

实验题目： 配合物的生成与性质

学院： \_\_\_\_\_ 学号： \_\_\_\_\_ 姓名： \_\_\_\_\_

日期： \_\_\_\_\_ 指导教师： \_\_\_\_\_ 成绩： \_\_\_\_\_

## 一、实验原理

## 二、实验内容

### 1. 配合物的生成和组成

实验步骤	实验现象	现象解释及方程式
1) 取一支小试管，加入 1 mL $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CuSO}_4$ 溶液，逐滴加入 $6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ，边加边振荡，观察产生沉淀的颜色和状态。 2) 继续加氨水，直到沉淀完全溶解，观察溶液的颜色。		
将此溶液分成两份：1) 一份加入几滴 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{BaCl}_2$ 溶液； 2) 另一份加入几滴 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaOH}$ 溶液，观察实验现象。		

小结：

## 2. 配离子和简单离子性质的比较

### (1) $\text{Fe}^{3+}$ 与 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ 的性质的比较

实验步骤	实验现象	现象解释及方程式
分别向两支盛着1) 0.5 mL 0.1 mol·L <sup>-1</sup> $\text{FeCl}_3$ 和2) 0.1 mol·L <sup>-1</sup> $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液的小试管中加入几滴 0.5 mol·L <sup>-1</sup> $\text{KSCN}$ 溶液, 观察现象。 两种化合物中都有 $\text{Fe}(\text{III})$ , 为什么实验结果不同?		

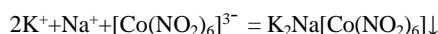
### (2) $\text{Fe}^{2+}$ 与 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ 的性质的比较

实验步骤	实验现象	现象解释及方程式
分别两支盛有1) 0.5 mL 0.1 mol·L <sup>-1</sup> 硫酸亚铁铵溶液和2) 0.1 mol·L <sup>-1</sup> $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液的小试管中加入几滴0.5 mol·L <sup>-1</sup> $\text{Na}_2\text{S}$ 溶液, 是否都有 $\text{FeS}$ 沉淀生成? 为什么?		

### (3) 简单离子的性质

实验步骤	实验现象	现象解释及方程式
取少量明矾 $[\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}]$ 晶体放入试管里, 用蒸馏水溶解, 分装三支试管, 分别用1) $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]^{1)}$ 、2) $\text{NaOH}$ 、3) $\text{BaCl}_2$ 溶液检出其中的 $\text{K}^+$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 和 $\text{SO}_4^{2-}$ 。		

1) 在弱酸性或弱碱性溶液中,  $\text{K}^+$ 与 $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ 起反应生成黄色沉淀(可用玻棒摩擦试管内壁, 促进沉淀生成):



小结:

## 3. 配离子稳定性的比较

实验步骤	实验现象	现象解释及方程式
1) 向小试管中加入 0.5 mL 0.5 mol·L <sup>-1</sup> $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液, 然后逐滴加入 6 mol·L <sup>-1</sup> $\text{HCl}$ 溶液。观察溶液颜色的变化。		

2) 再往溶液中加入 1 滴 $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NH}_4\text{SCN}$ 溶液, 溶液颜色有何变化? 3) 再往溶液中滴加适量的 10% $\text{NH}_4\text{F}$ 溶液 (加至溶液颜色完全褪为无色)。 4) 最后溶液中加入几滴饱和 $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液, 溶液颜色有何变化?		
在 $0.5 \text{ mL}$ 碘水中, 逐滴加入 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液, 振荡。比较 $\varphi_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}}$ 与 $\varphi_{[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}/[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}}$ 大小, 并比较 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ 和 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ 稳定性		

小结:

#### 4. 酸碱平衡与配位平衡

实验步骤	实验现象	现象解释及方程式
1) 向 $0.5 \text{ mL } 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CuSO}_4$ 溶液中逐滴加入 $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , 振荡, 直到最初生成的浅蓝色沉淀溶解为止, 观察溶液颜色。 2) 再向溶液中逐滴加入 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{H}_2\text{SO}_4$ 溶液, 溶液的颜色有何变化? 是否有沉淀生成? 3) 继续加入 $\text{H}_2\text{SO}_4$ 到溶液显酸性又有什么变化?		
1) 向 2 滴 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中加入 10 滴饱和 $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液, 溶液颜色有何变化? 生成了什么? 2) 加入 1 滴 $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NH}_4\text{SCN}$ 溶液, 溶液颜色有无变化? 3) 再向溶液中逐滴加入 $6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HCl}$ , 溶液颜色又有何变化? 写出有关的反应式。		

向 0.5 mL $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ 溶液中逐滴加入 $6 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $\text{NaOH}$ 溶液，并振荡试管，观察 $[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]^{3-}$ 被破坏和 $\text{Co}(\text{OH})_3$ 沉淀的生成。		
---	--	--

小结：

### 5. 沉淀平衡与配位平衡

实验步骤	实验现象	现象解释及方程式
1) 向 0.5 mL $0.2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $\text{CuSO}_4$ 溶液中逐滴加入 $2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$ ，振荡试管至生成的浅蓝色沉淀溶解为止。 2) 向溶液中逐滴加入 $\text{Na}_2\text{S}$ 溶液，是否有沉淀生成？		
1) 向离心管中加入 0.5 mL $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $\text{AgNO}_3$ 溶液和 0.5 mL $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $\text{NaCl}$ 溶液，离心分离，弃去清液。用蒸馏水洗涤沉淀两次。 2) 然后加入 $2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$ 至沉淀刚好溶解为止。向溶液中加入 1 滴 $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $\text{NaCl}$ 溶液，是否有 $\text{AgCl}$ 沉淀生成？ 3) 再加入 1 滴 $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $\text{KBr}$ 溶液，有无 $\text{AgBr}$ 沉淀生成？沉淀是什么颜色？ 4) 继续加入 $\text{KBr}$ 溶液，至不再产生 $\text{AgBr}$ 沉淀为止。离心分离，弃去清液，并用少量蒸馏水把沉淀洗涤两次。 5) 然后加入 $0.5 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液，直到沉淀刚好溶解为止。向溶液中加入 1 滴 $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $\text{KBr}$ 溶液，是否有 $\text{AgBr}$ 沉淀生成？ 6) 再加 1 滴 $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $\text{KI}$ 溶液，有没有 $\text{AgI}$ 沉淀产生？		

由以上试验，讨论沉淀平衡与配位平衡的相互影响，并比较  $\text{AgCl}$ 、 $\text{AgBr}$ 、 $\text{AgI}$  的  $K_{\text{sp}}$  的大小和  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 、 $[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$  的  $K_{\text{稳}}$  的大小。

#### 6. 氧化还原平衡与配位平衡

实验步骤	实验现象	现象解释及方程式
1) 向 5 滴 $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $\text{KI}$ 溶液中加入 5 滴 $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $\text{FeCl}_3$ 溶液，振荡试管，观察溶液颜色的变化，发生了什么反应？ 2) 再向溶液中逐滴加入饱和 $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液，溶液颜色又有什么变化？又发生了什么反应？ 写出反应式，并讨论配位平衡对氧化还原平衡的影响。		

小结：

#### 7. 配位离解平衡的移动

实验步骤	实验现象	现象解释及方程式
在 5 mL $0.5 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $\text{CuSO}_4$ 中加入适量 $6 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$ ，至沉淀完全溶解为止，得到 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 溶液。将溶液一分为四，利用不同反应破坏 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ ： a. 酸碱反应：加入 $1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $\text{HCl}$ b. 沉淀反应：加入 $\text{Na}_2\text{S}$ 溶液 c. 氧化还原反应：加入 $\text{Zn}$ 片（早做，静置，最后观察 $\text{Zn}$ 片变化） d. 生成更稳定配合物：加入数滴 $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $\text{EDTA}$ 溶液		

小结:

#### 8. 配合物的某些应用

实验步骤	实验现象	现象解释及方程式
利用生成有色配合物来鉴定某些离子: 在白色点滴板上加入 $\text{Ni}^{2+}$ 试液 ( $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NiSO}_4$ )、 $6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 氨水和 1% 二乙酰二肟溶液(秋加耶夫试剂)各 1 滴, 有鲜红色沉淀生成, 表示有 $\text{Ni}^{2+}$ 存在。		
利用生成配合物掩蔽干扰离子: 各取 1 滴 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ CoCl}_2$ 和 $\text{FeCl}_3$ 溶液于小试管中, 加 8~10 滴饱和 $\text{NH}_4\text{SCN}$ 溶液, 有何现象? 逐滴加入 $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NH}_4\text{F}$ 溶液, 并摇动试管, 有何现象? 继续滴加至溶液变为淡红色 ( $\text{Co}^{2+}$ 的颜色); 然后加 6 滴戊醇, 振荡试管、静置、观察戊醇层的颜色。		

小结:

### 三、问题与思考

1.  $\text{KSCN}$  溶液检查不出  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  溶液中的  $\text{Fe}^{3+}$ ;  $\text{Na}_2\text{S}$  溶液不能与  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  溶液中的  $\text{Fe}^{2+}$  反应生成  $\text{FeS}$  沉淀, 这是否表明这两种配合物的溶液中不存在  $\text{Fe}^{3+}$  和  $\text{Fe}^{2+}$ ? 为什么  $\text{Na}_2\text{S}$  溶液不能使  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  溶液产生  $\text{FeS}$  沉淀, 而饱和  $\text{H}_2\text{S}$  溶液能使铜氨配合物的溶液产生  $\text{CuS}$  沉淀?

2. 已知  $[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$  比  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$  稳定，如果把  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液加到  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$  溶液中，会发生什么变化？
3. 设计一实验方案，确证光卤石  $\text{KMgCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  是复盐而不是配合物。
4. 衣服上沾有铁锈时，可用草酸洗去，试说明原理？
5. 在印染液中，常因某些离子（如  $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$  等）使染料颜色改变，加入 EDTA 便可纠正此弊。试说明原理。
6. 在检出卤素离子混合物中的  $\text{Cl}^-$  时，用  $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  处理卤化银沉淀；处理后所得的氨溶液用  $\text{HNO}_3$  酸化得白色沉淀，或在氨水处理液中加入  $\text{KBr}$  溶液得黄色沉淀，这两种现象都可以证明  $\text{Cl}^-$  的存在。为什么？