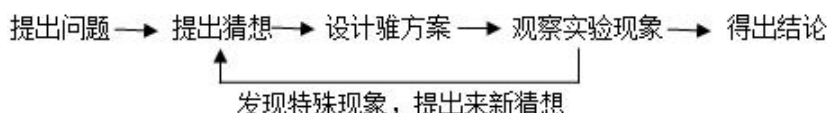


## 化学实验专题训练(七)

## ——探究物质的性质

## 1、探究性实验的基本程序可用下列流程图表示:



## 2、探究性实验题的分类

- (1)探究物质的性质: 根据已有的认识, 在观察和实验的基础上, 通过对化学事实和现象的归纳、类比, 作出判断性解释或说明
- (2)探究物质的组成: 通过化学反应原理猜测可能生成哪些物质, 对这些物质一一的检验来推测出究竟含有哪些物质

## 3、探究性实验题的解法思路

- (1)准确地把握实验目的: 关注题头, 抓住实验目的。在题头中创设情境, 说明探究的课题(目的)
- (2)学会合理假设: 依据题目的提示和限制, 对原理、材料、变量、结果进行分析, 提出合理的假设
- 第一种模式: 假设 1: 只有 A 成立; 假设 2: 只在 B 成立; 假设 3: A 和 B 都成立
- 第二种模式: 假设 1: 只有 A 成立; 假设 2: 只在 B 成立; 假设 3: A 和 B 都不成立
- (3)探究实验方案设计的答题模式
- ①取适量的××物质(药品)进行××实验(操作), 如果有××(现象), 则得出××(结论)
- ②(对另一种情况设计判断)另取等量的××物质(药品)进行××对照实验(操作), 如果××(现象), 则得出××(结论)
- (4)规范答题格式
- ①现象与结论的描述要全面, 准确
- ②物质检验 4 步曲: 取样→加试剂→现象→结论
- ③实验步骤: 取样品于××××(仪器)中, 加入××××(试剂)
- ④取样品时要注意: 当样品是固体时, 一般先取少量试样配成溶液。根据物质的溶解性, 可以加蒸馏水溶解, 也可以加酸溶解, 还可以是加碱溶解
- ⑤加入试剂要注意: 试剂的用量和浓度本质上决定于操作的目的

加指示剂、要观察褪色的	1~2 滴
一般的检验	少量
除杂、分离、酸化	过量/足量

## ⑥“假设推理实验题”完成实验步骤答题模版(表述方法)

实验步骤	预期现象和结论
<b>步骤 I:</b> 取少许固体样品于试管中, 加水溶解, 再加入×× 溶液(微热/振荡) 或取少许固体样品于试管中, 加××溶液, (微热/振荡) 或取×××溶液少许于试管中, 加入加××溶液, (微热/振荡) 或把样品(溶于水后)分为两等份, 一份加×××, 另一份加入×××	若.....则假设.....成立 若.....则假设.....成立
<b>步骤 II:</b> 取步骤 1 试管内上层清液少许于另一试管, 再加×××试剂(微热/振荡) 或取步骤 1 的滤液少许于另一试管, 再加×××试剂(微热/振荡) 向步骤 1 的试管内加入×××× 溶液(微热/振荡)	若....., 结合步骤 I 中××, 则假设.....成立 若....., 结合步骤 I 中××, 则假设.....成立

## 4、预备知识

## (1)常见物质的热分解反应规律

- ①难溶性碳酸盐  $\xrightarrow{\Delta}$  氧化物 +  $\text{CO}_2\uparrow$
- ②碳酸的酸式盐  $\xrightarrow{\Delta}$  碳酸的正盐 +  $\text{CO}_2\uparrow$  +  $\text{H}_2\text{O}$
- ③铵盐  $\xrightarrow{\Delta}$   $\text{NH}_3$  + 相应的酸(或酸性氧化物 +  $\text{H}_2\text{O}$ ) ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$  除外)
- ④草酸晶体  $\xrightarrow{\Delta}$   $\text{CO}_2$  +  $\text{CO}$  +  $\text{H}_2\text{O}$

## (2)硝酸盐的热分解反应规律: 按金属活动顺序表

- ①K→Na 活泼金属的硝酸盐分解生成亚硝酸盐和氧气:  $2\text{NaNO}_3 \xrightarrow{\Delta} 2\text{NaNO}_2 + \text{O}_2\uparrow$
- ②Mg→Cu 等较活泼金属的硝酸盐分解生成氧化物、 $\text{NO}_2$  和  $\text{O}_2$ :  $2\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{CuO} + 4\text{NO}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow$
- ③Hg 以后不活泼金属的硝酸盐分解生成金属、 $\text{NO}_2$  和  $\text{O}_2$ :  $2\text{AgNO}_3 \xrightarrow{\Delta} 2\text{Ag} + 2\text{NO}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow$

## (3)常见物质的性质

类型	思考方向
酸性强弱比较	可通过强酸制弱酸、对应盐的碱性、同浓度溶液导电能力或 pH 等方法来比较
金属性强弱比较	可通过与水或酸反应置换氢的能力、最高价氧化物对应水化物的碱性、置换反应、原电池的正负极、电解池中阴极阳离子的放电顺序等方法来比较
非金属性强弱比较	可通过最高价氧化物对应水化物的酸性、气态氢化物的稳定性、与 $H_2$ 化合的难易程度、相互之间的置换、对应阴离子的还原性等方法来比较
弱酸酸式盐的电离程度与水解程度比较	可通过测得溶液的酸碱性的方法来比较
$K_{sp}$ 的大小比较(以 $AgCl$ 、 $AgI$ 为例)	①向少量的 $AgNO_3$ 溶液中滴加 $NaCl$ 溶液至不再有白色沉淀生成, 再向其中滴加 $KI$ 溶液产生黄色沉淀; ②向浓度均为 $0.1 mol \cdot L^{-1}$ 的 $NaCl$ 、 $NaI$ 混合溶液中滴加 $0.1 mol \cdot L^{-1} AgNO_3$ 溶液先产生黄色沉淀
一元酸、二元酸判断	可用 $NaOH$ 溶液进行中和滴定测定消耗 $V(NaOH)$ 来确定
羟基的数目判断	可通过取一定量试剂与足量 $Na$ 反应测定放出氢气的量来确定
羧基的数目判断	可通过取一定量试剂与足量 $NaHCO_3$ 反应测定放出 $CO_2$ 的量来确定

## 【课后作业】

1、三草酸合铁酸钾晶体  $K_3[Fe(C_2O_4)_3] \cdot 3H_2O$  可用于摄影和蓝色印刷。某小组将无水三草酸合铁酸钾在一定条件下加热分解, 对所得气体产物和固体产物进行实验和探究。请利用实验室常用仪器、用品和以下限选试剂完成验证和探究过程

限选试剂: 浓硫酸、 $1.0 mol \cdot L^{-1} HNO_3$ 、 $1.0 mol \cdot L^{-1}$  盐酸、 $1.0 mol \cdot L^{-1} NaOH$ 、3%  $H_2O_2$ 、 $0.1 mol \cdot L^{-1} KI$ 、 $0.1 mol \cdot L^{-1} CuSO_4$ 、20%  $KSCN$ 、澄清石灰水、氧化铜、蒸馏水

(1)将气体产物依次通过澄清石灰水(A)、浓硫酸、灼热氧化铜(B)、澄清石灰水(C), 观察到 A、C 中澄清石灰水都变浑浊, B 中有红色固体生成, 则气体产物是\_\_\_\_\_

(2)该小组同学查阅资料后推知, 固体产物中, 铁元素不可能以三价形式存在, 而盐只有  $K_2CO_3$ 。验证固体产物中钾元素存在的方法是\_\_\_\_\_, 现象是\_\_\_\_\_

(3)固体产物中铁元素存在形式的探究。

①提出合理假设

假设 1: \_\_\_\_\_; 假设 2: \_\_\_\_\_; 假设 3: \_\_\_\_\_

②设计实验方案证明你的假设

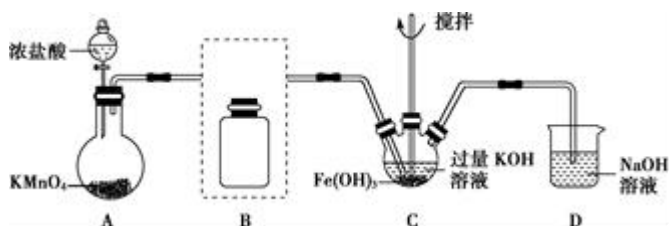
③实验过程

根据②中方案进行实验。在答题卡上按下表的格式写出实验步骤、预期现象与结论。

实验步骤	预期现象与结论
步骤 1:	
步骤 2:	
步骤 3:	

2、实验小组制备高铁酸钾( $K_2FeO_4$ )并探究其性质

资料:  $K_2FeO_4$  为紫色固体, 微溶于  $KOH$  溶液; 具有强氧化性, 在酸性或中性溶液中快速产生  $O_2$ , 在碱性溶液中较稳定

(1) 制备  $K_2FeO_4$  (夹持装置略)

- ① A 为氯气发生装置。A 中反应方程式是 \_\_\_\_\_ (锰被还原为  $Mn^{2+}$ )  
 ② 将除杂装置 B 补充完整并标明所用试剂  
 ③ C 中得到紫色固体和溶液。C 中  $Cl_2$  发生的反应有  $3Cl_2 + 2Fe(OH)_3 + 10KOH = 2K_2FeO_4 + 6KCl + 8H_2O$ , 另外还有 \_\_\_\_\_

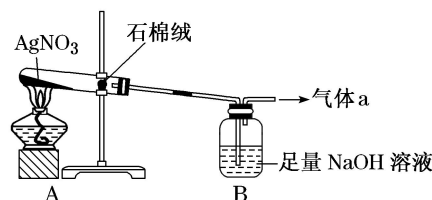
(2) 探究  $K_2FeO_4$  的性质

- ① 取 C 中紫色溶液, 加入稀硫酸, 产生黄绿色气体, 得溶液 a, 经检验气体中含有  $Cl_2$ 。为证明是否  $K_2FeO_4$  氧化了  $Cl^-$  而产生  $Cl_2$ , 设计以下方案:

方案 I	取少量 a, 滴加 KSCN 溶液至过量, 溶液呈红色
方案 II	用 KOH 溶液充分洗涤 C 中所得固体, 再用 KOH 溶液将 $K_2FeO_4$ 溶出, 得到紫色溶液 b。取少量 b, 滴加盐酸, 有 $Cl_2$ 产生

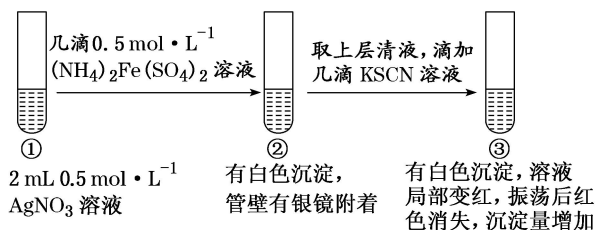
- i. 由方案 I 中溶液变红可知 a 中含有 \_\_\_\_\_ 离子, 但该离子的产生不能判断一定是  $K_2FeO_4$  将  $Cl^-$  氧化, 还可能由 \_\_\_\_\_ 产生 (用方程式表示)  
 ii. 方案 II 可证明  $K_2FeO_4$  氧化了  $Cl^-$ 。用 KOH 溶液洗涤的目的是 \_\_\_\_\_  
 ② 根据  $K_2FeO_4$  的制备实验得出: 氧化性  $Cl_2$  \_\_\_\_\_  $FeO_4^{2-}$  (填“>”或“<”), 而方案 II 实验表明,  $Cl_2$  和  $FeO_4^{2-}$  的氧化性强弱关系相反, 原因是 \_\_\_\_\_  
 ③ 资料表明, 酸性溶液中的氧化性  $FeO_4^{2-} > MnO_4^-$ , 验证实验如下: 将溶液 b 滴入  $MnSO_4$  和足量  $H_2SO_4$  的混合溶液中, 振荡后溶液呈浅紫色。该现象能否证明氧化性  $FeO_4^{2-} > MnO_4^-$ 。若能, 请说明理由; 若不能, 进一步设计实验方案。理由或方案: \_\_\_\_\_

## 3、是中学化学常用试剂, 某兴趣小组设计如下实验探究其性质。

I、 $AgNO_3$  的热稳定性

$AgNO_3$  受热易分解。用如图装置加热  $AgNO_3$  固体, 试管内有红棕色气体生成, 一段时间后, 在末端导管口可收集到无色气体 a。

- (1) 检验气体 a 的方法为 \_\_\_\_\_  
 (2) 已知 B 中只生成一种盐, 据此判断  $AgNO_3$  受热分解的化学方程式为 \_\_\_\_\_  
 (3) 从安全角度考虑, 上述实验装置存在一处明显缺陷, 改进措施为 \_\_\_\_\_

II、 $AgNO_3$  与盐溶液的反应

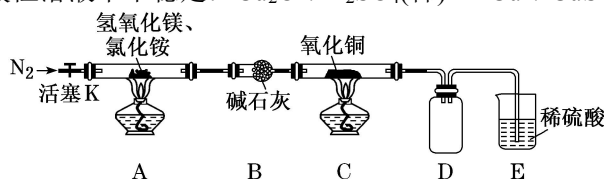
- (4) 甲同学认为试管②中产生银镜是  $Fe^{2+}$  所致, 其离子方程式为 \_\_\_\_\_; 乙同学认为要判断该观点正确, 需增加如下实验: 取 2 mL  $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $AgNO_3$  溶液于试管中, 向其中滴加几滴 \_\_\_\_\_, 若只产生白色沉淀, 则证明甲同学观点正确  
 (5) 已知:  $AgSCN$  为白色沉淀。试管③中红色褪去的原因 \_\_\_\_\_ (请从平衡移动的角度解释)  
 (6) 设计实验证明  $K_{sp}(AgI) < K_{sp}(AgSCN)$ : \_\_\_\_\_  
 限选试剂:  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $AgNO_3$  溶液、 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $KI$  溶液、 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $KSCN$  溶液

4、某化学实验小组为了探究氨气的还原性和氧化性设计了如下实验方案

[实验一] 探究氨气的还原性

已知: i.  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  可代替消石灰与氯化铵在加热条件下反应生成氨气和碱式氯化镁 $[\text{Mg}(\text{OH})\text{Cl}]$

ii.  $\text{Cu}_2\text{O}$  粉末呈红色, 在酸性溶液中不稳定:  $\text{Cu}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{稀}) = \text{Cu} + \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$



(1) 装置 A 中发生反应的化学方程式为 \_\_\_\_\_, 装置 D 的作用是 \_\_\_\_\_

(2) 反应结束后装置 C 中的氧化铜完全反应生成红色固体, 为了探究红色固体成分, 进行了如下实验:

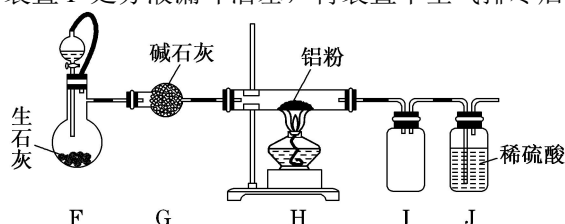
实验操作	实验现象	实验结论
取 10.4 g 红色固体于烧杯中, 加入足量稀硫酸, 充分搅拌, 静置	若无现象	① 红色固体为 _____
	若溶液变蓝	② 红色固体中肯定含有 _____, 可能含有 _____
取上述反应后的混合物过滤、洗涤、干燥、称重, 得固体 6.4 g		③ 红色固体的成分及其物质的量为 _____

[实验二] 探究氨气的氧化性

已知: iii. 铝可以与氨气反应  $2\text{Al} + 2\text{NH}_3 \xrightarrow{\Delta} 2\text{AlN} + 3\text{H}_2$ ;

iv. 氯化铝性质稳定, 基本不与水、酸反应, 在加热时溶于浓碱可产生氨气。

按如图所示连接好装置, 检查装置气密性; 在蒸馏烧瓶中加入生石灰, 分液漏斗中加入浓氨水, 装置 G 中盛装碱石灰, 装置 H 中加入铝粉, 打开装置 F 处分液漏斗活塞, 待装置中空气排尽后再点燃装置 H 处酒精灯。



(3) 用平衡移动原理解释装置 F 中产生氨气的原因: \_\_\_\_\_

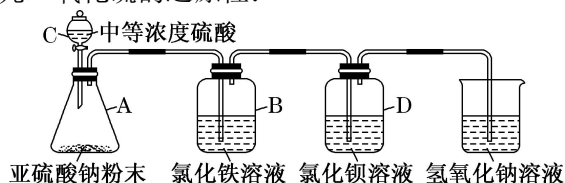
(4) 装置 H 处反应进行完全的实验现象为 \_\_\_\_\_

(5) 为了得到纯净的氯化铝, 可将装置 H 中固体冷却后转移至烧杯中, 加入 \_\_\_\_\_ 溶解、\_\_\_\_\_ (填操作名称)、洗涤、干燥即可

(6) 写出氯化铝与浓氢氧化钠溶液共热反应的离子方程式: \_\_\_\_\_

5、 $\text{SO}_2$  气体为无色气体, 有强烈刺激性气味, 是大气主要污染物之一, 某学习小组为了探究二氧化硫的某些性质, 进行了如下实验。

I、如图所示, 使用试剂和装置探究二氧化硫的还原性:

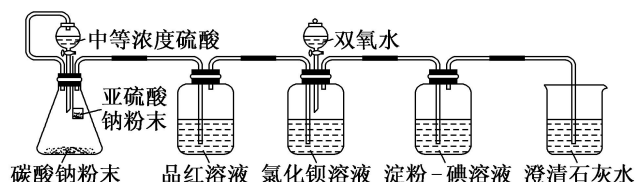


(1) 装置 C 的名称为 \_\_\_\_\_

(2) 装置 B 中溶液的现象为 \_\_\_\_\_

(3) 学生甲预测装置 D 中没有白色沉淀产生, 但随着反应的进行, 发现装置 D 中产生了少量白色沉淀。学生乙经过查阅资料发现少量白色沉淀可能是硫酸钡, 因为装置或溶液中少量的氧气参与了氧化反应, 请写出装置 D 中反应的化学方程式: \_\_\_\_\_

II、经过思考, 设计了如下装置, 且所配制的溶液均使用无氧蒸馏水, 检验  $\text{SO}_2$  在无氧干扰时, 是否与氯化钡反应生成沉淀




(4) 加入碳酸钠粉末的目的是 \_\_\_\_\_



(5)当\_\_\_\_\_时,氯化钡溶液中没有沉淀出现,说明二氧化硫不与氯化钡溶液反应,此时滴加双氧水,出现了白色沉淀。

(6)装置中选用澄清石灰水而不用氢氧化钠溶液的目的是\_\_\_\_\_

6、以  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液和不同金属的硫酸盐溶液作为实验对象,探究盐的性质和盐溶液间反应的多样性。

实验	试剂		现象
	滴管	试管	
 2 mL	$0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{Na}_2\text{SO}_3$ 溶液	饱和 $\text{Ag}_2\text{SO}_4$ 溶液	I.产生白色沉淀
		$0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{CuSO}_4$ 溶液	II.溶液变绿,继续滴加产生棕黄色沉淀
		$0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液	III.开始无明显变化,继续滴加产生白色沉淀

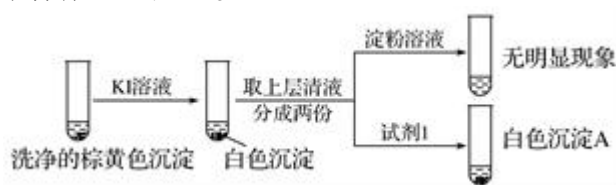
(1)经检验,现象 I 中的白色沉淀是  $\text{Ag}_2\text{SO}_3$ 。用离子方程式解释现象 I: \_\_\_\_\_

(2)经检验,现象 II 的棕黄色沉淀中不含  $\text{SO}_4^{2-}$ , 含有  $\text{Cu}^+$ 、 $\text{Cu}^{2+}$  和  $\text{SO}_3^{2-}$

已知:  $\text{Cu}^+ \xrightarrow{\text{稀硫酸}} \text{Cu} + \text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+} \xrightarrow{\text{I}^-} \text{CuI} \downarrow (\text{白色}) + \text{I}_2$

①用稀  $\text{H}_2\text{SO}_4$  证实沉淀中含有  $\text{Cu}^+$  的实验现象是 \_\_\_\_\_

②通过下列实验证实,沉淀中含有  $\text{Cu}^{2+}$  和  $\text{SO}_3^{2-}$



a. 白色沉淀 A 是  $\text{BaSO}_4$ , 试剂 1 是 \_\_\_\_\_

b. 证实沉淀中含有  $\text{Cu}^{2+}$  和  $\text{SO}_3^{2-}$  的理由是 \_\_\_\_\_

(3)已知:  $\text{Al}_2(\text{SO}_3)_3$  在水溶液中不存在。经检验,现象 III 的白色沉淀中无  $\text{SO}_4^{2-}$ , 该白色沉淀既能溶于强酸, 又能溶于强碱, 还可使酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液褪色

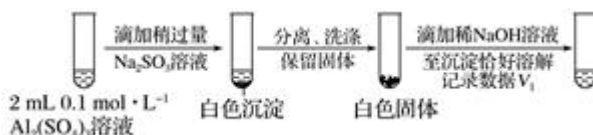
①推测沉淀中含有亚硫酸根和 \_\_\_\_\_

②对于沉淀中亚硫酸根的存在形式提出两种假设:

i. 被  $\text{Al}(\text{OH})_3$  所吸附; ii. 存在于铝的碱式盐中。对假设 ii 设计了对比实验, 证实了假设 ii 成立

a. 将对比实验方案补充完整

步骤一:




步骤二: \_\_\_\_\_ (按上图形式呈现)

b. 假设 ii 成立的实验证据是 \_\_\_\_\_

(4)根据实验,亚硫酸盐的性质有 \_\_\_\_\_, 盐溶液间反应的多样性与 \_\_\_\_\_ 有关

7、碳酸亚铁(白色固体,难溶于水)是一种重要的工业原料,可用于制备补血剂乳酸亚铁,也可用作可充电电池的电极。某研究小组通过下列实验,寻找利用复分解反应制备  $\text{FeCO}_3$  的最佳方案:

实验	试剂		现象
	滴管	试管	
 2 mL	$0.8 \text{ mol/L}$ $\text{FeSO}_4$ 溶液( $\text{pH}=4.5$ )	$1 \text{ mol/L}$ $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 溶液( $\text{pH}=11.9$ )	实验 I: 立即产生灰绿色沉淀, 5min 后出现明显的红褐色
	$0.8 \text{ mol/L}$ $\text{FeSO}_4$ 溶液( $\text{pH}=4.5$ )	$1 \text{ mol/L}$ $\text{NaHCO}_3$ 溶液( $\text{pH}=8.6$ )	实验 II: 产生白色沉淀及少量无色气泡, 2min 后出现明显的灰绿色
	$0.8 \text{ mol/L}$ $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 溶液( $\text{pH}=4.0$ )	$1 \text{ mol/L}$ $\text{NaHCO}_3$ 溶液( $\text{pH}=8.6$ )	实验 III: 产生白色沉淀及无色气泡, 较长时间保持白色

(1)实验 I 中红褐色沉淀产生的原因可用如下反应表示, 请补全反应:



(2)实验 II 中产生  $\text{FeCO}_3$  的离子方程式为 \_\_\_\_\_

(3)为了探究实验 III 中  $\text{NH}_4^+$  所起的作用, 甲同学设计了实验 IV 进行探究:

	操作	现象
实验 IV	向 0.8 mol/L $\text{FeSO}_4$ 溶液中加入_____, 再加入一定量 $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 固体配制成混合溶液 (已知 $\text{Na}^+$ 对实验无影响, 忽略混合后溶液体积变化)。再取该溶液一滴管, 与 2mL 1mol/L $\text{NaHCO}_3$ 溶液混合	与实验 III 现象相同

实验 IV 中加入  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  固体的目的是\_\_\_\_\_

对比实验 II、III、IV, 甲同学得出结论:  $\text{NH}_4^+$  水解产生  $\text{H}^+$ , 降低溶液 pH, 减少了副产物  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  的产生。

乙同学认为该实验方案不够严谨, 应补充的对比实验操作是: \_\_\_\_\_, 再取该溶液一滴管, 与 2mL 1mol/L  $\text{NaHCO}_3$  溶液混合

(4)小组同学进一步讨论认为, 定性实验现象并不能直接证明实验 III 中  $\text{FeCO}_3$  的纯度最高, 需要利用如图所示的装置进行定量测定。分别将实验 I、II、III 中的沉淀进行过滤、洗涤、干燥后称量, 然后转移至 A 处的广口瓶中。



①补全 A 中装置并标明所用试剂\_\_\_\_\_

②为测定  $\text{FeCO}_3$  的纯度, 除样品总质量外, 还需测定的物理量是\_\_\_\_\_

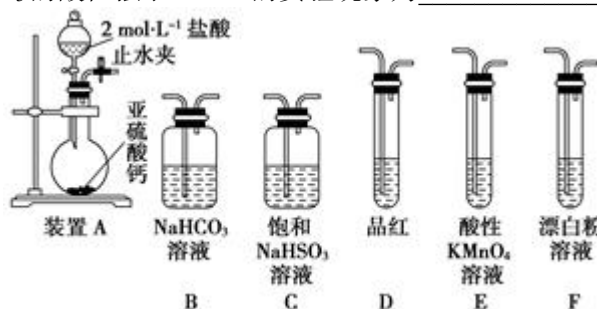
(5)实验反思: 经测定, 实验 III 中的  $\text{FeCO}_3$  纯度高于实验 I 和实验 II。通过以上实验分析, 制备  $\text{FeCO}_3$  实验成功的关键因素是\_\_\_\_\_

8、 $\text{SO}_2$  虽是大气污染物之一, 但也是重要的工业原料, 某同学在实验室设计如下实验, 对  $\text{SO}_2$  的部分性质进行了探究。

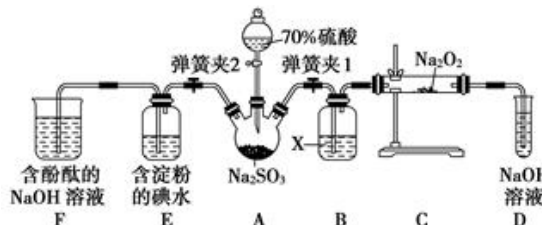
(1)二氧化硫的水溶性

① $\text{SO}_2$  易溶于水, 常温常压下溶解度为 1:40, 其中有  $\text{H}_2\text{SO}_3$  生成。向  $\text{SO}_2$  的饱和溶液中加入  $\text{NaHSO}_3$  固体, 有气体冒出, 原因是\_\_\_\_\_ (结合有关平衡方程式简要说明)

②欲验证酸性  $\text{H}_2\text{SO}_3 > \text{HClO}$ , 选用下面的装置, 其连接顺序为 A → \_\_\_\_\_ (按气流方向用大写字母表示即可)。能证明  $\text{H}_2\text{SO}_3$  的酸性强于  $\text{HClO}$  的实验现象为\_\_\_\_\_



(2)二氧化硫的还原性: 已知  $\text{SO}_2$  具有还原性, 可以还原  $\text{I}_2$ , 可以与  $\text{Na}_2\text{O}_2$  发生反应, 按图示装置进行实验。(部分固定装置未画出)



操作步骤	实验现象	解释原因
关闭弹簧夹 2, 打开弹簧夹 1, 注入硫酸至浸没三颈烧瓶中固体	若将带火星的木条放在 D 试管口处, 木条不复燃	$\text{SO}_2$ 与 $\text{Na}_2\text{O}_2$ 反应无 $\text{O}_2$ 生成, 可能发生的化学反应方程式为①_____
	若将带火星的木条放在 D 试管口处, 木条复燃	$\text{SO}_2$ 与 $\text{Na}_2\text{O}_2$ 反应有 $\text{O}_2$ 生成, 发生的化学反应为 $2\text{SO}_2 + 2\text{Na}_2\text{O}_2 = 2\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{O}_2$
关闭弹簧夹 1, 打开弹簧夹 2, 残余气体进入 E, F 中	E 中②_____	E 中反应的离子方程式③_____
	F 中④_____	F 中反应为 $2\text{OH}^- + \text{SO}_2 = \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$

## 【化学实验专题训练(七)——探究物质的性质】答案

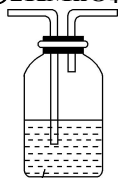
1、(1)CO<sub>2</sub>和CO

(2)利用焰色反应;透过蓝色钴玻璃,观察到紫色的火焰

(3)全部为铁单质;全部为FeO;同时存在铁单质和FeO

实验步骤	预期现象与结论
步骤1:取适量固体产物与试管中,加入足量蒸馏水,充分振荡使碳酸钾完全溶解.分离不溶固体与溶液,用蒸馏水充分洗涤不溶固体	固体产物部分溶解
步骤2:向试管中加入适量硫酸铜溶液,再加入少量不溶固体,充分振荡	(1)若蓝色溶液颜色及加入的不溶固体无明显变化,则假设2成立 (2)若蓝色溶液颜色明显改变,且有暗红色固体生成,则证明有铁单质存在
步骤3:继续步骤2中的(2),进行固液分离,用蒸馏水洗涤固体至洗涤液无色.取少量固体于试管中,滴加过量HCl,静置,取上层清液,滴加适量H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ,充分振荡后滴加KSCN	结合步骤2中的(2): (1)若溶液基本无色,则假设1成立 (2)若溶液呈血红色,则假设3成立

## 2、(2018·高考北京卷)

(1)① $2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl} \rightleftharpoons 2\text{MnCl}_2 + 2\text{KCl} + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ 

②饱和食盐水

③ $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$ (2)①i. $\text{Fe}^{3+} + 4\text{FeO}_4^{2-} + 20\text{H}^+ \rightleftharpoons 4\text{Fe}^{3+} + 3\text{O}_2 \uparrow + 10\text{H}_2\text{O}$  ii.排除 $\text{ClO}^-$ 的干扰

②&gt; 溶液酸碱性不同

③理由:FeO<sub>4</sub><sup>2-</sup>在过量酸的作用下完全转化为Fe<sup>3+</sup>和O<sub>2</sub>,溶液浅紫色一定是MnO<sub>4</sub><sup>-</sup>的颜色或方案:向紫色溶液b中滴加过量稀H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>,观察溶液紫色快速褪去还是显浅紫色

## 3、(1)将带火星的木条放至末端导管口,木条复燃(合理即可)

(2) $2\text{AgNO}_3 \xrightarrow{\Delta} 2\text{Ag} + 2\text{NO}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$ 

(3)在A、B装置之间连接一个防倒吸的安全瓶(合理即可)

(4) $\text{Ag}^+ + \text{Fe}^{2+} \rightleftharpoons \text{Ag} \downarrow + \text{Fe}^{3+}$  0.5 mol·L<sup>-1</sup>(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>溶液(5)溶液中发生反应 $\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})_3$ ,溶液局部变红;振荡试管时,过量的Ag<sup>+</sup>与SCN<sup>-</sup>反应生成AgSCN沉淀,降低了c(SCN<sup>-</sup>),平衡逆向移动,溶液褪色(6)实验方案一:向盛有0.1 mol·L<sup>-1</sup>AgNO<sub>3</sub>溶液的试管中滴加0.1 mol·L<sup>-1</sup>KSCN溶液至不再有白色沉淀生成,再向其中滴加0.1 mol·L<sup>-1</sup>KI溶液,白色沉淀转化为黄色沉淀,则证明K<sub>sp</sub>(AgI)<K<sub>sp</sub>(AgSCN)[或实验方案二:将等体积的0.1 mol·L<sup>-1</sup>KSCN溶液和0.1 mol·L<sup>-1</sup>KI溶液混合,向混合液中滴加0.1 mol/L AgNO<sub>3</sub>溶液,若先生成黄色沉淀,则证明K<sub>sp</sub>(AgI)<K<sub>sp</sub>(AgSCN)](合理即可)4、(1) $\text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{NH}_4\text{Cl} \xrightarrow{\Delta} \text{Mg}(\text{OH})\text{Cl} + \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$  作安全瓶(2)①Cu ②Cu<sub>2</sub>O Cu ③0.05 mol Cu、0.05 mol Cu<sub>2</sub>O(3)生石灰与水反应放热,降低了氨气的溶解度,使一水合氨分解,生石灰与水反应将溶剂消耗,使平衡 $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 向左移动,有利于氨气逸出

(4)装置J中几乎没有气泡冒出

(5)稀盐酸(或稀硫酸等其他合理答案) 过滤

(6) $\text{AlN} + \text{OH}^- + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{AlO}_2^- + \text{NH}_3 \uparrow$ 

## 5、(1)分液漏斗 (2)溶液由棕黄色变为浅绿色

(3) $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{BaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{BaSO}_4 \downarrow + 4\text{HCl}$ 

(4)产生二氧化碳,排除装置中的氧气

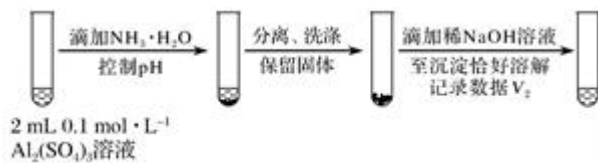
(5)淀粉-碘溶液蓝色褪去

(6)检验二氧化碳是否已排尽装置中的空气



(2) ①析出红色固体 ②a.  $\text{HCl}$  和  $\text{BaCl}_2$  溶液 b. 在  $\text{I}^-$  作用下,  $\text{Cu}^{2+}$  转化为白色沉淀  $\text{CuI}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$  转化为  $\text{SO}_4^{2-}$

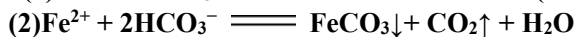
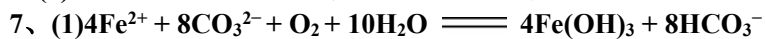
(3) ①  $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{OH}^-$



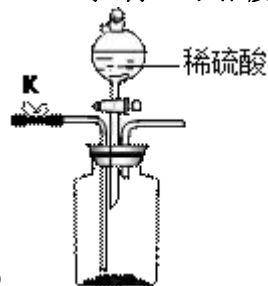
②a.

b.  $V_1$  明显大于  $V_2$

(4) 亚硫酸盐的溶解性、氧化还原性、在水溶液中的酸碱性 两种盐溶液中阴、阳离子的性质和反应条件



(3) 硫酸至  $\text{pH}=4.0$  控制  $\text{SO}_4^{2-}$  浓度, 排除干扰 向  $0.8 \text{ mol/L FeSO}_4$  溶液中加入  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  固体至  $c(\text{SO}_4^{2-})=1.6$

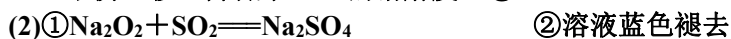


mol/L (4) ①

②C 中 U 形管的增重

(5) 调节溶液 pH

8、(1) ①  $\text{SO}_2$  的水溶液中存在如下平衡  $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HSO}_3^-$ , 加入  $\text{NaHSO}_3$  固体增加了  $c(\text{HSO}_3^-)$ , 平衡左移, 降低了  $\text{SO}_2$  的溶解度 ②  $\text{C} \rightarrow \text{B} \rightarrow \text{E} \rightarrow \text{D} \rightarrow \text{F}$  D 中品红不褪色, F 中产生白色沉淀





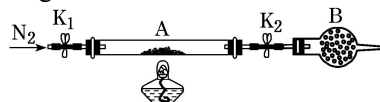
## 化学实验专题训练(八)

## ——探究物质的组成

1、绿矾是含有一定量结晶水的硫酸亚铁，在工农业生产中具有重要的用途。某化学兴趣小组对绿矾的一些性质进行探究。回答下列问题：

(1)在试管中加入少量绿矾样品，加水溶解，滴加 KSCN 溶液，溶液颜色无明显变化。再向试管中通入空气，溶液逐渐变红。由此可知：\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_

(2)为测定绿矾中结晶水含量，将石英玻璃管(带两端开关  $K_1$  和  $K_2$ ) (设为装置 A) 称重，记为  $m_1$  g。将样品装入石英玻璃管中，再次将装置 A 称重，记为  $m_2$  g。按下图连接好装置进行实验



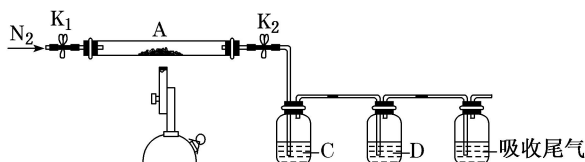
①仪器 B 的名称是\_\_\_\_\_

②将下列实验操作步骤正确排序\_\_\_\_\_ (填标号); 重复上述操作步骤, 直至 A 恒重, 记为  $m_3$  g

- a. 点燃酒精灯, 加热      b. 熄灭酒精灯      c. 关闭  $K_1$  和  $K_2$   
d. 打开  $K_1$  和  $K_2$ , 缓缓通入  $N_2$       e. 称量 A      f. 冷却到室温

③根据实验记录, 计算绿矾化学式中结晶水数目  $x$  = \_\_\_\_\_ (列式表示)。若实验时按 a、d 次序操作, 则使  $x$  \_\_\_\_\_ (填“偏大”“偏小”或“无影响”)

(3)为探究硫酸亚铁的分解产物, 将(2)中已恒重的装置 A 接入下图所示的装置中, 打开  $K_1$  和  $K_2$ , 缓缓通入  $N_2$ , 加热。实验后反应管中残留固体为红色粉末

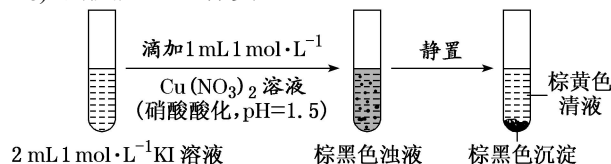


①C、D 中的溶液依次为\_\_\_\_\_ (填标号)。C、D 中有气泡冒出, 并可观察到的现象分别为\_\_\_\_\_

- a. 品红      b. NaOH      c.  $BaCl_2$       d.  $Ba(NO_3)_2$       e. 浓  $H_2SO_4$

②写出硫酸亚铁高温分解反应的化学方程式: \_\_\_\_\_

2、某实验小组为探究 KI 与  $Cu(NO_3)_2$  的反应, 进行实验一:



注: 本实验忽略  $Cu^{2+}$  在此条件下的水解。

(1)取棕黄色清液, 加入少量\_\_\_\_\_溶液(试剂 a), 清液变为\_\_\_\_\_色, 说明生成了  $I_2$

(2)探究生成  $I_2$  的原因。

①甲同学进行如下实验: 向 2 mL  $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  KI 溶液中加入 1 mL \_\_\_\_\_ 溶液(硝酸酸化,  $\text{pH}=1.5$ ), 再加入少量试剂 a, 观察到与(1)相同的现象。甲同学由此得出结论: 实验一中生成  $I_2$  的原因是酸性条件下,  $\text{NO}_3^-$  氧化了  $\text{I}^-$ 。

②乙同学认为仅由甲同学的实验还不能得出相应结论。他的理由是实验没有排除\_\_\_\_\_氧化  $\text{I}^-$  的可能性

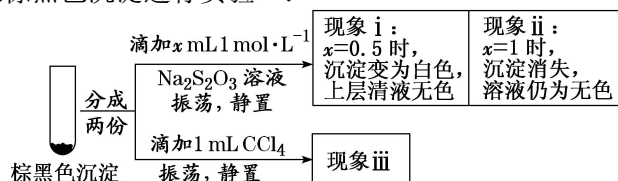
③若要证明实验一中是  $\text{NO}_3^-$  氧化了  $\text{I}^-$ , 应在实验一的基础上进行检验\_\_\_\_\_的实验

(3)探究棕黑色沉淀的组成

①查阅资料得知:  $\text{CuI}$  为难溶于水的白色固体。于是对棕黑色沉淀的组成提出两种假设:

- a.  $\text{CuI}$  吸附  $\text{I}_2$ ;      b. \_\_\_\_\_ 吸附  $\text{I}_2$

为证明上述假设是否成立, 取棕黑色沉淀进行实验二:



已知:  $\text{CuI}$  难溶于  $\text{CCl}_4$ ;  $\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} = 2\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$  (无色);  $\text{Cu}^+ + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} = \text{Cu}(\text{S}_2\text{O}_3)_2^{2-}$  (无色)。

由实验二得出结论: 棕黑色沉淀是  $\text{CuI}$  吸附  $\text{I}_2$  形成的

②现象 iii 为\_\_\_\_\_

③用化学平衡移动原理解释产生现象 ii 的原因: \_\_\_\_\_

④由实验二可推知,  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  与 KI 反应过程中, 一定发生反应的离子方程式为\_\_\_\_\_

3、钾、钙、钠、铁等活泼金属可以与水等反应,对其中可能的反应进行探究。为实现金属钠在隔绝空气条件下与水反应并收集生成的气体,某研究性学习小组设计了如图发生装置。



(1) Y 液体可以选用\_\_\_\_\_

- A.苯      B.饱和的食盐水      C.四氯化碳

(2)实验前检验该装置气密性的方法是\_\_\_\_\_

(3)钾、钙、钠、镁等活泼金属都能在  $\text{CO}_2$  气体中燃烧。他们对钠在  $\text{CO}_2$  气体中燃烧后的产物中的白色物质进行了如下探究:

[实验]将燃烧的钠迅速伸入盛满  $\text{CO}_2$  的集气瓶中,钠在其中继续燃烧,反应后冷却,瓶底附者黑色颗粒,瓶壁上粘附着白色物质。

[提出假设]假设 1: 白色物质是  $\text{Na}_2\text{O}$ ; 假设 2: 白色物质是  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ; 假设 3: 白色物质是\_\_\_\_\_

[设计实验方案·验证假设] 该小组对燃烧后的白色产物进行如下探究:

	实验操作	实验现象	结论
方案 1	取少量白色物质于试管中,加入适量水,振荡,样品全部溶于水,向其中加入无色酚酞试液	溶液变成红色	白色物质为 $\text{Na}_2\text{O}$
方案 2	①取少量白色物质于试管中,加入适量水,振荡,样品全部溶于水,向其中加入过量的 $\text{CaCl}_2$ 溶液	出现白色沉淀	
	②静置片刻,取上层清液于试管中,滴加无色酚酞试液	无明显现象	

[思考与交流]

①钠在二氧化碳中燃烧的化学反应式为\_\_\_\_\_,甲同学认为方案 1 得到的结论不正确,其理由是\_\_\_\_\_

②丙同学认为白色物质有可能是氢氧化钠,你是否同意丙同学的观点,简述理由:\_\_\_\_\_

(4)镁在空气中可以与  $\text{CO}_2$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{N}_2$  反应。也可以与  $\text{NO}_x$  发生类似反应,氮化镁( $\text{Mg}_3\text{N}_2$ )是一种新型无机材料,纯净的氮化镁是淡黄色固体,热稳定性较好。氮化镁极易与水反应,该反应属于非氧化还原反应,产物是一种碱和一种气体。实验室探究金属 Mg 在  $\text{NO}_x$  中的燃烧产物。回答下列问题:

①推测金属 Mg 在  $\text{NO}_x$  中的燃烧产物为  $\text{MgO}$ 、 $\text{N}_2$  和  $\text{Mg}_3\text{N}_2$ ,则反应的化学方程式为\_\_\_\_\_

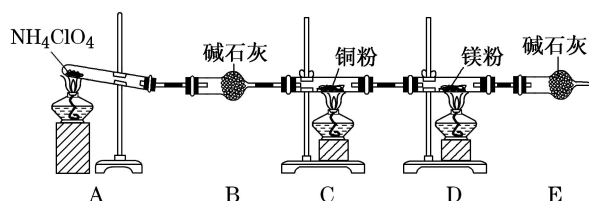
②设计如图所示装置完成反应且验证产物中有  $\text{N}_2$  (夹持装置已略去,部分装置可重复使用)



选择图中的装置,按气流方向将其连接,用接口字母表示的顺序为\_\_\_\_\_。装置 A 中仪器名称为\_\_\_\_\_,反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。验证产物中有  $\text{N}_2$  生成的现象为\_\_\_\_\_

③检验 Mg 与  $\text{NO}_x$  反应产物中是否存在  $\text{Mg}_3\text{N}_2$  的操作、现象和结论为\_\_\_\_\_

4、高氯酸铵( $\text{NH}_4\text{ClO}_4$ )为白色晶体,具有不稳定性,在  $400^\circ\text{C}$  时开始分解产生多种气体,常用于生产火箭推进剂。某化学兴趣小组同学利用下列装置对  $\text{NH}_4\text{ClO}_4$  的分解产物进行探究。(假设装置内试剂均足量,部分夹持装置已省略)



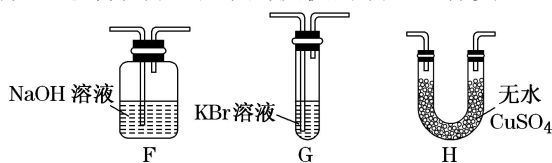
(1)在实验过程中发现 C 中铜粉由红色变为黑色,说明分解产物中有\_\_\_\_\_(填化学式)

(2)实验完毕后,取 D 中硬质玻璃管中的固体物质于试管中,滴加蒸馏水,产生能使湿润的红色石蕊试纸变蓝色

的气体,产生该气体的化学方程式为\_\_\_\_\_

(3)通过上述实验现象的分析,某同学认为产物中还应含有  $H_2O$ , 可能有  $Cl_2$ 。该同学认为可能有  $Cl_2$  存在的理由是

(4)为了证明  $H_2O$  和  $Cl_2$  的存在,选择上述部分装置和下列提供的装置进行实验:



①按气流从左至右,装置的连接顺序为  $A \rightarrow$  \_\_\_\_\_  $\rightarrow$  \_\_\_\_\_  $\rightarrow$  \_\_\_\_\_

②实验结束后发现 G 中液体变为橙黄色,用必要的文字和方程式解释出现该现象的原因: \_\_\_\_\_

③F 中发生反应的离子方程式为 \_\_\_\_\_

(5)实验结论:  $NH_4ClO_4$  分解时产生了上述几种物质,则高氯酸铵分解的化学方程式为 \_\_\_\_\_

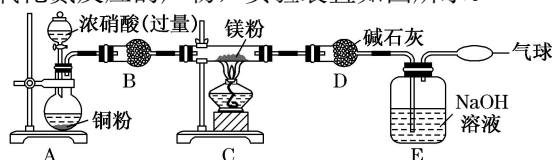
(6)在实验过程中仪器 E 中装有碱石灰的目的是 \_\_\_\_\_; 实验结束后,某同学拟通过称量 D 中镁粉质量的变化,计算高氯酸铵的分解率,会造成计算结果 \_\_\_\_\_ (填“偏大”“偏小”或“无法判断”)

5、镁及其化合物是实验设计的热点载体,查阅资料可知:

i	$2NO_2 + 2NaOH = NaNO_2 + NaNO_3 + H_2O$
ii	$Mg_3N_2$ 与水反应
iii	常温下, $NH_3 \cdot H_2O$ 、 $CH_3COOH$ 的电离常数都等于 $1.8 \times 10^{-5}$

I、探究镁的性质。

某学习小组设计实验探究镁与二氧化氮反应的产物,实验装置如图所示。



(1)装置 B 中试剂是 \_\_\_\_\_; 装置 D 的作用是 \_\_\_\_\_

(2)实验时,先启动装置 A 中的反应,当装置 C 中充满红棕色气体时再点燃酒精灯,这样操作的目的是

(3)确定有  $N_2$  生成的实验现象是 \_\_\_\_\_

(4)实验完毕后,设计实验确认产物中有  $Mg_3N_2$ ,取少量装置 C 中残留固体于试管中,滴加蒸馏水, \_\_\_\_\_,则产物中有  $Mg_3N_2$ 。

(5)经测定,  $Mg$  与  $NO_2$  反应生成  $MgO$ 、 $Mg_3N_2$  和  $N_2$ ,其中  $Mg_3N_2$  和  $N_2$  的物质的量相等。C 中发生反应的化学方程式为 \_\_\_\_\_

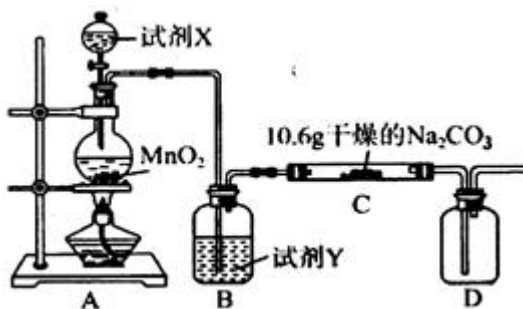
II、探究  $Mg(OH)_2$  在氯化铵溶液中溶解的原因。供选试剂:氢氧化镁、蒸馏水、硝酸铵溶液、盐酸、醋酸铵溶液。取少量氢氧化镁粉末投入氯化铵溶液中,振荡,白色粉末全部溶解。为了探究其原因,他们提出两种假设。

假设 1: 氯化铵溶液呈酸性,  $H^+ + OH^- = H_2O$ , 促进  $Mg(OH)_2$  溶解

假设 2:  $NH_4^+ + OH^- = NH_3 \cdot H_2O$ , 促进  $Mg(OH)_2$  溶解

(6)请你帮助他们设计实验探究哪一种假设正确: \_\_\_\_\_

6、某化学活动小组设计如下图所示(部分夹持装置已略去)实验装置,以探究潮湿的  $Cl_2$  与  $Na_2CO_3$  反应得到的气态物质



(1)装置 A 中发生反应的离子方程式为 \_\_\_\_\_

(2)装置 B 中试剂 Y 应为 \_\_\_\_\_

(3)已知在装置 C 中通入一定量的氯气后,测得 D 中只有一种常温下为黄红色的气体(含氯氧化物),装置 C 中只有氯化钠和碳酸氢钠。若 C 中有  $0.1 \text{ mol } Cl_2$  参加反应,可推知 C 中反应生成的含氯氧化物为 \_\_\_\_\_ (写化学式)

(4)该实验装置中明显存在不足之处,改进的措施为 \_\_\_\_\_

7、某同学对铜与浓硫酸反应产生的黑色沉淀进行探究, 实验步骤如下:

I. 将光亮铜丝插入浓硫酸, 加热

II. 待产生黑色沉淀和气体时, 抽出铜丝, 停止加热

III. 冷却后, 从反应后的混合物中分离出黑色沉淀, 洗净、干燥备用

查阅文献: 检验微量  $\text{Cu}^{2+}$  的方法是: 向试液中滴加  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  溶液, 若产生红褐色沉淀, 证明有  $\text{Cu}^{2+}$

(1) 该同学假设黑色沉淀是  $\text{CuO}$ 。检验过程如下:

① 将  $\text{CuO}$  放入稀硫酸中, 一段时间后, 再滴加  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  溶液, 产生红褐色沉淀

② 将黑色沉淀放入稀硫酸中, 一段时间后, 再滴加  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  溶液, 未见红褐色沉淀

由该检验过程所得结论是

(2) 再次假设, 黑色沉淀是铜的硫化物。实验如下:

实验装置	现象
	① A 试管中黑色沉淀逐渐溶解 ② A 试管内上方出现红棕色气体 ③ B 试管中出现白色沉淀

① 现象 2 说明黑色沉淀具有 性

② 能确认黑色沉淀中含有 S 元素的现象是 , 相应的离子方程式是

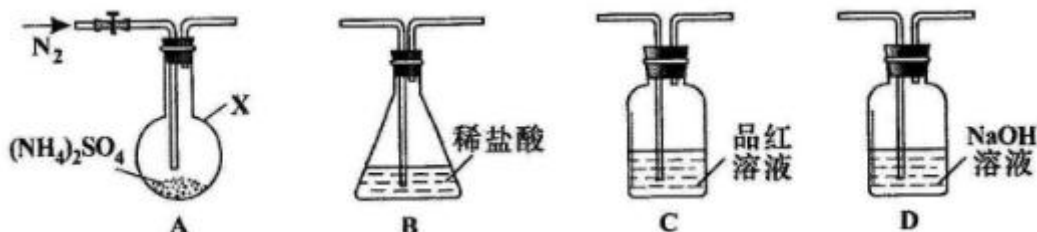
③ 为确认黑色沉淀是“铜的硫化物”, 还需进行的实验操作是

(3) 以上实验说明, 黑色沉淀中存在铜的硫化物。进一步实验后证明黑色沉淀是  $\text{CuS}$  与  $\text{Cu}_2\text{S}$  的混合物。将黑色沉淀放入浓硫酸中加热一段时间后, 沉淀溶解, 其中  $\text{CuS}$  溶解的化学方程式是

8、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  是常见的化肥和化工原料, 受热易分解。某兴趣小组拟探究其分解产物。

[查阅资料]  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  在  $260^\circ\text{C}$  和  $400^\circ\text{C}$  时分解产物不同。

[实验探究] 该小组拟选用下图所示装置进行实验(夹持和加热装置略)



**实验 1:** 连接装置 A-B-C-D, 检查气密性, 按图示加入试剂(装置 B 盛  $0.5000\text{mol/L}$  盐酸  $70.00\text{mL}$ )。通入  $\text{N}_2$  排尽空气后, 于  $260^\circ\text{C}$  加热装置 A 一段时间, 停止加热, 冷却, 停止通入  $\text{N}_2$ 。品红溶液不褪色, 取下装置 B, 加入指示剂, 用  $0.2000\text{mol/L}$   $\text{NaOH}$  溶液滴定剩余盐酸, 终点时消耗  $\text{NaOH}$  溶液  $25.00\text{mL}$ 。经检验滴定后的溶液中无  $\text{SO}_4^{2-}$ 。

(1) 仪器 X 的名称是

(2) 滴定前, 下列操作的正确顺序是

a. 盛装  $0.2000\text{mol/L}$   $\text{NaOH}$  溶液

b. 用  $0.2000\text{mol/L}$   $\text{NaOH}$  溶液润洗

c. 读数、记录

d. 查漏、清洗

e. 排尽滴定管尖嘴的气泡并调整液面

(3) 装置 B 内溶液吸收气体的物质的量是 mol

**实验 2:** 连接装置 A-D-B, 检查气密性, 按图示重新加入试剂。通入  $\text{N}_2$  排尽空气后, 于  $400^\circ\text{C}$  加热装置 A 至  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  完全分解无残留物, 停止加热, 冷却, 停止通入  $\text{N}_2$ 。观察到装置 A、D 之间的导气管内有少量白色固体。经检验, 该白色固体和装置 D 内溶液中有  $\text{SO}_3^{2-}$ , 无  $\text{SO}_4^{2-}$ 。进一步研究发现, 气体产物中无氮氧化物。

(4) 检验装置 D 内溶液中有  $\text{SO}_3^{2-}$ , 无  $\text{SO}_4^{2-}$  的实验操作和现象是

(5) 装置 B 内溶液吸收的气体是

(6)  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  在  $400^\circ\text{C}$  分解的化学方程式是



9、某小组在验证反应“ $\text{Fe}+2\text{Ag}^+=\text{Fe}^{2+}+2\text{Ag}$ ”的实验中检测到  $\text{Fe}^{3+}$ ，发现和探究过程如下。向硝酸酸化的  $0.05\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  硝酸银溶液 ( $\text{pH}\approx 2$ ) 中加入过量铁粉，搅拌后静置，烧杯底部有黑色固体，溶液呈黄色。

(1) 检验产物

① 取出少量黑色固体，洗涤后，\_\_\_\_\_ (填操作和现象)，证明黑色固体中含有 Ag

② 取上层清液，滴加  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  溶液，产生蓝色沉淀，说明溶液中含有\_\_\_\_\_

(2) 针对“溶液呈黄色”，甲认为溶液中有  $\text{Fe}^{3+}$ ，乙认为铁粉过量时不可能有  $\text{Fe}^{3+}$ ，乙依据的原理是\_\_\_\_\_ (用离子方程式表示)。针对两种观点继续实验：

① 取上层清液，滴加 KSCN 溶液，溶液变红，证实了甲的猜测。同时发现有白色沉淀产生，且溶液颜色深浅、沉淀量多少与取样时间有关，对比实验记录如下：

序号	取样时间/min	现象
i	3	产生大量白色沉淀；溶液呈红色
ii	30	产生白色沉淀；较 3 min 时量少；溶液红色较 3 min 时加深
iii	120	产生白色沉淀；较 30 min 时量少；溶液红色较 30 min 时变浅

(资料： $\text{Ag}^+$  与  $\text{SCN}^-$  生成白色沉淀  $\text{AgSCN}$ )

② 对  $\text{Fe}^{3+}$  产生的原因作出如下假设：

假设 a：可能是铁粉表面有氧化层，能产生  $\text{Fe}^{3+}$

假设 b：空气中存在  $\text{O}_2$ ，由于\_\_\_\_\_ (用离子方程式表示)，可产生  $\text{Fe}^{3+}$

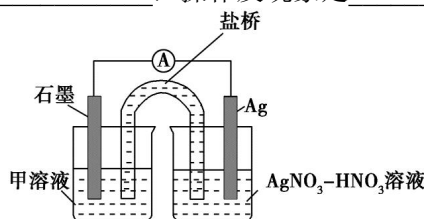
假设 c：酸性溶液中  $\text{NO}_3^-$  具有氧化性，可产生  $\text{Fe}^{3+}$

假设 d：根据\_\_\_\_\_ 现象，判断溶液中存在  $\text{Ag}^+$ ，可产生  $\text{Fe}^{3+}$

③ 下列实验 I 可证实假设 a、b、c 不是产生  $\text{Fe}^{3+}$  的主要原因。实验 II 可证实假设 d 成立

实验 I：向硝酸酸化的\_\_\_\_\_ 溶液 ( $\text{pH}\approx 2$ ) 中加入过量铁粉，搅拌后静置，不同时间取上层清液滴加 KSCN 溶液，3 min 时溶液呈浅红色，30 min 后溶液几乎无色

实验 II：装置如图。其中甲溶液是\_\_\_\_\_，操作及现象是\_\_\_\_\_



(3) 根据实验现象，结合方程式推测实验 i ~ iii 中  $\text{Fe}^{3+}$  浓度变化的原因：\_\_\_\_\_

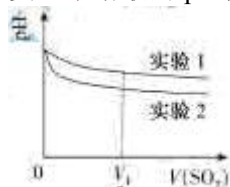
10、某研究小组将纯净的  $\text{SO}_2$  气体通入  $0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  溶液中，得到了  $\text{BaSO}_4$  沉淀，为探究上述溶液中何种微粒能氧化通入的  $\text{SO}_2$ ，该小组突出了如下假设：

假设一：溶液中的  $\text{NO}_3^-$ ；假设二：溶液中溶解的  $\text{O}_2$

(1) 验证假设一：该小组涉及实验验证了假设一，请在下表空白处填写相关实验现象

实验步骤	实验现象	结论
实验 1：在盛有不含 $\text{O}_2$ 的 $25\text{ ml } 0.1\text{ mol/L BaCl}_2$ 溶液的烧杯中，缓慢通入纯净的 $\text{SO}_2$ 气体		假设一成立
实验 2：在盛有不含 $\text{O}_2$ 的 $25\text{ ml } 0.1\text{ mol/L Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液的烧杯中，缓慢通入纯净的 $\text{SO}_2$ 气体		

(2) 为深入研究该反应，该小组还测得上述两个实验中溶液的 pH 随通入  $\text{SO}_2$  体积的变化曲线入下图



实验 1 中溶液 pH 变小的原因是\_\_\_\_\_； $V_1$  时，实验 2 中溶液 pH 小于实验 1 的原因是 (用离子方程式表示) \_\_\_\_\_

(3) 验证假设二：请设计实验验证假设二，写出实验步骤，预期现象和结论

实验步骤、预期现象和结论 (不要求写具体操作过程)

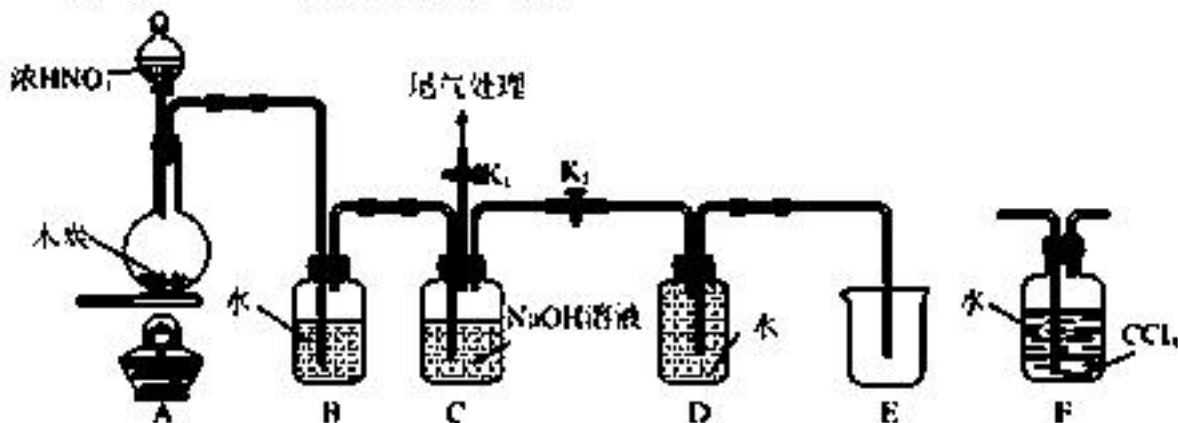
(42) 若假设二成立，请预测：在相同条件下，分别通入足量的  $\text{O}_2$  和  $\text{KNO}_3$ ，氧化相同的  $\text{H}_2\text{SO}_3$  溶液 (溶液体积变化忽略不计)，充分反应后两溶液的 pH 前者\_\_\_\_\_ (填大于或小于) 后者，理由是\_\_\_\_\_



11、某小组对碳与浓硝酸的反应进行探究, 已知:  $2\text{NaOH}+2\text{NO}_2=\text{NaNO}_3+\text{NaNO}_2+\text{H}_2\text{O}$ ,

$2\text{NaOH}+\text{NO}_2+\text{NO}=\text{NaNO}_2+\text{H}_2\text{O}$ 。请回答下列可题:

I、甲同学设计 如图所示装置制备并收集 NO



(1)碳与浓硝酸反应的化学方程式为\_\_\_\_\_

(2)C 的作用为\_\_\_\_\_

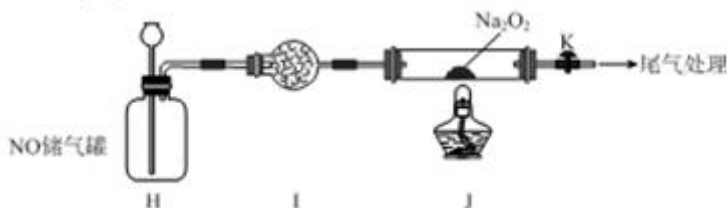
(3)乙同学认为用装置 F 代替 B 更合理, 理由为\_\_\_\_\_

(4)乙同学用改进后的装置进行实验

①将浓  $\text{HNO}_3$  滴入圆底烧瓶中的操作为\_\_\_\_\_

②点燃 A 处酒精灯开始反应后, 圆底烧瓶中的现象为\_\_\_\_\_

II、探究 NO 与  $\text{Na}_2\text{O}_2$  反应



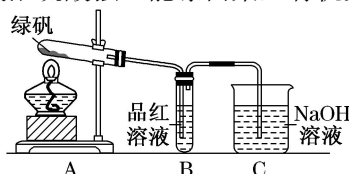
已知  $\text{NaNO}_2$  既有氧化性, 又有还原性; J 处硬质玻璃管中制得的  $\text{NaNO}_2$  中含有少量  $\text{NaNO}_3$

(5)检验上图装置气密性的方法为\_\_\_\_\_

(6)实验结束后, 设计实验证明 J 处硬质玻璃管中有  $\text{NaNO}_2$  生成\_\_\_\_\_

供选试剂: 蒸馏水 KI-淀粉溶液,  $\text{KMnO}_4$  溶液、 $\text{NaOH}$  溶液、 $\text{BaCl}_2$  溶液、稀硫酸

12、绿矾( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ )在不同温度下可分解得到各种铁的氧化物和硫的氧化物。已知  $\text{SO}_3$  是一种无色晶体, 熔点  $16.8^\circ\text{C}$ , 沸点  $44.8^\circ\text{C}$ , 氧化性及脱水性较浓硫酸强, 能漂白某些有机染料, 如品红等。回答下列问题:

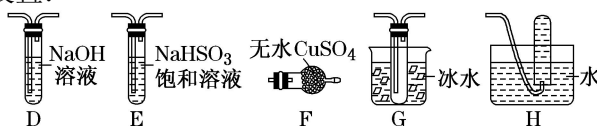


(1)同学甲按如图所示装置实验检验绿矾的分解产物。装置 B 中可观察到的现象是\_\_\_\_\_, 由此得出绿矾的分解产物中含有  $\text{SO}_2$ 。装置 C 的作用是\_\_\_\_\_

(2)同学乙认为同学甲的实验结论不严谨。乙对甲做完实验的 B 装置试管进行加热, 发现褪色的品红溶液未恢复红色, 则可证明绿矾分解的产物中\_\_\_\_\_

A. 不含  $\text{SO}_2$  B. 可能含  $\text{SO}_2$  C. 一定含有  $\text{SO}_3$

(3)同学丙查阅资料发现绿矾受热分解还可能有  $\text{O}_2$  放出, 为此, 丙选用甲的部分装置和下列图部分装置设计出了一套检验绿矾分解气态产物的装置:



①同学丙的实验装置中, 依次连接的合理顺序为\_\_\_\_\_

②能证明绿矾分解产物中有  $\text{O}_2$  的实验操作及现象是\_\_\_\_\_

(4)为证明绿矾分解产物中含有三价铁, 选用的实验仪器有试管、药匙、\_\_\_\_\_ ; 选用的试剂为\_\_\_\_\_

## 【化学实验专题训练(八)——探究物质的组成】答案



## 1、(2017·全国卷Ⅲ)

(1)样品中没有 Fe(III) Fe(II)易被氧气氧化为 Fe(III)

(2)①干燥管 ②dabfce ③ $\frac{76}{9} \frac{m_2 - m_3}{m_3 - m_1}$  偏小

(3)①c、a 生成白色沉淀、褪色



## 2、(1)淀粉 蓝

(2)① $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{KNO}_3$  ②溶液中的  $\text{Cu}^{2+}$ , 空气中的  $\text{O}_2$  ③ $\text{NO}_3^-$  的还原产物(或  $\text{NO}$ 、 $\text{NO}_2$  等)

(3)①Cu

②棕黑色固体颜色变浅, 液体变为紫红色

③CuI 在溶液中存在沉淀溶解平衡:  $\text{CuI(s)} \rightleftharpoons \text{Cu}^+(\text{aq}) + \text{I}^-(\text{aq})$ , 加入足量  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液后,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  与  $\text{Cu}^+$  反应生成  $\text{Cu(S}_2\text{O}_3)_2^{2-}$ , 使  $c(\text{Cu}^+)$  减小, 平衡正向移动, 从而使白色沉淀溶解 ④ $2\text{Cu}^{2+} + 4\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{CuI}\downarrow + \text{I}_2$ 

## 3、(1)A

(2)关闭止水夹, 往长颈漏斗里加水, 若长颈漏斗的液面高于试管中的液面, 并长时间保持该高度差不变, 表明装置不漏气

(3) $\text{Na}_2\text{O}$  和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ① $4\text{Na} + 3\text{CO}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{C}$   $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液显碱性, 也会使酚酞变红

②不同意, 丙同学的推断白色物质若是氢氧化钠, 需要反应物含有氢元素, 实验是钠在二氧化碳中的反应产物, 反应体系中无氢元素存在

(4)① $2x\text{Mg} + 2\text{NO}_x \xrightarrow{\text{点燃}} 2x\text{MgO} + \text{N}_2$ ,  $3\text{Mg} + \text{N}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{Mg}_3\text{N}_2$ ②abcdebcbhf 分液漏斗、平底烧瓶  $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3(\text{浓}) = \text{Cu(NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 

装置 D 中气体体积增大, 水从广口瓶流入烧杯中

③取装置 C 中少量固体产物加入水中, 若产生具有无色刺激性气味(或能使湿润的红色石蕊试纸变蓝)的气体, 则证明产物存在  $\text{Mg}_3\text{N}_2$ , 否则不存在4、(1) $\text{O}_2$ (2) $\text{Mg}_3\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 3\text{Mg(OH)}_2 + 2\text{NH}_3\uparrow$ (3) $\text{O}_2$  和  $\text{N}_2$  都是氧化产物, 根据化合价变化规律, 还应存在还原产物, 从而判断出氯元素的化合价降低, 可能生成  $\text{Cl}_2$ (答出要点即可)

(4)①H G F

②在 KBr 溶液中通入  $\text{Cl}_2$ , 发生反应:  $2\text{KBr} + \text{Cl}_2 = 2\text{KCl} + \text{Br}_2$ , 生成的溴溶于水使溶液呈橙黄色③ $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- = \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$ (5) $2\text{NH}_4\text{ClO}_4 \xrightarrow{\Delta} \text{N}_2\uparrow + 2\text{O}_2\uparrow + \text{Cl}_2\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ (6)吸收空气中的  $\text{CO}_2$  和水蒸气 偏大5、(1) $\text{P}_2\text{O}_5$ (或其他合理答案也可) 吸收装置 E 中挥发出来的水蒸气(2)排尽装置内空气, 避免  $\text{O}_2$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{N}_2$  等与镁反应

(3)装置 E 中产生气泡, 气球缓慢鼓起

(4)有刺激性气味的气体逸出(或产生的气体能使湿润红色石蕊试纸变蓝)

(5) $11\text{Mg} + 4\text{NO}_2 \xrightarrow{\Delta} 8\text{MgO} + \text{Mg}_3\text{N}_2 + \text{N}_2$ (6)取少量氢氧化镁于试管中, 加入足量  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  溶液, 若白色固体溶解, 则假设 2 正确; 若白色固体不溶解, 则假设 1 正确6、(1) $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- \xrightarrow{\Delta} \text{Mn}^{2+} + \text{Cl}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 

(2)饱和食盐水(或饱和氯化钠溶液)

(3) $\text{Cl}_2\text{O}$ 

(4)在装置 D 后连接一尾气处理装置(或连接一盛有 NaOH 溶液的洗气瓶)

## 7、(1)黑色沉淀中不含有 CuO

(2)①还原

②B 试管中出现白色沉淀  $2\text{NO}_3^- + 3\text{SO}_2 + 3\text{Ba}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} = 3\text{BaSO}_4\downarrow + 2\text{NO} + 4\text{H}^+$   
(或  $\text{NO}_2 + \text{SO}_2 + \text{Ba}^{2+} + \text{H}_2\text{O} = \text{BaSO}_4\downarrow + \text{NO} + 2\text{H}^+$ )③取冷却后 A 装置试管中的溶液, 滴加  $\text{K}_4[\text{Fe(CN)}_6]$  溶液, 若产生红褐色沉淀, 证明有  $\text{Cu}^{2+}$ , 说明黑色沉淀是铜的硫化物(3) $\text{CuS} + 4\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + 4\text{SO}_2\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$

## 8、【2015 四川理综化学】

- (1) 圆底烧瓶  
 (2) dbaec  
 (3) 0.03 mol  
 (4) 取少量装置 D 内溶液于试管中, 滴加  $\text{BaCl}_2$  溶液, 生成白色沉淀; 加入足量稀盐酸后沉淀完全溶解, 放出无色刺激性气体  
 (5)  $\text{NH}_3$   
 (6)  $3(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\Delta} 4\text{NH}_3\uparrow + \text{N}_2\uparrow + 3\text{SO}_2\uparrow + 6\text{H}_2\text{O}\uparrow$

## 9、【2017 北京卷】

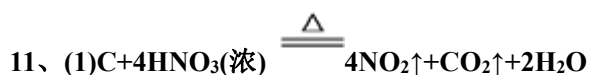
- (1) ①加硝酸加热溶解固体, 再滴加稀盐酸, 产生白色沉淀 ② $\text{Fe}^{2+}$   
 (2)  $\text{Fe} + 2\text{Fe}^{3+} = 3\text{Fe}^{2+}$   
 $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ = 4\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$  加入 KSCN 溶液后产生白色沉淀  
 ③ $0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaNO}_3$  溶液  $\text{FeSO}_4$  溶液 (或  $\text{FeCl}_2$  溶液)  
 分别取电池工作前与工作一段时间后左侧烧杯中溶液, 同时滴加 KSCN 溶液, 后者红色更深  
 (3) 溶液中存在反应: ① $\text{Fe} + 2\text{Ag}^+ = \text{Fe}^{2+} + 2\text{Ag}$ , ② $\text{Ag}^+ + \text{Fe}^{2+} = \text{Ag} + \text{Fe}^{3+}$ , ③ $\text{Fe} + 2\text{Fe}^{3+} = 3\text{Fe}^{2+}$ 。反应开始时,  $c(\text{Ag}^+)$  大, 以反应①、②为主,  $c(\text{Fe}^{3+})$  增大。约 30 分钟后,  $c(\text{Ag}^+)$  小, 以反应③为主,  $c(\text{Fe}^{3+})$  减小。

## 10、【2015 安徽理综化学】

- (1) 无明显现象、有白色沉淀生成 (2)  $\text{SO}_2$  溶于水后生成  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ;  
 $3\text{SO}_2 + 2\text{NO}_3^- + 2\text{H}_2\text{O} = 3\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2\text{NO}$ ; (3)

实验步骤	实验现象	结论
实验 1: 作为参考实验		假设二成立
实验 3: 将纯净的 $\text{SO}_2$ 气体通入未经脱 $\text{O}_2$ 处理的 25mL $0.1 \text{ mol/L}$ 的 $\text{BaCl}_2$ 溶液中	有白色沉淀生成	

- (4) 小于, 反应的离子方程式表明, 足量的  $\text{O}_2$  和  $\text{NO}_3^-$  分别氧化相同的  $\text{H}_2\text{SO}_3$ , 生成的  $\text{H}^+$  的物质的量前者多后者



- (2) 除去反应生成的  $\text{CO}_2$   
 (3) 装置 F 可以起到防倒吸的作用  
 (4) ①打开分液漏斗玻璃塞(或将分液漏斗玻璃塞的凹槽与分液漏斗口的小孔对准), 旋转活塞, 使浓硝酸滴入圆底烧瓶  
 ②剧烈反应, 木炭逐渐减少, 液体中有气泡冒出, 烧瓶中出现红棕色气体  
 (5) 关闭 K, 由长颈漏斗向广口瓶中加水至长颈漏斗中的液面高于广口瓶, 一段时间后液面差不变则气密性良好  
 (6) 取少量反应后的固体溶于蒸馏水, 滴几滴经稀硫酸酸化的  $\text{KMnO}_4$  溶液, 溶液褪色则有  $\text{NaNO}_2$  生成  
 12、(1) 品红溶液褪色 吸收尾气, 防止  $\text{SO}_2$  ( $\text{SO}_3$ ) 等气体扩散到空气污染环境  
 (2) BC  
 (3) ①AFGBDH  
 ②把 H 中的导管移出水面, 撤走酒精灯, 用拇指堵住试管口, 取出试管, 立即把带火星的木条伸入试管口内, 木条复燃, 证明试管中收集的气体是氧气  
 (4) 胶头滴管 盐酸、KSCN 溶液