

## 专题九 工艺流程题

1. (2023·福建宁德市·高一期末) 氨和硝酸是重要的工业产品, 如图是工业合成氨及制备硝酸的流程示意图:



(1) 合成塔中发生反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。

(2) 氨分离器中压强约为 15MPa, 温度约为 -20°C, 分离氨应用了氨\_\_\_\_\_的性质。

(3) 氧化炉中, NH<sub>3</sub> 转化为 NO 的化学方程式为\_\_\_\_\_。标准状况下, 5.6L NH<sub>3</sub> 被氧化为 NO 时转移电子的物质的量为\_\_\_\_\_。

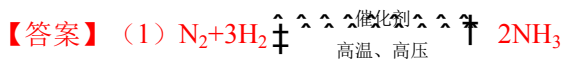
(4) 吸收塔中出来的尾气可用 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 溶液吸收, 主要反应为:



①吸收后的溶液经浓缩、结晶、过滤, 得到 NaNO<sub>2</sub> 晶体。该晶体中的主要杂质是\_\_\_\_\_(填化学式); 吸收后排放的尾气中含量较高的氮氧化物是\_\_\_\_\_(填化学式)。

②根据反应 b, 每产生 22.4L(标准状况下) CO<sub>2</sub> 吸收液质量将增加\_\_\_\_\_g。

(5) 以合成氨为基础的化肥工业对粮食增长的贡献率占 50%左右, 但人类如果过度施用化肥, 对环境造成影响是\_\_\_\_\_(任答 1 点); 为了维持自然界中氮的平衡, 除了合理施用化肥外, 人类还可以采取措施是\_\_\_\_\_(任答 1 点)。



(2) 易液化



(4) NaNO<sub>3</sub> NO 32

(5) 水体富营养化(或土壤酸化板结、赤潮、酸雨光化学烟雾、臭氧层空洞等合理答案)

氨氮废水处理后排(或工业污水处理后排、养殖业污水处理后排、出行多使用公共交通工具,减少私家车使用或植树造林等其他合理答案)

【分析】

在合成塔中,  $N_2$  与  $H_2$  化合生成  $NH_3$ , 在氧化炉里,  $NH_3$  与空气中的  $O_2$  反应, 被氧化成  $NO$ , 进而转化为  $NO_2$ , 在吸收塔中, 氧化炉中产生的  $NO$ 、 $NO_2$  气体与空气中的  $O_2$ 、通入的  $H_2O$  反应生成硝酸, 据此解答。

【详解】

(1) 合成塔中氮气和氢气化合生成氨气, 发生反应的化学方程式为  $N_2 + 3H_2 \xrightarrow[\text{高温、高压}]{\text{催化剂}} 2NH_3$ 。

(2) 氨分离器中压强约为 15MPa, 温度约为  $-20^\circ C$ , 分离氨应用了氨易液化的性质。

(3) 氧化炉中氨气被氧化为  $NO$ ,  $NH_3$  转化为  $NO$  的化学方程式为  $4NH_3 + 5O_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 4NO + 6H_2O$ 。标准状

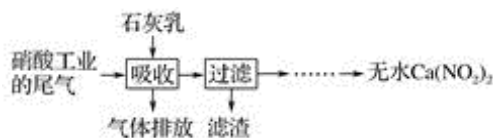
况下,  $5.6L NH_3$  的物质的量是  $5.6L \div 22.4L/mol = 0.25mol$ , 反应中氮元素化合价从  $-3$  价升高到  $+2$  价, 失去 5 个电子, 则被氧化为  $NO$  时转移电子的物质的量为  $1.25mol$ 。

(4) ①吸收后的溶液经浓缩、结晶、过滤, 得到  $NaNO_2$  晶体, 由于可能会发生反应 a, 则该晶体中的主要杂质是  $NaNO_3$ ; 由于  $NO$  不能单独被吸收, 则吸收后排放的尾气中含量较高的氮氧化物是  $NO$ 。

②根据反应 b, 每产生 22.4L(标准状况下)  $CO_2$ , 即 1mol 二氧化碳, 同时消耗 1mol  $NO$  和 1mol 二氧化氮, 则吸收液质量将增加  $30g + 46g - 44g = 32g$ 。

(5) 以合成氨为基础的化肥工业对粮食增长的贡献率占 50%左右, 但人类如果过度施用化肥, 对环境造成影响是水体富营养化(或土壤酸化板结、赤潮、酸雨光化学烟雾、臭氧层空洞等合理答案); 为了维持自然界中氮的平衡, 除了合理施用化肥外, 人类还可以采取措施是氨氮废水处理后排(或工业污水处理后排、养殖业污水处理后排、出行多使用公共交通工具, 减少私家车使用或植树造林等其他合理答案)。

2. (2023·贵州省望谟民族中学高一期末) 利用石灰乳和硝酸工业的尾气(含  $NO$ 、 $NO_2$ )反应, 既能净化尾气, 又能获得应用广泛的  $Ca(NO_2)_2$ , 其部分工艺流程如下:



(1) 一定条件下,  $NO$  与  $NO_2$  可以生成一种新的氧化物, 试写出该反应的化学方程式:  $NO + NO_2 \rightleftharpoons N_2O$ 。

(2) 上述工艺中采用气液逆流接触吸收(尾气从吸收塔底部进入, 石灰乳从吸收塔顶部喷淋), 其目的是\_\_; 滤渣可循环使用, 滤渣的主要成分是\_\_(填化学式)。

(3) 该工艺需控制  $NO$  和  $NO_2$  物质的量之比接近 1 : 1。

若  $n(\text{NO}) : n(\text{NO}_2) > 1 : 1$ ，则会导致\_\_；

若  $n(\text{NO}) : n(\text{NO}_2) < 1 : 1$ ，则会导致\_\_。

(4) 生产中溶液需保持弱碱性，在酸性溶液中  $\text{Ca}(\text{NO}_2)_2$  会发生分解，产物之一是  $\text{NO}$ ，其反应的离子方程式为\_\_。

**【答案】** (1)  $\text{NO} + \text{NO}_2 \xrightarrow{\text{一定条件}} \text{N}_2\text{O}_3$

(2) 使尾气中的  $\text{NO}$ 、 $\text{NO}_2$  被充分吸收  $\text{Ca}(\text{OH})_2$

(3) 排放气体中  $\text{NO}$  含量升高 产品  $\text{Ca}(\text{NO}_2)_2$  中  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  含量升高

(4)  $3\text{NO}_2^- + 2\text{H}^+ = \text{NO}_3^- + 2\text{NO}\uparrow + \text{H}_2\text{O}$

**【分析】**

由流程可知，石灰乳和硝酸工业的尾气(含  $\text{NO}$ 、 $\text{NO}_2$ )反应，生成  $\text{Ca}(\text{NO}_2)_2$ ，过量的石灰乳以滤渣存在，滤液为  $\text{Ca}(\text{NO}_2)_2$  溶液，经过一系列处理得到无水  $\text{Ca}(\text{NO}_2)_2$ 。结合氮的氧化物的性质分析解答。

**【详解】**

(1) 若  $\text{NO}$  与  $\text{NO}_2$  反应生成新的氧化物，必然是  $\text{NO}$  中  $\text{N}$  的化合价升高被氧化， $\text{NO}_2$  中  $\text{N}$  的化合价降低被还原，生成的新的氧化物中  $\text{N}$  的化合价应该介于 +2 和 +4 之间，为 +3 价，反应的化学方程式为  $\text{NO} + \text{NO}_2 \xrightarrow{\text{一定条件}} \text{N}_2\text{O}_3$ ，故答案为： $\text{NO} + \text{NO}_2 \xrightarrow{\text{一定条件}} \text{N}_2\text{O}_3$ ；

(2) 气体上升液体下降，这样气液接触充分，使尾气中  $\text{NO}$ 、 $\text{NO}_2$  与石灰乳充分接触， $\text{NO}$ 、 $\text{NO}_2$  被充分吸收；根据加入的原料及生成物，只有  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  微溶于水，所以滤渣的主要成分为  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ，故答案为：使尾气中  $\text{NO}$ 、 $\text{NO}_2$  被充分吸收； $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ；

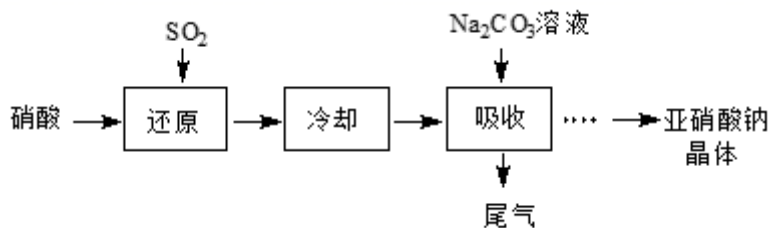
(3) 若  $n(\text{NO}) : n(\text{NO}_2) > 1 : 1$ ，则一氧化氮过量，排放气体中  $\text{NO}$  含量升高；若  $n(\text{NO}) : n(\text{NO}_2) < 1 : 1$ ，则二氧化氮过量，二氧化氮可与石灰乳反应生成  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ，故答案为：排放气体中  $\text{NO}$  含量升高；产品  $\text{Ca}(\text{NO}_2)_2$  中  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  含量升高；

(4) 依据化合价升降守恒， $\text{NO}_2^-$  生成  $\text{NO}$  时氮元素化合价降低，则反应中一部分  $\text{NO}_2^-$  中氮元素的化合价一定升高，可能生成  $\text{NO}_3^-$  或  $\text{NO}_2$ ，但在水溶液中  $\text{NO}_2$  会与水反应生成  $\text{NO}_3^-$ ，所以最终产物为  $\text{NO}_3^-$ ，即反应物是  $\text{NO}_2^-$  和  $\text{H}^+$ ，生成物是一氧化氮，硝酸根和水，反应的离子方程式为  $3\text{NO}_2^- + 2\text{H}^+ = \text{NO}_3^- + 2\text{NO}\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ，故答案为： $3\text{NO}_2^- + 2\text{H}^+ = \text{NO}_3^- + 2\text{NO}\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

**【点睛】**

把握氮的氧化物的性质及发生的氧化还原反应等为解答的关键。本题的易错点为 (3)，要注意  $\text{NO}$  与氢氧化钙不反应，二氧化氮能够与氢氧化钙反应。

3. (2023·江苏镇江市·高一期末) 某课外兴趣小组通过如图所示的流程来制取少量亚硝酸钠晶体( $\text{NaNO}_2$ )，并对其进行纯度测定和相关性质的实验。



已知：①  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{NO} + \text{NO}_2 = 2\text{NaNO}_2 + \text{CO}_2$ ； $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{NO}_2 = \text{NaNO}_2 + \text{NaNO}_3 + \text{CO}_2$

②  $\text{NaNO}_2$  是白色固体，易被氧化。

(1) 生产过程中， $\text{SO}_2$  从底部通入，硝酸从顶部以雾状喷下，其目的是\_\_\_\_\_。写出“还原”步骤中生成  $\text{NO}_2$  反应的离子方程式\_\_\_\_\_。

(2) 若使“吸收”步骤中  $\text{NO}$ 、 $\text{NO}_2$  完全转化为  $\text{NaNO}_2$ ，则理论上“还原”步中  $\text{SO}_2$  与  $\text{HNO}_3$  的物质的量之比为\_\_\_\_\_。

(3) 该课外兴趣小组对实验制取的  $\text{NaNO}_2$  晶体进行纯度测定：

a. 称取 2.000g 样品，将其配成 250 mL 溶液

b. 先向锥形瓶内加入 40.00 mL  $0.100\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的  $\text{H}_2\text{SO}_4$  溶液，加热至  $40\sim 50^\circ\text{C}$ ，冷却后再向其中加入 20.00 mL  $0.10\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$   $\text{KMnO}_4$  溶液，充分混合。

c. 最后用待测的样品溶液与锥形瓶内溶液恰好完全反应，重复三次，平均消耗样品溶液 50.00 mL。( $\text{NaNO}_2$  与  $\text{KMnO}_4$  反应的关系式为： $2\text{KMnO}_4 - 5\text{NaNO}_2$ )

① 测定过程中应迅速操作，不宜耗时过长，否则测定的数值将会偏小，原因是\_\_\_\_\_。

② 通过计算，该样品中  $\text{NaNO}_2$  的质量分数是\_\_\_\_\_，可能含有的杂质有  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、和\_\_\_\_\_。

(4) 该课外兴趣小组将  $\text{NaNO}_2$  溶液逐滴加入到含淀粉 KI 的酸性溶液中，溶液变蓝，同时放出  $\text{NO}$  气体，该反应的离子方程式是\_\_\_\_\_。

**【答案】** (1) 气液逆向吸收，使硝酸与  $\text{SO}_2$  充分反应  $\text{SO}_2 + 2\text{NO}_3^- = \text{SO}_4^{2-} + 2\text{NO}_2$

(2) 1 : 1

(3)  $\text{NaNO}_2$  被空气中的  $\text{O}_2$  氧化 86.25%  $\text{NaHCO}_3$ 、 $\text{NaNO}_3$

(4)  $2\text{NO}_2^- + 2\text{I}^- + 4\text{H}^+ = 2\text{NO}\uparrow + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

**【分析】**

硝酸中通入二氧化硫发生氧化还原反应，冷却后生成的气体用碳酸钠吸收生成亚硝酸钠和二氧化碳，蒸发结晶得到亚硝酸钠晶体。

**【详解】**

(1) 硝酸溶液中通入二氧化硫被还原，SO<sub>2</sub>从底部通入，硝酸从顶部以雾状喷下增大硝酸和二氧化硫接触面积使之充分反应；发生反应的离子方程式为： $\text{SO}_2 + 2\text{NO}_3^- = \text{SO}_4^{2-} + 2\text{NO}_2$ ；

(2) 若使“吸收”步骤中 NO<sub>x</sub> 完全转化为 NaNO<sub>2</sub>，发生反应  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{NO} + \text{NO}_2 = 2\text{NaNO}_2 + \text{CO}_2$ ，二氧化硫和硝酸反应生成 NO 和 NO<sub>2</sub> 物质的量之比为 1：1，结合电子守恒计算得到 SO<sub>2</sub> 与 HNO<sub>3</sub> 的物质的量之比： $\text{HNO}_3 \sim \text{NO} \sim 3\text{e}^-$ ， $\text{HNO}_3 \sim \text{NO}_2 \sim \text{e}^-$ ，电子转移总数  $4\text{e}^-$ ， $\text{SO}_2 \sim \text{H}_2\text{SO}_4 \sim 2\text{e}^-$ ，结合电子守恒计算得到 SO<sub>2</sub> 与 HNO<sub>3</sub> 的物质的量之比=1：1；

(3) ①整个测定过程中应迅速操作，不宜耗时过长，时间过长 NaNO<sub>2</sub> 被空气中的氧气氧化，否则样品的纯度测定偏小；

②  $\frac{2\text{KMnO}_4}{0.020\text{L} \times 0.1\text{mol/L}} \sim \frac{5\text{NaNO}_2}{n}$ ， $n=0.005\text{mol}$ ，250mL 溶液中含亚硝酸钠物质的量

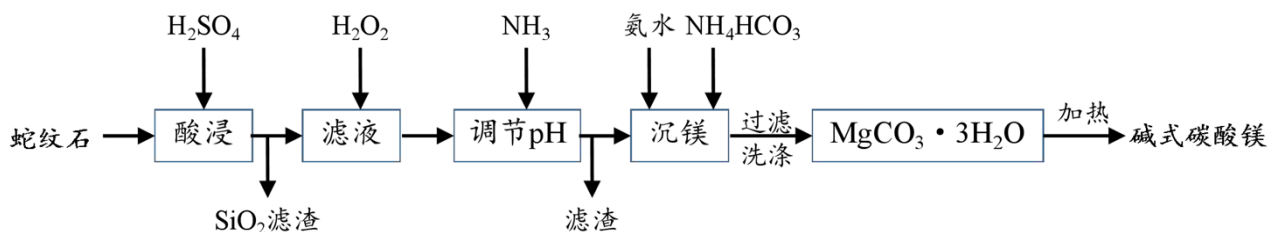
$=0.005\text{mol} \times \frac{250}{50} = 0.025\text{mol}$ ，该样品中 NaNO<sub>2</sub> 的质量分数  $= \frac{0.025\text{mol} \times 69\text{g/mol}}{2.00\text{g}} \times 100\% = 86.25\%$ ；

亚硝酸钠制备过程分析可知：可能含杂质是被氧化生成的硝酸钠、剩余的碳酸钠或反应生成的碳酸氢钠，化学式为：Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>、NaHCO<sub>3</sub>、NaNO<sub>3</sub>；

故答案为：86.25%；NaHCO<sub>3</sub>、NaNO<sub>3</sub>；

(4) 将 NaNO<sub>2</sub> 溶液逐滴加入到含淀粉 KI 的酸性溶液中，溶液变蓝，同时放出 NO 气体，说明亚硝酸根离子氧化碘离子生成碘单质，反应的离子方程式为： $2\text{NO}_2^- + 2\text{I}^- + 4\text{H}^+ = 2\text{NO} \uparrow + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

4. (2023·江苏常州市·高一期末) 蛇纹石是一种天然富镁矿物，主要成分为 Mg<sub>3</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(OH)<sub>4</sub>，还含有少量 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、FeO 等杂质。现用蛇纹石来制取碱式碳酸镁[Mg<sub>2</sub>(OH)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>]，其工艺流程如下：



回答下列问题：

- (1) 镁元素在元素周期表中的位置是\_\_\_\_\_；
- (2) 加入的 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 可将溶液中的 Fe<sup>2+</sup>氧化成 Fe<sup>3+</sup>，该步骤操作时应严格控制反应在较低温度下进行，其目的是\_\_\_\_\_；
- (3) 通入 NH<sub>3</sub> 调节 pH，得到的滤渣主要充分是 Fe(OH)<sub>3</sub> 和\_\_\_\_\_；

(4) 沉镁时先加入氨水进行预氨化处理，但氨水的加入量不宜过多，原因是\_\_\_\_\_；

(5) 写出加热  $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  生成碱式碳酸镁的化学方程式\_\_\_\_\_。

**【答案】** (1) 第三(或 3)周期第 IIA 族

(2) 防止  $\text{H}_2\text{O}_2$  受热分解

(3)  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ；

(4) 氨水过量会导致生成氢氧化镁沉淀，影响  $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  的产率

(5)  $2[\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}] \xrightarrow{\Delta} \text{Mg}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + 5\text{H}_2\text{O}$

**【分析】**

蛇纹石加硫酸酸浸后过滤， $\text{SiO}_2$  难溶于稀硫酸成为滤渣，滤液中含有  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  等阳离子，加入双氧水将  $\text{Fe}^{2+}$  氧化成更容易产生沉淀的  $\text{Fe}^{3+}$ ，之后通入氨气调节 pH 使  $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$  转化为沉淀除去，过滤后向滤液中加入氨水和  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  得到  $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ，加热分解得到碱式碳酸镁。

**【详解】**

(1) Mg 为 12 号元素，位于第三(或 3)周期第 IIA 族；

(2) 双氧水受热易分解，所以应严格控制反应在较低温度下进行，防止  $\text{H}_2\text{O}_2$  受热分解；

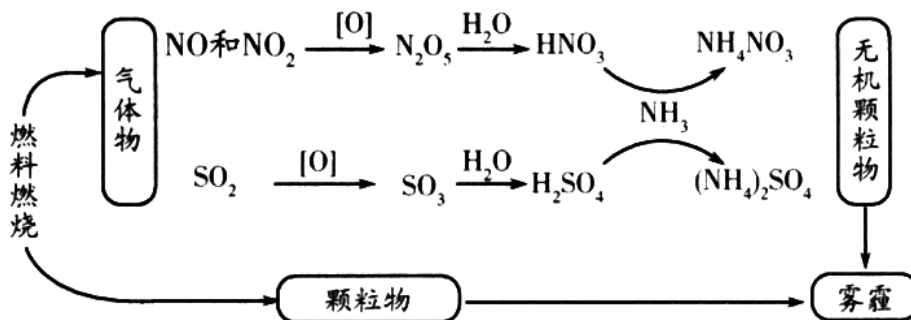
(3) 双氧水氧化后存在的主要杂质金属阳离子为  $\text{Al}^{3+}$  和  $\text{Fe}^{3+}$ ，所以通入  $\text{NH}_3$  调节 pH，得到的滤渣主要充分是  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  和  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ；

(4) 氢氧化镁比碳酸镁更容易沉淀，若氨水加入量过多会导致生成氢氧化镁沉淀，影响  $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  的产率；

(5) 根据元素守恒可得加热  $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  生成碱式碳酸镁的化学方程式为

$2[\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}] \xrightarrow{\Delta} \text{Mg}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + 5\text{H}_2\text{O}$ 。

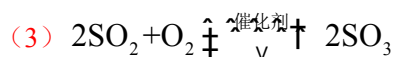
5. (2023·淮北市树人高级中学高一期末) 我国“蓝天保卫战”成果显著，肆虐的雾霾逐渐被遏止。科学家研究发现含氮化合物和含硫化合物在形成雾霾时与大气中的氨有关，转化关系如图所示：



回答下列问题：

- (1) 从物质分类的角度看，图中的物质属于酸性氧化物的有\_\_\_\_\_ (写化学式)。
- (2) 图中物质溶于水溶液呈碱性的是\_\_\_\_\_。
- (3) 写出  $\text{SO}_2$  转化为  $\text{SO}_3$  的化学方程式\_\_\_\_\_。
- (4) 工业上利用氨气制备一氧化氮，反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。
- (5) 实验室长期保存浓硝酸，需使用棕色试剂瓶，并放置在阴凉处，其原因为\_\_\_\_\_ (用化学方程式表示)。
- (6) 氨气与一氧化氮( $\text{NO}$ )在一定条件下反应可生成对空气无污染的物质，该反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。

**【答案】** (1)  $\text{SO}_2$ 、 $\text{SO}_3$ 、 $\text{N}_2\text{O}_5$  (2)  $\text{NH}_3$



**【分析】**

本题将氮的氧化物、硫的氧化物和环境保护相结合，图中表示将空气中的  $\text{NO}$ 、 $\text{NO}_2$  和  $\text{SO}_2$  转化为硝酸、硫酸，再和氨气反应得到铵盐的过程，铵盐是一种优质的氮肥，实现了污染物的二次利用。

**【详解】**

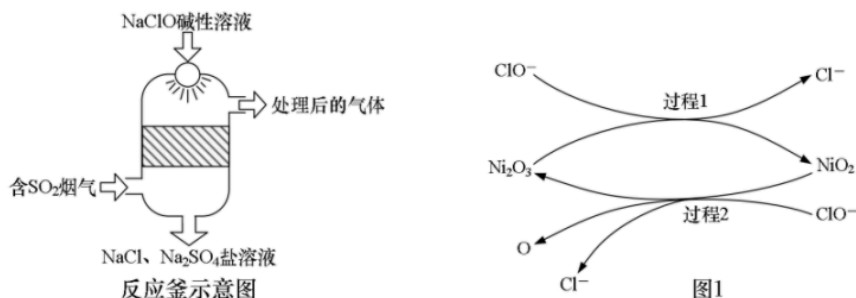
- (1) 酸性氧化物是能与碱反应得到盐和水的氧化物，符合要求的有  $\text{SO}_2$ 、 $\text{SO}_3$  和  $\text{N}_2\text{O}_5$ ；
- (2) 图中物质溶于水呈碱性的只有  $\text{NH}_3$ ；
- (3) 二氧化硫在催化剂存在可以转化为三氧化硫： $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow[\text{V}]{\text{催化剂}} 2\text{SO}_3$ ；
- (4) 氨气经催化氧化可以形成一氧化氮： $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow[\text{高温}]{\text{催化剂}} 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ ；
- (5) 浓硝酸见光或受热时易分解，因此要保存在棕色试剂瓶中： $4\text{HNO}_3 \xrightarrow{\text{光照}} 4\text{NO}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ；
- (6) 氨气中的氮为-3价，一氧化氮中的氮为+2价，因此二者可以在一定条件下发生归中反应得到氮气： $6\text{NO} + 4\text{NH}_3 = 5\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ 。

6. (2023·江苏南通市·高一期末) 控制和治理二氧化硫，是解决酸雨问题的有效途径。



(1)  $\text{SO}_2$  是酸性氧化物，可用  $\text{NaOH}$  溶液吸收含  $\text{SO}_2$  的尾气，该反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。

(2) 用  $\text{NaClO}$  碱性溶液吸收二氧化硫。工业上控制在  $40^\circ\text{C}\sim 50^\circ\text{C}$  时，将含有  $\text{SO}_2$  的烟气和  $\text{NaClO}$  碱性溶液按图示方式通入反应釜，发生反应： $\text{NaClO} + \text{SO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ 。

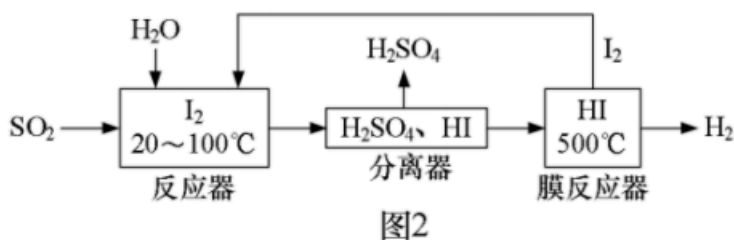


① 该反应中， $\text{SO}_2$  表现出\_\_\_\_\_ (填写具体化学性质)。

② 反应釜中采用“气—液逆流”接触吸收法的优点是\_\_\_\_\_。

③ 为了提高  $\text{SO}_2$  的吸收效率，工业上常加  $\text{Ni}_2\text{O}_3$  作催化剂，催化过程如图 1 所示。在催化过程中，反应产生的四价镍和氧原子具有强氧化能力，能加快吸收速度。试写出过程 2 的离子方程式：\_\_\_\_\_。

(3) 碘、水吸收二氧化硫，具体流程如图 2 所示。



已知： $\text{I}_2$  易升华；硫酸是高沸点含氧酸， $\text{HI}$  易挥发。

① 在反应器中，控制温度不超过  $100^\circ\text{C}$  的目的是\_\_\_\_\_。

② 在分离器中，分离  $\text{H}_2\text{SO}_4$  和  $\text{HI}$  的方法为\_\_\_\_\_ (填字母)。

a. 过滤 b. 蒸馏 c. 结晶

③ 碘、水吸收二氧化硫的总反应方程式为\_\_\_\_\_。

④ 该工艺中可以循环使用的物质是\_\_\_\_\_。

**【答案】** (1)  $\text{SO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

(2) 还原性 让烟气和吸收液充分接触，提高  $\text{SO}_2$  的吸收效率。  $2\text{NiO}_2 + \text{ClO}^- = \text{Ni}_2\text{O}_3 + \text{Cl}^- + 2\text{O}$

(3) 防止温度过高时水气化且增大碘的流失 b  $2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$  (条件不扣分)  $\text{I}_2$

**【详解】**

(1)  $\text{SO}_2$  与  $\text{NaOH}$  反应生成亚硫酸钠和水，化为方程式为  $\text{SO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ；

(2) ①该反应中  $\text{SO}_2$  中 S 元素化合价由+4 价变为+6 价被氧化，表现还原性；

②“气—液逆流”接触吸收法可以让烟气和吸收液充分接触，提高  $\text{SO}_2$  的吸收效率；

③据图可知过程 2 中反应物为  $\text{NiO}_2$  和  $\text{ClO}^-$ ，生成物为  $\text{Ni}_2\text{O}_3$ 、 $\text{O}$ 、 $\text{Cl}^-$ ，根据元素守恒和电子守恒可得离子方程式为  $2\text{NiO}_2 + \text{ClO}^- = \text{Ni}_2\text{O}_3 + \text{Cl}^- + 2\text{O}$ ；

(3) ①根据题意可知  $\text{I}_2$  易升华，且温度过高水会变成水蒸气，所以控制温度不超过  $100^\circ\text{C}$  的目的是防止温度过高时水气化且增大碘的流失；

②硫酸是高沸点含氧酸， $\text{HI}$  易挥发，二者沸点相差较大，所以可以蒸馏分离，故选 b；

③根据流程图可知整个过程中碘、水吸收二氧化硫后生成了  $\text{H}_2\text{SO}_4$ 、 $\text{H}_2$ ，碘单质经过各个流程后又变回碘单质，所以总反应为  $\text{SO}_2$  与  $\text{H}_2\text{O}$  反应生成  $\text{H}_2\text{SO}_4$ 、 $\text{H}_2$ ，化学方程式为  $2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$ ；

④碘单质经过各个流程后又变回碘单质，可以循环使用。

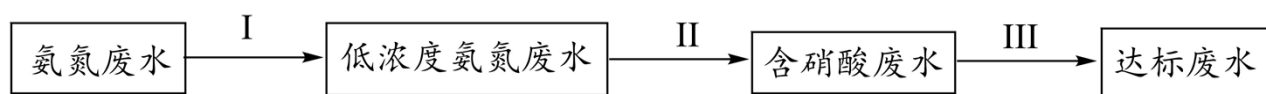
7. (2023·山东枣庄市·滕州市第一中学新高一期末)“环境就是民生，青山就是美丽，蓝天也是幸福。“拥有天蓝、地绿、水净的美好家园，是每个中国人的梦想。回答下列问题：

(1) 排放到大气中的氮的氧化物，会造成\_\_\_污染。

(2) 化肥、炼油、稀土、钢铁等工业都会排放出高浓度的氨氮废水。氨氮废水是造成河流及湖泊富营养化的主要因素。

①某氮肥厂产生的氨氮废水中的氮元素多以  $\text{NH}_4^+$  和  $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$  形式存在，为达到变废为宝回收利用的目的。可采取的方法是\_\_\_。

②某团队设计处理流程如下：



过程 II 为硝化过程，在微生物的作用下实现  $\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}_3^-$  的转化，在碱性条件下  $\text{NH}_4^+$  被氧气氧化成  $\text{NO}_3^-$  的总反应离子方程式为\_\_\_。

过程 III 为反硝化过程，向一定条件下的废水中加入甲醇 ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) 实现  $\text{HNO}_3 \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{N}_2$  的转化，将  $1\text{mol}$   $\text{NO}_2^-$  完全转化为  $\text{N}_2$ ，转移的电子数为\_\_\_。

(3) 磷酸生产及煤燃烧产生的废气  $\text{SO}_2$  等会对大气造成污染。

①为防止工业煤燃烧产生  $\text{SO}_2$ ，常向燃煤中加入  $\text{CaCO}_3$  浆状物进行脱硫，脱硫的产物用于制造石膏。脱硫反应的化学方程式为\_\_\_。

②某兴趣小组对取得的酸雨样品进行 pH 测定，随着的筒的推移，得到以下数据 (pH 越小，酸性越强)。

时间/h	开始	8	16	24	32	40	48
pH	5.0	4.8	4.5	4.3	4.2	4.0	4.0

雨水 pH 变化的主要原因是\_\_\_（用化学方程式表示）。

③某硫酸化工厂，使用一种含杂质为 25% 的黄铁矿石（ $\text{FeS}_2$ ）为原料。若取 2 吨该矿石，可制得 98% 的浓硫酸\_\_\_吨（假设生产过程中 96%  $\text{SO}_2$  转化为  $\text{SO}_3$ ）。

**【答案】**（1）光化学烟雾

（2）加入氢氧化钠溶液并加热将氨气赶出回收（或加入氢氧化钠溶液并加热将氨气赶出回收，或加入硫酸制成氮肥硫酸铵（答案合理即可）  $\text{NH}_4^+ + 2\text{OH}^- + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{微生物}} \text{NO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O}$   $3N_A$

（3） $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{CaCO}_3 = 2\text{CaSO}_4 + 2\text{CO}_2$  雨水样品中的  $\text{SO}_2$  和  $\text{H}_2\text{SO}_3$  不断被空气中的氧气氧化生成强酸（ $\text{H}_2\text{SO}_4$ ），所以 pH 随时间的延长， $\text{H}^+$  浓度增大，pH 下降，到全部氧化后，溶液中形成  $\text{H}_2\text{SO}_4$  不会继续氧化和挥发，pH 不再发生变化 2.4t

**【分析】**

（1）氮的氧化物，会造成光化学烟雾污染；

（2）① $\text{NH}_4^+$  和  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  可转化成硝酸、氨气或氮肥硫酸铵等回收利用，据此分析；

②在碱性条件下  $\text{NH}_4^+$  被氧气氧化成  $\text{NO}_3^-$ ，同时氧气被还原成  $\text{H}_2\text{O}$ ，据此分析；

（3）①向燃煤中加入  $\text{CaCO}_3$  浆状物进行脱硫制石膏，是二氧化硫、碳酸钙及氧气反应生成了  $\text{CaSO}_4$  和  $\text{CO}_2$ ，据此分析；

②雨水样品中的  $\text{SO}_2$  和  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ，不断被空气中的氧气氧化生成强酸（ $\text{H}_2\text{SO}_4$ ），全部氧化后，溶液中形成  $\text{H}_2\text{SO}_4$  不会继续氧化和挥发，据此分析；

③由黄铁矿制备硫酸的过程为： $\text{FeS}_2 \sim 2\text{SO}_2 \sim 2\text{SO}_3 \sim 2\text{H}_2\text{SO}_4$ ，依据硫原子个数守恒找到  $\text{FeS}_2$  与  $\text{H}_2\text{SO}_4$  的关系进行计算；

**【详解】**

（1）排放到大气中的氮的氧化物，会造成光化学烟雾污染，

故答案为：光化学烟雾；

（2）①氨氮废水中的氮元素多以  $\text{NH}_4^+$  和  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  形式存在，为达到变废为宝回收利用的目的，可往废水中加入氧化剂氧化成硝酸回收利用，或加入氢氧化钠溶液并加热将氨气赶出回收，或加入硫酸制成氮肥硫酸铵，（答案合理即可）

故答案为：加入氢氧化钠溶液并加热将氨气赶出回收（或加入氧化剂氧化成硝酸回收利用，或加入硫酸制成氮肥硫酸铵（答案合理即可）；

②过程Ⅱ为硝化过程，在微生物的作用下实现  $\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}_3^-$  的转化，在碱性条件下  $\text{NH}_4^+$  被氧气氧化成  $\text{NO}_3^-$  的总反应离子方程式为： $\text{NH}_4^+ + 2\text{OH}^- + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{微生物}} \text{NO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O}$ ；

过程Ⅲ向一定条件下的废水中加入甲醇（ $\text{CH}_3\text{OH}$ ）实现  $\text{HNO}_3 \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{N}_2$  的转化，将  $1\text{mol}$   $\text{NO}_2^-$  完全转化为  $\text{N}_2$  时， $\text{NO}_2^-$  的氮元素由为+3价转化为  $\text{N}_2$  中的 0 价，根据原子守恒可知转移的电子数为  $3\text{mol}$ ，即转移的电子数为  $3N_A$ ，

故答案为： $\text{NH}_4^+ + 2\text{OH}^- + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{微生物}} \text{NO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O}$ ； $3N_A$ ；

(3) ①向燃煤中加入  $\text{CaCO}_3$  浆状物进行脱硫，脱硫的产物用于制造石膏，说明煤燃烧产生  $\text{SO}_2$  和  $\text{CaCO}_3$  反应生成了石膏  $\text{CaSO}_4$ ，反应的方程式为： $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{CaCO}_3 = 2\text{CaSO}_4 + 2\text{CO}_2$ ，

故答案为： $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{CaCO}_3 = 2\text{CaSO}_4 + 2\text{CO}_2$ ；

②雨水样品中的  $\text{SO}_2$  和  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ，不断被空气中的氧气氧化生成强酸（ $\text{H}_2\text{SO}_4$ ），所以 pH 随时间的延长， $\text{H}^+$  浓度增大，pH 下降，到全部氧化后，溶液中形成  $\text{H}_2\text{SO}_4$  不会继续氧化和挥发，pH 不再发生变化，

故答案为：雨水样品中的  $\text{SO}_2$  和  $\text{H}_2\text{SO}_3$  不断被空气中的氧气氧化生成强酸（ $\text{H}_2\text{SO}_4$ ），所以 pH 随时间的延长， $\text{H}^+$  浓度增大，pH 下降，到全部氧化后，溶液中形成  $\text{H}_2\text{SO}_4$  不会继续氧化和挥发，pH 不再发生变化；

③依据反应前后硫元素质量不变可知： $\text{FeS}_2 \sim 2\text{SO}_2 \sim 2\text{SO}_3 \sim 2\text{H}_2\text{SO}_4$ ，设制备浓硫酸的质量为  $m$ ，生产过程中  $96\%\text{SO}_2$  转化为  $\text{SO}_3$ ，则

$$\begin{array}{ccc} \text{FeS}_2 \sim & 2\text{SO}_2 \sim & 2\text{SO}_3 \sim 2\text{H}_2\text{SO}_4 \\ 120 & & 196 \\ 2t \times 75\% \times 96\% & & m \times 98\% \end{array},$$

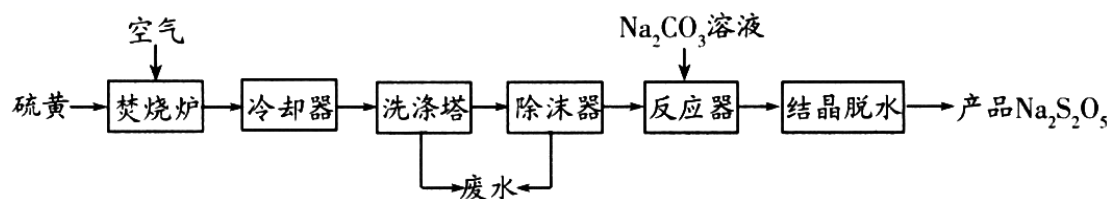
$$2t \times 75\% \times 96\% \times 196 = 120 \times m \times 98\%, \text{ 解得 } m \approx 2.4t,$$

故答案为：2.4t。

### 【点睛】

雨水样品中的  $\text{SO}_2$  和  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ，不断被空气中的氧气氧化生成强酸（ $\text{H}_2\text{SO}_4$ ），全部氧化后，溶液中形成  $\text{H}_2\text{SO}_4$  不会继续氧化和挥发。

8. (2023·山东潍坊市·高一期末) 焦亚硫酸钠( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ )是葡萄酒中常用的抗氧化剂。一种以硫黄为原料制取  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$  的生产工艺如下：



已知：结晶脱水发生的反应： $2\text{NaHSO}_3 = \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O}$

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/715144110343012001>