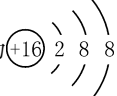


2024 年江苏省普通高中 学业水平选择性考试

1. A O 元素位于元素周期表中第二周期第ⅥA族;P 元素位于元素周期表中第三周期第ⅤA族;Ca 元素位于元素周期表中第四周期第ⅡA族;Fe 元素位于元素周期表中第四周期第Ⅷ族。故选 A。

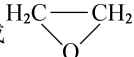
2. C S^{2-} 核外有 18 个电子,其结构示意图为,A 错误;

H_2O_2 是共价化合物,其中只含有共价键,B 错误; SO_4^{2-} 中 O 元素的化合价为-2 价,则 S 元素的化合价为+6 价,C 正确; H_2O 中 O 原子的价层电子对数 $=2+\frac{6-2\times 1}{2}=4$,采取 sp^3 杂化,有 2 个孤电子对,因此 H_2O 的空间结构为 V 形,D 错误。

3. A 配制一定物质的量浓度的溶液时,要先在烧杯中加水溶解固体,再将溶液转移到容量瓶中,不能直接在容量瓶中溶解固体,A 错误;油污的主要成分是油脂,在碱性条件下加热可促进油脂水解为易溶于水的甘油和高级脂肪酸盐,因此,将铁钉放在 NaOH 溶液中加热可以除去其表面的油污,B 正确;铁锈的主要成分是 $Fe_2O_3 \cdot xH_2O$, Fe_2O_3 可溶于盐酸,因此,将铁钉放在盐酸中可以除去其表面的铁锈,C 正确;该装置为电解池,铁钉与电源负极相连,作阴极, Zn^{2+} 在阴极铁钉上得电子生成 Zn 单质,故可以实现铁钉上镀锌,D 正确。

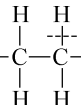
4. B Al^{3+} 核外有 2 个电子层,而 K^+ 核外有 3 个电子层,电子层数越多,半径越大,因此 K^+ 的半径较大,A 错误;同主族元素从上到下,电负性逐渐减小,因此 O 元素的电负性较大,B 正确;虽然 H_2S 的相对分子质量较大,但 H_2O 存在分子间氢键,因此 H_2O 的沸点较高,C 错误;元素的金属性越强,其最高价氧化物对应的水化物的碱性越强,K 的金属性强于 Al 的,因此 KOH 的碱性较强,D 错误。

5. C 固氮酶是豆科植物固氮过程中的催化剂,催化剂能降低反应的活化能,从而加快反应速率,A 错误;根据材料可知, C_2H_4 与 O_2

反应时,用 Ag 催化生成 (环氧乙烷),用 $CuCl_2/PdCl_2$

催化生成 CH_3CHO ,故 Ag 催化能提高生成环氧乙烷的选择性,B 错误; MnO_2 是 H_2O_2 制 O_2 反应的催化剂,故 MnO_2 能加快化学反应速率,C 正确; V_2O_5 是 SO_2 与 O_2 反应的催化剂, V_2O_5 能加快反应速率,但不能改变该反应的焓变,D 错误。

6. D 题中化学方程式得失电子不守恒,正确的化学方程式为 $2NO+2CO \xrightarrow{\text{催化剂}} N_2+2CO_2$,A 错误; NO_3^- 电催化为 N_2 时,N 元素的化合价降低,发生得电子的还原反应,题中为阴极反应式,B 错误;硝酸工业中 NH_3 发生催化氧化反应生成 NO,NO 进一步反应得到 NO_2 , NO_2 再与水反应制得硝酸,则 NH_3 的氧化反应为 $4NH_3+5O_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 4NO+6H_2O$,C 错误。

7. B CH_3CH_2OH 催化氧化为 CH_3CHO 时, 断

裂 C—H 键和 O—H 键,生成 C=O 键,A 错误;根据材料可知,氯自由基催化 O_3 分解形成臭氧空洞,催化剂可改变反应历程,则氟氯烃产生的氯自由基改变 O_3 分解的历程,B 正确;丁烷催化裂化为乙烷和乙烯时,丁烷断裂 σ 键,丁烷是饱和烃,不含有 π 键,C 错误;石墨中的碳原子为 sp^2 杂化,金刚石中的碳原子为 sp^3 杂化,则

石墨转化为金刚石时,碳原子轨道的杂化类型由 sp^2 转变为 sp^3 ,D 错误。

8. C 由碱性锌锰电池的总反应式可知,电池工作时,Zn 为负极,电极反应式为 $Zn-2e^-+2OH^-=ZnO+H_2O$, MnO_2 为正极,电极反应式为 $MnO_2+e^-+H_2O=MnOOH+OH^-$ 。电池工作时, MnO_2 为正极,得到电子,发生还原反应,A 错误;该装置为原电池,电池工作时,阴离子移向负极,则 OH^- 通过隔膜向负极移动,B 错误;环境温度过低,反应速率下降,不利于电池放电,C 正确;根据正极的电极反应式可知,每生成 1 mol $MnOOH$,得到 1 mol e^- ,转移的电子数约为 6.02×10^{-23} ,D 错误。

9. D X 分子中六元环上有 5 个饱和 C 原子,故所有碳原子不可能共平面,A 错误;Y 中的羰基和碳碳双键均可与 H_2 发生加成反应,因此 1 mol Y 最多能与 2 mol H_2 发生加成反应,B 错误;Z 中含有碳碳双键,可以与 Br_2 的 CCl_4 溶液反应,C 错误;Y、Z 中均含有碳碳双键,均能使酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色,D 正确。

10. A 电解 NaCl 溶液可以得到 H_2 和 Cl_2 , H_2 在 Cl_2 中燃烧可生成 HCl,A 符合题意; $Mg(OH)_2$ 和盐酸反应可以得到 $MgCl_2$ 溶液,但电解 $MgCl_2$ 溶液与电解饱和食盐水相似,不能得到金属 Mg,电解熔融 $MgCl_2$ 才能得到金属 Mg,B 不符合题意;工业制纯碱时,向饱和食盐水中先通入 NH_3 ,再通入 CO_2 ,充分反应后,过滤,得到 $NaHCO_3$,C 不符合题意;工业制备硫酸时, FeS_2 和 O_2 反应生成 SO_2 ,但是 SO_2 和水反应生成的是 H_2SO_3 ,不能得到 H_2SO_4 ,D 不符合题意。

11. B H_2SO_4 是二元酸, CH_3COOH 是一元酸,用 NaOH 溶液中和等物质的量的 H_2SO_4 溶液和 CH_3COOH 溶液,无法比较 H_2SO_4 和 CH_3COOH 的酸性强弱,A 不符合题意;向 2 mL $0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ Na_2S 溶液中滴加几滴溴水,振荡,产生淡黄色沉淀 S,说明发生了反应 $Br_2+S^{2-}=2Br^-+S\downarrow$,同一反应中,氧化剂的氧化性大于氧化产物的,因此氧化性 $Br_2>S$,B 符合题意; $CaCO_3$ 和 $BaCO_3$ 均为白色沉淀,实验产生的白色沉淀可能为 $CaCO_3$ 、 $BaCO_3$ 或 $CaCO_3$ 和 $BaCO_3$ 的混合物,故无法比较 $CaCO_3$ 和 $BaCO_3$ 溶度积常数的大小,C 不符合题意;比较 CH_3COO^- 和 NO_2^- 结合 H^+ 的能力,应在相同条件下测定相同浓度的 CH_3COONa 溶液和 $NaNO_2$ 溶液的 pH,题中两盐溶液的浓度未知,D 不符合题意。

12. D 实验 1 得到 H_2SO_3 溶液,根据电荷守恒有 $2c(SO_3^{2-})+c(HSO_3^-)+c(OH^-)=c(H^+)$,则 $c(SO_3^{2-})+c(HSO_3^-)<c(H^+)$,A 错误;实验 2 所得溶液的 $pH=4$, $c(H^+)=10^{-4}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$,根据 $K_a=\frac{c(H^+)\cdot c(SO_3^{2-})}{c(HSO_3^-)}$,可得 $6.2\times 10^{-8}=\frac{10^{-4}\cdot c(SO_3^{2-})}{c(HSO_3^-)}$,则 $\frac{c(SO_3^{2-})}{c(HSO_3^-)}=6.2\times 10^{-4}$,故 $c(SO_3^{2-})<c(HSO_3^-)$,B 错误;由 B 项分析可知,实验 2 所得溶液为 $NaHSO_3$ 溶液, $NaHSO_3$ 受热易分解,且易被空气中的 O_2 氧化,故溶液经蒸干、灼烧不能制得 $NaHSO_3$ 固体,C 错误;实验 3 中发生反应 $5SO_2+2MnO_4^-+2H_2O=5SO_4^{2-}+2Mn^{2+}+4H^+$,溶液恰好褪色时停止通气,说明通入的 SO_2 恰好将 MnO_4^- 还原完全,则生成的 $c(SO_4^{2-})>c(Mn^{2+})$,D 正确。

13. C 由图可知, L_4 处与 L_5 处的温度不同,故 L_4 处与 L_5 处反应①的平衡常数 K 不相等,A 错误;由图可知,绝热体系从 L_1 到 L_5 温度逐渐升高, $\Delta H_1>0$,反应①为吸热反应,故反应②为放热反应, $\Delta H_2<0$,且反应②放出的热量大于反应①吸收的热量,B 错误;从 L_5 到 L_6 ,反应体系温度升高, $\Delta H_1>0$,因此不论反应①是否达到平衡状态,反应①均向右进行,反应①为气体分子数不变的反

应,其向右进行时, $n(\text{H}_2\text{O})$ 增大,反应②为气体分子数减小的反应,且没有 H_2O 的消耗与生成,则反应体系中气体的总物质的量减小,则 H_2O 的体积分数增大,故 L_6 处 H_2O 的体积分数大于 L_5 处,C正确;反应②中 CO 的消耗速率等于 CH_3OH 的生成速率, L_1 处 CO 的体积分数大于 CH_3OH 的体积分数,说明反应①生成的 $n(\text{CO})$ 大于反应②生成的 $n(\text{CH}_3\text{OH})$, CO 的生成速率大于 CO 的消耗速率,即 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,Fe的浸出率增大; $c(\text{H}^+)$ 减小, Fe^{3+} 水解生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 进入滤渣,Fe的浸出率又减小 (2) ① $c(\text{OH}^-)$ 增大, SO_4^{2-} 量增大,($\text{R}_3\text{NH})_2\text{SO}_4$ 量增大,萃取平衡正向进行程度大

② 2:1 (3) ① $2\text{Nd}^{3+} + 3\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Nd}(\text{OH})\text{CO}_3 \downarrow + \text{CO}_2 \uparrow$ [或 $\text{Nd}^{3+} + 2\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Nd}(\text{OH})\text{CO}_3 \downarrow + \text{HCO}_3^-$]

② 8.84 mg $\text{Nd}(\text{OH})\text{CO}_3$ 的物质的量 $= \frac{8.84 \times 10^{-3} \text{ g}}{221 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 4 \times 10^{-5} \text{ mol}$

根据Nd元素守恒, $n(\text{Nd}^{3+}) = 4 \times 10^{-5} \text{ mol}$

550~600 °C,固体减少的质量为 H_2O 和 CO_2 的质量

根据H元素守恒可知, $n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{1}{2} \times 4 \times 10^{-5} \text{ mol}$

$m(\text{H}_2\text{O}) = \frac{1}{2} \times 4 \times 10^{-5} \text{ mol} \times 18 \times 10^3 \text{ mg} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.36 \text{ mg}$

则生成 $m(\text{CO}_2) = 8.84 \text{ mg} - 7.60 \text{ mg} - 0.36 \text{ mg} = 0.88 \text{ mg}$

生成 $n(\text{CO}_2) = \frac{0.88 \text{ mg}}{44 \times 10^3 \text{ mg} \cdot \text{mol}^{-1}} = 2 \times 10^{-5} \text{ mol}$

由C元素守恒可知,剩余的 $n(\text{CO}_3^{2-}) = 4 \times 10^{-5} \text{ mol} - 2 \times 10^{-5} \text{ mol} = 2 \times 10^{-5} \text{ mol}$

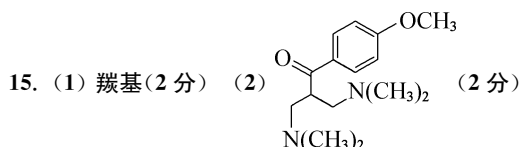
该产物中 $n(\text{Nd}^{3+}) : n(\text{CO}_3^{2-}) = 4 \times 10^{-5} \text{ mol} : 2 \times 10^{-5} \text{ mol} = 2 : 1$ (5分)

解析:(1) ① 钕铁硼在空气中焙烧后得到 Nd_2O_3 、 Fe_2O_3 ,用 $0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸酸浸后过滤,得到 NdCl_3 溶液和含铁滤渣,由图甲可知,前10 min有少量 Fe_2O_3 被溶解,10 min之后Fe的浸出率保持在5%左右几乎不变,则含铁滤渣的主要成分为 Fe_2O_3 。② 浸出初期,少量 Fe_2O_3 酸溶为 Fe^{3+} ,Fe浸出率上升;随着 Nd_2O_3 被快速浸取,消耗较多稀盐酸, H^+ 的浓度减小,pH增大,导致部分 Fe^{3+} 水解生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀进入滤渣,故Fe的浸出率又减小。(2) ① 其他条件不变,水层初始pH在0.2~0.8范围内,随水层pH增大, $c(\text{OH}^-)$ 增大, $c(\text{H}^+)$ 减小,促进 $(\text{R}_3\text{NH})_2\text{SO}_4 + \text{H}^+ + \text{HSO}_4^- \rightleftharpoons 2(\text{R}_3\text{NH} \cdot \text{HSO}_4)$ 的平衡逆向进行,($\text{R}_3\text{NH})_2\text{SO}_4$ 的量增大;同时也促进 HSO_4^- 电离, $c(\text{SO}_4^{2-})$ 增大; $c(\text{H}^+)$ 减小, $c(\text{SO}_4^{2-})$ 增大, $c[(\text{R}_3\text{NH})_2\text{SO}_4]$ 增大,均促进反应 $(\text{R}_3\text{NH})_2\text{SO}_4 + \text{Fe}^{3+} + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} \xrightleftharpoons[\text{反萃取}]{\text{萃取}} \text{H}^+ + (\text{R}_3\text{NH})_2\text{Fe}(\text{OH})(\text{SO}_4)_2$ 正向进行,即萃取正向进行程度大,导致 $(\text{R}_3\text{NH})_2\text{Fe}(\text{OH})(\text{SO}_4)_2$ 的浓度增大,因此,有机层中Fe元素的含量迅速增多。② 由铁酸铈的晶胞结构示意图可知,晶胞上、下、左、右面上各有2个Fe原子,另有4个Fe原子位于晶胞体对角线上,则该晶胞中含有的Fe原子数目 $= 2 \times 4 \times \frac{1}{2} + 4 = 8$;晶胞前后面上各有4个Bi原子,该晶胞中含有的Bi原子数目 $= 2 \times 4 \times \frac{1}{2} = 4$,因此 $N(\text{Fe}) : N(\text{Bi}) = 2 : 1$ 。(3) ① 向 NdCl_3 溶液中加入 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 溶液, Nd^{3+} 转化为 $\text{Nd}(\text{OH})\text{CO}_3$,说明 Nd^{3+} 和 CO_3^{2-} 发生相互促进的水解反应,生成 $\text{Nd}(\text{OH})\text{CO}_3$ 沉

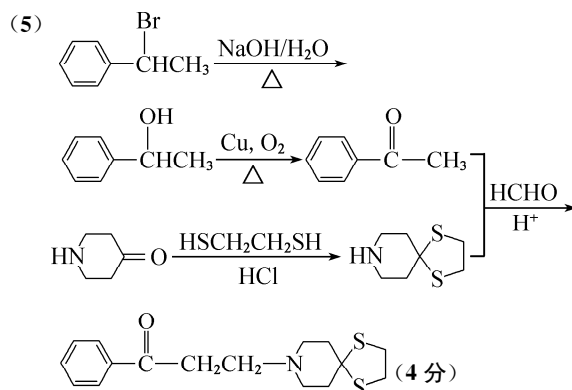
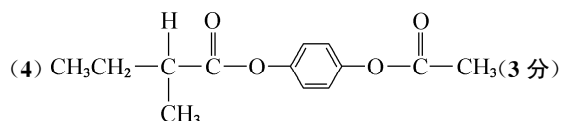
淀和 CO_2 或 HCO_3^- ,该反应的离子方程式见答案。② 8.84 mg

$\text{Nd}(\text{OH})\text{CO}_3$ 的物质的量 $= \frac{8.84 \times 10^{-3} \text{ g}}{221 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 4 \times 10^{-5} \text{ mol}$,其在 N_2

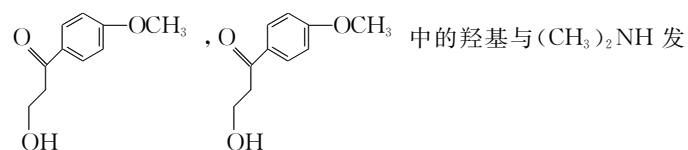
氛围中焙烧后,根据Nd元素守恒可知, $n(\text{Nd}^{3+}) = 4 \times 10^{-5} \text{ mol}$;550~600 °C时剩余固体的质量为7.60 mg,固体减少的质量 $= 8.84 \text{ mg} - 7.60 \text{ mg} = 1.24 \text{ mg}$,该碱式盐受热分解后所得固体产物为 $\text{Nd}_x\text{O}_y(\text{CO}_3)_z$,说明H元素全部转化为 H_2O ,根据H元素守恒可知,固体分解时生成 $m(\text{H}_2\text{O}) = \frac{1}{2} \times 4 \times 10^{-5} \text{ mol} \times 18 \times 10^3 \text{ mg} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.36 \text{ mg}$,说明固体分解时还生成了 CO_2 ,则生成 $m(\text{CO}_2) = 1.24 \text{ mg} - 0.36 \text{ mg} = 0.88 \text{ mg}$,生成的 $n(\text{CO}_2) = \frac{0.88 \times 10^{-3} \text{ g}}{44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 2 \times 10^{-5} \text{ mol}$,由C元素守恒可知,分解后剩余的 $n(\text{CO}_3^{2-}) = 4 \times 10^{-5} \text{ mol} - 2 \times 10^{-5} \text{ mol} = 2 \times 10^{-5} \text{ mol}$,则该产物中 $n(\text{Nd}^{3+}) : n(\text{CO}_3^{2-}) = 4 \times 10^{-5} \text{ mol} : 2 \times 10^{-5} \text{ mol} = 2 : 1$ 。



(3) 消去反应(2分) $\text{N}(\text{CH}_3)_3$ (2分)



解析:(1) 根据A的结构简式可知,A中含氧官能团为醚键和羰基。(2) 分析A、B的结构简式可知,A中羰基 α -C上的H被 $-\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_3)_2$ 替换,根据反应条件可知,A $\rightarrow$ B的过程中,A中与羰基相连的甲基上的H与HCHO发生加成反应生成



生取代反应生成B,对比B和副产物的分子式可知,1个副产物分子比1个B分子多1个N原子、3个C原子,可推知副产物是B再与1分子HCHO、1分子 $(\text{CH}_3)_2\text{NH}$ 发生类似A $\rightarrow$ B的反应生



反应中形成了碳碳双键,发生消去反应,C转化为D时还生成 H_2O 和 $\text{N}(\text{CH}_3)_3$ 。(4) F的分子式为 $\text{C}_{13}\text{H}_{16}\text{O}_4$,不饱和度为6。其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,推断该同分异构体中含有2个酯基,即含有结构 $-\text{COO}-$,

除苯环和酯基外还剩余 5 个 C; Y 和 Z 分子中均有 2 种不同化学环境的 H 原子,说明二者结构高度对称;Y 能与 FeCl_3 溶液发生显色反应,则 Y 含有酚羟基,再结合 O 原子数可推知,Y 的结构简式是 $\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OH}$,则 X 和 Z 中各含有 1 个 $-\text{COOH}$;Z 不能被银氨溶液氧化,则 Z 不含醛基,推断 Z 的结构简式是 CH_3COOH ;X 分子中含有 1 个手性碳原子,则 X 分子中共含有 5 个 C 原子,则推断其结构简式是 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{COOH})\text{CH}_3$;综上分析,该芳香族同分异构



体的一种结构简式是 $\text{CH}_3\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)(\text{H})-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{O}-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_3$ 。

(5) 根据目标产物的结构简式 $\text{C}_6\text{H}_5-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2)_2\text{S}$,采用逆推法进行分析,模仿反应 $\text{A} \rightarrow \text{B}$,

$\text{C}_6\text{H}_5-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2)_2\text{S}$ 可由 $\text{C}_6\text{H}_5-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_3$ 与 HCHO 、

$\text{HN}(\text{CH}_2\text{CH}_2)_2\text{S}$ 反应得到;已知 $\text{HSCH}_2\text{CH}_2\text{SH}$ 与 $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ 的

性质相似,模仿反应 $\text{E} \rightarrow \text{F}$, $\text{HN}(\text{CH}_2\text{CH}_2)_2\text{S}$ 可由 $\text{HN}(\text{CH}_2\text{CH}_2)_2\text{O}$ 与

$\text{HSCH}_2\text{CH}_2\text{SH}$ 反应得到;由于 $\text{HN}(\text{CH}_2\text{CH}_2)_2\text{O}$ 中酮羰基邻位的 C 原子上有 H 原子,也会发生类似 $\text{A} \rightarrow \text{B}$ 的反应,故 $\text{HN}(\text{CH}_2\text{CH}_2)_2\text{O}$ 必须先与 $\text{HSCH}_2\text{CH}_2\text{SH}$ 发生反应,防止生成其他副产物;其中

$\text{C}_6\text{H}_5-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_3$ 可由 $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}(\text{Br})-\text{CH}_3$ 先发生水解反应,再发生氧化反应得到。具体合成路线流程图见答案。

16. (1) 9×10^{-6} (2 分) (2) ① $\text{Fe} + 2\text{AgCl} = \text{FeCl}_2 + 2\text{Ag}$ (2 分)

② Fe 还原 AgCl 生成 Ag, Fe、Ag 和盐酸形成铁银原电池,不与铁圈直接接触的 AgCl 在 Ag 电极表面得电子 (3 分) ③ 用蒸馏水洗涤滤渣,至向最后一次洗涤液中滴加 AgNO_3 溶液,无明显现象,转移滤渣至烧杯中,开启通风设备,向烧杯中边加入稀硝酸边搅拌至无气泡产生,若固体完全溶解,则 AgCl 完全转化,若固体未完全溶解,则 AgCl 未完全转化 (3 分) (3) ① $4\text{Ag} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ = 4\text{Ag}^+ + 2\text{H}_2\text{O}$ (2 分) ② 纳米 Ag 与 O_2 反应生成 Ag_2O ,覆盖在纳米 Ag 表面,阻碍 Ag^+ 产生 (3 分)

解析: (1) CrO_4^{2-} 浓度约为 $5 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,当滴加 AgNO_3 溶液至开始产生 Ag_2CrO_4 沉淀,则 $c(\text{Ag}^+) = \sqrt{\frac{K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)}{c(\text{CrO}_4^{2-})}} =$

$$\sqrt{\frac{2.0 \times 10^{-12}}{5 \times 10^{-3}}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 2 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, \text{此时高氯水样中}$$

$$\text{Cl}^- \text{ 已基本沉淀,则 } c(\text{Cl}^-) = \frac{K_{\text{sp}}(\text{AgCl})}{c(\text{Ag}^+)} = \frac{1.8 \times 10^{-10}}{2 \times 10^{-5}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} =$$

$$9 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}; \text{也可从沉淀转化的角度进行分析。} (2) \text{ ① Fe}$$

将 AgCl 转化为单质 Ag,发生置换反应,反应的化学方程式为 $\text{Fe} + 2\text{AgCl} = \text{FeCl}_2 + 2\text{Ag}$ 。② 与铁圈直接接触的 AgCl 与 Fe 发生置换反应得到 Ag, Ag、Fe 和盐酸形成铁银原电池;不与铁圈直接接触的 AgCl 在 Ag 电极表面得电子,被还原为 Ag,电极反应式为 $\text{AgCl} + \text{e}^- = \text{Ag} + \text{Cl}^-$,故不与铁圈直接接触的 AgCl 也能转化为 Ag。③ 混合物中含有 FeCl_2 、 HCl 、Ag,可能含有 AgCl ,判断 AgCl 是否完全转化,即检验混合物中是否含有 AgCl 。取少量混合物过

滤,取固体滤渣,用蒸馏水洗涤滤渣,除去固体表面残留的 Cl^- ,可用 AgNO_3 溶液检验 Cl^- 是否除尽,若不先将 Cl^- 除尽,直接加入稀硝酸,稀硝酸与 Ag 反应生成的 Ag^+ 会结合 Cl^- 生成 AgCl ,干扰 AgCl 的检验;Ag 可溶于稀硝酸, AgCl 不溶于稀硝酸,故可向滤渣中加入过量稀硝酸,若 AgCl 完全转化,则剩余固体全部为 Ag,可完全溶于稀硝酸,若 AgCl 未完全转化,则剩余固体为 Ag 和 AgCl ,不能完全溶于稀硝酸,由于稀硝酸与 Ag 反应会生成有毒的 NO 气体,故反应需在通风设备中进行,具体实验方案见答案。(3) ① 由图示可知,在酸性条件下,纳米 Ag 溶解时被氧化为 Ag^+ ,离子方程式为 $4\text{Ag} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ = 4\text{Ag}^+ + 2\text{H}_2\text{O}$ 。② 若溶解氧浓度过高,纳米 Ag 与 O_2 反应生成 Ag_2O 氧化膜,覆盖在纳米 Ag 表面,使产生的 Ag^+ 减少,故纳米 Ag 的抗菌性能下降。

17. (除特殊标注外,每空 2 分)

(1) ① C、H、Fe ② $\frac{16}{9}$ (2) ① $\text{CH}_3\text{COO}[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2] + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} +$

$\text{CO} = \text{CH}_3\text{COO}[\text{Cu}(\text{NH}_3)_3\text{CO}] + \text{H}_2\text{O}$ 或 $\text{CH}_3\text{COO}[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2] + \text{NH}_3 + \text{CO} = \text{CH}_3\text{COO}[\text{Cu}(\text{NH}_3)_3\text{CO}]$ ② $\alpha\text{-Fe}$ 表面积减小,多孔 Al_2O_3 吸附 NH_3 的量增大 (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 $-\text{NH}_2$ 中的 H 与 HCO_3^- 中羟基上的 O 形成氢键 (3 分) $\text{CN}-\text{NHD}$ 或 DCOO^-

解析: (1) ① 反应器 I 中的反应物有 CO 、 H_2 、 Fe_2O_3 ,产物有 CO_2 、 H_2O 、Fe,则化合价发生改变的元素有 C、H、Fe。② 根据得失电子守恒,反应 I 存在关系式 $3(\text{CO}, \text{H}_2) \sim 2\text{Fe}_2\text{O}_3 \sim 4\text{Fe}$,反应 II 存在关系式 $3\text{Fe} \sim \text{Fe}_3\text{O}_4 \sim 4\text{H}_2$,反应 II 中的 Fe 来自反应 I,联立两个关系式有 $9(\text{CO}, \text{H}_2) \sim 12\text{Fe} \sim 16\text{H}_2$,则含 CO 和 H_2 各 1 mol 的混合

气体通过题中方法制氢,理论上可获得 $\frac{16}{9} \text{ mol H}_2$ 。(2) ① 反应物为 $\text{CH}_3\text{COO}[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]$ 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 和 CO ,生成物为 $\text{CH}_3\text{COO}[\text{Cu}(\text{NH}_3)_3\text{CO}]$,根据元素质量守恒可写出反应的化学方程式。② 多孔 Al_2O_3 可作为气体吸附剂, Al_2O_3 含量大于 2% 时,吸附生成的 NH_3 的量增大,使出口处氨含量下降; Al_2O_3 含量大于 2% 时,尽管利于 $\alpha\text{-Fe}$ 的分散,但 $\alpha\text{-Fe}$ 的含量减小,其表面积也相应减小,反应速率减小,这也会导致产生的 NH_3 减少,使出口处氨含量下降。(3) ① 该条件下的产率问题为速率问题,温度低于 70°C ,随温度升高,反应 $\text{H}_2 + \text{HCO}_3^- \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{HCOO}^- + \text{H}_2\text{O}$ 的速率增大, HCOO^- 产率增大,温度高于 70°C , NaHCO_3 受热分解导致其浓度降低,且温度升高, H_2 的溶解量下降,催化剂的活性下降, HCOO^- 会受热分解,均会导致 HCOO^- 产率下降。② $\text{CN}-\text{NH}_2$ 中的 H 原子连在电负性较大的 N 原子上, $-\text{NH}_2$ 中的 H 可与 HCO_3^- 中羟基上的 O 形成 $\text{N}-\text{H}\cdots\text{O}$ 氢键,故氨基能将 HCO_3^- 控制在催化剂表面。分析反应机理中 H_2 中 H 原子的去向即可得出答案,由机理图可知,用 D_2 代替 H_2 ,若生成 $\text{CN}-\text{NHD}$ 或 DCOO^- ,则可确认反应过程中的加氢方式,机理图解如下:

