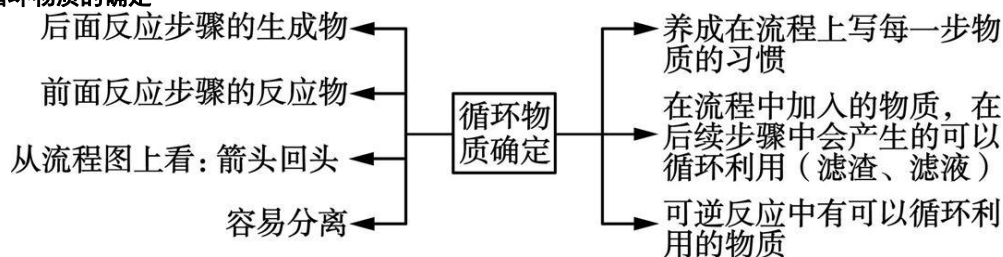


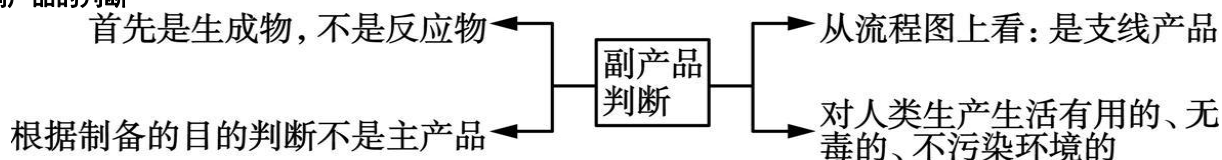
无机综合及工艺流程(八)

【循环物质和副产品的判断方法】

1、循环物质的确定



2、副产品的判断



3、滤渣、滤液成分的确定: 要考虑样品中原料和杂质中的每一种成分在每一步与每一种试剂的反应情况:

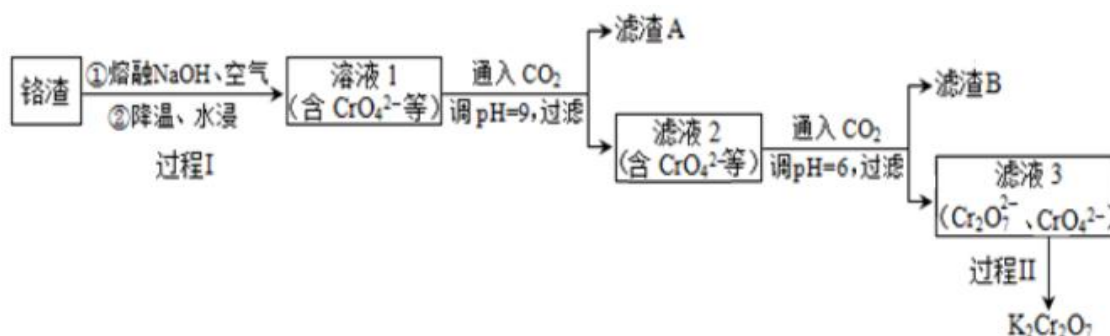
(1)哪些物质(离子)消失了

(2)所加试剂是否过量或离子间发生化学反应又产生了哪些新离子;再考虑这些离子间是否会发生反应

(3)去除主产品和副产品, 原料中的相关成分存在于何处

【课后作业】

1、利用熔融碱焙烧工艺可从铝热法生产金属铬所得铬渣(Al 、 Al_2O_3 、 Cr_2O_3 等)中浸出铬和铝, 实现铬和铝的再生利用。其工作流程如下:



(1)铝热法冶炼金属铬, 是利用了金属铝的 _____ (填“氧化性”或“还原性”)

(2)溶液1中的主要的阴离子有 CrO_4^{2-} 、_____ (填离子符号)(3)过程I, 在 Cr_2O_3 参与的反应中, 若生成 $0.4 \text{ mol CrO}_4^{2-}$, 消耗氧化剂的物质的量是 _____(4)通入 CO_2 调节溶液 pH 实现物质的分离。①滤渣A煅烧得到 Al_2O_3 , 再用电解法冶炼Al。冶炼Al的化学方程式是 _____

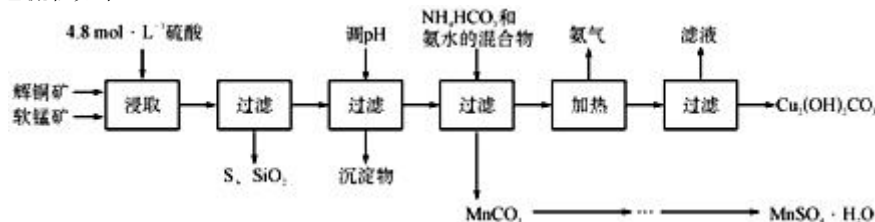
②滤渣B受热分解所得物质可以循环利用, B是 _____ (填化学式)

③已知: $2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ $K=4.0 \times 10^{14}$, 滤液3中 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 的浓度是 0.04 mol/L , 则 CrO_4^{2-} 的浓度是 _____ mol/L (5)过程II的目的是得到 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 粗品, 粗品再重结晶可制得纯净的 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 不同温度下化合物的溶解度($\text{g}/100\text{gH}_2\text{O}$)

化合物名称	0°C	20°C	40°C	60°C	80°C
NaCl	35.7	36.0	36.6	37.3	38.4
KCl	28.0	34.2	40.1	45.8	51.3
K_2SO_4	7.4	11.1	14.8	18.2	21.4
$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	4.7	12.3	26.3	45.6	73.0
$\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	163	183	215	269	376

结合表中数据分析, 过程II得到 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 粗品的操作是: _____, 过滤得到 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 粗品

2、辉铜矿主要成分 Cu_2S , 软锰矿主要成分 MnO_2 , 它们都含有少量 SiO_2 、 Fe_2O_3 等杂质。工业上综合利用这两种矿物制备硫酸锰和碱式碳酸铜的主要工艺流程如下:



已知: ① MnO_2 能将金属硫化物中的硫氧化为单质硫

② $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ 常温稳定, 在热水中会分解生成 NH_3

③ $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 易溶于冷水, 不溶于酒精

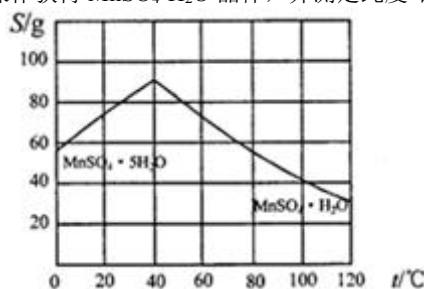
④ 部分金属阳离子氢氧化物的(开始沉淀的 pH 按金属离子浓度为 $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 计算: 当离子浓度小于 1.0×10^{-5} 时, 认为该离子沉淀完全。) $K_{\text{sp}}(\text{Fe}(\text{OH})_3) = 1.0 \times 10^{-38}$, $K_{\text{sp}}(\text{Cu}(\text{OH})_2) = 1.0 \times 10^{-20}$, $K_{\text{sp}}(\text{Mn}(\text{OH})_2) = 4.0 \times 10^{-14}$

(1) 酸浸时, 得到的浸出液中主要含有 CuSO_4 、 MnSO_4 等。写出该反应的化学方程式

(2) 调 pH 的范围为

(3) 在该工艺中可循环使用的物质是; “加热驱氨” 环节, 温度不能过低也不能过高的原因为

(4) 请根据如下图所示, 将“由碳酸锰经一系列操作获得 $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 晶体, 并测定纯度”的实验方案补充完整



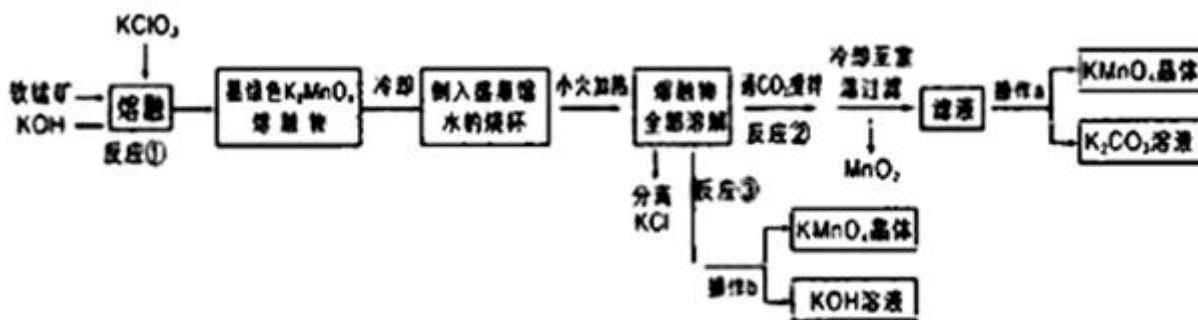
① 将碳酸锰固体溶于稀硫酸获得硫酸锰溶液

② 加热溶液并控制温度 $> 40^\circ\text{C}$, 得到粗产品

③, 低温干燥, 可得到较纯晶体

④ 欲测定该晶体的纯度, 取 14.00 g 晶体加蒸馏水配成 100 mL 溶液, 量取 25.00 mL 加足量标准 BaCl_2 溶液, 得到沉淀 4.66 g , 则此样品的纯度为 (保留四位有效数字)。某小组计算发现本组样品纯度大于 100% (测定过程中产生的误差可忽略), 其可能原因有 (任写一种)

3、高锰酸钾是常用的氧化剂。某化学小组在实验室以软锰矿(主要成分是 MnO_2)为原料制备 KMnO_4 , 下图是实验室制备高锰酸钾的操作流程。



已知:

温度	溶解度/g		
	K_2CO_3	KHCO_3	KMnO_4
20°C	111	33.7	6.38

请回答:

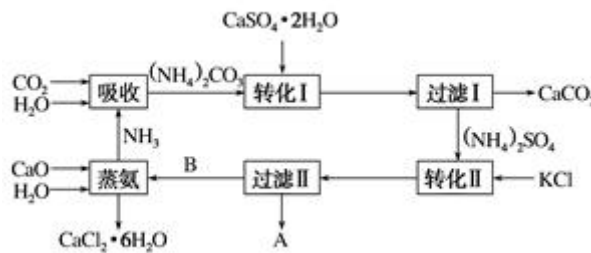
(1) 反应①的化学方程式为, 加热软锰矿、 KClO_3 和 KOH 固体时, 除三脚架、玻璃棒、泥三角和铁坩埚外, 还用到的仪器有, 不采用瓷坩埚而选用铁坩埚的理由是

(2) 反应②中氧化产物与还原产物的物质的量之比为; 上述流程中可以循环利用的物质是

(3) 实验时, 从滤液中得到 KMnO_4 晶体的实验操作 a 为, 若 CO_2 过量会生成 KHCO_3 导致得到的 KMnO_4 产品的纯度降低其原因是

(4) 反应③是模拟工业上采用惰性电极电解法制取高锰酸钾晶体, 写出反应的化学方程式

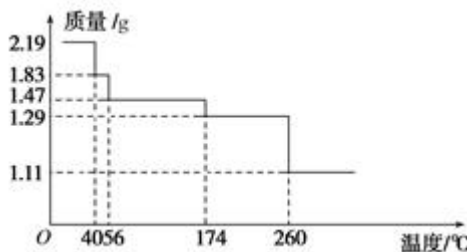
4、下图是某工业生产过程，请回答下列问题。



溶解度表(单位: g/100 g 水):

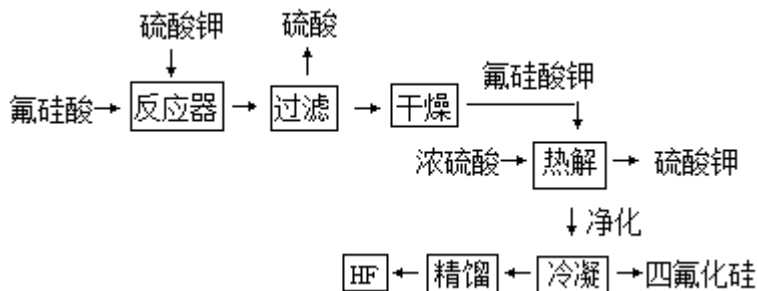
温度/℃	0	10	20	30	40	60	80	90	100
氯化铵	29.4	33.3	37.2	41.4	45.8	55.2	65.6	71.3	77.3
硫酸铵	70.6	73	75.4	78	81	88	95	98	103
硫酸钾	7.4	9.3	11.1	13	14.8	18.2	21.4	22.9	24.1
氯化钾	28	31.2	34.2	37.2	40.1	45.8	51.3	53.9	56.3

- (1)该工业生产的目标产品是_____ (写化学式)。
 (2)过滤 I 操作所得固体中,除 CaCO_3 外还有一种物质,该物质的用途有_____ (试举一例)
 (3)根据溶解度表,转化 II 中适宜的温度是_____, 过滤 II 操作所得滤渣是_____
 A. 0~10 °C B. 20~30 °C C. 40~60 °C D. 90~100 °C
 (4)我国著名的化学家也利用了转化 II 的反应原理制备了一种重要的碱,该制备过程的化学方程式为_____
 (5)氯化钙结晶水合物($\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)进行脱水处理可制得常用的干燥剂,根据下图选择的最佳脱水方法是_____



- A. 氯化氢气流中加热到 174 °C B. 直接加热至 174 °C
 C. 直接加热至 260 °C D. 氯化氢气流中加热到 260 °C
 (6)上述工业流程实现了绿色化学的理念,其中_____ (填化学式)实现了循环利用,副产品_____ (填化学式)可转化为原料,整个流程基本实现了污染物零排放

5、用湿法制磷酸副产品氟硅酸 (H_2SiF_6) 生产无水氟化氢的工艺如下图所示:



已知: 氟硅酸钾 (K_2SiF_6) 微酸性, 有吸湿性, 微溶于水, 不溶于醇。在热水中水解成氟化钾、氟化氢及硅胶。

- (1)写出反应器中的化学方程式: _____
 (2)在实验室过滤操作中所用的玻璃仪器有: _____; 在洗涤氟硅酸钾(K_2SiF_6)时常用酒精洗涤, 其目的是: _____
 (3)该流程中哪些物质可以循环使用: _____ (用化学式表达)
 (4)氟化氢可以腐蚀刻画玻璃, 在刻蚀玻璃过程中也会生成 H_2SiF_6 , 试写出该反应方程式: _____
 (5)为了测定无水氟化氢的纯度, 取标况下的气体产物 2.24L, 测得质量为 3.1g, 并将气体通入含足量的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液中, 得到 5.85g CaF_2 沉淀, 则无水氢氟酸质量分数为: _____。(保留 2 位有效数字)通过计算结果, 试解释, 为什么标况下 2.24L 产物的质量远远大于 2.0g, _____

```

graph LR
    A[菱锰矿粉] --> B[混合研磨]
    C[氯化铵] --> B
    B --> D[焙烧]
    D -- "焙砂" --> E[浸出]
    E -- "浸出液" --> F[净化除杂]
    F -- "净化液" --> G[碳化结晶]
    G -- "滤液" --> H[蒸发结晶]
    H -- "氯化铵" --> B
    G -- "碳酸氢铵" --> I[干燥]
    I -- "滤饼" --> J[碳酸锰产品]
    
```

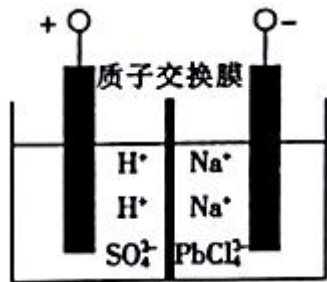
金属离子	Al ³⁺	Fe ³⁺	Fe ²⁺	Ca ²⁺	Mn ²⁺	Mg ²⁺
开始沉淀的 pH	3.8	1.5	6.3	10.6	8.8	9.6
沉淀完全的 pH	5.2	2.8	8.3	12.6	10.8	11.6

含铅废料 $\xrightarrow[\text{FeSO}_4, \text{稀 H}_2\text{SO}_4]{\text{酸溶}}$ $\xrightarrow[\text{滤液 A}]{\text{过滤}}$ $\xrightarrow[\text{10\% NaOH 溶液}/\Delta]{\text{脱硫}}$ $\xrightarrow[\text{滤液 B}]{\text{冷却、过滤}}$ 粗品 PbO $\rightarrow \dots \rightarrow$ 高纯 PbO

Temperature / °C	10% NaOH Solubility / g·L ⁻¹	35% NaOH Solubility / g·L ⁻¹
20	22	35
40	32	45
60	45	75
80	50	90
100	55	105
120	58	110

4

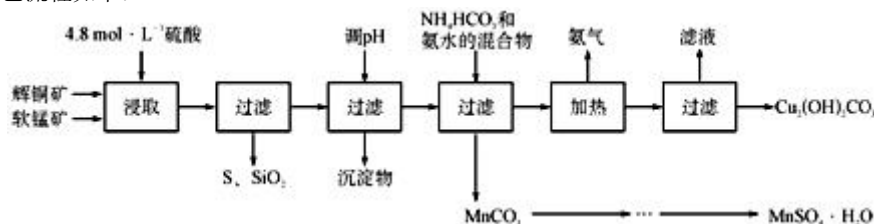
(4)将 PbO 粗品溶解在 HCl 和 NaCl 的混合溶液中, 得到含 Na_2PbCl_4 的电解液, 电解 Na_2PbCl_4 溶液生成 Pb 的装置如图所示。



①阴极的电极反应式为_____

②电解一段时间后, Na_2PbCl_4 浓度极大减小, 为了恢复其浓度且实现物质的循环利用, 阴极区采取的方法是_____

8、辉铜矿主要成分 Cu_2S , 软锰矿主要成分 MnO_2 , 它们都含有少量 SiO_2 、 Fe_2O_3 等杂质。工业上综合利用这两种矿物制备硫酸锰和碱式碳酸铜的主要工艺流程如下:



已知:

① MnO_2 能将金属硫化物中的硫氧化为单质硫

② $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ 常温稳定, 在热水中会分解生成 NH_3

③ $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 易溶于冷水, 不溶于酒精

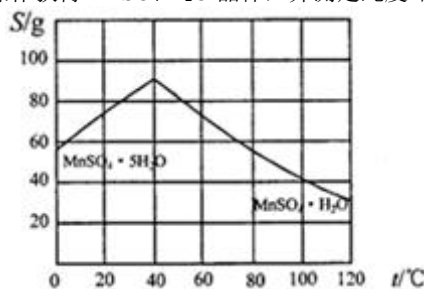
④部分金属阳离子氢氧化物的(开始沉淀的 pH 按金属离子浓度为 $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 计算: 当离子浓度小于 1.0×10^{-5} 时, 认为该离子沉淀完全) $K_{\text{sp}}(\text{Fe}(\text{OH})_3) = 1.0 \times 10^{-38}$, $K_{\text{sp}}(\text{Cu}(\text{OH})_2) = 1.0 \times 10^{-20}$, $K_{\text{sp}}(\text{Mn}(\text{OH})_2) = 4.0 \times 10^{-14}$

(1)酸浸时, 得到的浸出液中主要含有 CuSO_4 、 MnSO_4 等。写出该反应的化学方程式_____

(2)调 pH 的范围为_____

(3)在该工艺中可循环使用的物质是_____; “加热驱氨”环节, 温度不能过低也不能过高的原因为_____

(4)请根据如下图所示, 将“由碳酸锰经一系列操作获得 $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 晶体, 并测定纯度”的实验方案补充完整



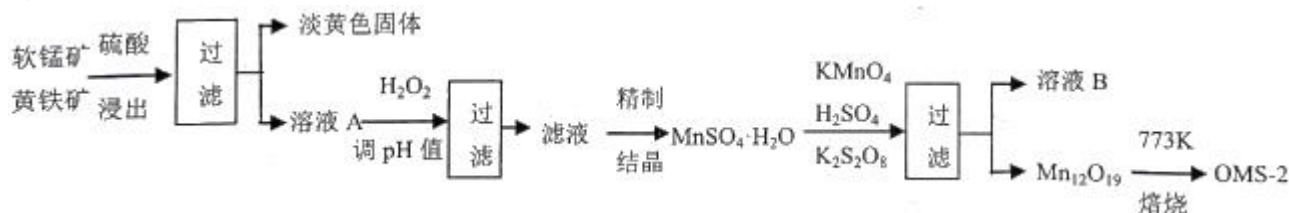
①将碳酸锰固体溶于稀硫酸获得硫酸锰溶液

②加热溶液并控制温度 $> 40^\circ\text{C}$, _____ 得到粗产品

③_____, 低温干燥, 可得到较纯晶体

④欲测定该晶体的纯度, 取 14.00 g 晶体加蒸馏水配成 100 mL 溶液, 量取 25.00 mL , 加足量标准 BaCl_2 溶液, 得到沉淀 4.66 g , 则此样品的纯度为_____ (保留四位有效数字)。某小组计算发现本组样品纯度大于 100% (测定过程中产生的误差可忽略), 其可能原因有_____ (任写一种)

9、氧锰八面体纳米棒(OMS-2)是一种新型的环保催化剂。用软锰矿和黄铁矿(主要成分分别为 MnO_2 、 FeS_2)合成 OMS-2 的工艺流程如下:

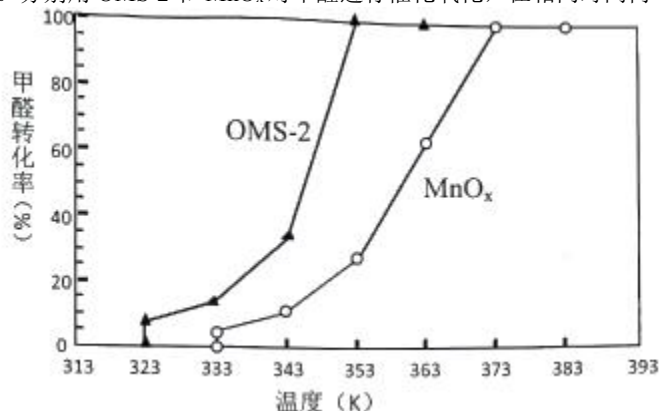


(1) FeS_2 中硫元素的化合价是_____, “调 pH 并过滤”主要除去_____元素

(2) $\text{Mn}_{12}\text{O}_{19}$ 中氧元素化合价均为 -2 价, 锰元素的化合价有两种, 则 $\text{Mn}(\text{III})$ 、 $\text{Mn}(\text{IV})$ 物质的量之比为_____, 生产过程中的原料 KMnO_4 、 $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 、 $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 按物质的量比 $1:1:5$ 反应, 产物中硫元素全部以 SO_4^{2-} 的形式存在, 该反应的离子方程式为_____

(3)溶液 B 可进一步分离出两种主要化合物, 一种可在该工艺中循环使用, 化学式是_____; 另一种为盐类, 在农业生产中可用作_____

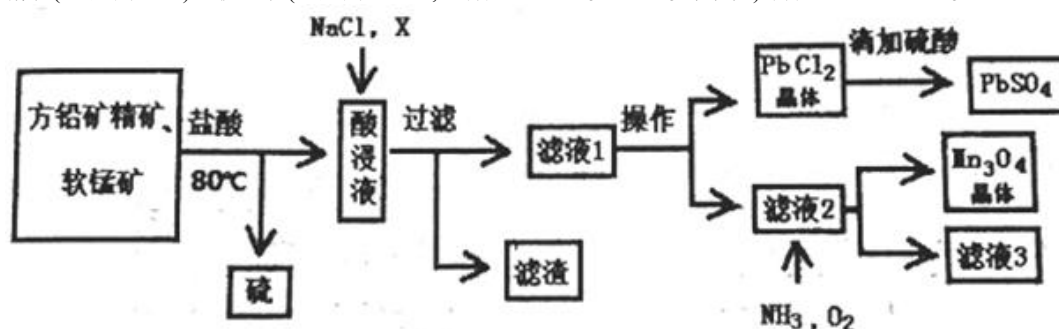
(4)OMS-2 是一种纳米级的分子筛。分别用 OMS-2 和 MnO_x 对甲醛进行催化氧化, 在相同时间内甲醛转化率和温度的关系如图:



由图可知, OMS-2 与 MnO_x 相比, 催化效率较高是 OMS-2, 原因是 OMS-2 在较低温度下就能达到较高的转化率

(5)甲醛(HCHO)在 OMS-2 催化氧化作用下生成 CO_2 和 H_2O , 现利用 OMS-2 对某密闭空间的甲醛进行催化氧化实验, 实验开始时, 该空间内甲醛含量为 1.22mg/L , CO_2 含量为 0.590mg/L , 一段时间后测得 CO_2 含量升高至 1.25mg/L , 该实验中甲醛的转化率为 50%

10、用方铅矿精矿(主要为 PbS)和软锰矿(主要为 MnO_2 , 还有少量 Fe_2O_3 , Al_2O_3 等杂质)制备 PbSO_4 和 Mn_3O_4 的工艺流程如下:



已知: ① $\text{PbS} + \text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ = \text{Mn}^{2+} + \text{Pb}^{2+} + \text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$

② 25°C 时, $K_{\text{sp}}(\text{PbCl}_2) = 1.6 \times 10^{-5}$, $K_{\text{sp}}(\text{PbSO}_4) = 1.8 \times 10^{-8}$

③ $\text{PbCl}_2(\text{s}) + 2\text{Cl}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{PbCl}_4^{2-}(\text{aq}) \quad \Delta H > 0$

(1) 80°C 用盐酸处理两种矿石, 为加快酸浸速率, 还可采用的方法是 搅拌

(2)向酸浸液中加入饱和食盐水的目的是 沉淀 PbCl2; 加入物质 X 可用于调节酸浸液的 pH 值, 物质 X 可以是 NaOH

(3)滤渣中含有两种金属杂质形成的化合物, 其成分为 Fe_2O_3 和 Al_2O_3 (写化学式); 请设计分离两种金属化合物的路线图(用化学式表示物质, 用箭头表示转化关系, 箭头上注明试剂和分离方法)

(4)向滤液 2 中通入 NH_3 和 O_2 发生反应, 写出总反应的离子方程式 $3\text{Mn}^{2+} + 6\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 = \text{Mn}_3\text{O}_4 + 6\text{NH}_4^+$

(5)用 Mn_3O_4 为原料可以获得金属锰, 选择合适的冶炼方法为 电解法 (填字母)

A. 热还原法 B. 电解法 C. 热分解法

(6)求 25°C 氯化铅沉淀转化为硫酸铅沉淀反应的平衡常数 $K =$ 1.125×10^{-3} (保留到整数位)

11、锰是冶炼工业中常用的添加剂。以碳酸锰矿(主要成分为 MnCO_3 , 还含有铁、镍、钴等碳酸盐杂质)为原料生产金属锰的工艺流程如下:



已知 25°C , 部分物质的溶度积常数如下:

物质	$\text{Mn}(\text{OH})_2$	$\text{Co}(\text{OH})_2$	$\text{Ni}(\text{OH})_2$	MnS	CoS	NiS
K_{sp}	2.1×10^{-13}	3.0×10^{-16}	5.0×10^{-16}	1.0×10^{-11}	5.0×10^{-22}	1.0×10^{-22}

(1)步骤 I 中, MnCO_3 与硫酸反应的化学方程式是 $\text{MnCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{MnSO}_4 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

(2)步骤 II 中, MnO_2 在酸性条件下可将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} , 反应的离子方程式是 $\text{MnO}_2 + 2\text{Fe}^{2+} + 4\text{H}^+ = \text{Mn}^{2+} + 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$, 加氨水调节溶液的 pH 为 $5.0 \sim 6.0$, 以除去 Fe^{3+}

(3)步骤 III 中, 滤渣 2 的主要成分是 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 和 $\text{Al}(\text{OH})_3$

(4)步骤 IV 中, 在 阴 (填“阴”或“阳”)极析出 Mn, 电极反应为 $\text{Mn}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Mn}$

【无机综合及工艺流程(八)】答案



1、(1)还原性

(2) AlO_2^- 、 OH^-

(3) 0.3 mol

(4) $2\text{Al}_2\text{O}_3(\text{熔融}) \xrightarrow[\text{冰晶石}]{\text{电解}} 3\text{O}_2 \uparrow + 4\text{Al}$ NaHCO_3 0.01

(5) 向滤液③中加入浓硫酸和 KCl 固体后, 蒸发浓缩、降温结晶

【解析】(1) 铝热法冶炼金属铬, 铝元素化合价由 0 价变化为 +3 价, 失去电子被氧化, 是利用了金属铝的还原性;

(2) 铬渣加入熔融 NaOH、空气, 降温水浸, 铝、氧化铝溶解生成偏铝酸钠, Cr_2O_3 溶解得到 CrO_4^{2-} , 因此得到的溶液 I 中含有 CrO_4^{2-} 、 AlO_2^- 、 OH^- ;(3) 在 Cr_2O_3 参与的反应中, 反应的离子方程式为: $2\text{Cr}_2\text{O}_3 + 8\text{OH}^- + 3\text{O}_2 = 4\text{CrO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O}$, 若生成 0.4 mol CrO_4^{2-} ,

反应的氧化剂氧气物质的量为 0.3 mol;

(4)

① 滤渣 A 煅烧得到 Al_2O_3 , 再用电解法冶炼 Al, 冶炼 Al 的化学方程式是 $2\text{Al}_2\text{O}_3(\text{熔融}) \xrightarrow[\text{冰晶石}]{\text{电解}} 3\text{O}_2 \uparrow + 4\text{Al}$;② 滤渣 B 为碳酸氢钠, 受热分解所得物质碳酸钠可以循环利用, 因此 B 是 NaHCO_3 ;③ 已知 $2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$, $K = 4.0 \times 10^{14}$, 滤液 3 中 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 的浓度是 0.04 mol/L, $K = \frac{c(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-})}{[c^2(\text{CrO}_4^{2-}) \cdot c^2(\text{H}^+)]}$, 氢离子浓度为 10^{-6} mol/L, 因此 CrO_4^{2-} 的浓度为 $\sqrt{\frac{0.04}{4 \times 10^{14} \times 10^{-12}}}$ mol/L = 0.01 mol/L;(5) 过程 II 的目的是得到 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 粗品, 粗品再重结晶可制得纯净的 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, 根据物质的溶解度与温度的关系可知过程 II 得到 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 粗品的操作是: 向滤液③中加入浓硫酸和 KCl 固体后, 蒸发浓缩、降温结晶。2、(1) $\text{Cu}_2\text{S} + 2\text{MnO}_2 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{CuSO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + \text{S} \downarrow + 4\text{H}_2\text{O}$ (2) $3 < \text{pH} < 4$ (3) NH_3 温度过低, $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ 分解不完全, 温度过高, 会导致 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 分解, 这两种情况均会使碱式碳酸铜产量减少(4) ② 蒸发结晶, 趁热过滤 ③ 用酒精洗涤产品 2-3 次 ④ 96.57% 可能有混有硫酸盐(相对分子质量小于 MnSO_4) 杂质或部分晶体失去结晶水。【解析】(1) 根据题给信息: MnO_2 能将金属硫化物中的硫氧化为单质硫; Cu_2S 和 MnO_2 与硫酸混合后生成硫酸铜、硫酸锰、单质硫和水, 反应的化学方程式 $\text{Cu}_2\text{S} + 2\text{MnO}_2 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{CuSO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + \text{S} \downarrow + 4\text{H}_2\text{O}$;(2) 调节 pH 的作用是使 Fe^{3+} 转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀而除去; $K_{\text{sp}}[\text{Fe}(\text{OH})_3] = 1.0 \times 10^{-38}$, 当 $c(\text{Fe}^{3+}) = 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{OH}^-) = 10^{-11} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{H}^+) = 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $\text{pH} = 3$; 考虑到碱式碳酸铜产量, 应该避免铜的损失, $K_{\text{sp}}[\text{Cu}(\text{OH})_2] = 1.0 \times 10^{-20}$, 当 $c(\text{Cu}^{2+}) = 1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{OH}^-) = 10^{-10}$, $c(\text{H}^+) = 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $\text{pH} = 4$; 所以调pH 的范围为 $3 < \text{pH} < 4$;

(3)

分析工艺流程投入反应物和产物, 产物氨气可以溶入水中形成氨水再投入循环使用, 故可循环使用的物质为氨气; “加热驱氨”环节, 温度不能过低也不能过高的原因: 温度过低, $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ 分解不完全, 温度过高, 会导致 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 分解, 这两种情况均会使碱式碳酸铜产量减少;(4) ② 由曲线图知当温度低于 40°C 时析出 $\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 晶体, 高于 40°C 时析出 $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 晶体, 因此硫酸锰溶液制备 $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的实验必须保证溶液温度高于 40°C ; 然后通过蒸发结晶, 趁热过滤, 得到粗产品;

③ 为减少产品的损失, 用酒精洗涤产品 2-3 次, 低温干燥, 可得到较纯晶体;

④ 硫酸钡的量为 $4.66/233 = 0.02 \text{ mol}$, 硫酸根离子的总量为 0.02 mol, 原晶体中含有的硫酸根离子的总量为 $0.02 \times 100/25 = 0.08 \text{ mol}$, 硫酸锰晶体的质量为 $0.08 \times 169 \text{ g}$, 则此样品的纯度为 $0.08 \times 169/14 \times 100\% = 96.57\%$; 用标准氯化钡溶液测定样品中 $\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 质量分数时, 发现样品纯度大于 100%, 说明样品中硫酸根离子质量分数大于 $\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 中硫酸根离子质量分数, 故只要能增大样品中硫酸根离子质量分数的原因均合理, 则可能原因是样品中混有硫酸盐杂质或部分晶体失去结晶水。3、(1) $\text{KClO}_3 + 3\text{MnO}_2 + 6\text{KOH} \xrightarrow{\text{焙烧}} 3\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{KCl} + 3\text{H}_2\text{O}$ 酒精灯、坩埚钳 瓷坩埚中的 SiO_2 会与 KOH 发生反应或 $\text{SiO}_2 + 2\text{KOH} = \text{K}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ (2) 2:1 KOH、 MnO_2 (3) 蒸发浓缩、降温结晶、过滤 KHCO_3 的溶解度较小, 滤液蒸发浓缩、降温结晶时 KHCO_3 会随 KMnO_4 一同结晶析出(4) $2\text{K}_2\text{MnO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{KOH} + 2\text{KMnO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$

【解析】

(1) 根据流程, 反应①为软锰矿中的 MnO_2 与 KClO_3 、KOH 在熔融条件下反应生成 K_2MnO_4 和 KCl, 反应可写成 $\text{MnO}_2 + \text{KClO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{KCl}$, Mn 元素的化合价由 +4 价升至 +6 价, Cl 元素的化合价由 +5 价降至 -1 价, 根据得失电子守恒、原子守恒, 反应①的化学方程式为 $3\text{MnO}_2 + \text{KClO}_3 + 6\text{KOH} \xrightarrow{\text{焙烧}} 3\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{KCl} + 3\text{H}_2\text{O}$ 。加热软锰矿、 KClO_3 和 KOH 固体时除三脚架、玻璃棒、泥三角和铁坩埚外, 加热需要酒精灯, 取用铁坩埚需要坩埚钳, 还用到的仪器是酒精灯、坩埚钳。不采用瓷坩埚而选用铁

坍塌的理由是：瓷坩埚中的 SiO_2 会与 KOH 发生反应，反应的方程式为 $\text{SiO}_2 + 2\text{KOH} = \text{K}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 。

(2) 根据流程，反应②为向 K_2MnO_4 溶液中通入 CO_2 生成 MnO_2 、 KMnO_4 和 K_2CO_3 ，反应的化学方程式为 $3\text{K}_2\text{MnO}_4 + 2\text{CO}_2 = 2\text{KMnO}_4 + \text{MnO}_2\downarrow + 2\text{K}_2\text{CO}_3$ ， K_2MnO_4 中 Mn 元素的化合价部分由 +6 价升至 KMnO_4 中的 +7 价， KMnO_4 为氧化产物，部分由 +6 价降至 MnO_2 中的 +4 价， MnO_2 为还原产物，根据得失电子守恒，反应②中氧化产物与还原产物物质的量之比为 2:1。根据流程反应②生成的 MnO_2 ，反应③得到的 KOH 都可以循环利用，可循环利用的物质是 KOH 、 MnO_2 。

(3) 反应②结束冷却至室温滤去 MnO_2 后得到的溶液中含 KMnO_4 和 K_2CO_3 ，根据表中的溶解度，20℃时 K_2CO_3 的溶解度很大， KMnO_4 的溶解度较小，从滤液中得到 KMnO_4 晶体的实验操作 a 是：蒸发浓缩、降温结晶、过滤。反应②中若 CO_2 过量，反应后滤去 MnO_2 得到含 KMnO_4 和 KHCO_3 的混合溶液，根据表中溶解度数值可知， KHCO_3 的溶解度较小，滤液蒸发浓缩、降温结晶时 KHCO_3 会随 KMnO_4 一同结晶析出，导致得到的 KMnO_4 产品纯度降低。

(4) 根据流程，用惰性电极电解 K_2MnO_4 溶液得到 KMnO_4 ，阳极电极反应式为 $\text{MnO}_4^{2-} - e^- = \text{MnO}_4^-$ ；根据放电顺序，阴极电极反应式为 $2\text{H}_2\text{O} + 2e^- = \text{H}_2\uparrow + 2\text{OH}^-$ ；电解反应的化学方程式为 $2\text{K}_2\text{MnO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{KMnO}_4 + 2\text{KOH} + \text{H}_2\uparrow$ 。

4、(1) $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

(2) 做石膏模型；加入水泥中调节水泥的硬化速率；做建筑材料(答出一点即可)

(3) D K_2SO_4 (或 K_2SO_4 和 KCl)

(4) $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl} + \text{CO}_2 = \text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaHCO}_3\downarrow$

(5) C (6) NH_3 CaCO_3

【解析】(1) 根据流程图可知，本工业生产过程的最终产品是 $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 。

(2) CaSO_4 是一种微溶于水的物质，故另一种固体物质应为 CaSO_4 ，其用途有做石膏模型、加入到水泥中调节水泥的硬化速率、做建筑材料等。

(3) 根据表中数据可知，90~100℃时，硫酸铵、氯化钾、氯化铵的溶解度相对而言比硫酸钾大得多，溶液中容易析出硫酸钾晶体，故 D 正确；过滤 II 操作所得滤渣是 K_2SO_4 (或 K_2SO_4 和 KCl)。

(4) 我国著名化学家侯德榜也利用了转化 II 的反应原理制备了一种重要的碱，该制备过程是在饱和食盐水中先通入足量的氨气，再通入足量的二氧化碳产生碳酸氢钠沉淀，化学方程式为 $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl} + \text{CO}_2 = \text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaHCO}_3\downarrow$ 。

(5) 由题图可知，温度为 260℃时， $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 分解为 CaCl_2 ，且 Ca^{2+} 不水解，故直接加热到 260℃即可。

(6) 蒸氨过程中 NH_3 可循环利用，副产品 CaCO_3 可转化为原料氧化钙和二氧化碳。

5、(1) $\text{H}_2\text{SiF}_6 + \text{K}_2\text{SO}_4 = \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{SiF}_6\downarrow$ ；(2 分)

(2) 烧杯、漏斗、玻璃棒(3 分)氟硅酸钾不溶于酒精，减少用水洗涤溶解氟硅酸钾损失(1 分)

(3) H_2SO_4 、 K_2SO_4 (2 分)

(4) $6\text{HF} + \text{SiO}_2 = \text{H}_2\text{SiF}_6 + 2\text{H}_2\text{O}$ (2 分)

(5) 97% (3 分) HF 分子间形成氢键，部分缔合成双聚体 (1 分)

【解析】(1) 根据题意知，氟硅酸与硫酸钾反应后得到硫酸和氟硅酸钾，所以方程式为： $\text{H}_2\text{SiF}_6 + \text{K}_2\text{SO}_4 = \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{SiF}_6\downarrow$ ；(2) 过滤实验用的玻璃仪器有烧杯、漏斗、玻璃棒。因为氟硅酸钾微溶于水，不溶于醇，减少用水洗涤溶解氟硅酸钾损失。(3) 通过流程可看出硫酸有进有出，可以循环使用，硫酸钾也可以循环使用。(4) 氟化氢和二氧化硅反应生成了氟硅酸和水，方程式为： $6\text{HF} + \text{SiO}_2 = \text{H}_2\text{SiF}_6 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。(5) 氟化钙的物质的量为 $5.8578 = 0.075$ 摩尔，所以吸收的氟化氢的物质的量为 0.15 摩尔，氟化氢的质量为 3 克，质量分数 = $3/3.1 = 97\%$ ；因为 HF 分子间形成氢键，部分缔合成双聚体，所以 0.1 摩尔物质的质量会远远大于 2.0 克。

6、(1) $\text{MnCO}_3 + 2\text{NH}_4\text{Cl} \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + 2\text{NH}_3\uparrow + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$

(2) 500℃ 1.10 60min

(3) $\text{MnO}_2 + 2\text{Fe}^{2+} + 4\text{H}^+ = \text{Mn}^{2+} + 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ 5.2 ≤ pH < 8.8 5×10^{-6}

(4) $\text{Mn}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- \xrightarrow{\Delta} \text{MnCO}_3\downarrow + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$

(5) NH_4Cl

【解析】

【详解】

(1) 根据工艺流程图知“焙烧”时发生的主要化学反应方程式为： $\text{MnCO}_3 + 2\text{NH}_4\text{Cl} \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + 2\text{NH}_3\uparrow + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ；

(2) 根据图示锰浸出率比较高，焙烧菱镁矿的最佳条件是：焙烧温度 500℃；氯化铵与菱镁矿粉的质量比为 1.10；焙烧时间为 60min；

(3) 二氧化锰具有氧化性，可以氧化亚铁离子，而二氧化锰被还原为锰离子，反应的离子方程式为：

$\text{MnO}_2 + 2\text{Fe}^{2+} + 4\text{H}^+ = \text{Mn}^{2+} + 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ ；根据题干信息知 pH 在 5.2 时 Al^{3+} 沉淀完全，pH 在 8.8 时， Mn^{2+} 开始沉淀，所以将 Fe^{3+} 、 Al^{3+}

沉淀完全，可以调整 pH 范围在 5.2 ≤ pH < 8.8；根据 CaF_2 、 MgF_2 的溶度积计算得： $c^2(\text{F}^-) = \frac{1.46 \times 10^{-10}}{1.0 \times 10^{-5}} = 1.46 \times 10^{-5}$ ，
 $c(\text{Mg}^{2+}) = \frac{7.42 \times 10^{-11}}{1.46 \times 10^{-5}} = 5 \times 10^{-6}$ mol/L；

(4) 根据流程图知碳化结晶时, 发生反应的离子方程式为: $\text{Mn}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- \xrightarrow{\Delta} \text{MnCO}_3\downarrow + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$;

(5) 流程图可以看出能循环利用的固态物质是 NH_4Cl 。

【点睛】

分析流程题需要掌握的技巧是: 浏览全题, 确定该流程的目的, 看懂生产流程图, 了解流程图以外的文字描述、表格信息, 后续设问中的提示性信息, 并在下一步分析和解题中随时进行联系和调用。

7、(1) $\text{Pb}_3\text{O}_4 + 4\text{HNO}_3 = 2\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

(2) 1

(3) 35% 趁热过滤

(4) ① $\text{PbCl}_4^{2-} + 2\text{e}^- = \text{Pb} + 4\text{Cl}^-$ ② 继续向阴极区加 PbO 粗品

【解析】(1) 由题目信息知 Pb_3O_4 中铅的化合价为 +2、+4 两种价态, 相当于 $2\text{PbO} \cdot \text{PbO}_2$, 由于 PbO_2 是酸性氧化物, 故它不能与硝酸反应, PbO 是碱性氧化物, 它与硝酸发生非氧化还原反应, 生成 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, 由此可写出对应的化学方程式: $\text{Pb}_3\text{O}_4 + 4\text{HNO}_3 = \text{PbO}_2 + 2\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$;

(2) 在 Fe^{2+} 催化下, Pb 和 PbO_2 反应生成 PbSO_4 , 反应为: $\text{Pb} + \text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\text{Fe}^{2+}} 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$, 生成 2mol PbSO_4 转移电子 2mol , 故生成 1mol PbSO_4 , 转移电子的物质的量是 1mol ;

(3) 根据 PbO 的溶解度曲线, 提纯粗 Pb 的方法为将粗 PbO 溶解在 NaOH 溶液中, 结合溶解度曲线特点可知浓度高的 NaOH 溶液和较高的温度, PbO 的溶解度高, 因此加热至较高温度, 充分溶解, 然后再高温下趁热过滤除去杂质, 将滤液冷却结晶, 过滤、洗涤并干燥得到高纯 PbO 固体; 故答案为: 35%; 趁热过滤;

(4) ① 阴极发生还原反应, 根据题意电解 Na_2PbCl_4 溶液, 生成 Pb , Pb 发生还原反应, 故阴极反应为: $\text{PbCl}_4^{2-} + 2\text{e}^- = \text{Pb} + 4\text{Cl}^-$;

② 阴极电解一段时间后溶液为 HCl 和 NaCl 的混合溶液, 根据题意“将 PbO 粗品溶解在 HCl 和 NaCl 的混合溶液中, 得到含 Na_2PbCl_4 的电解液”继续向阴极区加 PbO 粗品可恢复其浓度且实现物质的循环利用。

8、(1) $\text{Cu}_2\text{S} + 2\text{MnO}_2 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{CuSO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + \text{S}\downarrow + 4\text{H}_2\text{O}$

(2) $3 < \text{pH} < 4$ NH_3

(3) 温度过低, $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ 分解不完全, 温度过高, 会导致 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 分解, 这两种情况均会使碱式碳酸铜产量减少

(4) 蒸发结晶, 趁热过滤 用酒精洗涤产品 2-3 次 96.57% 可能有混有硫酸盐(相对分子质量小于 MnSO_4) 杂质或部分晶体失去结晶水。

【解析】(1) 根据题给信息: MnO_2 能将金属硫化物中的硫氧化为单质硫; Cu_2S 和 MnO_2 与硫酸混合后生成硫酸铜、硫酸锰、单质硫和水, 反应的化学方程式 $\text{Cu}_2\text{S} + 2\text{MnO}_2 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{CuSO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + \text{S}\downarrow + 4\text{H}_2\text{O}$;

(2) 调节 pH 的作用是使 Fe^{3+} 转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀而除去; $K_{\text{sp}}[\text{Fe}(\text{OH})_3] = 1.0 \times 10^{-38}$, 当 $c(\text{Fe}^{3+}) = 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{OH}^-) = 10^{-11} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{H}^+) = 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $\text{pH} = 3$; 考虑到碱式碳酸铜产量, 应该避免铜的损失,

$K_{\text{sp}}[\text{Cu}(\text{OH})_2] = 1.0 \times 10^{-20}$, 当 $c(\text{Cu}^{2+}) = 1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{OH}^-) = 10^{-10}$, $c(\text{H}^+) = 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $\text{pH} = 4$; 所以调 pH 的范围为 $3 < \text{pH} < 4$;

(3)

分析工艺流程投入反应物和产物, 产物氨气可以溶入水中形成氨水再投入循环使用, 故可循环使用的物质为氨气; “加热驱氨”环节, 温度不能过低也不能过高的原因: 温度过低, $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ 分解不完全, 温度过高, 会导致 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 分解, 这两种情况均会使碱式碳酸铜产量减少;

(4) ② 由曲线图知当温度低于 40°C 时析出 $\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 晶体, 高于 40°C 时析出 $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 晶体, 因此硫酸锰溶液制备 $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的实验必须保证溶液温度高于 40°C ; 然后通过蒸发结晶, 趁热过滤, 得到粗产品;

③ 为减少产品的损失, 用酒精洗涤产品 2-3 次, 低温干燥, 可得到较纯晶体;

④ 硫酸钡的量为 $4.66/233 = 0.02\text{mol}$, 硫酸根离子的总量为 0.02mol , 原晶体中含有的硫酸根离子的总量为 $0.02 \times 100/25 = 0.08\text{mol}$, 硫酸锰晶体的质量为 $0.08 \times 169\text{g}$, 则此样品的纯度为 $0.08 \times 169/14 \times 100\% = 96.57\%$; 用标准氯化钡溶液测定样品中 $\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 质量分数时, 发现样品纯度大于 100% , 说明样品中硫酸根离子质量分数大于 $\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 中硫酸根离子质量分数, 故只要能增大样品中硫酸根离子质量分数的原因均合理, 则可能原因是样品中混有硫酸盐杂质或部分晶体失去结晶水。

9、(1)-1 Fe 或铁

(2) $5:1$ $2\text{MnO}_4^- + 2\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 10\text{Mn}^{2+} + 11\text{H}_2\text{O} = \text{Mn}_{12}\text{O}_{19}\downarrow + 4\text{SO}_4^{2-} + 22\text{H}^+$

(3) H_2SO_4 化肥

(4) OMS-2 OMS-2 比 MnO_x 表面积大, 吸附的反应物浓度更高, 反应速率更快

(5) 36.9%

【解析】本题以氧锰八面体纳米棒(OMS-2)的合成载体考查工艺流程图, 意在考查学生的综合分析能力。

(1) FeS_2 中铁元素的化合价为 +2 价, 硫元素的化合价是 -1; 软锰矿和黄铁矿加硫酸浸出, 滤液 A 中含有 Fe^{2+} , 加入 H_2O_2 将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} , 调节 pH 将铁元素除去得到 $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$; (2) $\text{Mn}_{12}\text{O}_{19}$ 中氧元素化合价均为 -2

价, 设 Mn(III) 为 x 个, 则 Mn(IV) 为 $12-x$, 根据化合物中元素化合价代数和为 0, 即得 $3x + 4(12-x) = 2 \times 19$, x 为 10, Mn(IV) 为 2, Mn(III)、Mn(IV) 物质的量之比为 5:1; 根据题意生产过程中的原料 KMnO_4 、 $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 、

Mn

SO₄·H₂O 按物质的量比 1:1:5 反应, 产物中硫元素全部以 SO₄²⁻ 的形式存在, 该反应的离子方程式为 2MnO₄⁻ + 2S₂O₈²⁻ + 10Mn²⁺ + 11H₂O = Mn₁₂O₁₉↓ + 4SO₄²⁻ + 22H⁺; (3) 根据反应方程式可知, 溶液 B 中含有的 K₂SO₄、H₂SO₄, 该工艺中循环使用的物质化学式是 H₂SO₄, K₂SO₄ 在农业生产中可用作钾肥; (4) 由图像可以看出, 相同温度下, OMS-2 作催化剂时, 因纳米级 OMS-2 比 MnO_x 表面积大, 吸附的反应物浓度更高, 反应速率更快, 故 OMS-2 与 MnO_x 相比, 催化效率较高是 OMS-2; (5) 设体积为 VL, CO₂ 含量由 0.590mg/L 升高至 1.25mg/L, CO₂ 含量增多 0.66mg/L, 反应生成的 CO₂ 的物质的量为 $\frac{0.66\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}}{44\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}} \times VL \times 10^{-3}\text{g}\cdot\text{mg}^{-1}$, 根据原子个数守恒, 参与反应的甲醛的物质的量为 $\frac{0.66\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}}{44\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}} \times VL \times 10^{-3}\text{g}\cdot\text{mg}^{-1}$, $\frac{0.66\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}}{44\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}} \times VL \times 10^{-3}\text{g}\cdot\text{mg}^{-1} \times 30\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$

故该实验中甲醛的转化率为 $\frac{1.22\text{mg}\cdot\text{L}^{-1} \times VL \times 10^{-3}\text{g}\cdot\text{mg}^{-1}}{36.9\%}$ = 36.9%。

10、(1)粉碎矿石或搅拌或适当增加盐酸浓度

(2)增大 PbCl₂ 的溶解度 AD



(3)Al(OH)₃、Fe(OH)₃

(4)6Mn²⁺+12NH₃+6H₂O+O₂=2Mn₃O₄+12NH₄⁺

(5)A

(6)889

【解析】(1) 80℃用盐酸处理两种矿石, 为加快酸浸速率, 还可采用的方法是粉碎矿石或搅拌或适当增加盐酸浓度; (2) 由于 PbCl₂(s) + 2Cl⁻(aq) ⇌ PbCl₄²⁻(aq), 向酸浸液中加入饱和食盐水, 溶液中氯离子浓度较大, 可使平衡正向移动, 增大 PbCl₂ 的溶解度; 加入物质 X 可用于调节酸浸液的 pH 值, 选项中各物质均能消耗氢离子起调节 pH, 但选用氢氧化钠溶液会溶解氢氧化铝, 产生干扰离子偏铝酸根离子, 选用氧化锌会引入新杂质, 故物质 X 可以是 AD; (3) 根据软锰矿中还有少量 Fe₂O₃, Al₂O₃ 等杂质, 制备过程中必须除杂, 故滤渣中含有两种金属杂质形成的化合物的成分为 Al(OH)₃、Fe(OH)₃; 分离两种金属化合物可利用氢氧化铝为两性氢氧化物利用强碱溶解后过滤, 再利用二氧化碳将偏铝酸盐处理得到氢氧化铝, 流程如下:



; (4) 向滤液 2 中通入 NH₃ 和 O₂ 发生反应生成 Mn₃O₄, 总反应的离子方程式为 6Mn²⁺ + 12NH₃ + 6H₂O + O₂ = 2Mn₃O₄ + 12NH₄⁺; (5) 根据金属活动顺序, 用 Mn₃O₄ 为原料可以获得金属锰, 选择合适的冶炼方法为热还原法, 答案选 A; (6) 求 25℃氯化铅沉淀转化为硫酸铅沉淀反应 PbCl₂(s) + SO₄²⁻(aq) ⇌ 2Cl⁻(aq) + PbSO₄(s) 的平衡常数 K = $\frac{c^2(\text{Cl}^-)}{c(\text{SO}_4^{2-})} = \frac{K_{sp}(\text{PbCl}_2)}{K_{sp}(\text{PbSO}_4)} = \frac{1.6 \times 10^{-6}}{1.8 \times 10^{-8}} = 889$ 。

数 K = $\frac{c^2(\text{Cl}^-)}{c(\text{SO}_4^{2-})} = \frac{K_{sp}(\text{PbCl}_2)}{K_{sp}(\text{PbSO}_4)} = \frac{1.6 \times 10^{-6}}{1.8 \times 10^{-8}} = 889$ 。

11、(1)MnCO₃ + H₂SO₄ = MnSO₄ + CO₂↑ + H₂O

(2)MnO₂ + 2Fe²⁺ + 4H⁺ = Mn²⁺ + 2Fe³⁺ + 2H₂O

(3)CoS 和 NiS

(4)阴 Mn²⁺ + 2e⁻ = Mn

【解析】(1)碳酸锰与硫酸反应生成硫酸锰, 二氧化碳和水, 化学方程式为 MnCO₃ + H₂SO₄ = MnSO₄ + CO₂↑ + H₂O。

(2)MnO₂ 在酸性条件下可将 Fe²⁺ 氧化为 Fe³⁺, MnO₂ 被还原成 Mn²⁺, 发生反应的离子方程式为 MnO₂ + 2Fe²⁺ + 4H⁺ = Mn²⁺ + 2Fe³⁺ + 2H₂O。

(3)步骤 III 中加入 (NH₄)₂S, 除掉的是 Co²⁺ 和 Ni²⁺, 所以滤渣 2 的主要成分是 CoS 和 NiS。

(4)Mn²⁺ 在阴极发生还原反应生成 Mn, 电极反应为 Mn²⁺ + 2e⁻ = Mn。