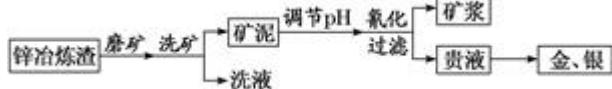


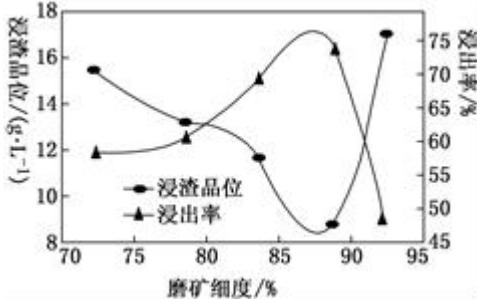
无机综合及工艺流程(四)

1、目前世界上新建的金矿中约有 80%都采用氰化法提金。某工厂利用锌冶炼渣回收金、银等贵金属的流程如图所示：



已知：HCN 有剧毒， $K_a(HCN)=5\times 10^{-10}$ ； $Au^++2CN^- \rightleftharpoons [Au(CN)_2]^-$ ，平衡常数 $K_\beta=1\times 10^{38}$ 。

(1) 磨矿细度对浸出率的影响如图所示，依据浸出率应选择磨矿细度_____为宜。



(2) 生产中用生石灰调节矿泥 pH>11.5, 其目的之一是阻止溶液中的氰化物转化为 HCN 而挥发, 其作用原理是_____ (用离子方程式表示)

(3) “氰化”环节, 是以 NaCN 溶液浸取调节 pH 的矿泥, 敞口放置, 将 Au 转化为 $Na[Au(CN)_2]$

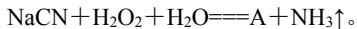
①其化学方程式为_____

②“氰化”环节中, 金的溶解速率在 80 ℃时达到最大值, 但生产中控制反应液的温度在 10~20 ℃, 原因是_____ (答一点即可)

③已知 $2H^++[Au(CN)_2]^-\rightleftharpoons Au^++2HCN$, 该反应的 $K=$ _____

(4) 用锌还原 $Na[Au(CN)_2]$ 生成金, 消耗的锌与生成的金的物质的量之比为_____

(5) 氰化物有剧毒, 经合理处理就可以基本消除对环境的负面影响。 H_2O_2 可消除水中的氰化物(如 NaCN), 经以下反应实现:



①生成物 A 的化学式为_____

②某废水用 H_2O_2 处理 40 min 后, 测得剩余总氰为 $0.16 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, 除氰率达 80%, 计算 $0\sim 40 \text{ min}$ 时间段反应速率 $v(CN^-)=$ _____ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ 。(结果保留两位有效数字)

2、铋(Bi)与氮同族, 氯氧化铋(BiOCl)广泛用于彩釉调料、塑料助剂、油漆调色、生产金属铋等。一种以用火法炼铜过程产生的铜转炉烟尘(除含铋的化合物之外, 还有 $CuSO_4$ 、 $ZnSO_4$ 、 CuS 、 Fe_2O_3 、 $PbSO_4$ 及 As_2O_3)制备高纯氯氧化铋的工艺流程如下：



请回答：

(1) $BiOCl$ 中 Bi 元素的化合价为_____

(2) 向“酸浸”所得“浸液 1”中加入 Zn 粉, 主要目的是_____

(3) “浸铜”时, 有单质硫生成, 其反应的离子方程式为_____

(4) “浸铋”时, 温度升高, 铋的浸出率降低, 其原因为_____

(5) “沉铋”时需控制溶液的 $pH=3.0$, 此时 $BiCl_3$ 发生反应的化学方程式为_____

(6) “除铅、砷”时, 可以采用以下两种方法:

①加入改性羟基磷灰石固体(HAP): 浸液 2 与 HAP 的液固比(L/S)与铅、砷去除率以及后续沉铋量的关系如下表:

L/S	125:1	50:1	25:1	15:1
Pb ²⁺ 去除率/%	84.86	94.15	95.40	96.83
As ³⁺ 去除率/%	98.79	98.92	98.34	99.05
m(沉铋)/g	2.34	2.33	2.05	1.98

实验中应采用的 L/S=_____

②铁盐氧化法: 向浸液 2 中加入 $Fe_2(SO_4)_3$, 并调节 pH, 生成 $FeAsO_4$ 沉淀。当溶液中 $c(AsO_4^{3-})=1\times 10^{-9} \text{ mol/L}$, 且不产生 $Fe(OH)_3$ 沉淀, 此时溶液的 pH 为_____。(已知: $lg2=0.3$; $FeAsO_4$ 、 $Fe(OH)_3$ 的 K_{sp} 分别为 5×10^{-21} 、 4×10^{-38} 。)

3、利用硫铁矿烧渣(主要成分为 Fe_2O_3 , 还含有少量 Al_2O_3 、 MgO 、 SiO_2 等杂质)制备铁红工艺流程如下。回答下列问题:



(1)还原焙烧后, Fe元素的化合价为_____。

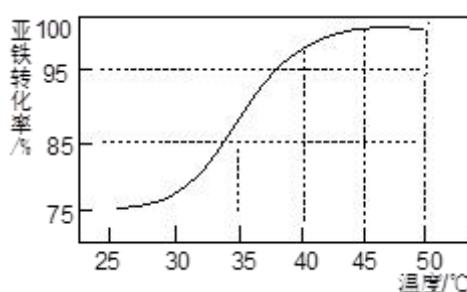
(2)“酸浸”实验中, 需加入絮凝剂沉淀杂质。絮凝剂用量和过滤时间对铁红成份的影响如下表所示。由表可知, 所采用的最佳实验条件为_____ (填序号)

序号	絮凝剂用量/ $\times 10^{-6}\text{t}$	过滤时间/min	Fe_2O_3 含量%	SiO_2 含量%
①	40	5	96.5	0.12
②	50	10	97.9	0.10
③	60	20	98.3	0.07
④	100	40	99.4	0.01
⑤	150	150	99.5	0.008

(3)若“合成”中 $c(\text{Mg}^{2+})=0.01\text{mol/L}$, 加入 NH_4HCO_3 (设溶液体积增加 1 倍), 当 Fe^{2+} 恰好沉淀完全时, 溶液中 $c(\text{Fe}^{2+})=1.0\times 10^{-5}\text{mol/L}$, 此时是否有 MgCO_3 沉淀生成? _____ (列式计算)。 FeCO_3 、 MgCO_3 的 K_{sp} 分别为 3.2×10^{-11} 、 3.0×10^{-8}

(4)“合成”过程中发生反应的离子方程式为_____。

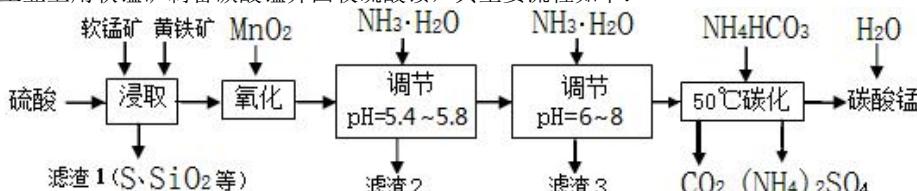
(5)“合成”过程中温度对亚铁离子转化率的影响如下图, 分析选择反应温度为 40℃的原因是_____。



(6)“煅烧”中由 FeCO_3 制备 Fe_2O_3 的化学方程式为_____。

(7)本流程中, 铝元素是以_____ (填化学式)形式被除去的。

4、软锰矿的主要成分是 MnO_2 , 还含有少量金属铁、镁、铝、锌、铜的化合物等杂质。黄铁矿的主要成分是 FeS_2 , 还含有硅、铝的氧化物等杂质。工业上用软锰矿制备碳酸锰并回收硫酸铵, 其主要流程如下:



已知金属离子从开始形成氢氧化物沉淀, 到沉淀时溶液的 pH 如下表:

金属离子	Fe^{2+}	Fe^{3+}	Al^{3+}	Cu^{2+}	Mn^{2+}
开始沉淀 pH[Com]	7.5	2.7	4.1	5.9	8.8
完全沉淀 pH	9.5	3.7	5.4	6.9[K]	10.8

(1)提高浸出率的可采取的措施有_____。

- a.适当升高温度
- b.搅拌
- c.加适量纯碱
- d.加压

(2)浸取完成后, 取浸取液少许, 加入 KSCN 溶液无明显现象, 则浸取时发生的主要反应的化学方程式是_____。

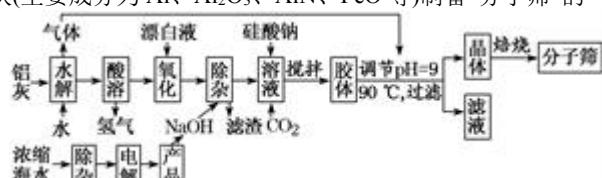
(3)调节 pH 为 5.4~5.8 的目的是_____。

(4)滤渣 3 的主要成分的化学式是_____。

(5)采用 50℃ 碳化的原因是_____, 该过程发生反应的离子方程式是_____。

(6)检验碳酸锰产品完全洗净的方法是_____。

5、“分子筛”是一种具有多孔结构的铝硅酸盐($\text{NaAlSiO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), 其中有许多笼状孔穴和通道能让直径比孔穴小的分子通过而将大的分子留在外面, 故此得名。利用铝灰(主要成分为 Al 、 Al_2O_3 、 AlN 、 FeO 等)制备“分子筛”的一种工艺如下:



(1)分子筛的孔道直径为 4A 称为 4A 型分子筛; 当 Na^+ 被 Ca^{2+} 取代时就制得 5A 型分子筛, 当 Na^+ 被 K^+ 取代时就制得 3A 型分子筛。

要高效分离正丁烷(分子直径为 4.65A)和异丁烷(分子直径为 5.6A)应该选用_____型的分子筛。

(2)铝灰在 90℃ 时水解的化学方程式为_____; “水解”采用 90℃ 而不在室温下进行的原因是_____。

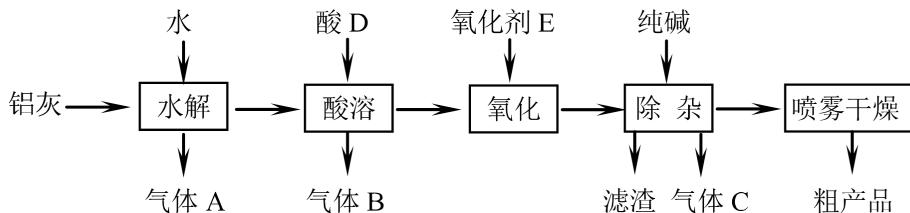
(3)“酸溶”时,为降低生产成本,应选择的酸为_____,理由是_____

(4)“氧化”时,发生的主要反应的离子方程式为_____

(5)该工艺中滤渣的成分是_____

(6)“胶体”调节pH后过滤所得“晶体”需洗涤,如何证明该晶体已经洗涤干净?_____

6、铝鞣剂在皮革工业有广泛应用。某学习小组以铝灰为原料制备铝鞣剂[Al(OH)₂Cl],设计如下化工流程(提示:铝灰的主要成分是Al、Al₂O₃、AlN、FeO等):



请回答下列问题:

(1)酸D的化学式为_____;气体C的电子式_____

(2)实验室检验气体A的操作是_____;“水解”温度保持在90℃左右,写出水解生成A的化学方程式:_____

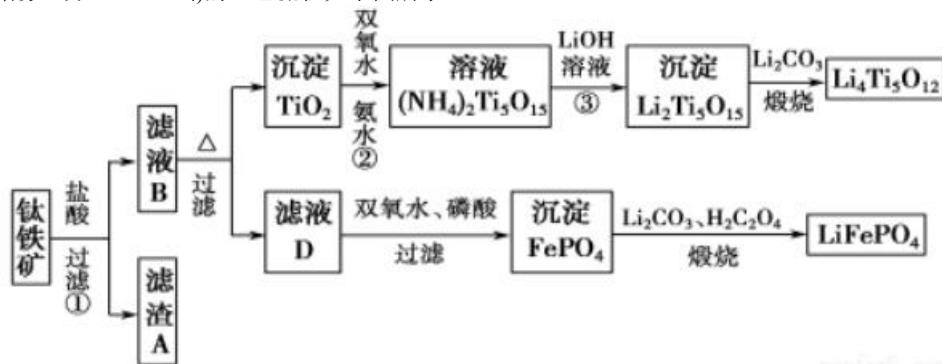
(3)“酸溶”温度控制在30℃~35℃,不宜太低,也不宜太高,其原因是_____;氧化剂E宜选择_____

- A. 漂白液
- B. 稀硝酸
- C. 酸性高锰酸钾溶液
- D. 溴水

(4)“除杂”过程中产生滤渣的离子方程式为_____

(5)粗产品略显浅黄色,可能含有的杂质主要是_____(填化学式),若用“蒸发”代替“喷雾干燥”,其后果是_____

7、钛铁矿的主要成分为FeTiO₃(可表示为FeO·TiO₂),含有少量MgO、CaO、SiO₂等杂质。利用钛铁矿制备锂离子电池电极材料(钛酸锂Li₄Ti₅O₁₂和磷酸亚铁锂LiFePO₄)的工艺流程如下图所示:

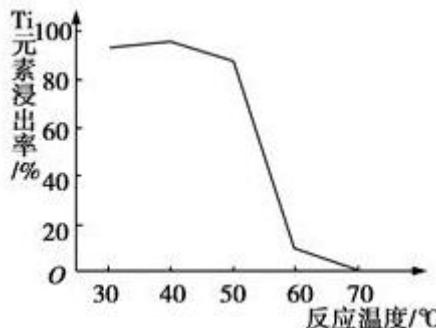


(1)化合物Li₂Ti₅O₁₅中钛元素的化合价是+4价,氧元素的化合价为_____

(2)钛铁矿与硫酸反应时,常将钛铁矿粉碎,其目的是:_____,滤渣A的成分是_____

(3)固体TiO₂转化(NH₄)₂Ti₅O₁₅的离子方程式为_____,该反应______氧化还原反应(填“属于”或“不属于”)

(4)反应②中固体TiO₂、转化成(NH₄)₂Ti₅O₁₅溶液时,Ti元素的浸出率与反应温度的关系如图所示。反应温度过高时,Ti元素浸出率下降的原因是_____

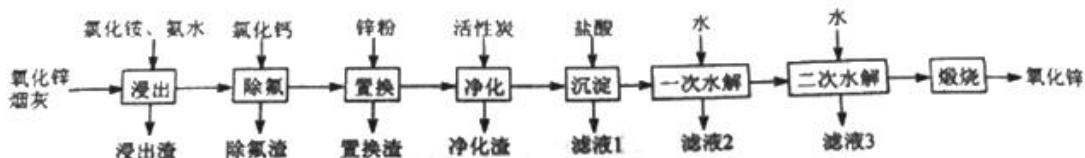


(5)(NH₄)₂Ti₅O₁₅转化为Li₂Ti₅O₁₅的离子方程式为:_____

(6)写出由滤液D生成FePO₄的离子方程式_____

(7)由滤液D制各LiFePO₄的过程中,所需17%双氧水与H₂C₂O₄的质量比是_____

8、氧化锌是一种常用添加剂，广泛应用于塑料、合成橡胶、电池等产品的制造。一种利用氧化锌烟灰制备活性氧化锌的工艺流程如下：



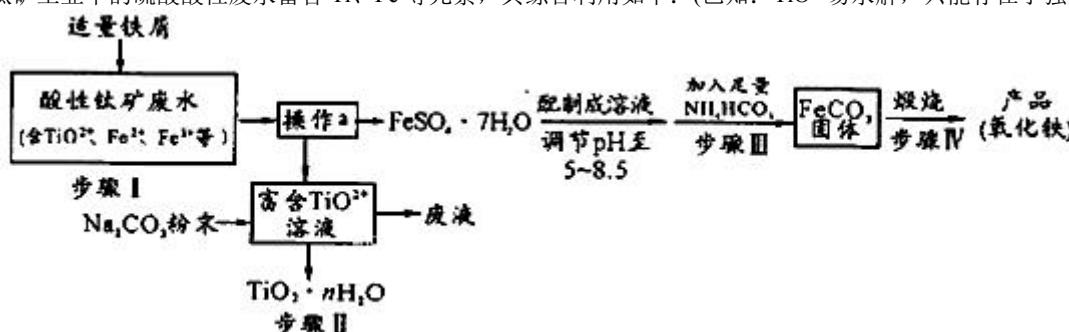
已知：I、氧化锌烟灰的主要化学组成如下：

元素组成	Zn	Pb	Cu	Cl	F
质量分数/%	59.78	9.07	0.30	2.24	1.80

II、“浸出”时，大部分锌元素以 $Zn(NH_3)_4^{2+}$ 形式进入溶液，同时部分 Pb、Cu、F 元素也进入溶液中

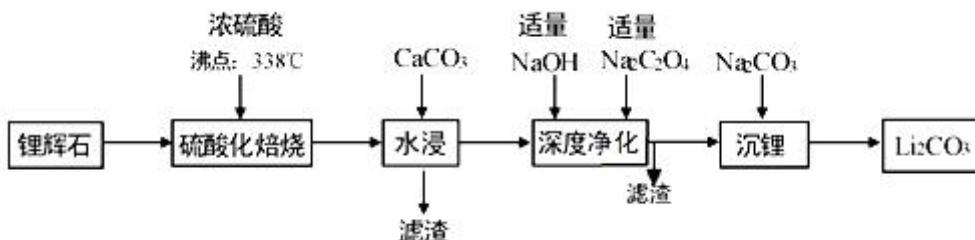
- (1)Zn 的原子序数为 30，其在元素周期表中的位置为_____
- (2)“浸出”时，氧化锌发生反应的离子方程式为_____；“浸出”时温度不宜过高，其原因为_____
- (3)若“浸出”后，所得溶液中 $c(F^-)=0.02\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，向其中加入等体积的氯化钙溶液(忽略溶液体积变化)，使 F^- 沉淀完全即溶液中 $c(F^-) < 10^{-5}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，则所加氯化钙溶液的浓度度最小为_____。已知： $K_{sp}(CaF_2)=3.45\times 10^{-11}$
- (4)“置换”时，所得置换渣中除了含 Zn 外，还含有_____；“净化”时，利用活性炭的_____性，除去溶液中残留的有机物
- (5)“沉淀”时，可得到滤渣 $Zn(NH_3)_2Cl_2$ 。所加盐酸过量时，会导致沉淀部分溶解甚至消失，其化学方程式为_____
- (6)将滤液 1 和滤液 2 合并，经浓缩后，可返回至_____ (填流程中的操作名称) 循环利用。
- (7)“一次水解”时，产物为 $Zn(OH)_xCl_y$ 。取 10.64g 该水解产物，经二次水解、煅烧后，可得活性氧化锌 8.1 g(假设各步均转化完全)。则一次水解产物的化学式为_____

9、钛矿工业中的硫酸酸性废水富含 Ti、Fe 等元素，其综合利用如下：(已知： TiO^{2+} 易水解，只能存在于强酸性溶液中)



- (1) TiO^{2+} 钛的化合价为_____
- (2)步骤 I 中加入铁屑的作用是_____ (以离子方程式表示)
- (3)操作 a 是_____、_____、过滤、洗涤、干燥
- (4)步骤 III 中发生反应的化学方程式为_____；反应温度一般需控制在 35℃ 以下，其目的是_____
- (5)已知 $K_{sp}=[Fe(OH)_2]=8\times 10^{-16}$ 。步骤 III 中， $FeCO_3$ 达到溶解平衡时，若室温下测得溶液的 pH 为 8.5，所得的 $FeCO_3$ 中没有 $Fe(OH)_2$ 。则溶液中 $c(Fe^{2+})$ 小于_____ mol/L。步骤 IV 中，为了得到较为纯净的 Fe_2O_3 ，除了适当的温度外，还需要采取的措施是_____
- (6)向“富含 TiO^{2+} 溶液”中加入 Na_2CO_3 粉末易得到固体 $TiO_2 \cdot nH_2O$ 。请结合平衡移动原理和化学用语解释其原因_____

10、碳酸锂广泛应用于化工、冶金等行业。工业上利用锂辉石($Li_2Al_2Si_4O_8$)制备碳酸锂的流程如下。请回答下列问题：

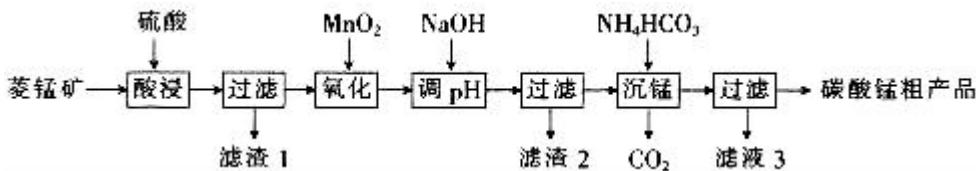


已知：① CaC_2O_4 难溶于水；② Li_2CO_3 的溶解度(g/L)

温度/°C	0	10	20	30	40	50	60	80	100
Li_2CO_3	1.54	1.43	1.33	1.25	1.17	1.08	1.01	0.85	0.72

- (1)锂辉石($Li_2Al_2Si_4O_8$)可以用氧化物的形式表示其组成，形式为_____
- (2)“深度净化”时，加入适量 $Na_2C_2O_4$ 的目的是_____
- (3)“沉锂”需要在 95°C 以上进行，主要原因是_____
- (4)工业上，将 Li_2CO_3 粗品制备成高纯 Li_2CO_3 的部分工艺如下：
 - a. 将 Li_2CO_3 溶于盐酸作电解槽的阳极液， $LiOH$ 溶液做阴极液，两者用离子选择透过膜隔开，用惰性电极电解。
 - b. 电解后向 $LiOH$ 溶液中加入少量 NH_4HCO_3 溶液并共热，过滤、烘干得高纯 Li_2CO_3 。
 - ①a 中，阳极的电极反应式是_____，宜选用_____ (“阳”或“阴”) 离子交换膜
 - ②b 中，生成 Li_2CO_3 反应的化学方程式是_____

11、 $MnCO_3$ 可用于制备活性电极材料 MnO_2 。以菱锰矿（含 $MnCO_3$ 、 SiO_2 、 $FeCO_3$ 和少量 Al_2O_3 等）为原料制备碳酸锰粗产品的流程如下：



已知：①常温下， $K_{sp}[Fe(OH)_3]=8.0\times 10^{-38}$ ， $K_{sp}[Al(OH)_3]=4.0\times 10^{-34}$ 。

②氢氧化物沉淀的条件： Al^{3+} 、 Fe^{3+} 完全沉淀的 pH 分别为 4.6、3.4； Mn^{2+} 开始沉淀的 pH 为 8.1

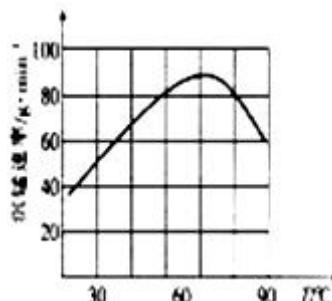
(1)“酸浸”过程中不能用浓盐酸替代硫酸，原因是_____

(2)用离子方程式表示“氧化”过程中加 MnO_2 的目的：_____

(3)“调 pH”时，向含有硫酸铁和硫酸铝的混合溶液中滴加氢氧化钠溶液至两种沉淀共存，当 $c(Fe^{3+})=1.0\times 10^{-5} mol\cdot L^{-1}$ 时，
 $c(Al^{3+})=$ _____ $mol\cdot L^{-1}$

(4)①“沉锰”过程中，反应的离子方程式为_____

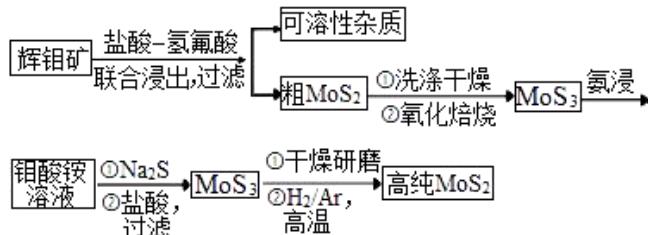
②“沉锰”过程中沉锰速率与温度的关系如图所示



当温度高于 60°C 时，沉锰速率随着温度升高而减慢的原因可能是_____

(5)从滤液 3 中可分离出一种不含碳元素的氮肥，它的化学式为_____

12、二硫化钼 (MoS_2) 被誉为“固体润滑剂之王”，利用低品质的辉钼矿（含 MoS_2 、 SiO_2 以及 $CuFeS_2$ 等杂质）制备高纯二硫化钼的一种生产工艺如图。回答下列问题：



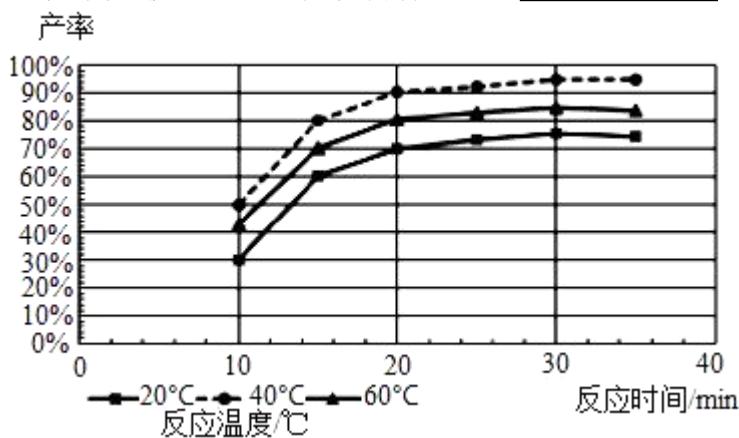
(1)钼酸铵的化学式为 $(NH_4)_2MoO_4$ ，其中 Mo 的化合价为_____

(2)利用联合浸出除杂时，氢氟酸可除去的杂质化学式为_____，如改用 $FeCl_3$ 溶液氧化浸出， $CuFeS_2$ 杂质的浸出效果更好，写出氧化浸出时发生的化学反应方程式_____

(3)加入 Na_2S 后，钼酸铵转化为硫代钼酸铵 $(NH_4)_2MoS_4$ ，写出 $(NH_4)_2MoO_4$ 与盐酸生成 MoS_3 沉淀的离子反应方程式_____

(4)由图分析产生三硫化钼沉淀的流程中应选择的最优温度和时间是_____

利用化学平衡原理分析低于或高于最优温度时， MoS_3 的产率均下降的原因：_____



(5)高纯 MoS_2 中自然会存在极微量杂质，如非整比晶体 $MoS_{2.8}$ ，则该杂质中 Mo^{4+} 与 Mo^{6+} 的物质的量之比为_____

(6)已知 $K_{sp}(BaSO_4)=1.1\times 10^{-10}$ ， $K_{sp}(BaMoO_4)=4\times 10^{-8}$ ，钼酸钠晶体 ($NaMoO_4 \cdot 2H_2O$) 是新型的金属缓蚀剂，不纯的钼酸钠溶液中若含少量可溶性硫酸盐杂质，可加入 $Ba(OH)_2$ 固体除去 SO_4^{2-} (溶液体积变化忽略)，则当 $BaMoO_4$ 开始沉淀时，溶液中的 $c(MoO_4^{2-})/c(SO_4^{2-})$ _____ (结果保留 2 位有效数字)

13、 SnSO_4 是一种重要的硫酸盐，在工业生产中有着广泛的应用。其制备路线如下：



已知：在酸性条件下，溶液中的 Sn^{2+} 可被空气中的氧气氧化成 Sn^{4+} ； SnCl_2 能水解生成碱式氯化亚锡 $[\text{Sn}(\text{OH})\text{Cl}]$ 。

- (1)写出物质 A 的名称：_____
- (2) SnCl_2 用盐酸而不用水溶解的原因是 _____ (用化学方程式表示)
- (3)锡粉的作用是除去酸溶时产生的少量 Sn^{4+} ，请写出产生 Sn^{4+} 的离子方程式：_____
- (4)反应 I 生成的沉淀为 SnO ，写出该反应的化学方程式：_____，该反应的温度需要控制在 75 ℃左右的原因是 _____
- (5)实验室中“漂洗”沉淀的实验操作方法是 _____

14、利用废钡渣(主要成分为 BaS_2O_3 ，含少量 SiO_2)为原料生产高纯氟化钡的流程如下：



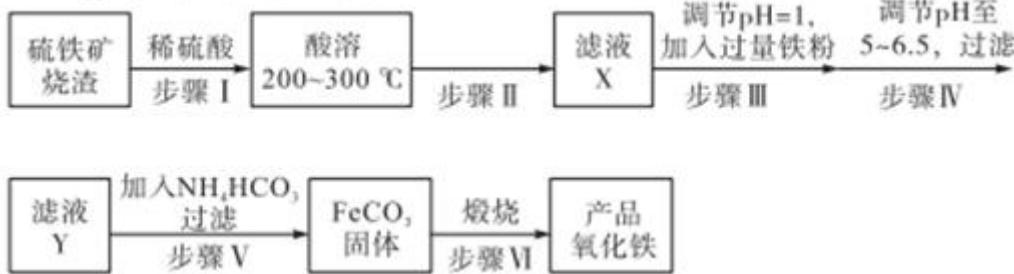
已知： $K_{\text{ap}}(\text{BaS}_2\text{O}_3)=6.96 \times 10^{-11}$, $K_{\text{ap}}(\text{BaF}_2)=1.0 \times 10^{-6}$

- (1)步骤①除产生 SO_2 外，还有淡黄色固体生成，该反应的离子方程式为 _____
- (2)步骤②的目的是中和过量的盐酸，加入 NaOH 溶液不宜过量，其原因是 _____ (用离子方程式表示)
- (3)滤液的主要成分是 BaCl_2 ，还含有少量 NaCl ，溶解度数据如下表，步骤③宜采用 _____ (填“蒸发结晶”或“降温结晶”)

温度	20℃	40℃	60℃	80℃	100℃
NaCl	36.0g	36.6g	37.3g	39.0g	39.8g
BaCl_2	35.8g	40.8g	46.2g	52.5g	59.4g

- (4)工业上可用氨水吸收 SO_2 ，并通入空气使其转化为铵态氮肥。该转化中氧化剂与还原剂的物质的量之比为 _____
- (5)步骤④生成 BaF_2 的反应类型为 _____
 - ①若该反应温度过高，容易造成 $c(\text{F}^-)$ 降低的原因是 _____
 - ②研究表明，适当增加 NH_4F 的比例有利于提高 BaF_2 的产率和纯度，将浓度为 $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 BaCl_2 溶液和 $0.22 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ NH_4F 溶液等体积混合，所得溶液中 $c(\text{Ba}^{2+})=$ _____ $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$

15、工业上利用硫铁矿烧渣(主要成分为 Fe_3O_4 、 Fe_2O_3 、 FeO 、 SiO_2)为原料制备高档颜料——铁红(Fe_2O_3)，具体生产流程如下：



试回答下列问题：

- (1)实验室实现“步骤 II”中分离操作所用的玻璃仪器有 _____、玻璃棒和烧杯等；该步骤是为了除去 _____ (填相关物质的化学式)
- (2)检验步骤 III 已经进行完全的操作是 _____
- (3)步骤 V 的反应温度一般需控制在 35℃以下，其目的是 _____；该步骤中反应生成 FeCO_3 的离子反应方程式为 _____
- (4)步骤 VI 中发生反应的化学反应方程式为 _____
- (5)步骤 V 中， FeCO_3 达到沉淀溶解平衡时，若 $c(\text{Fe}^{2+})=1 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$ ，欲使所得的 FeCO_3 中不含有 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ，应控制溶液的 $\text{pH} \leq$ _____ (已知： $K_{\text{sp}}[\text{Fe}(\text{OH})_2]=4.9 \times 10^{-17}$, $\lg 7=0.8$)
- (6)欲测定硫铁矿烧渣中 Fe 元素的质量分数，称取 $a \text{ g}$ 样品，充分“酸溶”“水溶”后过滤，向滤液中加入足量的 H_2O_2 ，充分反应后加入 NaOH 溶液至不再继续产生沉淀，经过滤、洗涤、灼烧至固体恒重，冷却后称得残留固体 $b \text{ g}$ ，测得该样品中 Fe 元素的质量分数为 _____

【无机综合及工艺流程(四)】答案

1、(1)87% (2) $\text{CN}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCN} + \text{OH}^-$

(3)① $4\text{Au} + 8\text{NaCN} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Na}[\text{Au}(\text{CN})_2] + 4\text{NaOH}$

②氧气在溶液中的溶解度随着温度的升高而下降；温度的升高，促进了氰化物的水解，增加了 HCN 的挥发速度；随温度的升高， $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的溶解度反而下降，部分碱从溶液中析出 ③ 4×10^{-20}

(4)1 : 2

(5)① NaHCO_3 ②0.016

解析：(1)根据图示，选择磨矿细度 87% 为宜。(2)用生石灰调节矿泥 $\text{pH} > 11.5$ ，溶液呈碱性，能抑制氰化物中的“氧化”环节，Au 转化为 $\text{Na}[\text{Au}(\text{CN})_2]$ ，Au 被氧化，显然有 O_2 参与反应，其化学方程式为 $4\text{Au} + 8\text{NaCN} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Na}[\text{Au}(\text{CN})_2] + 4\text{NaOH}$ 。②“氰化”环节，有 O_2 参与反应，温度升高， O_2 的溶解度减小；同时温度升高，促进了氰化物的水解挥发速度；随温度的升高， $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的溶解度反而下降，部分碱从溶液中析出。③根据 $\text{HCN} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CN}^-$ 、 $\text{A}[\text{Au}(\text{CN})_2]^-$ ，由第二个反应 + 第一个反应 $\times 2$ ，可得 $\text{Au}^+ + 2\text{HCN} \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + [\text{Au}(\text{CN})_2]^-$ ，此反应的 $K = K_a^2(\text{HCN}) \cdot K_b$ ，则 $2\text{H}^+ + [\text{Au}(\text{CN})_2]^- \rightleftharpoons \text{Au}^+ + 2\text{HCN}$ 的 $K = \frac{1}{K_a^2 \cdot \text{HCN} \cdot K_b} = \frac{1}{5 \times 10^{-10} \cdot 2 \times 10^{38}} = 4 \times 10^{-20}$ 。

(4)用锌还原 $\text{Na}[\text{Au}(\text{CN})_2]$ 生成金，根据 $\text{Zn} \xrightarrow{\text{失 } 2e^-} \text{Zn}^{2+}$ 、 $[\text{Au}(\text{CN})_2]^- \xrightarrow{\text{得 } e^-} \text{Au}$ 及得失电子守恒知，消耗的锌与生成的金的物质的量之比为 1 : 2。(5)①根据原子守恒，可推知生成物 A 的化学式为 NaHCO_3 。②0~40 min 时间段，除氰率达 80%，则除去的 CN^- 为剩余的 CN^- 的 4 倍，除去的 CN^- 为 $0.16 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \times 4 = 0.64 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ，则 $v(\text{CN}^-) = \frac{0.64 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}}{40 \text{ min}} = 0.016 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

2、(1)+3

(2)除去 Cu^{2+} 、 Fe^{3+}

(3) $\text{CuS} + \text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ \rightarrow \text{Cu}^{2+} + \text{Mn}^{2+} + \text{S} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$

(4)温度升高，盐酸挥发，反应物浓度降低

(5) $\text{BiCl}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{BiOCl} \downarrow + 2\text{NaCl} + \text{CO}_2 \uparrow$

(6)50 : 1 5.3

【解析】(1) BiOCl 中 O 为 -2 价，Cl 为 -1 价，根据化合价代数和为 0，可知 Bi 元素的化合价为 +3 价，答案为：+3

(2)向“酸浸”所得“浸液 1”中加入 Zn 粉，Zn 粉能与 Cu^{2+} 、 Fe^{3+} 反应生成 Cu 和 Fe，从而除去 Cu^{2+} 、 Fe^{3+} ，答案为：除去 Cu^{2+} 、 Fe^{3+}

(3)“浸铜”时，加入的物质是稀硫酸、 MnO_2 ，得到单质硫，发生反应 $\text{CuS} + \text{MnO}_2 + \text{H}^+ \rightarrow \text{Cu}^{2+} + \text{Mn}^{2+} + \text{S} \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ ，根

据化合价升降法配平，离子方程式为： $\text{CuS} + \text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ \rightarrow \text{Cu}^{2+} + \text{Mn}^{2+} + \text{S} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ，答案为：



(4)“浸铋”时，所加物质为盐酸和氯化钠溶液，盐酸易挥发，升高温度，HCl 挥发，反应物浓度降低，答案为：温度升高，盐酸挥发，反应物浓度降低

(5)“沉铋”时加入的物质是 Na_2CO_3 ，生成 BiOCl ，因此有 $\text{BiCl}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{BiOCl}$ ，根据发应特点产物还有 NaCl 和 CO_2 ，化学方程式为： $\text{BiCl}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{BiOCl} \downarrow + 2\text{NaCl} + \text{CO}_2 \uparrow$ 答案为： $\text{BiCl}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{BiOCl} \downarrow + 2\text{NaCl} + \text{CO}_2 \uparrow$

(6)①根据表格数据，L/S=50：1 以后， Pb^{2+} 、 As^{3+} 去除率虽然增加，但是 Pb^{2+} 、 As^{3+} 去除率变化都不大，因此为了节省能源以及原料，L/S 控制在 50：1 以后， $c(\text{Fe}^{3+}) = 1 \times 10^{-9} \text{ mol/L}$ ，此时 $c(\text{Fe}^{3+}) = K_{sp}(\text{FeAsO}_4) / c(\text{AsO}_4^{3-}) = 5 \times 10^{-21} / 10^{-9} \text{ mol/L} = 5 \times 10^{-12} \text{ mol/L}$ ，此时 $c(\text{OH}^-) = \sqrt[3]{\frac{K_{sp}(\text{Fe}(\text{OH})_3)}{c(\text{Fe}^{3+})}} = \sqrt[3]{\frac{4 \times 10^{-38}}{5 \times 10^{-12}}} = 2 \times 10^{-9} \text{ mol/L}$ ，此时的 pH=5.3，即 pH 小于 5.3。答案为：5.3。

3、(1)+2

(2)④

(3)无沉淀生成 $c(\text{CO}_3^{2-}) = K_{sp}(\text{FeCO}_3) / c(\text{Fe}^{2+}) = 3.2 \times 10^{-11} / 10^{-5} = 3.2 \times 10^{-6}$ (1 分)

$$Q = c(\text{CO}_3^{2-}) \times c(\text{Mg}^{2+}) = 3.2 \times 10^{-6} \times 0.01 / 2 < K_{sp}(\text{MgCO}_3)$$

(4)温度低于 40℃，亚铁离子转化率较低。温度高于 40℃，亚铁离子转化率变化不大。温度过高，碳酸氢铵易分解



(7) $\text{Al}(\text{OH})_3$

【解析】考查化学工艺流程，(1)根据金属的冶炼，炭黑能够还原 Fe_2O_3 ，因为酸浸中加入硫酸，如果还原时铁元素转化成铁单质，会与硫酸反应生成 H_2 ， H_2 可燃性气体，可能发生危险，因此还原焙烧后，铁元素的化合价为 +2 价；(2)由表中数据可得虽然絮凝剂用量越多、过滤时间越长， Fe_2O_3 含量越高、 SiO_2 含量越低，但是 $1.0 \times 10^{-4} \text{ t}$ 、40min 条件与 $1.5 \times 10^{-4} \text{ t}$ 、150min 条件相比，前者 Fe_2O_3 含量只比后者低 0.1 个百分点， SiO_2 含量高 0.002 个百分点，而絮凝剂用量和过滤时间，前者比后者明显少，所以应选择最佳实验条件为④；(3) $c(\text{CO}_3^{2-}) = K_{sp}(\text{FeCO}_3) / c(\text{Fe}^{2+}) = 3.2 \times 10^{-11} / 10^{-5} = 3.2 \times 10^{-6}$ ， $Q = c(\text{CO}_3^{2-}) \times c(\text{Mg}^{2+}) = 3.2 \times 10^{-6} \times 0.01 / 2 < K_{sp}(\text{MgCO}_3)$ ，因此无沉淀产生；(4)结合流程并根据题意，向含 Fe^{2+} 的溶液中加入 NH_4HCO_3 ，生成了 FeCO_3 沉淀，根据原子守恒和电荷守恒，还应生成 H_2O 和 CO_2 ，故“合成”过程中发生反应的离子方程式为： $\text{Fe}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- \rightarrow \text{FeCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ ；(5)根据图像，温度低于 40℃，亚铁离子转化率较低。温度高于 40℃，亚铁离子转化率变化不大；温度过高，碳酸氢铵易分解；(6)在空气中煅烧 FeCO_3 ， FeCO_3 分解，+2 价铁会被氧化成+3 价铁的化合物，所以生成物为： Fe_2O_3 和 CO_2 ，故“煅烧”中由 FeCO_3 制备 Fe_2O_3 的化学方程式为：

$\xrightarrow{\text{高温}}$

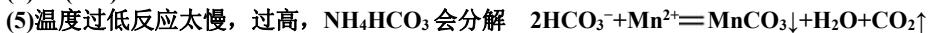
$4\text{FeCO}_3 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 4\text{CO}_2$ ；(7)本流程中酸浸时 Al_2O_3 转变为 Al^{3+} ，加 NH_4HCO_3 时， Al^{3+} 会与 HCO_3^- 发生双水解转变为 $\text{Al}(\text{OH})_3$ ，由此可得铝元素是以 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 形式被除去的。



氰

2]

4、(1)ab

(3)使 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 完全沉淀(4) $\text{Cu}(\text{OH})_2$ (6)取最后一次洗涤液, 加入盐酸酸化的 BaCl_2 溶液, 若无沉淀, 则已洗净[来源:学。科。网]

【解析】软锰矿的主要成分是 MnO_2 , 还含有少量金属铁、镁、铝、锌、铜的化合物等杂质。黄铁矿的主要成分是 FeS_2 , 还含有硅、铝的氧化物等杂质。根据流程图, 硫酸与软锰矿和黄铁矿作用, 二氧化锰与 FeS_2 在酸性溶液中发生氧化还原反应, 生成硫酸锰和硫沉淀, 同时生成少量的硫酸铝、硫酸亚铁等, 二氧化硅不反应, 和硫一起形成滤渣 I; 再加入二氧化锰, 二氧化锰可将亚铁离子氧化为铁离子; 加氨水调节溶液的 $\text{pH}=5.4\sim 5.8$ 把铁离子和铝离子转化为沉淀除去, 则滤渣 II 为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$; 继续加氨水调节溶液的 $\text{pH}=6\sim 8$ 把铜离子转化为沉淀除去, 则滤渣 III 为 $\text{Cu}(\text{OH})_2$; 加碳酸氢铵 50°C 碳化得碳酸锰、二氧化碳和硫酸铵等。

(1)为了提高锰元素的浸出率, 在“浸取”时可采取的措施有: ①适当升高温度; ②搅拌; ③加入足量硫酸增大硫酸浓度或粉碎矿石或延长浸泡时间, 故选 ab; 学科#网

(2)浸取完成后, 取浸取液少许, 加入 KSCN 溶液无明显现象, 说明溶液中没有铁离子, 则浸取时发生的主要反应的化学方程式为 $\text{MnO}_2 + \text{FeS}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{MnSO}_4 + \text{FeSO}_4 + 2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$, 故答案为: $\text{MnO}_2 + \text{FeS}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{MnSO}_4 + \text{FeSO}_4 + 2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$;

(3)根据上述分析, 调节 pH 为 $5.4\sim 5.8$ 的目的是使 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 完全沉淀, 故答案为: 使 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 完全沉淀;

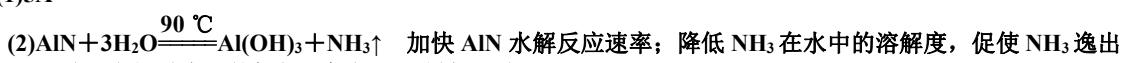
(4)滤渣 3 的主要成分为 $\text{Cu}(\text{OH})_2$, 故答案为: $\text{Cu}(\text{OH})_2$;

(5)温度过低反应太慢, 过高, NH_4HCO_3 会分解, 因此采用 50°C 碳化, 该过程发生反应的离子方程式为

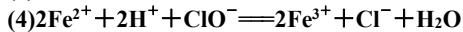


(6)根据流程图, 碳酸锰上吸附有少量硫酸铵, 检验碳酸锰产品是否洗净只需要检验硫酸根离子即可, 故答案为: 取最后一次洗涤液, 加入盐酸酸化的 BaCl_2 溶液, 若无沉淀, 则已洗净。

5、(1)5A



(3)盐酸 电解时生成的氢气和氯气可以制备盐酸

(5) $\text{Fe}(\text{OH})_3$

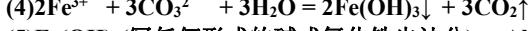
(6)取最后一次洗涤液少许, 加入浓氢氧化钠溶液并微热, 若不能产生使湿润的红色石蕊试纸变蓝的气体, 则洗涤干净, 否则未洗涤干净(或取最后一次洗涤液少许, 加稀硝酸酸化, 再加硝酸银溶液, 若不能产生白色沉淀, 则洗涤干净, 否则未洗涤干净)

【解析】(1)分离正丁烷和异丁烷, 选用分子筛的型号应在 $4.65\text{A}\sim 5.6\text{A}$ 之间, 故应选择 5A 型分子筛。(2)铝灰中的 AlN 发生水解反应生成氢氧化铝和氨气, 反应的化学方程式为 $\text{AlN} + 3\text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3 + \text{NH}_3 \uparrow$, 加热可以促进氮化铝水解生成氨气, 降低 NH_3 在水中的溶解度, 促使 NH_3 逸出。(3)浓缩海水除杂后电解时有氢气和氯气产生, 氢气和氯气反应可以制备盐酸, 用于酸溶, 从而降低生产成本。(4)酸溶后的溶液中含有 Fe^{2+} , 漂白液中的 ClO^- 可将 Fe^{2+} 氧化成 Fe^{3+} 。(5)加入 NaOH , Al^{3+} 转化成 AlO_2^- , Fe^{3+} 转化成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$, 则该工艺中滤渣的成分为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 。(6)“胶体”调节 pH 后过滤所得“晶体”需洗涤, 通过检验晶体表面是否有铵根离子或氯离子可判断是否洗涤干净。

6、(1) HCl ; 



(3)温度太低, 反应慢; 温度太高, 盐酸挥发快; A



(5) $\text{Fe}(\text{OH})_3$ (写任何形式的碱式氯化铁也计分); $\text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl}$ 水解生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$, 几乎得不到 $\text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl}$ (或产率很低其他合理答案均计分)

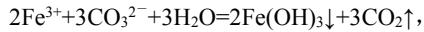
【解析】铝灰主要成分为 Al、 Al_2O_3 、 AlN 、 FeO 等加入水发生反应, AlN 和水反应生成氢氧化铝和氨气, 即 A 为氨气, 然后应加入盐酸酸溶后, 生成氯化铝溶液和氯化亚铁溶液, 生成气体 B 为氢气, 可加入漂白剂氧化亚铁离子为铁离子, 加入纯碱调节溶液 PH 使铁离子全部沉淀, 生成气体 C 为二氧化碳气体, 采用喷雾干燥制备铝鞣剂,

(1)由以上分析可知 D 为盐酸, 气体 C 为二氧化碳, 电子式为见答案部分;

(2) A 为氨气, 为碱性气体, 可用镊子夹取一片湿润的红色石蕊试纸接触气体 A, 若试纸变蓝, 则 A 为 NH₃, 铝灰中的 AlN 和水发生水解反应生成氢氧化铝沉淀和氨气, 反应的化学方程式为 $\text{AlN} + 3\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{90^\circ\text{C}} \text{Al}(\text{OH})_3 + \text{NH}_3 \uparrow$;

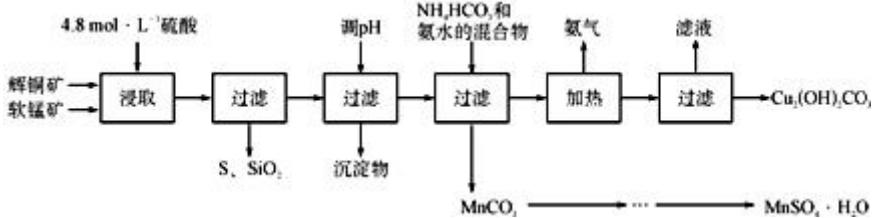
(3) 因温度太低, 反应慢; 温度太高, 盐酸挥发快, 则“酸溶”温度控制在 30℃~35℃, 不宜太低, 也不宜太高, 为避免引入其它杂质, 可选用漂白液为氧化剂;

(4) 滤渣为氢氧化铁, 可由铁离子与碳酸根离子水解生成, 离子方程式为



(5) 产品含有 Fe(OH)₃, 可导致略呈黄色, 铝鞣剂主要成分为 Al(OH)₂Cl, 在加热蒸发时会发生水解, 为防止水解利用喷雾干燥, 减少铝鞣剂水解,

7、辉铜矿主要成分 Cu₂S, 软锰矿主要成分 MnO₂, 它们都含有少量 SiO₂、Fe₂O₃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:

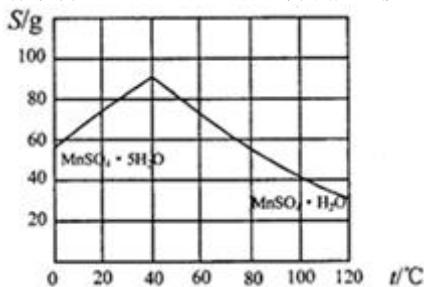
- ① MnO₂能将金属硫化物中的硫氧化为单质硫
- ② [Cu(NH₃)₄]SO₄常温稳定, 在热水中会分解生成 NH₃
- ③ MnSO₄·H₂O易溶于冷水, 不溶于酒精
- ④ 部分金属阳离子氢氧化物的(开始沉淀的 pH 按金属离子浓度为 1.0 mol·L⁻¹计算: 当离子浓度小于 1.0×10⁻⁵ 时, 认为该离子沉淀完全) $K_{\text{sp}}(\text{Fe}(\text{OH})_3)=1.0\times10^{-38}$, $K_{\text{sp}}(\text{Cu}(\text{OH})_2)=1.0\times10^{-20}$, $K_{\text{sp}}(\text{Mn}(\text{OH})_2)=4.0\times10^{-14}$

(1) 酸浸时, 得到的浸出液中主要含有 CuSO₄、MnSO₄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) 请根据如下图示, 将“由碳酸锰经一系列操作获得 MnSO₄·H₂O 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°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 14.00g 晶体加蒸馏水配成 100mL 溶液, 量取 25.00mL, 加足量标准 BaCl₂ 溶液, 得到沉淀 4.66g, 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)

7、(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) $3 < \text{pH} < 4$ NH₃

(3) 温度过低, [Cu(NH₃)₄]SO₄ 分解不完全, 温度过高, 会导致 Cu₂(OH)₂CO₃ 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 MnSO₄)杂质或部分晶体失去结晶水。

【解析】(1) 根据题给信息: MnO₂能将金属硫化物中的硫氧化为单质硫; Cu₂S 和 MnO₂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 Fe³⁺转化为 Fe(OH)₃ 沉淀而除去; $K_{\text{sp}}(\text{Fe}(\text{OH})_3)=1.0\times10^{-38}$, 当 $c(\text{Fe}^{3+})=1.0\times10^{-5} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, $c(\text{OH}^-)=10^{-11} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, $c(\text{H}^+)=10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, pH=3; 考虑到碱式碳酸铜产量, 应该避免铜的损失,

$K_{\text{sp}}(\text{Cu}(\text{OH})_2)=1.0\times10^{-20}$, 当 $c(\text{Cu}^{2+})=1.0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, $c(\text{OH}^-)=10^{-10}$, $c(\text{H}^+)=10^{-4} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, pH=4; 所以调

pH 的范围为 3<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, [Cu(NH₃)₄]SO₄ 分解不完全, 温度过高, 会导致 Cu₂(OH)₂CO₃ 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℃时析出 $MnSO_4 \cdot 5H_2O$ 晶体, 高于40℃时析出 $MnSO_4 \cdot H_2O$ 晶体, 因此硫酸锰溶液制备 $MnSO_4 \cdot H_2O$ 的实验必须保证溶液温度高于40℃; 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 $4.66/233=0.02mol$, 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 $0.02 \times 100/25=0.08mol$, 硫酸锰晶体的质量为 $0.08 \times 169g$, 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 $MnSO_4 \cdot 5H_2O$ 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 $MnSO_4 \cdot 5H_2O$ 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。

7、(1)-2、-1

- (2)增大接触面积加快反应速率, 提高浸出率 SiO_2 $CaSO_4$
 (3) $5TiO_2 + 4H_2O_2 + 2NH_3 \cdot H_2O = 2NH_4^+ + Ti_5O_{15}^{2-} + 5H_2O$ 不属于
 (4)温度过高时, 反应物氨水(或双氧水)会受热分解
 (5) $Ti_5O_{15}^{2-} + 2Li^+ = Li_2Ti_5O_{15} \downarrow$
 (6) $2Fe^{2+} + 2H_3PO_4 + H_2O_2 = 2FePO_4 \downarrow + 2H_2O + 4H^+$
 (7)20:9

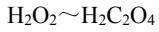
【解析】铁矿石加入硫酸溶解过滤得到滤渣A为二氧化硅和硫酸钙, 滤液B中含有 Mg^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Ti^{4+} 等,

加热促进水解, 过滤得到沉淀 TiO_2 , 加入过氧化氢和氨水反应得到 $(NH_4)_2Ti_5O_{15}$, 加入氢氧化锂溶液得到沉淀 $Li_2Ti_5O_{15}$, 加入碳酸锂煅烧得到钛酸锂 $Li_4Ti_5O_{12}$, 滤液D加入过氧化氢将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} , 加入磷酸得到沉淀磷酸铁, 加入碳酸锂和草酸煅烧得到磷酸亚铁锂 $LiFePO_4$ 。

(1)化合物 $Li_2Ti_5O_{15}$ 中钛元素的化合价是+4价, Li元素的化合价为+1价, 根据正负化合价的代数和为0, 氧元素的化合价为-2、-1;
 (2)钛铁矿与硫酸反应时, 常将钛铁矿粉碎, 可以增大接触面积加快反应速率, 提高浸出率, 由于杂质中二氧化硅不溶于盐酸, 所以滤渣A成分是二氧化硅;
 (3)二氧化钛与氨水、双氧水反应生成 $(NH_4)_2Ti_5O_{15}$ 的离子方程式为 $5TiO_2 + 4H_2O_2 + 2NH_3 \cdot H_2O = 2NH_4^+ + Ti_5O_{15}^{2-} + 5H_2O$, 反应中没有元素的化合价发生变化, 不属于氧化还原反应;

(4)由于二氧化钛与氨水、双氧水反应生成 $(NH_4)_2Ti_5O_{15}$ 时, 温度过高, 双氧水和氨水都容易分解, 所以反应温度过高时, Ti元素浸出率下降; 学#科网

(5) $(NH_4)_2Ti_5O_{15}$, 加入氢氧化锂溶液得到沉淀 $Li_2Ti_5O_{15}$, 反应的离子方程式为 $Ti_5O_{15}^{2-} + 2Li^+ = Li_2Ti_5O_{15} \downarrow$;
 (6)过氧化氢将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} , 加入磷酸得到沉淀磷酸铁, 反应离子方程式为: $2Fe^{2+} + 2H_3PO_4 + H_2O_2 = 2FePO_4 \downarrow + 2H_2O + 4H^+$;
 (7)根据电子守恒, 过氧化氢氧化铁元素转移的电子就等于铁离子氧化草酸转移的电子数, 因此可得关系式: $H_2O_2 \sim H_2C_2O_4$, 设双氧水质量为x, 草酸质量为y, 则: [来源:学科网]



$$\frac{34}{34} = \frac{90}{y}$$

$$x \times 17\% = y$$

$$\text{所以 } \frac{34}{x \times 17\%} = \frac{90}{y}$$

整理可得 $x: y = 20: 9$, 17%双氧水与 $H_2C_2O_4$ 的质量比为20:9。

8、(1)第4周期ⅡB族

- (2) $ZnO + 2NH_3 + 2NH_4^+ = Zn(NH_3)_4^{2+} + H_2O$ 或 $ZnO + 2NH_3 \cdot H_2O + 2NH_4^+ = Zn(NH_3)_4^{2+} + 3H_2O$ 避免氨水的分解与挥发

(3)0.70mol·L⁻¹

(4)Pb、Cu 吸附

(5) $Zn(NH_3)_2Cl_2 + 2HCl = ZnCl_2 + 2NH_4Cl$ 浸出

(6) $Zn(OH)_{1.6}Cl_{0.4}$

【解析】(1)Zn的原子序数为30, 其在元素周期表中的位置为第4周期ⅡB族。(2)“浸出”时, 氧化锌发生反应的离子方程式为 $ZnO + 2NH_3 + 2NH_4^+ = Zn(NH_3)_4^{2+} + H_2O$ 或 $ZnO + 2NH_3 \cdot H_2O + 2NH_4^+ = Zn(NH_3)_4^{2+} + 3H_2O$; “浸出”时温度不宜过高, 其原因为避免氨水的分解与挥发。(3)取1Lc(F)=0.02mol·L⁻¹浸出液, 加1L氯化钙溶液, 令c(Ca²⁺)为xmol/L, 混合后溶液体积为2L, 溶液中留下的n(F⁻)=2L×10⁻⁵mol·L⁻¹=2×10⁻⁵mol, 沉淀的n(F⁻)=0.02mol·L⁻¹×1L-2×10⁻⁵mol=0.02mol, 沉淀的n(Ca²⁺)=0.01mol, K_{sp}(CaF₂)=c(Ca²⁺)·c²(F⁻)=3.45×10⁻¹¹, 余下的溶液中c(Ca²⁺)=3.45×10⁻¹¹/(10⁻⁵)²=0.345mol·L⁻¹, 余下的溶液中n(Ca²⁺)=0.345mol·L⁻¹×2L=0.69mol, 故加入的c(Ca²⁺)=(0.69mol+0.01mol)/1L=0.70mol·L⁻¹。使F⁻沉淀完全即溶液中c(F⁻)<10⁻⁵mol·L⁻¹, 则所加氯化钙溶液的浓度度最小为0.70mol·L⁻¹。(4)Zn的活泼性强于Pb、Cu, “置换”时, 所得置换渣中除了含Zn外, 还含有Pb、Cu; “净化”时, 利用活性炭的吸附性, 除去溶液中残留的有机物。(5)“沉淀”时, 可得到滤渣 $Zn(NH_3)_2Cl_2$ 。所加盐酸过量时, 会导致沉淀部分溶解甚至消失, 其化学方程式为 $Zn(NH_3)_2Cl_2 + 2HCl = ZnCl_2 + 2NH_4Cl$ 。(6)将滤液1和滤液2合并, 经浓缩后, 含有氯化铵等, 可返回至浸出循环利用。(7)n(ZnO)=8.1g/81g·mol⁻¹=0.1mol, M(Zn(OH)_xCl_y)=10.64g/0.1mol=106.4g·mol⁻¹, x+y=2, 65+17x+35.5y=10.64g, 解得: x=1.6, y=0.4, 则一次水解产物的化学式为 $Zn(OH)_{1.6}Cl_{0.4}$ 。

9、(1)+4

(2) $Fe + 2Fe^{3+} = 3Fe^{2+}$

(3)蒸发浓缩 冷却结晶

(4) $FeSO_4 + 2NH_4HCO_3 = FeCO_3 \downarrow + (NH_4)_2SO_4 + H_2O + CO_2 \uparrow$ 避免温度过高碳酸氢铵分解, 减少 Fe^{2+} 的水解或氧化

(5)8×10⁻⁵ 向反应容器中补充适量的空气

(6)溶液中存在水解平衡 $TiO^{2+} \cdot (n+1)H_2O \rightleftharpoons TiO_2 \cdot nH_2O + 2H^+$, 加入的 Na_2CO_3 粉末与 H^+ 反应, 降低了溶液中c(H⁺), 促进水解平衡向生成 $TiO_2 \cdot nH_2O$ 的方向移动

【解析】(1) 离子中各元素化合价代数和等于离子所带电荷数, 元素为-2价, 则 TiO^{2+} 钛的化合价为+4价。

(2) 加入铁粉, 首先发生 $Fe+2Fe^{3+}=3Fe^{2+}$, 其次发生 $Fe+2H^{+}=Fe^{2+}+H_2$;

(3) 操作a是溶液中得到溶质固体, 方法是蒸发浓缩、冷却结晶过滤洗涤、干燥;

(4) 步骤III中发生反应是硫酸亚铁和碳酸氢铵反应生成碳酸亚铁沉淀、硫酸铵、二氧化碳和水, 反应的化学方程式为:

$FeSO_4+2NH_4HCO_3=FeCO_3\downarrow+(NH_4)_2SO_4+H_2O+CO_2\uparrow$, 反应温度一般需控制在35℃以下, 是为了避免温度过高碳酸氢铵分解, 减少铁离子的水解程度;

(5) 室温下测得溶液的pH为8.5, $c(OH^-)=10^{-14}/10^{-8.5}=1\times 10^{-5.5}$, 由题中数据可知, 溶液中 $c(Fe^{2+}) \cdot c(OH^-)^2=1\times 10^{-6} \times (1\times 10^{-5.5})^2=1\times 10^{-17} < K_{sp}[Fe(OH)_2]=8\times 10^{-16}$, 故无 $Fe(OH)_2$ 沉淀生成;

(6) 富含的 TiO_2^{2+} 溶液, 加入 Na_2CO_3 粉末与 H^+ 反应, 降低了溶液中 $c(H^+)$, 使平衡 $TiO^{2+}+(n+1)H_2O \rightleftharpoons TiO_2 \cdot nH_2O + 2H^+$ 向生成 $TiO_2 \cdot nH_2O$ 的方向移动, 可得到 TiO_2 粗产品。

10、(1) $Li_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 4SiO_2$

(2) 除去 Ca^{2+}

(3) 温度越高, 碳酸锂溶解度越小, 可以增加产率

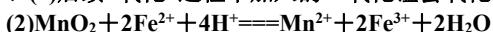


【解析】

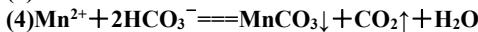
【分析】

由制备流程可知, 锂辉石加硫酸, 浸取焙烧, 氧化铝、氧化锂溶解, 二氧化硅不反应, 水浸时加入碳酸钙, 除去未反应的硫酸, 同时调节溶液pH值, 可以将 Al^{3+} 转化为氢氧化铝沉淀, 过滤除去不溶物, 滤液再进行深度净化后主要为 Li_2SO_4 、 Na_2SO_4 , 最后加入 Na_2CO_3 , 转化为溶解度更小 Li_2CO_3 析出, 据此分析。

11、(1)后续“氧化”过程中加入的二氧化锰会氧化浓盐酸



(3) 0.05



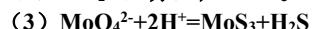
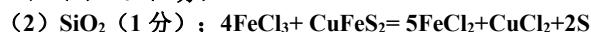
温度过高时碳酸氢铵的分解速率显著加快, 沉锰速率随碳酸氢铵浓度的减小而减慢



【解析】(1) 浓盐酸具有还原性, 后续“氧化”过程中会加入二氧化锰, 二氧化锰可以氧化浓盐酸, 因此“酸浸”过程中不能用浓盐酸替代硫酸; (2) 在强酸性条件下, MnO_2 将 Fe^{2+} 氧化为更容易转化为氢氧化物沉淀的 Fe^{3+} : $MnO_2 + 2Fe^{2+} + 4H^+ = Mn^{2+} + 2Fe^{3+} + 2H_2O$

(3) 当 $Fe(OH)_3$ 和 $Al(OH)_3$ 两种沉淀共存时, 有 $Fe^{3+} + Al(OH)_3 = Al^{3+} + Fe(OH)_3$, 故 $c(Al^{3+}) = \frac{K_{sp}[Al(OH)_3]c(Fe^{3+})}{K_{sp}[Fe(OH)_3]} = \frac{4.0 \times 10^{-34} \times 10^{-5}}{8.0 \times 10^{-38}} = 0.05 \text{ mol} \cdot L^{-1}$; (4) ①沉锰过程中有 $MnCO_3$ 沉淀和 CO_2 气体生成, 故反应的离子方程式为 $Mn^{2+} + 2HCO_3^- \rightleftharpoons MnCO_3 \downarrow + CO_2 \uparrow + H_2O$; ②温度高于60℃时, 继续升温, 碳酸氢铵的分解速率显著加快, 沉锰速率随碳酸氢铵浓度的减小而减慢; (5) “酸浸”时引入了 SO_4^{2-} , “沉锰”时引入了 NH_4^+ , 故滤液3中可分离出的一种不含碳元素的氮肥是 $(NH_4)_2SO_4$ 。

12、(1)+6(1分)



(4) 40℃, 30min; 温度太低不利于 H_2S 逸出; 温度太高, 盐酸挥发, 溶液 $c(H^+)$ 下降, 都不利于反应正向进行

(5) 1:4

(6) 3.6×10^2

【解析】(1) 铵根离子带一个单位正电, 氧是-2价, 所以Mo为-6价

(2) 氢氟酸可以与二氧化硅反应得到 SiF_4 气体, 从而除去二氧化硅杂质。改用 $FeCl_3$ 溶液氧化浸出, $CuFeS_2$

杂质的浸出效果更好, 说明应该得到Cu和Fe对应的离子, 同时利用氧化性将S元素氧化为单质, 根据化

合价升降相等和原子个数守恒配平得到方程式为: $4FeCl_3 + CuFeS_2 = 5FeCl_2 + CuCl_2 + 2S$ 。

(3) $(NH_4)_2MoO_4$ 在溶液中应该电离出铵根离子和 MoO_4^{2-} , MoO_4^{2-} 与盐酸的氢离子作用生成 MoS_3 , 则另外的生成物只能是 H_2S 气体, 所以离子反应方程式为: $MoO_4^{2-} + 2H^+ = MoS_3 + H_2S$ 。

【解析】本题考查化学工艺流程, (1) 氧化浸出前粉碎处理, 其目的是增大接触面积, 加快浸出速率, 提

高浸出率; (2) 氧化浸出时, 加入的物质为盐酸、 $NaClO_3$, 利用 $NaClO_3$ 的氧化性, 把 Cu 氧化为 Cu^{2+} ,

本身被还原成 Cl^- , 然后根据化合价的升降法进行配平, 即离子方程式为 $3Cu + ClO_3^- + 6H^+ = 3Cu^{2+} + Cl^- + 3H_2O$;

(3) 滤渣1的成分是 $AgCl$ 和 SnO_2 , 氯化银与氯水发生络合反应, 其化学反应方程式为 $AgCl + 2NH_3 \cdot H_2O = Ag(NH_3)_2Cl + H_2O$;

(4) 根据流程图, 加入水合肼后, 得到粗银, $Ag(NH_3)_2Cl$ 中+1价 $Ag \rightarrow 0$

价, 化合价降低, 被还原, 即水合肼为还原剂, N_2H_4 为二元碱, 在水中的电离与氨的相似, 说明 N_2H_4 为二

元弱碱, 其第一步电离方程式为: $N_2H_4 + H_2O \rightleftharpoons N_2H_5^+ + OH^-$; (5) 粗银的电解冶炼原理与粗铜精炼原理

相同, 因此粗银作阳极, 纯银作阴极, 含有 Ag^+ 溶液作电解液, 即 $AgNO_3$ 为电解质; (6) 根据流程, 得到

Cu 和 Bi , 因此调节pH至0.5~1.0目的是抑制 Cu^{2+} 和 Bi^{3+} 的水解, 有利于 Cu 和 Bi 的生成。

13、(1)硫酸(或硫酸溶液或稀硫酸)



(4) $\text{SnCl}_2 + 2\text{NH}_4\text{HCO}_3 \rightleftharpoons \text{SnO}\downarrow + 2\text{CO}_2\uparrow + 2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$ 温度较低时反应速率小, 温度较高时碳酸氢铵会分解

(5)(沿玻璃棒)向漏斗(或过滤器)中加蒸馏水至浸没沉淀, (静置)待水全部流出后, 重复操作2~3次

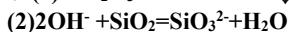
【解析】(1)流程中前部分是溶解除杂过程, 生成碳酸锡(反应1)再加硫酸溶解得到硫酸锡;

(2) SnCl_2 能水解, 用盐酸溶解为了抑制其水解;

(3)信息中提出在酸性条件下, 溶液中的 Sn^{2+} 可被空气中的氧气氧化成 Sn^{4+} ;

(4)根据流程中箭头方向, 进入反应I的物质有 SnCl_2 和 NH_4HCO_3 , 根据元素守恒, 产生的气体为 CO_2 , 生成的沉淀为 SnO , 另一产物应为 NH_4Cl , 反应方程式为 $\text{SnCl}_2 + 2\text{NH}_4\text{HCO}_3 \rightleftharpoons \text{SnO}\downarrow + 2\text{CO}_2\uparrow + 2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$; 主要温度需控制在不高于75℃和不低于75℃有两个方面的原因, 温度低反应速率低产量小, 温度高反应物碳酸氢铵易分解;

(5)“漂洗”沉淀就是洗涤沉淀, 需要直接在过滤器中进行, (沿玻璃棒)向漏斗(或过滤器)中加蒸馏水至浸没沉淀, (静置)待水全部流出后, 重复操作2~3次。

14、(1) $\text{BaS}_2\text{O}_3 + 2\text{H}^+ = \text{Ba}^{2+} + \text{S}\downarrow + \text{SO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 

(3) 降温结晶

(4) 1:2

(5) 复分解反应 温度较高促进 F^- 水解, 使 $c(\text{F}^-)$ 降低 0.01

【解析】(1)步骤①中废钡渣(主要成分为 BaS_2O_3 , 含少量 SiO_2)中的 BaS_2O_3 与盐酸反应除产生 SO_2 外, 还有淡黄色固体硫生成, 反应的离子方程式为 $\text{BaS}_2\text{O}_3 + 2\text{H}^+ = \text{Ba}^{2+} + \text{S}\downarrow + \text{SO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$, 故答案为: $\text{BaS}_2\text{O}_3 + 2\text{H}^+ = \text{Ba}^{2+} + \text{S}\downarrow + \text{SO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$;

(2) 步骤②的目的是中和过量的盐酸, 加入 NaOH 溶液不宜过量, 过量的氢氧化钠会与二氧化硅反应, 离子方程式为 $2\text{OH}^- + \text{SiO}_2 = \text{SiO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$, 故答案为: $2\text{OH}^- + \text{SiO}_2 = \text{SiO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$;

(3) 滤液的主要成分是 BaCl_2 , 还含有少量 NaCl , 根据二者溶解度数据可知, 氯化钡的溶解度随温度的变化比较明显, 而氯化钠的溶解度随温度的变化不大, 步骤③宜采用降温结晶, 故答案为: 降温结晶;

(4) 工业上可用氨水吸收 SO_2 , 并通入空气使其转化为铵态氮肥, 该转化中氧化剂为氧气, 还原剂为 SO_3^{2-} 或 SO_2 , 根据得失电子守恒, 二者物质的量之比为1:2, 故答案为: 1:2;

(5) 步骤④生成 BaF_2 的化学反应方程式为 $\text{BaCl}_2 + 2\text{NH}_4\text{F} = \text{BaF}_2 + 2\text{NH}_4\text{Cl}$, 属于复分解反应, 故答案为: 复分解反应;

①若该反应温度过高, 温度较高促进 F^- 水解, 使 $c(\text{F}^-)$ 降低, 故答案为: 温度较高促进 F^- 水解, 使 $c(\text{F}^-)$ 降低:

$$\text{②所得溶液中 } c(\text{F}^-) = \frac{1}{2} \times (0.22 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} - 0.2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}) = 0.01 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}, c(\text{Ba}^{2+}) = \frac{K_{sp}(\text{BaF}_2)}{c^2(\text{F}^-)} = \frac{1.0 \times 10^{-6}}{(0.01)^2} = \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}, \text{故答案为: } 0.01.$$

15、(1)漏斗 SiO_2

(2) 取步骤III反应后的溶液少量试管中, 加入少量 KSCN 溶液, 若溶液未呈现血红色, 则说明已经进行完全

(3) 防止 NH_4HCO_3 分解、减少 Fe^{2+} 的水解 $2\text{HCO}_3^- + \text{Fe}^{2+} = \text{FeCO}_3\downarrow + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$

高温



(5) 8.8

(6) 7b/10a

【解析】(1) 实验室实现“步骤II”中分离操作所用的玻璃仪器有漏斗、玻璃棒和烧杯等; 该步骤是为了除去 SiO_2 。

(2) 检验步骤III已经进行完全的操作是: 取步骤III反应后的溶液少量试管中, 加入少量 KSCN 溶液, 若溶液未呈现血红色, 则说明已经进行完全。

(3) 步骤V的反应温度一般需控制在35℃以下, 其目的是: 防止 NH_4HCO_3 分解、减少 Fe^{2+} 的水解; 该步骤中反应生成 FeCO_3 的离子反应方程式为 $2\text{HCO}_3^- + \text{Fe}^{2+} = \text{FeCO}_3\downarrow + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

高温

(4) 步骤VI中发生反应的化学反应方程式为 $4\text{FeCO}_3 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 4\text{CO}_2$ 。

(5) 步骤V中, FeCO_3 达到沉淀溶解平衡时, 若 $c(\text{Fe}^{2+}) = 1 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$, 欲使所得的 FeCO_3 中不含有 $\text{Fe}(\text{OH})_2$, 应控制溶液的 $c(\text{OH}^-) \leq \sqrt{\frac{4.9 \times 10^{-17}}{1 \times 10^{-6}}} \text{ mol/L} = 7 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$, 则 $c(\text{H}^+) \geq \frac{1}{7} \times 10^{-8} \text{ mol/L}$, 所以, $\text{pH} \leq 8.8$ 。

(6) 由题意可知, 称取ag样品, 充分“酸溶”“水溶”后过滤, 向滤液中加入足量的 H_2O_2 , 充分反应后加入 NaOH 溶液至不再继续产生沉淀, 经过滤、洗涤、灼烧至固体恒重, 冷却后称得氧化铁的质量为bg, 则 $m(\text{Fe}) = \frac{bg \times 2 \times 56 \text{ g/mol}}{160 \text{ g/mol}} = \frac{7b}{10} \text{ g}$, 所以, 该样品中Fe

$$\text{元素的质量分数为 } \frac{\frac{7b}{10} \text{ g}}{ag} = \frac{7b}{10a}.$$