

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；金属汞有毒且易挥发，在常温下可与 S 反应生成较稳定的 HgS，故金属汞洒落地面，应立即撒上硫粉处理，B 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. C 考查点 ▶ 实验安全、滴定管润洗、减压过滤等

【解析】由于汞不溶于水，水银温度计破碎后，不能用水冲洗，应撒上硫粉，A 错误；沸石使用过一次后，其微孔中的空气几乎排尽，并被液体填充，使沸石不再具有提供汽化中心的效果，B 错误；润洗滴定管时，将第一次润洗液从上口放出，后两次润洗液从下口放出，将整支滴定管完全润洗，减小误差，C 正确；滤纸应略小于布氏漏斗内径，但要把所有的孔都覆盖住，如果减压过滤时滤纸大于布氏漏斗内径，边缘翘起，会导致滤纸边缘与漏斗有缝隙，过滤速度慢，沉淀不易抽干，D 错误。

3. B 考查点 ▶ 试剂的存放和取用方法

【解析】CaC₂ 可以与水反应，故需保存在干燥的环境中，A 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，B 错误；白磷易自燃，常保存在冷水中隔绝空气，可防止自燃，C 正确；溴易挥发，在保存时上方加少量的水进行液封，故取用液溴时将胶头滴管伸入试剂瓶底部，D 正确。

知识归纳

常考的特殊试剂的存放和使用

- (1) Na、K: 少量保存在煤油中，用镊子取用，剩余部分须放回原瓶。
- (2) 白磷: 保存在水中，用镊子取用，同时用滤纸吸干水分。
- (3) 液溴: 保存于磨口的细口瓶中，并用水封。
- (4) I₂: 保存在用蜡封好的瓶中，放置低温处。
- (5) 浓 HNO₃/AgNO₃ 溶液: 应保存在棕色瓶中，低温避光。
- (6) 固体烧碱: 密封于干燥广口瓶中，瓶口用橡胶塞塞严或用塑料盖盖紧。

4. A 考查点 ▶ 化学实验基本操作

【解析】分液漏斗查漏时，在漏斗内加入适量蒸馏水，观察活塞是否漏水；若不漏水，盖紧漏斗瓶塞，倒置漏斗，观察是否漏水；若不漏水，正置漏斗，瓶塞旋转 180°，倒置漏斗，若不漏水，即分液漏斗不漏水，A 正确。在过滤时，不能用玻璃棒在漏斗中进行搅拌，防止弄坏滤纸，B 错误。定容时，胶头滴管悬空正放，不能伸入容量瓶里面，C 错误。蒸发浓缩、冷却结晶时，应加热将溶液浓缩为热饱和溶液，再停止加热，使温度下降，晶体析出，D 错误。

5. C 考查点 ▶ 化学实验基本操作、化学实验安全及处理

【解析】K 化学性质活泼，能够与水反应放出氢气，氢气可燃且 K 燃烧生成的 K₂O₂，K₂O₂ 可与水反应生成 O₂，O₂ 助燃，所以 K 着火后不能用湿抹布（含水）灭火，A 错误；NaClO 溶液具有漂白性，不可用 pH 试纸测 pH，B 错误；少量浓硫酸沾在皮肤上，应该

立刻用大量水冲洗,然后涂上稀的碳酸氢钠溶液,不能涂具有强腐蚀性的氢氧化钠溶液,D 错误。

易错点

知识归纳 常见意外事故的处理

意外事故	处理方法
金属钠、钾起火	用沙土盖灭
酒精灯不慎碰倒起火	用湿抹布盖灭
浓碱液溅到皮肤上	用较多水冲洗,然后涂上硼酸溶液
浓硫酸溅到皮肤上	用大量水冲洗,然后涂上 3% ~ 5% NaHCO_3 溶液
不慎将酸溅到眼中	用大量水冲洗,边洗边眨眼睛,切记不可用手揉眼睛
温度计水银球不慎碰破	先用胶头滴管吸回试剂瓶,再用硫粉覆盖

6. D 考查点 ▶ 化学实验基本操作

【解析】实验室应用酒精灯、泥三角和坩埚灼烧干海带,仪器⑦是蒸发皿,不是坩埚,A 错误;氯化铵受热易分解成 NH_3 和 HCl ,遇冷后又化合成氯化铵,碘单质受热易升华成碘蒸气,遇冷后凝华,不能用加热的方式分离二者,B 错误;配制 100 mL 0.1 mol · L^{-1} 的 NaOH 溶液,选用托盘天平、烧杯、玻璃棒、100 mL 容量瓶和胶头滴管,C 错误; NaCl 溶液的蒸发结晶需选用酒精灯、蒸发皿、玻璃棒,即选用①⑥⑦,D 正确。

7. C 考查点 ▶ 化学实验基本操作

【解析】应该在坩埚中进行钠的燃烧实验,A 错误;氨气极易溶于水,不能用排水量气法测量氨气的体积,B 错误;沿烧杯壁向上层清液中继续滴加 1~2 滴 BaCl_2 溶液,若不再生成白色沉淀,则证明 SO_4^{2-} 已沉淀完全,C 正确;向容量瓶中转移液体时应该用玻璃棒引流,D 错误。

刷实验 B

1. C 考查点 ▶ 化学实验基本操作

【解析】稀硫酸与大理石反应生成的硫酸钙微溶,会覆盖在大理石表面,阻止反应进一步发生,应该用稀盐酸与大理石反应制备 CO_2 ,同时获得 CaCl_2 溶液,A 错误; CO_2 和 HCl 都可以与碳酸钠溶液反应,应该用饱和碳酸氢钠溶液除去 CO_2 中的 HCl ,B 错误; CO_2 通入浓硫酸中干燥后,用向上排空气法收集,C 正确; $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 易失去结晶水,因此不能通过加热蒸干溶液得到,可由氯化钙的热饱和溶液冷却结晶析出 $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 晶体,D 错误。

2. 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、均匀反应,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的溴蒸气, Br_2 与水反应也会生成 HBr ,生成的 HBr 能与硝酸银溶液反应生成 AgBr 沉淀,因此检验 HBr 前应除去溴单质,B 错误;将 $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 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熔融的 NaOH 反应,仪器选择不合理,应使用铁坩埚,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、氨气的尾气吸收

【解析】 KMnO_4 溶液具有强氧化性,会腐蚀碱式滴定管的橡胶管,应使用酸式滴定管盛装,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的速度,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,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 NH_3 不反应,也不溶解 NH_3 ,该装置既能够吸收易溶性气体,又能够防止倒吸,D 正确。

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(坩埚受热不均易炸裂),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,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下沿处,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. A 突破点 ▶ 实验流程分析,涉及物质的分离、提纯原理

思路分析

海带灰浸取液中含碘离子,在酸性条件下被过氧化氢氧化为碘单质,用乙醚萃取水溶液中的碘单质,经分液后得到有机层,蒸馏碘的乙醚溶液,得到碘单质,碘单质在酸性条件下被 KClO_3 氧化为 IO_3^- ,反应过程中存在副反应生成氯气,经过逐氯、冷却结晶、过滤后得到 $\text{KH}(\text{IO}_3)_2$ 晶体,再经热水溶解、中和后得到 KIO_3 溶液,利用 KIO_3 的溶解度随温度升高增大较多的性质,采用冷却结晶得到 KIO_3 晶体。

【解析】蒸馏时需要用温度计测量馏出时的温度,A 错误;碘水是棕黄色,与 KClO_3 溶液反应生成 KIO_3 (无色)和 Cl^- ,生成的 Cl^- 与 ClO_3^- 在酸性环境中会反应生成 Cl_2 , Cl_2 难溶于酸性溶液,判断氧化反应是否完全的方法是观察反应液是否褪色,B 正确;步骤⑦可用 KOH 溶液进行中和, KOH 与 $\text{KH}(\text{IO}_3)_2$ 反应生成产品 KIO_3 ,C 正确;因为 KIO_3 难溶于乙醇,往滤液中加入一定量乙醇,可使 KIO_3 结晶析出,再次抽滤可提高 KIO_3 的产率,D 正确。

(二)物质的检验与鉴别

刷实验 A

1. B 考查点 ▶ 常见离子的检验

【解析】向某溶液中加入硝酸钡溶液有白色沉淀产生,再加稀盐酸,沉淀不消失,由于 NO_3^- 在酸性条件下有强氧化性,能将 BaSO_3 氧化为 BaSO_4 ,则原溶液中可能存在 SO_3^{2-} 或 Ag^+ ,不一定有 SO_4^{2-} ,A 错误;某溶液中加入硝酸酸化的硝酸钡溶液,没有白色沉淀产生,说明该溶液中不存在 SO_4^{2-} 、 SO_3^{2-} ,再滴加硝酸银溶液,有白色沉淀产生,该沉淀应不溶于硝酸,即该白色沉淀为 AgCl ,原溶液中一定存在 Cl^- ,B 正确;若原溶液中含有 Fe^{3+} ,则实验现象相同,应该先加 KSCN 溶液,如果没有明显现象,加入 H_2O_2 溶液后溶液呈红色,那么说明原溶液中一定含有 Fe^{2+} ,C 错误;向某溶液中加入稀 NaOH 溶液,氨气极易溶于水,可能由于没有加热,导致氨气没有逸出,试纸不变蓝,不能说明原溶液中不含 NH_4^+ ,D 错误。

2. C 考查点 ▶ 物质的鉴别、除杂

【解析】淀粉和纤维素均为糖类,灼烧时的气味相同,A 错误;高锰酸钾也会氧化乙炔,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、甲苯出现的现象都为下层无色、上层呈橙红色,

关键点

用溴水不能鉴别苯、甲苯,D 错误。

知识归纳

能使高锰酸钾溶液褪色的物质

- ①还原性的无机物,如 SO_2 、 H_2S 等。
- ②烯烃、炔烃、二烯烃等不饱和烃类(如部分石油产品等)及不饱和和烃的衍生物、部分苯的同系物等。
- ③部分含醇羟基、酚羟基(如苯酚)的有机物。
- ④含有醛基的有机物(如乙醛)等。

3. 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】乙醇可与水以任意比例混溶,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

关键点

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。

4. D **考查点** ▶ 元素化合物性质、物质鉴别

【解析】 MnO_2 与浓盐酸在加热条件下反应生成黄绿色气体, CuO 与浓盐酸反应生成蓝色溶液,碳粉与浓盐酸不反应,A 正确; BaCl_2 溶液与 SO_2 不反应, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液与少量 SO_2 反应生成白色沉淀, SO_2 过量时,沉淀溶解, $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液与 SO_2 反应生成白色沉淀, SO_2 过量时,沉淀不消失,B 正确; H_2O_2 溶液使紫色石蕊溶液褪色, NaClO 溶液使紫色石蕊溶液先变蓝后褪色, NaOH 溶液使紫色石蕊溶液变蓝,C 正确; NH_4Cl 、 Na_2SO_4 溶液与 NaHCO_3 溶液都不反应,无现象, AlCl_3 溶液与 NaHCO_3 溶液反应生成气体与沉淀,D 错误。

5. BD **考查点** ▶ 离子的检验

【解析】 Fe_2O_3 和 Fe_3O_4 中均含有三价铁,与盐酸反应后均有 FeCl_3 生成,而 KSCN 溶液主要用于检验 Fe^{3+} ,所以溶液变红色只能说明反应后固体中含有三价铁,有可能是剩余的 Fe_2O_3 ,A 不符合题意;向 FeCl_3 溶液中滴加淀粉碘化钾溶液后溶液变蓝色,说明 I^- 被氧化成 I_2 ,氧化剂为 Fe^{3+} ,利用氧化还原反应的规律,得出 Fe^{3+} 的氧化性强于 I_2 ,B 符合题意;在酸性条件下 Cl^- 也能使高

易错点

锰酸钾溶液褪色,则紫红色褪去,不能说明溶液中含有 Fe^{2+} ,C 不符合题意;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,则溶液中可能含有 CO_3^{2-} ,也可能含有 HCO_3^- 、 SO_3^{2-} 或 HSO_3^- ,D 符合题意。

6. D **考查点** ▶ 物质的检验与性质

【解析】先滴加氯水,再加入 KSCN 溶液,溶液变红,可能是 X 溶液中含有 Fe^{3+} ,所以 X 溶液中不一定含有 Fe^{2+} ,A 错误;不是所有的卤代烃都能与 NaOH 醇溶液共热发生消去反应产生 NaX (X 代表卤素原子),如 CH_3Cl 与 NaOH 醇溶液共热不发生反应,溶液中无 Cl^- ,后续加入 AgNO_3 溶液并不会出现白色沉淀,B 错误;由于醋酸酸性强于碳酸,用 pH 计测量浓度均为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaHCO_3 溶液和 CH_3COONa 溶液的 pH, CH_3COONa 溶液的 pH 应小于 NaHCO_3 溶液的 pH,则 $K_h(\text{CH}_3\text{COO}^-) < K_h(\text{HCO}_3^-)$,C 错误;溶液变蓝说明有碘单质生成,即溴单质将碘离子氧化为碘单质,故 Br_2 的氧化性比 I_2 的强,D 正确。

刷实验 B

1. C 考查点 ▶ 质谱图、红外光谱、X 射线衍射实验等物理分析方法

【解析】石英玻璃是非晶态二氧化硅，而水晶是晶态二氧化硅，X

关键点

射线衍射实验能够通过检测结构区分两者，晶态（水晶）会产生衍射峰，非晶态（石英玻璃）则呈现弥散图案，A 正确；青蒿素的提取常用乙醚萃取法，柱色谱法则用于进一步分离纯化，两种方法均适用于中药中青蒿素的提取和分离，B 正确；丙烷（ C_3H_8 ）的相对分子质量为 44，其质谱中分子离子峰（ M^+ ）质荷比应为 44，质荷比为 43 的峰对应的是 $C_3H_7^+$ （失去一个 H 后的碎片），而非题目所述的 $CH_3CH_2CH_3^+$ ，C 错误；乙醇含羟基（—OH），二甲醚含醚键（ $\begin{array}{c} | & & | \\ -C & -O- & C- \\ | & & | \end{array}$ ），两者官能团不同，红外光谱中特征吸收峰差异明显，可用于鉴别，D 正确。

醚键（ $\begin{array}{c} | & & | \\ -C & -O- & C- \\ | & & | \end{array}$ ），两者官能团不同，红外光谱中特征吸收峰差异明显，可用于鉴别，D 正确。

2. D 考查点 ▶ 碳碳双键的检验、 $S_2O_3^{2-}$ 的还原性、羟基氢的活性比较

【解析】该分子中碳碳双键与羟基均能与酸性高锰酸钾溶液反应使其褪色，A 错误；稀硝酸会将 $Na_2S_2O_3$ 氧化为硫酸钠，不能确

易错点

定原 $Na_2S_2O_3$ 溶液中是否含有 SO_4^{2-} ，B 错误；乙醇受热挥发，会使

易错点

酸性高锰酸钾溶液褪色，干扰 1-丁烯的检验，C 错误；钠与水反应比与乙醇反应剧烈，用钠可比较水和乙醇中羟基氢的活泼性，D 正确。

知识归纳

本题 B 项涉及 $Na_2S_2O_3$ 的考查。简单了解和掌握

$Na_2S_2O_3$ 的三大应用和制备。

(1) 与稀硫酸等非氧化性酸反应： $S_2O_3^{2-} + 2H^+ \rightleftharpoons S \downarrow + SO_2 \uparrow + H_2O$ ；

(2) 配位能力——与金属离子生成配离子（照相行业中， $Na_2S_2O_3$ 溶液作定影剂）；

(3) 碘量法（还原性）——与淀粉-KI 溶液反应进行定量测定： $2Na_2S_2O_3 + I_2 \rightleftharpoons Na_2S_4O_6 + 2NaI$ ；

(4) 在纺织和造纸工业中作脱氯剂： $Na_2S_2O_3 + 4Cl_2 + 5H_2O \rightleftharpoons Na_2SO_4 + H_2SO_4 + 8HCl$ 。

3. B 考查点 ▶ 离子推断

思路分析

溶液 $pH=1$ ，说明有 H^+ ，则不含有 CO_3^{2-} 、 $S_2O_3^{2-}$ 、

关键点

OH^- ；继续滴加足量硝酸钡溶液，生成白色沉淀，说明原溶液中有 SO_4^{2-} ；向得到的澄清溶液中加入 KSCN 溶液，溶液变红色，说明原溶液中含有 Fe^{2+} ，由于 H^+ 与 NO_3^- 同时存在时溶液有强氧化性，故溶液中不含有 NO_3^- ；离子浓度均为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，根据溶液呈电中性可以判断出溶液中含有 Cl^- 、 Al^{3+} 、 Mg^{2+} 都不能含有。

【解析】加入足量硝酸钡溶液时，在酸性溶液中， NO_3^- 将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ，发生了氧化还原反应，A 正确；原溶液中一定不含 Al^{3+} 、 Mg^{2+} 、 OH^- 、 NO_3^- 、 $S_2O_3^{2-}$ 、 CO_3^{2-} ，B 错误、C 正确；原溶液中一定含有 H^+ 、 Fe^{2+} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} ，D 正确。

4. A 考查点 ▶ 无机实验探究

【解析】碱性条件下反应制得 $NaNO_2$ ， NO_2^- 氧化性较弱，故不能将 I^- 氧化为 I_2 使淀粉溶液变蓝，但不能说明 HNO_2 不能氧化 I^- ，A

错误;酸性条件下 HNO_2 或 HNO_3 均能将 KI 氧化为 I_2 , 溶液变蓝, B 正确;实验③作对照实验, 证明当溶液 $\text{pH}=5$ 时, 稀 H_2SO_4 不能氧化 I^- , 故实验②中氧化 KI 的是 HNO_2 或 HNO_3 , C 正确;上述 3 组实验可以证明实验②中酸性条件下氮的含氧酸根离子有氧化性, 但无法证明有氧化性的是 HNO_2 , 即无法证明实验②中含 NaNO_2 , D 正确。

5. A 考查点 ▶ 化学实验方案的设计与评价

【解析】 NaHS 可以和 HCl 反应放出 H_2S , 而饱和 NaHS 溶液不能吸收 H_2S 气体, 故除去 H_2S 气体中的 HCl 杂质可以用饱和 NaHS 溶液, A 正确;制备乙烯的过程中会产生 SO_2 杂质气体, SO_2 也可以使溴水褪色, 故应先通过氢氧化钠溶液除去 SO_2 , 再检验乙烯, B 错误;所制乙炔中混有的 H_2S 等还原性气体也能使酸性高锰酸钾溶液褪色, C 错误; NH_4Cl 分解产物为 NH_3 和 HCl , 左侧碱石灰可以吸收氯化氢气体, 但湿润的蓝色石蕊试纸不能检验氨气, 右侧 P_2O_5 可吸收氨气, 但湿润的酚酞试纸无法检验 HCl 气体, D 错误。

6. D 考查点 ▶ 物质性质及阳离子的检验

【解析】气体可能是剩余的钠与水反应生成的, 也可能是过氧化钠与水反应生成的, 固体粉末不一定只含 Na_2O_2 , A 错误;酸性条件下, NO_3^- 具有强氧化性, 能氧化 Fe^{2+} , H_2O_2 也能氧化

关键点

Fe^{2+} , 所以无法判断 H_2O_2 、 Fe^{3+} 的氧化性强弱, B 错误;玻璃的主要成分有 Na_2SiO_3 , 即玻璃棒中含有钠元素, 火焰呈黄色不能说明待测液中含有钠离子, C 错误; Fe^{3+} 会和 KSCN 溶液反应显红色, 没有出现红色, 说明该氧化物中不存在三价铁, D 正确。

7. C 考查点 ▶ 焰色试验、 $\text{NO}_3^-(\text{H}^+)$ 的强氧化性、离子的检验

思路分析

I. 取该无色溶液(无 Cu^{2+}) 5 mL, 滴加一滴氨水有沉淀生成(至少含有 Ag^+ 、 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 中的一种, 无 CO_3^{2-}), 且离子种类增加(原溶液中无 NH_4^+); II. 用铂丝蘸取溶液, 在火焰上灼烧, 透过蓝色钴玻璃观察, 无紫色火焰(原溶液中无 K^+); III. 另取溶液加入过量盐酸, 有无色气体生成, 该无色气体遇空气变成红棕色, 则该无色气体为 NO , 说明溶液中含有 NO_3^- , 以及还原性微粒 I^- , 由于加入的盐酸过量, 因此原溶液中无 Ag^+ ; IV. 向 III 中所得的溶液中加入 BaCl_2 溶液, 有白色沉淀生成, 说明溶液中含有 SO_4^{2-} , 由于原溶液中各离子的物

关键点

质的量浓度均为 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 且溶液是电中性的, 所以阳离子为 Mg^{2+} 、 Al^{3+} , 阴离子是 Cl^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 I^- 。

【解析】由分析知, 溶液中一定不含有的阳离子是 K^+ 、 NH_4^+ 、 Cu^{2+} 、 Ag^+ , A 正确; III 中加入盐酸生成无色气体的离子方程式是 $6\text{I}^- + 2\text{NO}_3^- + 8\text{H}^+ = 3\text{I}_2 + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$, B 正确; 原溶液含有 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- 、 I^- (Cl^- 是通过离子浓度相同且溶液需要保持电中性来确定的), C 错误; 另取 100 mL 原溶液, $n(\text{Mg}^{2+}) = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.1 \text{ L} = 0.02 \text{ mol}$, 加入足量的 NaOH 溶液, 充分反应后过滤、洗涤、灼烧沉淀至恒重, 得到固体为 MgO , 质量为 $0.02 \text{ mol} \times 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.8 \text{ g}$, D 正确。

8. 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: $\text{Al}^{3+} + 3\text{HCO}_3^{-} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{CO}_2 \uparrow$ 、 $\text{H}^{+} + \text{HCO}_3^{-} = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$,D 错误。

9. (1) 能

(2) 装有碳酸氢钠的气球鼓起程度较大,装有碳酸钠的气球鼓起程度较小

(3) D (4) NaHCO_3

(5) 分别向二者的溶液中滴加 BaCl_2 溶液,有沉淀产生的是 Na_2CO_3 溶液,无明显现象的是 NaHCO_3 溶液

考查点 ▶ 碳酸氢钠与碳酸钠的鉴别

【解析】(1) 向碳酸钠溶液中逐滴加入稀盐酸,开始时没有明显现象,随着盐酸不断加入,有气体生成,向碳酸氢钠溶液中逐滴加入稀盐酸,立即有气体生成,故方法 I 能鉴别碳酸钠和碳酸氢钠。

(2) 质量相同的碳酸钠和碳酸氢钠,碳酸氢钠的物质的量更大,与足量盐酸反应,碳酸氢钠生成的气体更多,其所在的气球鼓起程度较大,碳酸钠所在的气球鼓起程度较小。

(3) 方法 IV 比方法 III 复杂,这并不是方法 IV 的优点,A、C 错误;方法 IV 和方法 III 都比较安全,B 错误;方法 IV 可以用一套装置同时进行两个实验,而方法 III 需要进行两次实验,这是方法 IV 的优点,D 正确。

(4) 碳酸钠受热不分解,碳酸氢钠受热易分解,因此受热程度更大的试管 A 中装碳酸钠,受热程度较小的试管 B 中装碳酸氢钠。

(三) 物质的分离和提纯

刷实验 A

1. C 命题点 ▶ 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增大较多,故应趁热过滤、洗涤、干燥后得到 NaCl 纯品,而 K^{+} 留在母液中,D 正确。

知识归纳

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 。

2. D 考查点 ▸ 物质的分离和提纯

【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不互溶, 会分层, 可以用分液漏斗分离, B 正确; 甲酸与新制氢氧化铜悬浊液加热后有砖红色沉淀生成, 乙酸与新制氢氧化铜悬浊液反应得到蓝色溶液, 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

关键点

得相对分子质量, 若想准确获得结构信息, 还需要其他仪器的测定, 故无法用质谱法鉴别 2-甲基丙烷和丙酮, D 错误。

3. C 考查点 ▸ 仪器的使用

【解析】可利用沸点不同, 采用蒸馏法分离 CH_2Cl_2 和 CCl_4 , 需要用冷凝管冷凝馏分、蒸馏烧瓶用来盛装混合溶液, A 正确; 配制一定物质的量浓度的溶液, 所需的步骤有计算、称量、溶解(冷却)、转移、洗涤、定容、摇匀、装瓶贴签, 配制 100 mL $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaCl 溶液需要使用玻璃棒搅拌、引流, 使用 100 mL 容量瓶配制, B 正确; 测定 $\text{CuSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 晶体中结晶水的含量应该使用坩埚加热, 而不是③蒸发皿, C 错误; 粗盐提纯需要溶解、过滤、蒸发结晶, 故需使用漏斗、蒸发皿、玻璃棒, D 正确。

4. B 考查点 ▸ 物质的分离与除杂

【解析】① C_2H_4 和酸性 KMnO_4 溶液反应生成 CO_2 , 引入新的杂质, 错误; ② H_2S 能与 CuSO_4 溶液反应, 生成难溶于水的 CuS , 而 C_2H_2 不与 CuSO_4 溶液反应, 正确; ③生石灰消耗水生成氢氧化钙, 然后蒸馏出乙醇, 正确; ④碳酸钠和乙酸反应生成盐溶液, 和乙酸乙酯不反应且分层, 能用分液的方法分离出有机层中的乙酸乙酯, 正确; ⑤溴和苯酚生成的三溴苯酚溶于苯中, 且溴可溶于苯, 不能用分液的方法进行分离, 错误。故选 B。

5. B 考查点 ▸ 有机物的分离和提纯

思路分析

向桂花中加入石油醚, 充分搅拌, 过滤, 分离除去不溶物, 得到桂花精油的石油醚溶液, 然后根据物质沸点的不同, 将溶液进行蒸馏, 分离出沸点较低的石油醚, 再向桂花浸膏中加入无水乙醇回流 1 h, 进行抽滤, 并用乙醇洗涤固体残渣, 充分回收桂花精油, 将分离得到的溶液进行减压蒸馏, 得到桂花精油。

【解析】“操作①”是分离难溶性固体与可溶性液体的操作, 该操作名称为过滤, 所需的玻璃仪器有烧杯、漏斗、玻璃棒, A 正确; “操作②”为分离互溶的、沸点不同的混合物, 操作为蒸馏, 所得的沸点较低的石油醚可循环利用, B 错误; 残留在固体上的桂花精油能够溶于乙醇, “乙醇洗涤”抽滤时的固体残渣, 可提高桂花精油的收率, C 正确; 桂花精油不稳定, 高温易变质, 利用物质沸

关键点

点随压强的减小而降低的性质进行“减压蒸馏”可防止桂花精油在较高温度下变质, D 正确。

6. B 考查点 ▸ 物质的分离和提纯

思路分析

向含 $[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$ 和 Br^- 等的废定影液中加入 Na_2S 溶液, 发生反应生成 Ag_2S 沉淀和 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, 故所得滤液中含 Br^- 、 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, 通入氯气, 氯气能将 Br^- 氧化为 Br_2 , 利用苯将溴单质萃取后能获得单质溴。

【解析】过滤时应让滤液自然流下,不能用玻璃棒搅拌,防止将滤纸搅烂,A 错误;分液时,先使下层液体从下口全部流出,再将上层液体从上口倒出,用苯萃取时,苯的密度小于水,有机相在上层,水相在下层,故应先放出水相再从上口倒出有机相,B 正确;粗溴蒸馏提纯时应选择直形冷凝管,球形冷凝管有凹槽,斜放时有液体残留在凹槽中,C 错误;高温灼烧用坩埚,而不用蒸发皿,D 错误。

易错点

易错点

刷实验 B

1. D 考查点 ▶ 物质分离提纯综合应用、蒸馏、萃取和分液

【解析】蒸发 FeSO_4 溶液的过程中, FeSO_4 易被氧化,不能得到 FeSO_4 固体,A 错误; Na_2CO_3 溶液与 HCl 、 CO_2 均发生反应,不能达到除杂的目的,应选用饱和 NaHCO_3 溶液,B 错误;乙酸乙酯的沸点与乙醇的沸点接近,不能用蒸馏的方法分离,应用饱和碳酸钠溶液除去乙酸乙酯中混有的乙醇杂质,再分液分离,C 错误; CCl_4 和水不互溶,用装置④的分液装置可分离溴的 CCl_4 溶液和水,D 正确。

易错点

易错点

2. B 考查点 ▶ 物质的制备、分离和提纯时实验仪器的选择

【解析】乙醇在 $170\text{ }^\circ\text{C}$ 、浓硫酸作用下发生消去反应制备乙烯,需要的仪器有酒精灯、温度计、圆底烧瓶或蒸馏烧瓶,不需要酸式滴定管,A 错误;除去乙酸乙酯中的乙酸需要加饱和碳酸钠溶液后分液,主要仪器为分液漏斗和烧杯,B 正确;除去氯化钠固体中的硝酸钾杂质需要溶解、蒸发浓缩、趁热过滤,主要仪器有蒸发皿、玻璃棒、漏斗、烧杯,不需要温度计,C 错误;含水酒精与生石灰制备无水乙醇需要用到酒精灯、蒸馏烧瓶、温度计、直形冷凝管、牛角管、锥形瓶,不需要球形冷凝管,D 错误。

3. D 考查点 ▶ 气体的制备装置和试剂、除杂试剂的选择

【解析】实验室中不能采用直接加热氯化铵制取氨气,应用氯化铵与氢氧化钙加热制取,应用固固加热制气装置,A 错误;二氧化锰与浓盐酸加热生成氯气,氯气中混有挥发出来的 HCl 气体,可用饱和食盐水除去,装置可选 b、c,B 错误;乙醇与浓硫酸在加热条件下发生消去反应生成乙烯,需要控制温度迅速升至 $170\text{ }^\circ\text{C}$,因此装置中需用温度计控制反应温度,C 错误;电石和饱和食盐水在常温下反应生成乙炔,因电石中含有硫化物,同时会生成硫化氢,可用硫酸铜溶液将硫化氢转化为 CuS 沉淀除去,装置应选 a、c,D 正确。

4. A 考查点 ▶ 有机物的提纯

【解析】增大溶液中盐浓度可降低有机物的溶解度,使有机物析出,A 正确;分液时,下层液体从下口放出,上层液体从上口倒出,乙醚的密度小于水的密度,因此用乙醚萃取分液时应从上口倒出有机层,B 错误;苯胺中氨基显碱性,因此不能用具有酸性的 P_2O_5 作为干燥剂,C 错误;蒸馏分离苯胺时,应用直形冷凝管进行冷凝,球形冷凝管常用于冷凝回流,D 错误。

易错点

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,在极性较小的乙醇中的溶解度小,向硫酸铜铵溶液中加入 95%乙醇可以获得硫酸铜铵晶体,B 正确;在高于室温 $10\sim 20\text{ }^\circ\text{C}$ 的明矾饱和溶液中悬挂明矾晶核,静置过夜,反复多次,可以获得大晶体,若温差过大,则得到较多数目的晶

体,得不到大晶体,C 错误;将粗苯甲酸溶于热水,趁热过滤掉泥沙,将滤液冷却结晶,说明苯甲酸的溶解度随温度变化较大,D 正确。

6. C 考查点 ▶ 金属混合物分离实验流程分析

【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或一氧化氮,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 考查点 ▶ 化学实验基本操作

思路分析

空气先通过氯化钙除水,经过安全瓶后通过浓硫酸、五氧化二磷除水,干燥的空气流入毛细管产生微小气泡,对烧瓶中的溶液进行搅拌,同时还具有加速水蒸气逸出和防止溶液沿毛细管上升的作用,可作为汽化中心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、除杂得到纯磷酸晶体。

【解析】由题给已知信息②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,避免压强过大达不到减压蒸馏的目的,B 正确;减压蒸馏时,水、磷酸的沸点降低,且温度高于 $100\text{ }^\circ\text{C}$ 时容易生成焦磷酸,蒸馏出水时,温度应低于 $261\text{ }^\circ\text{C}$,C 错误;水沸点低,故蒸馏烧瓶中收集的液体是水,D 正确。

8. D 考查点 ▶ 有机物的分离、提纯

思路分析

环己烷、苯甲酸、苯甲酸乙酯的混合物中加入 Na_2CO_3 溶液, Na_2CO_3 溶液与苯甲酸反应生成易溶于水的苯甲酸钠进入水相 I,有机相 I 为环己烷和苯甲酸乙酯,操作 a 为分液,水相 I 中加入乙醚,分离出有机相,加入试剂 X 可将苯甲酸钠转化为苯甲酸,经过重结晶进行提纯,得到纯净的苯甲酸,有机相 I 经过蒸馏可得到有机相 II,加入无水 MgSO_4 干燥有机物苯甲酸乙酯,共沸物是环己烷与乙醚、水的混合物。

【解析】饱和 Na_2CO_3 溶液与苯甲酸反应生成易溶于水的苯甲酸钠进入水相 I,苯甲酸由产品③获得;有机相 I 为环己烷和苯甲酸乙酯,共沸物为环己烷、乙醚、水,产品②可获得环己烷;苯甲酸乙酯由产品①获得,A 正确。操作 b 为水蒸气蒸馏,共沸物的

关键点

沸点与苯甲酸乙酯的沸点相差较大,可不使用温度计,B 正确。试剂 X 将苯甲酸钠转化为苯甲酸,根据强酸制弱酸原理,可以选择 H_2SO_4 ,C 正确。产品③为苯甲酸粗品,可通过重结晶提纯,苯甲酸微溶于冷水,易溶于热水,为便于溶解和结晶,选用的试剂为水,D 错误。

9. D 突破点 ▶ 物质的分离与提纯

【解析】加热乙醇可增大黄连素的溶解度,加入乙酸将黄连素转变成含氧酸盐,增大其在水中的溶解度,抽滤后得到黄连素乙酸盐溶液,向滤液中加入浓盐酸得到黄连素盐酸盐,冷却后黄连素盐酸盐析出,抽滤后得到黄连素盐酸盐固体(滤饼),洗涤后再加入热水和石灰水将黄连素盐酸盐转化为黄连素,并增大黄连素溶解度,抽滤提纯得到黄连素。将黄连切成碎片的目的是增大接触面积,加快提取速率,A 正确;已知黄连素的含氧酸盐在水

中溶解度较大,不含氧酸盐难溶于水,溶解时,加入乙酸的作用是将黄连素转变为其含氧酸盐,增大其在水中的溶解度,B 正确;洗涤时为减小黄连素溶解损耗,选用冰水(试剂 a),已知黄连素微溶于水,易溶于热水,加入试剂 b 的目的是增大黄连素溶解度,则试剂 b 可选用热水,C 正确;抽滤③的目的是得到含黄连素的滤液,应趁热过滤,则不需要冷却后进行,D 错误。

10. BD 突破点 ▶ 物质的分离与提纯

【解析】高温下,石英坩埚中的 SiO_2 和碱性介质会发生反应,则不能用石英坩埚煅烧,煅烧过程中 $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$ 会被 O_2 氧化为 Na_2CrO_4 和 Fe_2O_3 ,根据得失电子守恒可得该反应中 $n(\text{O}_2):n[\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2]=7:4$,A 错误; NaFeO_2 中铁元素化合价为 +3 价,则 NaFeO_2 遇水强烈水解生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀,其水解的化学方程式为 $\text{NaFeO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{NaOH} + \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$,B 正确; $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 具有强氧化性,用盐酸酸化时,HCl 会被 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 氧化为 Cl_2 ,同时 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 被还原,则酸化时不能用盐酸,C 错误; $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液先蒸发浓缩,后降温结晶可以获得红矾钠,D 正确。

(四)化学实验方案设计与评价

刷 实验 A

1. D 考查点 ▶ 实验装置的选择与评价

【解析】用甲装置探究 Fe^{3+} 、 Cu^{2+} 对 H_2O_2 分解的催化效果,可以达到目的,A 不符合题意;氧气不易溶于水,可以用乙装置测量 O_2 体积,B 不符合题意;硫化氢和氯化氢反应生成硫化氢,而和硫化氢不反应,可以用丙装置除去 H_2S 气体中的 HCl,C 不符合题意;用丁装置保护钢管柱不被腐蚀,应该将钢管柱与电源的负极相连,D 符合题意。

2. C 考查点 ▶ 实验现象及其结论的判断

【解析】 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ 溶液中有硝酸根离子,加入稀硫酸酸化的 H_2O_2 溶液后,硝酸根离子在酸性条件下具有强氧化性,也可将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ,使溶液由浅绿色变为黄色,无法证明 H_2O_2 氧化性大于 Fe^{3+} ,A 错误;酚酞是一种有机弱酸,变色的 pH 范围是

关键点

$8.2 \sim 10.0$,故加入酚酞后,溶液 $\text{pH} \geq 7$ 也可能呈无色,B 错误;浓硝酸分解的反应为 $4\text{HNO}_3(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} 4\text{NO}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$,生成的 NO_2 和 O_2 的体积比为 4:1,空气中 N_2 和 O_2 的体积比也约为 4:1,而空气中带火星的木条不能复燃,故木条复燃,能说明 NO_2 支持燃烧,C 正确;将某气体通入淀粉和 I_2 的混合溶液,蓝色褪去,不能证明该气体具有漂白性,也可能是该气体与 I_2 发生了氧化还原反应,D 错误。

3. B 考查点 ▶ 实验方案的评价

【解析】定量测定二氧化锰催化过氧化氢分解的化学反应速率时,应选用分液漏斗防止气体逸出,同时还需要秒表测定相同时间内生成氧气的体积,A 错误;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,B 正确;铁质搅拌器会因导热造成热量散失,导致实验误差较大,C 错误;温度、催化剂均能加快反应速率,由探究实验变量唯一化的原则可知,D 错误。

4. BC 考查点 ▶ 实验方案的评价

【解析】新制氯水与硝酸银反应生成白色沉淀,说明氯水中含有氯离子,溶液变蓝色,说明氯水中存在能将 KI 氧化成碘单质的氧化剂,该氧化剂可以是 Cl_2 或 HClO ,氯气与水反应生成氯化氢

易错点

和次氯酸,无法证明氯气与水的反应存在限度,A 错误; CuO 固

体加热,固体由黑色变为砖红色,木条复燃,可知氧化铜受热分解生成 Cu_2O 和氧气,则热稳定性: $\text{Cu}_2\text{O} > \text{CuO}$, B 正确;氢氧化铝与 NaOH 反应生成盐,沉淀溶解,可知氢氧化铝具有酸性, C 正确; NaBiO_3 具有强氧化性,可将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} , 同时也能氧化 Cl^- 生成氯气,无法说明氯气能将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} , 即不能得出氧化性: $\text{Cl}_2 > \text{Fe}^{3+}$, D 错误。

5. D 考查点 ▶ 实验设计与评价

【解析】冠醚可以识别 K^+ 形成超分子,提高 KMnO_4 在有机相中的溶解性,从而增强氧化效果,而非冠醚自身氧化烯烃, A 错误; Na_2O_2 与水反应剧烈放热并生成 O_2 , 脱脂棉燃烧是因为反应释放的热量达到其着火点,无法体现 Na_2O_2 的强氧化性, B 错误;将活塞往里推, NO_2 和 N_2O_4 浓度均增大,注射器内气体颜色加深,压强增大,平衡向气体分子数减小的方向移动,即正向移动, C 错误;镀层破损后, Zn 为活泼金属作为负极优先被腐蚀, Fe 作为正极被保护,溶液中无 Fe^{2+} , 一段时间后取溶液于试管中,滴加铁氰化钾溶液,无蓝色沉淀产生, D 正确。

考点拓展

高考化学对超分子多次考查,一般落在与教材密切相关的超分子空腔识别。如冠醚与金属阳离子的结合,不同大小的冠醚可以适配不同大小的金属离子,从而实现分子识别。

刷实验 B

1. A 考查点 ▶ 实验装置的设计与评价

【解析】若铁钉在食盐水中发生吸氧腐蚀,左侧试管内气体减少,压强降低,右侧玻璃导管中液面会上升,则题给装置能达到验证铁钉的吸氧腐蚀的实验目的, A 正确;测定硝酸钾的溶解度时,

易错点

温度计应插入硝酸钾溶液中,不能插入水中, B 错误;过氧化氢溶液与亚硫酸氢钠溶液反应生成硫酸钠和水,反应中没有明显的实验现象,则题给装置无法探究浓度对反应速率的影响, C 错误;氢氧化钠溶液与饱和氯化铁溶液反应生成氢氧化铁沉淀,无法制得氢氧化铁胶体, D 错误。

2. AB 考查点 ▶ 实验室制备乙烯、常见气体的制备与收集、实验方案的评价

【解析】实验室中用二氧化锰和浓盐酸共热制备氯气,制备的 Cl_2 中含有 HCl , 用饱和食盐水除去 Cl_2 中的 HCl , A 符合题意;实验室用稀盐酸和 CaCO_3 制备 CO_2 , 制得的 CO_2 中含有少量的杂质 HCl , 可用饱和 NaHCO_3 溶液除去 CO_2 中的 HCl , B 符合题意;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

关键点

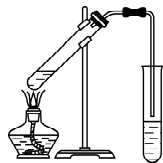
硝酸和 Na_2SO_3 固体来制备 SO_2 , 而应该用 70% H_2SO_4 和 $\text{Na}_2\text{SO}_3(\text{s})$ 来制备 SO_2 , C 不符合题意;实验室可以将浓硫酸和无水乙醇的混合液迅速加热到 170°C 来制备乙烯(装置中缺少温度计), 且制得的乙烯中含有 SO_2 、 CO_2 和乙醇蒸气等杂质, 由于乙烯也能被酸性高锰酸钾溶液氧化, 故不能用酸性高锰酸钾溶液来除杂, 应该用 NaOH 溶液来除杂, D 不符合题意。

3. D 考查点 ▶ 实验方案设计与评价

【解析】 MgCl_2 溶液、 AlCl_3 溶液与过量氨水反应时现象相同, 分别

易错点

产生白色 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀, A 错误;乙酸与乙醇在浓硫酸存在、加热条件下发生酯化反应生成乙酸乙酯和水, 在饱和碳酸钠溶液液面上收集乙酸乙酯(如图), 用品中缺少酒精灯, B 错误;若溶液中含有 SO_3^{2-} , 酸性条件下,



SO_3^{2-} 被 NO_3^- 氧化为 SO_4^{2-} , 也会出现相同现象, 不能检验溶液中含有 SO_4^{2-} , C 错误;胶体制备过程中, 酒精灯、三脚架和陶土网组

合成加热装置,给烧杯中蒸馏水加热至沸腾,用胶头滴管逐滴滴加饱和 FeCl_3 溶液,激光笔用来照射液体,观察丁达尔效应确定胶体的生成,D 正确。

4. B 考点 ▶ 氯气、 NaBiO_3 的实验室制法、化学实验基本操作

信息梳理

装置 A 是制取氯气以及反应后尾气处理的装置,装置 B 用于净化氯气,装置 C 是生成铋酸钠的装置,反应条件需控制低温,装置 D 是尾气处理装置。

【解析】装置 A 中浓盐酸与二氧化锰反应生成的氯气中混有氯化氢气体,装置 B 中试剂为饱和食盐水,用于除去氯气中的氯化氢,A 正确;当观察到装置 C 中白色固体变为黄色固体时,反应已经开始,B 错误; NaBiO_3 不溶于冷水,遇沸水或酸溶液迅速分解,反应中充分搅拌以及将 C 装置放入冰水浴中冷却,目的均是提高 NaBiO_3 产率,C 正确;实验完毕后打开恒压滴液漏斗 N 上的活塞 K_2 滴加 NaOH 溶液至装置 A 中,吸收 Cl_2 ,减少氯气的污染,D 正确。

5. B 考点 ▶ 化学实验方案的设计与评价

【解析】 Cu 与浓硫酸反应后的混合液中硫酸的浓度仍较高,稀释

易错点

时应“酸入水”,且 CuSO_4 为强酸弱碱盐,水溶液显酸性,故 $\text{pH} < 7$ 不能说明溶液中有剩余 H_2SO_4 ,A 错误;铝在浓硝酸中会形成致密氧化膜,氧化膜会阻碍铝与硫酸铜溶液反应(钝化),B 正确;向 KI 溶液中滴加 FeCl_3 溶液,因为 FeCl_3 溶液过量,因此向反应

易错点

后的溶液中加入 KSCN 溶液,溶液一定会变红,无法说明该反应是有限度的,C 错误;红棕色的溴蒸气、二氧化氮均具有氧化性,都能使湿润的淀粉- KI 试纸变蓝,不能证明红棕色气体是溴蒸气,D 错误。

6. D 考点 ▶ 卤代烃的消去反应、弱酸酸性的比较、乙炔的实验室制备、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,制备的乙炔中含有的 H_2S 等还原性物质也能使溴水褪色,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) 恒压滴液漏斗 碱石灰(或氢氧化钠或氧化钙)

(2) $\text{dc} \rightarrow \text{ih} \leftarrow \text{fg}$

(3) 降温使平衡正向移动,有利于提高生成物的产率,同时防止氨基甲酸铵分解

(4) II 吸收未反应的氨气,防止空气中的水蒸气进入

(5) ①确保氨基甲酸铵样品在甲醛溶液中反应完全 ②78%

突破点 ▶ 滴定原理的应用、物质含量的测定、实验方案设计与评价

思路分析

由题给实验装置可知,装置 A 为利用浓氨水制备氨气的装置,装置 C 为氨气的干燥装置,装置 B 为氨气与二氧化碳反应制备氨基甲酸铵的装置,装置 D 为二氧化碳的制备装置,装置 E 为除去二氧化碳中混有的氯化氢的装置,装置 F 为干燥二氧化碳的装置,则制备氨基甲酸铵所需装置的连接顺序为 $\text{A} \rightarrow \text{C} \rightarrow \text{B} \leftarrow \text{F} \leftarrow \text{E} \leftarrow \text{D}$ 。

【解析】(1) 装置 A 中盛放浓氨水的仪器名称是恒压滴液漏斗,装置中浓氨水滴入氢氧化钠固体或氧化钙或碱石灰中,增大溶

液中氢氧根离子浓度,使电离平衡左移,溶解或反应放出大量的热,促使氨气溶解度降低而逸出制得氨气。

(2) 由分析可知,制备氨基甲酸铵所需装置的连接顺序为 $A \rightarrow C \rightarrow B \leftarrow F \leftarrow E \leftarrow D$, 装置连接顺序为氨气的发生装置 $\rightarrow dc \rightarrow ab \leftarrow ih \leftarrow fg \leftarrow e$ 。

(3) 制备氨基甲酸铵的反应为放热反应,采用冰水浴可以降低反应温度,温度降低,平衡正向移动,有利于氨基甲酸铵的生成,同时可以防止反应放热使氨基甲酸铵分解。

(4) 装置 B 中气球的作用是收集未反应的氨气,并防止空气中的水蒸气进入, I 装置虽然能够吸收氨气且防倒吸,但不能防止空气中的水蒸气进入, II 装置能够吸收未反应的氨气,同时防止空气中的水蒸气进入。

(5) ①静置 10 min 是甲醛滴定法中减小误差的关键步骤,除避免时间过长碳酸分解而损耗外,另一原因是确保氨基甲酸铵样品在甲醛溶液中反应完全; ②由方程式 $2\text{NH}_2\text{COONH}_4 + 6\text{HCHO} = (\text{CH}_2)_6\text{N}_4 + 2\text{H}_2\text{CO}_3 + 4\text{H}_2\text{O}$ 可得关系式: $\text{NH}_2\text{COONH}_4 \sim \text{H}_2\text{CO}_3 \sim 2\text{NaOH}$, 则样品中氨基甲酸铵的纯度为

$$\frac{0.024 \text{ L} \times 0.100 0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times \frac{250 \text{ mL}}{25 \text{ mL}} \times \frac{1}{2} \times 78 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{1.200 \text{ g}} \times 100\% = 78\%。$$

(五) 制备与定量实验

刷实验 A

1. B 考查点 物质的制备实验

【解析】皂化反应为油脂在碱性条件下的水解反应, A 正确; 模拟侯氏制碱法应使用饱和氯化钠溶液, B 错误; 饱和碳酸钠溶液可以吸收乙醇, 中和乙酸, 降低乙酸乙酯的溶解度, C 正确; NaHCO_3 可与 HCl 反应生成 NaCl 、 CO_2 和水, 因此饱和碳酸氢钠溶液可除去 CO_2 中的 HCl 气体, D 正确。

2. D 考查点 气体的制备及净化、收集装置

【解析】氧化钙和水反应放出大量热, 促使氨水中一水合氨分解释放出氨气, 可以用浓氨水和氧化钙反应制取氨气, A 正确; 饱和食盐水能抑制氯气溶解, 且能吸收 HCl , B 正确; SO_2 密度大于空气, 则丙中气体长进短出, 可作 SO_2 气体收集装置, C 正确; NO_2 和水反应生成 NO , 仍然有污染性气体产生, 不能用水吸收

易错点

NO_2 尾气, D 错误。

3. BD 考查点 溶液的配制、物质制备实验

【解析】 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 易被 O_2 氧化成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$, 故要想较长时间观察到 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 沉淀, 必须严格除氧, 一方面配制溶液的蒸馏水要

关键点

煮沸, 另一方面要用有机溶剂液封, A 正确; 配制 $100 \text{ mL } 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{FeSO}_4$ 溶液需要的玻璃仪器有 100 mL 容量瓶、烧杯、玻璃棒、胶头滴管和量筒, 不需要漏斗, B 错误; 由于反应过程中生成气体, 故钠会在两液体界面上下跳动, Na 与水反应生成 NaOH , NaOH 与 FeSO_4 反应生成 $\text{Fe}(\text{OH})_2$, 水层会出现白色沉淀, C 正确; 所用有机溶剂必须难溶于水、不与钠反应、密度比钠小, 如苯等, 而 CCl_4 密度大于水, D 错误。

4. D 考查点 物质的制备

【解析】过氧化钠粉末无法搁置在有孔塑料板上, 不能随时控制反应的发生和停止, A 错误; MnO_2 与浓盐酸的反应需加热, 缺少加热装置, 不能利用装置乙制取氯气, B 错误; NO 能和空气中氧气反应, 不能用排空气法收集, 故不能利用装置丙制取并收集干

干燥、纯净的 NO , C 错误; 还原性: $\text{I}^- > \text{Fe}^{2+}$, 氯气首先和 I^- 反应生成碘单质, 再和 Fe^{2+} 反应生成 Fe^{3+} , 观察到四氯化碳变紫红色后水层溶液变黄色, 能比较 Fe^{3+} 、 I_2 、 Cl_2 的氧化性强弱, D 正确。

5. B 考查点 物质的制备

【解析】 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 微溶于水, 其溶液中 OH^- 浓度很小, 和 NH_4Cl

易错点

固体反应生成的 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 浓度也很小, 不能用于制备氨气, A 错误; 氨气在装置 D 中冷却为液氨, 锂与液氨反应生成 $[\text{e}(\text{NH}_3)_n]^-$, 根据原子守恒和电荷守恒可知, 装置 D 中的变化为 $\text{Li} + n\text{NH}_3 \longrightarrow \text{Li}^+ + [\text{e}(\text{NH}_3)_n]^-$, B 正确; 锂保存在石蜡中, 使用前应打磨掉表面的氧化层, 氨气可与氯化钙发生反应, 故干燥管 C 中不能加入 CaCl_2 固体, C 错误; 氨气的沸点为 -33.5°C , 温度需要降低至沸点以下才能使氨气液化, 而冰水浴的温度为 0°C , 不能使氨气液化, D 错误。

刷实验 B

1. C 考查点 物质的制备实验

【解析】装置①中 NaClO_3 、 Na_2SO_3 在浓 H_2SO_4 存在的环境中发生氧化还原反应制备 ClO_2 , 化学方程式为 $2\text{NaClO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \longrightarrow 2\text{ClO}_2 \uparrow + 2\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$, A 正确; 装置②中两个导管均为短导管, 作安全瓶, 防止装置③中溶液倒吸至装置①中, B 正确; 装置③中的 H_2O_2 作还原剂, NaClO_4 中 Cl 元素为最高价, 不能用作还原剂, 故 H_2O_2 不可用 NaClO_4 代替, C 错误; 装置④用于吸收尾气, 仪器 a 为干燥管, 可防倒吸, D 正确。

2. D 考查点 KI 的制备

【解析】仪器 a、b 都为恒压滴液漏斗, 实验中应先关闭 K, 将 30% 氢氧化钾溶液滴入三颈烧瓶中制取碘酸钾, 再打开 K, 将甲装置中产生的 H_2S 通入乙装置中与碘酸钾溶液反应制备碘化钾, A 正确; 碘水呈棕黄色, 随着碘单质与氢氧化钾反应生成无色的碘化钾和碘酸钾, 紫黑色固体溶解, 棕黄色溶液逐渐变为无色, B 正确; 硫化氢为弱电解质, 加入稀硫酸能抑制硫化氢的电离, 降低其溶解度, 使其逸出, 并在丙装置中被吸收, C 正确; 黄色沉淀为 S, 生成 4.8 g (即 0.15 mol S), 由题述反应的比例关系: $3\text{S} \sim \text{KI}$, 因此共生成 0.05 mol 碘化钾, 质量为 8.3 g, 但由于之前 I_2 与 KOH 反应也有 KI 生成, 故总质量大于 8.3 g, D 错误。

3. AC 考查点 易水解的物质的制备

思路分析

本实验利用氮气和钙反应制备氮化钙。装置甲为制备氮气的装置, 发生的反应为 $\text{NO}_2^- + \text{NH}_4^+ \longrightarrow \text{N}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, 浓硫酸干燥氮气; 装置乙为氮化钙制备装置, 由于氮化钙与水易反应, 最后一处的浓硫酸可以防止空气中的水蒸气进入装置乙。

【解析】 Ca_3N_2 中 Ca 为 +2 价, N 为 -3 价, Ca_3N_2 与水发生非氧化还原反应生成氢氧化钙和氨气, A 错误; 该装置要制备气体, 实验开始前要检查装置的气密性, B 正确; 6 g Ca 的物质的量为 0.15 mol, 与 N_2 反应生成 Ca_3N_2 消耗 N_2 0.05 mol, N_2 中 N 元素一半来自 NH_4^+ , 一半来自 NO_2^- , 则需消耗 0.05 mol NO_2^- , C 错误; 据以上分析可知, 前后两处浓硫酸的作用分别是干燥 N_2 及防止空气中的水进入装置乙, D 正确。

4. A 考查点 纯度测定实验

思路分析

FeSO_4 在高温下分解可制备 Fe_2O_3 , 发生反应:

$2\text{FeSO}_4 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2 \uparrow + \text{SO}_3 \uparrow$, 将装置 A 中生成的气态产物通入盛有 BaCl_2 溶液的装置 C 中并进行冰水浴, SO_3 能与 BaCl_2 溶液发生反应: $\text{SO}_3 + \text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{HCl}$, 由于亚硫酸的酸性弱于盐酸, 故 SO_2 与 BaCl_2 溶液不发生反应, 将 SO_2 继续通入盛有 NaOH 溶液的装置 B 中, SO_2 与 NaOH 溶液反应生成亚硫酸钠和水, 最后连接装置 D 进行尾气处理。

【解析】按气流方向连接各仪器, 顺序为 $a \rightarrow de \rightarrow bc \rightarrow fg$, A 错误; 由于 SO_2 与 NaOH 溶液反应时会发生倒吸, 故装置 B 中导气管改造后可防止溶液倒吸, B 正确; 亚硫酸的酸性弱于盐酸, 故 SO_2 与 BaCl_2 溶液不发生反应, 装置 C 中的白色沉淀只有硫酸钡, C 正确; 装置 C 中不再产生沉淀时, 停止加热, 将装置 C 中烧瓶中的溶液经过滤、洗涤、干燥, 准确称量所得 BaSO_4 沉淀的质量, 由 BaSO_4 的质量算出 SO_3 的质量, 由 SO_3 的质量算出 FeSO_4 样品的质量, 最终计算出 FeSO_4 样品的质量分数, D 正确。

5. AC **考点** CO_2 、 NH_3 的实验室制法、物质制备的探究、实验方案评价

【解析】制取碳酸镧需用到碳酸氢铵, 碳酸氢铵通过二氧化碳和氨气在水中反应得到, W 装置用于制取二氧化碳, 二氧化碳中含有 HCl , 需通过饱和碳酸氢钠溶液除去, 因此 X 中盛放饱和碳酸氢钠溶液(洗气时注意“长进短出”), Y 装置用于制取氨气, 因氨气易溶于水因此要采取防倒吸装置, c 应接 e, 接口顺序应为 $f \rightarrow b, a \rightarrow d, e \rightarrow c$, A 错误; 装置 Z 中干燥管的目的是防止氨气溶解时发生倒吸, 用倒置漏斗也可有效防止倒吸, B 正确; 因氨气在水中的溶解度大, 而二氧化碳气体不易溶于水, 因此应先向水槽中通氨气, 使溶液呈弱碱性后再通入二氧化碳, 有利于二氧化碳的吸收, 故先打开旋塞 K_1 , 后打开旋塞 K_2 , C 错误; 由题意可知溶液 pH 过高, 则易生成碱式碳酸镧 $[\text{La}(\text{OH})\text{CO}_3]$, 因此制取碳酸氢铵时要控制 CO_2 或 NH_3 的进气量, 避免氨气过量导致碳酸氢铵溶液 pH 偏高, 影响碳酸镧的纯度, D 正确。

6. B **突破点** $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 的制备实验

【解析】搅拌可以使反应物充分接触, 提高反应速率, A 正确; 生成的氯气中虽然混有氯化氢, 但是装置 B 需要盐酸作为反应物, 故不需要除杂装置, B 错误; 氯气有毒, 反应可能会有氯气逸出, 需要氢氧化钠溶液来进行尾气处理, C 正确; 仪器 a 为恒压滴液漏斗, 放液时只需打开下端的活塞, 不需要取下上端的塞子, 浓盐酸便可顺利流下, 而仪器 b 为分液漏斗, 放液时, 需要先取下上端的塞子, 再打开下端的活塞, 才能使稀盐酸顺利流下, 二者功能相同, 操作方法不相同, D 正确。

7. (1) 检测气体流速 酸性高锰酸钾溶液或双氧水 (孟氏) 洗瓶



(3) $\text{I}_3^- + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 3\text{I}^- + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$ 滴入最后半滴 BaCl_2 标准液, 溶液恰好由橙黄色变橙红色, 且半分钟不恢复原色 $\frac{25x}{cV-25x}$

AD

突破点 装置作用分析、化学方程式书写、滴定分析

思路分析

空气经过浮子流量计检测气体流速,空气中含有少量还原性杂质气体(SO_2 、 H_2S 、 HCHO),试剂 a 的作用是除去空气中的还原性杂质气体,试剂 a 可以是酸性高锰酸钾溶液或双氧水,仪器 b 的作用是干燥空气,在燃烧舟中煤中 S 元素均转化为 SO_2 和 SO_3 ,测硫仪工作时,左侧铂电极为电解池的阳极, I^- 在阳极失去电子发生氧化反应生成 I_3 ,电极反应式为 $3\text{I}^- - 2\text{e}^- = \text{I}_3$,反应生成的 I_3 与二氧化硫反应生成 I^- ,反应的离子方程式为 $\text{I}_3 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 3\text{I}^- + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$,右侧铂电极为阴极,溶液中的氢离子在阴极得到电子发生还原反应生成氢气。

【解析】(1) 浮子流量计的作用是检测气体流速,仪器 a 盛放的试剂为酸性高锰酸钾溶液或双氧水,仪器 b 的名称为(孟氏)洗瓶。

(2) 燃烧舟中 CaSO_4 分解生成 SO_2 ,S 元素化合价降低,可以推知该过程中 O 元素化合价升高,有 O_2 生成,Ca 元素化合价不变,该过程中还有 CaO 生成,根据得失电子守恒和原子守恒配平化学方程式为 $2\text{CaSO}_4 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{CaO} + 2\text{SO}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$ 。

(3) 电解池中发生反应生成的 I_3 与二氧化硫反应生成碘离子、硫酸根离子和氢离子,反应的离子方程式为 $\text{I}_3 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 3\text{I}^- + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$ 。用 $c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ BaCl_2 溶液滴定生成 BaSO_4 沉淀,达滴定终点时,过量 Ba^{2+} 与钼试剂生成橙红色配合物,滴定终点

关键点

的现象为滴入最后半滴 BaCl_2 标准液,溶液恰好由橙黄色变橙红色,且半分钟不恢复原色。电解过程中 SO_2 转化为 SO_4^{2-} ,电解结束,库仑测硫仪显示电解过程中转移电子 $x \text{ mol}$,则 $n(\text{SO}_2) = \frac{x}{2} \text{ mol}$,25 mL 电解液中 $n(\text{SO}_4^{2-}) = n(\text{Ba}^{2+}) = cV \times 10^{-3} \text{ mol}$,则

$$n(\text{SO}_3) = cV \times 10^{-3} \text{ mol} \times \frac{500}{25} - \frac{x}{2} \text{ mol}, \text{ 则 } \frac{n(\text{SO}_2)}{n(\text{SO}_3)} =$$

$$\frac{\frac{x}{2} \text{ mol}}{cV \times 10^{-3} \text{ mol} \times \frac{500}{25} - \frac{x}{2} \text{ mol}} = \frac{25x}{cV - 25x} \cdot \frac{c(\text{I}_3)}{c(\text{I}^-)} \text{ 未回到原定值即读}$$

测硫仪数据,会导致测得转移电子的物质的量偏少,测得 $n(\text{SO}_2)$

偏小,则 $\frac{n(\text{SO}_2)}{n(\text{SO}_3)}$ 偏低,A 符合题意;燃烧舟内壁有 SO_3 残留,会导致

测得 $n(\text{SO}_3)$ 偏小,则 $\frac{n(\text{SO}_2)}{n(\text{SO}_3)}$ 偏高,B 不符合题意;滴定终点时

俯视读数,会导致测得消耗 BaCl_2 溶液的体积偏小,导致测得

$n(\text{SO}_4^{2-})$ 偏小,则 $\frac{n(\text{SO}_2)}{n(\text{SO}_3)}$ 偏高,C 不符合题意;滴定前尖嘴内有气泡,

终点时无气泡,会导致测得消耗 BaCl_2 溶液的体积偏大,导致

测得 $n(\text{SO}_4^{2-})$ 偏大,则 $\frac{n(\text{SO}_2)}{n(\text{SO}_3)}$ 偏低,D 符合题意。

(六) 科学探究实验

刷实验 A

1. D 考查点 物质性质的探究

【解析】白色沉淀中加入 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沉淀,结合元素守恒,沉淀是铜元素生成的

易错点

CuCl 沉淀,A 错误;反应中生成气体,根据活动性应该为铝参与

反应生成的氢气, 1 mol Al 不会全部参与置换反应生成铜单质 (部分 Cu^{2+} 得电子还原为 CuCl), 则不会生成 1.5 mol Cu, B 错误; 结合 A 项分析, 取实验一中的无色溶液于试管中, 加入蒸馏水, 产生大量白色沉淀, 向白色沉淀中加入 NaCl 溶液, 沉淀溶解, 得无色溶液, 则取实验一中生成 $[\text{CuCl}_2]^-$, 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 和过量氯离子反应生成 $[\text{CuCl}_2]^-$, 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 A、C 项分析, “实验二” 无色溶液中, 铜元素的价态为 +1 价, D 正确。

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. BD 考查点 ▶ 物质反应过程的实验探究

【解析】CuI 为白色沉淀, 可吸附部分 I_2 而显土黄色, 剩余的 I_2 溶解到水中, CuI_2 在溶液中不存在, 故 CuSO_4 与 KI 能发生反应: $2\text{Cu}^{2+} + 4\text{I}^- \longrightarrow 2\text{CuI} \downarrow + \text{I}_2$, A 正确。已知 $2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{无色}) + \text{I}_2 \longrightarrow 2\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}(\text{无色})$, 第一组实验中, 逐滴加入 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液后, 先变为白色悬浊液, 说明附着在 CuI 表面的 I_2 先与 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 反应, 最后得到无色澄清溶液, 说明 CuI 与 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 反应, 所以 CuI 与 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 反应的速率慢于 I_2 与 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 反应的速率, B 错误。根据第二组实验现象, ①产生土黄色沉淀, 溶液为蓝绿色, 发生反应 $2\text{Cu}^{2+} + 4\text{I}^- \longrightarrow 2\text{CuI} \downarrow + \text{I}_2$, 且有 Cu^{2+} 剩余; ②逐滴加入 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液时, 开始变为浅蓝色悬浊液, 逐渐变为黄绿色悬浊液, 此时生成了 $[\text{Cu}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$ 和 $[\text{Cu}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{2-}$;

关键点

变为黄色溶液时, 溶液中的 Cu^{2+} 几乎全部转化为 $[\text{Cu}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{2-}$; 最后黄色溶液变为无色溶液时, 说明 $[\text{Cu}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{2-}$ 全部被 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 还原为 $[\text{Cu}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$, C 正确。根据第二组实验, 溶液最后变

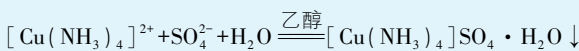
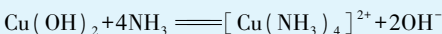
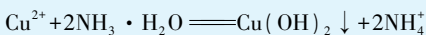
关键点

为无色溶液, 故最后溶液中主要为 $[\text{Cu}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$, 所以 Cu(II) 与 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 生成配合物反应的限度小于二者发生氧化还原反应的限度, D 错误。

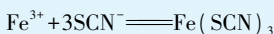
知识归纳

高考中经常考查的几种配合物的制备

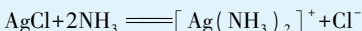
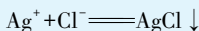
(1) 硫酸铜氨: 向 CuSO_4 溶液中滴加氨水, 试管中先出现蓝色沉淀, 继续加氨水沉淀又逐渐溶解, 得到深蓝色的溶液, 再滴加 95% 的乙醇, 并用玻璃棒摩擦试管内壁, 溶液中析出深蓝色晶体。



(2) 硫氰化铁: 向 FeCl_3 溶液中滴入硫氰化钾溶液变为红色。



(3) 银氨溶液: 向 NaCl 溶液中滴加 AgNO_3 溶液, 生成白色沉淀, 再滴加氨水后沉淀溶解。



4. B 考查点 ▶ 探究实验

【解析】 AgNO_3 溶液和 Na_2SO_4 溶液反应生成沉淀 Ag_2SO_4 , 故②中观察到略有浑浊, 由③现象可得少量的 Ag_2SO_4 能溶于稀硝酸, A 正确; 实验⑥中加入浓硝酸时产生红棕色气体 (NO_2) 并用

关键点

BaCl_2 溶液检出 SO_4^{2-} (得到 BaSO_4 白色沉淀), 说明 Na_2SO_3 溶液与 AgNO_3 溶液反应生成的白色沉淀是 Ag_2SO_3 , 浓硝酸将 Ag_2SO_3 氧化成了 Ag_2SO_4 , 并放出 NO_2 , 故④中白色沉淀不是 Ag_2SO_4 , ⑥中沉淀溶解发生反应: $\text{Ag}_2\text{SO}_3 + 2\text{HNO}_3(\text{浓}) \rightleftharpoons \text{Ag}_2\text{SO}_4 + 2\text{NO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, B 错误, C 正确; ⑤中现象说明 Ag_2SO_3 在 $c(\text{HNO}_3) = 0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时不溶解, ⑥中现象说明 Ag_2SO_3 能溶于浓硝酸, 因此 Ag_2SO_3 能否溶于硝酸与硝酸的浓度有关, D 正确。

5. CD 考查点 ▶ 探究浓度对化学平衡移动的影响

【解析】实验 I 中溶液慢慢变蓝的原因是溶液中溶解的 O_2 将 Cu 氧化, 发生的反应为 $2\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$, 故不能得出一定是铜粉中含有的 CuO 溶解在硫酸中, A 错误; 已知 $[\text{CuCl}_3]^{2-}$ 呈无色, $[\text{CuCl}_4]^{2-}$ 呈黄色, 实验 II 中溶液由无色变为黄色可能发生反应: $4[\text{CuCl}_3]^{2-} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{Cl}^- \rightleftharpoons 4[\text{CuCl}_4]^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$, 所给离子方程式中 H^+ 的化学计量数错误, B 错误; 实验 III

易错点

混合液中先发生反应 $\text{Cu}^{2+} + 4\text{Cl}^- \rightleftharpoons [\text{CuCl}_4]^{2-}$ 使溶液呈黄色, 加入 Cu 粉, 溶液慢慢变无色, 说明 $[\text{CuCl}_4]^{2-}$ 与 Cu 发生反应生成无色的 $[\text{CuCl}_3]^{2-}$, 即 Cu 能还原 +2 价铜, C 正确; 实验 III 中析出少量白色固体即为 CuCl, 其原因可能是随着反应 $\text{Cu} + [\text{CuCl}_4]^{2-} + 2\text{Cl}^- \rightleftharpoons 2[\text{CuCl}_3]^{2-}$ 的进行, 溶液

中 $[\text{CuCl}_3]^{2-}$ 增多, Cl^- 减少, 使平衡 $[\text{CuCl}_3]^{2-} \rightleftharpoons \text{CuCl} \downarrow + 2\text{Cl}^-$ 正向移动, D 正确。

6. D 考查点 ▶ 化学平衡影响因素的探究

思路分析

$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 溶液中存在水解平衡, 升高温度, 水解平衡正向移动, 从而引起溶液颜色的变化。增大生成物浓度或减小反应物浓度均会让平衡逆向移动。结合上述因素对平衡的影响可以探究 Fe^{3+} 颜色变化的原因。

【解析】根据已知信息可知, $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 溶液中存在水解平衡: $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+} + n\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons [\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_{6-n}(\text{OH})_n]^{3-n} + n\text{H}_3\text{O}^+ (n = 1 \sim 6)$, 水解反应是吸热反应, 升高温度, 水解平衡正向移动, $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_{6-n}(\text{OH})_n]^{3-n}$ 的浓度增大, 颜色变深, A 正确; 实验 II

中,升高温度, $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ 的水解平衡正向移动, $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_{6-n}(\text{OH})_n]^{3-n}$ 浓度增大,加入 HNO_3 , 溶液中 $c(\text{H}^+)$ 增大,抑制了 $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ 的水解,由溶液颜色无明显变化,可判断 H^+ 对平衡的影响大于温度对平衡的影响,B 正确;对比实验 III 可知,向实验 II 的溶液中加入一定浓度的 NaCl 溶液后,发生反应 $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+} + 4\text{Cl}^- \rightleftharpoons [\text{FeCl}_4(\text{H}_2\text{O})_2]^- + 4\text{H}_2\text{O}$, 所以溶液变为黄色,C 正确;由实验 III 可知 Cl^- 浓度对 Fe^{3+} 在溶液中的颜色有影响,而 HCl 中含有 Cl^- , 因此不能用 HCl 调节 pH 探究 Fe^{3+} 显色的原因,D 错误。

7. AD 考查点 ▶ 氧化反应条件的探究实验

思路分析

实验①中生成棕黑色沉淀的原因可能是空气中的氧气在碱性环境下氧化 Mn^{2+} 生成二氧化锰: $2\text{Mn}^{2+} + \text{O}_2 + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{MnO}_2 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$; 实验②为碱性条件下 H_2O_2 将 Mn^{2+} 氧化为 MnO_2 , 离子反应为 $\text{Mn}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{MnO}_2 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$; 实验③中无明显现象,说明 HNO_3 不能氧化 Mn^{2+} ; 资料表明 KMnO_4 在酸性环境下缓慢分解产生 MnO_2 , 而实验④中紫红色很快消失并产生棕黑色沉淀,故不是 KMnO_4 在酸性环境下自身分解产生 MnO_2 。

【解析】实验①溶液中溶解氧气很少,浓度很低,而②中过氧化氢

关键点

溶液浓度较大,故不可通过生成棕黑色沉淀的速率判断 H_2O_2 和 O_2 的氧化性强弱,A 错误;实验②中迅速生成棕黑色沉淀为过氧化氢在碱性条件下氧化 Mn^{2+} 生成二氧化锰沉淀,B 正确;实验③中无明显现象,则排除了 HNO_3 将 Mn^{2+} 氧化的可能性,C 正确;资料表明 KMnO_4 在酸性环境下缓慢分解产生 MnO_2 , 而实验④

易错点

中紫红色很快消失并产生棕黑色沉淀,故不是 KMnO_4 在酸性环境下自身分解产生 MnO_2 , 可能为 Mn^{2+} 与 MnO_4^- 发生归中反应生成 MnO_2 , D 错误。

刷实验 B

1. B 考查点 ▶ Fe^{3+} 的检验、难溶电解质的沉淀溶解平衡、物质转化原理的探究

【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^- 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溶液中离子种类不同,溶液颜色的差异不能说明①中

易错点

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,上层清液中 Fe^{2+} 浓度大,证明①中 Fe^{2+} 与 SCN^- 发生反应,C 正确;由 C 项分析知,①中 Fe^{2+} 与 SCN^- 发生反应促进了 FeCO_3 溶解,使得 FeCO_3 的沉淀溶解平衡正向移动,D 正确。

2. D 考查点 ▶ 化学实验探究

【解析】实验①中有棕黄色沉淀析出,溶液呈无色,说明 Ag^+ 未将 I^- 氧化,发生反应: $\text{Ag}^+ + \text{I}^- \rightleftharpoons \text{AgI} \downarrow$, 故 Ag^+ 和 I^- 的氧化还原反应不易发生,但氧化性: $\text{Fe}^{3+} > \text{Ag}^+$, Fe^{3+} 与 I^- 可发生氧化还原反应生成 Fe^{2+} 和 I_2 , A 错误;两溶液间反应,互相滴加现象与反应物性质有关,互滴现象并不一定相同,如氯化铝与 NaOH 溶液互滴时, NaOH 溶液滴入 AlCl_3 溶液过程中先产生白色沉淀,后沉淀溶解,反滴时开始无现象,后产生白色沉淀,B 错误;实验③右侧石墨电极表面有灰黑色固体析出,可知生成了 Ag , 即 Ag^+ 与 I^- 发生

了氧化还原反应, NO_3^- 没有与 I^- 反应, C 错误; 活化能越小, 反应速率越快, 由实验①②可知, $\text{Ag}^+ + \text{I}^- \rightleftharpoons \text{AgI} \downarrow$ 的反应进行很快, 说明该反应的活化能低于 $2\text{Ag}^+ + 2\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Ag} \downarrow + \text{I}_2$ 的活化能, D 正确。

考点拓展 不活泼金属与浓硝酸反应生成 NO_2 , 与稀硝酸反应生成 NO ; 金属越活泼, 硝酸中 N 元素在还原产物中的价态越低。

3. D 考查点 ▶ 实验探究、铁钉的吸氧腐蚀

【解析】铁钉吸氧腐蚀的负极反应是 Fe 失电子转化为 Fe^{2+} , 电极反应式为 $\text{Fe} - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}$, A 正确; 根据②和④可以看出 NH_4^+ 能加快铁的吸氧腐蚀速率, 根据①和②可以看出 Cl^- 能加快铁的吸氧腐蚀速率, B 正确; 曲线先陡后平一方面是由于氧气体积分数降低, 使腐蚀速率变慢, 另一方面也可能是由于溶液碱性增强, 促进金属氢氧化物的生成, 氢氧化物覆盖在铁钉表面阻碍反应继续进行, C 正确; 由实验可知, NH_4^+ 水解使溶液显酸性, ①②溶液显酸性, ③④溶液显中性, 从题图能够看出酸性溶液可以加快吸氧腐蚀速率, 但在强酸性溶液中, 钢铁直接发生析氢腐蚀, D 错误。

4. A 突破点 ▶ 配离子的形成对离子性质的影响探究

思路分析

根据题目和表格信息, 步骤①未发生反应; 步骤②发生反应 $\text{Co}^{2+} + 4\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons [\text{Co}(\text{CO}_3)_2]^{2-} + 2\text{CO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$; 步骤③发生反应 $2\text{Co}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 14\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons 2[\text{Co}(\text{CO}_3)_3]^{3-} + 2\text{CO}_3^{2-} + 8\text{H}_2\text{O} + 6\text{CO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{[\text{Co}(\text{CO}_3)_3]^{3-}} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$; 步骤④发生反应 $[\text{Co}(\text{CO}_3)_3]^{3-} + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Co}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} + 3\text{CO}_2 \uparrow$, $4\text{Co}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{Co}^{2+} + \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$ 。

【解析】步骤②产生的气体为 CO_2 , 步骤④产生的气体为 CO_2 和 O_2 , A 错误; 步骤③中先发生 H_2O_2 将 Co^{2+} 氧化的反应, H_2O_2 作氧化剂, 再发生 H_2O_2 在 $[\text{Co}(\text{CO}_3)_3]^{3-}$ 的催化作用下分解为 O_2 的反应, H_2O_2 既作氧化剂又作还原剂, 2 个氧化还原反应本质不一样, B 正确; 在步骤③中生成的 $[\text{Co}(\text{CO}_3)_3]^{3-}$ 对 H_2O_2 分解有催化作用, 分解为 O_2 和 H_2O , C 正确; 在步骤④中加入硫酸后, $[\text{Co}(\text{CO}_3)_3]^{3-}$ 在 H^+ 作用下先转化为蓝色的 $\text{Co}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液, 再被还原为粉红色的 CoSO_4 溶液, 说明 $\text{Co}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液在酸性条件下不稳定, D 正确。

5. BD 突破点 ▶ 硝酸的强氧化性、配位能力、化学实验方案的设计与评价

【解析】 FeO 和硝酸反应生成了 NO , 说明硝酸被还原, 则 FeO 被氧化, A 错误; 向 FeO 和过量硝酸反应后的溶液中加入过量的 NaOH 溶液, 产生红褐色沉淀, 说明有 $\text{Fe}(\text{III})$ 生成, 但加入 KSCN 溶液无变化, 说明 $\text{Fe}(\text{III})$ 在有 HNO_3 存在下不能用少量 KSCN 检

关键点

验 (SCN^- 具有还原性, 会被 HNO_3 氧化), B 正确; 向③号试管的 FeCl_3 溶液中加入少许 NH_4F 固体, 溶液黄色褪去, 说明 F^- 和 $\text{Fe}(\text{III})$ 结合生成了无色的 $[\text{FeF}_6]^{3-}$, 则 F^- 和 $\text{Fe}(\text{III})$ 结合能力强于 Cl^- , ①②号试管实验不能比较 Cl^- 和 $\text{Fe}(\text{III})$ 的结合能力和

易错点

SCN^- 和 $\text{Fe}(\text{III})$ 结合能力的强弱, C 错误; 加入 NH_4F 固体的③号试管滴加淀粉-KI 溶液不变蓝, 说明 $\text{Fe}(\text{III})$ 形成 $[\text{FeF}_6]^{3-}$ 配离子后氧化性减弱, 不能氧化 I^- , D 正确。

6. (1) $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 饱和 NaHSO_3 溶液

(2) 取少量棕黄色溶液于试管中, 加水稀释, 观察到有白色沉淀产生

(3) $\text{SO}_2 - 2\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$ 加入浓盐酸前, Cu^{2+} 氧化性弱, 不能氧化 SO_2 ; 加入浓盐酸后, Cu^+ 与 Cl^- 形成 $[\text{CuCl}_3]^{2-}$, 促进 $\text{Cu}^{2+} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}^+$ 发生, Cu^{2+} 氧化性增强, 能够氧化 SO_2

(4) $\text{SO}_2 + 6\text{Cu} + 4\text{H}^+ + 12\text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{Cu}_2\text{S} + 4[\text{CuCl}_3]^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$

(5) Na_2S

突破点 ▶ 物质氧化性、还原性强弱的影响因素的实验探究

【解析】(1) 装置 A 中铜与浓硫酸共热生成硫酸铜、二氧化硫和水; 装置 B 除去二氧化硫中的硫酸, 则 B 中试剂 X 是饱和 NaHSO_3 溶液。

(2) CuCl 难溶于水, 在水溶液中存在平衡: $\text{CuCl}(\text{白色}) + 2\text{Cl}^-$

关键点

$\rightleftharpoons [\text{CuCl}_3]^{2-}$, 则平衡正移可使 CuCl 转化为 $[\text{CuCl}_3]^{2-}$ 反应生成 CuCl 白色沉淀, 则证实棕黄色溶液中含 $[\text{CuCl}_3]^{2-}$ 的具体操作: 取少量棕黄色溶液于试管中, 加水稀释, 使平衡向左移动, 观察到有白色沉淀产生。

(3) SO_2 与 CuSO_4 溶液反应生成 SO_4^{2-} 和 Cu^+ , 结合还原反应可知, SO_2 发生失电子的氧化反应: $\text{SO}_2 - 2\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$ 。加入浓盐酸前, Cu^{2+} 氧化性弱, 不能氧化 SO_2 , 加入浓盐酸后, Cu^+

关键点

与 Cl^- 形成 $[\text{CuCl}_3]^{2-}$, 促进 $\text{Cu}^{2+} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}^+$ 发生, Cu^{2+} 氧化性增强, 能够氧化 SO_2 。

(4) 已知黑色固体是 Cu_2S , 结合加入浓盐酸前后的实验现象知, SO_2 在盐酸中与 Cu 单质反应生成硫化亚铜、 $[\text{CuCl}_3]^{2-}$ 和水, 其反应的离子方程式为 $\text{SO}_2 + 6\text{Cu} + 4\text{H}^+ + 12\text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{Cu}_2\text{S} + 4[\text{CuCl}_3]^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

(5) 实验 ii 中, Cu 片附近溶液变棕黄色, 即生成 $[\text{CuCl}_3]^{2-}$, Cu 电极发生氧化反应, C 电极发生还原反应, 结合题给结论知, a 为浓盐酸, 降低氧化产物 Cu^+ 浓度, 实验 iii 指针偏转幅度更大, 说明生成物 Cu^+ 的浓度继续降低, 结合 (4) 方程式可知物质 b 是 Na_2S 。

全章真题训练

刷真题

刷本源

1. B 命题点 ▶ 实验室试剂的保存方法

【解析】液溴易挥发、有毒且具有强腐蚀性, 保存时通常需加水封, 以减少溴蒸气的挥发, 但液溴为液体试剂, 应使用细口试剂瓶, A 错误; 硝酸银溶液对光敏感, 棕色瓶可有效避光, 防止其分解, B 正确; 高锰酸钾是一种强氧化剂, 而苯酚是一种还原剂, 二者接触会发生氧化还原反应, 必须分开存放, 不能置于同一药品柜中, C 错误; 金属锂化学性质活泼, 易与空气和水反应, 但锂的密度小于煤油, 因此会浮在煤油表面, 无法完全隔绝空气和水分, 正确的保存方法是用石蜡油封存或置于充有惰性气体(如氩气)的容器中, D 错误。

2. A 命题点 ▶ 实验操作规范

【解析】用 pH 试纸测定 pH, 应将 pH 试纸置于干净的表面皿上, 用干燥的玻璃棒蘸取少量待测溶液, 滴在 pH 试纸上, 显色后与标准比色卡对比, 读出 pH, B 错误; 加热时, 试管中溶液体积不得超过试管容积的 $\frac{1}{3}$, C 错误; 胶头滴管不能伸入试管中, 应位于试管口上方, D 错误。

3. AB 命题点 ▶ 实验方案设计与评价, 涉及氧化还原反应、铅蓄电池、 K_{sp} 比较、反应热与活化能

【解析】草酸与酸性 KMnO_4 溶液发生氧化还原反应从而使其褪色, 体现了草酸的还原性, A 正确; 铅蓄电池放电时, 正极: $\text{PbO}_2 \rightarrow \text{PbSO}_4$, 负极: $\text{Pb} \rightarrow \text{PbSO}_4$, 两电极质量均增加, B 正确;

AgCl 与 Ag_2CrO_4 不是同类型沉淀, AgCl 先沉淀不能说明其 K_{sp} 更小, C 错误; 烧瓶浸入冷水后红棕色变浅, 平衡正向移动, 说明正反应为放热反应, 正反应活化能小于逆反应活化能, D 错误。

4. AC 命题点 ▶ 实验现象分析, 涉及氧化还原反应的基本概念、配合物的性质等

【解析】 根据题给信息, 溶液显浅蓝色说明生成了 Cu^{2+} , 且新生成的

关键点

沉淀可溶于浓硝酸, 说明新生成的沉淀为金属 Cu , 则可说明 Cu_2O 在酸性条件下发生歧化反应 $\text{Cu}_2\text{O} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cu} + \text{Cu}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$, A 正确; 试管甲中沉淀第一次变化是由于 Cu_2O 自身的氧化还原反应, 硝酸仅体现了酸性, 第二次变化体现了硝酸的氧化性和酸性, B 错误; 试管乙中沉淀溶解, 溶液变为无色, 说明了 Cu(I) 与 NH_3 形成了无色配合物 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^+$, 静置一段时间后, $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^+$ 被空气中氧气氧化为深蓝色的 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, C 正确; 两性氧化物是指既可与酸反应, 又可与碱反应生成盐和水的氧化物, 且反应中元素化合价不变, Cu_2O 在酸性条件下发生的是氧化还原反应, 在氨水中与 NH_3 形成配合物, 均不满足上述条件, 故不能说明 Cu_2O 为两性氧化物, D 错误。

5. A 命题点 ▶ 实验安全常识

【解析】 眼睛溅进酸液, 应先用大量水冲洗降低其浓度, 边洗边眨眼睛, 再及时就医, 不能用饱和碳酸钠溶液冲洗(其碱性较强), A 错误; 碱液有腐蚀性, 溅到皮肤上后, 必须先用大量水冲洗, 后用 2% 的硼酸溶液冲洗中和残留的碱液, B 正确; 电器起火, 为了降低危害, 需要先切断电源再灭火, 可用二氧化碳灭火器灭火, C 正确; 活泼金属燃烧起火, 可立即用石棉布覆盖灭火, D 正确。

6. C 命题点 ▶ 物质的性质与鉴别

【解析】 若用 pH 试纸测定溶液 pH: NaClO 溶液具有强氧化性, 可

关键点

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

关键点

性, 加入酚酞试剂后溶液先变红后褪色, 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 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 命题点 ▶ 中和滴定的基本操作

【解析】 检验容量瓶是否漏水, 应向容量瓶中注入适量水, 左手托住瓶底, 右手食指顶住瓶塞, 倒置看是否漏水, 将容量瓶正放后, 把瓶塞旋转 180° , 再倒置看是否漏水, 需倒置两次, A 错误; 滴入最后半滴标准溶液, 锥形瓶中溶液变色, 且半分钟内不恢复原色, 方可判定达滴定终点, B 错误; 滴定读数时, 应单手持滴定管

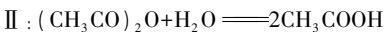
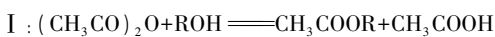
易错点

上端并保持其自然垂直, 这样有利于液面水平, 可减小误差, C 正确、D 错误。

8. A 命题点 ▶ 有机醇中羟基含量测定

【解析】 根据材料信息, 实际滴定过程为 NaOH 滴定溶液中的 CH_3COOH , $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$ 醇解与水解均会生成 CH_3COOH 。设 $m \text{ g}$

样品中 ROH 的物质的量为 $a \text{ mol}$, 实验中加入 $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$ 的物质的量为 $b \text{ mol}$, 第一次滴定前 $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$ 反应过程如下:



第二次滴定前 $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$ 水解生成的 CH_3COOH 的物质的量为 $2b \text{ mol}$; 根据关系式: $\text{NaOH} \sim \text{CH}_3\text{COOH}$, 针对两次滴定可列式如下:

$$\begin{cases} 2(b-a) \text{ mol} + a \text{ mol} = cV_1 \times 10^{-3} \text{ mol} \\ 2b \text{ mol} = cV_2 \times 10^{-3} \text{ mol} \end{cases}$$

解得 $a = c(V_2 - V_1) \times 10^{-3}$, 则 $m \text{ g}$ 样品中 $-\text{OH}$ 的质量为 $c(V_2 - V_1) \times 10^{-3} \text{ mol} \times 17 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 17c(V_2 - V_1) \times 10^{-3} \text{ g}$, $m \text{ g}$ 样品中羟基

含量(质量分数)为 $\frac{17c(V_2 - V_1) \times 10^{-3} \text{ g}}{m \text{ g}} \times 100\% = \frac{17c(V_2 - V_1)}{1000m} \times$

100% , 故 A 正确。

9. B 命题点 ▶ 实验误差分析等

【解析】乙酸与有机醇(ROH)的酯化反应是可逆反应, 不能进行到底, 不能定量消耗相应的乙酸, 所以不能用乙酸代替乙酸酐进行题述实验, A 错误; 甲醇挥发会使标准溶液浓度增大, 导致 V_1 、 V_2 减小, 且 V_1 、 V_2 等倍数减小, 则 $(V_2 - V_1)$ 减小, 结合 6 题 A 项表达式可知, 测定结果偏小, B 正确; 步骤③滴定时锥形瓶内溶液溅出会导致 V_1 减小, 使测定结果偏大, C 错误; 步骤④中加水量不足, 乙酸酐未完全水解, 导致 V_2 减小, 使测定结果偏小, D 错误。

10. C 命题点 ▶ 实验室初步分离甲苯、苯胺、苯甲酸混合溶液

【解析】向甲苯、苯胺、苯甲酸的混合溶液中加入盐酸, 盐酸将微溶于水的苯胺转化为易溶于水的苯胺盐酸盐, 分液得到水相 I 和有机相 I; 向水相 I 中加入 NaOH 溶液将苯胺盐酸盐转化为苯胺, 分液得到苯胺粗品; 向有机相 I 中加水洗涤除去混有的盐酸, 分液得到废液和有机相 II; 向有机相 II 中加入 Na_2CO_3 溶液将微溶于水的苯甲酸转化为易溶于水的苯甲酸钠, 分液得到甲苯粗品和水相 II; 向水相 II 中加入盐酸, 将苯甲酸钠转化为苯甲酸, 经过滤、洗涤、干燥得到苯甲酸粗品。苯胺分子中含有氨基, 能与盐酸反应, 但不能与 NaOH 溶液反应, A 错误; 得到苯胺粗品的分离方法为分液, 得到苯甲酸粗品的分离方法为过滤, 获取两者的操作方法不同, B 错误; 苯胺、甲苯、苯甲酸粗品依次由①、②、③获得, C 正确; ②为单一有机相, 不是两相混合体系, D 错误。

11. (1) AD (2) 浓硫酸 防倒吸

(3) 保持气流不断, 溶液变为浅蓝色后, 30 s 内不褪色 $\frac{0.192V}{a}$

(4) 催化 I_2 受热升华 不变

命题点 ▶ 实验综合, 涉及溶液配制, 氧化还原滴定的终点判断、计算及误差分析, 实验装置的作用等

【解析】(1) 配制 1 000 mL 一定物质的量浓度溶液需要用到的玻璃仪器有玻璃棒、烧杯、胶头滴管、1 000 mL 容量瓶。

(2) O_2 可用浓硫酸干燥, 磨砂浮子可起到防倒吸的作用。

(3) 当不再有 SO_2 进入 F 且 F 内 SO_2 全部消耗完时, 继续滴加 KIO_3 碱性标准溶液, 生成的 I_2 不发生反应, 则溶液显浅蓝色且不再消退; 经稀释后得到的 KIO_3 碱性标准溶液中 $c(\text{IO}_3^-) = \frac{0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 20.00 \times 10^{-3} \text{ L}}{1000 \times 10^{-3} \text{ L}} = 0.0020 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$; 根据反应的化

学方程式可得关系式: $\text{IO}_3^- \sim 3\text{I}_2 \sim 3\text{SO}_2$, 则 $n(\text{SO}_2) = 3n(\text{IO}_3^-) = 3 \times 0.0020 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times V \times 10^{-3} \text{ L} = 6V \times 10^{-6} \text{ mol}$, 根据原子守恒, 样品

$$\text{中硫元素的质量分数} = \frac{6V \times 10^{-6} \text{ mol} \times 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{a \times 10^{-3} \text{ g}} = \frac{0.192V}{a}。$$

(4) 根据信息“产生粉尘而促进 SO_3 的生成”可知粉尘是 SO_2 与 O_2 反应的催化剂; 气体未充分冷却, 温度高使得 I_2 受热升华, 逸出溶液, 消耗标准溶液增多, 测定结果偏大; 根据氧化还原反应中得失电子守恒可知, 两种途径中分别存在关系式: $\text{IO}_3^- \sim 3\text{SO}_2$ 、 $\text{IO}_3^- \sim 3\text{I}_2 \sim 3\text{SO}_2$, 即不论是否经过 I_2 , 反应 1 mol IO_3^- 均消耗 3 mol SO_2 , 故测定结果不变。

刷借鉴

12. C 命题点 ▶ 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。

13. 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。

14. 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。

15. 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

关键点

越多, 即Ⅰ中剩余的 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

关键点

MnO_4^- , 使Ⅱ中生成的 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。

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

【解析】恒压条件下通入 N_2 , 容器容积增大, NO_2 、 N_2O_4 浓度减

关键点

小, 对于反应 $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ 来说, 相当于减压, 平衡向生成 NO_2 的方向移动, 气体颜色变浅, 是因为平衡移动只能减弱外界条件的影响, 不能消除, A 错误; 用 AgNO_3 溶液滴定 Cl^- 的过

程中, K_2CrO_4 作为指示剂, $c(CrO_4^{2-}) \ll c(Cl^-)$, 必然是 $AgCl$ 先沉淀, 且 $AgCl$ 和 Ag_2CrO_4 的类型不同, 无法根据沉淀的先后顺序判断 K_{sp} 的大小关系, B 错误; 过量铁粉还原 Fe^{3+} , 溶液中铁元素以 Fe^{2+} 形式存在, 滴加 $KSCN$ 溶液无明显变化, 说明不存在 Fe^{3+} , 滴加氯水后, 出现红色, 说明 Fe^{2+} 被氧化为 Fe^{3+} , 故 Fe^{2+} 具有还原性, C 正确; 该过程为蛋白质的盐析, 未改变蛋白质的活性, D 错误。

知识归纳

蛋白质盐析和变性的区别

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

17. 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

关键点

较大时, 可打开旋塞, 将气体放出从而缓冲压力, A 正确; 格氏试剂会与产物二苯甲酮发生副反应, 应控制格氏试剂少

关键点

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。

18. B 命题点 ▶ 含铜化合物性质的实验探究

【解析】 $[Cu(NH_3)_4]SO_4$ 可溶于水, 步骤 I 中, 向 $CuSO_4$ 溶液中加入适量浓氨水, Cu^{2+} 与 $NH_3 \cdot H_2O$ 反应生成蓝色沉淀 $Cu(OH)_2$, A 错误; 步骤 II 中, 向 $Cu(OH)_2$ 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 $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$, Cu^{2+} 在配离子的内界, 很难电离出来, 而向 $Cu(OH)_2$ 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 $c_{\text{深蓝色}}(Cu^{2+}) < c_{\text{蓝色}}(Cu^{2+})$, B 正确; 步骤 III 中无明显现象是因为 $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ 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

关键点

后, H^+ 会与 NH_3 结合成 NH_4^+ , 使 $[Cu(NH_3)_4]^{2+} \rightleftharpoons Cu^{2+} + 4NH_3$ 平衡正移, 溶液中 $c(Cu^{2+})$ 增大, Cu^{2+} 与铁发生置换反应析出红色的 Cu , 离子方程式为 $Fe + [Cu(NH_3)_4]^{2+} + 4H^+ \rightleftharpoons Fe^{2+} + Cu + 4NH_4^+$, 产生气泡表明加入的稀盐酸与铁钉发生置换反应: $Fe + 2H^+ \rightleftharpoons H_2 \uparrow + Fe^{2+}$, 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。

19. B 命题点 ▶ 基本实验操作

【解析】 向含 I_2 的 CCl_4 废液中加入 Na_2CO_3 溶液, 会发生反应 $I_2 + Na_2CO_3 \rightleftharpoons NaI + NaIO + CO_2 \uparrow$, 其中 $NaIO$ 极不稳定, 会发生

歧化反应 $3\text{NaIO} \rightleftharpoons 2\text{NaI} + \text{NaIO}_3$, 最终得到 CCl_4 和含 NaI 、 NaIO_3 的水溶液, 此时上下两层均为无色, A 正确; 分液时, CCl_4 位于下层, 溶液 A 位于上层, 上层液体应从上口倒出, B 错误; 加入试剂 X 会得到粗 I_2 , 表明溶液中 IO_3^- 与 I^- 发生归中反应生成 I_2 , 反应的离子方程式为 $\text{IO}_3^- + 5\text{I}^- + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 3\text{I}_2 \downarrow + 3\text{H}_2\text{O}$, 反应物中需要大量 H^+ , 因此试剂 X 可选用硫酸, C 正确; I_2 易升华, 粗 I_2 可用升华法进一步提纯, D 正确。

20. 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。

21. (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

关键点

最后用丙酮洗涤以除去残留的水且能使晶体快速干燥。

(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 $n(\text{EDTA}) = \frac{cV}{1\,000}$ mol, EDTA 与 Co^{2+} 形成

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

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