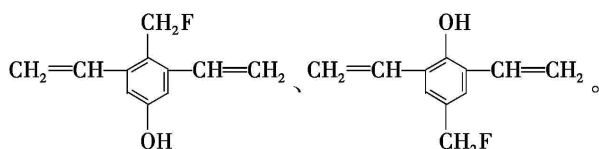
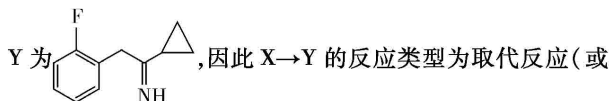



且不饱和度为 2, 则符合条件的结构简式为

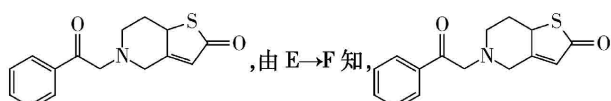
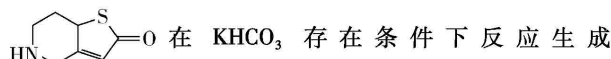
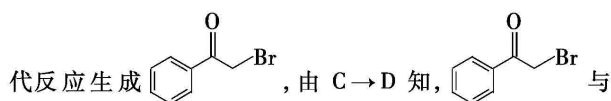
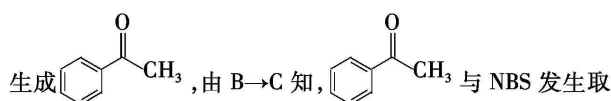


(4) X 水解生成 Y, 结合 X 的结构简式和 Y 的分子式可知,

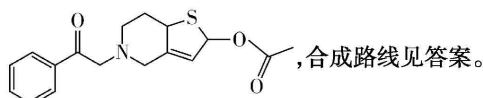


水解反应)。

(5)  在 AlCl_3 的作用下与 $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$ 发生取代反应



在 $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$ 、 $(\text{CH}_3\text{CH}_2)_3\text{N}$ 、DMSO 的作用下反应生成



16. (除标注外, 每空 2 分, 共 15 分)

(1) 酸式滴定管 $2\text{H}_2\text{O}+2\text{e}^-\longrightarrow\text{H}_2\uparrow+2\text{OH}^-$ (3 分)

(2) CuCl (3) V_1-V_2

(4) 取少量最后一次洗涤液于试管中, 滴加几滴(硝酸酸化的) AgNO_3 溶液, 若不产生白色沉淀, 则说明 Cu_2O 已经洗涤干净(3 分)

(5) $4[\text{CuCl}_2]^-+\text{O}_2+4\text{H}^++8\text{Cl}^-\longrightarrow 4[\text{CuCl}_4]^{2-}+2\text{H}_2\text{O}$ (3 分)

【热题型】一体化实验的设计, 涉及离子检验、电极反应式和离子方程式的书写等

【深度解析】(1) 由仪器 a 图示可知, 仪器 a 是酸式滴定管。阳离子在阴极得电子, NaCl 和 NaOH 的混合溶液中含有的阳离子为 Na^+ 和水电离出的 H^+ , 而放电顺序: $\text{H}^+>\text{Na}^+$, 再由溶液呈碱性可知阴极的电极反应式为 $2\text{H}_2\text{O}+2\text{e}^-\longrightarrow\text{H}_2\uparrow+2\text{OH}^-$ 。

(2) 该装置为电解池装置, 由于 Cu 是活性电极, 所以阳极 Cu 放电, 析出的白色固体是 CuCl 。

(3) 滴定管上端刻度是 0, 所以 $V_1>V_2$, 收集到气体的体积为两者的差值, 所以 $\Delta V=(V_1-V_2)$ mL。

(4) 由于溶液中含有 Cl^- , 所以需用稀 HNO_3 和 AgNO_3 溶液检验 Cl^- 。

(5) 由于含有 $[\text{CuCl}_4]^{2-}$ 的溶液呈黄色、含有 $[\text{CuCl}_2]^-$ 的溶液无色, 所以溶液颜色由无色变为黄色是由于 $[\text{CuCl}_2]^-$ 被氧化为 $[\text{CuCl}_4]^{2-}$, 则发生的反应为 $4[\text{CuCl}_2]^-+\text{O}_2+4\text{H}^++8\text{Cl}^-\longrightarrow 4[\text{CuCl}_4]^{2-}+2\text{H}_2\text{O}$ 。

方法总结 检验沉淀是否洗涤干净的基本操作方法: 取少许最后一次洗涤液于试管中, 滴加 X 试剂, 若无明显现象, 则沉淀已洗涤干净。

考法解读 本题巧妙地将滴定管与电解装置相结合, 通过实验来测定阿伏加德罗常数。这种考法不仅考查了学生对常见实验仪器的创新能力, 而且通过利用滴定管来测定气体体积, 打破了传统测量方法的局限性。题目还融入了电化学知识, 要求学生在理解和运用电解原理的基础上, 完成实验设计和数据测定, 从而全面检验了学生实验技能和理论知识的综合运用能力。

17. (每空 3 分, 共 15 分)

(1) ① $\text{S}-6\text{e}^-+4\text{H}_2\text{O}\longrightarrow\text{SO}_4^{2-}+8\text{H}^+$ ② 负极区酸性增强, 硫氧化菌失去活性

(2) ① O_3 和 CN^- 吸附在活性炭表面形成 $^*\text{O}_3$ 和 $^*\text{CN}^-$, $^*\text{O}_3$ 和 OH^- 作用生成吸附态的 $\cdot\text{OH}^*$, $\cdot\text{OH}^*$ 和 $^*\text{CN}^-$ 发生氧化还原反应生成 N_2 和 CO_2 并离开活性炭表面 ② 臭氧能将 CN^- 直接氧化, 活性炭吸附、催化 O_3 产生 $\cdot\text{OH}^*$, 间接氧化 CN^-

(3) 随着 $\text{FeSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 投加量的增大, 产生 $\cdot\text{OH}$ 的浓度增大; Fe^{3+} 水解产生的 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 具有吸附作用, 共同作用使氰去除率上升

【热题型】反应原理综合, 涉及原因分析、电极反应式、反应机理分析等

【深度解析】(1) ① 由题图甲可知, 碳棒 b 为燃料电池负极, 负极上 S 失电子生成 SO_4^{2-} , 电极反应式为 $\text{S}-6\text{e}^-+4\text{H}_2\text{O}\longrightarrow\text{SO}_4^{2-}+8\text{H}^+$; ② 负极电极反应式为 $\text{FeS}_2-2\text{e}^-\longrightarrow\text{Fe}^{2+}+2\text{S}$, $\text{S}-6\text{e}^-+4\text{H}_2\text{O}\longrightarrow\text{SO}_4^{2-}+8\text{H}^+$, 负极附近酸性增强, 不利于硫氧化菌存活, 所以工作一段时间后, 电池效率降低。

(2) ② 臭氧具有氧化性, 能将 CN^- 氧化, 活性炭吸附、催化 O_3 产生 $\cdot\text{OH}^*$, 间接氧化 CN^- , 二者共同作用反应速率较快。

(3) $\text{pH}=5$, H_2O_2 浓度为 $32.5\text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$ 条件下, 当 $\text{FeSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 的投加量小于 $2.5\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 时, 增大其投加量等于增大催化剂用量, 产生的 $\cdot\text{OH}$ 浓度增大。 Fe^{2+} 被 H_2O_2 氧化为 Fe^{3+} , $\text{pH}=5$ 时, Fe^{3+} 易水解生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 具有吸附作用, 可进一步提升氰的去除率。

2025 年江苏省高考名校名师联席命制 化学信息卷(七)

参考答案及评分标准

一、单项选择题: 共 13 题, 每题 3 分, 共 39 分。

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

评分细则

二、非选择题:共4题,共61分。

14. (16分)

(1) $5s^25p^1$ (1分)

(2) $PbSO_4$ 、 SiO_2 (2分)

(3) $pH=5$, 溶液中 $c(OH^-)=1\times10^{-9} mol\cdot L^{-1}$ (1分)

由 $K_{sp}[Fe(OH)_3]=1\times10^{-38}$ 可得 $c(Fe^{3+})=\frac{1\times10^{-38}}{(1\times10^{-9})^3} mol\cdot L^{-1}=1\times10^{-11} mol\cdot L^{-1}<$

$10^{-5} mol\cdot L^{-1}$, 故所需除去的 Fe^{3+} 能完全除尽 (2分)

(4) ①1.0 (1分)

$c(H^+)$ 增大使得萃取平衡逆向移动, 故萃取率降低 (2分)

②a (1分)

(5) $3Zn+2In^{3+}=3Zn^{2+}+2In$ (2分)

(6) ① $CuInSe_2$ (2分)

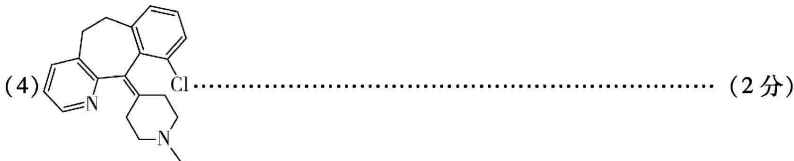
②4 (2分)

15. (16分)

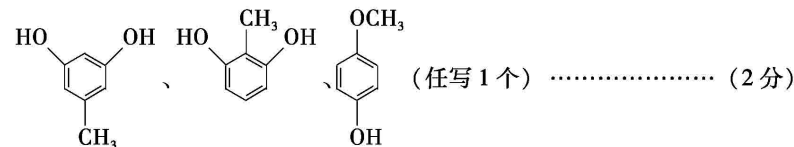
(1) 2-甲基-2-丙醇(或叔丁醇) (1分)

(2) 加成反应 (2分)

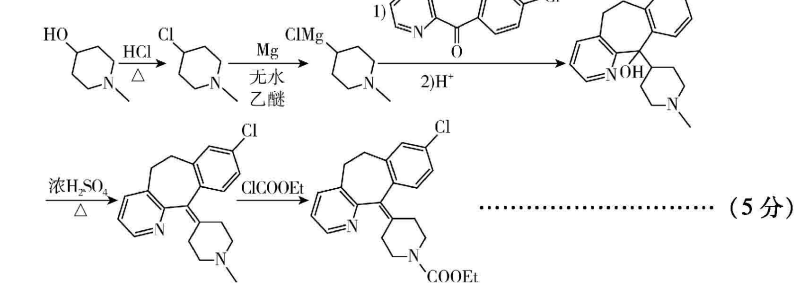
(3) 保护氨基, 防止—CN 在第②步中参与反应 (2分)



(5) 11 (2分)



(6) (5分)



16. (14分)

(1) $N_2H_4\cdot H_2O+4CuCl_2+8NaOH=2Cu_2O\downarrow+N_2\uparrow+8NaCl+7H_2O$ (3分)

(2) 取最后一次洗涤液少许于试管中, 滴加少量硝酸酸化的硝酸银溶液, 若无白色沉淀生成, 则证明沉淀已洗涤干净 (3分)

(3) 有大量晶体析出, 液体所剩不多时, 利用余热蒸干剩余水分 (2分)

(4) 滴加 4~5 滴 5% 的 $CuSO_4$ 溶液, 得到含 $NaOH$ 的新制 $Cu(OH)_2$, 再加入 2 mL 5% 的水合肼溶液, 加热至沸腾 (3分)

(5) 90 整个过程中, Cu 元素化合价由 +1 升高为 +2, Mn 元素化合价由 +7 降低为 +2, 设 Cu_2O 的物质的量为 $n mol$, 根据得失电子守恒得, $n mol\times2\times(2-1)=0.001 L\times0.1 mol\cdot L^{-1}\times(7-2)$, 解得 $n=2.5\times10^{-4}$ (1分)

Cu_2O 的质量 $m=144 g\cdot mol^{-1}\times2.5\times10^{-4} mol=0.036 g$ (1分)

产品中 Cu_2O 的含量为 $\frac{0.036 g}{0.04 g}\times100\%=90\%$ (1分)

14. (2) 写出 1 个给 1 分, 写错不给分

(4) 写出“ $c(H^+)$ 增大使得平衡逆移”即给分

(5) 写化学方程式不给分, 未配平不给分

15. (2) 不写“反应”不扣分

(3) 写出“保护氨基”即给分

(6) 每步 1 分

16. (1) 写离子方程式不扣分, 未配平不给分, 不写“ \uparrow ”和“ \downarrow ”不扣分

(2) 未写“硝酸酸化”不给分

(3) “有大量晶体析出”给 1 分, “利用余热蒸干”给 1 分

(4) 每步 1 分, 需说明具体试剂和操作

17. (15 分)

- (1) 积炭与 CO_2 、 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 反应生成 CO , 且反应吸热, 温度越高越有利于消除积炭 (2 分)
- (2) ① $\text{CO}_2 + 2\text{NO}_3^- + 16\text{e}^- + 18\text{H}^+ = \text{CO}(\text{NH}_2)_2 + 7\text{H}_2\text{O}$ (3 分)
- ② 氧空位增加, 有利于硝酸盐的有效吸附和活化 (2 分)
- (3) ① H^+ 、 C (2 分)
- $3\text{Fe} + 4\text{HCO}_3^- = 4\text{HCOO}^- + \text{Fe}_3\text{O}_4$ (2 分)
- ② O^{2-} (2 分)
- HDO 、 DCOO^- (2 分)

17. (1) 说明反应过程给 1 分, 说明“反应吸热, 温度越高越有利于消除积炭”给 1 分
- (2) ②“氧空位增加”给 1 分, “有利于硝酸盐的有效吸附和活化”给 1 分
- (3) ①写出 1 个给 1 分, 写错不给分
- ②写出 1 个给 1 分, 写错不给分

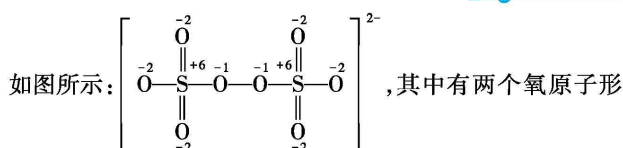
拆招式超详解

1. A 【热考点】化学与 STSE

【深度解析】氮气为空气的主要成分, 无色、无味且无毒, 不会造成空气污染, 故选 A。

2. D 【热题型】化学用语, 涉及电子式、空间结构、化学键、化合价

【深度解析】 Na_2O_2 是离子化合物, Na^+ 与 O_2^{2-} 形成离子键, O 原子间形成共价键, 其电子式为 $\text{Na}^+[:\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{O}}:]^{2-}\text{Na}^+$, A 正确; H_2O 中的 O 原子是 sp^3 杂化且有两个孤电子对, 则 H_2O 的空间结构为 V 形, B 正确; $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 中 NH_4^+ 和 $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ 间是离子键, NH_4^+ 和 $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ 内均有共价键, C 正确; $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ 的结构式



成了过氧键, 其化合价为 -1, 另外 6 个氧原子为 -2 价, 设 S 的化合价为 x , 化合物中各元素化合价代数和为 0, 则 $2x + 2 \times (-1) + (-2) \times 6 = -2$, 解得 $x = +6$, 即 $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ 中 S 为 +6 价, D 错误。

3. C 【热考点】实验原理、装置与操作

【深度解析】用题图甲装置制备无水氯化镁, HCl 的作用是抑制镁离子的水解, A 正确; Br_2 可以和氢氧化钠溶液反应, 且 CCl_4 和水互不相溶, 可以利用题图乙装置分离水层和有机层, 将 CCl_4 中的 Br_2 除去, B 正确; 题图丙中加入 95% 乙醇是为了降低硫酸四氨合铜的溶解度, 有利于硫酸四氨合铜晶体析出, 不是洗涤析出的硫酸四氨合铜晶体, C 错误; 不饱和烃可使 Br_2 的 CCl_4 溶液褪色, 用题图丁装置可检验石蜡油分解产生的不饱和烃, 其中碎瓷片作催化剂, D 正确。

关键点拨 95% 乙醇会降低溶剂的极性, 从而降低 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ 的溶解度, 有利于晶体析出。

4. B 【热考点】元素周期律, 涉及电离能、电负性、半径、碱性比较

【深度解析】同周期元素从左往右, 第一电离能呈增大趋势, 但 P 原子的 3p 轨道上电子排布为半满状态, 比较稳定, 所以 P 元素第一电离能大于同周期相邻的元素, 则电离能大小: $I_1(\text{P}) > I_1(\text{S})$, A 错误; CH_4 中 C 为 -4 价, H 为 +1 价, 则 C 元素的电负性大于 H 元素, B 正确; Cl^- 和 Ca^{2+} 电子层结构相同, Ca^{2+} 的核电荷数较大, 对外层电子的吸引能力较强, 因此 Ca^{2+} 的半径较小, C 错误; 同主族元素从上到下金属性逐渐增强, 则金属性: $\text{Ca} > \text{Mg}$, 元素的金属性越强, 其最高价氧化物

对应的水化物碱性越强, 因此 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的碱性强于 $\text{Mg}(\text{OH})_2$, D 错误。

5. A 【热考点】催化剂的性质与对反应的影响

【深度解析】 CuO 作为 HCl 被 O_2 氧化为 Cl_2 反应的催化剂, 降低了反应的活化能, 增大了活化分子百分数, 加快了反应速率, A 正确; 催化剂只能降低反应活化能, 不能改变反应进行的方向与反应的焓变, B、C 错误; 高效的催化剂能加快反应速率, 改变选择性, 不能改变平衡转化率, D 错误。

6. C 【热题型】方程式正误判断

【深度解析】 CN^- 结合 H^+ 能力弱于 CO_3^{2-} 、强于 HCO_3^- , NaCN 溶液中通入少量的 CO_2 , 反应生成 HCN 与 HCO_3^- : $\text{CN}^- + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HCN} + \text{HCO}_3^-$, A 错误; 酸性 KMnO_4 溶液与 $\text{H}_2^{18}\text{O}_2$ 的反应中, Mn 元素从 +7 价降到 +2 价, ^{18}O 从 -1 价升高到 0 价, 根据得失电子守恒、电荷守恒和原子守恒, 反应的离子方程式为 $2\text{MnO}_4^- + 5\text{H}_2^{18}\text{O}_2 + 6\text{H}^+ = 2\text{Mn}^{2+} + 5^{18}\text{O}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$, B 错误; 用惰性电极电解熔融 MgCl_2 , 阴极上 Mg^{2+} 得电子转化为 Mg , 电极反应式为 $\text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Mg}$, C 正确; Cl_2 在碱性条件下处理含氰废水不能生成 H^+ 和 CO_2 , 反应离子方程式应为 $5\text{Cl}_2 + 2\text{CN}^- + 12\text{OH}^- = 10\text{Cl}^- + \text{N}_2 \uparrow + 6\text{H}_2\text{O} + 2\text{CO}_3^{2-}$, D 错误。

7. C 【热考点】 σ 键和 π 键、杂化类型等

【深度解析】 AlCl_3 是共价化合物, 熔融状态下不导电, 不可通过电解熔融 AlCl_3 制备 Al , A 错误; $(\text{HF})_2 \rightleftharpoons 2\text{HF}$ 过程中断裂的是 HF 分子间的氢键, B 错误; CN^- 为直线形结构, C 原子的杂化方式为 sp , CO_3^{2-} 中 C 的价层电子对数为 $3 + \frac{4+2-6}{2} = 3$, 碳原子的杂化类型为 sp^2 , C 正确; $-\text{CN}$ (氰基) 被 NaBH_4 还原为 $-\text{CH}_2\text{NH}_2$, 氰基断裂 2 个 π 键, D 错误。

8. C 【热考点】原电池工作原理, 涉及离子移动方向、电极反应式、电子转移数目等

模型解读 交换膜为质子交换膜, 则电池反应在酸性条件下进行。电池工作时, 燃料 CH_3OH 在电池的负极失去电子, 发生氧化反应, A 正确。

电极	电极反应式
负极	$2\text{CH}_3\text{OH} - 12\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{CO}_2 + 12\text{H}^+$
正极	$\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O}$ (C 错误)

【深度解析】电池工作时, 电子从负极经外电路流向正极, 为使溶液呈电中性, H^+ 通过质子交换膜向正极移动, B 正确; 反

应中1 mol 甲醇生成1 mol 二氧化碳,C从-2价升高到+4价,转移的电子数约为 $6 \times 6.02 \times 10^{23}$,D正确。

9.D 【热考点】有机物的结构和性质

【深度解析】由于单键能旋转,X分子中两个 $-\text{CH}_3$ 中的碳原子不一定与苯环共平面,A错误;Y中含1个醛基,醛基有还原性,可与溴水发生氧化还原反应,使溴水褪色,B错误;Z中含有酚羟基和碳碳双键,酚羟基的对位氢和1个邻位氢能与溴水发生取代反应,碳碳双键可以和溴水发生加成反应,则1 mol Z与溴水混合,最多能消耗3 mol Br_2 ,C错误;X中有酚羟基,Y中有醛基和与苯环直接相连的甲基,Z中有酚羟基、碳碳双键和与苯环直接相连的甲基,X、Y、Z均能使酸性 KMnO_4 溶液褪色,D正确。

10.C 【热考点】化学在工业生产中的应用

【深度解析】 MgCl_2 和 MgO 均为离子晶体,熔点: $\text{MgCl}_2 < \text{MgO}$,制备镁应电解熔融氯化镁,而不电解熔融氧化镁,A错误; $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 在水中溶解度很小,工业上用石灰乳与氯气反应制漂白粉,B错误;工业炼铁一般用CO还原氧化铁,即高炉炼铁,成本较低,Al比Fe活泼,电解制铝的成本较高,一般铝热反应用于修补铁轨,D错误。

11.D 【热题型】实验方案设计与评价,涉及酸性、还原性比较等

【深度解析】向饱和 Na_2CO_3 溶液中滴加几滴苯酚溶液,饱和 Na_2CO_3 溶液中 CO_3^{2-} 过量,无气泡产生不能证明苯酚的酸性小于碳酸,A错误;由实验现象可知, Na_2SO_3 溶液显碱性, NaHSO_3 溶液显酸性,则 HSO_3^- 的电离程度大于水解程度,由二元弱酸的性质知,酸性: $\text{H}_2\text{SO}_3 > \text{HSO}_3^-$,则 HSO_3^- 结合 H^+ 的能力比 SO_3^{2-} 弱,B错误;银离子过量, Cl^- 和 I^- 均与 Ag^+ 生成沉淀,未发生沉淀的转化,不能比较 AgCl 和 AgI 的 K_{sp} ,C错误;向KI溶液中滴入少量溴水和 CCl_4 ,振荡、静置,液体分层,下层呈紫红色,说明 Br_2 置换出了 I_2 ,即还原性: $\text{I}^- > \text{Br}^-$,D正确。

易错警示 在涉及氯化银沉淀转化的题目中要关注过量的是卤素离子还是银离子,C选项中硝酸银过量,加入NaCl溶液,生成白色氯化银沉淀,再加入KI溶液,是过量的银离子和碘离子直接结合生成黄色沉淀,未发生沉淀的转化。

12.B 【热考点】平衡常数计算、三大守恒

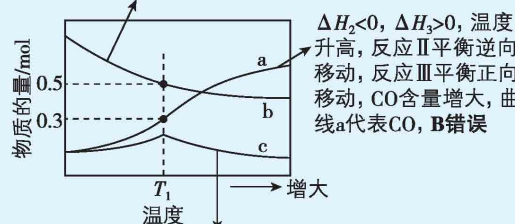
【深度解析】实验1所得溶液中存在电荷守恒 $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{HSO}_3^-) + 2c(\text{SO}_3^{2-}) + c(\text{Cl}^-)$,溶液 $\text{pH}=7$ 时呈中性,即 $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$,则 $c(\text{Na}^+) = c(\text{HSO}_3^-) + 2c(\text{SO}_3^{2-}) + c(\text{Cl}^-)$,A正确;实验2溶液的 pH 约为4.5, $\frac{c(\text{H}_2\text{SO}_3)}{c(\text{SO}_3^{2-})} = \frac{c(\text{H}_2\text{SO}_3) \cdot c(\text{HSO}_3^-) \cdot c^2(\text{H}^+)}{c(\text{HSO}_3^-) \cdot c(\text{H}^+) \cdot c(\text{SO}_3^{2-}) \cdot c(\text{H}^+)} = \frac{c^2(\text{H}^+)}{K_{a1}(\text{H}_2\text{SO}_3) \cdot K_{a2}(\text{H}_2\text{SO}_3)} = \frac{(10^{-4.5})^2}{1.4 \times 10^{-2} \times 4.7 \times 10^{-8}} > 1$,则 $c(\text{H}_2\text{SO}_3) > c(\text{SO}_3^{2-})$,B错误;实验3反应的平衡常数 $K = \frac{c(\text{HCO}_3^-) \cdot c(\text{SO}_3^{2-})}{c(\text{HSO}_3^-) \cdot c(\text{CO}_3^{2-})} = \frac{c(\text{HCO}_3^-)}{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{CO}_3^{2-})} \cdot \frac{c(\text{SO}_3^{2-}) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{HSO}_3^-)} = \frac{K_{a2}(\text{H}_2\text{SO}_3)}{K_{a2}(\text{H}_2\text{CO}_3)} = \frac{4.7 \times 10^{-8}}{4.7 \times 10^{-11}} = 1\,000$,C正确;实验4所得溶液为等浓度的 Na_2SO_3 、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$,电荷守恒: $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) + c(\text{NH}_4^+) = 2c(\text{SO}_3^{2-}) + c(\text{HSO}_3^-) + c(\text{OH}^-)$,元素守恒: $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = c(\text{Na}^+) = c(\text{HSO}_3^-) + c(\text{H}_2\text{SO}_3) + c(\text{SO}_3^{2-})$,两

式联立可得质子守恒: $c(\text{H}^+) + 2c(\text{H}_2\text{SO}_3) + c(\text{HSO}_3^-) = c(\text{OH}^-) + c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})$,D正确。

13.B 【热题型】化学平衡图像分析,涉及平衡移动、K的计算等

要点图解

$\Delta H_1 < 0$, $\Delta H_2 < 0$, 温度升高, 反应I和II平衡逆向移动, CH_3OH 含量减少, 曲线b代表 CH_3OH



T_1 温度前, 温度升高, 反应I逆向移动程度大于反应III正向移动程度, CO_2 含量增大; T_1 温度后, 温度升高, 反应III正向移动程度大于反应I逆向移动程度, CO_2 含量减少, 曲线c代表 CO_2

【深度解析】反应II=反应I-反应III, 根据盖斯定律, $\Delta H_2 = \Delta H_1 - \Delta H_3 = (-49.5 - 41.2) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = -90.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, A正确; 反应I、II均为气体分子数减少的放热反应, 高压和低温均有利于平衡正向移动, 提高 CH_3OH 的平衡产率, C正确; T_1 温度达平衡时, CH_3OH 的物质的量为0.5 mol, CO 的物质的量为0.3 mol, 根据C元素守恒, CO_2 的物质的量为 $(1 - 0.5 - 0.3) \text{ mol} = 0.2 \text{ mol}$, 根据O元素守恒, H_2O 的物质的量为 $(2 - 0.5 - 0.3 - 2 \times 0.2) \text{ mol} = 0.8 \text{ mol}$, 根据H元素守恒, H_2 的物质的量为 $\frac{2 \times 3 - 2 \times 0.8 - 4 \times 0.5}{2} \text{ mol} = 1.2 \text{ mol}$, 反

应III的平衡常数 $K = \frac{\frac{0.3}{V} \times \frac{0.8}{V}}{\frac{0.2}{V} \times \frac{1.2}{V}} = 1$, D正确。

14. (除标注外, 每空2分, 共16分)

(1) $5s^2 5p^1$ (1分) (2) PbSO_4 、 SiO_2

(3) $\text{pH}=5$, 溶液中 $c(\text{OH}^-) = 1 \times 10^{-9} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (1分) 由

$K_{sp}[\text{Fe}(\text{OH})_3] = 1 \times 10^{-38}$ 可得 $c(\text{Fe}^{3+}) = \frac{1 \times 10^{-38}}{(1 \times 10^{-9})^3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 1 \times 10^{-11} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} < 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 故所需除去的 Fe^{3+} 能完全除尽

(4) ①1.0 (1分) $c(\text{H}^+)$ 增大使得萃取平衡逆向移动, 故萃取率降低 ②a (1分)

(5) $3\text{Zn} + 2\text{In}^{3+} \rightleftharpoons 3\text{Zn}^{2+} + 2\text{In}$ (6) ① CuInSe_2 ②4

【热题型】从冶炼废渣中回收铟、镓的工艺流程分析, 涉及 K_{sp} 相关计算、萃取-反萃取分析、平衡移动原理等

流程分析

原料: 冶炼废渣(主要含In、Ga、Zn、Fe、Pb、Si等元素的氧化物)
除杂元素: Zn、Fe、Pb、Si
目标产物: In、Ga

中性浸出: 中性条件下, 除了锌的氧化物溶解生成 ZnSO_4 , 其他氧化物不溶, 中性浸出滤液为 ZnSO_4 溶液, 浸渣主要为In、Ga、Fe、Pb、Si元素的氧化物;

高酸浸出: Pb的氧化物与稀硫酸反应生成难溶于水的 PbSO_4 , SiO_2 不溶于稀硫酸, 则滤渣1的主要成分是 PbSO_4 、 SiO_2 , 滤液中主要含 In^{3+} 、 Ga^{3+} 、 Fe^{3+} 、 SO_4^{2-} ; 第(2)问

中和除杂:加入 Na_2CO_3 , 调 $\text{pH}=5$ 除去 Fe^{3+} , Fe^{3+} 转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 进入滤渣 2, 滤液中主要含 In^{3+} 、 Ga^{3+} 、 SO_4^{2-} 、 Na^+ ;
萃取: Ga^{3+} 进入水相, In^{3+} 进入有机相, 发生的反应为 $\text{In}^{3+} + 3\text{H}_2\text{A}_2 \rightleftharpoons \text{InA}_3 \cdot 3\text{HA} + 3\text{H}^+$;

反萃取: 将 $\text{InA}_3 \cdot 3\text{HA}$ 从有机相中反萃取出来得到含 In^{3+} 溶液;

置换: Zn 将溶液中 In^{3+} 置换出来, 得到 In , 发生的反应为 $3\text{Zn} + 2\text{In}^{3+} \rightleftharpoons 3\text{Zn}^{2+} + 2\text{In}$ 。..... 第(5)问

【深度解析】(1) In 位于第五周期 IIIA 族, 基态原子价层电子数为 3, 排布式为 $5s^2 5p^1$ 。

(4) ①由题图甲可知, $c(\text{H}^+) = 1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, 铟的萃取率高于 90%, 镓几乎未被萃取, 铟与镓实现最大限度分离。溶液中金属阳离子 M^{3+} 的萃取原理为 $\text{M}^{3+} + 3\text{H}_2\text{A}_2 \rightleftharpoons \text{MA}_3 \cdot 3\text{HA} + 3\text{H}^+$, $c(\text{H}^+)$ 增大使得萃取平衡逆向移动, 萃取率降低。②萃取平衡 $\text{In}^{3+} + 3\text{H}_2\text{A}_2 \rightleftharpoons \text{InA}_3 \cdot 3\text{HA} + 3\text{H}^+$ 逆向移动可释放出 In^{3+} , 实现反萃取, 试剂 1 应能提供 H^+ , $c(\text{H}^+)$ 增大, 萃取平衡逆向移动, 浓盐酸呈酸性, 符合要求, 氨水呈碱性、 NaCl 溶液呈中性, 均不符合要求, 故选 a。

(6) ①晶胞中 In 有 4 个位于棱上、6 个位于面上, 共 $6 \times \frac{1}{2} + 4 \times \frac{1}{4} = 4$ 个, Cu 有 8 个位于顶点、4 个位于面上、1 个位于体内, 共 $8 \times \frac{1}{8} + 4 \times \frac{1}{2} + 1 = 4$ 个, Se 有 8 个位于体内, 则 $N(\text{In}) :$

$N(\text{Cu}) : N(\text{Se}) = 4 : 4 : 8 = 1 : 1 : 2$, 该固溶体的化学式为 CuInSe_2 。

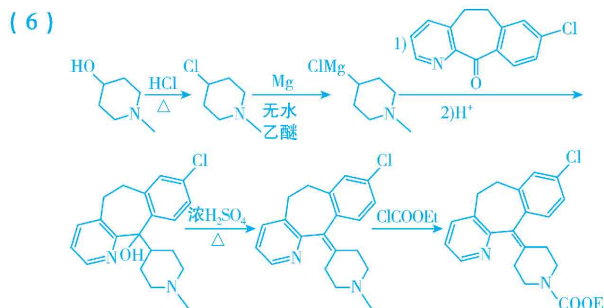
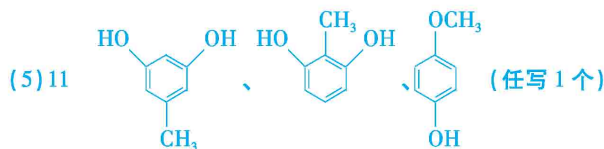
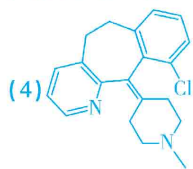
②根据晶胞结构, 晶胞中 In 和 Cu 均与 Se 成键 (即配位), 上面面心 In 原子下方有两个距离相等且最近的 Se , 该 In 原子下方也有两个距离相等且最近的 Se , 故 In 的配位数是 4。

15. (除标注外, 每空 2 分, 共 16 分)

(1) 2-甲基-2-丙醇 (或叔丁醇, 1 分)

(2) 加成反应

(3) 保护氨基, 防止—CN 在第②步中参与反应



(5 分)

【热题型】氯雷他定合成路线分析, 涉及有机物命名、反应类型、同分异构体、合成路线设计等

路线分析

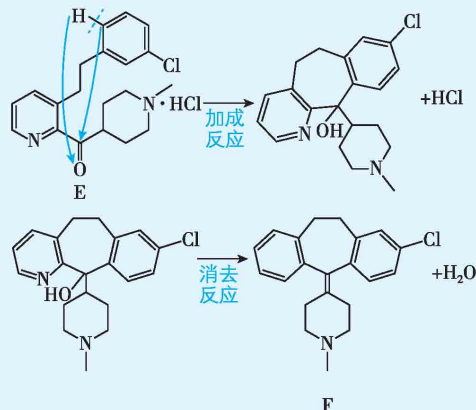
A→B: A 中的—CN 先和 $(\text{CH}_3)_3\text{COH}$ 发生加成反应, 再发生已知信息①转化得到 B; 第(2)问

B→C: B 与 M 在 $n\text{-BuLi}$ 作用下发生取代反应生成 C;

C→D: C 先发生已知信息①的逆反应——异构化, 再发生消去反应生成 D, 该工艺中设计反应①③的目的是保护氨基, 防止—CN 在第②步中参与反应; 第(3)问

D→E: D 与 发生已知信息④的反应生成 E;

E→F: 先发生自身的加成反应形成环, 后发生消去反应生成碳碳双键,

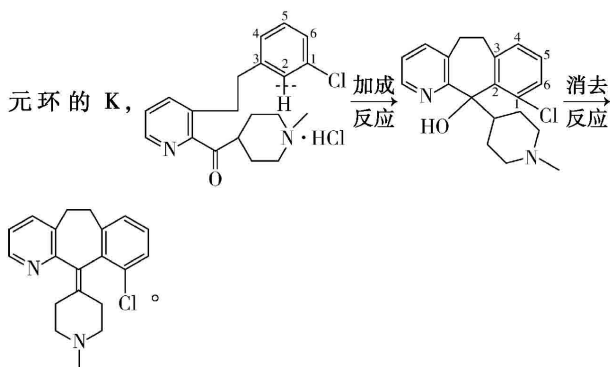


F→G: F 与 ClCOOEt 发生取代反应生成 G。

【深度解析】(1) 根据系统命名法的规则, 找官能团、定类别、

选主链、编序号、写名称, $\text{CH}_3-\overset{\text{OH}}{\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-\text{CH}_3$, 羟基与— CH_3 均在 2 号位, 所以名称为 2-甲基-2-丙醇; 根据习惯命名法, 弄清“伯、仲、叔、季、正、异、新”等字的含义, $(\text{CH}_3)_3\text{COH}$ 的名称为叔丁醇。

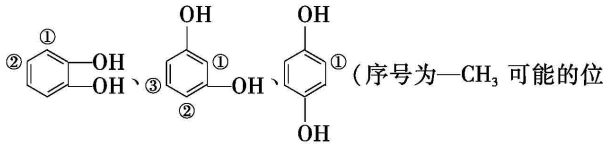
(4) 对 Cl 原子所在苯环进行编号, E→F 中, E 中的羰基与 2 号 C 上的 H 先加成, 再消去后也会生成含七元环的 K,



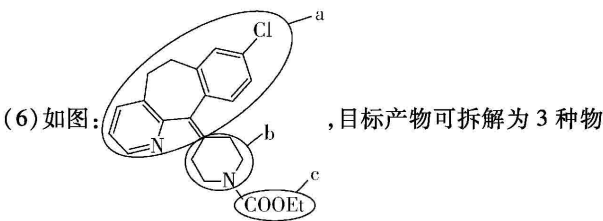
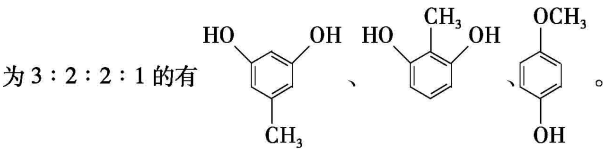
(5) 有机物 M () 经氢氧化钠溶液水解、酸化后得到 N, 则 N 为 , N 的同分异构体能使

FeCl_3 溶液显紫色, 则含有酚羟基, 若有 2 个取代基, 则为— OH 和— CH_2OH 或— OH 和— OCH_3 , 2 个取代基在苯环上

有邻、间、对 3 种位置关系;若有 3 个取代基,则为 2 个—OH 和 1 个—CH₃, 3 个取代基在苯环上有 6 种位置关系:



置);综上,除去 N 本身,能使 FeCl₃ 溶液显紫色的 N 的同分异构体共 11 种。其中核磁共振氢谱有 4 组峰且峰面积之比为 3:2:2:1 的有



质:a. 中间体三环酮(), b. ,

c. ClCOOEt. a 与 b 发生已知信息③中第二步反应即可得



到 ,再发生消去反应构建碳碳双键,最后发生

F→G 的反应生成目标产物。 可由 发生

已知信息②反应得到,而 可由原料 与 HCl

在加热条件下发生取代反应得到,合成路线见答案。

16. (除标注外,每空 3 分,共 14 分)

(1) $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} + 4\text{CuCl}_2 + 8\text{NaOH} \longrightarrow 2\text{Cu}_2\text{O} \downarrow + \text{N}_2 \uparrow + 8\text{NaCl} + 7\text{H}_2\text{O}$

(2) 取最后一次洗涤液少许于试管中,滴加少量硝酸酸化的硝酸银溶液,若无白色沉淀生成,则证明沉淀已洗涤干净

(3) 有大量晶体析出,液体所剩不多时,利用余热蒸干剩余水分(2 分)

(4) 滴加 4~5 滴 5% 的 CuSO_4 溶液,得到含 NaOH 的新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$,再加入 2 mL 5% 的水合肼溶液,加热至沸腾

(5) 90 整个过程中,Cu 元素化合价由+1 升高为+2,Mn 元素化合价由+7 降低为+2,设 Cu_2O 的物质的量为 n mol,根据得失电子守恒得, $n \text{ mol} \times 2 \times (2-1) = 0.001 \text{ L} \times 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times (7-2)$,解得 $n = 2.5 \times 10^{-4}$ (1 分)

Cu_2O 的质量 $m = 144 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 2.5 \times 10^{-4} \text{ mol} = 0.036 \text{ g}$ (1 分)

产品中 Cu_2O 的含量为 $\frac{0.036 \text{ g}}{0.04 \text{ g}} \times 100\% = 90\%$ (1 分)

【热题型】工艺流程与实验综合,涉及氧化还原反应方程式书写与计算、沉淀洗涤、结晶等

流程分析

沉淀、还原: Cu^{2+} 被 $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 还原为+1 价,结合 Cl^- 生成配离子 $[\text{CuCl}_2]^-$;

取代、脱水:加入 NaOH 溶液调 pH, $[\text{CuCl}_2]^-$ 中的 Cl^- 先被 OH^- 取代生成 CuOH 中间体, CuOH 不稳定,分解脱水得到 Cu_2O : $2\text{CuOH} \longrightarrow \text{Cu}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$;

分离:过滤得沉淀 Cu_2O ,滤液的主要成分为 NaCl 和 NaOH;

洗涤、干燥: Cu_2O 沉淀经去离子水洗涤后,干燥得到产物 Cu_2O ;

中和、蒸发结晶:从滤液中回收 NaCl,首先加盐酸中和过量的 NaOH,然后将 NaCl 溶液蒸发至有大量晶体析出,液体所剩不多时,利用余热蒸干剩余水分,即得到氯化钠晶体。

..... 第(3)问

【深度解析】(1) Cu^{2+} 被还原,最终转化成 Cu_2O ,水合肼作还原剂,该过程中还得到一种气体,Cu 被还原,N 被氧化,得到的气体为 N_2 ,水合肼($\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$)、NaOH、 CuCl_2 反应生成 Cu_2O 的化学方程式为 $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} + 4\text{CuCl}_2 + 8\text{NaOH} \longrightarrow 2\text{Cu}_2\text{O} \downarrow + \text{N}_2 \uparrow + 8\text{NaCl} + 7\text{H}_2\text{O}$ 。

(2) 过滤分离前溶液中含有 Cl^- ,应通过检验最后一次洗涤液中有没有 Cl^- ,判断滤饼是否洗涤干净。

17. (除标注外,每空 2 分,共 15 分)

(1) 积炭与 CO_2 、 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 反应生成 CO,且反应吸热,温度越高越有利于消除积炭

(2) ① $\text{CO}_2 + 2\text{NO}_3^- + 16\text{e}^- + 18\text{H}^+ \longrightarrow \text{CO}(\text{NH}_2)_2 + 7\text{H}_2\text{O}$ (3 分)

② 氧空位增加,有利于硝酸盐的有效吸附和活化

(3) ① $\text{H} \cdot \text{C} \quad 3\text{Fe} + 4\text{HCO}_3^- \longrightarrow 4\text{HCOO}^- + \text{Fe}_3\text{O}_4$ ② O^{2-}

HDO、DCOO⁻

【热题型】化学反应原理综合,涉及平衡移动原理、电极反应式书写、反应机理分析等

【深度解析】(1) 由题图甲可知,温度大于 700 ℃ 时,积炭迅速减少, H_2 和 CO 的量迅速上升,高温条件下,C 与 CO_2 反应生成 CO、C 与 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 反应生成 CO 和 H_2 ,且这两个反应均为吸热反应,温度越高,越有利于消除积炭。

(2) ① 由题图乙可知, NO_3^- 在阴极得电子转化为 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$,环境为酸性,可用 H^+ 平衡电荷。

② Cu 掺杂的锐钛矿 TiO_2 可构建氧空位和 bi-Ti³⁺ 缺陷位

点,有利于硝酸盐的有效吸附和活化, $\frac{n(\text{Ti}^{3+})}{n(\text{Ti}^{4+})}$ 增大,即 Ti³⁺

数目增加、Ti⁴⁺ 数目减少,正电荷总数减少, O^{2-} 数目减少,氧空位增加,有利于硝酸盐的有效吸附和活化。

(3) ① 步骤 I 中 H 元素由+1 价降至 0 价,步骤 II 中 C 元素由+4 价降为+2 价;根据题图丙可知,参加反应的是 Fe 和 HCO_3^- ,生成的产物为 Fe_3O_4 和 HCOO^- ,再结合得失电子守恒配平离子方程式。

② H_b 与 HCO_3^- 中显负电性的 O 结合,故 H_b 显正电性,应吸附在带负电的 O^{2-} 上;步骤 I 中 D_2O 与 Fe 反应生成的 2 个 D 原子吸附在 Fe_3O_4 表面,然后在步骤 II 中与 HCO_3^- 结合,1 个 D 与 O 相连生成—OD,1 个 D 与 C 相连,在步骤 III 中—OD、—OH 消去 1 分子 HDO,同时得到 DCOO⁻。