**实验现象记录表**

| **实验步骤** | **实验操作** | **观察到的现象** | **现象解释（含化学方程式）** |
| --- | --- | --- | --- |
| **一、模拟液中 Ag⁺、Cu²⁺ 的鉴定** |  |  |  |
| 1.1 | 在试管中加入1.5 mL模拟液，加入约4 mL去离子水，振荡混匀。 | 溶液由清澈变为**白色浑浊**。 | **原因：** 稀释后，Cl⁻ 浓度降低，原本以[AgCl₂]⁻形式存在的Ag⁺释放出AgCl沉淀。 **化学方程式：** [AgCl₂]⁻ ⇌ AgCl↓ + Cl⁻ |
| 1.2 | 取1.5 mL上述浑浊溶液于洁净试管中，加入3~5滴6 mol/L NH₃·H₂O，振荡。 | 溶液由浑浊变为**澄清**。 | **原因：** AgCl与NH₃反应，形成可溶性的二氨合银离子，AgCl沉淀溶解。 **化学方程式：** AgCl↓ + 2NH₃·H₂O → [Ag(NH₃)₂]⁺ + Cl⁻ + 2H₂O |
| 1.3 | 向上述溶液中加入6 mol/L HNO₃至溶液呈酸性，振荡。 | 溶液重新出现**白色浑浊**。 | **原因：** H⁺与NH₃结合形成NH₄⁺，[Ag(NH₃)₂]⁺解离，释放出Ag⁺，Ag⁺与Cl⁻结合形成AgCl沉淀。 **化学方程式：** [Ag(NH₃)₂]⁺ + 2H⁺ → Ag⁺ + 2NH₄⁺ Ag⁺ + Cl⁻ → AgCl↓ |
| 1.4 | 取1.5 mL模拟液于试管中，加入数滴1% DDTC-Na溶液，振荡。 | 溶液中出现**深黄棕色沉淀**。 | **原因：** Cu²⁺与DDTC⁻（铜试剂）反应，形成难溶的Cu(DDTC)₂沉淀。 **化学方程式：** Cu²⁺ + 2DDTC⁻ → Cu(DDTC)₂↓ |
| **二、溶液中金、银、铜的提取及鉴定** |  |  |  |
| **2.1 镍丝的表面处理** |  |  |  |
| 2.1.1 | 取两根约7 cm长的镍丝，用砂纸打磨一端约2 cm长的部分，直至光亮。 | 镍丝表面由暗淡变为**银白色光亮**。 | **原因：** 打磨去除了镍丝表面的氧化膜和杂质，露出纯净的金属表面，增强了镍的活性。 |
| 2.1.2 | 用洗涤剂清洗镍丝，后用去离子水冲洗，晾干备用。 | 镍丝表面洁净，无油污。 | **原因：** 去除了表面的油污和残留物，防止影响后续的置换反应。 |
| **2.2 溶液中金、银、铜的提取** |  |  |  |
| 2.2.1 | 在两支试管中分别加入1.5 mL模拟液，将处理好的镍丝插入溶液中。 | 起初，镍丝表面无明显变化。 |  |
| 2.2.2 | 将试管置于35 ℃水浴中，加热30分钟，期间观察镍丝变化。 | **5分钟**：镍丝表面出现**浅黄色**沉积。 **15分钟**：浅黄色加深，镍丝呈现**金黄色**。 **30分钟**：镍丝表面出现**暗色沉积**，颜色由金黄转为**灰褐色**。 | **原因：** 镍与Au³⁺、Ag⁺、Cu²⁺发生置换反应，金属Au、Ag、Cu依次沉积在镍丝表面。 颜色变化是由于不同金属的颜色叠加。 **化学方程式：** ① 镍置换金： 3Ni + 2[AuCl₄]⁻ → 3Ni²⁺ + 2Au↓ + 8Cl⁻ ② 镍置换银： Ni + 2[AgCl₂]⁻ → Ni²⁺ + 2Ag↓ + 4Cl⁻ ③ 镍置换铜： Ni + Cu²⁺ → Ni²⁺ + Cu↓ |
| 2.2.3 | 取出镍丝，用去离子水冲洗干净，晾干备用。 | 镍丝表面覆盖一层**金属薄膜**，颜色较暗。 | **原因：** 冲洗去除了未反应的离子和溶液残留，保留置换出的金属。 |
| **2.3 提取物中金、银、铜的鉴定** |  |  |  |
| **（1）金的鉴定** |  |  |  |
| 2.3.1 | 将一根镍丝插入试管中，加入1.5 mL 6 mol/L HNO₃，振荡。 | 溶液逐渐变为**绿色**，并有**棕红色气体**（NO₂）产生，镍丝部分溶解，有**细小金属颗粒**脱落。 | **原因：** HNO₃氧化溶解了镍和铜，生成Ni²⁺和Cu²⁺，放出NO₂气体。 不溶的金属颗粒为金。 **化学方程式：** ① 镍溶解： 3Ni + 8H⁺ + 2NO₃⁻ → 3Ni²⁺ + 2NO↑ + 4H₂O ② 铜溶解： Cu + 4H⁺ + 2NO₃⁻ → Cu²⁺ + 2NO₂↑ + 2H₂O ③ 金不溶于HNO₃，故残留。 |
| **（2）银的鉴定** |  |  |  |
| 2.3.2 | 取上述硝酸浸出液的一半于试管中，加入数滴1 mol/L NaCl溶液，振荡。 | 溶液中出现**白色沉淀**。 | **原因：** Ag⁺与Cl⁻结合，生成难溶的AgCl沉淀。 **化学方程式：** Ag⁺ + Cl⁻ → AgCl↓ |
| **（3）铜的鉴定** |  |  |  |
| 2.3.3 | 将另一根镍丝插入试管中，加入1.5 mL 6 mol/L NH₃·H₂O，振荡。 | 溶液逐渐变为**深蓝色**。 | **原因：** 镍丝表面的铜被NH₃·H₂O氧化溶解，形成四氨合铜(II)离子。[Cu(NH₃)₄]²⁺使溶液呈蓝色。 **化学方程式：** Cu + 4NH₃·H₂O + ½O₂ → [Cu(NH₃)₄]²⁺ + 2OH⁻ + H₂O |
| 2.3.4 | 向上述溶液中加入数滴1% DDTC-Na溶液，振荡。 | 溶液中出现**深黄棕色沉淀**。 | **原因：** [Cu(NH₃)₄]²⁺与DDTC⁻反应，生成Cu(DDTC)₂沉淀。 **化学方程式：** [Cu(NH₃)₄]²⁺ + 2DDTC⁻ → Cu(DDTC)₂↓ + 4NH₃ |
| **（4）对比实验（铜丝）** |  |  |  |
| 2.3.5 | 将一根纯铜丝插入含1.5 mL 6 mol/L NH₃·H₂O的试管中，振荡。 | 溶液变为**深蓝色**。 | **原因：** 铜丝与NH₃·H₂O反应，生成[Cu(NH₃)₄]²⁺。 同上方程式。 |
| 2.3.6 | 向上述溶液中加入数滴1% DDTC-Na溶液，振荡。 | 溶液中出现**深黄棕色沉淀**。 | **原因：** [Cu(NH₃)₄]²⁺与DDTC⁻反应，生成Cu(DDTC)₂沉淀，验证了铜的存在。 同上方程式。 |

**实验总结**

* **模拟液稀释后出现白色浑浊**，是由于AgCl的沉淀形成。
* **加入NH₃·H₂O后溶液变澄清**，AgCl溶解生成[Ag(NH₃)₂]⁺。
* **酸化后溶液重新变浑浊**，[Ag(NH₃)₂]⁺解离，AgCl再次沉淀。
* **加入铜试剂出现深黄棕色沉淀**，说明Cu²⁺的存在。
* **镍丝置换反应中颜色变化**，反映了Au、Ag、Cu的沉积过程。
* **硝酸浸泡后产生棕红色气体**，Ni和Cu溶解，Au不溶，验证了金的存在。
* **氨水浸泡后溶液变蓝**，说明有Cu溶解形成配离子。
* **加入铜试剂后再次出现沉淀**，进一步确认了Cu的存在。

**注意事项**

* **镍丝表面必须充分打磨和清洗**，否则置换反应无法顺利进行。
* **加热时温度控制在35 ℃**，过高可能影响反应效果。
* **操作浓硝酸和浓氨水时要注意安全**，佩戴防护用品。
* **废液收集处理**，防止环境污染。