

## 模块六 化学实验与科学探究

## 第十五章 实验与探究专题

## (一) 化学实验基本操作

## 刷实验 A

## 1. B 考查点 ▶ 试剂的保存

【解析】水玻璃可作黏合剂,能将玻璃瓶口和玻璃瓶塞粘在一起,故不能用玻璃塞,A 错误;无水硫酸铜具有吸水性,故无水硫酸铜固体需保存在干燥环境中,如干燥器中,B 正确;氢氟酸能够与玻璃中的二氧化硅发生反应,所以氢氟酸不能保存在细口玻璃瓶中,C 错误;硝酸银见光易分解,应保存在密闭的棕色瓶中,D 错误。

## 2. D 考查点 ▶ 实验仪器的选用

【解析】由题意可知,称取一定质量的草酸晶体时需要用到托盘天平,配制 250 mL 待测液时用到 250 mL 容量瓶,移取 20.00 mL 待测液时用到酸式滴定管,用  $0.100\ 0\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的高锰酸钾溶液滴定时用到酸式滴定管和锥形瓶,则实验不需要用到的仪器为碱式滴定管,故选 D。

## 3. C 考查点 ▶ 测定溶液 pH 的方法、过滤、焰色试验的操作

【解析】浸取草木灰在烧杯中搅拌进行,A 正确;过滤草木灰浊液,操作时注意“一贴、二低、三靠”,图中操作正确,B 正确;测量浸出液 pH,不能将 pH 试纸直接伸入浸出液,应用洁净干燥的玻璃棒蘸取浸出液,再滴至 pH 试纸上,待变色后与标准比色卡对照来确定溶液 pH,C 错误;检验浸出液中  $\text{K}^+$ ,要进行焰色试验,观察颜色时要透过蓝色钴玻璃,以滤去  $\text{Na}^+$  的黄色光,D 正确。

## 4. D 考查点 ▶ 试剂的保存与实验基本操作

【解析】金属锂的密度小于煤油,应保存在石蜡油中,A 错误;蒸馏开始时先开冷凝水,再开加热器,结束时,为防止蒸气外逸,应该先关加热器,再关冷凝水,B 错误;使用容量瓶配制溶液时,应先检漏,以防摇匀过程中溶液流出,不需要干燥就能使用,不会带来误差,C 错误;分液漏斗检漏时需同时检查瓶塞和活塞处是否漏液,D 正确。

## 5. D 考查点 ▶ 实验装置及操作

【解析】测定污水样品中  $c(\text{OH}^-)$  时,应使用酸式滴定管盛放标准酸溶液,A 错误;用装置乙制备乙酸乙酯时,导管不应插入饱和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液的液面以下,以免发生倒吸,B 错误;灼烧海带应使用坩埚,不能用烧杯,C 错误;可以用装置丁测定中和反应的反应热,D 正确。

## 6. B 考查点 ▶ 常见气体的制备与收集、二氧化硫的化学性质

【解析】实验室用亚硫酸钠固体和 70% 硫酸制取二氧化硫,装置甲能达到实验目的,A 正确;二氧化硫密度比空气大,所以应用向上排空气法收集,导管应长进短出,装置乙不能达到实验目的,B 错误;根据题给方程式,二氧化硫通入硫酸铜和  $\text{NaBr}$  的混合溶液中可制取  $\text{CuBr}$ ,装置丙能达到实验目的,C 正确; $\text{SO}_2$  和

NaOH 溶液反应, 可以用 NaOH 溶液吸收多余的  $\text{SO}_2$ , 用干燥管可以防止倒吸, 装置丁能达到实验目的, D 正确。

## 刷实验 B

### 1. D 考查点 ▶ 实验装置与评价

【解析】实验室可用浓氨水和氧化钙反应制备  $\text{NH}_3$ , 该装置能达到实验目的, A 不符合题意; 碱石灰可用于干燥氨气, 该装置能达到实验目的, B 不符合题意; 氨气密度比空气的小, 极易溶于水, 所以用向下排空气法收集, 集气瓶内导管“短进长出”, 该装置能达到实验目的, C 不符合题意; 浓硫酸是难挥发性酸, 与  $\text{NH}_3$  反应无明显现象, 因此不能用来检验  $\text{NH}_3$  是否已收集满, D 符合题意。

### 2. B 突破点 ▶ 仪器选用及物质的分离提纯

【解析】中和反应的反应热的测定需要用到⑤温度计, 但不需要③锥形瓶, A 错误; 用标准盐酸测定氢氧化钠溶液的浓度即中和滴定, 用到的仪器为⑥酸式滴定管和③锥形瓶, B 正确; 蒸馏法分离二氯甲烷和四氯化碳需要用到的仪器为②蒸馏烧瓶、⑤温度计, 但不需要④球形冷凝管, 应用直形冷凝管, C 错误; 重结晶法纯化苯甲酸(含少量泥沙、NaCl)需要用到①漏斗, 但不需要⑦坩埚, D 错误。

### 3. D 考查点 ▶ 铝及其化合物的转化、化学实验基本操作

【解析】易拉罐中的铝可与 NaOH 溶液反应, 生成  $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ , A 正确; 可以通过装置乙将  $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$  溶液和未被溶解的固体过滤分离, B 正确; 将二氧化碳通入  $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$  溶液中, 可反应生成  $\text{Al}(\text{OH})_3$  沉淀, C 正确; 灼烧  $\text{Al}(\text{OH})_3$  固体应在坩埚中进行, D 错误。

### 4. C 考查点 ▶ 萃取和分液, 浓硫酸的强氧化性, 二氧化硫、氯气的实验室制法

【解析】加热  $\text{NaHCO}_3$  溶液会使  $\text{NaHCO}_3$  受热易分解, 所以蒸发结晶最终不能得到  $\text{NaHCO}_3$  晶体, A 错误; 二氧化锰和浓盐酸在加热条件下生成氯气, 装置乙中缺少酒精灯, B 错误; 铜与浓硫酸在加热条件下反应生成二氧化硫, 用品红检验二氧化硫气体, C 正确; 酒精与水互溶, 不可用于萃取碘水中的碘单质, D 错误。

### 5. C 突破点 ▶ 化学实验基础操作

【解析】浓硫酸具有强氧化性, 能将  $\text{HBr}$  氧化为  $\text{Br}_2$ ,  $\text{Br}_2$  能腐蚀橡胶, 所以加热回流装置的圆底烧瓶与球形冷凝管连接处不能用橡胶塞, 故 A 正确; 浓硫酸与  $\text{NaBr}$  固体反应有  $\text{HBr}$  生成, 气体吸收装置的作用是吸收  $\text{HBr}$  等有毒气体, 故 B 正确; 蒸馏过程中使用的直形冷凝管不能换成球形冷凝管(凹陷处会存留一部分馏分), 故 C 错误; 1-溴丁烷难溶于水, 洗涤包括水洗和碱洗, 为便于洗涤后分液, 本实验洗涤可在分液漏斗中完成, 故 D 正确。

## (二) 物质的检验与鉴别

## 刷实验 A

### 1. D 考查点 ▶ 物质的鉴别

【解析】 $\text{Na}_2\text{CO}_3$  的水解能力强于  $\text{NaHCO}_3$ , 因此相同条件下同浓度

的  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液碱性强于  $\text{NaHCO}_3$  溶液,方案可行,A 正确;Na 元素的焰色呈黄色,K 元素的焰色透过蓝色钴玻璃观察呈紫色,方案可行,B 正确; $\text{Na}_2\text{SO}_3$ 、 $\text{NaClO}$  溶液均呈碱性,滴加酚酞后溶液呈红色,但  $\text{NaClO}$  具有漂白性,滴加酚酞后, $\text{NaClO}$  溶液先变红后褪色,方案可行,C 正确; $\text{AlCl}_3$ 、 $\text{MgCl}_2$  均能与  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  反应生成白色沉淀,且  $\text{Al}(\text{OH})_3$  和  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  都不溶于氨水,方案不可行,D 错误。

## 2. C 考查点 ▶ 浓硫酸的强氧化性、二氧化硫的化学性质

【解析】炭与浓硫酸需要在加热条件下反应,装置甲中缺少酒精灯,A 错误;检验  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  应该用无水硫酸铜,而不能用无水氯化钙,B 错误;利用  $\text{SO}_2$  的漂白性,可用品红溶液检验混合气体中的  $\text{SO}_2$ ,C 正确;由装置丙导出的气体中仍然混有  $\text{SO}_2$ ,而  $\text{SO}_2$  也能与澄清石灰水反应出现浑浊,不能检验炭与浓硫酸反应生成的  $\text{CO}_2$ ,D 错误。

## 3. D 考查点 ▶ 化学实验方案的设计与评价

【解析】加入足量盐酸酸化的  $\text{BaCl}_2$  溶液,由于  $\text{BaSO}_3$  溶于盐酸, $\text{BaSO}_4$  不溶于盐酸,若产生白色沉淀,说明  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液中含有  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,A 正确;苯酚与  $\text{NaOH}$  溶液反应生成苯酚钠,苯酚钠溶于水,苯不溶于水,振荡、静置、分液,可以除去苯中混有的少量苯酚,B 正确;乙酸溶液显酸性,乙醇溶液显中性,各取溶液少许加入石蕊溶液,溶液变红的为乙酸溶液,无明显现象的为乙醇溶液,C 正确;乙醇、水均与  $\text{Na}$  反应生成氢气,应选无水硫酸铜进行检验,D 错误。

## 4. C 考查点 ▶ 实验方案的设计与评价

【解析】测定等体积的  $\text{CH}_3\text{COONa}$  和  $\text{NaNO}_2$  溶液的 pH,二者浓度大小关系没有确定,不能根据 pH 比较  $\text{CH}_3\text{COOH}$  和  $\text{HNO}_2$  酸性强弱,A 不符合题意;石油裂解的过程是比较复杂的,生成的裂解气是一种成分复杂的混合气体,主要含有乙烯、丙烯、丁二烯等不饱和烃,将该气体通入  $\text{Br}_2$  的  $\text{CCl}_4$  溶液,颜色褪去只能说明含有不饱和烃,不能说明一定含有乙烯,B 不符合题意;硫化钠溶液中通入过量的二氧化硫,观察到生成的黄色沉淀是 S 单质,反应中  $\text{S}^{2-}$  中 S 元素化合价升高,部分  $\text{SO}_2$  中的 S 元素化合价降低,则可以说明二氧化硫有氧化性,C 符合题意;将卤代烃与  $\text{NaOH}$  水溶液混合加热,待溶液冷却后应先加入稀硝酸中和氢氧化钠,再加硝酸银溶液才能通过观察沉淀颜色确定卤素原子种类,D 不符合题意。

## 5. C 考查点 ▶ 常见离子的检验、离子共存

【解析】步骤①加入过量  $\text{NaOH}$  溶液并加热,产生无色、有刺激性气味的气体,并且有白色沉淀生成,说明溶液中含有  $\text{NH}_4^+$  和  $\text{Mg}^{2+}$ ,A 正确;步骤③中生成的白色沉淀为  $\text{BaSO}_4$ ,其物质的量

$$n(\text{BaSO}_4) = \frac{2.33 \text{ g}}{233 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.01 \text{ mol}, \text{ 则 } c(\text{SO}_4^{2-}) = \frac{0.01 \text{ mol}}{0.05 \text{ L}} =$$

$0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,B 正确;由步骤②知溶液中含有  $\text{Cl}^-$ ,由步骤①知溶液中含有  $\text{NH}_4^+$  和  $\text{Mg}^{2+}$ ,则溶液中不含  $\text{CO}_3^{2-}$ ,由步骤③知溶液中含有  $\text{SO}_4^{2-}$ ,则溶液中不含  $\text{Ba}^{2+}$ ,由于各离子浓度相同,则每份

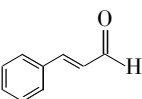
溶液中  $n(\text{SO}_4^{2-}) = n(\text{Mg}^{2+}) = n(\text{Cl}^-) = n(\text{NH}_4^+) = 0.01 \text{ mol}$ , 根据溶液呈电中性可知, 溶液中不可能含有  $\text{Al}^{3+}$  和  $\text{NO}_3^-$ , C 错误; 综合上述分析, 该溶液中一定含有  $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{Cl}^-$  四种离子, D 正确。

## 刷实验 B

### 1. B 突破点 ▶ 常见离子的检验

【解析】①采用互滴法,  $\text{K}_2\text{CO}_3$  溶液滴入  $\text{HNO}_3$  溶液中, 立即产生气泡,  $\text{HNO}_3$  溶液滴入  $\text{K}_2\text{CO}_3$  溶液中, 起初无气泡, 后来产生气泡, 滴加顺序不同, 现象不同, 符合题意; ② $\text{H}_2\text{SO}_4$  溶液和  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液, 不管哪种试剂滴入另一种试剂中, 都产生白色沉淀, 不符合题意; ③采用互滴法, 氨水滴入  $\text{CuSO}_4$  溶液中, 起初产生蓝色沉淀, 后来沉淀溶解得到深蓝色溶液,  $\text{CuSO}_4$  溶液滴入氨水中, 先得到深蓝色溶液, 后来生成蓝色沉淀, 滴加顺序不同, 现象不同, 符合题意; ④ $\text{NaOH}$  溶液与  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  溶液, 不管哪种试剂滴入另一种试剂中, 都产生白色沉淀, 不符合题意; ⑤采用互滴法,  $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$  溶液滴入稀硫酸中, 起初无现象, 后来生成白色沉淀, 稀硫酸滴入  $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$  溶液中, 起初生成白色沉淀, 后来沉淀溶解, 滴加顺序不同, 现象不同, 符合题意; ⑥ $\text{FeSO}_4$  溶液和  $\text{H}_2\text{S}$  溶液, 不管哪种试剂滴入另一种试剂中, 都无明显现象, 不符合题意。综合以上分析, 答案为 B。

### 2. D 考查点 ▶ 官能团的结构及性质、离子的检验

【解析】 中的碳碳双键和醛基都能与酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液反应, 从而使其褪色, A 错误; 将气体通入石蕊溶液中, 石蕊溶液变红, 并不能说明气体一定是  $\text{SO}_2$ , 也可能是其他酸性气体, B 错误;  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  溶液和亚铁离子反应有蓝色沉淀产生, 但不能检验  $\text{Fe}^{3+}$ , C 错误; 取少量溶液滴加  $\text{NaOH}$  溶液并加热, 将湿润的红色石蕊试纸置于试管口, 若试纸变蓝则说明原溶液中含有  $\text{NH}_4^+$ , D 正确。

### 3. B 考查点 ▶ 氧化性强弱的比较、 $\text{Fe}^{2+}$ 的鉴别、常见阴离子的检验

【解析】 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  和  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  中均含有 +3 价铁, 与稀盐酸反应后均能得到  $\text{Fe}^{3+}$ , 滴加  $\text{NaOH}$  溶液均产生红褐色沉淀, 若  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  剩余, 则也会有红褐色沉淀生成, A 错误。向  $\text{FeCl}_3$  溶液中滴加淀粉碘化钾溶液后, 溶液变蓝说明  $\text{I}^-$  被氧化成  $\text{I}_2$ , 氧化剂为  $\text{Fe}^{3+}$ , 说明氧化性:  $\text{Fe}^{3+} > \text{I}_2$ , B 正确。氯离子也能使酸性高锰酸钾溶液褪色, 则溶液紫红色褪去, 不能说明溶液中含有  $\text{Fe}^{2+}$ , C 错误。取少量溶液于试管中, 滴加稀盐酸, 若产生的气体能使澄清石灰水变浑浊, 则产生的气体可能是  $\text{CO}_2$ , 也可能是  $\text{SO}_2$ , 或是两者混合, 则溶液中可能含有  $\text{CO}_3^{2-}$ , 也可能含有  $\text{SO}_3^{2-}$ , D 错误。

### 4. C 考查点 ▶ 溶液中粒子浓度大小的比较、物质分离、提纯及检

## 验的综合应用

【解析】pH = 2 的  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  溶液中  $c(\text{H}^+) = 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,

$$K_{a1}(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)}{c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)} = 5.6 \times 10^{-2}, \frac{c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)}{c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)} =$$

$5.6 > 1$ , 即  $c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) < c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)$ , A 正确; 根据电荷守恒:

$c(\text{NH}_4^+) + 2c(\text{Fe}^{2+}) + c(\text{H}^+) = 2c(\text{SO}_4^{2-}) + c(\text{OH}^-)$ , 溶液显酸性,

$c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$ ,  $c(\text{NH}_4^+) + 2c(\text{Fe}^{2+}) < 2c(\text{SO}_4^{2-})$ , B 正确; 酸性

$\text{KMnO}_4$  溶液除了可以氧化  $\text{Fe}^{2+}$ , 也可以氧化  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ , 故溶液褪色

不能证明含  $\text{Fe}^{2+}$ , C 错误; 乙醇与水互溶, 用乙醇洗涤晶体可带走水分,

乙醇易挥发, 利于干燥, D 正确。

## 5. B 考查点 ▶ 硝酸的强氧化性、 $\text{Fe}^{3+}$ 的检验、化学实验方案的设计与评价

【解析】稀硝酸具有强氧化性, 能将溶液中的  $\text{SO}_3^{2-}$  氧化为能与钡

离子反应生成白色沉淀的  $\text{SO}_4^{2-}$ , 则观察到白色沉淀不能确定亚

硫酸钠样品已经变质, A 错误; 碘化钾溶液被空气中氧气氧化,

变质生成的碘单质能使淀粉溶液变蓝色, 则观察溶液颜色是否

变蓝色可以检验碘化钾溶液是否变质, B 正确; 若溶液中含有铁

离子, 无论是否加入过氧化氢溶液, 滴加硫氰化钾溶液, 溶液均

变为红色, 该操作方案不能排除  $\text{Fe}^{3+}$  的干扰, C 错误; 漂白粉的有效

成分  $\text{Ca}(\text{ClO})_2$  能与浓盐酸反应生成氯气, 变质后的漂白粉中

含有碳酸钙, 加入稀盐酸会产生  $\text{CO}_2$ , 则将漂白粉溶于水后, 滴加

浓盐酸, 观察是否产生气泡不能确定漂白粉是否变质, D 错误。

## 6. B 考查点 ▶ 化学实验方案的设计与评价

【解析】乙醇能和酸性高锰酸钾溶液发生氧化还原反应, 可使溶

液紫色变浅或褪去, 预期现象无误, A 不符合题意; 硫化氢和亚

硫酸钠发生氧化还原反应生成硫单质沉淀, 没有气体产生, B 符

合题意; 过氧化氢和碘化钾反应生成能使淀粉变蓝的碘单质, C

不符合题意; 铝离子和氨水反应生成不溶于弱碱的氢氧化铝沉

**关键点**

淀, D 不符合题意。

## 7. D 突破点 ▶ 离子的检验

### 思路分析

废液中加入过量  $\text{NaOH}$  溶液产生的红褐色沉淀为  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , 则原溶液中存在  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$  和  $\text{Fe}^{3+}$  不共存, 则不存在  $\text{CO}_3^{2-}$ ;  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  灼烧后分解为  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $1.6 \text{ g Fe}_2\text{O}_3$  的物质的量为  $0.01 \text{ mol}$ , 则所取溶液中含有  $\text{Fe}^{3+}$  的物质的量为  $0.02 \text{ mol}$ ; 滤液中加入过量的  $\text{BaCl}_2$  溶液, 生成不溶于盐酸的白色沉淀为  $\text{BaSO}_4$ , 则原溶液中存在  $\text{SO}_4^{2-}$ , 固体乙为  $\text{BaSO}_4$ ,  $4.66 \text{ g BaSO}_4$  的物质的量为  $0.02 \text{ mol}$ , 则所取溶液中含有的  $\text{SO}_4^{2-}$  的物质的量为  $0.02 \text{ mol}$ ; 根据电荷守恒可知, 所取溶液中一定含有  $\text{Cl}^-$ , 若无其他阳离子, 则  $\text{Cl}^-$  的物质的量为  $0.02 \text{ mol}$ , 若含有其他阳离子, 则  $\text{Cl}^-$  的物质的量大于  $0.02 \text{ mol}$ 。

【解析】由思路分析可知, 原溶液中至少存在  $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  和  $\text{Cl}^-$  三

种离子, A 正确; 由思路分析可知, 所取溶液中一定存在  $\text{Cl}^-$ , 且  $\text{Cl}^-$  的物质的量至少为  $0.02 \text{ mol}$ , 所取溶液体积为  $100 \text{ mL}$ , 则  $c(\text{Cl}^-) \geq 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , B 正确; 由思路分析可知, 原溶液中一定不存在  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{K}^+$ 、 $\text{Al}^{3+}$  不能确定, C 正确; 若原溶液中  $c(\text{Cl}^-) = 0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 则其一定含有  $\text{K}^+$  或  $\text{Al}^{3+}$  或两者都有, 且不能确定其浓度, D 错误。

## 8. C 突破点 ▶ 离子检验在物质组成分析中的应用

### 思路分析

$\text{FeS}$ 、 $\text{Na}_2\text{SO}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$  能分别和稀硫酸反应生成气体  $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{CO}_2$ ;  $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{SO}_2$  都能和酸性高锰酸钾溶液发生氧化还原反应, 气体 A → 气体 B 过程中气体体积缩小, 说明气体中一定含有  $\text{H}_2\text{S}$  或者  $\text{SO}_2$ , 所以混合物中  $\text{FeS}$  和  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  两者至少存在其一, 由于向气体 A 中加入酸性高锰酸钾溶液后仍有气体剩余, 则气体 B 为  $\text{CO}_2$ , 则原混合物中一定含有  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ;  $\text{SiO}_2$  不溶于稀硫酸,  $\text{BaCl}_2$  和稀硫酸反应生成  $\text{BaSO}_4$  沉淀,  $\text{FeS}$  和  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  在酸性条件下能发生氧化还原反应生成 S 单质,  $\text{Fe}^{3+}$  在溶液中可以与  $\text{S}^{2-}$  发生氧化还原反应生成  $\text{Fe}^{2+}$  与 S 单质, 所以固体 A 为  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{BaSO}_4$ 、S 单质三种固体中至少一种; 溶液 A 中加入  $\text{NaOH}$  溶液生成白色沉淀 B, 一段时间后沉淀 B 的颜色加深, 则沉淀 B 为  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ , 说明溶液 A 中有  $\text{Fe}^{2+}$ , 则原混合物中一定存在  $\text{FeS}$  与  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  中的一种, 溶液 B 与硝酸钡反应生成的沉淀 C 为  $\text{BaSO}_4$ , 溶液 C 与硝酸、硝酸银反应生成的沉淀 D 为  $\text{AgCl}$ , 则原混合物中一定含  $\text{BaCl}_2$ , 则固体 A 中一定含有  $\text{BaSO}_4$ 。综上, 固体混合物中一定含有  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{BaCl}_2$ , 至少含  $\text{FeS}$  和  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  中的一种, 可能含有  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Na}_2\text{SO}_3$ 。

**【解析】** 气体 A 中不一定含有  $\text{SO}_2$ , A 错误; 依据思路分析可知, 固体 A 中一定含有  $\text{BaSO}_4$ , 可能含有 S 单质, B 错误; 依据思路分析可知, 白色沉淀 B 为  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ , 可以推出该固体混合物至少含  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  和  $\text{FeS}$  中的一种, C 正确; 依据思路分析可知, 该固体混合物中一定含有  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{BaCl}_2$ , 不一定含有  $\text{SiO}_2$ , D 错误。

## 9. (1) $\text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HClO} + \text{OH}^-$

(2) ①焰色试验 ②  $4\text{NaCuO}_2 + 12\text{H}^+ = 4\text{Cu}^{2+} + 4\text{Na}^+ + \text{O}_2 \uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$

(3) ①pH 减小,  $\text{ClO}^-$  也可能氧化  $\text{Cl}^-$  生成  $\text{Cl}_2$

②滴加饱和  $\text{NaCl}$  溶液, 产生使湿润的淀粉 KI 试纸变蓝的气体  
 $c(\text{H}^+)$  增大,  $\text{NaCuO}_2$  的氧化性增强

(5)  $\text{CuSO}_4$  溶液  $\text{NaOH}$  溶液 向  $3 \text{ mL } 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NaOH}$  溶液中, 逐滴滴加  $0.5 \text{ mL } 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ CuSO}_4$  溶液, 边加边搅拌, 然后将  $1 \text{ mL } 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NaClO}$  溶液缓缓加入上述混合物中, 边加边搅拌, 待蓝绿色沉淀完全转化为棕黑色沉淀后, 过滤, 并用冰水洗涤沉淀 2~3 次, 在低温条件下自然晾干

**考查点** ▶ 物质制备的探究、化学实验方案的设计与评价、盐类水解原理

### 思路分析

实验 I : 向 2 mL  $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaClO}$  溶液中滴加 1 mL  $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CuCl}_2$  溶液, 迅速产生蓝绿色沉淀, 振荡后得到棕黑色的浊液 a, 通过总反应  $2\text{Na}^+ + \text{ClO}^- + 2\text{Cu}^{2+} + 6\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{NaCuO}_2 \downarrow + \text{Cl}^- + 3\text{H}_2\text{O}$  得到高铜酸钠沉淀, 则浊液 a 含有过量的  $\text{NaClO}$ 。

实验 II : 将一份浊液 a 过滤、洗涤、干燥, 得到的固体 b 为高铜酸钠沉淀,  $\text{NaCuO}_2$  与稀硫酸反应而溶解, 说明它在酸性环境中不稳定。

实验 III : 向另一份浊液 a 中继续滴加 1.5 mL  $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CuCl}_2$  溶液, 沉淀由棕黑色变为蓝绿色, 溶液的 pH 约为 5, 有  $\text{Cl}_2$  产生。说明铜化合价降低, 高铜酸钠被还原, 而氯离子被氧化为氯气; 可根据氧化还原反应规律做出相应的假设并通过实验验证是否正确。通过实验, 证明了高铜酸钠溶液具有氧化性, 且酸性条件下氧化性更强。

实验 IV : 利用硫酸铜代替氯化铜制备高铜酸钠, 发现浊液放置过程中, 沉淀表面缓慢产生气泡并出现蓝色固体, 该气体不能使湿润的淀粉 KI 试纸变蓝, 则气体为氧气, 应该是高铜酸钠缓慢地把水中 -2 价的氧氧化为氧气, 可见制备在水溶液中稳定存在的  $\text{NaCuO}_2$ , 应在碱性环境中进行, 应选用的试剂是  $\text{NaClO}$  溶液、 $\text{CuSO}_4$  溶液、 $\text{NaOH}$  溶液。

【解析】(1)  $\text{NaClO}$  为强碱弱酸盐, 水解使溶液显碱性:  $\text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HClO} + \text{OH}^-$ 。

(2) ①钠元素的焰色为黄色, 可以通过焰色试验证明钠元素的存在。②蓝色溶液为硫酸铜溶液, 则  $\text{NaCuO}_2$  与稀硫酸发生氧化还原反应, 铜元素化合价降低, 生成的气体应该是氧化产物氧气, 故反应生成硫酸铜、硫酸钠、氧气、水, 反应的离子方程式是  $4\text{NaCuO}_2 + 12\text{H}^+ \rightleftharpoons 4\text{Cu}^{2+} + 4\text{Na}^+ + \text{O}_2 \uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$ 。

(3) ①氯离子被氧化为氯气需要强氧化剂, 溶液中存在次氯酸根离子, 具有氧化性, 也可能氧化氯离子生成氯气, 则生成  $\text{Cl}_2$  的其他原因: pH 减小,  $\text{ClO}^-$  也可能氧化  $\text{Cl}^-$  生成  $\text{Cl}_2$ 。

②探究“继续滴加  $\text{CuCl}_2$  溶液,  $\text{NaCuO}_2$  能氧化  $\text{Cl}^-$ ”的原因。

i. 提出假设 1:  $c(\text{Cl}^-)$  增大,  $\text{Cl}^-$  的还原性增强。要证明假设成立, 需要溶液中  $c(\text{Cl}^-)$  较大且溶液中的阳离子不影响反应, 则可选用饱和氯化钠溶液和  $\text{NaCuO}_2$  固体反应, 观察有没有生成使湿润的淀粉-KI 试纸变蓝的气体, 故操作和现象: 取少量  $\text{NaCuO}_2$  固体于试管中, 滴加饱和  $\text{NaCl}$  溶液, 产生使湿润的淀粉-KI 试纸变蓝的气体。

ii. 根据向另一份浊液 a 中继续滴加 1.5 mL  $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CuCl}_2$  溶液, 沉淀由棕黑色变为蓝绿色, 溶液的 pH 约为 5, 有  $\text{Cl}_2$  产生。可见反应是在酸性条件下产生氯气, 则提出假设 2:  $c(\text{H}^+)$  增大,  $\text{NaCuO}_2$  的氧化性增强, 把氯离子氧化为氯气。

(5) 实验 IV 中硫酸铜替代了氯化铜, 由得失电子守恒可知反应过程中次氯酸钠过量, 制取过程中没有氯气产生,  $\text{NaCuO}_2$  较稳定, 结合思路分析可知  $\text{NaCuO}_2$  在碱性条件下较稳定, 则可以用  $\text{NaClO}$  溶液、 $\text{CuSO}_4$  溶液和  $\text{NaOH}$  溶液制备在水溶液中稳定存在的  $\text{NaCuO}_2$ 。



### (三) 物质的分离和提纯

#### 刷实验 A

**1. A 考查点** ▶ 重结晶、乙醇的消去反应、溶液配制、萃取和分液的仪器选择

**【解析】**重结晶法提纯苯甲酸需要的玻璃仪器有烧杯、玻璃棒、漏斗、酒精灯,题中仪器可以完成,A 正确;配制  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  硫酸溶液,定容时需要胶头滴管,B 错误;乙醇的消去反应,需要用温度计,C 错误;用四氯化碳萃取碘水中的碘,采用萃取分液操作,需要分液漏斗,D 错误。

**2. B 考查点** ▶ 物质的检测和分离与提纯方法

**【解析】**测定柑橘中有机酸含量,可用标准碱液进行酸碱滴定,需使用碱式滴定管,A 正确;分离菠菜中的叶绿素用的是薄层色谱法,而不是使用离子交换树脂分离,B 错误;茶叶中钙离子的沉淀分离,可以将钙离子转化为沉淀后过滤,需使用漏斗,C 正确;海带提碘过程中碘单质可以使用有机溶剂萃取后分液分离,需使用分液漏斗,D 正确。

**3. C 考查点** ▶ 侯氏制碱法的模拟实验,过滤、蒸发结晶、电解装置的评价

**【解析】**利用装置甲除粗盐水中的泥沙时,采用过滤的方法,但需要使用玻璃棒引流,A 不正确;利用装置乙蒸发  $\text{NaCl}$  溶液时,采用蒸发结晶的方法,通常使用蒸发皿,坩埚是灼烧固体所用的仪器,不用于蒸发溶液,B 不正确;用装置丙制备  $\text{NaHCO}_3$  时,将  $\text{CO}_2$  气体通入氨化的  $\text{NaCl}$  饱和溶液中,由于  $\text{NaHCO}_3$  的溶解度较小,所以生成的  $\text{NaHCO}_3$  大部分结晶析出,C 正确;装置丁制备  $\text{Cl}_2$ ,采用电解饱和食盐水的方法,与直流电源正极相连的  $\text{Fe}$  电极为阳极, $\text{Fe}$  失电子,而不是  $\text{Cl}^-$  失电子,得不到  $\text{Cl}_2$ ,D 不正确。

**4. C 考查点** ▶ 萃取和分液、含溴废液中溴的回收

#### 思路分析

向  $\text{Br}_2$  的四氯化碳溶液中加入碳酸钠溶液,碳酸钠溶液与  $\text{Br}_2$  反应得到含有溴化钠和溴酸钠的混合溶液(溶液 A),分液得到四氯化碳和溶液 A;向溶液 A 中加入硫酸,溴化钠和溴酸钠在酸性条件下发生归中反应生成溴单质。

**【解析】**溶液 A 为  $\text{NaBr}$  和  $\text{NaBrO}_3$  的混合溶液,加入试剂 X 后,有  $\text{Br}_2$  单质生成,发生的是酸性条件下的归中反应,可知试剂 X 为酸,转化过程中发生了氧化还原反应,为了不干扰  $\text{Br}_2$  的生成,则应选择硫酸,A 正确;溴单质沸点低,可用蒸馏从混合液中分离出溴单质,B 正确;四氯化碳的密度大于水,加入足量碳酸钠溶液充分反应后,上层为含有溴化钠和溴酸钠的混合溶液,下层为四氯化碳,则分液时应先从分液漏斗下口放出  $\text{CCl}_4$ ,再从上口倒出溶液 A,C 错误;步骤 I 中,加入足量碳酸钠溶液,碳酸钠与溴单质反应得到含有溴化钠和溴酸钠的混合溶液(上层溶液),下层为四氯化碳,上下两层均为无色,D 正确。

**5. D 考查点** ▶ 物质分离提纯常见化学方法

**【解析】**红热的木炭与氧气反应生成二氧化碳气体,则将气体缓缓通过红热的木炭粉能除去氮气中的氧气,但引入了新的杂质二氧化碳,A 错误;碳酸钠能与稀盐酸反应生成氯化钠、水和二



氧化碳,氯化钠与盐酸不反应,则向溶液中加入足量稀盐酸会把碳酸钠除去,B 错误;盐酸能与氢氧化钙溶液反应生成氯化钙和水,向溶液中加入过量的氢氧化钙溶液能除去盐酸,但引入了新的杂质氢氧化钙(过量),C 错误;氧化铜能与足量稀硫酸反应生成硫酸铜和水,铜不与稀硫酸反应,则向铜粉中加入足量稀硫酸,再经过过滤、洗涤、干燥,能除去铜粉中的少量氧化铜杂质,D 正确。

**易错警示** 除杂时所选试剂只能与杂质反应,不能与主要物质反应,同时不能引入新的杂质。

#### 6. A 考查点 ▶ 物质的分离提纯

**【解析】**若用过量的 NaOH 溶液溶解  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  的混合物,过滤后可得到  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  固体和  $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$  溶液,蒸发  $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$  溶液无法得到  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,若用过量的强酸溶液溶解  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  的混合物,二者均能溶解,故无法经题述三步操作分离两种氧化物,A 错误;三种方法均未利用化学性质,B 正确;在溶液中  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  与  $\text{CO}_2$  反应可得到  $\text{NaHCO}_3$ ,C 正确; $\text{MgO}$  粉末和溶液中的  $\text{H}^+$  反应促使  $\text{Fe}^{3+}$  水解形成  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  沉淀,且不会引入新杂质,D 正确。

#### 7. B 考查点 ▶ 丙酮的提纯

**【解析】**2-丙醇分子间存在氢键,导致沸点高于丙酮,A 错误;克氏蒸馏头的特殊结构,使蒸馏烧瓶中液体不会因剧烈沸腾而直接进入冷凝管,可以避免烧瓶中的液体进入接收瓶,从而避免对收集产物的污染,B 正确;毛细玻璃管导入微量空气,冒出小气泡,成为沸腾时的汽化中心,可以使液体平稳沸腾,防止暴沸,同时兼具搅拌作用,微量空气不起氧化 2-丙醇的作用,C 错误;丙酮的沸点低于 2-丙醇,应蒸馏出丙酮,使 2-丙醇残留在烧瓶内,故应控制水浴温度高于  $56.5\text{ }^\circ\text{C}$ 、低于  $82.5\text{ }^\circ\text{C}$ ,D 错误。

### 刷实验 B

#### 1. A 考查点 ▶ 物质分离、提纯综合应用,溶液配制的操作

**【解析】**配制稀硫酸时不能直接在容量瓶中稀释浓硫酸,应该在烧杯中稀释,冷却至室温后转移到容量瓶中定容,A 错误;用稀硫酸溶解废料( $\text{Zn}$  与硫酸反应, $\text{NH}_4\text{Cl}$  溶于稀硫酸),加热和搅拌可以加快反应速率,提高浸取效率,B 正确;过滤分离固液混合物需要漏斗、烧杯、玻璃棒,装置及操作正确,C 正确;过滤后的滤渣中含有 C 和  $\text{MnO}_2$ ,通过灼烧可以除去 C,灼烧操作中需要坩埚,装置及操作正确,D 正确。

#### 2. D 考查点 ▶ 离子方程式的书写,物质分离、提纯综合应用

**【解析】**流程图中主要为沉淀和滤液的分离,所以主要分离操作是过滤,而不是萃取,A 错误; $\text{AgCl}$  难溶于水,书写离子方程式时不能拆,正确的离子方程式为  $\text{AgCl} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ + \text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O}$ ,B 错误; $4.320\text{ g Ag}$  的物质的量为  $0.04\text{ mol}$ ,根据反应方程式  $4\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{OH} + \text{HCHO} \xrightarrow{\Delta} 4\text{Ag} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O} + (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + 6\text{NH}_3$ ,生成  $0.04\text{ mol Ag}$  至少消耗甲醛物质的量为  $0.01\text{ mol}$ ,C 错误;硝酸银受热易分解,所以从硝酸银溶液中得到硝酸银固体需采用减压蒸发、结晶、 $30\text{ }^\circ\text{C}$  以下干燥,D 正确。

#### 3. C 突破点 ▶ 物质分离提纯综合应用

**【解析】**煤灰具有多孔结构,能提供汽化中心,防止液体暴沸,A 正确;回流过程中烧瓶内气雾上升高度若超过冷凝管高度的  $\frac{1}{3}$ ,可加快冷凝水的流速,提高冷凝效果,降低冷凝管内的温度,B 正确;回流过程中  $\text{Na}_2\text{S}$  会直接在冷凝管上析出,使  $\text{Na}_2\text{S}$  产率降低,故回流时间不可过长,C 错误;乙醇与水互溶,硫化钠易溶于热乙醇,重金属硫化物难溶于乙醇,故趁热过滤可滤去煤灰、重金属硫化物等杂质,之后冷却结晶、过滤、洗涤、干燥可获得  $\text{Na}_2\text{S} \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ,D 正确。

#### 4. C 考查点 ▶ 物质制备的探究、沉淀的洗涤

**【解析】**依题意可知,装置甲中发生的反应为  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} \xrightarrow{\Delta} \text{CuO} \downarrow + 2\text{NaCl} + 4\text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ,A 正确;氨气极易溶于水,装置乙的作用是防倒吸,B 正确;氨气的水溶液呈碱性,为检验  $\text{NH}_3$  的生成,可在装置丙中加入酚酞溶液或红色石蕊的溶液,C 错误;生成的沉淀可能附着  $\text{NaCl}$ ,故可用稀硝酸酸化的硝酸银溶液检验生成的沉淀是否洗涤干净,D 正确。

#### 5. C 考查点 ▶ 物质分离、提纯的综合应用

**【解析】** $\text{NaCl}$  的饱和溶液中存在溶解平衡,往饱和氯化钠溶液中加入一定量的浓盐酸,增大了  $\text{Cl}^-$  的浓度,使平衡向  $\text{NaCl}$  结晶的方向进行,可以获得氯化钠晶体,A 正确;硫酸铜铵晶体在极性较大的水中的溶解度大,在极性小的乙醇中的溶解度小,向硫酸铜铵溶液中加入 95% 乙醇可以获得硫酸铜铵晶体,B 正确;在高于室温  $10 \sim 20\text{ }^\circ\text{C}$  的明矾饱和溶液中悬挂明矾晶核,静置过夜,反复多次,可以获得大晶体,若温差过大,则得到较多数目的晶体,得不到大晶体,C 错误;将粗苯甲酸溶于热水,趁热过滤掉泥沙,将滤液冷却结晶,说明苯甲酸的溶解度随温度变化较大,D 正确。

### (四) 化学实验方案设计与评价

#### 刷 实验 A

#### 1. B 考查点 ▶ 化学实验方案的设计与评价、常见无机物的制备、过滤

##### 思路分析

由题给流程可知,碳酸亚铁溶于柠檬酸溶液得到柠檬酸亚铁溶液,将柠檬酸亚铁氧化为柠檬酸铁,向柠檬酸铁溶液中加入氨水制得柠檬酸铁铵溶液,经蒸发浓缩、冷却结晶、过滤、洗涤、干燥制得柠檬酸铁铵晶体。

**【解析】**硫酸亚铁溶液与加入的碳酸钠溶液反应生成碳酸亚铁沉淀,A 正确;氯化铵受热分解,生成的气体在试管口又生成氯化铵,不能得到氨气,实验室用氯化铵和氢氧化钙加热制取氨气,B 错误;氨气极易溶于水,需要防倒吸,该装置能防倒吸,C 正确;最后制得的柠檬酸铁铵需要过滤得到,操作正确,D 正确。

#### 2. D 考查点 ▶ 化学实验方案的设计与评价

**【解析】** $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液与  $\text{NaHSO}_3$  溶液反应生成  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  和水,反应中没有明显的实验现象,所以无法达到探究浓度对化学反应速率影响的目的,A 错误;酸性高锰酸钾溶液具有强氧化性且溶液显酸性,会腐蚀橡胶管,所以不能用碱式滴定管盛装酸性高锰酸钾溶液,B 错误;氯化镁是强酸弱碱盐,在溶液中水解生成氢氧化

镁和盐酸,直接蒸发结晶时,氯化氢受热挥发,会使水解平衡向正反应方向移动直至趋于完全,最终将得到氢氧化镁,无法得到无水氯化镁,C 错误;先向少量硝酸银溶液中加入氯化钠溶液,再加入碘化钾溶液,氯化银白色沉淀转化为碘化银黄色沉淀,可以证明碘化银的溶解度小于氯化银,D 正确。

### 3. D 考查点 ▶ 化学实验方案的设计与评价

【解析】该方案若无气体生成,则固体粉末为  $\text{Na}_2\text{O}$ ,若有气体生成,则固体粉末既可能含有  $\text{Na}_2\text{O}_2$ ,也可能含有未完全反应的金属钠,还可能有  $\text{Na}_2\text{O}$ ,A 错误;该方案反应后  $\text{FeCl}_3$  有剩余,滴入几滴  $\text{KSCN}$  溶液,溶液变红,不能说明  $\text{KI}$  与  $\text{FeCl}_3$  的反应有一定限度,B 错误;该方案缺少加热操作,且选用稀  $\text{NaOH}$  溶液,试纸不变蓝,溶液中可能无铵根离子,也可能是因为生成的  $\text{NH}_3$  没挥发,C 错误;该方案先加入足量稀盐酸,可排除  $\text{SO}_3^{2-}$  等离子的干扰,再加入足量  $\text{BaCl}_2$  溶液,若有白色沉淀产生,则该沉淀是  $\text{BaSO}_4$ ,说明样品已经变质,D 正确。

### 4. D 考查点 ▶ 化学实验方案设计与评价涉及沉淀转化、卤代烃中卤素原子的检验

【解析】溶液中若含有  $\text{Fe}^{3+}$ ,加入  $\text{KSCN}$  溶液也会出现相同现象,不能说明待测液中含有  $\text{Fe}^{2+}$ ,A 错误;硝酸钠溶液中滴加几滴  $8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  硫酸,酸性条件下,硝酸根离子氧化铜单质生成铜离子,硝酸根离子体现氧化性,不能体现  $8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  硫酸的强氧化性,B 错误;饱和碳酸钠溶液中碳酸根离子浓度过大,使得硫酸钡沉淀转化为碳酸钡沉淀,不能据此比较  $K_{\text{sp}}(\text{BaSO}_4)$  与  $K_{\text{sp}}(\text{BaCO}_3)$  的大小,C 错误;向盛有少量一卤代乙烷的试管中加入氢氧化钠溶液并加热,发生取代反应生成乙醇和卤化钠,冷却后加入足量稀硝酸酸化,滴加硝酸银溶液后产生浅黄色沉淀,说明有机物中存在的卤素原子为溴原子,D 正确。

### 5. BD 考查点 ▶ 硝酸的强氧化性、硫酸根离子的检验、催化剂对化学反应速率的影响

#### 思路分析

由图可知,向浓硝酸中滴入硫氰化钾溶液,溶液立即变红,说明有红色的  $(\text{SCN})_x$  生成,静置一段时间后,溶液剧烈反应,红色迅速褪去,产生大量红棕色气体,说明浓硝酸氧化  $(\text{SCN})_x$ ,同时生成  $\text{NO}_2$ 。

【解析】②中溶液变红,是由于生成了  $(\text{SCN})_x$ ,A 错误;取少量③中的溶液(含有过量的  $\text{HNO}_3$ )加入氯化钡溶液,产生白色沉淀  $\text{BaSO}_4$ ,说明浓硝酸与  $(\text{SCN})_x$  反应时,硫元素被氧化为硫酸根离子,B 正确;②中溶液立即变红,需要静置一段时间红色才褪去,说明  $(\text{SCN})_2$  聚合为  $(\text{SCN})_x$  的速率大于硝酸氧化  $\text{SCN}^-$  的速率,C 错误;向溶有二氧化氮的浓硝酸中加几滴硫氰化钾溶液,溶液先变红后迅速褪色并产生大量红棕色气体说明二氧化氮作催化剂,使浓硝酸氧化  $(\text{SCN})_x$  的反应速率加快,D 正确。

### 6. B 突破点 ▶ 化学实验方案设计与评价

【解析】向浓度均为  $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $\text{NaCl}$ 、 $\text{NaI}$  混合溶液中滴加几滴  $\text{AgNO}_3$  溶液,溶度积常数小的先生成沉淀, $\text{AgCl}$  和  $\text{AgI}$  的颜色不同,因此可根据沉淀的颜色判断对应溶度积常数大小,能达到实验目的,A 不符合题意; $\text{HF}$ 、 $\text{HCl}$  的物质的量浓度未知,不能

根据溶液的 pH 判断 HF 为弱电解质,不能达到实验目的,B 符合题意;饱和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液能和  $\text{CH}_3\text{COOH}$  反应,降低乙酸乙酯在溶液中的溶解度,故可以提纯含有少量乙酸的乙酸乙酯,能达到实验目的,C 不符合题意; $\text{SO}_2$  具有漂白性,但其漂白性不稳定,受热易恢复原来的颜色,操作正确,能达到实验目的,D 不符合题意。

### 7. C 考查点 ▶ 化学实验方案的设计与评价

【解析】粗食盐加水溶解,加水量依据  $\text{NaCl}$  的溶解度估算,A 正确;操作 II 和 IV 煮沸,使得沉淀由无定形态变成结晶较好的晶体,增大沉淀的颗粒直径,易于后续过滤分离除去,B 正确;因为  $K_{\text{sp}}(\text{BaCO}_3) = 5.1 \times 10^{-9}$ ,  $K_{\text{sp}}(\text{BaSO}_4) = 1.1 \times 10^{-10}$ ,二者  $K_{\text{sp}}$  相差不大,故在溶液中存在大量  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  的情况下, $\text{BaSO}_4$  可以转化为  $\text{BaCO}_3$ ,使得  $\text{SO}_4^{2-}$  无法完全沉淀,所以操作 III 和 V 不可以合并进行,C 错误;操作 VI 为加入  $\text{HCl}$  溶液除去过量的  $\text{CO}_3^{2-}$  和  $\text{OH}^-$ ,可以借助 pH 计精确控制加入盐酸的用量,D 正确。

**易错警示** 溶液中存在大量  $\text{CO}_3^{2-}$  时, $\text{BaSO}_4$  可以转化为  $\text{BaCO}_3$ 。

**考点拓展** 粗盐提纯时要尽可能使杂质离子完全除尽,又不引入新的杂质离子,则除杂顺序及所选试剂为用  $\text{BaCl}_2$  溶液除去  $\text{SO}_4^{2-}$ ,用  $\text{NaOH}$  溶液除去  $\text{Mg}^{2+}$ ,用  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液除去  $\text{Ca}^{2+}$  和过量的  $\text{Ba}^{2+}$ ,用稀盐酸除去过量的  $\text{CO}_3^{2-}$  和  $\text{OH}^-$ 。注意试剂加入顺序, $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液一定要在  $\text{BaCl}_2$  溶液之后加入,最后加入适量稀盐酸。

### 8. B 考查点 ▶ 化学实验方案设计与评价、卤代烃的消去反应、二氧化硫的化学性质

【解析】 $\text{NaClO}$  具有强氧化性,不可用 pH 试纸测量  $\text{NaClO}$  溶液的 pH,应使用 pH 计分别测量相同浓度的  $\text{NaClO}$  溶液和  $\text{NaCN}$  溶液的 pH,A 错误;二氧化硫通入碘和淀粉混合溶液中,若蓝色逐渐褪去,则发生反应:  $\text{I}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HI} + \text{H}_2\text{SO}_4$ ,其中二氧化硫是还原剂, $\text{I}^-$  为还原产物,故还原性:  $\text{SO}_2 > \text{I}^-$ ,B 正确;亚硫酸钠与氯化钡溶液可以发生反应生成亚硫酸钡沉淀,无法证明过氧化氢能否将亚硫酸盐氧化,C 错误;挥发出来的乙醇以及发生消去反应生成的乙烯气体都可以使酸性高锰酸钾溶液褪色,D 错误。

## 刷实验 B

### 1. D 考查点 ▶ 实验设计与装置选用

【解析】 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$  的浓度和  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液的体积均相同,故用甲装置探究  $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$  对  $\text{H}_2\text{O}_2$  分解的催化效果,可以达到目的,A 不符合题意;氧气难溶于水,可以用乙装置测量  $\text{O}_2$  体积,B 不符合题意;氯化氢和硫化钠反应生成硫化氢,且饱和  $\text{NaHS}$  溶液不能吸收  $\text{H}_2\text{S}$ ,故可以用丙装置除去  $\text{H}_2\text{S}$  气体中的  $\text{HCl}$ ,C 不符合题意;若用丁装置保护钢管柱不被腐蚀,钢管柱应该与电源的负极相连,丁装置达不到目的,D 符合题意。

### 2. D 突破点 ▶ 实验的设计与评价

### 思路分析

在甲中  $\text{H}_2\text{SO}_4$  与  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  发生复分解反应制取  $\text{SO}_2$ , 在装置乙中  $\text{SO}_2$ 、 $\text{Na}_2\text{S}$ 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$  发生反应  $2\text{Na}_2\text{S} + \text{Na}_2\text{CO}_3 + 4\text{SO}_2 = 3\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{CO}_2$ , 在装置丙中根据  $\text{SO}_2$  具有漂白性能够使品红溶液褪色, 从而检验  $\text{SO}_2$  是否被充分吸收。 $\text{SO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{S}$  都是大气污染物, 可根据它们都可以与碱反应的性质, 用  $\text{NaOH}$  溶液进行尾气处理, 以防止污染大气。

**【解析】** $\text{SO}_2$  具有漂白性, 能够使品红溶液褪色, 可利用这一性质来检验在乙中  $\text{SO}_2$  是否被充分吸收, A 正确; 为了使  $\text{SO}_2$  在装置乙中被充分吸收, 可以减慢通入  $\text{SO}_2$  的速率, 使  $\text{SO}_2$  与  $\text{Na}_2\text{S}$ 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$  充分反应, B 正确; 由于酸性:  $\text{H}_2\text{SO}_4 > \text{H}_2\text{SO}_3$ , 所以在装置甲中  $70\%\text{H}_2\text{SO}_4$  与  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  发生复分解反应制取  $\text{SO}_2$ , 反应的化学方程式为  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_3 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ , C 正确;  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  带有结晶水, 若通过高温蒸发结晶, 则会失去全部或部分结晶水, 故应该通过蒸发浓缩、降温结晶的方法获得产品  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , D 错误。

### 3. (1) $\text{Na}_2\text{SO}_3$ 溶液



(4) 过滤, 向滤渣中加入热的稀盐酸至滤渣不再溶解, 趁热过滤, 将滤液用冰水冷却结晶

(5) 从分液漏斗中加入足量  $\text{NaOH}$  溶液, 加热, 充分反应后, 打开止水夹, 将湿润的红色石蕊试纸靠近管口, 当试纸不变蓝后, 停止加热, 将三颈烧瓶中的混合物冷却后过滤, 洗涤滤渣至最后一次洗涤液滴加稀硝酸和  $\text{AgNO}_3$  溶液无沉淀生成

**考查点**  $\text{Fe}^{2+}$  的还原性、实验方案设计、钴的重要化合物的制备

### 思路分析

含钴废料 (主要含  $\text{CoO}$ , 还含少量  $\text{Co}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) 中加入稀硫酸溶解, 同时加入  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液还原, 将  $\text{Co}^{3+}$  还原为  $\text{Co}^{2+}$ , 同时  $\text{Fe}^{3+}$  被还原为  $\text{Fe}^{2+}$ ; 加入  $\text{NaClO}_3$  溶液, 将  $\text{Fe}^{2+}$  氧化为  $\text{FeOOH}$  沉淀; 过滤后, 往滤液中加入  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  溶液、氨水, 将  $\text{Co}^{2+}$  转化为  $\text{Co}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$  沉淀, 然后转化为  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ , 最后转化为  $\text{Co}_2\text{O}_3$  产品。

**【解析】**(1) “还原”时, 先加入稀硫酸溶解, 再逐量加入  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液还原, 则分液漏斗中盛装的溶液是  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液。

(2) “除铁”时, 溶液中  $\text{Fe}^{2+}$  被  $\text{NaClO}_3$  氧化为  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{ClO}_3^-$  被还原为  $\text{Cl}^-$ , 依据得失电子守恒、电荷守恒和质量守恒, 可得出发生反应的离子方程式为  $6\text{Fe}^{2+} + \text{ClO}_3^- + 9\text{H}_2\text{O} = 6\text{FeOOH} \downarrow + \text{Cl}^- + 12\text{H}^+$ 。

(3) “沉淀”时加入的  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  溶液和氨水所含溶质的物质的量之比为 1 : 3 ( $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  不仅提供  $\text{OH}^-$ , 还可以与产生的  $\text{H}^+$  反应生成  $\text{NH}_4^+$ , 可减少  $\text{HCO}_3^-$  的消耗), 生成  $\text{Co}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$  沉淀, 同时生成  $\text{NH}_4^+$  等, 依据电荷守恒和质量守恒, 可得出生成“沉淀”时反应的离子方程式:  $2\text{Co}^{2+} + \text{HCO}_3^- + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Co}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3 \downarrow + 3\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O}$ 。

(4) 将  $\text{Co}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$  溶于盐酸中, 向其中加入少量活性炭作催化

剂,加入浓氨水和过氧化氢,充分反应 $\{2\text{CoCl}_2 + 2\text{HCl} + 12\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow 2[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3 + 14\text{H}_2\text{O}\}$ 后用冰水冷却,此时 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ 和活性炭共同沉淀,需将 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ 中的活性炭除去,先加入热的稀盐酸溶解,然后过滤除去活性炭,再降温将 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ 沉淀,再用乙醇洗涤、干燥。

(5)由 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ 制取 $\text{Co}_2\text{O}_3$ 时,应先加入足量 $\text{NaOH}$ 溶液,加热,将 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ 转化为 $\text{Co}_2\text{O}_3$ 、 $\text{NH}_3$ 、 $\text{NaCl}$ ,用湿润的红色石蕊试纸检验逸出的气体( $\text{NH}_3$ ),至试纸不变蓝色(不再有氨气逸出,表明装置内尾气处理完成);过滤后,对沉淀进行洗涤,至最后一次洗涤液中检验不出 $\text{Cl}^-$ ,表明洗涤干净。

**易错警示** 检验沉淀是否洗涤干净时,通常取最后一次洗涤液,检验其中是否含有 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 等浓度虽小但沉淀现象明显的离子。

4. (1) ①250 mL 容量瓶、胶头滴管 ② $\text{Sn}^{2+}$ 易被空气氧化为 $\text{Sn}^{4+}$ ,加入 $\text{Sn}$ ,发生反应: $\text{Sn}^{4+} + \text{Sn} \longrightarrow 2\text{Sn}^{2+}$ ,可防止 $\text{Sn}^{2+}$ 被氧化

(2) 防止浓盐酸挥发

(3) ①烧杯和玻璃棒 ②保证 $\text{Fe}^{3+}$ 完全被还原为 $\text{Fe}^{2+}$ ,提高实验的准确率

(4) 加入 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaOH}$ 溶液调节 $4.7 \leq \text{pH} < 6.5$ ,沉淀 $\text{Al}^{3+}$ ,过滤,滤液加入 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} - \text{NH}_4\text{HCO}_3$ 混合溶液,得到 $\text{FeCO}_3$ 沉淀,过滤、洗涤沉淀2~3次,至最后一次洗涤液中滴加 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{BaCl}_2$ 溶液无沉淀

**考查点** 溶液配制的仪器、常见无机物的制备实验方案设计、氧化还原原理的应用

#### 思路分析

$\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 溶于20 mL浓盐酸(防止 $\text{Sn}^{2+}$ 水解),加水至100 mL得到 $\text{SnCl}_2$ 溶液,向其中加入少量 $\text{Sn}$ 粒,防止 $\text{Sn}^{2+}$ 氧化。将“酸浸”后的溶液与洗涤液合并类比 $\text{FeCl}_2$ 溶液的配制, $\text{SnCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 溶于20 mL浓盐酸,酸

#### 关键点

性条件下可以防止 $\text{Sn}^{2+}$ 的水解,再加水至100 mL; $\text{Sn}^{2+}$ 的还原性比 $\text{Fe}^{2+}$ 强,所以配制溶液时要考虑 $\text{Sn}^{2+}$ 的防氧化,即需要加入 $\text{Sn}$ 粒,用以还原生成的 $\text{Sn}^{4+}$ 。锥形瓶中,边振荡边滴加 $\text{SnCl}_2$ 溶液至黄色消失后再滴入1~2滴。冷却后加入适量 $\text{HgCl}_2$ 饱和溶液,用硫酸和磷酸酸化后,滴入指示剂,立即用 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 标准溶液滴定。

**【解析】**(1) ①用已准确称量的 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 固体配制250 mL  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 标准溶液时,须使用的玻璃仪器有烧杯、玻璃棒和250 mL容量瓶、胶头滴管。类比 $\text{FeCl}_2$ 溶液的配制, $\text{SnCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$

#### 关键点

溶于20 mL浓盐酸,酸性条件下可以防止 $\text{Sn}^{2+}$ 的水解,再加水至100 mL; $\text{Sn}^{2+}$ 的还原性比 $\text{Fe}^{2+}$ 强,所以配制溶液时要考虑 $\text{Sn}^{2+}$ 的防氧化,即需要加入 $\text{Sn}$ 粒,用以还原生成的 $\text{Sn}^{4+}$ 。

(2) 浓盐酸具有挥发性,“酸浸”时温度要控制在适宜范围,温度适当升高,可提高酸浸效率,温度不宜过高,是为了防止浓盐酸



挥发。

(3) ①“酸浸”时用到的仪器为烧杯和玻璃棒，“酸浸”后需洗涤的仪器有烧杯和玻璃棒。

② $\text{Sn}^{2+}$ 的还原性强于 $\text{Fe}^{2+}$ ，加入稍过量的 $\text{Sn}^{2+}$ ，可以防止 $\text{Fe}^{2+}$ 在过程中的氧化，在滴定操作前滴入 $\text{HgCl}_2$ 溶液除去 $\text{Sn}^{2+}$ ，从而避免了氧化还原滴定实验中 $\text{O}_2$ 的干扰，提高实验的准确性。

**关键点**

5. (1) ①根据“相似相溶”规律极性分子能溶于极性溶剂，非极性分子能溶于非极性溶剂，而 $\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$ 与戊烷均属于弱极性有机物

②向其中加入无水氯化钙或无水硫酸钠等干燥剂，放置一段时间后过滤取滤液

③298 K 时 $\text{AlCl}_3$ 为固态，而 1 273 K 时 $\text{AlCl}_3$ 为气态，反应后气体分子数更多，体系的混乱度更大， $\Delta S$ 更大

④ $\text{Na}[\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{H}] + \text{AlCl}_3 + 2\text{NaH} = \text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3 + \text{AlH}_3 + 3\text{NaCl}$

(2) ① $\text{NaCl}$

②在直形冷凝管的出口处加装盛有干燥剂(如碱石灰等)的干燥管

③加入戊烷(或甲苯)，充分混合后静置一段时间

**突破点** ▶ 物质分离、提纯综合应用，无水制备实验方案设计

**思路分析**

在三颈烧瓶中加入三乙基铝(作催化剂)、 $\text{NaH}$  的四氢呋喃悬浊液、 $\text{AlCl}_3$  的四氢呋喃溶液， $\text{AlCl}_3$  与  $\text{NaH}$  反应可生成  $\text{NaAlH}_4$ ，上层清液中含  $\text{NaAlH}_4$ ，由于氢化铝钠在戊烷或甲苯环境中结晶所得到的晶体具有较完整的晶体结构，可取上层清液，往其中加入戊烷(或甲苯)，进行结晶，经一系列操作后得到  $\text{NaAlH}_4$  晶体。

**【解析】**(1) ④总反应的化学方程式为  $\text{AlCl}_3 + 4\text{NaH} \xrightarrow{\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3} \text{NaAlH}_4 + 3\text{NaCl}$ ，要生成目标产物  $\text{NaAlH}_4$ ，结合已知的反应 I、III，可知反应 II 的反应物为  $\text{Na}[\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{H}]$ 、 $\text{AlCl}_3$  和  $\text{NaH}$ (根据总反应中反应物的化学计量数判断)，生成物有总反应的催化

**关键点**

剂  $\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$  和在反应 III 中为反应物的  $\text{AlH}_3$ ，最后配平补项可知有  $\text{NaCl}$  生成，配平可得反应 II 的化学方程式： $\text{Na}[\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{H}] + \text{AlCl}_3 + 2\text{NaH} = \text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3 + \text{AlH}_3 + 3\text{NaCl}$ 。

(2) ①在反应过程中， $\text{NaH}$  可与  $\text{AlCl}_3$  作用生成  $\text{NaCl}$ ，而  $\text{NaCl}$  难溶于四氢呋喃，所以析出的白色固体主要成分为  $\text{NaCl}$ 。

②为避免外界水蒸气对实验的干扰，可采取的措施是在直形冷凝管的出口处加装盛有干燥剂(如碱石灰等)的干燥管。

③已知氢化铝钠在戊烷或甲苯环境中结晶所得到的晶体具有较完整的晶体结构，则在清液中加入戊烷或甲苯，使晶体析出。

## (五) 制备与定量实验

### 刷实验 A

#### 1. B 考查点 ▶ 物质的制备实验

**【解析】**浓盐酸与二氧化锰制取氯气时需要加热，装置甲不满足条件，A 不符合题意；氯气与氢氧化钠溶液反应生成次氯酸钠、氯化钠和水，装置乙可达到实验目的，B 符合题意；氨气通入  $\text{NaClO}$  溶液中，



则过量的  $\text{NaClO}$  会氧化生成的  $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , 应将  $\text{NaClO}$  溶液滴入氨水中, 装置丙不能达到实验目的, C 不符合题意; 分离  $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  和  $\text{NaCl}$  的混合溶液, 应该采取蒸馏的方式, 装置丁不能达到实验目的, D 不符合题意。

## 2. B 考查点 ▶ 常见气体的制备与收集

【解析】高锰酸钾能与浓盐酸反应生成氯气, 氯气几乎不溶于饱和食盐水, 可以用排饱和食盐水的方法收集氯气, 故 A 不符合题意; 亚硫酸钠与较浓硫酸反应生成二氧化硫, 二氧化硫能与亚硫酸钠溶液反应生成亚硫酸氢钠, 所以不能用排饱和亚硫酸钠溶液的方法收集二氧化硫, 故 B 符合题意; 二氧化锰作催化剂条件下, 过氧化氢分解生成氧气和水, 氧气不易溶于水, 可以用排水法收集氧气, 故 C 不符合题意; 铜与稀硝酸反应生成一氧化氮, 一氧化氮不溶于水, 可以用排水法收集, 故 D 不符合题意。

## 3. C 考查点 ▶ 氯气的实验室制法、易水解的物质制备装置分析

【解析】实验开始, 先滴加浓盐酸, 利用生成的氯气排尽装置内的空气, 以免铁粉与氧气发生反应, A 错误; 铁与氯气只能生成氯化铁, 即使氯气不足, 也不能生成氯化亚铁, B 错误; 装置丙的作用是收集凝华后的固体氯化铁, C 正确;  $\text{CaCl}_2$  与氯气不能反应, 其目的是防止  $\text{NaOH}$  溶液中的水蒸气进入丙中使  $\text{FeCl}_3$  水解, D 错误。

## 4. D 考查点 ▶ 物质分离、提纯

【解析】室温下乙酰苯胺在水中的溶解度不大, 操作 I 中若观察到乙酰苯胺未完全溶解, 可补加适量水, A 正确; 活性炭具有吸附性, 可以吸附有机物, 则操作 II 稍冷却的目的是防止暴沸, 加入活性炭可吸附有机杂质, B 正确; 缓慢自然冷却结晶, 晶体慢慢长大, 得到较大晶体颗粒, 则操作 III 宜缓慢自然冷却结晶, 有利于得到较大晶体颗粒, C 正确; 根据已知条件可知乙酰苯胺在乙醇中的溶解度较大, 故操作 IV 不能用乙醇洗涤, D 错误。

## 5. C 考查点 ▶ 物质的制备实验

【解析】装置甲中  $\text{NaClO}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{SO}_3$  在  $\text{H}_2\text{SO}_4$  存在的环境中发生氧化还原反应, 用于制备  $\text{ClO}_2$ , 化学方程式为  $2\text{NaClO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) = 2\text{ClO}_2 \uparrow + 2\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ , A 正确; 装置乙中两个导管均为短导管, 作安全瓶, 防止装置丙中溶液倒吸至装置甲中, B 正确; 装置丙中的  $\text{H}_2\text{O}_2$  作还原剂,  $\text{NaClO}_4$  中 Cl 元素为最高价, 不能用作还原剂, 故  $\text{H}_2\text{O}_2$  不可用  $\text{NaClO}_4$  代替, C 错误; 装置丁用于吸收尾气, 仪器 a 为干燥管, 可防倒吸, D 正确。

## 刷实验 B

### 1. D 突破点 ▶ $\text{NaH}$ 的制备实验

【解析】装置丙中将 Na 分散到  $\text{NaCl}$  中可以增大反应物接触面积, 使反应更充分, A 正确; 装置乙和装置丁起干燥作用, 盛放的试剂可以分别为无水氯化钙和碱石灰, B 正确; 实验过程中应先打开  $\text{K}_1$ , 用生成的氢气排除装置中的空气, 一段时间后, 先进行尾气验纯, 当证明空气已经排尽时, 再点燃酒精灯, C 正确;  $1 \text{ mol Na}$  吸收  $0.5 \text{ mol H}_2$  生成  $1 \text{ mol NaH}$ ,  $\text{NaH}$  与水的反应为归中反应,  $1 \text{ mol NaH}$  与足量水完全反应, 生成  $1 \text{ mol H}_2$ , D 错误。

### 2. D 突破点 ▶ 高纯硅模拟制备

### 思路分析

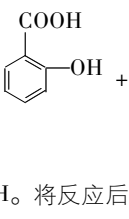
装置甲中锌和稀硫酸反应生成硫酸锌和氢气；氢气中含有水蒸气，装置乙中盛装浓硫酸用于干燥氢气，用氢气排出装置内的空气后再加热石英管；装置丙将  $\text{SiHCl}_3$  汽化；装置丁中氢气将  $\text{SiHCl}_3$  还原为  $\text{Si}$ 。

**【解析】**实验过程中，应先对  $\text{H}_2$  进行验纯再加热石英管，防止因氢气不纯导致实验失败或爆炸，A 正确； $\text{SiHCl}_3$  在空气中易自燃，遇水会剧烈反应，实验开始时，排尽装置中的空气是为了防止  $\text{SiHCl}_3$  自燃和水解，B 正确；电负性的强弱关系为  $\text{Cl} > \text{H} > \text{Si}$ ， $\text{SiHCl}_3$  中 H 为 -1 价，具有还原性，可与氢氧化钠溶液发生归中反应，化学方程式为  $\text{SiHCl}_3 + 7\text{NaOH} = \text{Na}_4\text{SiO}_4 + 3\text{NaCl} + 3\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2 \uparrow$ ，C 正确；装置丙为了使  $\text{SiHCl}_3$  汽化，不可使用冷水浴，D 错误。

### 3. B 考查点 ▶ 乙酰水杨酸的制备，物质分离、提纯综合应用

### 思路分析

水杨酸和乙酸酐在浓硫酸、加热条件下发生取

代反应生成乙酰水杨酸，化学方程式为 。将反应后的混合物倒入冷水中，有利于乙酰水杨酸析出，过滤后将粗产品加到饱和碳酸氢钠溶液中溶解，抽滤，向滤液中加入盐酸调  $\text{pH}=2$ ，反应生成乙酰水杨酸，冷却析出晶体，过滤得到乙酰水杨酸固体。

**【解析】**该反应中无水生成，浓硫酸只作催化剂，A 错误；操作 1 和操作 2 均包含冷却结晶、过滤，B 正确；饱和碳酸氢钠溶液的作用是与粗产品中乙酰水杨酸反应生成可溶的乙酰水杨酸钠，不可以用氢氧化钠溶液代替，因为乙酰水杨酸中含有酯基， $\text{NaOH}$  溶液会使其水解，C 错误；盐酸的主要作用是生成乙酰水杨酸，D 错误。

### 4. (1) $2\text{PrCl}_3 + 3\text{Na}_2\text{CO}_3 + 8\text{H}_2\text{O} = \text{Pr}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O} \downarrow + 6\text{NaCl}$

碳酸氢铵沉淀  $\text{PrCl}_3$  过程生成大量气体，碳酸钠沉淀  $\text{PrCl}_3$  过程没有气体生成，因而沉淀颗粒更加致密

(2) ①设  $\text{Pr}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  的物质的量为 1 mol，根据 Pr 守恒可得：

$$n(\text{Pr}_6\text{O}_{11}) = \frac{1}{3} \text{ mol}, m(\text{Pr}_6\text{O}_{11}) = \frac{1}{3} \text{ mol} \times 1022 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \approx$$

$$340.7 \text{ g}, \frac{m(\text{Pr}_6\text{O}_{11})}{m[\text{Pr}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}]} = \frac{340.7 \text{ g}}{606 \text{ g}} \times 100\% \approx 56.22\%, \text{ 因此制备 } \text{Pr}_6\text{O}_{11} \text{ 最适宜的加热温度为 } 755^\circ\text{C}$$

②  $\text{Pr}_6\text{O}_{11} + 2\text{H}_2\text{O}_2 + 18\text{H}^+ = 6\text{Pr}^{3+} + 2\text{O}_2 \uparrow + 11\text{H}_2\text{O}$

(3) 向溶液中边搅拌边加入稍过量  $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{H}_2\text{O}_2$  溶液，用  $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaOH}$  溶液调节  $\text{pH}$  为 3.7 左右，充分反应后过滤，将滤液转移到分液漏斗中，加入 P507 充分振荡，萃取后分液，多次萃取后，向有机层中加入  $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  盐酸反萃取，分离出水层后重复反萃取 2~3 次，将所得水层溶液合并

**考查点** ▶ 离子方程式的书写、热重计算、萃取与反萃取、物质的

## 分离与提纯的方案设计

### 思路分析

(2)  $\text{Pr}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  受热分解, 首先失去结晶水变为  $\text{Pr}_2(\text{CO}_3)_3$ , 再加热,  $\text{Pr}_2(\text{CO}_3)_3$  分解产生  $\text{Pr}_6\text{O}_{11}$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{O}_2$ , 假设  $\text{Pr}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  的物质的量是 1 mol, 其质量是 606 g, 利用 Pr 元素守恒, 可知 1 mol  $\text{Pr}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  转化生成  $\text{Pr}_6\text{O}_{11}$  的质量, 根据剩余固体质量与起始固体质量的比与温度变化的曲线图关系, 就可以确定制取  $\text{Pr}_6\text{O}_{11}$  的最佳温度。

(3) 先利用绿色氧化剂  $\text{H}_2\text{O}_2$  将溶液中的  $\text{Fe}^{2+}$  氧化为  $\text{Fe}^{3+}$ , 然后加入 NaOH 溶液调整溶液 pH 为 3.7 左右, 使  $\text{Fe}^{3+}$  完全形成  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  沉淀并过滤除去  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 。向含有  $\text{Pr}^{3+}$  的滤液中加入萃取剂进行萃取, 使  $\text{Pr}^{3+}$  进入有机相, 为提高原料的利用率, 要进行多次萃取, 并将萃取液合并。结合平衡移动原理, 向其中加入盐酸进行反萃取, 使  $\text{Pr}^{3+}$  进入水相, 浓缩后得  $\text{PrCl}_3$  溶液, 向溶液中滴加 NaOH 溶液至不再产生沉淀, 经过滤、洗涤、干燥, 最终得到  $\text{Pr}(\text{OH})_3$ 。

**【解析】**(1) 由题意可知, 反应物为  $\text{PrCl}_3$  和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 生成物为  $\text{Pr}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  和  $\text{NaCl}$ , 根据原子守恒, 可得反应的化学方程式为  $2\text{PrCl}_3 + 3\text{Na}_2\text{CO}_3 + 8\text{H}_2\text{O} = \text{Pr}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O} \downarrow + 6\text{NaCl}$ 。沉淀剂用  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液比用  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  溶液得到的沉淀颗粒更加致密, 可能的原因是  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  沉淀  $\text{PrCl}_3$  过程生成大量  $\text{CO}_2$  气体, 而  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  沉淀  $\text{PrCl}_3$  过程没有气体生成, 因而沉淀颗粒更加致密。

(2) ②将 0.5 g  $\text{Pr}_6\text{O}_{11}$  加到 20 mL 30%  $\text{H}_2\text{O}_2$  酸性溶液中产生大量气泡, 反应后锆元素仅以  $\text{Pr}^{3+}$  的形式存在,  $\text{Pr}_6\text{O}_{11}$  转化为  $\text{Pr}^{3+}$  时, 整体的化合价降低 4,  $\text{H}_2\text{O}_2$  失去电子被氧化为  $\text{O}_2$ , 根据得失电子守恒、电荷守恒、原子守恒, 可知该反应的离子方程式为  $\text{Pr}_6\text{O}_{11} + 2\text{H}_2\text{O}_2 + 18\text{H}^+ = 6\text{Pr}^{3+} + 2\text{O}_2 \uparrow + 11\text{H}_2\text{O}$ 。

(3) 根据题意, 萃取剂 P507 [ $(\text{HA})_2$ ] 对  $\text{Pr}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$  和  $\text{Fe}^{2+}$  都有萃取作用, 结合三种离子开始形成沉淀、沉淀完全时 pH, 要形成  $\text{Pr}(\text{OH})_3$  沉淀, 应该先向含有  $\text{Pr}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$  和  $\text{Fe}^{2+}$  的溶液中加入  $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液, 发生反应:  $2\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ , 将  $\text{Fe}^{2+}$  氧化为  $\text{Fe}^{3+}$ , 然后加入  $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  NaOH 溶液调节 pH 为 3.7 左右, 使  $\text{Fe}^{3+}$  转化为  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  沉淀, 充分反应后过滤, 除去  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  沉淀, 将滤液转移到分液漏斗中, 加入 P507 充分振荡, 萃取后分液, 多次萃取后,  $\text{Pr}^{3+}$  进入有机层中, 然后向有机层中加入  $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  盐酸进行反萃取,  $\text{Pr}^{3+}$  进入水层中, 分离出水层后, 重复反萃取 2~3 次, 将所得水层溶液合并, 浓缩后得到  $\text{PrCl}_3$  溶液, 向溶液中滴加  $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  NaOH 溶液至不再产生沉淀, 过滤, 用蒸馏水洗涤, 将固体干燥, 得到  $\text{Pr}(\text{OH})_3$ 。

### 5. (1) $\text{sp}^3$

(2) 硫粉难溶于水, 微溶于乙醇, 加入乙醇可以改善硫粉在溶液中的分散性, 增大与  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  的接触效率, 加快反应速率

(3) ①  $4\text{SO}_2 + 2\text{Na}_2\text{S} + \text{Na}_2\text{CO}_3 = 3\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{CO}_2$  ②  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液呈碱性, 可以抑制  $\text{Na}_2\text{S}$  水解, 防止产生  $\text{H}_2\text{S}$  气体 ③ 若  $\text{SO}_2$

过量,溶液显酸性,产物分解

(4) 向其中加入过量 KI 溶液,充分振荡,以淀粉溶液为指示剂,用  $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  标准溶液滴定至终点,加入稀硫酸调节溶液  $\text{pH}=2$ ,再以淀粉溶液为指示剂,用  $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  标准溶液滴定至终点,记录第二次滴定消耗  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  标准溶液的体积

**突破点** ▶ 物质制备、碘量法的应用

### 思路分析

方法一: 利用归中反应  $\text{S} + \text{Na}_2\text{SO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , 两种物质化合即可得到产物。

方法二: 装置 A 中用亚硫酸钠和  $70\% \text{H}_2\text{SO}_4$  溶液反应生成二氧化硫, 装置 B 是缓冲装置, 可以通过装置 B 观察  $\text{SO}_2$  生成速率,  $\text{SO}_2$  通入装置 C 的混合溶液中, 搅拌, 发生反应  $4\text{SO}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{Na}_2\text{S} \longrightarrow 3\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{CO}_2$ 。

**【解析】** (1)  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  中心硫原子的价层电子对数为  $4 + \frac{6+2-2 \times 4}{2} =$

4, 且没有孤电子对, 杂化方式为  $\text{sp}^3$  杂化。

(2) 硫粉难溶于水, 与溶液中的  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  接触机会较少, 为增加 S 与  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  接触机会, 可以增大硫粉的溶解, 加入乙醇, 通过改变溶剂的极性, 增加硫粉的溶解, 从而提高硫与  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  的接触效率; 乙醇的加入, 还可以降低生成物  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  的溶解度, 促进产物的析出。

(3) ①  $\text{Na}_2\text{S}$  和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  以 2:1 的物质的量之比配成溶液再通入  $\text{SO}_2$ , 便可制得  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  和  $\text{CO}_2$ , 反应的化学方程式为  $4\text{SO}_2 + 2\text{Na}_2\text{S} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \longrightarrow 3\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{CO}_2$ 。

②  $\text{S}^{2-}$  极易水解, 而  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液呈碱性, 可以抑制  $\text{Na}_2\text{S}$  水解, 防止产生  $\text{H}_2\text{S}$  气体。

③ 硫代硫酸钠晶体在中性和碱性环境中稳定, 若  $\text{SO}_2$  过量, 溶液显酸性, 产物分解导致产率降低, 故实验中通入的  $\text{SO}_2$  不能过量。

(4) 消毒液  $\text{pH}$  约为 5, 其中含有  $\text{ClO}_2$  和  $\text{Cl}_2$  两种主要成分, 已知,  $\text{pH} > 2$  时  $\text{ClO}_2$  发生反应:  $2\text{ClO}_2 + 2\text{KI} \longrightarrow 2\text{KClO}_2 + \text{I}_2$ ,  $\text{Cl}_2$  也会氧化碘离子生成碘单质:  $\text{Cl}_2 + 2\text{KI} \longrightarrow \text{I}_2 + 2\text{KCl}$ , 则向其中加入过量 KI 溶液, 碘离子被氧化生成碘单质, 生成的碘单质用  $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  标准溶液滴定至终点转化为碘离子;  $\text{pH} \leq 2$  时  $\text{KClO}_2$  发生反应:  $\text{KClO}_2 + 4\text{KI} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{KCl} + 2\text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ , 则可以加入稀硫酸调节溶液  $\text{pH}=2$ ,  $\text{KClO}_2$  氧化碘离子生成碘单质, 再用  $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  标准溶液滴定至终点, 记录第二次滴定消耗  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  标准溶液的体积, 通过计算  $\text{KClO}_2$  的量来测定  $\text{ClO}_2$  的含量。

## (六) 科学探究实验

### 刷实验 A

#### 1. B 考查点 ▶ $\text{Cl}_2$ 性质探究实验

### 思路分析

石墨电极连接正极, 为电解池的阳极, 阳极上氯离子失电子产生氯气, 产生的氯气分别进入硫化钠溶液、品红溶液、硫代硫酸钠溶液进行氯气性质的探究。

**【解析】**其他条件相同,拆去热水浴,产生  $\text{Cl}_2$  的速率降低,单位时间内进入丙中  $\text{Cl}_2$  的量减少,丙中反应速率减慢,褪色更慢,A 错误;甲中阳极的电极反应式为  $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$ ,B 正确;用铜片替代石墨作阳极,Cu 失电子生成  $\text{Cu}^{2+}$ ,实验现象不相同,C 错误;在酸性条件下, $\text{NO}_3^-$  具有强氧化性,能氧化  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  生成  $\text{SO}_4^{2-}$ ,故用盐酸和  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  溶液不能检验丁中产生了  $\text{SO}_4^{2-}$ ,D 错误。

**2. D** **考查点** ▶ 水溶液的导电性变化分析、离子方程式的书写

**【解析】** $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液显碱性,滴加盐酸,发生酸碱中和反应: $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$ ,溶液红色褪去,A 正确;溶液红色不变,说明  $c(\text{OH}^-)$  基本不变,灯泡亮度没有明显变化,说明反应后溶液中离子浓度基本不变, $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液与  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  溶液发生复分解反应: $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{NaOH}$ ,说明溶液中依然存在大量的  $\text{Na}^+$  与  $\text{OH}^-$ ,B 正确; $\text{H}_2\text{SO}_4$  与  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  发生复分解反应: $\text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ,溶液中离子浓度减小,灯泡变暗, $c(\text{OH}^-)$  逐渐减小,红色逐渐褪去,C 正确; $\text{CuSO}_4$  溶液与  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液发生复分解反应: $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{CuSO}_4 = \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$ ,溶液中离子浓度逐渐减小,灯泡逐渐变暗, $c(\text{OH}^-)$  逐渐减小,红色逐渐褪去,与原实验 II 加入  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  溶液的实验现象不同,D 错误。

**3. B** **考查点** ▶ 化学实验方案的设计与评价

**【解析】** $\text{CuSO}_4$  是强酸弱碱盐,在溶液中  $\text{Cu}^{2+}$  发生水解反应,即  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+$ ,溶液显酸性, $\text{pH} < 7$ (室温),故可以通过测定  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{CuSO}_4$  溶液的  $\text{pH}$  来判断  $\text{Cu}^{2+}$  是否发生水解反应,A 正确;因同时引入了  $\text{Cu}^{2+}$  和  $\text{SO}_4^{2-}$ ,故通过观察气泡产生情况,不能确定是  $\text{Cu}^{2+}$  还是  $\text{SO}_4^{2-}$  催化  $\text{H}_2\text{O}_2$  分解,B 错误; $\text{CuSO}_4$  溶液中通入一定量的 HI 气体,若二者反应生成 CuI 白色沉淀,则 Cu 元素的化合价降低,可知  $\text{Cu}^{2+}$  具有氧化性,C 正确;向  $\text{CuSO}_4$  溶液中滴加浓氨水,先生成  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  蓝色沉淀,继续滴加后沉淀溶解,此时生成硫酸四氨合铜,则可证明  $\text{Cu}^{2+}$  能形成配位键,D 正确。

**4. B** **考查点** ▶ 二氧化硫与强氧化剂的反应、物质性质的探究

**思路分析**

装置甲为二氧化硫发生装置,装置乙为二氧化硫与硝酸钠溶液的反应装置,反应生成无色 NO 进入装置丙,但是整个过程没有明显现象,因此只能通过向装置丙中通入氧气,看是否有红棕色气体生成,来确定装置乙中是否发生反应。

**【解析】**装置甲为二氧化硫的发生装置,反应的化学方程式为  $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) + \text{Na}_2\text{SO}_3 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ,A 正确;由于生成的 NO 为无色气体,故装置乙中没有明显现象,B 错误;注入氧气,产生红棕色气体,说明装置丙中有 NO 生成,即  $\text{NO}_3^-$  被  $\text{SO}_2$  还原,进一步证明装置乙中  $\text{SO}_2$  发生了氧化反应,C 正确;装置丁作尾气处理装置,并且可以防止空气进入装置丙,D 正确。

**5. A** **考查点** ▶ 硝酸的不稳定性、盐类水解规律理解及应用、化学

## 实验方案的设计与评价

**【解析】**通过测定浓度均为  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $\text{CH}_3\text{COONa}$ 、 $\text{NH}_4\text{Cl}$  溶液的 pH, 比较同浓度  $\text{CH}_3\text{COONa}$  溶液中  $c(\text{OH}^-)$  和  $\text{NH}_4\text{Cl}$  溶液中  $c(\text{H}^+)$  大小, 从而得到  $\text{CH}_3\text{COONa}$ 、 $\text{NH}_4\text{Cl}$  溶液的水解程度大小, 根据越弱越水解, 进而比较室温下  $\text{CH}_3\text{COOH}$  和  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  的电离能力, A 正确; 加入少量新制的  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  悬浊液前需要先加  $\text{NaOH}$  溶液去除过量的硫酸, B 错误; 将灼热的木炭加入浓硝酸中, 有红棕色气体产生, 可能是浓  $\text{HNO}_3$  受热分解产生  $\text{NO}_2$ , 不能说明木炭在加热条件下能与浓硝酸反应, C 错误; 不确定溶液的浓度, 不能判断  $\text{CH}_3\text{COOH}$  溶液和  $\text{CH}_2\text{ClCOOH}$  溶液的酸性强弱, D 错误。

### 6. B 考查点 ▶ 氨气的催化氧化实验

#### 思路分析

由题图可知, 装置①中  $\text{KMnO}_4$  受热分解制备氧气, 装置②中  $\text{NH}_4\text{Cl}$  与  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  共热制备氨气, 装置③中氨气发生催化氧化反应生成  $\text{NO}$ , 装置④中反应生成的  $\text{NO}$  与过量的氧气反应生成  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_2$  与水蒸气反应生成硝酸, 硝酸与氨气反应生成硝酸铵, 故有白烟产生, 装置⑤中氮的氧化物与氧气、水反应生成硝酸。

**【解析】** $\text{NH}_4\text{NO}_3$  加热时温度不同, 分解产物不同, 不一定分解生成  $\text{NH}_3$ , 所以不能用  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  和  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  反应制氨气, A 错误; 由思路分析可知, ③中气体颜色无明显变化, ④中收集到红棕色气体、一段时间后产生白烟, 说明③中反应生成  $\text{NO}$ , 反应的化学方程式为  $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ , B 正确; 由思路分析可知, ④中白烟的主要成分是硝酸铵, C 错误; 装置⑤中若稀硫酸过量, 则稀硫酸提供的  $\text{H}^+$  与生成的  $\text{NO}_3^-$  可能继续和铜粉反应直至溶液中不含  $\text{NO}_3^-$ , 最终溶液可能转变为蓝色的  $\text{CuSO}_4$  溶液, D 错误。

### 7. D 考查点 ▶ 碘的淀粉溶液蓝色褪去的原理探究

#### 思路分析

在碘水中存在平衡:  $3\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 5\text{HI} + \text{HIO}_3$ ,  $\text{I}^-$  能与  $\text{Ag}^+$  反应生成  $\text{AgI}$  沉淀, 促进  $\text{I}_2$  与水的反应不断正向进行; 过滤, 所得滤液 1 中含有  $\text{HIO}_3$  和  $\text{HNO}_3$ , 还有未反应完的  $\text{AgNO}_3$ , 加入  $\text{NaCl}$  溶液,  $\text{Ag}^+$  与  $\text{Cl}^-$  生成  $\text{AgCl}$  沉淀, 向滤液 2 中加入  $\text{KI}$  溶液,  $\text{I}^-$ 、 $\text{HIO}_3$ 、 $\text{H}^+$  会发生氧化还原反应, 生成  $\text{I}_2$  使溶液再次变蓝。

**【解析】**由思路分析可知, 过程①后, 溶液中溶质的主要成分为  $\text{HIO}_3$ 、 $\text{HNO}_3$  及未反应的  $\text{AgNO}_3$ , 所以 pH 明显变小, A 正确; 过程③中加入  $\text{NaCl}$  溶液, 可与  $\text{Ag}^+$  反应生成  $\text{AgCl}$  沉淀, 排除  $\text{Ag}^+$  对后续实验产生的干扰, 所以目的是除去  $\text{Ag}^+$ , B 正确; 过程④中, 加入  $\text{KI}$ 、 $\text{HIO}_3$ 、 $\text{H}^+$ 、 $\text{I}^-$  会发生氧化还原反应, 生成  $\text{I}_2$  使溶液变蓝, 不能判断选项中反应是否发生, C 正确;  $\text{Ag}^+$  氧化  $\text{I}_2$  不会生成  $\text{I}^-$ , 应是  $\text{Ag}^+$  促进了  $\text{I}_2$  与  $\text{H}_2\text{O}$  的歧化反应, D 错误。

### 8. C 考查点 ▶ 探究 $\text{H}_2\text{O}_2$ 与 $\text{I}^-$ 的反应

**【解析】**溶液变黄说明生成碘单质, 黄色不断加深至棕黄色后又变浅, 说明生成的碘单质又和  $\text{H}_2\text{O}_2$  反应转化为高价态的碘酸,

导致溶液颜色变浅,A 正确;碘单质为紫黑色固体,溶液变黄,摇匀后又褪色,说明生成了碘酸根离子,再加入过量的  $I^-$ , $I^-$  具有还原性,和碘酸根离子发生氧化还原反应生成碘单质,B 正确; $H_2O_2$  不稳定,在  $I^-$  催化作用下会分解生成氧气,C 错误;实验 1 中开始  $H_2O_2$  分解生成氧气导致  $H_2O_2$  没有和  $I^-$  反应,实验 2 中生成紫色沉淀现象明显,故实验 2 相较于实验 1,可节约  $H_2O_2$  用量,且有利于观察反应终点,D 正确。

## 刷实验 B

### 1. C 考查点 ▶ 物质的制备实验、 $NH_3$ 的性质、干燥剂的选择

【解析】气体溶解度随着温度的升高而降低,碱石灰可以吸收浓氨水中的水分,同时吸水过程大量放热,使  $NH_3 \cdot H_2O$  分解产生氨气,所以碱石灰有利于  $NH_3$  的逸出,A 不符合题意;由于锂易被空气中的  $O_2$  氧化而表面生成一层氧化膜,阻碍 Li 与  $NH_3$  反应,所以需将锂片打磨出新鲜表面,B 不符合题意; $P_2O_5$  为酸性干燥剂,会与  $NH_3$  反应,中间干燥管用来干燥生成的  $NH_3$ ,不能选用  $P_2O_5$ ,C 符合题意;Li 与  $NH_3$  发生反应生成  $[e(NH_3)_n]^-$ ,离子方程式无误,D 不符合题意。

关键点

**考点拓展** 常见的干燥剂有浓硫酸(不可干燥碱性气体  $NH_3$ ,也不可干燥  $H_2S$ 、HI 等还原性气体)、 $P_2O_5$ (不可干燥碱性气体  $NH_3$ )、碱石灰(不可干燥  $SO_2$ 、 $CO_2$  等酸性气体,也不可干燥  $Cl_2$  等)、无水  $CaCl_2$ (不可干燥  $NH_3$ )。

### 2. B 考查点 ▶ 化学实验方案的设计与评价、元素非金属性强弱的比较方法、沉淀转化、盐类水解规律理解及应用

【解析】将铁锈溶于浓盐酸,再向溶液中滴入几滴酸性  $KMnO_4$  溶液,氯离子也能被酸性高锰酸钾溶液氧化,故溶液褪色不能证明铁锈中含有二价铁,故 A 不符合题意;pH 为 7.8,溶液显碱性,则碳酸氢根离子水解程度大于铵根离子水解程度,根据越弱越水解的规律可知电离平衡常数:  $K_b(NH_3 \cdot H_2O) > K_{a1}(H_2CO_3)$ ,故 B 符合题意;向盛有 3 mL  $0.1 \text{ mol} \cdot L^{-1} AgNO_3$  溶液的试管中滴加 2 滴  $0.1 \text{ mol} \cdot L^{-1} NaCl$  溶液生成氯化银沉淀,硝酸银溶液过量,再滴加 2 滴  $0.1 \text{ mol} \cdot L^{-1} KI$  溶液,硝酸银和碘化钾反应生成碘化银沉淀,未发生沉淀的转化,不能比较  $K_{sp}$  的大小,故 C 不符合题意;碳酸钠和硅酸钠溶液的浓度未知,不能通过溶液的 pH 大小比较确定其碱性强弱,即不能说明碳和硅的非金属性强弱,故 D 不符合题意。

### 3. B 考查点 ▶ 难溶电解质的沉淀溶解平衡、物质性质的探究

【解析】②中溶液变为深红色,说明滴加  $H_2O_2$  溶液后, $Fe^{2+}$  被氧化成  $Fe^{3+}$ , $Fe^{3+}$  与  $SCN^-$  反应生成  $Fe(SCN)_3$ ,故  $Fe^{2+}$  的还原性比  $SCN^-$  的还原性更强,A 正确;②中溶液变为深红色,⑤中溶液基本无色,②⑤溶液中离子类型不同,溶液颜色的差异不能用来比较离子浓度大小,所以不能说明①中  $SCN^-$  与  $Fe^{2+}$  已经发生反应,B 错误;由实验现象可知,③中溶液颜色比⑥中深,故③中  $Fe(SCN)_3$  浓度更大,说明①中  $FeCO_3$  溶解得更多,沉淀溶解平衡为  $FeCO_3(s) \rightleftharpoons Fe^{2+}(aq) + CO_3^{2-}(aq)$ ,加入 KSCN 溶液后促进  $FeCO_3$  溶解,证明①中  $Fe^{2+}$  与  $SCN^-$  发生反应,C 正确; $FeCO_3$  的



沉淀溶解平衡为  $\text{FeCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$ , ①中  $\text{Fe}^{2+}$  与  $\text{SCN}^-$  发生反应, 生成可溶性物质, 使得  $\text{FeCO}_3$  的沉淀溶解平衡正向移动, D 正确。

#### 4. C 突破点 ▶ 物质性质的探究、氧化还原反应的规律

【解析】实验 I 中发生反应:  $\text{CrO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{CrO}_5$  (深蓝色), 溶液变深蓝色, Cr 元素的最高化合价为 +6,  $\text{CrO}_5$  中 Cr 元素也是 +6 价, 该反应中没有元素化合价发生变化, 属于非氧化还原反应, A 错误; 实验 II 中, 少量  $\text{Fe}^{2+}$  被氧化为  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  遇到 KSCN 溶液变红, 其离子方程式为  $\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})_3$ , B 错误; 过量  $\text{H}_2\text{O}_2$  在  $\text{Fe}^{3+}$  的催化作用下分解产生了氧气, 一段时间后, 溶液颜色明显变浅, 是因为过量的  $\text{H}_2\text{O}_2$  将硫氰根离子氧化, 体现了  $\text{H}_2\text{O}_2$  的氧化性, C 正确; 实验 III 滴加的 3~5 滴  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液的量很少, 不足以将 NaOH 溶液耗尽, 溶液褪色是因为  $\text{H}_2\text{O}_2$  有氧化作用, 将酚酞氧化而使溶液褪色, 体现  $\text{H}_2\text{O}_2$  的氧化性, 不是酸性, D 错误。

#### 5. D 突破点 ▶ 实验探究铁钉的吸氧腐蚀

【解析】铁钉吸氧腐蚀的负极反应是 Fe 失电子转化为  $\text{Fe}^{2+}$ , 电极反应式为  $\text{Fe} - 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Fe}^{2+}$ , A 正确; 根据②和④可以看出  $\text{NH}_4^+$  能加快铁的吸氧腐蚀速率, 根据①和②可以看出  $\text{Cl}^-$  能加快铁的吸氧腐蚀速率, B 正确; 曲线先陡后平一方面是由于氧气体积分数降低使腐蚀速率变慢, 另一方面也可能是由于溶液碱性增强促进金属氢氧化物的生成, 氢氧化物覆盖在铁钉表面阻碍反应继续进行, C 正确; 由实验可知,  $\text{NH}_4^+$  水解使溶液显酸性, ①②溶液显酸性, ③④溶液显中性, 从题图能够看出酸性溶液可以加快吸氧腐蚀速率, 但在强酸性溶液中, 钢铁直接发生析氢腐蚀, D 错误。

#### 易错警示

电解质溶液酸性较强时金属发生析氢腐蚀; 酸性较弱、中性或碱性环境中, 且金属和电解质溶液不能直接反应时发生吸氧腐蚀。

6. (1) ①  $3\text{MnO}_2 + \text{KClO}_3 + 6\text{KOH} \xrightarrow{\text{高温}} 3\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{KCl} + 3\text{H}_2\text{O}$  ②向溶液中通入  $\text{CO}_2$  气体, 用 pH 计测定溶液的 pH, 当 pH 在 10.0 时停止通入气体, 过滤, 将滤液加热浓缩至表面出现晶膜, 停止加热, 冷却结晶, 过滤, 用无水乙醇洗涤 2~3 次, 干燥
- (2) ①当滴入最后半滴  $\text{KMnO}_4$  溶液时, 溶液由无色变为浅紫红色, 且半分钟内不褪色 ②产物中  $\text{Mn}^{2+}$  起催化作用 ③溶液酸性增强使  $\text{KMnO}_4$  的氧化性增强 ④ 6.00 mL

**考查点** ▶ 氧化还原反应方程式的书写、常见无机物的制备、实验方案设计、高锰酸钾与草酸钠互滴实验探究

【解析】(1) ①根据题目信息, 反应物  $\text{KOH}$ 、 $\text{KClO}_3$  和  $\text{MnO}_2$  发生氧化还原反应生成  $\text{K}_2\text{MnO}_4$ 、 $\text{KCl}$  和  $\text{H}_2\text{O}$ , 化学方程式为  $3\text{MnO}_2 + \text{KClO}_3 + 6\text{KOH} \xrightarrow{\text{高温}} 3\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{KCl} + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

(2) ①高锰酸钾与草酸钠反应的离子方程式为  $2\text{MnO}_4^- + 5\text{C}_2\text{O}_4^{2-} + 16\text{H}^+ \longrightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 10\text{CO}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ 。高锰酸钾溶液本身为紫色, 到达滴定终点时现象: 当滴入最后半滴  $\text{KMnO}_4$  溶液时, 溶液由无色变为浅紫红色, 且半分钟内不褪色。

②实验 I 中  $A \rightarrow B$  段的反应速率较慢,  $\text{MnO}_4^-$  在溶液中累积, 导致 ORP 曲线陡然升高。 $B \rightarrow C$  段 ORP 曲线快速下降可能的原因是产物中  $\text{Mn}^{2+}$  起催化作用, 加快反应速率。

③实验 II 中  $M \rightarrow N$  段 ORP 曲线陡然升高, 说明高锰酸钾的氧化性增强, 根据题图丁中  $M \rightarrow N$  段溶液 pH 有明显下降, 可以推测出

**关键点**

溶液酸性增强, 导致  $\text{KMnO}_4$  的氧化性增强。

④实验 II 中出现滴定突跃时, 滴定反应完成, 结合 (2) ①中的离子方程式可得,  $2\text{MnO}_4^{2-} \sim 5\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ , 则  $0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times V \times \frac{2}{5} = 0.$

$02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 6 \times 10^{-3} \text{ L}$ ,  $V = 6 \times 10^{-3} \text{ L} = 6.00 \text{ mL}$ 。

## 热点 10 实验装置的选择

### 刷 热点

**1. A 考查点** ▶ 喷泉实验、铁与水蒸气的反应、蒸发结晶、实验安全防护

**【解析】**装置甲蒸发皿中产生肥皂泡, 也可能是装置内气体受热体积膨胀导致, 不能说明铁与水蒸气已经发生反应, A 错误; 装置乙产生喷泉, 证明  $\text{NH}_3$  易溶于水, 喷泉显红色, 则其水溶液显碱性, B 正确; 实验时先注入稀硫酸,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  和  $\text{H}_2\text{SO}_4$  反应放出  $\text{CO}_2$ , 待  $\text{CO}_2$  充满整个装置即烧杯内紫色石蕊溶液变红时, 再注入  $\text{NaOH}$  溶液和  $\text{FeSO}_4$  溶液,  $\text{NaOH}$  溶液和  $\text{FeSO}_4$  溶液反应生成  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ , 可在较长时间内观察到白色沉淀, C 正确; 图丁标识为当心电离辐射, 碳酸氢钠分解实验不涉及电离辐射, D 正确。

**2. B 考查点** ▶ 化学实验基本操作、物质分离、提纯综合应用

**【解析】**A 为过滤装置, 在题述流程步骤①④分离难溶性固体与液体物质时使用, A 不符合题意; B 为分液萃取操作, 在题述分离混合物时没有使用, B 符合题意; C 为测 pH 操作, 在题述流程步骤③调  $\text{pH} = 5$  时需要使用, C 不符合题意; D 为灼烧操作, 在流程步骤⑥时需要使用, D 不符合题意。

**3. D 考查点** ▶ 滴定实验相关仪器、有机物重结晶、化学实验基本操作

**【解析】**葡萄糖与氯化钠均可透过半透膜, 不能用渗析法分离, A 错误; 苯甲酸重结晶的操作为加热溶解、趁热过滤、冷却结晶、过滤、洗涤、干燥, 利用的玻璃仪器有酒精灯、漏斗、烧杯、玻璃棒等, B 错误; 瓷坩埚中含有二氧化硅, 高温下熔融的碳酸钠与二氧化硅可以反应, 应该选用铁坩埚, C 错误; 接近终点时的半滴操作需通过精确控制滴定管、转移溶液、冲洗锥形瓶壁及充分混合等步骤完成, 以确保实验结果的准确性, D 正确。

**4. C 考查点** ▶ 化学实验基本操作

**【解析】**加热硫酸铜晶体制备无水硫酸铜时应使用坩埚, A 错误; 装置乙中乙醇不能用作萃取剂, 应换成苯或  $\text{CCl}_4$ , B 错误; 装置丙为简易启普发生器,  $\text{CaCO}_3$  为块状, 可与稀盐酸反应制取少量  $\text{CO}_2$  气体, C 正确; 装置丁中铁电极应接电源正极, 铁失去电子在

**关键点**

碱性电解质中变成氢氧化亚铁沉淀, 由于植物油液封防止二价铁被氧化, 因此可以较长时间观察到白色, D 错误。

**5. A 考查点** ▶ 氢氧化亚铁的制备、催化剂对化学反应速率的影响、除杂装置

**【解析】**制备氢氧化亚铁时,先打开弹簧夹,利用铁和稀硫酸反应产生的氢气排尽装置中的空气,然后关闭弹簧夹,A 试管内反应生成的氢气使试管中压强增大,将生成的硫酸亚铁溶液压到 B 试管中,与氢氧化钠溶液反应生成氢氧化亚铁,在无氧环境中氢氧化亚铁不易被氧化,能较长时间观察到白色沉淀,则题给装置能达到实验目的,A 正确;含有氯化氢的氯气通入  $\text{NaHCO}_3$  饱和溶液时, $\text{HCl}$  会和  $\text{NaHCO}_3$  反应生成  $\text{CO}_2$  气体,除去  $\text{HCl}$  的同时引入  $\text{CO}_2$  气体杂质,题给操作不能达到实验目的,B 错误;由实验装置图可知,两组实验的温度不同,由控制实验变量唯一的原

**易错点**

则可知,题给操作无法达到实验目的,C 错误;容量瓶不能用于溶解氢氧化钠固体,则题给操作不能达到实验目的,D 错误。

**6. D 考查点** ▶ 盐类水解的应用、电镀、化学实验方案的设计与评价

**【解析】**银氨溶液过量使溶液显碱性,可与溴水中的  $\text{Br}_2$  发生反应,对碳碳双键的检验造成影响,A 错误; $\text{NO}_2$  能与水反应生成  $\text{HNO}_3$  和  $\text{NO}$ ,不能用排水法收集,B 错误;电解时,连电源正极的阳极发生氧化反应,连电源负极的阴极发生还原反应,所以铁钥匙镀铜时铜片应该作阳极、铁钥匙作阴极,C 错误; $\text{Fe}^{3+}$  易水解,在加热时通入干燥的  $\text{HCl}$  能抑制  $\text{Fe}^{3+}$  的水解,该装置可以制备无水氯化铁,D 正确。

**7. (1) 蒸馏烧瓶** 将出口 B 连接玻璃导管,将导管口放入水中,微热圆底烧瓶,导管口出现气泡时,停止加热,冷却到室温后,导管中产生一段稳定的液柱

(2)  $\text{H} \rightarrow \text{I} \rightarrow \text{E} \rightarrow \text{F}$   $\text{C} \rightarrow \text{D} \rightarrow \text{J}(\text{K})$

(3) CD

(4) 装置中充满黄绿色气体

**考查点** ▶ 氯气的实验室制法、化学实验基本操作、易水解物质的制备

**【解析】**(2) 根据题干可知,利用熔融的  $\text{Sn}$  与  $\text{Cl}_2$  反应制备  $\text{SnCl}_4$ ,用装置 II 制备  $\text{Cl}_2$ ,浓盐酸具有挥发性,因此制得的  $\text{Cl}_2$  中混有  $\text{HCl}$  和  $\text{H}_2\text{O}$ ,用饱和食盐水除去  $\text{Cl}_2$  中混有的  $\text{HCl}$ ,用浓硫酸干燥  $\text{Cl}_2$ ,此时得到纯净的  $\text{Cl}_2$ ,将纯净的  $\text{Cl}_2$  通入装置 I,因  $\text{SnCl}_4$  易水解,故装置末端连接盛有碱石灰的干燥管,既可防止

**关键点**

水分进入又能吸收尾气,故装置的正确连接顺序为  $\text{B} \rightarrow \text{H} \rightarrow \text{I} \rightarrow \text{E} \rightarrow \text{F} \rightarrow \text{N} \rightarrow \text{A} \rightarrow \text{C} \rightarrow \text{D} \rightarrow \text{J}(\text{K})$ 。

(3) 实验过程中用到了  $\text{Cl}_2$ ,应在通风橱中进行,A 正确;装置 II 中使用了恒压滴液漏斗,导管乙能平衡气压,使浓盐酸顺利滴下,B 正确;装置 III 中应使用直形冷凝管,C 错误;装置 VI 既能吸收未反应完的  $\text{Cl}_2$ ,同时还能防止空气中的水蒸气进入装置 III,若换成装有浓  $\text{NaOH}$  溶液的洗气瓶,就无法防止水蒸气进入装置 III,因此不能用装有浓  $\text{NaOH}$  溶液的洗气瓶代替,D 错误。

(4) 因  $\text{SnCl}_4$  易水解,因此在实验开始时,应先将制备的纯净干

燥的  $\text{Cl}_2$  通入一段时间,将装置内部所有空气排出后再进行实验,故当装置中充满黄绿色气体时,再点燃装置 I 处的酒精灯。

## 全章真题训练

### 刷真题

#### 刷本源

#### 1. D 命题点 ▶ 化学实验基本操作

【解析】定容时需要用玻璃棒引流,A 错误;润洗滴定管时应取少量标准液于滴定管中,倾斜着转动滴定管进行润洗,B 错误;滴定时,应手持锥形瓶上端轻微地摇动锥形瓶,不能手持锥形瓶底端摇动,C 错误;读数时,眼睛平视滴定管凹液面最低点,D 正确。

#### 2. A 考查点 ▶ 化学实验基本操作、电镀的原理

【解析】配制  $\text{NaOH}$  溶液应先在烧杯中溶解  $\text{NaOH}$  固体,待溶液冷却至室温后再转入容量瓶,A 错误;铁钉表面的油污可与  $\text{NaOH}$  溶液发生反应,加热情况下反应更彻底,除油污效果更好,B 正确;铁锈的主要成分为  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,可溶于盐酸,C 正确;铁钉镀锌,铁钉作阴极,锌片作阳极, $\text{ZnCl}_2$  溶液作电解质溶液,D 正确。

#### 3. D 命题点 ▶ 化学实验基础知识

【解析】碳酸钠是强碱弱酸盐,水解使溶液显碱性,加热促进碳酸钠水解,使溶液碱性更强,同时加热促进油污的水解,油污在碱性溶液中发生水解反应,被除去,A 项可以达到目的;酸性条件下铜可以被过氧化氢氧化,反应的化学方程式为  $\text{Cu} + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ ,B 项可以达到目的;过滤除去不溶性杂质可得到硫酸铜溶液,C 项可以达到目的;由于  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  受热易失去结晶水,因此得到硫酸铜晶体的操作是蒸发浓缩、冷却结晶,蒸干溶液会使晶体失去结晶水,D 项不能达到目的。

#### 4. B 命题点 ▶ 含铜化合物性质的实验探究

【解析】 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$  可溶于水,步骤 I 中,向  $\text{CuSO}_4$  溶液中加入适量浓氨水, $\text{Cu}^{2+}$  与  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  反应生成蓝色沉淀  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ,A 错误;步骤 II 中,向  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  沉淀中加入浓氨水,得到的深蓝色溶液中铜元素的存在形式为  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ , $\text{Cu}^{2+}$  在配离子的内界,很难电离出来,而向  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  沉淀中加入稀盐酸,得到的蓝色溶液中铜元素的存在形式为  $\text{Cu}^{2+}$ ,则  $c_{\text{深蓝色}}(\text{Cu}^{2+}) < c_{\text{蓝色}}(\text{Cu}^{2+})$ ,B 正确;步骤 III 中无明显现象是因为  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  极难电离出  $\text{Cu}^{2+}$ ,溶液中  $\text{Cu}^{2+}$  浓度太低,与铁发生反应的速率极慢,无明显现象,C 错误;步骤 III 中加入稀盐酸

#### 关键点

后, $\text{H}^+$  会与  $\text{NH}_3$  结合成  $\text{NH}_4^+$ ,使  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + 4\text{NH}_3$  平衡正移,溶液中  $c(\text{Cu}^{2+})$  增大, $\text{Cu}^{2+}$  与铁发生置换反应析出红色的  $\text{Cu}$ ,离子方程式为  $\text{Fe} + [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 4\text{H}^+ \longrightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{Cu} + 4\text{NH}_4^+$ ,产生气泡表明加入的稀盐酸与铁钉发生置换反应: $\text{Fe} + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{H}_2 \uparrow + \text{Fe}^{2+}$ ,D 错误。

#### 快解

由步骤 III 中“向步骤 II 所得的深蓝色溶液中插入一根打磨过的铁钉,无明显现象”可知,铁与铜氨离子不能直接反应,即可得出 D 项所给的方程式的原理错误。

**5. B 考点** ▶ 实验方案设计与评价, 涉及酸性、氧化性、溶度积常数、结合  $H^+$  能力的比较

**【解析】**  $H_2SO_4$  为二元酸,  $CH_3COOH$  为一元酸, 二者物质的量浓度相同时, 用碱中和等体积的两种酸溶液, 消耗碱的量必然不同, 与二者酸性强弱无关, A 错误; 溴单质在反应中作氧化剂,  $Na_2S$  作还原剂, S 为氧化产物, 氧化性: 氧化剂 > 氧化产物, 即氧化性:  $Br_2 > S$ , B 正确;  $CaCO_3$ 、 $BaCO_3$  均为白色沉淀, 无法判断白色沉淀的成分, 也无法比较二者溶度积常数的大小, C 错误; 未指明溶液浓度是否相同, 无法通过比较溶液 pH 来比较对应酸根离子结合  $H^+$  的能力, D 错误。

**易错点**

**关键点**

未指明溶液浓度是否相同, 无法通过比较溶液 pH 来比较对应酸根离子结合  $H^+$  的能力, D 错误。

**易错点**

**6. D 命题点** ▶ 化学实验设计及其评价

**【解析】**  $Fe^{2+}$  与  $SCN^-$  不反应, 无明显现象, 加入氯水后溶液呈红色, 说明  $Fe^{2+}$  被氧化为  $Fe^{3+}$ , 所以  $Fe^{2+}$  具有还原性, A 正确;  $SO_2$  使品红溶液褪色体现其漂白性, B 正确; 加入溴水可将  $I^-$  氧化为  $I_2$ , 淀粉遇  $I_2$  变蓝, 所以溶液的颜色变为蓝色可证明氧化性:  $Br_2 > I_2$ , C 正确; 没有告知盐酸和醋酸的浓度, 所以无法根据 pH 的大小确定二者酸性的强弱, 即电解质的强弱, D 错误。

**易错点**

**7. (1) ①  $Na_2SiO_3$  ② 碱性环境抑制吸氧腐蚀正极反应的进行, 反应速率减慢; 碱性溶液中,  $O_2$  溶解度较小, 减少文物与  $O_2$  的接触, 减缓吸氧腐蚀**



② (i) 滴加混合溶液后, 铁片表面将出现蓝色和红色区域, 较长时间后出现黄色斑点 (ii)  $Fe^{3+}$ 、 $Fe^{2+}$

(3) 分别加入等体积 (如 5 mL) 的  $0.5 \text{ mol} \cdot L^{-1}$  NaOH 溶液和蒸馏水至浸没样品, 在室温下, 搅拌、浸泡 30 min; 过滤, 各取等量上清液 (如 2 mL) 置于两支小试管中, 分别滴加 3 mL  $0.5 \text{ mol} \cdot L^{-1}$   $HNO_3$  溶液酸化, 再分别滴加  $0.05 \text{ mol} \cdot L^{-1}$   $AgNO_3$  溶液; 记录每份上清液至出现  $AgCl$  白色沉淀时消耗的  $AgNO_3$  溶液体积

**命题点** ▶ 铁及其化合物的性质、金属的腐蚀原理、离子方程式书写、实验方案设计等

**【解析】** (1) ①  $SiO_2$  是酸性氧化物, 可与 NaOH 溶液发生反应, 化学方程式为  $SiO_2 + 2NaOH = Na_2SiO_3 + H_2O$ 。② 吸氧腐蚀时正极反应式为  $O_2 + 4e^- + 2H_2O = 4OH^-$ , 根据化学平衡移动原理, 碱性溶液中,  $OH^-$  浓度较大, 会抑制  $O_2$  得电子, 使吸氧腐蚀的速率减慢;  $O_2$  在高离子浓度的液体中溶解度较小, 碱性溶液比纯水溶解氧的能力低, 减少了文物与  $O_2$  的接触, 减缓吸氧腐蚀。

(2) ① 无氧、弱碱性的海水中, Fe 在细菌作用下, 被  $SO_4^{2-}$  氧化为 +2 价的  $FeS$ 、 $Fe(OH)_2$ , 根据得失电子守恒、电荷守恒、原子守恒可写出该反应的离子方程式:  $4Fe + SO_4^{2-} + 4H_2O \xrightarrow{\text{细菌}} FeS + 3Fe(OH)_2 + 2OH^-$ 。② (i) 由题图知, 铁片在 NaCl 溶液中发生吸氧腐蚀, 开始时, 负极反应式为  $Fe - 2e^- = Fe^{2+}$ , 正极反应式为  $O_2 + 4e^- + 2H_2O = 4OH^-$ 。  $Fe^{2+}$  与  $K_3[Fe(CN)_6]$  反应生成

$\text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  蓝色沉淀,即铁片上会出现蓝色区域;溶液中酚酞遇到  $\text{OH}^-$  变红,铁片上会出现红色区域;由“有氧环境中,海水中的铁质文物表面形成  $\text{FeOOH}$ ”知, $\text{Fe}^{2+}$  在盐水中被  $\text{O}_2$  氧化成黄色的  $\text{FeOOH}$ 。(ii)铁片发生吸氧腐蚀,负极区生成  $\text{Fe}^{2+}$ ,被  $\text{O}_2$  进一步氧化为  $\text{Fe}^{3+}$ ,此时体系中的阳离子主要有  $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 。

(3)要检验脱氯效果,应控制样品用量、脱氯时间、取用体积等变量相同,利用  $\text{Ag}^+$  与  $\text{Cl}^-$  的反应进行实验。实验中,首先需要将等量的含氯  $\text{FeOOH}$  模拟样品分别用等体积的  $\text{NaOH}$  溶液与蒸馏水浸泡脱氯,然后过滤,得到上清液,取等体积的两种上清液,先用  $\text{HNO}_3$  溶液酸化,再加入  $\text{AgNO}_3$  溶液,通过比较出现  $\text{AgCl}$  白色沉淀时消耗  $\text{AgNO}_3$  溶液体积的大小,即可比较脱氯效果。

8. (1) ①  $\text{Fe} + 2\text{AgCl} = \text{FeCl}_2 + 2\text{Ag}$  ②  $\text{Fe}$ 、 $\text{AgCl}$ 、盐酸可形成原电池,  $\text{AgCl}$  作正极发生还原反应生成  $\text{Ag}$  ③ 加入足量  $\text{AgNO}_3$  溶液,过滤,洗涤沉淀,在通风设备中向沉淀中滴加足量稀硝酸,若沉淀完全溶解,则  $\text{AgCl}$  完全转化,若沉淀部分不溶解,则  $\text{AgCl}$  未完全转化
- (2) ①  $4\text{Ag} + 4\text{H}^+ + \text{O}_2 = 4\text{Ag}^+ + 2\text{H}_2\text{O}$  ② 溶解氧浓度过高时,将纳米  $\text{Ag}$  氧化为  $\text{Ag}_2\text{O}$ ,  $\text{Ag}^+$  浓度降低,抗菌性能下降

**命题点** ▶ 原电池原理及应用、物质检验的实验设计

**【解析】**(1) ① 在该反应中  $\text{Fe}$  被氧化生成  $\text{FeCl}_2$ ,  $\text{AgCl}$  被还原为单质  $\text{Ag}$ ; ② 以铁圈为负极,  $\text{AgCl}$  为正极, 盐酸作为电解质溶液, 可形成原电池, 在不直接接触的情况下,  $\text{AgCl}$  与铁也可完成电子转移, 发生还原反应生成  $\text{Ag}$ ; ③ 若铁圈未将  $\text{AgCl}$  完全转化, 则沉淀中有  $\text{Ag}$ 、 $\text{AgCl}$ 、 $\text{Fe}$ , 先加入足量  $\text{AgNO}_3$  溶液, 将  $\text{Fe}$  转化为  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ ,

**关键点**

防止后续操作中  $\text{Fe}$  将  $\text{AgCl}$  转化, 干扰检验, 再次过滤, 洗涤沉淀, 在通风设备中向沉淀中滴加足量稀硝酸, 若沉淀完全溶解, 则说明没有  $\text{AgCl}$ , 只含有  $\text{Ag}$ , 即  $\text{AgCl}$  已完全转化; 若沉淀部分不溶解, 则说明仍有  $\text{AgCl}$  剩余, 即  $\text{AgCl}$  未完全转化。

(2) ① 根据题图可知,  $\text{Ag}$  在  $\text{O}_2$  和  $\text{H}^+$  的共同作用下, 被氧化为  $\text{Ag}^+$ ; ② 溶解氧浓度过高时,  $\text{O}_2$  会将纳米  $\text{Ag}$  氧化为  $\text{Ag}_2\text{O}$ ,  $\text{Ag}^+$  浓度降低, 抗菌性能下降。

9. 用滴液漏斗向盛有  $\text{MgSO}_3$  浆料的三颈瓶中缓慢滴加  $\text{H}_2\text{SO}_4$  溶液 分批加入少量  $\text{MgO}$  粉末, 搅拌, 至用  $\text{pH}$  试纸测得溶液  $\text{pH}$  大于 5, 过滤; 将滤液蒸发浓缩、降温至室温结晶, 过滤, 所得晶体在  $150 \sim 170^\circ\text{C}$  干燥

**命题点** ▶ 化学实验设计等

**【解析】**固液反应时, 通常将液体加入固体中, 所以加料方式为将分液漏斗中的  $\text{H}_2\text{SO}_4$  溶液缓缓滴加到  $\text{MgSO}_3$  浆料中; 要得到  $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , 先要得到  $\text{MgSO}_4$  溶液, 已知溶液中的杂质离子  $\text{Al}^{3+}$  和  $\text{Fe}^{3+}$  可在  $\text{pH} \geq 5$  时完全转化为氢氧化物沉淀, 所以可通过加入  $\text{MgO}$  粉末调节溶液  $\text{pH} \geq 5$  的方法除去杂质离子, 待沉淀完全后静置、过滤, 将滤液蒸发浓缩、冷却结晶、过滤、洗涤后得到  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , 再由题意可知要得到  $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  需将  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  固体在  $150 \sim 170^\circ\text{C}$  下干燥。

10. (1)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  溶液  $\text{MnO}_2 + 2\text{H}^+ + \text{SO}_3^{2-} = \text{Mn}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$
- (3) 200 mL



(4) 加热至约  $450\text{ }^{\circ}\text{C}$  分解一段时间,将冷却后的固体加入适量  $1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{ H}_2\text{SO}_4$  溶液中,加热、搅拌反应一段时间,过滤、用水洗涤,取最后一次洗涤滤液,向其中滴加  $\text{BaCl}_2$  溶液不出现白色沉淀

**命题点** ▶ 化学实验,涉及离子方程式书写、 $K_{\text{sp}}$  应用、化学反应相关计算实验方案设计等

**【解析】**(1) 若三颈烧瓶中先加入硫酸溶液,向其中滴加  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液则易生成  $\text{SO}_2$ ,导致  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  的利用率减小,故滴液漏斗中的溶液是  $\text{H}_2\text{SO}_4$  溶液; $\text{MnO}_2$  被亚硫酸根离子还原为  $\text{Mn}^{2+}$  的离子方程式为  $\text{MnO}_2 + \text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ 。

(3) 向硫酸锰溶液中加入碳酸氢铵时的反应为  $\text{MnSO}_4 + 2\text{NH}_4\text{HCO}_3 \longrightarrow \text{MnCO}_3 \downarrow + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ,因此需要加入的碳酸氢铵的物质的量是硫酸锰的 2 倍,由于两种溶液物质的量浓度相同,则加入碳酸氢铵溶液的体积约为硫酸锰溶液体积( $100\text{ mL}$ )的 2 倍,即  $200\text{ mL}$ 。

(4) 分析热解图可知,为了提高二氧化锰的产率,热解时控制温度  $450\text{ }^{\circ}\text{C}$  左右最理想,但产物中存在  $\text{Mn}_2\text{O}_3$  及少量  $\text{MnO}$ ,根据已知信息可知, $\text{Mn}_2\text{O}_3$  能将盐酸氧化为有毒的氯气,则应在加热条件下用硫酸溶解,使其转化为  $\text{MnO}_2$  和  $\text{Mn}^{2+}$ ,同时又不会产生污染气体,由此写出正确的实验方案。

## 刷借鉴

**11. B 命题点** ▶ 化学实验基础,涉及物质提纯、制备等

**【解析】**碱石灰主要含  $\text{CaO}$  和  $\text{NaOH}$ ,与  $\text{HCl}$  和  $\text{Cl}_2$  均可以反应,A 错误; $\text{NO}$  不溶于水且易被  $\text{O}_2$  氧化,题给装置中  $\text{NO}$  贮存在 U 形管左侧,处于无氧环境中,避免氧气和  $\text{NO}$  接触,B 正确; $\text{S}$  微溶于乙醇、易溶于  $\text{CS}_2$ ,且乙醇与  $\text{CS}_2$  互溶,C 错误;锌为活泼金属,作电解池阳极时发生反应:  $\text{Zn} - 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Zn}^{2+}$ ,无法生成氧气,D 错误。

**12. C 命题点** ▶ 实验方案设计与评价,涉及金属活动性、氧化性顺序比较,苯与甲苯的性质,反应速率的影响因素

**【解析】** $\text{Fe}-\text{Cu}-$ 稀硫酸原电池中,电子由  $\text{Fe}$  电极流向  $\text{Cu}$  电极,则  $\text{Fe}$  电极为负极,金属活动性顺序:  $\text{Fe} > \text{Cu}$ ,同理  $\text{Fe}-\text{Zn}-$ 稀硫酸原电池中, $\text{Zn}$  电极为负极,金属活动性顺序:  $\text{Zn} > \text{Fe}$ ,所以金属活动性顺序:  $\text{Zn} > \text{Fe} > \text{Cu}$ ,A 正确。将  $\text{FeCl}_3$  溶液滴入淀粉  $\text{KI}$  溶液中,溶液变蓝,说明  $\text{Fe}^{3+}$  氧化  $\text{I}^-$  生成  $\text{I}_2$ ,可得氧化性:  $\text{Fe}^{3+} > \text{I}_2$ ;将新制氯水滴入含  $\text{KSCN}$  的  $\text{FeCl}_2$  溶液中,溶液变为红色,说明  $\text{Cl}_2$  将  $\text{Fe}^{2+}$  氧化为  $\text{Fe}^{3+}$ , $\text{Fe}^{3+}$  与  $\text{SCN}^-$  反应生成了红色的配合物,可得氧化性:  $\text{Cl}_2 > \text{Fe}^{3+}$ ,所以可通过观察溶液颜色变化得出氧化性顺序为  $\text{Cl}_2 > \text{Fe}^{3+} > \text{I}_2$ ,B 正确。苯不能使酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液褪色,而甲苯可被酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液氧化生成苯甲酸,氧化过程中苯环不发生变化,不能说明甲基使苯环活化,C 错

**关键点**

误。将相同体积、不同浓度的  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液同时加入等体积、等浓度的  $\text{H}_2\text{SO}_4$  溶液中,可通过出现浑浊所用时间来判断浓度对反应速率的影响,浓度大的一组先出现浑浊现象,证明增大



反应物浓度能加快该反应的速率,D 正确。

- 13. C 命题点** ▶ 实验方案的设计与评价, 涉及电解原理的应用、粗盐提纯、 $c(\text{H}^+)$  对化学平衡的影响、羟基的检验

**【解析】**电镀时, 镀层金属应与直流电源正极相连作阳极, 待镀的铁制镀件应与直流电源负极相连作阴极, A 错误;  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液必须在  $\text{BaCl}_2$  溶液后加入, 以确保过量的  $\text{Ba}^{2+}$  被除去, B 错误; 向  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  溶液中加入  $\text{NaOH}$  溶液, 消耗了  $\text{H}^+$ ,  $c(\text{H}^+)$  减小, 平衡正移, 溶液颜色由橙变黄, 再加入  $\text{H}_2\text{SO}_4$  溶液,  $c(\text{H}^+)$  增大, 平衡逆移, 溶液颜色由黄变橙, 该实验可达到实验目的, C 正确; 乙醇中含有羟基, 会与金属钠反应生成气体, 因此乙醇会干扰对 M 中是否含有羟基的检验, D 错误。

- 14. C 命题点** ▶ 实验方案的设计与评价, 涉及平衡移动、 $K_{\text{sp}}$  大小比较、氧化还原反应规律、蛋白质的盐析与变性

**【解析】**恒压条件下通入  $\text{N}_2$ , 容器容积增大,  $\text{NO}_2$ 、 $\text{N}_2\text{O}_4$  浓度减小,

**关键点**

对于反应  $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$  来说, 相当于减压, 平衡向生成  $\text{NO}_2$  的方向移动, 气体颜色变浅, 是因为平衡移动只能减弱外界条件的影响, 不能消除, A 错误; 用  $\text{AgNO}_3$  溶液滴定  $\text{Cl}^-$  的过程中,  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  作为指示剂,  $c(\text{CrO}_4^{2-}) \ll c(\text{Cl}^-)$ , 必然是  $\text{AgCl}$  先沉淀, 且  $\text{AgCl}$  和  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  的类型不同, 无法根据沉淀的先后顺序判断  $K_{\text{sp}}$  的大小关系, B 错误; 过量铁粉还原  $\text{Fe}^{3+}$ , 溶液中铁元素以  $\text{Fe}^{2+}$  形式存在, 滴加  $\text{KSCN}$  溶液无明显变化, 说明不存在  $\text{Fe}^{3+}$ , 滴加氯水后, 出现红色, 说明  $\text{Fe}^{2+}$  被氧化为  $\text{Fe}^{3+}$ , 故  $\text{Fe}^{2+}$  具有还原性, C 正确; 该过程为蛋白质的盐析, 未改变蛋白质的活性, D 错误。

**知识归纳 蛋白质盐析和变性的区别**

	盐析	变性
影响因素	主要是部分可溶性盐 (如硫酸铵、氯化钠等) 的浓度	物理因素: 高温、紫外线、X 射线; 化学因素: 强酸、强碱、重金属盐、有机溶剂等
可逆性	可逆。加水稀释后, 蛋白质可重新溶解, 恢复其原有性质	一般不可逆

- 15. (1) 圆底烧瓶**  $\text{H}_2\text{S} + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{HI} + \text{S}$

(2) c

(3)  $\text{I}_2 + \text{I}^- \rightleftharpoons \text{I}_3^-$

(4)  $\text{NaOH}$

(5) 先停止加热, 再停止通入  $\text{N}_2$  (6)  $\frac{117 \times 1.7 \times 57\%}{128 \times 1} \times 100\%$

(7) 棕色试剂瓶中, 且瓶口密封

**命题点** ▶ 物质的制备实验, 涉及仪器名称、化学方程式书写、产率计算、试剂选择、实验操作顺序、试剂保存等

**【解析】**(1) 由实验目的可知反应生成  $\text{HI}$ , 结合得失电子守恒及元素守恒知, 步骤 i 中  $\text{H}_2\text{S}$  与  $\text{I}_2$  反应生成  $\text{HI}$  和  $\text{S}$ , 即反应的化学方程式为  $\text{H}_2\text{S} + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{HI} + \text{S}$ , 经过滤分离得到固体产物  $\text{S}$  和

滤液。

(2) 该步骤中产物分离前先静置,快速搅拌与固液分离无关,

**易错点**

a 错误;该步骤中的装置未加热,不涉及防暴沸,b 错误;由(1)分析知,反应中有 S 生成,快速搅拌可防止  $I_2$  被固体产物 S 包覆,阻碍  $H_2S$  与  $I_2$  反应,c 正确。

(3) 反应生成的  $I^-$  可以和未参与反应的  $I_2$  反应生成易溶于水的  $I_3^-$ ,促进碘单质的溶解,反应的离子方程式为  $I_2 + I^- \rightleftharpoons I_3^-$ 。

(4) 步骤 ii 中通入的  $N_2$  可将步骤 i 中过量的  $H_2S$  从反应体系中带出, $H_2S$  为酸性气体,可选择碱性试剂 NaOH 溶液吸收。

(5) 停止加热后,持续通入  $N_2$ ,可维持无氧环境,防止产物 HI

**关键点**

被氧化,待装置冷却后再停止通入  $N_2$ 。

(6) 实际生成的  $n_{\text{实际}}(HI) = \frac{117 \text{ mL} \times 1.7 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1} \times 57\%}{128 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}$ ,依据碘

元素守恒分析, $n(I_2) = \frac{127 \text{ g}}{2 \times 127 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.5 \text{ mol}$ , $I_2 \sim 2HI$ ,则 HI

的理论产量  $n_{\text{理论}}(HI) = 1 \text{ mol}$ 。HI 的产率为  $\frac{n_{\text{实际}}(HI)}{n_{\text{理论}}(HI)} \times 100\% =$

$$\frac{\frac{117 \text{ mL} \times 1.7 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1} \times 57\%}{128 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}}{1 \text{ mol}} \times 100\% = \frac{117 \times 1.7 \times 57\%}{128 \times 1} \times 100\%。$$

(7) 棕色试剂瓶能有效阻挡可见光,减少光对氢碘酸的作用,延缓其分解反应;试剂瓶瓶口密封良好,可减少氢碘酸与空气的接触。