



## 溶液中金、银、铜的提取及鉴定

### 一、实验目的

1. 了解化学置换反应的基本原理。
2. 掌握几种金属离子的基本化学鉴定方法。

### 二、实验原理

自然界纯金极少，含金矿物常含银、铜、铁、钼、铋、铂、镍、碲、硒、钨等伴生元素，自然含金矿物中含银 15%以上者称银金矿、含铜 20%以上者称铜金矿、含钼 5-11%者称钼金矿、含铋 4%以上者称铋金矿。

根据各类含金矿石的特点，可采用重选、混汞、浮选、氰化、硫脲、炭浆和树脂吸附等技术中的一种或多种综合性的工艺进行提金。其中的氰化、硫脲法均是先将矿石中单质的金进行氧化，形成相应的配合物后再进行还原，最后得到单质金。根据金属活动顺序，即 K、Ba、Ca、Na、Mg、Al、Mn、Zn、Cr、Fe、Ni、Sn、Pb、(H)、Cu、Hg、Ag、Pt、Au。位置较前的金属单质可以将位置较后的金属离子置换为金属单质。

本实验根据置换反应原理，利用金属镍的活泼性，从含金、银、铜离子的模拟混合液中提取金属单质，使其在镍丝表面形成金属薄膜。

为检验所置换出来的金属，将 2 根经过置换反应的镍丝分别浸入 6 mol/L 的硝酸溶液和氨水中，再对此溶液进行进一步的鉴定，其原理如下图所示：

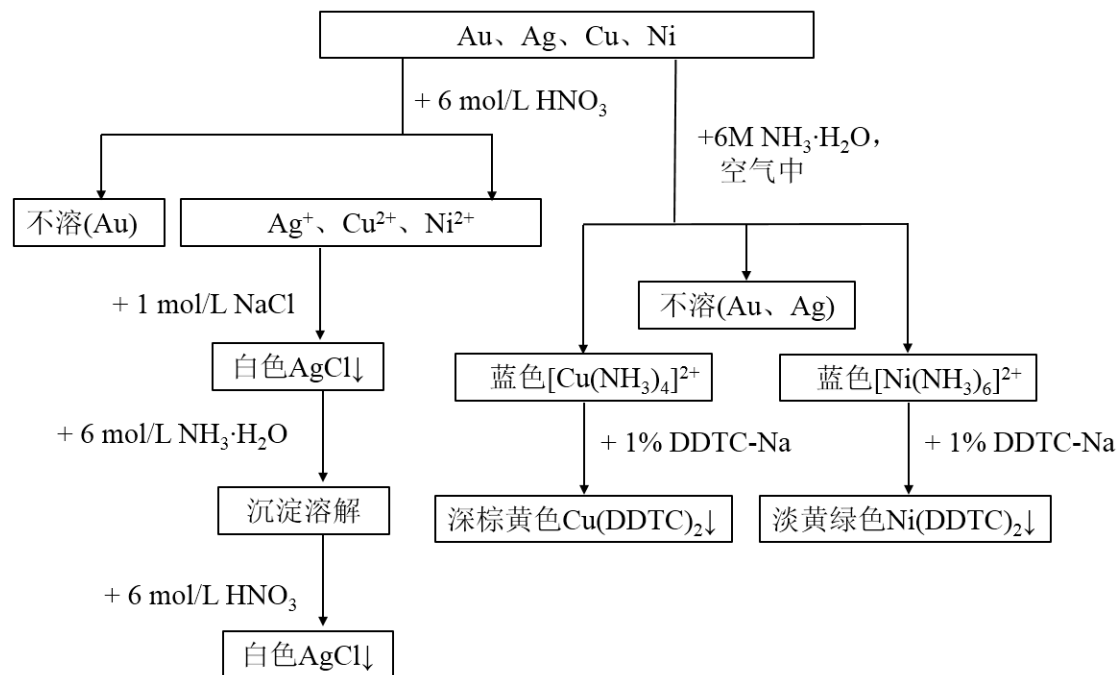
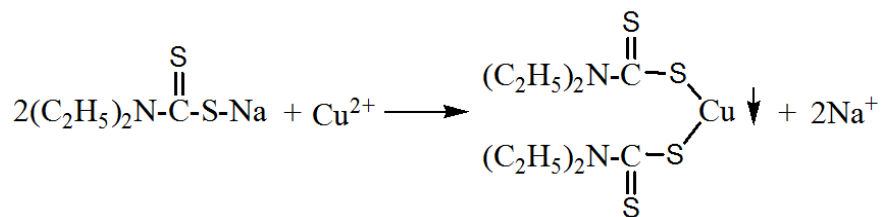


图 1 金、银、铜、镍金属及离子的鉴定流程示意图

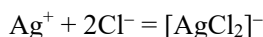
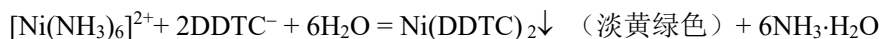
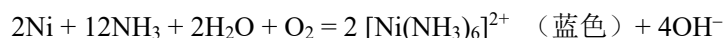
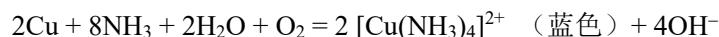
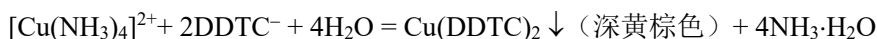
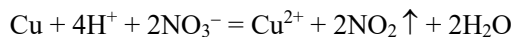
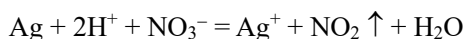
水合的二乙基二硫代氨基甲酸钠，是普遍使用的铜试剂，在弱酸性、中性或弱碱性时，



能与铜离子发生特征反应，生成摩尔比为 1:2 的深黄棕色配合物沉淀：



模拟混合液由  $\text{HAuCl}_4$ 、 $\text{AgNO}_3$ 、 $\text{CuCl}_2$ 、 $\text{NaCl}$  及水按一定比例配制而成。若对模拟液中所含金属离子的种类进行鉴定，亦可利用上述原理进行。因模拟液中含有大量  $\text{Cl}^-$ ，所以模拟液中的银离子以  $[\text{AgCl}_2]^-$  存在。上述鉴定涉及的主要反应方程式如下：



### 三、实验仪器和试剂

仪器及材料：磁力搅拌器，试管架，平口试管，滴管，砂纸，镊子，pH 试纸，烧杯，结晶皿，玻璃棒，表面皿

试剂：镍丝（2.5N， $\varnothing 1\text{ mm}$ ），铜丝（3N， $\varnothing 0.45\text{ mm}$ ）， $\text{HAuCl}_4$ （A.R.）， $\text{AgNO}_3$ （A.R.）， $\text{CuCl}_2$ （A.R.）， $\text{NaCl}$ （A.R.）， $\text{HNO}_3$ （A.R.）， $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ （A.R.），三水合二乙基二硫代氨基甲酸钠（DDTC-Na，铜试剂，A.R.）

溶液：模拟混合液（由  $\text{HAuCl}_4$ 、 $\text{AgNO}_3$ 、 $\text{CuCl}_2$ 、 $\text{NaCl}$  及水配制而成），6 mol/L  $\text{HNO}_3$  溶液、6 mol/L  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  溶液，1 mol/L  $\text{NaCl}$  溶液，1% DDTC-Na 溶液，去离子水

### 四、实验内容

（以下所有步骤的实验现象均需解释原因，如果发生了化学反应必须写出相应的反应方程式）

#### 1. 模拟液中 $\text{Ag}^+$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 的鉴定

在模拟液中，金、银、铜三种元素分别以  $[\text{AuCl}_4]^-$ 、 $[\text{AgCl}_2]^-$  以及  $[\text{CuCl}_4]^{2-}$  配离子的形式



存在。

在装有 1.5 mL 模拟液的试管中加入约 4 mL 去离子水，振荡。若溶液变浑浊，取其中约 1.5 mL 溶液于另一洁净试管中，并加入 3~5 滴 6 mol/L  $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$  溶液，若溶液由浑浊变澄清，再加入 6 mol/L  $\text{HNO}_3$  酸化，若溶液重新变浑浊，说明  $\text{Ag}^+$  离子存在。

取 1.5 mL 模拟液至试管中，加入数滴铜试剂，振荡，观察实验现象。若出现棕黄色沉淀，说明模拟液中有  $\text{Cu}^{2+}$  离子存在。

## 2. 溶液中金、银、铜的提取及鉴定

### 2.1 镍丝的表面处理

取两根长约 7 cm 的镍丝，用砂纸充分打磨其中的一端（约 2 cm 长）后，再用洗涤剂清洗，以除去表面油污，并用去离子水淋洗后备用。

### 2.2 溶液中金、银、铜的提取

在两支试管中分别加入约 1.5 mL 的模拟液，再将两根镍丝经表面处理的一端分别插入模拟液中。打开磁力搅拌器，设置水浴温度为 35 °C，将两支试管放入 100 mL 烧杯中，烧杯中加入适量水，再在水浴锅中加热，观察镍丝表面的变化，记录现象。30 min 后，将镍丝取出，用去离子水淋洗干净，去除附着在镍丝表面的金属离子，即得到经镍置换的金属膜。

### 2.3 提取物中金、银、铜的鉴定

将其中一根经置换的镍丝插入洁净的试管中，加入约 1.5 mL 的 6 mol/L  $\text{HNO}_3$  溶液，振荡试管并不时地观察，直至有细小的金属丝脱落。若该浸出液中脱落的细小金属丝在 6 mol/L  $\text{HNO}_3$  不溶，则有金的存在。

取出一半浸出液至另一支洁净的试管中，加数滴 1 mol/L  $\text{NaCl}$  溶液，按照上述方法判断浸出液中是否有  $\text{Ag}^+$  离子存在。

将另一根经置换的镍丝插入洁净的试管中，加入约 1.5 mL 的 6 mol/L 的  $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$  溶液，振荡，观察现象；再加入数滴铜试剂，振荡，观察是否有  $\text{Cu}^{2+}$  离子存在。此外，将纯铜丝插入另一根含 6 mol/L 的  $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$  的试管中，振荡，观察现象；再加入数滴铜试剂，振荡，用于实验对比。

## 五、思考题

- 1、 为何对模拟液进行稀释后会出现白色浑浊现象？
- 2、 实验中银离子的鉴定步骤中需要加入  $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$  溶液，再加入  $\text{HNO}_3$  酸化，请解释原因。

## 六、注意事项

- 1、 由于镍丝表面存在氧化膜，通过打磨以去除。

## 参考资料

[1] 天津大学无机化学教研室，无机化学（第三版）[M]，高等教育出版社，2002



[2] 宋天佑, 无机化学(下册) [M], 高等教育出版社, 2004