

化工生产流程试题中必考知识点导析与训练

安徽宿州二中 (234000) 汤伟 郑光满
安徽灵璧中学 (234000) 杨宁 张茹英

近年来各地高考都特别青睐于化工生产流程试题,该类试题现在已经成为新课改后高考的热点题型,该类试题创设问题情境真实,密切联系实际,试题不仅侧重考查化学知识在实际中的应用,而且还特别注重绿色化学理念,试题更加具有化学味,体现新课程理念.下面我们针对该类试题中必考知识

点作一分析探究.

一、化工生产流程中的分离、提纯、检验操作
化工生产流程中其目的是制备相关的化工产品,在生成过程中必然会涉及物质的分离、提纯、产品的检测等,该类知识点我们重点抓住如下问题:

1. 常用的分离、提纯化学方法

方法	原理	杂质成分
沉淀法	将杂质离子转化为沉淀	Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} 及能形成弱碱的阳离子
气化法	将杂质离子转化为气体	CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 SO_3^{2-} 、 HSO_3^- 、 S^{2-} 、 NH_4^+
杂转纯法	将杂质转化为需要提纯的物质	杂质中含不同价态的相同元素(用氧化剂或还原剂)、同一种酸的正盐与酸式盐(用酸、酸酐或碱)
氧化还原法	用氧化剂(还原剂)除去具有还原性(氧化性)的杂质	如用酸性 KMnO_4 除去 CO_2 中的 SO_2 , 用热的铜粉除去 N_2 中的 O_2
热分解法	加热使不稳定的物质分解除去	如除去 NaCl 中的 NH_4Cl 等
酸碱溶解法	利用物质与酸或碱溶液混合后的差异进行分离	如用过量的 NaOH 溶液可除去 Fe_2O_3 中的 Al_2O_3
电解法	利用电解原理除去杂质	含杂质的金属作阳极、纯金属(M)作阴极,含 M 的盐溶液作电解质溶液

2. 常用的分离、提纯物理方法

蒸发,又称蒸发结晶,多用于含单一溶质的溶液中提取溶质.结晶(也称降温结晶)是将溶液加热浓缩或蒸发至接近饱和(在液面中有一薄层晶体膜析出),然后冷却浓缩液,使溶液中含量最多、其溶解度随温度降低而减少较显著的溶质从溶液中析出.由于杂质更多地溶在母液中,因而可以用此方法获得较纯的物质.若需要更纯的物质,可以采用重结晶的方法.

重结晶是将结晶出来的晶体溶在适当的溶剂里,再经过加热浓缩、冷却等步骤重新得到晶体的过程.重结晶常用于精制晶体.

采用结晶法从溶液中获得固体溶质的操作过程常描述为:蒸发浓缩、冷却结晶、过滤.

结晶法一般用于结晶水合物(如 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 等)、对应易挥发性酸的可水解盐(如 FeCl_3 溶液)、受热易分解的物质(如 NaHCO_3 等)从溶液中析出.

3. 过滤注意事项

过滤是将不溶性固体和液体分离的方法.

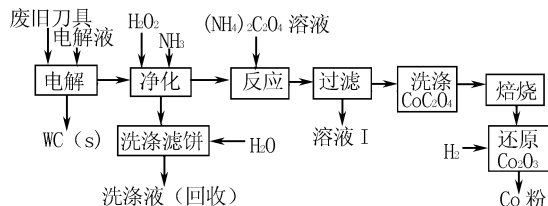
沉淀洗涤:向过滤器中加入洗涤剂(蒸馏水或其他适当的溶剂)至没过沉淀,待洗涤剂流尽后,再

加入,反复 2 次~3 次.

检验沉淀是否洗涤干净:取最后一次洗涤液,加入适当的试剂检验洗涤液中是否含有母液的离子,如未检出,则说明已洗涤干净.

减压过滤:也称吸滤或抽滤,是实验室常用的加快过滤速率的一种过滤方法,主要仪器有布氏漏斗、吸滤瓶和气泵.如趁热过滤需快速过滤,可避免过滤过程中杂质从溶液中析出;或避免制备物质从溶液中析出造成损失.

例 1 (2013·山东理综)废旧硬质金属刀具中含碳化钨(WC)、金属钴(Co)及少量杂质铁,利用电解法可回收 WC 和 Co.工艺流程简图如下:



(1) 电解时废旧刀具做阳极,不锈钢做阴极, HCl 溶液为电解液. 阴极主要的电极反应式为 _____. (2) 净化步骤所得滤饼的主要成分是 _____. 回收的洗涤

液代替水配制电解液,目的是回收利用其中的_____.

(3) 溶液 I 的主要成分是_____. 洗涤 CoC_2O_4 不充分对最终产品纯度并无明显影响,但焙烧时会造成环境污染,原因是_____. (4) 将 Co_2O_3 还原成 Co 粉的化学反应方程式为_____.

解析 (1) 电解时 Fe、Co 在阳极被氧化为氯化亚铁和氯化钴,阴极氢离子被还原. (2) 加入双氧水可以把亚铁离子氧化为三价铁离子,再通入氨气反应生成氢氧化铁沉淀和氯化铵;而氯化钴留在洗涤液中,回收洗涤液目的是回收钴. (3) 加入草酸铵后氯化钴转化为 CoC_2O_4 沉淀,所以溶液 I 中主要剩余氯化铵, CoC_2O_4 沉淀表面的氯化铵溶液焙烧时会分解产生 NH_3 和 HCl 污染大气.

答案: (1) $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2$ (2) $\text{Fe}(\text{OH})_3$; Co^{2+} (或 Co) (3) NH_4Cl ; 焙烧时 NH_4Cl 分解产生 NH_3 和 HCl (4) $\text{Co}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2 \xrightarrow{\quad} 2\text{Co} + 3\text{H}_2\text{O}$

二、化工生产流程中常见的化学反应

化工生产中常常会涉及到一些化学反应方程式的书写问题,特别是一些复杂的氧化还原反应的方程式,下面针对该问题作一强调.

1. 陌生氧化还原反应方程式的书写方法

一般步骤为:首先根据反应物元素价态及性质

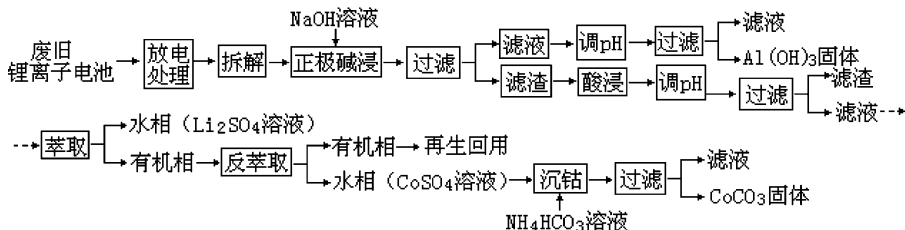
确定反应产物(氧化产物和还原产物);列出方程式并配平,配平时往往需要在反应物或生成物中加上“水、酸、碱”等来实现原子守恒,此时须特别注意溶液酸碱性对产物的影响.

如:在碘和淀粉形成的蓝色溶液中滴加亚硫酸钠溶液,发现蓝色逐渐消失,写出该反应的化学方程式.先分析各反应物的性质并确定生成物: I_2 表现氧化性,在反应中应被还原为 I^- ;亚硫酸钠表现还原性,在反应中应被氧化为 SO_4^{2-} .然后列出方程式并配平,由于含碘的溶液不可能为碱性溶液,故反应物中“加水” $\text{I}_2 + \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\quad} \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ + 2\text{I}^-$.

2. “元素守恒法”的运用思路

在化学反应前后元素的种类没有改变,各元素的原子总数也无增减.抓住反应前后某特征元素质量守恒去进行分析、求解,就是一种应用广泛且行之有效的解法.

例 2 (2013·高考新课标卷)锂离子电池的应用很广,其正极材料可再生利用.某锂离子电池正极材料有钴酸锂(LiCoO_2)、导电剂乙炔黑和铝箔等.充电时,该锂离子电池负极发生的反应为 $6\text{C} + x\text{Li}^+ + x\text{e}^- \xrightarrow{\quad} \text{Li}_x\text{C}_6$.现欲利用以下工艺流程回收正极材料中的某些金属资源(部分条件未给出).



回答下列问题:

(1) 写出“正极碱浸”中发生反应的离子方程式_____. (2) “酸浸”一般在 80°C 下进行,写出该步骤中发生的所有氧化还原反应的化学方程式_____,可用盐酸代替 H_2SO_4 和 H_2O_2 的混合液,但缺点是_____. (3) 写出“沉钴”过程中发生反应的化学方程式_____. (4) 充放电过程中,发生 LiCoO_2 和 $\text{Li}_{1-x}\text{CoO}_2$ 之间的转化,写出放电时电池反应方程式_____. (5) 上述工艺中,“放电处理”有利于锂在正极的回收,其原因是_____.在整个回收工艺中,可回收到的金属化合物有_____(填化学式).

精析 (1) 由碱浸后经一系列处理可得到 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 及正极材料中含有铝箔,碱浸时单质铝与 NaOH 溶液反应,由此可写出对应的离子方程式. (2) 由流程图可知,钴元素最后变成 +2 价,故酸浸时发生的是 LiCoO_2 氧化 H_2O_2 反应,即可写出反应

方程式.另外还存在 H_2O_2 受热分解生成水与 O_2 的反应.用盐酸代替硫酸与 H_2O_2 的混合液时,会得到有毒的氧化产物 Cl_2 ,造成环境污染. (3) 由流程图知,加入 NH_4HCO_3 后硫酸钴转化为碳酸钴, HCO_3^- 在转化为 CoCO_3 的过程中,电离出的 H^+ 会与另一部分 HCO_3^- 作用生成 CO_2 与水, NH_4^+ 、 SO_4^{2-} 结合为 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$,由此可写出对应的化学方程式. (4) 由充电时阴极(题目中锂离子电池的负极)的电极反应式知,放电时 Li_xC_6 是反应物, Li^+ 是生成物,锂的价态升高,故另一反应物中钴的价态降低,由此知反应物是 $\text{Li}_{1-x}\text{CoO}_2$,即可写出相应的反应方程式. (5) 放电时,负极上的锂失去电子变成 Li^+ ,进入溶液后再向正极移动并进入正极材料中,相当于在正极上富集了锂.由流程图知,能回收的金属化合物有三种.

答案: (1) $2\text{Al} + 2\text{OH}^- + 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\quad} 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2 \uparrow$ (2) $2\text{LiCoO}_2 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{Li}_2\text{SO}_4$

$+ 2\text{CoSO}_4 + \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$, $2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$
 有氯气生成, 污染较大 (3) $\text{CoSO}_4 + 2\text{NH}_4\text{HCO}_3 \rightleftharpoons \text{CoCO}_3 \downarrow + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$
 (4) $\text{Li}_{1-x}\text{CoO}_2 + \text{Li}_x\text{C}_6 \rightleftharpoons \text{LiCoO}_2 + 6\text{C}$ (5) Li^+ 从负极中脱出, 经由电解质向正极移动并进入正极材料中 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 CoCO_3 、 Li_2SO_4 .

三、化工生产中的基本原则及“绿色化学”理念

化工生产不同于纯粹的化学反应, 还要关注学以致用, 在分析化工生产流程问题时, 还要特别关注绿色化学理念, 具体如下:

1. 充分利用原料

化工生产中使原料尽量转化为产品是降低成本、提高产量、增加效益的关键, 为此在各种化工生产中通常采用了“原料循环利用工艺”、“利用廉价原料提高产率”等方法。

2. 充分利用能源

很多化工生产是需要加热条件下进行的, 而加热的操作会增加能耗而使生产成本提高, 此时, 如果生产过程中存在放热反应的步骤, 则可利用放出的热量对反应原料进行加工, 这样就可以提高能量的利用效率。

3. 节省资源, 提高原料转化率和利用率

主要方法有: 增大不同反应物的接触面积以及反应物与催化剂的接触面积, 使反应物能够充分反应。如在硫酸工业沸腾炉中将黄铁矿粉碎后与空气反应; 硝酸工业中氧化炉内将外催化剂铂铑合金制成薄丝网等。增大易得价廉的原料使成本较高的原料充分利用。如在硫酸工业的接触室的反应中和硝酸工业的氧化炉中, 增大空气的用量以提高 SO_2 或 NH_3 的转化率等。

原料的循环利用。如在合成氨工业, 硝酸工业, 接触法制硫酸等工艺流程中采用了循环操作, 体现了绿色化学中节省资源的基本原理。

4. 保护环境

“绿色化学”是指工业生产过程中没有有毒、有害的物质生成, 而且生产过程中的原子利用率尽可能达到 100%, 这样就从源头上减少了“三废”的产生。因此, 在设计生产原理和工艺时, 应按照这种先进的理念来进行。

5. 注重尾气回收方法和处理装置以防止或减少环境污染。

如氢氧化法制硝酸、接触法制硫酸等采用尾气处理或尾气吸收装置。

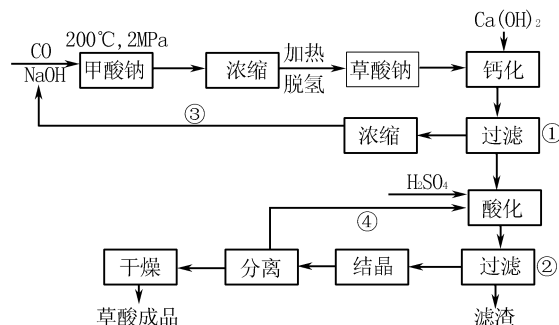
6. 设计新的化学反应条件, 降低对人类健康和

环境的危害, 减少废弃物的产生和排放。

如由乙炔制乙醛工业生产中使用的非汞催化剂。

例 3 (2013 年高考新课标卷) 草酸(乙二酸) 可作还原剂和沉淀剂, 用于金属除锈、织物漂白和稀土生产。

一种制备草酸(含 2 个结晶水)的工艺流程如下:



回答下列问题: (1) CO 和 NaOH 在一定条件下合成甲酸钠, 甲酸钠加热脱氢的化学反应方程式分别为 ____、____。(2) 该制备工艺中有两次过滤操作, 过滤操作①的滤液是____, 滤渣是____; 过滤操作②的滤液是____和____, 滤渣是____; (3) 工艺过程中③和④的目的是____。(4) 有人建议甲酸钠脱氢后直接用硫酸酸化制备草酸, 该方案的缺点是产品不纯, 其中含有的杂质主要是____。(5) 结晶水合草酸成品的纯度用高锰酸钾法测定。称量草酸成品 0.250 g 溶于水, 用 $0.0500 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的酸性 KMnO_4 溶液滴定, 至浅粉红色不消褪, 消耗 KMnO_4 溶液 15.00 mL, 反应的离子方程式为____; 列式计算该成品的纯度____。

精析 问题(1) 注重考查化学方程式的书写, 根据守恒思想, 可以得出答案; 问题(2) 注重考查物质的分离、提纯实验知识, 向草酸钠中加入氢氧化钙, 生成沉淀物草酸钙和氢氧化钠, 由此可以得出滤液和滤渣成分; 草酸钙利用硫酸酸化后, 生成硫酸钙和草酸, 由此进一步可以推理出滤液和滤渣成分; 问题(3) 注重考查绿色化学理念, 通过物质的循环利用, 可以充分利用原料, 降低生产成本。

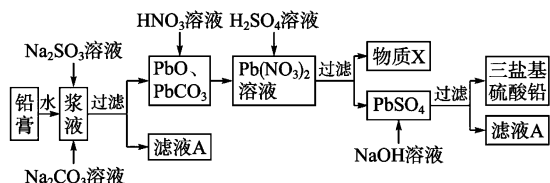
答案: (1) $\text{CO} + \text{NaOH} \xrightarrow{200^\circ\text{C}} \text{HCOONa}$ $2\text{HCOONa} \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{H}_2 \uparrow$ (2) NaOH 溶液 CaC_2O_4 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液 H_2SO_4 溶液 CaSO_4 (3) 分别循环利用氢氧化钠和硫酸(降低成本), 减少污染 (4) 硫酸钠 (5) $5\text{C}_2\text{O}_4^{2-} + 2\text{MnO}_4^- + 16\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Mn}^{2+} + 8\text{H}_2\text{O} + 10\text{CO}_2 \uparrow$

$$\frac{15.00 \text{ mL} \times 0.0500 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times \frac{5}{2} \times 126 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{1000 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.250 \text{ g}}$$

$\times 100\% = 94.5\%$

跟踪训练

1. 铅蓄电池是机动车、船舶等不可缺少的动力能源。回收利用废旧铅蓄电池不仅关系到重金属资源的保护,而且符合保护环境、发展循环经济的可持续发展战略。铅蓄电池的阴、阳极填充物(铅膏,主要含 PbO 、 PbO_2 、 PbSO_4)是废旧铅蓄电池的最主要部分,回收可制备塑料加工热稳定剂三盐基硫酸铅(组成可表示为 $3\text{PbO} \cdot \text{PbSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$)。其实验流程如下:



(1) 物质 X 是一种可以循环利用的物质,该物质是____。(2) 滤液 A 能用来提取一种含 10 个结晶水的钠盐副产品为(填化学式)____;其提取的主要步骤有____、____、过滤、洗涤、干燥;检验该晶体中阴离子的实验方法是____。(3) 生成三盐基硫酸铅的离子反应方程式为____。(4) 向铅膏浆液中加入 Na_2SO_3 溶液的目的是将其中的 PbO_2 还原为 PbO 。若实验中所取铅膏的质量为 47.8 g,其中 PbO_2 的质量分数为 15.0%,则要将 PbO_2 全部还原,至少需加入____ mL $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{SO}_3$ 溶液。

2. 绿矾($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)是治疗缺铁性贫血药品的重要成分。下面是以市售铁屑(含少量锡、氧化铁等杂质)为原料生产纯净绿矾的一种方法:



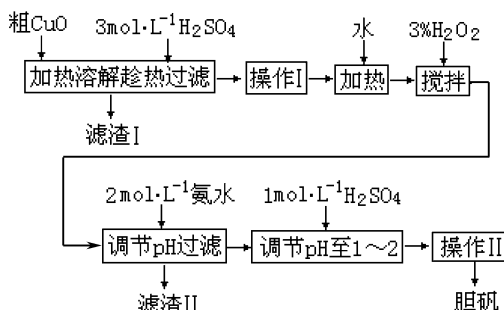
查询资料,得有关物质的相关数据如下表:

25 °C 时	
饱和 H_2S 溶液	pH 3.9
SnS 沉淀完全	1.6
FeS 开始沉淀	3.0
FeS 沉淀完全	5.5

(1) 操作 II 中,通入硫化氢至饱和的目的是____;在溶液中用硫酸酸化至 $\text{pH} = 2$ 的目的是____。(2) 滤渣 II 的主要成分是____。(3) 操作 IV 得到的绿矾晶体用少量冰水洗涤,其目的是:①除去晶体表面附着的硫酸等杂质;②____。(4) 测定绿矾产品中 Fe^{2+} 含量的方法是:a. 称取 2.850 g 绿矾产品,溶解在 250 mL 容量瓶中定容;b. 量取 25.00 mL 待测溶液于锥形瓶中;c. 用硫酸酸化的 $0.01000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

$\text{L}^{-1} \text{KMnO}_4$ 溶液滴定至终点,消耗 KMnO_4 溶液体积的平均值为 20.00 mL。①滴定时盛放 KMnO_4 溶液的仪器为____(填仪器名称)。②判断此滴定实验达到终点的方法是____。③计算上述样品中 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 的质量分数为____。

3. 粗 CuO 是将工业废铜、废电线及废铜合金高温焙烧而成的,杂质主要是铁的氧化物及泥沙。以粗 CuO 为原料制备 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 的主要步骤如下图所示:



Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 、 Cu^{2+} 转化为相应氢氧化物时,开始沉淀和沉淀完全时的 pH 如下表:

	Fe^{3+}	Fe^{2+}	Cu^{2+}
氢氧化物开始沉淀时的 pH	1.9	7.0	4.7
氢氧化物完全沉淀时的 pH	3.2	9.0	6.7

(1) 将粗 CuO 加入 $3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{H}_2\text{SO}_4$ 中,加热溶解后,需“趁热过滤”的目的是____。进行趁热过滤操作时可选用以下仪器____(填序号)。

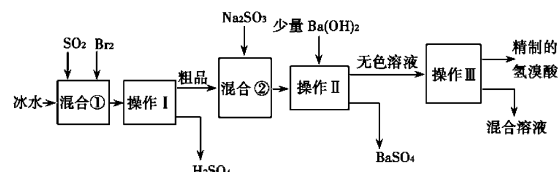
- a. 漏斗
- b. 分液漏斗
- c. 布氏漏斗
- d. 长颈漏斗

(2) 将滤液经过操作 I 得到粗胆矾,再进一步精制提纯。加入 3% H_2O_2 之前需将热溶液冷却,其目的是____。 H_2O_2 的作用是____。

(3) 加入 $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 氨水后,溶液的 pH 应在____范围内。调节溶液的 pH 常选用稀酸或稀碱,而不用浓酸、浓碱,理由是____。

(4) 经操作 II 得到精制胆矾,其过程包括____、____、过滤、洗涤、干燥等步骤。

4. 氢溴酸在医药和石化工业上有广泛用途。下图是模拟工业制备氢溴酸粗品并精制流程:



根据上述流程回答下列问题:

- (1) 混合①中发生反应的化学方程式为____。
- (2) 混合①中使用冰水的目的是____。

(3) 操作Ⅱ和操作Ⅲ的名称分别是____、____。
操作Ⅲ一般适用于分离____(选填编号)混合物。

- a. 固体和液体
- b. 固体和固体
- c. 互不相溶的液体
- d. 互溶的液体

(4) 混合②中加入 Na_2SO_3 的目的是_____。

(5) 纯净的氢溴酸应为无色液体,但实际工业生产中制得的氢溴酸(工业氢溴酸)带有淡淡的黄色,于是甲乙丙同学设计了简单实验加以探究:甲同学假设工业氢溴酸呈淡黄色是因为含 Fe^{3+} ,则用于证明该假设所用的试剂为____,若假设成立,可观察到的现象为____。乙同学假设工业氢溴酸呈淡黄色是因为____,其用于证明该假设所用的试剂为_____。

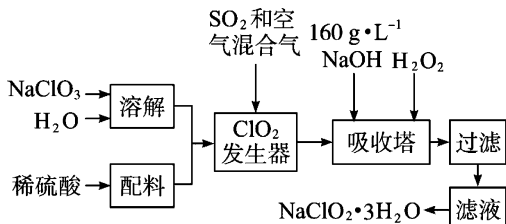
5. 某工业废水中含有 CN^- 和 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 等离子,需经污水处理达标后才能排放,污水处理厂拟用下列流程进行处理:



回答下列问题:

(1) 上述处理废水流程中主要采用的方法是____。(2) 流程②中,反应后无气体放出,该反应的离子方程式为____。(3) 含 Cr^{3+} 废水需进一步处理,请你设计一个处理方案:____。(4) 反应③的离子方程式为____。(5) 取少量待测水样于试管中,加入 NaOH 溶液观察到有蓝色沉淀生成,继续加至不再产生蓝色沉淀为止,再向溶液中加入足量 Na_2S 溶液,蓝色沉淀转化成黑色沉淀,解释产生该现象的原因:_____。

6. 亚氯酸钠(NaClO_2)是一种重要的含氯消毒剂,主要用于水的消毒以及砂糖、油脂的漂白与杀菌。下图是过氧化氢法生产亚氯酸钠的工艺流程图:



已知:① NaClO_2 的溶解度随温度升高而增大,适当条件下可结晶析出 $\text{NaClO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 。②纯 ClO_2 易分解爆炸,一般用稀有气体或空气稀释到 10% 以下安全。③ $160 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液是指 160 g NaOH 固体溶于水所得溶液的体积为 1 L 。

(1) 发生器中鼓入空气的作用可能是____(选填序号)。

- a. 将 SO_2 氧化成 SO_3 , 增强酸性

- b. 稀释 ClO_2 以防止爆炸

- c. 将 NaClO_3 氧化成 ClO_2

(2) 吸收塔内的反应的化学方程式为_____。

吸收塔的温度不能超过 20°C ,其目的是_____。

(3) 在碱性溶液中 NaClO_2 比较稳定,所以吸收塔中应维持 NaOH 稍过量,判断 NaOH 是否过量的简单实验方法是_____。

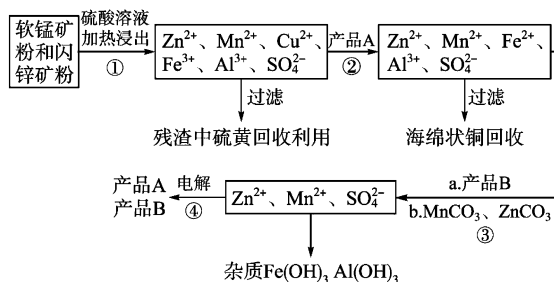
(4) 吸收塔中为防止 NaClO_2 被还原成 NaCl ,所用还原剂的还原性应适中。除 H_2O_2 外,还可以选择的还原剂是____(选填序号)。

- a. Na_2O_2
- b. Na_2S
- c. FeCl_2

(5) 从滤液中得到 $\text{NaClO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 粗晶体的实验操作依次是____(选填序号)。

- a. 蒸馏
- b. 蒸发
- c. 灼烧
- d. 过滤
- e. 冷却结晶

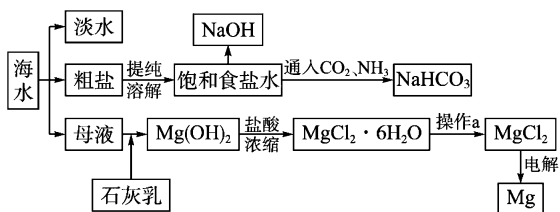
7. 某地区有软锰矿和闪锌矿两座矿山,它们的组成如下:软锰矿: MnO_2 含量 $\geq 65\%$, SiO_2 20%, Al_2O_3 4%,其余为水分;闪锌矿中: ZnS 含量 $\geq 80\%$, SiO_2 7%, FeS 、 CuS 各 2%,其余为水分。科研人员开发综合利用这两种资源工艺,主要产品为通过电解获得 Zn 和 MnO_2 ,副产品为硫黄、少量铜等。设计工艺流程如下图:



(1) 写出步骤①中 ZnS 、 MnO_2 和 H_2SO_4 反应的方程式____。步骤④电解过程中,阳极电极反应式为____。(2) 产品 A 为____,加入产品 B 的目的是____,加入 MnCO_3 、 ZnCO_3 的作用是____。(3) 在生产工艺中所需硫酸是否只能由副产品硫黄制得?(说明理由)____。(4) 在生产工艺中只需外购少量硫酸和____(填名称)就可以进行物质循环性操作。(5) 若需要用密度为 $1.84 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$,质量分数为 98% 的 H_2SO_4 配制 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ H_2SO_4 溶液 150 mL ,所需要的定量仪器是____(填具体规格仪器)。

8. 下图是某工厂对海水资源进行综合利用的示意图。

请回答下列问题:(1) 请列举一种海水淡化的方法____。(2) 工业上常用离子交换膜电解槽生产 NaOH ,电解过程中大量通过离子交换膜的离子是____, NaOH 在电解槽的____室生成,由饱和食盐水



制取 NaOH 的化学方程式为_____。

(3) 侯氏制碱法中向饱和食盐水中通入 CO₂ 和 NH₃ 制得 NaHCO₃, 先通入____(填化学式), 理由是____。再由 NaHCO₃ 制得纯碱, 化学方程式为_____。

(4) 镁是一种用途很广泛的金属材料, 目前世界上 60% 的镁从海水中提取。已知有关物质的熔沸点数据如下:

	MgO	MgCl ₂
熔点/℃	2852	714
沸点/℃	3600	1412

结合表中数据和实际生产情况说明, 工业上生产镁采用电解 MgCl₂ 而不是电解 MgO 的理由_____。

答案 1. (1) HNO₃ 溶液 (2) Na₂SO₄ · 10H₂O 蒸发浓缩 冷却结晶 取少量晶体溶于蒸馏水, 然后用盐酸酸化, 再滴加 BaCl₂ 溶液, 若有白色沉淀, 即证明该晶体中含有 SO₄²⁻ (3) 4PbSO₄ + 6OH⁻ = 3PbO · PbSO₄ · H₂O + 3SO₄²⁻ + 2H₂O (4) 30

2. (1) 除去溶液中的 Sn²⁺ 防止 Fe²⁺ 生成沉淀 并防止 Fe²⁺ 被氧化 (2) SnS (3) 降低洗涤过程中 FeSO₄ · 7H₂O 的损耗 (4) ①酸式滴定管②滴加最后一滴 KMnO₄ 溶液时, 溶液变成浅红色且半分钟内不褪色 ③0.975

3. (1) 防止胆矾结晶析出造成损失; c. (2) 防止 H₂O₂ 分解; 将 Fe²⁺ 氧化为 Fe³⁺ 使之在 Cu²⁺ 之前沉淀. (3) 3.2 ~ 4.7; 便于控制加入酸或碱量; (4) 蒸发浓缩; 冷却结晶。

4. (1) SO₂ 具有还原性, Br₂ 具有氧化性, 能发生反应 SO₂ + Br₂ + 2H₂O = 2HBr + H₂SO₄. (2) 降低体系温度, 可以增大 SO₂ 气体在水中的溶解性, 同时防止溴挥发. (3) 操作II是分离固体和溶液, 采用过滤; 操作III是分离相互溶解的液体, 采用蒸馏的方法. (4) Na₂SO₃ 具有还原性, 可以将溴单质还原为溴离子, 从而除去粗品中未反应完的溴. (5) Fe³⁺、Br₂ 的检验方法.

- (1) SO₂ + Br₂ + 2H₂O = 2HBr + H₂SO₄
 - (2) 降低体系温度, 防止溴挥发, 使反应完全
 - (3) 过滤、蒸馏、d
 - (4) 除去粗品中未反应完的溴
 - (5) KSCN 溶液 溶液变成红色 含有 Br₂ CCl₄
5. (1) 氧化还原法 (2) CN⁻ + ClO⁻ = CNO⁻

+ Cl⁻ (3) 调节废水 pH, 使其转化成 Cr(OH)₃ 沉淀除去 (其他合理答案也可) (4) 3S₂O₃²⁻ + 4Cr₂O₇²⁻ + 26H⁺ = 6SO₄²⁻ + 8Cr³⁺ + 13H₂O (5) Cu²⁺ + 2OH⁻ = Cu(OH)₂ ↓ Cu(OH)₂(s) + S²⁻(aq) = CuS(s) + 2OH⁻(aq) 或 K_{sp}(CuS) < K_{sp}[Cu(OH)₂], 使沉淀向更难溶方向转化

解析 (1) CN⁻ 和 Cr₂O₇²⁻ 的化合价均发生变化; (2) 反应物为 CN⁻ 和 ClO⁻, 生成物之一为 CNO⁻, 依据电荷守恒, 所以氯元素化合价降低生成 Cl⁻; (3) 除去 Cr³⁺ 应该用沉淀法.

6. (1) b; (2) 2NaOH + 2ClO₂ + H₂O₂ = 2NaClO₂ + 2H₂O + O₂ 防止 H₂O₂ 分解; (3) 连续测定吸收塔内溶液的 pH; (4) a(5) bed.

解析 (2) 由流程可知吸收塔内一定生成 NaClO₂, 由化合价 ClO₂ → NaClO₂ 化合价降低, 所以 H₂O₂ 中 O 的化合价升高, 产物为 O₂, 配平化学方程式即可; (4) 应选择还原性不强的还原剂, Na₂S、FeCl₂ 还原性太强, 可把 NaClO₂ 还原成 NaCl, 结合 H₂O₂ 可知 Na₂O₂ 符合.

7. (1) MnO₂ + ZnS + 2H₂SO₄ = MnSO₄ + ZnSO₄ + S ↓ + 2H₂O; (2) Zn 将 Fe²⁺ 氧化成 Fe³⁺ 促进铁盐和铝盐水解生成氢氧化物沉淀而被除去; (3) 否, 最后一步电解 MnSO₄、ZnSO₄ 溶液时在阳极附近有 H₂SO₄ 产生; (4) 纯碱; (5) 20 mL 量筒 250 mL 容量瓶.

8. (1) 蒸馏法(或电渗析法、冷冻法、离子交换法等); (2) Na⁺ 阴极 2NaCl + 2H₂O $\xrightarrow{\text{电解}}$ 2NaOH + Cl₂ ↑ + H₂ ↑; (3) NH₃ NH₃ 极易溶于水, 有利于充分吸收 CO₂, 增大溶液中碳酸氢根的浓度 2NaHCO₃ = Na₂CO₃ + CO₂ ↑ + H₂O; (4) MgO 比 MgCl₂ 熔点高, 电解 MgO 比电解 MgCl₂ 耗能多.

解析 (2) 离子交换膜电解饱和食盐水, 只有 Na⁺ 通过离子交换膜, 阴极 H⁺ 得电子生成氢气, 阴极区溶液中 OH⁻ 浓度增大.

总之, 涉及化工生产流程的试题其考查内容具有较大的综合性, 其考查知识点不仅涉及化学反应原理相关内容, 还常常与化学实验、化学计算等知识点相结合, 从情感态度与价值观角度看, 充分体现了高考大纲所要求的“了解化学与社会生活和科学技术的密切联系”、“关注与现代社会有关的化学问题, 增强对自然和社会的责任感”等相关要点, 这也充分体现了化学的实际应用价值. 立足实践, 注重学以致用是我们现在及近年来的高考试题鲜明的特点, 我们可以预计, 在以后的高考中, 该类题型仍会是高考的主打题型, 我们平时要注重强化训练.

(收稿日期: 2013 - 09 - 10)