



综合专题 元素及其化合物的综合应用

1. D 必刷知识 ⊙物质性质及用途

【解析】 CO_2 与 C 和 Mg、 SO_2 与 H_2S 的反应中， CO_2 和 SO_2 均表现出氧化性，**A 正确**； Cl_2 溶于水产生 HClO ， HClO 和 SO_2 都具有漂白性，可用于物质的漂白，**B 正确**；酸性锌锰干电池中电解质主要是 NH_4Cl ，而碱性锌锰干电池中的电解质主要是 KOH ，**C 正确**；硫、氮的氧化物是形成酸雨的主要物质，但碳的氧化物（如 CO_2 ）不是形成酸雨的物质，**D 错误**。

2. B 必刷知识 ⊙合金、胶体、焰色试验

【解析】合金的硬度一般大于其成分金属，**A 正确**；“司南之杓（勺），投之于地，其柢（勺柄）指南”与磁铁的磁性有关，则司南含 Fe_3O_4 ，**B 错误**；雾是气溶胶，属于胶体，可产生丁达尔效应，**C 正确**；钾元素焰色为紫色，**D 正确**。

3. A 必刷题型 ⊙离子共存、离子方程式书写

【解析】 Na^+ 、 Fe^{3+} 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- 之间不反应，能够大量共存，加入过量 H_2S 后发生反应： $2\text{Fe}^{3+} + \text{H}_2\text{S} \longrightarrow 2\text{Fe}^{2+} + \text{S} \downarrow + 2\text{H}^+$ ，**A 正确**； Fe^{2+} 、 K^+ 、 NO_3^- 、 Br^- 能够大量共存，但 I^- 的还原性强于 Fe^{2+} ，加入少量 HI 后 I^- 被 NO_3^- 氧化，正确的离子方程式为 $8\text{H}^+ + 6\text{I}^- + 2\text{NO}_3^- \longrightarrow 3\text{I}_2 + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ ，离子方程式书写错误，**B 错误**； $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ 与 NH_4^+ 、 Fe^{3+} 会发生双水解反应，在溶

关键点

液中不能大量共存，**C 错误**； $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ 、 HCO_3^- 之间发生反应，不能大量共存，**D 错误**。

4. A 必刷题型 ⊙氯化钡的制备实验

【解析】装置乙为制备氮气的装置，N 元素发生“归中反应”生成 N_2 ，结合得失电子守恒和原子守恒配平： $\text{NaNO}_2 + \text{NH}_4\text{Cl} \xrightarrow{\Delta} \text{N}_2 \uparrow + \text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O}$ ，**A 正确**；装置甲干燥时长进短出，**B 错误**； Ba_3N_2 和 BaH_2 均与水反应，且 BaH_2 在潮湿空气中能自燃，所以用装置甲和装置丁吸收空气中的水蒸气，防止水蒸气进入装置丙中，**C 错误**；实验时，先点燃装置乙中的酒精灯，反应一段时间，目的是用生成的氮气赶走装置中的空气，再点燃装置丙中的酒精喷灯进行反应，**D 错误**。

刷有所得

实验室制备易水解的物质，如某些氯化物、氮化物、氢化物等，在制备装置的前后都要连接干燥装置，防止水蒸气进入，其中反应物 Cl_2 可用浓硫酸、无水氯化钙、 P_2O_5 等干燥， N_2 、 H_2 可用浓硫酸、无水氯化钙、 P_2O_5 、碱石灰等干燥。

5. D 必刷题型 ⊙锌焙砂湿法制锌的工艺流程

思路分析

锌焙砂（主要含 ZnO 、 ZnFe_2O_4 ，还含有少量 FeO 、 CuO 等）中加入 H_2SO_4 “酸浸”，转化为 Zn^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Cu^{2+} 等；加入 H_2O_2 将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ，再加入 ZnO 调节溶液的 pH，进行“净化 I”，使 Fe^{3+} 转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀（沉淀 1）；过滤后向所得滤液中加入 ZnS 进行“净化 II”，将 Cu^{2+} 转化为 CuS 沉淀（沉淀 2）；过滤后将所得滤液进行电解，便可得到锌。

【解析】 ZnFe_2O_4 中，Zn 显 +2 价，O 显 -2 价，依据化合物中各元素化合价的代数和为 0，可求出铁元素化合价为 +3，**A 正**



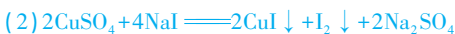
确;“净化Ⅰ”过程中加入 ZnO , 调节溶液 pH , 使 Fe^{3+} 转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀, **B 正确**;“净化Ⅱ”中加入 ZnS , 将 Cu^{2+} 转化为更难溶的 CuS , 发生的反应为 $\text{ZnS}(\text{s}) + \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CuS}(\text{s}) + \text{Zn}^{2+}(\text{aq})$, **C 正确**;“电解”过程中, Zn^{2+} 在阴极得电子生成 Zn , 附着在阴极表面, 则 Zn 为还原产物, **D 错误**。

6. C 必刷题型 探究实验

思路分析 在碘水中存在平衡: $\text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{I}^- + \text{HIO}$, I^- 与 Ag^+ 反应生成 AgI 沉淀, 促进 I_2 与水的反应不断正向进行; 过滤, 所得滤液 1 中含有淀粉、 HIO 和 HNO_3 , 还有未反应完的 AgNO_3 , 加入 NaCl 溶液, Ag^+ 与 Cl^- 生成 AgCl 沉淀, 过滤, 往滤液 2 中加入 KI 溶液, 发生 I^- 、 HIO 、 H^+ 的氧化还原反应生成 I_2 , 酸性条件下, NO_3^- 和 O_2 也可将 I^- 氧化生成 I_2 , 使溶液再次变蓝色。

【解析】过程①加入 AgNO_3 溶液, 蓝色褪去, 产生黄色沉淀, 即 Ag^+ 与 I^- 结合生成 AgI 沉淀, 平衡 $\text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{I}^- + \text{HIO}$ 正向移动, 根据勒夏特列原理可知, 溶液中 $c(\text{I}^-)$ 减小, **A 错误**; 过程③中加入 NaCl 溶液、过滤, 滤液 2 中含有 H^+ 、 Na^+ 、 NO_3^- 、 HIO , 过程④加入 KI 溶液, 溶液立即变蓝, 说明 I^- 被氧化生成 I_2 , 推测氧化 I^- 的微粒可能是 HIO 、 NO_3^- 、 O_2 等, 过程③中若用 Na_2CO_3 溶液代替 NaCl 溶液, 由于 CO_3^{2-} 会消耗 H^+ 和 HIO , 故过程④中溶液可能不变蓝, **B 错误、C 正确**; 过程①中蓝色褪去的原因是 Ag^+ 与 I^- 结合生成 AgI 沉淀, 平衡 $\text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{I}^- + \text{HIO}$ 正向移动程度大, 导致 $c(\text{I}_2)$ 很小, **D 错误**。

7. (1) 三颈烧瓶



(3) 使 I_2 转化为 I^- (4) 防止倒吸

(5) 洗涤、干燥 (6) 95.5 a

必刷题型 碘化亚铜的制备实验

思路分析 在装置 A 中制备 SO_2 气体, 在装置 B 中发生氧化还原反应制备 CuI , 装置 C 可防倒吸, 装置 D 中 NaOH 溶液可以吸收多余 SO_2 , 防止污染大气。

【解析】(2) 步骤Ⅰ中的黄色沉淀含 CuI 和一种单质, 该过程中硫酸铜被还原为 CuI , 部分 NaI 作还原剂, 该步骤中生成 CuI 的化学方程式为 $2\text{CuSO}_4 + 4\text{NaI} \longrightarrow 2\text{CuI} \downarrow + \text{I}_2 \downarrow + 2\text{Na}_2\text{SO}_4$ 。

(3) 步骤Ⅱ通入 SO_2 , SO_2 与碘单质反应, 使 I_2 转化为 I^- , 从而有利于 CuI 的分离。

(4) 单向阀 C 可防止出现倒吸现象。

(5) 分离出的白色沉淀需经洗涤、干燥, 再称量其质量。

(6) 取 1 mL 溶液测得其荧光强度比值为 10.7, 此时溶液中 $c(\text{Cu}^{2+}) = 0.5 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 1 mL 该溶液中 $n(\text{Cu}^{2+}) = 0.5 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 1 \times 10^{-3} \text{ L} = 5 \times 10^{-10} \text{ mol}$, 则 0.1 mg 产品中 CuI

的纯度为 $\frac{5 \times 10^{-10} \text{ mol} \times \frac{1\,000 \text{ mL}}{1 \text{ mL}} \times 191 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{0.1 \times 10^{-3} \text{ g}} \times 100\% = 95.5\%$ 。



19.1 g 产品中含 CuI 质量为 $19.1 \text{ g} \times 95.5\% \approx 18.24 \text{ g}$, 50.0 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (即 0.2 mol) 与 40.0 g NaI (约 0.27 mol) 反应, 因生成的 I_2 会与 SO_2 反应再变成 I^- , 故 I^- 在全过程可看成未充当还原剂, 只作沉淀剂与 Cu^+ 反应生成 CuI, SO_2 为实际还原剂且过量, 故 NaI 过量, 理论生成的 CuI 质量为 $0.2 \text{ mol} \times 191 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 38.2 \text{ g}$, CuI 的产率 $\approx \frac{18.24 \text{ g}}{38.2 \text{ g}} \times 100\% \approx 48\%$,

选 a。

8. (1) 将废料粉碎、搅拌、适当升高温度、适当增大硫酸浓度等 (任写 1 种即可)

(2) $10\text{LiFePO}_4 + 2\text{ClO}_3^- + 12\text{H}^+ \longrightarrow 10\text{FePO}_4 + 10\text{Li}^+ + \text{Cl}_2 \uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$ 过氧化氢受热分解, 氯酸钠更容易运输和储存, 且 H_2O_2 遇 Fe^{3+} 易分解, 造成损失 (合理即可)

(3) $3\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_3\text{PO}_4 \longrightarrow \text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 + 6\text{H}_2\text{O}$

(4) $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ “沉锂”时, Fe^{3+} 、 Al^{3+} 会转化为沉淀析出, 影响 Li_2CO_3 的纯度

(5) 取少量最后一次洗涤液于试管中, 加入足量的稀盐酸酸化, 再滴加氯化钡溶液, 若无白色沉淀产生, 则已洗净

必刷题型 ① 化学工艺流程

流程分析 浸出: 硫酸与 Al 反应, NaClO_3 、硫酸与 LiFePO_4 反应生成 FePO_4 沉淀;

除磷: 滤液①中含有 Li^+ 、 Al^{3+} 、 SO_4^{2-} 和少量 H_3PO_4 等, 加入氢氧化镁生成 $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ 沉淀;

除铁铝: 加 NaOH 溶液除掉 Al^{3+} 以及少量剩余的 Fe^{3+} ;

沉锂: 滤液③中有 Li^+ , 加碳酸钠溶液沉锂生成 Li_2CO_3 。

【解析】(2) 滤渣①中含 FePO_4 , 且“浸出”过程中有 Cl_2 生成, 说明 NaClO_3 将 LiFePO_4 氧化为 FePO_4 , 自身被还原为 Cl_2 , 硫酸提供酸性环境, 反应的离子方程式为 $10\text{LiFePO}_4 + 2\text{ClO}_3^- + 12\text{H}^+ \longrightarrow 10\text{FePO}_4 + 10\text{Li}^+ + \text{Cl}_2 \uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$ 。

(3) 滤液①中仍有少量的 H_3PO_4 , 加入 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ “除磷”, 反应的化学方程式为 $3\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_3\text{PO}_4 \longrightarrow \text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ 。

(4) 加入 NaOH 溶液“除铁铝”, 控制溶液的 $\text{pH} < 8.8$, 是为了防止 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 溶解, 产生的沉淀为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 混合物; 如果省略该过程, “沉锂”时, Fe^{3+} 、 Al^{3+} 会转化为沉淀析出, 影响 Li_2CO_3 的纯度。

(5) 水洗主要是为了除去 Li_2CO_3 表面的 Na^+ 、 SO_4^{2-} 等杂质离子。

实验专题

专题 1 化学实验仪器与基本操作 实验安全



基础过关练

1. C 必刷题型 ① 实验操作正误判断

【解析】灼烧干海带需用坩埚而不是蒸发皿, A 错误; 铜与浓硫酸反应实验结束后, 烧瓶中的残留物中硫酸浓度较高, 因



此检验氧化产物时,应将残留物沿烧杯内壁倒入水中,并用玻璃棒搅拌以免引起液体飞溅,**B 错误**;用 CCl_4 萃取碘水中的 I_2 ,倒转分液漏斗振荡,并不时旋开活塞放气,最后关闭活塞,把分液漏斗放正,**C 正确**;配制溶液定容后,应反复上下颠倒、摇匀,而不是摇动容量瓶,**D 错误**。

2. B 必刷题型 ⊙ 实验安全

【解析】液氨泄漏后,氨气会沿风吹的方向扩散,正确做法是向上风或侧上风方向撤离,而非下风或侧下风方向,**A 错误**;苯和甲醛均为有毒物质,可通过皮肤接触进入人体,导致中毒,因此需避免与皮肤直接接触,**B 正确**;煤气(含可燃气体)泄漏时,若立即切断电源可能产生电火花引发爆炸,正确操作是先打开门窗通风,再切断电源,**C 错误**;吸入少量 H_2S 气体,服用大量牛奶(或豆浆)虽然可以在一定程度上保护胃粘膜,减轻某些物质的刺激,但并没有实际的解毒作用,**D 错误**。

3. B 必刷题型 ⊙ 化学实验的安全操作

【解析】镁可以在 CO_2 中燃烧生成氧化镁和碳单质,故实验

知识点

室储存的镁条着火时,不可以用泡沫灭火器灭火,**A 正确**;金属汞具有挥发性,吸入后易造成重金属中毒,一旦洒落在

关键点

实验室地面或桌面上,必须尽可能收集,立即撒上硫粉处理,深埋会污染环境,**B 错误**;蒸馏时,为防止暴沸,应在蒸馏烧瓶中加入沸石,但若在温度高时补加沸石液体可能发生飞溅,故沸腾前发现忘记加沸石,应立即停止加热,冷却后补加,**C**

易错点

正确;为制取海带灰,可以将海带放在通风处加热灼烧,使其充分灰化,**D 正确**。

4. C 必刷题型 ⊙ 实验仪器的分析

【解析】根据图示,装置 X 含储液杯和流速调节器,与滴液漏斗作用相同,故选 **C**。

5. D 必刷知识 ⊙ 化学实验操作规范

【解析】萃取时右手压住分液漏斗口部,左手握住活塞,把分液漏斗倒转斜向上振荡,使两种液体充分接触,**A 错误**;冷凝水的进出方向为下进上出,使冷凝效果更佳,**B 错误**;开启干燥器时,沿水平方向推开盖子,**C 错误**;高锰酸钾溶液盛放在酸式滴定管中,读取溶液体积时,视线应与液体的凹液面最低处水平,**D 正确**。

6. C 必刷题型 ⊙ 实验操作与事故处理

【解析】金属钠能与水反应,燃烧起火时不能用水灭火,可以使用干燥的沙土盖灭,**A 正确**;利用沉淀法将重金属离子沉淀,除去重金属离子降低废液的毒性,**B 正确**;如果不慎将酸沾到皮肤上,应立即用大量水冲洗,然后用 3%~5% 的 NaHCO_3 溶液冲洗,**C 错误**;有机物利用萃取或者蒸馏分离回收,**D 正确**。

7. C 必刷题型 ⊙ 实验仪器的选用

【解析】10 mL 量筒的分度值为 0.2 mL,无法用量筒量取 10.00 mL 盐酸(可选用酸式滴定管或移液管),**A 错误**;瓷坩埚中的二氧化硅会与 NaOH 反应,不能用瓷坩埚加热熔化 NaOH 固体,**B 错误**; SO_2 在饱和 NaHSO_3 溶液中的溶解度很小,而且不与 NaHSO_3 反应, HCl 可与 NaHSO_3 反应生成 SO_2 ,可用该装置除去 SO_2 中的少量 HCl ,**C 正确**;温度计是测温工



具,不能用于搅拌,D 错误。



进阶突破练

8. A 必刷知识 ⊙ 常用仪器及使用

【解析】碱式滴定管和容量瓶使用前都要检查是否漏液,A 正确;保存氢氧化钠溶液的容器不能用玻璃塞,碱液会腐蚀玻璃生成 Na_2SiO_3 使瓶塞与瓶身粘连,B 错误;二氧化锰和浓盐酸制备氯气需要加热,要用到酒精灯,C 错误;酸碱中和滴定时,酸式滴定管和碱式滴定管都需要用到,并且用锥形瓶装待测液,D 错误。

9. A 必刷题型 ⊙ 化学实验操作与目的

【解析】用饱和食盐水和电石反应制乙炔,可减缓反应速率,A 正确;二氧化硫可以使品红溶液褪色,故可以使用品红溶液检验二氧化硫,三氧化硫能与品红溶液中的水完全反应,没有 SO_3 进入 BaCl_2 溶液与其反应生成白色沉淀,故不能检验三氧化硫,B 错误; NO_2 的密度比空气的密度大,要用向上排空气法收集,C 错误;二氧化碳能溶于水且与水反应,不能用排水量气法测量其体积,D 错误。

10. A 必刷题型 ⊙ 实验仪器的选用

【解析】由浓硫酸配制 40% 的稀硫酸需要计算、量取、稀释等,需要用到烧杯、量筒、胶头滴管、玻璃棒,故选①②③④,A 正确;测定 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 晶体中结晶水的含量需要称量、灼烧,需要用到坩埚、天平和酒精灯,不需要胶头滴管,B 错误; $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体的制备需要把氯化铁饱和溶液滴入沸水中,需要用到酒精灯、胶头滴管和烧杯,不需要玻璃棒,C 错误;食盐精制需要用到漏斗,D 错误。

11. D 必刷题型 ⊙ 实验操作以及装置

【解析】定容时,加水至刻度线下 1~2 cm 处应改用胶头滴管垂直悬空滴加,图中操作合理,A 不符合题意;加热时虽然铝离子水解,但生成的硫酸是难挥发性酸,因此蒸干硫酸

关键点

铝溶液后仍得到 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$,B 不符合题意;挤压胶头滴管,使少量水进入烧瓶,氨气极易溶于水导致烧瓶中气体压强减小,打开止水夹,在外界大气压强作用下,酚酞溶液会沿导管进入烧瓶,酚酞溶液遇碱变为红色,因此会看到红色喷泉,C 不符合题意;要上下移动量气管,使两边液面平齐时,

知识点

再读数,D 符合题意。

12. C 必刷知识 ⊙ 实验操作与药品选择

【解析】酚酞、甲基橙均可用于强酸和强碱中和滴定终点的判断,但强碱和弱酸中和滴定终点的判断不能用甲基橙,A 错误;加碘盐中含碘的物质是 KIO_3 ,不是 I_2 ,不能溶解后直接萃取、分液,B 错误;蒸馏时温度计测定馏分的温度,温度计水银球插在蒸馏烧瓶支管口下方位置,将收集到低沸点馏分,则使收集的产品中混有低沸点的杂质,C 正确;制备乙酸乙酯时,向乙醇中缓慢加入浓硫酸,冷却后再加入冰醋酸,加热 3~5 min,将导管末端置于饱和 Na_2CO_3 溶液的液面上以便除去乙醇和乙酸,不能插入饱和 Na_2CO_3 溶液中,D 错误。

**13. D 必刷知识** ⊙物质制备过程中的实验操作

【解析】碳酸钠溶液呈碱性,能使油污(油脂)水解,加热促进水解,**A 正确**;双氧水在盐酸中将铜单质氧化,最终转化为氯化铜,**B 正确**;氯化亚铜不溶于水,用过滤的方法分离,**C 正确**;浓盐酸能将 CuCl 转化成 $[\text{CuCl}_2]^-$,导致 CuCl 溶解损失,**D 错误**。

快解 根据信息 $[\text{CuCl}_2]^- \rightleftharpoons \text{CuCl} \downarrow + \text{Cl}^-$,增大 Cl^- 浓度会使平衡逆向移动,导致 CuCl 溶解,因此不能用浓盐酸洗涤 CuCl 沉淀,**D 错误**。

14. (1) 球形冷凝管 (2) ebahicdfg

(3) 吸收 SO_2 和 Cl_2 ,同时防止空气中的水蒸气进入三颈烧瓶中

(4) 先由 Cl_2 与 S 反应生成 S_2Cl_2 ,减少 SO_2Cl_2 产生,提高 SOCl_2 的产率,同时排出装置内空气,防止 SOCl_2 水解

(5) 重结晶 **(6)** NaOH 溶液



必刷知识 ⊙物质制备实验、常用仪器及装置组装等

思路分析 浓盐酸与二氧化锰在加热条件下生成氯气,然后通过饱和食盐水除去氯化氢气体,再通入浓硫酸除去水蒸气,由 c 口进入三颈烧瓶, Cl_2 先与 S 反应生成 S_2Cl_2 ; 70% 硫酸与亚硫酸钠反应生成二氧化硫气体,经浓硫酸干燥,通入三颈烧瓶中。在三颈烧瓶中,二氧化硫与 S_2Cl_2 、氯气反应生成氯化亚砷,最后用碱石灰进行尾气处理,并防止空气中的水蒸气进入三颈烧瓶。

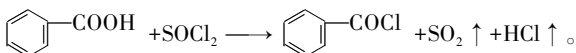
【解析】(1) 仪器 M 的名称是球形冷凝管。

(2) 由分析知,按气流方向连接接口的顺序是 ebahicdfg。

(5) 通过重结晶法可从含少量氯化钠的苯甲酸粗产品中提纯苯甲酸。

(6) 苯甲酸和氯化亚砷反应生成苯甲酰氯、二氧化硫和氯化氢,用试剂 Y 进行尾气处理,该试剂可以是 NaOH 溶液。

(7) 用等物质的量的苯甲酸和 SOCl_2 来制备苯甲酰氯,根据原子守恒推测还有 SO_2 和 HCl 生成,反应的化学方程式是

**真题风向练****15. A 必刷考点** ⊙化学实验安全,涉及废液的处理、防护用具的佩戴、实验工具的正确选择、乙醇的性质

【解析】酸、碱废液一般具有腐蚀性,直接排放会损坏管道、污染环境,应分别收集,在确定混合无危险时采用中和法,每次各取少量分次混合后再排放,**A 符合题意**;乙醇是一种易燃、易挥发的有机溶剂,应存放在阴凉通风处,并注意远离火种,**D 不符合题意**。

教材溯源 A 项出自人教版必修第一册附录 I “常见废弃物的处理方法”;B、C 项出自人教版必修第一册第一章第一节“与实验有关的图标及说明”;D 项出自人教版必修第二册第七章第三节资料卡片“注意”。

16. D 必刷考点 ⊙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**。

专题 2 物质的检验与鉴别



基础过关练

1. A 必刷题型 ①物质的鉴别与检验

【解析】乙醇与水混溶；苯的密度小于水，与水混合后，有机层（油状液体）在上层；四氯化碳的密度大于水，与水混合后，有机层（油状液体）在下层，现象不同，可以鉴别，**A 错误**。麦芽糖是还原性糖，结构中含—CHO，可以与新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 在加热条件下反应生成砖红色沉淀；蔗糖不是还原性糖，不可以与新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 发生反应，故用新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 可以鉴别蔗糖和麦芽糖，**B 正确**。通过晶体的 X 射线衍射实验可以测定 CH_3COOH 晶体中 CH_3COOH 分子的键长、键角，**C 正确**。蚕丝的主要成分为蛋白质，蛋白质灼烧时产生烧焦羽毛的气味，人造丝的主要成分是纤维素，灼烧时没有烧焦羽毛的气味，根据二者在火焰上燃烧产生的气味，可以鉴别蚕丝与人造丝，**D 正确**。

2. A 必刷知识 ①物质除杂、鉴别

【解析】乙醛与新制的氢氧化铜共热会产生砖红色沉淀，乙酸与新制的氢氧化铜发生酸碱中和反应，不会分层，己烯

易错点

与新制的氢氧化铜不会反应，会分层，所以能鉴别，**A 正确**；苯、甲苯均不与溴水反应，且密度均比水小，现象相同，不能鉴别，**B 错误**；溴水和苯酚反应生成的三溴苯酚溶于苯，应加

易错点

入 NaOH 溶液、分液除去苯中混有的苯酚，**C 错误**；碳碳双键、—CHO 均能使溴水褪色，则加入溴水，若溴水褪色，不能证明含有醛基，**D 错误**。

易错警示 醛基（—CHO）具有较强还原性，易被溴水、酸性高锰酸钾溶液等氧化。

3. D 必刷题型 ①物质的鉴别

【解析】苯、己烷均不溶于水且密度均比水小， Br_2 在有机溶剂中的溶解度大于在水中的，加入溴水，溶液萃取后分层，均为上层有色，下层无色，无法鉴别，**A 错误**；酚酞试液在酸性、中性溶液中为无色，稀硫酸和 Na_2SO_4 溶液无法用酚酞试液鉴别，**B 错误**；乙醇、乙醛、葡萄糖均可被酸性高锰酸钾溶液氧化，酸性高锰酸钾溶液均褪色，无法鉴别，**C 错误**； NaCl 溶液与 NaHCO_3 溶液不反应， $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液与 NaHCO_3 溶液反应既有无色气体产生又有白色沉淀生成， NaHSO_4 溶液与 NaHCO_3 溶液反应只有无色气体产生，现象不同，可以鉴别，**D 正确**。

4. C 必刷题型 ①物质的检验与除杂

【解析】加热时 Fe 能与 I_2 反应生成 FeI_2 ，不符合除杂要求，**A 错误**； Na_2CO_3 俗称苏打， Na_2CO_3 溶液本身也显碱性，因此无法检验 Na_2CO_3 中是否含有 NaOH ，**B 错误**；若漂白粉失效，则样品中不含 ClO^- ，加入品红溶液后，品红溶液不褪色，**C 正确**；将气体依次通过灼热的 CuO 、澄清石灰水， CO 会被 CuO 氧化生



成 CO_2 , 不能检验原混合气体中是否存在 CO_2 , **D 错误**。

5. D 必刷题型 ⊙ 离子的检验

【解析】焰色试验时产生黄色火焰说明含有 Na^+ , **A 正确**; Fe^{3+} 与 SCN^- 结合生成红色物质, **B 正确**; 溶液中含有盐酸, 再滴加 BaCl_2 溶液, 则产生的白色沉淀为 BaSO_4 , 说明含有 SO_4^{2-} , **C 正确**; 配制溶液时引入了 Cl^- , D 项中的实验现象不能说明黄钠铁矾中含有 Cl^- , **D 错误**。



进阶突破练

6. D 必刷题型 ⊙ 物质的检验

【解析】钾的焰色呈紫色, 取一根洁净的铂丝, 放在酒精灯外焰上灼烧至无色, 再蘸取溶液, 进行焰色试验, 若透过蓝色钴玻璃观察到紫色火焰, 证明溶液中含有钾元素, **A 正确**; 葡萄糖具有还原性, 能与新制的氢氧化铜共热产生砖红色沉淀, 故可以用此方法检验尿液中是否含有葡萄糖等还原性糖, **B 正确**; 鸡蛋蛋清液主要成分为蛋白质(分子中含苯环), 含苯环的蛋白质遇浓硝酸发生显色反应, 蛋清液变黄, 故可用此方法检验鸡蛋蛋清液中是否含有蛋白质, **C 正确**; 取适量洁厕灵, 加入 Na_2CO_3 粉末, 产生大量气泡, 证明洁厕灵中含有比碳酸酸性更强的物质, 但不能证明该物质是 HCl , **D 错误**。

7. D 必刷题型 ⊙ 物质性质的检验

思路分析 锥形瓶内发生反应生成气体, U 形管内干燥气体, 硬质玻璃管内发生反应, 干燥管吸收空气中的水蒸气或者吸收产物中的水蒸气和二氧化碳或者吸收尾气, 据此分析。

【解析】若在④中验证氯气和铁的反应, ③的作用是干燥氯气, 但是氯气与碱石灰能发生反应, 故不能用碱石灰干燥, 可以用五氧化二磷干燥, **A 错误**; 欲验证 H_2 能还原 CuO , ③的作用是干燥氢气, 根据实验图示可知③中应盛放固体干燥剂, 不能盛放浓硫酸, 可以用碱石灰、无水氯化钙等固体干燥剂, **B 错误**; 若在④中验证氨气能和氧化铁反应, ③的作用是干燥氨气, 但氨气可以和无水氯化钙发生反应, 故③中不可以放置无水氯化钙, 可以使用碱石灰, **C 错误**; 验证 CO_2 和 Na_2O_2 反应能生成氧气, 在⑤后放置一根带火星的木条, 如果木条复燃说明反应有氧气生成, **D 正确**。

8. D 必刷题型 ⊙ 物质的鉴别

【解析】①混合物溶于水, 得到澄清透明溶液, 说明混合物中不含 CaCO_3 ; ②做焰色试验, 透过蓝色钴玻璃没有观察到紫色, 说明混合物中不含 KCl ; ③向溶液中滴加几滴新制氯水和淀粉溶液, 溶液呈蓝色, 说明混合物中含有 NaI ; ④向溶液中加入浓碱, 有白色沉淀产生, 微热, 闻到刺激性气味, 说明混合物中含有 NH_4Cl 、 MgSO_4 。根据上述分析可知混合物的组成为 NaI 、 NH_4Cl 、 MgSO_4 , 故选 **D**。

9. A 必刷题型 ⊙ 实验操作、现象的判断

【解析】乙醇具有挥发性, 且能使酸性 KMnO_4 溶液褪色, 故②中现象不能证实①中乙醇发生了反应, **A 符合题意**; 乙醇具有挥发性, 但不能使溴水褪色, 不干扰 $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{CH}_3$ 的检验, ②中溴水褪色能够证实①中发生了消去反应, **B 不符合题意**; ②中饱和 Na_2CO_3 溶液的上层产生无色油状液体证实①中发生酯化反应生成了难溶于饱和 Na_2CO_3 溶液的乙酸乙酯, **C 不符合题意**; 将铁粉、炭粉和 NaCl 溶液的混合物放



置一段时间,②中导管中倒吸一段水柱说明装置内压强减小,从而证实①中铁粉发生了吸氧腐蚀,**D** 不符合题意。

10. D 必刷题型 ⊙ 物质的检验

【解析】 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 均会与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液反应生成白色沉淀,无法鉴别,**A** 错误;氯水滴到 KBr 溶液中,溶液变成橙黄色,说明发生反应 $\text{Cl}_2 + 2\text{KBr} = 2\text{KCl} + \text{Br}_2$,该反应中 Cl_2 为氧化剂, Br_2 为氧化产物,证明氧化性: $\text{Cl}_2 > \text{Br}_2$, **B** 错误;若铁粉过量,会与氯化铁溶液反应生成氯化亚铁,滴入 5 滴 15% KSCN 溶液,溶液不显红色,不能证明固体中无 FeCl_3 , **C** 错误;某溶液中滴加 AgNO_3 溶液产生白色沉淀,该白色沉淀可能为 AgCl ,则原溶液中可能含有 Cl^- , **D** 正确。

真题风向练

11. A 必刷知识 ⊙ 离子反应在物质组成分析中的应用

【解析】编号 I 实验中加入蒸馏水后微热产生无色、有刺激性气味气体说明含有 NH_4NO_3 ,同时反应后有白色的不溶物。编号 II 实验中加入足量稀盐酸产生无色、无味气体,说明含有 Na_2CO_3 、不含 Na_2SO_3 ,且有白色不溶物说明含有 AgNO_3 。编号 III 实验中加入足量 NaOH 溶液,微热后有无色、有刺激性气味气体生成,该气体为 NH_3 ,因为 BaCl_2 能与 Na_2CO_3 反应生成白色沉淀 BaCO_3 , BaCO_3 不溶于 NaOH 溶液,故无不溶物说明不含 BaCl_2 。 KCl 可溶于水,且编号 I 实验中白色不溶物可能为 Ag_2CO_3 ,因此不能确定是否含有 KCl 。 Al_2O_3 为白色固体,且能溶于稀盐酸和 NaOH 溶液,故不能确定其是否存在。综上所述,固体样品中一定含有 AgNO_3 、 NH_4NO_3 、 Na_2CO_3 ,可能含有 KCl 、 Al_2O_3 ,一定不含 BaCl_2 、 Na_2SO_3 , **A** 正确。

专题 3 物质的分离和提纯



基础过关练

1. C 必刷题型 ⊙ 物质的分离和提纯

【解析】碘单质易溶于苯,微溶于水,且苯与水互不相溶,可以用苯萃取碘水中的 I_2 , **A** 正确;酒精与苯酚钠的沸点相差较大,故可以用蒸馏法分离, **B** 正确;粗苯甲酸中含有少量 NaCl 和泥沙,用重结晶法提纯苯甲酸的主要步骤为加热溶解、趁热过滤、冷却结晶, **C** 错误; H_2S 可以与 NaOH 溶液反应生成 Na_2S , C_2H_2 与 NaOH 溶液不反应,故可以通过 NaOH 溶液除去 C_2H_2 中混有的少量 H_2S , **D** 正确。

2. D 必刷题型 ⊙ 物质的除杂方法

【解析】溴和苯酚的反应产物能溶于溴苯中,过滤无法除去,不能达到除杂的目的,可用氢氧化钠溶液反复洗涤,并用分液漏斗分离出有机层, **A** 错误;乙酸乙酯和乙酸均能和氢氧化钠溶液反应,应用饱和碳酸钠溶液,既可以降低乙酸乙酯在水中的溶解度,又可以吸收乙酸将其转化为易溶性的盐,再经过分液即可提纯乙酸乙酯, **B** 错误;无水 CaCl_2 能与 NH_3 发生反应,

关键点

则不能用无水 CaCl_2 除去 NH_3 中的 H_2O , **C** 错误;苯甲酸的溶解度随温度升高而明显增大,氯化钠的溶解度受温度影响变化不大,可采取重结晶的方法,先加热溶解配成热饱和溶液,趁热过滤除去泥沙后,降温结晶并过滤, NaCl 留在滤液中,从



而得到较纯的苯甲酸固体, **D 正确**。

3. A 必刷题型 ⊙除杂试剂的选择和实验操作

【解析】铜和 FeCl_3 溶液反应生成 FeCl_2 和 CuCl_2 , 引入了新的杂质, 该操作不能用来除去 FeCl_2 溶液中的 FeCl_3 , **A 错误**; Al 和过量 NaOH 溶液反应生成溶于水的 $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$, Mg 不和 NaOH 溶液反应, 过滤后分离出 Mg , 可以用 NaOH 溶液除去 Mg 中的 Al , **B 正确**; HCl 和饱和 NaHCO_3 溶液反应生成二氧化碳气体, CO_2 不和饱和 NaHCO_3 溶液反应, 洗气可除杂, **C 正确**; KNO_3 的溶解度受温度影响较大, NaCl 的溶解度受温度影响较小, 可以采用重结晶的方法除去 KNO_3 中的 NaCl , **D 正确**。

刷有所得 物质除杂的三种常用方法

①杂质转化法: 通过化学反应将杂质转化为易于分离的形式。如除去苯中的苯酚, 可以加入 NaOH 溶液使其转化为苯酚钠, 苯酚钠易溶于水, 从而与苯分开。

②吸收洗涤法: 利用溶液吸收杂质。如除去二氧化碳中的氯化氢和水, 可以通过饱和碳酸氢钠溶液吸收氯化氢, 再用浓硫酸干燥除水。

③沉淀过滤法: 通过沉淀反应除去杂质。如除去硫酸亚铁溶液中的硫酸铜, 可以加入过量铁粉与 Cu^{2+} 反应生成 Cu , Cu 和过量铁粉通过过滤除去。

4. B 必刷知识 ⊙重结晶、过滤

【解析】蒸发皿用于蒸发结晶, 不能用于药品溶解, **A 错误**; 过滤时热量散失, 导致溶液温度降低, 漏斗颈部可能有晶体析出影响过滤, **B 正确**; 采用冰水浴冷却得到的是小颗粒晶体, **C 错误**; 苯甲酸溶解度受温度影响较大, 温度越高, 溶解度越大, 乙操作中采用热水洗涤可提高产率, **D 错误**。

5. C 必刷题型 ⊙实验操作与目的

【解析】 CaCO_3 和稀盐酸反应生成 CaCl_2 、 CO_2 、 H_2O , 气体的溶解度随温度升高而降低, 煮沸过程中 CO_2 、 HCl 逸出, 从而除去 CO_2 、 HCl , **A 正确**; 向 CaCl_2 溶液中加入双氧水、氨水发生的反应为 $\text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + 6\text{H}_2\text{O} = \text{CaO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O} \downarrow + 2\text{NH}_4\text{Cl}$, 氨水用来调节溶液的 pH , 利于 $\text{CaO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 的生成, **B 正确**; 用玻璃棒轻轻搅动可能会导致滤纸破损, **C 错误**; $\text{CaO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 难溶于乙醇, 醇洗可以减少晶体的溶解, 同时乙醇挥发带走水分可使晶体快速干燥, **D 正确**。

6. B 必刷知识 ⊙物质分离、提纯综合应用

思路分析 粗食盐水中含有 Ca^{2+} 杂质, 加入过量碳酸钠(试剂 X) 可将 Ca^{2+} 完全沉淀, 故“滤渣”为 CaCO_3 ; 进入“电解”过程的液体中含有 Na^+ 、 Cl^- 及过量的 CO_3^{2-} , 加入适量的盐酸, 可将 CO_3^{2-} 除去, 电解 NaCl 溶液生成 NaClO_3 ; 在反应 II 中, NaClO_3 与盐酸发生氧化还原反应, 生成 ClO_2 和 Cl_2 ; 在 ClO_2 吸收塔中 ClO_2 、 H_2O_2 、 NaOH 发生氧化还原反应生成 NaClO_2 ; 由于 NaClO_2 受热易分解, 因此经减压蒸发、冷却结晶后可得到 NaClO_2 晶体。

【解析】由分析可知, **A、C 正确**; 流程中有两处用到盐酸, 第一次用盐酸除去过量的 CO_3^{2-} , 第二次用盐酸还原氯酸钠生成二氧化氯, 两处盐酸的作用不相同, **B 错误**; 反应 II 中产生



Cl_2 的化学方程式为 $2\text{NaClO}_3 + 4\text{HCl} \rightleftharpoons 2\text{ClO}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O}$, ClO_2 吸收塔中产生 O_2 的化学方程式为 $2\text{ClO}_2 + 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NaClO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$, 可得关系式: $2\text{ClO}_2 \sim \text{Cl}_2 \sim \text{O}_2$, 故理论上, 产生 Cl_2 、 O_2 的物质的量之比为 1 : 1, **D 正确**。



进阶突破练

7. B 必刷题型 ①物质的制备及分离提纯

思路分析 由实验装置图可知, 图甲装置为丁二酸与乙酸酐共热反应制备丁二酸酐的装置, 图乙装置为实现固液分离的抽滤装置。

【解析】为增强冷凝效果, 图甲中球形冷凝管的进水口为 b、出水口为 a, **A 错误**; 由题意可知, 丁二酸与乙酸酐共热反应生成丁二酸酐和乙酸, 71 g 丁二酸的物质的量为

$$\frac{71 \text{ g}}{118 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \approx 0.6017 \text{ mol} < 1.28 \text{ mol}, \text{ 则反应中乙酸酐过量,}$$

实验得到 51 g 丁二酸酐, 则反应的产率为

$$\frac{51 \text{ g}}{0.6017 \text{ mol} \times 100 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 100\% \approx 84.76\%, \text{ B 正确; 抽滤时}$$

使用抽气泵给抽滤瓶减压, 导致装置内部的压强降低, 布氏漏斗中的固液混合物可以快速分离, 从而使过滤的速度加快, **C 错误**; 图乙装置为实现固液分离的抽滤装置, 胶状沉淀和颗粒过小的沉淀不适用于抽滤, 原因是胶状沉淀和颗粒过小的沉淀容易堵塞滤纸, 导致抽滤效果不佳, **D 错误**。

8. C 必刷题型 ②减压蒸馏的应用

思路分析 空气通过氯化钙除水, 经过安全瓶后通过浓硫酸除水, 然后通过五氧化二磷除水, 干燥的空气流入毛细管对烧瓶中的溶液进行搅拌, 同时还具有加速水逸出和防止溶液沿毛细管上升的作用, 使减压蒸馏顺利进行, 将 85% 磷酸溶液进行减压蒸馏除水、结晶除杂得到纯磷酸。

【解析】由已知信息可知, 纯化过程需要严格控制水分, 所以使用三种干燥剂的目的是充分除去空气中的水分, **A 正确**; 没有让大量空气直接进入, 而是让微量空气从毛细管进入, 避免了压强过大, 从而达到减压蒸馏的目的, **B 正确**; 减压蒸馏, 此时水、磷酸的沸点降低, 不能控制温度为 261°C , **C 错误**; 水的沸点低, 蒸出后经冷凝管冷却后收集到蒸馏烧瓶中, **D 正确**。

9. B 必刷题型 ③回收苯酚的简易流程分析

思路分析 向含苯酚的废水中加入苯, 萃取出苯酚, 然后分液分离出苯酚和苯的混合有机溶液, 加入 NaOH 溶液或 Na_2CO_3 溶液, 将苯酚转化为苯酚钠溶液, 分液后, 向苯酚钠溶液中通入 CO_2 生成苯酚, 再经过蒸馏得到纯净的苯酚。

【解析】苯的密度比水小, 步骤①中, 分液时先从分液漏斗下口放出废水, 再从分液漏斗上口倒出有机溶液, **A 错误**; 苯酚和 NaOH 溶液或 Na_2CO_3 溶液都能反应生成苯酚钠, **B 正确**;



由思路分析可知, **C 错误**; 酸性: $\text{H}_2\text{CO}_3 > \text{C}_6\text{H}_5\text{OH} > \text{HCO}_3^-$, 苯酚钠溶液中通入少量 CO_2 生成苯酚和碳酸氢钠, **D 错误**。

10. B 必刷题型 ⊙ 有机物的制备、分离与提纯

【解析】分批次加入重铬酸钠可防止反应过于剧烈, 导致副反应增多(环己酮可被强氧化剂氧化), **A 正确**; 加入少量草酸的主要目的是利用其还原性除去过量的氧化剂重铬酸钠, 防止环己酮被氧化, **B 错误**; 液相 2 是蒸馏收集的 $95\text{ }^\circ\text{C}$ 的馏分, 应是环己酮和水的共沸物, 所以蒸馏烧瓶中剩余的 ① 是含有硫酸、硫酸钠和 Cr^{3+} 的水相, 液相 2 中的水和环己酮互不相溶, 加入 NaCl 可增大水层的密度和极性, 有利于两者分层, 从而后续通过分液进行分离, 其中 ② 是含 NaCl 的水相, 液相 3 为含有少量水的环己酮, 因此加入无水 K_2CO_3 的目的是除水, 则 ③ 是 K_2CO_3 水合物, **C 正确**; 加入无水 K_2CO_3 吸水后通过过滤分离出环己酮, 进而蒸馏并收集 $150\sim 156\text{ }^\circ\text{C}$ 的馏分, 最终得到纯净环己酮, **D 正确**。

真题风向练

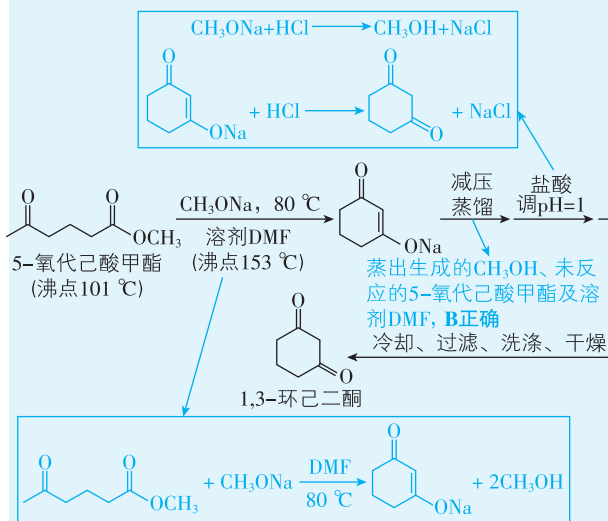
11. C 必刷知识 ⊙ 粗盐的提纯, 涉及试剂的选择及加入的先后顺序、实验基本操作等

【解析】过量的 BaCl_2 溶液可使 SO_4^{2-} 全部转化为 BaSO_4 沉淀而除去, **A 正确**; 粗盐中的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 可分别通过生成 CaCO_3 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 BaSO_4 沉淀后过滤除去, **B 正确**; 盐酸应在过滤出沉淀后再加入, 防止生成的沉淀溶解, **C 错误**; NaCl 的溶解度随温度变化很小, 而 KCl 的溶解度随温度的升高明显增大, 故蒸发至有大量固体析出后, 应趁热过滤、洗涤、干燥后得到 NaCl 纯品, 而 K^+ 留在母液中, **D 正确**。

归纳总结 粗盐溶液中的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 可分别用过量的 Na_2CO_3 、 NaOH 、 BaCl_2 溶液除去, Na_2CO_3 溶液要在 BaCl_2 溶液之后加入, 以除去多余的 BaCl_2 , 过滤后再加盐酸调节 pH 除去多余的 Na_2CO_3 和 NaOH 。

12. C 必刷知识 ⊙ 有机物的合成实验, 涉及实验操作和目的、分离提纯等

路线分析





【解析】实验过程中可能会挥发出 CH_3OH 、5-氧代己酸甲酯及 DMF 等有机物,为避免污染大气、发生安全事故,反应须在通风橱中进行, **A 正确**;盐酸为挥发性酸,趁热加入盐酸, HCl 会挥发,应冷却后加入盐酸, **C 错误**;冷却可析出产物 1,3-环己二酮,则其溶解度随温度降低而减小,冰水可以洗去产物中混有的 CH_3OH 、 NaCl 并降低产物的溶解度,减少产品损失, **D 正确**。

专题 4 化学实验设计与评价



基础过关练

1. B 必刷题型 ①实验装置或操作及目的评价

【解析】浓氨水能与生石灰反应使 OH^- 浓度增加,且放热,故可制备氨气,碱石灰能用于干燥碱性气体氨气,则题给装置能达到制备干燥氨气的实验目的, **A 正确**; FeCl_3 在有水存在的条件下会水解生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 和 HCl , $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 在氮气氛围中加热, HCl 挥发使水解平衡不断右移直至趋于完全,得到氢氧化铁,氢氧化铁进一步受热分解得到 Fe_2O_3 ,不能制得无水 FeCl_3 , **B 错误**; HCl 能与饱和 NaHCO_3 溶液反应生成氯化钠、二氧化碳和水,二氧化碳不溶于饱和 NaHCO_3 溶液,则题给装置能达到除去 CO_2 中混有的少量 HCl 杂质的实验目的, **C 正确**;四氯化碳与水不互溶,密度比水大,能萃取溴水中的溴,则题给装置能达到萃取并分离溴水中的溴的实验目的, **D 正确**。

2. A 必刷题型 ②实验方案的设计与评价

【解析】少量 Cl_2 与 FeBr_2 充分反应,将混合液放入 CCl_4 中摇匀、静置,溶液分层,下层无色,说明 Cl_2 优先将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ,证明

关键点

Fe^{2+} 的还原性比 Br^- 强, **A 正确**; $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 易被空气中氧气氧化,

常考点

此装置无法实现 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 的制备, **B 错误**; CO_2 也能与饱和 Na_2CO_3 溶液发生反应生成 NaHCO_3 , **C 错误**;由于铝离子的水解,蒸干氯化铝溶液通常获得 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 而非氯化铝, **D 错误**。

易错点

3. A 必刷题型 ③实验装置的正误判断

【解析】 I_2 受热易升华,在冷的圆底烧瓶底部又重新凝华成固体, $\text{NaCl}(\text{s})$ 受热不易分解且沸点较高,留在烧杯底部,装置正确且能达到实验目的, **A 符合题意**;加热使 MgCl_2 水解产生的 HCl 逸出,促进镁离子水解生成氢氧化镁,蒸发 MgCl_2 溶液不能得到 MgCl_2 晶体, **B 不符合题意**;制备氢氧化铁胶体应向沸水中滴加饱和 FeCl_3 溶液,用 NaOH 溶液会生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀, **C 不符合题意**;乙醇脱水制乙烯的实验中需测反应液的温度,温度计应插入液面以下, **D 不符合题意**。

4. C 必刷题型 ④实验方案与探究目的一致性

【解析】物质的量浓度相同时, pH 越大,强碱弱酸盐的水解程度越大,对应弱酸的酸性越弱, CH_3COONa 和 NaNO_2 溶液的浓度未知,不能根据 pH 大小比较两者对应弱酸的酸性强弱, **A 错误**;石油裂解生成的裂解气主要含有乙烯、丙烯、丁二烯等不饱和烃,将裂解气通入 Br_2 的 CCl_4 溶液中,颜色褪去可以说明含有不饱和烃,不能证明一定含有乙烯, **B 错误**;向 Na_2S 溶液中通入过量的 SO_2 ,观察到的沉淀是 S 单质, SO_2 中



S 元素的化合价降低,说明 SO_2 具有氧化性, **C 正确**; 欲检验卤代烃中卤素原子种类, 与 NaOH 水溶液混合加热冷却后应先加入稀硝酸中和 NaOH , 再加硝酸银溶液观察沉淀颜色, **D 错误**。

5. B 必刷题型 ⊙ 化学实验设计与评价

【解析】 $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 受热先变成 MgCl_2 溶液, 其中 Mg^{2+} 易水解生成 $\text{Mg}(\text{OH})_2$, 生成的 HCl 逸出, 且加热固体应使用坩埚, 方案甲无法制取无水 MgCl_2 , **A 错误**; I_2 在 KI 浓溶液中的溶解度比在 CCl_4 中大, 方案乙可除去 CCl_4 溶液中部分的 I_2 , **B 正确**; 方案丙可证明酸性: $\text{HCl} > \text{H}_2\text{CO}_3 > \text{H}_2\text{SiO}_3$, 但 HCl 不是 Cl 的最高价含氧酸, 因此不能证明非金属性: $\text{Cl} > \text{C}$, **C 错误**; 少量 Na_2S 与 ZnSO_4 反应生成 ZnS 白色沉淀, ZnS 与 CuSO_4 反应生成 CuS 黑色沉淀: $\text{ZnS}(\text{s}) + \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + \text{CuS}(\text{s})$, ZnS 、 CuS 的沉淀类型相同, 可说明 $K_{\text{sp}}(\text{ZnS}) > K_{\text{sp}}(\text{CuS})$, **D 错误**。



进阶突破练

6. D 必刷题型 ⊙ 实验操作、现象及结论的一致性

【解析】二氧化硫能与氯气发生反应 $\text{SO}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{HCl} + \text{H}_2\text{SO}_4$, 新制氯水褪色, 体现二氧化硫有还原性, **A 错误**; 常温下, Fe 遇浓硫酸发生钝化, Cu 与浓硫酸在常温下也不反应, 不能比较二者金属活动性的强弱, **B 错误**; 取少量待测液于试管中, 加入浓 NaOH 溶液并加热, 若产生的气体能使湿润的红色石蕊试纸变蓝, 说明溶液中含有 NH_4^+ , **C 错误**; 用洁净的铁丝蘸取某溶液灼烧, 火焰呈黄色, 证明溶液中含有 Na^+ , 若想证明溶液中含有 K^+ , 需要透过蓝色钴玻璃观察火焰颜色, **D 正确**。

7. D 必刷题型 ⊙ 实验过程、现象及结论的一致性

【解析】硫酸铜溶液能与 H_2S 气体反应生成硫化铜沉淀和硫酸, H_2S 是二元弱酸, 硫酸是二元强酸, 故 H_2S 的酸性弱于硫酸, **A 错误**; 氧化铁与稀硫酸反应生成的 Fe^{3+} 能与剩余的铁

关键点

反应生成 Fe^{2+} , 将某铁粉加稀硫酸溶解, 再向溶解液中滴加几滴 KSCN 溶液, 无明显现象不能说明铁粉未发生变质, **B 错误**; 钙与水反应生成氢氧化钙和氢气, 微溶的氢氧化钙附着在钙的表面阻碍反应继续进行, 将相同大小的钠块和钙块放入相同体积的蒸馏水中, 钙与水反应不如钠与水反应剧烈, 不能说明钠的金属活动性强于钙, **C 错误**; 向 $\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_3\text{Cl}_3$ 的水溶液中滴加硝酸银溶液, 无明显现象, 说明该配合物中水分子和 Cl^- 全部为配体, 配位数为 6, **D 正确**。

关键点

8. C 必刷题型 ⊙ 实验方案的设计与评价

【解析】铜与浓硫酸反应后的混合物中还有较浓的硫酸, 应将混合物倒入水中, **A 错误**; 串联电路无法证明 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 是弱电解质, **B 错误**; 滴加醋酸的试管有气泡产生, 说明醋酸酸性强于碳酸, 滴加硼酸的试管无气泡产生, 说明硼酸酸性弱于碳酸, **C 正确**; 该装置可以证明 SO_2 能溶于水, 不能证明反应生成酸, **D 错误**。

9. C 必刷题型 ⊙ 实验操作、现象及结论的一致性

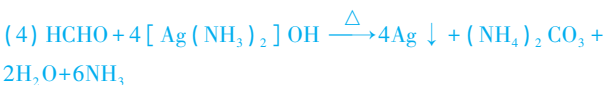
【解析】丙烯醛分子的结构简式是 $\text{CH}_2=\text{CHCHO}$, 分子中含



有的碳碳双键,能与溴发生加成反应而使溴水褪色,含有的醛基具有强还原性,能够被溴水氧化为羧基,也能使溴水褪色,故向丙烯醛中滴加溴水,溴水褪色,不能证明丙烯醛中含碳碳双键,**A 错误**;由于浓盐酸具有挥发性,挥发出的 HCl 也能与 Na_2SiO_3 溶液发生反应产生 H_2SiO_3 沉淀,故该实验不能证明碳的非金属性比硅强,**B 错误**;将 PbO_2 固体加到酸性 MnSO_4 溶液中,充分振荡后,溶液变为紫红色,说明反应产生了 MnO_4^- , Mn^{2+} 失去电子被氧化为 MnO_4^- ,说明 PbO_2 具有氧化性,**C 正确**;将 $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 与 NH_4Cl 晶体在小烧杯中混合并搅拌,烧杯壁变凉,说明该反应为吸热反应,则其正反应活化能要比逆反应的活化能大,**D 错误**。

10. (1) 三颈烧瓶 (2) 氨水

(3) d a c b e



(5) 0.03 (6) BCD

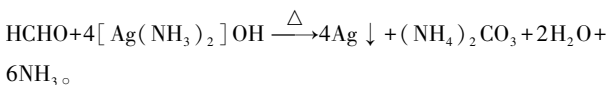
必刷题型 ⊙ 实验方案的设计

思路分析

硝酸银溶液中滴加氨水先生成 AgOH 白色沉淀,继续加入氨水至产生的沉淀恰好溶解,得到银氨溶液,故仪器 A 中为硝酸银溶液,仪器 B 中为氨水,反应生成银氨溶液,然后通过仪器 C 向仪器 A 通入室内空气,空气中甲醛和银氨溶液水浴加热发生银镜反应产生单质 Ag,产生的 Ag 与 Fe^{3+} 定量反应生成 Fe^{2+} , Fe^{2+} 与菲啰嗪形成有色配合物,通过测定吸光度,确定生成 1.12 mg Fe^{2+} ,进而计算室内空气中甲醛含量。

【解析】(3) 结合分析可知,室内空气中甲醛含量的测定的正确操作如下:操作①:取下玻璃塞→操作②:d. 热水浴加热仪器 A→操作③:打开 K_1 , 关闭 K_2 →操作④:使可滑动隔板处于最右端(排出容器中空气)→操作⑤:将可滑动隔板拉至最左端(吸入室内待测的空气)→操作⑥:打开 K_2 , 关闭 K_1 →操作⑦:将可滑动隔板缓慢推至最右端(使待测空气缓缓进入银氨溶液中充分反应)→再将操作③~⑦重复 4 次,减小实验误差→测定溶液吸光度。

(4) 甲醛具有一定还原性,能把银离子还原为银单质,与银氨溶液反应生成银单质和碳酸铵、水、氨气,化学方程式为



(5) 甲醛和银氨溶液加热反应生成银,银具有还原性,被 Fe^{3+} 氧化,生成 Ag^+ 和 Fe^{2+} ,离子方程式为 $\text{Ag} + \text{Fe}^{3+} = \text{Ag}^+ + \text{Fe}^{2+}$,结合(4)中方程式可得关系式: $\text{HCHO} \sim 4\text{Fe}^{2+}$,参与反应的

$$n(\text{甲醛}) = \frac{1}{4}n(\text{Fe}^{2+}) = \frac{1}{4} \times \frac{1.12 \times 10^{-3} \text{ g}}{56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 2 \times 10^{-5} \text{ mol} \times \frac{1}{4} = 5 \times 10^{-6} \text{ mol}$$

因实验进行了 5 次操作,所以测得 1 L 空气中甲醛的含量为

$$1.00 \times \frac{5 \times 10^{-6} \text{ mol}}{5} = 1 \times 10^{-6} \text{ mol}, \text{空气中甲醛的含量为}$$

$$1.00 \times \frac{1 \times 10^{-6} \text{ mol} \times 30 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 10^3 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}}{1 \text{ L}} = 0.03 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}。$$



(6) 本实验中氨气极易溶于水, 无需尾气处理装置, **A 错误**; 实验应在室内不同点位进行空气取样, 以减少实验误差, 保证数据的准确性, **B 正确**; 毛细管的作用是减小气体的通入速率, 使空气中的甲醛和溶液充分反应, 使其被完全吸收, **C 正确**; Fe^{2+} 与菲啰啉形成有色配合物, 有色配合物浓度越大, 溶液颜色越深, 测得吸光度数值越大, **D 正确**。

真题风向练

11. C 必刷考点 ①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**; Na_2CO_3 溶液必须在 BaCl_2 溶液后加入, 以确保过量的 Ba^{2+} 被除去, **B 错误**; 向 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液中加入 NaOH 溶液, 消耗了 H^+ , $c(\text{H}^+)$ 减小, 平衡正移, 溶液颜色由橙变黄, 再加入 H_2SO_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**。

12. (1) ①AD ②0.550 0

(2) $418(T_1 - T_0)$

(3) ①> ② $-20.9(b-a) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ [或 $-41.8(c-a) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$]

(4) 抑制 Fe^{3+} 水解 $\text{Fe} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$ 将一定量的 Cu 粉加入一定浓度的 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中反应, 测量反应热, 计算得到反应 $\text{Cu}(\text{s}) + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CuSO}_4(\text{aq}) + 2\text{FeSO}_4(\text{aq})$ 的焓变 ΔH_1 ; 根据 (3) 中实验计算得到反应的焓变 ΔH_2 ; 利用盖斯定律计算得到反应 A 的焓变为 $\Delta H_1 + \Delta H_2$

(5) 燃料燃烧; 铝热反应焊接铁轨等 (合理即可)

必刷知识 ①实验方案设计与评价

【解析】(1) ①酸碱中和滴定需要用到的仪器有锥形瓶、碱式滴定管, 故选 **AD**。②HCl 与 NaOH 按照物质的量之比为 1:1 进行酸碱中和反应, 滴定过程中二者参与反应的物质的量相同, 若分别以序号 1、2 代表 HCl、NaOH, 根据 $c_1 V_1 = c_2 V_2$ 可得,

$$c(\text{HCl}) = \frac{0.500 0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 22.00 \times 10^{-3} \text{ L}}{20.00 \times 10^{-3} \text{ L}} = 0.550 0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}。$$

(2) 由公式 $Q = cpV_{\text{总}} \cdot \Delta T$ 可得, $Q = 4.18 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1} \times 1.0 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1} \times 100 \text{ mL} \times (T_1 - T_0) ^\circ\text{C} = 418(T_1 - T_0) \text{ J}。$

(3) ①根据 $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 \rightleftharpoons \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$ 可知参加反应的 Fe 和 CuSO_4 物质的量相等, 实验中, $n(\text{CuSO}_4) = 0.20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times$

关键点

$100 \times 10^{-3} \text{ L} = 0.020 \text{ mol}$, 在序号 i 的实验中, $n(\text{Fe}) =$

$$\frac{1.20 \text{ g}}{56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \approx 0.021 \text{ mol} > 0.020 \text{ mol}, \text{故 Fe 过量, CuSO}_4 \text{ 完全}$$

$$\text{反应, 在序号 ii 的实验中, } n(\text{Fe}) = \frac{0.56 \text{ g}}{56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.01 \text{ mol} <$$

0.020 mol , 故 CuSO_4 过量, Fe 完全反应, 序号 i 实验中参加反应的 Fe 的物质的量大于序号 ii 实验, 故序号 i 实验的反应放出热量更多, 反应后温度更高, 温度: $b > c$ 。②已知该反应为放热反应, 说明 $\Delta H < 0$, 则 $\Delta H = -\frac{Q}{n}$, 利用 (2) 的结论,



代入序号 i 实验的数据, 则有 $\Delta H = \frac{-418(b-a) \times 10^{-3} \text{ kJ}}{0.020 \text{ mol}} = -20.9(b-a) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; 代入序号 ii 实验的数据, 则有 $\Delta H = \frac{-418(c-a) \times 10^{-3} \text{ kJ}}{0.01 \text{ mol}} = -41.8(c-a) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(4) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 为强酸弱碱盐, Fe^{3+} 水解可生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 和 H^+ , 加入酸可抑制 Fe^{3+} 水解; 由题中信息 pH 不大于 1, 说明溶液中存在大量 H^+ , 加入铁粉有气泡冒出, 说明 Fe 与 H^+ 反应生成氢气; 在 (3) 中已求出 $\text{Fe}(\text{s}) + \text{CuSO}_4(\text{aq}) = \text{FeSO}_4(\text{aq}) + \text{Cu}(\text{s})$ 的焓变, 要获得反应 A 的焓变, 只需要测出 Cu 与硫酸铁溶液反应的焓变, 即可利用盖斯定律求出反应 A 的焓变, 也可以设计原电池, 铁作负极, 硫酸铁溶液作电解质溶液, 设计成双液原电池避免产生气体, 测量电动势计算反应 A 的焓变。

(5) 燃料的燃烧、铝热反应、煤气炉、自热火锅等都涉及化学能转化为热能。

专题 5 物质的制备



基础过关练

1. C **必刷题型** ⊙ 物质制备中试剂、制备装置及收集装置的选择

【解析】石灰石与稀 H_2SO_4 反应生成的 CaSO_4 微溶于水, 会覆盖在石灰石表面, 阻碍反应的进行, 所以不用块状石灰石与稀硫酸制备二氧化碳, A 错误; MnO_2 能与浓盐酸在加热条件下反应制备 Cl_2 , 由于 Cl_2 能溶于水与水发生反应, 故不能用排水法收集, 不能选装置 f, B 错误; KClO_3 在 MnO_2 催化下加热分解生成 O_2 , O_2 难溶于水, 可选择排水法收集, 可选装置 f, C 正确; NH_4NO_3 受热分解易爆炸, 不能用来制备氨气, 可用 NH_4Cl 和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 共热制备, D 错误。

2. D **必刷题型** ⊙ 物质制备装置、药品等的选择

【解析】制备 NaHCO_3 时, 因 CO_2 在饱和食盐水中的溶解度较小, 应将二氧化碳通入溶有氨气的饱和食盐水中, A 错误; 铜丝

知识点

与稀硝酸反应生成 NO 而非 NO_2 , B 错误; 苯与液溴反应生成溴苯, C 错误; 乙醇在浓硫酸的作用下加热至 170°C 时发生消去反应生成乙烯, 温度计水银球应伸入溶液中测量溶液温

关键点

度, D 正确。

3. C **必刷题型** ⊙ 无机物的制备

思路分析

向二氧化铈 (CeO_2) 废渣中加入稀盐酸、 H_2O_2 溶液进行“酸浸”, 得到含 Ce^{3+} 的浸出液, 向浸出液中加入氨水进行“中和”, 再加入有机萃取剂 (简称 HA), 发生反应 $\text{Ce}^{3+}(\text{水层}) + 3\text{HA}(\text{有机层}) \rightleftharpoons \text{CeA}_3(\text{有机层}) + 3\text{H}^+(\text{水层})$, 得到含 CeA_3 的有机层, 加入稀硝酸进行“反萃取”, 得到含 Ce^{3+} 的溶液, 再加入 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 和 NH_4HCO_3 发生反应 $2\text{Ce}^{3+} + 3\text{HCO}_3^- + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3 \downarrow + 3\text{NH}_4^+ + 3\text{H}_2\text{O}$ 进行沉淀, 得到 $\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3$ 。

【解析】“酸浸”时加入了 H_2O_2 溶液, H_2O_2 受热易分解, 所以



温度不宜过高, **A 正确**;“萃取”操作需要用到分液漏斗和烧杯, **B 正确**;“反萃取”时,一次性加入大量稀硝酸,不利于 Ce^{3+} 充分转移到水层,应分多次加入稀硝酸,提高 Ce^{3+} 的反萃取率, **C 错误**;“沉淀”时, Ce^{3+} 与 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 NH_4HCO_3 反应生成 $\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3$ 沉淀,离子方程式为 $2\text{Ce}^{3+} + 3\text{HCO}_3^- + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3 \downarrow + 3\text{NH}_4^+ + 3\text{H}_2\text{O}$, **D 正确**。

4. D 必刷题型 ①以白云石为原料制备球霏石型碳酸钙的流程

思路分析 由题给流程可知,白云石煅烧粉碎后,加入氯化铵溶液浸出,将氧化钙转化为氯化钙溶液,氧化镁不反应,过滤得到含有氧化镁的固体 A 和含有氯化钙的滤液 B;向滤液 B 中先通入氨气,再通入二氧化碳陈化,氯化钙溶液与氨气和二氧化碳反应生成氯化铵和碳酸钙沉淀,过滤得到含有氯化铵的滤液 D 和碳酸钙固体 C,固体 C 烘干得到碳酸钙产品。

【解析】将白云石粉碎可以增大固体表面积,有利于增大反应物的接触面积,提高反应速率, **A 正确**;由思路分析可知,固体 A 的主要成分为氧化镁, **B 正确**;生成碳酸钙的反应为氯化钙溶液与氨气和二氧化碳反应生成氯化铵和碳酸钙沉淀: $\text{Ca}^{2+} + 2\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NH}_4^+$, **C 正确**;由题意可知, 740°C 时,碳酸钙受热分解为氧化钙和二氧化碳,则固体剩余量应为 $\frac{56}{100} \times 100\% = 56\%$,而 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 受热分解为 CaO 和 H_2O ,固体剩余量为 $\frac{56}{74} \times 100\% \approx 76\%$,故产品固体剩余量少于 56% 不是氢氧化钙受热分解所致, **D 错误**。

5. B 必刷题型 ②实验室制正溴丁烷

【解析】 NaOH 溶液可以与溴化氢和溴单质反应,故烧杯中 NaOH 溶液可以吸收挥发出的溴单质和溴化氢, **A 正确**;球形冷凝管的冷凝效果更好,适用于有机物的冷凝回流,不能用直形冷凝管替代, **B 错误**;加热三颈烧瓶是为了预热反应体系,避免由于温度升高发生副反应或实验事故,且如果先加入浓硫酸再进行加热,可能会因为局部温度过高而导致浓硫酸飞溅或引发其他不安全因素, **C 正确**;正溴丁烷粗产品经过水洗、碳酸氢钠溶液洗涤、再次水洗以及干燥等步骤可以去除其中的杂质,提高其纯度, **D 正确**。

6. C 必刷题型 ③实验室制备“84”消毒液

思路分析 由实验装置图可知,装置 I 中高锰酸钾固体与浓盐酸反应制备氯气,装置 II 中盛有的饱和食盐水用于除去氯化氢气体,装置 III 中氯气与氢氧化钠溶液反应制备“84”消毒液,装置 IV 中盛有的碱石灰用于吸收未反应的氯气,防止污染空气。

【解析】二氧化锰与浓盐酸需要共热反应制备氯气,所以装置 I 中的高锰酸钾固体不可以替换成二氧化锰, **A 正确**;装置 II 中的饱和食盐水可以除去氯气中混有的氯化氢杂质,长颈漏斗能起到平衡压强、防止倒吸的作用, **B 正确**;未标明是否处于标准状况,不能计算 0.56 L 氯气的物质的量和转移电子的物质的量, **C 错误**;装置 IV 中盛有的碱石灰用于吸收未反应的氯气,防止污染空气, **D 正确**。



进阶突破练

7. D 必刷知识 ⊙ 常见无机物的制备

思路分析 向饱和食盐水中先通入氨气营造碱性环境,再通入二氧化碳,二氧化碳与氨化的饱和食盐水反应生成碳酸氢钠沉淀和氯化铵,过滤得到碳酸氢钠固体和含有氯化铵的滤液(步骤①);向滤液中加入氯化钠固体,降低氯化铵固体的溶解度使氯化铵固体析出,过滤得到母液和氯化铵固体(步骤②);氯化铵固体和碳酸镁固体在加热条件下反应生成氯化镁、氨气和二氧化碳(步骤③)。

【解析】二氧化碳微溶于水,氨气极易溶于水,饱和食盐水中先通入的气体为氨气,通氨气后再通二氧化碳,可增大二氧化碳的溶解度, **A 错误**; NH_4Cl 受热易分解,不能通过蒸发结晶的方法获得 NH_4Cl 固体, **B 错误**;电解 MgCl_2 溶液产生氯气、氢气和氢氧化镁, **C 错误**;①中反应方程式为 $\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaHCO}_3 \downarrow$, $\frac{n(\text{CO}_2)}{n(\text{NH}_3)} = 1$,③中反应方程式为 $\text{MgCO}_3 + 2\text{NH}_4\text{Cl} \xrightarrow{\Delta} \text{MgCl}_2 + 2\text{NH}_3 \uparrow + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$,

$\frac{n(\text{CO}_2)}{n(\text{NH}_3)} = \frac{1}{2}$, **D 正确**。

8. C 必刷题型 ⊙ 实验室制备 $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$

【解析】本实验的实验目的为制备磷酸氢二铵 $[(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4]$: $2\text{NH}_3 + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightleftharpoons (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ 。由于 NH_3 极易溶于水,打开活塞 K_2 可以平衡气压,防止发生倒吸,实验过程中,当出现倒吸现象时,应及时关闭 K_1 、打开 K_2 , **A 正确**;通入 NH_3 时,容器壁会变热,说明反应放出热量,存在 $\Delta H < 0$ 的过程, **B 正确**;当 $\text{pH} \approx 9$ 时,可制得 $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$,说明 $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ 溶液显碱性,若不选用 pH 传感器,还可以选用酚酞作指示剂,而不是甲基橙, **C 错误**;继续通入 NH_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ 发生反应生成 $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$,溶液中 OH^- 、 NH_4^+ 、 PO_4^{3-} 的浓度均增大, **D 正确**。

9. C 必刷题型 ⊙ Cl_2O 的制备

【解析】由题图可知,将干燥空气和纯净氯气通入甲中,甲中氧化汞与氯气反应制备 Cl_2O , Cl_2O 中 Cl 元素为 +1 价,反应过程中 Cl_2 发生歧化反应,化学方程式为 $\text{HgO} + 2\text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{HgCl}_2 + \text{Cl}_2\text{O}$, **A 正确**;通干燥空气的作用是将生成的 Cl_2O 稀释,防止爆炸, **B 正确**;由各物质的沸点可知 Cl_2O 在乙中转化为液态,乙中最后逸出的气体主要为空气, **C 错误**;因 Cl_2O 与有机物或还原剂接触时会发生燃烧并爆炸,故装置甲、乙之间不能用橡胶管连接, **D 正确**。

10. C 必刷题型 ⊙ 实验探究贝诺酯的制备

思路分析 由反应方程式可知,生成物中含有水,若将水分离出去,可促进反应正向进行,该反应选择以共沸体系带出水分可以促使反应正向进行,产品贝诺酯的沸点为 453°C ,环己烷的沸点是 81°C ,环己烷-水的共沸体系的沸点为 69°C ,故反应时水浴温度应控制在 $69\sim 81^\circ\text{C}$ 。



【解析】由实验装置图可知,盛装环己烷的仪器为恒压滴液漏斗,可起到平衡压强,使液体顺利流下的作用,**A 正确**;为防止环己烷挥发逸出造成损失,实验时应先通冷凝水,再加热,有利于环己烷的回收和循环使用,**B 正确**;以共沸体系带出水分可促进反应正向进行,但是反应正向进行会导致反应物浓度减小,反应速率减慢,**C 错误**;由思路分析可知,**D 正确**。

11. (1) 恒压滴液漏斗 放热

(2) 防止水蒸气进入烧瓶中使乙酸酐水解,影响产率

(3) 盐酸和醋酸 (4) 苯

(5) 提供汽化中心,防止暴沸 C

(6) 87.5%

必刷题型◎有机物的制备

思路分析 由题给步骤可知,在无水氯化铝作催化剂的条件下,苯与乙酸酐共热发生取代反应得到粗苯乙酮;向粗苯乙酮中加入盐酸和冰水溶解后,分液得到有机层和水层;向水层中加入苯萃取水层中的苯乙酮,分液得到有机层和水层;用氢氧化钠溶液洗涤除去有机层中的酸,用水洗去有机层中的氢氧化钠,分液得到有机层;向有机层中加入无水硫酸镁除去有机层的水分,过滤得到含有苯乙酮和苯的滤液;滤液经蒸馏分离苯乙酮和苯,收集得到的苯可以循环使用,据此分析解题。

【解析】(1) 盛装乙酸酐的仪器名称是恒压滴液漏斗,步骤 1 用冷水冷却,说明苯与乙酸酐的反应为放热反应。

(2) 由乙酸酐微溶于水、易水解可知,锥形瓶中盛有的无水氯化钙用于吸收水蒸气,防止水蒸气进入三颈烧瓶中使乙酸酐水解而影响产率。

(4) 苯和苯乙酮沸点相差较大,且苯的沸点较低,步骤 2 水浴法蒸馏回收的物质 B 为苯。

(5) 该装置中未添加沸石或碎瓷片,毛细管的作用是在减压蒸馏过程中在液体中形成汽化中心,防止液体过热而产生暴沸;蒸馏时的温度应该比苯乙酮的沸点低,比其他杂质的沸点高,故选 C。

(6) 由化学方程式可知,0.04 mol 乙酸酐和 0.18 mol 无水苯反应,无水苯过量,乙酸酐完全反应,则理论上生成苯乙酮的物质的量为 0.04 mol,所以产率为

$$\frac{4.2 \text{ g}}{0.04 \text{ mol} \times 120 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 100\% = 87.5\%。$$

12. (1) NaOH(或 Na₂CO₃)

(2) 防止 Fe²⁺ 被氧化

(3) D

(4) $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 \rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-} + 2\text{Fe}^{2+} + 4\text{H}^+$ 除去过量的 SO₂,防止 SO₂ 影响 Fe²⁺ 的测定

(5) 81% 偏高

必刷题型◎常见无机物的制备、测量物质的含量



思路分析 废铁屑经过 NaOH 或 Na_2CO_3 溶液浸泡预处理除去油污后,加入足量的稀硫酸反应后将铁元素转化为可溶性硫酸盐,过滤得到滤渣和溶液,将溶液蒸发浓缩、冷却结晶、过滤洗涤得到 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 失去结晶水后得到 FeSO_4 固体, FeSO_4 固体和 Li_2SiO_3 固体在惰性气体中高温加热能够得到 $\text{Li}_2\text{FeSiO}_4$; 取 20.00 g 产品进行高温灼烧后,加入稀硫酸得到含 Fe^{3+} 的溶液,加入的还原剂 A(可以是 SO_2) 将 Fe^{3+} 还原为 Fe^{2+} , 而后再进行后续处理除去多余的还原剂 A, 然后取所得溶液用酸性 KMnO_4 标准溶液进行滴定测定 $\text{Li}_2\text{FeSiO}_4$ 的含量。

【解析】(1) 废铁屑表面往往含有油污,阻止废铁屑与稀硫酸接触反应,而油脂在碱性条件下能够水解,故在加稀硫酸溶解前通常要预处理,预处理常用 NaOH 或 Na_2CO_3 溶液并加热,以除去表面油污,加快后续反应速率。

(2) Fe^{2+} 易被氧化为 Fe^{3+} , 所以实验制备 $\text{Li}_2\text{FeSiO}_4$ 时在惰性气体氛围中进行。

(3) 由分析可知,操作①为过滤,但过滤时不能用玻璃棒搅拌,否则将导致滤纸破损, **A 错误**; 由分析可知,操作②是由 FeSO_4 溶液得到 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 故操作②的步骤为蒸发浓缩、冷却结晶、过滤洗涤, **B 错误**; 托盘天平的精确度为 0.1 g, 故实验(二)中称量产品常用电子天平或光电天平等精密仪器, **C 错误**; 滴定时不慎将标准溶液滴过量,可再量取一定量待测液后继续滴定至终点,这样即可测量出准确值, **D 正确**; 滴定读数时,若需要将滴定管从架上取下读数,用双手一上一下持滴定管很难使其保持垂直状态,应该用一只手的拇指和食指夹住滴定管上端无刻度处,让其保持自然垂直状态且平视读数, **E 错误**。

(4) 还原剂 SO_2 的作用是把 Fe^{3+} 还原为 Fe^{2+} , 根据得失电子守恒配平反应方程式: $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 = \text{SO}_4^{2-} + 2\text{Fe}^{2+} + 4\text{H}^+$; SO_2 具有还原性,能被高锰酸钾氧化,后续处理是为了除去过量的 SO_2 , 以免影响 Fe^{2+} 的测定。

(5) 经 4 次滴定,第三次实验数据明显偏离正常误差范围,其余 3 次实验平均消耗 KMnO_4 溶液的体积为 $\frac{20.00+20.02+19.98}{3} \text{ mL} = 20.00 \text{ mL}$, 平均每次实验消耗高

锰酸钾的物质的量是 $0.02 \text{ L} \times 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.004 \text{ mol}$, 根据 $\text{MnO}_4^- + 5\text{Fe}^{2+} + 8\text{H}^+ = \text{Mn}^{2+} + 5\text{Fe}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$ 得关系式 $5\text{Li}_2\text{FeSiO}_4 \sim \text{KMnO}_4$, 产品中 $\text{Li}_2\text{FeSiO}_4$ 的质量分数为 $\frac{0.004 \text{ mol} \times 5 \times \frac{100 \text{ mL}}{20 \text{ mL}} \times 162 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{20.00 \text{ g}} \times 100\% = 81\%$; 若滴定

前滴定管尖嘴处有气泡,滴定后气泡消失,会导致消耗 KMnO_4 溶液的体积偏大,使测得的 $\text{Li}_2\text{FeSiO}_4$ 含量偏高。

真题风向练

13. (1) 冷凝收集 AlCl_3

(2) P_2O_5 (或硅胶)

(3) ABD



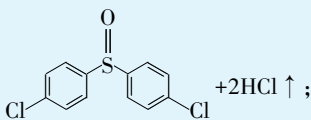
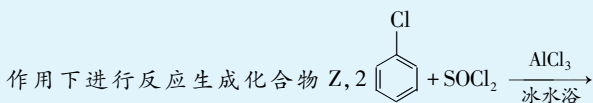
(4) 除去有机物中的 SOCl_2 、 AlCl_3 ；冷却，降低反应的速率

(5) ② ④ ⑤ ③ ①

(6) AlCl_3 易与 SOCl_2 中的 Cl 结合形成 $[\text{AlCl}_4]^-$

必刷题型 ① 化学实验综合，涉及仪器的作用、干燥剂的选择、实验操作顺序等

思路分析 步骤 I：氯苯、 SOCl_2 混合，在冰水浴及 AlCl_3 催化



步骤 II：充分反应后加入适量的冰水以除去 SOCl_2 和 AlCl_3 ，发生反应 $\text{SOCl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{HCl} \uparrow$ ；

步骤 III：加入乙醚进行多次萃取、分液，并合并有机相，向有机相中加入无水 Na_2SO_4 除水，过滤除去 Na_2SO_4 晶体后，进行减压蒸馏就可得到比较纯净的 Z 粗产物。

【解析】(1) 已知 AlCl_3 易升华，遇冷之后又凝华为固体，故简易升华装置中漏斗的作用是冷凝收集 AlCl_3 。

(2) 酸性干燥剂一般用于干燥酸性或中性气体，常见的酸性固体干燥剂有 P_2O_5 、硅胶等。

(3) 已知 SOCl_2 遇水即放出 SO_2 和 HCl ，氯苯试剂可能含有水，故在使用前应作除水处理，**A 正确**；结合 AlCl_3 易升华的性质知，三颈烧瓶置于冰水浴中是为了控制反应温度，**B 正确**；X 处装入的酸性干燥剂起到干燥作用，而未能吸收尾气，虽然实验在通风橱内进行，X 处仍需连接尾气吸收装置以提高实验的安全性和环保性，**C 错误**；已知氯苯和 SOCl_2 在 AlCl_3 催化作用下生成 Z 和 HCl ，即反应过程中能够产生难溶于有机物的 HCl 气体，当反应体系中不再产生气泡时，可判定反应基本结束，**D 正确**。

(4) 由分析可知，步骤 I 所得 M1 中含有 Z、氯苯、 SOCl_2 和 AlCl_3 ，结合题干信息可知， SOCl_2 遇水即放出 SO_2 和 HCl ，且 AlCl_3 易溶于水，故步骤 II 中加入冰水的作用是除去混合物中的 SOCl_2 、 AlCl_3 ，同时冰水可以降低反应速率。

(5) 由分析可知，步骤 II 得到的混合物 M2 中含有 Z、氯苯，结合已知③信息可知，从混合物 M2 中得到 Z 粗产物的操作为用乙醚萃取、分液，再次萃取、分液，合并有机相，加入无水 Na_2SO_4 干燥剂吸水，过滤出 Na_2SO_4 晶体，即得到氯苯和 Z 的混合物，再进行减压蒸馏，最终得到 Z 粗产物，即操作顺序为 ②④⑤③①。

专题 6 定量实验



进阶突破练

1. D 必刷知识 ① 热重曲线分析

【解析】8.34 g $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 样品的物质的量为 0.03 mol，其中 $m(\text{H}_2\text{O}) = 0.03 \text{ mol} \times 7 \times 18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 3.78 \text{ g}$ ，若晶体失去全部结晶水，所得固体质量为 $8.34 \text{ g} - 3.78 \text{ g} = 4.56 \text{ g}$ ，可知



在加热到 $373\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,晶体失去全部结晶水。加热至 $633\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时, FeSO_4 受热分解,生成硫的氧化物,剩余固体的质量为 2.40 g ,应为铁的氧化物,其中 $n(\text{Fe}) = n(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 0.03\text{ mol}$, $m(\text{Fe}) = 0.03\text{ mol} \times 56\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 1.68\text{ g}$,则固体中 $m(\text{O}) = 2.40\text{ g} - 1.68\text{ g} = 0.72\text{ g}$, $n(\text{O}) = 0.045\text{ mol}$, $n(\text{Fe}) : n(\text{O}) = 0.03\text{ mol} : 0.045\text{ mol} = 2 : 3$,则固体物质 Q 的化学式为 Fe_2O_3 。温度为 $78\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,固体质量为 6.72 g ,其中 $m(\text{FeSO}_4) = 0.03\text{ mol} \times 152\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 4.56\text{ g}$, $m(\text{H}_2\text{O}) = 6.72\text{ g} - 4.56\text{ g} = 2.16\text{ g}$, $n(\text{H}_2\text{O}) = 0.12\text{ mol}$,则 $n(\text{H}_2\text{O}) : n(\text{FeSO}_4) = 0.12\text{ mol} : 0.03\text{ mol} = 4 : 1$,则 M 的化学式为 $\text{FeSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, A 错误;同理求得 $159\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,固体 N 的化学式为 $\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, B 错误;N 的化学式为 $\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$,由分析可知, $373\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时样品失去全部结晶水,则 P 的化学式为 FeSO_4 ,在隔绝空气条件下由 N 得到 P 的化学方程式为 $\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{高温}} \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{O} \uparrow$, C 错误;由上述分析可知, D 正确。

2. D 必刷知识 ④ 与氧化还原反应有关的计算、滴定终点现象的判断、碘量法等

【解析】 KIO_3 与 KI 反应的化学方程式: $\text{KIO}_3 + 5\text{KI} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons 3\text{K}_2\text{SO}_4 + 3\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$, 反应中氧化剂 (KIO_3) 和还原剂 (KI) 的物质的量之比为 $1 : 5$, A 错误;由 $\text{KIO}_3 + 5\text{KI} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons 3\text{K}_2\text{SO}_4 + 3\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{I}_2 + 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightleftharpoons 2\text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$, 得到定量关系 $\text{KIO}_3 \sim 3\text{I}_2 \sim 6\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, $n(\text{KIO}_3) = \frac{2.0 \times 10^{-3}\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.01\text{ L}}{6} = \frac{1}{3} \times 10^{-5}\text{ mol}$, B 错误;以淀粉为指示剂,碘单质遇到淀粉变蓝,滴定终点现象是滴入最后半滴 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液,溶液由蓝色变为无色且半分钟内不变色, C 错误;所测精制盐的碘含量 $= \frac{\frac{1}{3} \times 10^{-5}\text{ mol} \times 127\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 1\,000\text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}}{w \times 10^{-3}\text{ kg}} = \frac{1\,270}{3w}\text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, D 正确。

3. C 必刷题型 ④ 模拟侯氏制碱法制备纯碱并测定其含量

思路分析 制备 Na_2CO_3 的工艺流程中,先将 NaCl 加水溶解,制成饱和 NaCl 溶液后加入 NH_4HCO_3 溶液,水浴加热,根据不同温度条件下各物质的溶解度不同,为了得到 NaHCO_3 晶体,控制温度在 $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 发生反应,静置抽滤后,最终得到的滤液为 NH_4Cl 溶液,晶体为 NaHCO_3 ,利用 NaHCO_3 受热易分解的性质,加热分解 NaHCO_3 制备 Na_2CO_3 ,即 $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。第一阶段滴定发生的反应是 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{NaHCO}_3 + \text{NaCl}$,溶液终点为碱性,因此指示剂使用的是酚酞;第二阶段滴定时发生反应: $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$,溶液终点为弱酸性,因此使用的指示剂可以是甲基橙。

【解析】使用氯化钠饱和溶液,能够最大程度地提高 Na^+ 的浓度,促进 NaHCO_3 沉淀析出, A 正确;由题中所给信息可知,



温度为 $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时, NH_4HCO_3 会发生分解,若是低于 $30\text{ }^{\circ}\text{C}$,温度越低, NH_4HCO_3 的溶解度越小,因此控制水浴加热的温度为 $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的目的是增大 NH_4HCO_3 的溶解度,更有利于 NaHCO_3 的析出, **B 正确**;第二阶段滴定时使用的指示剂为甲基橙,滴定前溶液的溶质为碳酸氢钠和氯化钠,溶液呈弱碱性,滴定后溶液的溶质为氯化钠和碳酸(溶解的 CO_2),溶液呈弱酸性,故滴定终点的现象为滴入最后半滴标准液,溶液由黄色变为橙色,且半分钟内不恢复原色, **C 错误**;第一阶段滴定发生的反应: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} = \text{NaHCO}_3 + \text{NaCl}$, 则有 $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n(\text{HCl}) = c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times V_1 \text{ L}$, 产品中 Na_2CO_3 的纯度 $= \frac{c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times M(\text{Na}_2\text{CO}_3) \times V_1 \text{ L}}{m \text{ g}} \times 100\%$, **D 正确**。



$$3.0 \times 10^{-6}$$

(2) 取最后一次洗涤液少许于试管中,先加入盐酸酸化,再加入 BaCl_2 溶液,若无白色沉淀生成,则证明已洗净



(4) $4\text{PbSO}_4 + 6\text{NaOH} \xrightarrow{50 \sim 60\text{ }^{\circ}\text{C}} \text{PbSO}_4 \cdot 3\text{PbO} \cdot \text{H}_2\text{O} + 3\text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{Pb}(\text{OH})_2$ 具有两性, pH 过高导致 PbO 溶解,降低了三盐基硫酸铅的产率

(5) 1.4

必刷题型 ④物质分离、提纯综合应用,热重曲线相关计算

思路分析

向铅膏(主要含 PbSO_4 、 PbO_2 、 PbO 和少量 FeO) 中加入过量的亚硫酸钠、碳酸钠溶液得到 PbCO_3 和少量 PbSO_4 及 FeO , 加入稀硝酸使 PbCO_3 转化成 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, 同时将 FeO 转化为 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$, 则混合气体 X 为 CO_2 和 NO 的混合气体, 加入 NaOH 调节溶液 pH 使 Fe^{3+} 化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀而除去, 则滤渣的主要成分为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$, 同时还有少量“酸浸”步骤未参与反应的 PbSO_4 , 滤液中加稀 H_2SO_4 将 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 转化成 PbSO_4 沉淀和硝酸, 因此 HNO_3 可循环利用, 即物质 Y 为 HNO_3 , PbSO_4 中加入氢氧化钠, 控制温度在 $50 \sim 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 得到三盐基硫酸铅和硫酸钠溶液, 最后经过滤、洗涤和干燥得到较纯的三盐基硫酸铅。

【解析】(1) 亚硫酸钠具有还原性, PbO_2 有强氧化性, PbO_2 被亚硫酸钠还原为 Pb^{2+} , 然后和碳酸根离子转化为 PbCO_3 沉淀, 反应的离子方程式为 $\text{PbO}_2 + \text{CO}_3^{2-} + \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} = \text{PbCO}_3 + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{OH}^-$; “滤液 1”中 CO_3^{2-} 和 SO_4^{2-} 浓度的比值 $\frac{c(\text{CO}_3^{2-})}{c(\text{SO}_4^{2-})} =$

$$\frac{c(\text{CO}_3^{2-}) \cdot c(\text{Pb}^{2+})}{c(\text{SO}_4^{2-}) \cdot c(\text{Pb}^{2+})} = \frac{K_{\text{sp}}(\text{PbCO}_3)}{K_{\text{sp}}(\text{PbSO}_4)} = \frac{7.5 \times 10^{-14}}{2.5 \times 10^{-8}} = 3.0 \times 10^{-6}。$$

(2) 检验 PbCO_3 固体是否洗涤干净就是检验洗涤液中是否含有转化过程中生成的 SO_4^{2-} , 故操作是取最后一次洗涤液少许于试管中, 先加入盐酸酸化, 再加入 BaCl_2 溶液, 若无白色沉淀生成, 则证明已洗净。

(3) 由思路分析可知, “除杂”时加入 NaOH 调节溶液 pH 使



Fe^{3+} 转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀而除去, 则滤渣的主要成分为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 。

(4) 加入的氢氧化钠和 PbSO_4 沉淀在 $50 \sim 60\text{ }^\circ\text{C}$ “合成”得到三盐基硫酸铅和硫酸钠, 反应的化学方程式为 $4\text{PbSO}_4 + 6\text{NaOH} \xrightarrow{50 \sim 60\text{ }^\circ\text{C}} \text{PbSO}_4 \cdot 3\text{PbO} \cdot \text{H}_2\text{O} + 3\text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$; 由题中所给已知信息可知, “合成”需控制溶液的 pH 不能大于 10 的原因为 $\text{Pb}(\text{OH})_2$ 具有两性, 类比 $\text{Al}(\text{OH})_3$, pH 过高导致 PbO 溶解, 降低了三盐基硫酸铅的产率。

(5) 由题意可知, 在加热过程中 PbO_2 发生分解的化学方程式为 $\text{PbO}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{PbO}_x + \frac{2-x}{2}\text{O}_2 \uparrow$, a 点样品失重率为 4.0%, 则

$$\frac{2-x}{2} \times 32 = 239 \times 4.0\%, \text{ 解得 } x \approx 1.4。$$

5. (1) 将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+}

(2) MgF_2 、 CaF_2 Ni^{2+} 、 Zn^{2+} 3×10^{-2} (或 0.03)

(3) 萃取反应中, 溶液 pH 升高, H^+ 浓度减小, 平衡右移, 萃取率升高

(4) ① $\text{NiSO}_4 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{CaSO}_4$ 操作 1

② 960

必刷题型 ④ 制备高纯 NiSO_4 的流程

思路分析

工业上利用酸性 NiSO_4 废液 (含有 Fe^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 等杂质) 通过提纯制备高纯 NiSO_4 的流程: 先向 NiSO_4 废液中加入 H_2O_2 溶液和 $\text{Ni}(\text{OH})_2$ 浆液, 将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} 后转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀除去, 通过操作 1 (过滤) 后向滤液 a 中加入 NiF_2 溶液, 将 Mg^{2+} 和 Ca^{2+} 转化为 MgF_2 沉淀和 CaF_2 沉淀, 通过操作 2 (过滤) 除去滤渣 b、得滤液 b, 向滤液 b 中加入有机萃取剂 P204 将 Zn^{2+} 萃取到有机相中, Ni^{2+} 进入萃余液, 采取操作得到产品 $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 和母液。

【解析】(1) 向 NiSO_4 废液中加入 H_2O_2 是将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} , 后转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀除去。

(2) 加入 NiF_2 溶液的目的是将 Mg^{2+} 和 Ca^{2+} 转化为 MgF_2 沉淀和 CaF_2 沉淀, 离子方程式为 $\text{Mg}^{2+} + 2\text{F}^- \rightleftharpoons \text{MgF}_2 \downarrow$ 、 $\text{Ca}^{2+} + 2\text{F}^- \rightleftharpoons \text{CaF}_2 \downarrow$, 通过操作 2 过滤除去滤渣 b、得滤液 b, 则滤渣 b 的成分: MgF_2 、 CaF_2 , 滤液 b 中含有的金属阳离子主要为 Ni^{2+} 、 Zn^{2+} ; 由已知信息的 MgF_2 和 CaF_2 的溶度积可知, 当滤液 a 中镁离子恰好完全沉淀时, 钙离子已经完全沉淀, 则该步中可除去的杂质离子恰好沉淀完全时, 由 $K_{\text{sp}}(\text{MgF}_2) = c(\text{Mg}^{2+}) \cdot c^2(\text{F}^-) = 10^{-5} \times c^2(\text{F}^-) = 9 \times 10^{-9}$, 可得 $c(\text{F}^-) = 3 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

(3) 由题图可知, 向滤液 b 中加入萃取剂 P204 的目的是萃取溶液中的锌离子, 由题目所给已知②方程式可知, 在一定范围内, 随着溶液 pH 升高, 溶液中 $c(\text{H}^+)$ 减小, 萃取反应向正反应方向进行, 金属离子的萃取率会升高。

(4) ①在母液中加入石灰乳是为了制备氢氧化镍浆液, 化学方程式为 $\text{NiSO}_4 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{CaSO}_4$ 。根据工艺



流程,得到的含氢氧化镍的浆液可以返回到操作 1 重复使用。

②由题目所给信息,加入的 BaCl_2 被两部分消耗,一是母液稀释液中的 SO_4^{2-} ,二是 EDTA 二钠盐,根据 EDTA 二钠盐的消耗量可以得到与母液稀释液中硫酸根离子反应的钡离子的物质的量为 $0.050\ 0\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.01\ \text{L} - 0.010\ 0\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.025\ \text{L} = 2.5 \times 10^{-4}\ \text{mol}$,则处理后的母液稀释液中硫酸根离子的含量为 $\frac{2.5 \times 10^{-4}\ \text{mol} \times 96\ \text{g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 10^3\ \text{mg} \cdot \text{g}^{-1}}{0.025\ \text{L}} = 960\ \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

6. (1) 54.3 (2) C (3) CD



(5) 若用草酸钠溶液代替草酸铵溶液,会有氢氧化亚钴沉淀生成,导致 CoC_2O_4 的产率降低



必刷题型 ⊙ 物质的制备与成分探究

【解析】 (1) 由 $c = \frac{1\ 000\rho w}{M}$ 可知,浓硫酸的浓度为

$\frac{1\ 000 \times 1.84 \times 98\%}{98}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} = 18.4\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$,实验室没有

480 mL 容量瓶,所以配制 480 mL $2\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 H_2SO_4 溶液时,应选用 500 mL 容量瓶,由 $c_{\text{浓}}V_{\text{浓}} = c_{\text{稀}}V_{\text{稀}}$ 可知,配制该溶液

时,所需的浓硫酸的体积为 $\frac{2\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.5\ \text{L}}{18.4\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}} \times 10^3\ \text{mL} \cdot \text{L}^{-1} \approx$

54.3 mL。

(2) 检查容量瓶是否漏水时,加入少量水,盖好瓶塞,将容量瓶倒置,观察是否有水渗出, **A 错误**;容量瓶读数时,应平视容量瓶的刻度线,视线、刻度线与凹液面的最低点在同一水平线上, **B 错误**;移液时,应用玻璃棒引流,且玻璃棒的下端应在容量瓶的刻度线下方, **C 正确**;容量瓶定容时,应盖好瓶塞,一手按住瓶塞,一手托住瓶底,反复上下颠倒,摇匀, **D 错误**。

(3) 定容时俯视容量瓶刻度线会使溶液的体积偏小,导致所配溶液浓度偏大, **A 不符合题意**;容量瓶未干燥处理不会影响溶质的物质的量和溶液的体积,对所配溶液浓度无影响, **B 不符合题意**;定容加水时超过刻度线后,立即吸出多余的水会使溶质的物质的量偏小,导致所配溶液浓度偏小, **C 符合题意**;将溶液从烧杯转移到容量瓶中后没有洗涤烧杯使溶质的物质的量偏小,导致所配溶液浓度偏小, **D 符合题意**。

(4) 由题意可知, $\text{Co}(\text{OH})_3$ 在酸性条件下与 Na_2SO_3 溶液反应生成 Co^{2+} 、 SO_4^{2-} 和水,因此反应的离子方程式为 $2\text{Co}(\text{OH})_3 + \text{SO}_3^{2-} + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Co}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 5\text{H}_2\text{O}$ 。

(5) $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 是强碱弱酸盐, $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ 是弱酸弱碱盐, $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液的碱性更强,若用 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液代替 $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液,会有 $\text{Co}(\text{OH})_2$ 沉淀生成,导致 CoC_2O_4 的产率降低。

(6) 由题意可知,草酸钴晶体的物质的量为 $\frac{18.3\ \text{g}}{183\ \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} =$

0.1 mol,结合 A、B 点质量差,可判断 BC 段应为钴的氧化物,



由钴原子个数守恒可知, B 点固体中氧原子的物质的量为 $\frac{7.50 \text{ g} - 0.1 \text{ mol} \times 59 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.1 \text{ mol}$, 则 B 点所得固体的化学式为 CoO ; 同理可知, D 点固体中氧原子的物质的量为 $\frac{8.03 \text{ g} - 0.1 \text{ mol} \times 59 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \approx 0.133 \text{ mol}$, 则 D 点固体的化学式为 Co_3O_4 , 因此 CD 段发生反应的化学方程式为 $6\text{CoO} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Co}_3\text{O}_4$ 。

7. (1) 去除铁屑表面的油污

(2) BC

(3) 玻璃棒、漏斗、烧杯 $\text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{S} \longrightarrow \text{CuS} \downarrow + \text{H}_2\text{SO}_4$

(4) C 减少晶体的损失, 除去晶体表面的水分

(5) ① AC ② $\frac{78.4V}{m}\%$

必刷题型 ④ 硫酸亚铁铵晶体的制备及纯度测定

思路分析

废铁屑(主要成分为 Fe , 还有少量 FeS 和油污)加入碳酸钠溶液洗掉表面油脂, 然后用倾析法除去碱液, 再用蒸馏水洗掉残留在铁屑表面的碱液, 洗净后加入足量 H_2SO_4 溶液进行酸溶, 铁溶解生成硫酸亚铁和氢气, FeS 发生反应: $\text{FeS} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{S} \uparrow$, 烧杯中加入过量 CuSO_4 溶液吸收 H_2S 气体生成 CuS 沉淀, 防止污染空气, 加热使铁屑与 H_2SO_4 反应至不再冒气泡, 趁热过滤后, 向滤液中加入适量的硫酸铵溶液, 再经过加热浓缩、冷却结晶、减压过滤、洗涤、干燥等一系列操作得到硫酸亚铁铵晶体。

【解析】(1) 废铁屑表面有油污, 油污可以在碱性溶液中发生水解, 碳酸钠溶液显碱性, 故步骤 I 中加入 Na_2CO_3 溶液的目的在于去除铁屑表面的油污。

(2) 倾析法即所谓的倾倒法, 需要沉淀颗粒较大, 容易沉降, 便于分离, 故选 BC; 沉淀呈絮状, 不利于倾倒, 故不选 A。

(3) 过滤使用到的玻璃仪器有玻璃棒、漏斗、烧杯; 烧杯中 CuSO_4 溶液与 H_2S 气体反应的化学方程式为 $\text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{S} \longrightarrow \text{CuS} \downarrow + \text{H}_2\text{SO}_4$ 。

(4) 洗涤晶体过程中需要考虑晶体的溶解性, 尽量减少晶体的溶解, 已知硫酸亚铁铵溶于水, 不溶于乙醇, 故用无水乙醇洗涤, 其目的是减少晶体的损失, 除去晶体表面的水分。

(5) ① 25 mL 量筒精确度为 0.5 mL, 硫酸亚铁铵溶液呈酸性, 可以用酸式滴定管量取 25.00 mL 硫酸亚铁铵溶液, A 错误; KMnO_4 溶液具有强氧化性, 应置于酸式滴定管中, B 正确; 锥形瓶内溶液变色后, 且 30 s 内不恢复原色, 再记录滴定管液面刻度, C 错误。

② 酸性条件下, 高锰酸钾与亚铁离子发生氧化还原反应: $\text{MnO}_4^- + 5\text{Fe}^{2+} + 8\text{H}^+ \longrightarrow \text{Mn}^{2+} + 5\text{Fe}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$ 。25.00 mL 所配溶液中, Fe^{2+} 消耗的 $n(\text{MnO}_4^-) = 0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times V \times 10^{-3} \text{ L} = 0.1V \times 10^{-3} \text{ mol}$, 由亚铁离子与高锰酸根离子在酸性条件下反应的化学计量数可知, 25.00 mL 所配溶液中 $n(\text{Fe}^{2+}) = 5n(\text{MnO}_4^-) = 0.5V \times 10^{-3} \text{ mol}$, 100 mL 所配溶液含有 $n(\text{Fe}^{2+}) =$



$\frac{100 \text{ mL}}{25 \text{ mL}} \times 0.5V \times 10^{-3} \text{ mol} = 2V \times 10^{-3} \text{ mol}$, 故样品中 $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot$

$6\text{H}_2\text{O}$ 的质量分数为 $\frac{2V \times 10^{-3} \text{ mol} \times 392 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{m \text{ g}} \times 100\% = \frac{78.4 V}{m} \%$ 。

8. (1) 冷凝管(或直形冷凝管) 防止溶液暴沸 减压(或抽气), 降低 H_2O 的沸点, 减少 H_2O_2 分解

(2) 温度过高, NaHCO_3 和 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 受热分解; HCO_3^- 水解反应程度加大, 会生成过多的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$

(3) BCD

(4) b f c e

(5) ① $\frac{25c + 100(m_2 - m_1)}{m_0}$ ② 偏大

必刷题型 $\text{Cu}(\text{ClO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 的制备及 Cu 元素含量的测定

思路分析

废铜屑(主要成分为 Cu, 还含有少量 Fe、 Fe_2O_3), 加入稀硫酸浸取, Fe、 Fe_2O_3 与稀硫酸反应, 铜单质不与硫酸反应, 加入双氧水将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} , 同时铜单质与双氧水在酸性条件下反应生成铜离子, 所得溶液含有 Cu^{2+} 、 Fe^{3+} , 调节溶液 pH, 将 Fe^{3+} 转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀过滤除去, 向滤液中加入 NaHCO_3 在 $70 \sim 80^\circ\text{C}$ 条件下反应, 然后经过滤后得到主要成分为 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 的滤渣, 再加入稀 HClO_4 , 得到 $\text{Cu}(\text{ClO}_4)_2$ 溶液, 再经过一系列操作, 最终得到 $\text{Cu}(\text{ClO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 。

【解析】(1) 由图可知, 仪器 A 的名称是直形冷凝管; 毛细管通入的少量空气可以提供汽化中心, 防止液体暴沸; 外接真空泵的原因是减压(或抽气), 降低 H_2O 的沸点, 减少 H_2O_2 分解。

(2) NaHCO_3 溶液中 HCO_3^- 易水解, 且 NaHCO_3 、 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 受热易分解, 故反应温度控制不超过 80°C 的原因是温度过高, NaHCO_3 和 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 受热分解; HCO_3^- 水解反应程度加大, 会生成过多的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 。

(3) 步骤 I, H_2O_2 的作用除了将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} 外, 还将 Cu 氧化为 Cu^{2+} , **A 错误**; 步骤 II, 通过调节 pH 将 Fe^{3+} 转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$, **B 正确**; 步骤 III, 根据方程式 $4\text{NaHCO}_3 + 2\text{CuSO}_4 = \text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3 \downarrow + 2\text{Na}_2\text{SO}_4 + 3\text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, 加入过量的 NaHCO_3 可提高 Cu^{2+} 的转化率, **C 正确**; 步骤 IV, $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 沉淀难溶于水, 可以先用蒸馏水洗涤, 再用无水乙醇洗涤除去沉淀表面的水分, **D 正确**。

(4) $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 与 HClO_4 反应放热, 应向浓 HClO_4 中分几次加入 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$, 在通风橱中蒸发溶液至不再产生酸雾, 继续蒸发至有晶膜出现, 冷却结晶, 蒸发皿底部出现大量晶体, 刮下残留在蒸发皿底部的晶体, 加水溶解, 重新蒸发、冷却, 将所得固体置于 60°C 的烘箱中干燥 2 小时得到 $\text{Cu}(\text{ClO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 故顺序是 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{b} \rightarrow \text{f} \rightarrow \text{d} \rightarrow \text{c} \rightarrow \text{e} \rightarrow \text{g} \rightarrow \text{Cu}(\text{ClO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 。

(5) ①由实验原理可知, $m(\text{Cu}) = \text{铂网阴极析出的铜的质量} + \text{电解残液中的铜的质量}$, $m(\text{Cu}) = (m_2 - m_1) \text{ g} + 250 \times 10^{-3} \text{ L} \times$



$c \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$, 样品中 Cu 元素的质量分数是 $\frac{[(m_2 - m_1) + 250c \times 10^{-3}] \text{ g}}{m_0 \text{ g}} \times$

$100\% = \frac{100(m_2 - m_1) + 25c}{m_0} \%$; ②铂网阴极用酒精灯小火进行长时间烘干, 导致铜被氧化, 测得 Cu 的质量偏大, 导致测得的样品中 Cu 元素的质量分数偏大。

真题风向练

9. D 必刷题型 ①蛋白质中 N 元素含量测定的实验流程分析

流程分析 煮解: 蛋白质中的 N 元素以氨基或酰胺基形式存在, 在浓硫酸、 K_2SO_4 和催化剂 CuSO_4 作用下发生反应生成 NH_4^+ , 须加入过量浓 H_2SO_4 , 以确保 N 元素完全转化为 NH_4^+ ; **A 正确**

蒸氨: 加入过量的浓 NaOH 溶液使 NH_4^+ 转化为 NH_3 蒸出;

滴定: 用定量、过量盐酸标准溶液吸收 NH_3 , 多余的盐酸的量通过 NaOH 标准溶液滴定来测定, 从而计算出 N 的含量, 因滴定终点为 NH_4Cl 、 NaCl 混合溶液, 呈酸性, 可用甲

关键点

基红作指示剂。 **C 正确**

【解析】 根据 $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$, 浓 NaOH 溶液过量, 溶液中 OH^- 浓度增大, 平衡正向移动, 有利于氨的蒸出, **B 正确**; NaNO_3 中的 N 元素在浓硫酸、 K_2SO_4 和催化剂 CuSO_4 作用下不会转化为 NH_4^+ , 不能按题述步骤测定, **D 错误**。

专题 7 探究性实验



进阶突破练

1. B 必刷知识 ① Cl_2 的制备、物质性质的探究

思路分析 装置甲中二氧化锰和浓盐酸在加热的条件下发生反应生成 Cl_2 , Cl_2 以及挥发的 HCl 进入乙中会生成氯化银沉淀, Cl_2 与水反应生成两种酸: HCl 、 HClO , 则氯水既有酸性, 又具有漂白性, 使紫色石蕊试液先变红后褪色, 丁中可以用 NaOH 溶液进行尾气处理。

【解析】 装置甲中二氧化锰和浓盐酸在加热条件下反应: $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2 \uparrow$, 其中氧化剂与还原剂的物质的量之比为 1 : 2, **A 正确**; 装置甲中制备的 Cl_2 中混有 HCl 气体, HCl 与硝酸银溶液反应也能生成氯化银沉淀, **B 错误**; Cl_2 与水反应生成两种酸: HCl 、 HClO , HClO 具有漂白性, 故紫色石蕊试液先变红后褪色, **C 正确**; 丁中可盛放 NaOH 溶液吸收多余的 Cl_2 , 其离子方程式为 $2\text{OH}^- + \text{Cl}_2 = \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$, **D 正确**。

2. D 必刷题型 ②探究 Al 和 CuCl_2 溶液的反应机理

【解析】 取白色沉淀于试管中, 加入 NaCl 溶液, 沉淀溶解, 得无色溶液, 插入光洁的 Al 条, 析出紫红色固体, 紫红色固体应为铜单质, 则沉淀不是氢氧化铝, 结合得失电子守恒和元素守恒, 该沉淀是 CuCl 沉淀, **A 错误**; 反应中生成气体, 根据



金属活动性,其应该为铝参与反应生成的氢气,则 1 mol Al 不会全部参与置换铜的反应,即不会生成 1.5 mol Cu ,**B 错误**;实验一中向无色溶液加入蒸馏水,产生大量白色沉淀,加入 NaCl 溶液,沉淀溶解,得无色溶液,则初始反应生成 $[\text{CuCl}_2]^-$,稀释后溶液浓度减小, $[\text{CuCl}_2]^-$ 转化为 CuCl 沉淀,加入 NaCl 溶液,氯离子浓度增大, CuCl 又转化为 $[\text{CuCl}_2]^-$,反应中没有元素化合价改变,不是氧化还原反应,**C 错误**;结合 C 项分析可知,“实验二”无色溶液中 Cu 以 $[\text{CuCl}_2]^-$ 形式存在,铜元素的价态为 +1 价,**D 正确**。

3. D 必刷题型 ⊙ 实验探究 KMnO_4 溶液与 NH_3 以及铵盐溶液的反应

【解析】Ⅱ 中溶液的 $\text{pH} = 13$,实验无明显现象,说明 $\text{pH} = 13$ 时, OH^- 不能还原 MnO_4^- ,**A 正确**;由 I、Ⅱ 可知, pH 相同时,氨水滴入 KMnO_4 溶液后的现象更明显,由 I、Ⅲ 可知, $c(\text{NH}_3) = c(\text{NH}_4^+)$ 时,氨水滴入 KMnO_4 溶液后的现象更明显,而硫酸铵溶液滴入 KMnO_4 溶液后的反应现象不太明显,故由 I、Ⅱ、Ⅲ 可知,与 NH_4^+ 相比, NH_3 更易还原 MnO_4^- ,**B 正确**;Ⅲ、Ⅳ 中变量为溶液的 pH ,则由Ⅲ、Ⅳ 可探究溶液 pH 对 NH_4^+ 与 MnO_4^- 反应的影响,**C 正确**;Ⅳ、Ⅴ 中 NH_4^+ 浓度、阴离子种类均不同,不能说明 NH_4^+ 浓度降低,其还原性增强,**D 错误**。

4. B 必刷知识 ⊙ 氯气的制备、 Fe^{3+} 的检验、实验装置的分析

【解析】 NaClO 与浓盐酸反应生成 Cl_2 ,离子方程式为 $\text{ClO}^- + \text{Cl}^- + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$,**A 正确**; Fe 与 Cl_2 反应生成 FeCl_3 ,与 Cl_2 的量无关,不能根据有 FeCl_3 生成判断 Cl_2 过量,**B 错误**; KSCN 溶液变红说明有 Fe^{3+} ,可证明生成了 FeCl_3 ,**C 正确**;当装置内气体增多或加热时,气球膨胀,可调节气压,同时能收集过量的 Cl_2 ,**D 正确**。

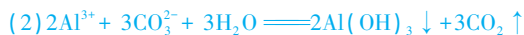
5. C 必刷题型 ⊙ 实验探究 H_2O_2 和 I^- 的反应

【解析】实验 1 中溶液变黄说明 H_2O_2 氧化 I^- 生成 I_2 ,黄色加深后又变浅,说明 I_2 被消耗,结合选项推测, H_2O_2 可继续氧化 I_2 生成高价态的 HIO_3 ,导致溶液颜色变浅,**A 正确**;实验 2 对比实验 1,试剂的加入顺序相反,当滴入 I^- 由少到多时,溶液变黄说明局部生成了 I_2 ,摇匀后褪色,说明 I_2 被过量的 H_2O_2 氧化为无色的 HIO_3 ,因此紫色沉淀的出现应是当 H_2O_2 耗尽后,再加入的过量 I^- 与 HIO_3 发生归中反应生成了 I_2 ,**B 正确**;当 H_2O_2 与 I^- 反应时,只体现氧化性,不产生 O_2 ,所以

突破点

在此过程中,产生的大量气体应是 H_2O_2 氧化 I^- 的同时自身发生分解导致的,而实验 2 发生相同反应时无气体产生,说明并不是 I^- 被氧化时放热导致 H_2O_2 分解,**C 错误**;综上,实验 1 中有部分 H_2O_2 分解造成损耗,且实验 2 中生成紫色沉淀现象明显,因此实验 2 相较于实验 1,可节约 H_2O_2 用量且有利于反应终点观察,**D 正确**。

6. (1) 500 mL 容量瓶 胶头滴管



(3) ①防止空气中的水蒸气、 CO_2 进入装置 D

② $\text{Zn}(\text{OH})_2 \cdot \text{ZnCO}_3$ [或 $\text{Zn}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$]

③溶解度越小越易生成,碳酸钙的溶解度远小于氢氧化钙



④酒精灯火焰的温度低于碳酸钙的分解温度

⑤ $x\text{CdCO}_3 \cdot y\text{Cd}(\text{OH})_2$ [x 和 y 可取大于 0 的数值, 或 $\text{Cd}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$]

⑥ $\text{Mn}(\text{OH})_2$ 和 MnCO_3 溶解度较接近, Na_2CO_3 溶液碱性较强, 选择 Na_2CO_3 溶液会有 $\text{Mn}(\text{OH})_2$ 生成, 使产物 MnCO_3 纯度下降

必刷题型 ⑥探究 Na_2CO_3 溶液与盐溶液反应

思路分析 探究白色沉淀的成分时, 先通一段时间空气, 排尽装置中的二氧化碳和水, 装置 A 中放碱石灰, 用于除去空气中的二氧化碳和水, 装置 B 中盛放样品, 装置 C 中为浓硫酸, 用于吸收水, 根据装置 C 的质量变化确定水的质量, 装置 D 中盛放碱石灰, 用于吸收二氧化碳, 并确定二氧化碳的量, 装置 E 中盛放碱石灰, 防止空气中的水和二氧化碳进入 D 中影响测定结果。

【解析】(1) 用碳酸钠晶体 ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) 配制 500 mL $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ Na_2CO_3 溶液, 操作步骤有计算、称量、溶解(冷却)、转移、洗涤、定容、摇匀等, 需选择的玻璃仪器除了量筒、烧杯、玻璃棒以外, 还有 500 mL 容量瓶、胶头滴管。

(2) 试管(a)中氯化铝和碳酸钠发生双水解反应生成氢氧化铝沉淀和二氧化碳: $2\text{Al}^{3+} + 3\text{CO}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{CO}_2 \uparrow$ 。

(3) ①装置 D 吸收 B 中生成的二氧化碳, 则 E 的作用是防止空气中的水蒸气、 CO_2 进入装置 D。

②加热(b)样品生成 0.9 g 水、2.2 g 二氧化碳, 由 $2\text{OH}^- \sim \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{CO}_3^{2-} \sim \text{CO}_2$, 可知(b)中含有 $n(\text{OH}^-) = \frac{0.9 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2 =$

0.1 mol , $n(\text{CO}_3^{2-}) = \frac{2.2 \text{ g}}{44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.05 \text{ mol}$, 根据化合物中各

元素正、负化合价代数和等于 0, 可得(b)中沉淀的化学式为 $\text{Zn}(\text{OH})_2 \cdot \text{ZnCO}_3$ 。

③溶解度越小的难溶物越易生成, 碳酸钙的溶解度远小于氢氧化钙, 所以(c)中沉淀是碳酸钙。

④ CaCO_3 未分解的原因是酒精灯火焰的温度低于碳酸钙的分解温度。

⑤ CdCO_3 、 $\text{Cd}(\text{OH})_2$ 均难溶于水, 且溶解度较接近, 物质的量浓度均为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 CdSO_4 溶液和 Na_2CO_3 溶液等体积混合, 得到的沉淀的化学式较可能为 $x\text{CdCO}_3 \cdot y\text{Cd}(\text{OH})_2$ 。

7. (1) 强氧化

(2) ①除去挥发的 HCl , 避免生成黄色的 $[\text{FeCl}_4(\text{H}_2\text{O})_2]^-$ 对溶液颜色产生干扰 ② H_2O_2 溶液、 MnO_2 (或 H_2O 、 Na_2O_2 , 合理即可) ③ $4\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \longrightarrow 4\text{HNO}_3$

④含少量 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 的浓硝酸

(3) ①30 ℃时, Al 与浓硝酸钝化速率比 Fe 的快; Fe 不钝化

②Al 钝化速率快, 先形成氧化膜作正极, 然后 Al 表面的氧化膜有溶解, Fe 表面的氧化膜增厚, 此时 Al 作负极, 指针偏向 Fe

(4) 温度, 氧化膜的形成速率, Fe、Al 还原性(合理即可)

必刷知识 ⑥硝酸的强氧化性、物质性质的探究



思路分析 实验 1:根据实验现象,Fe 和 Al 表面都产生少量气泡且迅速停止,是因为浓硝酸具有强氧化性,可以在常温下使 Fe 和 Al 两种金属迅速氧化,在金属表面形成致密氧化物保护膜,可以阻止金属继续与浓硝酸反应,其中浓硝酸与 Fe 得到黄色溶液 A,浓硝酸与 Al 得到无色溶液 B。

实验 2:根据题目信息,要验证实验 1-1 得到的黄色溶液可能是 NO_2 溶解过多导致,只需要证明溶液中有 NO_2 ,除去 NO_2 后溶液颜色发生变化即可。实验 2-1 利用 CO_2 排出溶解的 NO_2 ;实验 2-2 利用 O_2 消耗溶解的 NO_2 。

实验 3:指针偏向的电极为正极,则另一极的金属作负极被消耗。

【解析】(1)根据分析,浓硝酸在此实验中除体现酸性外,还体现强氧化性。

(2)①实验 2-1 利用装置 I 制取 CO_2 ,制取的气体中含有杂质 HCl,用饱和 NaHCO_3 溶液来吸收 CO_2 中的 HCl,避免生成黄色的 $[\text{FeCl}_4(\text{H}_2\text{O})_2]^-$,对溶液颜色产生干扰。②实验 2-2 是将 O_2 通入溶液 A 中,则装置 I 中试剂 a、b 是用于制取 O_2 的药品,故 a、b 分别为 H_2O_2 溶液、 MnO_2 或 H_2O 、 Na_2O_2 。③实验 2-2 采用的是利用 O_2 消耗溶解的 NO_2 的方式,实验 2-2 中溶液 A 褪色速率快于实验 2-1,是因为发生反应: $4\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 = 4\text{HNO}_3$,快速消耗了 NO_2 。④将 NO_2 通入含少量 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 的溶液中,如观察到溶液变黄,则可以进一步证实溶液变黄为溶解 NO_2 所致。

(3)①依据 3-1 的实验现象,在 $30\text{ }^\circ\text{C}$ 时,指针迅速偏向 Al,Fe 溶解,则 Al 为正极,Fe 为负极被持续消耗,故得出结论: $30\text{ }^\circ\text{C}$ 时,Al 与浓硝酸钝化速率比 Fe 的快,Fe 不钝化。②依据 3-2 的实验现象,在 $10\text{ }^\circ\text{C}$ 时,指针先迅速偏向 Al,说明 Al 先钝化,作正极,Fe 作负极溶解;又迅速偏向 Fe,说明此时 Fe 钝化,作正极,而 Al 变为负极被消耗,出现这一现象的原因可能是 Al 钝化速率快,先形成氧化膜作正极,接着 Al 表面的氧化膜溶解,Fe 表面的氧化膜增厚,此时变为 Al 作负极,指针偏向 Fe,之后缓慢恢复至零,说明 Al 和 Fe 都被钝化,反应停止。

(4)根据实验 1 和 3 的现象与解释,可以得到影响 Fe、Al 分别与浓硝酸发生钝化反应的快慢的因素有温度,氧化膜的形成速率,Fe、Al 还原性等。

真题风向练

8. B 必刷考点 ◎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 CuSO_4 溶液中加入适量浓氨水, 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 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, 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 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 Cu^{2+} ,溶液中 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中加入稀盐酸后, H^+ 会与 NH_3 结合成 NH_4^+ ,使

关键点

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


实验专题 ▶ 真题综合训练**题组 1****1. D 必刷知识** ⊙实验仪器的选用

【解析】配制一定物质的量浓度 NaCl 溶液时,需要使用托盘天平称取一定质量的 NaCl 固体,然后在烧杯中溶解,再转移到一定规格的容量瓶中,①⑤⑥符合题意;粗盐提纯时,过滤需要用到烧杯,蒸发溶液获得 NaCl 晶体时需用到酒精灯,⑥⑧符合题意;综上,**D 正确**。

2. B 必刷题型 ⊙物质的分离与提纯

【解析】 CH_2Cl_2 和 CCl_4 互溶,二者沸点不同,可以用蒸馏的方法将二者分离,**A 正确**。苯酚和 NaHCO_3 都可以溶解在水中,不能用过滤的方法将二者分离,**B 错误**。将青蒿浸泡在有机溶剂中得到提取液,可以利用合适的萃取剂将提取液中的青蒿素提取出来;也可以利用不同溶质在色谱柱上的保留时间不同,从而将青蒿素固定在色谱柱上,再利用极性溶剂将青蒿素洗脱下来,得到纯净的青蒿素,**C 正确**。食盐和苯甲酸的溶解度受温度影响差异较大,可以利用重结晶的方法将低温下溶解度较小的苯甲酸提纯出来,**D 正确**。

3. A 必刷题型 ⊙实验室安全

【解析】 BaSO_4 性质稳定,不溶于水和酸,可用作“钡餐”说明对人体无害,无毒性,**A 错误**;钠与水反应剧烈且放热,不能近距离俯视,**B 正确**;为易燃类物质的标识,使用该类化学品时应注意防火,**C 正确**;硝酸具有腐蚀性和挥发性,使用时应注意防护和通风,**D 正确**。

4. C 必刷题型 ⊙实验室安全

【解析】盐酸为强酸,沾到皮肤上应立即用大量水冲洗,后用弱碱性溶液进行冲洗,**A 正确**; Cl_2 是有毒气体,且能与 NaOH 溶液反应生成可溶于水的 NaCl 和 NaClO ,可用 NaOH 溶液进行尾气处理,**B 正确**;水银是重金属,易挥发、有毒,若不慎有水银洒落,可撒上硫粉进行处理,**C 错误**; PbS 难溶于水, Na_2S 可与 Pb^{2+} 反应生成 PbS 沉淀,因此处理废水中重金属离子 Pb^{2+} 可用沉淀法,**D 正确**。

5. A 必刷题型 ⊙物质检验或鉴别

【解析】石灰水分别与 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 反应,均能生成白色



沉淀(CaCO_3),故不能用石灰水鉴别二者,**A**符合题意; FeSO_4 若变质会生成 Fe^{3+} ,可用KSCN溶液检验溶液中是否存在 Fe^{3+} ,若溶液变红,则证明 FeSO_4 已变质,**B**不符合题意;检验 Na_2SO_3 是否被氧化即检验物质中是否含有 Na_2SO_4 ,用加入盐酸酸化的 BaCl_2 溶液检验,可以排除 SO_3^{2-} 的干扰,若产生白色沉淀,证明 Na_2SO_3 已被氧化,**C**不符合题意;乙醛与银氨溶液反应会产生银镜,而乙醇不反应,**D**不符合题意。

6. B 必刷知识 ⊙化学实验原理或方法,涉及侯氏制碱法、银镜反应等

【解析】不饱和烃能使溴的 CCl_4 溶液褪色,石油裂解气能使溴的 CCl_4 溶液褪色,只能说明石油裂解气中含有不饱和烃,不一定是乙烯,**A**错误;银氨溶液可以氧化醛基,自身被还原,向银氨溶液中滴入乙醛并加热,可发生银镜反应,**B**正确;二氧化碳在水中的溶解度小,应先将溶解度大、呈碱性的

关键点

氨气通入饱和 NaCl 溶液中,保持碱性环境,再通入二氧化碳,得到 NaHCO_3 固体,**C**错误; H_2O_2 可将黑色 PbS 氧化成白色 PbSO_4 ,与沉淀的转化无关,不能据此判断溶度积大小,**D**错误。

7. A 必刷知识 ⊙化学实验基本操作、电镀的原理

【解析】配制 NaOH 溶液应先在烧杯中溶解 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 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 Fe_2O_3 ,可溶于盐酸,**C**正确;铁钉镀锌,铁钉作阴极,锌片作阳极, ZnCl_2 溶液作电解质溶液,**D**正确。

8. A 必刷知识 ⊙金属性强弱的比较、乙酸乙酯的制备、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体的制备等

【解析】 MgCl_2 溶液、 AlCl_3 溶液与氨水反应现象相同,都生成白色沉淀,且沉淀均不溶于氨水,无法判断镁和铝的金属性强弱,**A**符合题意;乙醇、乙酸在浓硫酸作催化剂、加热条件下反应制备乙酸乙酯,饱和碳酸钠溶液可以吸收乙醇、中和乙酸、降低乙酸乙酯在水中的溶解度,有利于分层,便于分离得到产物,题给试剂和用品均正确,**B**不符合题意;取少量 CuSO_4 溶液于试管中,用胶头滴管向 CuSO_4 溶液中滴加氨水至生成的沉淀溶解,即可制得 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ 溶液,题给试剂和用品均正确,**C**不符合题意;向沸水中滴加饱和 FeCl_3 溶液可制备 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体,题给试剂和用品均正确,**D**不符合题意。

9. C 必刷题型 ⊙实验方案的设计与评价

【解析】常温下,铁片遇浓硝酸钝化,无明显现象,不能简单根据实验现象判断稀硝酸和浓硝酸的氧化性,**A**错误; Na_2SO_3 样品溶解后加入 BaCl_2 溶液,产生 BaSO_3 白色沉淀,加入浓 HNO_3 后, BaSO_3 沉淀会被氧化为 BaSO_4 沉淀,仅根据实验现象不能判断该样品中是否含有 SO_4^{2-} ,**B**错误;组成的原电池中,银表面有银白色金属沉积, Ag 作正极,发生反应 $\text{Ag}^+ + \text{e}^- = \text{Ag}$, Cu 作负极,发生反应 $\text{Cu} - 2\text{e}^- = \text{Cu}^{2+}$,构成原电池的反应为自发进行的氧化还原反应,说明 Cu 的金属性比 Ag



强, **C 正确**;向溴水中加入苯,振荡后静置,水层颜色变浅,是由于苯萃取了溴水中的溴,没有发生加成反应, **D 错误**。

10. C 必刷题型 ①实验方案的设计与评价

【解析】 Cu 与浓 HNO_3 反应时会生成 NO_2 , 将 NO_2 通入浓 HNO_3 后溶液呈黄色, 将 NO_2 通入 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 与 HNO_3 的混合溶液中溶液颜色由蓝色变为绿色, 可说明 Cu 与浓 HNO_3 反应后溶液呈绿色的主要原因是溶有 NO_2 , **A 正确**; 向等物质的量浓度的 KF 和 KSCN 混合溶液中滴加几滴 FeCl_3 溶液, 振荡后溶液颜色无明显变化, 说明 Fe^{3+} 几乎未与 SCN^- 结合, 主要与 F^- 结合, 即 F^- 结合 Fe^{3+} 的能力更强, **B 正确**; 多元弱酸在水溶液中分步电离, 因此与 HF 比较酸性时, H_2SO_3 对应的铵盐为 NH_4HSO_3 , **C 错误**; $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 与 H_2SO_4 溶液混合发生反应的化学方程式为 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{S} \downarrow + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, 温度高的溶液中先出现浑浊, 说明温度高反应速率快, **D 正确**。

11. (1) D (2) 球形冷凝管 (3) 反应液由蓝色变为无色

(4) 作保护气; 防止乙腈逸出 (5) 提高纯度, 防止分解

(6) C

(7) 81.2%

必刷题型 ①实验综合, 涉及实验相关标志、仪器名称、溶剂选择、总收率计算等

【解析】(1) 题图中 A 项表示护目镜、B 项表示明火、C 项表示热烫、D 项表示排风、E 项表示洗手, 故选 **D**。

(2) 仪器 M 的名称为球形冷凝管。

(3) 根据 $\text{Cu}(\text{ClO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 和 Cu 的投料可知, Cu 粉过量, 则完全反应时, $\text{Cu}(\text{ClO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 完全转化为 $[\text{Cu}(\text{CH}_3\text{CN})_4]\text{ClO}_4$, 而由题给信息已知②知, 在乙腈中, $\text{Cu}(\text{ClO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 为蓝色, $[\text{Cu}(\text{CH}_3\text{CN})_4]\text{ClO}_4$ 为无色, 则溶液由蓝色变为无色时反应完全。

(4) 产物中含有碳氮三键和 $\text{Cu}(\text{I})$, 易被空气中氧气氧化, N_2 可以作保护气, 防止产物与空气接触而被氧化; 乙腈易挥发, 气球可防止乙腈逸出。

(5) 饱和溶液冷却结晶可得均一的、纯度更高的晶体, 避免了直接蒸馏、结晶过程中由于温度太高引起的产物分解而使产物不纯。

(6) 由于乙腈具有强极性, 水和乙醇都是极性分子, 根据“相似相溶”规律, 水和乙醇都会和乙腈互溶, 破坏配合物的结构, 所以应使用非极性溶剂乙醚。

(7) $3.71 \text{ g } \text{Cu}(\text{ClO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 的物质的量为 0.01 mol , $0.01 \text{ mol } \text{Cu}(\text{ClO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 完全反应理论上生成 $0.02 \text{ mol } [\text{Cu}(\text{CH}_3\text{CN})_4]\text{ClO}_4$, 质量为 $327.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.02 \text{ mol} = 6.55 \text{ g}$, 总收率 $= \frac{5.32 \text{ g}}{6.55 \text{ g}} \times 100\% \approx 81.2\%$ 。

12. (1) 烧杯、玻璃棒

(2) 增大接触面积, 加快反应速率, 使反应更充分

(3) 简化操作步骤; 无氨气参与反应, 更加环保(合理即可)

(4) i. a ii. <

(5) i. CO_2 在水中的溶解度较小, 通入的 CO_2 没有完全转



化 ii. 80%

必刷考点 ⊙物质的制备及性质探究实验,涉及仪器使用、滴定分析、质量分数计算、实验现象分析等

【解析】(1)取适量蒸馏水于烧杯中,加入食盐,用玻璃棒搅拌加速溶解,不断加入食盐,直至杯底有少量白色晶体不再溶解即得饱和食盐水,涉及仪器有烧杯、玻璃棒。

易错点

(2) NH_4HCO_3 研细后增大了与溶液的接触面积,可以加快反应速率,使反应更充分。

(3)用“单一固体”替代“两种气体”,降低操作复杂程度;氨气为有毒气体,无氨气参与反应,更加环保。

(4) i. 滴定过程中出现 2 个滴定终点,则样品中含 Na_2CO_3 , CO_3^{2-} 与 H^+ 反应分两步进行:① CO_3^{2-} 先结合 H^+ 转化为 HCO_3^- , 关系式为 $\text{CO}_3^{2-} \sim \text{H}^+ \sim \text{HCO}_3^-$;②生成的 HCO_3^- 再与 H^+ 反应转化为 CO_2 和 H_2O , 关系式为 $\text{HCO}_3^- \sim \text{H}^+ \sim (\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O})$ 。 $V_1 = V_2$, 说明第②步消耗的 HCO_3^- 均为第①步生成的,即所得产品成分为 Na_2CO_3 。 ii. 若摇动不均匀,致使局部盐酸浓度过高,该区域的 Na_2CO_3 会快速完成第一步反应,甚至可能进一步与过量 HCl 反应生成 CO_2 , 此时局部 pH 因生成 CO_2 (溶解形成 H_2CO_3) 或过量 HCl 而偏小(从而认为已达到滴定终点),所以记录的盐酸体积会偏小。

(5) i. CO_2 在水中的溶解度较小,通入的 CO_2 没来得及反应完全即从溶液中逸出,导致生成的 NaHCO_3 较少,溶于水中,不产生白色沉淀。 ii. 固体加热产生的气体 H_2O 、 CO_2 分别被无水 CaCl_2 和 NaOH 溶液吸收。 NaOH 溶液增重

0.088 g, 那么 $n(\text{CO}_2) = \frac{0.088 \text{ g}}{44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.002 \text{ mol}$, 根据关系式

$2\text{NaHCO}_3 \sim \text{CO}_2$ 可得, $n(\text{NaHCO}_3) = 0.004 \text{ mol}$, $m(\text{NaHCO}_3) =$

$0.004 \text{ mol} \times 84 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.336 \text{ g}$, 则白色晶体中 NaHCO_3 的

质量分数 $= \frac{0.336 \text{ g}}{0.42 \text{ g}} \times 100\% = 80\%$ 。

题组 2

1. A 必刷知识 ⊙化学实验基本操作、实验室事故处理方法

【解析】含重金属离子会污染水源、土壤,不能直接排放, **A 错误**; 轻微烫伤时,可先用洁净的冷水吸收大量热后,再涂上对症药膏, **B 正确**; 乙炔等可燃性气体点燃前要检验纯度,防止爆炸, **C 正确**; 有机废液中可能含有有毒有害物质,应收集后送专业机构处理, **D 正确**。

2. C 必刷题型 ⊙化学实验装置或方案评价

【解析】铜与浓硫酸在加热条件下反应产生 SO_2 , SO_2 具有漂白性,可漂白品红溶液,故可用品红溶液检验 SO_2 , 试管口浸 NaOH 溶液的棉团可吸收 SO_2 , 处理尾气, **A 正确**; 易燃物可用



表示, **B 正确**; 氨气的密度比空气小,需用向下排空气

法收集, **C 错误**; 萃取实验需要用分液漏斗完成,且萃取完成后分液时分液漏斗下端管口需紧贴烧杯内壁, **D 正确**。

3. D 必刷知识 ⊙溶解性、X 射线衍射实验、焰色试验、萃取等

【解析】过氧化钠与水反应生成 O_2 , 可观察到固体溶解且有气



泡产生,硫黄与水不反应且难溶于水,可用水鉴别二者,**A 不符合题意**;水晶为晶体,玻璃为非晶体,晶体的 X 射线衍射图谱中有明锐的衍射峰,而非晶体的 X 射线衍射图谱中没有明锐的衍射峰,故可用 X 射线衍射实验鉴别二者,**B 不符合题意**;钠元素的焰色为黄色,钾元素的焰色为紫色(透过蓝色钴玻璃),可用焰色试验鉴别二者,**C 不符合题意**;苯和甲苯均不与溴水反应,都能萃取溴水中的溴单质,密度均比水小,故萃取后有色液体都处于上层,两者现象一样,无法鉴别,**D 符合题意**。

4. B 必刷知识 ⊙ 实验事故处理

【解析】稀释浓硫酸时,酸溅到皮肤上,应先用大量水冲洗,然后用 3%~5% 的 NaHCO_3 溶液冲洗,**B 错误**。

5. D 必刷知识 ⊙ 氯气的实验室制法、氨气的实验室制法

【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**。

6. C 必刷题型 ⊙ 物质鉴别

【解析】若用 pH 试纸测定溶液 pH: NaClO 溶液具有强氧化性,

关键点

可漂白 pH 试纸, $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液显碱性, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液显酸性, pH 试纸测定两溶液 pH 时显示颜色不同,可以鉴别;若用 pH 计测溶液的 pH: NaClO 溶液、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液 pH 均大于 7, 但同浓度时, $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液碱性更强, pH 更大, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液显酸性, pH 小于 7, 可以鉴别, **A 不符合题意**。滴加酚酞试剂: NaClO 溶液具有漂白性, 加入酚酞试剂后溶液先变红后褪

关键点

色, 氢氧化钡溶液显碱性, 加入酚酞试剂后溶液只变红不褪色, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液显酸性, 加入酚酞试剂后溶液不变色, 现象不同, 可以鉴别, **B 不符合题意**。滴加 KI 溶液: KI 具有还原性, NaClO 具有强氧化性, 两者反应生成 I_2 , 碘水呈黄色; $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 和 KI 不反应, 没有明显现象; KI 和 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液不反应, 没有明显现象, 不能鉴别, **C 符合题意**。滴加 Na_2CO_3 溶液: NaClO 不与 Na_2CO_3 反应, 没有明显现象; 氢氧化钡与 Na_2CO_3 反应生成碳酸钡白色沉淀; $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 和饱和 Na_2CO_3 溶液反应生成氢氧化铝白色沉淀和二氧化碳气体, 现象不同, 可以鉴别, **D 不符合题意**。

7. C 必刷题型 ⊙ 实验操作及现象与结论之间的对应判断

【解析】铁与水蒸气反应生成的气体是 H_2 , 该反应中 H 由 +1 价变成 0 价, 被还原, 体现了 H_2O 的氧化性, **A 错误**; 如果待测液中含有 Ag^+ , Ag^+ 与 Cl^- 反应也能产生白色沉淀, 通过该实验不能得出待测液中含有 SO_4^{2-} 的结论, **B 错误**; $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 能与盐酸反应, 不能与 NaOH 溶液反应, $\text{Al}(\text{OH})_3$ 与 NaOH 溶液和盐酸都能反应, 说明 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 的碱性比 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 的强, **C 正确**; $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液中存在平衡: $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ (橙色) + $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{CrO}_4^{2-}$ (黄色) + 2H^+ , 加入 NaOH 溶液后, OH^- 与 H^+ 反应, 生成物浓度减小, 使平衡正向移动, 导致溶液由橙色变为黄色, 题给结论错误, **D 错误**。



8. C 必刷知识 ①实验探究、化学反应速率

【解析】由题图可知,实验①中,0~2 小时内 SeO_4^{2-} 的浓度由 $5.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 减小到 $1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,所以平均反应速率 $v(\text{SeO}_4^{2-}) = \frac{5.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} - 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{2 \text{ h}} = 2.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$,A 错误;实验③水样初始 pH 为 8,呈碱性,反应的离子方程式中,反应物不应有 H^+ ,B 错误;对比实验①和实验②可知,当其他条件相同时,适当增加纳米铁质量可加快反应速率,C 正确;pH 过低、酸性太强会消耗纳米铁,从而减弱 SeO_4^{2-} 的去除效果,D 错误。

9. (1)原子利用率高 原料更易得(或原料价格更便宜、副产物较少等其他合理答案也可)

(2)50 (3)除去溶液中未反应的对甲基苯甲醛

(4) $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$ (5)③ ① ④ 空气中的 O_2

必刷考点 ①有机化学实验,涉及图谱分析、离子方程式书写、实验操作顺序等

【解析】(1)对甲基苯甲醛被 O_2 氧化为对甲基苯甲酸,该反应原子利用率为 100%,且氧化剂来源于空气中的 O_2 ,原料来源广泛、价格便宜,而 KMnO_4 作为氧化剂时,可能生成 $\text{HOOC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOH}$ 等副产物。

(2)对甲基苯甲醛和对甲基苯甲酸两种分子中都含四种氢原子,且个数比都为 3:2:2:1,谱图中没有羧基 H,a 和 a' 表示对甲基苯甲醛分子中 $-\text{CHO}$ 上的氢原子,由 a:a'=2:1 知,有一半的对甲基苯甲醛被氧化为对甲基苯甲酸,所以其转化率约为 50%。

(3)5 h 时反应基本结束,体系中含有仍未完全反应的对甲基苯甲醛、生成的对甲基苯甲酸以及作为溶剂的丙酮,蒸去丙酮,加入过量稀 NaOH 溶液可将对甲基苯甲酸转化为更易溶于水的 $\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COONa}$,用乙酸乙酯洗涤可分离出有机相,除去体系中的对甲基苯甲醛。

(4)步骤 II 的溶液显碱性,所以使用稀盐酸调节水层 pH 时发生的反应为 $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COO}^- + \text{H}^+ \longrightarrow \text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOH}$ 。

(5)由丙酮易挥发的性质可知需控制反应的温度,为保证 $^{18}\text{O}_2$ 气氛,通 $^{18}\text{O}_2$ 前,需先使用“循环冷冻脱气法”排出装置中(空气中和溶剂中)的 $^{16}\text{O}_2$,说明反应液中含 $^{16}\text{O}_2$,冷冻可排出一部分溶解的 $^{16}\text{O}_2$,然后打开阀门抽气(③)可将空气排出反应体系,一段时间后再关闭阀门(①),待反应液恢复室温(④)后再冷冻反应液,重复上述操作数次,即循环冷冻脱气法。对甲基苯甲酸的相对分子质量为 136,由表格数据可知使用 $^{18}\text{O}_2$ 得到产物的相对分子质量为 138,即 1 分子产物中含有 1 个 ^{18}O ,而使用 $\text{CH}_3\text{C}^{18}\text{OCH}_3$ 得到产物的相对分子质量为 136,即产物中没有 ^{18}O ,所以目标产物羧基中 O 来源于醛基和空气中的 O_2 。



10. (1) 容量瓶、量筒

(2) $\text{Sn} + \text{Sn}^{4+} \rightleftharpoons 2\text{Sn}^{2+}$, 加入锡粒可防止 Sn^{2+} 被空气中氧气氧化

(3) 升高温度可加快赤铁矿试样的溶解速率, 同时温度不宜过高, 防止 HCl 挥发导致 FeCl_3 的水解程度增大

(4) 偏小 (5) $\frac{33.6cV}{a}\%$

(6) ①不会生成挥发性有毒物质 Hg (或不会产生重金属污染等其他合理答案) ② H_2O 其他条件相同时, 酸度越大, Cl^- 对 Fe^{2+} 测定结果影响越大

必刷题型 ①实验综合题, 涉及实验仪器的选择、实验操作原因分析、定量计算、误差分析、控制变量实验探究等

【解析】(1) 配制一定物质的量浓度溶液时需要容量瓶, 配制 SnCl_2 溶液时需用量筒量取 20 mL 浓盐酸。

(2) 根据已知信息可知 Sn^{2+} 易被氧化为 Sn^{4+} , 加入锡粒可防止 Sn^{2+} 被空气中氧气氧化。

关键点

(4) Fe^{2+} 易被空气中氧气氧化, 步骤Ⅲ中, 若未“立即滴定”, 部分 Fe^{2+} 会被空气中氧气氧化, 则消耗的标准溶液(氧化剂)会减少, 从而使测定的铁含量偏小。

(5) 根据得失电子守恒可得 $6\text{Fe}^{2+} \sim 6\text{e}^- \sim \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, $n(\text{Fe}^{2+}) = 6cV \times 10^{-3} \text{ mol}$, 则试样中 Fe 的质量分数为 $\frac{6cV \times 10^{-3} \text{ mol} \times 56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{a \text{ g}} \times 100\% = \frac{33.6cV}{a}\%$ 。

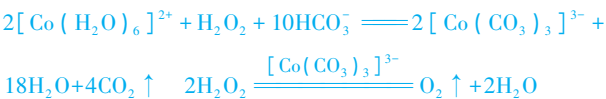
(6) ① $\text{SnCl}_2 - \text{TiCl}_3 - \text{KMnO}_4$ 滴定法不会生成挥发性有毒物质 Hg , $\text{SnCl}_2 - \text{HgCl}_2 - \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 滴定法中用到的 HgCl_2 , 会造成重金属污染, 而 $\text{SnCl}_2 - \text{TiCl}_3 - \text{KMnO}_4$ 滴定法没有这方面的隐患。②对比题表中数据, 空白实验应不加酸, 同时保证 Cl^- 的浓度与实验 i、ii 相同, 所以加入等体积的水; 根据题表中的数据分析可得出加入酸的浓度越大, Cl^- 对 Fe^{2+} 测定结果影响越大。

易错警示

本题步骤Ⅲ中涉及滴定操作, 而第(1)问中给出的滴定管是碱式滴定管, 不能用来盛装强氧化性试剂 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 标准溶液, 故第(1)问必须用到的仪器中不能写(碱式)滴定管。

11. (1) bc

(2) 不能 维持溶液 pH, 有利于配离子的形成



(3) Co^{3+} 、 Co^{2+} 与 CO_3^{2-} 配位后, 两种离子浓度都下降, $[\text{Co}(\text{CO}_3)_3]^{3-}$ 更稳定, Co^{3+} 浓度下降幅度更大, 平衡向右移动

(4) CO_2 O_2

必刷知识 ①基本实验操作、离子方程式的书写、化学平衡移动原理等

【解析】(1) 配制一定物质的量浓度的溶液时需要容量瓶、量筒、玻璃棒、胶头滴管等仪器, 故选 bc。



(2) 实验 I 中无明显现象, 说明 $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ 不能催化 H_2O_2 的分解; 实验 II 中有气泡生成, 即生成了 CO_2 , HCO_3^- 大大过量可中和生成的 H^+ , 维持溶液 pH, 有利于配离子的形成; 实验 III 中溶液变为墨绿色说明生成了 $[\text{Co}(\text{CO}_3)_3]^{3-}$, 产生能使带火星木条复燃的气体说明生成了 O_2 , 即 $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ 先与 H_2O_2 、 HCO_3^- 反应生成 $[\text{Co}(\text{CO}_3)_3]^{3-}$, $[\text{Co}(\text{CO}_3)_3]^{3-}$ 再催化 H_2O_2 分解产生 O_2 。

(4) A 到 B 溶液颜色变蓝, 说明 $[\text{Co}(\text{CO}_3)_3]^{3-}$ 转化为 $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$, Co 元素化合价没有发生变化, 则生成的气体为 CO_2 ; B 到 C 溶液变为粉红色, 则 $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ 转化为 $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$, Co 元素化合价降低, 则 O 元素化合价升高, 生成 O_2 。

元素化合物与实验综合训练

题组 1

1. B 必刷题型 ①化学在科技中的应用

【解析】偏二甲肼 $[(\text{CH}_3)_2\text{NNH}_2]$ 由 C、H、N 元素组成, 不属于烃类物质, A 错误; 氮化硅属于共价晶体, B 正确; 太阳能电池翼的主要成分是硅单质, C 错误; 聚氨酯不属于天然有机高分子材料, D 错误。

2. C 必刷题型 ①化学试剂的保存

【解析】溴易挥发, 在保存时上方加少量的水, 故取用液溴时将胶头滴管伸入试剂瓶底部, A 正确; 白磷易自燃, 在冷水中保存可隔绝空气, 防止自燃, B 正确; 硝酸具有强氧化性, 可以氧化橡胶塞, 故不可以使用橡胶塞, C 错误; CaC_2 可以与水反应, 故保存在干燥的环境中, D 正确。

3. B 必刷题型 ①物质的性质及用途

【解析】钠的密度一般小于全卤代烃(如四氯化碳), 会浮于液面, 无法隔绝空气, A 错误; 常温下干燥的氯气与铁不反应, 因此液氯可储存在钢瓶中, B 正确; 补铁保健品中主要含亚铁盐而非铁盐, C 错误; 碳酸钠碱性较强, 对人体刺激大, 治疗胃酸过多常用含适量碳酸氢钠或氢氧化铝等的药品, D 错误。

4. B 必刷知识 ①氯气的性质及用途、 Fe^{2+} 的鉴别等

【解析】 NaHCO_3 溶液中通入少量 Cl_2 生成氯化钠、二氧化碳、次氯酸, 反应的离子方程式为 $\text{Cl}_2 + \text{HCO}_3^- = \text{Cl}^- + \text{HClO} + \text{CO}_2$, A 正确; 某些麦片中加微量的食品级还原铁粉, 在人体内消化时, 铁和盐酸反应生成氯化亚铁和氢气, 反应的离子方程式为 $\text{Fe} + 2\text{H}^+ = \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$, B 错误; 氟化物预防龋齿原理是羟基磷灰石转化为更难溶的氟磷灰石, 反应的离子方程式为 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}(\text{s}) + \text{F}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}(\text{s}) + \text{OH}^-(\text{aq})$, C 正确; 向 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液滴入 FeCl_2 溶液生成蓝色沉淀: $\text{K}^+ + \text{Fe}^{2+} + [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} = \text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6] \downarrow$, D 正确。

5. C 必刷题型 ①氮及其化合物的“价—类”二维图

思路分析 根据含氮物质类别与化合价关系图推知, a 为氨气、b 为氮气、c 为一氧化氮、d 为二氧化氮或四氧化二氮、e 为硝酸。



【解析】 $b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow e$ 转化过程都属于氧化还原反应， $d \rightarrow e$ 转化可以通过二氧化氮与水反应完成，其中二氧化氮发生歧化反应，不需要加入氧化剂，**A 错误**；实验室制备 c 气体即一氧化氮时，一氧化氮为不成盐氧化物，不能直接用 NaOH 溶液吸收，**B 错误**；含有等物质的量的 a 和 e 的水溶液反应后，恰好生成硝酸铵溶液，硝酸铵为强酸弱碱盐，溶液呈酸性，溶液的 $\text{pH} < 7$ ，**C 正确**；一定条件下， b 转化为 a 或 c 的过程属于氮的固定，其中转化为 a 的反应可以为合成氨反应，属于人工固氮，**D 错误**。

6. C 必刷题型 ⊙ 实验装置与实验目的

【解析】图中酸性高锰酸钾溶液可以和 SO_2 发生氧化还原反应，体现 SO_2 的还原性，**A 错误**；图中为蒸发皿，灼烧海带应在坩埚中进行，**B 错误**；该装置用于分离常温下互溶且沸点相差较大的液体，**C 正确**；碳酸氢钠固体受热分解会有水生成，试管口应略向下倾斜，**D 错误**。

7. A 必刷题型 ⊙ 物质的转化、常见无机物的制备

【解析】 FeS_2 与足量氧气反应得到 SO_2 ， SO_2 与 O_2 在催化剂和加热条件下反应得到 SO_3 ， SO_3 溶于水可得到硫酸，**A 正确**；应向饱和氯化钠溶液中先通入氨气，再通入二氧化碳，发生反应： $\text{NaCl} + \text{CO}_2 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$ ，过滤得到的碳酸氢钠受热分解得到碳酸钠，**B 错误**；氢氧化镁与稀盐酸反应得到氯化镁溶液，电解氯化镁溶液不能得到金属镁，应电解熔融氯化镁得到金属镁，**C 错误**；工业制备硝酸用氮气与氢气在高温、高压、催化剂条件下反应得到氨气，氨气催化氧化得到 NO ， NO 再被氧气氧化得到二氧化氮，二氧化氮与水反应得到 HNO_3 ，**D 错误**。

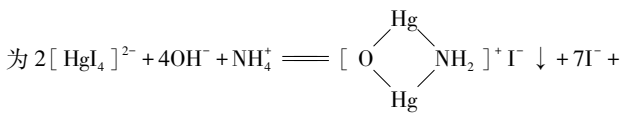
8. C 必刷题型 ⊙ 制备 CoCO_3 的微工艺流程分析

流程分析 含钴废料（主要成分为 Co_3O_4 ，还含有少量的铝箔等杂质）经第一步“碱浸”操作，废料中的铝箔溶解为 $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ ，进入滤液①而除去，过滤后得到的钴渣①主要含有 Co_3O_4 ，加入硫酸、过氧化氢“酸溶”， Co 元素转化为 Co^{2+} ，在“酸溶”步骤中部分 Co 元素被还原， H_2O_2 被氧化，作还原剂；经过“操作①”得到滤液②，则“操作①”为过滤，所得滤液②中主要含 CoSO_4 ，最后加入碳酸钠“沉钴”获得 CoCO_3 。

【解析】“碱浸”操作中含钴废料中的铝箔溶解为 $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ 除去，发生的反应为 $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 6\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{H}_2 \uparrow$ ，**A 正确**；“操作①”为过滤，用到的主要玻璃仪器有漏斗、烧杯、玻璃棒，**B 正确**；由分析知， H_2O_2 是还原剂，不能选用 O_2 替代，**C 错误**；“沉钴”时若 Na_2CO_3 浓度太大，溶液碱性较强，会产生 $\text{Co}(\text{OH})_2$ 杂质，导致产品不纯，**D 正确**。

9. B 必刷知识 ⊙ 奈斯勒试剂的制备及特色反应

【解析】汞和稀硝酸反应生成硝酸汞、一氧化氮和水，该反应的离子方程式为 $3\text{Hg} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- \longrightarrow 3\text{Hg}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ ，**A 正确**； I^- 与 Ag^+ 会生成 AgI 沉淀，**B 错误**；反应③的离子方程式



$3\text{H}_2\text{O}$, 其中消耗的 NH_4^+ 和 OH^- 的物质的量之比为 1:4, **C 正确**; 碱性条件下, 奈斯勒试剂可与 NH_4^+ 反应生成红色沉淀, 故能检验 NaHCO_3 溶液中微量的 NH_4HCO_3 , **D 正确**。

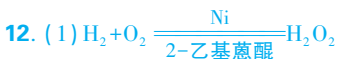
10. B 必刷题型 ⊙ PH_3 的制取及性质探究实验

思路分析 装置 A 中制取 PH_3 气体, 装置 B 中溶液的颜色不变化, 证明 PH_3 与氢氧化钠不反应, 装置 C 中溶液褪色并产生固体, 说明溴与 PH_3 发生置换反应生成固体磷, 装置 D 中产生气泡和黑色粉末说明 PH_3 与硝酸银溶液发生氧化还原反应, 黑色粉末为 Ag, 气体为 NO。

【解析】 Ca_3P_2 发生水解反应: $\text{Ca}_3\text{P}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 3\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{PH}_3 \uparrow$, 不是氧化还原反应, **A 错误**; 若磷化氢与氢氧化钠溶液反应, 溶液的碱性减弱, 推测装置 B 中红色溶液颜色变浅, 而实际上装置 B 中溶液的颜色不变化, 则 PH_3 不能与碱反应, **B 正确**; 溴单质与磷化氢发生置换反应, 说明溴单质的氧化性比 P 的强, 则溴的非金属性比磷的强, **C 错误**; 反应中有 Ag、NO 生成, 还原产物为 Ag、NO, **D 错误**。

11. A 必刷题型 ⊙ 实验设计与评价

【解析】 向铜片上滴加 FeCl_3 溶液, 铜片被腐蚀, 发生反应 $\text{Cu} + 2\text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + 2\text{Fe}^{2+}$, 在氧化还原反应中, 氧化剂的氧化性强于氧化产物的氧化性, 此反应中 Fe^{3+} 是氧化剂, Cu^{2+} 是氧化产物, 所以氧化性: $\text{Fe}^{3+} > \text{Cu}^{2+}$, **A 正确**; 醋酸铵是弱酸弱碱盐, NH_4^+ 和 CH_3COO^- 都会发生水解, 只是二者水解程度相近, 溶液呈中性, 使石蕊试液显紫色, 并不是醋酸铵未水解, **B 错误**; 向滴有酚酞的氨水中通入 SO_2 , 溶液褪色, 是因为 SO_2 与氨水发生反应, 消耗了 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 使溶液碱性减弱, 并非 SO_2 的漂白性导致的, **C 错误**; 向待测液中滴加过量稀硫酸, 产生无色气泡, 待测液中可能含有 CO_3^{2-} , 也可能含有 HCO_3^- 、 SO_3^{2-} 、 HSO_3^- 等, **D 错误**。



(2) h m d e (h 和 m、d 和 e 顺序可颠倒)

(3) I、II III、IV

(4) 防止 H_2 和 O_2 混合气体在加热时发生爆炸

(5) 除去 H_2 中的混有的 HCl、 H_2O

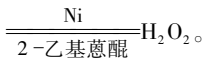
(6) ①滴入最后半滴酸性 KMnO_4 标准溶液, 溶液由无色变为浅紫色, 且半分钟内不褪色 ②54.4%

必刷题型 ⊙ 化学实验综合

思路分析 从 H_2O_2 的制备原理图可知, 反应分两步进行, 第一步为 H_2 在 Ni 催化作用下与 2-乙基蒽醌反应生成 2-乙基蒽氢醌, 第二步为 O_2 与 2-乙基蒽氢醌反应生成 2-乙基蒽醌和过氧化氢。A(启普发生器)为用锌与盐酸制取 H_2 的装置, 产生的 H_2 中混有 HCl 和 H_2O , 需经过碱石灰除去后进入 C 中发生第一步反应, 随后氧气源释放的氧气经 E 干燥后进入 C 中发生反应生成 H_2O_2 和 2-乙基蒽醌, B 中装有浓硫酸, 与 C 相连, 防止外界水蒸气进入 C 中使催化剂 Ni 中毒。



【解析】(1) 由分析可知, 总反应的化学方程式为 $\text{H}_2 + \text{O}_2$



(2) 由分析知, 装置的连接顺序为 $a \rightarrow h(m) \rightarrow m(h) \rightarrow d(e) \rightarrow e(d) \rightarrow n, g$ 接 b 。

(4) 由于 H_2 和 O_2 混合气体在加热时易发生爆炸, 故一段时间后, 抽出残留气体, 以防止 H_2 和 O_2 混合气体在加热时发生爆炸。

(6) 滴定反应的离子方程式为 $5\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{MnO}_4^- + 6\text{H}^+ = 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{O}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$, 可得关系式: $2\text{KMnO}_4 \sim 5\text{H}_2\text{O}_2$ 。①滴定终点的现象是滴入最后半滴酸性 KMnO_4 标准溶液, 溶液由无色变为浅紫色, 且半分钟内不褪色; ②题给三组数据中 35.05 mL 与其他数据偏差较大, 舍去, 故消耗酸性高锰酸钾标准溶液的平均

体积为 $\frac{32.02 \text{ mL} + 31.98 \text{ mL}}{2} = 32.00 \text{ mL}$, H_2O_2 的质量分数

为 $\frac{0.0500 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 32 \times 10^{-3} \text{ L} \times \frac{5}{2} \times \frac{500 \text{ mL}}{50 \text{ mL}} \times 34 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{2.50 \text{ g}} \times$

$100\% = 54.4\%$ 。

13. (1) $3d^5 4s^1 \quad \frac{\sqrt{3}}{2} \sqrt[3]{\frac{104}{7.2N_A}} \times 10^7$



(3) 8.2



减小, $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$ 平衡正向移动, CrO_4^{2-} 浓度增大, 沉铬率增大



必刷知识 ①有关铬及其化合物的转化、溶度积常数相关计算、晶胞的相关计算

思路分析 “ Pb^{2+} 沉淀法”工艺中, 向经预处理的含铬电镀废水中加入 H_2O_2 、 NaOH , 把 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 氧化为 CrO_4^{2-} , 把 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} , 再加氢氧化钠调节 pH 生成氢氧化物沉淀除去 Fe^{3+} 、 Cu^{2+} 、 Zn^{2+} , 过滤, 滤液中加硫酸铅发生沉淀转化生成 PbCrO_4 沉淀; “药剂还原沉淀法”工艺中, 向含铬电镀废水中加入硫酸调节 pH 为 2~3, 再加亚硫酸钠把 $\text{Cr}(\text{VI})$ 还原为 Cr^{3+} , 加氢氧化钠调节 pH 生成氢氧化物沉淀。

【解析】(1) Cr 是 24 号元素, 基态原子价电子排布式为 $3d^5 4s^1$,

金属铬为体心立方晶体, 1 个晶胞中含有 $1 + 8 \times \frac{1}{8} = 2$ 个 Cr, 密

度为 $7.2 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, 则晶胞的棱长为 $\sqrt[3]{\frac{2 \times 52 \text{ g}}{N_A \times 7.2 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}}} =$

$\sqrt[3]{\frac{104}{7.2N_A}} \times 10^7 \text{ nm}$, 两个 Cr 原子的最小核间距为晶胞体对角

线长度的 $\frac{1}{2}$, 为 $\frac{\sqrt{3}}{2} \sqrt[3]{\frac{104}{7.2N_A}} \times 10^7 \text{ nm}$ 。

(2) “氧化”过程中 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 被 H_2O_2 氧化为 CrO_4^{2-} , 根据得失电子守恒、电荷守恒、原子守恒可知, 反应的离子方程式为 $2\text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2\text{O}_2 + 4\text{OH}^- = 2\text{CrO}_4^{2-} + 8\text{H}_2\text{O}$ 。



(3) 根据金属离子沉淀完全时及沉淀开始溶解时的 pH 可知, 为保证 Fe^{3+} 、 Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 完全沉淀且沉淀不溶解, “沉降”过程中应调节 pH 的范围是 8.2~10.5。

(4) ①硫酸铅和 CrO_4^{2-} 发生沉淀转化生成 PbCrO_4 沉淀, 反应的离子方程式为 $\text{PbSO}_4 + \text{CrO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{PbCrO}_4 + \text{SO}_4^{2-}$ 。

②增大 pH, $c(\text{H}^+)$ 减小, $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$ 平衡正向移动, CrO_4^{2-} 浓度增大, 沉铬率增大。

(5) 根据氧化还原反应原理, “转化”过程中, SO_3^{2-} 被 Cr(VI) 氧化, 硫元素化合价由 +4 价升高为 +6 价, 氧化产物是 SO_4^{2-} 。

(6) Cr^{3+} 完全沉淀时的 pH 是 5.6, $K_{\text{sp}}[\text{Cr}(\text{OH})_3] = 1 \times 10^{-5} \times \left(\frac{10^{-14}}{10^{-5.6}}\right)^3 = 1 \times 10^{-30.2}$, 则“沉淀”过程中, 当溶液 pH 为 8.6

时, $c(\text{OH}^-) = 10^{-5.4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{Cr}^{3+}) = \frac{1 \times 10^{-30.2}}{(1 \times 10^{-5.4})^3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 1 \times 10^{-14} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

题组 2

1. D 必刷知识 ⊙ 常见物质的性质

【解析】土豆中的淀粉遇碘单质会显蓝色, **A 正确**; 新制氯水含 Cl_2 , 呈淡黄绿色, 久置后随着 HClO 的分解, 平衡: $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HClO} + \text{HCl}$ 正向移动程度增大, Cl_2 逐渐溶解, 溶液由淡黄绿色变为无色, **B 正确**; K^+ 的焰色为紫色, 蓝色钴玻璃可滤去钠的黄色光干扰, **C 正确**; Na_2O_2 本身为淡黄色固体, 露置在空气中会与 CO_2 、 H_2O 反应生成白色 Na_2CO_3 固体, 因此固体应由淡黄色变为白色, **D 错误**。

2. C 必刷知识 ⊙ 实验安全

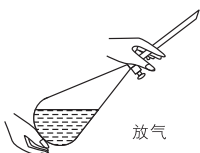
【解析】高温时二氧化碳可以和镁反应, 故制备金属镁的电解装置失火时, 不能用 CO_2 灭火器灭火, **A 正确**; 若“84”消毒液和“洁厕灵”混合使用, 会产生有毒气体氯气, **B 正确**; 被高温水蒸气轻微烫伤后, 立即用流动的冷水冲洗一段时间, 再涂上烫伤药膏, **C 错误**; 氯气有毒, 且密度大于空气, 因此大量氯气泄漏时, 人要迅速离开现场, 并尽量往高处转移, **D 正确**。

3. C 必刷知识 ⊙ 苯酚和碳酸酸性强弱比较、有机物的检验、鉴别与除杂

【解析】淀粉和纤维素均为糖类, 燃烧现象没有明显区别, **A 错误**; 高锰酸钾也会氧化乙炔, 造成乙炔损失, **B 错误**; 加入 NaHCO_3 溶液, 产生气泡的为乙酸溶液, 无明显现象的为苯酚溶液, **C 正确**; 加入溴水, 振荡后静置, 苯、甲苯中出现的现象都为液体分层, 下层无色、上层呈橙红色, 用溴水不能鉴别苯、甲苯, **D 错误**。

4. B 必刷题型 ⊙ 实验仪器选用及操作等

【解析】胶头滴管使用时应该垂直悬空, 下端不能伸入到容量瓶中, **A 不符合题意**; 测量气体体积前应使两边液面相平, 图示正确, **B 符合题意**; 萃取时放气的方法是仍保持分液漏斗倒转倾斜, 旋开旋塞, 放出气体, 使内外压强平衡, 如图



, C 不符合题意; 氨气和氯化钙会反应生

成 $\text{CaCl}_2 \cdot 8\text{NH}_3$, 不能用氯化钙干燥氨气, D 不符合题意。

5. A 必刷知识 ①二氧化硫的还原性、蛋白质的变性、常见氮肥及其使用、氧化镁的耐高温性

【解析】氧化镁的熔点很高, 在高温环境下不易熔化, 所以可以作为耐高温材料, 性质和用途对应正确, **A 正确**; NH_4HCO_3 用作植物生长的肥料, 是因为它含有氮元素, 能为植物提供营养, 而不是因为其受热易分解, **B 错误**; CuSO_4 溶液可用于游泳池内水的消毒, 是因为铜离子 (Cu^{2+}) 是重金属离子, 能使蛋白质变性, 从而起到杀菌消毒的作用, 而不是因为溶液显酸性, **C 错误**; 二氧化硫具有还原性, 能起到一定的防腐、抗氧化作用, 可以根据添加标准用于食品的防腐和抗氧化, **D 错误**。

6. C 必刷题型 ①物质的推断

思路分析 步骤①: 将样品溶于水, 得到澄清溶液, 说明固体溶于水且相互不反应生成沉淀; 步骤②: 向①的溶液中滴加过量稀盐酸, 有气泡产生, 若气体为二氧化碳或二氧化硫, 说明存在碳酸氢钠或亚硫酸钠或两者都有; 若气体为 NO, 则说明硝酸钠和亚硫酸钠均有; 步骤③: 取②的上层清液, 向其中滴加 BaCl_2 溶液, 有沉淀生成, 则沉淀为硫酸钡, 则说明含有硫酸钠或亚硫酸钠和硝酸钠。

【解析】若含有硝酸钠, 则不一定含有硫酸钠和碳酸氢钠, **A、B 错误**; 固体样品可能含有 Na_2SO_3 , **C 正确**; 若产生气体为 NO, NO 可以和空气中氧气反应生成红棕色二氧化氮气体, **D 错误**。

7. C 必刷题型 ①钒的重要化合物的制备及转化、物质分离与提纯综合应用

流程分析 钒渣 (含 V_2O_5 、 V_2O_3 、 Al_2O_3) 中的 V_2O_3 在“焙烧”过程中被氧气氧化为 V_2O_5 , 稀硫酸“酸浸”过后, 钒元素以 VO_2^+ 形式存在, Al^{3+} 在 pH 为 3.7 时才开始沉淀, 所以“滤渣”的成分仅为硫酸钙, “沉钒”过程中加入硫酸铵, VO_2^+ 转化为 NH_4VO_3 , 则“滤液”的成分为稀硫酸和硫酸铝溶液。

【解析】“焙烧”过程中钒和氧两种元素化合价都发生变化, **A 错误**; Al^{3+} 在 pH 为 3.7 时才开始沉淀, “酸浸”时 pH 为 2.5, 则“滤渣”中只含 CaSO_4 , 不含 $\text{Al}(\text{OH})_3$, **B 错误**; 根据分析, VO_2^+ 与 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 反应生成 NH_4VO_3 , **C 正确**; “滤液”中的溶质不仅有 H_2SO_4 , 还应有硫酸铝, **D 错误**。

8. B 必刷题型 ①实验方案、装置及评价

【解析】 NO_2 溶于浓硝酸的黄色与水合铜离子的蓝色叠加显绿色, 稀释后 NO_2 发生歧化反应, 溶液重新变为蓝色, **A 正确**; CH_3COOH 具有挥发性, 也能使苯酚钠溶液变浑浊, 应先用饱和 NaHCO_3 溶液洗气, **B 错误**; ③可防止 NH_3 倒吸, **C 正**



确;被浓硫酸灼伤应立即用大量水冲洗,然后用 3%~5% 的 NaHCO_3 溶液冲洗, **D 正确**。

9. A 必刷题型 ①实验方案设计与评价

【解析】黑色固体可能是 Na 与酒精灯燃烧产生的 CO_2 发生置换反应生成炭黑: $4\text{Na} + 3\text{CO}_2 \xrightarrow{\quad} 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{C}$, **A 正确**; 出现“ Na 反复从底部上浮到液面,又下沉到底部”的现象,首先是因为钠的密度比乙醇大而下沉,其次是因为在钠表面反应得到的氢气产生浮力而上浮,在反应过程中,溶液的密度其实是渐渐增大的,与实验现象关系不大, **B 错误**; 高浓度的 NaOH 溶液具有强碱性,但是没有漂白性,酚酞褪色是因为强碱环境中酚酞变成无色结构, **C 错误**; 热的苯酚水溶液自然冷却得到的浑浊液为乳浊液,不是得到苯酚晶体, **D 错误**。

10. D 必刷知识 ①高纯硅的制备

思路分析 锌和稀硫酸反应生成硫酸锌和氢气,氢气中含有水蒸气,通入浓硫酸干燥,用氢气排出装置内的空气后再加热石英管,将 SiHCl_3 放入烧瓶,烧瓶放入温度高于 31.8°C 的水槽中,将 SiHCl_3 汽化后与氢气在石英管中反应。

【解析】实验过程中,应先对 H_2 进行验纯再加热石英管,防止氢气不纯导致实验失败, **A 正确**; 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 SiHCl_3 自燃和水解, **B 正确**; 电负性: $\text{Cl} > \text{H} > \text{Si}$, 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 $\text{SiHCl}_3 + 7\text{NaOH} \xrightarrow{\quad} \text{Na}_4\text{SiO}_4 + 3\text{NaCl} + 3\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2 \uparrow$, **C 正确**; 装置Ⅲ的作用是使 SiHCl_3 汽化后与氢气在石英管中反应,不可使用冷水浴, **D 错误**。

11. B 必刷题型 ①从废旧电路板中回收金属锡

思路分析 废旧电路板(主要含有 Fe 、 Cu 、 SnO_2 、 PbO_2 、塑料等)粉碎后在空气中充分焙烧,铁转化为四氧化三铁,铜转化为氧化铜,再加入过量氢氧化钠溶液进行碱浸, SnO_2 、 PbO_2 与氢氧化钠溶液反应,过滤,向滤液中加入硫化钠,过滤,滤液 b 采用水热法得到 SnO_2 , SnO_2 和煤炭在高温条件下反应得到粗 Sn 。

【解析】废旧电路板“粉碎”的目的是焙烧时与 O_2 充分接触,使反应更充分, **A 正确**; 根据分析可知,焙烧后铁、铜转化为各自的氧化物,且不溶于碱,因此滤渣的主要成分为铁、铜的氧化物, **B 错误**; “水热法”过程中发生反应: $\text{SnO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{SnO}_2 \downarrow + 2\text{OH}^-$, **C 正确**; 若得到干燥的 PbS 和 S 的固体混合物 27.1 g , 根据反应 $\text{PbO}_3^{2-} + 2\text{S}^{2-} + 3\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\quad} \text{PbS} \downarrow + \text{S} \downarrow + 6\text{OH}^-$ 可知, PbS 和 S 是按照物质的量之比 $1:1$ 生成,则生成 0.1 mol 硫单质,反应①有 0.2 mol 电子转移, **D 正确**。

12. (1) 过滤、洗涤、干燥

(2) 隔绝空气,防止生成的草酸亚铁晶体被空气中的氧气氧化

(3) 打开 K_2 、关闭 K_3

(4) 球形干燥管 (5) 吸收二氧化碳

**(6) 缺少处理 CO 尾气的装置****必刷题型** ② 物质制备和性质探究的综合实验

思路分析 I. 制备草酸亚铁晶体的具体操作: 组装好装置后, 检验装置的气密性, 装入试剂后, 先打开 K_1 , 加入一定量稀盐酸, 同时关闭 K_2 、打开 K_3 , 装置 a 中反应进行一段时间生成的 H_2 可以排尽装置内的空气, 一段时间后, 打开 K_2 、关闭 K_3 , 装置 a 中生成的氯化亚铁溶液被生成的气体压入装置 b 中;

II. 装置 A 中草酸亚铁晶体发生分解, 利用无水硫酸铜检验水蒸气, 装置 B 检验二氧化碳, 装置 C 吸收二氧化碳, 装置 D 干燥气体, 装置 E、F 检验 CO。

【解析】(1) 装置 b 中氯化亚铁和草酸铵反应生成草酸亚铁, 由题干可知草酸亚铁晶体难溶于水, 故可通过过滤、洗涤、干燥得到草酸亚铁晶体。

(2) 草酸亚铁晶体具有较强还原性, 装置 c 的作用为隔绝空气, 防止生成的草酸亚铁晶体被空气中的氧气氧化。

(3) 由分析可知, 待装置 a 中反应进行一段时间后, 需要对开关进行的操作为打开 K_2 、关闭 K_3 。

(4) 盛放无水硫酸铜的仪器 M 的名称为球形干燥管。

(5) 由分析可知, 装置 C 的作用是吸收二氧化碳。

(6) 反应会产生 CO, 缺少处理 CO 尾气的装置。

(7) 装置 A 中 $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 受热分解, 装置 E 中黑色固体变为红色, 装置 F 中澄清石灰水变浑浊, 说明装置 A 中有 CO 生成, 装置 B 中澄清石灰水变浑浊, 说明有 CO_2 生成, 无水硫酸铜变为蓝色, 说明有 H_2O 生成, 装置 A 中残留 FeO, 则装置 A 中发生反应的化学方程式为 $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{FeO} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{CO} \uparrow$ 。

(8) $n(\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = \frac{54.0 \text{ g}}{180 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.3 \text{ mol}$, $n(\text{Fe}) = n(\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 0.3 \text{ mol}$, 已知 B 点时, 固体产物只含一种铁的氧化物, $m(\text{Fe}) = 0.3 \text{ mol} \times 56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 16.8 \text{ g}$, $m(\text{O}) = 23.2 \text{ g} - 16.8 \text{ g} = 6.4 \text{ g}$, $n(\text{O}) = 0.4 \text{ mol}$, $n(\text{Fe}) : n(\text{O}) = 0.3 \text{ mol} : 0.4 \text{ mol} = 3 : 4$, 所以 B 点铁的氧化物的化学式为 Fe_3O_4 。



(4) 2.0 调节溶液 pH 使 TiO^{2+} 沉淀完全

(5) 产生的 Fe^{3+} 催化 H_2O_2 的分解

(6) 消耗 H^+ , 使萃取反应的平衡逆向移动, 将 $\text{H}_2\text{V}_{10}\text{O}_{28}^{4-}$ 与萃取剂分离



必刷题型 有关铁及其化合物转化的流程分析

流程分析 钒钛磁铁矿精矿(主要成分为 Fe_3O_4 、 FeV_2O_4 、 TiO_2 和 SiO_2)“加压焙烧”过程中存在反应 $2\text{FeCl}_3(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{FeCl}_2(\text{s}) + \text{Cl}_2(\text{g})$, 生成的 Cl_2 会对钒钛磁铁矿精矿“二次氯化”, 将 FeV_2O_4 转化为 VO_2Cl 、 FeCl_2 ; 加入盐酸进行酸浸, VO_2Cl 转化为 VO_2^+ , TiO_2 转化为 TiO^{2+} , 浸出渣含 SiO_2 ; 加适量铁粉沉钛, 调节溶液 pH 使 TiO^{2+} 完全生成 $\text{TiO}(\text{OH})_2$ 沉淀; 加入 H_2O_2 将 Fe^{2+} 氧化成 Fe^{3+} ; 加入有机萃取剂 R_3N , VO_2^+ 先转化为 $\text{H}_2\text{V}_{10}\text{O}_{28}^{4-}$, 再与萃取剂 R_3N 结合进入有机相: $4\text{R}_3\text{N} + 4\text{H}^+ + \text{H}_2\text{V}_{10}\text{O}_{28}^{4-} \rightleftharpoons (\text{R}_3\text{NH})_4\text{H}_2\text{V}_{10}\text{O}_{28}$; 加酸化的 Na_2SO_4 溶液洗涤、分液; 有机相中加入 Na_2CO_3 溶液进行反萃取, 经一系列操作得 V_2O_5 ; 水相中加入 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 生成黄铵铁矾。

【解析】(1) 钛为 22 号元素, 其价层电子排布式为 $3\text{d}^2 4\text{s}^2$, 已知 FeV_2O_4 中 Fe 为 +2 价, 根据化合物中各元素的正、负化合价代数和为零, 则 V 的化合价为 +3 价。

(2) “加压焙烧”中 FeV_2O_4 经“二次氯化”转化为 VO_2Cl 和 FeCl_2 , V 由 +3 价升高到 +5 价, Cl 由 0 价降至 -1 价, 根据化合价升降守恒进行配平, 化学方程式为 $\text{FeV}_2\text{O}_4 + 2\text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{FeCl}_2 + 2\text{VO}_2\text{Cl}$ 。

(3) 根据分析可知, “酸浸”时, 产生的“浸出渣”的主要成分为 SiO_2 。

(4) 由 $K_{\text{sp}}[\text{TiO}(\text{OH})_2] = c(\text{TiO}^{2+})c^2(\text{OH}^-) = 1 \times 10^{-29}$, 及 TiO^{2+} 沉淀完全时 $c(\text{TiO}^{2+}) = 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 可知, $c(\text{OH}^-) = 1.0 \times 10^{-12} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \Rightarrow c(\text{H}^+) = 1.0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 即需要调节溶液的 pH 不低于 2.0; 加入适量铁粉的目的是调节溶液 pH 使 TiO^{2+} 沉淀完全。

(5) “氧化”时, 将 Fe^{2+} 氧化成 Fe^{3+} , H_2O_2 的使用量远大于理论计算量, 可能的原因为产生的 Fe^{3+} 催化 H_2O_2 的分解。

(6) Na_2CO_3 与 H^+ 反应, 消耗 H^+ , 使 $c(\text{H}^+)$ 降低, 使萃取反应的平衡逆向移动, 将 $\text{H}_2\text{V}_{10}\text{O}_{28}^{4-}$ 与萃取剂分离。

(7) “沉铁”时, 加入 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 生成黄铵铁矾的离子方程式为 $\text{NH}_4^+ + 3\text{Fe}^{3+} + 2\text{SO}_4^{2-} + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{Fe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6 \downarrow + 6\text{H}^+$ 。