

此“变”非彼“变”

——析两种典型铜盐溶液的“色变”

安徽省安庆师范学院化学系 246011 司晓明 夏宏宇

文章编号:1002-2201(2004)03-0037-01

中图分类号:G633.8

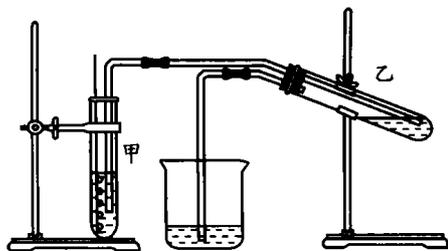
文献标识码:C

众所周知, $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 溶液呈蓝色, 但 Cu 和浓 HNO_3 反应后残留液颜色却为绿色, 而 Cu 和 Cl_2 反应生成 CuCl_2 , 其水溶液的颜色浓时也呈绿色, 稀时呈蓝色。课本中只给出了 CuCl_2 溶液颜色随其浓度的改变而改变这一解释, 而且此知识在教师用书及高等无机教材中均有详细说明。但对于 Cu 和浓 HNO_3 反应后的溶液为何呈绿色? 在课本、教师用书及相关资料中都没有作说明, 这样给中学老师在教学过程中带来诸多不便, 本文通过相关实验就此问题作一探讨, 与老师们共同研讨和商榷。

一、实验过程

1. 分别取 Cu 与浓 HNO_3 反应后的绿色残留液于两只洁净干燥的试管中, 对其一支进行多次振荡、静置, 最终溶液颜色由振荡前绿色转变为深蓝色(此过程耗时 30 min 左右)。向另一支试管中逐滴加入蒸馏水并振荡, 其溶液由绿色——深蓝——淡蓝。

2. 在通风橱中, 按附图所示, 将一根下端弯成螺旋状且可抽动的铜丝插入盛有足量浓硝酸的试管甲中, 立即可观察到试管中充满红棕色的 NO_2 气体。将气体经导管通入到倾斜的试管乙的淡蓝色 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 溶液(实验 1 留下的)内, 随着实验进行, 试管乙中的溶液蓝色加深, 很快又转变成绿色, 继续通入 NO_2 , 绿色保持不变, 向上抽起铜丝, 使反应停止。



附图 实验装置

二、讨论

由于 Cu 与浓 HNO_3 反应, 产生大量红棕色 NO_2

气体, 一部分 NO_2 气体溶解在溶液中呈黄色, 而溶液中 $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ 颜色呈蓝色, 两者的混合色为绿色。另外文献中现已知只有 $\text{Cu}(\text{NO}_2)_2$ 和水生成的配合物是呈绿色的, 但本实验开始时溶液中硝酸过量, 所以亚硝酸根不可能存在。即生成物中根本不存在有绿色的配合物。实验 1 中振荡、静置试管的目的是让溶解在浓溶液中的 NO_2 气体逸出, 经过多次振荡、静置, 溶液中溶解的 NO_2 气体量极少, 只有浓度很高的 $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$, 故振荡、静置后溶液为深蓝色。滴加水由绿——深蓝——淡蓝, 颜色变化时间很短, 是因为 NO_2 遇 H_2O 随即反应:



NO_2 气体很快被除掉, 所以溶液颜色快速从绿色转变成蓝色。随后, 蓝色 $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ 浓度随加水量增多进一步被稀释, 最终为淡蓝色。实验 2 采取了逆向思维方式给予上述解释以有力的证实, 因为通入的 NO_2 气体与 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 稀溶液中的水发生反应, 使溶液变浓, $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ 浓度增加, 溶液蓝色加深, 随着溶液中水量逐渐减少到一定程度, 溶液中硝酸浓度逐渐增大, 继续通进的二氧化氮气体便溶于其中形成黄色溶液, 这样和原有的 $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ 蓝色相调和成为绿色。

三、总结

综上所述, 铜和硝酸反应 $[\text{Cu} + 4\text{HNO}_3(\text{浓}) = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}]$ 后的溶液呈绿色, 是由 NO_2 气体溶于其中而导致的, 而与 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 浓度本身高低无关。而已知的 CuCl_2 溶液颜色的改变与其浓度相关, 很浓溶液显黄色, 浓溶液呈绿色, 稀溶液显蓝色, 黄色是由于 $[\text{CuCl}_4]^{2-}$ 配离子的存在, 而蓝色是由于 $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ 配离子的存在, 两者并存时显绿色。这样虽然 Cu 和 HNO_3 反应后的溶液与 CuCl_2 浓溶液颜色均呈绿色, 但变化的本质不同, 即此“变”非彼“变”。