

## 模块六 化学实验与科学探究

### 第十五章 实验专题

#### (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. C 考查点 ▶ 化学实验安全、实验操作等

【解析】钠与水反应生成氢氧化钠和具有可燃性的氢气，钠燃烧时生成的  $\text{Na}_2\text{O}_2$  能与  $\text{CO}_2$  反应生成  $\text{O}_2$ ，会进一步促进钠的燃烧，为防止灭火时发生意外事故，金属钠着火时，不能用水或泡沫灭火器灭火，应用干燥的沙土盖灭，A 正确；银与稀硝酸反应生成硝酸银、一氧化氮和水，所以银镜反应后试管内壁附着的银可用稀硝酸清洗，B 正确；中和滴定时，眼睛应注视锥形瓶中溶液颜色的变化，C 错误；少量的浓硫酸沾到皮肤上时，为防止浓硫酸灼烧皮肤，应立即用大量的水冲洗，再用 3%~5% 的碳酸氢钠溶液冲洗，D 正确。

##### 3. B 考查点 ▶ 化学实验安全及意外事故处理

【解析】NaOH 具有强腐蚀性，NaOH 溶液沾在皮肤上时，先立即用大量水冲洗，再涂上弱酸性的 1% 硼酸溶液，A 正确；硫无毒，水银具有剧毒，可以用覆盖硫来处理水银，不能用水银处理硫，硫黄粉直接收集处理即可，B 错误；吸入煤气，导致血红蛋白输氧能力减弱，故需立即到室外呼吸新鲜空气或做人工呼吸，C 正确；乙醚等有机物着火，用湿布或石棉布覆盖隔绝空气即可灭火，D 正确。

#### 刷有所得 实验过程中常见意外事故的处理方法

(1) 割伤：取出伤口中的固体物，用蒸馏水洗后涂上双氧水或碘伏，用绷带扎住或贴上创可贴。大伤口则应先按紧主血管以防止大量出血，紧急送医院治疗。

(2) 烫伤：轻微烫伤先用冷水降温，轻轻涂以烫伤药膏，重伤涂以烫伤药膏后送医院。

(3) 试剂灼伤

①酸：立即用大量水冲洗，再用 3%~5% 的碳酸氢钠溶液洗，最后用水洗。严重时还要消毒，拭干后涂烫伤药膏。

②碱：立即用大量水冲洗，再涂上 1% 硼酸溶液。严重时同上处理。

③溴：立即用大量水冲洗，再用酒精擦至无溴液存在为止，然后涂上甘油或烫伤药膏。

④钠：可见的小块先用镊子移去，其余与碱灼伤处理相同。

(4) 试剂或异物溅入眼内：任何情况下都要先洗涤，急救后送医院。

(5) 不慎触电时，立即切断电源，必要时进行人工呼吸，找医生抢救。

(6) 起火：要立即切断电源，并采取适当的措施防止火势蔓延。

##### 4. A 考查点 ▶ 常用仪器及使用

【解析】A 为蒸发皿，B 为烧杯，C 为胶头滴管，D 为漏斗。步骤①所需仪器为酒精灯、坩埚、坩埚钳、三脚架、泥三角；步骤②所需仪器为烧杯、玻璃棒；步骤③所需仪器为漏斗、玻璃棒、烧杯、铁

架台;步骤④所需仪器为胶头滴管、试管,故 A 符合题意。

#### 5. D 考查点 ▶ 化学实验基本操作

【解析】气体除杂时洗气,气体应从长导管进,让气体与溶液充分接触,A 错误;萃取时振荡操作为盖上分液漏斗上口玻璃塞(小

**关键点**

孔与凹槽不对齐),右手虎口握住上端,按住玻璃塞,左手握住下端旋塞,将分液漏斗倒转,用力上下振荡,并及时旋开旋塞放气,B 错误;冷凝水的进出方向为“下进上出”,使冷凝效果更佳,C 错误;滴定时读取溶液体积,视线要与凹液面最低处保持水平,D 正确。

#### 6. A 考查点 ▶ 实验室基本操作

【解析】加热  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  应在坩埚中进行,A 正确;称量时不能“左

**易错点**

码右物”,应左盘放物质,右盘放砝码,B 错误;不能直接在容量瓶中溶解物质,应先将物质在烧杯中溶解,待冷却后再转移到容量瓶中,C 错误;由于滴定时石蕊溶液变色不明显,因此不能用石蕊溶液作指示剂,应用酚酞溶液作指示剂,且用盐酸滴定时应选用酸式滴定管,D 错误。

#### 7. A 考查点 ▶ 实验废弃物处理

【解析】Na 性质活泼,与水剧烈反应,因此要先用乙醇与废弃的 Na 缓慢反应生成乙醇钠,再加水稀释,最后加酸中和至中性才可以排放,A 正确;应将含有浓硫酸的废液加入水中进行稀释,再用碱中和,B 错误;试管中的银镜应用稀硝酸清洗,因为银溶于稀硝酸,C 错误;白磷着火点低,易自燃,用此法处理会失火,D 错误。

### 刷实验 B

#### 1. A 考查点 ▶ 实验仪器的选用

【解析】使用酸性高锰酸钾标准溶液通过滴定法测定某未知浓度的  $\text{FeSO}_4$  溶液的浓度,需要酸式滴定管、锥形瓶,则仪器为④⑥,A 正确;苯酚与溴水反应生成 2,4,6-三溴苯酚,2,4,6-三溴苯酚、溴均易溶于苯,不能用过滤方法分离,应加入 NaOH 溶液后分液,仪器为⑦⑧,B 错误; $\text{Br}_2$  易溶于  $\text{CCl}_4$ ,分离  $\text{CCl}_4$  和  $\text{Br}_2$  的混合液体不能选分液法,应选蒸馏法,选用仪器为③⑤⑥,C 错误;蒸馏法淡化海水,需要蒸馏烧瓶、直形冷凝管、锥形瓶、温度计等,不能选仪器②,D 错误。

#### 2. C 考查点 ▶ 启普发生器的使用

【解析】二氧化锰与浓盐酸共热产生氯气,A 不符合题意;电石与饱和食盐水反应较快、放热多且产物  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  微溶于水,易堵塞装置,B 不符合题意; $\text{FeS}$  和硝酸发生氧化还原反应,不能产生  $\text{H}_2\text{S}$ ,D 不符合题意。

**刷有所得**

启普发生器的使用条件:①反应不用加热;②固体为大颗粒或块状,且不溶于水;③生成的气体不溶于水或在水中的溶解度很小。

#### 3. B 考查点 ▶ 化学实验基本操作

【解析】NO 不溶于水,也不与氢氧化钠溶液反应,不能形成喷泉,A 错误;标准碱液滴定盐酸,接近滴定终点时用适量蒸馏水冲洗锥形瓶内壁可以保证酸碱完全中和,操作正确,B 正确;用 pH 试纸测溶液 pH 的方法为将 pH 试纸放在干燥洁净的玻璃片上,用干燥洁净的玻璃棒蘸取溶液点在 pH 试纸上,与标准比色卡对比,C 错误;由于氨气极易溶于水,导管直接伸入水中容易发生倒吸,D 错误。

#### 4. A 考查点 ▶ 吸氧腐蚀、乙酸乙酯的制备实验、化学实验基本操作

【解析】铁钉处于浸有食盐水的棉团中,发生吸氧腐蚀时会消耗氧气,使试管内压强减小,连接的压强传感器可以检测试管中压

强变化,从而验证铁钉的吸氧腐蚀,A 正确;容量瓶不能用于固体的溶解,B 错误;钠的燃烧实验应该在坩埚中进行,而不是在玻璃表面皿中,C 错误;实验室制取乙酸乙酯时,右侧试管中应该用饱和碳酸钠溶液,而不是饱和氢氧化钠溶液,因为氢氧化钠会使乙酸乙酯水解,D 错误。

#### 5. B 考查点 ▶ 实验仪器的使用、化学实验基本操作

【解析】称量时遵循“左物右码”,图中砝码与药品应互换位置,且应在放砝码的托盘上垫上相同质量的滤纸,A 错误; $\text{Na}_2\text{CO}_3$  水解使溶液显碱性,加热促进碳酸钠的水解,且碱性溶液有利于油污的水解,装置乙可除去废铁屑表面的油污,B 正确;常温下 Fe 遇浓硫酸发生钝化,应选稀硫酸,C 错误;蒸干时晶体易失去结晶水,且亚铁离子易被氧化,应该在  $\text{N}_2$  氛围中使用蒸发浓缩、冷却结晶的方法制备  $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  晶体,D 错误。

## (二) 物质的检验与鉴别

### 刷实验 A

#### 1. A 考查点 ▶ 有机物的检验与鉴别

【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,加入少量水时现象不同,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 射线衍射技术可以测定  $\text{CH}_3\text{COOH}$  晶体的键长、键角等分子结构信息,C 正确;蚕丝主要成分为蛋白质,蛋白质灼烧时产生烧焦羽毛的气味,人造

#### 关键点

丝是合成高分子,是一种丝质的人造纤维,灼烧时产生特殊气味,根据在火焰上燃烧产生的气味不同,可以鉴别蚕丝与人造丝,D 正确。

#### 2. D 考查点 ▶ 物质鉴别的基本方法

【解析】 $\text{NH}_4\text{Cl}$ 、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、 $\text{NaCl}$ 、 $\text{Na}_2\text{SO}_4$  溶液分别与  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液混合,现象依次为产生有刺激性气味的气体、产生有刺激性气味的气体和白色沉淀、无明显现象、产生白色沉淀,现象不同,A 能鉴别; $\text{NaI}$ 、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Na}_2\text{S}$ 、 $\text{NaHCO}_3$  溶液分别与  $\text{FeCl}_3$  溶液反应,现象依次为溶液变为棕褐色、生成红褐色沉淀、生成黄色沉淀、生成无色气体和红褐色沉淀,现象不同,B 能鉴别; $\text{MgCl}_2$ 、 $\text{FeCl}_2$ 、 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  溶液分别与  $\text{NaOH}$  溶液反应,现象依次为生成白色沉淀、生成白色沉淀并迅速变为灰绿色最终变成红褐色、先生成白色沉淀后沉淀溶解、产生有刺激性气味的气体,现象不同,C 能鉴别; $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液和  $\text{NaHCO}_3$  溶液都是碱性的,不能用红色石蕊试液鉴别,D 不能鉴别。

#### 3. A 考查点 ▶ 铁元素的检验

【解析】灼烧固体应在坩埚中进行,A 错误;通过操作 a 可得到沉淀物和溶液,故操作 a 为过滤,B 正确;活性炭具有吸附性,可以吸附色素,C 正确; $\text{H}_2\text{O}_2$  可将  $\text{Fe}^{2+}$  氧化为  $\text{Fe}^{3+}$ , $\text{Fe}^{3+}$  遇  $\text{KSCN}$  溶液变红,滴加  $\text{KSCN}$  溶液可检验铁元素,D 正确。

#### 4. D 考查点 ▶ 实验方案设计与评价

【解析】浓盐酸具有挥发性, $\text{HCl}$  进入苯酚钠溶液中也会生成苯酚,故无法证明碳酸与苯酚的酸性强弱,A 错误; $\text{NaOH}$  溶液碱性太强,会导致生成的乙酸乙酯发生水解,应选择饱和碳酸钠溶液,且导管应与液面相切,以防倒吸,B 错误;检验  $\text{FeSO}_4$  溶液中的  $\text{Fe}^{2+}$  是否被氧化应使用  $\text{KSCN}$  溶液检验  $\text{Fe}^{3+}$ ,C 错误;乙醇通过灼热的  $\text{CuO}$ ,黑色固体变为红色,说明  $\text{CuO}$  被还原为  $\text{Cu}$  单质,从而证明乙醇具有还原性,D 正确。

#### 5. B 考查点 ▶ 实验操作与现象

【解析】将  $\text{NaOH}$  溶液滴入  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$  溶液中,起初生成白色沉

淀,后来沉淀溶解,若将  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$  溶液滴入  $\text{NaOH}$  溶液中,起初无明显现象,后来生成白色沉淀,A 不符合题意;将  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液滴入  $\text{KI}$ -淀粉溶液中,过氧化氢会氧化碘离子,生成的  $\text{I}_2$  使淀粉变蓝,若滴加顺序相反,产生相同的现象,B 符合题意;将氨水滴入  $\text{AgNO}_3$  溶液中,起初生成白色沉淀,后来沉淀溶解,若滴加顺序相反,起初无明显现象,后来生成白色沉淀,C 不符合题意;将盐酸滴入  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液中,起初无明显现象,后来产生气泡,若滴加顺序相反,立即产生气泡,D 不符合题意。

#### 6. D 突破点 ▶ 卤代烃中卤素原子的检验

【解析】苯酚与饱和溴水反应生成的 2,4,6-三溴苯酚会溶于甲

**易错点**

苯,看不到明显现象,无法检验,A 错误;玻璃中含有 Na 元素,因此灼烧时火焰呈黄色,不能证明溶液中含 Na 元素,B 错误; $\text{NaClO}$  水解生成的  $\text{HClO}$  具有强氧化性,会漂白试纸,故不能用 pH 试纸测定  $\text{NaClO}$  溶液的 pH,C 错误;向卤代烃中加入  $\text{NaOH}$  溶液,加热,水解生成卤素离子,冷却后加入稀硝酸酸化,再加入  $\text{AgNO}_3$  溶液,若产生黄色沉淀,则卤代烃中含有碘元素,D 正确。

#### 7. B 考点 ▶ 离子共存、常见离子的检验

**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  $\text{CO}_3^{2-}$  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  $\text{Fe}^{2+}$  有还原性,则原试液中一定有  $\text{Fe}^{2+}$ ;再加入过量  $\text{NaOH}$  溶液有气体 N 和沉淀 B 生成,沉淀 B 中一定有  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ,所提供的离子中能与碱反应生成气体的是  $\text{NH}_4^+$ ,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  $\text{Fe}^{2+}$  和  $\text{NH}_4^+$ ,根据溶液呈电中性,原试液中一定含有的阴离子为  $\text{SO}_4^{2-}$  和  $\text{Cl}^-$ ,一定不含  $\text{K}^+$  和  $\text{Al}^{3+}$ ,最后通入  $\text{CO}_2$  产生的沉淀 C 是  $\text{BaCO}_3$ 。

【解析】根据思路分析可知,原试液中一定含有  $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^-$ ,一定不含  $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ ,A 错误、B 正确;沉淀 C 中只有  $\text{BaCO}_3$ ,C 错误;气体 M、N 分别为  $\text{NO}$  和  $\text{NH}_3$ ,二者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 ▶ 实验方案设计与评价,物质的检验与鉴别

【解析】将  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{X}$  (卤代烃) 与  $\text{NaOH}$  溶液共热, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{X}$  (卤代烃) 发生水解反应生成卤素离子,加入  $\text{AgNO}_3$  溶液前应先加

**易错点**

稀硝酸酸化,否则  $\text{OH}^-$  会干扰实验,A 错误;K 与  $\text{CuSO}_4$  溶液反应时,K 先与水反应生成氢氧化钾,氢氧化钾再与  $\text{CuSO}_4$  发生复分解反应生成氢氧化铜,得不到红色固体,B 错误;钠与乙醇也能反应放出  $\text{H}_2$ ,故向乙醇中加入一小粒金属钠,观察是否有气体生成,不能检验乙醇中是否含有水,C 错误;向溶有久置  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  样品的溶液中先加入足量稀盐酸以除去  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ,再加入  $\text{BaCl}_2$  溶液,若有白色沉淀生成,则说明  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  中含有  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,从而证明  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  已氧化变质,D 正确。

#### 2. C 突破点 ▶ 离子反应在物质组成分析中的应用

### 思路分析

根据焰色试验,可知 X 中一定含 Na 元素,也可能含有 K 元素(因为没有透过蓝色的钴玻璃观察焰色);样品能全部溶于水,可排除  $\text{CaCO}_3$  的存在;加入盐酸,产生的黄色固体可确定是硫单质(S),刺激性气味气体中一定含有  $\text{SO}_2$  或  $\text{H}_2\text{S}$ ,也可能含有  $\text{CO}_2$ 。

**【解析】** $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  与盐酸反应生成 S 和  $\text{SO}_2$ ,符合实验现象,A 正确; $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  与盐酸反应生成 S 和  $\text{SO}_2$ , $\text{Na}_2\text{SO}_3$  与盐酸反应生成  $\text{SO}_2$ ,符合实验现象,B 正确;样品 X 可能为  $\text{K}_2\text{S}$ 、 $\text{Na}_2\text{SO}_3$ 、 $\text{KOH}$  的混合物,加入足量盐酸, $\text{S}^{2-}$  和亚硫酸根离子反应生成 S,剩余的  $\text{S}^{2-}$  或亚硫酸根离子和氢离子反应生成刺激性气味气体,故溶液 2 中可能含有  $\text{S}^{2-}$  和  $\text{OH}^-$ ,C 错误; $\text{SO}_2$  易溶于水且和水反应,即溶液 3 可能含有  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ,故加入  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液,可能会产生亚硫酸钡白色沉淀,D 正确。

### 3. D 考查点 ▶ 离子的检验

**【解析】**向待测液中加入足量盐酸,将生成的无色、无味的气体通入澄清石灰水中,若澄清石灰水变浑浊,原溶液可能含  $\text{CO}_3^{2-}$  或  $\text{HCO}_3^-$ ,A 错误;向待测液中加入铝粉,产生气体,铝既能与酸反应,又能与强碱反应,原溶液可能含有大量  $\text{H}^+$  或  $\text{OH}^-$ ,B 错误;酸性条件下  $\text{KClO}_3$  能被  $\text{NaNO}_2$  还原为  $\text{Cl}^-$ , $\text{Cl}^-$  和硝酸银溶液反应生成白色沉淀  $\text{AgCl}$ ,与硝酸银溶液生成白色沉淀, $\text{Cl}^-$  可能是  $\text{KClO}_3$  被还原生成的,也可能是  $\text{NaCl}$  中的,所以根据实验现象不能确定样品为  $\text{NaNO}_2$ ,C 错误;加少量  $\text{AgNO}_3$  溶液生成不溶于稀硝酸的白色沉淀,则溶液中含有  $\text{Cl}^-$ ,证明盐样品为  $\text{NaCl}$ ,D 正确。

### 4. (1) 使分解产生的气体全部进入 B、C 中被充分吸收

(2) BD (3)  $\text{SO}_3$   $\text{SO}_2$

**突破点** ▶ 物质检验和鉴别的实验方案设计

**【解析】**(1) A 中固体充分加热较长时间后,通入氮气,目的是使分解产生的气体全部进入 B、C 中被充分吸收。

(2) 为验证 A 中残留物是否含有  $\text{FeO}$ ,应该先用稀硫酸溶解, $\text{FeO}$  转化为  $\text{Fe}^{2+}$ , $\text{Fe}^{2+}$  具有还原性,能被  $\text{KMnO}_4$  溶液氧化,从而使  $\text{KMnO}_4$  溶液褪色,故选 BD。

(3) 装置 B 中  $\text{BaCl}_2$  溶液的作用是检验分解产物中是否有  $\text{SO}_3$  气体,若含有该气体,会生成硫酸钡白色沉淀;装置 C 是为了检验分解产物是否有  $\text{SO}_2$  气体,若 C 中有白色沉淀生成,是因为  $\text{SO}_2$  被双氧水氧化成  $\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{SO}_4^{2-}$  再与  $\text{Ba}^{2+}$  结合成白色沉淀  $\text{BaSO}_4$ 。

### 5. (1) 3

(2)  $3\text{Fe}^{2+} + \text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ \longrightarrow 3\text{Fe}^{3+} + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

(3) 不能 实验 II 中添加了硫酸(合理即可)

(4)  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$

(5) 基态  $\text{Fe}^{3+}$  的价层电子排布式为  $3\text{d}^5$ ,3d 轨道处于半充满稳定状态,基态  $\text{Fe}^{2+}$  的价层电子排布式为  $3\text{d}^6$ ,易失去 1 个电子生成稳定的  $\text{Fe}^{3+}$ (合理即可) 取适量  $\text{FeCl}_2$  溶液于试管中,滴加适量  $\text{KSCN}$  溶液,若溶液变红,则说明  $\text{Fe}^{2+}$  被氧化为  $\text{Fe}^{3+}$ ,反之则没有(合理即可)

**突破点** ▶ 离子反应在化合物组成的分析、鉴定中的应用

### 思路分析

溶液 X 呈浅绿色,说明有  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$  与  $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{SO}_3^{2-}$  不能大量共存;取适量溶液 X 于试管①中,加入足量 NaOH 溶液,共热,实验过程中无刺激性气味的气体产生,说明不含有  $\text{NH}_4^+$ ;取适量溶液 X 于试管②中,滴加足量的稀硫酸,产生无色气泡,则溶液 X 中含有  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  在酸性环境中氧化  $\text{Fe}^{2+}$ ,并生成无色的 NO;实验 II 结束后,向试管②中滴加  $\text{BaCl}_2$  溶液,产生白色沉淀,因为实验 II 中加入了硫酸,故不能说明溶液 X 中含有  $\text{SO}_4^{2-}$ ;由于溶液 X 中含有四种离子,且离子浓度均相等,根据电荷守恒可知,溶液 X 中还含有  $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{K}^+$ 。

**【解析】**(1) 溶液 X 呈浅绿色,说明有  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$  与  $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{SO}_3^{2-}$  不能大量共存;取适量溶液 X 于试管①中,加入足量 NaOH 溶液,共热,实验过程中无刺激性气味的气体产生,说明不含有  $\text{NH}_4^+$ ,故排除了  $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{SO}_3^{2-}$ 、 $\text{NH}_4^+$  这 3 种离子。

(2) 由思路分析可知,加入稀硫酸,产生无色气泡,发生的反应为  $3\text{Fe}^{2+} + \text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ = 3\text{Fe}^{3+} + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

(3) 实验 II 添加了硫酸,引入了硫酸根离子,故加入氯化钡溶液,产生白色沉淀,不能说明原溶液含有硫酸根离子。

(4) 由思路分析可知,溶液 X 中含有  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 。

(5) 基态  $\text{Fe}^{3+}$  的价层电子排布式为  $3\text{d}^5$ ,  $3\text{d}$  轨道处于半充满稳定状态,基态  $\text{Fe}^{2+}$  的价层电子排布式为  $3\text{d}^6$ ,易失去 1 个电子生成稳定的  $\text{Fe}^{3+}$ ;实验室常用 KSCN 溶液检验  $\text{Fe}^{3+}$ ,取适量  $\text{FeCl}_2$  溶液于试管中,滴加适量 KSCN 溶液,若溶液变红,则说明  $\text{Fe}^{2+}$  被氧化为  $\text{Fe}^{3+}$ ,反之则没有。

6. (1) ①  $\text{NH}_4^+$     ②  $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$     ③  $\text{HCO}_3^-$      $\text{HCO}_3^- + \text{Ba}^{2+} + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O} + \text{BaCO}_3 \downarrow$     ④  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   
(2) ① 6    ②  $\text{Ni}_2\text{O}_3$

**突破点** ▶ 离子的检验、探究物质组成或测量物质的含量

### 思路分析

待测液和氯化钡溶液反应得到沉淀 A,则待测液中可能含有  $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ ,向沉淀 A 中加入稀硝酸生成无色气体,且有部分沉淀不溶解,则待测液中一定存在  $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ ,根据离子共存原则知,待测液中不存在  $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ ;溶液 A 中有  $\text{Ba}^{2+}$ ,加入过量的 NaOH 溶液得到气体 B、白色沉淀 B,则待测液中一定含有  $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{HCO}_3^-$ ,气体 B 为  $\text{NH}_3$ ,白色沉淀 B 为  $\text{BaCO}_3$ ,溶液 B 中通入氯气,得浅黄绿色溶液,溶液 B 中加入硝酸银、硝酸溶液得到白色沉淀 C,C 为  $\text{AgCl}$ ,说明溶液 B 中含有  $\text{Cl}^-$ ,待测液中一定没有  $\text{Br}^-$ ,由于加入了氯化钡溶液,不能确定待测液中是否含有  $\text{Cl}^-$ ,以此解答该题。

**【解析】**(1) ① 由思路分析可知气体 B 为  $\text{NH}_3$ ,可确定待测液中含有的离子是  $\text{NH}_4^+$ 。

② 待测液和氯化钡溶液反应得到沉淀 A,向沉淀 A 中加入稀硝酸生成无色气体,且有部分沉淀不溶解,则待测液中一定存在  $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 。

③ 由思路分析可知,白色沉淀 B 为碳酸钡,是由  $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{OH}^-$  反应生成的,则可确定待测液中含有的离子是  $\text{HCO}_3^-$ ,反应的离子方程式为  $\text{HCO}_3^- + \text{Ba}^{2+} + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O} + \text{BaCO}_3 \downarrow$ 。



④沉淀 B (碳酸钡) 的物质的量 =  $\frac{19.7 \text{ g}}{197 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.1 \text{ mol}$ , 则  $n(\text{HCO}_3^-) = 0.1 \text{ mol}$ , 故  $c(\text{HCO}_3^-) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 沉淀 E (碳酸钙) 的物质的量 =  $\frac{10.0 \text{ g}}{100 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.1 \text{ mol}$ , 则  $n(\text{CO}_3^{2-}) = 0.1 \text{ mol}$ ,  $c(\text{CO}_3^{2-}) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 沉淀 D (硫酸钡) 的物质的量 =  $\frac{11.65 \text{ g}}{233 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.05 \text{ mol}$ , 故  $c(\text{SO}_4^{2-}) = 0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $n(\text{NH}_3) = \frac{2.24 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.1 \text{ mol}$ , 则  $c(\text{NH}_4^+) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 待测液中  $c(\text{Na}^+) = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 正电荷浓度 =  $1 \times 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} + 1 \times 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 负电荷浓度 =  $1 \times 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} + 2 \times 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} + 2 \times 0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 故待测液中一定含有  $\text{K}^+$ , 当待测液中没有  $\text{Cl}^-$  时,  $\text{K}^+$  浓度最小, 根据电荷守恒可知,  $\text{K}^+$  最小浓度 =  $0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} - 0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

(2) ① L → N 时失掉全部的结晶水, N 为  $\text{NiSO}_4$ ,  $n(\text{NiSO}_4) = \frac{15.5 \text{ g}}{155 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.1 \text{ mol}$ , 则  $n(\text{NiSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}) = 0.1 \text{ mol}$ ,

$M(\text{NiSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}) = \frac{26.3 \text{ g}}{0.1 \text{ mol}} = 263 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 则  $n = \frac{263 - 155}{18} = 6$ 。

② 固体 Q 应该为 Ni 的氧化物, 根据 Ni 元素守恒,  $m(\text{Ni}) = 0.1 \text{ mol} \times 59 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 5.9 \text{ g}$ ,  $m(\text{O}) = 8.3 \text{ g} - 5.9 \text{ g} = 2.4 \text{ g}$ ,

$n(\text{O}) = \frac{2.4 \text{ g}}{16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = \frac{3}{20} \text{ mol}$ , 则 Q 中  $\frac{n(\text{O})}{n(\text{Ni})} = \frac{\frac{3}{20} \text{ mol}}{0.1 \text{ mol}} = \frac{3}{2}$ , 故 Q 的化学式为  $\text{Ni}_2\text{O}_3$ 。

### 刷有所得

根据离子之间的反应和现象从而推断物质为解答的关键, 侧重对分析与推断能力的考查, 注意电荷守恒及元素化合物知识的应用。进行热重分析时, 失重的一般顺序: 结晶水、非金属氧化物, 最后一般得到金属氧化物。

7. (1)  $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$  铂丝 (或铁丝)、蓝色钴玻璃、酒精灯

(2)  $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$   $\text{O}_2$ 、0.45 mol

(3)  $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 4\text{Al}(\text{OH})_3 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{Na}^+ + 4[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + \text{O}_2 \uparrow$

**突破点** ▶ 离子反应在物质组成的分析、鉴定中的应用, 离子方程式的书写

### 思路分析

含铜离子的溶液为蓝色, 通过对溶液进行观察, 即可排除 X 离子的存在, 则不存在  $\text{Cu}^{2+}$ ; pH 计测得溶液的 pH = 0 (室温下), 溶液呈强酸性, 含有大量  $\text{H}^+$ ,  $\text{H}^+$  浓度为  $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 则不存在  $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{SiO}_3^{2-}$ ; 向体积为 200 mL 的 W 溶液中加入  $\text{BaCl}_2$  溶液立刻生成白色沉淀, 则生成的 I 沉淀为 (0.6 mol) 硫酸钡, 200 mL W 溶液中含有 0.6 mol  $\text{SO}_4^{2-}$ , 不含  $\text{Ba}^{2+}$ ; 向体积为 200 mL 的 W 溶液中加入  $\text{Na}_2\text{O}_2$  固体粉末, 开始时与  $\text{H}^+$  反应, 没有沉淀生成, 生成的沉淀达最大量后, 继续加入  $\text{Na}_2\text{O}_2$ , 沉淀的量不变, 则 W 溶液中含有  $\text{NH}_4^+$ , 后沉淀部分溶解, 则溶解部分为 0.2 mol 氢氧化铝、不溶解部分为 0.3 mol 氢氧化镁; 加入 0.8 mol  $\text{Na}_2\text{O}_2$  会生成 1.6 mol  $\text{NaOH}$ , 则 200 mL 溶液中  $\text{NH}_4^+$  的物质的量为  $1.6 \text{ mol} - 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.2 \text{ L} - 0.2 \text{ mol} \times 3 - 0.3 \text{ mol} \times 2 = 0.2 \text{ mol}$ ; 根据溶液电中性可知, 溶液中必定含  $\text{NO}_3^-$ 、可能含有  $\text{K}^+$ 。

**【解析】**(1) 由思路分析可知, X 离子是  $\text{Cu}^{2+}$ , 溶液中除  $\text{H}^{+}$  外还一定含有的阳离子是  $\text{NH}_4^{+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ ; 溶液中还有一种阳离子  $\text{K}^{+}$  在题述实验中无法确认, 可通过焰色试验确定, 钾元素的焰色(紫色)需要透过蓝色钴玻璃观察, 确认该离子的方法中, 需要使用的实验用具(可含试剂)有铂丝(或铁丝)、蓝色钴玻璃、酒精灯。

(2) 溶液中肯定存在的阴离子是  $\text{NO}_3^{-}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ ; 结合分析可知,  $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^{-} \longrightarrow [\text{Al}(\text{OH})_4]^{-}$ , 溶解 0.2 mol 氢氧化铝需要 0.2 mol 氢氧化钠, 则需要 0.1 mol  $\text{Na}_2\text{O}_2$ , 此时  $b = 0.8 + 0.1 = 0.9$ ,  $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$ , 过氧化钠中部分氧元素化合价升高发生氧化反应生成氧气(氧化产物), 故加入  $b$  mol  $\text{Na}_2\text{O}_2$  生成的氧化产物的化学式为  $\text{O}_2$ , 其物质的量为 0.45 mol。

(3) 加入  $\text{Na}_2\text{O}_2$  导致沉淀量减少, 该反应的总的离子方程式为  $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 4\text{Al}(\text{OH})_3 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{Na}^{+} + 4[\text{Al}(\text{OH})_4]^{-} + \text{O}_2 \uparrow$ 。

### (三) 物质的分离和提纯

#### 刷实验 A

##### 1. B 考查点 ▶ 优秀传统文化中的实验操作

**【解析】**化皮指的是将皮煮化, 与过滤原理无关, A 错误; 除渣指的是用过滤的方法将不溶性物质除掉, B 正确; 挂旗指的是熬制过程中达到“挂旗”的状态, 用勺子舀起来非常黏稠, 与过滤原理无关, C 错误; 凝胶指的是阿胶冷却凝固的过程, 与过滤原理无关, D 错误。

##### 2. C 考查点 ▶ 有机物的分离、提纯

**【解析】**粗溴苯(含少量溴和苯)中加入氢氧化钠溶液, 溴与氢氧化钠发生反应生成无机盐和水, 分液后得到含有苯、溴苯的有机相, 向有机相中加水, 洗净盐类物质, 继续分液得到含有苯、溴苯的有机相, 加入无水氯化钙吸收水分, 过滤后得到含有苯、溴苯的有机相, 根据沸点不同经过蒸馏操作得到溴苯, 则操作 X 为蒸馏。

##### 3. B 考查点 ▶ 粗盐的提纯

###### 思路分析

粗盐含氯化镁、氯化钙、硫酸钠等杂质, 用  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  可除去  $\text{Mg}^{2+}$  和  $\text{SO}_4^{2-}$ , 再用  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  除去  $\text{Ca}^{2+}$  和多余的  $\text{Ba}^{2+}$ , 过滤, 除去氢氧化镁、硫酸钡、碳酸钙、碳酸钡沉淀, 滤液中加适量盐酸除去  $\text{OH}^{-}$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ , 蒸发结晶得到精盐。

**【解析】**由思路分析可知, A 正确; 若加入顺序颠倒为依次加入  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ , 则多余的钡离子不能去除, B 错误; 沉降后取少量清液, 继续滴加除杂试剂后无沉淀, 说明杂质已沉淀完全, 该试剂已过量, C 正确; 蒸发结晶时, 在蒸发皿中加热蒸发至大量



精盐析出时停止加热,用余热蒸干少量水分,D 正确。

**4. B 考查点** 物质的分离和提纯,涉及过滤、萃取、分液、蒸馏

【解析】甲烷和氯气发生取代反应的液态产物二氯甲烷、三氯甲烷、四氯甲烷互溶,但沸点不同,可以用蒸馏法分离,A 正确;苯和 2,4,6-三溴苯酚互溶,不能用过滤法分离,B 错误;将青蒿浸泡在有机溶剂中得到提取液,寻找合适的萃取剂利用萃取的方法将提取液中的青蒿素提取出来,也可以利用不同溶质在色谱柱上的保留时间不同将青蒿素固定在色谱柱上,再利用极性溶剂将青蒿素洗脱下来,得到纯净的青蒿素,C 正确;油和水是互不相溶的液体,可以用分液法分离,D 正确。

**5. B 考查点** 物质分离、提纯的综合应用

【解析】海带中的碘元素主要以碘离子的形式存在,A 错误;操作①灼烧可除去海带中的有机物,有利于碘离子的溶解,B 正确;操作③为过滤,操作⑥为蒸馏,C 错误;操作⑤用到的玻璃仪器有分液漏斗、烧杯,D 错误。

**6. C 考查点** 硝酸的强氧化性,沉淀转化,物质分离、提纯的常见方法

【解析】稀硝酸与铁、铜均反应,应该用磁铁吸引铁屑的方法,A 错误; $\text{NaHSO}_3$  溶液中,亚硫酸氢根离子的电离程度大于水解程度,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  $\text{NaHSO}_3$  溶液中的  $c(\text{H}^+)$ ,B 错误;硫酸钙与碳酸钠溶液反应,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。

**易错点**

程度,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  $\text{NaHSO}_3$  溶液中的  $c(\text{H}^+)$ ,B 错误;硫酸钙与碳酸钠溶液反应,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。

**7. D 突破点** 物质的分离和提纯综合应用

【解析】 $\text{Cl}_2$  和  $\text{HCl}$  都会和  $\text{NaHCO}_3$  溶液反应,达不到除杂的目的,应改用饱和食盐水,A 错误;对  $\text{Fe}$  和  $\text{I}_2$  的固体混合物加热,二者会发生反应,达不到除杂的目的,B 错误;加热固体时,试管口应略向下倾斜,避免产生的冷凝水倒流使试管炸裂,C 错误;胶体不能透过半透膜,而溶液可以,故利用半透膜可分离胶体和溶液,D 正确。

**刷实验 B**

**1. B 考查点** 物质的分离和提纯,涉及蒸发、蒸馏、萃取、分液和过滤

【解析】海水通过蒸馏可以制取蒸馏水,温度计水银球在蒸馏烧瓶支管口处,A 正确;加热促进  $\text{FeCl}_3$  水解,故应该在  $\text{HCl}$  气氛中加热  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  制取无水  $\text{FeCl}_3$  固体,B 错误;使用过滤的方法分离粗盐中的不溶物,过滤装置正确,C 正确;碘易溶于四氯化碳,可用四氯化碳萃取碘水中的碘,四氯化碳的密度大于水,在下层,分液装置正确,D 正确。

## 刷有所得

## 物质的分离和提纯常用方法

分离和提纯方法		适用范围	举例
物理方法	过滤法	不溶性固体与液体分离	粗盐提纯中除去不溶物
	蒸发浓缩法	分离溶于溶剂中的溶质	提取食盐溶液中的 NaCl
	结晶、重结晶法	混合物在溶剂中的溶解度随温度变化不同	NaCl 和 KNO <sub>3</sub> 混合物分离
	蒸馏、分馏法	沸点不同的液体分离	乙醇和乙酸混合物分离;石油分馏
	分液法	两种互不相溶的液体	苯和水混合物分离
	萃取法	某物质在两种互不相溶的溶剂中溶解度不同	用 CCl <sub>4</sub> 从溴水中提取溴
	升华法	混合物中某一成分在一定温度下可直接由固体变为气体,冷却后,气体又直接变为固体	碘和 NaCl 混合物中提取碘
	液化法	气体混合物各组分沸点不同,先使其液化后,控制温度再汽化	从空气中分离 N <sub>2</sub> 、O <sub>2</sub>
	渗析法	用半透膜使离子或小分子从胶体溶液中分离	把 KI 从淀粉溶液中分离出来
	盐析法	加入无机盐,使某些物质溶解度降低而沉淀	从肥皂液中分离甘油;蛋白质盐析
化学方法	热分解法	混合物各组分的热稳定性不同,加热或灼烧可分解	除去 Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 中的 NaHCO <sub>3</sub>
	酸、碱溶解法	混合物各组分的酸、碱性不同,用酸或碱处理	分离 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 和 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
	沉淀法	混合物中某一成分与某试剂反应而沉淀	KNO <sub>3</sub> 中含有 KCl, 可加入适量 AgNO <sub>3</sub> , 使 Cl <sup>-</sup> 沉淀除去

续表

分离和提纯方法		适用范围	举例
化学方法	氧化还原法	利用混合物中某一成分能被氧化(或被还原)的性质分离	除去 $\text{FeCl}_2$ 溶液中的 $\text{FeCl}_3$ , 加入过量的铁粉, 充分反应后过滤除去多余的铁粉
	电解法	利用电解分离和提纯	电解法精炼铜
	离子交换法	利用离子交换剂分离和提纯	离子交换法软化硬水
	络合法	混合物中某一组分可形成络合物	用盐酸和氨水分离 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 和 $\text{ZnO}$

## 2. C 考点 ▶ 影响化学平衡的因素, 物质的分离、提纯, 结晶

**【解析】**  $\text{NaCl}$  的饱和溶液中存在溶解平衡, 往饱和氯化钠溶液中加入一定量的浓盐酸, 增大了  $\text{Cl}^-$  的浓度, 使平衡向生成  $\text{NaCl}$  的方向移动, 可以获得氯化钠晶体, A 正确; 硫酸铜铵晶体在极性较大的水中的溶解度大, 在极性小的乙醇中的溶解度小, 向硫酸铜铵溶液中加入 95% 乙醇可以获得硫酸铜铵晶体, B 正确; 在高于室温  $10\sim 20\text{ }^\circ\text{C}$  的明矾饱和溶液中悬挂明矾晶核, 静置过夜, 反复多次, 可以获得大晶体, 若溶液温度与室温的温差过大, 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。

## 3. B 突破点 ▶ 物质分离、提纯综合应用

### 思路分析

实验室中初步分离环己烷、苯酚、苯甲酸混合液, 先向混合液中加入碳酸氢钠溶液, 苯甲酸与碳酸氢钠反应生成苯甲酸钠进入水相 I, 苯甲酸钠用稀盐酸或硫酸调节 pH 酸化可以得到苯甲酸, 进一步处理得产品③苯甲酸, 有机相 I 中有环己烷和苯酚, 可以加入氢氧化钠或碳酸钠溶液将苯酚转化为苯酚钠使其进入水相 II, 加盐酸或  $\text{CO}_2$  调节 pH 进一步处理后得产品②苯酚, 则有机相 II 为环己烷, 通过洗涤、干燥等进一步处理可分离出产品①环己烷。

**【解析】** 产品①②③依次为环己烷、苯酚、苯甲酸, A 正确; 有机相 I 中有环己烷和苯酚, 苯酚和碳酸钠反应得碳酸氢钠, 不会产生  $\text{CO}_2$ , 没有气泡产生, B 错误; 经操作 X 分离出环己烷, 液态有机物分离, 且沸点相差较大, 可以用蒸馏法, 试剂 b 是将苯酚钠转化为苯酚, 可以用盐酸或  $\text{CO}_2$ , C 正确; 试剂 c 是将苯甲酸钠转化为苯甲酸, 强酸可以实现, 故试剂 c 可以选用盐酸或硫酸, D 正确。

## 4. 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

### 思路分析

空气通过氯化钙除水, 经过安全瓶后通过浓硫酸除水, 然后通过五氧化二磷除水, 干燥的空气流入毛细管对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  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,采用水浴加热的方式即可,C 错误;磷酸的

结构简式为  $\text{HO}-\overset{\overset{\text{O}}{\parallel}}{\text{P}}-\text{OH}$ ,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。

#### 5. B 突破点 ▶ 丙酮的提纯

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

#### 6. C 突破点 ▶ 利用溶解性差异判断物质提纯方式

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

#### 7. (1) BE

(2) ①  $\text{H}^+$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  ② 氯化钡溶液 (或稀硝酸、硝酸银溶液) 生成白色沉淀

(3) ①  $\text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{HA}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{PbA}_2(\text{s}) + 2\text{H}^+(\text{aq})$  ② 用标准  $\text{NaOH}$  溶液滴定流出液,记录消耗  $\text{NaOH}$  溶液的体积 (或测定流出液的 pH 和总体积) ③  $\frac{a}{5 \times 10^{-2}} \times (\frac{a}{2.5 \times 10^{-2}})^2$  ④ 偏小

**突破点** ▶ 海水淡化、蒸馏、溶度积常数相关计算

##### 思路分析

用离子交换法去除水中杂质离子,其原理是利用阴、阳离子交换,达到实验目的,同时利用其原理可以计算溶度积,利用  $\text{H}^+$  的物质的量计算出  $\text{Pb}^{2+}$  的物质的量,根据  $\text{PbI}_2$  组成,计算出  $\text{I}^-$  的物质的量,从而计算出溶度积,据此分析。

**【解析】**(1) 蒸馏法淡化海水,需要用到的仪器有酒精灯、陶土网、蒸馏烧瓶、直形冷凝管、牛角管、锥形瓶等,根据题中所给仪器,需要的仪器是 BE。

(2) ① 阳离子交换树脂只交换阳离子,对阴离子无影响,天然水通过阳离子交换树脂,将金属阳离子转化成  $\text{H}^+$ ,因此取 i 处流出液,主要含有的离子有  $\text{H}^+$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 。② 如果阴离子交换树脂失去交换能力,ii 处流出液中含有  $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ ,可以检验  $\text{Cl}^-$  或  $\text{SO}_4^{2-}$ ,因此加入的试剂为氯化钡溶液或稀硝酸、硝酸银溶液,若出现白色沉淀,则说明阴离子交换树脂已失去交换能力。

(3) ① 步骤 II 进行阳离子交换,发生反应  $\text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{HA}(\text{s}) \rightleftharpoons$

$\text{PbA}_2(\text{s}) + 2\text{H}^+(\text{aq})$ 。②步骤Ⅳ最终计算得到  $\text{H}^+$  的物质的量,测定  $\text{H}^+$  的物质的量可以用中和滴定法,也可以测定溶液的 pH,因此实验方案是用标准 NaOH 溶液滴定流出液,记录消耗 NaOH 溶液的体积,或者测定流出液的 pH 和总体积。③根据①计算出饱和溶液中  $n(\text{Pb}^{2+}) = \frac{1}{2}n(\text{H}^+) = \frac{a}{2} \text{ mol}$ ,依据  $\text{PbI}_2$  组成,  $n(\text{I}^-) = a \text{ mol}$ ,根据溶度积的定义,得出  $K_{\text{sp}}(\text{PbI}_2) = c(\text{Pb}^{2+}) \cdot c^2(\text{I}^-) = \frac{a}{2 \times 25 \times 10^{-3}} \times (\frac{a}{25 \times 10^{-3}})^2 = \frac{a}{5 \times 10^{-2}} \times (\frac{a}{2.5 \times 10^{-2}})^2$ 。④步骤Ⅲ清洗附着在阳离子交换树脂上的  $\text{H}^+$  并与步骤Ⅱ中的流出液合并,降低对实验结果的影响,如果省略步骤Ⅲ,  $\text{H}^+$  物质的量减少,导致  $\text{Pb}^{2+}$ 、 $\text{I}^-$  物质的量的计算值偏小,测得的  $\text{PbI}_2$  溶度积偏小。

#### (四) 化学实验设计与评价

##### 刷实验 A

**1. B 考点** ▶ 化学实验方案的评价,涉及气体收集、溶液配制、气体检验等

**【解析】**混合浓硫酸和乙醇相当于浓硫酸的稀释,应该将浓硫酸倒入乙醇中并不断搅拌,A 错误;定容时视线应该与凹液面最低处相切,B 正确;二氧化氮密度大于空气,应该采用向上排空气法收集,所以导气管应该遵循“长进短出”原则,C 错误;得到的乙炔中含有硫化氢气体,硫化氢气体也能使溴水褪色,应该先将得到的气体通入硫酸铜溶液除去杂质,再通入溴水中检验乙炔,D 错误。

**2. C 考点** ▶ 化学实验方案的设计与评价

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

**3. B 考点** ▶ 化学实验方案的设计与评价

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

**4. B 突破点** ▶ 化学实验方案的设计与评价

**【解析】**Na、 $\text{Na}_2\text{O}_2$  都能和水反应生成气体,根据实验现象不能说明固体粉末为  $\text{Na}_2\text{O}_2$ ,A 错误;浓硫酸具有脱水性,能使蔗糖脱水炭化并放出热量,碳单质与具有强氧化性的浓硫酸共热反应生成二氧化碳、二氧化硫和水,反应生成的气体使变黑的蔗糖发生膨胀变大,B 正确;生成的  $\text{BaSO}_4$  难溶于水,所以电导率下降,但溶解的  $\text{BaSO}_4$  完全电离生成  $\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ ,所以  $\text{BaSO}_4$  为强电解质,C 错误;稀硝酸能氧化  $\text{Fe}^{2+}$  生成  $\text{Fe}^{3+}$ ,根据实验现象,不能说明菠菜中 Fe 元素为 +3 价,要检验菠菜中铁元素是 +2 价还是 +3

价,应该先加 KSCN 溶液,然后加入稀硝酸,D 错误。

#### 5. D 考点 ▶ $\text{SO}_2$ 、 $\text{Cl}_2$ 的制备及性质探究实验

##### 思路分析

左侧装置制备  $\text{SO}_2$  和检验  $\text{SO}_2$  的性质,A-1 为酸性高锰酸钾溶液,可以检验二氧化硫的还原性,A-2 为品红溶液,可以检验二氧化硫的漂白性,A-3 为湿润的蓝色石蕊试纸,可以检验二氧化硫溶于水后溶液的酸碱性;右侧装置制备  $\text{Cl}_2$  和检验  $\text{Cl}_2$  的性质,B-1 为淀粉-KI 溶液,可以检验  $\text{Cl}_2$  的氧化性,B-2 为品红溶液,可以检验  $\text{Cl}_2$  溶于水后生成的 HClO 的氧化性,B-3 为湿润的蓝色石蕊试纸,可以检验  $\text{Cl}_2$  溶于水后溶液的酸碱性及漂白性。

**【解析】**浓盐酸与  $\text{MnO}_2$  需要加热才可以产生氯气,该装置无法加热,A 错误;A-2 处品红溶液褪色是由于二氧化硫的漂白性,B-2 处品红溶液褪色是由于  $\text{Cl}_2$  溶于水后生成的 HClO 的氧化性,B 错误;二氧化硫溶于水后溶液为酸性,能使蓝色石蕊试纸变红, $\text{Cl}_2$  溶于水后产生盐酸和次氯酸,能使蓝色石蕊试纸先变红后褪色,C 错误;试剂瓶 C 中, $\text{Cl}_2$  能将  $\text{SO}_2$  氧化为硫酸,硫酸与氯化钡溶液发生反应,产生硫酸钡白色沉淀,D 正确。

#### 6. A 考点 ▶ 化学实验方案的设计与评价

**【解析】** $\text{NO}_2$  为红棕色气体, $\text{N}_2\text{O}_4$  为无色气体,将盛有  $\text{NO}_2$  气体的玻璃球放入热水浴中,红棕色加深,平衡逆向移动,即  $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$  为放热反应,A 正确;比较  $\text{Fe}^{3+}$  与  $\text{Cu}^{2+}$  对  $\text{H}_2\text{O}_2$  分解的催化效果要控制变量,即保证阴离子相同,而实验中所用的为浓度相同的  $\text{FeCl}_3$  溶液和  $\text{CuSO}_4$  溶液,B 错误;向盛有淀粉溶液的试管中加入少量稀硫酸,加热,再滴加几滴银氨溶液,水浴加热,无法证明淀粉是否水解,因为银氨溶液可与酸反应,导致水浴加热无银镜产生,银镜反应应在碱性环境下进行,C 错误;向 5 mL  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{AgNO}_3$  溶液中滴加几滴  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{NaCl}$  溶液生成  $\text{AgCl}$  沉淀,硝酸银过量,此时再滴加几滴  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{KI}$  溶液,生成  $\text{AgI}$  沉淀,无法证明  $\text{AgCl}$  沉淀转化为  $\text{AgI}$  沉淀,从而无法比较  $\text{AgCl}$  和  $\text{AgI}$  的溶度积大小,D 错误。

#### 7. D 考点 ▶ 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,由实验操作 I 制取的  $\text{CO}_2$  气体中含有 HCl,HCl 也能与  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  溶液反应生成  $\text{H}_2\text{SiO}_3$  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 HBr,B 错误;乙醇在浓硫酸条件下加热至  $170^\circ\text{C}$  发生消去反应,同时会产生副产物  $\text{SO}_2$ ,且乙醇有挥发性和还原性, $\text{SO}_2$  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,加入足量的 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。

#### 8. A 突破点 ▶ 化学实验方案的设计与评价

**【解析】**一氧化碳与氢气反应生成甲醇,增大压强,平衡右移,减小压强,平衡左移,装置甲压缩容器容积,可根据压力传感器变化(先增大后减小)分析平衡移动情况,A 符合题意;装置乙中加入  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  盐酸的体积不同,会导致混合后的溶液中  $\text{H}_2\text{O}_2$  浓度不同,不符合变量控制的思想,B 不符合题意;装置丙中碱式滴定管不能用于装酸性溶液,C 不符合题意;装置丁中  $\text{KMnO}_4$  过量, $\text{KMnO}_4$  溶液不能褪色,同时  $\text{KMnO}_4$  的量不同, $\text{KMnO}_4$  溶液褪色时参与反应的反应物总量不同,不能验证浓度对化学反应速率的影响,D 不符合题意。



## 刷实验 B

- (1) 酸性条件下  $\text{NO}_3^-$  具有氧化性, 能将  $\text{SO}_2$  氧化为  $\text{SO}_4^{2-}$ , 从而产生白色沉淀
- (2) 作缓冲瓶, 防止倒吸
- (3) 隔绝氧气 b
- (4)  $\text{SO}_2$  被氧气氧化为  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  与钡离子反应产生白色沉淀
- (5)  $3\text{SO}_2 + 2\text{NO}_3^- + 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{Ba}^{2+} \longrightarrow 3\text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{NO} + 4\text{H}^+$
- (6)  $\text{O}_2$  在氧化反应中起到主要氧化作用

**突破点** ▶ 物质性质的探究实验

### 思路分析

稀硫酸滴入饱和的  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液中, 发生反应  $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 \uparrow$ , 生成的  $\text{SO}_2$  经过缓冲瓶进入右侧的烧杯中与待测溶液混合, 烧杯中的食用油可以隔绝空气, pH 传感器可以实时获取溶液的 pH 数据, 通过变量控制法来探究  $\text{SO}_2$  与  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  溶液的反应。

**【解析】**(1) 二氧化硫具有一定还原性, 硝酸根离子在酸性环境下具有氧化性, 能将二氧化硫氧化为硫酸根离子, 硫酸根离子和钡离子反应生成硫酸钡沉淀, 因此假设二为酸性条件下  $\text{NO}_3^-$  具有氧化性, 能将  $\text{SO}_2$  氧化为  $\text{SO}_4^{2-}$ , 从而产生白色沉淀。

(2) 由于  $\text{SO}_2$  易溶于水, 装置 X 可起到防倒吸、作缓冲瓶的作用。

(3) 由于实验中需要研究氧气的作用, 因此需要变量控制, 食用油起到隔绝氧气的作用; 食用油密度比水小, 难溶于水, 选项中氯仿密度大于水, 排除 a, 乙醇与水互溶, 排除 c, 己烷密度比水小, 不溶于水, 故选 b。

(4) 根据变量控制思想, 对比实验一可知, B 烧杯中加入未煮沸的  $\text{BaCl}_2$  溶液出现白色沉淀, 而 A 烧杯中煮沸的  $\text{BaCl}_2$  溶液未出现白色沉淀, 说明是  $\text{O}_2$  氧化了  $\text{SO}_2$ , 故发生的反应为  $2\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{O}_2 + 2\text{Ba}^{2+} \longrightarrow 2\text{BaSO}_4 \downarrow + 4\text{H}^+$  或  $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{SO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{Ba}^{2+} \longrightarrow 2\text{BaSO}_4 \downarrow + 4\text{H}^+$ , 因此 B 烧杯中出现浑浊的原因是  $\text{SO}_2$  被氧气氧化为  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  与钡离子反应产生白色沉淀。

(5) 二氧化硫具有一定的还原性, 硝酸根离子具有氧化性, 二氧化硫被氧化为硫酸根离子, 离子方程式为  $3\text{SO}_2 + 2\text{NO}_3^- + 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{Ba}^{2+} \longrightarrow 3\text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{NO} + 4\text{H}^+$ 。

(6) 根据图像, 有  $\text{O}_2$  参加的反应中 pH 变化程度比无氧参加的大, 且用时短, 说明  $\text{O}_2$  在氧化反应中起到主要氧化作用。

## 2. (1) A

(2)  $\text{a} \rightarrow \text{f} \rightarrow \text{g} \rightarrow \text{c} \rightarrow \text{b} \rightarrow \text{d} \rightarrow \text{e} \rightarrow \text{j} \rightarrow \text{h}$

(3)  $2\text{NOCl} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HCl} + \text{NO} + \text{NO}_2$

(4) 三颈烧瓶

(5) 将  $\text{NOCl}$  冷凝为液态, 便于收集

(6) 防止  $\text{NaOH}$  溶液中的水蒸气进入三颈烧瓶中使  $\text{NOCl}$  水解

(7) 加入最后半滴  $\text{AgNO}_3$  标准溶液, 产生砖红色沉淀, 且半分钟内砖红色沉淀不消失

(8) 83.84

**考查点** ▶ 物质制备实验、氧化还原反应方程式的书写、沉淀滴定

### 思路分析

根据反应物状态和反应条件选择反应装置。合成  $\text{NOCl}$  时, X 装置制备  $\text{NO}$ , Y 装置干燥  $\text{NO}$  并除去挥发出来的硝酸, Z 装置中  $\text{Cl}_2$  和  $\text{NO}$  反应生成  $\text{NOCl}$ , 无水氯化钙防止水蒸气进入三颈烧瓶中。

**【解析】**(1) 使用  $\text{MnO}_2$  制备  $\text{Cl}_2$  需要将  $\text{MnO}_2$  与浓盐酸进行固液混合加热, 故发生装置应选 A。

(2) 原连接顺序中气体先通过浓硫酸,再通过饱和食盐水,会导致收集的  $\text{Cl}_2$  中含有水分,且  $\text{Cl}_2$  密度大于空气,应从长管进入集气瓶,故正确的连接顺序应当为  $\text{a} \rightarrow \text{f} \rightarrow \text{g} \rightarrow \text{c} \rightarrow \text{b} \rightarrow \text{d} \rightarrow \text{e} \rightarrow \text{j} \rightarrow \text{h}$ 。

(3) 由题干可推断产物为  $\text{HCl}$ 、 $\text{NO}$  和  $\text{NO}_2$ , 则化学方程式为  $2\text{NOCl} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HCl} + \text{NO} + \text{NO}_2$ 。

(4) 根据题图乙可知仪器  $\text{m}$  的名称为三颈烧瓶。

(5)  $\text{NOCl}$  的沸点为  $-5.5^\circ\text{C}$ , 其沸点较低,易挥发,用  $-10^\circ\text{C}$  冰盐水可以使  $\text{NOCl}$  液化,便于收集。

(6) 产物  $\text{NOCl}$  会与水发生反应,故无水  $\text{CaCl}_2$  可以防止  $\text{NaOH}$  溶液中的水蒸气进入三颈烧瓶中使  $\text{NOCl}$  水解。

(7) 用  $\text{AgNO}_3$  标准溶液滴定待测液中的  $\text{Cl}^-$ , 当  $\text{Cl}^-$  和  $\text{Ag}^+$  反应完全时,继续滴加  $\text{AgNO}_3$  标准溶液,  $\text{Ag}^+$  会与  $\text{CrO}_4^{2-}$  反应生成  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  砖红色沉淀。故滴定终点的现象为加入最后半滴  $\text{AgNO}_3$  标准溶液,产生砖红色沉淀,且半分钟内砖红色沉淀不消失。

(8) 滴定到终点时消耗  $\text{Ag}^+$  的物质的量  $n(\text{Ag}^+) = 0.80 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 22.40 \times 10^{-3} \text{ L} = 1.792 \times 10^{-2} \text{ mol}$ , 由  $\text{Cl}^- + \text{Ag}^+ \rightleftharpoons \text{AgCl} \downarrow$  知滴定前  $25 \text{ mL}$  溶液中  $\text{Cl}^-$  的物质的量  $n(\text{Cl}^-) = 1.792 \times 10^{-2} \text{ mol}$ ,  $250 \text{ mL}$  溶液中  $\text{Cl}^-$  的物质的量为  $10 \times n(\text{Cl}^-) = 0.1792 \text{ mol}$ , 即  $250 \text{ mL}$  溶液中  $\text{NOCl}$  的物质的量  $n(\text{NOCl}) = 0.1792 \text{ mol}$ , 则产品的纯度为  $\frac{0.1792 \text{ mol} \times (14 + 16 + 35.5) \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{14.00 \text{ g}} \times 100\% = 83.84\%$ 。

### 3. (1) ①抑制 $\text{Cu}^{2+}$ 水解 黄绿色 ②10

(2)  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}$  试纸变蓝

(3) ①蓝色 浓盐酸 ②稀释后  $\text{Cl}^-$  浓度减小,  $\text{CuCl}(\text{s}) + \text{Cl}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons [\text{CuCl}_2]^-(\text{aq})$  平衡逆向移动,产生白色沉淀

(4)  $\text{Cu}^{2+} + \text{e}^- + \text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{CuCl} \downarrow$

**突破点** ▶ 探究电解饱和  $\text{CuCl}_2$  溶液过程中的异常现象

**【解析】** (1) ①铜离子会发生水解,因此实验室在配制  $\text{CuCl}_2$  溶液时需加入少许盐酸,目的是抑制  $\text{Cu}^{2+}$  水解;氯化铜溶液中存在  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$  (蓝色)  $+ 4\text{Cl}^- \rightleftharpoons [\text{CuCl}_4]^{2-}$  (黄色)  $+ 4\text{H}_2\text{O}$   $\Delta H > 0$ , 正反应为吸热反应,加热盛有  $\text{CuCl}_2$  溶液的试管,平衡正向移动,试管中溶液颜色变为黄绿色。②若要配制  $1000 \text{ mL } 2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $\text{CuCl}_2$  溶液,为使配制过程中不出现浑浊现象,氢氧根离子的浓度最大为  $\sqrt{\frac{K_{\text{sp}}[\text{Cu}(\text{OH})_2]}{c(\text{Cu}^{2+})}} = \sqrt{\frac{2.0 \times 10^{-20}}{2}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 1 \times 10^{-10} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 则氢离子浓度最小为  $1 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 氯化氢的物质的量至少为  $1 \times 10^{-4} \text{ mol}$ , 盐酸体积至少为  $\frac{1 \times 10^{-4} \text{ mol}}{0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 5 \times 10^{-4} \text{ L} = 0.5 \text{ mL}$ , 所以至少需要滴加  $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的盐酸 10 滴。

(2) 阴极上铜离子得电子析出单质铜,发生的电极反应为  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}$ ; 阳极上氯离子失电子生成氯气,氯气能氧化碘化钾生成单质碘,则阳极口放置湿润的淀粉-KI 试纸可观察到试纸变蓝。

(3) ①稀硝酸具有氧化性,能把铜和  $\text{CuCl}$  氧化为铜离子,则无色溶液变为蓝色;  $\text{CuCl}$  易溶于浓盐酸,发生反应  $\text{CuCl}(\text{s}) + \text{Cl}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons [\text{CuCl}_2]^-(\text{aq})$ , 加水稀释后,平衡逆向移动,有白色沉淀生成,所以 II 处是浓盐酸。②加入浓盐酸存在平衡  $\text{CuCl}(\text{s}) + \text{Cl}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons [\text{CuCl}_2]^-(\text{aq})$ , 由于稀释后  $\text{Cl}^-$  浓度减小,平衡逆向移动,因此会产生白色沉淀。

(4) 阴极铜离子得到电子并结合氯离子生成  $\text{CuCl}$ , 电极反应式为  $\text{Cu}^{2+} + \text{e}^- + \text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{CuCl} \downarrow$ 。

#### 4. (1) b

(2) NaCl 溶液的导电性强于蒸馏水

(3)  $\text{CH}_3\text{CHO}-2\text{e}^-+3\text{OH}^-\rightleftharpoons\text{CH}_3\text{COO}^-+2\text{H}_2\text{O}$

(4)  $U_2>U_4$  (或  $U_1>U_3$ )

(5) 实验④中使用  $0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的 NaOH 溶液,碱性远强于实验Ⅱ中使用的银氨溶液

(6) 20 mL  $0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$   $\text{NaNO}_3$  溶液(使用稀  $\text{HNO}_3$  调节 pH 为 6)

(7) 直接水浴加热银氨溶液,无银镜生成

**突破点** ▶ 化学反应条件的控制及优化、化学实验方案的设计与评价

**【解析】**(1) 银氨离子中含有配位键和极性键,不含有非极性键,故选 b。

(2) 实验①和实验③中,溶液 B 选用氯化钠溶液,而不使用蒸馏水是因为氯化钠溶液的导电性强于蒸馏水,有利于实验的进行。

(3) 由原电池的工作原理可知,碱性条件下,乙醛在负极失去电子发生氧化反应生成乙酸根离子和水,电极反应式为  $\text{CH}_3\text{CHO}-2\text{e}^-+3\text{OH}^-\rightleftharpoons\text{CH}_3\text{COO}^-+2\text{H}_2\text{O}$ 。

(4) 由  $U_2>U_4$  或  $U_1>U_3$  可知,银离子的氧化性强于银氨离子,说明假设 2 不成立。

(5) 观察  $U_4$  和  $U_1$  对应的实验,可发现实验④使用的溶液 B 是  $0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的 NaOH 溶液,而通过第二部分:影响因素研究可知反应的发生可能与溶液酸、碱性有关,实验④中溶液的碱性远强于实验Ⅱ中使用的银氨溶液,所以无法得出这样的结论。

(6) 将实验③中的溶液 A 改用 20 mL  $0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$   $\text{NaNO}_3$  溶液,并用稀硝酸调节 pH=6,测得电压表读数远小于  $U_1$ ,说明反应的发生与硝酸根离子的氧化性无关。

(7) 由实验结论可知,银氨溶液与乙醛发生银镜反应时,氨分子与硝酸根离子均不直接参与氧化还原反应,单质银由银离子与乙醛反应生成,则可以通过使反应中不存在乙醛,只存在  $\overset{-3}{\text{N}}$  还原  $\overset{+1}{\text{Ag}}$ ,无法产生银镜现象,来证明实验Ⅱ中的银镜不是由  $\overset{-3}{\text{N}}$  还原  $\overset{+1}{\text{Ag}}$  生成的,实验方案与现象为直接水浴加热银氨溶液,无银镜生成。

### (五) 制备与定量实验

#### 刷实验 A

##### 1. A 考查点 ▶ 常见气体的制备与除杂

**【解析】**浓盐酸与高锰酸钾在常温下可以制备氯气,且除掉氯气中混有的 HCl 气体可以选择饱和食盐水,A 正确;用蒸馏水与电石反应可以制备乙炔,但是反应剧烈,通常用饱和食盐水与电石反应,同时有硫化氢杂质生成,用硫酸铜溶液除杂,不能用高锰酸钾溶液,因为高锰酸钾溶液不仅能除掉硫化氢还能氧化乙炔,B 错误;浓硝酸把亚硫酸钠氧化,无法制得二氧化硫气体,C 错误;浓氨水与碱石灰可制氨气,但不能用浓硫酸干燥氨气,D 错误。

##### 2. C 考查点 ▶ 滴定、配制溶液等实验操作与方法

**【解析】**具有酸性或强氧化性的溶液都应装在酸式滴定管中,具有强氧化性的溶液装在碱式滴定管中会腐蚀橡胶管, $\text{KMnO}_4$  标准溶液具有强氧化性,应装在酸式滴定管中,A 错误;配制溶液定容时加水超过刻度线,需重新配制,用胶头滴管吸出超出部分会导致配制的溶液浓度偏低,B 错误;测定中和反应的反应热时,为了减少热量散失,将 NaOH 溶液迅速倒入量热计的内筒与盐酸反应,C 正确;稀硝酸与 Zn 反应不生成氢气,而是生成 NO,故无法测定生成  $\text{H}_2$  的反应速率,D 错误。

### 3. B 考查点 实验装置选用、实验操作等

【解析】Cu 与浓硫酸反应制备  $\text{SO}_2$  需要加热, A 不符合题意; 利用  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  和  $\text{NH}_4\text{Cl}$  混合加热可制备  $\text{NH}_3$ , B 符合题意; 制备  $\text{NH}_4\text{HSO}_3$  溶液过程中, 氨气极易溶于水, 容易引起倒吸, 通入  $\text{NH}_3$  的导管不能插入到液面以下, C 不符合题意;  $\text{NH}_4\text{HSO}_3$  受热会分解且易被空气中氧气氧化, 蒸发结晶无法获得  $\text{NH}_4\text{HSO}_3$  晶体, D 不符合题意。

### 4. C 考查点 化学实验方案的设计与评价、常见无机物的制备

#### 思路分析

草酸亚铁具有强还原性, 为防止草酸亚铁被氧化, 先用 M 中生成的氢气把 N 中的空气排出, 再用 M 中生成的氢气把 M 中的硫酸亚铁溶液压入 N 中与草酸铵反应生成草酸亚铁晶体。

【解析】使用煮沸后的蒸馏水可以有效地排除水中的溶解氧, 避免草酸亚铁被氧化, 迅速冷却蒸馏水可以防止外界的氧气再次溶解到水中, A 正确; 检查气密性后, 打开  $\text{K}_1$ 、 $\text{K}_3$ 、 $\text{K}_4$ , 关闭  $\text{K}_2$ , 用 M 中生成的氢气把 N 中的空气排出, B 正确; 检验 P 中出来的气体为纯  $\text{H}_2$  后, 打开  $\text{K}_2$ , 关闭  $\text{K}_1$ 、 $\text{K}_3$ , 将硫酸亚铁溶液压入 N 中与草酸铵反应, P 中不再产生气泡后应停止, C 错误; 硫酸亚铁溶液被压入 N 中与草酸铵反应生成草酸亚铁沉淀, N 中沉淀经过滤、洗涤、干燥得草酸亚铁晶体, D 正确。

### 5. B 突破点 有机物的制备、产率的计算

【解析】图甲装置为丁二酸与乙酸酐共热反应制备丁二酸酐的装置, 仪器 A 为球形冷凝管, 可增强冷凝效果, 进水口为 b、出水口为 a, A 错误; 由题意可知, 丁二酸与乙酸酐共热反应生成丁二酸酐和乙酸, 71 g 丁二酸的物质的量为  $\frac{71 \text{ g}}{118 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \approx$

$0.6017 \text{ mol} < 1.28 \text{ mol}$ , 则反应中乙酸酐过量, 实验得到 51 g 丁二酸酐, 反应的产率为  $\frac{51 \text{ g}}{0.6017 \text{ mol} \times 100 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 100\% \approx$

84.76%, B 正确; 图乙装置为实现固液分离的抽滤装置, 抽滤时使用抽气泵给吸滤瓶减压, 导致装置内部的压强降低, 布氏漏斗中的固液混合物由于压强差作用可以快速分离, 从而使过滤的速度加快, C 错误; 由以上分析可知, 图乙装置为实现固液分离的抽滤装置, 而胶状沉淀和颗粒过小的沉淀不适合抽滤的原因是胶状沉淀容易堵塞滤纸, 导致抽滤效果不佳, 而颗粒过小的沉淀可以通过滤纸, 同样会影响抽滤效果, D 错误。

## 刷实验 B

### 1. C 考查点 纯度计算、实验仪器和操作分析以及离子方程式的书写

【解析】离子方程式中  $\text{Na}_2\text{O}_2$  不应该拆分, 正确的离子方程式为  $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 4\text{H}^+ = 4\text{Na}^+ + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ , A 错误; 为保证 Q 灵活伸缩, 量筒 I 测量完气体体积后, 需将 Q 与大气相通, 打开  $\text{K}_1$  前, 应先打开  $\text{K}_2$ 、关闭  $\text{K}_3$ , B 错误; 若没有导管 a, 因气压不相通, 故稀硫酸不易滴落, 而且滴落的稀硫酸占据的体积也会被计为气体体积, 导致测量气体的体积偏大, C 正确; 若处于标准状况, 正确结果应是

$$\frac{78 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 2 \times \frac{y \times 10^{-3} \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}}}{106 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 1 \times \frac{(x-y) \times 10^{-3} \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} + 78 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 2 \times \frac{y \times 10^{-3} \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}}} = \frac{78y}{53x+25y}, \text{D 错误。}$$

### 2. C 突破点 物质的制备

【解析】由于  $\text{NH}_3$  极易溶于水, 因此可选择打开活塞  $\text{K}_2$  以平衡

气压,防止发生倒吸,所以实验过程中,当出现倒吸现象时,应及时关闭  $K_1$ 、打开  $K_2$ ,A 正确;通入  $NH_3$  时,容器壁会变热,说明反应放出热量,存在  $\Delta H < 0$  的过程,B 正确;当  $pH \approx 9$  时,可制得  $(NH_4)_2HPO_4$ ,说明  $(NH_4)_2HPO_4$  溶液显碱性,因此若不选用 pH 传感器,还可以选用酚酞作指示剂,而不是甲基橙,C 错误;溶液 pH 达到 9 后继续通入  $NH_3$ , $(NH_4)_2HPO_4$  继续反应生成  $(NH_4)_3PO_4$ ,溶液中  $OH^-$ 、 $NH_4^+$ 、 $PO_4^{3-}$  的浓度明显增大,D 正确。

### 3. B 考查点 ▶ 实验室制备 $Mg_3N_2$

#### 思路分析

该实验是利用  $N_2$  与  $Mg$  在加热条件下反应制得  $Mg_3N_2$ ,装置 A 中分液漏斗盛放的是浓氨水,浓氨水与生石灰反应放出  $NH_3$ ,装置 B 中的碱石灰用来干燥  $NH_3$ ,装置 C 中  $NH_3$  与  $CuO$  在加热条件下反应生成  $N_2$ ,装置 D 中的浓硫酸能够吸收  $NH_3$ 、干燥  $N_2$ ,干燥的  $N_2$  进入装置 E 与  $Mg$  在加热条件下反应生成  $Mg_3N_2$ ,装置 F 可以防止空气中的  $CO_2$ 、 $H_2O$  等进入装置中与  $Mg$  和  $Mg_3N_2$  反应,以此分析解答。

**【解析】**装置 A 中分液漏斗中的溶液是浓氨水,滴入烧瓶中与  $CaO$  反应产生  $NH_3$ ,A 正确;装置 C 中发生反应:  $3CuO + 2NH_3 \xrightarrow{\Delta} 3Cu + N_2 + 3H_2O$ ,其中氨气是还原剂,氧化铜是氧化剂,氧化剂与还原剂参与反应的物质的量之比为 3:2,B 错误;装置 D 中浓硫酸的作用除了干燥  $N_2$ ,还能吸收  $NH_3$ ,故表现酸性和吸水性,C 正确; $Mg_3N_2$  水解产生氢氧化镁和氨气,其反应的化学方程式为  $Mg_3N_2 + 6H_2O \longrightarrow 3Mg(OH)_2 + 2NH_3 \uparrow$ ,D 正确。

### 4. (1) 长颈漏斗 浓硫酸



(3) 通过观察气泡的产生速率来调节  $NH_3$  与  $CO_2$  的通入比例

(4) 产生白色沉淀 干燥 79.80%

**考查点** ▶ 氨基甲酸铵制备实验、化学方程式书写、产品成分探究等

#### 思路分析

根据题中已知信息①可知,制取氨基甲酸铵需要二氧化碳和氨气,且氨基甲酸铵易吸水分解,所以二氧化碳和氨气必须干燥;因为制取氨基甲酸铵的反应为放热反应,所以应在冰水低温环境中反应。根据实验室制取二氧化碳和氨气的原理,装置 1 中为碳酸钙和稀盐酸混合制二氧化碳的反应,装置 2 中浓硫酸用来干燥二氧化碳,装置 7 中为加热氯化铵和熟石灰的混合固体制取氨气的反应,装置 6 中碱石灰用来干燥氨气,干燥的氨气和二氧化碳分别通入装置 5 和 3,通过观察气泡的产生速率来控制反应物的通入比例,在装置 4 的三颈烧瓶中发生反应制取氨基甲酸铵,尾气为氨气和二氧化碳,其中氨气有毒,在 a 处接酸液进行尾气吸收处理。

**【解析】**(1) 仪器甲的名称是长颈漏斗,装置 2 的作用是除去  $CO_2$  中的水蒸气,其盛装的试剂是浓硫酸。

(2) 装置 7 中氯化铵和熟石灰反应生成氯化钙、氨气和水,其化学方程式为  $2NH_4Cl + Ca(OH)_2 \xrightarrow{\Delta} CaCl_2 + 2NH_3 \uparrow + 2H_2O$ 。

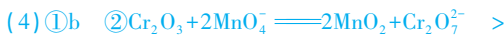
(3) 液体石蜡鼓泡瓶的作用是通过观察气泡的产生速率来调节  $NH_3$  与  $CO_2$  的通入比例。

(4) 向试管中加入足量澄清石灰水, $Ca(OH)_2$  与碳酸氢根离子反应生成碳酸钙沉淀,过滤、洗涤、干燥后称量,沉淀质量为 1.500 g,样品与足量澄清石灰水充分反应,碳元素全部转化为碳酸钙,反应原理为氨基甲酸铵和氢氧化钙溶液反应生成碳酸钙沉淀和一水合氨:  $H_2NCOONH_4 + Ca(OH)_2 + H_2O \longrightarrow CaCO_3 \downarrow +$

$2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ; 设碳酸氢铵的物质的量为  $x \text{ mol}$ 、氨基甲酸铵的物质的量为  $y \text{ mol}$ , 由样品总质量可得  $79 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times x \text{ mol} + 78 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times y \text{ mol} = 1.173 \text{ g}$ , 又因为  $n(\text{C}) = n(\text{CaCO}_3) = 0.015 \text{ mol}$ , 由碳原子守恒可得  $x \text{ mol} + y \text{ mol} = 0.015 \text{ mol}$ , 解得  $x = 0.003, y = 0.012$ , 则  $m(\text{H}_2\text{NCOONH}_4) = 0.012 \text{ mol} \times 78 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.936 \text{ g}$ , 故氨基甲酸铵的质量分数为  $\frac{0.936 \text{ g}}{1.173 \text{ g}} \times 100\% \approx 79.80\%$ 。

## 5. (1) 防止空气中的水进入装置 C

### (2) 排尽装置内空气



**突破点** ▶ 无机物的制备、探究物质组成

### 题图解读

装置 A 中重铬酸铵  $[(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7]$  固体受热分解生成  $\text{N}_2$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$  和  $\text{H}_2\text{O}$ , 装置 B 用  $\text{CoCl}_2$  干燥  $\text{N}_2$ , 经干燥后的  $\text{N}_2$  和  $\text{Li}$  在装置 C 中发生反应制备氮化锂 ( $\text{Li}_3\text{N}$ ),  $\text{Li}_3\text{N}$  极易潮解, 装置 D 中的碱石灰防止空气中的水蒸气进入装置 C, 据此解答。

**【解析】** (1) 装置 D 中的碱石灰可防止空气中的水蒸气进入装置 C。

(2) 实验时, 先点燃 A 处酒精灯, 产生氮气排尽装置 C 中的空气, 防止  $\text{Li}$  被空气中的氧气氧化。

(3) 由实验原理及装置 A 中实验现象可知, 重铬酸铵受热分解生成氮气、三氧化二铬和水, 反应的化学方程式:  $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \xrightarrow{\Delta} \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{N}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ 。

(4) ①由实验 I、II 可知, 绿色粉末 X 是  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , 既可以与稀硫酸反应又可以与  $\text{NaOH}$  溶液反应, 则  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  性质与氧化铝最相似, 是两性氧化物, 故选 b。

②黑色固体 Y 常用于实验室制备  $\text{Cl}_2$  和  $\text{O}_2$ , 则黑色固体 Y 为  $\text{MnO}_2$ , 实验 III 中  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  与  $\text{KMnO}_4$  溶液反应生成  $\text{MnO}_2$  和  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , 其反应的离子方程式为  $\text{Cr}_2\text{O}_3 + 2\text{MnO}_4^- \xrightarrow{\quad} 2\text{MnO}_2 + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ , 该反应中,  $\text{KMnO}_4$  是氧化剂,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  是氧化产物, 则该反应中氧化性:  $\text{KMnO}_4 > \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 。

(5) ①硝酸银见光易分解且溶液呈酸性, 棕色仪器有避光作用, 实验室中用棕色酸式滴定管量取  $\text{AgNO}_3$  溶液。

②根据  $\text{AgNO}_3$  的物质的量计算 2.38 g 装置 B 中固体中  $\text{Cl}^-$  的物质的量:  $n(\text{Cl}^-) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 20 \times 10^{-3} \text{ L} \times \frac{250 \text{ mL}}{25.00 \text{ mL}} = 0.02 \text{ mol}$ , 根据固体组成,  $n(\text{CoCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}) = 0.01 \text{ mol}$ , 固体中  $\text{H}_2\text{O}$  的物质的量  $n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{2.38 \text{ g} - [0.01 \times (59 + 35.5 \times 2)] \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.06 \text{ mol}$ ,  $x = 6$ 。

## (六) 科学探究实验

### 刷实验 A

#### 1. D 考查点 ▶ 物质性质的探究、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  $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_2$  具有漂白性, 能使品红溶液褪色,  $\text{SO}_2$  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,  $\text{SO}_2$  属于酸性氧化物, 能与  $\text{NaOH}$  反应使  $\text{NaOH}$ -酚酞溶液红色褪去。



**【解析】**①处硫酸与亚硫酸钠反应制取  $\text{SO}_2$  是复分解反应,体现硫酸的酸性,没有体现氧化性,A 错误;②处  $\text{SO}_2$  使品红溶液褪色

**关键点**

色,体现  $\text{SO}_2$  的漂白性,但  $\text{SO}_2$  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  $\text{SO}_2$  的还原性,  $\text{NaOH}$ -酚酞溶液褪色体现  $\text{SO}_2$  具有酸性氧化物的性质,二者褪色原理不同,C 错误;  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液在酸性条件下能发生自身歧化反应,生成二氧化硫、硫单质和水,也可以达到实验目的,D 正确。

## 2. D 考点 ▶ 物质性质的探究、水溶液的导电性

**【解析】** $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液显碱性,滴加盐酸,发生酸碱中和反应:  $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$ ,溶液红色褪去,A 正确;  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  与  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  发生复分解反应:  $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{NaOH}$ ,溶液中依然存在大量的  $\text{Na}^+$  与  $\text{OH}^-$ ,B 正确;  $\text{H}_2\text{SO}_4$  与  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  发生复分解反应:  $\text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ,溶液中离子浓度逐渐减小,灯泡逐渐变暗,氢氧根离子浓度逐渐减小,溶液红色逐渐褪去,C 正确;  $\text{CuSO}_4$  与  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  发生复分解反应:  $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{CuSO}_4 = \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$ ,溶液中离子浓度逐渐减小,灯泡逐渐变暗,氢氧根离子浓度逐渐减小,溶液红色逐渐褪去,与加入  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  溶液时的实验现象不同,D 错误。

## 3. D 考点 ▶ 物质性质的探究、浓硫酸的强氧化性和脱水性、二氧化硫的化学性质

**思路分析**

浓硫酸溶于水放出大量的热,应将 a 中的 Y 形管中浓硫酸倒入含少量水的葡萄糖中,浓硫酸具有脱水性,将葡萄糖转化为碳,碳和浓硫酸反应生成二氧化硫和二氧化碳气体,二氧化硫具有漂白性,能使 c 中品红溶液褪色,二氧化碳、二氧化硫均能使 d 中澄清石灰水变浑浊, $\text{SO}_2$  尾气有毒,使用 e 中碱液吸收。

**【解析】**a 中葡萄糖变黑,证明浓硫酸具有脱水性,若 c 中品红溶液褪色,证明生成了  $\text{SO}_2$ ,从而证明浓硫酸具有强氧化性,A 错误;  $\text{CO}_2$ 、 $\text{SO}_2$  和氯化钡溶液均不反应,若装置 b 中出现白色沉淀,可能是  $\text{SO}_2$ 、 $\text{O}_2$  和氯化钡溶液反应生成的  $\text{BaSO}_4$ ,B 错误;c 中的品红溶液不能完全吸收  $\text{SO}_2$ , $\text{SO}_2$ 、 $\text{CO}_2$  均能使澄清石灰水变浑浊,因此装置 d 中出现浑浊,不能证明产生的气体中含有  $\text{CO}_2$ ,C 错误;污染性尾气为  $\text{SO}_2$ ,可以用  $\text{NaOH}$  溶液吸收,D 正确。

## 4. C 突破点 ▶ $\text{H}_2\text{O}_2$ 与 $\text{I}^-$ 反应的探究实验

**【解析】**溶液变黄说明生成碘单质,黄色不断加深至棕黄色后又变浅,说明生成的碘单质又和  $\text{H}_2\text{O}_2$  反应转化为高价态的碘酸,导致溶液颜色变浅,A 正确;溶液变黄,摇匀后又褪色,说明生成了碘酸根离子,再加入过量的  $\text{I}^-$ , $\text{I}^-$  具有还原性,和碘酸根离子发生氧化还原反应生成碘单质,碘单质为紫黑色固体,B 正确;  $\text{H}_2\text{O}_2$  不稳定,在  $\text{I}^-$  催化作用下会分解生成氧气,C 错误;实验 1 中开始  $\text{H}_2\text{O}_2$  分解生成氧气导致  $\text{H}_2\text{O}_2$  没有和  $\text{I}^-$  反应,实验 2 中生成紫色沉淀现象明显,故实验 2 相较于实验 1,可节约  $\text{H}_2\text{O}_2$  用量,且有利于观察反应终点,D 正确。

## 刷实验 B

## 1. B 考点 ▶ 化学反应原理的探究

**【解析】**实验①中钠先和水反应生成氢氧化钠和氢气,氢氧化钠和三氯化铁溶液反应生成氢氧化铁沉淀,反应的离子方程式为  $6\text{Na} + 6\text{H}_2\text{O} + 2\text{Fe}^{3+} = 6\text{Na}^+ + 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2 \uparrow$ ,A 正确;实验②中 20 s 时,溶液中仍存在  $\text{Fe}^{3+}$ ,镁与  $\text{FeCl}_3$  溶液反应可以生成单

质铁,镁条表面黑色物质中可能含单质 Fe, B 错误;实验③中无黑色固体产生,是因为  $\text{Fe}^{3+}$  浓度低,镁与  $\text{FeCl}_3$  溶液反应生成的铁单质较少,主要生成氢氧化铁沉淀, C 正确;实验①中钠与水反应生成氢氧化钠和氢气,氢氧化钠再与  $\text{FeCl}_3$  溶液反应生成氢氧化铁沉淀,实验②中镁与  $\text{H}^+$  (由  $\text{Fe}^{3+}$  水解产生) 反应生成氢气,同时与  $\text{FeCl}_3$  反应生成铁单质,但由于  $\text{FeCl}_3$  浓度较高,反应主要生成氢氧化铁沉淀,实验③中  $\text{FeCl}_3$  浓度较低,镁与  $\text{FeCl}_3$  溶液反应生成的铁单质较少,主要生成氢氧化铁沉淀,说明金属活动性和溶液中离子的浓度会影响活泼金属与  $\text{FeCl}_3$  溶液反应的产物, D 正确。

## 2. B 考点 ▶ $\text{Fe}^{3+}$ 的检验、难溶电解质的沉淀溶解平衡

**【解析】**②中溶液变为深红色,说明滴加  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液后,  $\text{Fe}^{2+}$  被氧化成  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  与  $\text{SCN}^-$  反应生成  $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ , 故  $\text{Fe}^{2+}$  的还原性比  $\text{SCN}^-$  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,溶液颜色差异不能用来比较离子浓度大小,所以不能说明①中  $\text{SCN}^-$  与  $\text{Fe}^{2+}$  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  $\text{Fe}^{3+}$  浓度更大,说明①中  $\text{FeCO}_3$  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  $\text{FeCO}_3$  溶解,证明①中  $\text{Fe}^{2+}$  与  $\text{SCN}^-$  发生反应, C 正确;  $\text{FeCO}_3$  的沉淀溶解平衡为  $\text{FeCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$ , ①中  $\text{Fe}^{2+}$  与  $\text{SCN}^-$  发生反应,生成可溶性物质,使得  $\text{FeCO}_3$  的沉淀溶解平衡正向移动, D 正确。

## 3. A 突破点 ▶ 化学反应原理的探究实验

**【解析】**由题意可知,步骤 I 发生  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  与 KI 的反应生成  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  和碘,化学方程式为  $2\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6] + 2\text{KI} = 2\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] + \text{I}_2$ , 该反应不是在水溶液中进行的,不能改写为离子方程式, A 错误;碘在有机溶剂四氯化碳和氯仿中的溶解度都大于在水中的溶解度,所以步骤 II 可以用四氯化碳代替氯仿, B 正确;由题意可知,步骤 IV 加入氯化铁溶液的目的是验证步骤 I 生成了  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ , C 正确;在水溶液中  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  和 KI 不反应的原因是  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$  和  $\text{I}^-$  带有同种电荷而相互排斥,反应物不能充分接触导致反应不能发生, D 正确。

## 4. (1) 一定规格的容量瓶 胶头滴管(换序也可)

(2) 空气中的氧气进入溶液中氧化氢氧化亚铁

(3)  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  逐渐被空气中的氧气氧化为  $\text{Fe}(\text{OH})_3$

(4) ①  $\text{Fe}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- = \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{CO}_2 \uparrow$  ② 反应产生  $\text{CO}_2$  可减少空气中氧气进入反应体系,苯在液面上可以隔绝空气,避免  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  被空气中的氧气氧化

(5) ①  $\text{FeSO}_4$  溶液的浓度一定时,  $\text{NaHCO}_3$  溶液的浓度越大,  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  的稳定时间就越长 ② 1.5

(6) 向配制好的  $\text{FeSO}_4$  溶液中加入铁屑

**突破点** ▶ 探究白色  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  的制备实验

### 思路分析

$\text{Fe}(\text{OH})_2$  具有较强的还原性,新制的白色  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  会迅速变为灰绿色,最终变为红褐色,为了能较长时间观察到白色沉淀,需隔绝空气或通过调节  $\text{NaHCO}_3$  溶液和  $\text{FeSO}_4$  溶液的浓度来延长  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  存在的时间。

**【解析】**(1) 配制溶液时所用仪器有托盘天平、烧杯、量筒、玻璃棒、一定规格的容量瓶、胶头滴管。

(2)  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  不稳定,具有强的还原性,容易被进入溶液中的氧气氧化。

(3)  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  固体变色的原因是  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  逐渐被空气中的氧气氧化为  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , 沉淀的颜色由白色变为浅绿色, 一会儿后变为灰绿色, 最后变为红褐色。

(4) ①该反应过程中  $\text{NaHCO}_3$  溶液和  $\text{FeSO}_4$  溶液反应生成  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  和  $\text{CO}_2$  气体, 反应的离子方程式为  $\text{Fe}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{CO}_2 \uparrow$ 。②反应产生的  $\text{CO}_2$  可减少空气中氧气进入反应体系的量, 并且液面上覆盖了一层苯, 可以隔绝空气, 避免空气进入溶液中, 从而防止  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  被氧化。

(5) ②由题表可知,  $\text{NaHCO}_3$  溶液的浓度为  $1.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  时,  $\text{FeSO}_4$  溶液的浓度为  $1.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  情况下,  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  的稳定时间最长, 故  $\text{FeSO}_4$  溶液的最佳浓度为  $1.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

(6) 延长  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  沉淀的稳定时间还可以采取的措施为向配制好的  $\text{FeSO}_4$  溶液中加入铁屑, 以防止  $\text{FeSO}_4$  被氧化。

## 5. (1) 2.5

(2) BC

(3) ①  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NH}_4^+$  ② 0.1

$\text{CuSO}_4$  ③取少量晶体溶于水中形成溶液, 先加入盐酸酸化, 再加入  $\text{BaCl}_2$  溶液, 若出现白色沉淀, 则说明该晶体中存在  $\text{SO}_4^{2-}$

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

**突破点** ▶ 物质性质的探究、物质的量浓度与溶液配制的相关计算、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  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  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  $\text{CuSO}_4$  溶液于试管中, 浸入一根与实验 ii 相同的铁丝。

(4) ①因为  $\text{SO}_4^{2-}$  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  $\text{SO}_4^{2-}$  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, 则可以得出  $m_3$  大于  $m_1$ , 并且  $m_3$  与  $m_1$  差距较大; 因此如果  $m_2$  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 12 实验仪器及装置的选择

### 刷 热点

**1. B 考点** ▶ 常用实验仪器及使用方法、海带中碘的提取及测定

**【解析】** 称量需要使用托盘天平, A 不符合题意; 灰化时应在坩埚

中将固体物质灼烧,不能在蒸发皿中进行,B符合题意;过滤需要使用漏斗,C不符合题意;配制 250 mL 待测液需要使用规格是 250 mL 的容量瓶,D不符合题意。

**2. B 突破点** ▶ 苯的溴代实验、常用仪器及使用方法、化学实验基本操作

**【解析】**实验室用铁屑、液溴与苯制取溴苯,提纯粗溴苯需要过滤、水洗、碱洗、干燥、蒸馏等操作。A 为蒸馏装置,需要用到,A 不符合题意;B 为蒸发结晶装置,不需要用到,B 符合题意;C 为分液装置,水洗、碱洗需要用到,C 不符合题意;D 为过滤装置,需要用到,D 不符合题意。

**3. C 考查点** ▶ 常用仪器及使用方法、化学实验基本操作

**【解析】**该仪器为蒸发皿,不是坩埚,A 错误;该仪器为圆底烧瓶,不是蒸馏烧瓶,蒸馏烧瓶带支管,B 错误;该仪器为分液漏斗,分液时将磨口瓶塞上的凹槽对准漏斗口颈上的小孔,C 正确;该仪器为球形干燥管,洗气除杂实验中将气体从大口通入,D 错误。

**4. C 创新点** ▶ 利用自制仪器考查仪器使用原理

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

**5. C 突破点** ▶ 根据反应原理判断化学实验基本操作

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

## 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。

**溯源教材**

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. D 命题点** ▶ 溶解性、X 射线衍射实验、焰色试验、萃取等

**【解析】**过氧化钠与水反应生成  $\text{O}_2$ ,可观察到固体溶解且有气泡产生,硫黄与水不反应且难溶于水,可用水鉴别二者,A 不符合题意;水晶为晶体,玻璃为非晶体,晶体的 X 射线衍射图谱中有明锐的衍射峰,而非晶体的 X 射线衍射图谱中没有明锐的衍射峰,故可用 X 射线衍射实验鉴别二者,B 不符合题意;钠元素的焰色为黄色,钾元素的焰色为紫色(透过蓝色钴玻璃),可用焰色试验鉴别二者,C 不符合题意;苯和甲苯均不与溴水反应,都能萃

取溴水中的溴单质,密度均比水小,故萃取后有色液体都处于上层,两者现象一样,无法鉴别,D符合题意。

**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  $Al(OH)_3$  和  $H_2S$ ,  $H_2S$  可

**关键点**

使酸性  $KMnO_4$  溶液褪色,D不符合题意。

**4. D 命题点** 化学实验基本操作

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

**5. D 命题点** 实验方案设计与评价,涉及  $I_2$  的提取、乙酸乙酯的提纯、滴定、结晶操作

**【解析】**从含有  $I_2$  的  $NaCl$  固体中提取  $I_2$ ,应该采用升华-凝华的方法,A错误;乙酸乙酯会在  $NaOH$  溶液中水解,应用饱和  $Na_2CO_3$  溶液洗涤,B错误;滴定至终点时,溶液为  $CH_3COONa$  溶液,呈弱碱性,应选用酚酞作指示剂,C错误;明矾过饱和溶液是一种亚稳定状态,用玻璃棒摩擦烧杯内壁可产生晶种,迅速破坏这种状态,从而快速析出晶体,D正确。

**6. 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、 $c(H^+)$  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  $K_2Cr_2O_7$  溶液中加入  $NaOH$  溶液,消耗了  $H^+$ ,  $c(H^+)$  减小,平衡正移,溶液颜色由橙变黄,再加入  $H_2SO_4$  溶液,  $c(H^+)$  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。

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

**【解析】** $Fe-Cu$ -稀硫酸原电池中,电子由  $Fe$  电极流向  $Cu$  电极,则  $Fe$  电极为负极,金属活动性顺序: $Fe > Cu$ ,同理  $Fe-Zn$ -稀硫酸原电池中, $Zn$  电极为负极,金属活动性顺序: $Zn > Fe$ ,所以金属活动性顺序: $Zn > Fe > Cu$ ,A正确。将  $FeCl_3$  溶液滴入淀粉  $KI$  溶液中,溶液变蓝,说明  $Fe^{3+}$  氧化  $I^-$  生成  $I_2$ ,可得氧化性: $Fe^{3+} > I_2$ ;将新制氯水滴入含  $KSCN$  的  $FeCl_2$  溶液中,溶液变为红色,说明  $Cl_2$  将  $Fe^{2+}$  氧化为  $Fe^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$  与  $SCN^-$  反应生成了红色的配合物,可得氧化性: $Cl_2 > Fe^{3+}$ ,所以可通过观察溶液颜色变化得出氧化性顺序为  $Cl_2 > Fe^{3+} > I_2$ ,B正确。苯不能使酸性  $KMnO_4$  溶液褪色,而甲苯可被酸性  $KMnO_4$  溶液氧化生成苯甲酸,氧化过程中苯环不发

**关键点**

生变化,不能说明甲基使苯环活化,C错误。将相同体积、不同浓度的  $Na_2S_2O_3$  溶液同时加入等体积、等浓度的  $H_2SO_4$  溶液中,可通过出现浑浊所用时间来判断浓度对反应速率的影响,浓度大

的一组先出现浑浊现象,证明增大反应物浓度能加快该反应的速率,D 正确。

#### 8. D 命题点 ▶ 蛋白质中 N 元素含量测定的实验流程分析

##### 思路分析

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

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

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

##### 关键点

示剂。…………… C 正确

【解析】根据  $NH_4^+ + OH^- \rightleftharpoons NH_3 \cdot H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_2O$ ,浓 NaOH 溶液过量,溶液中  $OH^-$  浓度增大,平衡正向移动,有利于氨的蒸出,B 正确; $NaNO_3$  中的 N 元素在浓硫酸、 $K_2SO_4$  和催化剂  $CuSO_4$  作用下不会转化为  $NH_4^+$ ,不能按题述步骤测定,D 错误。

#### 9. 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  $MnO_2 + 2I^- + 4H^+ = Mn^{2+} + I_2 + 2H_2O$ ,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,  $MnO_4^- \sim \frac{5}{2} I_2 \sim 5Na_2S_2O_3$ 、 $MnO_2 \sim I_2 \sim 2Na_2S_2O_3$ ,则Ⅲ中消耗的  $Na_2S_2O_3$  越多,说明Ⅱ中生成的  $I_2$  越

##### 关键点

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  $Na_2S_2O_3$  溶液的体积偏少,计算出的水样的 COD 值偏高,D 正确。

#### 10. 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。

#### 刷大题

#### 11. (1) 烧杯、玻璃棒

(2) 增大接触面积,加快反应速率,使反应更充分

(3) 简化操作步骤;无氢气参与反应,更加环保(合理即可)



(4) i. a ii. <

(5) i.  $\text{CO}_2$  在水中的溶解度较小,通入的  $\text{CO}_2$  没有完全转化  
ii. 80%

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

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

**易错点**

(2)  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  研细后增大了与溶液的接触面积,可以加快反应速率,使反应更充分。

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

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

(5) i.  $\text{CO}_2$  在水中的溶解度较小,通入的  $\text{CO}_2$  来不及反应完全即从溶液中逸出,导致生成的  $\text{NaHCO}_3$  较少,溶于水中,不产生白色沉淀。 ii. 固体加热产生的气体  $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{CO}_2$  分别被无水  $\text{CaCl}_2$  和  $\text{NaOH}$  溶液吸收。  $\text{NaOH}$  溶液增重 0.088 g, 那么

$$n(\text{CO}_2) = \frac{0.088 \text{ g}}{44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.002 \text{ mol}, \text{ 根据关系式 } 2\text{NaHCO}_3 \sim \text{CO}_2$$

可得,  $n(\text{NaHCO}_3) = 0.004 \text{ mol}$ ,  $m(\text{NaHCO}_3) = 0.004 \text{ mol} \times 84 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.336 \text{ g}$ , 则白色晶体中  $\text{NaHCO}_3$  的质量分数 =  $\frac{0.336 \text{ g}}{0.42 \text{ g}} \times 100\% = 80\%$ 。

12. (1)  $\text{NaOH}$  (2) S

(3) ① i. BD ii.  $\frac{c_1 V_1}{V_0}$  ② 20.0 6:5

(4) ③ ii. 足量盐酸 有气泡产生 iii.  $\text{BaCl}_2$  溶液

⑤ 参照 (4) ①, 其他条件不变, 用足量硫酸钙进行实验。反应一定时间后, 测得的 pH 不再改变, 向溶液中加入稀盐酸, 有气泡产生, 表明平衡已建立

**命题点** 化学实验综合, 涉及尾气处理、仪器选择、滴定计算等

**【解析】**(1) 浓硫酸与铜反应会产生尾气  $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_2$  是酸性氧化物, 可用  $\text{NaOH}$  溶液吸收。

(2)  $\text{SO}_2$  在通空气条件下用石灰石的浆液吸收, 生成石膏 ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), 该过程中  $\text{SO}_2$  被氧气氧化, S 元素化合价升高, 因此被氧化的元素为 S。

(3) ① i. 用  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  固体配制溶液, 该过程中需要用到烧杯, 用滴定法测定碳酸钠的浓度, 结合题给信息可知滴定使用的标准液是盐酸, 应用酸式滴定管滴定。 ii. 用盐酸标准溶液滴定碳酸钠溶液, 由题给信息可知, 达到滴定终点时,  $\text{CO}_3^{2-}$  转化为

$\text{HCO}_3^-$ , 则滴定过程中  $\text{HCl}$  与  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  按物质的量之比 1:1 发生反应, 消耗的  $\text{HCl}$  的物质的量为  $c_1 V_1 \times 10^{-3} \text{ mol}$ , 则  $V_0 \text{ mL}$  碳酸钠溶液的物质的量浓度为  $\frac{c_1 V_1}{V_0} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。②由题中信息可知, 此系列溶液的总体积相等, 则  $x = 100.0 - 80.0 = 20.0$ 。由题意可知

$$v_a = \frac{\Delta c}{\Delta t} = \frac{\frac{c_1 V_1}{V_0} - \frac{c_1 \times \frac{2}{5} V_1}{V_0}}{t_1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} = \frac{\frac{3}{5} c_1 V_1}{V_0 t_1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1},$$

$$v_b = \frac{\Delta c}{\Delta t} = \frac{\frac{c_1 V_1}{V_0} \times \frac{80}{100} - \frac{c_1 \times \frac{3}{10} V_1}{V_0}}{t_1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} = \frac{\frac{1}{2} c_1 V_1}{V_0 t_1} \text{ mol} \cdot$$

$\text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ , 则  $v_a : v_b = 6 : 5$ 。

(4) 由“实验小结”可知, 假设 1 成立, 假设 2 不成立, 则沉淀中只含有  $\text{CaCO}_3$ , 不含有  $\text{CaSO}_4$ , 因此只需要证明所得沉淀可完全溶于盐酸, 且溶解后所得溶液中不含硫酸根离子即可。步骤 ii 中滴加足量盐酸, 碳酸钙与盐酸反应生成二氧化碳气体, 此时现象为有气泡生成, 沉淀全部溶解; 继续向 ii 的试管中滴加  $\text{BaCl}_2$  溶液, 没有白色沉淀产生, 证明溶液中不含  $\text{SO}_4^{2-}$ 。

⑤由上述实验和结论可知因  $\text{CaSO}_4$  用量不足, 反应未达到平衡, 若要进一步探究反应 ( I ) 平衡的建立, 可以选择过量的  $\text{CaSO}_4$  进行实验。