 易升华” 知, FeCl_3 的沸点低, 是分子晶体, 属于共价化合物, **B 错误**; 1 个 NH_4^+ 中存在 1 个 N—H 配位键, 故 1 mol $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 中含有 2 mol 配位键, **C 正确**; NH_3 中有 1 个孤电子对, 键角为 107.5° , NH_4^+ 中没有孤电子对, 键角为 $109^\circ28'$, **D 错误**。

6 A $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 是弱电解质, 在离子方程式中不可拆开, **B 错误**; C、O 原子不守恒, **C 错误**; 碱性条件下, 不可能生成 Cl_2 , **D 错误**。

7 C K_2FeO_4 中的 Fe 元素为 +6 价, 具有强氧化性, 与其具有正四面体结构无关, **A 错误**; 纳米 Fe_3O_4 具有极大的比表面积, 可以增强 H_2 的吸附性, 与其含有 Fe^{2+} 和 Fe^{3+} 无关, **B 错误**; NiSO_4 转化为 $\text{NiO}(\text{OH})$, Ni 元素的化合价升高, NiSO_4 表现还原性, **C 正确**; FeCl_3 溶液氧化 Cu, FeCl_3 表现氧化性, 与溶液呈酸性无关, **D 错误**。

8 B 由图可知, H_2 转化为 H^+ , 失去电子, 发生氧化反应, **A 错误**; 由图可知, Ca 转化为 Ca^{2+} , N_2 转化为 NH_3 , $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 转化为 $\text{C}_2\text{H}_5\text{O}^-$, **B 正确**; 电解过程, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 转化为 $\text{C}_2\text{H}_5\text{O}^-$, $\text{C}_2\text{H}_5\text{O}^-$ 与 H^+ 反应重新生成 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, 电池总反应为 $3\text{H}_2 + \text{N}_2 \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{NH}_3$, 故 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 的浓度不变, **C 错误**; H_2O 会与 Ca 剧烈反应, 会削减 Ca 还原 N_2 生成 NH_3 的量, **D 错误**。

9 D 冠醚不是超分子, 但是它可与其他分子通过分子间相互作用结合在一起形成超分子结构, **A 错误**; B 分子中所有原子(16 个)均可共平面, 故不止 12 个原子共平面, **B 错误**; C 为高分子, 酰氨基不能与 H_2 发生加成反应, 1 mol C 最多能与 $9n$ mol H_2 发生加成反应, **C 错误**; B 中羰基碳上的 Cl 与 A 中氨基氮上 H 结合生成 HCl, **D 正确**。

Plus 方法技巧

超分子及其应用

(1) 超分子: 由两种或两种以上的分子通过分子间相互作用形成的分子聚集体。(2) 超分子的应用: ①分离 C_{60} 和 C_{70} 。将 C_{60} 和 C_{70} 的混合物加入一种空腔大小适配 C_{60} 的“杯酚”中, “杯酚”像个碗似的把 C_{60} 装起来而不能装下 C_{70} ; 加入甲苯溶剂, 甲苯将未装入碗里的 C_{70} 溶解, 过滤后分离 C_{70} ; 再向不溶物中加入氯仿, 氯仿溶解“杯酚”而将不溶解的 C_{60} 释放出来并沉淀。②冠醚识别碱金属离子。冠醚可有不同大小的空穴适配不同大小的碱

金属离子,而形成冠醚碱金属离子超分子。

10 A Fe 与 Cl_2 反应生成 FeCl_3 , B 错误; CaCl_2 溶液与 CO_2 不能反应生成 CaCO_3 , C 错误; 电解熔融 Al_2O_3 制备 Al, AlCl_3 为共价化合物, 熔融状态不导电, D 错误。

11 B 首先, 两种酸的浓度、体积未知, 其次, 不能通过消耗 NaOH 的物质的量来判断 CF_3COOH 和 CH_3COOH 的酸性强弱, A 错误; CH_3COOH 与 NaClO 反应生成 CH_3COONa 和 HClO , 该反应无明显现象, 故无法通过观察现象来判断两种酸的强弱, C 错误; 过量的 NaOH 溶液会与 AgNO_3 溶液反应生成白色 AgOH 沉淀, AgOH 分解生成黑色 Ag_2O 沉淀, OH^- 会干扰 Br^- 与 Ag^+ 的反应, 不能判断 $\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$ 在碱性条件下是否发生水解反应, D 错误。

12 D 饱和氢氧化钙溶液中: $\text{Ca}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^-$, 当 $\text{pH} = 12.35$ 时, $c(\text{OH}^-) = 10^{-1.65} \text{ mol/L}$, $c(\text{Ca}^{2+}) = \frac{1}{2} \times 10^{-1.65} \text{ mol/L}$, $\lg 2 = 0.30$, 则 $c(\text{Ca}^{2+}) = 10^{-1.95} \text{ mol/L}$, $K_{\text{sp}}[\text{Ca}(\text{OH})_2] = c(\text{Ca}^{2+}) \cdot c^2(\text{OH}^-) = 10^{-1.95} \times (10^{-1.65})^2 = 10^{-5.25}$, A 正确; $\frac{c(\text{CO}_3^{2-})}{c(\text{HCO}_3^-)} = \frac{K_{\text{a2}}(\text{H}_2\text{CO}_3)}{c(\text{H}^+)} = \frac{10^{-10.25}}{10^{-11}} = 10^{0.75} > 1$, 故 $c(\text{CO}_3^{2-}) > c(\text{HCO}_3^-)$, B 正确; 由电荷守恒知, $2c(\text{Ca}^{2+}) + c(\text{H}^+) = 2c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{OH}^-)$, C 正确; 由实验 1 知, 饱和氢氧化钙溶液中 $c(\text{Ca}^{2+}) = 10^{-1.95} \text{ mol/L}$, 若实验 3 中溶液完全变澄清, 则 $c(\text{Ca}^{2+})$ 也为 $10^{-1.95} \text{ mol/L}$, 但实验 3 中 $c(\text{Ca}^{2+}) = \frac{K_{\text{sp}}(\text{CaCO}_3)}{c(\text{CO}_3^{2-})} = \frac{10^{-8.54}}{10^{-6.33}} = 10^{-2.21} < 10^{-1.95}$, 说明还有部分 Ca^{2+} 在 CaCO_3 沉淀中, 溶液未完全变澄清, D 错误。

13 B 曲线 b 先增后减, 应表示中间产物的浓度, 故曲线 b 表示 1, 4-脱水山梨醇的浓度, 曲线 c 表示异山梨醇的浓度, A 错误; 在 t_1 h 时, 几乎没有山梨醇存在, 说明反应①进行得比较彻底, 平衡常数大, 而反应②在 t_3 h 时达到平衡, 1, 4-脱水山梨醇仍存在, 故反应②的平衡常数小于反应①, B 正确; t_1 h 时, $c(1, 4\text{-脱水山梨醇}) = c(\text{异山梨醇})$, 但随着时间推移, 两者的浓度仍在变化, 直至 t_3 h 时达到平衡, 故 t_1 h 时, $v_{\text{正}} > v_{\text{逆}}$, C 错误; 催化剂不能改变平衡转化率, D 错误。

14 (除特殊标注外, 每空 2 分)

(1) ① $\text{ZnS} + 2\text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+} + 2\text{Fe}^{2+} + \text{S}$ ②防止 ZnS 与硫酸反应生成 H_2S 污染环境 ③加入 KSCN 溶液, 溶液无色(1 分), 加入适量 MnO_2 , 溶液变红(1 分), 取上层红色溶液, 向其中加入 ZnS, 振荡, 红色褪去(1 分)(3 分)

(2) 16.25

(3) ZnS 在溶液中存在如下平衡: $\text{ZnS}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + \text{S}^{2-}(\text{aq})$ (1 分), O_2 与 S^{2-} 反应生成 S, S^{2-} 浓度减小(1 分), 促进 ZnS 溶解平衡右移(1 分)(3 分)

(4) $4\text{ZnS} + 6\text{Li}^+ + 6\text{e}^- \rightleftharpoons 3\text{Zn} + 4\text{Li}_{1.5}\text{Zn}_{0.25}\text{S}$ (3 分)

解析: (1) ①催化剂是先参加反应, 然后又生成出来, 反应 ii 为 Fe^{3+} 与 ZnS 反应生成 Zn^{2+} 、单质 S、 Fe^{2+} 。③反应 i 中生成 Fe^{3+} , 反应 ii 中 Fe^{3+} 又消失, 故可以用 KSCN 溶液来检验反应过程中 Fe^{3+} 的变化过程, 为防止空气中的 O_2 干扰实验, KSCN 溶液要一开始就加入。(2) 由电流效率 = $\frac{\text{实际上析出金属的量}}{\text{理论上析出金属的量}} \times 100\%$ 知, 实际上得到 65 g Zn, 理论上应析出金属的质量

$=\frac{65\text{ g}}{80\%}=81.25\text{ g}$, 理论上得到的 Zn 减去实际上得到的 Zn, 即电解质溶液 Zn^{2+} 的增加, 81.25

$\text{g}-65\text{ g}=16.25\text{ g}$ 。(3) 浸锌是将 ZnS 转化为 $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, 难溶性 ZnS 存在沉淀溶解平衡:

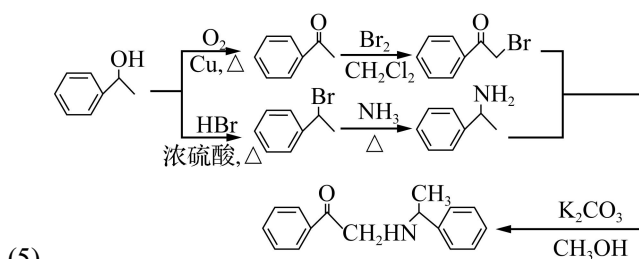
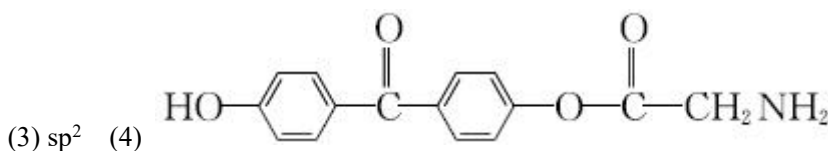
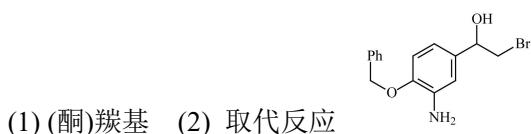
$\text{ZnS}(\text{s})\rightleftharpoons\text{Zn}^{2+}(\text{aq})+\text{S}^{2-}(\text{aq})$, O_2 可氧化 S^{2-} , 从而促进 ZnS 的溶解生成 Zn^{2+} 。(4) 由均摊法知,

$\text{Li}_x\text{Zn}_y\text{S}$ 中 Li^+ 和 Zn^{2+} 均在晶胞内, 共有 7 个。 S^{2-} 共有 $8\times\frac{1}{8}+6\times\frac{1}{2}=4$, 则可列方程组: $x+y$

$=7$ 、 $x+2y=4\times 2$ (电荷守恒), 得 $x=6$, $y=1$, 将 S^{2-} 个数变为 1 时, 化学式为 $\text{Li}_{1.5}\text{Zn}_{0.25}\text{S}$ 。

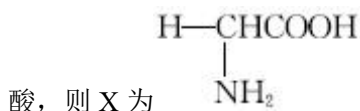
充电过程中, Zn^{2+} 转化为 Zn , 电极反应式为 $4\text{ZnS}+6\text{Li}^++6\text{e}^-=3\text{Zn}+4\text{Li}_{1.5}\text{Zn}_{0.25}\text{S}$ 。

15 (除特殊标注外, 每空 2 分)

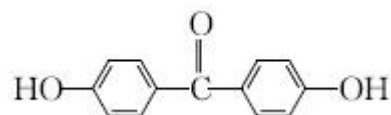


(5 分)

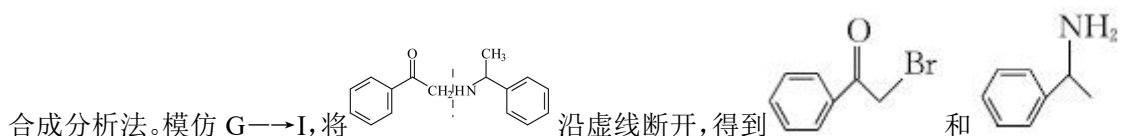
解析: (2) 对比 E、G 的结构简式, E 中硝基被 H_2 还原为氨基, F 中的氨基与 HCOCl 发生取代反应生成 G 和 HCl 。(3) 题中信息: b 号 N 原子提供 1 对电子与苯环的大 π 键相互平行, 说明该 N 原子含有 1 对 π 电子, 则 N 为 sp^2 杂化。(4) X 为有 3 种不同化学环境氢原子的 α 氨基

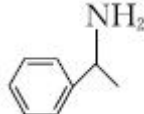


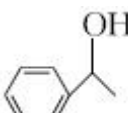
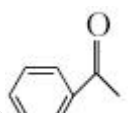
Y 分子能与 FeCl_3 溶液发生显色反应, 分子中含有 2 个苯环、3 个 O、1 个 C 以及 1 个不饱和度, 也只有三种不同化学环境的氢原子, 则 Y 为



, 符合条件的同分异构体的结构简式见答案。(5) 本题采用逆



将  中的—OH 转化为—Br，再发生已知信息，可制备出 ；模仿 C→D

可在烷基上引入 Br 原子，但事先要将  催化氧化生成 ，具体合成路线流程图见答案。

16 (除特殊标注外，每空 2 分)

(1) 大于

(2) 反铂水解产物结构中羟基与氯原子处于对位，不能与 DNA 形成链内交联结构

(3) ① $2\text{Ag} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{150\text{ }^\circ\text{C}} \text{Ag}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ② 稀硫酸不能与银反应， Ag_2SO_4 在浓硫酸中溶解度大，便于与 Pt 分离

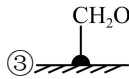
(4) 4.2×10^{14} (3 分)

(5) 边搅拌边沿烧杯内壁缓慢加入已装有水的烧杯中(1 分)，冷却后加入 NaCl 至不再产生沉淀(1 分)，过滤(1 分)，向滤渣中加入 N_2H_4 与 NaOH 至不再产生气体(1 分)，过滤，用蒸馏水洗涤 2~3 次(1 分)(5 分)

解析：(3) ① 由已知①知， N_2H_4 将 AgI 还原为单质 Ag， $150\text{ }^\circ\text{C}$ 氧化浸出时，Ag 被浓硫酸氧化生成 Ag_2SO_4 ， H_2SO_4 被还原生成 SO_2 ，根据 Ag、S 得失电子守恒配平反应。(4) 在 0 mol/L H_2SO_4 (即纯水) 中 Ag_2SO_4 的溶解量为 4.68 g/L ， $c(\text{Ag}^+) = \frac{4.68\text{ g}}{312\text{ g/mol} \times 1\text{ L}} \times 2 = 0.03\text{ mol/L}$ ， $c(\text{SO}_4^{2-}) = \frac{1}{2}c(\text{Ag}^+) = 0.015\text{ mol/L}$ ， $K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{SO}_4) = c^2(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{SO}_4^{2-}) = 0.03^2 \times 0.015 = 1.35 \times 10^{-5}$ 。 $\text{Ag}_2\text{SO}_4(\text{s}) + 2\text{Cl}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons 2\text{AgCl}(\text{s}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ 的平衡常数 $K = \frac{K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{SO}_4)}{K_{\text{sp}}^2(\text{AgCl})} = \frac{1.35 \times 10^{-5}}{(1.8 \times 10^{-10})^2} \approx 4.2 \times 10^{14}$ 。(5) “沉银”： $\text{Ag}_2\text{SO}_4(\text{s}) + 2\text{Cl}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons 2\text{AgCl}(\text{s}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ 知，“沉银”的过程是向 Ag_2SO_4 中加入 NaCl，过滤出 AgCl，AgCl 与 N_2H_4 在碱性条件下发生反应 $4\text{AgCl} + \text{N}_2\text{H}_4 + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons 4\text{Ag} + \text{N}_2 \uparrow + 4\text{Cl}^- + 4\text{H}_2\text{O}$ ，当不产生气体时，即表明 AgCl 完全被还原为 Ag，过滤、洗涤可得 Ag。

17 (除特殊标注外，每空 2 分)

(1) -164.0 kJ/mol


(2) ① $3\text{FeCO}_3 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{H}_2 \uparrow + 3\text{CO}_2 \uparrow$ ② 4 ③ 


(3) ① $2\text{CO}_2 + 12\text{HCO}_3^- + 12\text{e}^- \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_4 + 12\text{CO}_3^{2-} + 4\text{H}_2\text{O}$

② CO 分子中存在孤电子对，能与 Cu 形成配位键(或共价键)而吸附在 Cu 上(1 分)，而 CH_4 或 C_2H_4 分子中无孤电子对，不能形成配位键(1 分) ③ 生成的 CO 与催化剂 Cu 的活性位点结合，生成的配合物覆盖在催化剂表面，导电能力减弱(3 分)

解析：(1) 4 倍的 H_2 燃烧热—甲烷燃烧热+2 倍的水汽化热，可得目标热化学方程式的

ΔH ，则 $\Delta H = -285.5 \times 4 - (-890.0) + (+44) \times 2 = -164.0(\text{kJ/mol})$ 。(2) ①步骤 II 反应物为 FeCO_3 和 H_2O ，产物为 Fe_3O_4 ，Fe 元素的化合价升高，则必有元素的化合价降低，推知 H_2O 生成 H_2 。②根据 Fe、H 得失电子守恒，则 $8n(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 2n(\text{H}_2)$ ，当 $n(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 1 \text{ mol}$ 时， $n(\text{H}_2) = 4 \text{ mol}$ 。③X、Y 的组成相同，为“ CH_3O ”，催化剂中活性金属带正电，金属与“ CH_3O ”中 O

原子相连时，相对能量较低，Y 对应的能量较低，则 Y 的结构简式为  (由共价键的饱

和性判断)，X 对应的能量较高，则 X 的结构简式为 。(3) ②CO 与 CH_4 、 C_2H_4 对比，前者含 O 原子，后者含 H 原子，而 O 原子上有孤电子对，故 CO 可与 Cu 之间形成配位键而吸附在 Cu 上。③由信息“Cu 基催化剂的电极材料(Cu 是催化剂的活性位点)”知，电流减小，说明催化剂表面活性位点减少，可能是 CO 与 Cu 形成配合物覆盖在催化剂表面，导致电极材料的导电能力减弱。

14 南京市、盐城市 2025 届高三第一次模拟考试

1 A 元素符号左下角的数字表示质子数，质子数=原子序数，则 49 号元素 In 的一种核素可表示为 $^{113}_{49}\text{In}$ ，A 正确。

Plus 易错提醒

质量数和相对原子质量的区别

元素符号左上角的数字表示质量数，质量数=质子数+中子数，质量数为整数。相对原子质量是指某元素所有天然同位素的加权平均值，以碳 12 原子质量的 $\frac{1}{12}$ 为基准，通常带小数。

2 C K_2S 的电子式为 $\text{K}^+[:\ddot{\text{S}}:]^{2-}\text{K}^+$ ，A 错误； NO_3^- 的中心原子 N 的价层电子对数 $=\frac{5+1}{2}=3$ ，价电子对全是成键电子对，价电子对的几何构型与离子的空间结构一致，故 NO_3^- 的空间结构为平面三角形，B 错误； H_2O 的中心原子 O 的孤电子对数 $=\frac{6-2\times 1}{2}=2$ ，C 正确； SO_2 的中心原子 S 的价层电子对数 $=\frac{6+2}{2}=4$ ，S 的轨道杂化类型为 sp^3 ，D 错误。

Plus 方法技巧

AB_m 型分子的价电子对数计算方法

对于 AB_m 型分子(A 是中心原子，B 是配位原子)，分子的价电子对数可以通过下式确定：

$$n = \frac{\text{中心原子的价电子数} + \text{每个配位原子提供的价电子数} \times m}{2}$$

其中，中心原子的价电子数等于中心原子的最外层电子数，配位原子中卤素原子、氢原子提供 1 个价电子，氧原子和硫原子按不提供价电子计算。

3 D 氯水中含有 HClO ，具有漂白性，会漂白 pH 试纸，导致无法比色、读数，D 错误。

4 A 有机物中 H 元素显 +1 价，则 CH_4 中 H 元素显 +1 价，C 元素显 -4 价，故电负性 $\text{C} > \text{H}$ ，A 正确；N 的 2p 轨道中电子排布为半满状态，失去 1 个电子所需要的最低能量比 O 高，故第一电离能 $I_1(\text{O}) < I_1(\text{N})$ ，B 错误；非金属性 $\text{N} < \text{O}$ ，故热稳定性 $\text{NH}_3 < \text{H}_2\text{O}$ ，C 错误；已知：常温下，硝酸乙基胺是液体，硝酸铵是固体，故熔点 $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3\text{NO}_3 < \text{NH}_4\text{NO}_3$ ，D 错误。

Plus 规律总结

电负性与化合价的关系

电负性数值的大小能够衡量元素在化合物中吸引电子能力的大小。电负性数值小的元素在化合物中吸引电子的能力弱，元素的化合价为正值；电负性数值大的元素在化合物中吸引电子的能力强，元素的化合价为负值。

5 B 配位键属于 σ 键，1 mol $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 中含有 σ 键的总物质的量 $= 2 \text{ mol} + 2 \times 3 \text{ mol} = 8$

mol, **A 错误**: $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$ 的中心离子是 Pt^{2+} , 4 个配位体分别为 2 个氯离子和 2 个氨分子, **B 正确**: 降低溶液 pH, $c(\text{H}^+)$ 增大, NH_3 与 H^+ 发生反应生成 NH_4^+ , $c(\text{NH}_3)$ 减小, 使 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + 4\text{NH}_3$ 的解离平衡正向移动, 降低其在水中的稳定性, **C 错误**: 王水(浓硝酸与浓盐酸的混合溶液, 含 H^+ 、 Cl^- 、 NO_3^-)能溶解金, 浓硝酸 NaCl 的混合溶液中也存在 H^+ 、 Cl^- 、 NO_3^- , 故其也可溶解 Au, **D 错误**。

6 **A** 书写离子方程式时, 配合物的内界不拆分, 离子方程式应为 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + \text{S}^{2-} = \text{CuS} \downarrow + 4\text{NH}_3$, **A 错误**; $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ 使溶液呈蓝色, $[\text{CuCl}_4]^{2-}$ 使溶液呈黄色, 溶液由蓝色变为绿色, 说明溶液中有 $[\text{CuCl}_4]^{2-}$ 生成, **B 正确**。

Plus 知识拓展

CuCl_2 溶液加热时变绿的原因

1. 动态配位平衡: Cl^- 逐步取代水分子, 形成混合配位络合物(如 $[\text{CuCl}_2(\text{H}_2\text{O})_4]$), 颜色由蓝过渡到黄, 中间阶段为绿色。2. 浓度与温度协同作用: 溶液浓缩和温度升高共同促进 Cl^- 配位, 但未完全达到 $[\text{CuCl}_4]^{2-}$ 的稳定状态。3. 颜色叠加效应: 蓝色(水合铜离子)与黄色(四氯合铜离子)的混合显色。注意: 若继续加热至溶液高度浓缩, 最终可能以 $[\text{CuCl}_4]^{2-}$ 为主, 颜色转为黄绿色或黄色。绿色是配位化学动态平衡的典型过渡状态表现。

7 **C** 乙醇的极性小于水, 加入乙醇会减小溶剂的极性, 而 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ 是离子化合物, 在极性小的溶剂中溶解度小, 以晶体形式析出, **A 错误**; 过量 Fe 将 Fe^{3+} 全部还原为 Fe^{2+} , 滴加 KSCN 后, 溶液不变红, **B 错误**; 将 Ag^+ 转化为 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$, 溶液中 $c(\text{Ag}^+)$ 减小, $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 中 $\text{Ag}(\text{I})$ 的氧化性减弱, 二者共同导致 Ag 的生成速率减小, 利于形成均匀的银镜, **C 正确**; CO 过多会导致人体中毒, 是因为 CO 与血红素中 Fe^{2+} 形成配位键的强度大于 O_2 , **D 错误**。

Plus 知识拓展

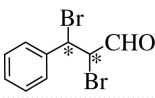
改变溶剂的极性

1. 混合不同极性的溶剂: 如高极性溶剂水与低极性溶剂乙醇混合, 可得到中等极性的溶液。2. 添加盐类(盐效应): 向溶剂中加入可溶性盐(如 NaCl), 低浓度时以盐溶效应为主, 高浓度时盐析效应占优。高浓度盐可能争夺溶剂分子, 降低非电解质的溶解度, 如盐析法分离蛋白质。3. 温度调节: 温度升高, 会导致溶剂的极性降低。高温下降低极性以促进非极性物质的溶解; 低温下提高极性以增强离子型化合物的稳定性。

8 **D** 自然固氮、人工固氮并不都是将 N_2 转化为 NH_3 , 如自然固氮中的高能固氮是将 N_2 转化为 NO, **A 错误**; NO 与水不反应, 且工业制硝酸的含氮原料为 NH_3 , **B 错误**; O 原子不守恒, 应为 $2\text{NO} + 2\text{CO} \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{N}_2 + 2\text{CO}_2$, **C 错误**; 稀硝酸与铜反应生成 NO, 被 O_2 氧化为 NO_2 , **D 正确**。

9 **B** 该反应是气体分子数减小的反应, $\Delta S < 0$, **A 错误**; 依据电负性知, CO_2 中 C 带正电, 催化剂中 N 带负电, 正负相吸, C 与 N 作用, **B 正确**; 由机理图可知, 步骤 III 中不存在

非极性键的断裂和形成, **C 错误**; 根据化学方程式可知, 反应中每消耗 1 mol CO_2 , 转移电子数为 $2 \times 6.02 \times 10^{23}$, **D 错误**。

10 **B** X 分子中含有 2 个手性碳原子:  (标“*”碳原子为手性碳原子), **A 正确**;

苯环、碳碳双键、醛基均能与 H_2 发生加成反应, 故 1 mol Y 最多能与 5 mol H_2 发生加成反应, **B 错误**; Y、Z 分子中, 碳碳双键两端碳原子上连接的原子或原子团均不同, 存在顺反异构体, **C 正确**; X 分子中含有醛基、Z 分子含有碳碳双键, 且 X、Z 分子中与苯环直接相连的碳原子上有含有氢原子, 故均能使酸性 KMnO_4 溶液褪色, **D 正确**。

11 **D** 醋酸少量时, 发生的反应是 $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{CH}_3\text{COO}^-$, 不能证明酸性 $\text{CH}_3\text{COOH} < \text{H}_2\text{CO}_3$, **A 错误**; 加 AgNO_3 溶液之前, 需要先加入稀硝酸酸化, 防止 OH^- 与 Ag^+ 反应干扰实验, **B 错误**; 生成的 2, 4, 6-三溴苯酚溶解在过量的苯酚中, 故观察不到白色沉淀, **C 错误**; 发生的反应为 $2\text{Mg} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{MgO} + \text{C}$, C 元素的化合价由 +4 降低至 0, CO_2 被还原, 体现氧化性, **D 正确**。

12 **C** NaHCO_3 溶液中存在质子守恒: $c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{H}^+) = c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{OH}^-)$, 故 $c(\text{H}_2\text{CO}_3) < c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{OH}^-)$, **A 错误**; NaHCO_3 溶液中存在元素守恒: $c(\text{Na}^+) = c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{H}_2\text{CO}_3)$, 但 NaHCO_3 受热分解会放出 CO_2 气体, 故实验 2 所得溶液中: $c(\text{Na}^+) > c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{H}_2\text{CO}_3)$, **B 错误**; 实验 2 所得溶液 $\text{pH} \approx 11$, 则 $\frac{c(\text{CO}_3^{2-})}{c(\text{HCO}_3^-)} = \frac{K_{a2}}{c(\text{H}^+)} \approx \frac{4.7 \times 10^{-11}}{10^{-11}} = 4.7 > 1$, 故 $c(\text{CO}_3^{2-}) > c(\text{HCO}_3^-)$, **C 正确**; 实验 3 发生反应的离子方程式为 $\text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$, **D 错误**。

Plus 知识拓展

碳酸盐沉淀金属离子的原理

类型(举例)	离子方程式
用 Na_2CO_3 沉淀 Zn^{2+}	$\text{Zn}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{ZnCO}_3 \downarrow$
用 NaHCO_3 或 NH_4HCO_3 沉淀 Co^{2+}	$\text{Co}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{CoCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$
用氨水- NH_4HCO_3 沉淀 Mn^{2+}	$\text{Mn}^{2+} + \text{HCO}_3^- + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{MnCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O}$ 或 $\text{Mn}^{2+} + \text{HCO}_3^- + \text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{MnCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4^+$
用 NH_3 (先)+ CO_2 (后)沉淀 Ca^{2+}	$\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_2 + 2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NH}_4^+$

13 **D** 反应 I 的 $\Delta H > 0$, 温度升高, 平衡常数 K 增大, **A 错误**; 由盖斯定律知, 反应 II - 反应 I 可得 $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{S}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CS}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g})$, 则 $\Delta H = \Delta H_2 - \Delta H_1 = +(234 - 170) \text{ kJ/mol} = +64 \text{ kJ/mol}$, **B 错误**; 由图可知, 在 $900 \sim 1\,000\text{ }^\circ\text{C}$ 范围, 两条曲线重合, 不发生反应 II, 即 CH_4 不参与反应, 故 $900\text{ }^\circ\text{C}$ 时, 增大 CH_4 的加入量, 不会改变 H_2S 的转化率, **C 错误**; 由图可知, 在 $1\,000 \sim 1\,300\text{ }^\circ\text{C}$ 范围, 随着温度的升高, 两条曲线的差值越来越大, 发生反应 II 的 H_2S 逐渐增多, CS_2 的量逐渐增大, 故混合气乙的体系中 CS_2 的选择性增大, **D 正确**。

物质选择性与其物质的量的关系

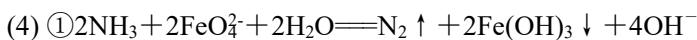
物质的量：投料量 \times 转化率 \times 选择性。某物质的选择性减小，并不代表产物的物质的量一定减小，因为反应物的转化率可能变大，从而使产物的物质的量增加。某物质的选择性增大，也不代表产物的物质的量增大。

14 (除特殊标注外，每空 2 分)

(1) 内部



(3) $10^{-4.75}$ (3 分)



② 反应温度 (1 分) 反应时间 (1 分)

③ pH=4 时，部分 K_2FeO_4 与水反应或发生自身氧化还原反应，导致 K_2FeO_4 浓度减小；pH=4 时，氨氮以 NH_4^+ 为主 (pH=12 时，以 NH_3 为主)， NH_4^+ 与 K_2FeO_4 的反应速率比 NH_3 慢 (3 分)

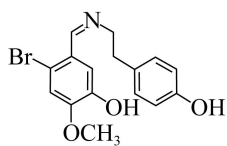
解析：(1) K_2FeO_4 中 K^+ 和 FeO_4^{2-} 的数目比为 2:1，晶胞中， FeO_4^{2-} 的数目为 4，则 K^+ 的数目为 8，X 处 K^+ 的数目 $= 4 \times \frac{1}{2} = 2$ ，则 Y 处 K^+ 的数目为 6，位于晶胞内部。(3) 由图可推知，当 pH=9.25 时， $c(\text{NH}_3) = c(\text{NH}_4^+)$ ，平衡常数 $K = \frac{c(\text{OH}^-) \cdot c(\text{NH}_4^+)}{c(\text{NH}_3)} = c(\text{OH}^-) = 10^{-(14-9.25)} = 10^{-4.75}$ 。(4) ① FeO_4^{2-} 将 NH_3 氧化为 N_2 ，自身被还原成 Fe(III)，Fe(III) 在 pH=12 的溶液中以 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀形式存在，离子方程式见答案。② 做对照实验需要控制变量，除 pH 不同外，其他反应条件和环境都要保持一致。③ 使用 K_2FeO_4 氧化 $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ 为 N_2 的过程中，pH 降低导致氨氮去除率下降的原因：主要与 K_2FeO_4 的氧化机制及氨氮的存在形态有关。

铵根离子与氨分子的还原性比较

物质	还原性表现	示例反应
NH_3	易被氧化为 N_2 或含氮氧化物	$4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 = 2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$
NH_4^+	仅在强氧化剂 (如 Cl_2 、 MnO_4^-) 下缓慢氧化	$2\text{NH}_4^+ + 3\text{Cl}_2 = \text{N}_2 + 8\text{H}^+ + 6\text{Cl}^-$

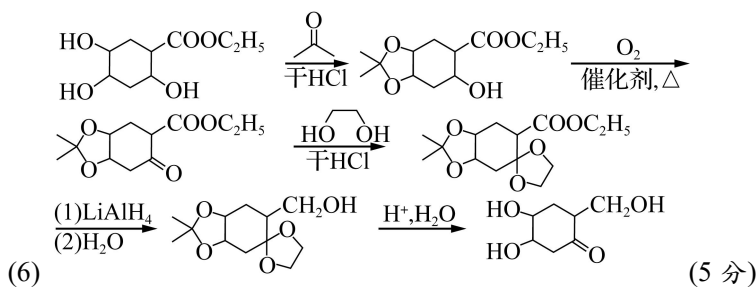
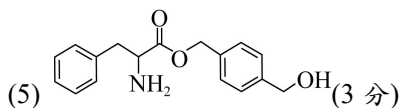
1. 电中性分子通常比其共轭酸离子还原性强，因为孤电子对更易参与氧化反应。2. 质子化 (H^+ 结合) 会中和孤电子对的活性，降低还原性 (如还原性 $\text{NH}_4^+ < \text{NH}_3$)。3. 例外情况：某些离子 (如 I^- 、 S^{2-}) 本身具有强还原性，但其电中性形式 (HI 、 H_2S) 在酸性条件下可能表现更强还原性 (因为 H^+ 促进反应)。

15 (除特殊标注外, 每空 2 分)



(1) 醛基(1 分) (2) (3) 取代反应

(4) 18-冠-6 易与 K^+ 相互作用, 增大 $K_3[Fe(CN)_6]$ 在甲苯中的溶解度, 提高氧化 C 的速率



解析: (2) 对比 A、B 的结构可知, A 分子中的醛基与 M 分子中的氨基发生了类似羟醛缩合的反应, 先加成后消去, N 的结构简式见答案。(4) 冠醚常被用作相转移催化剂, 冠醚与试剂中正离子络合, 使该正离子可溶在有机溶剂中, 而与它相对应的负离子因为静电作用也随同进入有机溶剂内, 冠醚不与负离子络合, 使游离或裸露的负离子反应活性很高, 能迅速反应。(5) G 分子的不饱和度为 9, 2 个苯环共用去 8 个不饱和度, 该同分异构体在碱性条件下能水解, 水解产物之一是一种 α -氨基酸 [$-\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$], 则剩下的 1 个不饱和度用于形成酯基, 还剩余 3 个 C 和 1 个 O, Y 的核磁共振氢谱中有 3 组峰, 且峰面积之比为 1:2:2,

则 Y 分子中含有 2 个 $-\text{CH}_2\text{OH}$, 2 个取代基处于对位, Y 为 , X 分子中

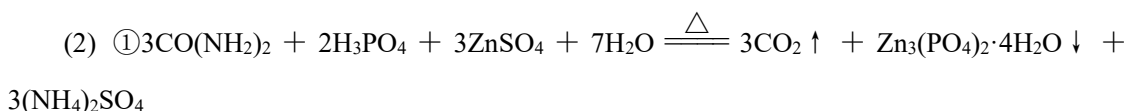
不含甲基, 则剩下的 1 个 C 以亚甲基形式存在, X 为 , 符合条件的同分异构体

的结构简式见答案。(6) 对比 、 可知, 需要进行 2 步反应: ①氧化右下角的羟基; ②还原左上角的酯基。先氧化后还原, 需要防止右下角的羰基被还原; 先还原后氧化, 需要防止左上角的羟基被氧化。流程图中 D \rightarrow E 涉及官能团的保护: 二醇与羰基反应, 仿照流程图设计合成路线, 故应先氧化后还原。氧化右下角的羟基之前, 需用丙酮将左侧相邻的 2 个羟基保护起来; 还原左上角的酯基之前, 需用乙二醇将右下角的羰基保护起来, 最后再脱保护即可, 具体合成路线见答案。

16 (除特殊标注外, 每空 2 分)

(1) ① $\text{ZnF}_2(\text{s}) + \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{MgF}_2(\text{s}) + \text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ 的 $K = 6 \times 10^8 > 10^5$, 反应进行程度大

② 60 $^\circ\text{C}$ 时剩余的 F^- 浓度比 50 $^\circ\text{C}$ 时的低, 便于后续实验去除



②取少量最后一次洗涤滤液于试管中，滴加稍过量盐酸，再滴加 BaCl_2 溶液无沉淀生成

(3) ①用分析天平准确称取 3.269 0 g 纯锌，将其全部转移至烧杯中，加入 6.0 mol/L 盐酸至纯锌全部溶解，加水稀释并冷却至室温，将烧杯中的溶液沿玻璃棒注入 250 mL 容量瓶，用蒸馏水洗涤烧杯内壁和玻璃棒 2~3 次，洗涤液全部注入容量瓶(5 分)

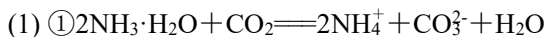
$$\textcircled{2} n(\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}) = 28.20 \times 10^{-3} \text{ L} \times 0.020 00 \text{ mol/L} = 5.640 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$$n[\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}] = \frac{1}{3} n(\text{Zn}^{2+}) = \frac{1}{3} n(\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}) = \frac{1}{3} \times 5.640 \times 10^{-4} \text{ mol} = 1.880 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$$w[\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}] = \frac{1.880 \times 10^{-4} \text{ mol} \times 458.0 \text{ g/mol}}{0.458 0 \text{ g}} \times \frac{100.00 \text{ mL}}{20.00 \text{ mL}} \times 100\% = 94.00\% (3 \text{ 分})$$

解析：(1) ①加入 ZnF_2 可除去 Mg^{2+} 的原因是该沉淀转化反应进行的比较完全，通过计算证明该转化反应的平衡常数 K 大于 10^5 即可。②由图甲知，60 °C 时剩余的 $c(\text{F}^-)$ 小、过滤速度也小，50 °C 时剩余的 $c(\text{F}^-)$ 大、过滤速度也大， F^- 残留越少，越能减少对后续步骤的干扰，便于后续实验去除，需要优先考虑浓度问题，故选择 60 °C。(2) ②检验 $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 表面附着的 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 是否洗净，即检验最后一次洗涤的滤液中是否含有 SO_4^{2-} ，检验 SO_4^{2-} 的试剂为盐酸、 BaCl_2 溶液。(3) ①配制一定物质的量浓度溶液的步骤：计算→称量(分析天平)→溶解(冷却至室温)→转移→洗涤(2~3 次)→定容→摇匀→装瓶。具体配制步骤见答案。

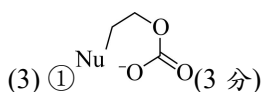
17 (除特殊标注外，每空 2 分)




②乙醇胺分子间形成氢键的能力更强；乙醇胺相对分子质量比氨大，范德华力更强

(2) ①93.75% ② CO_2 和 H_2 的吸附量下降、积碳覆盖催化剂活性位点、生成 CO 等其他含碳产物(3 分)

③降低生成 HCOO^* 的活化能，加快反应速率

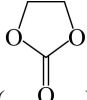
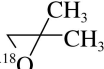
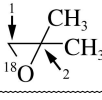


②甲基的体积比氢原子大，空间位阻大， Nu^- 主要与不连甲基的碳原子作用

解析：(1) ②共价化合物的沸点与氢键和范德华力的强弱有关，电负性越强，氢键越强，相对分子质量越大，范德华力越大。(2) ①由图可知，240 °C 时， $n_{\text{起始}}(\text{CO}_2) = 1 \text{ mol}$ ， CH_3OH 的产率为 30%，则 $n(\text{CH}_3\text{OH}) = 30\% \times 1 \text{ mol} = 0.3 \text{ mol}$ ， $n_{\text{总转化}}(\text{CO}_2) = 1 \text{ mol} - 0.68 \text{ mol} = 0.32 \text{ mol}$ ， CH_3OH 的选择性 = $\frac{n_{\text{生成}}(\text{CH}_3\text{OH})}{n_{\text{总转化}}(\text{CO}_2)} \times 100\% = \frac{0.3 \text{ mol}}{0.32 \text{ mol}} \times 100\% = 93.75\%$ 。②由题意和图甲可知，此时反应体系还未达到平衡，当温度高于 260 °C 时，讨论温度升高对反应速率的影响有： CO_2 和 H_2 的吸附量下降、反应产生 C 导致积碳覆盖催化剂活性位点、生成 CO 等其他含碳产物使 CH_3OH 的选择性降低等。(3) ① Nu^- (表示催化剂)进攻的是  中带正电荷的 C，使 C—O 断

裂，电子转移到 O 上($\text{Nu}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}^-$)， CO_2 打开其中 1 个 $\text{C}=\text{O}$ 中的 π 键， CO_2 中带正电荷的 C

接到 $\text{Nu}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}^-$ 的 O 上，电子转移到端点单键 O 上($\text{Nu}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-\text{C}(=\text{O})\text{O}^-$)，然后 Nu^- 离去，生成环状碳酸

酯()并脱附。②由机理图知， Nu^- 进攻  中带正电荷的 C 时，有 2 个选择：，甲基比氢原子大，甲基在三维空间中的物理阻碍作用大，阻碍 Nu^- 接近活性中心，位阻大的

位点(即点 2)不易被进攻，反应转向位阻小的位点(即点 1)，故  的产率较大。

15 苏锡常镇四市 2025 届高三教学情况调研(一)

1 B 酚醛树脂是由苯酚与甲醛通过缩聚反应而得到的有机合成高分子材料, B 正确。

2 B NH_4^+ 与 $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ 之间的作用力为离子键, 属于离子化合物, A 错误; $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ 的结构式

为 $\begin{array}{c} \text{O} & & \text{O} \\ \parallel & & \parallel \\ ^-\text{O}-\text{S}-\text{O}-\text{O}-\text{S}-\text{O}^- \\ \parallel & & \parallel \\ \text{O} & & \text{O} \end{array}$, 显然不是四面体结构, C 错误; 过二硫酸铵中两个 S 原子之间含有过氧键, 两个氧原子之间为非极性键, D 错误。

3 D Al^{3+} 和 O^{2-} 的电子层结构相同, Al 的核电荷数比 O 大, Al 对核外电子的吸引能力大, 故半径 $r(\text{Al}^{3+}) < r(\text{O}^{2-})$, A 错误; 非金属性 $\text{F} > \text{O}$, F 的得电子能力强于 O, 故电负性 $\chi(\text{O}) < \chi(\text{F})$, B 错误; Mg 的价电子排布式为 $3s^2$, Al 的价电子排布式为 $3s^2 3p^1$, 3p 能级中的电子能量比 3s 能级中的高, 易失去, 故第一电离能 $I_1(\text{Mg}) > I_1(\text{Al})$, C 错误; 金属性 $\text{Ca} > \text{Mg}$, 故碱性 $\text{Ca}(\text{OH})_2 > \text{Mg}(\text{OH})_2$, D 正确。

4 A 用 MnO_2 与浓盐酸制备 Cl_2 的反应在加热条件下才能发生, A 错误。

5 B HF 可以形成分子间氢键, 而 HCl 不存在分子间氢键, 故 HF 的沸点高, A 错误;

ClO_4^- 中 Cl 的孤电子对数 $= \frac{7+1-4 \times 2}{2} = 0$, ClO_3^- 中 Cl 的孤电子对数 $= \frac{7+1-3 \times 2}{2} = 1$, ClO_2^-

中 Cl 的孤电子对数 $= \frac{7+1-2 \times 2}{2} = 2$, 孤电子对与孤电子对之间的斥力 $>$ 孤电子对与成键电

子对之间的斥力 $>$ 成键电子对与成键电子对之间的斥力, 故 ClO_2^- 的键角最小, ClO_4^- 的键角最大, B 正确; Br 为元素周期表中 35 号元素, 基态 Br 的核外电子排布式应为 $[\text{Ar}]3d^{10}4s^24p^5$, C 错误; 由均摊法知, KI 晶胞中, 黑球和白球的数目均为 4, D 错误。

6 C 浓硫酸具有强氧化性, 会氧化 I^- 生成 I_2 , C 错误。

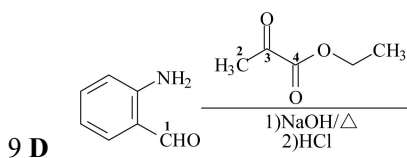
7 A HF 与 SiO_2 反应生成 SiF_4 和 H_2O , 可用于雕刻玻璃, 属于 SiO_2 与 HF 的特殊反应, 与 HF 的酸性无关, SiF_4 不是盐, A 错误。

8 C 高温下, 微生物会失活, 失去催化活性, A 错误; CH_3COO^- 转化为 CO_2 , C 元素由 0 价升高至 +4 价, 失去电子, 作负极, 则不锈钢作正极, 正极发生还原反应, B 错误; 每消耗 $0.1 \text{ mol CH}_3\text{COO}^-$, 负极失去 0.8 mol e^- , 由电荷守恒知, 有 0.8 mol H^+ 从质子交换膜左侧向右侧迁移, D 错误。

Plus 易错提醒

电池膜两侧的溶液遵循电荷守恒

D 项, 依据 C 项中的电极反应式, 消耗 $0.1 \text{ mol CH}_3\text{COO}^-$ 时, 有 0.7 mol H^+ 生成, 会误以为只需要将 0.7 mol H^+ 迁移到另一极。事实上, 应该依据转移电子数进行计算, 由电荷守恒知, 消耗 $0.1 \text{ mol CH}_3\text{COO}^-$ 时, 向右侧电极转移 0.8 mol e^- , 即转移过去 0.8 mol 负电荷, 中和这 0.8 mol 负电荷, 需要用到 0.8 mol H^+ , 故需要将 0.8 mol H^+ 移向另一极。



转化中，“2”号甲基上的碳原子与“1”号醛基先加成再消去，生成碳碳双键，同理，氨基与“3”号羰基碳原子先加成再消去，生成碳氮双键，“4”号酯基在碱性条件下水解再酸化得到羧基和乙醇，**B 正确**；Y 中含有醛基，Z 中没有醛基，故可用银氨溶液鉴别 Y 和 Z，**C 正确**；Y 中的苯环和醛基均可与 H_2 发生加成反应，故 1 mol Y 最多可与 4 mol H_2 加成，**D 错误**。

10 C 该反应是气体体积增大的反应，故 $\Delta S > 0$ ，**A 错误**； H_2O 为气态，故平衡常数表达式的分子上漏写 $c^6(H_2O)$ ，**B 错误**； NH_3 转化为 N_2 ，N 元素的化合价变化 3，消耗 1 mol NH_3 时，转移 3 mol e^- ，**C 正确**；该反应为放热反应，温度越高，反应正向进行的程度越小，且温度高于 $350^\circ C$ 时，催化剂的活性会下降，NO 的脱除率不可能越高，**D 错误**。

11 D 检验 Fe^{2+} 时，应先加入 KSCN 溶液，观察不到明显现象，再加入氯水将 Fe^{2+} 氧化成 Fe^{3+} ，看到溶液变红色，才可证明待测液中含有 Fe^{2+} ，**A 错误**；向 $NaNO_3$ 溶液中滴加硫酸， H^+ 与 NO_3^- 结合成 HNO_3 氧化 Cu，而非硫酸氧化 Cu，**B 错误**； $BaSO_4$ 在浓度较高的 CO_3^{2-} 中会转化成 $BaCO_3$ ，这是由于 $BaSO_4$ 电离出的 Ba^{2+} 与浓度较大的 CO_3^{2-} 的离子积大于 $BaCO_3$ 的溶度积所致，不能得出 $K_{sp}(BaCO_3) < K_{sp}(BaSO_4)$ ，**C 错误**；卤代烃在碱性条件下水解生成 X^- ，加入 $AgNO_3$ 溶液前需要先用 HNO_3 酸化，否则会生成 $AgOH$ 沉淀而干扰检验 X^- ，出现浅黄色沉淀为 $AgBr$ ，故 X 为 Br 原子，**D 正确**。

12 B 电荷守恒中漏写 $c(Cl^-)$ ，**B 错误**； $\frac{c(HCO_3^-)}{c(CO_3^{2-})} = \frac{c(H^+)}{K_{a2}} = \frac{10^{-8}}{5 \times 10^{-11}} = 200$ ，**C 正确**； $\frac{c(HCO_3^-)}{c(H_2CO_3)} = \frac{K_{a1}}{c(H^+)} = \frac{4.5 \times 10^{-7}}{10^{-4.4}} < 1$ ，故 $c(H_2CO_3) > c(HCO_3^-)$ ， $\frac{c(CO_3^{2-})}{c(HCO_3^-)} = \frac{K_{a2}}{c(H^+)} = \frac{5 \times 10^{-11}}{10^{-4.4}} < 1$ ，故 $c(HCO_3^-) > c(CO_3^{2-})$ ，**D 正确**。

13 C 根据盖斯定律，反应①－反应②得目标反应，则 $\Delta H = \Delta H_1 - \Delta H_2 = -49.1 - 41.2 = -90.3(kJ/mol)$ ，**A 错误**。生成 CH_3OH 的反应①是气体分子数减小的放热反应，由控制变量法知，其他条件不变，增大压强，反应①正向进行程度肯定会一直增大，故一直呈上升趋势的曲线 X 表示 $250^\circ C$ 时压强变化对甲醇产量的影响；其他条件不变，若升高温度，反应①的 K 值会减小，即一定温度后再升高温度，反应正向进行程度会减小，故先升后降的曲线 Y 表示 5 MPa 时反应温度变化对甲醇产量的影响，**B 错误**。增大体系压强，反应向体系内分子总数减小的方向移动，即 CO_2 的转化率一定会增大，由 $\Delta n(CO_2) = \Delta n(H_2O)$ 知， H_2O 的体积分数增大，**C 正确**。增大碳氢比 $[\frac{n(CO_2)}{n(H_2)}]$ ，相当于增大 CO_2 的量，根据勒夏特列原理知，只能削弱 CO_2 的量变化产生的影响，不能完全消除，故 CO_2 的平衡转化率减小，**D 错误**。

14 (除特殊标注外，每空 2 分)

(1) ①将 Fe^{2+} 和 Ni^{2+} 还原为 Fe 和 Ni ②活性炭不参加反应；多孔结构，比表面积大，吸附性强；可作为原电池正极，加快反应速率

(2) ① $NO_3^- + 10H^+ + 4Fe = 4Fe^{2+} + 3H_2O + NH_4^+$ ②还原剂 Fe 的量减少；减少 Fe 表面与废水的接触面积；FeC 微原电池数目减少(任写其中两点) ③在铁炭中加入镍，形成 NiFe

微原电池和 NiC 微原电池, 加快反应速率

(3) ① $3\text{NaClO} + 2\text{NH}_3 = 3\text{NaCl} + \text{N}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$ ② NH_3 转化为 NH_4^+ , 还原性减弱; 降低 pH, 使得反应(III)平衡逆向移动, 不利于氧化(3 分)

解析: (1) ①用 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 制备 Fe/Ni 材料, NaBH_4 是重要的还原剂, 反应过程中 NaBH_4 将 Fe^{2+} 、 Ni^{2+} 还原为单质 Fe 和 Ni。②催化剂载体一般具有化学惰性与稳定性, 以及高比表面积。活性炭的性质稳定, 不与酸、碱反应; 它的结构多孔, 比表面积大, 吸附 NO_3^- 的能力强; 除此之外, 活性炭还可作反应的催化剂, 即活性炭与金属构成原电池, 加快反应速率。(2) ①由图乙知, 当 $\text{pH}=2$ 时, NH_4^+ 的选择性大于 N_2 , 故主要含氮产物为 NH_4^+ , 离子方程式见答案。②铁炭质量比减小, 即铁减少, 反应 $\text{NO}_3^- + 10\text{H}^+ + 4\text{Fe} = 4\text{Fe}^{2+} + 3\text{H}_2\text{O} + \text{NH}_4^+$ 中还原剂的量减少, 则被还原的 NO_3^- 的量减少; 构成 Fe-C 原电池的量也在减少, 还原的 NO_3^- 的速率也在减慢; FeC 混合物中 Fe 减少, 则吸附在 Fe 上的 NO_3^- 也在减少, 因而 NO_3^- 去除率减小。(3) ①由图丙知, NH_3 转化为 N_2 , NaClO 转化为 NaCl , 根据 N、Cl 得失电子守恒配平反应。②pH 减小, 酸性增强, NH_3 转化为 NH_4^+ 的量变多, NH_3 的还原性强于 NH_4^+ , 故氨氮去除率下降; 结合图丙, 步骤(III)的反应为 $\text{NHCl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NOH} + 2\text{HCl}$, 酸性增强, 会抑制该反应正向移动, 导致后继反应(IV)难以发生, 故生成的 N_2 减少(生成的 N_2 越多, 氨氮的去除率越高)。

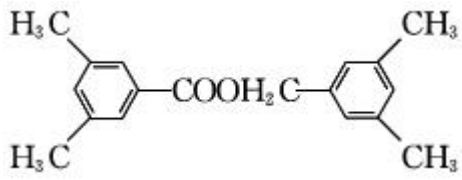
Plus 易错提醒

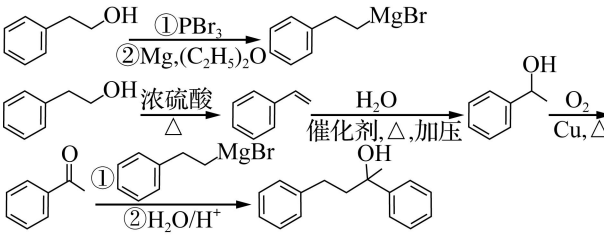
归因分析题要结合题给信息作答

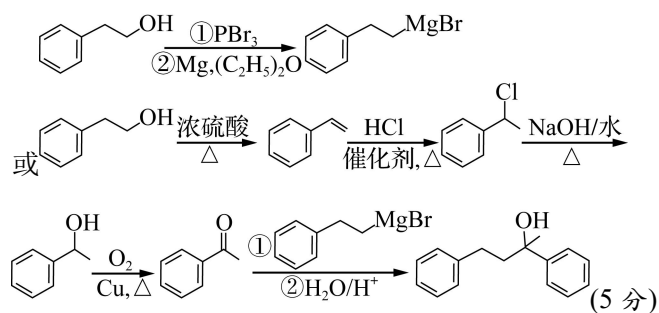
(3) ②部分学生写成酸性条件下 HClO 的氧化性增强, 会将 NH_3 转化成 NO_3^- 、 NO_2^- (硝态氮)等留在废水中, 造成氨氮(NH_3 、 NH_4^+)的去除率降低, 此答案在阅卷中没有给分。原因是没有结合图丙作答, 图丙给出的是反应机理图, 反应(III)中 NHCl_2 水解生成 NOH : $\text{NHCl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NOH} + 2\text{HCl}$, NOH 与 NHCl_2 反应生成 N_2 : $\text{NHCl}_2 + \text{NOH} = \text{N}_2 \uparrow + \text{HClO} + \text{HCl}$, 在酸性条件下, 会抑制 NHCl_2 水解生成 NOH , 从而影响后继的反应(IV)。

15 (除特殊标注外, 每空 2 分)

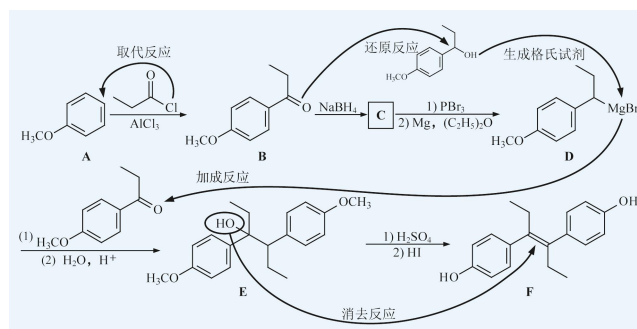
(1) sp^2 、 sp^3 (2) 醚键、羰基 (3)  (3 分)

(4)  (3 分)

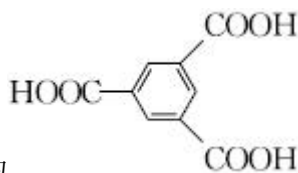
(5) 



Plus 流程分析



解析：(1) 甲基上的 C 为 sp^3 杂化，苯环上的 C 为 sp^2 杂化。(3) B 中酮羰基被 NaBH_4 还原为羟基，C \rightarrow D 为 $-\text{OH}$ 被 $-\text{MgBr}$ 取代，则 C 的结构简式见答案。(4) F 中除 2 个苯环外，有 1 个不饱和度、6 个 C、2 个 O。能水解，说明含有酯基，酯基含有 1 个不饱和度以及 2 个 O、1 个 C，则还剩余 5 个饱和碳原子，其中一种水解产物中含有 $-\text{COOH}$ ，水解产物被酸性 KMnO_4 氧化后，所得芳香族化合物相同，且只有 2 种氢，个数比为 1:1，则氧化产物中



有 3 个 $-\text{COOH}$ ，为 OC(=O)c1ccc(C(=O)O)cc1C(=O)O，则每个苯环上连有 2 个对称的甲基，剩余的 1 个饱和碳原子连在苯环与酯基的单键 O 之间，符合条件的同分异构体的结构简式见答案。(5)

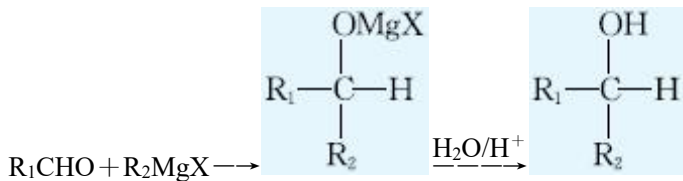
原料 c1ccccc1CCO 和产物 c1ccccc1C(O)CCc2ccccc2 对比来看，需要两分子的 c1ccccc1CCO 碳原子连

接，结合流程图“D \rightarrow E”信息可知，需要分别将 c1ccccc1CCO 转化为 c1ccccc1C(=O)C 和

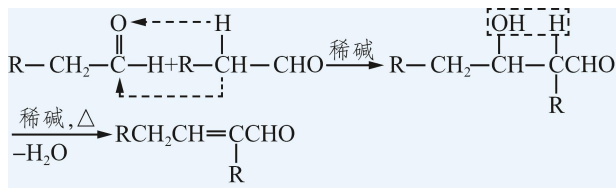
c1ccccc1CC[Mg]Br，具体合成路线流程图见答案。

常考有机反应信息

(1) 醛或酮与格氏试剂(RMgX)发生加成反应, 所得产物经水解可得到醇。

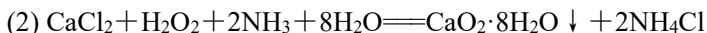


(2) 羟醛缩合：有 α -H的醛在稀碱(10% NaOH)溶液中能和另一分子醛相互作用，生成 β -羟基醛。



16 (除特殊标注外, 每空 2 分)

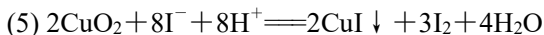
(1) 除去溶液中的 CO_2 ，避免沉淀时生成 CaCO_3 杂质



或 $\text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + 6\text{H}_2\text{O} = \text{CaO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O} \downarrow + 2\text{NH}_4\text{Cl}$

(3) 低于 140 °C 不易完全脱水, 高于 140 °C 过氧化钙易分解

(4) 打开磁力搅拌器,边搅拌边缓慢加入 0.03 mol/L NaOH 溶液,至溶液变为深蓝色为止,将溶液置于冰水浴中,边搅拌边滴加 3% H_2O_2 溶液,直至产生大量黄褐色沉淀。停止搅拌,静置后向上层清液中滴加 3% H_2O_2 溶液无沉淀生成 (5 分)



由此可得关系式： $2\text{CuO}_2 \sim 3\text{I}_2 \sim 6\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ (1 分)

$$n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 0.1000 \text{ mol/L} \times 30.00 \times 10^{-3} \text{ L} = 3.0 \times 10^{-3} \text{ mol} \quad (1 \text{ 分})$$

$$n(\text{CuO}_2) = \frac{1}{3} \times n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 1.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$m(\text{CuO}_2) = 1.0 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 96 \text{ g/mol} = 0.096 \text{ g} \quad (1 \text{ 分})$$

$$w(\text{CuO}_2) = \frac{0.096 \text{ g}}{0.1 \text{ g}} \times 100\% = 96\% \quad (1 \text{ 分})$$

解析: (1) 第一步 CaCO_3 和 HCl 反应生成 CaCl_2 和 CO_2 , 在后续“沉淀”中 CaCl_2 、氨水和 H_2O_2 可生成 CaO_2 。若 CO_2 存在溶液中, CO_2 与氨水反应生成 CO_3^{2-} , CO_3^{2-} 会与 Ca^{2+} 反应生成 CaCO_3 沉淀, 混入 CaO_2 中, 故煮沸的目的是除去 CO_2 , 避免沉淀时生成 CaCO_3 杂质。(2) 根据复分解反应的原理知, Ca^{2+} 与 O_2^{2-} 结合生成 CaO_2 , 酸性条件下, NH_3 转化为 NH_4^+ , NH_4^+ 与 Cl^- 结合成 NH_4Cl 。(3) 由题干信息知, CaO_2 在室温下稳定, 故加热 $\text{CaO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 制 CaO_2 的温度不宜过高。但温度过低, $\text{CaO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 的结晶水不易完全脱去。(4) 制备过氧化铜的反应原理为 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{CuO}_2 \downarrow + 2\text{NH}_4^+ + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 反应物有 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$

和 H_2O_2 ，所给原料为 NH_4Cl 和 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ，故先在原料中加入 NaOH 溶液，将 NH_4^+ 转化为 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ， $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 与 Cu^{2+} 形成配合物 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ ，直至颜色为深蓝色。反应过程中需要搅拌，以使反应物充分接触，故在反应前需要将磁力搅拌器打开。然后加入 H_2O_2 ，与 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 反应生成黄褐色 CuO_2 沉淀，直到沉淀不再生成为止。

17 (除特殊标注外，每空 2 分)

(1) NaHSO_3 或 HSO_3^- $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{SO}_3 = \text{CaSO}_3 + 2\text{NaOH}$

(2) ①生成的 Mn^{2+} 催化氧化 SO_2 生成 SO_4^{2-} ② $5 < \text{pH} < 8$

(3) ①在相对较低温度可获得较高 SO_2 的转化率，从而节约大量能源 ②当温度高于 445°C 后，硫气化吸热，使反应变为吸热反应，升高温度，有利于反应正向进行 (3 分)

(4) 催化剂在紫外线的作用下将电子激发到 CB 端，而在 VB 端留下光生空穴；氧气在 CB 端得电子生成 $\cdot\text{O}_2^-$ ， $\cdot\text{O}_2^-$ 结合 H_2O 生成 H_2O_2 ， H_2O_2 在 CB 端生成 $\cdot\text{OH}$ ； H_2O 和 OH^- 进入 VB 端的光生空穴失去电子生成 $\cdot\text{OH}$ (3 分)

解析：(1) 由图乙知，pH 约为 4~5 时，主要以 HSO_3^- 存在。pH 略大于 9 时，主要以 SO_3^{2-} 存在，“再生”是 Na_2SO_3 与石灰乳反应生成 CaSO_3 和 NaOH 。(2) ②由于 $K_{\text{sp}}[\text{Al}(\text{OH})_3] > K_{\text{sp}}[\text{Fe}(\text{OH})_3]$ ，故只要 Al^{3+} 沉淀完全，则 Fe^{3+} 也沉淀完全，按 $K_{\text{sp}}[\text{Al}(\text{OH})_3]$ 计算即可。 $c(\text{OH}^-)$

$$= \sqrt[3]{\frac{K_{\text{sp}}[\text{Al}(\text{OH})_3]}{c(\text{Al}^{3+})}} = 1 \times 10^{-9} \text{ mol/L}, \text{pH} = 5. \text{ 但 } \text{Mn}^{2+} \text{ 不能沉淀, } c(\text{OH}^-) = \sqrt{\frac{K_{\text{sp}}[\text{Mn}(\text{OH})_2]}{c(\text{Mn}^{2+})}} =$$

10^{-6} mol/L , $\text{pH} = 8$ ，故需控制的 pH 范围为 $5 < \text{pH} < 8$ 。(3) ②反应温度高于 445°C 时， SO_2 的平衡转化率却增大，说明反应转变为吸热反应。由硫的沸点约为 445°C 推知，硫气化时吸收的热量超过了 $2\text{CO}(\text{g}) + \text{SO}_2(\text{g}) = 2\text{CO}_2(\text{g}) + \text{S}(\text{l})$ 放出的热量，由盖斯定律知， $2\text{CO}(\text{g}) + \text{SO}_2(\text{g}) = 2\text{CO}_2(\text{g}) + \text{S}(\text{g}) \quad \Delta H > 0$ 。(4) 由图戊知，共有三处产生 $\cdot\text{OH}$ ，有一处在 CB 端，有两处在 VB 端。

Plus 易错提醒

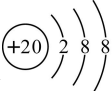
描述机理题要讲清机理的来龙去脉

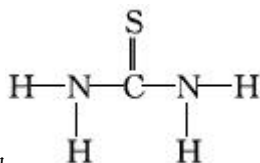
本题(4)，不能只是简单的“看图说话”，要完整写出 $\cdot\text{OH}$ 产生的原理，部分学生只是写出了一种产生 $\cdot\text{OH}$ 的途径。要从“得电子”“失电子”描述，不能说成“转化”或“变成”。

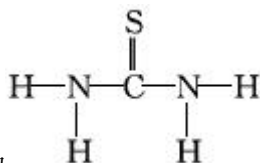
16 南通、泰州、扬州等七市 2025 届高三

第二次调研测试

1 C 硅为半导体材料，可用于制作芯片，C 正确。

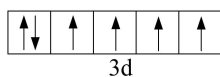
2 B Ca 的核电荷数为 20， Ca^{2+} 的结构示意图为 ，A 错误；H—S 为极性键， H_2S 为 V 形分子，正、负电荷中心不重合，故 H_2S 是由极性键构成的极性分子，B 正确； SCN^- 的结构式为 $[\text{S}=\text{C}=\text{N}]^-$ 或 $[\text{S}-\text{C}\equiv\text{N}]^-$ ，C 均采取 sp 杂化，C 错误；单键为 σ 键、双键中有



1 个 σ 键， $(\text{NH}_2)_2\text{CS}$ 的结构式为 ，故 1 mol $(\text{NH}_2)_2\text{CS}$ 中含有 7 mol σ 键，D 错误。

3 A 加热条件下，Na 与 O_2 才能反应生成 Na_2O_2 ，B 错误；加热会促进 Mg^{2+} 水解和 HCl 挥发，故蒸干 MgCl_2 溶液得不到无水 MgCl_2 ，C 错误；卤代烃发生消去反应的条件是强碱的醇溶液、加热， $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$ 在 NaOH 的水溶液、加热条件下发生水解反应，产物是 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ，D 错误。

4 C Fe 位于元素周期表中第四周期，A 错误；同主族元素从上到下，原子半径逐渐增大，故原子半径 $\text{O} < \text{S}$ ，B 错误；Fe 为 26 号元素，基态 Fe 的电子排布式为 $[\text{Ar}]\text{3d}^6\text{4s}^2$ ，优先失去最外层 4s 能级上的电子，则基态 Fe^{2+} 的价电子排布式为 3d^6 ，轨道表示式为



3d，未成对电子数为 4，C 正确；同周期主族元素从左到右，电负性依次增强，故电负性 $\chi(\text{N}) < \chi(\text{O})$ ，D 错误。

Plus 易错提醒

元素原子的电子层少，半径不一定小

如图是主族元素原子半径的周期性变化，元素原子的电子层少，半径不一定小，如电子层数 $\text{Na} < \text{Br}$ ，但半径 $\text{Na} > \text{Br}$ 。

H						
Li	Be	B	C	N	O	F
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br
Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I
Cs	Ba	Tl	Pb	Bi	Po	At
Fr	Ra					

5 D 第四周期中, IIIA 及其之后元素的简化电子排布式中均含有 $3d^{10}$, 则 Ga 的电子排布式为 $[\text{Ar}]3d^{10}4s^24p^1$, A 错误; 用 “ \rightarrow ” 表示配位键, 其箭头指向接受孤电子对的原子, N 原子有孤电子对, B 原子有空轨道, 配位键可表示为 $\text{N} \rightarrow \text{B}$, B 错误; 氮化镓的熔点约为 1500°C , 熔点较高, 属于共价晶体, C 错误; BCl_3 中 B 的价层电子对数 $= 3 + \frac{3-3 \times 1}{2} = 3$, B 采取 sp^2 杂化, 孤电子对数为 0, 则 BCl_3 为平面三角形分子, 键角为 120° , D 正确。

6 C 饱和食盐水不具有吸水性, 应改用浓硫酸, A 错误; 由材料信息知, 装置中发生的反应为 $\text{B}(\text{OCH}_3)_3 + 6\text{Cl}_2 \xrightarrow{65^\circ\text{C}} \text{BCl}_3 + 3\text{CO} + 9\text{HCl}$, 但 $\text{B}(\text{OCH}_3)_3$ 的沸点为 68°C , 若在沸水浴中反应, 会造成 $\text{B}(\text{OCH}_3)_3$ 大量挥发, B 错误; BCl_3 的沸点为 12.5°C , 遇冷易液化, 故在冰水浴中冷却能收集到 BCl_3 , C 正确; CO 与 NaOH 溶液不反应, 不能用 NaOH 溶液吸收 CO , D 错误。

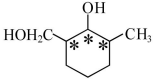
7 A 硼酸(H_3BO_3)是一元弱酸, 与足量 NaOH 反应得到的正盐是 NaH_2BO_3 , 电离产生的离子是 H_2BO_3^- , 得不到 BO_3^{3-} , A 错误。

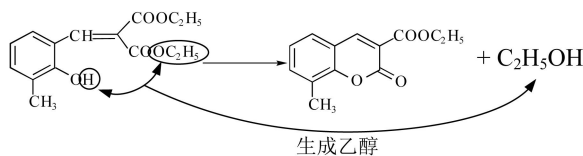
8 D 该反应为气体体积增大的反应, 为熵增反应, $\Delta S > 0$, A 错误; 催化剂能改变反应速率, 不能降低反应的焓变, B 错误; 增大一种反应物的浓度, 可增大另外一种反应物的平衡转化率, 但该反应物本身的平衡转化率减小, 故增大 $\frac{n(\text{NH}_3)}{n(\text{O}_2)}$, O_2 的平衡转化率增大, NH_3 的平衡转化率减小, C 错误。

9 D M 极上: $\text{CO}_2 \rightarrow \text{HCOO}^-$, C 元素的化合价降低 2, 则 M 极为阴极, N 极为阳极, B 错误; 电解池工作时, 阴离子(OH^-)由左室(阴极区)通过隔膜向右室(阳极区)移动, A 错误; N 极为阳极, 是失去电子的一极, 故阳极反应式中应该 “ $-4e^-$ ”, C 错误; M 极上: $\text{CO}_2 \sim$

$2e^- \sim \text{HCOO}^-$ ，则电路中通过 $2 \text{ mol } e^-$ 时，理论上 $1 \text{ mol } \text{CO}_2$ 被还原，**D 正确**。

10 A Na_2CO_3 溶液呈碱性，则含酚酞的 Na_2CO_3 溶液显红色，加入少量 BaCl_2 固体后，发生的反应为 $\text{CO}_3^{2-} + \text{Ba}^{2+} \rightleftharpoons \text{BaCO}_3 \downarrow$ ， $c(\text{CO}_3^{2-})$ 减小，促进 $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$ 平衡逆向移动，溶液碱性减弱，红色变浅，改变溶液中 $c(\text{CO}_3^{2-})$ 大小能改变溶液酸碱性，故该实验能证明 Na_2CO_3 溶液中存在水解平衡，**A 正确**；95% 的乙醇溶液中含有的水也能与 Na 发生置换反应生成 H_2 ，该实验不能证明 Na 能与乙醇发生置换反应，**B 错误**； FeSO_4 溶液显酸性，遇酚酞不变色，该实验不能证明 Fe^{2+} 能发生水解，**C 错误**；电石与水反应产生的气体除了乙炔外，还含有 H_2S 、 PH_3 等， H_2S 、 PH_3 也能使 KMnO_4 溶液褪色，该实验不能证明乙炔具有还原性，**D 错误**。

11 B X 与足量 H_2 加成后的产物为  (标“*”碳原子为手性碳原子)，共有 3 个手性碳原子，**A 错误**；X 分子中含有醛基，Y 分子中不含醛基，通过用银氨溶液检验醛基可确认 Y 中是否含有 X，**B 正确**； $\text{Y} \rightarrow \text{Z}$ 属于酯交换反应，机理为

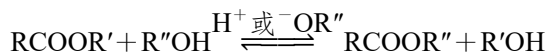


，副产物为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ，**C 错误**；Z 分子中含有 1 个酚酯基和 1 个普通酯基，故 $1 \text{ mol } \text{Z}$ 与足量 NaOH 溶液反应，最多能消耗 $3 \text{ mol } \text{NaOH}$ ，**D 错误**。

Plus 知识拓展

酯的醇解——酯交换反应

酯中的 OR' 被另一个醇的 OR'' 置换，称为酯的醇解。反应需在酸(盐酸、硫酸或对甲苯磺酸等)或碱(烷氧负离子)催化下进行：



这是从一个酯转变为另外一个酯的反应，也称为酯交换反应。这是一个可逆反应，为使反应正向进行，常用过量的所希望形成酯的醇或将反应中产生的醇除掉。反应机理与酯的酸催化或碱催化水解机理类似。

12 B NH_4HCO_3 溶液中的 C、N 元素守恒： $c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) + c(\text{NH}_4^+) = c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{H}_2\text{CO}_3)$ ，**A 错误**；“过滤 1”中得到 CuS 沉淀，未得到 MnS 沉淀，则滤液中存在： $c(\text{Mn}^{2+}) \cdot c(\text{S}^{2-}) < K_{\text{sp}}(\text{MnS})$ 、 $c(\text{Cu}^{2+}) \cdot c(\text{S}^{2-}) = K_{\text{sp}}(\text{CuS})$ ， $\frac{c(\text{Cu}^{2+})}{c(\text{Mn}^{2+})} = \frac{c(\text{Cu}^{2+}) \cdot c(\text{S}^{2-})}{c(\text{Mn}^{2+}) \cdot c(\text{S}^{2-})} > \frac{K_{\text{sp}}(\text{CuS})}{K_{\text{sp}}(\text{MnS})}$ ，**B 正确**；“沉锰”时发生的反应为 $\text{Mn}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- = \text{MnCO}_3 \downarrow + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ，**C 错误**；电荷守恒式中漏写 $c(\text{SO}_4^{2-})$ 、 $c(\text{H}^+)$ 、 $c(\text{OH}^-)$ ，**D 错误**。

13 B 由图可知, 625 °C 时, $n(\text{CH}_4)=0.15 \text{ mol}$ 、 $n(\text{H}_2\text{O})=0.5 \text{ mol}$, 已知 $n_{\text{始}}(\text{CH}_4)=1 \text{ mol}$, 由氢原子守恒知, $n(\text{H}_2)=1.2 \text{ mol}>0.5 \text{ mol}$, 则实线表示平衡时 H_2 的物质的量随温度的变化, 曲线 a 表示平衡时 CO 的物质的量随温度的变化, A 正确; 625 °C 时, $n(\text{CO}_2)=n(\text{CO})=0.5 \text{ mol}$ 、 $n(\text{H}_2)=1.2 \text{ mol}$ 、 $n(\text{H}_2\text{O})=0.5 \text{ mol}$, 反应 II 的平衡常数 $K=\frac{c(\text{CO})\cdot c(\text{H}_2\text{O})}{c(\text{CO}_2)\cdot c(\text{H}_2)}=\frac{n(\text{CO})\cdot n(\text{H}_2\text{O})}{n(\text{CO}_2)\cdot n(\text{H}_2)}=\frac{0.5\times 0.5}{0.5\times 1.2}=\frac{5}{12}$, B 错误; 由图可知, 500~600 °C, $n(\text{CO}_2)$ 几乎不变, 但 $n(\text{CO})$ 的增大幅度比 $n(\text{CH}_4)$ 的减小幅度大, 由碳原子守恒知, 有积碳转化为 CO , 故 500~600 °C, 随着温度升高, 容器中积碳减少, C 正确; 由图可知, 1 000 °C 下, 容器中只存在 CO 和 H_2 , 且 $n(\text{H}_2)=n(\text{CO})=2 \text{ mol}$, 即 1 000 °C 时只发生反应 I, 增大压强, 反应 I 平衡逆向移动, CO 和 H_2 同幅度减小, 故平衡体系中 $\frac{n(\text{CO})}{n(\text{H}_2)}$ 不变, D 正确。

14 (除特殊标注外, 每空 2 分)

(1) $\text{Se}+2\text{OH}^-+2\text{H}_2\text{O}_2\rightleftharpoons 3\text{H}_2\text{O}+\text{SeO}_3^{2-}$ H_2O_2 被 SeO_3^{2-} 还原

(2) ①向滤渣中先加入 NaClO 溶液再加入盐酸

② $\text{Ag}_2\text{Se}+3\text{NaClO}+2\text{HCl}\rightleftharpoons \text{H}_2\text{SeO}_3+2\text{AgCl}+3\text{NaCl}$

(3) SeO_3^{2-} 、 HSeO_3^- 、 Cl^-

(4) $\text{Se}\sim\text{H}_2\text{SeO}_3\sim 2\text{I}_2\sim 4\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$,

25.00 mL 溶液中:

$$n(\text{Se})=\frac{1}{4}n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})=\frac{1}{4}\times 0.100 0 \text{ mol/L}\times 20.00\times 10^{-3} \text{ L}=5\times 10^{-4} \text{ mol}$$

产品中 Se 的质量分数:

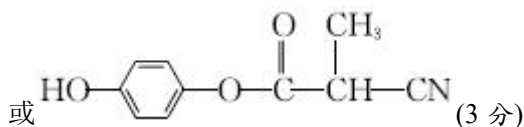
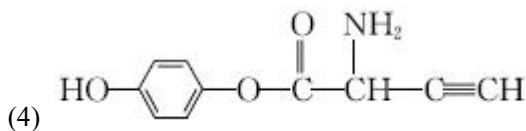
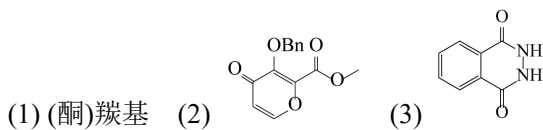
$$w(\text{Se})=\frac{5.000\times 10^{-4} \text{ mol}\times 79 \text{ g/mol}\times \frac{100 \text{ mL}}{25.00 \text{ mL}}}{0.160 0 \text{ g}}\times 100\%=98.75\%(3 \text{ 分})$$

(5) ①0.25 ②5:1

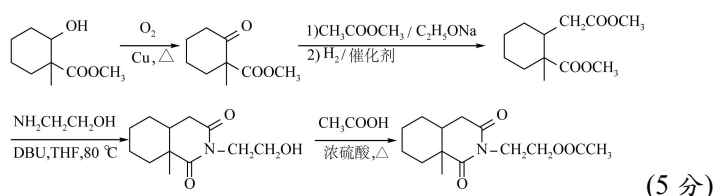
解析: (1) H_2O_2 用量从 80 mL/L 增加到 120 mL/L, Se 的浸出率没有达到 100%, 溶液中也未检测到 H_2O_2 残留, 说明发生了副反应, 考虑到 Se 是氧族元素, 最高化合价可达到 +6, 则发生的副反应是 $\text{H}_2\text{O}_2+\text{SeO}_3^{2-}\rightleftharpoons \text{SeO}_4^{2-}+\text{H}_2\text{O}$, H_2O_2 被 SeO_3^{2-} 还原。(2) ①酸性条件下发生反应: $2\text{HCl}+\text{NaClO}\rightleftharpoons \text{Cl}_2\uparrow+\text{NaCl}+\text{H}_2\text{O}$, 产生有毒气体, 故除银时, 不能营造强酸性环境, 应该先向滤渣中加入 NaClO 溶液, 后加入盐酸(HCl 的作用是增强氧化剂的氧化性, 同时为生成 AgCl 沉淀提供 Cl^-)。 (3) H_2SeO_3 存在电离常数, 则 H_2SeO_3 是弱酸, $K_{a2}(\text{H}_2\text{SeO}_3)=\frac{c(\text{H}^+)\cdot c(\text{SeO}_3^{2-})}{c(\text{HSeO}_3^-)}=5\times 10^{-8}$, $\text{pH}=7$ 时, $\frac{c(\text{SeO}_3^{2-})}{c(\text{HSeO}_3^-)}=\frac{1}{2}$, 则 SeO_3^{2-} 和 HSeO_3^- 均是该溶液中存在的主要阴离子, “除银”过程中有 NaCl 生成, 且在“沉汞”时, Cl^- 未参加反应, 故 Cl^- 也是该溶液中存在的主要阴离子。(5) ①由均摊法知, Cu_{2-x}Se 晶胞的化学式为 $\text{Cu}_{1.5}\text{Se}$, $\text{Na}_x\text{Cu}_{2-x}\text{Se}$ 晶胞的化学式为 $\text{Na}_{0.25}\text{Cu}_{1.5}\text{Se}$, 放电时正极反应式为 $\text{Cu}_{1.5}\text{Se}+0.25\text{Na}^++0.25\text{e}^-\rightleftharpoons \text{Na}_{0.25}\text{Cu}_{1.5}\text{Se}$, 则 1 mol $\text{Cu}_{1.5}\text{Se}$ 转化为 $\text{Na}_{0.25}\text{Cu}_{1.5}\text{Se}$ 时, 转移电子的物质的量为 0.25 mol。 ②由电荷守恒和原子守恒列方程组, $N(\text{Cu}^+)+2N(\text{Cu}^{2+})=1.75$ 、 $N(\text{Cu}^+)+N(\text{Cu}^{2+})=1.5$, 解得

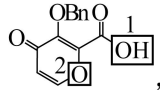
$N(\text{Cu}^+) = 1.25$ 、 $N(\text{Cu}^{2+}) = 0.25$ ，则 $\text{Na}_{0.25}\text{Cu}_{1.5}\text{Se}$ 中 $N(\text{Cu}^+) : N(\text{Cu}^{2+}) = 1.25 : 0.25 = 5 : 1$ 。

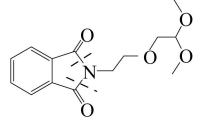
15 (除特殊标注外，每空 2 分)



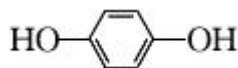
(5)

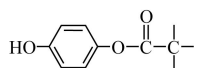


解析：(2) 对比 A、C 的结构简式知，A 分子中有 2 处发生转化：，由 B→C 的反应物 NH_2NHBoc 知，A→B 过程中，A 分子中的羧基转化为酯基，B 的结构简式见答

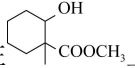
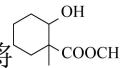
案。(3) 对比 E、F 的结构简式知，E 分子中的化学键须按虚线所示断开：，已知副产物 X 分子中除苯环外，还含有一个六元环，则还需引入 2 个原子成环，由 E→F 的反应物 NH_2NH_2 知，可引入 2 个 N 原子成环，X 的结构简式见答案。(4) D 的同分异构体

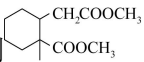
能水解，则一定含有 $\text{—}\overset{\text{O}}{\underset{\text{||}}{\text{C}}}\text{—}$ ，其中 1 种水解产物能与 FeCl_3 发生显色反应，且有 2 种不同环境的氢原子，由 D 分子中只含有 3 个 O 知，该水解产物中最多含有 2 个羟基：

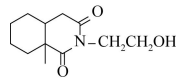


；D 的同分异构体分子中还含有手性碳原子，则其部分结构可写为 ，还剩余 2 个 C、1 个 N、2 个不饱和度，2 个不饱和度可用于组成 $\text{C}\equiv\text{C}$ 或

$\text{C}\equiv\text{N}$ ，符合条件的 D 的同分异构体的结构简式见答案。(5) 对比 、

知，需要在  上延长碳链并形成含氮杂环。可仿照已知信息延长碳链，先将 

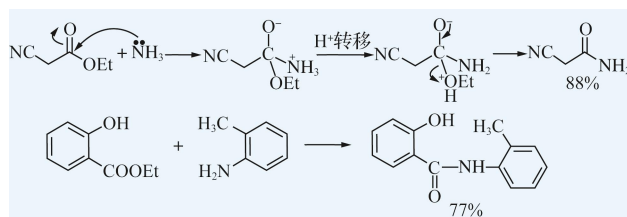
中的羟基氧化为(酮)羰基，延长碳链后得到 ，然后仿照 $C + F \rightarrow G$ 发生酯的胺解

形成含氮杂环：，最后发生酯化反应得到目标产物，具体合成路线流程图见答案。

Plus 知识拓展

酯的胺解

酯可以与氨或胺反应形成酰胺，这叫作酯的氨解或胺解。这些氨或胺本身作为亲核试剂，进攻酯的羰基碳。肼和羟氨等胺的衍生物亦能与酯发生反应：



16 (除特殊标注外，每空 2 分)

(1) H^+ 与 Cu^{2+} 在阴极竞争放电生成 H_2 ，不利于 Cu 在镀件表面析出

(2) ① 0.05 用蒸馏水洗涤沉淀至最后一次洗涤液中加入 $BaCl_2$ 溶液无沉淀

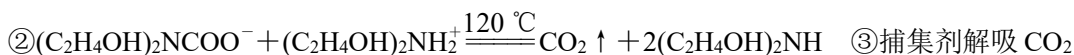
② 调节电镀液的 pH；将氧化生成的 Cu^{2+} 转化为柠檬酸铜盐

(3) 边搅拌边加入 $NaOH$ 溶液至过量，再加入一定量的甲醛溶液，充分反应 与图示电解池中 Y 极相连，将铜片与 X 极相连，加入 $K_6[Cu(P_2O_7)_2]$ 溶液 (3 分)

解析：(1) 以酸性 $CuSO_4$ 溶液作电镀液时，溶液中的 SO_4^{2-} 和电解过程中产生的少量 Cu^+ 影响镀层光亮度；同时 Cu^{2+} 和 H^+ 会在阴极上竞争放电： $Cu^{2+} + 2e^- = Cu$ 、 $2H^+ + 2e^- = H_2 \uparrow$ ，不利于 Cu 在镀件表面析出，两者共同作用导致镀铜效果不佳。(2) ① 配制焦磷酸铜盐：由 $CuSO_4(aq) \xrightarrow{K_4P_2O_7} Cu_2P_2O_7(s)$ 知，将 0.1 mol $CuSO_4$ 全部转化成 $Cu_2P_2O_7(s)$ ，需要消耗 0.05 mol $K_4P_2O_7$ 。过滤后得到 $Cu_2P_2O_7$ 沉淀，为得到纯度较高的 $K_6[Cu(P_2O_7)_2]$ 溶液，需要对 $Cu_2P_2O_7$ 沉淀进行洗涤，用 $BaCl_2$ 溶液检查沉淀是否洗涤干净。② 由题干信息知“柠檬酸铜盐也是工业常用的铜电镀液；控制铜电镀液 pH 在 8~8.5 之间，采用电解法可得到均匀光亮的铜镀层”，故加入柠檬酸晶体的目的之一是将氧化生成的 Cu^{2+} 转化为柠檬酸铜盐，目的之二是利用柠檬酸的酸性，将镀液的 pH 控制在 8~8.5 之间，有利于电镀铜。(3) 由题干信息知，预处理塑料件使其表面覆盖一层铜膜时，涉及的反应为 $HCHO + Cu(OH)_2 + OH^- = HCOO^- + Cu + 2H_2O$ ，需要用到的试剂为 $HCHO$ 溶液、 $CuSO_4$ 溶液、 $NaOH$ 溶液，由“ $Cu(OH)_2 + OH^-$ ”知， $CuSO_4$ 溶液中应该先加入 $NaOH$ 溶液，后加入 $HCHO$ 溶液，且加入的 $NaOH$ 溶液是过量的； Cu 片作阳极，连接外接电源正极 (即 X 极)，预处理后的塑料件作阴极，连接外接电源负极 (即 Y 极)， $K_6[Cu(P_2O_7)_2]$ 溶液为电镀液。

17 (除特殊标注外, 每空 2 分)

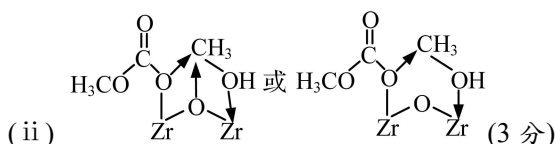
(1) ①出口处气体中 CO_2 体积分数为 15%



的效率(释放 CO_2 的速率和程度)

(2) ①适当降温、加压, 从体系中分离出 H_2O

②(i) 4



(iii) 红外光谱法

③一定量的 H_2O 中, 搅拌、静置后分液, 分离出上层有机层

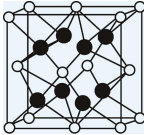
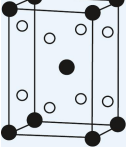
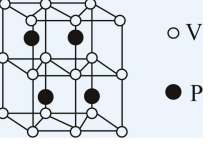
解析: (1) ①DEA 是一种 CO_2 捕集剂, 捕集器的入口处 CO_2 体积分数为 15%, 捕集器的出口处有 CO_2 含量检测装置, 若出口处检测到 CO_2 体积分数也为 15%, 则能说明 DEA 吸收 CO_2 达到饱和。②将吸收 CO_2 饱和后的捕集器在 $120\text{ }^\circ\text{C}$ 下充分加热, 实现 CO_2 解吸和捕集剂的再生, 则解吸产物为 CO_2 和 DEA。③ CO_2 的捕集包括 CO_2 的吸收和解吸两个过程, 题中已对捕集剂的成本、对环境的影响及 CO_2 的吸收效率作出比较, 则还需要进行比较的因素为 CO_2 的解吸效率。(2) ①由图乙知, 温度越高, $\text{p}K$ 越大, 即温度越高, K 越小, 则 $\text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{CH}_3\text{OH}(\text{l}) \rightleftharpoons (\text{CH}_3\text{O})_2\text{CO}(\text{l}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 为放热反应, 适当降温可使反应限度增大, 能提高原料的平衡转化率; 该反应的 $\Delta S < 0$, 则适当加压可使平衡正向移动, 能提高原料的平衡转化率; 减少产物的量(如分离出 H_2O), 也能使平衡正向移动, 提高原料的平衡转化率。②(i) 由均摊法知, ZrO_2 晶胞中, $N(\text{黑球}) = 8 \times \frac{1}{8} + 1 = 2$ 、 $N(\text{白球}) = 8 \times \frac{1}{2} = 4$, 则黑球为 Zr^{4+} 、白球为 O^{2-} ; 以体心的黑球(Zr^{4+})为例, 与之距离最近且相等的白球(O^{2-})有 8 个, 则与白球距离最近且相等的黑球有 4 个。(ii) F 可生成 A 和 $(\text{CH}_3\text{O})_2\text{CO}$, 则 CH_3OH 的 $-\text{CH}_3$ 中的 C 需要连在 E

中如箭头所示的 O 上: $\text{Zr}-\text{O}-\text{Zr}$, 考虑到还要恢复 A 中如箭头所示的羟基: $\text{Zr}-\text{O}-\text{Zr}$, 则 CH_3OH

中的 $-\text{OH}$ 需要连在 Zr 上, 则 F 的结构简式为 $\text{Zr}-\text{O}-\text{Zr}$ 。(iii) 通过红外光谱法可获得分子中所含有的化学键或官能团的信息。③ CH_3OH 可溶于水, $(\text{CH}_3\text{O})_2\text{CO}$ 难溶于水, 利用二者的水溶性差异, 通过分液法可分离出 $(\text{CH}_3\text{O})_2\text{CO}$ 。

根据化学式判断配位数

注意：化学式中的原子个数之比等于晶胞中对应原子配位数的反比。

化学式	CaF ₂	ZrO ₂	VP
晶胞			
阳离子的配位数	8	8	6
阴离子的配位数	4	4	6

17 如皋市 2025 届高三适应性考试(二)

1 A 元素周期表有 18 列, 16 个族(VIII 族含 3 列), 从左到右 7 以内序号是连续的, 副族在中间, 从左到右编序为 “I A、II A、IIIB、IVB、VB、VIB、VII B、VIII、I B、II B、IIIA、IVA、VA、VIA、VIIA、0”, 题中所给元素只有 Sc 位于 IIIB 族。故选 A。

2 C H_2S 是共价化合物, 其电子式为 $\text{H}:\ddot{\text{S}}:\text{H}$, A 错误; SO_2 的中心原子 S 的价层电子对数 $=\frac{6}{2}=3$, VSEPR 模型为平面三角形, 但中心原子 S 上有 1 个孤电子对, 故其空间结构为 V 形, B 错误; 由同一种元素形成的不同单质互称同素异形体, 则 S_6 、 S_8 、 S_{12} 互为同素异形体, C 正确; 冰是含有 O—H 极性键的分子晶体, D 错误。

3 D 同周期主族元素从左到右, 原子半径逐渐减小, 故原子半径 $r(\text{Na})>r(\text{Mg})>r(\text{P})$, A 错误; 依据金属活动性顺序进行判断, 则金属性 $\text{Ca}>\text{Na}>\text{Mg}$, B 错误; 同周期主族元素从左到右, 电负性依次增大, 同主族元素从上到下, 电负性依次变小, 则电负性 $\chi(\text{P})>\chi(\text{Mg})>\chi(\text{Ca})$, C 错误; 同周期元素从左到右, 第一电离能总体呈增大趋势, 则第一电离能 $I_1(\text{P})>I_1(\text{Mg})>I_1(\text{Na})$, D 正确。

4 B 浓盐酸易挥发, Cl_2 中会混有 HCl 气体(除杂试剂为饱和食盐水)和水蒸气(除杂试剂为浓硫酸), 由于用饱和食盐水洗气会引入水蒸气, 故应该先除 HCl 后干燥, B 错误。

5 B 基态 Cu 的简化电子排布式为 $[\text{Ar}]3\text{d}^{10}4\text{s}^1$, 优先失去最外层(即 4s 轨道上的)电子, 则基态 Cu^+ 的电子排布式为 $[\text{Ar}]3\text{d}^{10}$, A 错误; NH_3 、 H_2O 的中心原子均采取 sp^3 杂化, 中心原子上的孤电子对数依次为 1、2, 孤电子对数越多, 对成键电子对的排斥作用增强, 使得成键电子对与成键电子对之间的键角被“压缩”而减小, 则键角 $\text{NH}_3>\text{H}_2\text{O}$, B 正确; $[\text{CuCl}_2]^-$ 中配位键可表示为 $[\text{Cl}\rightarrow\text{Cu}\leftarrow\text{Cl}]^-$, C 错误; 由晶胞图可知, 距离每个 Cl^- 最近的 Cu^+ 有 4 个, D 错误。

Plus 方法技巧

键角的比较

键角的比较一般需要结合价层电子对互斥模型进行分析, 价层电子对数为 2 的键角最大, 其次为 3, 再其次为 4。价层电子对数相同时, 分析孤电子对数。孤电子对比成键电子对更靠近中心原子的原子核, 有较大斥力, 且孤电子对数越多, 键角越小。含孤电子对的分子的实测键角几乎都小于 VSEPR 模型的预测值。

6 D 反应 $\text{CO}_2(\text{g})+3\text{H}_2(\text{g})\rightleftharpoons\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})+\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的 $\Delta S<0$ 、 $\Delta H<0$, 低温条件下能满足 $\Delta H-T\Delta S<0$, 则该反应在低温条件下能自发进行, A 错误; 平衡常数 $K=\frac{c(\text{CH}_3\text{OH})\cdot c(\text{H}_2\text{O})}{c(\text{CO}_2)\cdot c^3(\text{H}_2)}$, B 错误; $\Delta H=\Sigma E(\text{反应物键能})-\Sigma E(\text{生成物键能})<0$, 则反应物所含的键能总和小于生成物所含的键能总和, C 错误; 使用合适的催化剂能加快反应速率, 缩短达到平衡所需的时间, 在反应达到平衡之前的一段时间内, 使用合适催化剂可以提高 CO_2 的转化率, D 正确。

催化剂与平衡转化率、转化率的关系

向某平衡体系中加入催化剂，由于催化剂能同等程度地改变正、逆反应速率，故催化剂不能提高反应物的平衡转化率；但若在反应达到平衡之前加入催化剂来加快反应速率，则在反应达到平衡之前的一段时间内，可提高反应物的转化率、产物的产量或产率、产物的选择性等。

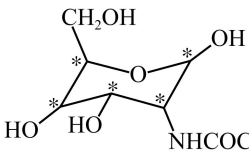
7 D Cu 在 Cl_2 中燃烧生成 CuCl_2 ，A 错误；Cu 与浓硫酸反应需要加热，B 错误；O 原子不守恒，C 错误。

8 C 由加水稀释含配离子 $[\text{CuCl}_2]^-$ 的溶液可得到 CuCl 知，适当增大 NaCl 的用量[即 $c(\text{Cl}^-)$ 增大]，可使反应 $[\text{CuCl}_2]^- \rightleftharpoons \text{CuCl} \downarrow + \text{Cl}^-$ 正向进行程度减小，生成更多配离子 $[\text{CuCl}_2]^-$ ，防止 CuCl 过早沉淀，A、B 正确；滤液中的溶质为 NaCl 、 Na_2SO_4 等，C 错误；用冷水洗涤可除去溶于水的杂质并能减少 CuCl 的溶解损失，再用无水乙醇洗涤可加快干燥速率，D 正确。

无水乙醇的两个用途

1. 洗涤沉淀或晶体：乙醇可以洗去固体表面的水分，乙醇的沸点比水低，挥发会带走水分，可快速干燥沉淀或晶体。2. 在溶液中加入无水乙醇可促进晶体析出：在 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ 溶液中加入无水乙醇，溶剂的极性减小，使 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ 的溶解度减小，最终析出 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 晶体。

9 C 同分异构体的分子式相同，葡萄糖的分子式为 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ，不含 N 元素，与 D 乙酰葡萄糖不互为同分异构体，A 错误；分子中存在 3 种含氧官能团：羟基、醚键、酰胺基，



B 错误；分子中含有 5 个手性碳原子；正确；分子中含有酰胺基，能发生水解反应，D 错误。

10 A 该装置阳极(b 极)反应式为 $2\text{HCHO} - 2\text{e}^- + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{HCOO}^- + \text{H}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ，阴极(a 极)反应式为 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$ ，每转移 2 mol e^- ，a、b 两极上共产生 2 mol H_2 ，传统电解水装置阳极反应式为 $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- \rightleftharpoons \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$ ，阴极反应式为 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2 \uparrow$ ，每转移 2 mol e^- ，只有阴极产生 1 mol H_2 ，故相同电量下，该装置所制氢气产量是传统电解水的 2 倍，A 正确，B 错误；电解时，阴离子向阳极移动，故电解时 OH^- 通过阴离子交换膜向 b 极方向移动，C 错误；未指明气体所处的状况，故阴极生成气体的体积不一定为 11.2 L ，D 错误。

11 B Na_2CO_3 水解使溶液呈碱性，加入少量 NaOH 溶液后，所得溶液仍呈碱性，无法证明 Na_2CO_3 溶液中存在水解平衡，欲证明 Na_2CO_3 溶液中存在水解平衡，需要加入能与 CO_3^{2-} 直

接结合生成沉淀的中性物质,如 CaCl_2 , **A 错误**;加入少量铜粉后, CuZn 稀硫酸可构成原电池,产生气泡的速率加快,证明形成原电池可以加快 Zn 的腐蚀, **B 正确**; CaCO_3 和 CaSO_4 均为白色固体,即使存在沉淀的转化,也无法观察到明显现象,且 Na_2CO_3 溶液是饱和的,有可能使 K_{sp} 小的沉淀转化为 K_{sp} 大的沉淀,故无法比较 CaCO_3 、 CaSO_4 的 K_{sp} 大小, **C 错误**;含碳碳不饱和键的烃都能使酸性 KMnO_4 溶液褪色,故无法证明石油裂解气中含乙烯, **D 错误**。

Plus 方法技巧

K_{sp} 的比较方法

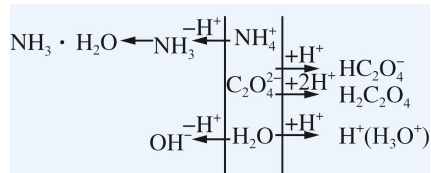
1. 相同浓度时,先沉淀的 K_{sp} 小。如向等浓度的 NaCl 、 NaI 的混合溶液中逐滴加入 AgNO_3 溶液,先产生黄色沉淀(为 AgI),则可证明 K_{sp} : $\text{AgCl} > \text{AgI}$ 。2. 存在沉淀的转化, K_{sp} 大的物质可以转化为 K_{sp} 小的物质。如向 AgCl 固体中加入适量 NaI 溶液,观察到有黄色沉淀(为 AgI)产生,则可证明 K_{sp} : $\text{AgCl} > \text{AgI}$ 。

12 **D** 由 $K_{\text{a}}(\text{HF}) = 3.5 \times 10^{-4} > K_{\text{a}_2}(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 6.4 \times 10^{-5}$ 知,酸性 $\text{HF} > \text{HC}_2\text{O}_4^-$,由强酸制弱酸知, HF 和 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 不能大量共存, **A 错误**;实验②所得溶液的溶质为等物质的量的 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 、 $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$,也可认为是单一溶质的溶液,溶质为 $\text{NaNH}_4\text{C}_2\text{O}_4$, $\text{NaNH}_4\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液中存在质子守恒: $c(\text{H}^+) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + 2c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = c(\text{OH}^-) + c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})$, **B 错误**;实验③所得溶液中存在元素守恒: $c(\text{Na}^+) = c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$ 、电荷守恒: $c(\text{H}^+) + c(\text{K}^+) + c(\text{Na}^+) = c(\text{OH}^-) + 2c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)$,两式联立消去 $c(\text{Na}^+)$,可得 $c(\text{H}^+) + c(\text{K}^+) + c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = c(\text{OH}^-) + c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$,由溶液呈中性知, $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$,则 $c(\text{K}^+) + c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$, **C 错误**;等体积混合的瞬间,假设不产生沉淀,则 $c(\text{Ca}^{2+}) = 0.100\ 0\ \text{mol/L}$ 、 $c(\text{HF}) \approx 0.100\ 0\ \text{mol/L}$, $K_{\text{a}}(\text{HF}) = \frac{c(\text{F}^-) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{HF})} \approx \frac{c^2(\text{F}^-)}{c(\text{HF})}$,则 $c^2(\text{F}^-) = c(\text{HF}) \cdot K_{\text{a}}(\text{HF})$,离子积 $Q = c(\text{Ca}^{2+}) \cdot c^2(\text{F}^-) = c(\text{Ca}^{2+}) \cdot c(\text{HF}) \cdot K_{\text{a}}(\text{HF}) = 0.100\ 0 \times 0.100\ 0 \times 3.5 \times 10^{-4} = 3.5 \times 10^{-6} > \text{溶度积 } K_{\text{sp}}(\text{CaF}_2) = 4.0 \times 10^{-11}$,故有沉淀生成, **D 正确**。

Plus 方法技巧

单一溶质的溶液快速书写质子守恒的方法

以本题的 $\text{NaNH}_4\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液为例,将溶质($\text{NaNH}_4\text{C}_2\text{O}_4$)中能水解或电离的微粒(NH_4^+ 、 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$)和 H_2O 写在轨道中间,左边写“ $-\text{H}^+$ ”之后得到的粒子,右边写“ $+\text{H}^+$ ”之后得到的粒子,



如图: , “ $-\text{H}^+$ ”的数目和“ $+\text{H}^+$ ”的数目相等,即为质子守恒。若 H^+ 前面有系数,则在相应微粒浓度前面加上系数,上图对应的质子守恒式为 $c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) + c(\text{OH}^-) = c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + 2c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) + c(\text{H}^+)$ 。当上述方法熟练应用后,即使不画图也能直接快速书写出质子守恒。

13 C 该图像为平衡图像,生成 CO 的反应 II 为吸热反应,故 CO 占有所有含碳物质的物质的量分数随温度升高而增大,则曲线③对应的物质为 CO,由图可知,300℃时不含 CO,则只发生反应 I,起始投料时,CO₂和 H₂的物质的量之比为 1:1,当 H₂ 100%反应时,CO₂共反应 25%,剩余 75%,生成 CH₄的物质的量分数最高值为 25%,则物质的量分数大于 25%的曲线①对应的物质为 CO₂,曲线②对应的物质为 CH₄,A 正确;由图推知,830℃时 $c(\text{CO})=c(\text{CO}_2)$,830℃时不含 CH₄,说明只发生反应 II,则 $c(\text{H}_2\text{O})=c(\text{H}_2)$,反应 II 的化学平衡常数 $K=\frac{c(\text{CO})\cdot c(\text{H}_2\text{O})}{c(\text{CO}_2)\cdot c(\text{H}_2)}=1$,反应 II 为吸热反应,则 $K_{800^\circ\text{C}}<K_{830^\circ\text{C}}=1$,B 正确;由 A 项分析知,H₂ 100%反应时,CH₄的物质的量分数达到最高值,为 25%,不可能大于 30%,C 错误;500℃时,其他条件一定,增大压强,反应 I 平衡正向移动,CO₂、H₂的浓度减小,H₂O 的浓度增大,促使反应 II 平衡逆向移动,D 正确。

14 (除特殊标注外,每空 2 分)

(1) 28

(2) pH 越大,Ca²⁺形成 Ca(OH)₂析出,Ca²⁺浓度减小,生成的 Ca₃(AsO₄)₂沉淀减少[或 pH 越大,吸收空气中 CO₂生成的 CO₃²⁻浓度越大,部分 Ca²⁺被 CO₃²⁻沉淀从而导致 Ca²⁺浓度减小,生成的 Ca₃(AsO₄)₂沉淀减少或部分 Ca₃(AsO₄)₂沉淀转化为 CaCO₃,从而使溶液中砷含量增大]

(3) ①温度升高,Ca(OH)₂溶解度减小,Ca²⁺浓度减小,生成的 Ca₃(AsO₄)₂沉淀减少[或温度升高,Ca₃(AsO₄)₂溶解度增大]

②生成 Fe(OH)₃胶体吸附并沉淀溶液中的含砷物质



(5) 25.00 mL 溶液中,由化学方程式知,

$$n(\text{Ca}^{2+})=n(\text{H}_2\text{Y}^{2-})=0.2\text{ mol/L} \times 17.50 \times 10^{-3}\text{ L}=3.5 \times 10^{-3}\text{ mol (1 分)}$$

$$n(\text{AsO}_4^{3-})=n(\text{AsO}_3^{3-})=n(\text{I}_2)=0.1\text{ mol/L} \times 21.00 \times 10^{-3}\text{ L}=2.1 \times 10^{-3}\text{ mol (1 分)}$$

由电荷守恒可知,

$$n(\text{Ca}^{2+}) \times 2 = n(\text{AsO}_4^{3-}) \times 3 + n(\text{OH}^-)$$

$$n(\text{OH}^-)=7 \times 10^{-4}\text{ mol (1 分)}$$

$$\text{故 } n(\text{Ca}^{2+}):n(\text{AsO}_4^{3-}):n(\text{OH}^-)=5:3:1 \text{ (1 分)}$$

则化学式为 Ca₅(AsO₄)₃(OH)

解析: (1) 已知存在如下转化关系: $\text{As}_4\text{S}_4 + \text{O}_2 \xrightarrow{\quad} \overset{+3}{\text{As}}_2\overset{-2}{\text{O}}_3 + \overset{+4}{\text{S}}\overset{-2}{\text{O}}_2$, 假设 As₄S₄ 中 As、S 元素的化合价均为 0, 则 As₄S₄ 中 As、S 共升高 $4 \times 3 + 4 \times 4 = 28$ 价, O₂ 中 O 共降低 4 价,

依据得失电子守恒和原子守恒配平化学方程式为 $\text{As}_4\text{S}_4 + 7\text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{As}_2\text{O}_3 + 4\text{SO}_2$, 故 1 mol As₄S₄ 氧化生成 As₂O₃ 和 SO₂, 转移电子的物质的量为 28 mol。(2) “沉砷”时,发生的反应为 $3\text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{AsO}_4^{3-}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Ca}_3(\text{AsO}_4)_2(\text{s})$, pH>12 时, pH 越大, Ca(OH)₂(s) \rightleftharpoons Ca²⁺(aq) + 2OH⁻(aq) 正向进行程度越小, c(Ca²⁺) 越小, 故溶液中砷的去除率越低;也可能是随着 pH 增大, 吸收空气中 CO₂ 的量增多, c(CO₃²⁻) 增多, 部分 Ca²⁺ 跟 CO₃²⁻ 结合生成 CaCO₃, c(Ca²⁺) 越小,

故溶液中砷的去除率越低；也可能是部分 $\text{Ca}_3(\text{AsO}_4)_2$ 沉淀转化为 CaCO_3 。(3) ① $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的溶解度随温度升高而减小，温度越高， $c(\text{Ca}^{2+})$ 减小，溶液中砷的去除率越低；也可能是 $\text{Ca}_3(\text{AsO}_4)_2$ 溶解度随着温度的升高而增大。② 其他条件一定，若同时加入少量 FeCl_3 溶液，所得溶液中砷的去除率进一步增大，原因之一是部分 AsO_4^{3-} 会与 Fe^{3+} 结合生成 FeAsO_4 沉淀；另一个原因是初始 Fe^{3+} 浓度较低，在快速反应过程中， Fe^{3+} 在高 pH 环境下会迅速水解生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体（而非直接沉淀），能短暂形成胶体分散系，胶体具有吸附性，能吸附并沉淀溶液中的含砷物质。

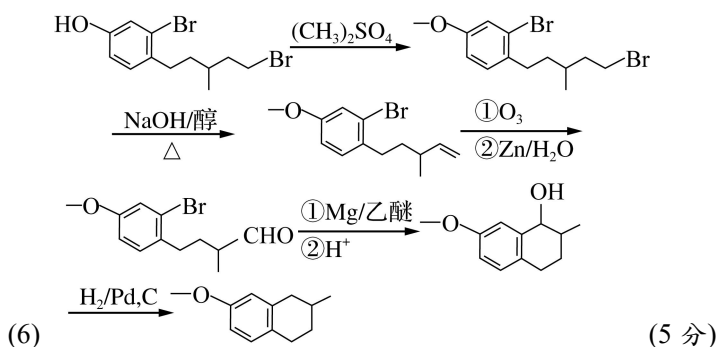
15 (除特殊标注外，每空 2 分)

(1) 加成

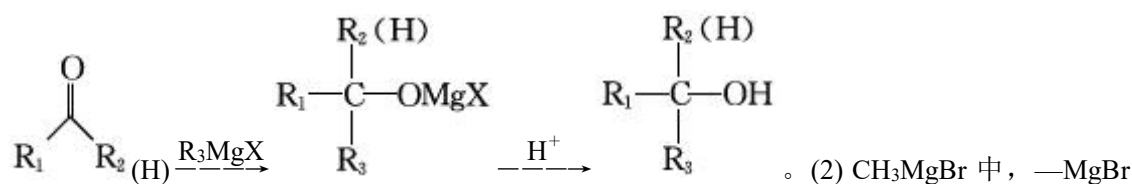
(2) $\text{Mg}(\text{OH})\text{Br}$ [或 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 和 HBr]

(3) 取少量样品，加入金属钠，若有气体产生，则说明存在有机物 B

(4) 12 mol

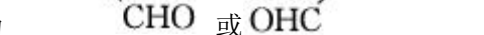


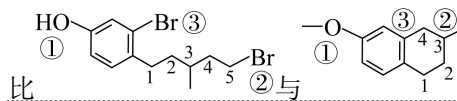
解析：(1) 醛、酮与格氏试剂(RMgX)反应可生成醇，反应原理如下(先加成后水解)：



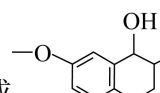
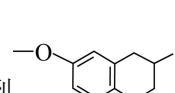
带正电性，则 $-\text{CH}_3$ 带负电性， $-\text{CH}_3$ 结合 H_2O 中带正电性的 $-\text{H}$ 生成 CH_4 ，则 $-\text{MgBr}$ 结合 H_2O 中带负电性的 $-\text{OH}$ 生成 $\text{Mg}(\text{OH})\text{Br}$ [对于含混合阴离子的盐，通常会将酸根离子写在后面，故不能写成 $\text{MgBr}(\text{OH})$]， $\text{Mg}(\text{OH})\text{Br}$ 能进一步水解为 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 和 HBr 。(3) 对比 B、C 的结构简式知，B、C 的区别在于：B 中含有羟基、C 中不含有羟基，欲检验 B 的存在，即需要检验羟基的存在，需要现象明显且便于观察，故可利用 Na 与羟基反应产生 H_2 的原理进行检验。(5) 除去苯环后，剩余 6 个 C、2 个 O、1 个 N、1 个 I， $\Omega=2$ ，核磁共振氢谱中有 3 个吸收峰，则分子高度对称，“能发生银镜反应，不能发生水解反应”，说明含有 $-\text{CHO}$ ，考虑分子结构对称，结合 $\Omega=2$ 和 2 个 O 可知，分子中应该含有 2 个 $-\text{CHO}$ ；N、I 的个数均



为 1，在苯环上位于对位，初步可写出的结构为 ，此时已经满足核磁共振氢谱中有 3 个吸收峰，但还剩余 4 个 C，为不改变氢原子的种数，以—CH₃形式分别取代苯环和氨基上的 4 个氢原子，符合条件的同分异构体的结构简式见答案。(6) 对

比  的结构可知，①号位置的—OH 需要转化为—OCH₃；②

号位置的碳链需要缩短 1 个碳；③号位置上需要成环。酚羟基容易被氧化，①号位置的转化需要优先进行，仿照流程图中 E→F 可以实现①号位置的转化；利用已知信息②可以缩短碳链，故需要先发生卤素原子的消去反应生成碳碳双键，再发生碳碳双键的氧化反应生成醛基，可实现②号位置的转化；先利用已知信息①可将③号位置上的—Br 转化为—MgBr，仿

照流程图中 A→B 生成 ；再仿照流程图中 B→C 可得到 ；具体合成路线流程图见答案。

16 (除特殊标注外，每空 2 分)

(1) $\text{CH}_3\text{COCH}_3 + 3\text{I}_2 + 4\text{OH}^- \longrightarrow \text{CHI}_3 \downarrow + \text{CH}_3\text{COO}^- + 3\text{I}^- + 3\text{H}_2\text{O}$ (3 分)

(2) ①烧瓶内液体变为无色

②晶膜中 AlI_3 会被空气中氧气氧化

③向变质的固体中加入热的正己烷至固体不再溶解，趁热过滤，将所得滤液冷却至析出大量固体，过滤，用冷的正己烷洗涤、干燥得 AlI_3 晶体 (3 分)

(3) ①滴加 2~3 滴 $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 溶液，用 0.010 0 mol/L NH_4SCN 标准液滴定，至溶液恰好变为浅红色且半分钟内不变色 (3 分) 重复滴定操作和计算三次，求平均值 ②偏大

解析：(1) 已知 $\text{CH}_3\text{COCH}_3 + \text{I}_2 \longrightarrow \text{CHI}_3 + \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{I}^- + \text{H}_2\text{O}$ ，碱性条件下左边缺 O，应补充 OH^- ，则转化关系为 $\text{CH}_3\text{COCH}_3 + \text{I}_2 + \text{OH}^- \longrightarrow \overset{+2}{\text{C}}\text{HI}_3 + \overset{0}{\text{C}}\text{H}_3\text{COO}^- + \text{I}^- + \text{H}_2\text{O}$ ， CH_3COCH_3 中 3 个 C 的总化合价为 -4，产物中 3 个 C 的总化合价为 +2，则 CH_3COCH_3 中 C 共升高 6 价， I_2 中 I 共降低 2 价，依据得失电子守恒和原子守恒配平化学方程式为 $\text{CH}_3\text{COCH}_3 + 3\text{I}_2 + 4\text{OH}^- \longrightarrow \text{CHI}_3 \downarrow + \text{CH}_3\text{COO}^- + 3\text{I}^- + 3\text{H}_2\text{O}$ 。(2) ①卤素单质易溶于有机溶剂， I_2 溶解在正丁烷中使有机溶液呈紫色，开始投料时，投入 0.01 mol I_2 、0.02 mol Al，由化学式 AlI_3 知， I_2 的量不足，且反应生成的无色 AlI_3 也会溶解在正丁烷中，最终 I_2 消耗完全时，烧瓶内液体变为无色。②已知： AlI_3 在空气中受热易被氧化，若蒸发浓缩至有晶膜出现，则热的 AlI_3 晶体会被空气中的氧气氧化，使产品不纯。③ I_2 可溶于正己烷， AlI_3 可溶于热的正己烷，趁热过滤可除去不溶的 Al_2O_3 ；正己烷冷却后， AlI_3 晶体不溶于冷的正己烷，会析出 AlI_3 晶体，过滤， AlI_3 晶体表面可能会附着 I_2 ，可用冷的正己烷洗涤，最后干燥得 AlI_3 晶体。(3) ①滴定过量的 Ag^+ 时，先发生反应 $\text{SCN}^- + \text{Ag}^+ \longrightarrow \text{AgSCN} \downarrow$ ，后发生反应 $3\text{SCN}^- + \text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})_3$ ，

故滴定终点时溶液颜色变为浅红色。②终点读数时俯视,导致 NH_4SCN 溶液的读数偏小,则与 NH_4SCN 溶液反应的 $n'(\text{AgNO}_3)$ 偏小,与 AlI_3 反应的 $n(\text{AgNO}_3)$ 偏大,最终所测样品纯度偏大。

17 (除特殊标注外, 每空 2 分)

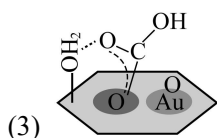
(1) 14 : 20 : 11 (3 分)

(2) ①在光照条件下, H_2O 在 Ag 表面失电子生成 $\cdot\text{OH}$ 和 H^+ , 电子通过 C_3N_4 中的电子孔到达另一侧银表面, O_2 在 Ag 表面得电子生成 O_2^- , 甲醛被 $\cdot\text{OH}$ 和 O_2^- 氧化为 CO_2 和 H_2O (3 分)

② $4\text{O}_2^- + 3\text{HCHO} + 4\text{H}^+ = 5\text{H}_2\text{O} + 3\text{CO}_2$

③ I. 相对湿度增大, 催化剂吸附的水增多, 催化剂表面产生更多的 $\cdot\text{OH}$, 使甲醛去除率增大

II. 相对湿度增大, 催化剂表面吸附的 H_2O 增多, 吸附的甲醛减少, 使甲醛去除率减小

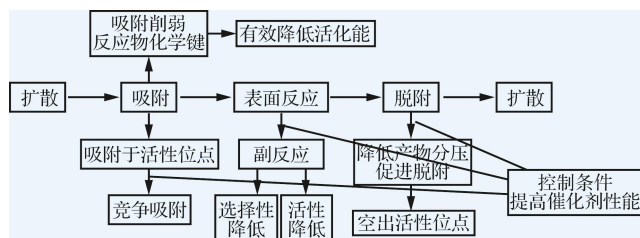


解析: (1) 已知: 反应后锰元素均转化为 MnO_2 , 且 $x:y=5:4$, 则可写出 $a\text{KMnO}_4 + 4\text{Ce}(\text{NO}_3)_3 + b\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \longrightarrow 5\text{MnO}_2 + 4\text{CeO}_2$, 由 Mn 守恒得 $a+b=5$, 由得失电子守恒得 $3a=4+2b$, 解得 $a=\frac{14}{5}$ 、 $b=\frac{11}{5}$, 则 KMnO_4 、 $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3$ 、 $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ 的物质的量之比 $=\frac{14}{5}:4:\frac{11}{5}=14:20:11$ 。(2) ③ I. $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 是反应物, 相对湿度增大, 则水蒸气的物质的量浓度增大, 产生更多的 $\cdot\text{OH}$, 则甲醛去除率增大。II. 催化剂及载体不仅能吸附 H_2O , 也能吸附 HCHO 和 O_2 , 催化剂表面活性位点多数被 H_2O 占据时, 吸附的甲醛数目会减小, 则甲醛去除率减小。(3) 由图中箭头知, 第四步 Au 表面 O 插入 C—H 之间, 生成 HCO_3^- , 第五步 HCO_3^- 结合左侧 H_2O 中的 1 个 H^+ , 生成 CO_2 、 H_2O 从催化剂表面脱附。

plus 知识拓展

催化剂反应机理

催化作用“部位”并不是催化剂的整个表面, 而是催化剂的某个特定部位, 即活性位点。



18 南京市 2025 届高三第二次模拟考试

1 D 合金是由金属与金属或金属与非金属组成的具有金属特性的材料, 不锈钢属于合金。故选 D。

2 A F_2 的电子式为 $\cdot \ddot{\text{F}} : \ddot{\text{F}} \cdot$, B 错误; NF_3 的中心原子 N 有 1 个孤电子对, 空间结构为三角锥形, C 错误; NH_4F 的 NH_4^+ 中含有 N—H 共价键, D 错误。

3 B 灼烧固体应在坩埚中进行, A 错误; 缺少加热仪器, C 错误; 乙醇与水互溶, 不能作萃取碘水中 I_2 的萃取剂, D 错误。

4 A 同主族元素从上到下第一电离能逐渐减小, 故第一电离能 $I_1(\text{N}) > I_1(\text{P}) > I_1(\text{As})$, A 正确; 同主族元素从上到下原子半径逐渐增大, 故原子半径 $r(\text{N}) < r(\text{P}) < r(\text{As})$, B 错误; 同主族元素从上到下最高价含氧酸的酸性逐渐减弱, 故酸性 $\text{H}_3\text{AsO}_4 < \text{H}_3\text{PO}_4 < \text{HNO}_3$, C 错误; 白磷(P_4)是由 P_4 分子构成的, 属于分子晶体, D 错误。

5 C NO_3^- 的中心原子 N 采取 sp^2 杂化, 键角为 120° , NH_3 的中心原子 N 采取 sp^3 杂化, 有 1 个孤电子对, 键角约为 107° , NO_3^- 被还原为 NH_3 后, 键角将变小, A 错误; Fe_3O_4 中基态 Fe(II) 的价层电子排布式为 3d^6 , B 错误; 由晶胞图可知, 与顶点 Al 距离最近且相等的 Al 位于共顶角的 8 个小立方体的面心, 相邻的 2 个小立方体共用 1 个面, 故每个 Al 周围紧邻的 Al 共有 $8 \times 3 \times \frac{1}{2} = 12$ 个, C 正确; K^+ 是配合物 $\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ 的外界, 配体在内界, 故 K^+ 不是配体, 不能与中心离子 Al^{3+} 形成配位键, D 错误。

6 D Fe_3O_4 性质稳定且结构致密, 可用作金属抗腐蚀层, A 错误; TiO_2 颜色细腻, 性质稳定, 可用作白色颜料, B 错误; 熔融状态的 Al_2O_3 能电离出 Al^{3+} 和 O^{2-} , 可用于电解冶炼 Al, C 错误。

7 B 反应在酸性条件下进行, 产物中不出现 OH^- , A 错误; 原电池的正极发生得电子的还原反应, 题给反应式为负极反应式, C 错误; H、O 原子不守恒, D 错误。

Plus 易错提醒

电极反应式的正误判断依据

电极反应式正误判断时, 原电池的负极和电解池的阳极发生氧化反应, 即 “ $-\text{xe}^-$ ”, 原电池的正极和电解池的阴极发生还原反应, 即 “ $+\text{xe}^-$ ”, 电极反应式既要符合得失电子守恒, 又要符合电荷守恒, 在满足电荷守恒时一定要注意电解质溶液呈酸性还是呈碱性, 呈酸性在电极反应式中配入 H^+ , 呈碱性则在电极反应式中配入 OH^- 。

8 C 发生吸氧腐蚀, O_2 在正极放电, 正极反应式为 $2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- + \text{O}_2 = 4\text{OH}^-$, C 错误。

9 B X 分子中含有甲基, 不可能所有原子共平面, A 错误; X 分子的酚羟基邻、对位上各有 1 个未被取代的氢原子, 故 X 能与甲醛发生缩聚反应, B 正确; Y 分子中的苯环和 $\text{C}=\text{N}$ 能与 H_2 发生加成反应, 羧基不能与 H_2 发生加成反应, 故 1 mol Y 最多能与 4 mol H_2 发生加成反应, C 错误; X、Y 分子中均含有酚羟基, 故二者均能使酸性 KMnO_4 溶液褪色, D 错误。

10 C 氨的催化氧化能生成 NO, 不能生成 NO₂, 产物的种类与 O₂ 的量无关, A 错误; 硫与 O₂ 反应能生成 SO₂, 不能生成 SO₃, 产物的种类与 O₂ 的量无关, B 错误; 电解熔融 MgCl₂ 可制备 Mg, 电解 MgCl₂ 溶液得到的含镁物质是 Mg(OH)₂, D 错误。

11 A 黑色沉淀是 CuS, CuS 的生成与酸性无关, 故根据该实验无法比较 H₂S、H₂SO₄ 的酸性强弱, B 错误; K_{sp}(BaSO₄)与 K_{sp}(BaCO₃)大小接近, 一定条件下能相互转化, 故根据该实验无法证明 K_{sp}(BaSO₄)>K_{sp}(BaCO₃), C 错误; 乙醇发生消去反应生成乙烯的同时, 会发生副反应生成 SO₂(浓硫酸具有强氧化性), 乙烯和 SO₂ 都能使溴水褪色, 故根据该实验无法证明该气体为乙烯, D 错误。

Plus 易错提醒

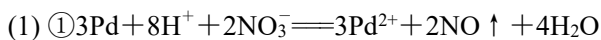
强酸制弱酸不能适用的情况

在类似 AgNO₃ 溶液与盐酸的反应中, 虽然生成了硝酸, 但反应的实际驱动力是 AgCl 沉淀的生成, 而非酸性强弱差异。此类反应的本质是沉淀平衡(或配位、氧化还原等其他非质子转移平衡)主导了反应方向, 而非布朗斯特酸碱的质子竞争。因此, 只有通过质子直接转移(或气相解离能等)才能可靠比较酸性。

12 B NH₄Cl 溶液中存在质子守恒: $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})$, 且 $c(\text{NH}_4^+) \neq c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})$, A 错误; NH₄Cl 是盐类, 盐类的水解能促进水的电离, 酸碱会抑制水的电离, 将 NH₄Cl 溶液与 Ca(OH)₂ 混合, 随碱量的增加, 对水电离的抑制程度逐渐变大, 故“滤液”中水的电离程度比 NH₄Cl 溶液的小, B 正确; 由流程图知, pH=12 的“滤液”中, Ca²⁺、OH⁻ 未结合生成 Ca(OH)₂ 沉淀, 说明 $c(\text{Ca}^{2+}) \leq \frac{K_{\text{sp}}[\text{Ca}(\text{OH})_2]}{c^2(\text{OH}^-)} = \frac{4.7 \times 10^{-6}}{(10^{-2})^2} \text{ mol/L} = 4.7 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$, C 错误; “滤液”的主要溶质为 CaCl₂、NH₃·H₂O, NH₃·H₂O 是弱电解质, 书写离子方程式时不拆分, D 错误。

13 D 根据盖斯定律, ①+②可得目标热化学方程式, 则 $\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 = [+206 + (-41)] \text{ kJ/mol} = +165 \text{ kJ/mol}$, A 正确; 适量添加 CaO, CaO 结合 CO₂ 生成 CaCO₃, 体系中 c(CO₂) 减小, 促使反应①②的正向进行程度均增大, 能提高 H₂ 的平衡产率, B 正确; 由图可知, 900 K 以下, 随温度升高, 出口气中 H₂ 的物质的量分数逐渐增大, 说明该温度范围内, 生成的氢气比透出去的氢气的量多, 即产氢速率大于透氢速率, C 正确; 透氢膜用于分离 H₂, CH₄H₂O(g) 重整制氢装置的理想工作温度需保证: CH₄ 转化率高、透氢率高(即出口气中 H₂ 的物质的量分数较小), 由图可知, 该装置理想工作温度约为 1 000 K, D 错误。

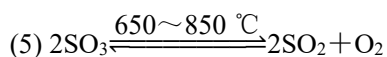
14 (除特殊标注外, 每空 2 分)



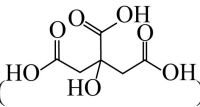
②增大 $c(\text{H}^+)$, 加快了 HNO₃ 氧化 Pd 的速率

③HNO₃ 氧化柠檬酸, 使柠檬酸浓度下降

(2) O (3) 1.98×10^{-3} (3 分) (4) 4 : 1



解析: (1) ②Pd 的浸出率, 即 Pd 以离子形式溶解的占比。添加柠檬酸(三元弱酸)可提高 Pd 的浸出率的原因: 一是形成稳定的配离子 $[\text{Pd}(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)]^-$, 溶液中 $c(\text{Pd}^{2+})$ 减小, 促使更多的 Pd 转化为 Pd^{2+} , 能提高 Pd 的浸出率; 二是维持酸性环境, 一般, 酸性条件能增强氧化剂的氧化性(H^+ 的存在促进电子转移, 使氧化反应更易进行), 加快 HNO_3 氧化 Pd 的速率, 也能提

高 Pd 的浸出率。 ③ $\text{H}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$ () 分子中含有易被氧化的结构(与羧基相连): α -羟基、 α -氢、羧基(在强氧化条件下可脱羧释放 CO_2), HNO_3 浓度过大时, 过量的 HNO_3 将柠檬酸氧化, 使柠檬酸浓度下降, 配离子 $[\text{Pd}(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)]^-$ 的浓度下降, Pd 转化为 Pd^{2+} 的反应正向进行程度减小, Pd 的浸出率降低。(2) $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-$ 中的 O 有孤电子对, 能与 Ag^+ 配位。(3) 左边物质(存在电离)的平衡常数幂次方之积除以右边物质(存在电离)的平衡常数幂次方之积, 即得该反应的平衡常数, 则 $\text{AgCl}(\text{s}) + 2\text{NH}_3(\text{aq}) \rightleftharpoons [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$ 的平衡常数 $K_1 = K \cdot K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) = 1.8 \times 10^{-10} \times 1.1 \times 10^7 = 1.98 \times 10^{-3}$ 。(4) 已知: $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} \sim \text{N}_2 \sim 4\text{e}^-$ 、 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ \sim \text{Ag} \sim \text{e}^-$, 根据得失电子守恒, 理论上获得的 $n(\text{Ag}) : n(\text{N}_2) = 4 : 1$ 。(5) 由图可知, $650 \sim 850^\circ\text{C}$ 有 2 个吸热峰, 第 1 个吸热峰对应的固体质量减小, 应该是固体发生分解反应生成气体, 可能发生的吸热反应为 $\text{CuSO}_4 \xrightarrow{650 \sim 850^\circ\text{C}} \text{CuO} + \text{SO}_3$; 第 2 个吸热峰对应的固体质量不变, 应该是气体物质 SO_3 发生的吸热反应, SO_3 分解是吸热反应(可由化合反应逆推其热效应)。

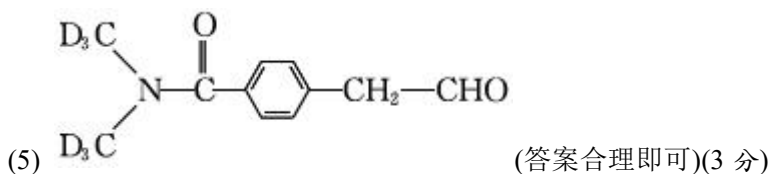
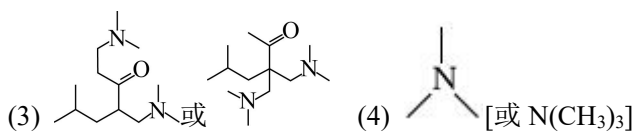
Plus 知识拓展

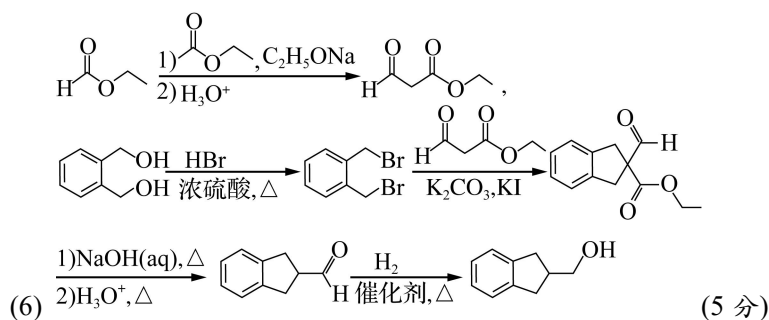
无 α -H 羟基氧化的可能性

有 α -H 的羟基(伯/仲醇)易被氧化为醛/酮。无 α -H 的羟基(叔醇、酚)无法直接形成 $\text{C}=\text{O}$, 但强氧化剂(如浓硝酸)可通过碳骨架断裂或消除反应、氧化断键将无 α -H 的羟基(叔醇、酚)进行氧化, 产物多为羧酸类或醌类。

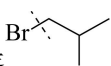
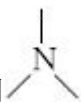
15 (除特殊标注外, 每空 2 分)

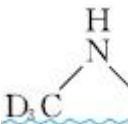
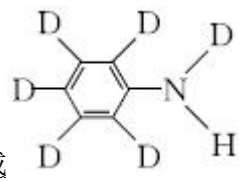
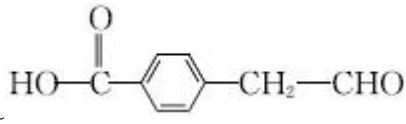
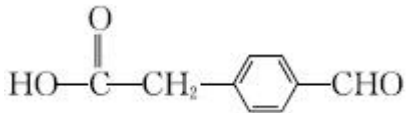
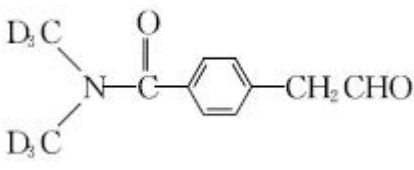
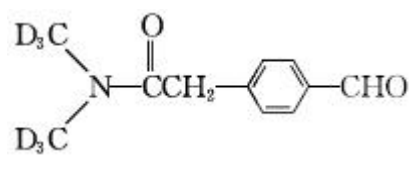
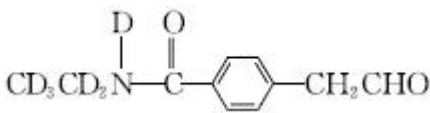
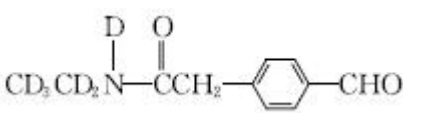
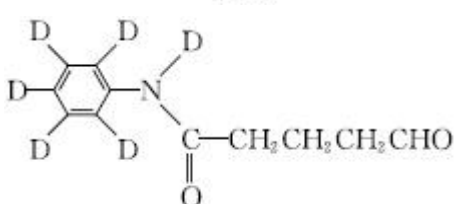
(1) 酯基(1 分) (2) 取代反应



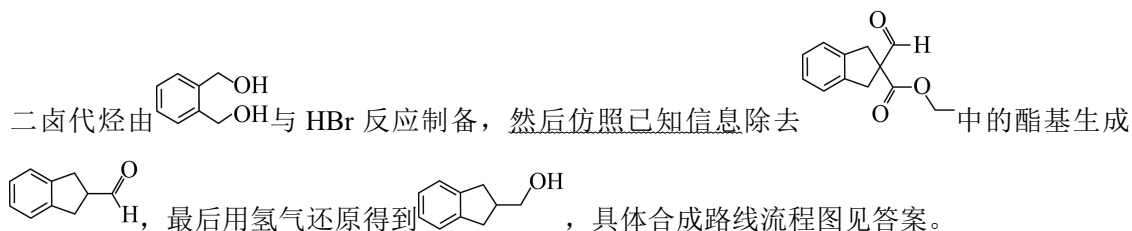
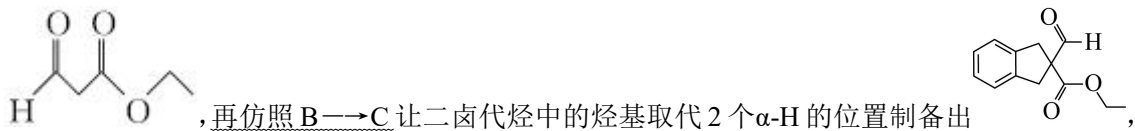


解析：(2) 羰基旁 α -碳上的氢十分活泼，称为 α H，以正离子解离下来的能力较强。B \rightarrow C

的反应是  中的 $-\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ 取代了B中羰基旁的1个 α H，属于取代反应。(3) 对比D的分子式和 $\text{C}_{13}\text{H}_{28}\text{N}_2\text{O}$ 可知，副产物是D分子中的1个H被 $-\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_3)_2$ 取代后生成的，D分子中活性最强的氢是 α -H，有2处化学环境不同的 α H，故副产物有2种结构。(4) 对比E、F、G的结构可知，E分子断裂C—N得到  (胺类化合物)和 I^- ，同时羰基旁 α -H以正离子解离下来， H^+ 和 I^- 结合得到HI。(5) 水解产物X分子中氢(H)、氘(D)原子的个数比

为1:6，则X的结构简式可能为  或  ；水解产物Y分子中不同化学环境的氢原子个数比是2:2:2:1:1，能被银氨溶液氧化，含有羧基和醛基，则Y的结构简式可能为  或  或 $\text{HOOCCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$ ，则符合条件的同分异构体的结构简式为  或  或  或  或  。

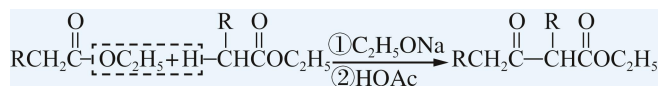
。(6) 先仿照A \rightarrow B发生酯缩合反应制备出



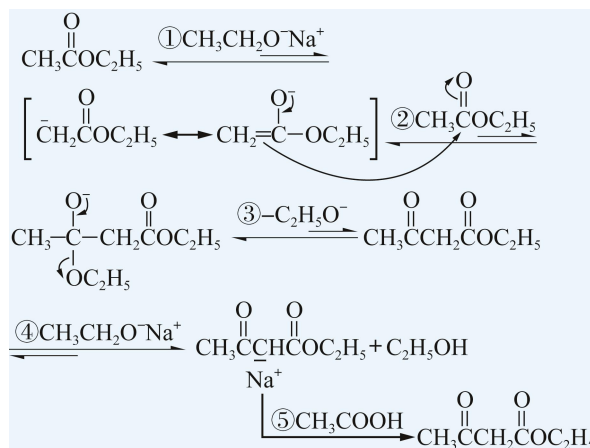
Plus 知识拓展

酯缩合反应

两分子酯在碱的作用下失去一分子醇, 生成β-酮基酯的反应称为酯缩合反应, 也称克莱森缩合反应。



机理如下:



16 (除特殊标注外, 每空 2 分)

(1) ① $2\text{CuSO}_4 + 2\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 2\text{KSCN} = 2\text{CuSCN} \downarrow + 2\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{S}_4\text{O}_6$ ② $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 与 H^+ 反应, 使 $c(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})$ 下降

(2) ① D

$$\text{② } n_1(\text{Fe}^{2+}) = 5n(\text{MnO}_4^-) = 5 \times 0.010\,00 \text{ mol/L} \times 22.80 \times 10^{-3} \text{ L} = 1.140 \times 10^{-3} \text{ mol (1 分)}$$

$$n(\text{S}_2\text{O}_8^{2-}) = \frac{1}{2}n_2(\text{Fe}^{2+}) = \frac{1}{2} \times (0.200\,0 \text{ mol/L} \times 30.00 \times 10^{-3} \text{ L} - 1.140 \times 10^{-3} \text{ mol}) = 2.430 \times 10^{-3}$$

mol (1 分)

$$c[(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8] = \frac{2.430 \times 10^{-3} \text{ mol}}{25.00 \times 10^{-3} \text{ L}} = 9.720 \times 10^{-2} \text{ mol/L (1 分)}$$

(3) ① 用分析天平称量纯铜片质量, 将纯铜片与直流电源正极相连, 铂丝与直流电源负极

相连，两电极平行浸入 CuSO_4 溶液中。接通电源同时打开秒表，一段时间后关闭电源并记录时间。取出铜片，用蒸馏水洗涤，晾干，用分析天平称量铜片的质量(5 分)

②铂电极上析出的铜部分脱落、铂电极上有氢气析出

解析：(1) ②当 $\text{pH} < 3$ 时，溶液中 $c(\text{H}^+)$ 大， $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 在强酸环境下会歧化： $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{SO}_2 \uparrow + \text{S} \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ ， $c(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})$ 下降，导致 CuSCN 产率降低。(2) ①由 FeSO_4 溶液显酸性及与 30.00 mL 对应的仪器精确度知，应选用 50 mL 酸式滴定管量取该溶液。(3) ①由计算公式知，需要测定的数据有时长 t 和铜片的 Δm ，该电解原理与电解精炼铜类似，区别是本题中阳极是纯铜片，纯铜片连接外电源正极，则铂丝作阴极，连接外电源负极，浸入 CuSO_4 溶液中的两个电极要平行，接通电源同时打开秒表，一段时间后关闭电源并记录时间，称量铜片的 Δm 之前要洗涤并晾干铜片。

17 (除特殊标注外，每空 2 分)

(1) ① $n(\text{CO}_2) + 2n(\text{C}_2\text{H}_6) + 2n(\text{C}_2\text{H}_4) + n(\text{CO})$

②防止更多的 CO_2 将乙烷转化为 CO ，使乙烯产率下降

(2) ①增大

②温度升高和催化剂活性变化共同作用，使反应 ii 的速率增幅大于反应 i 的速率增幅(3 分)

③使用对反应 ii 选择性更高的催化剂、及时分离环氧乙烷

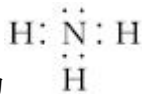
(3) ①桥羟基中 O 同时受到 Si(IV) 与 Al(III) 吸引，使 O—H 极性增强

② H_2O 结合桥羟基电离出的 H^+ 生成 H_3O^+ (或 H_2O 中氧原子与桥羟基中氢原子形成氢键)

解析：(1) ①根据 C 原子守恒，可得 $n_0(\text{CO}_2) + 2n_0(\text{C}_2\text{H}_6) = n(\text{CO}_2) + 2n(\text{C}_2\text{H}_6) + 2n(\text{C}_2\text{H}_4) + n(\text{CO})$ 。②对比反应 I，反应 II 的发生需要更多的 CO_2 ，故 CO_2 量过多对反应 II 更有利，反应 II 正向进行程度增大，会导致更多的乙烷转化为 CO ，乙烯产率下降。(2) ① 乙醛产率 = 乙烯转化率 × 乙醛选择性，由表中数据计算知，90~150 °C 范围内，乙醛产率随温度升高而增大。②常压下，将一定比例的混合气匀速通过装有催化剂的反应器，则混合气在反应器中停留的时间相同，由表中信息推知，不同温度下发生反应，乙醛和环氧乙烷的物质的量均增大，即升高温度过程中，反应 i、ii 的速率均增大。选择性与速率相关，未达到平衡之前，速率越大，对应物质的选择性越高。随温度升高，反应 i、ii 的速率均增大，但增大的幅度不同，由乙醛的选择性降低、环氧乙烷的选择性上升推知，反应 ii 的速率增幅大于反应 i 的速率增幅。速率的影响因素有温度和催化剂活性，从这 2 点答题即可。③从反应速率和平衡移动 2 个角度思考提高选择性的措施。(3) ①从 正离子具有吸电子效应，能使 O—H 极性增强角度答题。②催化剂表面酸性强的桥羟基是催化氧化的活性位点，由图中步骤 I 可知，乙烯与活性氧反应前，首先与桥羟基中氢原子发生作用，故生成的 H_2O 吸附在催化剂表面，可能会结合桥羟基电离出的 H^+ 生成 H_3O^+ ，使催化活性下降；也可能是 H_2O 中氧原子与桥羟基中氢原子形成氢键，占据活性位点，使催化活性下降。

19 苏锡常镇四市 2025 届高三教学情况调研(二)

1 A Si 为第三周期ⅣA 族元素, Cr、Fe、Ni 为第四周期的过渡元素。故选 A。

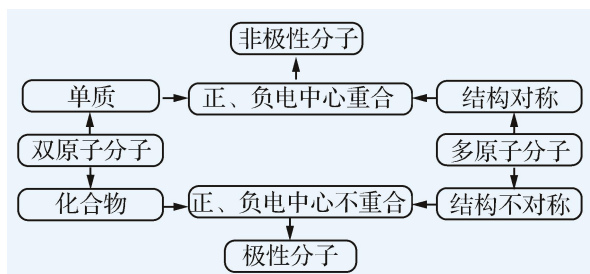


2 B NH_3 的电子式为 $\begin{array}{c} \text{H} \cdot \ddot{\text{N}} \cdot \text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$, A 错误; CO_2 的中心原子 C 采取 sp 杂化, 空间结构

为直线形, B 正确; $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 的结构简式为 $\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{NH}_2 \end{array}$, 只含共价键, 不含离子键, C 错误; H_2O 的空间结构为 V 形, 正、负电荷中心不重合, 为极性分子, D 错误。

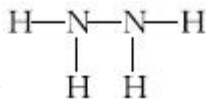
Plus 方法技巧

非极性分子与极性分子的判断



3 D 灼烧固体应该在坩埚中进行, 不能使用蒸发皿, D 错误。

4 C 同周期主族元素从左到右, 电负性逐渐增大, 故电负性 $\chi(\text{C}) < \chi(\text{N})$, A 错误; 同周期主族元素从左到右, 原子半径逐渐减小, 故原子半径 $r(\text{Mg}) > r(\text{S})$, B 错误; ⅡA、ⅤA 族元素的第一电离能比同周期左右相邻的元素都大, 故电离能 $I_1(\text{N}) > I_1(\text{O})$, 同主族元素从上到下, 第一电离能逐渐减小, 故电离能 $I_1(\text{O}) > I_1(\text{S})$, 综上所述, 故电离能 $I_1(\text{N}) < I_1(\text{S})$, C 正确; 金属性 $\text{Mg} > \text{Al}$, 故碱性 $\text{Mg}(\text{OH})_2 > \text{Al}(\text{OH})_3$, D 错误。



5 A N_2H_4 的结构式为 $\begin{array}{c} \text{H}-\text{N}-\text{N}-\text{H} \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$, 故 1 mol N_2H_4 中含有 5 mol σ 键, A 正确; 砷烷(AsH_3)的熔点为 -116.39°C , 熔点较低, 故 AsH_3 晶体类型为分子晶体, B 错误; As 的核外电子排布式为 $[\text{Ar}]3\text{d}^{10}4\text{s}^24\text{p}^3$, C 错误; 白磷的键角为 60° , D 错误。

6 B NaClO 溶液具有强氧化性, 可用作漂白剂, A 错误; SiO_2 能传导光信号, 可用作光导纤维, C 错误; 键能 $\text{N}-\text{H} > \text{P}-\text{H}$, 故 NH_3 的热稳定性比 PH_3 的高, D 错误。

7 C 肼的燃烧是放热反应, ΔH 为负值, C 错误。

8 B NO 与 H_2O 不反应, A 错误; 电解饱和食盐水得到的含钠物质是 NaOH , 得不到单质 Na, C 错误; 蔗糖不是还原性糖, 不能发生银镜反应, D 错误。

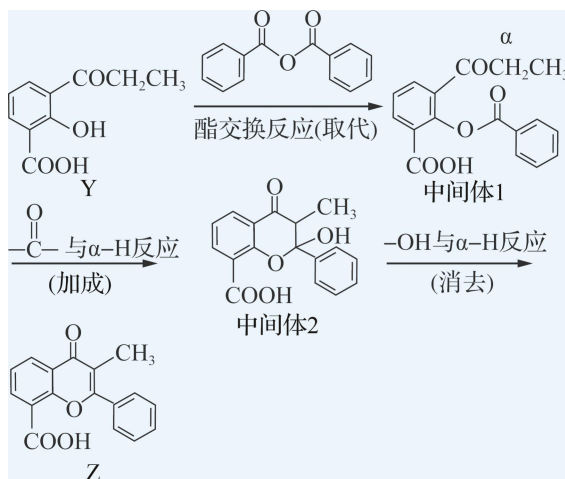
9 D 单键可以旋转, $-\text{OCOCH}_2\text{CH}_3$ 上的碳原子不一定在苯环平面上, 故 X 中所有碳原子不一定共平面, A 错误; 酚羟基邻、对位上至少有 2 个 H 原子时, 才能与甲醛发生缩聚反应, Y 分子中酚羟基的 2 个邻位氢原子均被取代, 只有对位上 1 个氢原子没被取代, 故 Y 不

能与甲醛发生缩聚反应, **B 错误**; 苯环、羰基、碳碳双键均可与 H_2 发生加成反应, 故 1 mol Z 最多能与 8 mol H_2 发生加成反应, **C 错误**; 酚羟基遇 FeCl_3 溶液能发生显色反应, Y 分子中含有酚羟基, Z 分子中不含有酚羟基, 故可用 FeCl_3 溶液鉴别 Y、Z, **D 正确**。

Plus 知识拓展

酯交换反应(取代)、与 $\alpha\text{-H}$ 相关的反应(加成、消去)

Y \rightarrow Z 步骤拆解:



10 **D** 该反应是气体分子数减小的反应, 故 $\Delta S < 0$, **A 错误**; H_2O 呈液态时, 不列入平衡常数表达式, **B 错误**; 使用高效催化剂能加快反应速率, 但不能降低反应的焓变, **C 错误**; 该反应中每消耗 4 mol SO_2 , 转移 20 mol 电子, 当消耗 1 mol SO_2 时, 转移电子的数目约为 $5 \times 6.02 \times 10^{23}$, **D 正确**。

11 **A** 由越弱越水解知, 溶液等浓度时 pH 越大, 对应酸的酸性越弱, 注意: 若将 pH 计改为 pH 试纸, 本选项则不正确, 因为 NaClO 溶液能漂白试纸, **A 正确**; 无水乙醇能与 Na 反应放出气体, 会干扰苯酚与钠的反应, **B 错误**; OH^- 与 Ag^+ 反应生成沉淀, 会干扰卤素离子与 Ag^+ 的反应, 滴入 AgNO_3 溶液之前, 应该先加硝酸酸化, **C 错误**; 酸性条件下, S^{2-} 与 SO_3^{2-} 发生归中反应: $2\text{S}^{2-} + \text{SO}_3^{2-} + 6\text{H}^+ = 3\text{S} \downarrow + 3\text{H}_2\text{O}$, 硫酸仅提供酸性环境, 不作氧化剂, **D 错误**。

Plus 规律总结

溶液 pH 测定及歧化、归中反应

测定溶液的 pH 可以用 pH 试纸和 pH 计, 对有些强氧化性的溶液, 由于它能氧化漂白有机酸或碱, 此类溶液不能用 pH 试纸测定其 pH, 应该选用 pH 计。(碱性)歧化: “中间价 \rightarrow 高价 + 低价”: $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- = \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$ 。(酸性)归中: “高价 + 低价 \rightarrow 中间价”: $\text{Cl}^- + \text{ClO}^- + 2\text{H}^+ = \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

12 **C** 曲线 I、II、III 依次代表 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 、 HC_2O_4^- 、 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, 由图可知, pH=3.0 时: $c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) > c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$, **A 错误**; 图中交点对应的 $c(\text{H}^+)$ 即为电离常数, 由图可知, $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 的 K_{a1}

$=10^{-1.2}$ 、 $K_{a2}=10^{-4.2}$ ，由 $K_{a2}=10^{-4.2}>K_{h1}=\frac{K_w}{K_{a2}}=\frac{10^{-14}}{10^{-4.2}}>K_{h2}=\frac{K_w}{K_{a1}}=\frac{10^{-14}}{10^{-1.2}}$ ，则浓度均为 0.1 mol/L

$\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 和 NaHC_2O_4 的混合液以 HC_2O_4^- 的电离为主，故 $c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)<c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$ ，**B 错误**； $c(\text{NH}_4^+)+c(\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O})=c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)+c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)+c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$ 时为 $\text{NH}_4\text{HC}_2\text{O}_4$ 溶液， $\text{NH}_4\text{HC}_2\text{O}_4$ 溶液显酸性 [NH_4^+ 水解、 HC_2O_4^- 电离(为主)均产生 H^+]，继续向 $\text{NH}_4\text{HC}_2\text{O}_4$ 溶液中滴加氨水至 $\text{pH}=7$ ，所得溶液中存在： $c(\text{NH}_4^+)+c(\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O})>c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)+c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)+c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$ ，**C 正确**；由图可知， $\text{pH}=4.2$ 时： $c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})=c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)$ ，则产物中 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 、 HC_2O_4^- 的系数相等，正确的离子方程式为 $2\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4+3\text{OH}^-=\text{HC}_2\text{O}_4^-+\text{C}_2\text{O}_4^{2-}+3\text{H}_2\text{O}$ ，**D 错误**。

Plus 方法技巧

A 项的另一种解法

由图可知， $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 的 $K_{a1}=10^{-1.2}$ 、 $K_{a2}=10^{-4.2}$ ， $\frac{c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})}{c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)}=\frac{K_{a1}\cdot K_{a2}}{c^2(\text{H}^+)}=\frac{10^{-1.2}\times 10^{-4.2}}{(10^{-3})^2}>1$ ，则 $c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})>c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$ 。

13 **C** 生成 CH_3OCH_3 的反应Ⅲ是放热反应， CH_3OCH_3 的选择性随温度升高而减小，生成 CO 的反应Ⅱ是吸热反应， CO 的选择性随温度升高而增大，则曲线 a 表示 CO 的选择性，曲线 b 表示 CH_3OCH_3 的选择性，曲线 c 表示 CO_2 的平衡转化率，**A 正确**；反应Ⅰ是放热反应，升高温度，平衡常数 K 持续减小，**B 正确**；由图可知， 350°C 时， CH_3OCH_3 的选择性为 0，即不发生反应Ⅲ，由反应Ⅰ、Ⅱ知，达到平衡时，容器内 $n(\text{H}_2\text{O})=\Delta n(\text{CO}_2)=2 \text{ mol}\times 85\%=1.7 \text{ mol}$ ，**C 错误**；由图可知，高于 280°C 后， CO 的选择性大于 50%，发生反应的 CO_2 更多用于转化为 CO ，反应Ⅱ占主导，故温度对反应Ⅱ的影响程度大于反应Ⅰ，**D 正确**。

14 (除特殊标注外，每空 2 分)

(1) ①抑制 Ce^{3+} 水解，防止生成 $\text{Ce}(\text{OH})_3$ 沉淀

② $2\text{Ce}(\text{NO}_3)_3+3\text{NH}_4\text{HCO}_3+3\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}+5\text{H}_2\text{O}=\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3\cdot 8\text{H}_2\text{O}\downarrow+6\text{NH}_4\text{NO}_3$ (3 分)

③提高 $\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3\cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 的沉淀产率；节约 NH_4HCO_3 的用量(或氨水中和硝酸，速率比 NH_4HCO_3 快)； pH 超过 6， $\text{Ce}(\text{OH})_3$ 含量增大，最终 CeO_2 产品气孔少，吸附能力弱(3 分)

(2) ① $\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3$

$M[\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3\cdot 8\text{H}_2\text{O}]=604 \text{ g/mol}$ ，

设起始固体质量为 604 g，a 点剩余固体质量 $m=604 \text{ g}\times 76.16\%=460 \text{ g}$ ，则剩余物质的 M 为 460 g/mol ，

因为 a 点到 b 点无 H_2O 生成，所以该物质为 $\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3$ (3 分)

②吸收 CO_2 ，减少碳排放；氨水吸收液中生成的 NH_4HCO_3 可循环使用 ③12

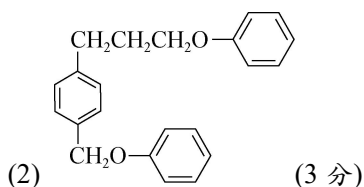
解析：(1) ①配制盐溶液时，酸过量的目的是抑制金属离子水解，添加金属单质的目的是防止金属离子被氧化至较高价态，故配制 $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3$ 溶液时滴加适量稀硝酸调节酸度，其目的是抑制 Ce^{3+} 水解，防止生成 $\text{Ce}(\text{OH})_3$ 沉淀。③向 $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3$ 和 HNO_3 的混合溶液中加入 NH_4HCO_3 溶液可生成 $\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3\cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 沉淀，由图甲知， pH 过小时， $\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3\cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 沉淀产率低，虽然加入 NH_4HCO_3 溶液(弱碱性)也能使溶液 pH 升高，但 NH_4HCO_3 溶液的消耗量会

增大，且会向空气中排放 CO_2 气体； CeO_2 是一种重要的催化剂，pH 过大时， $\text{Ce}(\text{OH})_3$ 的生成量会变大，与煅烧 $\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 相比，煅烧 $\text{Ce}(\text{OH})_3$ 生成的 CeO_2 气孔少，吸附能力弱，故加 NH_4HCO_3 溶液(弱碱性)前，先加氨水调节溶液 pH 约为 6。(2) 灼烧 $\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 时先失 H_2O 后失 CO_2 ，a 到 b 过程中产生的气体不能使无水 CuSO_4 变蓝，但能被碱液完全吸收，说明该气体是 CO_2 ，不是水蒸气，即 200°C 时剩余固体中已经不含结晶水，假设取 1 mol $\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ (即 604 g)煅烧，完全失水后生成 1 mol $\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3$ (即 460 g)，剩余固体质量与起始固体质量的比值约为 76.16% ，与 a 点对应的数据相符，则 a 点固体产物为 $\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3$ 。

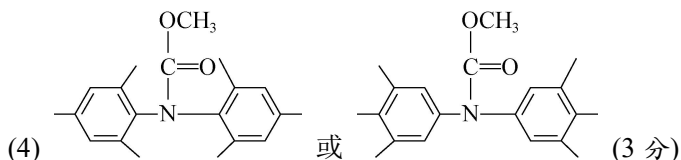
“灼烧”过程中，产生的气体为 H_2O 和 CO_2 ，用氨水吸收 CO_2 后可得到 NH_4HCO_3 溶液， NH_4HCO_3 溶液可循环利用，用于沉淀 Ce^{3+} 制备 $\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ，同时能减少碳排放，减缓温室效应。③由图可知， CeO_2 晶胞中，与顶点 Ce^{4+} 距离最近的 Ce^{4+} 位于共顶角的 8 个小立方体的面心，与每个 Ce^{4+} 距离最近的 Ce^{4+} 的个数 $= 8 \times 3 \times \frac{1}{2} = 12$ 。

15 (除特殊标注外，每空 2 分)

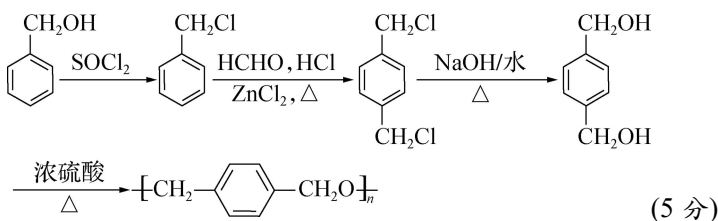
(1) 9 : 2

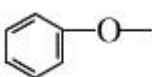



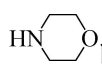
(3) 吸收生成的 HCl ，提高 F 的转化率(或 G 的产率)

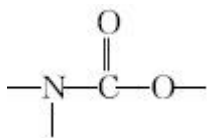


(5) $\text{CH}_3\text{OH} \xrightarrow[\Delta]{\text{Cu}, \text{O}_2} \text{HCHO}$;

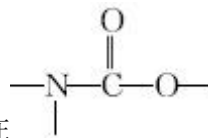


解析：(2) E \rightarrow F 为 E 中的 Cl 被  取代，E 中有 2 个 Cl，故副产物 $\text{C}_{22}\text{H}_{22}\text{O}_2$

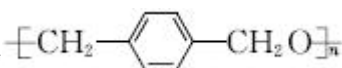
为二元取代产物。(3)  中含有亚氨基，N 上含有孤电子对，能结合 H^+ 形成配位键，即  能吸收 F \rightarrow G 的副产物 HCl ，使 F \rightarrow G 反应正向进行程度增大，提高 G 的产率。(4) 该同分异构体分子中含有 4 种不同化学环境的氢原子，说明分子高度对称，则 2 个苯基处于对称位置上，提供 3 种不同环境的氢原子；酸性条件水解，产物之一为碳酸，说明含有

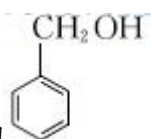


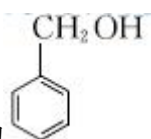
结构，右侧端点处一定含有 H，则 N 上不能连接 H 和 R—，只能连接 2 个基基，还剩余 7 个饱和碳原子，若碳原子以—CH₃ 形式连在苯环上，考虑到对称，则需要用



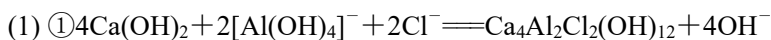
掉偶数个碳原子，剩余的奇数个碳原子只能连在右侧端点处，且只能连—CH₃，

符合条件的同分异构体的结构简式见答案。(5) 产物  为聚醚，本题题干流程图中除酚钠成醚之外不涉及其他成醚的转化，故只能依据教材用二醇脱水生成聚



醚。二醇可由二卤代烃水解生成，对照产物和反应物 ，需要在苯环(对位)上引入基团，可仿照 D→G 在对位上引入—CH₂Cl，D 中引入—CH₂Cl 之前，苯环上的基团是—CH₂CH₂CH₂Cl，故需要先仿照 C→D 将—CH₂OH 转化为—CH₂Cl，并将 CH₃OH 氧化为 HCHO，具体合成路线流程图见答案。

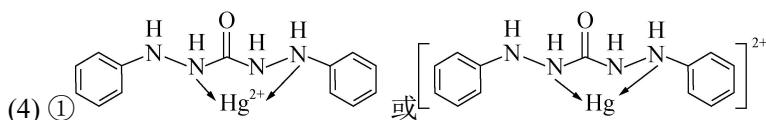
16 (除特殊标注外，每空 2 分)



②部分 $\text{Ca}_4\text{Al}_2(\text{OH})_{14}$ 与 SO_4^{2-} 反应，减少了其与 Cl^- 的反应，使 Cl^- 去除率降低； SO_4^{2-} 与 Ca^{2+} 生成 CaSO_4 沉淀

(2) $10^{28} : 1$

(3) 继续增加 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ，使溶液的碱性增强， Ca^{2+} 、 Al^{3+} 生成了 $\text{Ca}_2\text{Al}_2(\text{OH})_{12}$ ，使生成的 $\text{Ca}_4\text{Al}_2(\text{OH})_{14}$ 减少； OH^- 浓度增大，反应 II 平衡逆向移动，使 Cl^- 去除率不升反而略微下降



②向锥形瓶中滴加 2~3 滴二苯偶氮碳酰肼，振荡(1 分)，向锥形瓶中慢慢滴加 0.020 00 mol/L $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ 溶液(1 分)，边滴加边振荡锥形瓶至加入最后半滴 $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ 溶液时，颜色变为紫红色，且 30 s 内不褪色(1 分)；记录滴加 $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ 溶液的体积(1 分)，重复上述操作 2~3 次(1 分)(共 5 分)

解析：(1) ①“清拆浊不拆”，反应物是石灰乳，则离子方程式中 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 不拆分；反应物中有不溶物，则产物中的沉淀不用标沉淀符号。②已知：“ Cl^- 转化为弗氏盐 $[\text{Ca}_4\text{Al}_2\text{Cl}_2(\text{OH})_{12}]$ 沉淀而除去，溶液中 SO_4^{2-} 、 I^- 等离子也能发生类似反应 II 而除去”，故不选用 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 除 Cl^- 的原因是防止 SO_4^{2-} 与 Cl^- 竞争跟 $\text{Ca}_4\text{Al}_2(\text{OH})_{14}$ 反应，且 SO_4^{2-} 会结合 Ca^{2+} 生成微溶物 CaSO_4 附着在 $\text{Ca}_4\text{Al}_2(\text{OH})_{14}$ 表面，阻止其与 Cl^- 反应，导致 Cl^- 去除率下降。(2) 室温下，平衡时溶液 $\text{pH}=12$ ，即 $c(\text{OH}^-)=1\times 10^{-2} \text{ mol/L}$ ，溶液中存在： $\frac{c(\text{Ca}^{2+})}{c(\text{Al}^{3+})}=\frac{c(\text{Ca}^{2+})\cdot c^3(\text{OH}^-)}{c(\text{Al}^{3+})\cdot c^3(\text{OH}^-)}$

$$= \frac{K_{sp}[\text{Ca}(\text{OH})_2] \cdot c(\text{OH}^-)}{K_{sp}[\text{Al}(\text{OH})_3]} = \frac{1 \times 10^{-4} \times 1 \times 10^{-2}}{1 \times 10^{-34}} = 10^{28}。 (3) \text{ 钙氯摩尔比大于 } 6:1 \text{ 后, 继续增加}$$

$\text{Ca}(\text{OH})_2$, 溶液碱性增强会导致 $\text{Ca}_4\text{Al}_2(\text{OH})_{14} + 2\text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{Ca}_4\text{Al}_2\text{Cl}_2(\text{OH})_{12} + 2\text{OH}^-$ 平衡逆向移动, Cl^- 去除率下降; 已知: “ Ca^{2+} 、 Al^{3+} 在碱性较强情况下还会生成 $\text{Ca}_2\text{Al}_2(\text{OH})_{12}$ 沉淀”, 故溶液碱性增强还会导致 Ca^{2+} 、 Al^{3+} 生成了 $\text{Ca}_2\text{Al}_2(\text{OH})_{12}$, 使生成的 $\text{Ca}_4\text{Al}_2(\text{OH})_{14}$ 减少, 则 $\text{Ca}_4\text{Al}_2(\text{OH})_{14} + 2\text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{Ca}_4\text{Al}_2\text{Cl}_2(\text{OH})_{12} + 2\text{OH}^-$ 正向进行程度减小, Cl^- 去除率下降。(4) ①二苯偶氮碳酰肼分子中的 N 原子与 Hg^{2+} 通过配位键形成含有五元环的紫红色物质, 则需要用到 2 个不相邻的 N 原子, 结构简式见答案。②该实验方案实际上是补充滴定操作。先滴加 2~3 滴指示剂(淀粉溶液作指示剂滴定 I_2 时例外, 指示剂要后加, 接近滴定终点时才滴加指示剂, 目的是减少淀粉裹挟的 I_2 , 减小滴定误差), 再滴加标准溶液, 整个滴定过程要不停振荡锥形瓶, 注意接近滴定终点时改用半滴滴定法, 溶液变色后, 要维持 30 s 内溶液颜色不变, 记录数据并重复滴定操作 2~3 次。

17 (除特殊标注外, 每空 2 分)

(1) -530

(2) ① $\text{H}_2\text{S} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{S}^{2-} + \text{H}_2 \uparrow$

② N_2 可以吹走阳极表面生成的硫蒸气, 防止 S_2 覆盖在阳极表面, 降低放电效率

(3) ① $\text{HS}^- + 2\text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons \text{S} \downarrow + 2\text{Fe}^{2+} + \text{H}^+$

②增加 $c(\text{Fe}^{2+})$, 体系的氧化性减小, 不利于吸收反应 III 的进行, 因而脱硫效率下降; 由于 $c(\text{Fe}^{2+})$ 增加, 再生反应 IV 将反应 II、III 生成的 H^+ 全部消耗, 导致体系 pH 几乎不变

(4) ① +3 ② $2\text{VO}_2^- + \text{O}_2 \xrightarrow{80^\circ\text{C}} 2\text{VO}_3^-$

③碱性溶剂对硫化氢吸收速率的影响大于碱性条件下氧化性减弱对反应速率的影响

解析: (1) 依据盖斯定律, $\Delta H_1 = \frac{1}{3} \times (\Delta H_2 + 2\Delta H_3) = \frac{1}{3} \times [(-1124 + 2 \times (-233))] \text{ kJ/mol} =$

-530 kJ/mol。(2) ①电解池的阴极发生得电子的还原反应, 对比电解装置图中多孔阴极流入的气体(N_2 、 CO_2 、 CO 、 H_2O 、 H_2 、 H_2S)和流出的气体(N_2 、 CO_2 、 CO 、 H_2O 、 H_2)及电解质溶液为 Na_2S 和 K_2S 的液态混合物可知, 在阴极上放电的物质是 H_2S , 且转化产物为 H_2 和 S^{2-} 。

②由电解装置图可知, 阳极上发生的反应为 $2\text{S}^{2-} - 4\text{e}^- \rightleftharpoons \text{S}_2$, 通入 N_2 作为载气, 可将 S_2 带出电解装置, 防止 S_2 覆盖在阳极表面, 降低放电效率。(3) ①用 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 吸收液脱 H_2S 时, 步骤 I、II 不涉及 Fe^{3+} , 步骤 IV 中 $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$, 则步骤 III 应该是 Fe^{3+} 脱除 HS^- 转化为 Fe^{2+} 。②

脱硫用的是 Fe^{3+} , 总铁浓度是固定的, $c(\text{Fe}^{2+})$ 越大, $c(\text{Fe}^{3+})$ 越小, 体系的氧化性减小, 则脱硫率减小; $c(\text{Fe}^{2+})$ 增大, 说明反应 III: $\text{HS}^- + 2\text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons \text{S} \downarrow + 2\text{Fe}^{2+} + \text{H}^+$ 的正向进行程度变大, HS^- 被消耗, 从而促进反应 II: $\text{H}_2\text{S}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HS}^-$ 的正向进行程度也变大, 则溶液中 $c(\text{H}^+)$ 会变大, 溶液 pH 会变小, 但实际上 pH 几乎不变, 说明有消耗 H^+ 的反应(即反应 IV)发生, 且反应 IV 能将反应 II、III 新产生的 H^+ 全部消耗。(4) ① $[(\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{NVO}_3]$ 中阴、阳离子分别为 VO_3^- 、 $(\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{N}^+$, VO_3^- 中 V 元素的化合价为 +5。由图丙知, $(\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{NVO}_3$ 氧化脱 H_2S 的反应为

$(\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{NVO}_3 + \text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons (\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{NVO}_2 + \text{S} + \text{H}_2\text{O}$, $(\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{NVO}_2$ 中阴、阳离子分别为 VO_2^- 、 $(\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{N}^+$, VO_2^- 中 V 元素的化合价为 +3。②已知: “ $(\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{NVO}_3$ 易溶于 75 °C 以上的热水”,

推知 $(\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{NVO}_3$ 也易溶于75℃以上的热水,水浴80℃发生的反应是 O_2 将 VO_2^- 氧化为 VO_3^- 。

③一般溶液酸性增强,氧化剂的氧化性会增强,但实际上一个反应的发生要受到多个因素的影响,不一定是与氧化剂相关的因素占主导作用,与还原剂相关的因素也可能占主导作用。

溶液碱性增强时,四乙基钒酸铵的氧化性会减弱,使 H_2S 的脱除率变低,但碱性溶液更有利于提高 H_2S 的吸收速率,使 H_2S 的脱除率变大,由“利用碱性溶剂时,四乙基钒酸铵对 H_2S 的脱除率更高”知,碱性溶剂对 H_2S 吸收速率的影响大于碱性条件下氧化性减弱对反应速率的影响。


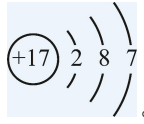
1 C 不属于氧化还原反应即不涉及电子得失。 $\text{N}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{NH}_3$, 涉及电子得失, A 不符合题意; $\text{FeS}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2$, 涉及电子得失, B 不符合题意; $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{NaOH} + \text{H}_2$, 涉及电子得失, D 不符合题意。

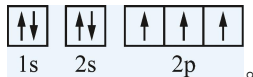
2 A MgCl_2 的电子式为 $[\text{:}\ddot{\text{Cl}}\text{:}]^- \text{Mg}^{2+} [\text{:}\ddot{\text{Cl}}\text{:}]^-$, 只含有离子键, A 正确; Cl^- 的核电荷数为 17, B 错误; 中子数为 10 的氧原子可表示为 $^{18}_8\text{O}$, C 错误; MgH_2 是离子化合物, 电子式为 $[\text{H}]^- \text{Mg}^{2+} [\text{H}]^-$, D 错误。

Plus 规律总结

十种图式

①化学式: 如 SiO_2 (注: SiO_2 不是分子式)。②分子式: 如 NH_3 。③最简式(实验式): 如 CH_2 。④电子式: 如 $\text{Ca}^{2+} [\text{:}\ddot{\text{C}}\text{:}\text{:}\ddot{\text{C}}\text{:}]^{2-}$ 。⑤结构式: 如 $\text{H}-\text{O}-\text{Cl}$ 。⑥结构简式: 如 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 。

⑦键线式: 如 。⑧微粒结构示意图: 如 Cl 。⑨电子排布式: 如 ^{29}Cu $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$ 或 $[\text{Ar}] 3d^{10} 4s^1$ 。⑩电子排布图(轨道表示式): 如基态 N



3 D NaOH 溶液能同时吸收 CO_2 和 SO_2 , 该装置无法检验 CO_2 的存在, D 错误。

Plus 方法技巧

检验混合气体中 CO_2 和 SO_2 的方法

先将混合气体通入品红溶液中检验 SO_2 , 再通入酸性 KMnO_4 溶液中除去 SO_2 , 然后通入品红溶液中检验 SO_2 是否完全除尽, 最后通入澄清石灰水中, 若第 2 份品红溶液不褪色、澄清石灰水变浑浊, 则证明 CO_2 存在。

4 B 电负性 $\text{F} > \text{N}$, F 为 -1 价, 则 N 为 +3 价, A 错误; 常温下, 水呈液态, HF 呈气态, 故沸点 $\text{H}_2\text{O} > \text{HF}$, B 正确; NF_3 的中心原子 N 的价层电子对数 $= 3 + \frac{5-3 \times 1}{2} = 4$, VSEPR 模型为四面体形, 孤电子对数是 1, 故 NF_3 的空间结构为三角锥形, C 错误; N 原子的 2p 轨道半充满, 更稳定, 故电离能 $I_1(\text{N}) > I_1(\text{O})$, D 错误。

水和 HF 的沸点差异

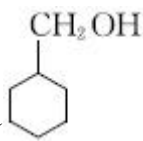
水的沸点高于 HF 的主要原因在于两者氢键网络的差异。1. 氢键数量：水分子形成的氢键多，形成三维网状结构；HF 形成的氢键少，主要形成线性或锯齿形链状结构。2. 分子间作用力强度：虽然 H—F 极性更强，但水的高氢键密度(单位体积内氢键更多)和协同效应(网状结构中氢键相互增强)显著提升整体作用力。HF 的氢键虽强但数量有限，且链状结构易断裂。3. 分子对称性与堆积效率：水的四面体结构利于高效堆积，而 HF 的不对称线性链排列松散，沸点升高时链结构更易解离。关键点：氢键的强度虽重要，但“数量”和“空间分布”对沸点影响更大。

5 A NO 与水不反应，B 错误；蔗糖不是还原性糖，不与银氨溶液反应，C 错误；碳酸的酸性弱于盐酸，CO₂ 与 CaCl₂ 溶液不能反应生成 CaCO₃，D 错误。

6 B 基态 Ge 核外电子排布式为[Ar]3d¹⁰4s²4p²，A 错误；Si₃N₄ 是一种高强度耐高温材料，为共价晶体，C 错误；每个 Si 可形成 4 个 Si—O，每个 Si 原子占 $\frac{1}{2} \times 4 = 2$ 个 Si—O，每个 O 可形成 2 个 Si—O，每个 O 原子占 $\frac{1}{2} \times 2 = 1$ 个 Si—O，故 1 mol SiO₂ 中含有 $2 \text{ mol} + 1 \text{ mol} \times 2 = 4 \text{ mol Si—O } \sigma \text{ 键}$ ，D 错误。

7 C 由材料信息知，醋酸铅[(CH₃COO)₂Pb]是一种弱电解质，故书写离子方程式时，(CH₃COO)₂Pb 不能拆成离子形式，C 错误。

8 D 升高温度， $v_{\text{正}}$ 、 $v_{\text{逆}}$ 均增大，A 错误；H₂O 是气体，应列入平衡常数表达式中，B 错误；催化剂不能改变反应的焓变，但可以改变反应的速率，C 错误；其他条件相同，增大一种反应物的浓度，可提升另外一种反应物的转化率，故增大 $\frac{n(\text{H}_2\text{O})}{n(\text{CH}_4)}$ ，CH₄ 的转化率升高，D 正确。



9 D X 与足量 H₂ 加成所得产物分子()中不含手性碳原子，A 错误；Y 分子碳碳双键两端 C 原子上连接的 2 个原子或基团均不同，故 Y 存在顺反异构体，B 错误；醇发生消去反应的条件是浓硫酸、加热，NaOH 醇溶液、加热是卤代烃发生消去反应的条件，C 错误；X、Y、Z 分子中与苯环直接相连的碳原子上均含有氢原子，均能被酸性 KMnO₄ 溶液



氧化为 ，故 X、Y、Z 均能使酸性 KMnO₄ 溶液褪色，D 正确。

10 C 装置晚间通过 $\text{S}_2\text{O}_4^{2-} \rightarrow \text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 转化储存电力，S 元素化合价降低，电极 B 为阴极，是电子流入的一极，应与电源的负极相连，则电极 A 应与电源的正极相连，A 错误；白天制氢时该装置为原电池，电极 A 作正极，是电子流入的一极，阳离子的迁移方向和电子的迁移方向一致，故溶液中 Na⁺ 从右室向左室移动，B 错误；储电时，阳极发生氧化反应：4OH⁻ —

$4e^- \rightleftharpoons O_2 \uparrow + 2H_2O$, 阴极发生还原反应: $S_{x+1}^{2-} + 2e^- \rightleftharpoons S_x^{2-} + S^{2-}$, 总反应为 $2S_{x+1}^{2-} + 4OH^- \xrightarrow{\text{通电}} 2S_x^{2-} + 2S^{2-} + O_2 \uparrow + 2H_2O$, **C 正确**; 白天制氢时的总反应为 $S_x^{2-} + S^{2-} + 2H_2O \rightleftharpoons S_{x+1}^{2-} + H_2 \uparrow + 2OH^-$, 理论上每生成 1 mol H_2 , 溶液中减少 1 mol S^{2-} , 即 $m(S^{2-})$ 减少 32 g, **D 错误**。

11 B 由图可知, 催化剂的 y 位点与带部分正电荷的氢原子作用, 说明 y 位点带负电性, 催化剂的 z 位点与 CO_2 中带部分正电荷的碳原子作用, 说明 z 位点也带负电性, 故催化剂的 y、z 位点所带电性相同, **A 错误**; 与苯环直接相连的碳称为 α 碳, 苯环具有吸电子能力, 使得 α -碳上的 C—H 极性变强, α -氢的活性强于 β -氢, α -氢更容易以正离子解离下来, 故受苯环影响, a 处 C—H 比 b 处更易断裂, **B 正确**; 由机理图可知, 整个过程中不涉及非极性键的断裂和形成, **C 错误**; 该反应中每生成 1 mol 苯乙烯, 转移电子数目为 $2 \times 6.02 \times 10^{23}$, **D 错误**。

12 B 实验 1 所得溶液为澄清溶液, 说明无 $CaSO_4$ 沉淀生成, 则 $c(Ca^{2+}) \cdot c(SO_4^{2-}) < K_{sp}(CaSO_4)$, **A 正确**; “实验 1” 所得溶液中存在电荷守恒: $c(Na^+) + 2c(Mg^{2+}) + 2c(Ca^{2+}) + c(H^+) = c(Cl^-) + 2c(SO_4^{2-}) + c(OH^-)$, 测得溶液 pH=6, 则 $c(H^+) > c(OH^-)$, $c(Na^+) + 2c(Mg^{2+}) + 2c(Ca^{2+}) < c(Cl^-) + 2c(SO_4^{2-})$, 由于 $c(Na^+) < c(Cl^-)$, 故 $2c(Na^+) + 2c(Mg^{2+}) + 2c(Ca^{2+}) < 2c(Cl^-) + 2c(SO_4^{2-})$, 即 $c(Mg^{2+}) + c(Ca^{2+}) + c(Na^+) < c(Cl^-) + c(SO_4^{2-})$, **B 错误**; 实验 2 中, 加入过量 $BaCl_2$ 溶液的目的在于除去 SO_4^{2-} , 加入过量 $NaOH$ 溶液的目的在于除去 Mg^{2+} , 加入过量 Na_2CO_3 溶液的目的在于除去 Ca^{2+} 及过量的 Ba^{2+} , 所得溶液为 $NaCl$ 、 $NaOH$ 和 Na_2CO_3 的混合溶液, 溶液中存在电荷守恒: $c(Na^+) + c(H^+) = c(Cl^-) + 2c(CO_3^{2-}) + c(OH^-)$, 测得滤液的 pH=13, 则 $c(H^+) < c(OH^-)$, 则 $c(Na^+) > c(Cl^-) + 2c(CO_3^{2-})$, **C 正确**; 向“实验 2” 所得滤液中加入过量盐酸, 充分反应后可除去 $NaOH$ 和 Na_2CO_3 , 滴加 $BaCl_2$ 溶液, 有白色沉淀生成, 可以排除白色沉淀为 $BaCO_3$ 的可能, 则白色沉淀只能为 $BaSO_4$, SO_4^{2-} 可能来源于“实验 2” 中的沉淀转化, 加入过量 Na_2CO_3 时有部分 $BaSO_4$ 转化为 $BaCO_3$ 和 Na_2SO_4 , SO_4^{2-} 再次进入溶液, **D 正确**。

13 D 反应 II 的 $\Delta S < 0$, $\Delta H < 0$ 时满足 $\Delta H - T\Delta S < 0$, 则 $\Delta H_2 < 0$, **A 错误**; 生成 CH_4 的反应 II 是气体分子数减小的放热反应, 高温和低压均会导致反应 II 正向进行程度减小, 不利于提高 CH_4 的平衡产率, **B 错误**; 由热化学方程式知, $n(H_2O) = n(CO) + 2n(CH_4) = n_{\text{转}}(CO_2) + n(CH_4) = n_{\text{转}}(CO_2) \cdot \alpha(CO_2) \cdot [1 + S(CH_4)]$, $280 \sim 400^\circ\text{C}$ 之间, CH_4 的选择性 $S(CH_4)$ 几乎不变, $\alpha(CO_2)$ 先增大后减小, 故 $280 \sim 400^\circ\text{C}$, $n(H_2O)$ 随温度的升高先增大后减小, **C 错误**; $320 \sim 400^\circ\text{C}$, CO 的选择性 $S(CO)$ 几乎不变, $\alpha(CO_2)$ 不断减小, $n(CO) = n_{\text{转}}(CO_2) \cdot \alpha(CO_2) \cdot S(CO)$, 故 $n(CO)$ 随着温度升高将不断减小, **D 正确**。

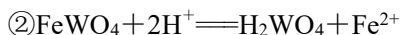
Plus 方法技巧

浓度和温度同时变化对平衡的影响

实验结果显示, $320 \sim 400^\circ\text{C}$, 温度升高导致 CO_2 的转化率下降。分析原因: $320 \sim 400^\circ\text{C}$, 随温度升高, 反应 II: $CO(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons CH_4(g) + H_2O(g)$ $\Delta H_2 < 0$ 正向进行程度减小, 体系中 CO 的浓度增大, 且 CO 浓度增大对反应 I: $CO_2(g) + H_2(g) \rightleftharpoons CO(g) + H_2O(g)$ $\Delta H_1 > 0$ 正向进行程度的影响大于升高温度对反应 I 正向进行程度的影响, 导致 CO_2 的转化率下降。

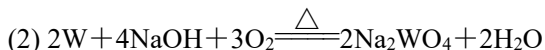
14 (除特殊标注外, 每空 2 分)

(1) ①CaSO₄微溶, 不利于钙元素浸出, 且 CaSO₄覆盖在钨渣表面, 不利于钨的富集



③盐酸浓度过小, 残渣率较高, 不利于钨元素的富集; 盐酸浓度过大, 钨元素浸出率高, 损失大

④Al₂O₃的浸出速率小于废钨渣的浸出速率



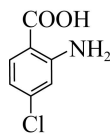
(3) ①104.4 g

$$m(\text{WO}_3) = \frac{\frac{92.0 \text{ g} \times 90\%}{184}}{184 + 48} = 104.4 \text{ g (3 分)}$$

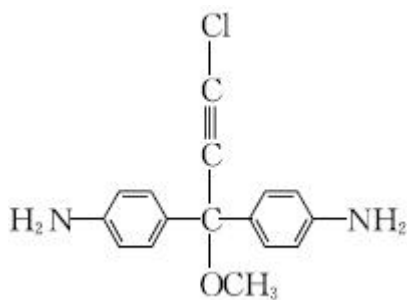
②在 1 000 °C 下, 部分 WO₃ 固体升华

解析: (1) 由题给信息和流程图知, “酸浸富集”后, 含钨废渣中的 CaO 一定会被除去、FeWO₄ 一定会转化为 H₂WO₄。选择盐酸而不选择硫酸酸浸的原因可从这 2 种物质转化进行分析, 考虑到 CaSO₄ 微溶, 对 “酸浸富集” 不利, 故不选用硫酸。本题 “酸浸富集” 与以往 “酸浸” 最大的区别: 要将目标物质留在固体残留物中。②由含钨废渣中含有 FeWO₄、残留固体中含有 H₂WO₄ 推知, 二者均是不溶固体, 书写离子方程式时不拆分为离子形式。③ “酸浸富集” 的目的是提高残留固体中 W 元素的含量, 即钨的浸出率要尽可能低, 固体残留率尽可能低。由图可知, 盐酸浓度在 3.5 mol/L 时, 固体的残留率低, 同时钨的浸出率也低。盐酸浓度过大, 钨浸出率高, 损失增大; 盐酸浓度过低, 固体残留率大, 达不到富集的目的。④Al₂O₃ 的质量分数 = $\frac{m(\text{Al}_2\text{O}_3)}{m(\text{总固体})} \times 100\%$, 含钨废渣中 Al₂O₃ 的质量分数为 10%, 残留固体中 Al₂O₃ 的质量分数为 15%, 盐酸能溶解 Al₂O₃, 故 “酸浸富集” 过程中, 除了 CaO 被除去、FeWO₄ 会转化为 H₂WO₄ 外, Al₂O₃ 也会溶解一部分, m(Al₂O₃)、m(总固体) 都在减小, 故 残留固体中 Al₂O₃ 质量分数大于 10% 的原因是 m(Al₂O₃) 减小的幅度没有 m(总固体) 减小的幅度大, 即 Al₂O₃ 的浸出速率小于废钨渣的浸出速率。(3) ②加热至 1 000 °C, 所得固体成分仅为 WO₃, 但 WO₃ 的质量小于理论值, 说明 W 元素以 WO₃ 形式损失了, 猜测应该是部分 WO₃ 挥发至空气中, 即部分 WO₃ 固体发生升华。

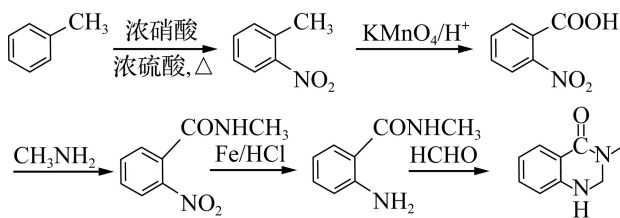
15 (除特殊标注外, 每空 2 分)



(1) Cl₂、FeCl₃ (2) 取代反应 (3) (3 分)



(4) (答案合理即可)(3 分)

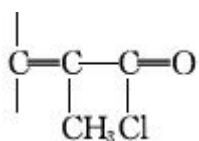
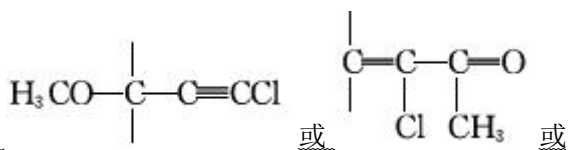


(5) (5 分)

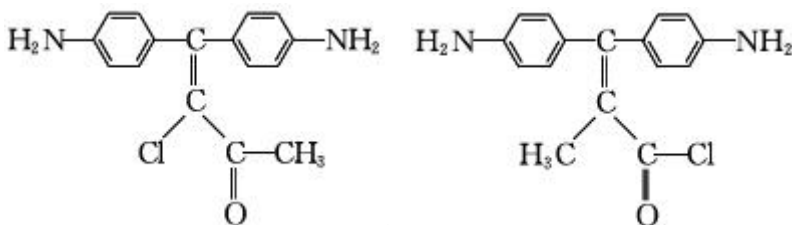
解析:(1) 在苯环上引入—Cl,除含苯环的物质外,剩余的反应物及反应条件是 Cl_2 、 FeCl_3 。

(4) H 的一种同分异构体分子中含有 2 个苯环、含有 4 种不同化学环境的氢原子,说明分子高度对称,2 个苯环处于对称位置上,2 个苯环上共有 3 种不同化学环境的氢原子,2 个 N 原子以 $-\text{NH}_2$ 的形式分别连在 2 个苯环的对称轴上,故该同分异构体含有 $\text{H}_2\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NH}_2$ 结构,2 个苯环之间还有 1 种 H 原子,还剩余 3 个 C、1 个 Cl、1 个 O、2 个不饱和度,能使 Br_2 的 CCl_4 溶液褪色,则 2 个苯环之间的结构上含有碳

不饱和键及 1 种 H,该结构可以是

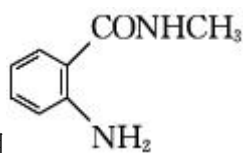


, 符合条件的同分异构体的结构简式为

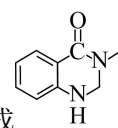


。(5) 对比产品和流程图中

含六元杂环的 H 可知, 仿照 $\text{G} \rightarrow \text{H}$ 用



和 HCHO 反应可生成





对比 和原料 可知, 苯环上第 2 个取代基进入甲基的邻位, 已知甲基为邻、对位定位基, 羰基为间位定位基, 故应该在甲苯上先引入硝基后氧化甲基, 再生成酰胺基, 最后再仿照 B \rightarrow C 将 $-\text{NO}_2$ 还原为 $-\text{NH}_2$, 具体合成路线流程图见答案。

Plus 易错提醒

碳碳三键与氧原子形成醚键的限制

碳碳三键直接与氧形成醚键($-\text{C}\equiv\text{C}-\text{O}-\text{R}$)在常规条件下极不稳定, 且缺乏可行的合成方法。若需将炔烃与氧结合, 可考虑以下更稳定的形式: 炔醇($\text{R}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{OH}$): 通过末端炔烃与醛/酮加成制备。炔酸酯($\text{R}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{COOR}'$): 通过炔烃与羧酸衍生物反应。烯醇醚($-\text{CH}=\text{CH}-\text{OR}$): 通过炔烃部分还原后成醚。

16 (除特殊标注外, 每空 2 分)

(1) ① $\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$ 为非极性分子, 易溶于极性较弱的戊烷

② 向四氢呋喃中加入 Na 或 CaO 后蒸馏

③ AlCl_3 为分子晶体, 熔、沸点较低, 1 273 K 时为气态

④ $3\text{Na}[\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{H}] + \text{AlCl}_3 = \text{AlH}_3 + 3\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3 + 3\text{NaCl}$ (2) ① NaCl ② 在冷凝管的出口处连接干燥装置

③ 向其中加入一定量的甲苯, 振荡后转移至蒸馏烧瓶中蒸馏, 收集 66 $^{\circ}\text{C}$ 左右的馏分至不再有四氢呋喃馏出, 停止加热(4 分)

解析: (1) $\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$ 是无色液体, 由分子组成, 易溶于戊烷等有机溶剂, 可从相似相溶角度分析。② 四氢呋喃是能溶于水的有机溶剂, 沸点比水低, 实验室除去四氢呋喃中少量水, 可仿照实验室除去乙醇中少量水进行操作, 加入 Na 或 CaO 后蒸馏。③ 1 273 K 时, 反应 $\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{Cl}_2 + 3\text{C} \xrightarrow{1\,273\text{ K}} 2\text{AlCl}_3 + 3\text{CO}$ 的 ΔS 明显大于 298 K 时, 说明气体分子数增多, 即 AlCl_3 气化, 因为 AlCl_3 为分子晶体, 熔、沸点较低。(2) ① 三颈烧瓶中的物质充分反应, 所得产物为 NaCl、 NaAlH_4 , 由题干信息知, NaAlH_4 易溶于四氢呋喃, 则析出的白色固体为 NaCl。③ 已知 NaAlH_4 在戊烷或甲苯环境中结晶所得到的晶体具有较完整的晶体结构, NaAlH_4 易溶于四氢呋喃, 欲得到具有较完整晶体结构 NaAlH_4 , 需要蒸出四氢呋喃, 使 NaAlH_4 在戊烷或甲苯环境中结晶, 四氢呋喃、戊烷、甲苯的沸点依次为 66 $^{\circ}\text{C}$ 、36 $^{\circ}\text{C}$ 、110 $^{\circ}\text{C}$, 戊烷比四氢呋喃先蒸出, 故选用的试剂只能是甲苯, 具体实验方案见答案。

17 (除特殊标注外, 每空 2 分)

(1) $\text{H}_2\text{O} + \text{e}^- = \cdot\text{H} + \text{OH}^-$

(2) ① 不变 ② CD ③ H_2 将金属氧化物还原为金属单质, 改变了催化剂结构, 催化活性下降

(3) ① 0.78 mol ② CH_3OH 、 $^{13}\text{CH}_3\text{OH}$ 、 $\text{H}^{13}\text{COO}^-$ 、 HCOO^- (3 分)

③电压过大时，水和甘油在阳极催化剂表面竞争放电

解析：(1) 阴极析氢总反应为 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$ ，总反应—第二步反应=第一

步反应，则第一步反应为 $\text{H}_2\text{O} + \text{e}^- \rightleftharpoons \cdot\text{H} + \text{OH}^-$ 。(2) $\text{O}=\text{O}^{2-}$ 的电子式为 $\text{O}=\text{O}^{2-}$ ，

即 $\text{O}-\text{M} \begin{pmatrix} \text{O} \\ | \\ \text{O} \end{pmatrix} \text{M}-\text{O}$ 中的 2 个 O 原子不形成 O—M 共价键也能达到 8 电子稳定结构，故 O—M

为配位键(O 原子含有孤电子对、M 含有空轨道)，配位键的形成和断裂一般不改变元素的化合价，其本质是电子对的共享而非转移，故步骤 3 中 M 化合价不变。

②碱性条件下的阳极反应(如析氧反应，OER)，催化剂活性位点(M)通常经历以下循环：M 被氧化(化合价升高)，与 OH^- 结合形成高价态中间体(如 M—O 或 M—OH)，高价态 M 进一步反应释放 O_2 并还原回到初始价态，则要求 M 为变价元素且能够提供空轨道。Mg、Al 无变价，A、B 不符合题意；

Ni、Cr 为变价元素且能够提供空轨道，又属于过渡元素(在元素周期表的过渡金属区域可寻找催化剂)，故 M 可能为 Ni、Cr，C、D 符合题意。③催化剂为氧化物， H_2 具有还原性， H_2 扩散到催化剂表面，可能会导致催化剂催化效率下降甚至失去活性，原因是 H_2 将金属氧化物

还原为金属单质，改变了催化剂结构。(3) 阳极： $\begin{matrix} \text{CH}_2 & \text{CH} & \text{CH}_2 \\ | & | & | \\ \text{OH} & \text{OH} & \text{OH} \end{matrix} \sim \downarrow 4\text{e}^- \sim 3\text{CH}_3\text{OH}$ 、 $\begin{matrix} \text{CH}_2 & \text{CH} & \text{CH}_2 \\ | & | & | \\ \text{OH} & \text{OH} & \text{OH} \end{matrix} \sim \uparrow 8\text{e}^- \sim 3\text{HCOO}^-$ ，阴极： $2\text{H}^+ \sim \downarrow 2\text{e}^- \sim \text{H}_2$ ，由得失电子守恒知， $2n(\text{H}_2) + \frac{n(\text{CH}_3\text{OH})}{3} \times 4 = \frac{n(\text{HCOO}^-)}{3} \times 8$ ， $2n(\text{H}_2) + \frac{0.03 \text{ mol}}{3} \times 4 = \frac{0.6 \text{ mol}}{3} \times 8$ ，解得 $n(\text{H}_2) = 0.78 \text{ mol}$ 。②

由图乙、丙可知，电解后，只有 $-\text{CH}_2\text{OH}$ 才能转化为 CH_3OH ， $-\text{CH}_2\text{OH}$ 和 $\begin{matrix} -\text{CH}- \\ | \\ \text{OH} \end{matrix}$ 均能

转化为 HCOO^- ，故电催化 $\begin{matrix} \text{CH}_2 & ^{13}\text{CH}_2 \\ | & | \\ \text{OH} & \text{OH} \end{matrix}$ 协同制氢所得含碳产物有 CH_3OH 、 $^{13}\text{CH}_3\text{OH}$ 、 $\text{H}^{13}\text{COO}^-$ 、 HCOO^- 。

③电解水制氢时，阳极析氧反应需较高电压，利用甘油协同制氢可降低电解时所需电压，节约制氢成本，在阳极区添加一定量的甘油，甘油在阳极催化剂表面放电。电压过大时，甘油的转化率会降低，说明阳极有物质与甘油竞争放电，故可能是水在阳极表面失去电子生成 O_2 和 H^+ 。

Plus 知识拓展

OER 的含义

OER 是指在电解水过程中，阳极发生的氧化反应，其核心是将水分子分解为 O_2 、质子和电子。

21 如皋市 2025 届高三适应性考试(三)

1 A 将大气中游离态的氮(即 N_2)转化为氮的化合物(如 NO 、 NH_3 、 Mg_3N_2 等)的过程叫做氮的固定, A 正确。

2 B 基态 Cu^{2+} 的电子排布式为 $[Ar]3d^9$, A 错误; $1\text{ mol } [Cu(NH_3)_4]^{2+}$ 中含有 $12\text{ mol } N-H$ σ 键、 $4\text{ mol } N \rightarrow Cu$ σ 键, 共 $16\text{ mol } \sigma$ 键, B 正确; NH_3 、 H_2O 的中心原子均采取 sp^3 杂化, 孤电子对数分别为 1、2, 孤电子对数越多, 排斥力越大, 键角越小, 故 NH_3 所含键角大于 H_2O , C 错误; 冰属于分子晶体, D 错误。

3 B 电子排布相同时, 离子的核电荷数越大, 半径越小, 故离子半径 $r(O^{2-}) > r(Na^+) > r(Al^{3+})$, A 错误; 同周期主族元素从左到右, 元素的电负性逐渐变大, 同主族元素从上到下, 元素的电负性逐渐变小, 故电负性 $\chi(O) > \chi(C) > \chi(Si)$, B 正确; 熔点: 共价晶体 $>$ 分子晶体, SiO_2 为共价晶体, SO_2 、 CO_2 为分子晶体, 故 SiO_2 的熔点比 SO_2 、 CO_2 高, C 错误; 同周期主族元素从左到右, 第一电离能总体呈增大趋势, 但 II A、V A 族元素的第一电离能大于同周期相邻元素, 故第一电离能 $I_1(Si) > I_1(Mg) > I_1(Al)$, D 错误。

4 D 蒸干 $FeSO_4$ 溶液, 会导致 $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 失去部分结晶水, 应该蒸发至溶液出现晶膜、冷却结晶, 最后过滤得到 $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, D 错误。

5 A Fe 与 Cl_2 反应的产物是 $FeCl_3$, 产物种类与 Cl_2 量的多少无关, B 错误; NO 与水不反应, C 错误; 制备 $NaHCO_3$ 晶体时, 需要用 NH_3 调节溶液 pH, 故饱和 $NaCl$ 溶液中应该先通 NH_3 后通 CO_2 , D 错误。

6 C 该反应是气体分子数减小的放热反应, $\Delta S < 0$ 、 $\Delta H < 0$, 低温条件下满足 $\Delta H - T \Delta S < 0$, 故该反应只有在低温下才能自发进行, A 错误; Si 是固体, 不能列入平衡常数表达式, B 错误; 每个 Si 可形成 4 个 $Si-Si$, 每个 $Si-Si$ 被 2 个 Si 共享, $1\text{ mol } Si$ 中平均含有的 $n(Si-Si) = 4\text{ mol} \times \frac{1}{2} = 2\text{ mol}$, 故每反应 $1\text{ mol } Si$, 会断裂 $2\text{ mol } Si-Si$, C 正确; 使用催化剂能同等程度地改变正、逆反应速率, D 错误。

Plus 规律总结

催化剂的作用

催化剂能改变反应的活化能, 改变反应速率。由于反应速率改变, 对没有达到平衡的反应, 可改变反应物的转化率、产物的产率或生产效率, 但不能改变平衡转化率。催化剂对不同反应的催化效果不同, 可以改变反应的选择性, 但不能改变反应的平衡选择性。

7 B 基态 Br 的电子排布式为 $[Ar]3d^{10}4s^24p^5$, A 错误; PBr_3 的中心原子 P 的价层电子对数 $= 3 + \frac{5-3 \times 1}{2} = 4$, 故 P 原子的轨道杂化类型为 sp^3 , B 正确; $S-S$ 是非极性键, 故 S_8 是由非极性键构成的非极性分子, C 错误; BrO_3^- 的中心原子 Br 的价层电子对数 $= 3 + \frac{7+1-3 \times 2}{2} = 4$, VSEPR 模型为四面体形, 孤电子对数是 1, 故 BrO_3^- 的空间结构为三角锥形, D 错误。

8 B O 原子不守恒, 得失电子也不守恒, A、D 错误; CH_3CHO 的 $\alpha-H$ 为甲基上的氢原

子，故 α -溴代乙醛为 $\text{BrH}_2\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$ ，且反应液呈碱性，产物中无酸性物质生成，**C 错误**。

Plus 知识拓展

α -H 及 α -H 的酸性

与官能团直接相连的碳称为 α -碳， α -碳上的氢称为 α -氢。 α -氢以正离子解离下来的能力即为 α -氢的活性或 α -氢的酸性。 α -H 的酸性强弱取决于与 α 碳相连的官能团及其他基团的吸电子能力。总的吸电子能力越强， α -氢的酸性就越强。

9 **C** 用苯与 Br_2 制备溴苯的实验中用不到浓硫酸， FeBr_3 才是该取代反应的催化剂，**A 错误**；催化剂不能改变反应的焓变，**B 错误**；淀粉溶液可用于检验 I_2 ，不能用于检验 Br_2 ，**D 错误**。

10 **C** X 分子的碳碳双键右侧 C 原子上连接 2 个相同的基团($-\text{COOC}_2\text{H}_5$)，故 X 不存在顺反异构现象，**A 错误**；酚羟基邻、对位上至少有 2 个氢原子时才能与 HCHO 发生缩聚反应，X 中酚羟基只有对位有 1 个氢原子，**B 错误**； $\text{X} \rightarrow \text{Y}$ 为酯交换反应，X 分子中原本酯基属于醇的部分被取代，生成 Y 和 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ，**C 正确**；X 分子中含有 1 个酚酯基和 1 个普通酯基，故 1 mol Y 最多能与 3 mol NaOH 反应，**D 错误**。

Plus 易错提醒

酚醛树脂——酚醛缩聚

酚与醛能否发生缩聚反应，需要先了解以下过程。首先，酚羟基的邻位或对位上的氢原

子与 HCHO 发生加成反应：
$$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{H}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H} \xrightarrow[\Delta]{\text{H}^+} \text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})\text{CH}_2\text{OH}$$
；其次，酚羟基的

邻位或对位上的氢原子与 $-\text{CH}_2\text{OH}$ 发生分子间脱水缩合反应：

$$n \text{ C}_6\text{H}_4(\text{OH})\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow[\Delta]{\text{H}^+} \text{H}-\left[\text{C}_6\text{H}_3(\text{OH})\text{CH}_2 \right]_n-\text{OH} + (n-1)\text{H}_2\text{O}$$
；故酚羟基邻、对位至少有 2

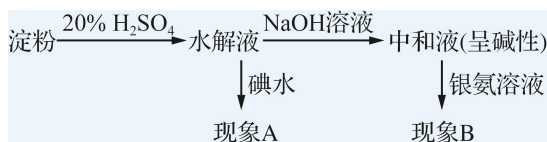
个氢原子时，才能与 HCHO 发生缩聚反应。

11 **D** NaOH 溶液本身就显强碱性，酚酞溶液变红，可能是加入的 NaOH 直接使溶液显碱性，也可能是 NH_4Cl 与 NaOH 反应得到的产物使溶液显碱性，则无法证明 NH_4Cl 可与 NaOH 溶液反应，**A 错误**； Fe^{3+} 能氧化 I^- ，但酸性条件下， NO_3^- 也能氧化 I^- ，则无法证明氧化性 $\text{Fe}^{3+} > \text{I}_2$ ，**B 错误**；加热会促进 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 分解产生 NH_3 并逸出，使氨水浓度降低，碱性减弱，酚酞溶液红色变浅，则无法验证升高温度可促进的 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 电离，**C 错误**；淀粉在酸性条件下水解一段时间后再碱化，加入新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 后加热，观察到有砖红色沉淀生成，则能证明淀粉水解

后有还原糖生成，D 正确。

Plus 规律总结

淀粉水解程度的判断方法

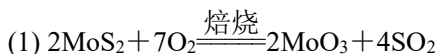


情况	现象 A	现象 B	结论
1	溶液变蓝	未产生银镜	淀粉未水解
2	溶液变蓝	出现银镜	淀粉部分水解
3	溶液不变蓝	出现银镜	淀粉完全水解

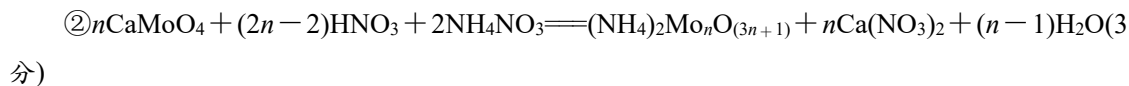
12 B 0.1 mol/L NaNO₂ 溶液中存在质子守恒： $c(\text{H}^+) + c(\text{HNO}_2) = c(\text{OH}^-)$ ，A 错误； $n_{\text{总}}(\text{N}) = 0.01 \text{ mol}$ 时吸收液中的溶质为等物质的量的 NaNO₂、NaNO₃，溶液中存在元素守恒： $c(\text{Na}^+) = c(\text{NO}_3^-) + c(\text{NO}_2^-) + c(\text{HNO}_2)$ ，B 正确；NaOH 溶液吸收 NO₂ 过程中，发生反应的离子方程式为 $2\text{NO}_2 + 2\text{OH}^- = \text{NO}_3^- + \text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$ ，部分 NO₂⁻ 可能会水解生成 HNO₂，导致 $c(\text{NO}_3^-) > c(\text{NO}_2^-)$ ，C 错误；电荷不守恒，D 错误。

13 D 反应 I 生成的 $n_1(\text{COS}) = n_1(\text{H}_2\text{O})$ ，反应 III 也生成 H₂O，由选择性公式知，H₂O 选择性大于 COS，故 X 代表的物质是 H₂O，Y 代表的物质是 COS，A 错误；由热化学方程式知， $n(\text{H}_2\text{O}) = n_{\text{转化}}(\text{CO}_2)$ ，由图可知，温度越高， $n_{\text{转化}}(\text{CO}_2)$ 越大，故平衡时所得 H₂O 的物质的量越大，B 错误；由图可知，300~400 °C 内相同温度下的选择性： $\text{COS} \neq \text{H}_2\text{O}$ ，由选择性公式知，相同温度下的 $n(\text{COS}) \neq n(\text{H}_2\text{O})$ ，故 400 °C 之前，容器内不可能只发生反应 I，C 错误；增大压强(缩小容器容积)，反应物的浓度增大，反应速率加快，且增大压强能促使反应 II 逆向移动，使 $c(\text{H}_2\text{S})$ 增大、 $c(\text{H}_2)$ 减小，又能促进反应 III 逆向移动、反应 I 正向移动，故 COS 的平衡选择性增加，D 正确。

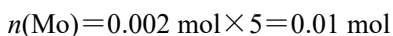
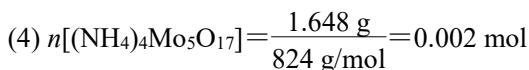
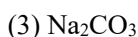
14 (除特殊标注外，每空 2 分)



(2) ① “预处理”过程中，HNO₃ 会反应生成有毒的氮氧化物气体



③ 增大 NH₄NO₃ 浓度，可以增大 NH₄⁺ 浓度，抑制 (NH₄)₂Mo_nO_(3n+1) 在水中的溶解平衡正向进行



$$m(\text{Mo}) = 0.01 \text{ mol} \times 96 \text{ g/mol} = 0.96 \text{ g}$$

则根据质量守恒和电荷守恒, $1.57 \text{ g } (\text{NH}_4)_a\text{Mo}_b\text{O}_c$ 中存在如下等式:

$$n(\text{NH}_4^+) \times 18 \text{ g/mol} + n(\text{O}^{2-}) \times 16 \text{ g/mol} = 1.57 \text{ g} - 0.96 \text{ g} = 0.61 \text{ g}$$

$$n(\text{NH}_4^+) + 6n(\text{Mo}) = 2n(\text{O}^{2-}), \text{ 即 } n(\text{NH}_4^+) + 0.06 = 2n(\text{O}^{2-})$$

由两个方程可以解得: $n(\text{NH}_4^+) = 0.005 \text{ mol}$ 、 $n(\text{O}^{2-}) = 0.0325 \text{ mol}$

$$n(\text{NH}_4^+) : n(\text{Mo}) : n(\text{O}^{2-}) = 0.005 \text{ mol} : 0.01 \text{ mol} : 0.0325 \text{ mol} = 2 : 4 : 13$$

则 $(\text{NH}_4)_a\text{Mo}_b\text{O}_c$ 的化学式为 $(\text{NH}_4)_2\text{Mo}_4\text{O}_{13}$ (4 分)

解析: (1) 由 XRD 图知, 反应前 Mo 元素以 MoS_2 形式存在, 通入空气后焙烧, MoS_2 转化为 MoO_3 和 SO_2 。(2) ①由 XRD 图知, 钼焙砂中仍含有还原性物质 MoS_2 , HNO_3 氧化 MoS_2 时会生成有毒的氮氧化物气体, 故“预处理”需在通风设备中进行(注: 稀硝酸在加热时较稳定, 但沸腾状态下会缓慢分解生成氮氧化物)。② $(\text{NH}_4)_2\text{Mo}_n\text{O}_{(3n+1)}$ 中的 Mo 元素全部来自 CaMoO_4 , NH_4^+ 由 NH_4NO_3 提供, Ca^{2+} 以 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 形式存在, NO_3^- 不够, HNO_3 来凑, 该反应为非氧化还原反应, 按原子守恒配平即可。③ NH_4NO_3 中的 NH_4^+ 可与 Mo 元素共沉淀为 $(\text{NH}_4)_2\text{Mo}_n\text{O}_{(3n+1)}$, 已知: $(\text{NH}_4)_2\text{Mo}_n\text{O}_{(3n+1)}$ 在水中存在溶解平衡: $(\text{NH}_4)_2\text{Mo}_n\text{O}_{(3n+1)}(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{MoO}_4^{2-}(\text{aq}) + (n-1)\text{MoO}_3(\text{s})$, 其他条件一定, 适当增大 NH_4NO_3 浓度, $c(\text{NH}_4^+)$ 增大, 上述平衡会逆向移动, $(\text{NH}_4)_2\text{Mo}_n\text{O}_{(3n+1)}$ 在水中的量增多, 故所得滤渣中 Mo 的含量增大。(3) CaMoO_4 在水中存在沉淀溶解平衡: $\text{CaMoO}_4(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{MoO}_4^{2-}(\text{aq})$, 欲提高 Mo 元素浸出率, 需要将 Ca^{2+} 转化为更难溶的沉淀, 可加入 Na_2CO_3 溶液, CO_3^{2-} 结合 Ca^{2+} 生成 CaCO_3 沉淀, 促进 CaMoO_4 沉淀溶解平衡向离子化方向进行, 使浸出液中 MoO_4^{2-} 的浓度增大。

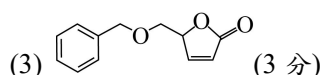
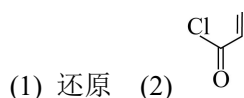
Plus 试题链接

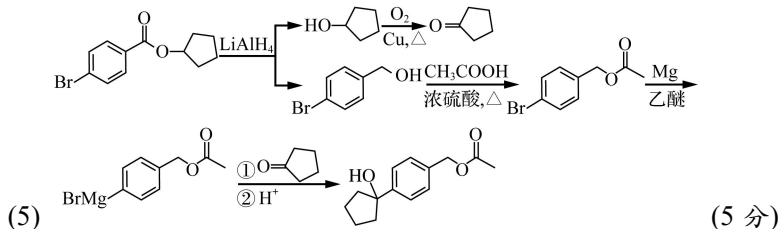
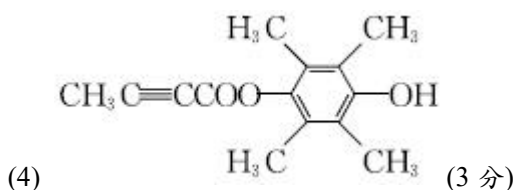
本题(3)的不合理之处

本题(3)改编自 2023 届南京考前模拟 T14(1)②。原题“浸取后的滤渣中含 CaMoO_4 。若浸取时向溶液中加入 Na_2CO_3 溶液, 可提高浸出液中 Mo 元素的含量, 原因是_____。”

知道影响因素和最终结果, 很容易联想到是沉淀转化的相关考点。但本题中(3)“氨浸后, 还有少量的 CaMoO_4 难溶于氨水, 为进一步提高 Mo 元素的浸出率, 可在氨水中加入的物质是_____。”本题缺少相关信息或 K_{sp} 数据, 无法确认 CaMoO_4 沉淀是否容易转化为 CaCO_3 沉淀, 且可溶性碳酸盐不一定是 Na_2CO_3 。

15 (除特殊标注外, 每空 2 分)





解析：(1) 对比 F、G 的结构简式知，酯转化成了二醇，属于“加氢”的还原反应。(2) 对

比 B、C 的结构简式及 X 的分子式可知，X 的结构简式为 。(3) 对比 C、D、E 的结构

简式及 可知，C→D 需要成环，则 D 的结构简式为 ，按照信息①：2 分子烯烃相互交换碳碳双键两侧的基团后可生成 2 分子新的烯烃，将 C 中 2 个碳碳双键断开，2 个“CH₂”接起来生成乙烯，剩余部分接起来生成 D。(4) 能与 FeCl₃ 溶液发生显色反应、2 种水解产物酸化后均含有 2 种化学环境不同的氢原子，则一定含有结构：

，还剩余 7 个 C、O=2，另一种水解产物为 R—COOH，羧基占 1 种氢，则一定含有碳碳三键，水解产物可能为 (CH₃)₃C—C≡CCOOH、H₃C—C≡CCOOH、H—C≡CCOOH，剩余的碳原子依次为 1、4、6，苯环上还剩余 4 个空位，为使氢原子种数

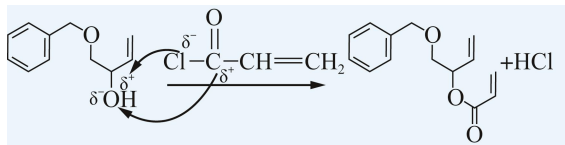
不增加，可连接 4 个—CH₃，故 2 种水解产物依次为 、H₃C—C≡C—COOH，符合条件的同分异构体的结构简式见答案。(5) 对比原料与产品结构知，关键步骤为将原料

右侧五元环转移到原料中溴的位置，需将原料中酯基按虚线所示拆分： (仿照

F→G)，得到 和 ，，①处的酯基由酯化反应生成 [优先反应，防止②处制备出的羟基发生副反应、制备格氏试剂时发生副反应(RMgBr 不能与酸、水、醇等共存)]，②处的五元环及羟基可仿照 A→B 由酮羰基和格氏试剂先加成后水解得到，将 氧化可得到酮，仿照已知信息②可将 制备成格氏试剂，具体合成路线流程图见答案。

酰氯的醇解反应

B→C 属于酰氯的醇解反应，其基本原理如下：



该反应一般加入 Na_2CO_3 中和 HCl ，促进反应的发生。

16 (除特殊标注外，每空 2 分)

(1) 吸收煅烧生成的 SO_2 ，防止污染空气

(2) ① $2\text{Ni}_2\text{O}_3 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 = 4\text{NiSO}_4 + \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ (3 分)

②溶液的 pH 不再发生变化

(3) ①若调节 pH， Cu^{2+} 沉淀完全时溶液 $\text{pH} \geq 6.5$ ，而 Ni^{2+} 开始沉淀的 pH 为 6.5， Cu^{2+} 沉淀完全时， Ni^{2+} 已经开始沉淀

②部分 Ni 粉与 H^+ 发生反应

(4) 向 NiSO_4 溶液中边搅拌边加入 200 mL 1 mol/L NaHCO_3 溶液，过滤，用蒸馏水洗涤沉淀，直至最后一次洗涤滤液中加稀盐酸酸化后滴加 BaCl_2 溶液，无沉淀产生，然后将所得固体在 360°C 左右温度下在空气中加热至固体质量不变 (5 分)

解析：(1) 加入 CaCO_3 的目的是固硫，煅烧时 NiS 、 CuS 中的 S 元素转化为 SO_2 ， CaCO_3 与 SO_2 反应生成 CaSO_3 ， CaSO_3 被空气中的 O_2 氧化为 CaSO_4 ，排放到空气中的 SO_2 的量减少，从而减少酸雨的产生。(2) ①硫酸酸浸时， $\text{Ni}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Ni}^{2+}$ ，Ni 元素化合价降低，则一定有元素化合价升高，故有 O_2 生成，化学方程式见答案。②装置图含有 pH 计，可直接观测酸浸液的 pH，“酸浸”反应完成时，溶液的 pH 不再发生变化。(3) ① Cu^{2+} 沉淀完全时， $c^2(\text{OH}^-) = \frac{K_{\text{sp}}[\text{Cu}(\text{OH})_2]}{c(\text{Cu}^{2+})} = \frac{1 \times 10^{-20}}{1 \times 10^{-5}} = 1 \times 10^{-15}$ ，此时溶液中 $c^2(\text{OH}^-) \cdot c(\text{Ni}^{2+}) = 1 \times 10^{-15} \times 1 = 1 \times 10^{-15} =$

$K_{\text{sp}}[\text{Ni}(\text{OH})_2]$ ， Ni^{2+} 开始沉淀，即 Cu^{2+} 沉淀完全时的 pH 是 Ni^{2+} 开始沉淀的 pH，故不选择用调节 pH 的方法除去 Cu^{2+} 。②“除杂”后的滤液中含有 Cu^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Ni^{2+} 、 H^+ 和 SO_4^{2-} ，加入 Ni 粉的目的是置换出溶液中的 Cu^{2+} ，实际消耗 Ni 粉的量大于理论用量，猜测可能原因是 Ni 同时置换出了溶液中的 H^+ ，推测 Ni 与 H^+ 反应。(4) 依据已知信息， NaHCO_3 溶液能将 NiSO_4 转化为 NiCO_3 沉淀， $n(\text{NiSO}_4) = 1 \text{ mol/L} \times 0.1 \text{ L} = 0.1 \text{ mol}$ ，由 $\text{NiSO}_4 + 2\text{NaHCO}_3 = \text{NiCO}_3 \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 知，反应的 $n(\text{NaHCO}_3) = 0.2 \text{ mol}$ ，则需要加入 200 mL 1 mol/L NaHCO_3 溶液，稀盐酸、 BaCl_2 溶液用于检验沉淀是否洗涤干净 (即检验不出 SO_4^{2-})，设反应前 NiCO_3 的物质的量为 1 mol，根据 Ni 原子守恒， Ni_2O_3 的物质的量为 0.5 mol，固体残留率 = $\frac{0.5 \text{ mol} \times 166 \text{ g/mol}}{1 \text{ mol} \times 119 \text{ g/mol}} \times 100\% \approx 69.7\%$ ，由图乙知， NiCO_3 样品在空气中煅烧需要控温在 $350 \sim 390^\circ\text{C}$ 之间，具体方案见答案。

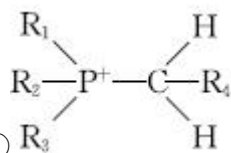
17 (除特殊标注外, 每空 2 分)

(1) 1 730 kJ(3 分) (2) ①5 : 3

②抑制 H_2 与 Fe_2O_3 的反应、将部分 CO 转化为 CO_2 与 H_2 (3 分)

③ I. 温度越高, CO 与 Fe_2O_3 的反应速率越快

II. 温度越高, CO_2 与 CaO 反应程度越小(或 CaCO_3 分解程度越大), CO_2 浓度增大, 抑制了 CO 与 Fe_2O_3 (或 H_2O) 的反应正向进行的程度

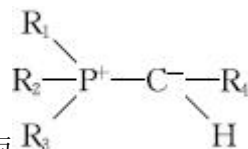


(3) ① R_3 ②避免高温、高压的条件, 节约能源, 对设备要求降低(1 分)

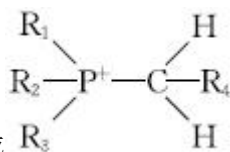
解析: (1) 依据盖斯定律, $4\text{NH}_3(\text{l}) + 3\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{N}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = (-265 + 23 \times 4)$

$\text{kJ/mol} = -173 \text{ kJ/mol}$, 1 L $\text{NH}_3(\text{l})$ 的物质的量 $= \frac{0.68 \times 10^3 \text{ g}}{17 \text{ g/mol}} = 40 \text{ mol}$, 产生热量为 1 730 kJ。

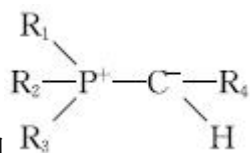
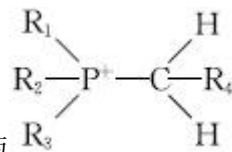
(2) ①设合成气中 $n(\text{CO}) = 5 \text{ mol}$ 、 $n(\text{CO}_2) = 1 \text{ mol}$, 由 C 原子守恒知, $n(\text{CaCO}_3) = 6 \text{ mol}$, 由得失电子守恒可得关系式: $\text{CO} \sim 2\text{e}^-$ 、 $\text{Fe}_3\text{O}_4 \sim \text{e}^-$, 则 $2n(\text{CO}) = n(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 10 \text{ mol}$, 故 $n(\text{Fe}_3\text{O}_4) : n(\text{CaCO}_3) = 10 \text{ mol} : 6 \text{ mol} = 5 : 3$ 。②转化 I 的目的是制取合成氨的原料: H_2 、 N_2 。实际进行转化 I 反应时, 合成气中需添加一定量的水蒸气, 一定对获得 H_2 、 N_2 有利, 添加水蒸气的目的可从提升 H_2 的量的角度分析。如抑制 H_2 的消耗: $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3\text{H}_2(\text{g}) = 2\text{Fe}(\text{s}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 正向进行程度减小, 或水蒸气转化为 H_2 : $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ 正向进行程度增大。③转化 I 的主要反应为 $\text{CO}(\text{g}) + 3\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) = 2\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ 、 $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ 、 $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{CaO}(\text{s}) = \text{CaCO}_3(\text{s})$, CO 含量是 3 个反应速率叠加的结果, 从温度、浓度对反应速率影响的角度作答。(3) ①由 $\text{N}_2 \rightarrow \text{NH}_3$ 知, N 元素化合价降低, 则右



侧电极为阴极, 左侧电极为阳极, H_2 在阳极失电子生成 H^+ (即 X), H^+ 与



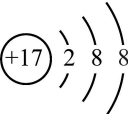
中带负电荷的碳成键生成 R_3 , N_2 在阴极得电子并与 R_3 反应



生成 NH_3 和 R_3 。②工艺中的优点可以从成本、设备、能源、产率、环保等角度分析。

22 南京市 2025 届高三考前模拟

1 A ^1H 和 ^2H 的质子数相同、中子数不同，二者互为同位素，A 正确。

2 C Cl^- 的结构示意图为 ，A 错误；NaOH 的电子式为 $\text{Na}^+[:\ddot{\text{O}}:\text{H}]^-$ ，B 错误； SO_2 空间结构为 V 形，属于极性分子，D 错误。

3 A 收集气体的仪器不能用单孔塞，可能引发仪器(如试管、烧瓶)破裂或塞子弹出，造成危险，可以在收集 NH_3 的试管口放置一团棉花，防止空气与 NH_3 对流，导致 NH_3 纯度下降，B 错误； NH_3 在水中溶解度大，要有防倒吸措施，防止引起液体倒吸，C 错误；蒸干溶液会导致晶体失去结晶水，应采用蒸发浓缩、冷却结晶的方法制备，D 错误。

4 B 同周期主族元素从左到右，第一电离能总体呈增大趋势，但 II A、V A 族元素的第一电离能大于同周期相邻元素，故第一电离能 $I_1(\text{N}) > I_1(\text{O})$ ，A 错误；元素非金属性越强，简单气态氢化物越稳定，故热稳定性 $\text{NH}_3 < \text{H}_2\text{O}$ ，B 正确；同周期主族元素从左到右，电负性逐渐变大，故电负性 $\chi(\text{O}) > \chi(\text{C})$ ，C 错误； H_2O 、 H_2S 均为分子晶体，水分子之间存在氢键，故沸点 $\text{H}_2\text{O} > \text{H}_2\text{S}$ ，D 错误。

Plus 知识拓展

电负性

用于比较分子中原子争夺电子的能力。元素的电负性是原子在分子中吸引电子的能力，电负性不是一个孤立原子的性质，而是在周围原子影响下的分子中原子的性质。

5 C 与碱反应只生成一种盐和水的氧化物是酸性氧化物，NO 与 NaOH 不反应， NO_2 与 NaOH 溶液反应生成 2 种盐(NaNO_3 和 NaNO_2)，故 NO 与 NO_2 均不是酸性氧化物，A 错误；1 mol $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 中含有 12 mol N—H σ 键、4 mol N→Cu 配位 σ 键，共 16 mol σ 键，B 错误；

尿素($\text{NH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NH}_2$)含有电负性大的 O、N 以及与 N 相连的 H，可与 H_2O 形成氢键，故尿素易溶于水，C 正确；该反应为气体分子数减小的反应， $\Delta S < 0$ ，反应能自发进行需满足 $\Delta H - T\Delta S < 0$ ，则 $\Delta H < 0$ ，故反应能自发进行的原因是 $\Delta H < 0$ ，D 错误。

6 D 电解法脱硝，即用稀硝酸吸收氮氧化物生成 HNO_2 ($K_a = 5.1 \times 10^{-4}$)，再将其电解生成 HNO_3 ，阳极反应式为 $\text{HNO}_2 + \text{H}_2\text{O} - 2\text{e}^- = 3\text{H}^+ + \text{NO}_3^-$ ， HNO_2 有电离常数，说明 HNO_2 是弱电解质，书写离子方程式时，不拆分为离子形式，D 错误。

7 B 催化剂能改变反应速率，但不能改变反应的焓变，A 错误；由 $\text{NO} + \text{NO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{Ca}(\text{NO}_2)_2 + \text{H}_2\text{O}$ 、 $4\text{NO}_2 + 2\text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{Ca}(\text{NO}_2)_2 + \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 知，若 $n(\text{NO}_2) : n(\text{NO}) > 1 : 1$ ，则产品中 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 含量升高，B 正确； $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 与 NO_2 中均不存在非极性键，故 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 与 NO_2 反应过程中不涉及非极性共价键的断裂，C 错误； HNO_2 和 NO_2^- 中 N 原子杂化类型相同， HNO_3 和 NO_3^- 中 N 原子杂化类型相同， NO_2^- 、 NO_3^- 中 N 原子均采取 sp^2 杂化， HNO_2 、 HNO_3 中 N 原子也均采取 sp^2 杂化，故 HNO_2 转化为 HNO_3 过程中，

N 原子的杂化类型不变, **D 错误**。

8 **C** 铝合金硬度较大、质量较轻, 可用于航空工业, **A 错误**; Al_2O_3 熔融后可解离出 Al^{3+} 、 O^{2-} , 可用于电解冶炼铝, **B 错误**; $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ 在水中电离出的 Al^{3+} 能水解生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 胶体, 可用于净水, **D 错误**。

9 **D** 酸性: $\text{H}_2\text{CO}_3 > \text{苯酚} > \text{HCO}_3^-$, 酚羟基与 Na_2CO_3 溶液反应能生成酚钠和 NaHCO_3 , **A 错误**; 单键可以旋转, Y 分子中的甲基碳原子不一定与苯环共平面, **B 错误**; Z 分子中的苯环、醛基均能与 H_2 加成, 1 mol Z 最多能与 4 mol H_2 发生加成反应, **C 错误**; X 分子中含有酚羟基, 能与 FeCl_3 溶液发生显色反应, Z 分子中含有醛基, 能与新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 反应产生砖红色沉淀, Y 分子中不含酚羟基和醛基, 不与 FeCl_3 溶液及新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 反应, 现象不同, 可以鉴别, **D 正确**。

10 **C** 放电时, 化学能转化为电能, **A 错误**; 放电时, Pb 失去电子发生氧化反应, 负极反应式为 $\text{Pb} - 2\text{e}^- + \text{SO}_4^{2-} = \text{PbSO}_4$, PbSO_4 是氧化产物, **B 错误**; 充电时电子迁移方向与放电时相反, 充电时, 电子通过外电路由右侧电极向左侧电极迁移, 阳离子的迁移方向和电子的迁移方向一致, 故右侧 H^+ 通过质子交换膜向左侧电极移动, **C 正确**; 充电时, 每生成 1 mol Fe^{3+} , 转移 1 mol e^- , 转移电子数为 6.02×10^{23} , **D 错误**。

Plus 知识拓展

二次电池的放电过程和充电过程

①放电过程: 原电池。正极得电子, 发生还原反应, 吸引阳离子 → 对应充电时失电子作阳极。负极失电子, 发生氧化反应, 吸引阴离子 → 对应充电时得电子作阴极。②充电过程: 电解池。对应放电时正极 → 阳极失电子, 发生氧化反应, 吸引阴离子 → 接电源正极。对应放电时负极 → 阴极得电子, 发生还原反应, 吸引阳离子 → 接电源负极。

11 **D** NO_3^- 在酸性条件下也可以氧化 Fe^{2+} , 干扰 H_2O_2 和 Fe^{2+} 的反应, 故无法比较 H_2O_2 和 Fe^{3+} 的氧化性强弱, **A 错误**; CH_3COONa 溶液和 NaHCO_3 溶液的浓度未知, 且 HCO_3^- 既能电离又能水解, 故无法通过比较 pH 大小进而比较 CH_3COOH 和 H_2CO_3 的酸性强弱, **B 错误**; 悬浊液中含有自由移动的 S^{2-} , 可与 Cu^{2+} 直接结合成黑色的 CuS 沉淀, 不一定存在沉淀的转化, 故无法比较 ZnS 和 CuS 的 K_{sp} 大小, **C 错误**; 红棕色变浅, 说明 $c(\text{NO}_2)$ 减小, 即降低温度可促使反应正向进行程度增大, 故该反应为放热反应, $\Delta H < 0$, $\Delta H = E_{\text{a}}(\text{正反应}) - E_{\text{a}}(\text{逆反应}) < 0$, $E_{\text{a}}(\text{正反应}) < E_{\text{a}}(\text{逆反应})$, 故可以比较正反应和逆反应的活化能大小, **D 正确**。

12 **D** 0.01 mol/L NaHC_2O_4 溶液显酸性, 说明 HC_2O_4^- 的电离程度大于水解程度, 故实验 1 溶液中: $c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) < c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$, **A 错误**; 等体积混合后原溶液中的离子浓度均减半, 混合后产生沉淀, 说明 $Q = c(\text{Ca}^{2+}) \cdot c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) = 0.005 \times 0.005 = 2.5 \times 10^{-5} > K_{\text{sp}}(\text{CaC}_2\text{O}_4)$, **B 错误**; 0.01 mol/L NaHC_2O_4 溶液中存在元素守恒: $c(\text{Na}^+) = c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$, 加入少量 NaOH 溶液后, 引入了更多的 Na^+ , 故实验 3 反应后的溶液中: $c(\text{Na}^+) > c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$, **C 错误**; 实验 4 所得溶液中存在电荷守恒: $c(\text{Na}^+) + c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}^+) = 2c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + c(\text{OH}^-)$ 及元素守恒: $c(\text{Na}^+) = c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$, 两式联立消去

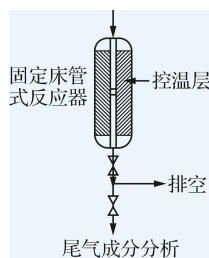
$c(\text{Na}^+)$, 可得 $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) - c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) + c(\text{OH}^-)$, 溶液 $\text{pH}=7$ 时, $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$, 则 $c(\text{NH}_4^+) = c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) - c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$, **D 正确**。

13 B 反应 II 是吸热反应, 温度越高, 平衡常数越大, 反应 II 的平衡常数 $K_{220\text{ }^\circ\text{C}} < K_{280\text{ }^\circ\text{C}}$, **A 错误**: 由碳原子守恒知, CO_2 选择性 + CO 选择性 = 100%, $n(\text{CO}_2) = n_{\text{投料}}(\text{CH}_3\text{OH}) \times \alpha(\text{CH}_3\text{OH}) \times (1 - \text{CO 选择性})$, 代入 a、b 点数据估算可知, b 点产生的 CO_2 更多, CO_2 的物质的量 a 点 < b 点, **B 正确**: 其他条件不变, 混合气体流速过大, 反应物无法充分接触, 来不及反应就从反应管流出, 会导致 CH_3OH 转化率减小, 故混合气体流速越大, CH_3OH 转化率不会越大, **C 错误**: 由图可知, $240 \sim 300\text{ }^\circ\text{C}$ 范围内, CO 的选择性小于 20%, CO_2 的选择性大于 80%, 可见反应 I 的速率一直大于反应 II, 温度高于 $240\text{ }^\circ\text{C}$, CO 的选择性迅速上升的原因是反应 II 的速率迅速增大, 但仍小于反应 I 的速率, **D 错误**。

Plus 知识拓展

本题图中数据来源分析

本题图中对应点的数据是控制温度为变量, 其他条件(如气体的比例、气体流速及时间、压强、催化剂等)保持完全相同时, 在不同温度下, 独立做出的数据(装置如右图)。因此, 高温时的数据并不是低温实验时继续升高温度所得。



14 (除特殊标注外, 每空 2 分)

(1) 将钴渣粉碎、适当增加硫酸浓度、加快搅拌速率

(2) $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ (1 分) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{CaCO}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{CaSO}_4 + 3\text{CO}_2 \uparrow$

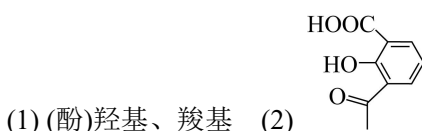
(3) Na_2S 碱性过强易生成 $\text{Co}(\text{OH})_2$ CoO (4) BC

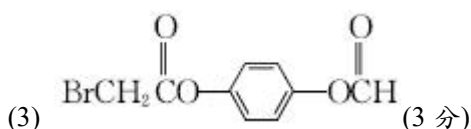
(5) ① $3\text{Mn}_2(\text{OH})_2\text{SO}_4 + \text{O}_2 = 2\text{Mn}_3\text{O}_4 + 6\text{H}^+ + 3\text{SO}_4^{2-}$

②生成 Mn_2O_3 或 MnO_2 , 使产品中锰含量下降

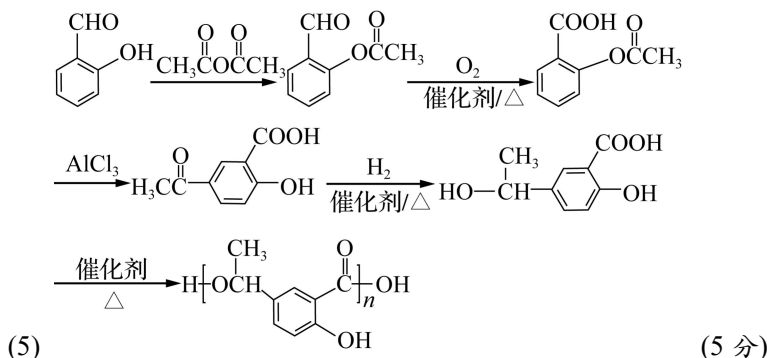
解析: (1) 提高金属元素浸出率的措施: 粉碎、加热、搅拌、增大浓度、延长浸取时间等。(2) Fe^{2+} 与 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液产生蓝色沉淀, 该原理可用于检验 Fe^{2+} 的存在。(3) 由流程图知, “沉钴”的产物是 CoS , 而 H_2S 的酸性很弱, 由越弱越水解知, Na_2S 溶液的碱性较强, 等浓度的 Na_2S 溶液和 NaHS 溶液相比, 选用 Na_2S 溶液“沉钴”易生成 $\text{Co}(\text{OH})_2$ 沉淀, 使 CoS 产率降低。由均摊法知, 钴的氧化物的晶胞中, 黑球个数 $= 8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$, 白球个数 $= 12 \times \frac{1}{4} + 1 = 4$, 故该氧化物的化学式为 CoO 。(4) 注意: 氢键不是化学键。(5) ①“氧化”时, 共发生 2 个反应: $3\text{Mn}_2(\text{OH})_2\text{SO}_4 + \text{O}_2 = 2\text{Mn}_3\text{O}_4 + 6\text{H}^+ + 3\text{SO}_4^{2-}$ 、 $6\text{Mn}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 = 2\text{Mn}_3\text{O}_4 + 6\text{H}_2\text{O}$, 前一个反应的发生会导致溶液 pH 下降较快。②氧化时间过长, 部分 Mn 元素被过度氧化, 部分 Mn_3O_4 转化为 Mn_2O_3 、 MnO_2 等高价态锰氧化物, 导致产品中的锰含量下降。

15 (除特殊标注外, 每空 2 分)





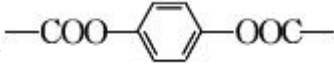
(4) 防止其与 D 发生多取代反应(或防止其与 D 发生副反应生成三级胺)(3 分)

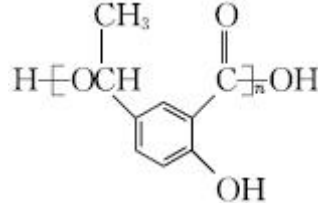


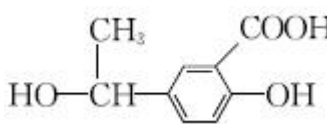
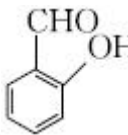

解析：(2) 酚酯能发生 Fries 重排，酰基重排生成邻羟基或对羟基芳酮的混合物。B→C

属于 Fries 重排，B、C 互为同分异构体，故与 B 互为同分异构体的另一副产物是 。

(3) 除苯环后剩余 3 个 C、4 个 O、1 个 Br， $\Omega=2$ ，“水解有 3 种产物”说明含有 2 个酯基，

产物遇 FeCl_3 显色，说明含有酚酯的结构，根据对称性考虑含有  结构；剩余 1 个 C、1 个 Br，三种产物中均含 2 种氢，考虑 $-\text{CH}_2\text{Br}$ 结构，符合条件的同分异构体的结构简式见答案。(4) $\text{D} + (\text{CH}_3)_3\text{NHCH}_2\text{Ph} \rightarrow \text{E}$ 过程中， $(\text{CH}_3)_3\text{NHCH}_2\text{Ph}$ 中 N 上的 H 被取代， $(\text{CH}_3)_3\text{NH}_2$ 分子中 N 上有 2 个 H，这 2 个 H 的化学环境相同，可能都会被取代而生

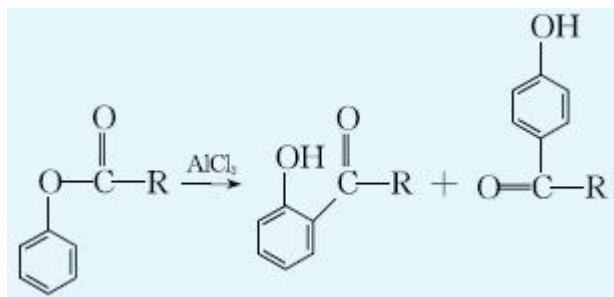
成三级胺。(5) 根据缩聚反应原理知，产物  由

 缩聚而成，对比原料 、，考虑 2 个转

换：仿照 $\text{A} \rightarrow \text{B} \rightarrow \text{C}$ 在酚羟基对位引入酰基、将 $-\text{CHO}$ 氧化为 $-\text{COOH}$ ；一定要在 Fries 重排(即仿照 $\text{B} \rightarrow \text{C}$ 转化)之前氧化醛基，目的是防止酚羟基被氧化，Fries 重排之后再用 H_2 还原酮羰基，具体合成路线流程图见答案。

Fries 重排

酚酯与 Lewis 酸(如 AlCl_3)或 Bronsted 酸一起加热,发生酰基重排生成邻羟基或对羟基芳酮的混合物的反应统称为 Fries 重排。



不论是芳香或脂肪羧酸的酚酯,都能进行 Fries 重排,但因取代基影响反应,底物不能含有空阻大的基团。当连接酚酯基的芳香环上有吸电子基团时,重排一般不能发生。Fries 重排是在酚羟基取代的芳环上引入酰基的重要方法之一。

16 (除特殊标注外,每空 2 分)

(1) 0.011 (2) ① 4×10^{-3} ② $V(\text{H}_2\text{SO}_4) < 10 \text{ mL}$, 随着硫酸用量增大,溶液中 $c(\text{H}^+)$ 增大,反应速率增大, $c(\text{Cr}^{3+})$ 增大; $V(\text{H}_2\text{SO}_4) > 10 \text{ mL}$, 30 min 内乙醇完全反应, $c(\text{Cr}^{3+})$ 基本不变(3 分)

(3) ① $4\text{Zn} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ = 4\text{Zn}^{2+} + 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$

使 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 充分被还原为 CrCl_2 (或防止 CrCl_2 被氧化); 产生 H_2 将 CrCl_2 溶液压入锥形瓶

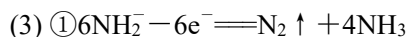
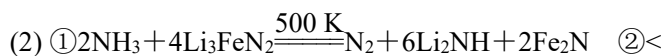
②当吸滤瓶中溶液颜色不再变化时(1 分), 关闭 K_2 , 打开 K_3 , 关闭 K_1 (1 分); 当锥形瓶中溶液不再增加时(1 分), 迅速用瓶塞塞紧锥形瓶(1 分); 将锥形瓶置于冰水浴中冷却结晶, 过滤(1 分)(共 5 分)

解析:(1) 平衡常数 $K = \frac{c^2(\text{HCrO}_4^-)}{c(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-})}$, 由图中 C 点知, $c(\text{HCrO}_4^-) = c(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) = 0.011 \text{ mol/L}$,

带入数据, 可得 $K = 0.011$ 。(2) ①由 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \sim 2\text{Cr}^{3+} \sim 6\text{e}^-$ 知, $n(\text{e}^-) = 6n(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) = 6 \times 0.1 \text{ mol/L} \times 10.0 \times 10^{-3} \text{ L} = 6 \times 10^{-3} \text{ mol}$, 由 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \sim \text{CH}_3\text{COOH} \sim 4\text{e}^-$ 知, $n(\text{e}^-) = 4n(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = 4 \times 1 \text{ mol/L} \times 1.0 \times 10^{-3} \text{ L} = 4 \times 10^{-3} \text{ mol}$, 说明 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 过量, 应依据乙醇的量进行计算, 乙醇反应完全时, 共转移 $4 \times 10^{-3} \text{ mol}$ 电子。②混合液用蒸馏水定容至 50 mL 后再测吸光度 A , 已知吸光度 A 仅与 Cr^{3+} 的浓度成正比。随着硫酸用量的增加, 吸光度 A 先增大后基本不变, 即 Cr^{3+} 的浓度先增大后基本不变, 分析 H^+ 浓度对反应速率的影响即可。(3) ①基于实验目的, Zn 过量能确保 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 充分被还原为 Cr^{2+} ; Zn 过量能确保其与盐酸反应产生较多 H_2 并顺利将反应液压入锥形瓶。②吸滤瓶中先生成 CrCl_2 溶液, 利用压强差使 CrCl_2 溶液与 CH_3COONa 溶液混合进行反应; 结合醋酸亚铬在潮湿环境下易被氧化、难溶于冷水的性质作答, 具体实验方案见答案。

17 (除特殊标注外, 每空 2 分)

(1) ① -382.5 kJ/mol ② H_2 含量增多, 体系最高温度升高, N_2 或 NH_3 与 O_2 反应生成 NO 的量增多; 随着 H_2 占比大于 75%, NH_3 含量减少, 生成 NO 的量减少



② 27 mol/L

1 L 饱和氨水中:

$$m(\text{氨水}) = 1 \times 10^3 \text{ mL} \times 0.90 \text{ g/cm}^3 = 900 \text{ g}$$

$$m(\text{NH}_3) = m(\text{氨水}) \times 34\% = 306 \text{ g}$$

$$n(\text{NH}_3) = \frac{306 \text{ g}}{17 \text{ g/mol}} = 18 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}_2) = \frac{3}{2} n(\text{NH}_3) = \frac{3}{2} \times 18 \text{ mol} = 27 \text{ mol}$$

饱和氨水的能量密度 $= 27 \text{ mol/L}$ (3 分)

③ 液氨的能量密度 (约 68 mol/L) 比饱和氨水高; 在阳极不会产生氮氧化物、 NO_2^- 、 NO_3^- 等副产物, 更环保; 在阳极不会产生 O_2 , 避免 H_2 与 O_2 混合, 更安全

解析: (1) ① 依据盖斯定律, $\frac{1}{4} \times (\text{iii} - 2 \times \text{ii})$ 可得 NH_3 的燃烧热, 则 $\Delta H = \frac{1}{4} \times (\Delta H_3 - 2\Delta H_2) = \frac{1}{4} \times (-1164.8 - 2 \times 182.6) \text{ kJ/mol} = -382.5 \text{ kJ/mol}$ 。注意: 燃烧热是指 101 kPa 时, 1 mol 纯物质完全燃烧生成指定产物时所放出的热量。② 由图可知, H_2 占比小于 75% 时, 随 H_2 含量增多, 体系最高温度升高, 升高温度反应速率加快, 反应 ii、iii 为生成 NO 的反应, 故 N_2 或 NH_3 与 O_2 反应生成 NO 的量增多; H_2 占比大于 75%, 随 H_2 含量增多, 生成 NO 的量减少, 主要原因是 NH_3 含量减少。(2) ② 理论上, Li_3FeN_2 催化氨分解生成 H_2 和 N_2 的物质的量之比为 3:1, 由图丙(a)知, 残留固体 M 为 Li_2NH 、 Fe_2N 的混合物, 由图丙(b)知, 残留固体 M 释放 H_2 、复原催化剂 Li_3FeN_2 的过程中, 有 Fe 生成, 还原生成 Fe 和生成 H_2 竞争得电子, 导致实际生成 H_2 的量比理论值少, 故 $\frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{N}_2)} < 3$ 。(3) ① 氨电解总反应为 $2\text{NH}_3 \xrightarrow{\text{通电}} \text{N}_2 \uparrow + 3\text{H}_2 \uparrow$, NH_3 肯定要参与电极反应, NH_3 参与的阴极反应式为 $2\text{NH}_3 + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2 \uparrow + 2\text{NH}_2^-$, 用总反应式 - 阴极反应式可得阳极反应式, 则阳极反应式为 $6\text{NH}_2^- - 6\text{e}^- \rightleftharpoons \text{N}_2 \uparrow + 4\text{NH}_3$ 。③ 工艺中的优点可以从能源、产率、环保、安全、成本、设备等角度分析。液氨的能量密度 $= \frac{0.77 \text{ g/cm}^3 \times 10^3 \text{ cm}^3}{17 \text{ g/mol} \times 1 \text{ L}} \times \frac{3}{2} \approx 68 \text{ mol/L}$ 。

23 江苏模拟整合卷(一)

1 B 晶体硅可用作半导体材料,常用于制作芯片。B 正确。

2 D H_2O 为共价化合物,电子式中不标电荷和中括号, A 错误; H_2 为非极性分子, B 错误; Cl^- 为 18 电子结构,含 3 个电子层, Na^+ 为 10 电子结构,含 2 个电子层,电子层结构不同, C 错误。

3 C 稀硫酸与大理石反应生成微溶的 CaSO_4 , 会覆盖在大理石表面,阻碍反应的发生,且本实验同时需要获得 $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 晶体,应选择稀盐酸与大理石反应, A 错误; CO_2 和 HCl 都可与饱和 Na_2CO_3 溶液反应,应选饱和 NaHCO_3 溶液除去 CO_2 中的 HCl , B 错误; $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 受热易失去结晶水,因此不能蒸干溶液,应蒸发至出现晶膜后,将 CaCl_2 的热饱和溶液冷却结晶析出 $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 晶体, D 错误。

4 A Mg^{2+} 、 F^- 为电子层结构相同的离子,核电荷数越大,离子半径越小,故 $r(\text{Mg}^{2+}) < r(\text{F}^-)$, A 正确;非金属性 $\text{O} > \text{C}$ 、 $\text{C} > \text{Si}$,故非金属性 $\text{O} > \text{Si}$, B 错误;金属越活泼,第一电离能越小, K 比 Al 活泼,故电离能 $I_1(\text{Al}) > I_1(\text{K})$, C 错误;金属性 $\text{K} > \text{Mg}$,故碱性 $\text{KOH} > \text{Mg}(\text{OH})_2$, D 错误。

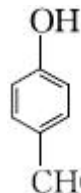
5 C Fe 位于元素周期表中第四周期Ⅷ族, A 错误;基态 Fe^{2+} 的电子排布式为 $[\text{Ar}]3\text{d}^6$,基态 Fe 的电子排布式为 $[\text{Ar}]3\text{d}^64\text{s}^2$, Fe^{2+} 转化为 Fe 得到的 2 个电子基态时填充在 4s 轨道上, B 错误;配合物中 Fe^{3+} 有空轨道, CN^- 提供孤电子对,形成配位键, C 正确;从晶胞图看,与 Fe^{2+} 距离相等的 S^{2-} 共有 6 个,位于其上、下、左、右、前和后位置, D 错误。

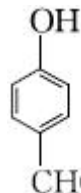
6 B Fe^{2+} 氧化 BH_4^- 中 -1 价 H, Fe^{2+} 被还原为 Fe, -1 价 H 生成 H_2 ,根据得失电子守恒配平离子方程式, A 正确; SO_2 与 H_2O 反应生成 H_2SO_3 , B 错误; Fe_3O_4 转化为 LiFe_3O_4 时,化合物中引入带正电的 Li^+ ,则原 Fe_3O_4 中带正电的 Fe 元素的化合价下降,即 Fe^{3+} 转化为 Fe^{2+} , C 正确;由电荷守恒知, D 正确。

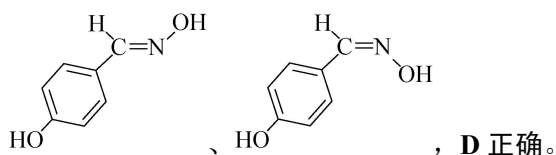
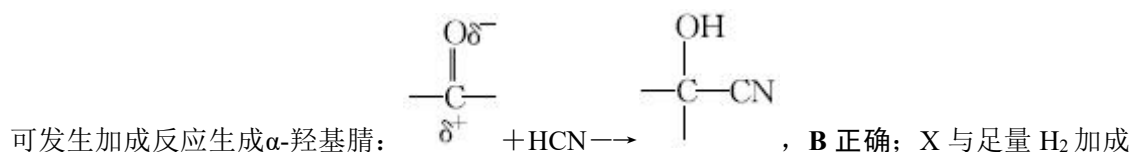
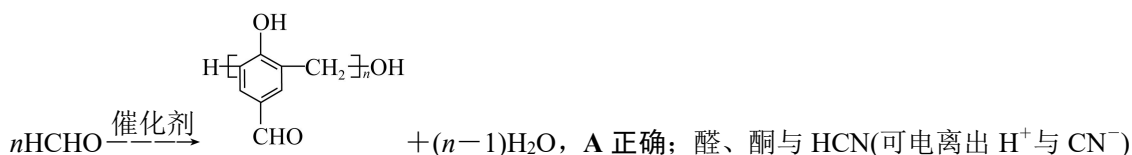
7 A Fe 与 O_2 反应放热,故可作暖贴, A 正确; Fe_2O_3 为红棕色粉末,故可作红色颜料, B 错误; FeCl_3 溶液氧化 Cu 时, FeCl_3 表现氧化性, C 错误; FeS 具有还原性,可与六价铬 $[\text{Cr}(\text{VI})]$ 发生氧化还原反应,从而除去六价铬 $[\text{Cr}(\text{VI})]$, D 错误。

8 D 放电时, $\text{Li} - \text{e}^- = \text{Li}^+$, Li^+ 从 b 电极向 a 电极迁移, A 错误;放电时, b 电极为负极, a 电极为正极,外电路电子流动的方向是 b 电极 \rightarrow a 电极, B 错误;放电时正极反应式为 $2\text{Li}^+ + \frac{x}{8}\text{S}_8 + 2\text{e}^- = \text{Li}_2\text{S}_x$, C 错误。

9 B 0.7 MPa、370 $^\circ\text{C}$ 时, H_2O 为气态, $c(\text{H}_2\text{O})$ 应列入平衡常数表达式的分子中, A 错误; O、S 带负电荷, WS_2 中的 W 带正电荷, O、S 均要吸附在带正电的 W 上,故图中 “ \bullet ” 代表 W 原子, C 错误;由图中过程Ⅲ可知, CH_3OH 断裂 C—O,故使用 CH_3OD 代替 CH_3OH ,不能生成 CH_3SD , D 错误。



10 C X 与 HCHO 发生缩聚反应的化学方程式为 n  +

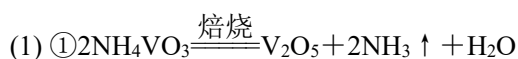


11 A 测定相同浓度的 CH_3COONa 和 NaCN 溶液的 pH, 根据两者水解显碱性, 越弱越水解推断出 CH_3COOH 和 HCN 的酸性强弱, **A 正确**; KMnO_4 将 H_2O_2 氧化为 O_2 , H_2O_2 表现还原性, **B 错误**; 实验中 AgNO_3 溶液为 3 mL, 滴入 2 滴相同浓度的 NaCl 溶液之后, AgNO_3 过量, 再继续滴入 KI , 肯定可观察到黄色沉淀, 不能说明 AgCl 沉淀转化为 AgI , **C 错误**; 乙酸乙酯会与 NaOH 溶液反应, **D 错误**。

12 C 电荷守恒式的左边缺少 $c(\text{H}^+)$, **A 错误**; NH_4HCO_3 溶液中, 存在质子守恒: $c(\text{OH}^-) + c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) + c(\text{CO}_3^{2-}) = c(\text{H}^+) + c(\text{H}_2\text{CO}_3)$, **B 错误**; NH_4HCO_3 和氨水的混合溶液中, $N(\text{N}) > N(\text{C})$, “沉锌”时消耗了一部分 C 元素, 由 N、C 原子守恒可知, “过滤”所得滤液中, $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) > c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{CO}_3^{2-})$, **C 正确**; 沉淀是 ZnCO_3 , 不是 $\text{Zn}(\text{OH})_2$, 则“过滤”所得滤液是 ZnCO_3 的饱和溶液, 溶液中 $c(\text{Zn}^{2+}) \cdot c^2(\text{OH}^-) < K_{\text{sp}}[\text{Zn}(\text{OH})_2]$, 则 $\frac{c(\text{CO}_3^{2-})}{c^2(\text{OH}^-)} = \frac{c(\text{CO}_3^{2-}) \cdot c(\text{Zn}^{2+})}{c^2(\text{OH}^-) \cdot c(\text{Zn}^{2+})} > \frac{K_{\text{sp}}(\text{ZnCO}_3)}{K_{\text{sp}}[\text{Zn}(\text{OH})_2]}$, **D 错误**。

13 D 平衡曲线与实测曲线不重合, 显然该测定实验体系未达到化学平衡状态, **A 正确**; 相同条件下, 压缩容器容积能加快 CO_2 的反应速率, CO_2 转化率的实验值增大, **B 正确**; 相同温度下, 不考虑其他副反应, 反应时间足够长, CH_3OH 选择性的实验值应等于平衡值, 但 CH_3OH 选择性的实验值大于平衡值, 说明反应 I 的速率大于反应 II, **C 正确**; $260 \sim 280^\circ\text{C}$ 内, CO_2 转化率平衡值随温度升高略增大, 但不明显, 而 CH_3OH 的平衡选择性降低幅度较大, CH_3OH 的量减少, 说明反应 I 正向进行程度减小, 反应 II 正向进行程度增大, 故随温度升高反应 II 平衡正向移动的程度大于反应 I 平衡逆向移动的程度, **D 错误**。

14 (除特殊标注外, 每空 2 分)

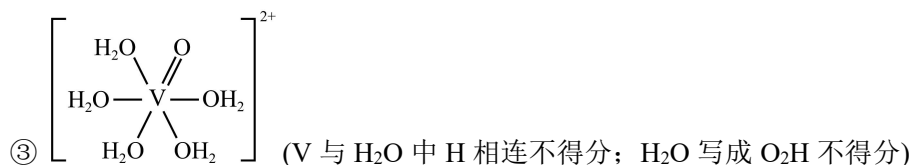


②与 VO_3^- 形成易溶于水的配合物, 促进 NH_4VO_3 的溶解

(2) ①催化剂活性下降, 反应速率减小; NH_3 与 O_2 发生反应生成 NO ② SO_2 会被 (V_2O_5) 催化氧化为 SO_3 , SO_3 与 NH_3 作用生成 NH_4HSO_4 或 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 覆盖(沉积)在催化剂的表面,

大大减小了催化剂和反应物的接触面积[或 SO_2 与 NH_3 作用生成 NH_4HSO_3 或 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$, 最终被氧化为 NH_4HSO_4 或 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 覆盖(沉积)在催化剂的表面, 大大减小了催化剂和反应物的接触面积](3 分)

(3) ①适当升温, 适当加快搅拌速率, 延长浸泡时间(写出一条即可) ② $\text{V}_2\text{O}_5 + \text{SO}_3^{2-} + 4\text{H}^+ = 2\text{VO}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$



解析: (1) ②由已知信息了解到 NH_4VO_3 难溶, 而草酸能与含钒粒子形成易溶于水的配合物, 为了促进 NH_4VO_3 溶解, 加入草酸。(2) ①反应温度高于 350°C 时反应未达到平衡状态, 故 NO 转化率下降可能是反应速率降低或发生副反应产生了 NO。(3) ②酸浸过程中, V_2O_5 转化成 VO^{2+} , 其中 V 元素从 +5 价降低为 +4 价, 投入的 Na_2SO_3 具有还原性, 作为还原剂, 被氧化为 Na_2SO_4 , 投入的 H_2SO_4 提供酸性环境且不引入杂质离子。③水溶液中 VO^{2+} 以 $[\text{VO}(\text{H}_2\text{O})_5]^{2+}$ 形式存在, 该配离子中心原子是 V, V 有空轨道, 配位原子是 H_2O 中的 O, O 有孤电子对, 配位数为 5。

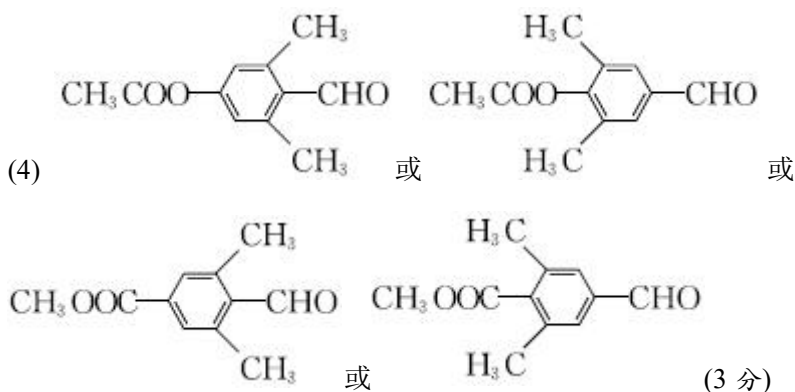
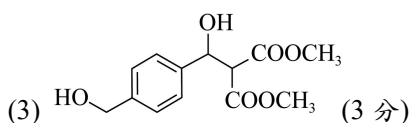
Plus 方法技巧

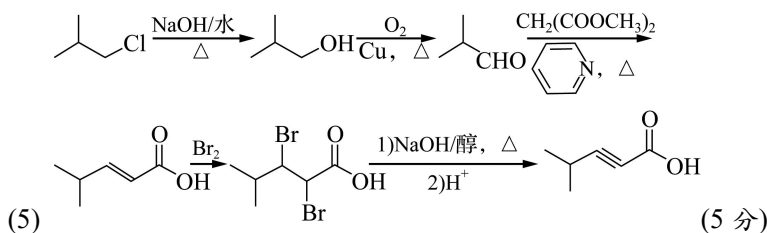
从 SO_2 性质的视角作答

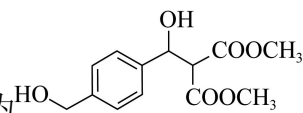

1. SO_2 是酸性氧化物, 可与碱性气体 NH_3 反应生成 NH_4HSO_3 或 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$, 最终被氧化为 NH_4HSO_4 或 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 。

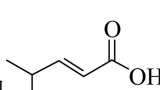
2. SO_2 会被 V_2O_5 催化氧化成 SO_3 , SO_3 是酸性氧化物, 与 NH_3 反应生成 NH_4HSO_4 或 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 。

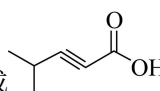
15 (1) 还原反应(2 分) (2) sp^2 、 sp^3 (2 分)





解析：(1) A→B 为醛基转化为—CH₂OH，增加 H 原子的反应为还原反应。(2) 苯环和醛基中的 C 采取 sp² 杂化，—CH₂—中的 C 采取 sp³ 杂化。(3) B 中醛基与 CH₂(COOCH₃)₂ 中 —CH₂—发生加成反应生成中间体 M 为 ，分子式为 C₁₃H₁₆O₆。(4) 能水解，说明含有酯基。能发生银镜反应，说明含有醛基，并且与苯环相连，酯基与醛基位于苯环的对位。还多余 3 个饱和碳原子，可以将 2 个碳原子作为甲基放在苯环对称位置上，多余 1 个碳原子与酯基组合为 CH₃COO—或 CH₃OOC—。(5) 原料丙二酸二甲酯[CH₂(COOCH₃)₂]与流程中 B→C 的试剂相同，即与醛基反应；原料 Cl 可以先水解生成羟基，再用 O₂

氧化生成醛基。模仿 B→C，得 。碳碳双键先与 Br₂ 加成，再发生消去反应生

成 ，具体合成路线流程图见答案。

16 (除特殊标注外，每空 2 分)

(1) ①使用饱和食盐水代替水；减缓分液漏斗中液体的滴加速率 ②除去 H₂S 气体

(2) ① C₂H₂ + 2Ag(NH₃)₂OH + 2H₂O = Ag₂C₂↓ + 4NH₃·H₂O

②向滤液中加入 2%氨水至产生的沉淀溶解，向所得溶液中通入 C₂H₂ 至不再有沉淀生成，过滤，用去离子水洗涤滤渣 2~3 次，常温风干(3 分)

(3) 锥形瓶内液体出现红色，且半分钟内不褪色

解：每 20.00 mL 溶液中，

$$n(\text{Ag}^+) = n(\text{SCN}^-) = 0.0500 \text{ mol/L} \times 16.00 \times 10^{-3} \text{ L} = 8.000 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$$1.260 \text{ g 样品中含 } n(\text{Ag}^+) = 8.000 \times 10^{-4} \text{ mol} \times \frac{200 \text{ mL}}{20.00 \text{ mL}} = 8.000 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\frac{1.260 \text{ g}}{(240 + 170n) \text{ g/mol}} \times (2 + n) = 8.000 \times 10^{-3} \text{ mol}, n = 6$$

$$\text{或 } \frac{(2 + n) \times 108 \text{ g/mol}}{(240 + 170n) \text{ g/mol}} = \frac{8.000 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 108 \text{ g/mol}}{1.260 \text{ g}}, n = 6 (4 \text{ 分})$$

解析：(1) ②CuSO₄ 溶液与 H₂S 反应生成 CuS 沉淀和 H₂SO₄，故可用 CuSO₄ 溶液除去 H₂S。

(2) ②向 Ag(NH₃)₂OH 溶液中通入乙炔可得到乙炔银沉淀，向 AgNO₃ 溶液中通入乙炔可制得酸性乙炔银，欲得到乙炔银沉淀，需要先向 AgNO₃ 溶液中加入 2%氨水至产生的沉淀溶解，得到 Ag(NH₃)₂OH 溶液，再向所得溶液中通入 C₂H₂，具体实验方案见答案。(3) 刚开始滴定时，SCN⁻ 先与 Ag⁺ 反应，达到滴定终点时，Fe³⁺ 与 SCN⁻ 反应，溶液显红色，故加入最后半

滴标准液，锥形瓶内液体出现红色，且半分钟内不褪色。

17 (除特殊标注外，每空 2 分)

(1) $\Delta H_3 - \Delta H_2$ 或 $\Delta H_1 + \Delta H_3 - \Delta H_4$

(2) ①升高温度，化学反应速率加快；催化剂活性增强；发生副反应Ⅲ(3 分) ② R 随温度升高而减小 ③1.8 设初始投料时， CH_4 的物质的量为 1 mol， CO_2 的物质的量为 3 mol，

由图可知，1 000 °C 时， CH_4 的转化率为 100%， CO_2 的转化率为 60%，所以 $R = \frac{\Delta n(\text{CO}_2)}{\Delta n(\text{CH}_4)} =$

$$\frac{3 \text{ mol} \times 60\%}{1 \text{ mol}} = 1.8$$

(3) Pt-Ni 合金(1 分) Pt-Ni 合金作催化剂时，反应历程中基元反应的活化能都较小，化学反应速率更快

(4) ① CH_xO 、 OH ② $\text{Ni-C} + \text{O}^* \longrightarrow \text{Ni} + \text{CO}$

解析：(1) 根据盖斯定律计算。(2) ①首先要明确该实验测得数据时的反应均未达到平衡状态，故 CH_4 的转化率在 800 °C 时远大于 400 °C 时的原因是 800 °C 时， CH_4 的平均反应速率更大，具体原因可能是 800 °C 时温度高，促进活化分子有效碰撞、催化剂活性增强、发生副反应Ⅲ。②由图甲可知，温度低于 600 °C 时，随温度升高 CH_4 的转化率增幅比 CO_2 的大，故此温度范围内 R 值减小。(3) 化学反应的决速步骤是基元反应活化能最高的一步。由图乙知，Pt-Ni 作催化剂时，基元反应活化能普遍偏低，反应速率较快。(4) ①由图丙可知，路径①中生成的不同于路径②的中间产物有 CH_xO 、 OH 。②由图丙中转化关系知，积碳的形式为 Ni-C，减少积碳的反应就是 Ni-C 转化为 CO 的过程，结合题目信息“可流动 O^* 能有效减少催化剂的积碳生成”，即可写出 $\text{Ni-C} + \text{O}^* \longrightarrow \text{Ni} + \text{CO}$ 。

24 江苏模拟整合卷(二)

1 A 石墨烯可用于制备功能性半导体,利用了石墨烯的导电性, A 正确。

2 B 中子数为 17 的硫原子为 ${}^{34}_{16}\text{S}$, A 错误; S_8 固态时为分子晶体, C 错误; H_2 分子中含有 s-s σ 键, D 错误。

3 C

4 B 最外层电子数相同时,电子层数越多,半径越大,故原子半径 $\text{S} > \text{O}$, A 错误;同周期主族元素从左到右,元素的第一电离能总体呈增大趋势,但 II A、V A 族元素的第一电离能大于同周期相邻元素,同主族元素从上到下,元素的第一电离能逐渐减小,故第一电离能 $I_1(\text{N}) > I_1(\text{O}) > I_1(\text{S})$, B 正确; H_2O 、 NH_3 均存在分子间氢键, H_2S 的沸点最低,常温下,水为液体, NH_3 为气体,故沸点 $\text{H}_2\text{O} > \text{NH}_3 > \text{H}_2\text{S}$, C 错误;同周期主族元素从左到右,元素的电负性逐渐增大,故 $\chi(\text{N}) < \chi(\text{O})$, D 错误。

5 A 同素异形体的研究对象是单质, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 与 NH_4CNO 是化合物,二者互为同分异构体, A 错误。

6 B 侯氏制碱法中, NaHCO_3 是沉淀, A 错误;催化剂能降低反应的活化能,不影响反应的焓变, C 错误;载人飞船中常用 LiOH 固体吸收 CO_2 而不用 KOH 固体,原因是 Li 的相对原子质量比 K 小,相同质量时, LiOH 固体吸收的 CO_2 更多,实际上碱性 $\text{KOH} > \text{LiOH}$, D 错误。

7 D $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 中含有 N 元素,可用作化肥,与其受热易分解无关, A 错误; CH_4 具有还原性,可作为燃料电池的燃料,与其性质稳定无关, B 错误;变性属于化学变化,氢键主要影响物质的物理性质,故医用酒精能使蛋白质变性,与氢键无关, C 错误。

8 D HCOOH 分子中既含羧基也含醛基,可以继续被氧化为 CO_2 ,故其既有酸性,又有还原性, A 正确;反应物和生成物都是气体,均应列入平衡常数表达式中, B 正确;由化学方程式: $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{HCOOH}(\text{g})$ 知,每消耗 1 mol H_2 ,转移 2 mol 电子, C 正确;在反应器出口处检测到大量 CO ,其选择性高达 90%,说明与反应①相比,反应②的速率较慢,反应②的活化能较大, D 错误。

Plus 规律总结

活化能大小对反应速率的影响

一般情况下,物质具有的能量越低,该物质越稳定。若化学反应分为多个基元反应,一般来说,活化能越大,基元反应的反应速率越小,反之,反应速率越大。多步反应中,整个反应的总反应速率由慢反应决定。

9 D a 极区 “ $\text{CN}^- \rightarrow \text{N}_2 + \text{CO}_3^{2-}$ ”,化合价升高,应失去电子, A 错误; b 极为正极,电极反应式为 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2 \uparrow$, $c(\text{H}^+)$ 减小,右室溶液的 pH 增大, B 错误;由“淡化海水”知,中间室中的 “ Na^+ 、 Cl^- ” 需要进行迁移,由原电池中 “阳离子移向正极,阴离子移向负极” 知,交换膜 I 为阴离子交换膜,交换膜 II 为阳离子交换膜, C 错误; 26 g CN^- 的物质的量为 1 mol,消耗 1 mol CN^- 时转移 5 mol 电子,根据电荷守恒可知,可同时处理 5 mol NaCl ,

其质量为 292.5 g, **D** 正确。

10 **D** 只有酚羟基邻、对位 C 原子上的 H 原子才能与 Br₂ 发生取代反应, 故 1 mol X 与溴水反应, 最多消耗 2 mol Br₂, **A** 正确; 1 mol 酚酯基能消耗 2 mol NaOH, Y 分子中含有 1 个酚酯基、1 个酯基, 故 1 mol Y 水解, 最多能消耗 3 mol NaOH, **B** 正确; 由苯分子和共轭结构中所有原子共平面知, Z 分子中所有碳原子均处于同一平面上, **C** 正确; X 分子中含有的酚羟基和 Z 分子中含有的碳碳双键均能使 KMnO₄ 溶液褪色, 故不能用 KMnO₄ 溶液检验产品 Z 中是否含有 X, **D** 错误。

11 **D** 观察 K 元素的焰色时, 需要透过蓝色的钴玻璃, **A** 错误; 无论 HC₂O₄⁻ 是否有还原性, 滴加氯水, 再滴加 AgNO₃ 溶液, 均会有白色沉淀产生, **B** 错误; KHC₂O₄ 溶液显酸性, HC₂O₄⁻ 以电离为主, 水解很微弱, 滴加 2~3 滴酚酞溶液, 溶液颜色不会变化, **C** 错误。

12 **A** “除锌”方程式为 $\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + \text{MnS}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + \text{ZnS}(\text{s})$, $K = \frac{c(\text{Mn}^{2+})}{c(\text{Zn}^{2+})} = \frac{K_{\text{sp}}(\text{MnS})}{K_{\text{sp}}(\text{ZnS})} = \frac{2 \times 10^{-10}}{2 \times 10^{-24}} = 10^{14} > 10^5$, 说明该反应比较彻底, 留在溶液中的 $c(\text{Zn}^{2+}) < 10^{-5} \text{ mol/L}$, **A** 正确;

NH₄HCO₃ 溶液中的质子守恒式为 $c(\text{H}^+) + c(\text{H}_2\text{CO}_3) = c(\text{OH}^-) + c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})$, **B** 错误; 氨水 NH₄HCO₃ 溶液中的电荷守恒式为 $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}^+) = 2c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{OH}^-)$, 由 $K_b(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 2 \times 10^{-5}$, $K_{a1}(\text{H}_2\text{CO}_3) = 4 \times 10^{-7}$ 知, HCO₃⁻ 的水解程度大于 NH₄⁺ 的水解程度, NH₄HCO₃ 溶液显碱性, 则氨水-NH₄HCO₃ 溶液一定显碱性, $c(\text{H}^+) < c(\text{OH}^-)$, 则 $c(\text{NH}_4^+) > 2c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{HCO}_3^-)$, **C** 错误; 若“沉锰”时恰好完全反应, 则滤液中 $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 2c(\text{SO}_4^{2-})$, 但“沉锰”后的滤液中, 氨水-NH₄HCO₃ 是过量的, 则溶液中 $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) > 2c(\text{SO}_4^{2-})$, **D** 错误。

13 **C** 由图中虚线(平衡转化率)可知, 随着温度的升高, NO 的转化率降低, 即升高温度, 平衡逆向移动, 故正反应为放热反应, **A** 错误; 加入催化剂后反应速率加快, 相同时间内 NO 的转化率增大, 由图可知, 曲线 a 所示转化率为没有加催化剂的情况, **B** 错误; 反应速率减慢, 转化率会减小, 由图像看出, b 曲线上的 M、N 点都未达到平衡, NO 转化率随温度升高而减小, 原因可能是随着温度的升高, 催化剂的活性降低, 反应速率减慢, **C** 正确; 其他条件不变, 增大气体中 $c(\text{O}_2)$, 达到平衡时, NO 的平衡转化率应该比原平衡要大, **D** 错误。

14 (除特殊标注外, 每空 2 分)

(1) ①[Ar]3d¹⁰4s²4p¹ ②避免 Na₂S 在强酸性条件下产生有毒气体 H₂S[或避免产生 H₂S 使溶液中 $c(\text{S}^{2-})$ 减小] ③[Ga(OH)₄]⁻ + 3e⁻ = Ga + 4OH⁻ 溶液中[Ga(OH)₄]⁻ 浓度增大使电流效率趋向于增大; 溶液中 $c(\text{H}^+)$ 增大, 阴极发生产生 H₂ 的反应使电流效率趋向于减小。15 h 后, 后者为影响电流效率的主要因素(3 分)

(2) ①CH₄ ②4

③根据得失电子守恒和质量守恒可建立反应关系如下:

GaN ~ NH₃ ~ NH₃·H₃BO₃ ~ HCl

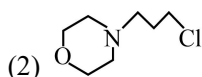
$n(\text{GaN}) = n(\text{HCl}) = 0.1000 \text{ mol/L} \times 23.80 \times 10^{-3} \text{ L} = 2.380 \times 10^{-3} \text{ mol}$ (1 分)

GaN 样品的纯度 = $\frac{2.380 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 84 \text{ g/mol}}{0.2000 \text{ g}} \times 100\% = 99.96\%$ (1 分)

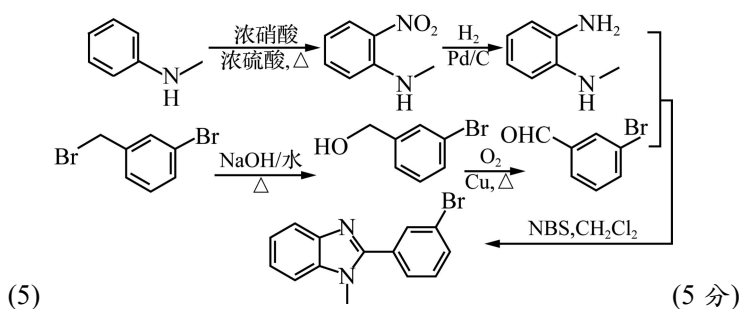
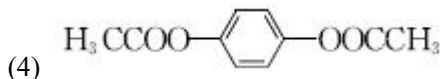
解析：(1) ②由于溶液显酸性，故加入 NaOH 溶液调节 pH，可以避免 Na₂S 在强酸性条件下产生有毒气体 H₂S，同时在酸性条件，加入的 Na₂S 因产生 H₂S 使溶液中 $c(S^{2-})$ 减小而导致沉淀 Zn²⁺、Cu²⁺ 效果差。③电解液显碱性，故在阴极上 [Ga(OH)₄]⁻ 得电子生成金属 Ga 的同时得到 OH⁻，电极反应式为 [Ga(OH)₄]⁻ + 3e⁻ = Ga + 4OH⁻；阴极上产生少量气体的原因是 H₂O 中的 H⁺ 在电极上得电子生成 H₂：2H₂O + 2e⁻ = H₂↑ + 2OH⁻，由图可知，溶液中 [Ga(OH)₄]⁻ 浓度逐渐增大，生成 Ga 转移的电子数增大，使电流效率趋向于增大；阳极为粗镓，阳极反应式为 Ga - 3e⁻ + 4OH⁻ = [Ga(OH)₄]⁻，由关系式：2Ga ~ 6e⁻ ~ 8OH⁻、3H₂ ~ 6e⁻ ~ 6OH⁻ 知，生成的 OH⁻ 没有消耗的 OH⁻ 多，即析氢副反应导致溶液中 $c(OH^-)$ 减小， $c(H^+)$ 会增大；当溶液中 $c(H^+)$ 增大时，H⁺ 在阴极上得电子生成 H₂，生成 H₂ 转移的电子数增大，使电流效率趋向于减小，15 h 后，后者为影响电流效率的主要因素，从而导致总电流效率降低。(2) ①由 NH₃ 与 Ga(CH₃)₃ 发生反应制得 GaN，根据原子守恒可知，另一种有机产物为 CH₄。②原子半径 Ga > N，白球代表 Ga，由图丙可知，晶体中距离 Ga 最近且相等的 N 的数目为 4。

15 (除特殊标注外，每空 2 分)

(1) ①a(1 分) b(1 分) ②促进 NO₂⁺ 的生成、吸收生成的水(提供 H⁺、避免 HNO₃ 浓度降低、促使平衡正向移动生成更多 NO₂⁺)



(3) (C₂H₅)₃N 具有孤电子对，能结合 H⁺，使平衡正向移动[或(C₂H₅)₃N 具有碱性，能消耗 HBr，使平衡正向移动]



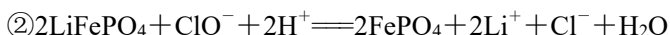
解析：(1) ①由 A、B 的结构看出，A 生成 B 的反应包含了酯的水解以及苯环上的硝化反应，故先加入浓硝酸、浓硫酸发生硝化反应，再加入 KOH 溶液使酯基水解为酚钾结构，最后加入盐酸将酚钾结构转变为酚羟基。②由硝化反应的机理可看出，加入浓硫酸后使得平衡正向移动，促进 NO₂⁺ 的生成，同时浓硫酸具有吸水性，可以吸收生成的水，避免 HNO₃ 浓度降低，使得平衡进一步正向移动。(4) 根据条件①可知，该同分异构体中含有酚酯基，根据条件②中水解产物的核磁共振氢谱有 2 组峰可知，水解产物之一为乙酸(CH₃COOH)，结合 A 的结构简式可写出符合要求的同分异构体的结构简式为 。(5) 参照 D→E，可合成含氮杂环，合成含氮杂环之前，需要引入醛基和氨基，具体合成路线流程图见答案。

有机合成路线的设计基本思路

有机合成路线的设计基本上是碳架的合成(碳链的增长或缩短)、官能团的合成,在设计合成路线时要充分模仿题目中流程图中的成环和官能团变化,针对合成产物及所给原料,不要自编官能团的合成方法,要看哪些与题干中流程图上相似,逐步击破,达到合成目的。

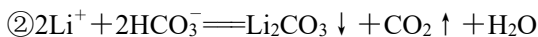
16 (除特殊标注外, 每空 2 分)

(1) ①a



③过量的盐酸溶解 FePO_4 , Fe 元素也随 Li 元素一起浸出, 导致产品纯度下降; 产生 Cl_2 , 污染环境; 后阶段消耗更多的 Na_2CO_3 , 增加试剂成本(3 分)

(2) ①不稳定(1 分)

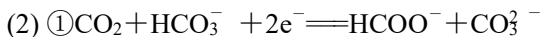


(3) 调节溶液 pH 略大于 10.9, (过滤,)边搅拌边向滤液中缓慢加入饱和 Na_2SO_4 溶液至沉淀不再增加, 过滤, 用蒸馏水洗涤固体 2~3 次, 将洗涤滤液与滤液合并, 加热溶液并保持 100°C , 边搅拌边添加 Na_2CO_3 固体至沉淀不再增加, 趁热过滤(5 分)

解析: (1) ① Fe^{3+} 在碱性溶液中会转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$, 生成 FePO_4 沉淀时应维持酸性环境, 防止引入 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 杂质, 在体系中应先加入盐酸, 故应先打开分液漏斗 a。②在酸性条件下, LiFePO_4 中的 Fe(II)被 ClO^- (自身被还原为 Cl^-) 氧化为 FePO_4 中的 Fe(III), 根据得失电子守恒、电荷守恒以及原子守恒可写出反应的离子方程式。③盐酸能溶解 FePO_4 , 从而使得 Fe 元素也随 Li 元素一起浸出, 导致产品纯度下降; 同时过量的盐酸与 NaClO 反应产生 Cl_2 , 污染环境; 后阶段中加入的 Na_2CO_3 也能与盐酸反应, 使得 Na_2CO_3 消耗增多, 从而增加了试剂成本。(2) 由题干处的描述可知, 两种溶液混合后, 溶液变浑浊, 是因为生成了 Li_2CO_3 沉淀, 冒出的气泡为 CO_2 , 反应的离子方程式为 $2\text{Li}^+ + 2\text{HCO}_3^- = \text{Li}_2\text{CO}_3 \downarrow + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, 由此可见在该实验条件下 LiHCO_3 不稳定。

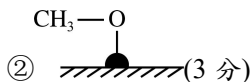
17 (除特殊标注外, 每空 2 分)

(1) ①+247.3 kJ/mol(3 分) ②ab



②阳极产生 O_2 , pH 减小, HCO_3^- 浓度降低; K^+ 部分迁移至阴极区(3 分)

(3) ①CO 脱除较难, 占据催化剂表面, 使催化剂表面活性点位减少(3 分)



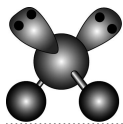
解析: (1) ①根据盖斯定律, 反应的 $\Delta H = \text{CH}_4$ 的燃烧热 - 2 倍的 CO 的燃烧热 - 2 倍的 H_2 的燃烧热 $= -890.3 - (-285.8) \times 2 - (-283) \times 2$ (kJ/mol) $= +247.3$ (kJ/mol)。②加入少量炭粉, C 与 CO_2 反应生成 CO, 会导致 CO_2 与 CH_4 的反应逆向移动, CH_4 的转化率减小, c 错误。(2) ①注意用 HCO_3^- 平衡电荷。②阳极反应式为 $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$, H^+ 与 HCO_3^- 反应, HCO_3^- 浓度减小, K^+ 通过阳离子交换膜进入阴极区, 故阳极区中 KHCO_3 浓度减小。(3)

②X 和 Y 的组成相同，由原子和电荷守恒推知， $Y + H^+ + e^- = CH_3OH$ ，则 Y 为 CH_3O^- ，催化剂载体中的活性金属带正电性，Y 与活性金属结合后的相对能量低于 X，则 Y 中化学键稳定，应该是带负电的 O 与带正电的活性金属相连，Y 的结构简式见答案。

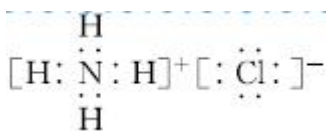
25 江苏模拟整合卷(三)

1 A 硅酸盐材料包括：陶瓷、玻璃、水泥。青花碗由陶瓷制成，陶瓷属于硅酸盐，故选 A。

2 D 基态 Cl 原子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ ，A 错误； H_2O 的 VSEPR 模型为



，为四面体形， H_2O 分子空间结构为 V 形，B 错误； NH_4Cl 的电子式为



，C 错误。

3 D 试管中的固体应该是 NH_4Cl 和 $Ca(OH)_2$ 的固体混合物，A 错误； NH_3 是碱性气体，不能用酸性干燥剂(如浓硫酸)干燥，B 错误； NH_3 的密度比空气小，用向下排空气法收集，应从长导管通入 NH_3 ，C 错误。

4 B 同周期主族元素从左到右，电负性依次增大，电负性 $\chi(N) < \chi(O)$ ，A 错误；原子半径 $Al > B$ 、 $B > N$ ，故原子半径 $Al > N$ ，B 正确；同主族元素从上到下，第一电离能逐渐减小，故第一电离能 $I_1(S) < I_1(O)$ ，C 错误；非金属性 $O > S$ ，热稳定性 $H_2S(g) < H_2O(g)$ ，D 错误。

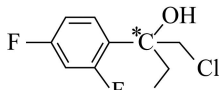
5 D 由硼的硬度与金刚石相近推出硼是共价晶体，A 正确； BH_4^- 中 B 原子采用 sp^3 杂化，分子空间结构为正四面体形，不含孤电子对，故键角为 109.5° ，B 正确；B 的最外层有 3 个电子，故 H_3NBH_3 存在配位键，C 正确；超导材料 X 中 Mg 个数： $12 \times \frac{1}{6} + 2 \times \frac{1}{2} = 3$ ，B 个数：6，故化学式为 MgB_2 ，D 错误。

6 C H_3BO_3 是弱酸，故 BF_3 水解的离子方程式为 $4BF_3 + 3H_2O \rightleftharpoons 3BF_4^- + H_3BO_3 + 3H^+$ ，C 错误。

7 D 切削工具要求硬度大，A 不符合题意；低温下零电阻，可用作超导材料，B 不符合题意；氢硼烷水解后释放出氢气，可作储氢材料，C 不符合题意； $NaBH_4$ 具有还原性，将醛、酮还原为醇，D 符合题意。

8 D $ClO^- \rightarrow ClO_2$ ，Cl 元素的化合价由 +1 升高到 +4，失电子被氧化，需要加入氧化剂， SO_2 通常作还原剂，不能将 ClO^- 氧化为 ClO_2 ，D 符合题意。

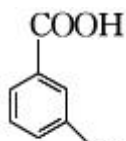
9 C X 分子中含有羰基，能与 CH_3CH_2MgBr 发生加成反应，A 正确；Y 分子中存在 1



个手性碳原子(标“*”碳原子为手性碳原子)：，则 Y 分子存在对映异构(或手性异构)现象，B 正确；Z 分子中含有采取 sp^3 杂化的碳原子，不可能所有原子位于同一平面上，C 错误；Z 分子中含有碳碳双键，能使 Br_2 的 CCl_4 溶液褪色，而 Y 不能使 Br_2 的 CCl_4 溶液褪色，则可用 Br_2 的 CCl_4 鉴别 Y、Z，D 正确。

10 C 电解池中， H^+ 移向 a 极，则 a 极为阴极， Ti^{4+} 得电子被还原为 Ti^{3+} ， Ti^{3+} 是还原产物，不能将 $-CH_3$ 氧化为 $-COOH$ ，但可以将 $-NO_2$ 还原为 $-NH_2$ ，A 错误，C 正确；b 极为阳极，阳极区的 Cr^{3+} 应该失电子发生氧化反应，B 错误；“转化 I”中， $-CH_3$ 被氧化为

—COOH, 仅探讨这 2 个基团, C 元素由 -3 价升高为 +3 价, 化合价升高 6, 故 “转化 I”



生成 1 mol NO_2 , 理论上电路中通过 6 mol e^- , **D 错误**。

Plus 方法技巧

有机反应常见元素化合价的判断及配平方法

有机物参与的氧化还原反应, 通常规定有机物中, H 为 +1 价、O 为 -2 价, 并以此确定 C 的平均化合价。再根据还原剂化合价升高总数与氧化剂化合价降低总数相等原则, 结合观察法配平。

11 D 由于 FeCl_3 与 CuSO_4 的阴离子不同, 故不能比较阳离子 Fe^{3+} 与 Cu^{2+} 的催化效率高低, **A 错误**; 由于 FeCl_3 过量, 故不能判断 $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$ 是否为可逆反应, **B 错误**; 氯化铁与苯酚发生的是络合反应, 不是氧化还原反应, **C 错误**。

12 D Na_2CO_3 溶液中存在质子守恒: $c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+) + c(\text{HCO}_3^-) + 2c(\text{H}_2\text{CO}_3) > c(\text{H}^+) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{H}_2\text{CO}_3)$, **A 错误**; 浓度商 $Q = \frac{c(\text{SO}_4^{2-})}{c(\text{CO}_3^{2-})}$, 反应正向进行, 需满足 $Q < K$, 平衡时, $K = \frac{c(\text{SO}_4^{2-})}{c(\text{CO}_3^{2-})} = \frac{K_{\text{sp}}(\text{PbSO}_4)}{K_{\text{sp}}(\text{PbCO}_3)} = \frac{1.6 \times 10^{-8}}{7.4 \times 10^{-14}} = \frac{8}{37} \times 10^6$, 即 $\frac{c(\text{SO}_4^{2-})}{c(\text{CO}_3^{2-})} < \frac{8}{37} \times 10^6$ 时, 反应可正向进行, **B 错误**; “脱硫”后上层清液中含有 Na_2SO_4 、 Na_2CO_3 , 电荷守恒式中的离子不全, **C 错误**; PbCO_3 悬浊液中存在: $\text{PbCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$, HNO_3 电离的 H^+ 和 CO_3^{2-} 反应, 沉淀溶解平衡正向移动, $c(\text{Pb}^{2+}) \cdot c(\text{CO}_3^{2-}) = K_{\text{sp}}(\text{PbCO}_3)$, $c(\text{Pb}^{2+})$ 逐渐增大, 则 $c(\text{CO}_3^{2-})$ 逐渐减小, **D 正确**。

13 D 三个反应是连续反应, 并且是吸热反应, 随着温度升高, 正向进行程度均增大, 由 CO_2 的平衡选择性的数值和曲线走势推知, 低温下反应 III 基本不发生, 高温下反应 III 进行幅度逐渐增大, CO_2 的实际选择性和 CO_2 的平衡选择性均随着温度的升高而减小, 故曲线 a 为 CH_3OCH_3 实际转化率, 曲线 b 为 CO_2 的实际选择性, **A 正确**; 200 $^\circ\text{C}$ 时, CO_2 的实际选择性接近 100%, 说明反应 III 进行程度很小, 则反应 II 的速率大于反应 III 的速率, **B 正确**; 增加 $\frac{n_{\text{起始}}(\text{H}_2\text{O})}{n_{\text{起始}}(\text{CH}_3\text{OCH}_3)}$ 的量, 可使反应 I、II 正向进行的程度增大, 使反应 III 正向进行的程度减小, 故能提高 H_2 的产率, **C 正确**; 反应 III 是反应 II 的连续反应, 增大压强, 不利于反应 II 的正向进行, 反应 III 的反应物浓度减小, 则 CO 的平衡产量会减小, **D 错误**。

14 (除特殊标注外, 每空 2 分)

(1) ①搅拌、延长反应时间(或其他合理答案) ②5~8

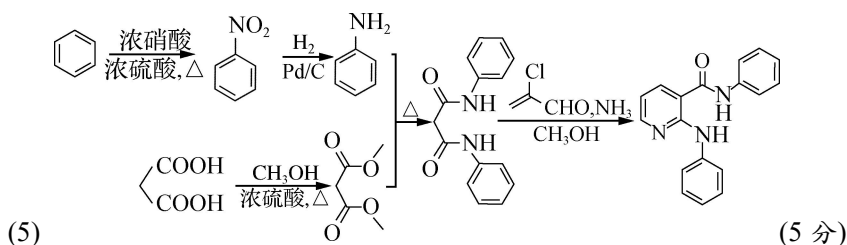
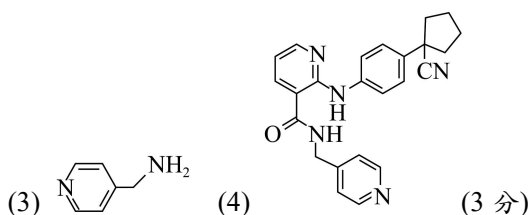
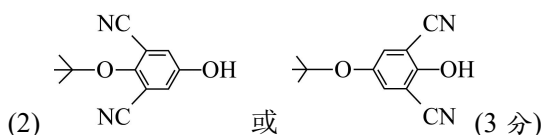
③ $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 SiO_2

(2) ① 3d^5 正四面体形(1 分) ② $3\text{Mn}^{2+} + 2\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{120^\circ\text{C}} 5\text{MnO}_2 \downarrow + 4\text{H}^+$ (3 分) 4

解析: (1) ②由表可知 $K_{sp}[\text{Fe}(\text{OH})_3] < K_{sp}[\text{Al}(\text{OH})_3]$, 即当 Al^{3+} 完全沉淀时 Fe^{3+} 已经完全沉淀。欲使溶液中的 Al^{3+} 、 Fe^{3+} 沉淀完全, 只要让 $c(\text{Al}^{3+}) < 1 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$, $K_{sp}[\text{Al}(\text{OH})_3] = c(\text{Al}^{3+}) \cdot c^3(\text{OH}^-)$, 应该控制溶液中 $c(\text{OH}^-) > \sqrt[3]{\frac{1 \times 10^{-33}}{1 \times 10^{-6}}} \text{ mol/L} = 10^{-9} \text{ mol/L}$, 则有 $\text{pOH} < 9$, $\text{pH} > 5$; Mn^{2+} 开始沉淀时, $c(\text{OH}^-) = \sqrt{\frac{1 \times 10^{-13}}{0.1}} \text{ mol/L} = 10^{-6} \text{ mol/L}$, $\text{pOH} > 6$, $\text{pH} < 8$, 故调节溶液的 pH 范围为 $5 \sim 8$ 。(2) ②根据题意先写出 $\text{Mn}^{2+} + \text{MnO}_4^- \xrightarrow{120^\circ\text{C}} \text{MnO}_2 \downarrow$, 根据得失电子守恒写出 $3\text{Mn}^{2+} + 2\text{MnO}_4^- \xrightarrow{120^\circ\text{C}} 5\text{MnO}_2 \downarrow$, O 不够 H_2O 来凑, 最后根据电荷守恒配平。

15 (除特殊标注外, 每空 2 分)

(1) 3



解析: (2) C 的不饱和度为 8, 能与 FeCl_3 溶液发生显色反应, 说明含有酚羟基, 苯环上只连有 1 个酚羟基时, 共有 4 种化学环境不同的 H 原子; 核磁共振氢谱图中有 3 个峰, 即分子中共有 3 种化学环境不同的 H 原子, 说明分子高度对称, 可用 2 个 $-\text{CN}$ 放在苯环的对称位置上减去 1 种氢原子, 共用去 8 个不饱和度, 4 个饱和 C 原子和 1 个 O 原子组成的原子团中只有 1 种氢原子, 可考虑 $-\text{OC}(\text{CH}_3)_3$ 结构, 据此可写出符合条件的 C 的同分异构体的结构简式。(5) 先将羧酸转化为酯、逐步在苯环上引入 $-\text{NH}_2$, 再参照流程图中 $\text{D} \rightarrow \text{E} \rightarrow \text{G} \rightarrow \text{H}$ 可合成目标产物, 具体合成路线流程图见答案。

16 (除特殊标注外, 每空 2 分)

(1) 继续滴加盐酸, 酸浸液中无气泡产生(1 分)

(2) $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 SiO_2 抽滤比普通过滤速度更快, 同时通入热水保温可防止 CaCl_2 晶体析出

(3) $\text{Ca}^{2+} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{冰水浴}} \text{CaO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O} \downarrow + 2\text{NH}_4^+$ (3 分) 氨水与反应生成

的 HCl 中和,使 H^+ 浓度降低以及放出热量,均促进反应向生成 CaO_2 的方向进行

(4) AC

(5) 在搅拌下,向 NH_4Cl 溶液中分批加入电石渣,置于冰水浴中反应一段时间后,过滤;在冰水浴中,边搅拌边向 H_2O_2 溶液中缓慢滴加所得滤液,待有大量晶体生成,过滤,用少量冰水洗涤 2~3 次,干燥(4 分)

解析: (4) 滴定时,眼睛应该观察锥形瓶内溶液颜色的变化,不用观察滴定管中溶液体积的变化, A 错误; 滴定前滴定管尖嘴内有气泡,滴定后尖嘴内无气泡,则消耗标准酸性 KMnO_4 溶液的体积偏大,会导致测定的 CaO_2 的量偏大, C 错误。(5) 由(3) 的题干知, $\text{CaCl}_2 \rightarrow \text{CaO}_2$ 的转化需在冰水浴中进行,加入氨水有利于 CaO_2 生成,而低温下 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 分解和挥发速率减慢,故应在冰水浴中用 NH_4Cl 溶液将 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 转化为 CaCl_2 溶液(含 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$),过滤除去 SiO_2 ,由于碱性条件下 H_2O_2 不稳定,故在冰水浴中,应将滤液(碱性)缓慢加入 H_2O_2 溶液中,待有大量晶体生成,过滤,用少量冰水洗涤 2~3 次,干燥。

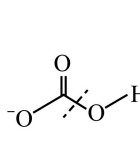
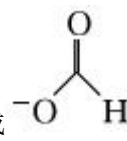
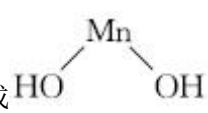
17 (除特殊标注外, 每空 2 分)

(1) ① -247.1 ② 反应 I 的 $\Delta H_1 < 0$, 反应 II 的 $\Delta H_2 > 0$, 温度升高, 反应 I 正向进行程度减小, 使 CO_2 平衡转化率减小, 反应 II 正向进行程度增大, 使 CO_2 平衡转化率增大, 600 °C 之后, 反应 II 的 CO_2 转化率增大的幅度大于反应 I 的 CO_2 转化率减小的幅度(3 分)

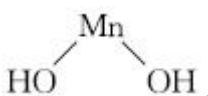
(2) ① 中间体 Q 中与 Mn 相连的 H 带负电, 该 H 与 HCO_3^- 中带正电的碳原子结合形成 C—H, HCO_3^- 中 C—O 单键断裂生成 HCOO^- (3 分) ② 锰与水反应生成 MnO 是 CO_2 产甲酸反应的催化剂

(3) ① 2.8 mol ② $\text{CO}_2 + 6\text{e}^- + 6\text{H}^+ = \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$ ③ pH 过低, $c(\text{H}^+)$ 增大, H^+ 在阴极表面得电子生成 H_2 增多, CO_2 被还原为有机物的比例减小, 有机物产率降低

解析: (1) ① 依据盖斯定律, 反应 I - 反应 II $\times 2$ 得, $\Delta H = (-164.7 - 41.2 \times 2) \text{ kJ/mol} = -247.1 \text{ kJ/mol}$ 。② 从反应程度来看, 升温时, 由于反应 I 放热, 故反应 I 正向程度变小, 反应 II 吸热, 故反应 II 正向程度增大。从 CO_2 的转化率变化来看, 图中 600 °C 之后, CO_2 平衡转化率增大, 原因是反应 I 中 CO_2 的转化率减小, 反应 II 中 CO_2 转化率增大, 并且反应 II 中 CO_2 转化率增大的幅度大于反应 I 中 CO_2 转化率减小的幅度。(2) ① 由机理流程分析知,

 沿虚线断开, 断开处 C 带正电, 羟基 O 带负电, 反应生成  , 其中带负电的 H 来自中间体 Q 中与 Mn 相连的 H, Mn 带正电, 其电负性小于 H。 HCO_3^- 中离开的羟基与 Q 中 Mn 相连生成  。

② 由流程知, Mn 与 H_2O 反应生成 MnO , MnO 先

结合 H 原子, H 原子再与 HCO_3^- 反应生成 HCOO^- , 同时生成  , 其分解后再次生成 MnO , 可以继续结合 H, 故 MnO 为 CO_2 产生 HCOOH 的催化剂。(3) ① 电解电压为 U_1 时, 生成物为 0.2 mol $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 和 0.2 mol H_2 , CO_2 转化为 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, C 元素的化合价由 +4

降为 -2 ，生成 $1\text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 时转移 12 mol e^- ， H^+ 生成 H_2 ，H 元素的化合价由 $+1$ 降为 0 ，生成 1 mol H_2 时，转移 2 mol e^- ，一共转移的电子的物质的量 $=0.2\text{ mol} \times 12 + 0.2\text{ mol} \times 2 = 2.8\text{ mol}$ 。② CO_2 转化为 CH_3OH ，C 元素的化合价由 $+4$ 降为 -2 ，变化 6 ， 1 mol CO_2 得到 6 mol e^- 生成 $1\text{ mol CH}_3\text{OH}$ ，由电荷守恒知，需要补 6 mol H^+ ，由 H、O 守恒知，生成 $1\text{ mol H}_2\text{O}$ 。③酸性较强时，阴极处主要为 H^+ 得电子生成 H_2 ， CO_2 得电子生成有机物的比例减小，生成有机物的产率降低。

26 江苏模拟整合卷(四)

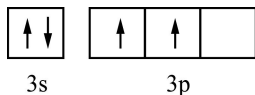
1 A 棉的主要成分是纤维素,纤维素是多糖,属于糖类, A 正确。

Plus 知识拓展

蛋白质的分类

一类是动物性蛋白质,如肉、鱼、蛋等;另一类是植物性蛋白质,如豆类等。

2 A 基态 Si 原子的价电子排布式为 $3s^2 3p^2$, 3s 轨道上有 2 个电子, 轨道表示式为



, B 错误; SiO_2 为共价晶体, 具有空间网状结构, 每个 Si 原子形成 4 个 Si—O, 每个 O 原子形成 2 个 Si—O, 不存在 $\text{Si}=\text{O}$, C 错误; H_2O 的电子式为 $\text{H}:\ddot{\text{O}}:\text{H}$, D 错误。

3 D 空气的平均相对分子质量为 29, 乙烯的相对分子质量为 28, 二者的相对分子质量比较接近, 不能用排空气法收集, 可改用排水法收集, D 错误。

4 C 元素的非金属性越强, 电负性越大, 即 $\chi(\text{C}) > \chi(\text{Si})$, B 错误。

5 D ClO_3^- 、 ClO_4^- 的中心原子 Cl 均采用 sp^3 杂化, 但 ClO_3^- 中 Cl 原子有 1 个孤电子对, 孤电子对数越多, 键角越小, 故 ClO_3^- 中 O—Cl—O 夹角小于 ClO_4^- 中 O—Cl—O 夹角, A 错误; ClO_2 的中心原子 Cl 的孤电子对数 $= \frac{7-2 \times 2}{2} = 1.5$, 含有孤电子对, 正、负电荷中心不重合, 为极性分子, B 错误; 基态碘原子核外电子排布式应为 $[\text{Kr}]4d^{10}5s^25p^5$, $5s^25p^5$ 为基态碘原子的价电子排布式, C 错误; 前四周期的 VIIA 族元素单质 (F_2 、 Cl_2 、 Br_2) 的晶体类型相同, 均为分子晶体, D 正确。

6 C H 原子不守恒, 且原理错误, A 错误; OH^- 和 Mg^{2+} 不能大量共存, 应该生成 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀, B 错误; ClO^- 具有强氧化性, 能把 S 元素由 +4 价氧化为 +6 价, 应该生成 CaSO_4 , D 错误。

Plus 易错提醒

离子方程式常见的错因举例

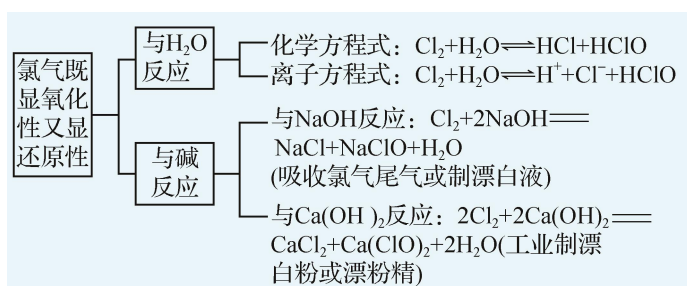
- 1 不符合客观事实, 如 $2\text{Fe} + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2 \uparrow$ 。
- 2 原子不守恒, 如 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Na}^+ + 2\text{OH}^- + \text{O}_2 \uparrow$ 。
- 3 电荷不守恒, 如 $\text{Cu} + \text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$ 。
- 4 拆分不正确, 如向 AlCl_3 溶液中滴加少量氨水: $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$ 。
- 5 漏写离子反应, 如 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液与 CuSO_4 溶液反应: $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow$ 。
- 6 化学计量数简化不正确, 如将 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液滴入稀硫酸中: $\text{Ba}^{2+} + \text{OH}^- + \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

7 漏掉 “↑” “↓”, 如 $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- \xrightarrow{\Delta} \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$ 。

7 A ClO_2 可用于自来水消毒, 与 ClO_2 具有强氧化性有关, **A 正确**; NaClO 溶液是漂白液, Cl_2 能与 NaOH 溶液反应生成具有氧化性的 NaClO , 故 Cl_2 可用于生产漂白液, 与 Cl_2 易液化无关, **B 错误**; AgBr 见光易分解, 可用作感光材料, 与 AgBr 呈淡黄色无关, **C 错误**; KIO_3 性质稳定且能为人体提供 I 元素, 可用于食盐中加碘, 与 KIO_3 易溶于水无关, **D 错误**。

Plus 规律总结

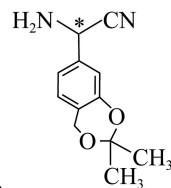
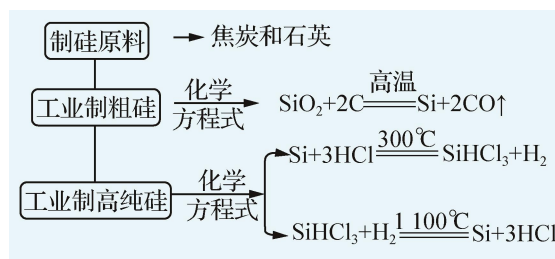
氯气的歧化反应



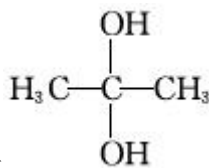
8 A FeS_2 与 O_2 反应不能一步生成 SO_3 , 应该生成 SO_2 , **B 错误**; 工业制硝酸不一定非得用氨的催化氧化制备 NO , 某些电力发达的国家可以直接用 N_2 与 O_2 反应制备 NO , N_2 与 O_2 反应不能一步生成 NO_2 , **C 错误**; 工业利用焦炭冶炼粗硅产生的气体是 CO , **D 错误**。

Plus 知识拓展

高纯硅的制备



9 C Y 分子中只有 1 个手性碳原子(标“*”碳原子为手性碳原子):
与苯环直接相连的碳原子上有氢原子的物质能使酸性 KMnO_4 溶液褪色, 则 X、Y 均能使酸性高锰酸钾溶液褪色, 无法检验 Y 中是否含有 X, **B 错误**; Z 中只有羧基能与 NaHCO_3 溶液



反应, **C 正确**; Y 分子发生水解, 产物之一是 , 同 1 个碳原子上连有 2 个羟

基时不稳定，会脱水成醛或酮，最终转化为 $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{||}}{\text{C}}}-\text{CH}_3$ ，D 错误。

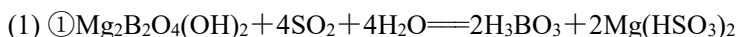
10 B 由 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ ， $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ 中含有过氧键知，部分 O 元素的化合价由 -2 升至 -1，化合价升高，失去电子，铂网电极作阳极，故石墨电极作阴极，与直流电源负极相连，阴极反应式为 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$ ，A、D 错误；为保证右室 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 的纯度和产量，离子交换膜应该为质子交换膜， H^+ 透过离子交换膜从右室进入左室，故铂网电极附近 H^+ 浓度降低，pH 增大，B 正确，C 错误。

11 D 滴入的 NaOH 会先与 Fe^{3+} 反应被消耗，且没有加热装置，不会产生 NH_3 ，A 错误； Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 共存时，欲检验 Fe^{2+} ，可以滴加 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液，若溶液中有 Fe^{2+} 存在，会产生特征蓝色沉淀 $\text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ， Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 共存时，不能用氯水和 KSCN 溶液检验 Fe^{2+} ，B 错误； NH_4^+ 、 Fe^{3+} 在溶液中均能发生水解并产生 H^+ ，即使溶液显酸性，也不能证明 NH_4^+ 一定发生水解，C 错误；淀粉溶液变蓝，则有 I_2 生成，说明发生了反应： $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- = 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$ ，故能证明 Fe^{3+} 具有氧化性，D 正确。

12 C 由 $\text{pX}=0$ 时对应溶液的 pH 可知，曲线 I 对应的 $K_{a2}(\text{H}_2\text{A})=10^{-4.2}$ ，曲线 II 对应的 $K_{a1}(\text{H}_2\text{A})=10^{-1.2}$ ，二级电离常数较小，故曲线 I 中 pX 表示 $-\lg \frac{c(\text{A}^{2-})}{c(\text{HA}^-)}$ ，A 错误； Na_2A 溶液中的质子守恒式为 $c(\text{H}^+) + c(\text{HA}^-) + 2c(\text{H}_2\text{A}) = c(\text{OH}^-)$ ，B 错误； $K_{a2}(\text{H}_2\text{A}) = 10^{-4.2} > \frac{K_w}{K_{a1}(\text{H}_2\text{A})} = \frac{10^{-14}}{10^{-1.2}}$ ， HA^- 以电离为主，故 NaHA 溶液呈酸性， $c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$ ，NaHA 溶液中的电荷守恒式为 $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{HA}^-) + 2c(\text{A}^{2-}) + c(\text{OH}^-)$ ，则 $c(\text{Na}^+) < c(\text{HA}^-) + 2c(\text{A}^{2-})$ ，C 正确；将 M 溶液加水稀释， $c(\text{H}^+)$ 减小， $\frac{c(\text{HA}^-)}{c(\text{H}_2\text{A})} = \frac{K_{a1}(\text{H}_2\text{A})}{c(\text{H}^+)}$ 增大，则 $-\lg \frac{c(\text{HA}^-)}{c(\text{H}_2\text{A})}$ 会减小，即 pX 会减小，而图像上 M \rightarrow N 对应的 pX 不变，D 错误。

13 B 由图可知，0~t min 内， CH_3OH 的选择性： $240^\circ\text{C} > 280^\circ\text{C}$ ， CO_2 的实际转化率： $240^\circ\text{C} > 280^\circ\text{C}$ ，故反应 I 的速率： $240^\circ\text{C} > 280^\circ\text{C}$ ，A 正确；根据化学方程式知， CO_2 平衡转化率与 H_2O 的平衡产率变化趋势基本一致，故从 $220 \sim 280^\circ\text{C}$ ， H_2O 的平衡产率先减小后缓慢增大，B 错误；由图可知， 280°C 时 CO_2 平衡转化率为 40%，若在此基础上增大压强，则反应 I 的平衡会正向移动，反应 II 受反应 I 影响会逆向移动，反应 I 消耗 CO_2 ，反应 II 产生 CO_2 ，两个反应进行的程度未知，故 CO_2 的转化率有可能大于 40%，C 正确；反应 I 是放热反应，高温不利于反应 I 正向进行， CH_3OH 的产率低，虽然低温下反应正向进行程度大，但是反应速率慢，故需研发低温下 CO_2 转化率高和 CH_3OH 选择性高的催化剂，D 正确。

14 (每空 2 分)



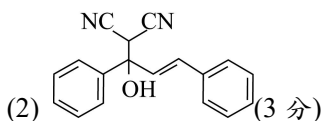
解析：(1) ② 硼酸是层状结构，层与层之间有范德华力，硼酸分子中含有氧氢键，故还存

在分子间氢键。③ H_3BO_3 与 H_2O 结合后可电离出1个 H^+ ，反应为 $\text{H}_3\text{BO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons [\text{B}(\text{OH})_4]^- + \text{H}^+$ ，即 H_3BO_3 电离后所得的酸根离子为 $[\text{B}(\text{OH})_4]^-$ 。④根据化学方程式和平衡常数之间的关系可知，目标反应的平衡常数 $K = \frac{K_{\text{sp}}(\text{MgCO}_3) \cdot K^2_{\text{a1}}(\text{H}_2\text{SO}_3)}{K_{\text{a1}}(\text{H}_2\text{CO}_3) \cdot K_{\text{a2}}(\text{H}_2\text{CO}_3)} = \frac{4 \times 10^{-8} \times (1 \times 10^{-2})^2}{4 \times 10^{-7} \times 5 \times 10^{-11}} = 2 \times 10^5$ 。

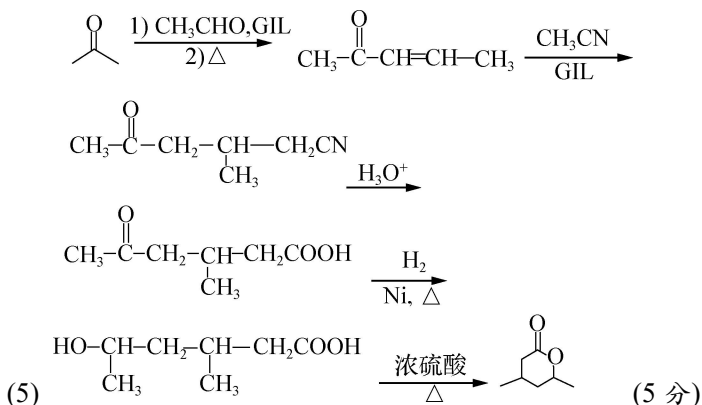
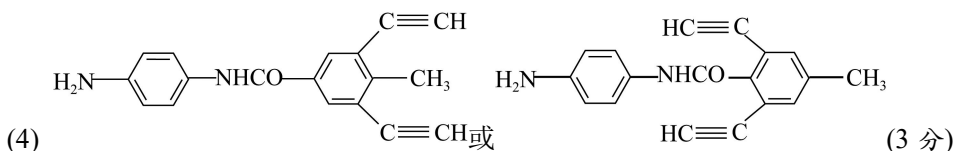
⑤由图丙知，80℃时反应后所得浸出渣中 $\text{Mg}_6(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_8$ 含量少，故温度高于80℃时，Mg的浸出率大幅上升的原因是 $\text{Mg}_6(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_8$ 迅速反应生成可溶性镁盐。(2) ①酯化反应是一个可逆反应，将生成的硼酸三甲酯及时蒸出，可使平衡正向移动，提高酯化反应的平衡转化率。

15 (除特殊标注外，每空2分)

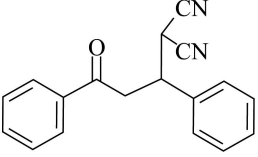
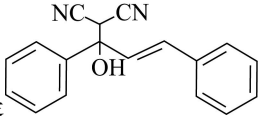
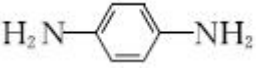
(1) 1:9



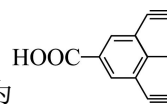
(3) 中和消去反应生成的HCN，降低HCN浓度促进反应正向进行



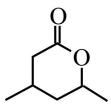
解析：(2) $\text{B} \rightarrow \text{C} \rightarrow \text{D}$ 的过程中，碳碳双键、羰基先后与 $\text{NC}-\text{CN}$ 发生反应， $\text{B} \rightarrow \text{D}$ 过程中还可能经历 $\text{B} \rightarrow \text{X} \rightarrow \text{D}$ ，产物D结构不变，且X与C互为同分异构体，说明碳碳双键、羰基参与反应的顺序发生了变化，碳碳双键优先发生反应的产物C是

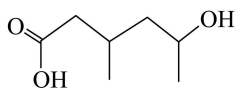
，则羰基优先发生反应的产物X是。(4) 水解生成的2种产物中均含有苯环，C去掉2个苯环后，还有1个O、2个N、6个C(碳)、5个不饱和度，一定含有酰胺基，且酰胺基在2个苯环之间，2种(水解)产物中核磁共振氢谱分别为2个峰和4个峰，则含有2个峰的水解产物为，还剩余5个C(碳)、4个

不饱和度，均分布在另一苯环中，则含有 4 个峰的水解产物可能为

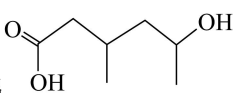


据此可写

出符合条件的 C 的同分异构体的结构简式。(5) 逆推可知，的前体是



，需要按照流程图 A→B→C 延长碳链，延长碳链的过程中会产生酮羰基和氰基，按照已知信息①可将氰基转化为羧基(注意氰基也能被还原，应先水解后还原，

顺序不能颠倒)，再将酮羰基还原为醇羟基，进而制备出，具体合成路线流程图见答案。

16 (除特殊标注外，每空 2 分)

(1) 8

(2) 减小压强，降低 Te 的沸点；防止 Te 被氧化

(3) ① $2\text{OH}^- + \text{Cu}_2\text{Te} + \text{ClO}_3^- \xrightarrow{90\text{ }^\circ\text{C}} \text{Cu}_2\text{O} + \text{TeO}_3^{2-} + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$ NaClO₃ 溶液

② 设每份样品中 CuO 的物质的量为 x ，Cu₂O 的物质的量为 y 。

$$x + 2y = 0.1000 \text{ mol/L} \times 30.00 \times 10^{-3} \text{ L} = 3.000 \times 10^{-3} \text{ mol},$$

$$x + y = 0.1000 \text{ mol/L} \times 20.00 \times 10^{-3} \text{ L} = 2.000 \times 10^{-3} \text{ mol},$$

$$x = y = 1.000 \times 10^{-3} \text{ mol},$$

$$w(\text{CuO}) = \frac{1.000 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 80 \text{ g/mol}}{0.5 \times 0.5000 \text{ g}} \times 100\% = 32.00\% (3 \text{ 分})$$

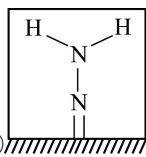
(4) 向其中加入足量 10% H₂O₂ 溶液，充分反应后过滤，将滤渣与 1 mol/L Na₂SO₃ 溶液配成悬浊液，向悬浊液中边搅拌边加入 2 mol/L H₂SO₄ 溶液至溶液 pH≈7，过滤，用去离子水洗涤滤渣至最后一次洗涤滤液中加入 0.1 mol/L BaCl₂ 溶液无沉淀产生(5 分)

解析：(1) CuTeO₄ 中，Te 为 +6 价，Cu 为 +2 价，均为最高价态，不能继续失电子，故反应 $2\text{CuTeO}_4 + 4\text{C} \xrightarrow{400 \sim 500\text{ }^\circ\text{C}} \text{Cu}_2\text{Te} + \text{Te} + 4\text{CO}_2 \uparrow$ 中，只有 C 是还原剂，C 由 0 价升高为 +4 价，有 4 mol C 参与反应时转移 16 mol 电子，故每消耗 1 mol CuTeO₄，反应中转移电子的物质的量为 8 mol。(2) 压强减小时，物质的沸点降低，已知常温下，单质碲的沸点为 1 390 °C，在真空炉中控制蒸馏温度为 1 050 °C，可收集到纯净的 Te，说明压强减小时，碲的沸点降低，真空还可以防止 Te 被氧化。(3) ① 已知 Na₂TeO₃ 能溶于水，Na₂TeO₄ 难溶于水，由(4)中已知信息知，H₂O₂ 可以将 Na₂TeO₃ 氧化为 Na₂TeO₄，故 NaClO₃ 也可以将 Na₂TeO₃ 氧化为 Na₂TeO₄，为防止碲铜渣被过度氧化生成难溶于水的 Na₂TeO₄，导致湿法提碲的效率下降，故 NaClO₃ 溶液不能过量，应该逐滴加入，故分液漏斗中的溶液是 NaClO₃ 溶液。(4) 结合提供的方程式知，Te 的转化路径为 Na₂TeO₃ → Na₂TeO₄ → Te，先加入 H₂O₂ 溶液沉淀 Te 元素，再用 Na₂SO₃ 在酸性条件下还原 Te，用去离子水洗涤 Te 沉淀，并用 BaCl₂ 溶液检验沉淀是否洗涤干净，

具体实验方案见答案。

17 (除特殊标注外, 每空 2 分)

(1) ① $\text{Ni}(\text{OH})_2 - \text{e}^- + \text{OH}^- = \text{NiOOH} + \text{H}_2\text{O}$ ② N、O (1 分)



(2) ①

②提高 N_2 在合成气中的比例, 增大 N_2 在催化剂表面的吸附活化总量, 加快反应速率; 有利于提高 H_2 的转化率, 同时提高储氢率

(3) 等量的 MgH_2 水解比热分解产生的氢气多, 同时不需要消耗大量热能

(4) ①温度升高, 催化剂的活性下降; NH_3 和 O_2 反应生成 NO ; 还原剂 NH_3 的量减少 (3 分)

②在 350°C 以上含 10% 水蒸气的烟气中, 水蒸气的存在抑制了 NH_3 和 O_2 生成 NO 的反应, 更多的 NH_3 和 NO 反应, 提高 NO 转化率

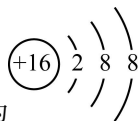
③添加 CuO 后, 氧化生成的 SO_4^{2-} 覆盖在 Cu^{2+} 上, O_2 氧化 Ce^{3+} 生成 Ce^{4+} , 恢复催化能力

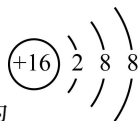
解析: (1) ② $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 中, O、N 原子带负电性, 故可被 Ni 吸附。(2) ①中间体 X 中有 2 个 N 原子、2 个 H 原子, 比较中间体 X 前后的结构, 后面 N 原子形成 3 条键, 则中间体 X 中的 2 个 N 原子均应该形成 3 条键, 其结构见答案。② $\frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{N}_2)}$ 控制在 1.8~2.2 之间, 比理论值

3 小的原因可以从速率和转化率两个角度分析: 一方面, 抓住 “ N_2 在催化剂表面的吸附活化是整个反应过程的控速步骤” 解题; 另一方面, 增大 N_2 浓度, 可提高 H_2 的转化率, 同时提高储氢率。(3) 从产量和能量两个角度分析 MgH_2 水解释氢方法的优点: MgH_2 水解比热分解产生的氢气多; MgH_2 水解不需要消耗大量热能。(4) ①温度高于 350°C 时, NO 转化率下降, 推测原因有 3 个角度: 催化剂的活性、 NH_3 和 O_2 反应、还原剂 NH_3 的量。②温度高于 350°C 时, 含 10% 水蒸气的烟气的 NO 转化率更高, 将该变量与①中的 3 个角度对比可知, 水蒸气的量增多影响的是 NH_3 和 O_2 的反应。③要阅读理清导致催化剂不可逆的中毒的原因: SO_4^{2-} 覆盖在生成的 Ce^{3+} 表面, 阻止 O_2 氧化 Ce^{3+} ; 分析图像, 找出添加 CuO 后抗硫能力显著增强的原因: SO_4^{2-} 覆盖在 Cu^{2+} 上, Ce^{3+} 表面没有覆盖 SO_4^{2-} , 故不会阻止 O_2 氧化 Ce^{3+} 。

27 2024 年江苏省普通高中学业水平选择性考试(答案仅供参考)

1 A O 有 2 个电子层, 位于元素周期表中第二周期, A 符合题意。



2 C S^{2-} 的结构示意图为 , A 错误; H_2O_2 是共价化合物, 不含离子键, B 错误; H_2O 的空间结构为 V 形, D 错误。

3 A 不能在容量瓶中溶解固体, A 错误。

4 B Al^{3+} 有 2 个电子层, K^+ 有 3 个电子层, 故半径 $r(K^+) > r(Al^{3+})$, A 错误; 相对分子质量 $H_2S > H_2O$, 但 H_2O 分子间可形成氢键, 故沸点 $H_2O > H_2S$, C 错误; K 的金属性强于 Al, 故碱性 $KOH > Al(OH)_3$, D 错误。

5 C 固氮酶是豆科植物固氮过程的催化剂, 能降低该反应的活化能, A 错误; C_2H_4 与 O_2 反应用 Ag 催化生成环氧乙烷, 用 $CuCl_2/PdCl_2$ 催化生成 CH_3CHO , 故 Ag 催化不能提高生成 CH_3CHO 的选择性, B 错误; V_2O_5 是 SO_2 与 O_2 反应的催化剂, 使用 V_2O_5 能加快该反应的速率, 但不能改变该反应的焓变, D 错误。

6 D O 原子不守恒, A 错误; 阳极发生的是失电子的还原反应, $NO_3^- \rightarrow N_2$ 应该在阴极上发生, B 错误; 硝酸工业中 NH_3 发生催化氧化生成 NO, C 错误。

7 B CH_3CH_2OH 催化氧化为 CH_3CHO , CH_3CH_2OH 断裂 C—H、O—H, A 错误; 氯自由基是 O_3 分解的催化剂, 催化剂能改变反应历程, B 正确; 丁烷是饱和烃, 不含 π 键, 故丁烷不会断裂 π 键, C 错误; 石墨中的碳采取 sp^2 杂化, 金刚石中的碳采取 sp^3 杂化, 石墨转化为金刚石, 碳原子轨道的杂化类型由 sp^2 转变为 sp^3 , D 错误。

8 C 电池工作时, $MnO_2 \rightarrow MnOOH$, Mn 元素的化合价降低, MnO_2 发生还原反应, A 错误; 电池工作时, OH^- 通过隔膜向负极移动, B 错误; 环境温度过低, 化学反应速率下降, 不利于电池放电, C 正确; 反应中 Mn 元素的化合价降 1, 每生成 1 mol $MnOOH$, 转移电子数为 6.02×10^{23} , D 错误。

9 D X 分子中的环不是苯环, 环上含有多个饱和碳原子, 故所有碳原子不可能共平面, A 错误; 羰基、碳碳双键均能与 H_2 发生加成反应, 故 1 mol Y 最多能与 2 mol H_2 发生加成反应, B 错误; 碳碳双键能与 Br_2 发生加成反应, 故 Z 能与 Br_2 的 CCl_4 溶液反应, C 错误; 碳碳双键和 $-CH_2OH$ 均能使酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色, 故 Y、Z 均能使酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色, D 正确。

10 A 电解熔融 $MgCl_2$ 才能得到 Mg, B 错误; 制备 $NaHCO_3$ 时, 应该在饱和食盐水中先通 NH_3 后通 CO_2 , C 错误; 硫酸工业应包含 SO_2 催化氧化为 SO_3 , D 错误。

11 B 相同物质的量的 H_2SO_4 和 CH_3COOH , H_2SO_4 消耗 NaOH 的物质的量较大, 是因为 H_2SO_4 为二元酸, CH_3COOH 为一元酸, 与酸性强弱无关, 故该实验不能验证酸性 $H_2SO_4 > CH_3COOH$, A 错误; $CaCO_3$ 和 $BaCO_3$ 均为白色沉淀, 无法通过实验现象确定沉淀种类, 故该实验不能验证溶度积常数 $CaCO_3 > BaCO_3$, C 错误; CH_3COONa 溶液和 $NaNO_2$ 溶液的浓度未知, pH 大小与溶液浓度有关, 故该实验不能验证结合 H^+ 能力 $CH_3COO^- > NO_2^-$, D 错误。

12 D 实验 1 所得溶液中存在电荷守恒 $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{HSO}_3^-) + 2c(\text{SO}_3^{2-}) > c(\text{HSO}_3^-) + c(\text{SO}_3^{2-})$, A 错误; 实验 2 所得溶液中, $\frac{c(\text{SO}_3^{2-})}{c(\text{HSO}_3^-)} = \frac{K_{a2}}{c(\text{H}^+)} = \frac{6.2 \times 10^{-8}}{10^{-4}} < 1$, 则 $c(\text{SO}_3^{2-}) < c(\text{HSO}_3^-)$, B 错误; NaHSO_3 是酸式盐且具有还原性, 在空气中灼烧 NaHSO_3 时会发生氧化还原反应, 故实验 2 所得溶液经蒸干、灼烧不能制得 NaHSO_3 固体, C 错误; 实验 3 中溶液恰好褪色时发生的反应为 $5\text{SO}_2 + 2\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} = 5\text{SO}_4^{2-} + 2\text{Mn}^{2+} + 4\text{H}^+$, 所得溶液中 $c(\text{SO}_4^{2-}) > c(\text{Mn}^{2+})$, D 正确。

13 C L_4 处与 L_5 处的温度不同, 故反应①的平衡常数 K 不相等, A 错误; 反应初始温度是 225°C , 由图可知, 绝热装置中气体温度高于 225°C , 说明反应过程中有热量放出, 已知反应①是吸热反应, 故反应②为放热反应, $\Delta H_2 < 0$, B 错误; 由图可知, L_6 处的 CH_3OH 的体积分数大于 L_5 处, 但 CO 体积分数没有明显变化, 说明 $L_5 \sim L_6$ 反应①②均正向进行, $n(\text{H}_2\text{O})$ 增大, $n_{\text{总}}(\text{气体})$ 减小, 故 L_6 处的 H_2O 的体积分数大于 L_5 处, C 正确; 由图可知, L_1 处 CO 的体积分数大于 CH_3OH , 说明 $n(\text{CO}) > n(\text{CH}_3\text{OH})$, 则 CO 的生成速率大于 CH_3OH 的生成速率, D 错误。

14 (除特殊标注外, 每空 2 分)

(1) ① Fe_2O_3 ② Fe_2O_3 溶于盐酸; $c(\text{H}^+)$ 减小, Fe^{3+} 水解进入滤渣 (3 分)

(2) ① $c(\text{H}^+)$ 减小, $(\text{R}_3\text{NH})_2\text{SO}_4$ 量增多, SO_4^{2-} 量增多, 萃取正向进行程度增大 (3 分) ② 2 : 1

(3) ① $\text{Nd}^{3+} + 2\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} = \text{Nd}(\text{OH})\text{CO}_3 \downarrow + \text{HCO}_3^-$

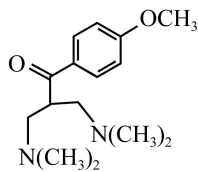
② 2 : 1 (3 分, 计算过程见解析)

解析: (2) ② 根据均摊法可知, 铁酸铋晶胞中, $N(\text{Fe}) = 4 \times 1 + 8 \times \frac{1}{2} = 8$; $N(\text{Bi}) = 8 \times \frac{1}{2} =$

4, $N(\text{Fe}) : N(\text{Bi}) = 2 : 1$ 。(3) ② $n[\text{Nd}(\text{OH})\text{CO}_3] = \frac{8.84 \times 10^{-3} \text{ g}}{221 \text{ g/mol}} = 4 \times 10^{-5} \text{ mol}$, 碱式碳酸盐受热

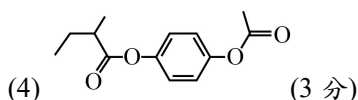
时先失水, 后失去 CO_2 , 最终转化为金属氧化物, Nd 不损失, 则 $n(\text{Nd}^{3+}) = 4 \times 10^{-5} \text{ mol}$, $550 \sim 600^\circ\text{C}$ 所得固体产物可表示为 $\text{Nd}_a\text{O}_b(\text{CO}_3)_c$, 下一阶段应该失去 CO_2 , 则 $n(\text{CO}_3^{2-}) = n(\text{CO}_2) = \frac{(7.60 - 6.72) \times 10^{-3} \text{ g}}{44 \text{ g/mol}} = 2 \times 10^{-5} \text{ mol}$, $\text{Nd}_a\text{O}_b(\text{CO}_3)_c$ 中, $n(\text{Nd}^{3+}) : n(\text{CO}_3^{2-}) = (4 \times 10^{-5} \text{ mol}) : (2 \times 10^{-5} \text{ mol}) = 2 : 1$ 。

15 (除特殊标注外, 每空 2 分)

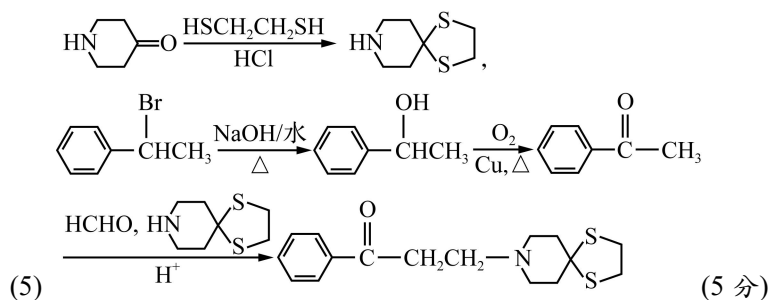


(1) (酮)羰基 (1 分) (2)

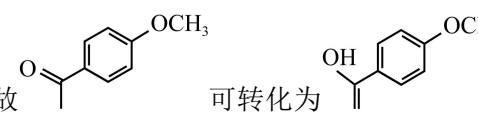
(3) 消去反应 $\text{N}(\text{CH}_3)_3$

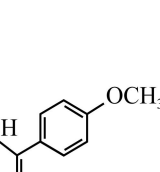
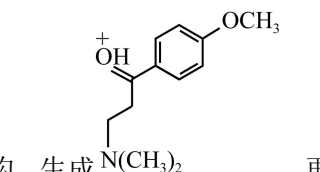


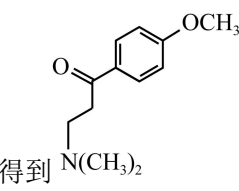
(4) (3 分)

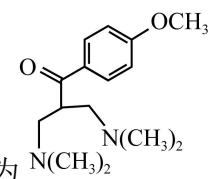


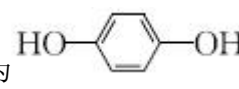
解析：(2) A \rightarrow B 反应为曼尼希反应。醛、酮分子中，由于羰基的影响， α -H 变得活泼，具有酸性，带有 α -H 的醛、酮具有互变异构的性质，在溶液中有 α -H 的醛、酮是以酮式和烯醇式互变平衡而存在的，故

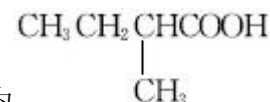
可转化为。A \rightarrow B 中，HCHO 先与 $(\text{CH}_3)_2\text{NH}$ 、 H^+ 反应生成亚胺离子中间体 $\text{H}_2\text{C}=\text{N}^+(\text{CH}_3)_2$ 和 H_2O ， $\text{H}_2\text{C}=\text{N}^+(\text{CH}_3)_2$ 为亲电

试剂，可进攻含活泼氢的 的烯醇型结构，生成 ，再失去 H^+ ，便

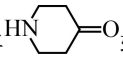
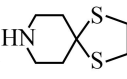
得到 ，A 分子中酮羰基邻位碳原子上含有 3 个 α -H，可继续引入 $-\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_3)_2$ 基团。A \rightarrow B 中有副产物 $\text{C}_{15}\text{H}_{24}\text{N}_2\text{O}_2$ 生成，说明 A 分子中引入了 2 个 $-\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_3)_2$ 基团，

则该副产物的结构简式为 。(4) F 的一种芳香族同分异构体在碱性条件下水解后酸化，生成 X、Y 和 Z 三种有机产物，则该同分异构体中含有 2 个酯基。Y 分子中有 2 种

不同化学环境的氢原子，且能与 FeCl_3 溶液发生显色反应，则 Y 为 ，X、Z 中均含有羧基。Z 分子中有 2 种不同化学环境的氢原子，Z 不能被银氨溶液氧化，则 Z 不能为 HCOOH ，只能为 CH_3COOH 。还剩余 5 个 C，且 X 分子中含有 1 个手性碳原子和 1 个

羧基，则 X 为 ，故符合条件的 F 的一种芳香族同分异构体的结构简式

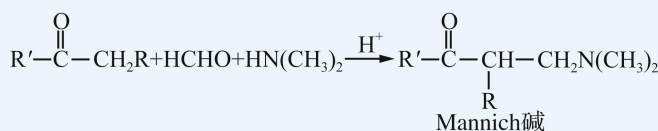
为 。(5) 先将 逐步转化为 ，由于 、

均是含有 α -H的酮，故需要先仿照E \rightarrow F将转化为，最后仿照A \rightarrow B得到目标产物，具体合成路线见答案。

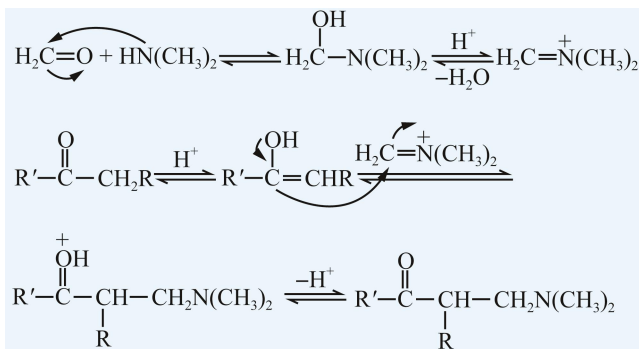
Plus 知识拓展

缩合反应——Mannich(曼尼希)反应

含 α -氢原子的醛、酮，与醛和氨(或伯、仲胺)之间发生缩合反应，生成 β -氨基酮的反应称为Mannich反应。



反应机理：羰基质子化，胺对羰基发生亲核加成，去质子，氮上的电子转移，水离去，可以得到一个亚胺离子中间体。亚胺离子作为亲电试剂，进攻含活泼氢化合物的烯醇型结构，失去质子，便得到产物。



16 (除特殊标注外，每空 2 分)

(1) 9×10^{-6}

(2) ① $\text{Fe} + 2\text{AgCl} = \text{FeCl}_2 + 2\text{Ag}$ ②Fe 还原 AgCl 为 Ag，形成 FeAg 原电池，AgCl 在 Ag 表面得到电子(3 分) ③用蒸馏水洗涤滤渣至向最后一次洗涤滤液中滴加 AgNO_3 溶液无明显现象，转移滤渣至烧杯中，打开通风设备，向烧杯中边加稀硝酸边搅拌至无气泡产生，若无固体剩余，则 AgCl 完全转化(3 分)

(3) ① $4\text{Ag} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ = 4\text{Ag}^+ + 2\text{H}_2\text{O}$ ②纳米 Ag 表面形成氧化物，减少 Ag^+ 产生(3 分)

解析：(1) $c(\text{Ag}^+) = \sqrt{\frac{K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)}{c(\text{CrO}_4^{2-})}} = \sqrt{\frac{2.0 \times 10^{-12}}{5 \times 10^{-3}}} \text{ mol/L} = 2 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ ， $c(\text{Cl}^-) =$

$\frac{K_{\text{sp}}(\text{AgCl})}{c(\text{Ag}^+)} = \frac{1.8 \times 10^{-10}}{2 \times 10^{-5}} \text{ mol/L} = 9 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$ 。(2) ①铁将 AgCl 转化为单质 Ag 的化学方程式为

$\text{Fe} + 2\text{AgCl} = \text{FeCl}_2 + 2\text{Ag}$ ，属于以难溶物作反应物的置换反应。③AgCl 不溶于硝酸，向洗涤干净的滤渣中加入足量硝酸，充分搅拌，若滤渣全部溶解，则 AgCl 完全转化，反之，则 AgCl 未完全转化；向滤渣中加入硝酸之前，需要先用 AgNO_3 溶液检验滤渣已经洗涤干净，确保滤渣中不含 Cl^- ，防止 Cl^- 重新转化为 AgCl 干扰实验，具体实验方案见答案。(3) ②在其

他反应物未减少或不变的情况下，根据反应条件对反应速率的影响，可能原因是 Ag 与反应物的接触减少。

17 (除特殊标注外，每空 2 分)

(1) ① C、H、Fe ② $\frac{16}{9}$ (或 1.78)

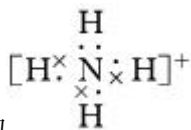
(2) ① $\text{CH}_3\text{COO}[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2] + \text{NH}_3 + \text{CO} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}[\text{Cu}(\text{NH}_3)_3\text{CO}]$ 或 $\text{CH}_3\text{COO}[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2] + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{CO} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}[\text{Cu}(\text{NH}_3)_3\text{CO}] + \text{H}_2\text{O}$ ② $\alpha\text{-Fe}$ 表面积减小，吸附 NH_3 量增大 (3 分)

(3) ① HCO_3^- 受热分解导致浓度下降、 H_2 溶解量下降、催化剂活性下降、 HCOO^- 受热分解 (3 分) ② 氨基 H 与 HCO_3^- 中的羟基 O 形成 $\text{N}-\text{H}\cdots\text{O}$ 氢键 CN—NHD、 DCOO^-

解析：(1) 由原理图可得关系式 $\text{CO} + \text{H}_2 \sim 4\text{e}^- \sim \frac{2}{3}\text{Fe}_2\text{O}_3 \longrightarrow \frac{4}{3}\text{Fe}$ 、 $\frac{4}{3}\text{Fe} \longrightarrow \frac{4}{9}\text{Fe}_3\text{O}_4 \sim \frac{32}{9}\text{e}^- \sim$

$\frac{16}{9}\text{H}_2$ ，故含 CO 和 H_2 各 1 mol 的混合气体通过该方法制氢，理论上可获得 $\frac{16}{9}$ mol H_2 。

1 B “碳中和”中的“碳”指 CO_2 。故选 B。



2 C NH_4^+ 的电子式为 $\begin{array}{c} \text{H} \\ \vdots \\ [\text{H} \times \text{N} \times \text{H}]^+ \\ \vdots \\ \text{H} \end{array}$, A 错误; NO_2^- 中 N 元素的化合价为 +3, B 错误;

N_2 的结构式为 $\text{N} \equiv \text{N}$, 存在氮氮三键, C 正确; H_2O 的中心原子 O 的价层有 2 个成键电子对和 2 个孤电子对, 分子中正、负电荷中心不重合, H_2O 是极性分子, D 错误。

3 C 应该改用浓盐酸, A 错误; 应该从长导管通入气体, B 错误; Cl_2 在水中的溶解度不大, 应该改用 NaOH 溶液吸收尾气中的 Cl_2 , D 错误。

4 D 同主族元素从上到下, 原子半径依次增大, 故原子半径 $r(\text{C}) < r(\text{Si}) < r(\text{Ge})$, A 错误; 同主族元素从上到下, 第一电离能依次减小, 故第一电离能 $I_1(\text{C}) > I_1(\text{Si}) > I_1(\text{Ge})$, B 错误; 碳单质不一定是共价晶体, 如 C_{60} 是分子晶体, C 错误; Si 位于元素周期表中金属与非金属的分界处, 在分界处可以找到半导体材料, 周期表中位置靠近的元素性质相近, 故可在元素周期表中 Si 附近寻找新半导体材料, D 正确。

5 A ^1H 、 ^2H 、 ^3H 是 H 元素的不同核素, 都属于氢元素, A 正确; NH_4^+ 、 H_2O 的中心原子轨道杂化类型均为 sp^3 , B 错误; H_2O_2 分子中的 $\text{H}-\text{O}$ 为极性共价键, $\text{O}-\text{O}$ 为非极性共价键, C 错误; CaH_2 为离子晶体, CaH_2 晶体中存在 Ca^{2+} 与 H^- 之间的强烈相互作用, D 错误。

6 B 由题给材料知, 水煤气法制氢为吸热反应, $\Delta H > 0$, A 错误; 电解水制氢的阳极应该生成 O_2 , 电极反应式为 $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$, C 错误; H 原子不守恒, H_2 的系数应为 2, D 错误。

7 A 燃料电池的燃料发生氧化反应, 应该具有还原性, H_2 具有还原性, 故可用作氢氧燃料电池的燃料, A 正确; 氨易液化且汽化时会吸收大量的热, 故可用作制冷剂, 与氨极易溶于水无关, B 错误; 热稳定性与氢键无关, $\text{H}-\text{O}$ 的键能比 $\text{H}-\text{S}$ 的大, 故 H_2O 的热稳定性比 H_2S 的高, C 错误; N_2H_4 中的 N 原子含有孤电子对, H^+ 含有空轨道, N 原子可给出孤电子对结合 H^+ 形成配位键, 说明 N_2H_4 具有碱性, 不能说明 N_2H_4 具有还原性, D 错误。

8 B NO 不能与水反应生成 HNO_3 , B 错误。

9 D X 分子中含有酚羟基, 能与 FeCl_3 溶液发生显色反应, A 错误; Y 分子中的含氧官能团是酯基和醚键, B 错误; Z 分子中的醛基和苯环均能与 H_2 发生加成反应, 故 1 mol Z 最多能与 4 mol H_2 发生加成反应, C 错误; X 分子中含有羧基, X 能与饱和 NaHCO_3 溶液反应产生气泡, Z 分子中含有醛基, Z 能与 2% 银氨溶液反应产生银镜, 故 X、Y、Z 可用饱和 NaHCO_3 溶液和 2% 银氨溶液进行鉴别, D 正确。

10 C 该反应的正反应为气体分子数增大的反应, 故该反应的 $\Delta S > 0$, A 错误; 该反应的平衡常数 $K = \frac{c(\text{CS}_2) \cdot c^4(\text{H}_2)}{c(\text{CH}_4) \cdot c^2(\text{H}_2\text{S})}$, B 错误; H_2S 中, S 的电负性大于 H, S 带部分负电荷, M_xS_y 中, M 的电负性小于 S, M 带部分正电荷, 故 H_2S 中带部分负电荷的 S 可与催化剂中的 M 之间发生作用, C 正确; 该反应中每消耗 1 mol H_2S 时生成 2 mol H_2 , 即转移 4 mol e^- , 即转移电子数约为 $4 \times 6.02 \times 10^{23}$, D 错误。

11 B 检验 Fe^{3+} 时, 直接滴加 KSCN 溶液即可, A 错误; Fe^{2+} 水解使溶液呈酸性, 酚酞遇酸不变色, 即溶液颜色无明显变化, 故无法判断 Fe^{2+} 是否水解, C 错误; SO_4^{2-} 及氧化生成的 Fe^{3+} 也可能会催化 H_2O_2 分解, 故无法判断 Fe^{2+} 能否催化 H_2O_2 分解, D 错误。

Plus 规律总结

与铁有关的知识总结

①实验室可将饱和 FeCl_3 溶液滴入沸水中制取 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体, 化学方程式为 $\text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}(\text{OH})_3(\text{胶体}) + 3\text{HCl}$ 。②工业上常用调节 pH 的方法除去溶液中的 Fe^{3+} 。如可通过加入 MgO 或 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 或 MgCO_3 调节 pH 来除去 MgCl_2 溶液中的 Fe^{3+} 。③实验室配制 FeCl_3 溶液, 通常将 FeCl_3 固体先溶于较浓的盐酸中, 然后再加水稀释至所需的浓度。④在 HCl 气流中加热蒸干 FeCl_3 溶液制备无水 FeCl_3 。⑤ Fe^{3+} 与 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ 等水解呈碱性的离子不能大量共存。

12 C 电荷守恒式中缺少 $c(\text{OH}^-)$, A 错误; “除镁”得到的上层清液是 MgF_2 的饱和溶液, 清液中存在 $c(\text{Mg}^{2+}) = \frac{K_{\text{sp}}(\text{MgF}_2)}{c^2(\text{F}^-)}$, B 错误; NaHCO_3 溶液中存在质子守恒式 $c(\text{H}^+) + c(\text{H}_2\text{CO}_3) = c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{OH}^-)$, C 正确; “沉锰”后的滤液中还含有 SO_4^{2-} 和 F^- , 电荷守恒式中缺少 $2c(\text{SO}_4^{2-}) + c(\text{F}^-)$, D 错误。

13 D 将题给热化学方程式依次标记为①②, 根据盖斯定律, $\text{①} - 2 \times \text{②}$ 可得目标热化学方程式, 则目标热化学方程式的 $\Delta H = (-164.7 - 2 \times 41.2) \text{ kJ/mol} = -247.1 \text{ kJ/mol}$, A 错误。生成 CH_4 的反应为放热反应, 升高温度, 反应正向进行程度减小, 故 CH_4 的平衡选择性随着温度的升高而减小, B 错误。480~530 $^{\circ}\text{C}$ 温度范围内, 反应相同时间, CO_2 的实际转化率随温度升高而减小, 即相同时间内发生反应的 CO_2 越来越少, 反应速率逐渐减小, 说明催化剂已逐渐失活, 催化效率下降, 故 480~530 $^{\circ}\text{C}$ 不是用该催化剂催化 CO_2 反应的最佳温度, C 错误。增大一种反应物的量, 可提高另外一种反应物的转化率, 故 450 $^{\circ}\text{C}$ 时, 提高 $\frac{n_{\text{起始}}(\text{H}_2)}{n_{\text{起始}}(\text{CO}_2)}$ 的值, 能使 CO_2 平衡转化率达到 X 点的值; 450 $^{\circ}\text{C}$ 时, 增大压强, 第一个反应向生成 CH_4 的方向移动, 能使 CO_2 平衡转化率达到 X 点的值, D 正确。

14 (除特殊标注外, 每空 2 分)

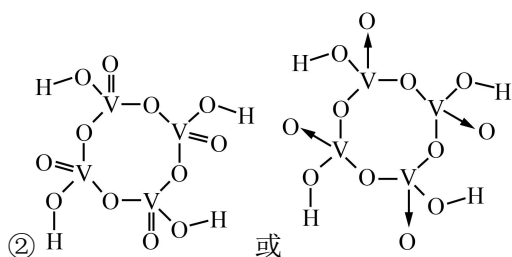


制得的催化剂中不含 Na^+

(2) 在该温度范围内, 催化剂活性变化不大, 消耗 NO 的反应速率与生成 NO 的反应速率随温度升高而增大, 对 NO 转化率的影响相互抵消

$$4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow[380^{\circ}\text{C}]{\text{催化剂}} 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$$

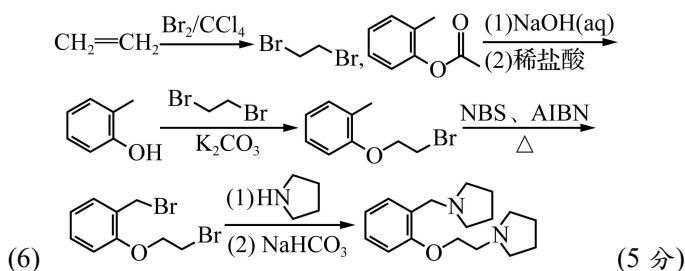
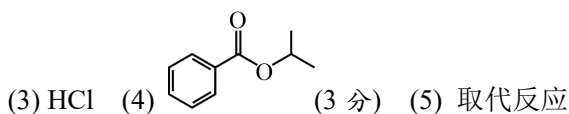
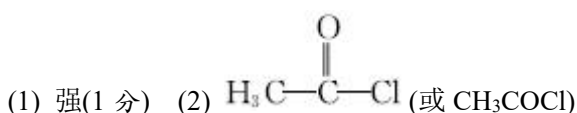
(3) ①提高浸出温度, 延长浸出时间



③促进 NH_4VO_3 充分沉淀

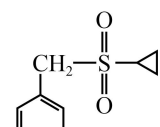
解析：(1) 在水溶液中， VO_3^- 可直接水解，也可以考虑将 OH^- 与 NH_4^+ 的反应写入离子方程式中， VO_3^- 水解有沉淀生成，水解很彻底，不需要使用可逆符号。在生成 H_3VO_4 沉淀时， Na^+ 与 NH_4^+ 均会被沉淀包裹，通过洗涤无法除尽杂质离子，高温灼烧可以去除 NH_4^+ ，但无法去除 Na^+ ，故反应选用 NH_4VO_3 溶液而不选用 NaVO_3 溶液。(2) 图中所测 NO 转化率数值不是平衡时的，不能从平衡移动角度作答。从催化剂视角分析，320~360 °C 范围内， NO 的转化速率主要受催化剂活性影响，即该温度范围内催化剂活性变化不大；从温度视角分析，温度升高可导致消耗 NO 的反应速率增大 $[4\text{NH}_3(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) + 4\text{NO}(\text{g}) \rightleftharpoons 4\text{N}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g})]$ ，也会导致生成 NO 的速率增大 $[4\text{NH}_3(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 4\text{NO}(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g})]$ ，该温度范围内，随温度升高消耗的 NO 与生成的 NO 相抵消，使得该温度范围内 NO 的转化率变化不明显。温度高于 380 °C 时，催化剂活性下降， NO 的反应速率下降导致 NO 转化率下降。副反应 $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ 的发生也会导致 NO 转化率下降。(3) ①本题限定条件是“加料完成”“一定搅拌速率”，故不能从酸的浓度、固体颗粒大小、搅拌速率角度解答，可以从反应温度和反应时间角度进行解答。③根据反应 $\text{NaVO}_3 + \text{NH}_4\text{Cl} \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{VO}_3 \downarrow + \text{NaCl}$ 知， NH_4Cl 的浓度越大， NH_4VO_3 沉淀越充分；根据 $K_{\text{sp}}(\text{NH}_4\text{VO}_3) = 1.7 \times 10^{-3}$ 知， NH_4VO_3 微溶， $c(\text{NH}_4^+)$ 越大， $c(\text{VO}_3^-)$ 越小， VO_3^- 沉淀越彻底，V 元素利用率越高。

15 (除特殊标注外，每空 2 分)

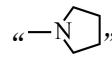


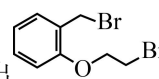
解析：(1) A 属于酚，酚的酸性比醇强。(2) A、C 的结构相差 1 个 $\text{CH}_3\text{CO}-$ ，B 的分子

式为 $\text{C}_2\text{H}_3\text{OCl}$ ，且“B 可由 CH_3COOH 与 SOCl_2 反应合成”，故 B 为 $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{Cl}$ (或 CH_3COCl)。 (3) $\text{A} \rightarrow \text{C}$ 的副产物是 HCl ， $(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{N}$ 具有碱性，能吸收取代反应生成的 HCl ，促进 $\text{A} \rightarrow \text{C}$ 的反应正向进行，提高 C 的产率。 (4) 碱性条件水解后酸化生成两种产物(酸和醇)，说明该同分异构体分子中含有酯基；加热条件下，铜催化另一产物(醇)与 O_2 反应，氧化产物可能是醛或酮，由所得有机产物的核磁共振氢谱中只有 1 组峰知，氧化产物是甲醛或丙酮，则该醇可能是甲醇或 2 丙醇；产物之一的分子中含有羧基，羧基碳原子采取 sp^2 杂化，由产物之一的分子中碳原子轨道杂化类型相同且室温下不能使 2% 酸性 KMnO_4 溶液褪色知，一定含有苯环，该酸是苯甲酸，则醇分子中含有 3 个 C 原子，应该是 2 丙醇；符合条件的 C

的同分异构体结构简式见答案。 (5) F 的结构简式为 ，对比 H、F 的结构简式知，

G 中含 ，G 的分子式为 $\text{C}_8\text{H}_8\text{Br}_2$ ，则 G 为 ，故 $\text{F} \rightarrow \text{H}$ 的反应类型为取

代反应。 (6) 目标产物中含有 2 个相同基团 “”，可参照流程图中 $\text{H} \rightarrow \text{I}$ 实现，故可

先制备出 ，注意该分子中 2 个 $-\text{Br}$ 的引入方法不一样，其中 1 个 $-\text{Br}$ 的引入可参照流程图中 $\text{C} \rightarrow \text{D}$ 实现，具体合成路线见答案。

Plus 知识拓展

胺的碱性与酰胺的制备

胺产生碱性的原因： N 原子上有孤电子对， H^+ 含有空轨道， N 原子可给出孤电子对结合 H^+ 形成配位键。羧基与氨基可发生反应生成羧酸铵盐，但苯胺与乙酸反应时容易生成酰胺，不易形成羧酸铵盐，主要原因：苯环为吸电子基，使 N 原子不容易给出孤电子对结合 H^+ ，故不易与羧基反应生成羧酸铵盐。通常用酯基和氨基反应生成酰胺基，而不用羧基和氨基直接反应，主要原因(元素电负性： $\text{H}-2.1$ ， $\text{C}-2.5$ ， $\text{O}-3.5$)：酯基中 C 、 O 元素电负性差值最大，极性最强，最容易断裂，形成酰胺键比较容易，而羧基中 H 、 O 元素电负性差值最大， $\text{O}-\text{H}$ 比 $\text{C}-\text{O}$ 更容易断裂，故羧基与氨基难生成酰胺。

16 (除特殊标注外，每空 2 分)

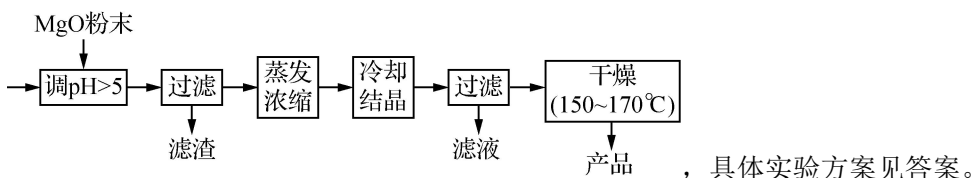
$$(1) \frac{K_{\text{sp}}[\text{Mg}(\text{OH})_2] \cdot K_{\text{a1}}(\text{H}_2\text{SO}_3) \cdot K_{\text{a2}}(\text{H}_2\text{SO}_3)}{K_{\text{sp}}(\text{MgSO}_3) \cdot K_{\text{w}}} (3 \text{ 分}) \quad \text{BD}$$

(2) $2\text{SO}_3^{2-} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} 2\text{SO}_4^{2-}$ pH 增大，更多的 SO_3^{2-} 进入溶液，溶液中 $c(\text{SO}_3^{2-})$ 增大，反应速率加快(3 分)

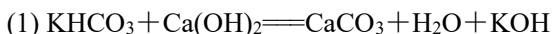
(3) 用分液漏斗向盛有 MgSO_3 浆料的三颈瓶中缓慢滴加 H_2SO_4 溶液 分批加入少量 MgO

粉末，搅拌，至用 pH 试纸测得溶液的 $\text{pH} > 5$ ，过滤，将滤液蒸发浓缩、冷却至室温结晶，过滤；所得晶体在 $150 \sim 170^\circ\text{C}$ 下干燥(3 分)

解析：(1) 反应的平衡常数 $K = \frac{1}{c(\text{H}_2\text{SO}_3)}$ ，观察到 $K_{a1}(\text{H}_2\text{SO}_3)$ 中含 $\frac{1}{c(\text{H}_2\text{SO}_3)}$ 并尽可能消去其他项，先推出 $K_{a1}(\text{H}_2\text{SO}_3) \cdot K_{a2}(\text{H}_2\text{SO}_3) = \frac{c^2(\text{H}^+) \cdot c(\text{SO}_3^{2-})}{c(\text{H}_2\text{SO}_3)}$ ；继续通过 $K_{sp}(\text{MgSO}_3)$ 消去 $c(\text{SO}_3^{2-})$ ，即 $\frac{K_{a1}(\text{H}_2\text{SO}_3) \cdot K_{a2}(\text{H}_2\text{SO}_3)}{K_{sp}(\text{MgSO}_3)} = \frac{c^2(\text{H}^+)}{c(\text{H}_2\text{SO}_3) \cdot c(\text{Mg}^{2+})}$ ；再通过 $K_{sp}[\text{Mg}(\text{OH})_2]$ 消去 $c(\text{Mg}^{2+})$ ，即 $\frac{K_{sp}[\text{Mg}(\text{OH})_2] \cdot K_{a1}(\text{H}_2\text{SO}_3) \cdot K_{a2}(\text{H}_2\text{SO}_3)}{K_{sp}(\text{MgSO}_3)} = \frac{c^2(\text{H}^+) \cdot c^2(\text{OH}^-)}{c(\text{H}_2\text{SO}_3)} = \frac{K_w^2}{c(\text{H}_2\text{SO}_3)}$ ，最终推出 $K = \frac{K_{sp}[\text{Mg}(\text{OH})_2] \cdot K_{a1}(\text{H}_2\text{SO}_3) \cdot K_{a2}(\text{H}_2\text{SO}_3)}{K_{sp}(\text{MgSO}_3) \cdot K_w^2}$ 。温度过高时， SO_2 在水中溶解度降低，导致反应速率降低，吸收 SO_2 效率降低，**A 错误**；加快搅拌速率，可使氧化镁浆料与 SO_2 充分接触，吸收 SO_2 效率增大，**B 正确**；降低通入 SO_2 的速率，可使氧化镁浆料与 SO_2 充分接触， SO_2 的吸收率增大，但会因反应速率降低而导致吸收 SO_2 效率降低，**C 错误**；使用多孔球泡，可增大氧化镁浆料与 SO_2 的接触面积，化学反应速率加快，吸收 SO_2 效率增大，**D 正确**。(2) 由 $2\text{SO}_3^{2-} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} 2\text{SO}_4^{2-}$ 知，氧化速率与 SO_3^{2-} 、 O_2 的浓度有关，pH 的变化会影响 SO_3^{2-} 的浓度，pH 增大时， $c(\text{SO}_3^{2-})$ 增大，氧化反应速率增大。(3) MgSO_3 浆料放在分液漏斗中容易沉降堵塞漏斗，在三颈瓶中用电磁搅拌器一直搅拌不会沉降，可增大其与 H_2SO_4 溶液的接触面积，使反应充分进行；用分液漏斗滴加 H_2SO_4 溶液至三颈瓶中时，需要缓慢滴加，目的是防止反应因过于剧烈而失控。书写实验方案前，可先依据原料设计如下流程：



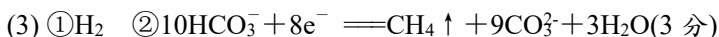
17 (除特殊标注外，每空 2 分)



相同质量的 LiOH 吸收 CO_2 的量比 KOH 多

(2) ① < 0

② 提高 CO_2 的转化率，抑制尿素水解，抑制尿素缩合生成缩二脲



③ 生成 1 mol C_2H_4 转移 12 mol 电子，生成 1 mol HCOO^- 转移 2 mol 电子，则

$$\frac{FE\%(\text{C}_2\text{H}_4)}{FE\%(\text{HCOO}^-)} = \frac{12 \times n(\text{C}_2\text{H}_4)}{2 \times n(\text{HCOO}^-)}$$

$$\frac{n(\text{C}_2\text{H}_4)}{n(\text{HCOO}^-)} = \frac{24 \times 2}{8 \times 12} = 1 : 2 \text{ (3 分)}$$

解析：(1) 航天器应尽可能减重，Li 是最轻的金属，相同质量的 LiOH 吸收 CO_2 的量比 KOH 多，故载人航天器内，常用 LiOH 固体而很少用 KOH 固体吸收空气中的 CO_2 。(2) ① 由

图甲可知, $\lg K$ 随温度的升高而减小, 即 K 随温度的升高而减小, 故反应 I 为放热反应。②过量的 NH_3 可促进 CO_2 的转化, 提高 CO_2 的利用率; 过量的 NH_3 可抑制尿素水解: $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + 2\text{NH}_3$; 过量的 NH_3 可抑制尿素生成缩二脲: $2\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \rightleftharpoons (\text{NH}_2\text{CO})_2\text{NH} + \text{NH}_3$ 。(3) ①含碳还原产物的 $FE\%$ 为 0, 阴极得电子的只能是 +1 价的 H, 故阴极主要还原产物为 H_2 。②根据题意先写出 $\text{HCO}_3^- + \text{e}^- \longrightarrow \text{CH}_4 \uparrow$, 根据得失电子守恒可写出 $\text{HCO}_3^- + 8\text{e}^- \longrightarrow \text{CH}_4 \uparrow$, 根据电荷守恒写出 $\text{HCO}_3^- + 8\text{e}^- \longrightarrow \text{CH}_4 \uparrow + 9\text{OH}^-$, 根据原子守恒写出 $\text{HCO}_3^- + 8\text{e}^- + 6\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{CH}_4 \uparrow + 9\text{OH}^-$, 由于溶液中含有大量 HCO_3^- , 还存在反应 $\text{OH}^- + \text{HCO}_3^- \longrightarrow \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$, 故电极反应式应为 $10\text{HCO}_3^- + 8\text{e}^- \longrightarrow \text{CH}_4 \uparrow + 9\text{CO}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

(答案仅供参考)

1 D 陶瓷的主要成分为硅酸盐, **A 错误**; 黑火药的主要成分为 S、KNO₃、木炭, **B 错误**; 纸的主要成分为纤维素, 属于糖类, **C 错误**; 结晶牛胰岛素是具有生物活性的蛋白质, **D 正确**。

2 C Na_2O_2 的电子式为 $\text{Na}^+ [\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:}]^{2-} \text{Na}^+$, **A 错误**; H₂O 的空间结构为 V 形, **B 错误**; NaOH 中 Na⁺ 与 OH⁻ 之间为离子键, OH⁻ 中 O 原子与 H 原子之间为共价键, **D 错误**。

3 A Na⁺ 和 Al³⁺ 的电子层排布相同, 核电荷数越大, 对核外电子的吸引能力越强, 半径越小, 即 $r(\text{Al}^{3+}) < r(\text{Na}^+)$, **A 正确**; 电负性变化与非金属性一致, F 的非金属性强于 O, 则电负性 $\chi(\text{F}) > \chi(\text{O})$, **B 错误**; Na 比 O 更容易失电子, 则电离能 $I_1(\text{O}) > I_1(\text{Na})$, **C 错误**; 金属性 Na > Al, 则碱性 NaOH > Al(OH)₃, **D 错误**。

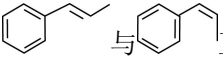
4 C SO₂ 不溶于饱和 NaHSO₃ 溶液, 故不能用装置丙吸收尾气中的 SO₂, **C 错误**。

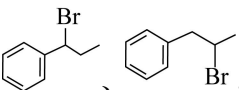
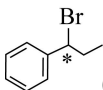
5 B 金刚石中的 C 原子采取 sp³ 杂化, 键角为 109°28', 石墨中的 C 原子采取 sp² 杂化, 键角为 120°, **A 错误**; Si—H、Si—Cl 中的共用电子对均偏离 Si, 化学键为极性键, SiH₄、SiCl₄ 中的 Si 原子均采取 sp³ 杂化, 无孤电子对, 正、负电荷中心重合, 故均属于非极性分子, **B 正确**; 锗原子(₃₂Ge)基态核外电子排布式为 [Ar]3d¹⁰4s²4p² 或 1s²2s²2p⁶3s²3p⁶3d¹⁰4s²4p², 4s²4p² 是价电子排布式, **C 错误**; IVA 族元素单质的晶体类型不一定相同, 如 C₆₀ 为分子晶体, 晶体硅为共价晶体, 锗为金属晶体, **D 错误**。

6 A HF 为弱酸, 在离子方程式中不可拆开, 题中信息 H₂SiF₆ 在水中完全电离为 H⁺ 和 SiF₆²⁻, 可以拆开, **A 正确**; 缺少反应条件, 且 H 原子不守恒, **B 错误**; 放电时, 正极应该得到电子, 发生还原反应, **C 错误**; CH₄ 燃烧的热化学方程式中应该生成液态水, 且 ΔH 应该为负值, **D 错误**。

7 C 石墨可用作润滑剂, 与其能否导电无关, **A 不符合题意**; 硅可用作半导体材料, 与其熔点高低无关, **B 不符合题意**; 含铅化合物可用作电极材料, 与其颜色是否丰富无关, **D 不符合题意**。

8 A 自然固氮、人工固氮都是将 N₂ 转化为氮的化合物, 不一定是 NH₃, **A 错误**。

9 D  互为顺反异构体, **A 正确**; X 分子中含有碳碳双键, 可与 Br₂ 发生加成反应, 从而使溴的 CCl₄ 溶液褪色, **B 正确**; X 为不对称烯烃, 与 HBr 有 2 种加成方式,

产物有 2 种: , **C 正确**; Z 分子中有 1 个手性碳原子:  (标“*”碳原子为手性碳原子), **D 错误**。

10 B $4\text{NH}_3(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) + 4\text{NO}(\text{g}) \rightleftharpoons 4\text{N}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 为气体分子数增大的反应, 即 ΔS > 0, **A 错误**; 上述反应中, NH₃ 是还原剂, O₂、NO 是氧化剂, 消耗 4 mol NH₃ 共转移 12 mol 电子, 故消耗 1 mol NH₃, 转移电子的数目为 3 × 6.02 × 10²³, **C 错误**; 由题中信息知, 尿素水

解生成 NH_3 ，实际应用中，加入尿素过多，不仅造成尿素的浪费，同时生成的 NH_3 也是一种空气污染物，**D 错误**。

11 **D** 滴加几滴 KSCN 溶液，无明显现象，说明无 Fe^{3+} ，滴加几滴新制氯水，溶液变红，说明有 Fe^{2+} 被氧化成 Fe^{3+} ，故该实验探究方案能证明 Fe^{2+} 具有还原性，**A 正确**；滴加几滴品红溶液，振荡，溶液褪色，加热试管，溶液又恢复红色，故该实验探究方案能证明 SO_2 具有漂白性，**B 正确**；滴加几滴溴水，振荡，溶液变蓝，说明 I^- 被 Br_2 氧化生成 I_2 ，故该实验探究方案能证明 Br_2 的氧化性比 I_2 的强，**C 正确**；没有给出醋酸和盐酸的浓度，故不能通过比较溶液 pH 大小得出 CH_3COOH 是弱电解质，**D 错误**。

Plus 方法技巧

“实验操作、现象与结论”归纳

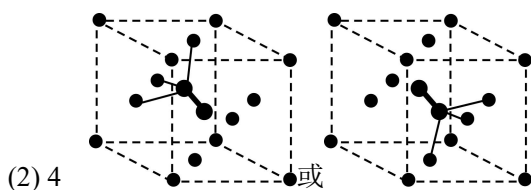
逻辑关系混乱：(1) 关系项(实验和现象)与推论项(结论或解释)之间出现逻辑混乱(或没有逻辑关系)。(2) 实验操作本身设计错误或不严密。实验操作与实验目的是这类题目的变形，本质还是实验评价，即实验设计能否达到实验目的。

12 **C** KOH 吸收 CO_2 所得到的溶液呈碱性，则 $c(\text{H}^+) < 10^{-7} \text{ mol/L}$ ， $\frac{c(\text{H}_2\text{CO}_3)}{c(\text{HCO}_3^-)} = \frac{c(\text{H}^+)}{K_{a1}} < \frac{1 \times 10^{-7}}{4.4 \times 10^{-7}} < 1$ ，即 $c(\text{H}_2\text{CO}_3) < c(\text{HCO}_3^-)$ ，**A 错误**； K_2CO_3 溶液中的质子守恒式为 $c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+) + c(\text{HCO}_3^-) + 2c(\text{H}_2\text{CO}_3)$ ，**B 错误**；以 0.1 mol/L KOH 溶液吸收 CO_2 ， $c_{\text{总}} = c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{CO}_3^{2-}) = 0.1 \text{ mol/L}$ ，则所得溶液的溶质为 KHCO_3 ， $K_{\text{h}}(\text{HCO}_3^-) = \frac{K_{\text{w}}}{K_{a1}} = \frac{10^{-14}}{4.4 \times 10^{-7}} > K_{a2} = 4.7 \times 10^{-11}$ ，则 HCO_3^- 以水解为主，水解产物多于电离产物，即 $c(\text{H}_2\text{CO}_3) > c(\text{CO}_3^{2-})$ ，**C 正确**；“吸收”“转化”的总反应为 $\text{CO}_2 + \text{CaO} = \text{CaCO}_3$ ，由 CaCO_3 的分解反应是吸热反应可知，上述反应是放热反应，溶液的温度升高，**D 错误**。

13 **B** 由 CO 的选择性计算公式可知，相同温度下， CO 和 CO_2 的选择性之和为 1，故图中曲线②代表平衡时 H_2 的产率随温度的变化，由图可知，约 330°C 后 H_2 的平衡产率随温度升高而减小，结合题给方程式可知，此时 CO 的选择性应随温度升高而增大，所以图中③代表 CO 的选择性，①代表 CO_2 的选择性，**A 错误**； 300°C 后， H_2 产率随温度升高而减小，说明主要发生第二个反应，该反应吸热， CO 产率随温度的升高而增大，则温度升高，平衡时 CO 的选择性增大，**B 正确**；增大 $\frac{n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})}{n(\text{H}_2\text{O})}$ ，相当于增大 $n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})$ ，根据勒夏特列原理知，只能削弱增加的 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ，不能消除，故不可提高乙醇平衡转化率，**C 错误**；高效催化剂只能加快反应速率，不能改变平衡时 H_2 的产率，**D 错误**。

14 (除特殊标注外，每空 2 分)

(1) ① $\text{FeS} + \text{CrO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O} = \text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{Cr}(\text{OH})_3 + \text{S} + 2\text{OH}^-$ (3 分) ② 5.0×10^{-5} ③ $c(\text{OH}^-)$ 越大， FeS 表面吸附的 $\text{Cr}(\text{VI})$ 的量越少， FeS 溶出量越少， $\text{Cr}(\text{VI})$ 中 CrO_4^{2-} 物质的量分数越大 (3 分)

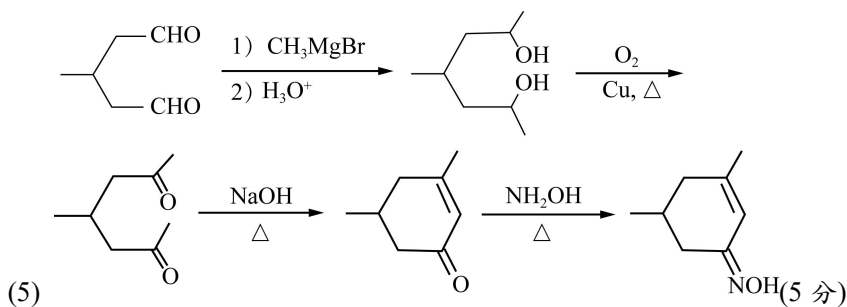
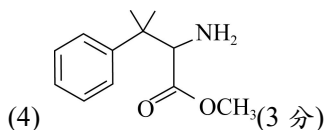
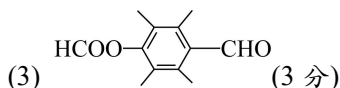


(3) Fe_2O_3 (计算过程见解析) (3 分)

解析：(1) ② 反应 $\text{FeS} + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{HS}^-$ 的平衡常数 $K = \frac{c(\text{Fe}^{2+}) \cdot c(\text{HS}^-)}{c(\text{H}^+)} = \frac{c(\text{S}^{2-}) \cdot c(\text{Fe}^{2+}) \cdot c(\text{HS}^-)}{c(\text{S}^{2-}) \cdot c(\text{H}^+)} = \frac{K_{\text{sp}}(\text{FeS})}{K_{\text{a2}}(\text{H}_2\text{S})} = \frac{6.5 \times 10^{-18}}{1.3 \times 10^{-13}} = 5.0 \times 10^{-5}$ 。③ 在 $\text{pH}=4\sim 7$ 的水溶液中，纳米 FeS 颗粒表面带正电荷， $c(\text{OH}^-)$ 越大，被 FeS 吸附的 OH^- 越多，被 FeS 吸附的 CrO_4^{2-} 或 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 越少， CrO_4^{2-} 或 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 与 FeS 反应速率减慢；在弱酸性溶液中，发生反应 $\text{FeS} + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{HS}^-$ ， $c(\text{OH}^-)$ 越大， $c(\text{Fe}^{2+})$ 越小，与 Cr(VI) 的反应速率越慢；含 Cr(VI) 的溶液中存在平衡 $2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ ， $c(\text{OH}^-)$ 越大， $c(\text{H}^+)$ 越小，平衡逆向移动程度越大，导致 CrO_4^{2-} 的含量上升， CrO_4^{2-} 、 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 所带负电荷相等，均可被带正电的纳米 FeS 颗粒吸附，但 CrO_4^{2-} 比 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 含铬量小，故会导致处理 Cr(VI) 的速率变慢。(2) 晶胞中， Fe^{2+} 位于 8 个顶点和 6 个面心， Fe^{2+} 个数 $= 8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$ ，由化学式 FeS_2 知， S_2^{2-} 的数目也为 4。(3) 设原有 1 mol FeS_2 ，质量为 120 g。完全氧化后固体为铁的氧化物，设为 FeO_x 。 $m(\text{FeO}_x) = 120 \text{ g} \times 66.7\% \approx 80.0 \text{ g}$ ， $m(\text{O}) = 80.0 \text{ g} - 56 \text{ g} = 24.0 \text{ g}$ ， $n(\text{O}) = \frac{24.0 \text{ g}}{16 \text{ g/mol}} = 1.5 \text{ mol}$ ， $n(\text{Fe}) : n(\text{O}) = 1 \text{ mol} : 1.5 \text{ mol} = 2 : 3$ ，固体的化学式为 Fe_2O_3 。

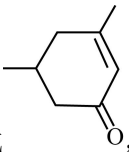
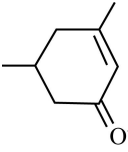
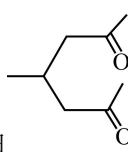
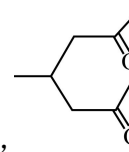
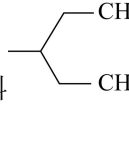
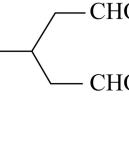
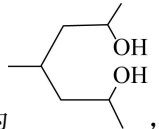
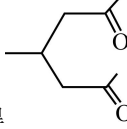
15 (除特殊标注外，每空 2 分)

(1) sp^2 、 sp^3 (2) 取代反应

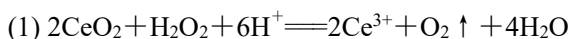


解析：(3) 除苯环外，D 还有 2 个不饱和度、6 个 C、3 个 O，其同分异构体能水解，说明含有酯基，生成的 2 种产物均能被银氨溶液氧化，说明为甲酸形成的酯基，水解所得的一种产物为甲酸，另一产物中应含有醛基，用掉 2 个不饱和度、3 个 O、2 个 C；分子中含有 4

种不同化学环境的氢原子，说明分子高度对称，则剩下的 4 个 C 可以甲基的形式放在苯环的对称位置上，据此可写出满足条件的 D 的同分异构体的结构简式。(4) 对比 E、G 的结构简式知，E 中“ =NOH ”要转变为“ —NH_2 ”，“ —COOCH_3 ”要转变为“ —COOH ”，由 $\text{F} \rightarrow \text{G}$ 的反应条件知，此处为酯基水解，则 $\text{E} \rightarrow \text{F}$ 为“ =NOH ”转变为“ —NH_2 ”，而酯基没有变化。(5) 本题采用逆合成分析法。目标产物中的关键基团与流程图中 E 的类似，则欲

合成目标产物，先合成 ，由已知信息②知，可由 合成，中含有 8 个 C，原料 中含有 6 个 C，需要依据已知信息①延长碳链，将 转化为 ，进一步氧化制得 ，具体合成路线见答案。

16 (除特殊标注外，每空 2 分)



(2) B

(3) ①提高 Ce^{3+} 萃取率 ②适当提高 HNO_3 浓度；充分振摇分液漏斗；用适量萃取剂分多次萃取 ③ Ce^{3+} 、 H^+

(4) 从滴定管中准确放出 25.00 mL Ce^{4+} 溶液于锥形瓶中，加几滴苯代邻氨基苯甲酸指示剂；向锥形瓶中慢慢滴加浓度为 0.020 00 mol/L 的 $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 溶液，边滴边振荡锥形瓶，至溶液颜色恰好由紫红色变为亮黄色，且 30 s 内颜色不变，记录滴加 $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 溶液的体积；重复以上操作 2~3 次(5 分)

解析：(2) 将 NH_4HCO_3 溶液滴加到 CeCl_3 溶液中，则生成的 $\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3$ 沉淀浸泡在 Cl^- 中，所得 $\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3$ 表面会附有很多 Cl^- ；而将 CeCl_3 溶液滴加到 NH_4HCO_3 溶液中，带入的 Cl^- 的量很少，故选 B。(3) ①由萃取原理 $\text{Ce}^{3+}(\text{水层}) + 3\text{HA}(\text{有机层}) \rightleftharpoons \text{Ce}(\text{A})_3(\text{有机层}) + 3\text{H}^+(\text{水层})$ 知，酸性条件下， Ce^{3+} 不易被 HA 萃取，加氨水除去 HCl，便于 Ce^{3+} 由水层进入有机层。②“反萃取”即是要上述平衡逆向移动，故可以加入酸，使平衡逆向进行的程度增大；或者通过多次萃取使得有机层的 Ce^{3+} 进入水层，在操作时，可以充分振荡，使 Ce^{3+} 被分离出来。③“反萃取”得到的水溶液中含有 Ce^{3+} 、 H^+ 和 NO_3^- ，加入氨水和 NH_4HCO_3 生成 $\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3$ 沉淀，则氨水和 NH_4HCO_3 会消耗 H^+ ， Ce^{3+} 转化为沉淀，故 Ce^{3+} 和 H^+ 的物质的量会减小。(4) 测定溶液中 Ce^{3+} 的含量的实验原理：先将 Ce^{3+} 转化为 Ce^{4+} ，用标准 $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 溶液滴定 Ce^{4+} ，根据滴定实验中测得的 $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 溶液的体积，可计算出 Ce^{4+} 的物质的量，由 Ce 原子守恒，可计算出溶液中 Ce^{3+} 的含量。

17 (除特殊标注外, 每空 2 分)

(1) ① $\text{CuCl}_2 - \text{e}^- + 2\text{Cl}^- = \text{CuCl}_4^{2-}$ (3 分) ② Cu、O

(2) ① $\text{Fe} + 2\text{HCO}_3^- \xrightarrow{300\text{ }^\circ\text{C}} \text{FeCO}_3 + \text{H}_2 \uparrow + \text{CO}_3^{2-}$ (3 分)

② H 的电负性大于 Fe, 小于 O, 在活性 $\text{Fe}_3\text{O}_{4-x}$ 表面, 1 个 H_2 分子断裂为 2 个 H 原子, 1 个吸附在催化剂的亚铁离子上, 略带负电, 1 个吸附在催化剂的氧离子上, 略带正电, 前者与 HCO_3^- 中略带正电的碳结合, 后者与 HCO_3^- 中略带负电的羟基氧结合生成 H_2O , HCO_3^- 转化为 HCOO^- (3 分) ③ $c(\text{HCO}_3^-)$ 增大, 活性催化剂 $\text{Fe}_3\text{O}_{4-x}$ 增多, 可以催化 HCO_3^- 与 H_2 反应生成 HCOO^- ; 同时生成的 H_2 的量增多, H_2 浓度越大, 反应速率增大, HCOO^- 的产率增大 (3 分)

(3) 高效、经济、原子利用率高、无污染

解析: (1) ② 电解在质子交换膜电解池中进行, H^+ 可自由通过, 阳极区为酸性 CuCl_2 溶液, 电解过程中 CuCl_2 转化为 CuCl_4^{2-} , 电解后, 经热水解得到的 HCl 和热分解得到的 CuCl 等物质可循环使用, 从图中可知, 热分解产物还有 O_2 , 进入热水解的物质有 CuCl_4^{2-} , 故发生化合价变化的元素有 Cu、O。(2) ③ 由图乙知, Fe 的转化率随 $c(\text{HCO}_3^-)$ 增加而增大, 即生成活性 $\text{Fe}_3\text{O}_{4-x}$ 的量增多, 而活性 $\text{Fe}_3\text{O}_{4-x}$ 是 HCO_3^- 转化为 HCOO^- 的催化剂, 可以加快生成 HCOO^- 。反应初期, Fe 的转化率增大, 生成的 H_2 增多, 离子方程式为 ① $\text{Fe} + 2\text{HCO}_3^- \xrightarrow{300\text{ }^\circ\text{C}} \text{FeCO}_3 + \text{H}_2 \uparrow + \text{CO}_3^{2-}$, ② $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{活性 Fe}_3\text{O}_{4-x}} \text{HCOO}^- + \text{H}_2\text{O}$, $c(\text{H}_2)$ 越大, 反应②生成 HCOO^- 的反应速率越快, 即 HCOO^- 的产率增大。(3) “Fe- HCO_3^- - H_2O 热循环制氢和甲酸” 系统将 HCO_3^- 转化为 HCOO^- 和 H_2 的速率快, 原子利用率高, 不产生污染物, Fe 初期生成 FeCO_3 后迅速转化为活性 $\text{Fe}_3\text{O}_{4-x}$, 活性 $\text{Fe}_3\text{O}_{4-x}$ 被氧化为 Fe_3O_4 , Fe_3O_4 再经生物柴油副产品转化为 Fe, 反应中各物质得到循环利用, 故该原理的优点是高效、经济、原子利用率高、无污染。

plus 多维视角

错解分析

【错误 1】整个反应过程分为两步: 第一步为 $\text{Fe} + 2\text{HCO}_3^- \xrightarrow{300\text{ }^\circ\text{C}} \text{FeCO}_3 + \text{H}_2 \uparrow + \text{CO}_3^{2-}$, 第二步为 $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{活性 Fe}_3\text{O}_{4-x}} \text{HCOO}^- + \text{H}_2\text{O}$, 增大 HCO_3^- 浓度, 可促进第一步反应中 Fe 的转化率提高, 也可以促进第二步反应生成 HCOO^- , 提高 HCOO^- 的产率。

错误原因: 要从速率的角度去回答单位时间内的转化率, 而不能从平衡的角度去谈移动。因为图中的转化率不是指平衡转化率。

【错误 2】增大 HCO_3^- 的浓度, 可以提高单位时间内的反应速率, 从而提高 HCOO^- 的产率。

错误原因: 没有讲清反应过程及原因。