

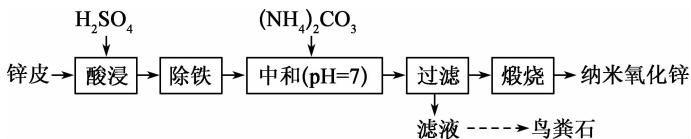
2023 高考题型专练 · 走进大题卷

理综 化学(二) 第 27 题(2)

可能用到的相对原子质量: H 1 C 12 N 14 O 16 Na 23

27-1. (14 分)

纳米氧化锌具有极高的化学活性及优异的催化性和光催化活性,并具有抗红外线、紫外线辐射及杀菌功能。实验室由普通锌锰电池的锌皮[主要成分是 Zn,还含有少量杂质 Fe 和粘附的 $\text{Zn}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2$]为原料制取纳米氧化锌和鸟粪石(MgNH_4PO_4),其主要实验流程如下:



(1) 下列关于鸟粪石的叙述不合理的是 _____ (填标号)。

- A. 鸟粪石既属于镁盐又属于磷酸盐
- B. 鸟粪石既能和强酸反应又能和强碱反应
- C. 鸟粪石中既含有离子键又含有共价键

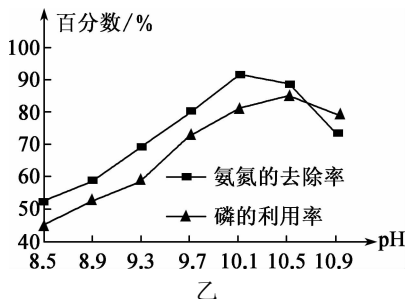
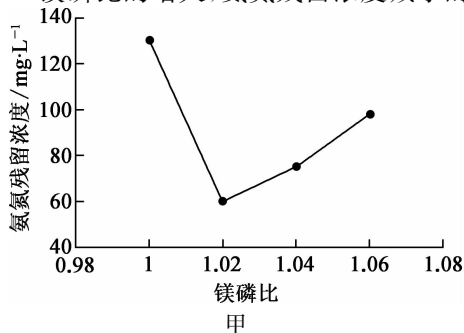
D. 鸟粪石中两种阳离子的电子式分别为 $[\text{Mg}^{2+}]$ 和 $[\text{H}:\ddot{\text{N}}:\text{H}]^+$

(2) 已知: 常温下, $K_b(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 1.8 \times 10^{-5}$, $K_{a1}(\text{H}_2\text{CO}_3) = 4.7 \times 10^{-7}$, $K_{a2}(\text{H}_2\text{CO}_3) = 4.5 \times 10^{-11}$, 则常温时, $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 溶液的 pH _____ (填“>”、“<”或“=”)7; 求反应 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ 的平衡常数 $K =$ _____。

(3) “除铁”包括“氧化”和“沉铁”。“氧化”时,向“酸浸”后的溶液中加入过量的双氧水。反应的离子方程式为 _____; 检验“除铁”完全的实验操作是 _____。

(4) 将“过滤”后的滤液与 MgSO_4 、 Na_2HPO_4 溶液反应。生成鸟粪石沉淀。已知常温下: $K_{sp}(\text{MgNH}_4\text{PO}_4) = 2.5 \times 10^{-13}$, $K_{sp}[\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2] = 9.8 \times 10^{-25}$, $K_{sp}[\text{Mg}(\text{OH})_2] = 1.8 \times 10^{-11}$ 。

① 镁磷比 $\left[\frac{n(\text{MgSO}_4)}{n(\text{Na}_2\text{HPO}_4)} \right]$ 与氨氮残留浓度的关系如图甲所示。当镁磷比小于 1.02 时,随镁磷比的增大,氨氮残留浓度减小的原因是 _____。

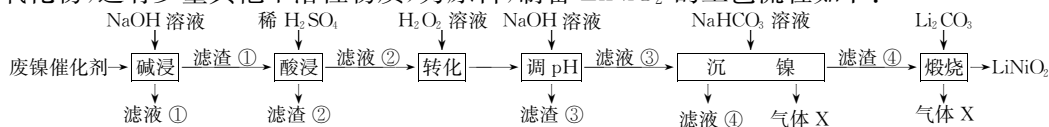


② 氨氮的去除率和磷的利用率与溶液 pH 的关系如图乙所示。当 pH 为 10.1—10.5 时,除了生成鸟粪石外,还会生成的沉淀有 _____ (填化学式)。当 pH > 10.5 时,氨氮的去除率和磷的利用率均减小的原因是 _____。

(5)“中和”时,含锌溶液与 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 溶液反应,生成用于制备纳米氧化锌的碱式碳酸锌 $[\text{Zn}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3]$ 沉淀。设计制备碱式碳酸锌的实验方案:_____,洗涤,烘干得碱式碳酸锌[已知反应的适宜温度为 $50\sim 60^\circ\text{C}$ 。实验中必须使用的试剂:乙醇(可降低碱式碳酸锌在水中的溶解度)和 1 mol/L 的 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 溶液]。

27-2. (14分)

LiNiO_2 是锂离子电池的正极活性材料。以某油脂厂的废镍催化剂(主要含 Ni 、 Al 、 Fe 及其氧化物,还有少量其他不溶性物质)为原料,制备 LiNiO_2 的工艺流程如下:



该工艺条件下,几种金属离子开始沉淀和沉淀完全的 pH 见下表(25°C 时数据):

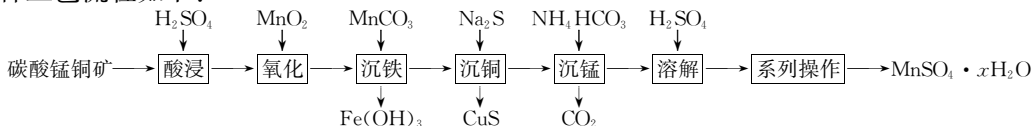
金属离子	Fe^{3+}	Fe^{2+}	Al^{3+}	Ni^{2+}
开始沉淀的 pH	2.7	5.8	3.4	7.6
完全沉淀的 pH	3.2	8.8	4.2	9.1

回答下列问题:

- (1)“碱浸”时, NaOH 溶液的两个作用是溶解铝及其氧化物和_____。
- (2)为回收滤液①中的金属,可向滤液①中通入过量的 CO_2 ,生成沉淀,该反应的离子方程式为_____。
- (3)“转化”中 H_2O_2 的作用是_____。
- (4)“调 pH”时,pH 的调控范围是_____,已知溶液中,某离子浓度等于 $1\times 10^{-5}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 时,可视为该离子沉淀完全, 25°C 时, $K_{\text{sp}}[\text{Ni}(\text{OH})_2]=$ _____。
- (5)“沉镍”时,镍转化为 NiCO_3 ,气体 X 为_____;若使用 Na_2CO_3 溶液代替 NaHCO_3 溶液,则会得到两种难溶物质,试分析原因:_____。
- (6)“煅烧”是在空气中进行的,则此过程中反应的化学方程式为_____。
- (7)已知废镍催化剂中, Ni 元素的质量分数为 a ,若 100 g 该催化剂制备 $b\text{ g}$ LiNiO_2 ,则 LiNiO_2 的产率为_____%。

27-3. (14分)

以碳酸锰铜矿(主要成分为 MnCO_3 、 CuCO_3 ,还含有 Fe_3O_4 杂质)为原料制备硫酸锰晶体的一种工艺流程如下:

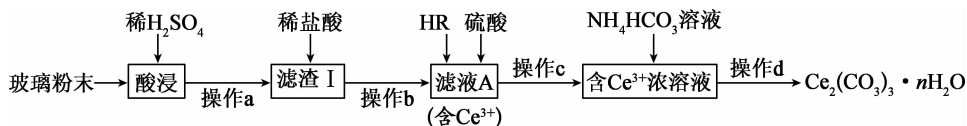


- (1)写出“酸浸”时,杂质 Fe_3O_4 与稀硫酸反应的化学方程式:_____。
- (2)“氧化”时除了使用 MnO_2 外,还可以使用的一种试剂为_____ (填化学式),若省略“氧化”步骤,造成的后果是_____。
- (3)简述加入 MnCO_3 “除铁”的原理:_____。
- (4)“沉铜”时,若溶液中 $c(\text{Mn}^{2+})=2.8\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$,加入 Na_2S 固体,使溶液中 Cu^{2+} 完全沉淀,即溶液中 $c(\text{Cu}^{2+})=1.0\times 10^{-5}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$,此时是否有 MnS 沉淀生成?请通过计算判断:_____ [已知: $K_{\text{sp}}(\text{MnS})=1.4\times 10^{-15}$, $K_{\text{sp}}(\text{CuS})=6.3\times 10^{-36}$]。
- (5)“沉锰”时,发生反应的离子方程式为_____。
- (6)为确定所得硫酸锰晶体中含有的结晶水,称取纯化后的 $\text{MnSO}_4\cdot x\text{H}_2\text{O}$ 晶体 8.45 g ,加热至完全脱去结晶水,固体减重 0.9 g ,则该硫酸锰晶体的化学式为_____。

27-4. (14分)

碳酸铈 $[\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3]$ 可用于催化剂载体及功能材料的制备。以平板电视显示屏生产过程中产生大量的废玻璃粉末(含 SiO_2 、 Fe_2O_3 、 CeO_2 、 FeO 等物质)为原料,制备 $\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3\cdot$

$n\text{H}_2\text{O}$ 的工艺流程如图所示:



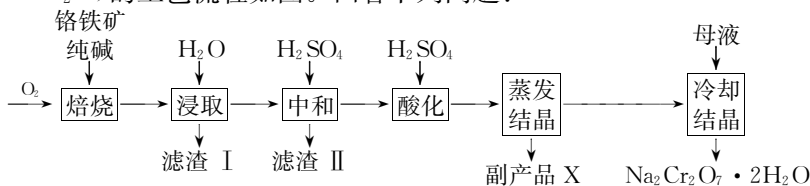
已知:①酸性条件下,铈在水溶液中有 Ce^{3+} 、 Ce^{4+} 两种主要存在形式, Ce^{4+} 有较强氧化性;② CeO_2 不溶于稀硫酸,也不溶于氢氧化钠溶液;③酸性条件下, CeO_2 可与 H_2O_2 反应生成 Ce^{3+} 。

回答下列问题:

- (1)“酸浸”时,要适当升高温度或搅拌反应物等措施,其目的是_____。
- (2)操作 a 的名称_____。
- (3)滤渣 I 用稀盐酸溶解产生大量黄绿色气体,用离子方程式解释原因:_____;
为避免产生上述污染,请提出一种解决方案:_____。
- (4)已知有机物 HR 能将 Ce^{3+} 从水溶液中萃取出来,该过程可表示为: $2\text{Ce}^{3+}(\text{水层}) + 6\text{HR}(\text{有机层}) \rightleftharpoons 2\text{CeR}_3 + 6\text{H}^+(\text{水层})$,从平衡角度解释:向 $\text{CeR}_3(\text{有机层})$ 加入 H_2SO_4 获得较纯的含 Ce^{3+} 的水溶液的原因是_____。
- (5)向“含 Ce^{3+} 浓溶液”中加入 NH_4HCO_3 溶液过程中,生成 $\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 的离子方程式为_____。
- (6)若向“含 Ce^{3+} 浓溶液”中加碱调 pH 并通入 O_2 ,可获得 $\text{Ce}(\text{OH})_4$ 沉淀。取 0.50 g 经洗涤干燥的 $\text{Ce}(\text{OH})_4$ 样品,加硫酸溶解后,用 $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 FeSO_4 溶液滴定至终点(铈被还原成 Ce^{3+}),平均消耗 23.00 mL FeSO_4 溶液,滴定时发生反应的离子方程式为 $\text{Ce}^{4+} + \text{Fe}^{2+} = \text{Ce}^{3+} + \text{Fe}^{3+}$ 。
① FeSO_4 溶液应盛放在_____ (填“酸式”或“碱式”)滴定管中;
②计算 $\text{Ce}(\text{OH})_4$ 样品的纯度为_____ % (保留小数点后 1 位)。

27-5. (14 分)

工业上以铬铁矿(主要成分 FeCr_2O_4 , 含 Al_2O_3 、 SiO_2 等少量杂质)为主要原料制备红矾钠($\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)的工艺流程如图。回答下列问题:



- (1)“焙烧”的目的是将 FeCr_2O_4 转化为 Na_2CrO_4 和 Fe_2O_3 , 并将 Al_2O_3 、 SiO_2 转化为可溶性钠盐。写出将 FeCr_2O_4 转化为 Na_2CrO_4 和 Fe_2O_3 反应的化学方程式:_____;
该过程中将气体与矿料逆流而行,目的是_____。
- (2)矿物中相关元素可溶性组分的物质的量浓度 c 与 pH 的关系如图 1 所示。当溶液中可溶组分浓度 $c \leq 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,可认为已除尽。

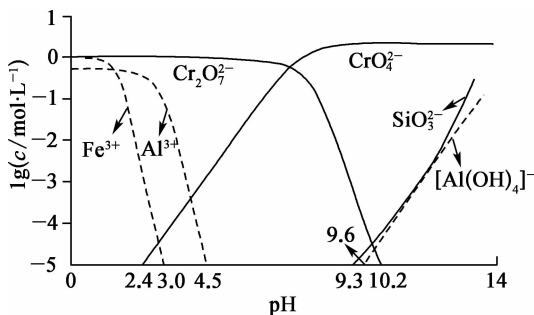


图1

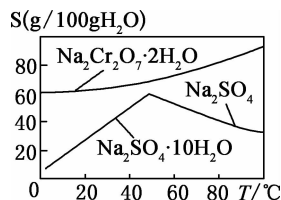


图2

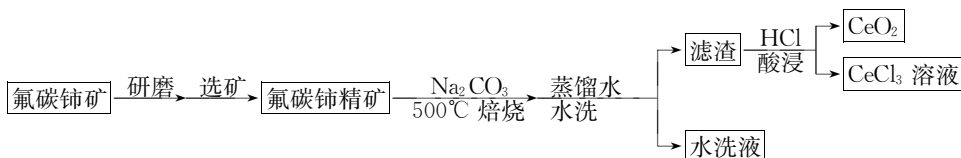
滤渣 I 为 _____；“中和”时 pH 的理论范围为 _____；“酸化”的目的是 _____。

(3) 根据图 2 中红矾钠($\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)和 Na_2SO_4 的溶解度曲线分析,副产品 X 为 _____。“冷却结晶”所得母液中,除 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 外,可在上述流程中循环利用的物质还有 _____(除 H_2O 外)。

(4) 称取红矾钠样品 1.8000 g 配成 250 mL 溶液,量取 20.00 mL 于碘量瓶中,加入 10 mL $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{H}_2\text{SO}_4$ 和足量碘化钾溶液(铬的还原产物为 Cr^{3+}),放于暗处 5 min,加入淀粉溶液作指示剂,用 $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液滴定($\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightleftharpoons 2\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$),判断达到滴定终点的现象是 _____。若实验中平均消耗 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液 25.00 mL,则 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 的纯度为 _____%(设整个过程中其他杂质不参与反应,保留小数点后一位)

27-6. (14 分)

稀土是重要的战略资源,包括第ⅢB 族的钪、钇和镧系元素共 17 种元素,中国是最大的稀土氧化物供应国。以氟碳铈矿(主要含 CeFCO_3)为原料制备二氧化铈(CeO_2)的一种工艺流程如图所示:



已知: CeO_2 难溶于稀盐酸,可溶于浓盐酸; Ce_2O_3 可溶于稀盐酸。

请回答下列问题:

(1)“选矿”前将氟碳铈矿研磨的目的是 _____。

(2) 选矿是整个矿产品生产过程中的重要环节。一般可采用重选法、浮选法、磁选法、电选法等方法,将有用矿物与脉石矿物(无用矿物)分离。氟碳铈矿浮选过程中采用不同捕收剂 BHA 和 SHA(浓度均为 $2 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$)时, pH 对氟碳铈矿浮选回收率的影响如图 1 所示。浮选时应选择的最佳捕收剂是 _____(填“BHA”或“SHA”),其对应的最佳 pH 为 _____。

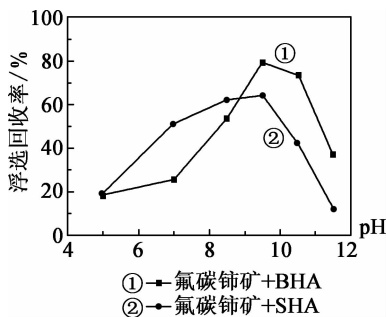
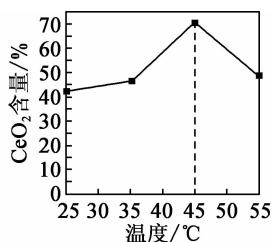


图 1

(3) 500°C 时在空气中焙烧, CeFCO_3 与 Na_2CO_3 发生化学反应,生成 CeO_2 、 Ce_2O_3 (两者的物质的量之比为 2:1)、 NaF 及一种气体,该反应的化学方程式为 _____。

(4)“焙烧”后对产物进行水洗,水洗液不宜使用玻璃容器盛装的原因是 _____。

(5)“酸浸”时, CeO_2 含量随“酸浸”温度的变化曲线如图 2 所示,当温度升高到一定程度后, CeO_2 含量随温度升高而减小,其原因可能是 _____。



酸浸温度对二氧化铈含量的影响

图 2

(6) 室温下,向酸浸液中加入氢氧化钠溶液调节 pH 使 Ce^{3+} 沉淀完全(通常认为残留在溶液中的离子浓度小于 $1 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,沉淀就达完全),则应调节 pH 大于 _____。{已知 $K_{\text{sp}}[\text{Ce}(\text{OH})_3] = 1.0 \times 10^{-20}$ }