



中心科学实验

实验报告

系 _____ 专业 学号 _____ 姓名 _____
日期 2025.3.14 成绩 _____ 指导教师 _____

配合物的生成与性质

1 实验目的

- (1) 学习配合物及其组成
- (2) 学习配离子与简单离子、复盐的区别
- (3) 学习配离子的稳定性，螯合物的概念
- (4) 学习配位-解离平衡的移动及影响因素（配位-解离平衡与沉淀-溶解平衡、氧化-还原平衡以及酸碱平衡的关系）
- (5) 学习配合物的某些应用（离子的鉴定、掩蔽剂等）

2 实验原理

1. 配合物的组成

配合物的组成一般可分为内界和外界两个部分。中心离子和配位体组成配合物的内界，其余离子处于外界。

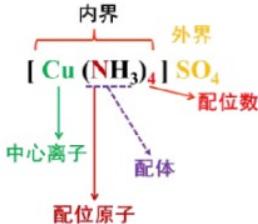


图 1 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ 的组成

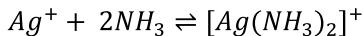
大部分配合物。溶解时外界与内界分离变为自由离子，而内界解离极少。所以不同配合物会有一定区别，并可利用该区别进行鉴定。此外一个金属离子形成配合物后，一系列性质都会发生改变，例如氧化性、还原性、颜色、溶解度等等都有所不同。

2. 配体

配体指配离子中与中心金属离子结合的分子或离子，配体中直接同中心金属离子相连的原子为配位原子。只含有一个配位原子的配体称为单齿配体，如 NH_3 、 H_2O 、 CO 、 F^- 等，含有两个及两个以上配位原子的配体成为多齿配体（又称螯合剂），如乙二胺 ($\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2$ ，缩写为 en)，乙二胺四乙酸根（缩写为 EDTA）。多齿配体与中心离子结合形成的配合物成为螯合物，螯合物通常具有较为稳定的结构。

3. 配位解离平衡

每种配合离子，例如 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ 、 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ 、 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 等配离子在溶液中同时存在着配位和离解两个相反的过程，即存在着配位-解离平衡。例如





中心科学实验

实验报告

系 _____ 专业 学号 _____ 姓名 _____
日期 2025.3.14 成绩 _____ 指导教师 _____

$$K_{\text{稳}} = \frac{[Ag(NH_3)_2^+]}{[Ag^+][NH_3]^2}$$

$$K_{\text{不稳定}} = \frac{1}{K_{\text{稳}}}$$

$K_{\text{稳}}$ 称为配合物的累积稳定常数，不同配离子具有不同的累积稳定常数。对于同种配位构型的配离子， $K_{\text{稳}}$ 值愈大，表示配离子愈稳定（有时平衡常数也用 $K_{\text{不稳定}}$ 表示， $K_{\text{不稳定}}$ 称为配合物的不稳定常数或解离常数， $K_{\text{稳}}$ 与 $K_{\text{不稳定}}$ 互为倒数。）

根据平衡移动原理，改变中心离子或配位体的浓度会使配位平衡发生移动。如加入沉淀剂、改变溶液的浓度，以及改变溶液的酸度等条件下，配位平衡都将发生移动。

3 实验风险评估及预防措施

3.1 化学品危险性评估及应急措施

无。

3.2 设备危险性评估及应急措施

无。

3.3 操作过程危险性评估及应急措施

无。

4 实验部分

4.1 实验内容

	实验步骤	实验现象	现象解释及方程式
配合物的生成和组成	取一支小试管，加入 1 mL 0.1 mol · L ⁻¹ CuSO ₄ 溶液，逐滴加入 6 mol · L ⁻¹ NH ₃ · H ₂ O，边加边振荡，观察产生沉淀的颜色和状态，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，一份加入几滴 0.1 mol · L ⁻¹ BaCl ₂ 溶液，另一份加入几滴 0.1 mol · L ⁻¹ NaOH 溶液，	先出现蓝色絮状沉淀，继续滴加后蓝色絮状沉淀快速消失，溶液由浅蓝色转变为深蓝紫色。滴加 BaCl ₂ 后，逐渐出现乳白色沉淀；滴加 NaOH 后，先产生沉淀后摇匀消失。	$2Cu^{2+} + 2NH_3 \cdot H_2O = Cu_2(OH)_2SO_4 \downarrow + 2NH_4^+$ $Cu_2(OH)_2SO_4 + 8NH_3 \cdot H_2O = 2Cu(NH_3)_4^{2+} + SO_4^{2-} + 2OH^- + 8H_2O$ $Ba^{2+} + SO_4^{2-} = BaSO_4 \downarrow$

小结：滴加氢氧化钠时游离铜离子被沉淀，但是由于铜氨有较大的 $K_{\text{稳}}$ ，摇匀后沉淀可以与氨水反应而溶解。以上说明铜氨配离子配位平衡的存在。



中心科学实验

实验报告

系 _____ 专业 学号 _____ 姓名 _____

日期 2025.3.14 成绩 _____ 指导教师 _____

配离子和简单离子性质的比较	<p>(1) Fe^{3+} 与 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ 的性质的比较 分别向两支盛着 0.5 mL 0.1 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ FeCl_3 和 0.1 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液的小试管中加入几滴 0.5 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ KSCN 溶液，观察现象。</p> <p>(2) Fe^{2+} 与 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ 的性质的比较 分别向两支盛着 0.5 mL 0.1 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 硫酸亚铁铵溶液和 0.1 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液的小试管中加入几滴 0.5 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ Na_2S 溶液</p> <p>(3) 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 $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$、$\text{NaOH}$、$\text{BaCl}_2$ 溶液检出其中的 K^+、Al^{3+} 和 SO_4^{2-}。</p>	<p>(1) 氯化铁溶液快速出现血红色，而赤血盐溶液无明显现象。</p> <p>(2) 硫酸亚铁铵溶液出现黑色沉淀，而黄血盐溶液无明显现象</p> <p>(3) 与 $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ 反应，产生黄色沉淀；与 NaOH 反应，产生白色沉淀后再滴加迅速溶解；与 BaCl_2 反应，产生白色沉淀。</p>	$\text{Fe} + 3\text{SCN}^- = \text{Fe}(\text{SCN})_3$ $\text{Fe}^{2+} + \text{S}^{2-} = \text{FeS} \downarrow$ $2\text{K}^+ + \text{Na}^+ + [\text{Co}(\text{NO}_2)_6]^{3-} = \text{K}_2\text{Na}[\text{Co}(\text{NO}_2)_6] \downarrow$ $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$ $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- = \text{Al}(\text{OH})_4^-$ $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$ 赤血盐、黄血盐的铁都在难以解离的内界，不产生游离的铁，所以不反应。而明矾则是一种复盐，溶解后全部解离，因而产生能够反应的游离离子。
	小结：以上实验可以体现配合物和复盐性质的明显不同。		
	<p>(1) 向小试管中加入 0.5 mL 0.5 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液，然后逐滴加入 6 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ HCl 溶液，观察溶液颜色的变化。再往溶液中加 1 滴 0.01 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NH_4SCN 溶液。再往溶液中滴加适量的 10% NH_4F 溶液（加至溶液颜色完全褪为无色），最后溶液中加几滴饱和 $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液。比较这四种 $\text{Fe}(\text{III})$ 配离子的稳定性，并说明它们之间的转化条件。</p> <p>(2) 在 0.5 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</p>	<p>(1) 颜色由棕黄色变为浅黄色，再由浅黄色变为血红色，再由血红色变为近乎无色的浅黄色，再由无色变为黄绿色（不纯净）</p> <p>(2) 黄血盐溶液迅速反应碘水褪色，亚铁离子溶液几乎无现</p>	$\text{Fe} + 4\text{Cl}^- = \text{FeCl}_4^-$ $\text{FeCl}_4^- + 3\text{SCN}^- = \text{Fe}(\text{SCN})_3 + 4\text{Cl}^-$ $\text{Fe}(\text{SCN})_3 + 6\text{F}^- = \text{FeF}_6^{3-} + 3\text{SCN}^-$ $\text{FeF}_6^{3-} + 3\text{C}_2\text{O}_4^{2-} = 6\text{F}^- + [\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]^{3-}$ $2\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-} + \text{I}_2 = 2\text{I}^- + 2\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$ $2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^-$ （几乎不反应）



中心科学实验

实验报告

系 _____ 专业 学号 _____ 姓名 _____

日期 2025.3.14 成绩 _____ 指导教师 _____

荡。比较 $\varphi(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+})$ 与 $\varphi([\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}/[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-})$ 的大小，并比较 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ 和 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ 配离子稳定性。	象	
--	---	--

小结：配离子稳定性： $\text{Fe}(\text{SCN})_3 < \text{FeCl}_4^- < \text{FeF}_6^{3-} < [\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]^{3-}$ 。稳定性差的配离子很容易转化为稳定性好的。

$\varphi(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) < \varphi([\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}/[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-})$

酸 碱 平 衡 与 配 位 平 衡	<p>(1) 向 0.5 mL 0.2 mol · L⁻¹ CuSO₄ 溶液中逐滴加入 2 mol · L⁻¹ NH₃ · H₂O，并振荡试管，直到最初生成的浅蓝色沉淀溶解为止，观察溶液的颜色。再向溶液中逐滴加入 1 mol · L⁻¹ H₂SO₄，溶液的颜色有何变化？是否有沉淀产生？继续加入 H₂SO₄ 到溶液显酸性又有什么变化？</p> <p>(2) 向 2 滴 0.1 mol · L⁻¹ Fe₂(SO₄)₃ 溶液中加入 10 滴饱和 (NH₄)₂C₂O₄ 溶液，溶液颜色有何变化？生成了什么？加入 1 滴 0.5 mol · L⁻¹ NH₄SCN 溶液，溶液颜色有无变化？再向溶液中逐滴加入 6 mol · L⁻¹ HCl，溶液颜色又有何变化？</p> <p>(3) 向 0.5 mL Na₃[Co(NO₂)₆] 溶液中逐滴加入 6 mol · L⁻¹ NaOH 溶液，并振荡试管，观察 [Co(NO₂)₆]³⁻ 的被破坏和 Co(OH)₃ 沉淀的生成。</p>	<p>(1) 先出现蓝色絮状沉淀，继续滴加后蓝色絮状沉淀快速消失，溶液由浅蓝色转变为深蓝色。加酸后，溶液颜色逐渐变浅。出现了蓝色的絮状沉淀，再加酸，颜色恢复至初始硫酸铜溶液的颜色，沉淀也溶解。</p> <p>(2) 先由蓝变绿，生成了三草酸合铁酸根。再滴一滴 NH₄SCN 无明显变化。</p> <p>(3) 红棕色的溶液中出现了褐色细颗粒沉淀。</p>	$2\text{Cu}^{2+} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{SO}_4 \downarrow + 2\text{NH}_4^+$ $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{SO}_4 + 8\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = 2\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{OH}^- + 8\text{H}_2\text{O}$ $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+} + 4\text{H}^+ = \text{Cu}^{2+} + 4\text{NH}_4^+$ $2\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- + \text{SO}_4^{2-} = \text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{SO}_4 \downarrow$ $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{SO}_4 \downarrow + 2\text{H}^+ = 2\text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{Fe}^{3+} + 3\text{C}_2\text{O}_4^{2-} = [\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]^{3-}$ $[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]^{3-} + 6\text{H}^+ + 3\text{SCN}^- = 3\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{Fe}(\text{SCN})_3$ $\text{Co}(\text{NO}_2)_6^{3-} + 3\text{OH}^- = \text{Co}(\text{OH})_3 \downarrow + 6\text{NO}_2^-$
	小结：不稳定的配合物容易被酸碱通过拉动配位平衡而破坏。		
	(1) 向 0.5 mL 0.2 mol · L ⁻¹ CuSO ₄ 溶液中逐滴加入 2 mol · L ⁻¹ NH ₃ · H ₂ O，并振荡试管，直到最初生成的浅蓝色沉淀溶解为止，观察溶液的颜色。向溶液中逐滴	(1) 先出现蓝色絮状沉淀，继续滴加后蓝色絮状沉淀快速消失，溶液由浅	$2\text{Cu}^{2+} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{SO}_4 \downarrow + 2\text{NH}_4^+$ $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{SO}_4 + 8\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = 2\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{OH}^- + 8\text{H}_2\text{O}$ $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+} + \text{S}^{2-} = \text{CuS} \downarrow + 4\text{NH}_3$ $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl} \downarrow$

沉淀 平衡 与	<p>(1) 向 0.5 mL 0.2 mol · L⁻¹ CuSO₄ 溶液中逐滴加入 2 mol · L⁻¹ NH₃ · H₂O，并振荡试管，直到最初生成的浅蓝色沉淀溶解为止，观察溶液的颜色。向溶液中逐滴</p>	<p>(1) 先出现蓝色絮状沉淀，继续滴加后蓝色絮状沉淀快速消失，溶液由浅</p>	$2\text{Cu}^{2+} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{SO}_4 \downarrow + 2\text{NH}_4^+$ $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{SO}_4 + 8\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = 2\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{OH}^- + 8\text{H}_2\text{O}$ $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+} + \text{S}^{2-} = \text{CuS} \downarrow + 4\text{NH}_3$ $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl} \downarrow$
---------------	--	---	--



中心科学实验

实验报告

系 _____ 专业 学号 _____ 姓名 _____

日期 2025.3.14 成绩 _____ 指导教师 _____

配位平衡	<p>加入 $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ Na_2S 溶液，是否有沉淀产生？写出反应式。</p> <p>(2) 向离心管中加入 0.5 mL $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ AgNO_3 溶液和 0.5 mL $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaCl 溶液，离心分离，弃去清液。用蒸馏水洗涤沉淀两次，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 1 滴 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaCl 溶液，是否有 AgCl 沉淀生成？再加入 1 滴 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ KBr 溶液，有无 AgBr 沉淀生成？沉淀是什么颜色？继续加入 KBr 溶液，至不再产生 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，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 1 滴 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ KBr 溶液，是否有 AgBr 沉淀生成？再加 1 滴 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ KI 溶液，有没有 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 AgCl、AgBr、AgI 的 K_{sp} 的大小和 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$、$[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^-$ 的 $K_{\text{稳}}$ 的大小。</p>	<p>蓝色转变为深蓝紫色。加酸后，溶液颜色逐渐变浅。出现了蓝色的絮状沉淀。再加酸，颜色恢复至初始硫酸铜溶液的颜色，沉淀也溶解。加入硫化钠后，迅速产生黑色沉淀，而溶液的蓝紫色退去。</p> <p>(2) 氨水溶解氯化银后再添加氯离子不再产生沉淀。但加入溴化钾后迅速产生了淡黄色的沉淀。硫代硫酸钠溶解后引入溴离子不沉淀，但引入碘离子后生成黄色沉淀。</p>	$\text{AgCl} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{Cl} + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+ + \text{Br}^- = \text{AgBr} \downarrow + 2\text{NH}_3$ $\text{AgBr} + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} = [\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-} + \text{Br}^-$ $[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-} + \text{I}^- = \text{AgI} \downarrow + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$
氧化还原平衡	<p>向 5 滴 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ KI 溶液中加入 5 滴 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ FeCl_3 溶液，振荡试管，观察溶液颜色的变化，发生了什么反应？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</p>	<p>溶液由黄色变为橙红色，碘离子被氧化为单质碘溶于水中。</p> <p>滴加草酸铵后，碘水深红色褪</p>	$2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- = 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$ $\text{Fe}^{3+} + 3\text{C}_2\text{O}_4^{2-} = [\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]^{3-}$



中心科学实验

实验报告

系 _____ 专业 学号 _____ 姓名 _____

日期 2025.3.14 成绩 _____ 指导教师 _____

与配位平衡	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。	色而溶液颜色转变为黄至黄绿色。这里游离的微量三价铁与草酸根配位生成翠绿色配合物而碘水的棕红色因其氧化了初始反应产生的二价铁而褪去橙红色。大量二价铁再被氧化而显示出黄色。
-------	-------------------------------	--

小结：Fe³⁺与草酸根配合的 K 稳很大，使第一个方程中三价铁离子浓度大幅下降，促使了反应向逆反应方向移动，改变了平衡。从而体现配位平衡可以通过改变离子浓度，改变氧化还原的电势。

配位平衡的移动	在盛有 5 mL 0.5 mol · L ⁻¹ CuSO ₄ 溶液的小烧杯中逐滴加入 6 mol · L ⁻¹ NH ₃ · H ₂ O，至生成碱式盐 Cu ₂ (OH) ₂ SO ₄ 沉淀又溶解为止。然后加入 6 mL 95% 的乙醇。观察晶体的析出。离心分离，用少量乙醇洗涤晶体，观察晶体颜色，写出反应式。 取上面制备的晶体少许溶于 4 mL 2 mol · L ⁻¹ NH ₃ · H ₂ O 中，得到 [Cu(NH ₃) ₄] ²⁺ 溶液。自己设计步骤并进行实验，分别用酸碱反应(加入浓酸或浓碱)、沉淀反应(加入饱和 H ₂ S 溶液)、氧化还原反应 ([Cu(NH ₃) ₄] ²⁺ + 2e = Cu + 4NH ₃ φ ^θ = -0.02V, [Zn(NH ₃) ₄] ²⁺ + 2e = Zn + 4NH ₃ φ ^θ = -1.02V)(加入锌单质)及生成更稳定配合物(如螯合物)(加入乙二胺或 EDTA)的	(3) (1) 先出现蓝色絮状沉淀，继续滴加后蓝色絮状沉淀快速消失，溶液由浅蓝色转变为深蓝紫色。加酸后，溶液颜色逐渐变浅。出现了蓝色的絮状沉淀。再加酸，颜色恢复至初始硫酸铜溶液的颜色，沉淀也溶解。加入硫化钠后，迅速产生黑色沉淀，而溶液的蓝紫色退去。加入盐酸后，蓝	Cu(NH ₃) ₄ ²⁺ + 4H ⁺ = Cu ²⁺ + 4NH ₄ ⁺ 2Cu ²⁺ + 2OH ⁻ + SO ₄ ²⁻ = Cu ₂ (OH) ₂ SO ₄ ↓ Cu ₂ (OH) ₂ SO ₄ ↓ + 2H ⁺ = 2Cu ²⁺ + SO ₄ ²⁻ + 2H ₂ O Cu(NH ₃) ₄ ²⁺ + S ²⁻ = CuS↓ + 4NH ₃ Cu(NH ₃) ₄ ²⁺ + Zn = Zn(NH ₃) ₄ ²⁺ + Cu ²⁺ + 4NH ₃ Cu(NH ₃) ₄ ²⁺ + EDTA = CuEDTA ²⁺ + 4NH ₃
---------	--	---	--



中心科学实验

实验报告

系 _____ 专业 学号 _____ 姓名 _____

日期 2025.3.14 成绩 _____ 指导教师 _____

方法破坏 $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ 。写出有关反应式。	色变浅，先产生沉淀后溶解，溶液恢复初始颜色；加入硫化钠，产生大量黑色沉淀，溶液褪色；加入锌片静置许久后，表面出现铜的红棕色；加入 EDTA，溶液颜色迅速变浅。	
------------------------------------	---	--

小结：酸碱、沉淀剂分别通过破坏配体和切断配位键形成更稳定共价键来解配位，Zn 利用氧化还原反应置换铜，而 EDTA 通过更强的螯合配位置换换了配体。

配合物的某些应用 (1) 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 Ni^{2+} 试液 ($0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} NiSO_4$)、 $6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 氨水和 1% 二乙酰二肟溶液(秋加也夫试剂)各 1 滴，有鲜红色沉淀生成表示有 Ni^{2+} 存在。 (2) 利用生成配合物掩蔽干扰离子 取 Fe^{3+} 和 Co^{2+} 混合试液 2 滴(或各取 1 滴 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} CoCl_2$ 和 $FeCl_3$ 溶液)于小试管中，加 8~10 滴饱和 NH_4SCN 溶液，有何现象？逐滴加入 $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} NH_4F$ 溶液并摇动试管，有何现象？继续滴加至溶液变为淡红色 (Co^{2+} 的颜色) 后加 6 滴戊醇，振荡试管、静置、观察戊醇层的颜色。	(1) 的确产生了鲜红色沉淀 加入硫氰化铵，溶液变为血红色；加入氟化铵后，血红色褪去，逐渐粉色出现，再加入戊醇，有机层中出现蓝色。 $Ni^{2+} + 2 \begin{array}{c} OH \\ \\ N=C=O \\ \\ OH \end{array} \rightarrow \begin{array}{c} \sim\sim\sim \\ \\ N-C-N \\ \\ O^- \\ \\ O^- \\ \\ H \end{array} \begin{array}{c} \sim\sim\sim \\ \\ N-C-N \\ \\ O^- \\ \\ O^- \\ \\ H \end{array} Ni^{2+} \sim\sim\sim$ $+ 2H^+$ $Fe + 3SCN^- = Fe(SCN)_3$ $Fe(SCN)_3 + 6F^- = FeF_6^{3-} + 3SCN^-$ $Co^{2+} + 4SCN^- = Co(SCN)_4^{2-}$	
--	---	--

小结：利用某些稳定或具有特征性颜色的配合物，可以特异性、高灵敏度地检验某些离子，作为这些离子的特征试剂。



中心科学实验

实验报告

系 _____ 专业 学号 _____ 姓名 _____
日期 2025.3.14 成绩 _____ 指导教师 _____

5 思考题

5.1 KSCN 溶液检查不出 $K_3[Fe(CN)_6]$ 溶液中的 Fe^{3+} ; Na_2S 溶液不能与 $K_4[Fe(CN)_6]$ 溶液中的 Fe^{2+} 反应生成 FeS 沉淀, 这是否表明这两种配合物的溶液中不存在 Fe^{3+} 和 Fe^{2+} ? 为什么 Na_2S 溶液不能使 $K_4[Fe(CN)_6]$ 溶液产生 FeS 沉淀, 而饱和 H_2S 溶液能使铜氨配合物的溶液产生 CuS 沉淀?

不能表明这两种配合物的溶液中不存在 Fe^{3+} 和 Fe^{2+} , 存在溶解沉淀平衡。

饱和 H_2S 溶液能导致 CuS 沉淀产生, 同时 NH_3 转变为 NH_4^+ , 这两个反应同时促进平衡移动。

5.2 已知 $[Ag(S_2O_3)_2]^-$ 比 $[Ag(NH_3)_2]^+$ 稳定, 如果把 $Na_2S_2O_3$ 溶液加到 $[Ag(NH_3)_2]^+$ 溶液中会发生什么变化?

先生成硫代硫酸银沉淀(微溶), 溶液过量时溶解生成 $[Ag(S_2O_3)_2]^-$ 。

5.3 设计一实验方案确证光卤石 $KMgCl_3 \cdot 6H_2O$ 是复盐而不是配合物。

取三份样品溶液, 分别加入硝酸酸化的硝酸银溶液, 氢氧化钠溶液, $Na_3[Co(NO_2)_6]$ 溶液; 对应现象为产生白色沉淀, 产生白色沉淀, 产生黄色沉淀。说明有孤立的 K^+, Mg^{2+}, Cl^- 存在, 符合复盐而不是配合物的特征。

5.4 衣服上沾有铁锈时, 可用草酸洗去, 试说明原理?

生成易溶的 $[Fe(C_2O_4)_3]^{3-}$ 。

5.5 在印染液中, 常因某些离子(如 Fe^{3+} 、 Cu^{2+} 等)使染料颜色改变, 加入 EDTA 便可纠正此弊, 试说明原理。

生成 $[EDTA]^{n-}$, 绝大部分金属离子生成的该配合物都是无色的。

5.6 在检出卤素离子混合物中的 Cl^- 时, 用 $2\text{ mol} \cdot L^{-1} NH_3 \cdot H_2O$ 处理卤化银沉淀; 处理后所得的氨溶液用 HNO_3 酸化得白色沉淀, 或在氨水处理液中加入 KBr 溶液得黄色沉淀, 这两种现象都可以证明 Cl^- 的存在。为什么?

AgX 中只有 $AgCl$ 能溶于氨水, 因此若清液中含有大量 $[Ag(NH_3)_2]^+$, 则说明之前沉淀中存在 $AgCl$, 即样品中存在 Cl^- ; HNO_3 酸化使 NH_3 反应为 NH_4^+ , 促进 $[Ag(NH_3)_2]^+$ 解离, 生成白色沉淀 $AgCl$ 。 $K_{sp}(AgBr)$ 过小拉动了 $[Ag(NH_3)_2]^+$ 的解离平衡, 生成 $AgBr$ 。两者均说明清液中含有足够的 $[Ag(NH_3)_2]^+$, 即证明 Cl^- 的存在。