

## 九、化学实验简答题专练

### 题组一 沉淀的洗涤

1. 硫酸亚铁晶体( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ )是一种重要的食品和饲料添加剂,某研究性学习小组通过下列实验由废铁屑制备  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  晶体。制备步骤如下:

- ① 将溶质质量分数为 5% 的  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液加入盛有一定量废铁屑的烧杯中,加热数分钟,用倾析法除去  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液,然后将废铁屑用蒸馏水洗涤 2~3 遍;
- ② 向洗涤过的废铁屑中加入过量的稀硫酸,控制温度在  $50 \sim 80 \text{ }^\circ\text{C}$ ,至铁屑耗尽;
- ③ 趁热过滤,将滤液转入密闭容器中,静置、冷却结晶;
- ④ 待结晶完毕后,滤出晶体,用少量冰水洗涤 2~3 次,再用滤纸将晶体吸干;
- ⑤ 将制得的  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  晶体放在一个小广口瓶中,密闭保存。

请回答下列问题:

- (1)请指出以上实验中存在的明显不合理的步骤及其不合理的理由:\_\_\_\_\_。
- (2)实验步骤④中用少量冰水洗涤晶体,其目的是\_\_\_\_\_。

答案 (1)步骤②,铁的用量不是过量,溶液中可能有  $\text{Fe}^{3+}$  存在

(2)洗涤除去晶体表面附着可溶性杂质,并减少  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  晶体的溶解

解析 (1)为确保硫酸亚铁中不含  $\text{Fe}^{3+}$  等杂质,应使铁过量。(2)晶体表面易附着可溶性杂质,可用蒸馏水洗涤除去,为避免  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  晶体的大量流失,故选用冰水洗涤,以减少  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  晶体的溶解。

2. 工农业废水以及生活污水中浓度较高的  $\text{NO}$  会造成氮污染。工业上处理水体中  $\text{NO}$  的一种方法是零价铁化学还原法。某化学小组用废铁屑和硝酸盐溶液模拟此过程,实验如下:先用稀硫酸洗去废铁屑表面的铁锈,然后用蒸馏水将铁屑洗净。

- (1)除锈反应的离子方程式是\_\_\_\_\_。
- (2)判断铁屑洗净的方法是\_\_\_\_\_。

答案 (1) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$

(2)取少许最后一次洗涤液,滴入 1~2 滴  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  溶液,若不出现白色沉淀,表示已洗涤完全(或测最后一次洗涤液 pH,若为 7,则说明铁屑已洗净)

解析 (1)铁锈的主要成分是  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,与稀硫酸反应生成硫酸铁。(2)若没洗净,则表面可能会有稀硫酸,因此可以测定最后一次洗涤液中是否含有  $\text{SO}$ ,或者测定最后一次洗涤液的 pH。

3. 碱式碳酸铜广泛用于制油漆颜料、烟火、杀虫剂、催化剂、其他铜盐和固体荧光粉激活剂等,也用于种子处理及作杀菌剂等。某化学兴趣小组在实验室利用  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  与

CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O 反应制备并检验碱式碳酸铜，实验步骤如下：

——→——→黏胶状——→蓝绿色沉淀——→  
——→——→蓝绿色晶体

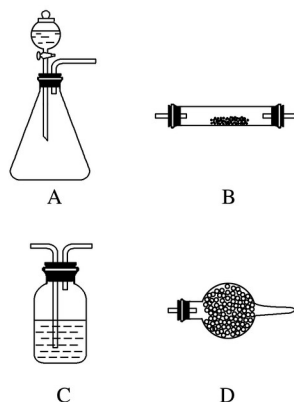
检验蓝绿色沉淀是否洗涤干净的实验操作是\_\_\_\_\_。

答案 取少许最后一次洗涤液，滴入 1~2 滴 Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 溶液，若不出现白色沉淀，表示已洗涤完全(答案合理即可)

解析 过滤后滤液中含有 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 等溶质，因此检验沉淀是否洗涤干净，只要检验洗涤液中是否含有 SO 即可。

#### 题组二 现象描述

4. 如图所示是用于气体制备、干燥(或除杂质)、性质验证、尾气处理的部分仪器装置(加热及夹持固定装置均已略去，各装置可重复使用也可不用)。请根据要求回答下列问题。



若用 A—C—D—B 组合进行氢气还原氧化铜实验。分液漏斗中的试剂是盐酸，C 中试剂是水，其作用是\_\_\_\_\_。

\_\_\_\_\_；

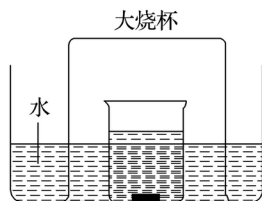
A 中反应开始后，加热 B 之前的实验操作是\_\_\_\_\_。

\_\_\_\_\_，  
加热后 B 中将观察到的现象是\_\_\_\_\_。

答案 吸收氢气中的 HCl 检验氢气纯度 固体粉末由黑变红(答案合理即可)

解析 盐酸易挥发，所以先将所得气体通入水中，目的是吸收氢气中的 HCl。在氢气与氧化铜反应之前一定要检验氢气的纯度，所以加热 B 之前的操作是检验氢气纯度。氢气与氧化铜反应生成金属铜和水，所以观察到的现象应为固体粉末由黑变红。

5. 在如图所示的实验装置中，盛有足量水的水槽里放两个烧杯，小烧杯里放有适量铜片和过量浓硝酸，小烧杯外面倒扣一大烧杯，请回答下列问题：



实验过程，观察到的主要现象是

- (1) \_\_\_\_\_ ;  
 (2) \_\_\_\_\_ ;  
 (3) \_\_\_\_\_ ;  
 (4) \_\_\_\_\_ 。

答案 (1)铜片表面产生气泡 (2)铜片慢慢溶解并逐渐消失 (3)小烧杯中溶液的颜色逐渐变成蓝色 (4)大烧杯中有红棕色气体生成，后来慢慢变成无色

解析 小烧杯内铜与浓硝酸反应生成红棕色的  $\text{NO}_2$  气体，同时得到蓝色的  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  溶液， $\text{NO}_2$  扩散到水中溶解，生成无色的  $\text{NO}$  气体。

6. 海水中含有大量的元素，常量元素如氯，微量元素如碘，它们在海水中均以化合态存在。在  $25\text{ }^\circ\text{C}$  下，向  $0.1\text{ L } 0.002\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的  $\text{NaCl}$  溶液中逐滴加入适量的  $0.1\text{ L } 0.002\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  硝酸银溶液，有白色沉淀生成，向反应的浊液中继续加入  $0.1\text{ L } 0.002\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的  $\text{NaI}$  溶液，看到的现象是\_\_\_\_\_。

—。

已知： $25\text{ }^\circ\text{C}$  时， $K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) = 1.6 \times 10^{-10}$ ， $K_{\text{sp}}(\text{AgI}) = 1.5 \times 10^{-16}$ 。

答案 白色沉淀逐渐转化为黄色沉淀

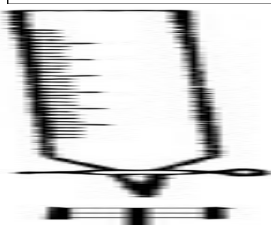
### 题组三 滴定终点的判断

7. 亚硝酸钠固体含量的测定：

已知： $5\text{NaNO}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons 5\text{NaNO}_3 + 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$

现称取  $4.000\text{ g}$  待测亚硝酸钠固体，溶于水配成  $250\text{ mL}$  溶液，取  $25.00\text{ mL}$  溶液于锥形瓶中，用  $0.1000\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液进行滴定，实验所得数据如表所示：

滴定次数	1	2	3	4
$\text{KMnO}_4$ 溶液体积/mL	20.60	20.02	20.00	19.98



(1)  $\text{KMnO}_4$  标准溶液应盛放在如图所示的滴定管\_\_\_\_\_ (填“甲”或“乙”)中。

(2) 判断滴定终点的方法是\_\_\_\_\_。

答案 (1)甲 (2)滴入最后一滴  $\text{KMnO}_4$  溶液后，溶液颜色由无色变为浅紫色，且半分钟内

颜色不改变，说明达到滴定终点

解析 (1)  $\text{KMnO}_4$  溶液具有强氧化性，能腐蚀橡胶管，所以不能用碱式滴定管。

8. 实验：检验自来水中的一氯胺的含量。

一氯胺是重要的水消毒剂，利用碘量法可以检测自来水中一氯胺的含量，其主要步骤：取已加入一氯胺的自来水 20.00 mL，加入过量的碘化钾溶液，充分反应后，用  $0.100 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液进行滴定，达到终点时，消耗  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液 5.00 mL。

已知： $\text{NH}_2\text{Cl} + 3\text{I}^- + 2\text{H}_2\text{O} = \text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O} + \text{OH}^- + \text{Cl}^- + \text{I}_2$ ； $\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} = 2\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$

滴定时用淀粉溶液作指示剂，判断达到滴定终点的现象是\_\_\_\_\_。

答案 当滴入最后一滴  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液后，溶液由蓝色变为无色，且半分钟内不恢复原色

解析 淀粉作指示剂，溶液中含碘单质，溶液为蓝色，滴定终点时碘单质被消耗，溶液变为无色，且半分钟内不恢复原来颜色。

9. 测血钙的含量时，可将 2.0 mL 血液用蒸馏水稀释后，向其中加入足量草酸铵  $[(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4]$  晶体，反应生成  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  沉淀，过滤洗涤沉淀，然后将沉淀用稀硫酸处理得  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ，再用酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液滴定，氧化产物为  $\text{CO}_2$ ，还原产物为  $\text{Mn}^{2+}$ ，达到终点时用去 20.0 mL  $1.0 \times 10^{-4} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$   $\text{KMnO}_4$  溶液。

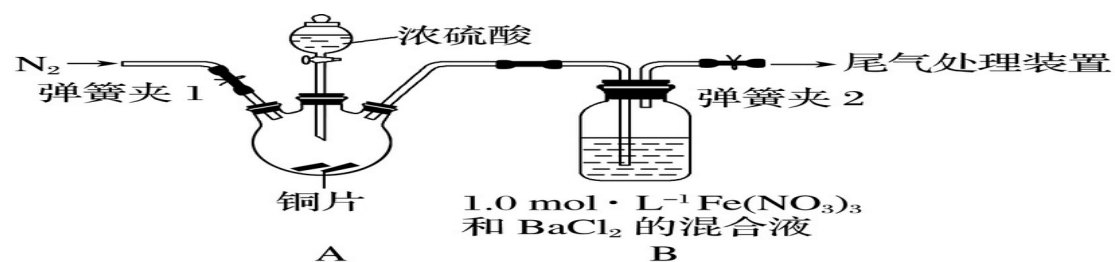
判断滴定终点的方法是\_\_\_\_\_。

答案 滴入最后一滴  $\text{KMnO}_4$  溶液，混合溶液呈浅紫色，且半分钟内不褪色

解析 因为  $\text{MnO}_4^-$  为紫色， $\text{Mn}^{2+}$  为无色，可用这一明显的颜色变化来判断滴定终点。

题组四 气密性检验

10. 已知  $\text{SO}_2$  可以用  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  溶液吸收，某学习小组据此按如图装置展开如下相关探究：取一定量的铜片于三颈烧瓶中，通入一段时间  $\text{N}_2$  后再加入足量的浓硫酸，加热。装置 A 中有白雾(硫酸酸雾)生成，装置 B 中产生白色沉淀。



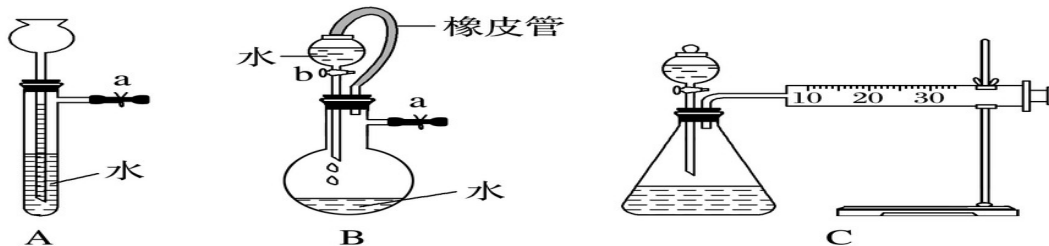
回答下列问题：

装置 A 中用于添加浓硫酸的仪器名称为\_\_\_\_\_；检查图中连通装置 A、B 气密性的方法是\_\_\_\_\_。

答案 分液漏斗 关闭弹簧夹 1 和弹簧夹 2，打开分液漏斗活塞，向漏斗中加水至水不流下，停止加水；观察一段时间，若液面不下降，则气密性好；否则不好

解析 装置 A 中用于添加浓硫酸的仪器为分液漏斗。利用液封的原理检验装置的气密性。

11. 根据下图及描述, 完成下列问题:



(1) 关闭图 A 装置中的止水夹 a 后, 从长颈漏斗向试管中注入一定量的水, 静置后如图所示。

试判断: A 装置是否漏气? \_\_\_\_\_ (填“漏气”、“不漏气”或“无法确定”)。判断理由: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_。

(2) 关闭图 B 装置中的止水夹 a 后, 开启活塞 b, 水不断往下滴, 直至全部流入烧瓶。试判

断: B 装置是否漏气? \_\_\_\_\_ (填“漏气”、“不漏气”或“无法确定”)。判断理由: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_。

(3) 用最简单的方法检验 C 装置的气密性: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_。

答案 (1) 不漏气 长颈漏斗内的水面高出试管内的水面, 形成稳定水柱

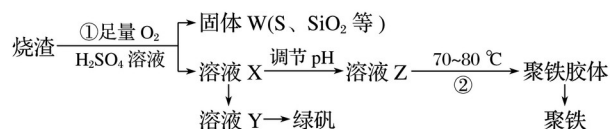
(2) 无法确定 由于分液漏斗和烧瓶间有橡皮管相连, 使分液漏斗中液面上方和烧瓶中液面上方的压强相同, 无论装置是否漏气, 都不影响分液漏斗中的液体滴入烧瓶

(3) 首先关闭分液漏斗的活塞, 向外拉注射器活塞, 松开后观察注射器活塞是否回到原来的位置

解析 分析气密性的检验时, 要结合物理知识从气压差的角度分析, 如 B 不能形成气压差; 检验 C 装置的气密性的方法很多, 如①打开分液漏斗活塞向锥形瓶中滴加液体, 观察注射器活塞; ②关闭分液漏斗活塞, 微热锥形瓶, 观察注射器活塞; ③关闭分液漏斗活塞, 向外拉注射器活塞, 松开后观察注射器活塞是否回到原来的位置。比较后知方法③最简单。

#### 题组五 气体检验方法

12. 实验室里用硫酸厂烧渣(主要成分为铁的氧化物及少量 FeS、SiO<sub>2</sub> 等)制备聚铁 [Fe<sub>2</sub>(OH)<sub>n</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3-n</sub>] 和绿矾(FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O), 其过程如下:



验证固体 W 焙烧后产生的气体含有 SO<sub>2</sub> 的方法:

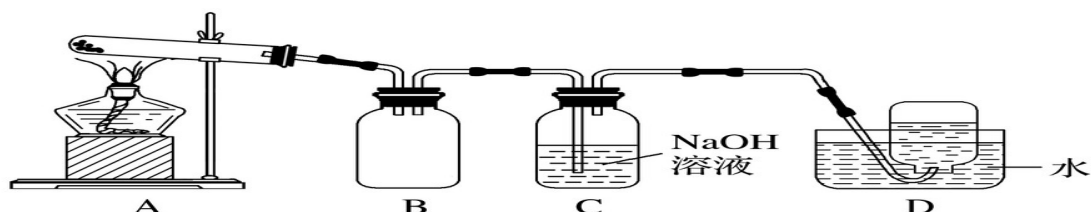
\_\_\_\_\_。

答案 将产生的气体通入品红溶液中，若品红溶液褪色，加热后又变红，证明含有  $\text{SO}_2$

解析  $\text{SO}_2$  具有漂白性，能使品红溶液褪色，且褪色后的品红溶液受热以后会恢复为红色，因此可以利用品红溶液检验  $\text{SO}_2$  气体。

13. 为了探究  $\text{AgNO}_3$  的热稳定性，某化学兴趣小组设计了如下实验。

用如图所示的实验装置 A 加热  $\text{AgNO}_3$  固体，产生红棕色气体，在装置 D 中收集到无色气体。当反应结束后，试管中残留固体为黑色。



经小组讨论并验证该无色气体为  $\text{O}_2$ ，其验证方法是\_\_\_\_\_。

答案 将带火星的木条靠近瓶口，木条复燃，证明是氧气

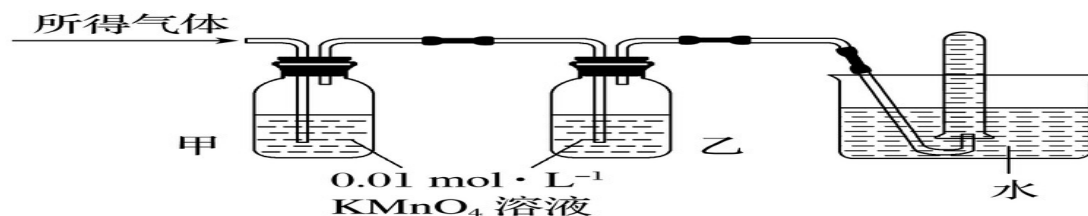
解析 检验  $\text{O}_2$  常用的方法是用带火星的木条。

14. 铁在冷的浓硫酸中能发生钝化。某兴趣小组的同学发现将一定量的铁与浓硫酸加热时观察到铁完全溶解，并产生大量气体。

[提出猜想]

I. 所得溶液中的金属离子可能含有  $\text{Fe}^{2+}$  和  $\text{Fe}^{3+}$  中的一种或两种；

II. 所得气体中可能含有\_\_\_\_\_中的一种或两种。



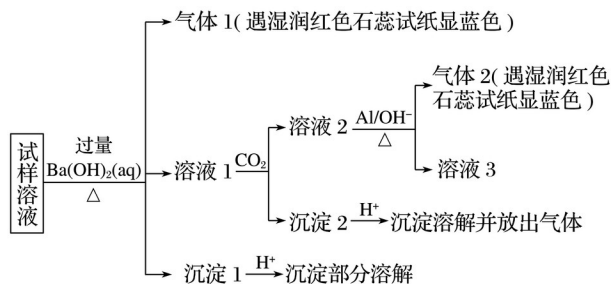
[实验探究]

	实验操作	预期现象	结论
验证猜想 II	将所得气体通入如图装置		含有两种气体

答案  $\text{SO}_2$ 、 $\text{H}_2$  甲中  $\text{KMnO}_4$  溶液褪色，乙中  $\text{KMnO}_4$  溶液颜色不变，试管中收集到气体

题组六 离子检验操作

15. 雾霾严重影响人们的生活与健康。某地区的雾霾中可能含有如下离子中的一种或几种  $\text{Na}^+$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Cl}^-$ 。某同学收集了该地区的雾霾，经必要的预处理后得到试样溶液，设计并完成了如下实验：



已知： $\text{NO} + \text{Al} + \text{OH}^- \longrightarrow \text{NH}_3 \uparrow + \text{AlO}_2^-$  (未配平)

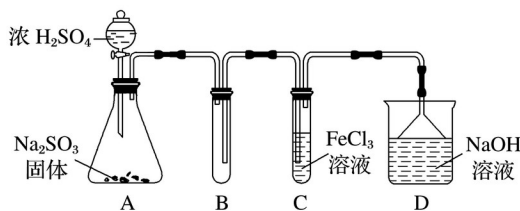
检验试样溶液中是否存在  $\text{Cl}^-$  的方法是

\_\_\_\_\_。

答案 取少量试液试管中，加入足量的  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  溶液，静置后取上层清液于另一试管中，加  $\text{HNO}_3$  酸化的  $\text{AgNO}_3$  溶液，若有白色沉淀生成，则证明存在  $\text{Cl}^-$

解析 因为  $\text{AgCl}$  既不溶于水也不溶于硝酸，因此检验  $\text{Cl}^-$  最常用的方法是用硝酸酸化的硝酸银溶液检验。

16. 某研究小组用下图装置进行  $\text{SO}_2$  与  $\text{FeCl}_3$  溶液反应的相关实验(夹持装置已略去)。



根据以上现象，该小组同学认为  $\text{SO}_2$  与  $\text{FeCl}_3$  溶液发生氧化还原反应生成  $\text{Fe}^{2+}$ ，检验有  $\text{Fe}^{2+}$  生成的方法是\_\_\_\_\_。

答案 取 C 中反应后的溶液，向其中滴入  $\text{KMnO}_4$  溶液，溶液紫红色褪去，证明有  $\text{Fe}^{2+}$  生成(答案合理即可)

17. 将光亮的铁丝伸入  $\text{AgNO}_3$  溶液中，一段时间后将铁丝取出。为检验溶液中 Fe 的氧化产物，将溶液中的  $\text{Ag}^+$  除尽后，进行了如下实验：

可选用的试剂： $\text{KSCN}$  溶液、 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  溶液、氯水。请完成下表：

操作	现象	结论
取少量除尽 $\text{Ag}^+$ 后的溶液于试管中，加入 $\text{KSCN}$ 溶液，振荡		存在
$\text{Fe}^{3+}$		
取少量除尽 $\text{Ag}^+$ 后的溶液于试管中，加入_____，振荡	产生蓝色沉淀	存在 $\text{Fe}^{2+}$

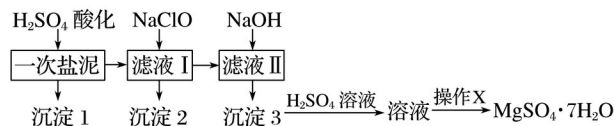
【实验结论】 Fe 的氧化产物为  $\text{Fe}^{2+}$  和  $\text{Fe}^{3+}$ 。

答案 溶液呈红色  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  溶液

解析 取少量除尽  $\text{Ag}^+$  后的溶液于试管中，加入  $\text{KSCN}$  溶液，振荡，溶液变为红色，说明存在  $\text{Fe}^{3+}$ ；所给试剂中遇  $\text{Fe}^{2+}$  产生蓝色沉淀的只能是  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  溶液。

18.  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  在医药上常用作泻药，工业上可用氯碱工业中的一次盐泥为原料生产。

已知一次盐泥中含有镁、钙、铁、铝、锰的硅酸盐和碳酸盐等成分。其主要工艺如下：



请回答下列问题：

检验滤液 II 中是否含有  $\text{Fe}^{3+}$  的实验方法是\_\_\_\_\_。

答案 取滤液 II 1~2 mL 于试管中，加入少量的  $\text{KSCN}$  溶液，若显红色，证明滤液 II 中有  $\text{Fe}^{3+}$ ；若不显红色，证明滤液 II 中没有  $\text{Fe}^{3+}$  (或取滤液 II 1~2 mL 于试管中，滴加氢氧化钠溶液，如果有红褐色沉淀生成，证明滤液 II 中有  $\text{Fe}^{3+}$ ；如果没有红褐色沉淀生成，证明滤液 II 中没有  $\text{Fe}^{3+}$ )

解析 检验  $\text{Fe}^{3+}$  最常用的方法有两种：一是用  $\text{KSCN}$  溶液，二是用氢氧化钠溶液。