

第四章 非金属及其化合物

第1节 氯及其化合物



刷基础

1. B 考查点 ▶ 氯及其化合物的性质和用途

【解析】氯气具有氧化性，氢气在氯气中燃烧生成氯化氢，氯化氢溶于水可制得盐酸，与氯气显黄绿色无关，A 错误；氯气能与 NaOH 溶液反应生成氯化钠、次氯酸钠和水，常用于制作漂白液，B 正确；次氯酸具有强氧化性，可用作漂白剂，与其是弱电解质无关，C 错误；四氯化碳不能燃烧，可用作灭火剂，与其难溶于水无关，D 错误。

2. A 考查点 ▶ 氯气与非金属单质的反应

【解析】气体 a 是 H_2 ，氢气在氯气中燃烧生成氯化氢，A 错误；氢气与 Cl_2 的混合气体在光照条件下发生爆炸，工业上不能采用光照混合气体的方法制备 HCl，B 正确；反应生成 HCl，氯化氢在瓶口形成酸雾，故在集气瓶口有白雾生成，C 正确；氯气有毒且该反

应为燃烧反应，故需要 、 等图标进行提示，D 正确。

3. C 考查点 ▶ 氯气的性质及用途、氯气的实验室制法

【解析】二氧化锰与浓盐酸共热可生成氯气，A 不符合题意；生成的氯气中混有挥发出的 HCl 气体和水分，需先经过饱和食盐水除 HCl，再经过浓硫酸干燥，B 不符合题意；氯气会与碱石灰反应，被消耗，C 符合题意； Br_2 的水溶液呈棕黄色，溶液变棕黄，说明氯气可将溴离子氧化为溴单质，证明氯气具有氧化性，D 不符合题意。

4. B 考查点 ▶ 氯气的性质

【解析】氯气遇到石蕊溶液先变红后褪色，原因是氯气与水反应生成的盐酸和次氯酸具有酸性，次氯酸具有漂白性，而非氯气，A 错误；氯气和碘化钾溶液反应生成碘单质，淀粉遇到碘单质变蓝，B 正确；氯气将氯化亚铁氧化为氯化铁，铁离子遇到硫氰化钾

易错点

溶液显红色，并不形成沉淀，C 错误；根据氧化剂的氧化性强于氧化产物的氧化性，可知氧化性： $Cl_2 > I_2$ 、 $Cl_2 > Fe^{3+}$ ，但是无法根据实验现象判断 Fe^{3+} 和 I_2 之间氧化性的关系，D 错误。

刷有所得

本题实质是考查氯气的性质，氯气在有水存在的条件下体现出氯水性质的多样性，遇还原剂体现氯气的强氧化性。

5. B 考查点 ▶ 有关 Cl_2 性质的实验

【解析】向 NaI、淀粉混合溶液中通入 Cl_2 ， Cl_2 将 I^- 氧化为 I_2 ，溶液变为蓝色，A 正确；向品红溶液中通入 Cl_2 ，品红褪色，加热后不

易错点

能恢复红色，氯水因具有强氧化性而具有漂白性， SO_2 则依靠与有色物质结合而使其褪色，二者的漂白原理不同，B 错误；向 $AgNO_3$ 溶液中通入 Cl_2 ， Cl_2 与水反应生成的 Cl^- 与 Ag^+ 结合为 AgCl 沉淀，使澄清溶液变浑浊，C 正确；向 $FeSO_4$ 、KSCN 混合溶液中通入 Cl_2 ， Cl_2 能将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ，溶液变为红色，D 正确。

6. A 考查点 ▶ 海带提碘流程分析

【解析】操作①为灼烧，玻璃棒的作用为搅拌，操作②为溶解，玻璃棒的作用为搅拌，操作③为过滤，玻璃棒的作用为引流，A 错误；操作④中， H_2O_2 将 I^- 氧化成 I_2 ，反应的离子方程式为 $H_2O_2 +$

$2\text{I}^- + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$, B 正确; 操作⑤为萃取, 可以用苯或 CCl_4 萃取 I_2 , C 正确; 操作⑥的目的是分离 I_2 和有机溶剂, 可以用蒸馏的方法, D 正确。

易错点

刷提分

1. B 考查点 ▶ 氯及其化合物的性质和转化

【解析】由题图可知, a 为氯气、b 为氯化氢、c 为氯化钠、d 为次氯酸钠、e 为次氯酸、f 为氯酸钠。b 是 HCl , 在化学反应中, 氢元素的化合价可降低, 氯元素的化合价可升高, 故在化学反应中 HCl 既能被还原, 也能被氧化, A 正确; c 为 NaCl , 电解熔融 NaCl 可得到钠单质, B 错误; 可以将氯气通入 NaOH 溶液中得到次氯酸钠, 再通入二氧化碳可得到次氯酸, 故可实现 $\text{a} \rightarrow \text{d} \rightarrow \text{e}$ 的一步转化, C 正确; f 的阴离子为 ClO_3^- , 其中心原子 Cl 为 sp^3 杂化, 且含有 1 个孤电子对, 故其空间结构为三角锥形, D 正确。

2. C 突破点 ▶ 氯气的性质和用途, 包括氯气与金属单质的反应、氯气与还原性化合物的反应、氯气和水的反应

思路分析

带孔的黑匣子制备氯气, 通过氯化钙干燥。氯气与水反应生成 HCl 与 HClO , HClO 具有漂白性, 因此湿润的蓝色石蕊试纸先变红后褪色; 氯气不具备漂白性, 因此干花不褪色; 铁粉与 Cl_2 在加热的条件下剧烈反应生成氯化铁; 氯气具有氧化性, 可氧化 I^- 生成 I_2 , 淀粉- KI 溶液变蓝, 用氢氧化钠溶液吸收多余的氯气。

【解析】氯气不具备漂白性, 因此干花不褪色, A 错误; 氯气与水反应生成 HCl 与 HClO , HClO 具有漂白性, 因此湿润的蓝色石蕊

关键点

试纸先变红后褪色, B 错误; 氯气具有氧化性, 可氧化 I^- 生成 I_2 , 故淀粉- KI 溶液变蓝, C 正确; 铁粉与 Cl_2 在加热的条件下剧烈反应生成氯化铁, 放出棕红或棕黄色烟, D 错误。

3. B 考查点 ▶ 新制氯水的性质

【解析】新制氯水存在平衡: $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$, 新制氯水显酸性, 能使紫色石蕊溶液变红, 具有漂白性, 溶液先变红后褪色, A 正确; 碳酸的酸性比 HClO 的酸性强, 根据强酸制弱酸原理

关键点

可知, 实验②发生的反应为 $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, B 错误; 新制氯水中含有 Cl^- , 和 Ag^+ 反应生成 AgCl 白色沉淀, 离子方程式为 $\text{Cl}^- + \text{Ag}^+ \rightleftharpoons \text{AgCl} \downarrow$, C 正确; Cl_2 具有强氧化性, 可以氧化 Fe^{2+} , 离子方程式为 $\text{Cl}_2 + 2\text{Fe}^{2+} \rightleftharpoons 2\text{Cl}^- + 2\text{Fe}^{3+}$, D 正确。

刷有所得

新制氯水中含有的分子有 Cl_2 、 HClO 、 H_2O 三种, 其中以 Cl_2 为主; 含有的离子有 H^+ 、 Cl^- 、 ClO^- 、 OH^- (少量) 四种。长期放置的氯水, 由于 HClO 易分解、 Cl_2 全部反应, 氯水最终变为稀盐酸。做题时需要重点体会以下两点区别:

- (1) 表现 Cl_2 的性质: ①氯水呈黄绿色; ②新制氯水具有强氧化性。
- (2) 表现 HClO 的强氧化性: 杀菌、消毒、漂白。

4. C 突破点 ▶ 含氯消毒液与 FeSO_4 溶液的反应过程分析

【解析】原“84”消毒液中, NaClO 的浓度约为 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $\text{pH} =$

13, 结合图乙, HClO 的电离常数 $K_a = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{ClO}^-)}{c(\text{HClO})} = 10^{-7.5} \approx$

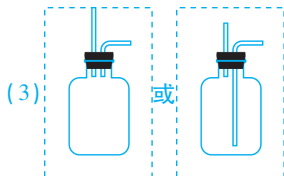
$\frac{10^{-13} \times 1}{c(\text{HClO})}$, 则 $c(\text{HClO}) \approx 10^{-5.5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, A 错误; 根据图甲, AB

段为碱性环境, 存在大量 OH^- , Fe^{2+} 被氧化的反应为 $\text{ClO}^- + 2\text{Fe}^{2+} + 4\text{OH}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{Cl}^-$, B 错误; AB 段溶液中原有存

在的 OH^- 反应完全后,由图乙知 BC 段 pH 范围内, ClO^- 的物质的量分数大于 HClO , BC 段发生反应 $5\text{ClO}^- + 2\text{Fe}^{2+} + 5\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{Cl}^- + 4\text{HClO}$, 生成弱酸 HClO , BC 段 pH 缓慢下降, 由图乙知 CD 段 pH 范围内 HClO 的物质的量分数大于 ClO^- , 滴入 FeSO_4 溶液, HClO 氧化 Fe^{2+} , 发生反应 $\text{HClO} + 2\text{Fe}^{2+} + 5\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{Cl}^- + 5\text{H}^+$, 生成强酸 HCl , CD 段 pH 迅速下降, C 正确; 反应进行至 400 s 后, 反应仍进行, D 错误。

5. (1) 分液漏斗 $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- \xrightarrow{\Delta} \text{Mn}^{2+} + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 饱和食盐水

(2) 防止三颈烧瓶内温度过高, 生成 NaClO_3 杂质



(4) ①40.0 ②第 6 次注入 H_2O_2 溶液后, 产生气体的总体积不变, 说明 NaClO 已消耗完, 若 NaClO 作催化剂, 则其量不变, 产生的气体的总体积应增加 (或第 5 次注入 H_2O_2 溶液后, 气体体积增加 10 mL , 说明 NaClO 不足, 若 NaClO 作催化剂, 产生的气体应为 20 mL)

(5) ① $\text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}^- + \text{O}_2 \uparrow$ ②0.17%

突破点 ▶ 酸碱中和滴定原理的应用、物质制备的探究、氯气和碱溶液的反应

思路分析

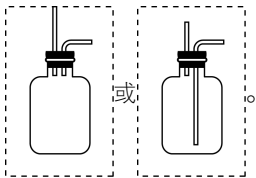
实验中利用浓盐酸与二氧化锰共热制取氯气:

$\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。通过装置 B (饱和食盐水) 除去氯化氢气体, 避免氯化氢进入装置 C 与氢氧化钠溶液反应, 降低产品产率。氯气进入装置 C 以后, 与氢氧化钠溶液反应制取 84 消毒液, 反应的化学方程式为 $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} \rightleftharpoons \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$ 。剩余氯气用氢氧化钠溶液吸收, 避免污染空气, 装置 D 为防倒吸装置。

【解析】 (1) 仪器 a 的名称为分液漏斗。加热条件下, 圆底烧瓶中浓盐酸与二氧化锰反应制氯气, 离子方程式为 $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- \xrightarrow{\Delta} \text{Mn}^{2+} + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。B 中试剂的作用是除去氯化氢气体, 避免氯化氢进入 C 装置与氢氧化钠溶液反应, 降低产品产率, 所以应是饱和食盐水。

(2) 温度高于 $40\text{ }^\circ\text{C}$ 时, Cl_2 会与 NaOH 溶液反应生成 NaClO_3 , 为提高 NaClO 的产率, 避免生成 NaClO_3 , 所以采用冰水浴。

(3) 若装置 D 的作用是作安全瓶, 作用是防倒吸, 所以装置为



(4) ①根据前 4 次加入 H_2O_2 溶液后量筒内液体总体积可知, 第二次注入 H_2O_2 溶液后量筒内液体体积为 40.0 mL 。

②第 6 次注入 H_2O_2 溶液后, 气体总体积不变说明 NaClO 已消耗完, 若 NaClO 作催化剂, 则其量不变, 产生的气体的总体积应继续增加, 说明猜想 II 正确。

(5) ①因为残留的 ClO^- 也会与盐酸反应, 导致消耗的盐酸的量增大, 使测量结果不准确, 故用 H_2O_2 除去 ClO^- 。

②根据 $n(\text{H}^+) = n(\text{OH}^-)$, 所消耗的盐酸的物质的量为 $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 10.20 \times 10^{-3} \text{ L} = 1.02 \times 10^{-4} \text{ mol}$, 则 10 mL 产品中 NaOH 的质量为 $1.02 \times 10^{-4} \text{ mol} \times 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times \frac{250 \text{ mL}}{50.00 \text{ mL}} = 2.04 \times 10^{-2} \text{ g}$, 该 84 消毒液中游离碱含量为 $\frac{2.04 \times 10^{-2} \text{ g}}{12.00 \text{ g}} \times 100\% = 0.17\%$ 。

6. B 创新点 ▶ 不同温度下氯气和碱溶液的反应、氧化还原反应产物的推断

思路分析

根据已知信息可知, 反应 1 在 25°C 条件下进行, 只有一种氧化产物, 且氧化产物为 1 mol 时, 转移电子 1 mol , 则氧化产物为 NaClO , 反应为 $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$; 反应 3 在 75°C 条件下进行, 只有一种氧化产物, 且氧化产物为 1 mol 时, 转移电子 5 mol , 则氧化产物为 NaClO_3 , 反应为 $3\text{Cl}_2 + 6\text{NaOH} \xrightarrow{75^\circ\text{C}} 5\text{NaCl} + \text{NaClO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$; 反应 2 中, 有两种氧化产物: NaClO 、 NaClO_3 , 且氧化产物为 1 mol 时, 转移电子 3 mol , 则反应为 $4\text{Cl}_2 + 8\text{NaOH} = 6\text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{NaClO}_3 + 4\text{H}_2\text{O}$ 。

【解析】 温度较高时, 会生成 NaClO_3 , 则制备漂白液宜选择常温或较低温度, A 正确; 根据思路分析, 反应 2 为 $4\text{Cl}_2 + 8\text{NaOH} = 6\text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{NaClO}_3 + 4\text{H}_2\text{O}$, B 错误; 根据思路分析, 上述 3 个反应中, 参与反应的 $n(\text{NaOH}) = 2n(\text{Cl}_2)$, C 正确; 根据上述信息可知, 用热水稀释漂白液, 会生成 NaClO_3 , 有效成分的含量可能降低, D 正确。

第 2 节 硫及其化合物

刷

基础

1. B 考查点 ▶ 二氧化硫的制备与性质

【解析】 浓 HNO_3 具有强氧化性, 与 Na_2SO_3 发生氧化还原反应, 不能用浓 HNO_3 与 Na_2SO_3 固体反应制取 SO_2 , A 不正确; SO_2 与 KMnO_4 溶液发生反应 $5\text{SO}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$, SO_2 为还原剂, 使酸性 KMnO_4 溶液紫红色褪去, 则用乙可验证 SO_2 的还原性, B 正确; SO_2 的密度比空气大, 采用排空气法收集 SO_2 时, SO_2 气体应从长管进、短管出, 则用丙不能收集 SO_2 , C 不正确; SO_2 难溶于饱和 NaHSO_3 溶液, 则用丁不能处理实验室 SO_2 尾气, D 不正确。

2. B 考查点 ▶ 化学或离子方程式的书写和判断

【解析】 HS^- 的水解反应的离子方程式为 $\text{HS}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S} + \text{OH}^-$, A 错误; H_2S 水溶液中, H_2S 被空气中的 O_2 氧化为 S 单质而变浑浊, 其转化的化学方程式为 $2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 = 2\text{S} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$, B 正确; 将 SO_2 通入 NaClO 溶液中发生氧化还原反应的离子方程式为 $\text{SO}_2 + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} = \text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^- + 2\text{H}^+$, C 错误; 向硫代硫酸钠溶液中滴加稀硫酸会生成 S 和 SO_2 , 其离子方程式为 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{S} \downarrow + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, D 错误。

易错警示

离子方程式书写注意的问题

(1) 微溶物作为反应物,若是澄清溶液则写成离子形式,若是悬浊液则写成化学式形式;微溶物作为生成物,一般写化学式(标“↓”)。如向澄清石灰水中加盐酸的离子方程式为 $\text{OH}^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O}$,石灰乳制漂白粉的离子方程式为 $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Cl}_2 = \text{Ca}^{2+} + \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$ 。

(2) 一水合氨作为反应物写成 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$;作为生成物,若有加热条件或浓度很大,则写成 NH_3 (标“↑”),若是稀溶液且不加热,则写成 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。

3. C 考查点 ▶ 二氧化硫的漂白性、浓硫酸的脱水性和强氧化性、二氧化硫的还原性

思路分析

浓硫酸具有脱水性,先使蔗糖脱水炭化,然后浓硫酸与碳反应生成二氧化碳、二氧化硫和水,方程式为 $\text{C} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$,品红溶液褪色能够证明产物中有二氧化硫,用酸性高锰酸钾溶液除去二氧化硫,避免其对二氧化碳检验的干扰,澄清石灰水可以检验 CO_2 ,但由于 SO_2 也能使澄清石灰水变浑浊,故需要在装置Ⅲ后再加一个盛有品红溶液的试管来检验二氧化硫是否除尽,后澄清石灰水变浑浊才能说明产物中有二氧化碳,最后用浓的氢氧化钠溶液进行尾气处理,防止污染环境,据此分析答题。

【解析】Ⅰ中蒸发皿内的白色固体变黑,说明浓硫酸具有脱水性,将蔗糖中氢元素和氧元素按水的组成比脱去,A正确;Ⅱ中溶液褪色,是因为二氧化硫的漂白性,证明产物中有 SO_2 ,B正确;二氧化硫也能使澄清石灰水变浑浊,由于未知装置Ⅲ是否将 SO_2

易错点

除尽,故Ⅲ中溶液快速变为无色且Ⅳ中产生沉淀,并不能证明产物中一定有 CO_2 ,C错误;二氧化硫有毒,故氢氧化钠溶液可吸收二氧化硫等尾气,防止污染环境,D正确。

4. B 考查点 ▶ 二氧化硫的物理性质、硫酸根离子的检验、 Fe^{2+} 的检验、卤代烃中卤素原子的检验

【解析】向溶液中加入用盐酸酸化的 BaCl_2 溶液,溶液中有白色沉淀生成,原溶液中可能存在 Ag^+ 或 SO_4^{2-} ,A不符合题意;向溶液中加入 2 滴 KSCN 溶液,溶液不显红色,则原溶液中没有 Fe^{3+} ,再向溶液中加入几滴新制氯水,观察溶液是否变红,若变红则此时溶液中有 Fe^{3+} ,原溶液中含有 Fe^{2+} ,B符合题意;将 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$ 与 NaOH 溶液混合加热,静置,向上层清液中先加入稀硝酸中和 NaOH ,再加入 AgNO_3 溶液,生成淡黄色沉淀,才可证明 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$ 中含溴元素,C不符合题意;把充满 SO_2 、塞有橡胶塞的试管倒立在水中,在水面下打开橡胶塞,观察到试管内液面慢慢上升,就可以证明二氧化硫易溶于水,不需要溶液充满整支试管,二氧化硫通常用向上排空气法收集,此方法收集到的二氧化

关键点

硫气体不纯,所以溶液不能充满整支试管,D不符合题意。

5. B 考查点 ▶ 二氧化硫与氧化剂的反应、实验方案评价、二氧化硫的化学性质

思路分析

加热装置Ⅰ时,二氧化硫逸出进入 H_2O_2 溶液中被 H_2O_2 氧化为硫酸,然后利用 NaOH 标准溶液滴定反应生成的硫酸测 SO_2 的含量,据此解答。

【解析】I 中加入稀硫酸的目的是利用其酸性,促进二氧化硫逸出,A 错误; SO_2 进入 II 中与 H_2O_2 反应,被氧化为硫酸,体现 SO_2 的还原性,B 正确;利用 NaOH 滴定 II 中生成的硫酸,测 SO_2 的含量,C 错误;若 III 中溶液颜色变浅,说明二氧化硫没有全部被氧化为硫酸,有一部分进入 III 中,则测得的 SO_2 含量偏低,D 错误。

刷提分

1. D 考查点 ▶ 含硫化合物之间的转化、酸雨

【解析】含硫物质 H_2S 、 FeS_2 、 S 、 SO_2 、 CaSO_4 中的硫元素价态分别为 -2、-1、0、+4、+6 价,A 正确;氢化物由两种元素组成且其中一种是氢元素,含硫氢化物为 H_2S ,单质是只含一种元素的纯净物,硫单质为 S ,氧化物由两种元素组成且其中一种元素是氧元素,图中含硫氧化物为 SO_2 ,酸电离出的阳离子全部是 H^+ ,图中含硫的酸为 H_2S ,盐由金属或铵根离子和酸根离子构成,图中含硫的盐为 FeS_2 、 CaSO_4 ,B 正确;二氧化硫是造成硫酸型酸雨的主要气体,硫的循环过程中 S 转化为 SO_2 、化石燃料燃烧等产生 SO_2 ,形成酸雨,植物吸收 SO_2 可消除酸雨,C 正确;工业制硫酸是以 S 或 FeS_2 为起始原料,其中高温条件下还原硫化亚铁得到三氧化二铁和二氧化硫,二氧化硫和氧气在催化剂作用下反应生成三氧化硫,再用 98.3% 的浓硫酸吸收三氧化硫制得硫酸,D 错误。

溯源教材

人教版必修第二册第五章第一节中,明确指出“工业上一般以硫黄或其他含硫矿物(如黄铁矿)为原料来制备硫酸。金属冶炼时产生的含二氧化硫废气经回收后也可用于制备硫酸。”

2. B 考查点 ▶ 含硫物质之间的转化

思路分析

由题图可知,a 为硫单质、d 为 H_2S 、b 为二氧化硫、c 为三氧化硫、e 为亚硫酸、f 为硫酸、g 为 +2 价硫元素形成的盐、h 为 -2 价硫形成的盐。

【解析】硫酸型酸雨的形成过程涉及的反应为二氧化硫与水反应生成亚硫酸、亚硫酸被空气中的氧气氧化生成硫酸,或二氧化硫被氧气氧化为三氧化硫,三氧化硫和水生成硫酸,A 正确;h 的两种常见的钾盐为 KHS 、 K_2S ,硫化钾和氢离子反应生成硫氢化钾,硫氢化钾和氢氧根离子反应生成硫化钾,可以通过一步反应相互转化,B 错误;实验室可以用硫化钠和稀硫酸反应生成硫化氢,二氧化硫和氯水发生氧化还原反应生成硫酸和 HCl ,C 正确; $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 和稀硫酸反应生成硫单质、二氧化硫和硫酸钠,D 正确。

3. D 考查点 ▶ 二氧化硫的吸收、物质分离与提纯综合应用

思路分析

吸收塔中用 NaOH 溶液吸收烟气中的 SO_2 ,生成 Na_2SO_3 和 H_2O ,沉淀室中 Na_2SO_3 和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液反应生成 CaSO_3 沉淀和 NaOH ,氧化室中 CaSO_3 和 O_2 反应生成 CaSO_4 ,据此解答。

【解析】吸收塔内发生的反应为 $\text{SO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$,是非氧化还原反应,A 错误;沉淀室内发生的主要反应是亚硫酸钠与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液的反应,化学方程式为 $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = 2\text{NaOH} + \text{CaSO}_3 \downarrow$,B 错误;根据 $2\text{CaSO}_3 + \text{O}_2 = 2\text{CaSO}_4$ 可知,每生成 136 g(即 1 mol)硫酸钙,理论上消耗 0.5 mol O_2 ,C 错误;沉淀室内发生 $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = 2\text{NaOH} + \text{CaSO}_3 \downarrow$,生成的 NaOH 可以进入吸收塔中循环使用,D 正确。

4. B 突破点 ▶ 化学实验分析、二氧化硫性质

【解析】 SO_2 分子中硫原子的价层电子对数为 3, 孤电子对数为 1, 故其 VSEPR 模型为平面三角形, A 正确; 对比实验①②可知, 使品红溶液褪色的微粒不包括 SO_2 , SO_2 与水反应的生成物才能使品红溶液褪色; 对比实验②③④可知, SO_3^{2-} 、 HSO_3^- 能使品红溶液褪色, B 错误; SO_2 的漂白性具有不稳定性, 实验②中加热褪色溶液, 溶液恢复红色, C 正确; 实验③中, Na_2SO_3 溶液使品红溶液很快褪色, 加热, 未恢复红色; 实验④中, NaHSO_3 溶液使品红溶液褪色较慢, 加热, 慢慢出现红色, 说明二者使品红溶液褪色的原理不一样, D 正确。

易错警示

SO_2 可使品红溶液或某些有机色质褪色, 生成的无色化合物不稳定、易分解。 SO_2 使滴有酚酞的 NaOH 溶液褪色, 是因为 SO_2 是酸性氧化物, 同时 SO_2 与氯化钡溶液不能直接反应; SO_2 可使溴水、酸性 KMnO_4 溶液褪色, 体现的是 SO_2 的还原性。

5. D 突破点 ▶ 浓硫酸、二氧化硫的性质, 化学实验方案的设计与评价

【解析】加热条件下, Cu 与浓硫酸反应生成 SO_2 、 CuSO_4 和 H_2O , 浓硫酸在该实验中体现了强氧化性和强酸性, 脱水性是使有机物中的氢和氧以水的组成比脱去, 在该实验中不能体现, A 错误; U 形管中品红试纸褪色体现了二氧化硫的漂白性, 酸性高锰酸钾溶液褪色体现了二氧化硫的还原性, B 错误; 蓝色石蕊试纸只变红不褪色, C 错误; 实验结束时熄灭酒精灯、拉高铜丝, 使反应停止, 打开止水夹、鼓入空气, 将装置中的二氧化硫全部赶入

关键点

尾气处理装置中, D 正确。

刷有所得

将 SO_2 分别通入下列溶液中, 体现的性质:

溶液	溴水	酸性 KMnO_4 溶液	氢硫酸 (H_2S 溶液)	滴有酚酞的 NaOH 溶液	紫色 (或蓝色) 石蕊溶液	品红溶液
反应现象	褪色	褪色	有黄色沉淀生成	褪色	变红	褪色
SO_2 的性质	还原性	还原性	氧化性	酸性氧化物的通性	酸性氧化物的通性	漂白性

6. D 考查点 ▶ 多硫酸的转化分析

思路分析

液体 A 与足量 BaCl_2 溶液、盐酸反应, 生成白色沉淀 D, 则 A 为 H_2SO_4 , D 为 BaSO_4 ; 气体 B 与足量溴水反应后, 再与足量 BaCl_2 溶液、盐酸反应, 生成白色沉淀 F, 则 F 也为 BaSO_4 , B 为 SO_2 ; 黄色固体 C 为 S, 与铁粉在加热条件下反应生成的黑色固体为 FeS 。

【解析】S 为弱氧化剂, E 为 FeS , A 错误; 白色沉淀 F 为 BaSO_4 ,

$$n = \frac{2.33 \text{ g}}{233 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.01 \text{ mol}, \text{B 错误; 白色沉淀 D 为 } \text{BaSO}_4, n =$$

$$\frac{2.33 \text{ g}}{233 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.01 \text{ mol}, \text{黄色固体 C 为 S}, n = \frac{0.96 \text{ g}}{32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} =$$

0.03 mol, 根据质量守恒, 该多硫酸分解生成 0.01 mol H_2SO_4 、

易错点

0.01 mol SO_2 、0.03 mol S, 则该多硫酸的化学式为 $\text{H}_2\text{S}_5\text{O}_6$, C 错误; 反应①的离子方程式为 $\text{SO}_2 + \text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{Br}^-$, D 正确。

7.C 突破点 ▶ 二氧化硫、亚硫酸盐的性质

思路分析

将甲中 Y 形管向左倾斜, Na_2SO_3 与 70% 的浓硫酸反应生成 SO_2 气体, SO_2 通入 BaCl_2 溶液中, 无明显现象; 将丙中产生的气体通入装置乙中, 有沉淀产生, 则丙中产生的气体可能为碱性气体 NH_3 , 也可能为氧化性气体, 沉淀为亚硫酸钡或硫酸钡。

【解析】在酸性溶液中, 硝酸根离子能将亚硫酸根离子氧化为硫酸根离子, 无论 Na_2SO_3 是否变质, 都有白色沉淀产生, 所以实验前不能用稀盐酸和 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液检验 Na_2SO_3 是否变质, A 错误; 98% 的浓硫酸电离出的氢离子浓度低, 所以若甲中选用 98%

关键点

浓硫酸, 生成 SO_2 的速率会降低, B 错误; 由思路分析可知, 装置乙中产生沉淀的离子方程式可能为 $\text{Ba}^{2+} + \text{H}_2\text{SO}_3 + 2\text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{BaSO}_3 \downarrow + 2\text{NH}_4^+$, C 正确; MnO_2 和浓盐酸在常温下不能生成氯气, 乙中不能生成沉淀, D 错误。

关键点

浓硫酸, 生成 SO_2 的速率会降低, B 错误; 由思路分析可知, 装置乙中产生沉淀的离子方程式可能为 $\text{Ba}^{2+} + \text{H}_2\text{SO}_3 + 2\text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{BaSO}_3 \downarrow + 2\text{NH}_4^+$, C 正确; MnO_2 和浓盐酸在常温下不能生成氯气, 乙中不能生成沉淀, D 错误。



(2) 向其中加入足量稀盐酸, 振荡、静置, 再滴加 BaCl_2 溶液出现白色沉淀 加入酸性 KMnO_4 溶液, 充分振荡 溶液褪色

(3) 溶液由蓝色变为无色 $\frac{640}{at}$

突破点 ▶ 含硫化合物的制备、性质及检验

【解析】(1) 铜与浓硫酸共热反应生成硫酸铜、二氧化硫和水, 反应的化学方程式为 $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, 所以实验室利用铜与浓硫酸制取二氧化硫时选用固液加热型的装置 B 作为发生装置。

(2) 焦亚硫酸钠样品已氧化变质, 则样品溶解得到的溶液中含有硫酸根离子, 具体操作为向其中加入足量稀盐酸, 振荡、静置, 排除亚硫酸氢根离子和亚硫酸根离子的干扰, 再滴加氯化钡溶液, 溶液中有硫酸钡白色沉淀生成, 说明样品已被氧化; 样品未完全氧化变质, 则样品溶解得到的溶液中含有焦亚硫酸根离子或亚硫酸氢根离子, 具体操作为加入酸性高锰酸钾溶液, 充分振荡, 溶液褪色, 说明溶液中含有焦亚硫酸根离子或亚硫酸氢根离子, 样品未完全被氧化。

(3) 二氧化硫与碘溶液反应生成硫酸和氢碘酸, 则空气中二氧化硫与含有淀粉溶液的碘溶液完全反应时, 溶液会由蓝色变为无色, 由题意可知, 耗时 $t \text{ min}$ 参与反应的二氧化硫的质量为 $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.1 \text{ L} \times 64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.6400 \text{ g} = 640 \text{ mg}$, 则空气样品中二氧化硫的含量为

$$\frac{640 \text{ mg}}{a \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1} \times t \text{ min}} = \frac{640}{at} \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}。$$

第 3 节 氮及其化合物

刷基础

1.D 考查点 ▶ 氨的性质及制备

【解析】一水合氨不稳定, 受热易分解生成氨气和水, 可直接加热浓氨水制备氨气, 但题中缺少加热装置, A 不符合题意; 氨气会与 CaCl_2 发生反应: $\text{CaCl}_2 + 8\text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{CaCl}_2 \cdot 8\text{NH}_3$, 因此不能用

易错点

无水 CaCl_2 干燥 NH_3 , B 不符合题意; 氨气能与 CuO 在加热条件下发生反应: $2\text{NH}_3 + 3\text{CuO} \xrightarrow{\Delta} 3\text{Cu} + \text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$, 可验证氨气的还原性, 不是其氧化性, C 不符合题意; 四氯化碳的密度比水大, 上

层为水层,下层为 CCl_4 ,氨气不溶于四氯化碳,而极易溶于水,题给装置能进行尾气处理,同时防倒吸,D 符合题意。

2. C 考查点 ▶ 离子(或化学)方程式正误判断

【解析】二氧化氮与水反应生成硝酸和一氧化氮,反应的离子方程式为 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- + \text{NO}$,A 正确;氯化铵固体与氢氧化钙固体在加热的条件下发生反应生成氯化钙、氨气和水,反应的化学方程式为 $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{NH}_3 \uparrow + \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$,B 正确;催化剂作用下氨气与氧气共热发生催化氧化反应生成一氧化氮和水,反应的化学方程式为 $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$,C 错误;硝酸不稳定,在光照条件下发生分解反应生成二氧化氮、氧气和水,反应的化学方程式为 $4\text{HNO}_3 \xrightarrow{\text{光照}} 4\text{NO}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$,D 正确。

快解

氮气、氨气与氧气反应,从本质上来说都不能直接生成二氧化氮,在考试中经常作为挖坑点。

3. D 突破点 ▶ 含氮化合物的性质、氨气的实验室制法

【解析】实验室仅加热 NH_4Cl 得不到 NH_3 ,应加热 NH_4Cl 和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的混合物来制备 NH_3 ,A 错误;装置乙中反应的化学方程式为 $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3(\text{浓}) \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$,反应中 Cu 为还原剂,部分 HNO_3 为氧化剂,故 $n(\text{还原剂}) : n(\text{氧化剂}) = 1 : 2$,B 错误;无水 CaCl_2 会吸收 NH_3 形成络合物,故装置丙应盛放碱石灰干燥 NH_3 ,C 错误; NH_3 的密度小于空气, NO_2 的密度比空气的大,故为了在装置丁中更好地混合反应气体,应先通入 NO_2 ,D 正确。

刷有所得

实验室制取少量 NH_3 的其他方法

(1) 加热浓氨水

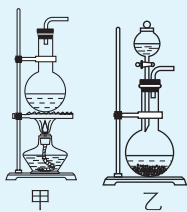
①反应原理: $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

②装置:见装置甲。

(2) 浓氨水中加固态碱性物质

①反应原理:浓氨水中存在平衡 $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$,加入固态碱性物质(如 CaO 、 NaOH 、碱石灰等),消耗水且使 $c(\text{OH}^-)$ 增大,使平衡逆向移动,同时反应放热,促进 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的分解。

②装置:见装置乙。



4. D 考查点 ▶ 二氧化氮的性质、收集和尾气处理,硝酸的强氧化性,温度对化学平衡移动的影响

【解析】铜和浓硝酸反应可以生成 NO_2 ,铜丝上下移动可以控制反应的进行和停止,该装置可以用于制备 NO_2 ,A 不符合题意;体积减小且气体变为无色,说明 NO_2 溶于水生成了无色 NO 气体,可以验证 NO_2 溶于水,B 不符合题意;存在反应 $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$,其中 NO_2 为红棕色, N_2O_4 为无色,通过观察装置中的颜色,可以探究温度对化学平衡的影响,C 不符合题意; NO_2 的密度比空气大,收集时应使用向上排空气法,即导管“长进短出”,D 符合题意。

易错点

短出”,D 符合题意。

5. D 考查点 ▶ 氮的还原性、氨气的实验室制法、化学实验方案的设计与评价

题图解读

由实验装置图可知,装置①中高锰酸钾受热分解制备氧气,装置②中氯化铵与氢氧化钙共热反应制备氨气,装置③中氨气在催化剂作用下与氧气发生催化氧化反应生成一氧化氮,生成的一氧化氮在装置④中与氧气反应生成二氧化氮,二氧化氮与水蒸气反应生成硝酸,硝酸与氨气反应生成硝酸铵,会有白烟产生,装置⑤中氮的氧化物与水反应生成硝酸,硝酸与铜反应生成硝酸铜,使溶液呈蓝色。

【解析】氯酸钾受热分解生成氯化钾和氧气,所以装置①中高锰酸钾固体能用氯酸钾替代,氯化铵受热分解生成的氨气和氯化氢在试管口遇冷又生成氯化铵,且可能堵塞导管,所以②中固体药品不能是氯化铵,A 错误;由题图解读可知,③中发生的是氨气在催化剂作用下与氧气反应生成一氧化氮和水,B 错误;④中白烟的主要成分是硝酸铵,不是氯化铵,C 错误;装置⑤中氮的氧化物与水反应生成硝酸,硝酸与铜反应生成硝酸铜,使溶液呈蓝色,D 正确。

刷提分

1. A 考点 ▶ 氮的固定、氮的氧化物的性质、原子轨道

【解析】钛是 22 号元素,基态 Ti^{4+} 的核外电子排布为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$,其核外电子占据的原子轨道数为 9,A 正确;将游离态的氮转化为氮的化合物的过程叫做氮的固定,氮气转变为氨气也属于氮的固定,但 N 元素化合价降低,被还原,B 错误; N_2 与 O_2 在放电或高温的条件下生成 NO,不能直接生成 NO_2 ,C 错误;NO 与 NaOH 不反应,不能用 NaOH 溶液吸收,D 错误。

2. D 突破点 ▶ 含氮化合物之间的相互转化

【解析】由价一类二维图可知,a 为 NH_3 、b 为 N_2 、c 为 NO、d 为 NO_2 、e 为 HNO_3 、f 为 HNO_2 、g 为 NaNO_3 、h 为 NaNO_2 。e 为硝酸,浓硝酸与浓氨水靠近后会产生硝酸铵,出现白烟,A 正确;d 为 NO_2 ,与 H_2O 反应生成硝酸和一氧化氮,反应的化学方程式为 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$,二氧化氮同时作氧化剂和还原剂,

关键点

且 $n(\text{氧化剂}) : n(\text{还原剂}) = n(\text{还原产物}) : n(\text{氧化产物}) = 1 : 2$,B 正确;NO、 NO_2 和氢氧化钠溶液反应,生成亚硝酸钠和水,化学方程式为 $\text{NO} + \text{NO}_2 + 2\text{NaOH} \longrightarrow 2\text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$,C 正确;工业上制备硝酸,是用氮气与氢气生成 NH_3 、氨气与氧气生成 NO、NO 与氧气生成 NO_2 、 NO_2 与水生成硝酸,D 错误。

3. D 突破点 ▶ 化学实验分析、硝酸的性质

【解析】铁和浓硝酸加热生成二氧化氮气体,二氧化氮气体进入装置乙溶于水,并和水反应生成硝酸和一氧化氮,挥发的硝酸也进入乙中,硝酸和铜反应生成一氧化氮气体,一氧化氮和丙中硫酸亚铁溶液生成棕色 $[\text{Fe}(\text{NO})]\text{SO}_4$ 溶液,尾气有毒需要吸收处理。硝酸具有强氧化性,铁和浓硝酸加热会生成铁离子,加入 KSCN 溶液变红,故不能使用 KSCN 溶液和氯水检验装置甲的反应产物中是否有 Fe^{2+} ,A 错误;挥发的硝酸也会使得铜被氧化,B 错误;装置乙中生成的 NO 使得装置丙中溶液由浅绿色变为棕色,C 错误;尾气 NO 具有还原性,能被酸性高锰酸钾溶液氧化,故可以用酸性 KMnO_4 溶液吸收尾气,D 正确。

4. C 突破点 ▶ 氮及其化合物的转化

【解析】过程 I 的化学方程式为 $4\text{NH}_3 + \text{COCl}_2 \longrightarrow \text{CO}(\text{NH}_2)_2 + 2\text{NH}_4\text{Cl}$,A 正确;根据 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 中氮元素为 -3 价, N_2H_4 中氮元素为 -2 价,试剂 A 具有氧化性,若试剂 A 是 NaClO,则其还原产物为 NaCl,B 正确; $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{HNO}_2 \longrightarrow \text{HN}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$, HN_3 中 N

为 $-\frac{1}{3}$ 价,每生成 3 mol HN_3 ,转移 10 mol 电子,C 错误;根据 NH_2OH 中氮为 -1 价, NH_3 中氮为 -3 价,可知反应Ⅳ中氮的化合价升高,试剂 B 具有氧化性,D 正确。

5. B 突破点 ▶ 硝酸制备创新装置分析

【解析】先鼓入适量氧气,加热,再鼓入空气吹入 NH_3 ,有利于 NH_3 的催化氧化,提高 NH_3 的利用率,A 正确;无水氯化钙的主要作用是吸收未反应的 NH_3 ,防止 NH_3 进入右侧,碱石灰不能吸收未反应的 NH_3 ,B 错误;催化剂上, NH_3 转化为 NO , NO 遇过量 O_2 转化为 NO_2 ,停止加热后,打开旋塞 K 并加入水, NO_2 转化为 HNO_3 ,C 正确;本实验采用加热棒进行加热,无明火加热、相对密闭,从而提高了实验的安全性,D 正确。

易错点

6. (1) $\text{Cu} + 4\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

(2) 不合理 实验编号①~⑤中铜粉均完全溶解,随着硝酸铜浓度的增大,溶液颜色反而由绿色变为蓝色,与猜想不符

(3) 通入 NO_2 气体,溶液颜色变绿

(4) b

(5) 通入空气时,一氧化氮与空气中的氧气发生反应 $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$,溶液中一氧化氮浓度降低,对溶液颜色变化影响程度较大的反应 2 快速向正反应方向进行,亚硝酸浓度降低得快,溶液颜色变化得快

(6) NaNO_2 (或其他亚硝酸盐) $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{HNO}_2 \rightleftharpoons \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

突破点 ▶ 探究铜与浓硝酸反应

【解析】(1) 铜和浓硝酸反应生成硝酸铜、 NO_2 和水,反应的离子方程式为 $\text{Cu} + 4\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

(2) 实验编号①~⑤中铜粉均完全溶解,则随着铜粉质量的增加,溶液中硝酸铜的浓度不断增大,但溶液颜色由绿色逐渐变为蓝色,与猜想不符,故猜想 1 不合理。

(3) 猜想 2 认为, NO_2 溶解在 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 溶液中使溶液呈绿色,故向⑤中溶液通入 NO_2 ,若溶液变为绿色,则猜想 2 成立。

(4) 向①中溶液通入氮气时溶液变为蓝色较慢,通入空气时溶液变为蓝色较快,氮气化学性质稳定,在上述溶液中不能被氧化为 NO_2 ,a 错误;①中溶液里某还原性微粒与绿色有关,空气中的氧气具有氧化性,能够氧化溶液中的还原性微粒,b 正确;空气中 CO_2 含量较低,与水反应生成 H_2CO_3 酸性也弱,不能促进溶液变为蓝色,c 错误。

(6) 根据文献可知,亚硝酸参与了绿色的形成过程,故向①的溶液中加入 NaNO_2 或其他亚硝酸盐能够使溶液中 HNO_2 浓度增大,溶液的绿色变深;加入过氧化氢溶液后,溶液迅速变蓝,说明过氧化氢与亚硝酸发生反应,将亚硝酸氧化为硝酸,反应的化学方程式为 $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{HNO}_2 \rightleftharpoons \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$,使溶液中亚硝酸浓度降低,同时溶液中的一氧化氮、二氧化氮也被过氧化氢氧化为硝酸: $3\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{NO} \rightleftharpoons 2\text{HNO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{NO}_2 \rightleftharpoons 2\text{HNO}_3$ 。

刷有所得

通过对照实验控制反应变量来探究铜与浓硝酸的反应,实验 1 控制的变量是铜的用量,发现溶液颜色不同的异常现象;实验 2 控制的变量是通入的气体,探究绿色的形成原因;实验 3 控制的变量是加入的试剂,探究消除绿色的方法。

7. C 创新点 ▶ 硝酸的还原产物与浓度的关系

【解析】 NO 与碱、水都不反应, NO_2 与水反应生成硝酸和 NO ,二者不属于酸性氧化物,A 错误。由题图可知,硝酸浓度越低,生成物中 N 元素化合价越低,浓度越低,其氧化性越弱,B 错误。

由图可知, $12.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 硝酸的还原产物为物质的量相等的 NO 和 NO_2 , 少量铁粉被氧化为 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$, 根据化合价升降守恒可知反应的离子方程式为 $4\text{Fe} + 18\text{H}^+ + 6\text{NO}_3^- \rightleftharpoons 4\text{Fe}^{3+} + 3\text{NO} \uparrow + 3\text{NO}_2 \uparrow + 9\text{H}_2\text{O}$, C 正确。当硝酸浓度为 $9.75 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时还原产物是 NO 、 NO_2 、 N_2O , 用一定量的铁粉与足量的 $9.75 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HNO}_3$ 溶液反应得到标准状况下 2.24 L (即 0.1 mol) 气体, 部分硝酸被还原、部分硝酸生成硝酸铁, 假设还原产物全是 NO , 参加反应的硝酸为 0.400 mol ; 若还原产物全是 NO_2 , 参加反应的硝酸为 0.200 mol ; 若还原产物全是 N_2O , 参加反应的硝酸为 1.00 mol , 所以参加反应的硝酸的物质的量大于 0.200 mol 、小于 1 mol , D 错误。

第 4 节 无机非金属材料

刷基础

1. A 考查点 ▶ 材料分类

【解析】铜盃为青铜器, 主要由铜合金制成; 孔雀石的主要成分为碱式碳酸铜, 属于无机非金属材料; 千金猴王砚的主要成分是硅酸盐, 属于无机非金属材料; 明德化窑罗汉像属于陶瓷, 主要成分为硅酸盐, 属于无机非金属材料, 可知 A 的成分与其他不同。

2. B 突破点 ▶ 二氧化硅的用途、晶体类型判断

【解析】 SiO_2 中只存在共价键, 是一种共价晶体, A 正确; 二氧化硅是制光导纤维的主要原料, 而不是导电纤维, B 错误; 生产普通玻璃的原料有纯碱、石灰石、石英砂, C 正确; 在高温下 C 与 SiO_2 反应产生 Si 和 CO: $2\text{C} + \text{SiO}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si} + 2\text{CO} \uparrow$, 所以工业上可以用焦炭还原石英砂制得粗硅, D 正确。

3. B 考查点 ▶ 琉璃的成分及性质

【解析】琉璃若为淡绿色, 则可能含有亚铁离子, 即含有 Fe 元素, A 正确; 水晶的主要成分是 SiO_2 , B 错误; 普通玻璃属于硅酸盐制品, C 正确; 氯气具有氧化性, 琉璃中含有的还原性物质会与其反应, 故应避免二者接触, D 正确。

刷有所得 无机非金属材料

(1) 传统无机非金属材料有水泥、玻璃、陶瓷等硅酸盐材料。

① 常见硅酸盐材料比较

材料	水泥	玻璃	陶瓷
生产原料	石灰石、黏土	纯碱、石灰石、石英砂	黏土
主要设备	水泥回转窑	玻璃窑	陶瓷窑

② 玻璃生产中的两个重要反应: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{SiO}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow$; $\text{CaCO}_3 + \text{SiO}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaSiO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow$ 。

(2) 新型无机非金属材料有高温结构陶瓷、光导纤维、生物陶瓷、压电陶瓷等。

4. D 考查点 ▶ 含 Si 物质的转化

【解析】根据价—类二维图, a、b、c、d、e 分别为 SiH_4 、Si、 SiO_2 、 H_2SiO_3 、 Na_2SiO_3 。 SiO_2 是光导纤维的主要成分, 是现代信息技术的基础材料, A 正确; 工业制取单质 Si 时发生反应 $\text{SiO}_2 + 2\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si} + 2\text{CO} \uparrow$, 产生氧化产物 CO, B 正确; 碳酸酸性强于硅酸, 可以用较强酸制较弱酸, C 正确; 元素非金属性越强, 对应的简单气态氢化物越稳定, 由于非金属性: $\text{Si} < \text{C}$, 故稳定性: $\text{SiH}_4 < \text{CH}_4$, D 错误。

5. C 考查点 ▶ 晶体类型判断、硅的制备

思路分析

石英砂高温下被碳还原生成粗硅,粗硅和 HCl 转化为 SiHCl_3 , SiHCl_3 高温下再被氢气还原为高纯硅;粗硅与氯气化合生成四氯化硅,高温下 SiCl_4 被氢气还原为高纯硅。

【解析】焦炭制备粗硅伴随着 CO 的产生, CO 逸出促使反应能正向进行生成硅单质,是该反应能发生的主要原因, A 正确;与直接氯化法比,氯化氢法反应温度相对较低,且反应过程中生成的 HCl 可以循环利用,故相对节约能源,且物质可以循环利用, B 正确;两种方法制备等量的纯硅,粗硅转化为高纯硅过程中,总体看硅元素化合价均不变,结合得失电子守恒,则理论上转移的电子数相同, C 错误;石英砂主要成分为 SiO_2 , 与纯硅的晶体类型相同,均为共价晶体, D 正确。

6. B 突破点 ▶ 常见无机物的制备、二氧化硅的化学性质

思路分析

石英砂为 SiO_2 , 与焦炭在高温下发生: $\text{SiO}_2 + 2\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si} + 2\text{CO} \uparrow$, 粗硅与氮气反应生成 Si_3N_4 , 粗硅中含有的 Fe 、 Cu 的单质及其化合物经过酸洗而除去, 最终得到纯净的 Si_3N_4 。

【解析】“还原”步骤中焦炭和石英砂反应生成粗硅和 CO : $\text{SiO}_2 + 2\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si} + 2\text{CO} \uparrow$, CO 不能使澄清石灰水变浑浊, A 错误;“高温氮化”是 Si 与 N_2 反应, 原料气中含有 N_2 和少量的 O_2 , O_2 能与 Si 反应生成 SiO_2 , 灼热的铜网可与 O_2 反应, 从而除去 N_2 中含有的少量 O_2 , B 正确;“高温氮化”合成反应为 $3\text{Si} + 2\text{N}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si}_3\text{N}_4$, 反应中 N 的化合价降低, 被还原, 故 N_2 是氧化剂, C 错误;“高温氮化”制备的 Si_3N_4 中含有少量 Fe 和 Cu , Fe 与稀硫酸反应, 得到可溶于水的 FeSO_4 , 但 Cu 与稀硫酸不反应, D 错误。

热点 2 元素的价类二维图

刷 热点

1. B 考查点 ▶ 含氯物质的性质和用途、漂白粉的制备原理

【解析】根据题给氯元素的价—类二维图可知, a 为 HCl 、b 为 Cl_2 、c 为 ClO_2 、d 为 HClO 、e 为氯酸盐、f 为次氯酸盐。工业上常将氯气通入石灰乳中制备漂白粉, A 错误; ClO_2 是重要的高效消毒剂, 可用作自来水厂的水体消毒剂, B 正确; 根据 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{HClO}$ 、 $\text{HClO} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{ClO}^-$ 可知, 溶液中 $n(\text{Cl}^-) + n(\text{ClO}^-) + n(\text{HClO}) < 2 \text{ mol}$, C 错误; d 为 HClO , 具有漂白性, 可导致 pH 试纸褪色, D 错误。

2. C 考查点 ▶ 过氧化钠与水的反应、乙醇与钠的反应、常见金属的冶炼、氯气和二氧化硫与碱溶液的反应

【解析】某元素的氧化物 b 是淡黄色固体, 其形成的 +1 价的盐是日常生活中常用的调味剂, 则该元素是钠元素, 根据其价—类二维图可知: a 是 Na , b 是 Na_2O_2 , c 是 NaOH , d 是 NaCl , 结合物质的性质及转化关系分析解答。Na 与水、乙醇都能反应产生 H_2 , 因

关键点

此不能用金属钠来检验乙醇中是否含有水, A 错误; b 是 Na_2O_2 , Na_2O_2 与水发生反应: $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$, 根据反应的化学方程式可知, 每有 1 mol Na_2O_2 反应, 反应过程中转移 1 mol 电子, 转移的电子数为 N_A , B 错误; c 是 NaOH , NaOH 是碱, 能够与 SO_2 及 Cl_2 发生反应, 消除它们对环境造成的污染, 因此

实验室制备气体时,常用 NaOH 溶液作尾气吸收剂,吸收 Cl_2 、 SO_2 等有毒气体,C 正确;在工业上,采用电解熔融 NaCl 的方法冶炼单质 Na,若采用电解饱和 NaCl 溶液的方法,反应产生 NaOH、 H_2 、 Cl_2 ,不能得到 Na 单质,D 错误。

3. A 考查点 ▶ 氢氧化亚铁的还原性、 Fe^{2+} 的检验、 Fe^{2+} 的还原性、与“铁三角”有关的推断

【解析】由题给铁的价—类二维图可知,a 为 Fe、b 为 FeO、c 为 Fe_2O_3 、d 为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、e 为 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 、f 为亚铁盐、g 为铁盐、h 为高铁酸盐。人体能够吸收 Fe^{2+} 而不能吸收 Fe^{3+} ,故还原剂维生素 C 与补铁剂“硫酸亚铁片”同时服用能促进人体对铁元素的吸收,A 正确;c(Fe_2O_3)、b(FeO)不溶于水,但可通过化合反应制得 $\text{d}[\text{Fe}(\text{OH})_3]$,即 $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$,B 错误;h 中铁的化合价为 +6 价,故由图可预测:h 具有强氧化性,而不是强还原性,C 错误;若溶液中含有 Fe^{3+} ,不含 Fe^{2+} ,现象相同,故该方法不能确定该溶液中含有 f(Fe^{2+}),D 错误。

4. B 考查点 ▶ 碳及其化合物

【解析】由题给价—类二维图可知,a 是 CH_4 、b 是 C、d 是 CO、e 是 CO_2 。 CH_4 是最简单的有机化合物,A 正确;C 在高温下被 SiO_2

易错点

氧化成 CO,不是 CO_2 ,B 错误;CO 与血红蛋白结合的能力比 O_2 强,C 正确;将氨气和 CO_2 通入饱和食盐水反应生成 NH_4Cl 和 NaHCO_3 ,D 正确。

5. A 考查点 ▶ 铜及其化合物

【解析】根据题给信息和价—类二维图可知,a 为 Cu、b 为 Cu_2O 、c 为 CuO、d 为 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 、e 为 CuCl_2 。氧化铜和水不反应,不能一步生成氢氧化铜,A 符合题意;b 可与盐酸反应生成 e 和 a,即 Cu_2O 在酸性条件下反应生成 Cu^{2+} 和 Cu,Cu 元素化合价既升高又降低,则 Cu_2O 既有还原性又有氧化性,B 不符合题意;新制的氢氧化铜与含有醛基的物质在加热条件下反应生成氧化亚铜,因此新制的 d(氢氧化铜)可用于检验葡萄糖中的醛基,C 不符合题意;电解氯化铜溶液可得到金属铜和氯气,D 不符合题意。

6. B 突破点 ▶ 含硫、氯物质之间的转化,浓硫酸的强氧化性

【解析】由题给氯、硫元素的价—类二维图可知,g 为 S 单质,h 为 SO_2 、i 为 H_2SO_4 、f 为 H_2S ;a 为 HCl、b 为 Cl_2 、c 为 ClO_2 、d 为 HClO、e 为 NaClO_3 。Fe 分别与 b、g 反应,分别生成 FeCl_3 、FeS,产物中铁元素的化合价不相同,A 错误; $\text{HCl} + \text{NaClO}_3 \longrightarrow \text{Cl}_2$,发生归中反应,根据得失电子守恒与电荷守恒,离子方程式为 $5\text{Cl}^- + 6\text{H}^+ + \text{ClO}_3^- = 3\text{Cl}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$,B 正确;常温下,浓硫酸使铁钝化,铁的表面生成致密的氧化膜,发生了化学反应,C 错误; SO_2 的水溶液在空气中久置,亚硫酸被氧化为硫酸,酸性增强,HClO 的水溶液在空气中久置,HClO 分解生成 HCl,酸性增强,D 错误。

关键点

7. C 突破点 ▶ 共价键的主要类型、氢键对物质性质的影响、化学键与物质类别关系的判断

【解析】d 为 CO 或 NO、e 为 CO_2 或 NO_2 (N_2O_4),只有 CO_2 是酸性氧化物,A 错误;c 为 N_2 或 C 单质, N_2 的结构式为 $\text{N} \equiv \text{N}$,既含有 σ 键又含有 π 键,若 C 单质为金刚石,只含有 σ 键,若为 C_{60} 等,则含有 π 键,B 错误;j 为 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、h 为 HNO_3 ,发生复分解反应生成 NH_4NO_3 等, NH_4NO_3 为离子化合物,C 正确;b 为 NH_3 ,a 为 CH_4 , NH_3 分子间能形成氢键,使其沸点高于 CH_4 ,与 NH_3 分子内的化学键无关,D 错误。

8. D 突破点 ▶ 次氯酸及其性质和用途、铝与强碱溶液反应、铁的

氧化物的化学性质、氯气和碱溶液的反应

【解析】a 能与碱溶液反应生成两种盐,则 a 为 Cl_2 ,c 为 HClO ,氯气没有漂白性,A 错误;f 分散于水中能形成红褐色胶体,则 f 为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$,d 为 FeO ,e 为 Fe_2O_3 , FeO 在空气中加热迅速被氧化生

易错点

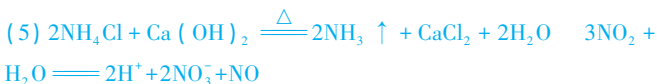
成 Fe_3O_4 ,B 错误;a 能与水剧烈反应,则 a 为 Na ,在空气中 Na 最终变为 Na_2CO_3 ,C 错误;f 是两性氢氧化物,则 f 为 $\text{Al}(\text{OH})_3$,a 为 Al , Al 能与强碱、强酸反应生成盐,D 正确。

9. (1) H_2SO_3

(2) CS_2

(3) BC

(4) 常温下,浓硫酸将铁钝化



(6) 1:2 富氧

考查点 ▶ 氨气的实验室制法、二氧化氮的化学反应、含硫物质之间的转化、氧化还原反应方程式的书写和配平

【解析】硫、氮元素是重要的非金属元素,由题给价一类二维图可知,a 为 SO_2 ,b 为 SO_3 ,c 为 H_2SO_4 ,d 为 H_2SO_3 ,e 为亚硫酸盐或亚硫酸氢盐。

(2) S 不溶于水,易溶于 CS_2 ,除去试管内壁附着的 S,洗涤试剂为 CS_2 。

(3) a 为 SO_2 ,将 SO_2 通入 KMnO_4 溶液时会发生氧化还原反应而使溶液褪色;将 SO_2 通入 CaCl_2 稀溶液,由于亚硫酸的酸性弱于氯化氢,不会发生反应,没有明显现象;将 SO_2 通入 H_2O_2 溶液会发生氧化还原反应生成 H_2SO_4 ,没有明显现象;将 SO_2 通入品红溶液,由于 SO_2 具有漂白性,会使品红溶液褪色;故选 BC。

(4) 常温下,浓硫酸可储存在铁罐中,其原因是常温下,浓硫酸将铁钝化。

(5) 实验室利用加热 NH_4Cl 和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的固体混合物的方法来制备 NH_3 ,化学方程式为 $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{NH}_3 \uparrow + \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。X 是 N 元素为 +2 价的氧化物,为 NO ,反应③是 NO_2 转化为 NO 的过程,即反应③是二氧化氮与水反应生成硝酸与 NO ,反应的离子方程式为 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- + \text{NO}$ 。

(6) 图丙中①可通过 $2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 及 $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons 3\text{S} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 来实现 $\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{S}$ 的转化,要实现 S 的最大回收,则 SO_2 与 H_2S 反应中 $n(\text{SO}_2) : n(\text{H}_2\text{S}) = 1 : 2$,根据 S 守恒, SO_2 的物质的量与燃烧的 H_2S 的物质的量相等;过程②宜在土壤的富氧区实现,将 S 氧化为硫酸根离子。

全章真题训练

刷真题

刷小题

1. A 命题点 ▶ 物质转化与工业生产

【解析】工业合成氨:由 N_2 和 H_2 在高温、高压和催化剂存在下直接合成 NH_3 ,原料中包含 N_2 ,A 符合题意;湿法炼铜:由 Fe 与 CuSO_4 溶液反应生成 Cu 和 FeSO_4 溶液,B 不符合题意;高炉炼铁:由焦炭、含铁矿石(赤铁矿、磁铁矿等)等进行反应,C 不符合题意;接触法制硫酸的原料是硫黄或硫铁矿,D 不符合题意。

2. C 命题点 ▶ 物质性质、化学反应类型

【解析】镁在空气中燃烧除了与氧气反应得到氧化镁外,也会与氮气反应生成氮化镁,A 错误; SO_2 与 H_2O 发生化合反应生成亚

硫酸,属于非氧化还原反应,而和 H_2S 会发生氧化还原反应生成硫单质,反应的类型不同,B 错误; Na_2O_2 分别与 H_2O 和 CO_2 反应,生成的气体均为氧气,C 正确;浓 H_2SO_4 与 Cu 反应生成二氧化硫,而与 C 反应生成二氧化碳和二氧化硫,生成的酸性气体不同,D 错误。

易错点

3. B 命题点 ▶ 氮及其化合物间的转化

【解析】稀硝酸与 Cu 反应生成的 NO 易与 O_2 反应生成 NO_2 ,A 正确;工业制硝酸过程中 N_2 先与 H_2 反应生成 NH_3 ,然后 NH_3 催化氧化生成 NO , NO 继续被 O_2 氧化为 NO_2 ,最后 NO_2 再与 H_2O 反应制得 HNO_3 ,B 错误;汽车尾气中的 NO 和 CO 在催化条件下可转化为 CO_2 和 N_2 ,C 正确;实验室加热 NH_4Cl (固体铵盐) 和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (强碱) 的混合物可以制备少量 NH_3 ,D 正确。

4. D 命题点 ▶ 物质制备原理

【解析】氧化镁熔点高,耗能大,且对设备要求高,工业上常用电解熔融 MgCl_2 的方法冶炼镁,而不用电解熔融 MgO 的方法,故 D 错误。

5. B 命题点 ▶ 以粗硅为原料制备高纯硅的工艺流程分析

【解析】 SiO_2 与 C 反应生成 CO 所需温度更高,故工业制粗硅的过程中生成 CO ,A 正确; Si 晶体中,1 个 Si 与其周围 4 个 Si 形成 4 个 $\text{Si}-\text{Si}$ 键,每个 $\text{Si}-\text{Si}$ 键都被两个 Si 共用,则属于 1 个 Si 的

易错点

$\text{Si}-\text{Si}$ 键数目为 $\frac{1}{2} \times 4 = 2$,所以 1 mol Si 含 $\text{Si}-\text{Si}$ 键的数目约为 $2 \times 6.02 \times 10^{23}$,B 错误; Si 、 H_2 与 O_2 在加热时容易反应,生成副产物或引起爆炸, SiHCl_3 易水解,则原料气中应充分去除水和氧气,C 正确; $\text{Si}(\text{s}) + 3\text{HCl}(\text{g}) \xrightarrow{300\text{ }^\circ\text{C}} \text{SiHCl}_3(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$,反应后气体分子数减小,生成 $\text{SiHCl}_3(\text{g})$ 的反应为熵减过程,D 正确。

6. A 命题点 ▶ 氯气的制备与性质检验实验

【解析】用浓盐酸与 MnO_2 反应制备 Cl_2 时需要加热,A 错误;制备的 Cl_2 中混有 HCl 和 H_2O ,通过盛有饱和食盐水的洗气瓶除去混有的 HCl ,盛有无水 CaCl_2 的干燥管除去水蒸气,B 正确; Cl_2 的密度大于空气,可利用向上排空气法收集,C 正确; H_2 在 Cl_2 中可以燃烧,瓶口有白雾,证明生成 HCl ,则 Cl_2 在反应中作氧化剂,可验证 Cl_2 的氧化性,D 正确。

7. B 命题点 ▶ 化学实验装置与实验目的分析

【解析】 NH_3 极易溶于水,所以会产生喷泉现象,A 不符合题意; P_2O_5 是酸性干燥剂, NH_3 是碱性气体,二者会发生反应,所以 P_2O_5 不可用于干燥 NH_3 ,B 符合题意; NH_3 密度比空气小,用向下排空气法收集,C 不符合题意; CaO 与水反应会消耗浓氨水中的水,且该反应是放热反应,会加快 NH_3 的逸出,故 CaO 和浓氨水可用于制备 NH_3 ,D 不符合题意。

8. D 命题点 ▶ 氯气、氨气的实验室制法和收集装置等

【解析】制取 NH_3 的原理: $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{CaO} \longrightarrow \text{NH}_3 \uparrow + \text{Ca}(\text{OH})_2$,反应消耗水、生成碱且放热,使氨气易于逸出,A 正确;饱和食盐水可降低 Cl_2 的溶解度,而 HCl 极易溶于水,可用饱和食盐水吸收 Cl_2 中混有的 HCl ,B 正确; Cl_2 密度比空气大,可用向上排空气法收集,C 正确; NH_3 极易溶于水,且溶解迅速,尾气处理应采用防倒吸装置,D 错误。

9. C 命题点 ▶ 含硫化合物的性质探究实验

【解析】I 中发生的反应为 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} +$

$S \downarrow + SO_2 \uparrow$, 该反应中只有硫元素的化合价发生变化, 没有体现 H^+ 的氧化性, A 错误; SO_2 使品红溶液褪色体现 SO_2 的漂白性, B 错误; I 中有 S 生成, III 中 SO_2 与 Na_2S 溶液发生归中反应生成 S, 所以 I 和 III 的试管中都会出现浑浊现象, C 正确; 酚酞只在碱性环境下显红色, IV 中红色褪去是因为 SO_2 与 $NaOH$ 溶液发生反应使溶液碱性减弱, 撤掉水浴会使 I 中生成 SO_2 的速率减慢, 所以 IV 中红色褪去速率变慢, D 错误。

10. C 命题点 ▶ 蔗糖与浓硫酸反应过程分析

【解析】过程①中蔗糖脱水变成碳单质, 体现了浓硫酸的脱水性, A 正确; 过程②中碳与浓硫酸发生反应 $C + 2H_2SO_4(\text{浓}) \xrightarrow{\quad} CO_2 \uparrow + 2SO_2 \uparrow + 2H_2O$, 产生大量 CO_2 、 SO_2 气体, B 正确; 过程中产生了 SO_2 , 能使品红溶液褪色, 但在碳与浓硫酸的反应中体现的是浓硫酸的强氧化性, C 错误; 蔗糖与浓硫酸发生了化学反应, 发生了化学键的断裂, D 正确。

11. B 命题点 ▶ 铜与浓硫酸的反应及产物性质的实验探究

【解析】在加热条件下铜与浓硫酸发生反应: $Cu + 2H_2SO_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} CuSO_4 + SO_2 \uparrow + 2H_2O$, 反应中部分硫元素化合价降低, 部分不变, 体现浓硫酸的强氧化性和酸性, A 错误; 紫色石蕊试液变红, 说明二氧化硫能与水反应生成酸, 是酸性氧化物, B 正确; 品红溶液褪色是因为二氧化硫有漂白性, 而酸性高锰酸钾溶液褪色是因为二氧化硫有还原性, C 错误; 试管底部出现的白色固体是无水硫酸铜, 浓硫酸具有吸水性, 吸收了反应中生成的 H_2O , D 错误。

易错点

12. B 命题点 ▶ 工业制取硫酸、平衡转化率等

思路分析

黄铁矿和空气中的 O_2 在加热条件下反应生成 SO_2 和 Fe_3O_4 等, SO_2 和空气中的 O_2 在 $400 \sim 500\text{ }^\circ\text{C}$ 、常压、催化剂的作用下反应生成 SO_3 , 用 98.3% 的浓硫酸吸收 SO_3 得到发烟硫酸。

【解析】黄铁矿中的 FeS_2 和空气中的 O_2 在加热条件下反应生成 SO_2 和 Fe_3O_4 , 化学方程式为 $3FeS_2 + 8O_2 \xrightarrow{\Delta} Fe_3O_4 + 6SO_2$, A 正确; SO_2 与 O_2 反应生成 SO_3 是气体体积减小的放热反应, II 中的反应条件综合考虑了 SO_2 平衡转化率、反应速率和生产成本等, 催化剂是为了提高反应速率, 不能提高 SO_2 平衡转化率, B 错误; 将黄铁矿换成硫黄, 不会生成 Fe_3O_4 等, 即可以减少废渣产生, C 正确; 生产过程中产生的尾气为 SO_2 和 SO_3 , 可以用碱液吸收, D 正确。

13. A 命题点 ▶ 元素化合物的性质

【解析】浓硫酸加入蔗糖中, 使蔗糖脱水炭化, 体现浓硫酸的脱水性, 然后发生反应 $C + 2H_2SO_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} CO_2 \uparrow + 2SO_2 \uparrow + 2H_2O$, 体现浓硫酸的氧化性, A 正确; $2NO_2 \rightleftharpoons N_2O_4$, 烧瓶冷却即降低温度时颜色变浅, 说明平衡正向移动, 故 $\Delta H < 0$ (反应放热), B 错误; 漂白粉的有效成分是 $Ca(ClO)_2$, 放置在空气中能发生反应 $Ca(ClO)_2 + CO_2 + H_2O \xrightarrow{\quad} CaCO_3 + 2HClO$, $CaCO_3$ 能与 HCl 反应产生 CO_2 , 所以陈述 II 错误, C 错误; $NaCl$ 是强电解质、 CH_3COOH 是弱电解质, 两者溶液浓度相同时, $NaCl$ 溶液中离子浓度较大, 导电性较强, 与两者溶液的 pH 无关, 所以陈述 I 和陈述 II 没有因果关系, D 错误。

14. C 命题点 ▶ 铜与稀硝酸反应过程中的现象分析

思路分析

- ①铜与稀硝酸反应生成硝酸铜、NO 和 H_2O ，NO 被空气中的氧气氧化为 NO_2 ，导致瓶中气体呈红棕色，B 错误；
②铜与稀硝酸的反应放热，随着反应进行，装置中温度升高，反应速率加快，生成的 NO_2 增多，气体颜色逐渐变深；
③ NO_2 可与 H_2O 反应生成 HNO_3 和 NO，导致颜色变浅，C 正确；
④锥形瓶中 NO 逐渐增多，压强增大，锥形瓶中液面下降，长颈漏斗中液面上升，最终固（铜丝）液（稀 HNO_3 ）分离，反应停止，D 错误。

【解析】开始时温度较低，铜丝与稀 HNO_3 反应缓慢，且铜在稀硝酸中不会发生钝化，A 错误。

刷大题

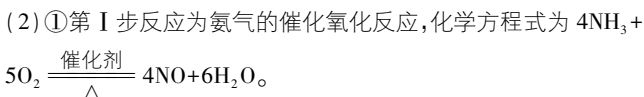
15. (1) 难挥发性



的气体分子数减少，y 点的温度大于 x 点的温度，为使两点的 NO 的转化率相同，需增大压强，故 y 点的容积小于 x 点的容积

命题点 ▶ 化学反应原理综合，涉及含氮物质的转化、影响化学平衡的因素等

【解析】(1) 浓硫酸难挥发，产物 HNO_3 易挥发，有利于复分解反应进行，该反应体现了浓硫酸的难挥发性和酸性。



16. (1) ①氧化 S^{2-} 生成 S，促进酸浸反应正向进行

②否 pH=0 时， $c(H^+) = 1 \text{ mol} \cdot L^{-1}$

$$c(S^{2-}) = \frac{K_{a1}(H_2S) \cdot K_{a2}(H_2S) \cdot c(H_2S)}{c^2(H^+)} = \frac{1.0 \times 10^{-7} \times 1.2 \times 10^{-13} \times 10^{-2}}{1^2} \text{ mol} \cdot L^{-1} = 1.2 \times 10^{-22} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$c(Cd^{2+}) = \frac{K_{sp}(CdS)}{c(S^{2-})} = \frac{8.0 \times 10^{-27}}{1.2 \times 10^{-22}} \text{ mol} \cdot L^{-1} \approx 6.67 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot L^{-1} > 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot L^{-1}, \text{ 则 } Cd^{2+} \text{ 未沉淀完全}$$

③ZnO



②随着反应的进行，溶液 pH 增大，溶液中 H_2S 浓度减小，促进 $As_2S_3 + 6H_2O \rightleftharpoons 2H_3AsO_3 + 3H_2S$ 平衡正向移动， As_2S_3 重新溶解，砷回收率下降

命题点 ▶ 由闪锌矿制备 ZnS 的流程分析、 K_{sp} 相关计算等

思路分析

闪锌矿中含 ZnS 、 FeS 、 CdS 等，加入 H_2SO_4 、 O_2 酸浸后， ZnS 、 FeS 、 CdS 分别转化为 Zn^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Cd^{2+} ，经过除铁、除镉除去 Fe^{3+} 与 Cd^{2+} ，调 pH、沉锌后获得 ZnS 。

【解析】(1) ①酸浸时，若不通入 O_2 ，会发生反应： $ZnS + H_2SO_4 \rightleftharpoons ZnSO_4 + H_2S$ ，通入 O_2 可以氧化 S^{2-} 生成 S，促进酸浸反应正向进行，提高 Zn^{2+} 浸出率；③由②知，除镉时溶液酸性较强，故应在不引入新杂质的同时消耗溶液中的 H^+ ，加入的氧化物为 ZnO 。

(2) ①根据质量守恒、电荷守恒和题给信息“酸性废液”，可写

出反应的离子方程式： $2\text{H}_3\text{AsO}_3 + 3\text{ZnS} + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{As}_2\text{S}_3 + 3\text{Zn}^{2+} + 6\text{H}_2\text{O}$ 。