

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. D 考查点 ▶ 实验安全

【解析】点燃可燃性气体前必须验纯,否则可能会发生爆炸,A 正确;灼烧固体时坩埚必须放在泥三角上,防止受热不均而炸裂,B

易错点

正确;燃着的酒精灯倾倒而着火,应用湿抹布覆盖以隔绝空气灭火,C 正确;苯酚沾到皮肤上,应立即用乙醇冲洗,再用水冲洗,不能用 70 ℃ 的热水冲洗,防止烫伤,D 错误。

2. B 考查点 ▶ 化学实验基本操作、Br₂ 的性质

【解析】银单质与氨水不反应,故不能用浓氨水溶解,可用稀硝酸溶解试管中的银镜,A 错误;H₂S 与 CuSO₄ 溶液反应产生 CuS 沉淀,而乙炔与 CuSO₄ 溶液不反应,故可用 CuSO₄ 溶液除去乙炔中的 H₂S 杂质,反应的离子方程式为 $\text{H}_2\text{S} + \text{Cu}^{2+} = \text{CuS} \downarrow + 2\text{H}^+$,B 正确;有些实验药品剩余时必须放回原试剂瓶,如 K、Na、白磷

关键点

等,C 错误;为避免液溴挥发,盛有液溴的棕色细口瓶中加水液封,溴具有氧化性,与橡胶发生反应,不能使用橡胶塞,应该使用

易错点

磨口玻璃塞,D 错误。

3. D 考查点 ▶ 氧化还原滴定、乙炔的实验室制法、乙酸乙酯制备实验、氨气的吸收基本操作

【解析】KMnO₄ 溶液具有强氧化性,会腐蚀碱式滴定管的橡胶管应装在酸式滴定管中,A 错误;电石会与水发生剧烈反应,放出大量的热,长颈漏斗无法控制加水速度,导致反应无法平稳进行,B 错误;制取乙酸乙酯时,导管不能接触饱和碳酸钠溶液的液面,应该在液面上,防止倒吸,C 错误;水的密度比四氯化碳小且和四氯化碳不互溶,所以水在四氯化碳的上面,四氯化碳和 NH₃ 不反应,也不溶解 NH₃,该装置既能够吸收易溶性气体,又能够防止倒吸,D 正确。

4. B 考查点 ▶ 氯气的实验室制法、化学实验基本操作、物质制备的探究

【解析】用图甲装置制备 Cl₂,浓盐酸和 MnO₂ 反应需加热,A 正确;配制一定浓度的稀硫酸时,要在烧杯中稀释,冷却至室温后转移至容量瓶,B 错误;大理石为难溶于水的块状固体,用图丙装置可制备 CO₂,C 正确;过量氯化钠和少量硝酸银反应生成白色氯化银沉淀,再滴入少量 KI 溶液,白色的氯化银沉淀转化为黄色的碘化银沉淀,发生了沉淀的转化,D 正确。

5. B 考查点 ▶ 化学实验基本操作

【解析】用 HCl 标准溶液滴定 NaOH 溶液时,眼睛应注视锥形瓶中的溶液,以便根据溶液颜色的变化快速判断滴定终点,A 正确;配制一定物质的量浓度的 KCl 溶液时,玻璃棒底端应该抵在容量瓶刻度线以下,定容阶段,当液面在刻度线以下 1~2 cm 时,应改用胶头滴管滴加蒸馏水,B 错误;NaCl 的溶解度随温度升高变化不明显,从 NaCl 溶液中获得 NaCl 晶体采用蒸发结晶的方

法, C 正确; 浓硫酸的密度比水的密度大, 稀释浓硫酸放热, 故稀释浓硫酸时应将浓硫酸沿烧杯壁缓慢倒入盛有水的烧杯中, 并用玻璃棒不断搅拌, D 正确。

刷实验 B

1. A 考查点 ▶ 实验安全

【解析】金属镁能在二氧化碳中燃烧, 生成氧化镁和碳单质, 所以制备金属镁的电解装置失火时, 不能用二氧化碳灭火器灭火, A 错误; 蒸馏实验时, 为了防止暴沸, 要加碎瓷片, 若忘记加碎瓷片, 应停止加热, 冷却后补加, 继续蒸馏, B 正确; 金属汞有毒, 在常温下能和 S 反应, 若不慎将金属汞洒落在桌面上, 应尽量收集至密封的试剂瓶中, 剩下的立刻撒上硫粉处理, C 正确; 轻微割伤时, 为防止感染, 可用药棉清理伤口, 然后用碘酒擦洗, 最后用创可贴外敷, D 正确。

易错点

片, 应停止加热, 冷却后补加, 继续蒸馏, B 正确; 金属汞有毒, 在常温下能和 S 反应, 若不慎将金属汞洒落在桌面上, 应尽量收集至密封的试剂瓶中, 剩下的立刻撒上硫粉处理, C 正确; 轻微割伤时, 为防止感染, 可用药棉清理伤口, 然后用碘酒擦洗, 最后用创可贴外敷, D 正确。

2. C 考查点 ▶ 化学实验基本操作、浓硫酸和 Cu 的反应

【解析】二氧化硫的密度比空气大, 收集装置的导管应该长进短出, A 错误; 反应后的混合物中含有浓度较大的硫酸, 稀释该混合物时, 要将混合物沿烧杯内壁缓慢加入水中, 并用玻璃棒不断搅拌, B 错误; 过滤时用玻璃棒引流, 防止液体飞溅, 图示操作符合过滤中的“一贴、二低、三靠”原则, C 正确; 将硫酸铜溶液蒸发浓缩、冷却结晶得到胆矾, 蒸干会得到无水硫酸铜, 且蒸发结晶应在蒸发皿中进行, D 错误。

3. C 考查点 ▶ 化学实验基本操作、苯的溴代实验探究、盐类水解的应用、中和反应反应热的测定

【解析】为了使反应物快速反应, 需要使用玻璃搅拌器搅拌, 图中缺少玻璃搅拌器, A 错误; 产生的气体中含有挥发出来的溴蒸气, 也能与硝酸银反应生成 AgBr 沉淀, 因此检验 HBr 前应除去溴单质, B 错误; 将 $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ 晶体脱水得到无水氯化镁应在 HCl 气氛中加热, 以抑制氯化镁水解, 同时用盛有无水氯化钙的干燥管防止尾气处理装置中的水分进入, 并用尾气处理装置处理 HCl, C 正确; 瓷坩埚中的二氧化硅会与 NaOH 反应, 仪器选择不合理, 应使用铁坩埚, D 错误。

4. D 考查点 ▶ 化学实验基本操作

【解析】灼烧海带时使用的坩埚应该放在泥三角(有很好的绝热性能)上, 而不能直接放在铁圈上(受热不均易炸裂), A 错误; 在室温下, 铁遇浓硫酸会发生钝化而不能进一步发生反应, 因此不能用浓硫酸溶解废铁屑, 应该使用稀硫酸溶解废铁屑, B 错误; CH_2Cl_2 和 CCl_4 是互溶的、沸点不同的液体混合物, 应该采用蒸馏的方法进行分离, 蒸馏时, 温度计的水银球应放在蒸馏烧瓶支管口处, 不能插入溶液中, C 错误; 铜与浓硫酸加热, 反应生成 SO_2 , SO_2 具有漂白性, 能使品红溶液褪色, D 正确。

5. C 突破点 ▶ 化学实验基本操作, 物质分离、提纯的综合应用, 蒸馏与分馏, 有机物的制备

【解析】甲醇等物质对人体有害, 反应须在通风橱中进行, A 正确; 减压蒸馏除去低沸点的 CH_3OH 、5-氧代己酸甲酯和 DMF, 可以提纯中间产物, B 正确; 因为盐酸具有挥发性, 减压蒸馏后不能趁热加入盐酸, C 错误; 1,3-环己二酮不溶于水, 故可用少量冰水洗涤产物, 以除去盐酸等杂质, D 正确。

(二) 物质的检验与鉴别

刷实验 A

1. D 考查点 ▶ 物质检验和鉴别基本方法的选择及应用

【解析】 CO_2 能使澄清石灰水变浑浊, O_2 不能, 可鉴别, A 正确; Na 元素的焰色为黄色, K 元素的焰色为紫色 (透过蓝色钴玻璃观察), 能鉴别, B 正确; K_2SO_3 具有还原性, 与硝酸发生氧化还原反应有 NO 气体生成, 其遇到空气变红棕色, KCl 与硝酸不反应, 能鉴别, C 正确; 向 Na_2CO_3 溶液和 AgNO_3 溶液中分别滴加 CaCl_2 溶液, 都产生白色沉淀, 现象相同, 不能鉴别, D 错误。

2. A 考查点 ▶ 醛基与新制氢氧化铜的反应, 蛋白质、有机物的检验

【解析】乙醇与水混溶, 苯与水混合后, 有机层在上层, 四氯化碳与水混合后, 有机层在下层, 现象不同, 可以鉴别, A 错误; 麦芽糖分子中含 $-\text{CHO}$, 为还原糖, 蔗糖不是还原糖, 故用新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 可以鉴别蔗糖和麦芽糖, B 正确; 通过 X 射线衍射实验可以测定 CH_3COOH 分子中的键长、键角等, C 正确; 蚕丝的主要成分为蛋白质, 蛋白质灼烧产生烧焦羽毛的气味, 人造丝是一种人造纤维, 灼烧产生烧纸气味, 根据灼烧产生的气味可以鉴别蚕丝与人造丝, D 正确。

关键点

3. D 考查点 ▶ 卤素离子的检验

【解析】实验 1 和 2 控制单一变量, 硝酸浓度为变量, 但都产生了白色沉淀, 所以实验 1 和 2 说明硝酸浓度不影响 Cl^- 的检验, A 正确; 氯离子和碘离子与稀硝酸酸化的 AgNO_3 溶液都能产生沉淀, 但颜色不同, 说明卤素离子可用稀硝酸酸化的 AgNO_3 溶液检验, B 正确; 实验 2 中氯离子未被浓硝酸氧化, 实验 4 中碘离子被浓硝酸氧化成 I_2 , 卤素离子的变化导致异常现象的产生, C 正确; 题述实验未用溴离子进行反应, 无法推出该结论, D 错误。

4. D 考查点 ▶ 离子反应在化合物组成的分析、鉴定中的应用, 离子的检验, 探究物质组成

思路分析

①将 X 加入足量水中, 得到不溶物 Y 和溶液 Z, Y 中含有 Fe、FeO、CuO、 MnO_2 中的一种或若干种; ②取少量 Y 加入足量浓盐酸, 加热, 产生黄绿色气体, 并有少量红色不溶物, 黄绿色气体为 Cl_2 , 红色不溶物为 Cu, 说明 Y 中一定含有 Fe、CuO、 MnO_2 ; ③用玻璃棒蘸取溶液 Z 于 pH 试纸上, 试纸呈蓝色, 说明溶液呈碱性, 则溶液 Z 中一定含有 K_2CO_3 , 可能含有 KCl; ④向溶液 Z 中滴加 AgNO_3 溶液, 生成白色沉淀, 该沉淀一定含有碳酸银, 可能含有氯化银。综上所述, X 中一定含有 Fe、CuO、 MnO_2 、 K_2CO_3 , 不能确定是否含有 KCl、FeO。

【解析】由思路分析可知, X 中一定含有 Fe、CuO、 MnO_2 、 K_2CO_3 , 不能确定是否含有 KCl、FeO, A、B、C 正确; 若向④生成的白色沉淀中滴加过量稀盐酸, 因为加入稀盐酸时引入了 Cl^- , 则沉淀不完全溶解, 不能得出 X 中一定含有 KCl, D 错误。

5. B 考查点 ▶ 限定条件下的离子共存、常见阴离子的检验

思路分析

向试液中加入过量的稀硫酸无明显现象,说明原试液中不含 CO_3^{2-} 和 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$;再加入过量硝酸钡溶液后有气体 M 和沉淀 A 生成,则沉淀 A 为硫酸钡,硝酸根离子在酸性条件下有强氧化性,生成气体,所提供的离子中只有 Fe^{2+} 有还原性,则原试液中一定有 Fe^{2+} ;再加入过量 NaOH 溶液有气体 N 和沉淀 B 生成,沉淀 B 中一定有 $\text{Fe}(\text{OH})_3$,可能含有的离子中与碱反应生成的气体是 NH_3 ,则一定存在铵根离子。因为所含离子浓度均为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,原试液中一定含有的阳离子为 Fe^{2+} 和 NH_4^+ ,根据溶液电中性,原试液中一

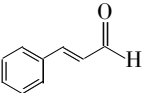
关键点

定含有的阴离子为 SO_4^{2-} 和 Cl^- ,一定不含 K^+ 和 Al^{3+} ,最后通入 CO_2 产生的沉淀 C 是 BaCO_3 。

【解析】根据思路分析可知,原试液中一定含有 SO_4^{2-} 、 NH_4^+ 、 Fe^{2+} 、 Cl^- ,一定不含 Al^{3+} 、 K^+ 、 CO_3^{2-} 、 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$,A 错误、B 正确;沉淀 C 只有 BaCO_3 ,C 错误;气体 M、N 分别为 NO 和 NH_3 ,在一定条件下反应可以生成氮气,氮的固定指氮元素由游离态变成化合态,D 错误。

刷实验 B

1. D 考点 ▶ 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 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 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 Fe^{3+} ,C 错误;取少量溶液滴加 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 NH_4^+ ,D 正确。

2. B 考点 ▶ 氧化性强弱的比较、 Fe^{2+} 的鉴别、常见阴离子的检验

【解析】 Fe_2O_3 和 Fe_3O_4 中均含有 +3 价铁,与稀盐酸反应后均能得到 Fe^{3+} ,滴加 NaOH 溶液均产生红褐色沉淀,若 Fe_2O_3 剩余,则也会有红褐色沉淀生成,A 错误。向 FeCl_3 溶液中滴加淀粉碘化钾溶液后,溶液变蓝说明 I^- 被氧化成 I_2 ,氧化剂为 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 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 CO_2 ,也可能是 SO_2 ,或是两者混合,则溶液中可能含有 CO_3^{2-} ,也可能含有 SO_3^{2-} ,D 错误。

3. C 考点 ▶ 离子的检验与推断

思路分析

用干净的铂丝蘸取待测液,在酒精灯外焰上灼烧,火焰为黄色,说明废水中含 Na^+ ;向待测液中滴入足量 NaOH 溶液,产生白色沉淀,说明废水中含 Mg^{2+} ,一定不存在 CO_3^{2-} 、 Cu^{2+} 、 Fe^{3+} ;向待测液中加入足量 BaCl_2 溶液,产生白色沉淀,说明废水中含 SO_4^{2-} 。

【解析】由思路分析可知,废水中不含有 CO_3^{2-} 、一定含有 SO_4^{2-} ,实验③中的白色沉淀只能是 BaSO_4 ,A、B 正确;根据题中三个实验无法确定是否含有 K^+ ,C 错误;若实验②得到的沉淀 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、实验③得到的沉淀 BaSO_4 的物质的量均为 1 mol ,废水中 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 的物质的量均为 1 mol ,同时废水中还有 Na^+ ,根据溶液呈电

中性判断,废水中一定含有 NO_3^- ,D 正确。

4. C 考查点 ▶ 焰色试验、离子的检验

思路分析

无色溶液中一定不存在有色离子 Fe^{3+} 、 Cu^{2+} ;

①pH 试纸检验,溶液呈碱性,说明溶液中存在弱酸根离子 CO_3^{2-} ;②取少量原溶液,加入过量的 BaCl_2 和稀盐酸的混合溶液,无白色沉淀生成,说明溶液中一定不存在 SO_4^{2-} ;③另取少量原溶液,向溶液中滴加足量氯水,再加入 CCl_4 振荡,静置后 CCl_4 层呈橙红色,说明生成溴单质,溶液中一定存在 Br^- ;④将③静置后的溶液用分液漏斗分液,取上层溶液,加入 AgNO_3 和 HNO_3 的混合溶液,有白色沉淀产生,由于加入氯水时引入了 Cl^- ,故无法确定原溶液中是否存在 Cl^- ;⑤用洁净的铂丝蘸取少量原溶液灼烧,火焰呈黄色,说明溶液中一定存在 Na^+ ,无法确定是否含有 K^+ 。

【解析】根据思路分析可知,溶液中一定不存在 Fe^{3+} 、 Cu^{2+} 、 SO_4^{2-} ,一定存在 Na^+ 、 CO_3^{2-} 、 Br^- ,A、B 正确,C 错误;无法确定原溶液中是否存在 K^+ ,若要确定原溶液中是否存在 K^+ ,则步骤⑤中还需透过蓝色钴玻璃观察火焰颜色,D 正确。

5. D 突破点 ▶ 离子的推断

思路分析

由于溶液为无色,则一定不存在 Fe^{3+} 、 Ag^+ 和所提供阴离子均不共存,则一定不存在 Ag^+ ;溶液中加入过量溴化氢, $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 在酸性环境中歧化生成 S 和 SO_2 ,而 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 与 Al^{3+} 和 NH_4^+ 发生双水解反应而不能共存,即溶液中一定含 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$,一定不含 Al^{3+} 、 NH_4^+ ,根据溶液电中性,一定存在 Na^+ ;溶液甲中含有的过量溴化氢与碳酸氢铵反应,生成的气体乙为二氧化碳,白色沉淀乙只能为氢氧化铝,说明原溶液中一定含有 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$;溶液乙与过量氢氧化钡溶液共热,生成的气体丙为氨气,白色沉淀丙为碳酸钡或硫酸钡,但由于白色沉淀丙能与 CO_2 完全反应,故原溶液中不含 SO_4^{2-} ,但由于加入的 NH_4HCO_3 能和 OH^- 反应生成 CO_3^{2-} ,故不能确定原溶液是否含 CO_3^{2-} 。综上,溶液中一定存在的离子为 Na^+ 、 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ 、 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$,一定不存在的离子为 Ag^+ 、 Al^{3+} 、 NH_4^+ 、 Fe^{3+} 、 SO_4^{2-} ,可能存在的离子为 CO_3^{2-} 。

【解析】由于 Ag^+ 不存在,故沉淀甲不可能为 AgBr ,A 正确;原溶液中一定含 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$,可能含 CO_3^{2-} ,故气体甲中一定含 SO_2 ,还可能含 CO_2 ,B 正确;溶液中一定存在的离子有 Na^+ 、 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ 、 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$,C 正确;在溶液甲中含过量的 H^+ ,则生成气体乙的途径有: $\text{Al}^{3+} + 3\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{CO}_2 \uparrow$ 、 $\text{H}^+ + \text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$,D 错误。

(三) 物质的分离与提纯

刷实验 A

1. D 考查点 ▶ 物质分离、提纯或鉴别

【解析】灼热的铜网与 O_2 反应生成 CuO ,可以除去 N_2 中的 O_2 ,A 正确;苯酚与碳酸氢钠溶液分层,可以用分液漏斗分离,B 正确;甲酸与新制的氢氧化铜加热后有砖红色沉淀生成,乙酸与新制的氢氧化铜反应得到蓝色溶液,C 正确;2-甲基丙烷和丙酮的相对分子质量均为 58,质谱法可以直接获得相对分子质量,故无法

用质谱法鉴别 2-甲基丙烷和丙酮, D 错误。

2. C 考查点 ▶ 物质分离、提纯综合应用

思路分析

NaCl 粗品中的 Ca^{2+} 用 Na_2CO_3 溶液除去, Mg^{2+} 用 NaOH 溶液除去, SO_4^{2-} 用 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 Ba^{2+} , 过滤后加稀盐酸调节 pH 除去多余的 Na_2CO_3 和 NaOH, 最后将滤液蒸发至有大量固体析出, 趁热过滤, 让 K^+ 留在母液中, 对沉淀进行洗涤、干燥即得 NaCl 纯品。

【解析】除去 SO_4^{2-} 用 BaCl_2 溶液, 过量的 BaCl_2 溶液可以使 SO_4^{2-} 完全沉淀, 多余的 Ba^{2+} 可以用 Na_2CO_3 溶液除去, A 正确; Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 分别用 Na_2CO_3 、NaOH、 BaCl_2 溶液除去, 生成 CaCO_3 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 BaSO_4 沉淀, 过滤除去, B 正确; 稀盐酸在过滤后再加入, 防止生成的沉淀溶解, C 错误; 过滤后加入稀盐酸调节滤液的 pH, 后蒸发至大量固体析出, 趁热过滤、洗涤、干燥后即得 NaCl 纯品, K^+ 留在母液中, D 正确。

3. C 考查点 ▶ 硝酸的强氧化性, 沉淀转化, 物质分离、提纯的常见化学方法

【解析】稀硝酸与铁、铜均反应, 应该用磁铁吸收铁屑的方法, A 错误; NaHSO_3 溶液中, 亚硫酸氢根离子的电离程度大于水解程

易错点

度, 但因亚硫酸氢根离子的电离程度较小, 故无法用滴定法测定, B 错误; 硫酸钙与碳酸钠反应, 转化为更难溶的碳酸钙, 再加入稀盐酸, 碳酸钙溶解, C 正确; 乙醇与乙酸乙酯不分层, 不能直接分液分离, D 错误。

4. D 考查点 ▶ 物质分离、提纯的常见化学方法

【解析】NaOH 溶液会与乙酸乙酯发生反应, 应该用饱和碳酸钠溶液, A 错误; 氨气与水直接接触会发生倒吸, 应将水放在上层, 下层可选择 CCl_4 等, B 错误; CO_2 会与 Na_2CO_3 溶液反应, 应该用饱和 NaHCO_3 溶液, C 错误; 安全漏斗的中间部分可以积留一部分液体, 起到液封的作用, 该装置可以用于制备二氧化碳, D 正确。

5. C 考查点 ▶ 电解原理、海水淡化、蒸馏与分馏

【解析】甲利用太阳能将水汽化, 然后冷凝得到淡水, 原理是蒸馏, A 正确; 乙利用的是不同孔径的膜允许不同粒径的微粒透过, 达到分离的目的, 原理与过滤相同, B 正确; 丙中两树脂若交换位置, 则先交换出的 OH^- 会与钙、镁离子生成沉淀, 堵塞交换柱, C 错误; 由丁装置图中离子迁移方向可知, X 中的离子通过交换膜转移走, Y 中富集离子, D 正确。

刷实验 B

1. B 考查点 ▶ 氨气的实验室制法、盐类水解的理解及应用、气体除杂、萃取和分液

【解析】浓氨水能与生石灰反应生成氨气, 碱石灰能用于干燥碱性气体氨气, A 正确; 六水合氯化铁在氮气氛围中加热会因氯化氢挥发使水解平衡不断右移, 最终得到氢氧化铁, 不能制得无水氯化铁, B 不正确; 氯化氢能与碳酸氢钠反应生成氯化钠、二氧化碳和水, 二氧化碳不溶于饱和碳酸氢钠溶液, C 正确; 四氯化碳与水不互溶, Br_2 在 CCl_4 中的溶解度远大于在水中的溶解度, CCl_4 密度比水大, 能萃取溴水中的溴, D 正确。

关键点拨

浓氨水与生石灰制氨气的原理

加入 CaO 后,一方面 CaO 与水反应: $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$, 消耗了水,生成了 OH^- ,使浓氨水中的平衡: $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 正向移动,有利于 NH_3 生成。另一方面 CaO 吸水放出大量热,有利于 NH_3 逸出溶液体系。

2. B 考查点 ▶ 物质分离、提纯的综合应用

【解析】“酸溶”过程中 H_2SO_4 不宜过量太多,避免“调 pH”时消耗更多的氨水,A 正确; $\text{MgSiO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{MgSO}_4 + \text{H}_2\text{SiO}_3$, “滤渣 1”的主要成分为 H_2SiO_3 , B 错误;“萃取分液”过程中所用的玻璃仪器为分液漏斗和烧杯,C 正确;用氨水调 pH 时 Mg^{2+} 不能沉淀而 Al^{3+} 完全沉淀,故需要调至 $5.0 \leq \text{pH} < 8.5$, D 正确。

3. C 考查点 ▶ 常见气体的制备与除杂、乙醇制乙烯的实验

【解析】浓盐酸和 MnO_2 在加热条件下制备的 Cl_2 中含有 HCl ,除去 Cl_2 中的 HCl 应该用饱和食盐水,而不是 NaOH 溶液,A 错误;浓硝酸具有强氧化性,能将 Na_2SO_3 氧化为 Na_2SO_4 ,故不能用浓硝酸和 Na_2SO_3 制备 SO_2 ,而应该用 70% 浓硫酸和 Na_2SO_3 来制备 SO_2 , B 错误;实验室用稀盐酸和 CaCO_3 制备 CO_2 ,此时 CO_2 中含有少量的 HCl 杂质,可用饱和 NaHCO_3 溶液除去,C 正确;实验室可以将浓硫酸和无水乙醇的混合液迅速加热到 170°C 来制备乙

关键点

烯,这样制得的乙烯中含有 SO_2 、 CO_2 和乙醇蒸气等杂质,应该用 NaOH 溶液来除杂,但装置中缺少温度计,D 错误。

4. C 考查点 ▶ 物质的分离与提纯的综合应用

思路分析

向含锌废液(主要成分为 ZnSO_4 ,还含有少量的 Fe^{2+} 、 Mn^{2+} ,溶液 $\text{pH} \approx 5$) 中加入 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$,由于 $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ 具有强氧化性,可将 Mn^{2+} 氧化为 MnO_2 ,反应的离子方程式为 $\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + \text{MnO}_2 \downarrow$,同时可将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ;为了不引入新杂质,可在体系中加入 ZnO 、 ZnCO_3 等物质调节 pH,将 Fe^{3+} 沉淀完全,最后加入碳酸氢铵和氨水,可将体系中的 Zn^{2+} 转化为 ZnCO_3 。

【解析】根据 $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ 的结构可知, $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ 中含有过氧键,即中间的 2 个 O 为 -1 价,发生反应时 S 元素的化合价没有发生变化,未得到电子,A 错误;为了不引入新杂质,可在体系中加入 ZnO 、 ZnCO_3 等物质调节 pH,因 Zn 可将 Fe^{3+} 还原为 Fe^{2+} ,增加了除杂的难度,不能使用 Zn, B 错误;“沉锌”时,加入碳酸氢铵和氨水,可将体系中的 Zn^{2+} 转化为 ZnCO_3 ,反应的离子方程式为 $\text{Zn}^{2+} + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{HCO}_3^- \longrightarrow \text{NH}_4^+ + \text{ZnCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$, C 正确;开始时加入了 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$,引入了 Na^+ ,加入碳酸氢铵和氨水,引入了 NH_4^+ ,沉锌时 Zn^{2+} 主要转化为 ZnCO_3 , $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 不会大量存在,故滤液中一定大量存在的阳离子有 Na^+ 和 NH_4^+ , D 错误。

5. C 考查点 ▶ 影响化学平衡的因素,物质分离、提纯的综合应用,蒸发与结晶

【解析】 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 Cl^- 的浓度,使平衡向 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 $10 \sim 20^\circ\text{C}$ 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。

6. C 考点 ▶ 金属混合物的分离实验流程分析

【解析】将 CPU 针脚粉碎,增大与 HNO_3 和水的接触面积,可加速溶解,A 正确;除杂和溶金步骤中会生成有毒气体二氧化氮、一氧化氮,需在通风橱中进行,B 正确;由图示可知,富集后减压过滤得到的固体经还原、倾析后得到金粉,则富集后 $\text{K}[\text{AuBr}_4]$ 主要存在于滤渣中,C 错误;还原步骤中 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ (S 为 +4 价) 作还原剂 $\text{K}[\text{AuBr}_4]$ 被还原得到金属单质金,硫元素的化合价升高,反应过程中有 SO_4^{2-} 生成,D 正确。

7. C 突破点 ▶ 氢键对物质性质的影响,物质分离、提纯的综合应用,物质制备的探究

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,干燥的空气流入毛细管对圆底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,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】结合题意可知,纯化过程中需要严格控制水分,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;五氧化二磷可作为干燥剂,空气经干燥后经过毛细管进入圆底烧瓶中,可以防止液体暴沸,还具有搅拌和加速水逸出的作用,B 正确;结合思路分析可知,蒸馏过程中水蒸发逸出,且为减压蒸馏,则蒸馏的温度应低于 100°C ,采用水浴加热的方式即可,C 错误;磷酸的

结构简式为 $\text{HO}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{OH}}{\text{P}}}-\text{OH}$,分子中含羟基,与水分子形成氢键,使

得磷酸中少量的水极难除去,D 正确。

8. (1) ① $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow$ ② 焦炭燃烧放热,为 CaCO_3 分解提供热量;生成的 CO_2 可用于沉钙,实现资源的充分利用

(2) ① $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}^+$ ② $\text{CaO} + 2\text{NH}_4\text{Cl} = \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ [或 $\text{CaO} + 2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{O} = \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 或 $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$]

(3) $\text{Mg}(\text{OH})_2$

(4) ① $\text{Ca}^{2+} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O}$ (或 $\text{Ca}^{2+} + 2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NH}_4^+$) ② 溶浸温度较高时产生的氨气挥发,沉钙时溶液中氨气的浓度减小,吸收二氧化碳的能力下降,沉钙收率降低

(5) “精制”时,由于 $K_{\text{sp}}[\text{Mg}(\text{OH})_2] < K_{\text{sp}}[\text{Ca}(\text{OH})_2]$,加入 CaO 后, Mg^{2+} 通过反应 $\text{Mg}^{2+} + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{Ca}^{2+}$ 被从溶液中沉淀去除[或 Mg^{2+} 比 Ca^{2+} 更易形成 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀,从而从溶液中去掉]; “沉钙”时,由于 $K_{\text{sp}}(\text{CaCO}_3) < K_{\text{sp}}(\text{MgCO}_3)$,且溶液中 $c(\text{Mg}^{2+})$ 远小于 $c(\text{Ca}^{2+})$,因此优先产生 CaCO_3 沉淀, Mg^{2+} 则不易在此过程中沉淀

考查点 ▶ 物质制备的探究,溶度积及其应用,物质分离、提纯的综合应用

思路分析

原料碳酸钙(含少量镁的化合物)煅烧后分解生成氧化钙和二氧化碳,气体为二氧化碳,固体 A 为 CaO 和含少量镁的化合物,加入 NH_4Cl 浸取, NH_4Cl 溶液显酸性,主要发生反应: $\text{CaO} + 2\text{NH}_4\text{Cl} \rightleftharpoons \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$,溶液 B 中含有的金属阳离子有钙离子、镁离子,加入 CaO 消耗 H^+ 使 Mg^{2+} 水解平衡正向移动,得到滤渣 C 的主要成分是 $\text{Mg}(\text{OH})_2$,向溶液 D 中通入 CO_2 得到高纯碳酸钙。

【解析】(1)①碳酸钙高温煅烧生成氧化钙和二氧化碳,化学方程

式为 $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow$ 。②由实验流程可知,煅烧时,将原料碳酸钙与焦炭按一定比例混合,连续鼓入空气,使焦炭完全燃烧,焦炭燃烧放热,为碳酸钙分解提供能量,促进分解反应的发生,生成的 CO_2 可用于沉钙,实现资源的充分利用。

(2)① NH_4Cl 溶液呈酸性,是因为铵根离子水解生成 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 和氢离子: $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}^+$ 。②溶浸时 CaO 与氯化铵反应生成氯化钙、氨气和水,其化学方程式为 $\text{CaO} + 2\text{NH}_4\text{Cl} \rightleftharpoons \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 或 $\text{CaO} + 2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 或 $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

(3)溶浸后,溶液 B 中含有的金属阳离子有 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} ,加入氧化钙,氧化钙和水反应生成氢氧化钙,由于 $K_{\text{sp}}: \text{Mg}(\text{OH})_2 < \text{Ca}(\text{OH})_2$,则 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 转化为 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀,故滤渣 C 的主要成分为 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 。

(4)①溶液 D 中含生成的氨水,沉钙反应中通入二氧化碳,钙离子、氨水、二氧化碳反应生成碳酸钙沉淀和铵根离子,离子方程式为 $\text{Ca}^{2+} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O}$ 或 $\text{Ca}^{2+} + 2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NH}_4^+$ 。②若溶浸温度较高($>90^\circ\text{C}$),沉钙时高纯碳酸钙的收率降低,原因是氨水具有挥发性,溶浸温度较高时氨气挥发,沉钙时溶液中氨气的浓度减小,吸收二氧化碳的能力下降,沉钙收率降低。

(四) 化学实验方案设计与评价

刷实验 A

1. C 考查点 ▶ 化学实验方案的设计与评价,钠与水的反应, NO_2 的制备与收集, HCl 的制备,氯、溴、碘氧化性强弱的比较

【解析】 Na 与 H_2O 反应有 H_2 生成,也能使注射器活塞向右移动, A 错误; NO_2 能与水反应生成 NO ,不能用排水法收集 NO_2 , B 错误;浓硫酸具有吸水性,且吸水时放热,能使 HCl 挥发,故可用图丙装备制备少量干燥的 HCl 气体, C 正确;氯气也能与碘化钾反应生成碘单质,从而使淀粉- KI 溶液变为蓝色,故图丁装置不能证明氧化性: $\text{Br}_2 > \text{I}_2$, D 错误。

2. A 考查点 ▶ Fe^{2+} 的检验,亚硝酸钠和氯化钠的鉴别,乙醇溶液的浓缩,实验室制备乙酸乙酯

【解析】溴可氧化亚铁离子,溴的 CCl_4 溶液颜色变浅或消失,则 FeCl_3 溶液中含 Fe^{2+} ,反之不含, A 正确;分别向 NaNO_2 和 NaCl 溶液中滴入几滴甲基橙,溶液均为黄色,不能鉴别, B 错误; CaO 与水反应生成氢氧化钙,应蒸馏分离,不能过滤,过滤不能除去微溶于乙醇的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$, C 错误;酯化反应需要浓硫酸作催化剂、吸水剂,不能使用稀硫酸, D 错误。

3. A 考查点 ▶ 氯气的实验室制法、氨气的实验室制法、铝离子与碱溶液反应、实验方案设计

【解析】 CO_2 与 BaCl_2 不反应, A 错误; CaO 与水反应放热, 使 NH_3 逸出, NH_3 能与 AlCl_3 溶液反应产生 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀 (NH_3 过量也不溶解), B 正确; 浓盐酸与 KMnO_4 反应生成 Cl_2 (其中也含有挥发的 HCl), 能使 AgNO_3 溶液变浑浊, C 正确; 稀硫酸与 FeS 反应生成 H_2S , H_2S 与 CuSO_4 溶液反应生成 CuS 沉淀, D 正确。

4. C 考点 ▶ 氮化锂的实验室制备, 纯净、干燥的 Cl_2 的制备, 实验方案评价

思路分析

由题意可知装置甲用于制取氮气, 装置乙用于干燥氮气, 装置丙用于制备氮化锂, 装置丁用于吸收空气中的水蒸气, 避免锂、氮化锂与水蒸气反应。

【解析】由题意知, 该实验可制取氮化锂, 装置甲的目的是制取氮气, 装置甲中发生反应: $\text{NaNO}_2 + \text{NH}_4\text{Cl} \xrightarrow{\Delta} \text{NaCl} + \text{N}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, A 正确; 实验中先点燃甲处酒精灯, 利用装置甲反应生成的氮气排尽装置内的空气, 再点燃丙处酒精灯, 防止装置内的空气将锂氧化, B 正确; 若制备纯净、干燥的氯气, 需要除去氯气中的氯化氢气体以及干燥氯气, 除了装置甲和乙外, 还需要增加一个装置, C 错误; 装置丁的作用是吸收空气中的水蒸气, 防止空气中的水蒸气进入装置丙与锂及氮化锂反应, D 正确。

5. D 考点 ▶ 盐类水解规律理解及应用, 简单配合物的稳定性, 化学实验方案的设计与评价

【解析】钠燃烧生成的过氧化钠可以与水反应产生气体, 若固体粉末中含有钠, 则钠与水反应时也会有气体生成, 故有气体生成不能说明固体一定为过氧化钠, A 错误。 $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 溶液中醋酸根离子和铵根离子相互促进水解, 但由于醋酸和 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的电离平衡常数相同, 故溶液为中性, B 错误。当 CuCl_2 浓度较小时, 溶液中 $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ 浓度相对大, 因此溶液呈蓝色; 当 CuCl_2 溶液浓度较大时, 溶液中的 Cl^- 浓度大, 因而 $[\text{CuCl}_4]^{2-}$ 浓度大, 溶液颜色靠近黄色而呈黄绿色; 在中等浓度的 CuCl_2 溶液中, $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ 与 $[\text{CuCl}_4]^{2-}$ 浓度相当, 溶液呈现黄色和蓝色的复合色——绿色, 因此溶液变绿说明 $[\text{CuCl}_4]^{2-}$ 浓度增大, 即升高温度, 平衡正向移动, C 错误。亮黄色的工业盐酸中存在平衡: $[\text{FeCl}_4]^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + 4\text{Cl}^-$, 向盐酸中滴加几滴硝酸银饱和溶液, 溶液中的氯离子与滴入的银离子反应生成氯化银白色沉淀, 溶液中的氯离子浓度减小, 平衡正向移动, $[\text{FeCl}_4]^-$ 的浓度减小, 溶液的亮黄色逐渐变浅, 说明在高浓度氯离子的条件下 $[\text{FeCl}_4]^-$ 才能稳定存在, D 正确。

6. D 考点 ▶ 卤代烃的消去反应、酸性的比较、乙炔的制备、化学实验方案的设计与评价

【解析】氢氧化钠醇溶液中挥发的醇也能使酸性高锰酸钾溶液褪色, 故不能证明①试管中一定发生了消去反应生成不饱和烃, A 错误。若③中生成乙酸, 也无明显现象, 则③中无明显现象不能说明乙酸酸性强于碳酸; ④中溶液变浑浊, 说明碳酸酸性强于苯酚, B 错误。电石中含杂质, 制备的乙炔中含有 H_2S 等还原性物质能使溴水褪色, 不能证明是产生的乙炔使溴水褪色, C 错误。乙醇、水均可与钠反应产生氢气, ⑥中产生气体的速率比⑤慢, 是因为乙醇中的乙基对羟基有影响, 使 $\text{O}-\text{H}$ 键不容易断裂, D 正确。

7. (1) $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

(2) 饱和 NaHCO_3 溶液

(3) 干燥 CO_2

(4) ②

(5) $g \rightarrow h \rightarrow e \rightarrow f \rightarrow a(b) \rightarrow b(a) \rightarrow c \rightarrow d$

(6) $2Na + O_2 \xrightarrow{\Delta} Na_2O_2$

(7) 防止空气中的水蒸气和 CO_2 进入装置甲

考查点 ▶ 过氧化钠和二氧化碳的反应、实验室制 Na_2O_2

思路分析

I: ①中碳酸钙与盐酸反应生成 CO_2 ; ②中盛放饱和 $NaHCO_3$ 溶液[第(2)问]; 根据题中信息, 二氧化碳跟过氧化钠反应时需要与水接触, 故③中盛放浓硫酸来干燥 CO_2 ; ④中干燥的 CO_2 与过氧化钠不反应; ⑤中湿润的 CO_2 能与过氧化钠反应; ⑥中碱石灰吸收未反应完的 CO_2 ; a 处带火星的木条检验是否有氧气生成。

II: 空气中含 CO_2 , 先用氢氧化钠溶液吸收, 再用浓硫酸干燥, 故装置丁中盛放的药品是 $NaOH$ 溶液, 气流先通过丁吸收 CO_2 , 再通过丙干燥, 甲中氧气与金属钠反应, 乙防止空气中的水蒸气和 CO_2 进入甲, 故各仪器接口的顺序是空气进入 g, h 接 e, f 接 a(b), b(a) 接 c[第(5)问]。

【解析】(1) 装置①中碳酸钙与盐酸反应生成 CO_2 , 反应的离子方程式为 $CaCO_3 + 2H^+ \rightleftharpoons Ca^{2+} + H_2O + CO_2 \uparrow$ 。

(3) 根据思路分析可知, 装置③中的试剂为浓硫酸, 作用是干燥 CO_2 。

(4) 根据题中信息, CO_2 跟过氧化钠反应时需要与水接触, 步骤①中通入的是干燥的 CO_2 , 不发生反应, 步骤②中通入的是湿润的 CO_2 , 有 O_2 生成, 故 a 处带火星的木条复燃的是步骤②。

(6) 装置甲中钠与氧气反应, 反应的化学方程式为 $2Na + O_2 \xrightarrow{\Delta} Na_2O_2$ 。

(7) 装置乙的作用是防止空气中的水蒸气和 CO_2 进入装置甲与 Na 或 Na_2O 反应。

刷实验 B

1. D 考查点 ▶ 酸性强弱判断、蔗糖的水解、实验方案的评价


【解析】盐酸易挥发, 因此 A 项实验操作 I 制取的 CO_2 气体中含有 HCl , HCl 也能与 Na_2SiO_3 溶液反应生成 H_2SiO_3 沉淀, 无法得出碳酸的酸性强于硅酸的结论, A 错误; 有淡黄色沉淀生成, 只能说明 B 项实验操作 I 有溴离子产生, 可能是苯在溴化铁作催化剂的条件下与液溴发生取代反应生成溴化氢, 也可能是挥发的溴单质与水反应生成的 HBr , B 错误; 乙醇在浓硫酸条件下加热至 $170^\circ C$, 发生消去反应, 同时会产生副产物 SO_2 , 且乙醇有挥发性和还原性, SO_2 和挥发的乙醇都能使酸性高锰酸钾溶液褪色, C 错误; 蔗糖溶液中加入少量稀硫酸, 加热一段时间后, 加入足量 $NaOH$ 溶液, 中和剩余的稀硫酸, 再加入银氨溶液中加热, 产生光亮的银镜, 证明蔗糖发生水解反应生成了葡萄糖, D 正确。

2. D 突破点 ▶ 实验方案评价、物质制备的探究

思路分析

向集气管中充入氢气时, 氢气从左侧向下进入集气管, 由集气管向装置 II 供气时, 孔路位置需调节为气体由下方的集气管向右进入装置 II。若将三颈烧瓶 N 中的导气管插入液面以下, 可能会导致装置中的液体倒吸进入集气管中且三颈烧瓶 N 中为雷尼 Ni 的悬浮液, 则倒吸时雷尼 Ni 会堵塞导管。氢化反应完全时, 装置中不再消耗氢气, 则可以根据水准管内液面不再下降来判断氢化反应完全。

【解析】集气管向装置Ⅱ供气时集气管应与右侧橡胶软管相通，

且不能与外界环境相通，则孔路位置应调节为, A 错误；若

将三颈烧瓶 N 中的导气管口插入液面以下，可能会导致装置中的液体倒吸进入集气管中且三颈烧瓶 N 中为雷尼 Ni 的悬浮液，则倒吸时雷尼 Ni 会堵塞导管，B 错误；由题目信息可知，极性有机溶剂更有利于反应的进行，而乙醇的极性大于丙酮的极性，故乙醇比丙酮更适合作为雷尼 Ni 悬浮液的分散剂，C 错误；氢化反应完全时，装置中不再消耗氢气，则可以根据水准管内液面不再下降来判断氢化反应完全，D 正确。

3. (1) 碱式滴定管



(3) ①部分 Fe^{3+} 水解生成 $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_5(\text{OH})]^{2+}$ (合理即可)



(4) 开始时中和 H^+ ，平衡正向移动；随着 NaOH 溶液的滴加， OH^- 与 Fe^{3+} 反应生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ，平衡逆向移动 (合理即可)

(5) ① $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 溶液 ($\text{pH}=2$) 中含有的稀硝酸也能溶解银 ② Ag^+ 结合 Cl^- 生成 AgCl ，有利于反应 $\text{Fe}^{3+} + \text{Ag} \rightleftharpoons \text{Ag}^+ + \text{Fe}^{2+}$ 正向移动，从而加快 Ag 的溶解

考查点 ▶ 实验原理探究

【解析】(1) 用固体配制一定物质的量浓度的 FeCl_3 溶液，不需要使用碱式滴定管。

(2) 铁离子遇到单质铜，发生的反应为 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$ 。

(3) ① Fe^{3+} 水解生成的 $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_5(\text{OH})]^{2+}$ 分散在水中使溶液 I 呈黄色，加入硝酸后， Fe^{3+} 的水解受到抑制，主要以 $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ 的形式存在，因此溶液 II 为无色。② 向无色溶液中加入 NaCl，溶液又变为亮黄色，是因为氯离子浓度增大，与 $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ 反应生成了 $[\text{FeCl}_4]^-$ ，离子方程式为 $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+} + 4\text{Cl}^- \rightleftharpoons [\text{FeCl}_4]^- + 6\text{H}_2\text{O}$ 。

(4) 根据平衡方程式，可知开始时， OH^- 与 H^+ 反应，促进平衡向正反应方向进行，溶液呈紫色；随着 NaOH 溶液的滴加， OH^- 与铁离子反应生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ，平衡逆向移动，溶液紫色变浅。

(5) ① $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 溶液 ($\text{pH}=2$) 中含有的稀硝酸也能溶解银，因此实验 i 不能证明 Fe^{3+} 能与银反应。② 氯化铁、硝酸铁溶液中的阳离子都是 Fe^{3+} ，单质银与 Fe^{3+} 反应被氧化为银离子，氯化铁中的氯离子与银离子结合产生氯化银沉淀，使 Ag 的“溶解”平衡正向移动，从而加速了银的溶解。

4. (1) 恒压滴液漏斗 防止阿司匹林水解 (2) AC

(3) ① a e g c f ② AD ③ 滴入最后半滴 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液，溶液由蓝色变为无色，且半分钟内不恢复原色 ④ 12.03

突破点 ▶ 化学实验方案的设计与评价、有机物的制备、酯的水解、氧化还原滴定的综合分析

思路分析

阿司匹林溶于乙醇后可以与 NaOH 发生中和反应，再加入 CuSO_4 溶液发生反应得到阿司匹林铜沉淀，过滤、洗涤、干燥得到粗产品。

【解析】(1) 实验装置图中仪器 A 的名称是恒压滴液漏斗。酯基在加热条件下易水解，则步骤 I 使用冰水浴的原因是防止阿司匹林水解。

(2) 步骤 I 中，加入乙醇作溶剂，可增大阿司匹林与 NaOH 的接触面积，从而加快反应速率，A 正确；已知阿司匹林铜在强酸性条件下能解离出 Cu^{2+} ，故步骤 II 中稀硫酸不能过量，B 错误；产品不溶于水、乙醇，且酒精易挥发，则步骤 III 中，过滤后的产品先用蒸馏水洗涤，再用酒精洗涤，C 正确；已知阿司匹林铜受热易分

解成浅绿色混合物,因此步骤Ⅲ中不可采用高温烘干,D 错误。

(3) ①用碘量法测定阿司匹林铜中铜含量时,首先应在酸性溶液中加热,使铜离子解离出来,由于硝酸具有强氧化性会氧化硫代硫酸钠等还原性物质,应避免使用,故选择硫酸,再利用反应 $2\text{Cu}^{2+} + 4\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{CuI} + \text{I}_2$ 生成碘单质,用 $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液滴定,由于 CuI 能强力吸附 I_2 ,导致 I_2 不能充分反应,于是,待大部分 I_2 反应后,加入 KSCN ,利用 $\text{CuI}(\text{s}) + \text{SCN}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CuSCN}(\text{s}) + \text{I}^-(\text{aq})$,使 CuI 沉淀转化为更难溶的 CuSCN ,把被吸附的 I_2 释放出来,从而提高反应准确度;滴定使用的指示剂为淀粉,淀粉也会吸附 I_2 ,使滴定终点推迟,故剩余少量碘单质时,要塞上碘量瓶的塞子、剧烈振荡碘量瓶以释放被淀粉吸附的 I_2 ,之后用 $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液滴定至终点。②配制 100 mL 待测溶液时,需要称量、溶解、冷却、转移、洗涤、定容、摇匀、装瓶等操作,所以必须用到的仪器有烧杯、胶头滴管、玻璃棒和 100 mL 容量瓶等,选 AD。③判定滴定到达终点的实验现象是滴入最后半滴 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液,溶液由蓝色变为无色,且半分钟内不恢复原色。④阿司匹林铜溶解得到 Cu^{2+} ,与 KI 反应: $2\text{Cu}^{2+} + 4\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{CuI} \downarrow + \text{I}_2$,生成的碘用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液滴定,有关系式: $2\text{Cu}^{2+} \sim \text{I}_2 \sim 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$,三次滴定消耗 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液的平均体积为 18.80 mL ,故 $n(\text{Cu}^{2+}) = n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.01880 \text{ L} = 0.001880 \text{ mol}$,故该产品中的铜含量为

$$\frac{0.001880 \text{ mol} \times 64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times \frac{100.00 \text{ mL}}{25.00 \text{ mL}}}{4.0000 \text{ g}} \times 100\% \approx 12.03\%$$

(五) 制备与定量实验

刷实验 A

1. 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 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 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。

2. (1) $\text{E} \rightarrow \text{D} \rightarrow \text{C}$

(2) 防止 CrCl_3 冷凝为固体后堵塞导管

(3) $\text{COCl}_2 + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{CO}_3^{2-} + 2\text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O}$

(4) THF 易挥发,易燃,遇明火可能发生爆炸 (5) 3

(6) $\text{Zn} + 2\text{CrCl}_3 \rightleftharpoons 2\text{CrCl}_2 + \text{ZnCl}_2$ (7) 60.1

考查点 物质制备的探究、实验方案评价、铬的重要化合物的制备、物质含量的测定

思路分析

I. 制备无水 CrCl_3 的过程为利用 A 装置产生 N_2 ,通入浓硫酸中进行干燥,继续通入 F 中,在热水浴的作用下将气态 CCl_4 带出,进入 E 中制备 CrCl_3 ,反应在高温下进行,有 $\text{CrCl}_3(\text{g})$ 生成,在 D 中进行冷凝收集,再连浓硫酸干燥,防止右边的水蒸气进入 D 中,最后用 B 装置吸收产生的 COCl_2 气体。

II. 根据装置图,首先在双颈烧瓶中加入无水四氢呋喃,在纸质反应管加入无水 CrCl_3 和锌粉,加热,使四氢呋喃蒸气通过联接管进入提取管,在冷凝管中冷凝回流到纸质反应管中进行反应,未反应的四氢呋喃和产物经虹吸管流回双颈烧瓶,未反应的四氢呋喃再通过联接管进入反应管,循环往复,从而提高四氢呋喃的利用率。

【解析】(1) 由思路分析可知,实验装置合理的连接顺序为 $A \rightarrow C \rightarrow F \rightarrow E \rightarrow D \rightarrow C \rightarrow B$ 。

(2) $\text{CrCl}_3(\text{g})$ 遇冷凝华为固体,故装置 D 中粗导管的作用是防止 CrCl_3 冷凝为固体后堵塞导管。

(3) COCl_2 遇水发生水解生成的两种酸性气体分别为 CO_2 和 HCl , 所以用 NaOH 溶液吸收 COCl_2 时,发生反应的离子方程式为 $\text{COCl}_2 + 4\text{OH}^- \longrightarrow \text{CO}_3^{2-} + 2\text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

(4) 该反应不能使用明火加热的原因是 THF 易挥发,易燃,遇明火可能发生爆炸。

(5) 根据虹吸原理,产品沿索氏提取器的管 3 流回双颈烧瓶。

(6) 已知 $\text{Cr}(\text{II})$ 对该反应有催化作用,加入 Zn 粉可以把三价铬还原为二价铬,发生反应的化学方程式为 $\text{Zn} + 2\text{CrCl}_3 \longrightarrow 2\text{CrCl}_2 + \text{ZnCl}_2$ 。

(7) $1.52 \text{ g Cr}_2\text{O}_3$ 的物质的量为 0.01 mol , 根据铬元素守恒,理论上可生成 $0.02 \text{ mol CrCl}_3(\text{THF})_3$, 即 $0.02 \text{ mol} \times 374.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 7.49 \text{ g}$, 实际获得的产品质量为 4.50 g , 其产率为 $\frac{4.50 \text{ g}}{7.49 \text{ g}} \times 100\% \approx 60.1\%$ 。

刷实验 B

1. A 考查点 ▶ Cl_2O 的制备实验、物质制备的探究

思路分析

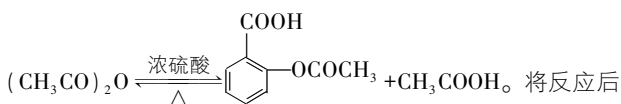
由实验装置图可知,装置①中浓盐酸与高锰酸钾反应制备氯气,装置②中盛有的饱和食盐水用于除去氯化氢气体,装置③中盛有的浓硫酸用于干燥氯气,装置④中氯气与氧化汞在 $18 \sim 20^\circ\text{C}$ 条件下反应制备一氧化二氯,装置⑤中盛有的液氮没有与一氧化二氯接触,目的是冷凝收集一氧化二氯。

【解析】一氧化二氯与有机物、还原剂接触或加热时会燃烧并可能爆炸,所以装置④⑤不能使用橡胶管连接, A 正确; Cl_2O 与水反应生成 HClO , 反应方程式为 $\text{Cl}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HClO}$, 反应前后元素的化合价不变,是非氧化还原反应, B 错误; 由思路分析可知,装置③中盛装的是浓硫酸,用于干燥氯气, C 错误; 装置⑤中盛有的液氮用于冷凝收集一氧化二氯, D 错误。

2. B 考查点 ▶ 乙酸水杨酸的制备、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, 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。



(2) ①c ②饱和 NaHCO_3 溶液 ③ KHCO_3 蒸发浓缩、降温结晶、过滤、洗涤、干燥

(3) ① $\frac{15.8}{m}$ ②AB

考查点 物质制备的探究、滴定原理的应用、溶液配制及滴定过程的误差分析、锰的重要化合物的制备

思路分析

在碱性条件下,氯酸钾与二氧化锰加热熔融发生氧化还原反应,二氧化锰被氧化成锰酸钾,反应为 $\text{KClO}_3 + 3\text{MnO}_2 + 6\text{KOH} \xrightarrow{\Delta} 3\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{KCl} + 3\text{H}_2\text{O}$,冷却后,加入去离子水浸取配制成锰酸钾溶液,通入二氧化碳发生歧化反应,生成高锰酸钾和二氧化锰,蒸发浓缩,冷却结晶得到高锰酸钾晶体。

【解析】(1)“熔融氧化”时加入了碱,碱和氧化铝、瓷坩埚中的 SiO_2 均能反应,则“熔融氧化”操作应在铁坩埚中进行;氯酸钾与二氧化锰在碱性条件下加热熔融发生氧化还原反应,二氧化锰被氧化成锰酸钾,氯酸钾被还原为 KCl ,根据得失电子守恒及元素守恒配平,产物中还应含有 H_2O 生成。

(2) ①A 为简易的启普发生器,仅适用于块状难溶固体和液体的反应,无须加热且不会剧烈放热。 MnO_2 与浓盐酸制 Cl_2 需要加热,a 不符合题意; CaO 为粉末状,b 不符合题意; Zn 与稀硫酸制 H_2 为块状难溶固体和液体的反应、无须加热,c 符合题意; Na_2SO_3 为粉末状,d 不符合题意。②挥发出的 HCl 会与 KMnO_4 反应从而使其产率下降,因此装置 B 中应盛装饱和 NaHCO_3 溶液以除去 CO_2 中的 HCl 气体。③ KOH 会和过量的 CO_2 反应生成 KHCO_3 ,可能会导致产品中含有较多的 KHCO_3 杂质;由于 KMnO_4 受热易分解,从含 KMnO_4 的溶液中分离出 KMnO_4 粗品的基本操作为蒸发浓缩、降温结晶、过滤、洗涤、干燥。

(3) ①由得失电子守恒得关系式: $5\text{Fe}^{2+} \sim \text{MnO}_4^-$, 250.00 mL 待测液中, $n(\text{KMnO}_4) = \frac{250}{12.5} \times \frac{1}{5} n(\text{Fe}^{2+}) = 0.025 \text{ L} \times 0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times \frac{1}{5} \times \frac{250}{12.5} = 0.001 \text{ mol}$, 则 KMnO_4 粗品的纯度为 $\frac{0.001 \text{ mol} \times 158 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{m \text{ g}} \times 100\% = \frac{15.8}{m}\%$ 。②在烧杯中溶解时,有少量液体溅出,导致溶质损失,纯度测量值偏小,A 符合题意;移液时,玻璃棒需在刻度线下部,否则会导致少量液体附着在容量瓶瓶颈处,使得配制的溶液体积增大,浓度减小,故采用题图所示方法转移溶液并完成 250 mL 溶液的配制会使纯度测量值偏小,B 符合题意;滴定达终点时,发现滴定管尖嘴内有气泡产生,读取的消耗的待测液体积偏小,纯度测量值偏大,C 不符合题意。

4. (1) 直形冷凝管

(2) 通过侧管平衡漏斗和反应容器内的气压,使液体能顺利滴下

(3) NaClO 稍过量,控制溶液呈弱碱性 ($10 \leq \text{pH} < 10.4$), 保证反应的顺利进行

(4) 防止镁离子水解产生 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 杂质

(5) ① $\text{ClO}^- + 2\text{CH}_3\text{COOH} + 2\text{I}^- \longrightarrow \text{I}_2 + \text{Cl}^- + 2\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O}$

②滴入最后半滴 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液后,溶液蓝色褪去,且半分钟不恢复原色 ③CD ④31.95

考查点 ▶ 氧化还原滴定的误差分析及相关计算、浓度对盐类水解的影响

【解析】(4) 镁离子开始沉淀的 pH 为 10.4, 控制 pH 不超过 10.4 的原因是防止镁离子水解产生 $Mg(OH)_2$ 杂质。

(5) ① BMH 中氧化性的离子是 ClO^- , $NaClO$ 溶液与乙酸和 KI 的混合液反应生成 I_2 、 Cl^- 和 CH_3COO^- , 根据得失电子守恒和电荷守恒配平离子方程式。② 该实验中用 $1.00 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ 的 $Na_2S_2O_3$ 标准溶液滴定生成的 I_2 , 滴定终点的现象为滴入最后半滴 $Na_2S_2O_3$ 标准溶液后, 溶液蓝色褪去, 且半分钟不恢复原色。

③ 滴定前尖嘴部分有气泡, 滴定终点时消失, 会导致起始读数偏小, 测得消耗 $Na_2S_2O_3$ 标准溶液的体积偏大, 所测“有效氯”偏大, A 不符合题意; 滴定过程中, 往锥形瓶内加入少量蒸馏水, 对实验结果没有影响, B 不符合题意; 滴定时, 不慎将锥形瓶内溶液溅出少许, 测得消耗 $Na_2S_2O_3$ 标准溶液的体积偏小, 所测“有效氯”偏小, C 符合题意; 滴定前仰视读数, 滴定后俯视读数, 会导致测得消耗 $Na_2S_2O_3$ 标准溶液的体积偏小, 所测“有效氯”偏小, D 符合题意。④ 由方程式可得关系式: $I_2 \sim 2S_2O_3^{2-} \sim Cl_2$, 则

$$n(Cl_2) = \frac{1}{2}n(S_2O_3^{2-}) = \frac{1}{2} \times 0.018 \text{ L} \times 1.00 \text{ mol} \cdot L^{-1} = 0.009 \text{ mol},$$

$$\text{则该 BMH 产品的有效氯} = \frac{m(Cl_2)}{m(BMH)} \times 100\% = \frac{0.009 \text{ mol} \times 71 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{2.00 \text{ g}} \times 100\% = 31.95\%.$$

5. (1) 三颈烧瓶(或三口烧瓶)

(2) 2 分子中的多个羟基可与水分子形成氢键

(3) 水浴加热 排尽装置内的空气, 防止维生素 C 被氧气氧化

(4) 水 (5) $\frac{39Q}{386m}\%$

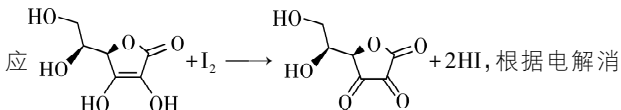
(6) $4I^- + O_2 + 4CH_3COOH \rightleftharpoons 2I_2 + 2H_2O + 4CH_3COO^-$ 偏小

突破点 ▶ 物质含量的测定、物质的制备

思路分析

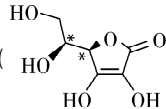
(二) 在电解池中, 阳极上 I^- 放电生成 I_2 , 电极

反应式为 $2I^- - 2e^- \rightleftharpoons I_2$, 维生素 C 与阳极产生的 I_2 发生反



应的电量, 可计算出维生素 C 的物质的量, 进而计算维生素 C 钙的含量。

【解析】(1) 由图甲可知, 装置①的名称为三颈烧瓶。

(2) 维生素 C 分子中含有 2 个手性碳原子( , 标

“*”的碳原子); 维生素 C 中含有较多的羟基, 羟基具有亲水性, 且与水分子形成氢键, 则维生素 C 易溶于水。

(3) 由题干信息可知, 反应温度控制在 $65^\circ C$, 可采用水浴加热方式; 维生素 C 易被氧化, 通氮气排出空气, 防止维生素 C 被氧化。

(4) 由于维生素 C 不溶于甲醇, 故过滤所得固体可能混有维生素 C, 维生素 C 易溶于水, 而维生素 C 钙不溶于水, 所以可用水作洗涤液。

(5) 由题意可得关系: $Ca(AH)_2 \sim 2AH_2 \sim 2I_2 \sim 4e^-$, 电解消耗的电

$$\text{量为 } Q \text{ 库仑, 维生素 C 钙的质量分数为 } \frac{\frac{Q}{4 \times 96500} \times 390}{m} \times 100\% = \frac{39Q}{386m}\%.$$

(6) 测定过程中,部分 I^- 被空气中的 O_2 直接氧化为 I_2 , 离子方程式为 $4\text{I}^- + \text{O}_2 + 4\text{CH}_3\text{COOH} \longrightarrow 2\text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{CH}_3\text{COO}^-$; 这部分非电解生成的 I_2 , 减少了阳极反应中被氧化的 I^- , 电解消耗的电量减少, 从而使测定结果偏小。

(六) 科学探究实验

刷实验 A

1. C 考查点 ▶ 氧化还原反应的规律、物质性质的探究、焰色试验

【解析】 钠的黄色火焰会掩盖钾的紫色火焰, 检验钾离子时, 应透过蓝色钴玻璃观察火焰是否呈紫色, 否则无法判断是否含有钾离子, A 错误; 向具有还原性的 SO_3^{2-} 的溶液中滴加具有氧化性的酸性高锰酸钾溶液, 两者可发生氧化还原反应, 体现的是还原性而非漂白性, B 错误; 将足量的 H_2S 通入 2 mL Na_2SO_3 溶液中, 混合后溶液中出现浑浊, 说明有 S 生成, 反应的离子方程式为 $\text{SO}_3^{2-} + 4\text{H}_2\text{S} \longrightarrow 3\text{S} \downarrow + 3\text{H}_2\text{O} + 2\text{HS}^-$, SO_3^{2-} 被还原为 S, 则 SO_3^{2-} 为氧化剂, 具有氧化性, C 正确; 足量硝酸会将 SO_3^{2-} 氧化成 SO_4^{2-} , 滴加 BaCl_2 溶液后, 溶液中产生白色沉淀 BaSO_4 , 但若原溶液中本身就有 SO_4^{2-} , 也会出现相同的现象, 该实验方案不能达到探究目的, D 错误。

2. D 考查点 ▶ 氧化性强弱的比较、氯气的制法、氯气与碱溶液反应、物质性质的探究

思路分析

A 装置用 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 和浓盐酸反应制取氯气, B 装置的作用为除去氯气中的氯化氢气体, 通过 I、III 检验氯气的漂白性, 通过 D 装置检验氯气的氧化性, 氯气和溴化钠反应生成溴, 溴能和 KI 反应生成碘单质, 最后剩余氯气用氢氧化钠溶液吸收, 避免污染空气。

【解析】 制取氯气的化学方程式为 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 14\text{HCl}(\text{浓}) \longrightarrow 2\text{KCl} + 2\text{CrCl}_3 + 3\text{Cl}_2 \uparrow + 7\text{H}_2\text{O}$, 则消耗 1 mol $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 产生 3 mol Cl_2 , A 正确; 若后续装置发生堵塞, 则装置 B 中压强增大, 因此长颈漏斗内液面会上升, B 正确; 要验证干燥的氯气没有漂白性, 应该用干燥剂干燥氯气然后用干燥的有色布条检验, C 中固体为无水 CaCl_2 时可以干燥氯气, C 正确; 将氯气通入溴化钠溶液中, 导致溶液中可能含有氯气, 氯气也能氧化碘离子生成碘, 干扰实验, 所以若观察到 D 中下层液体呈紫红色, 不能证明氧化性: $\text{Br}_2 > \text{I}_2$, D 错误。

3. D 考查点 ▶ 配合物生成条件的探究

思路分析

实验 I 向 CuSO_4 溶液中滴加氨水, 先形成蓝色氢氧化铜沉淀, 然后沉淀溶解形成含 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 的深蓝色溶液; 实验 II 向氢氧化铜固体中加入氨水, 溶液略变蓝, 但沉淀未完全溶解, 继续滴加饱和 NH_4Cl 溶液时, 沉淀完全溶解, 得到深蓝色溶液; 实验 III 是为了排除 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 沉淀直接溶解于饱和 NH_4Cl 溶液的可能, 故实验 I、II 中蓝色沉淀溶解是溶液中 NH_4^+ 和氨水共同作用的结果。

【解析】 根据思路分析可知, 实验 I 中产生蓝色沉淀的离子方程式为 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NH}_4^+$, A 正确; 根据思路分析可知, 实验 I 中蓝色沉淀溶解是溶液中 NH_4^+ 和氨水共同作用的结果, B 正确; 实验 III 是为了排除 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 沉淀直接溶解于饱和 NH_4Cl 溶液的可能, C 正确; 根据实验 II 可知, $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 沉淀不能直接溶解于浓氨水中, D 错误。

4. D 考点 ▶ 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: $3\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 5\text{HI} + \text{HIO}_3$, I^- 能与 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 HIO_3 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, 向滤液 2 中加入 KI 溶液, I^- 、 HIO_3 、 H^+ 会发生氧化还原反应, 生成 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 HIO_3 、 HNO_3 及未反应的 AgNO_3 , 所以 pH 明显变小, A 正确; 过程③中加入 NaCl 溶液, 可与 Ag^+ 反应生成 AgCl 沉淀, 排除 Ag^+ 对后续实验产生的干扰, 所以目的是除去 Ag^+ , B 正确; 过程④中, 加入 KI 、 HIO_3 、 H^+ 、 I^- 会发生氧化还原反应, 生成 I_2 使溶液变蓝, 不能判断选项中反应是否发生, C 正确; Ag^+ 氧化 I_2 不会生成 I^- , 应是 Ag^+ 促进了 I_2 与 H_2O 的歧化反应, D 错误。

刷实验 B

1. C 考点 ▶ 配合物的成键、物质性质的探究

【解析】有红色沉淀说明生成单质 Cu , 溶液呈蓝色说明生成 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, Cu_2O 与硝酸发生的反应为 $\text{Cu}_2\text{O} + 2\text{HNO}_3 = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$, 该过程中 HNO_3 表现酸性, A 错误; 既能与酸反应生成盐和水、又能与碱反应生成盐和水的氧化物为两性氧化物, Cu_2O 与酸反应生成盐的同时还有单质 Cu 生成, 与碱反应生成了配合物, Cu_2O 不属于两性氧化物, B 错误; Cu_2O 溶于过量氨水中形成无色的亚铜氨离子, 放置在空气中, 亚铜氨离子被空气氧化为深蓝色的铜氨离子, C 正确; $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 中, 中心离子是 Cu^{2+} , 配体是 NH_3 , 含有配位键, NH_3 中形成了 $\text{N}-\text{H}$ 共价键, 不含氢键, D 错误。

2. D 考点 ▶ 二氧化硫与其他强氧化剂的反应、二氧化硫的化学性质

思路分析

先利用“强酸制弱酸”原理, 用硫酸和亚硫酸钠反应制备 SO_2 , SO_2 具有漂白性, 能使品红溶液褪色, SO_2 具有还原性, 能与酸性高锰酸钾溶液发生氧化还原反应使高锰酸钾溶液褪色, SO_2 属于酸性氧化物, 能与 NaOH 反应使 NaOH -酚酞溶液红色褪去。

【解析】①处硫酸与亚硫酸钠反应制取 SO_2 是复分解反应, 体现了硫酸的酸性, 没有体现氧化性, A 错误; ②处 SO_2 使品红溶液褪

关键点

色, 体现了 SO_2 的漂白性, 但 SO_2 使品红溶液褪色为可逆过程, 加热会恢复红色, B 错误; 酸性高锰酸钾溶液褪色体现 SO_2 的还原性, NaOH -酚酞溶液褪色是因为 SO_2 是酸性氧化物, 褪色原理不同, C 错误; $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液在酸性条件下能发生歧化反应, 生成二氧化硫、硫单质和水, 也可以达到实验目的, D 正确。

3. B 考点 ▶ 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 $\text{Fe}(\text{SCN})_3$, 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 $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ 浓度更大, 说明①中 FeCO_3 溶解得更多, 沉淀溶解平

衡为 $\text{FeCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$, 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 Fe^{2+} 与 SCN^- 发生反应, 生成可溶性物质, 使得 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, 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 Fe^{2+} 被氧化为 Fe^{3+} , 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 H_2O_2 在 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 H_2O_2 将硫氰根离子氧化, 体现了 H_2O_2 的氧化性, C 正确; 实验 III 滴加的 3~5 滴 H_2O_2 溶液的量很少, 不足以将 NaOH 溶液耗尽, 溶液褪色是因为 H_2O_2 有氧化作用, 将酚酞氧化而使溶液褪色, 体现 H_2O_2 的氧化性, 不是酸性, D 错误。

5. (1) 2.5 (2) BC

(3) ① $\text{Cu}^{2+} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NH}_4^+$

② 0.1 CuSO_4 ③ 取少量晶体溶于水中形成溶液, 先加入盐酸酸化, 再加入 BaCl_2 溶液, 若出现白色沉淀, 则说明该晶体中存在 SO_4^{2-}

(4) ① SO_4^{2-} 未参与上述平衡 ② $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ③ 大于 ④ 500

考查点 物质性质的探究、物质的量浓度与溶液配制的计算、酸碱中和滴定实验

【解析】(1) $n(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = n(\text{CuSO}_4) = 100 \times 10^{-3} \text{ L} \times 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.01 \text{ mol}$, $m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 0.01 \text{ mol} \times 250 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 2.5 \text{ g}$ 。

(3) ① 生成蓝色沉淀 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 的离子方程式为 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NH}_4^+$, $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 是弱电解质, 不能拆成离子形式。② 实验 ii 中 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的物质的量浓度为 $\frac{0.123}{246 \times 5 \times 10^{-3}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 为了控制变量, 所以实验 iii 需要取 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 CuSO_4 溶液于试管中, 浸入一根与实验 ii 相同的铁丝。

(4) ① 因为 SO_4^{2-} 未参与平衡 $\text{Cu}(\text{OH})_2(\text{s}) + 4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}(\text{aq}) \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}(\text{aq}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$, 所以对比实验 i, 引入 SO_4^{2-} 不会促进铜氨配离子的生成。② 根据猜想 b 与猜想 c, 实验 vi 应该加入少量 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 固体。③ 如果猜想 a 正确, 则 m_2 应明显大于 m_1 ; 如果猜想 b 正确, 则 m_3 大于 m_1 , 并且 m_3 与 m_1 差距较大; 因此对比实验 v 与实验 vi, 如果 m_2 略大于 m_1 , 且 $m_3 - m_1$ 大于 $m_2 - m_1$, 可证明猜想 b 成立而猜想 a 不成立。④ 因为 $\text{Cu}(\text{OH})_2(\text{s}) + 4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}(\text{aq}) \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}(\text{aq}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$ $K = 1.6 \times 10^{-7}$, 即 $K = \frac{c\{[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}\}c^2(\text{OH}^-)}{c^4(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})} = 1.6 \times 10^{-7}$, $\text{Cu}(\text{OH})_2(\text{s}) + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}(\text{aq}) + 2\text{NH}_4^+(\text{aq}) \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}(\text{aq}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l})$, 该反应的平衡常数 $K = \frac{c\{[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}\}}{c^2(\text{NH}_4^+)c^2(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})} = \frac{c\{[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}\}c^2(\text{OH}^-)c^2(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})}{c^2(\text{OH}^-)c^2(\text{NH}_4^+)c^4(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})} = \frac{1.6 \times 10^{-7}}{(1.8 \times 10^{-5})^2} \approx 500$ 。

热点 11 实验仪器及装置的分析

刷热点

1. A 考点 ▶ 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 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, Na_2CO_3 和 H_2SO_4 反应放出 CO_2 ,待 CO_2 充满整个装置即烧杯内紫色石蕊溶液变红时,再注入 NaOH 溶液和 FeSO_4 溶液, NaOH 溶液和 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 CCl_4 ,B 错误;装置丙为简易启普发生器, CaCO_3 为块状,可与稀盐酸反应制取少量 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沉淀,D 错误。

5. A 考点 ▶ 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 NaHCO_3 饱和溶液时, HCl 会和 NaHCO_3 反应生成 CO_2 气体,除去 HCl 的同时引入 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,由控制变量实验变量唯一

易错点

的原则可知,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 Br_2 发生反应,对碳碳双键的检验造成影响,A 错误; NO_2 能与水反应生成 HNO_3 和 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,所以铁钉

匙镀铜时铜片应该作阳极、铁钥匙作阴极,C 错误; Fe^{3+} 易水解,在加热时通入干燥的 HCl 能抑制 Fe^{3+} 的水解,该装置可以制备无水氯化铁,D 正确。

7. C 考点 ▶ 实验方案评价、常用仪器及使用方法、氨气的实验室制法

思路分析

本题利用 Li 和液氨反应 $\{\text{Li} + n\text{NH}_3 \longrightarrow \text{Li}^+ + [\text{e}(\text{NH}_3)_n]^- \}$ 制备 $[\text{e}(\text{NH}_3)_n]^-$; 碱石灰可以吸收浓氨水中的水分,吸水过程放热,使浓氨水受热分解产生氨气;利用集气瓶收集氨气;过量的氨气进入双颈烧瓶中,在冷却体系中发生反应生成 $[\text{e}(\text{NH}_3)_n]^-$;最后的球形干燥管中可装 P_2O_5 , 除掉过量的氨气,同时防止空气中的水进入双颈烧瓶引起副反应。

【解析】 试剂 A 可以用碱石灰与浓氨水发生反应产生氨气,盛有试剂 B 的干燥管中的作用是干燥,可以使用碱石灰,A 正确;实验过程中可以通过调节分液漏斗的活塞,控制滴加浓氨水的速率,从而控制产生氨气的速率,B 正确;液氨的沸点是 -33.4°C ,冰水共存物的温度是 0°C ,冰水共存物不能使氨气液化,C 错误;锂片表面有 Li_2O , Li_2O 会阻碍 Li 和液氨接触,所以必须打磨除去氧化膜,D 正确。

8. (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 Sn 与 Cl_2 反应制备 SnCl_4 , 用装置 II 制备 Cl_2 , 浓盐酸具有挥发性,因此制得的 Cl_2 中混有 HCl 和 H_2O , 用饱和食盐水除去 Cl_2 中混有的 HCl , 用浓硫酸干燥 Cl_2 , 此时得到纯净的 Cl_2 , 将纯净的 Cl_2 通入装置 I, 因 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 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 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 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 NaOH 溶液的洗气瓶代替,D 错误。

(4) 因 SnCl_4 易水解, 因此在实验开始时, 应先将制备的纯净干燥的 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

刷小题

1. A 命题点 ▶ 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 常见材料的分类

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”。

2. 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 CaO 和 NaOH , 与 HCl 和 Cl_2 均可以反应, A 错误; NO 不溶于水且易被 O_2 氧化, 题给装置中 NO 贮存在 U 形管左侧, 处于无氧环境中, 避免氧气和 NO 接触, B 正确; S 微溶于乙醇、易溶于 CS_2 , 且乙醇与 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。

3. C 命题点 ▶ 气体的制备和检验, 涉及 C_2H_2 、 SO_2 、 CO_2 、 H_2S 的制备及检验

【解析】电石与饱和 NaCl 溶液反应制备 C_2H_2 , C_2H_2 可使酸性 KMnO_4 溶液褪色, A 不符合题意; Na_2SO_3 固体与 70% 的浓 H_2SO_4 反应制备 SO_2 , SO_2 可使酸性 KMnO_4 溶液褪色, B 不符合题意; 大理石与稀 HCl 反应制备 CO_2 , CO_2 不可使酸性 KMnO_4 溶液褪色, C 符合题意; Al_2S_3 固体遇水水解生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 和 H_2S , H_2S 可使酸性

关键点

KMnO_4 溶液褪色, D 不符合题意。

考点拓展 简单金属离子与非金属离子形成的二元化合物,

大多易水解, 例如 Al_2S_3 、 Mg_3N_2 、 CaC_2 等, 水解时化合价不变, 带正电荷的金属阳离子结合水中的 OH^- 形成氢氧化物, 而带负电荷的基团结合 H^+ 形成氢化物; 需要注意 Na_2O_2 水解时先生成 NaOH 与 H_2O_2 , H_2O_2 不稳定进一步分解为 H_2O 和 O_2 。

4. 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; 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。

5. A 命题点 ▶ 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。

6. C 命题点 氧化还原滴定

【解析】Ⅱ中 MnO_4^- 和 MnO_2 在酸性条件下将 I^- 氧化为 I_2 ，自身均被还原为 Mn^{2+} ，其中 MnO_2 与 I^- 的反应为 $\text{MnO}_2 + 2\text{I}^- + 4\text{H}^+ = \text{Mn}^{2+} + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ，A 正确； I^- 在酸性条件下能被 O_2 氧化且 I_2 易挥发，故Ⅱ中避光、加盖可抑制 I^- 被 O_2 氧化及 I_2 的挥发，B 正确；由得失电子守恒可得， $\text{MnO}_4^- \sim \frac{5}{2}\text{I}_2 \sim 5\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MnO}_2 \sim \text{I}_2 \sim 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ，

则Ⅲ中消耗的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 越多，说明Ⅱ中生成的 I_2 越多，即Ⅰ中剩

关键点

余的 KMnO_4 越多，说明Ⅰ中水样消耗的氧化剂越少，即水样的 COD 值越低，C 错误；酸性条件下 Cl^- 可还原 MnO_4^- ，使Ⅱ中生成

关键点

的 I_2 偏少，消耗 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液的体积偏少，计算出的水样的 COD 值偏高，D 正确。

7. B 命题点 有机化学实验，涉及实验操作目的、实验仪器、实验条件的判断

【解析】根据信息，格氏试剂性质活泼，故需要用气球中气体作保护气，无水乙醚沸点较低，反应时可能会挥发，当烧瓶中压力较

关键点

大时，可打开旋塞，将气体放出从而缓冲压力，A 正确；格氏试剂

关键点

会与产物二苯甲酮发生副反应，应控制格氏试剂少量，故格氏试剂应放置在恒压滴液漏斗中适量滴加，B 错误；恒压滴液漏斗导管将漏斗上部和反应装置连通，可平衡气压，利于漏斗内液体顺利滴下，换成球形分液漏斗后，滴液时需要打开上端的玻璃塞来平衡气压，此时进入的空气会与格氏试剂反应，C 正确；二苯甲酮产率高说明其与格氏试剂不易发生副反应，即说明苯甲酰氯比二苯甲酮更容易与格氏试剂反应，D 正确。

8. 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 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 $\text{Fe} + [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 4\text{H}^+ = \text{Fe}^{2+} + \text{Cu} + 4\text{NH}_4^+$ ，产生气泡表明加入的稀盐酸与铁钉发生置换反应： $\text{Fe} + 2\text{H}^+ = \text{H}_2 \uparrow + \text{Fe}^{2+}$ ，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。

刷大题

9. (1) 玻璃棒、量筒(或胶头滴管等，合理即可)

(2) 冰水浴 (3) B

(4) 加稀硝酸酸化，再滴加 AgNO_3 溶液，无白色沉淀生成，说明 Cl^- 已洗净 (5) ABC (6) cabd

(7) $\frac{500m}{9cV} - 27.5$ (或 $\frac{m-cV \times 10^{-3} \times 495}{18 \times cV \times 10^{-3}}$) 偏高

命题点 ▶ 化学实验综合, 涉及实验仪器选择、实验安全、滴定操作、滴定相关计算与误差分析等

【解析】(1) 步骤 I、II 中需要使用量筒、胶头滴管量取蒸馏水, 并用玻璃棒搅拌以加快固体溶解速率。

(2) 因为糖精钴在冷水中溶解度较小, 所以为了尽快让大量晶体析出, 应降低溶液温度, 可将烧杯置于冰水浴中。

(3) 先用冷的 1% NaSac 溶液洗涤, 可降低糖精钴溶解度, 减少晶体损失, 还能将晶体表面吸附的 Co^{2+} 转化为晶体析出, 且不引入新的杂质, 再用冷水洗涤, 可降低晶体溶解度并洗去溶液中存在的可溶性离子, 丙酮可以与水互溶且沸点比水的低, 故最后用丙酮洗涤以除去残留的水且能使晶体快速干燥。

关键点

(5) 进行化学实验需要佩戴护目镜, 以保护眼睛, 同时化学实验结束后, 离开实验室前需用肥皂等清洗双手, 该实验涉及加热操作, 因此需要防止热烫, 要选择合适的工具进行操作, 避免直接接触, 故 A、B、C 符合题意; 该实验中未涉及锐器的操作, D 不符合题意。

(6) 使用滴定管前首先要检漏, 确定不漏液之后用蒸馏水清洗 (c), 再用待装的标准溶液进行润洗 (a), 待润洗完成后装入标准溶液至“0”刻度以上 2~3 mL 处 (b), 放液赶出气泡后调节液面至“0”刻度或“0”刻度下, 准确记录标准溶液体积的初始读数 (d)。

(7) 滴定消耗的 $n(\text{EDTA}) = \frac{cV}{1\ 000} \text{ mol}$, EDTA 与 Co^{2+} 形成 1:1

配合物, 则样品溶解后的 $n(\text{Co}^{2+}) = \frac{cV}{1\ 000} \text{ mol}$, 即样品中

$n\{[\text{Co}(\text{Sac})_2(\text{H}_2\text{O})_4] \cdot x\text{H}_2\text{O}\} = \frac{cV}{1\ 000} \text{ mol}$, 而

$M\{[\text{Co}(\text{Sac})_2(\text{H}_2\text{O})_4] \cdot x\text{H}_2\text{O}\} = (495 + 18x) \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 所以样

品质量 $m \text{ g} = \frac{(495 + 18x) \cdot cV}{1\ 000} \text{ g}$, 由此可得 $x = \frac{1\ 000m}{18cV} - \frac{495}{18} =$

$\frac{500m}{9cV} - 27.5$ 。若滴定前滴定管尖嘴处无气泡, 滴定后有气泡,

则读取的消耗 EDTA 标准溶液的体积偏小, 根据 x 的表达式可

关键点

知, 计算出的 x 的测定值偏高。

快解

第(3)问: 由题目信息可知, 丙酮与水互溶, 可除去糖精钴表面吸附的水, 便于干燥, 故产物洗涤的最后一步一定为用丙酮洗, 可直接得出选 B 项。

第(7)问: 总质量 - 无结晶水部分的质量 = 结晶水质量, 再除以水的相对分子质量与物质的量的乘积即可得到 x 的测定值。

10. (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

命题点 ▶ 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—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 $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COO}^- + \text{H}^+ \longrightarrow \text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOH}$ 。

(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 。

关键点拨

对比不同实验条件优缺点的角度:反应条件的难易程度,原料的来源,有无污染、副产物等。

11. (1) ①< ② i. 排除 I_3^- 的颜色对判断铜氧化产物的干扰

ii. $[\text{CuI}_2]^- + 2\text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^+ + 2\text{I}^-$, $4[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^+ + \text{O}_2 + 8\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 4\text{OH}^-$ ③ $2\text{Cu} + \text{KI}_3 \rightleftharpoons 2\text{CuI} + \text{KI}$ 白色沉淀溶解 I^- 浓度小, CuI 覆盖在 Cu 表面,阻止反应继续进行

(2) 铜片、 I_2 和 KI 的混合溶液

(3) 电化学实验中,由于氧化性: $\text{I}_2 > \text{Cu}^{2+}$, I_2 将 Cu 氧化为 Cu^{2+} ; 实验 I ~ III 体系中有 I^- , 生成 CuI 或 $[\text{CuI}_2]^-$, 使 +1 价铜的还原性减弱, I_2 不能氧化 CuI 或 $[\text{CuI}_2]^-$

命题点 ▶ 实验探究

【解析】(1) ① I_2 在水中溶解度很小,铜主要被 I_3^- 氧化,初始阶段,实验 II 中 I^- 的浓度比实验 I 中 I^- 的浓度更大,生成 I_3^- 的速率更快,则实验 II 中 Cu 被氧化的速率更快。② i. 实验 III 所得深红棕色溶液中存在平衡 $\text{I}_2 + \text{I}^- \rightleftharpoons \text{I}_3^-$, 加入 CCl_4 , 多次萃取分液可以分离出溶液中的 I_2 , 使 $\text{I}_2 + \text{I}^- \rightleftharpoons \text{I}_3^-$ 的平衡不断逆向移动,最终可以除去溶液中红棕色的 I_3^- , 排除 I_3^- 的颜色对判断铜氧化产物的干扰。ii. 结合查阅资料信息可知,实验 III 所得溶液中, Cu 元素以无色的 $[\text{CuI}_2]^-$ 形式存在,加入浓氨水,发生反应 $[\text{CuI}_2]^- + 2\text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^+ + 2\text{I}^-$, 生成的 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^+$ 又被氧气不断氧化为蓝色的 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, 发生反应 $4[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^+ + \text{O}_2 + 8\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 4\text{OH}^-$ 。③ 若实验 I 中生成的白色沉淀为 CuI, 实验 I 中 Cu 被氧化的化学方程式为 $2\text{Cu} + \text{KI}_3 \rightleftharpoons 2\text{CuI} + \text{KI}$; 分别取少量实验 I 和实验 II 中充分反应后的固体,洗涤后得到白色沉淀,由题

意可知白色沉淀主要成分是 CuI , 加入浓 KI 溶液, 发生反应 $\text{CuI} + \text{I}^- \rightleftharpoons [\text{CuI}_2]^-$, 则可以观察到的现象是白色沉淀溶解。

(2) 通过原电池装置证实 I_2 可以将 Cu 氧化为铜离子, 则铜片作负极, 因为碘在水中溶解度很小, 由已知信息可知碘的氧化性和 I_3^- 几乎相同, 则正极的电解质溶液是 I_2 和 KI 的混合溶液。