Tetraamminkobber(II)sulfat monohydrat

Formål

I dette forsøg fremstilles tetraamminkobber(II)sulfat monohydrat ved en ligandudskiftningsreaktion, hvor vand omkring kobber(II) erstattes af ammoniak.

Teori

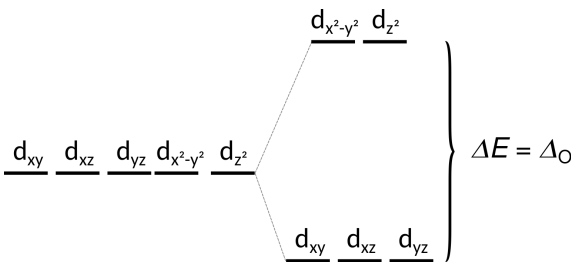
Mange nitrogenholdige forbindelser er gode ligander, og i denne øvelse reageres ammoniak med kobber(II) i opløsning, under dannelse af tetraammindiaquakobber(II). Stoffet fældes som sulfatsaltet tetraamminkobber(II)sulfat monohydrat.

Det systematiske navn er tetraamminaquakobber(II)sulfat.

$$[Cu(H_2O)_6]^{2+} + 4\,NH_3 \longrightarrow [Cu(NH_3)_4(H_2O)_2]^{2+} + 4\,H_2O \tag{1}$$

$$[Cu(NH_3)_4(H_2O)_2]^{2+} + SO_4{}^{2-} \longrightarrow [Cu(NH_3)_4(H_2O)]SO_4(s) + H_2O \tag{2}$$

Kobber(II) i opløsning, dvs $[Cu(H_2O)_6]^{2+}$, er lyseblå. Farven skyldes en elektronisk overgang mellem d-orbitalerne i metalionen. Komplekset $[Cu(H_2O)_6]^{2+}$ er octaedrisk, så opsplitningen af d-orbitalerne i kobber(II) er som vist i figur 1.



Figur 1: d-orbitalernes opsplitning i octaedrisk geometri.

$[Cu(NH_3)_4(H_2O)_2]^{2+}$ er også octaedrisk, men da ammoniak ligger højere end vand i den spektrokemiske serie, vil Δ_O være større for $[Cu(NH_3)_4(H_2O)_2]^{2+}$ end for $[Cu(H_2O)_6]^{2+}$.

Eksperimentelt

1. I en 50 mL konisk kolbe opløses 2,5 g kobber(II)sulfat pentahydrat i 4 mL vand ved svag varme på en magnetomrører.

2. Når alle krystallerne er gået i opløsning tilsættes 15 mL 4 M ammoniakvand.

3. Efter omrøring i ca 1 min tilsættes 4 mL ethanol under fortsæt omrøring.

   Ethanol sænker blandingens polaritet, og dermed også opløseligheden af salte.

4. Kolben tages af magnetomrøreren og opløsningen køles til stuetemperatur, hvorved mørkeblå krystaller udfælder. Reaktionsblandingen køles derefter på et isbad i 5 min.

   Temperaturen sænkes for at mindske opløseligheden af produktet, og langsom nedkøling giver større krystaller.

5. Krystallerne skrabes løs med en spatel og isoleres ved sugefiltrering.
6. Mens krystallerne fortsat ligger på filteret skylles de først med 10 mL kold ethanol, og derefter med 10 mL ether. Når etheren er fordampet vejes krystallerne.

Ethanol fortrænger vand, og ether fortrænger ethanol. Ether fordamper let.

Efterbehandling

1. Beregn stofmængden af kobber(II)sulfat pentahydrat og stofmængden af ammoniak.
2. Beregn molarmassen af tetraamminkobber(II)sulfat monohydrat, og det teoretiske udbytte af stoffet.
3. Beregn udbytteprocenten.
4. Hvorfor tilsættes ethanol til reaktionsblandingen?
5. Hvorfor køles reaktionsblandingen?
6. Tegn strukturen af komplekset tetraammindiaquakobber(II).
7. Hvor mange d-elektroner har kobber(II)? Udfyld orbitaldiagrammerne i figur 1.