

鲎 (hòu) 血何以显蓝色: 配合物的形成

Unveiling the bonding process of coordination

宜兴市和桥高中 侯保林

中国三农发布 bilibili

主持人 辛嘉宝

我们在科幻大片当中呢

1人正在看



入境

Q1 看过短片，你有哪些疑惑期待本节课解决？

材料一： 鲎是一种低等的史前动物，它的血液是蓝色的，其原因是血液中的蛋白质主要为含有 Cu^{2+} 的血蓝蛋白。



猜想

Q2 提出你的猜想：

CuSO_4 固体是白色的，但 CuSO_4 水溶液和 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 晶体却是蓝色的，与谁相关？



CuSO_4 固体



CuSO_4 溶液



$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$



循证

Q3 如何证明蓝色是H₂O和Cu²⁺作用的结果呢?

氯化铜水溶液:



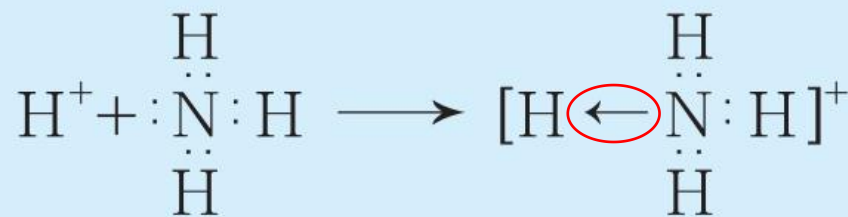
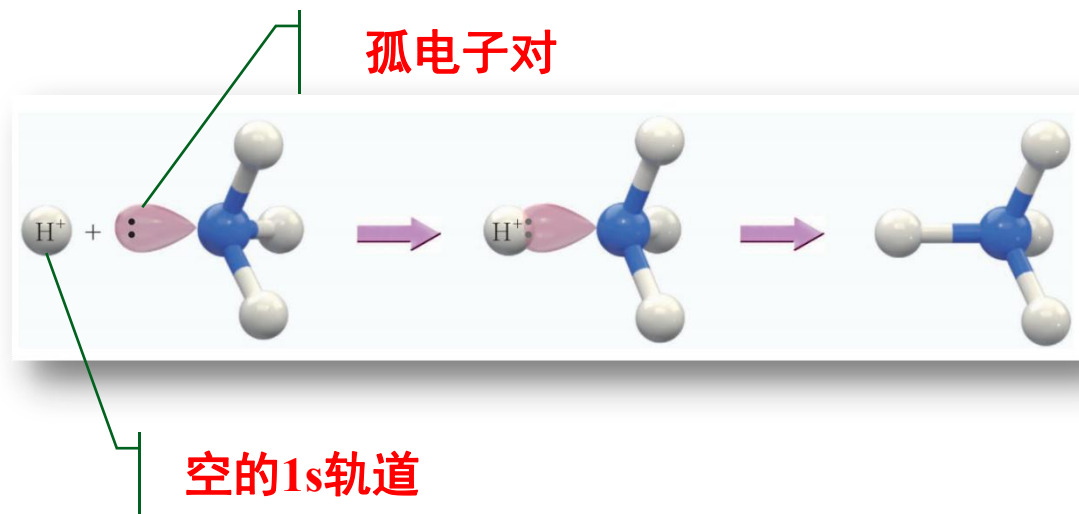
Q4 Cu²⁺和H₂O形成的蓝色微粒是什么呢?

四水合铜配离子: [Cu(H₂O)₄]²⁺



同化

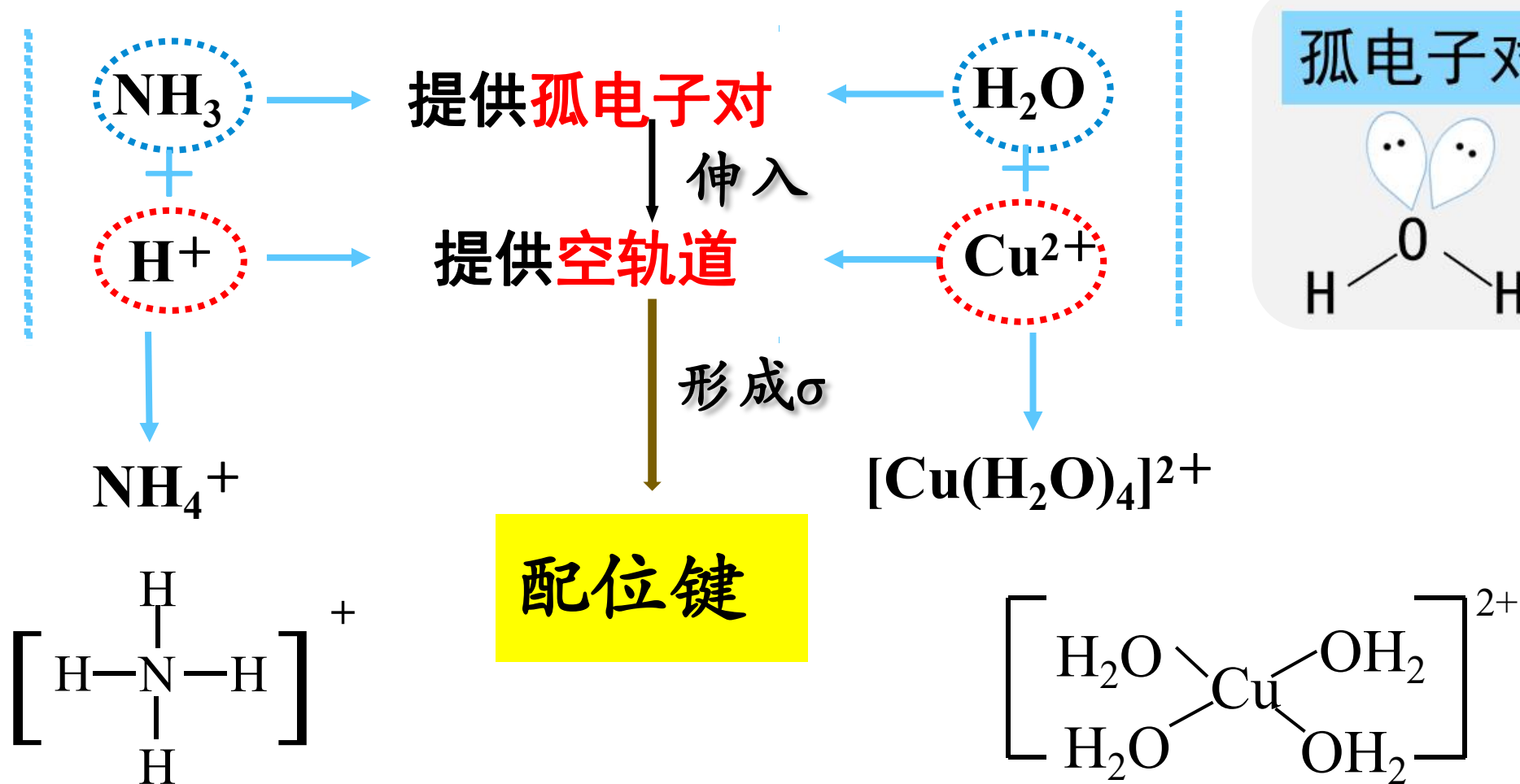
Q5 还记得NH₃和NH₄⁺点电子式吗?





类推

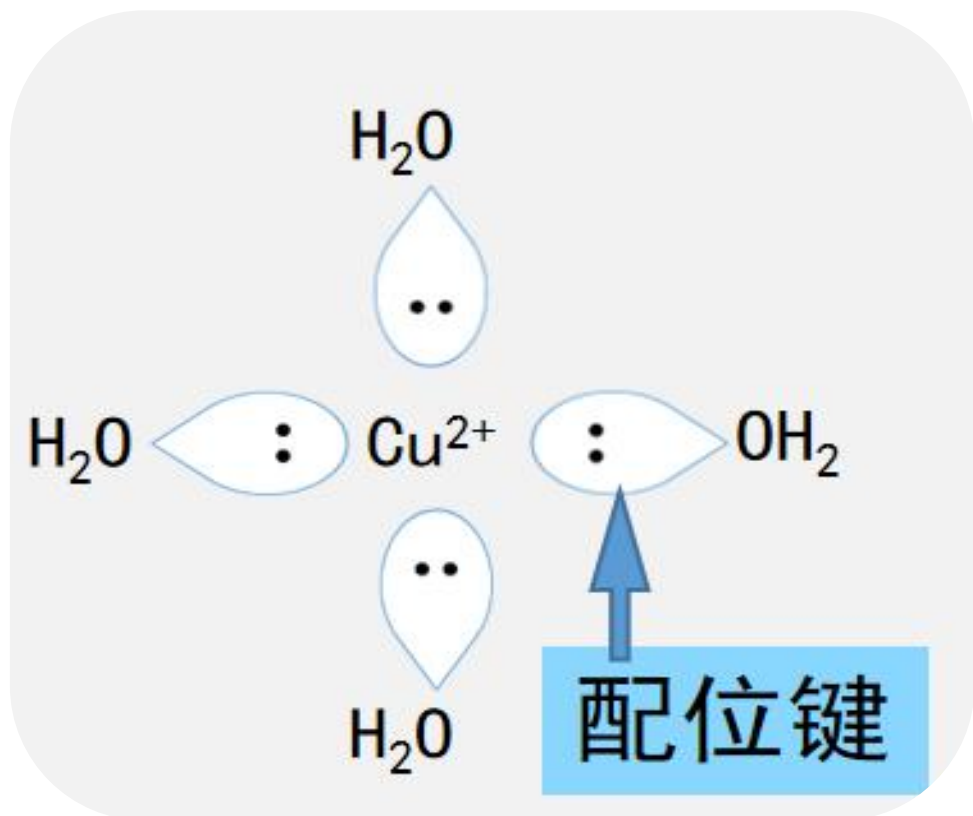
类比 NH_4^+ 的形成，写出四边形成离子 $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ 的结构简式？



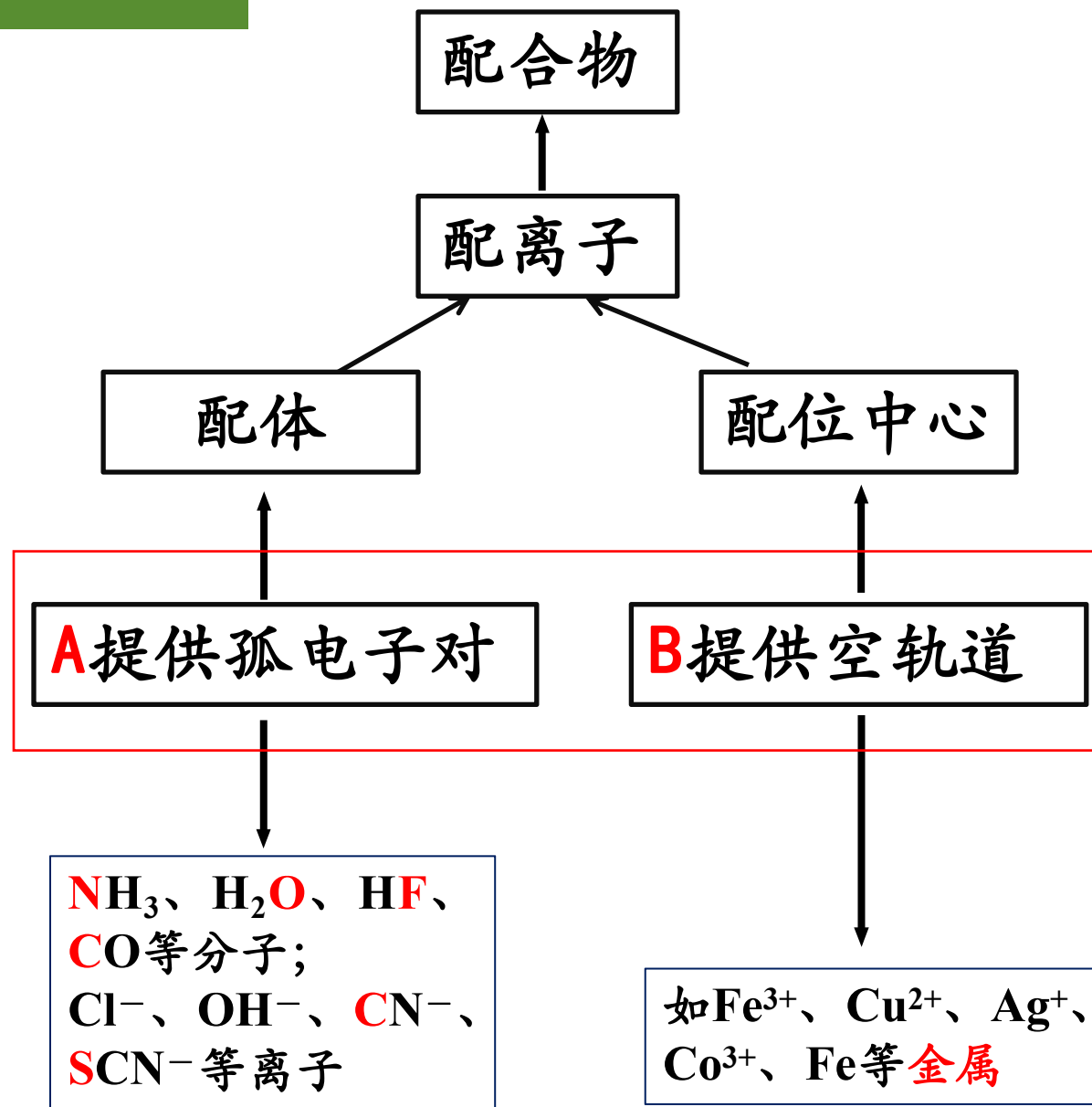


究理

Q6 配位键的形成需要什么条件?



建模



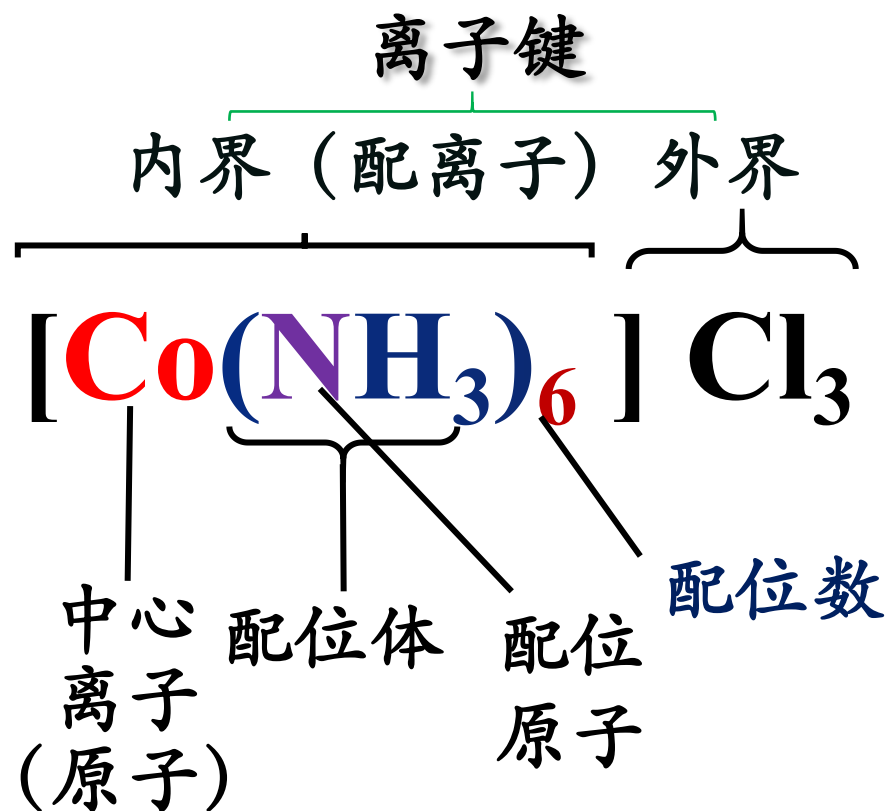


演绎

Q7 1798年塔索尔特 (Tassart) 研究含 Co^{3+} 配合物, 有两种物质的化学式分别为 $\text{CoCl}_3 \cdot 6\text{NH}_3$ 和 $\text{CoCl}_3 \cdot 5\text{NH}_3$, 请根据下表分析出其**真实结构**如何?

表 1 物质性质比较

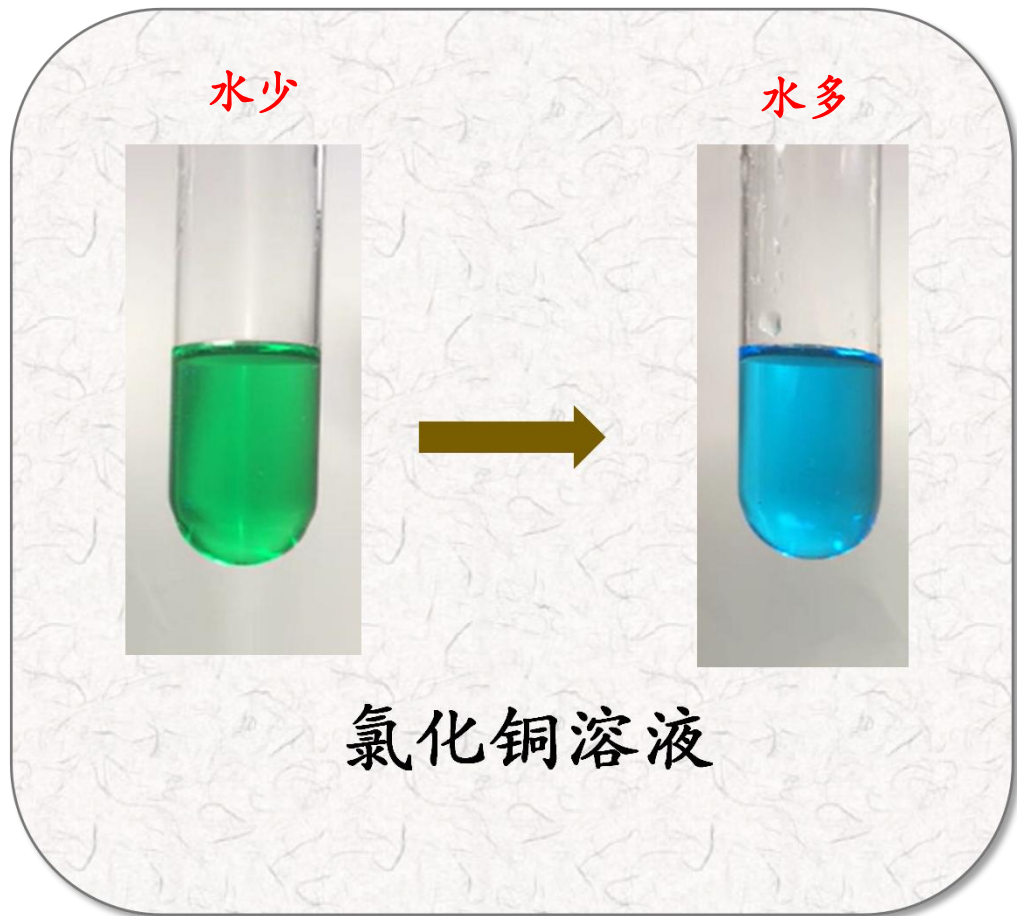
物质	颜色	150 °C 持续加热	摩尔电导率测定	加入足量的 AgNO_3 溶液
$\text{CoCl}_3 \cdot 6\text{NH}_3$	橙色	无氨气释放	1 mol 该物质在水中电离出 4 mol 离子	1 mol 该物质生成 3 mol AgCl 沉淀
(配位键较稳定)				
$\text{CoCl}_3 \cdot 5\text{NH}_3$	紫色	无氨气释放	1 mol 该物质在水中电离出 3 mol 离子	1 mol 该物质生成 2 mol AgCl 沉淀



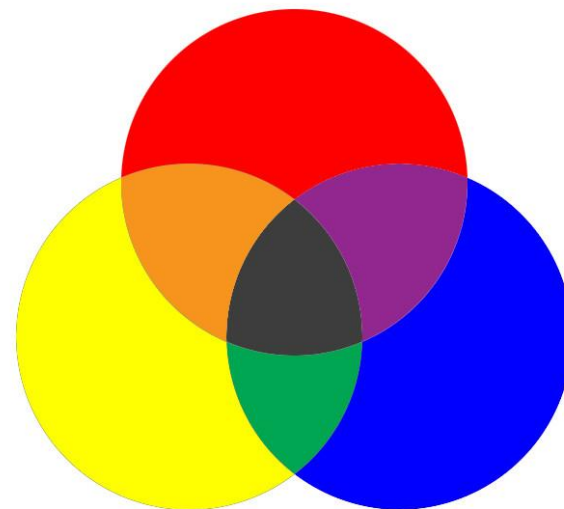


复盘

Q8 氯化铜溶解过程中，为何会有绿色？



材料二：在水溶液中， Cu^{2+} 与 Cl^- 可以形成一系列配离子，在氯离子浓度极高时候形成的 $[\text{CuCl}_4]^{2-}$ 呈黄色。

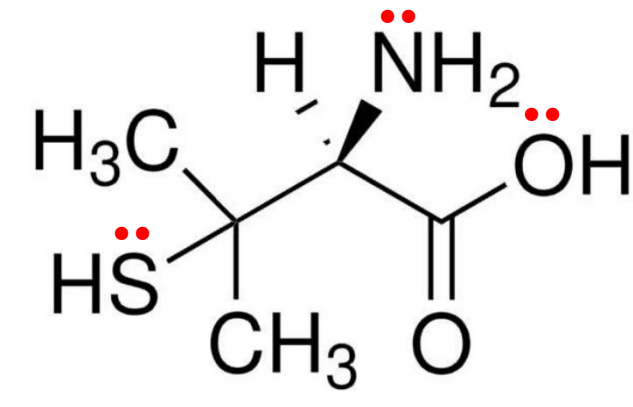




应用1

Q9 Cu元素是人体必需的一种微量元素。但 Cu^{2+} 不慎摄入过多，会导致 Cu^{2+} 在肝、脑、肾等重要器官内过度沉积而引发不良生理反应，俗称**威尔逊综合症**。对于铜盐中毒，你可有解毒良方？

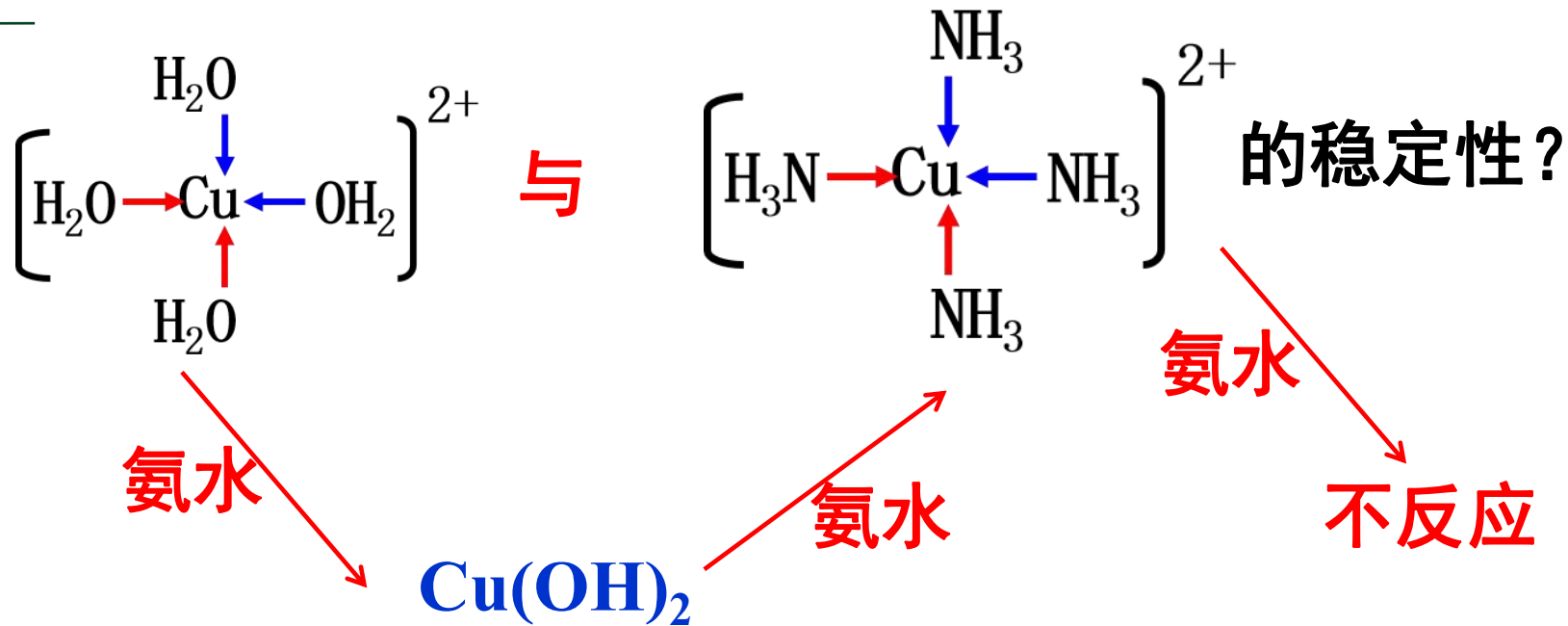
材料三：青霉胺是青霉素的水解产物，是一种强效金属络合剂，与 Cu^{2+} 配位后经尿液排出。



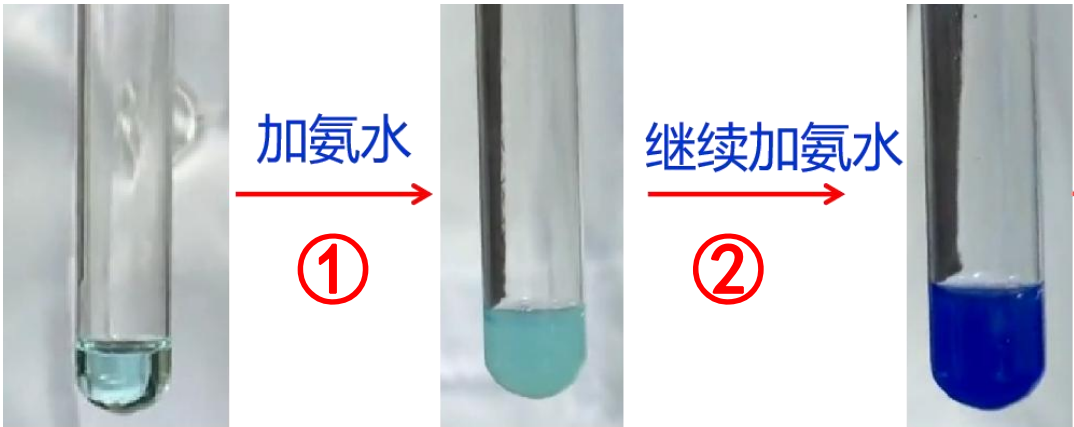
青霉胺结构简式

Q10 在**青霉胺**中与 Cu^{2+} 形成配位键的原子更有可能是谁？

Q11 比较



3-3实验



加氨水

①

继续加氨水

②

蓝色溶液

蓝色沉淀

沉淀溶解，深蓝色溶液

链接高考

(2025江苏卷·11改) 探究含铜化合物性质的实验如下:

步骤I: 取一定量5% CuSO_4 溶液, 加入适量浓氨水, 产生蓝色沉淀。

步骤II: 将沉淀分成两等份, 分别加入相同体积的浓氨水、稀盐酸, 沉淀均完全溶解, 溶液分别呈现深蓝色、蓝色。

Q12 请问: 步骤II的两份溶液中: $c_{\text{深蓝色}}(\text{Cu}^{2+})$ 与 $c_{\text{蓝色}}(\text{Cu}^{2+})$ 谁的浓度更大?

◆ 总结

研究问题的一般过程：

现象 → 疑问 → 猜想 → 实证 → 模型 → 应用

像科学家一样思考

示例：

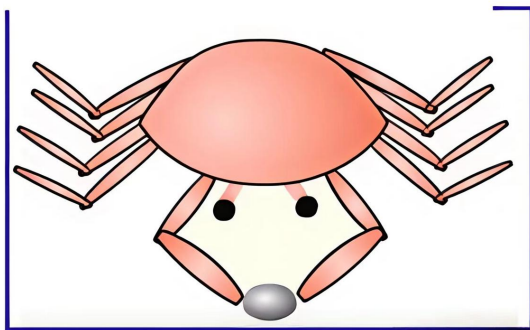
蓝血？ → Cu^{2+} ？ → 和谁作用？ → 对比试验
→ 配位键 & 配合物 → 威尔逊综合征的解毒



拓展

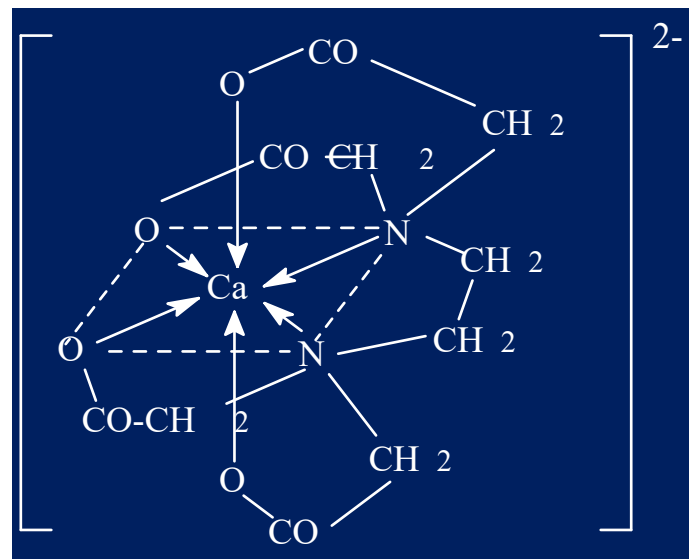
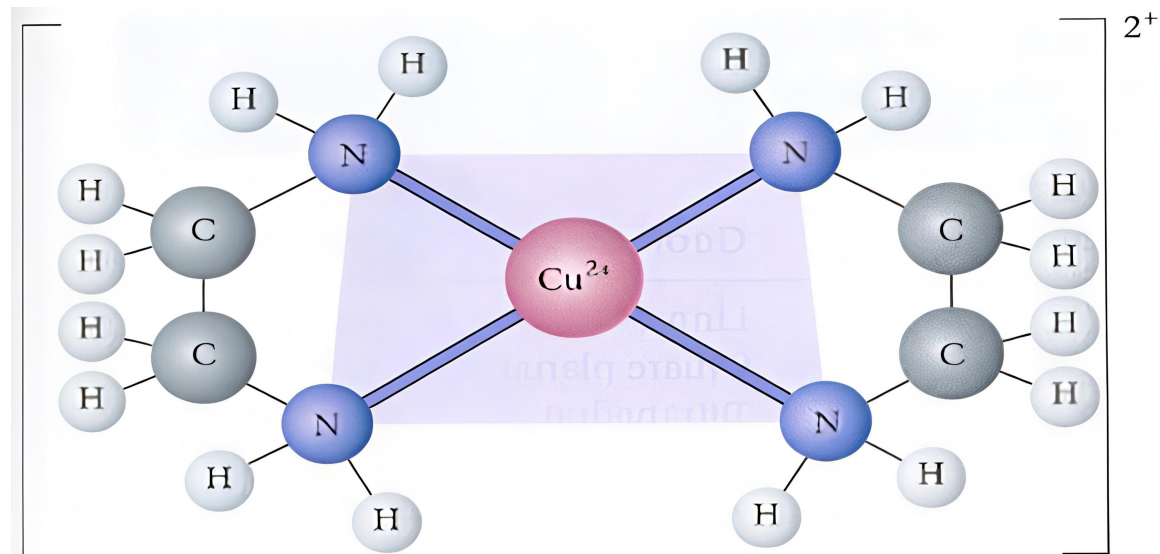


M



二螯

螯合物：由多齿配体形成的配合物。



$[\text{Ca}(\text{EDTA})]^{2-}$
或 $[\text{CaY}]^{2-}$

谢谢！

