

专题验收评价

专题 04 氧化还原反应

内容概览

A·常考题不丢分

【考点一 氧化还原反应的基本概念】

【考点二 氧化还原反应的基本规律】

【考点三 氧化还原反应方程式的配平与计算】

【微专题 “陌生情境下”方程式的书写】

B·综合素养拿高分/拓展培优拿高分

C·挑战真题争满分

A·常考题不丢分

【考点一 氧化还原反应的基本概念】

1. (2023·浙江金华·模拟预测) 关于反应 $2\text{MnSO}_4 + 5\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8 + 8\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaMnO}_4 + 4\text{Na}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{SO}_4$, 下列说法正确的是

- A. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 中 S 元素化合价为+7 价 B. MnSO_4 是氧化剂
C. 生成 1molNaMnO_4 时转移 5mol 电子 D. MnO_4^- 的氧化性弱于 Mn^{2+}

【答案】C

【解析】A. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 中存在一个过氧键, 即有 2 个氧显-1 价, 其余的氧显-2 价, 根据化合物的化合价为 0, 可得硫元素为+6 价, A 错误; B. 在该反应中锰元素由+2 价升高为+7 价, 则硫酸锰为还原剂, B 错误; C. 在该反应中锰元素由+2 价升高为+7 价, 则生成 1molNaMnO_4 时转移 5mol 电子, C 正确; D. 在该反应中高锰酸根是氧化产物, 其中锰元素的化合价为+7 价, 锰离子是还原剂, 其中锰元素的化合价为+2 价, 一般同种元素中元素的化合价越高氧化性越强(氯的含氧酸除外), D 错误; 故选 C。

2. (2023·浙江金华·校联考模拟预测) 加热硅与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 NaOH 的混合粉末可获得氢气

$\text{Si} + \text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{NaOH} \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CaO} + 2\text{H}_2\uparrow$, 下列说法正确的是

- A. Na_2SiO_3 是还原产物 B. 可推知该反应为吸热反应
C. 氧化剂与还原剂的物质的量之比为 2:1 D. 该反应为置换反应

【答案】C

【解析】A. 反应 $\text{Si} + \text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{NaOH} \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CaO} + 2\text{H}_2\uparrow$ 中 Si 元素化合价由 0 价上升到 +4 价， Na_2SiO_3 是氧化产物，故 A 错误；B. 该反应需要加热，但吸热反应不一定需要加热，则不能推知该反应为吸热反应，故 B 错误；C. 反应 $\text{Si} + \text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{NaOH} \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CaO} + 2\text{H}_2\uparrow$ 过程中 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 先分解产生 CaO 和 H_2O ，Si、 NaOH 和 H_2O 反应生成 Na_2SiO_3 和 H_2 ，其中 Si 元素化合价由 0 价上升到 +4 价，H 元素由 +1 价下降到 0 价，Si 是还原剂， H_2O 是氧化剂，氧化剂与还原剂的物质的量之比为 2:1，故 C 正确；D. 置换反应是单质与化合物反应生成另外的单质和化合物的化学反应，可表示为 $\text{a} + \text{bc} = \text{b} + \text{ac}$ 或 $\text{ab} + \text{c} = \text{ac} + \text{b}$ ，该反应不是置换反应，故 D 错误；故选 C。

3. (2023·山东济宁·统考三模) 中华古诗文华丽优美且富含哲理，下列叙述不涉及氧化还原反应的是

- A. 落红不是无情物，化作春泥更护花 B. 白日登山望烽火，黄昏饮马傍交河
C. 欲渡黄河冰塞川，将登太行雪满山 D. 蜡烛有心还惜别，替人垂泪到天明

【答案】C

【解析】A. 涉及植物体的腐烂、分解，转化成二氧化碳、水和无机盐，存在元素化合价变化，与氧化还原反应有关，选项 A 不符合；B. 白日登山望烽火，黄昏饮马傍交河中白日登山望烽火包含着物质燃烧，与氧化还原反应有关，选项 B 不符合；C. 水的三态变化过程中没有新物质生成，属于物理变化，与氧化还原反应无关，选项 C 符合；D. 蜡烛燃烧包含氧化还原反应，选项 D 不符合；答案选 C。

4. (2023·山东潍坊·统考三模) 下列古诗词中不涉及氧化还原反应的是

- A. 美人首饰侯王印，尽是沙中浪底来
B. 人间巧艺夺天工，炼药燃灯清昼同
C. 投泥泼水愈光明，炼玉流金见精悍
D. 蜡烛有心还惜别，替人垂泪到天明

【答案】A

【解析】A. 美人首饰侯王印，尽是沙中浪底来涉及金属单质与杂质的分离属于物理变化，A 正确；B. 人间巧艺夺天工，炼药燃灯清昼同涉及燃料的燃烧属于氧化还原反应，B 错误；C. 投泥泼水愈光明，炼玉流金见精悍涉及冶炼矿石，融化铁水属于氧化还原反应，C 错误；D. 蜡烛有心还惜别，替人垂泪到天明涉及烃类的燃烧属于氧化还原反应，D 错误；故选 A。

5. (2023·广东汕头·统考三模) 研究 CO_2 的综合利用对构建低碳环保社会有重要意义。下列有关 CO_2 的应用中涉及氧化还原反应的是

- A. 利用 CO_2 生产纯碱 B. 利用 CO_2 制甲酸
C. 利用干冰灭火 D. 利用 CO_2 制碳酸饮料

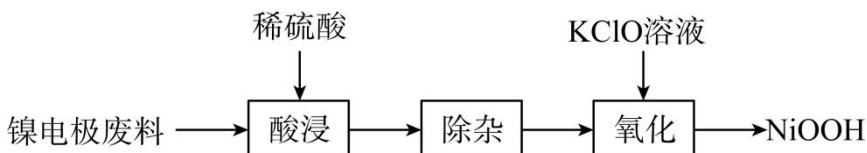
【答案】B

【解析】A. 利用 CO_2 生产纯碱涉及的方程式为： $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{NH}_4\text{HCO}_3$ ，该反应中各元素化合价不变，

故不涉及氧化还原反应，故 A 项错误；B. 利用 CO_2 制甲酸的过程中二氧化碳生成了甲酸，化合价发生改变，故该过程涉及氧化还原反应，故 B 项正确；C. 干冰灭火的原因有两点，首先干冰升华吸热将温度降低至可燃物着火点以下，其次二氧化碳不支持燃烧，不涉及氧化还原反应，故 C 项错误；D. 利用 CO_2 制碳酸饮料是利用二氧化碳与水反应生成碳酸： $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CO}_3$ ，不涉及氧化还原反应，故 D 项错误。故答案选 B。

【考点二 氧化还原反应的基本规律】

1. (2023·辽宁·校联考三模) 一种以镍电极废料(含 Ni 以及少量 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 和不溶性杂质)为原料制备 NiOOH 的过程可表示为：



“酸浸”后溶液中的金属离子除 Ni^{2+} 外还有少量的 Al^{3+} 和 Fe^{2+} 等。下列说法错误的是

- A. 氧化性： $\text{Fe}^{3+} > \text{Ni}^{2+}$
- B. 氧化过程的离子方程式： $2\text{Ni}^{2+} + \text{ClO}^- + 4\text{OH}^- = 2\text{NiOOH} \downarrow + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$
- C. 除杂过程仅为过滤操作
- D. 工业上可电解碱性 $\text{Ni}(\text{OH})_2$ 悬浊液制备 NiOOH ，加入一定量的 KCl 有助于提高生产效率

【答案】C

【分析】镍电极废料(含 Ni 以及少量 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 和不溶性杂质)经过稀硫酸“酸浸”后，得到 Ni^{2+} 和少量的 Al^{3+} 和 Fe^{2+} 等，调节 pH，将 Al^{3+} 和 Fe^{2+} 转化为沉淀，再过滤除去不溶性杂质，则滤液中含有 Ni^{2+} ， Ni^{2+} 经过 KClO 的氧化，得到 NiOOH 。

【解析】A. “酸浸”后溶液中的金属离子除 Ni^{2+} 外还有少量的 Al^{3+} 和 Fe^{2+} 等，则发生反应： $\text{Ni} + 2\text{Fe}^{3+} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{Ni}^{2+}$ ，则氧化性： $\text{Fe}^{3+} > \text{Ni}^{2+}$ ，A 项正确；B. Ni^{2+} 经过 KClO 的氧化，得到 NiOOH ，反应的离子方程式为 $2\text{Ni}^{2+} + \text{ClO}^- + 4\text{OH}^- = 2\text{NiOOH} + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$ ，B 项正确；C. 除杂过程包括：调节 pH，将 Al^{3+} 和 Fe^{2+} 转化为沉淀，再过滤除去不溶性杂质，C 项错误；D. 电解碱性 $\text{Ni}(\text{OH})_2$ 悬浊液制备 NiOOH ，阳极反应为： $\text{Ni}(\text{OH})_2 - \text{e}^- + \text{OH}^- = \text{NiOOH} \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ ，若加入一定量的 KCl ，氯离子在阳极上失电子生成氯气，氯气在碱性条件下生成 ClO^- ， ClO^- 将 $\text{Ni}(\text{OH})_2$ 氧化为 NiOOH ，有助于提高生产效率，D 项正确；故选 C。

2. (2023·海南·海南中学校联考一模) ClO_2 是一种常用的消毒剂，可通过反应

$2\text{NaClO}_3 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{ClO}_2 + 2\text{NaHSO}_4$ 制取，下列有关说法正确的是

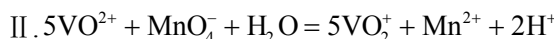
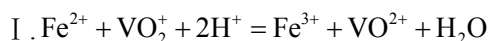
- A. 还原性： $\text{ClO}_2 > \text{SO}_2$
- B. 每消耗 1molSO_2 ，转移 4mol 电子
- C. 氧化剂与还原剂的物质的量之比为 2 : 1
- D. 若该反应通过原电池来实现，则 ClO_2 是负极产物

【答案】C

【解析】A. $2\text{NaClO}_3 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{ClO}_2 + 2\text{NaHSO}_4$ 反应中， SO_2 是还原剂、 ClO_2 是还原产物，还原性

$\text{ClO}_2 < \text{SO}_2$ ，故 A 错误；B. SO_2 中 S 元素化合价由 +4 升高为 +6，每消耗 1molSO_2 ，转移 2mol 电子，故 B 错误；C. NaClO_3 中 Cl 元素化合价降低， NaClO_3 是氧化剂， SO_2 中 S 元素化合价升高， SO_2 是还原剂，氧化剂与还原剂的物质的量之比为 $2:1$ ，故 C 正确；D. 若该反应通过原电池来实现，负极发生氧化反应，正极发生还原反应，则 ClO_2 是正极产物，故 D 错误；选 C。

3. (2023·山东日照·校联考二模) 钒元素在酸性溶液中有多种存在形式，其中 VO^{2+} 为蓝色， VO_2^+ 为淡黄色，已知能发生如下反应：



下列说法错误的是

- A. 酸性条件下的氧化性： $\text{MnO}_4^- > \text{VO}_2^+ > \text{Fe}^{3+}$
- B. 反应 II 中氧化产物和还原产物物质的量之比为 $5:1$
- C. 向 VOSO_4 溶液中滴加酸性 KMnO_4 溶液，溶液颜色由蓝色变为淡黄色
- D. 向含 2molVO_2^+ 的酸性溶液中滴加 1molFeI_2 溶液充分反应，转移 3mol 电子

【答案】D

【解析】A. 氧化剂氧化性大于氧化产物，由 I 可知，氧化性 $\text{VO}_2^+ > \text{Fe}^{3+}$ ，由 II 可知，氧化性 $\text{MnO}_4^- > \text{VO}_2^+$ ；故酸性条件下的氧化性： $\text{MnO}_4^- > \text{VO}_2^+ > \text{Fe}^{3+}$ ，A 正确；

B. 反应 II 中 VO^{2+} 发生氧化反应得到氧化产物 VO_2^+ ， MnO_4^- 发生还原反应得到还原产物 Mn^{2+} ，由化学方程式可知，氧化产物和还原产物物质的量之比为 $5:1$ ，B 正确；**C.** 向 VOSO_4 溶液中滴加酸性 KMnO_4 溶液， VO^{2+} 被高锰酸钾氧化为 VO_2^+ ，故溶液颜色由蓝色变为淡黄色，C 正确；**D.** 向含 2molVO_2^+ 的酸性溶液中滴加 1molFeI_2 溶液充分反应，由于碘离子还原性大于亚铁离子，故碘离子完全和 2molVO_2^+ 反应生成碘单质，转移 2mol 电子，D 错误；故选 D。

4. (2023 上·江西抚州·高三临川一中校考期中) 在复杂的体系中，确认化学反应先后顺序有利于解决问题，下列化学反应先后顺序判断不正确的是

- A. 在含 Ba(OH)_2 、 KOH 的混合溶液中缓慢通入 CO_2 ： Ba(OH)_2 、 KOH 、 K_2CO_3 、 BaCO_3
- B. 在含 NH_4^+ 、 Al^{3+} 、 H^+ 的溶液中逐滴加入 KOH 溶液： H^+ 、 Al^{3+} 、 NH_4^+ 、 Al(OH)_3
- C. 在含 AlO_2^- 、 OH^- 、 CO_3^{2-} 的溶液中逐滴加入盐酸： OH^- 、 AlO_2^- 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 Al(OH)_3
- D. 在含等物质的量的 S^{2-} 、 SO_3^{2-} 、 I^- 、 Cl^- 、 Br^- 的溶液中加入氯水： SO_3^{2-} 、 S^{2-} 、 I^- 、 Br^- 、 Cl^-

【答案】D

【解析】A. 在含 Ba(OH)_2 、 KOH 的混合溶液中缓慢通入 CO_2 ，若先跟 KOH 反应，则生成的 K_2CO_3 还会与 Ba(OH)_2 反应，重新生成 BaCO_3 ，所以 Ba(OH)_2 先与 CO_2 反应， KOH 次之，因为 $\text{Ba(HCO}_3)_2$ 能与 K_2CO_3 反应，所以 K_2CO_3 先与 CO_2 反应， BaCO_3 最后与 CO_2 反应，A 正确；**B.** 因为一水合氨、 Al(OH)_3 都能与 H^+ 反应，所以 H^+ 最先与 KOH 反应，一水合氨能与 Al^{3+} 反应，则 Al^{3+} 比 NH_4^+ 先与 KOH 反应，最后是 Al(OH)_3 ；

与 KOH 反应, B 正确; C. 因为 HCO_3^- 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 都能与 OH^- 反应, 所以 OH^- 最先与盐酸反应, AlO_2^- 与 HCO_3^- 能发生反应, 则 AlO_2^- 与盐酸反应排在第二位, CO_3^{2-} 与盐酸反应排在第三位, HCO_3^- 能与 Al^{3+} 反应, 则 HCO_3^- 与盐酸反应排在第四位, 最后是 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 与盐酸反应, C 正确; D. 因为硫酸能与 S^{2-} 反应, 所以 S^{2-} 最先与氯水反应, I_2 、 Br_2 都能将 SO_3^{2-} 氧化, 则 SO_3^{2-} 排在第二位, 然后依次是 I^- 、 Br^- 、 Cl^- , D 不正确; 故选 D。

5. (2023 上·黑龙江大庆·高三铁人中学校考) 在复杂的体系中, 确认化学反应先后顺序有利于解决问题, 下列化学反应先后顺序判断不正确的是

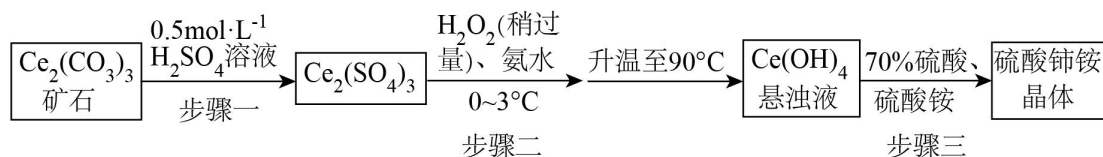
- A. 在含 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 、 KOH 的混合溶液中缓慢通入 CO_2 : $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 、 KOH 、 K_2CO_3 、 BaCO_3
 B. 在含 NH_4^+ 、 Al^{3+} 、 H^+ 的溶液中逐滴加入 KOH 溶液: H^+ 、 Al^{3+} 、 NH_4^+ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$
 C. 在含 AlO_2^- 、 OH^- 、 CO_3^{2-} 的溶液中逐滴加入盐酸: AlO_2^- 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 OH^- 、 CO_3^{2-}
 D. 在含等物质的量的 Fe^{2+} 、 Ag^+ 、 Cu^{2+} 、 H^+ 的溶液中加入锌粉: Ag^+ 、 Cu^{2+} 、 H^+ 、 Fe^{2+}

【答案】C

【解析】A. 在含 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 、 KOH 的混合溶液中缓慢通入 CO_2 , CO_2 先与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 反应生成 BaCO_3 沉淀, 然后 KOH 与 CO_2 反应生成 K_2CO_3 , 再发生 K_2CO_3 和 CO_2 反应生成 KHCO_3 , 最后 BaCO_3 和 CO_2 反应生成 $\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2$, 故 A 正确; B. 在含 NH_4^+ 、 Al^{3+} 、 H^+ 的溶液中逐滴加入 KOH 溶液, H^+ 先和 KOH 反应生成水, 然后发生 Al^{3+} 和 KOH 反应生成氢氧化铝沉淀, 再发生 NH_4^+ 和 KOH 反应生成氨水, 最后 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 和 KOH 反应生成偏铝酸钾, 故 B 正确; C. 在含 AlO_2^- 、 OH^- 、 CO_3^{2-} 的溶液中逐滴加入盐酸, H^+ 先和 OH^- 反应生成水, 然后 AlO_2^- 和 H^+ 反应生成氢氧化铝沉淀, 再发生 CO_3^{2-} 和 H^+ 反应生成二氧化碳, 最后 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 和 H^+ 反应生成铝离子, 故 C 错误; D. 氧化性: $\text{Ag}^+ > \text{Cu}^{2+} > \text{H}^+ > \text{Fe}^{2+}$, 在含等物质的量的 Fe^{2+} 、 Ag^+ 、 Cu^{2+} 、 H^+ 的溶液中加入锌粉, 反应顺序为 Ag^+ 、 Cu^{2+} 、 H^+ 、 Fe^{2+} , 故 D 正确; 选 C。

【考点三 氧化还原反应方程式的配平与计算】

1. (2024·广西北海·统考一模·节选) 硫酸铈铵 $[(\text{NH}_4)_2\text{Ce}(\text{SO}_4)_3]$ 微溶于水, 不溶于乙醇, 溶于无机酸, 可用作分析试剂、氧化剂。某工厂用碳酸铈 $[\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3]$ 矿石制备硫酸铈铵的工艺流程如图:



已知: ① $K_{\text{sp}}[\text{Ce}(\text{OH})_4] = 2 \times 10^{-48}$ 。

②硫酸铈铵的熔点为 130°C , 沸点为 330°C 。

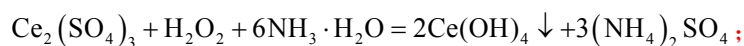
回答下列问题:

(4)步骤二中, $\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3$ 与 H_2O_2 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 反应生成 $\text{Ce}(\text{OH})_4$ 的化学方程式为_____。

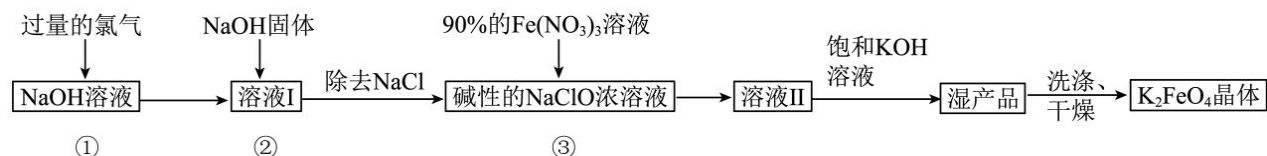
【答案】(4) $\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = 2\text{Ce}(\text{OH})_4 \downarrow + 3(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

【解析】(4) $\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3$ 与 H_2O_2 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 反应生成 $\text{Ce}(\text{OH})_4$, 反应中 Ce 化合价由 +3 变为 +4、过氧化氢

中氧化价由-1变为-2，结合电子守恒、质量守恒可知，化学方程式为



2. (2023·黑龙江大庆·统考一模·节选) 高铁酸钾(K_2FeO_4)是新型多功能水处理剂，其生产工艺如图所示：

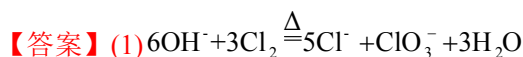


已知：① Cl_2 与 NaOH 溶液反应的产物与反应温度有关，温度较低时产物为 NaCl 、 NaClO 和 H_2O ；温度较高时产物为 NaCl 、 NaClO_3 和 H_2O 。

②同一条件下，溶液的碱性越强，高铁酸盐的稳定性越高。

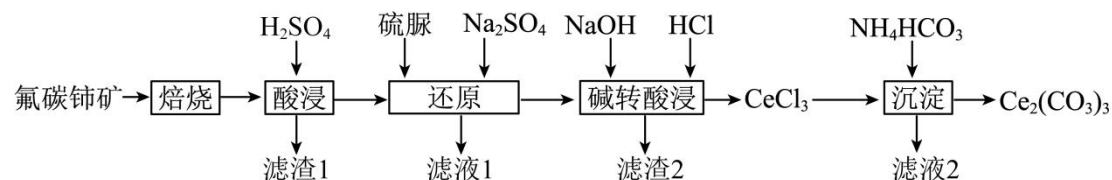
回答下列问题：

(1)写出 Cl_2 与 NaOH 溶液在较高温度下反应的离子方程式：_____。



【解析】 (1) Cl_2 与 NaOH 溶液在较高温度下反应，产物为 NaCl 、 NaClO_3 和 H_2O ，反应中部分氯化合价由0变为-1、部分由0变为+5，根据电子守恒可知，离子方程式 $6\text{OH}^- + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{\Delta} 5\text{Cl}^- + \text{ClO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O}$ ；

3. (2023·江苏南通·统考模拟预测·节选) 碳酸铈 $[\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3]$ 是一种稀土材料，工业上常以氟碳铈矿(主要成分为 CeFCO_3 、 SiO_2)为原料制备碳酸铈，其工艺流程如图所示：

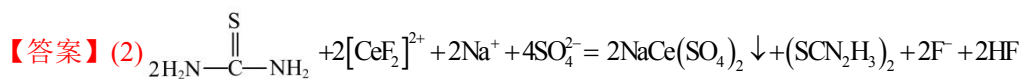


已知：①“酸浸”后铈元素主要以 $[\text{CeF}_2]^{2+}$ 存在

②硫脲($\text{H}_2\text{N}-\overset{\text{S}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NH}_2$)是一种常见的还原剂，易被氧化为 $(\text{SCN}_2\text{H}_3)_2$ 。

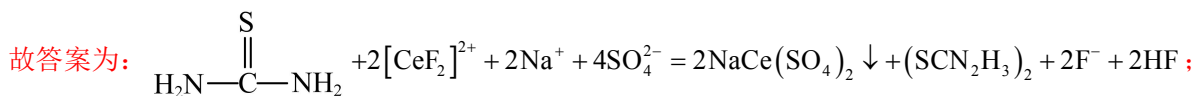
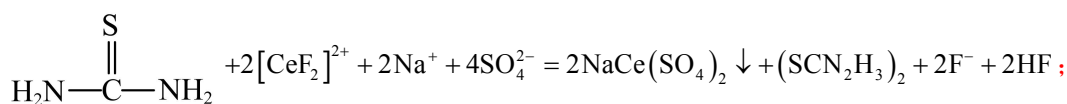
(2)“还原”时的产物为 $\text{NaCe}(\text{SO}_4)_2$ 沉淀，该反应的离子方程式为_____。

(3)“沉淀”时的离子方程式为_____。

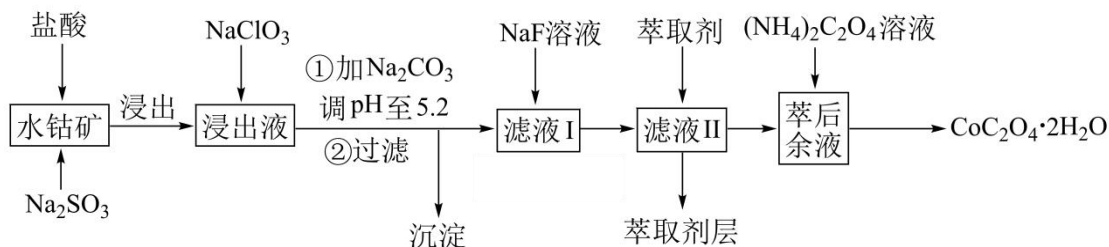


【解析】 (2) $(\text{CeF}_2)^{2+}$ 发生还原反应产物为 $\text{NaCe}(\text{SO}_4)_2$ ， $\text{H}_2\text{N}-\overset{\text{S}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NH}_2$ 被氧化成 $(\text{SCN}_2\text{H}_3)_2$ ，根据电子

守恒可得化学方程式



4. (2023·陕西渭南·统考一模·节选) 草酸钴可用于指示剂和催化剂。工业上用水钴矿(主要成分为 Co_2O_3 ，含少量 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 、 MnO 、 MgO 、 CaO 、 SiO_2 等)制取 $\text{CoC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 的工艺流程如图所示：



(6) $\text{CoC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ($M = 183\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$) 热分解质量变化过程如图 2 所示。其中 600°C 以前是隔绝空气加热， 600°C 以后在空气中加热。A、B、C 均为纯净物。

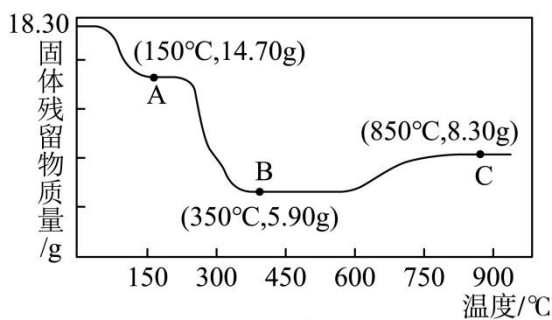
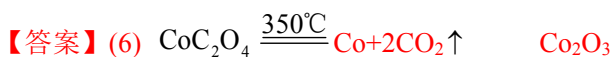


图2

①用化学方程式表示 A 点到 B 点的物质变化_____。

②C 点所示产物的化学式是_____。



【解析】(6) ① $\text{CoC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 属于变价金属元素的结晶水合物， 600°C 前后分解反应原理不同。 600°C 前隔绝空气加热的分解产物 A、B 中 Co 的化合价均为+2 价。 600°C 后在空气中加热固体质量增加，只能是与空气中的氧气反应，Co 应升价。 $\text{CoC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 受热分解生成 A、B 要经过失水与分解两个过程，设 A、B 的

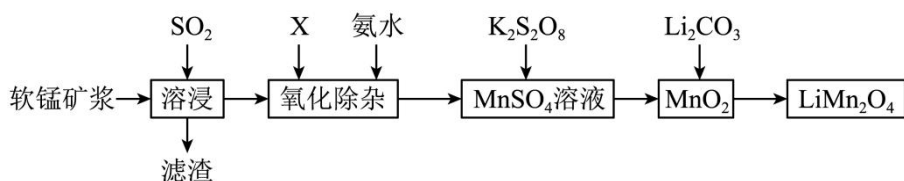
摩尔质量分别为 M_A 、 M_B ，根据 Co 元素守恒 $\frac{18.30\text{g}}{183\text{g/mol}} = \frac{14.70\text{g}}{M_A} = \frac{5.9\text{g}}{M_B}$ ，则 $M_A=147\text{g/mol}$ ， M_B 为 59.0g/mol ，

故 A、B 分别为无水物 CoC_2O_4 与 Co，A 点到 B 点的化学方程式为： $\text{CoC}_2\text{O}_4 \xrightarrow{350^\circ\text{C}} \text{Co} + 2\text{CO}_2 \uparrow$ ；

② 600°C 后在空气中加热，Co 被空气中的氧气氧化，固体质量增加，类比 Fe，Co 有+2、+3 价，可能生成

Co_2O_3 ，也可能生成 Co_3O_4 ，设 C 的化学式为 Co_xO_y ， $x:y = (\frac{7.5}{75}) : [\frac{7.5}{75} + \frac{8.30-7.50}{16}] = 2:3$ ，C 点所示产物的化学式是 Co_2O_3 。

5. (2023·河南郑州·郑州外国语学校校考模拟预测·节选) 锰酸锂离子蓄电池是第二代锂离子动力电池。一种以软锰矿浆(主要成分为 MnO_2 , 含少量 Fe_2O_3 、 FeO 、 Al_2O_3 、 SiO_2 等杂质)为原料制备锰酸锂的流程如图所示。



(5) 为测定锰酸锂的纯度, 取 2.00g 产品置于锥形瓶中, 向其中加入 2.68g $Na_2C_2O_4$ 和足量硫酸, 充分反应后, 用 $0.100\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $KMnO_4$ 标准溶液滴定未反应完的 $H_2C_2O_4$, 到达滴定终点时消耗 $KMnO_4$ 标准溶液 20.00mL。已知: $LiMn_2O_4 \xrightarrow{Na_2C_2O_4+H_2SO_4} Mn^{2+}$, 则该产品中锰酸锂的质量分数是_____。 [$M(LiMn_2O_4)=181\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$, $M(Na_2C_2O_4)=134\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$]

【答案】(5)90.5%

【解析】(5) $KMnO_4$ 标准溶液滴定未反应完的 $H_2C_2O_4$, 化学方程式为

$2KMnO_4 + 5H_2C_2O_4 + 3H_2SO_4 = K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 10CO_2 \uparrow + 8H_2O$, 可知剩余的

$n(H_2C_2O_4) = \frac{5}{2} \times 0.1 \times 20 \times 10^{-3} \text{mol} = 5.0 \times 10^{-3} \text{mol}$, 据此可知与 $LiMn_2O_4$ 反应的 $H_2C_2O_4$ 含量为

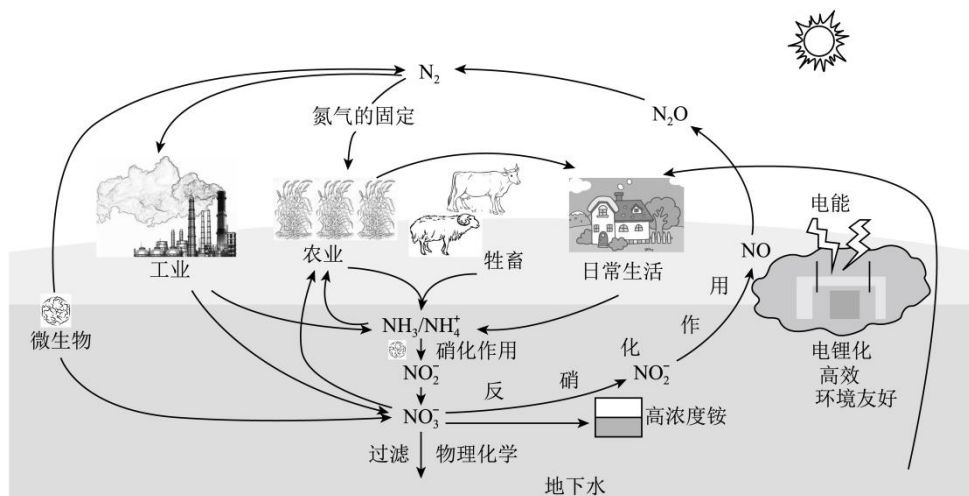
$n(H_2C_2O_4) = \frac{2.68}{134} - 5.0 \times 10^{-3} \text{mol} = 0.015 \text{mol}$, $LiMn_2O_4$ 参与反应的化学方程式为

$2LiMn_2O_4 + 3Na_2C_2O_4 + 8H_2SO_4 = 4MnSO_4 + 6CO_2 \uparrow + 8H_2O + Li_2SO_4 + 3Na_2SO_4$, 则

$n(LiMn_2O_4) = \frac{2}{3} \times 0.015 \text{mol} = 0.010 \text{mol}$, 故该产品中锰酸锂的质量分数是 $\frac{0.01 \times 181}{2.00} \times 100\% = 90.5\%$ 。

【微专题 “陌生情境下”方程式的书写】

1. (2023·新疆乌鲁木齐·统考一模·节选) 下图是氮在生态系统中的循环。细菌和电催化可促使含氮物质进行氧化还原反应。

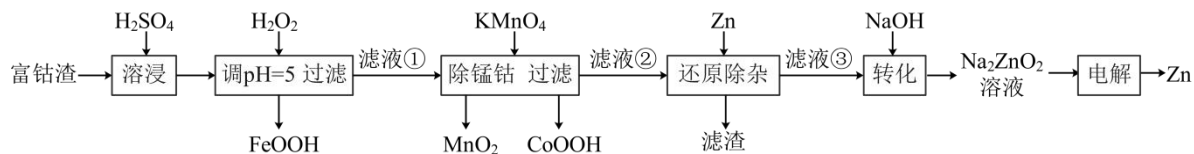


(6) 由于过度的人为干预, 水体中的硝酸盐水平正在增加。硝酸盐转化为无害氮的反硝化作用, 可以通过电催化法来实现, 写出在中性介质中硝酸盐转化为氮气的阴极电极反应式_____。

【答案】 $(6)2\text{NO}_3^- + 10\text{e}^- + 6\text{H}_2\text{O} = \text{N}_2\uparrow + 12\text{OH}^-$

【解析】(6)在中性介质中 NO_3^- 在阴极得电子生成氮气，阴极电极反应式 $2\text{NO}_3^- + 10\text{e}^- + 6\text{H}_2\text{O} = \text{N}_2\uparrow + 12\text{OH}^-$ 。

2. (2023·四川绵阳·统考一模·节选) 电解锌的生产过程中产生大量富钴渣，主要含金属 Zn、Cd 及 CoO、MnO 和 FeO。采用以下工艺可利用富钴渣生产高纯锌：

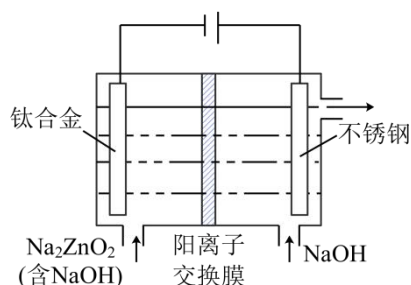


回答下列问题：

(2)加入 H_2O_2 后生成 FeOOH 的化学方程式为_____。

(4)“除锰钴”中，生成 MnO_2 的离子方程式为_____。

(6)“电解”可通过如图装置实现。电解时，钛合金上的电极反应式为_____。



【答案】(2) $2\text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{FeOOH}\downarrow + 2\text{H}_2\text{SO}_4$

(4) $3\text{Mn}^{2+} + 2\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} = 5\text{MnO}_2\downarrow + 4\text{H}^+$

(6) $\text{ZnO}_2^{2-} + 2\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Zn} + 4\text{OH}^-$

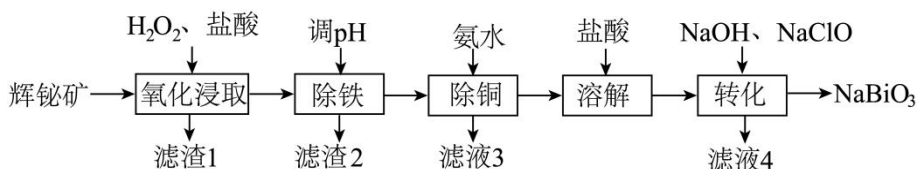
【分析】富钴渣主要含金属 Zn、Cd 及 CoO、MnO 和 FeO，加入硫酸酸浸，溶解，加入过氧化氢把 Fe^{2+} 氧化成 Fe^{3+} ，pH 调整到 5 生成 FeOOH 沉淀，过滤后加入高锰酸钾生成 MnO_2 和 CoOOH 沉淀过滤，加入 Zn 除去溶液中的 Cd^{2+} ，过滤，加入氢氧化钠，把锌溶解生成 Na_2ZnO_2 ，电解生成单质 Zn，反应方程式为 $2\text{Na}_2\text{ZnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NaOH} + 2\text{Zn} + \text{O}_2\uparrow$ 。

【解析】(2)加入 H_2O_2 后， Fe^{2+} 被氧化生成 FeOOH 的化学方程式为 $2\text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{FeOOH}\downarrow + 2\text{H}_2\text{SO}_4$ ；故答案为： $2\text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{FeOOH}\downarrow + 2\text{H}_2\text{SO}_4$ 。

(4)“除锰钴”中，高锰酸钾和 Mn^{2+} 反应生成 MnO_2 ，离子方程式为 $3\text{Mn}^{2+} + 2\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} = 5\text{MnO}_2\downarrow + 4\text{H}^+$ ；故答案为： $3\text{Mn}^{2+} + 2\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} = 5\text{MnO}_2\downarrow + 4\text{H}^+$ 。

(6) 电解池中钛合金为阴极，发生还原反应，电极反应式为 $\text{ZnO}_2^{2-} + 2\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Zn} + 4\text{OH}^-$ ；故答案为： $\text{ZnO}_2^{2-} + 2\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Zn} + 4\text{OH}^-$ 。

3. (2023·湖南常德·常德市一中校考模拟预测·节选) 铋(Bi)的化合物广泛应用于电子、医药等领域。由辉铋矿(主要成分为 Bi_2S_3 ，含 FeS_2 、 CuO 、 SiO_2 等杂质)制备 NaBiO_3 的工艺流程如下：



已知： i. Bi^{3+} 易水解。 NaBiO_3 难溶于冷水。

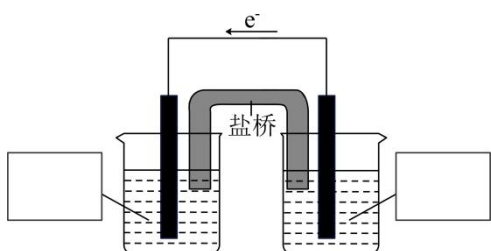
ii. “氧化浸取”时，铋元素转化为 Bi^{3+} ，硫元素转化为硫单质。

回答下列问题：

(4)“转化”时，生成 NaBiO_3 的离子方程式为_____。

(5)已知酸性环境下， NaBiO_3 可以将 Mn^{2+} 氧化成 MnO_4^- (BiO_3^- 被还原成 Bi^{3+})。请设计一个原电池装置来证明这一点，在下图中的两个方框内标出两烧杯溶液中溶质的化学式，并写出正极的电极反应式：_____。

(左侧烧杯中已经加入了硫酸)



【答案】(4) $\text{Na}^+ + \text{ClO}^- + \text{Bi}^{3+} + 4\text{OH}^- = \text{NaBiO}_3\downarrow + \text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O}$

(5) NaBiO_3 , MnSO_4 ; $\text{BiO}_3^- + 6\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{Bi}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$ (或) $\text{NaBiO}_3 + 6\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{Na}^+ + \text{Bi}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$

【分析】向辉铋矿(主要成分为 Bi_2S_3 ，含 FeS_2 、 CuO 、 SiO_2 等杂质)加盐酸、双氧水进行氧化浸取， Bi_2S_3 、 FeS_2 、 CuO 转化为可溶性的盐和硫单质；由于 SiO_2 为不溶于水和盐酸的酸性氧化物，过滤则滤渣 1 的主要成分为 S 和 SiO_2 ；调节滤液 pH 值使 Fe^{3+} 转化成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀；再次过滤除去铁离子，向滤液中加过滤量氨除铜；再次用盐酸溶解固体，用 NaOH 、 NaClO 沉淀铋，使其转化为 NaBiO_3 沉淀，最后经系列操作得到 NaBiO_3 。据此分析可得：

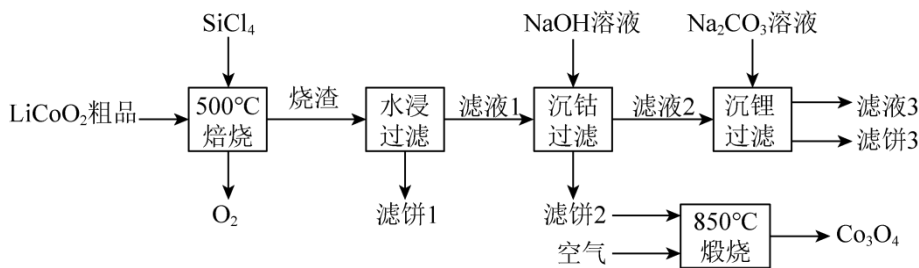
【解析】(4) “转化”时 NaOH 、 NaClO 与 Bi^{3+} 发生氧化还原反应生成难溶于冷水的 NaBiO_3 ，故答案为：

$\text{Na}^+ + \text{ClO}^- + \text{Bi}^{3+} + 4\text{OH}^- = \text{NaBiO}_3\downarrow + \text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O}$ ；

(5) 酸性环境下， NaBiO_3 可以将 Mn^{2+} 氧化成 MnO_4^- (BiO_3^- 被还原成 Bi^{3+})， NaBiO_3 为电源正极反应物； Mn^{2+} 为电源负极反应物，由于电子由右经导线流向左，所以左、右两方框内的物质分别为 NaBiO_3 、 MnSO_4 ；正极发生还原反应，即在酸性条件下 NaBiO_3 得到电子被还原为 Bi^{3+} ，故答案为： NaBiO_3 ， MnSO_4 ；

$\text{BiO}_3^- + 6\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{Bi}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$ (或) $\text{NaBiO}_3 + 6\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{Na}^+ + \text{Bi}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

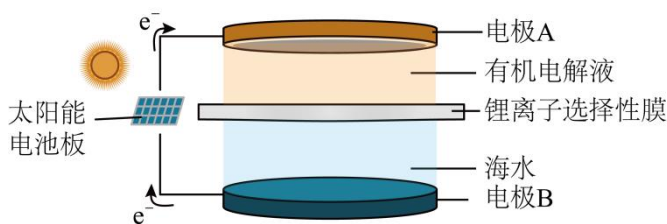
4. (2023·内蒙古赤峰·统考一模·节选) 随着新能源汽车的发展，钾电池成为近些年来研究的热点、锂电池中一些金属的回收利用也是未来发展的一大方向。 SiCl_4 是生产多晶硅的副产物。可以利用 SiCl_4 对废弃的钾电池正极材料 LiCoO_2 进行氯化处理、进而回收 Li 、 Co 等金属，工艺路线如图所示：



(3)“850°C煅烧”时的化学方程式为_____。

(4)利用碳酸锂(Li_2CO_3)与 CoCO_3 按 $n(\text{Li}):n(\text{Co})=1:1$ 的比例配合,然后在空气中于 700°C 烧结可合成锂电池正极材料 LiCoO_2 ,反应方程式为_____。

(5)海水中有丰富的锂资源,我国科学家研发出利用太阳能从海水中提取金属锂的技术,提取原理如图所示。金属锂在电极_____ (填“A”或“B”)上生成,阳极产生两种气体单质、电极反应式是_____。



【答案】(2) $\text{SiCl}_4+3\text{H}_2\text{O}=\text{H}_2\text{SiO}_3\downarrow+4\text{HCl}$

(3) $6\text{Co}(\text{OH})_2+\text{O}_2 \xrightarrow{850^\circ\text{C}} 2\text{Co}_3\text{O}_4+6\text{H}_2\text{O}$

(4) $2\text{Li}_2\text{CO}_3+4\text{CoCO}_3+\text{O}_2 \xrightarrow{700^\circ\text{C}} 4\text{LiCoO}_2+6\text{CO}_2$

(5)A $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2\uparrow$ 、 $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = \text{O}_2\uparrow + 4\text{H}^+$

【分析】“500°C焙烧”的烧渣是 LiCl 、 CoCl_2 和 SiO_2 的混合物,水浸除去 SiO_2 ,滤液1中加氢氧化钠生成 $\text{Co}(\text{OH})_2$ 沉淀,过滤,“850°C煅烧”时 $\text{Co}(\text{OH})_2$ 和氧气反应生成 Co_3O_4 ,滤液2加碳酸钠生成 CoCO_3 沉淀。

【解析】(2) SiCl_4 发生水解生成硅酸沉淀和氯化氢,产生烟雾,反应的化学方程式为
 $\text{SiCl}_4+3\text{H}_2\text{O}=\text{H}_2\text{SiO}_3\downarrow+4\text{HCl}$;

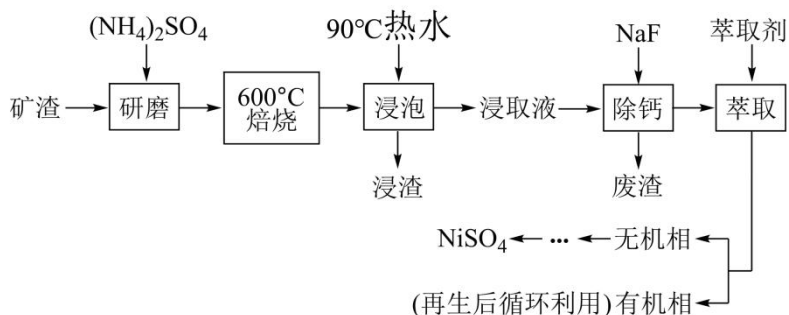
(3)“850°C煅烧”时 $\text{Co}(\text{OH})_2$ 和氧气反应生成 Co_3O_4 和水,反应的化学方程式为
 $6\text{Co}(\text{OH})_2+\text{O}_2 \xrightarrow{850^\circ\text{C}} 2\text{Co}_3\text{O}_4+6\text{H}_2\text{O}$;

(4)利用碳酸锂(Li_2CO_3)与 CoCO_3 按 $n(\text{Li}):n(\text{Co})=1:1$ 的比例配合,然后在空气中于 700°C 烧结可合成锂电池正极材料 LiCoO_2 ,Co元素化合价由+2升高为+3,所以氧气参加反应,根据得失电子守恒,反应方程式为
 $2\text{Li}_2\text{CO}_3+4\text{CoCO}_3+\text{O}_2 \xrightarrow{700^\circ\text{C}} 4\text{LiCoO}_2+6\text{CO}_2$;

(5)根据电子流向,可知A是阴极、B是阳极, Li^+ 得电子发生还原反应生成金属Li,金属锂在电极A上生成;海水中含有氯离子和氢氧根离子,阳极上氯离子和氢氧根离子放电生成氯气和氧气,电极反应式是
 $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2\uparrow$ 、 $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = \text{O}_2\uparrow + 4\text{H}^+$ 。

5. (2023·云南昆明·统考二模·节选) NiSO_4 主要用于电镀工业,作为电镀镍和化学镍的主要原料,也用于生

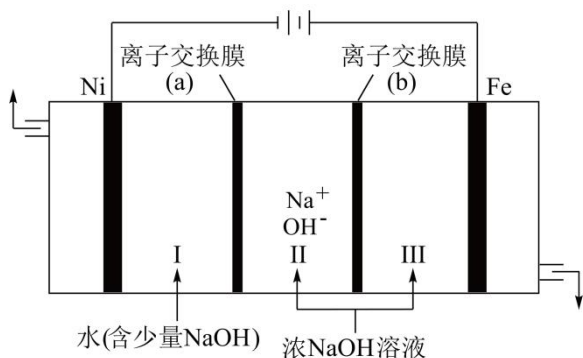
产其他镍盐(如氧化镍、硫酸镍铵、碳酸镍等),从矿渣[含 NiFe_2O_4 (铁酸镍)、 NiO 、 FeO 、 CaO 、 SiO_2 等]中回收 NiSO_4 的工艺流程如图:



已知 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 在 350°C 分解生成 NH_3 和 H_2SO_4 , 回答下列问题:

(2) 矿渣中部分 FeO 焙烧时与 H_2SO_4 反应生成 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 的化学方程式为 _____。

(5) 以 Fe 、 Ni 为电极制取 Na_2FeO_4 的原理如图所示。通电后,在铁电极附近生成紫红色的 FeO_4^{2-} ,若 pH 过高



① 电解时阳极的电极反应式为 _____, 离子交换膜(b)为 _____(填“阴”或“阳”)离子交换膜。

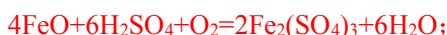
② 向铁电极区出现的红褐色物质中加入少量的 NaClO 溶液,沉淀溶解。该反应的离子方程式为 _____。

【答案】 (2) $4\text{FeO} + 6\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{O}_2 = 2\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{H}_2\text{O}$

(5) $\text{Fe} - 6\text{e}^- + 8\text{OH}^- = \text{FeO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O}$ 阴 $2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{ClO}^- + 4\text{OH}^- = 2\text{FeO}_4^{2-} + 3\text{Cl}^- + 5\text{H}_2\text{O}$

【分析】 某矿渣的主要成分是 NiFe_2O_4 (铁酸镍)、 NiO 、 FeO 、 CaO 、 SiO_2 等,加入硫酸铵研磨后, 600°C 焙烧,已知: $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 在 350°C 以上会分解生成 NH_3 和 H_2SO_4 。 NiFe_2O_4 在焙烧过程中生成 NiSO_4 、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$,在 90°C 的热水中浸泡过滤得到浸出液,加入 NaF 除去钙离子,过滤得到滤液加入萃取剂得到无机相和有机相,无机相通过一系列操作得到硫酸镍,有机相循环使用,以此解答该题;

【解析】 (2) 矿渣中部分 FeO 焙烧时与 H_2SO_4 反应生成 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 的化学方程式:



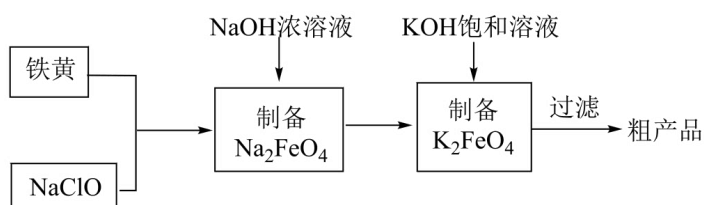
(5) ① 电解池中阳极发生氧化反应,依据题意可知铁在阳极失去电子,电极反应式为: $\text{Fe} - 6\text{e}^- + 8\text{OH}^- = \text{FeO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O}$, 离子交换膜(b)为阴离子交换膜;

② 向铁电极区出现的红褐色物质中加入少量的 NaClO 溶液,沉淀溶解: $2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{ClO}^- + 4\text{OH}^- = 2\text{FeO}_4^{2-} + 3\text{Cl}^- + 5\text{H}_2\text{O}$

$\text{Fe}^{2+} + 5\text{H}_2\text{O}$;

B·拓展培优拿高分

1. (2024·广西·校联考一模) 高铁酸钾(K_2FeO_4)是一种新型、高效、无毒的水处理剂。工业上, 利用廉价的铁黄(FeOOH)等为原料制备高铁酸钾。工艺流程如图:



下列说法错误的是

- A. 高铁酸钾在水处理过程中涉及氧化还原反应和盐类水解反应
- B. 制备 Na_2FeO_4 反应中氧化剂和还原剂的物质的量之比为 2 : 3
- C. 根据流程可以判断相同温度下 K_2FeO_4 的溶解度小于 Na_2FeO_4
- D. 若通过电解法以铁为原料制备高铁酸钾, 铁棒应该做阳极

【答案】B

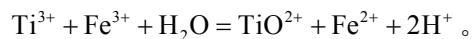
【分析】铁黄和次氯酸钠反应生成高铁酸钠, $2\text{FeOOH} + 3\text{NaClO} + 4\text{NaOH} = 2\text{Na}_2\text{FeO}_4 + 3\text{NaCl} + 3\text{H}_2\text{O}$, 高铁酸钠在溶液中溶解度大于高铁酸钾, 加入 KOH , 高铁酸钠在溶液中转化成高铁酸钾。

【解析】A. K_2FeO_4 具有强氧化性, 可用于消毒杀菌, 被还原为 Fe^{3+} , Fe^{3+} 发生盐类的水解生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$, 具有吸附性, 可用于吸附水中的悬浮杂质, 故 A 正确; B. 制备 Na_2FeO_4 反应

$2\text{FeOOH} + 3\text{NaClO} + 4\text{NaOH} = 2\text{Na}_2\text{FeO}_4 + 3\text{NaCl} + 3\text{H}_2\text{O}$, 氯元素化合价降低, NaClO 是氧化剂, 铁元素化合价升高, FeOOH 是还原剂, 氧化剂和还原剂的物质的量之比为 3 : 2, 故 B 错误; C. 向高铁酸钠溶液加入浓 KOH 能生成高铁酸钾沉淀, 可知相同温度下 K_2FeO_4 的溶解度小于 Na_2FeO_4 , 故 C 正确; D. 若通过电解法以铁为原料制备高铁酸钾, 铁元素化合价升高, 在阳极反应, 则铁棒应该做阳极, 故 D 正确; 故选 B。

2. (2023·河北邢台·统考模拟预测) 在分析化学上, 测定含 TiO^{2+} 酸性溶液中钛元素的含量通常涉及两个反应:

I. 用 Al 粉还原 TiO^{2+} 得到 Ti^{3+} ; II. 用 FeCl_3 溶液滴定, 反应的离子方程式为



下列说法错误的是

- A. 还原性: $\text{Al} > \text{Ti}^{3+} > \text{Fe}^{2+}$
- B. 反应 I 中氧化产物和还原产物的物质的量之比为 3 : 1
- C. 反应 II 的滴定实验可选用 KSCN 溶液作指示剂
- D. 反应 I 中生成 1mol Ti^{3+} 时消耗的 H^+ 和反应 II 中消耗 1mol Ti^{3+} 时生成的 H^+ 的量相同

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/597102136133006136>