

金属樹の生成に伴う化学変化について

熊本県立済々黌高等学校 1年 青柳 侑沙

1 動機

金属樹の実験をしていて、 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2\text{aq}$ に亜鉛板を入れ Cu を析出させたときに、実測した質量変化の結果が理論上予想される結果と異なり、質量が増加する結果となった。何度か試してみても同じように質量増加が確認されたため、この研究を行うことにした。

2 研究方法

- (1) 金属が析出した亜鉛板を乾燥させ、表面を観察するとともに質量を測定する。
水溶液中の亜鉛版の表面を観察する。
- (2) 析出した金属を取り出して酸で処理した後、存在するイオンを水溶液の色の変化や沈殿生成などによって調べる。
- (3) pHの測定。
- (4) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2\text{aq}$ (0.20mol/L) と亜鉛板をフィルムケースに入れ、蓋を閉めてしばらく放置する。

3 研究結果、考察

表 1

実験前(g)	乾燥後(g)	増加量(g)
40.5585	40.5712	0.0127
42.4615	42.4760	0.0145
40.6845	40.7132	0.0287
42.7841	42.8083	0.0242
42.0568	42.0816	0.0148

※測定値はシャーレ・ろ紙・亜鉛板の重さ

表 2

	亜鉛板 ① (pH)	亜鉛板 ② (pH)	亜鉛板 ③ (pH)
開始前	3.85	3.71	3.64
攪拌	3.73	3.70	3.74
5分後 (水溶液全体)	3.82	3.67	3.77
5分後 (亜鉛板表面)	3.73	3.83	3.75
15分後 (水溶液全体)	3.90	3.84	3.93
15分後 (亜鉛板表面)	3.85	3.82	3.90
攪拌	4.25	4.12	4.13

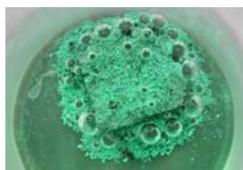
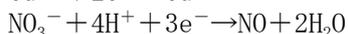
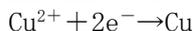
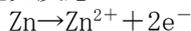


図 1

また、 NO_2 を発生させて $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2\text{aq}$ に入れてみたところ、フィルムケースの中身と同じように緑色になった。したがって、発生した気体は NO_2 だった。金属表面の気体は無色で水に溶けていなかったため、 NO_2 ではなく NO である。 NO_2 は、 NO がフィルムケース中の O_2 と反応して生じたものと考えられる。

4 まとめ

Cu の析出とともに、Cu の化合物が付着しているため質量が増加した。Cu の化合物は $\text{Cu}(\text{OH})_2$ である可能性が高い。また、発生した気体は NO である。 NO は、次の反応式に示されるように、酸化還元反応によって発生した。



Cu の析出とともに、 NO_3^- も還元されている。このとき、 H^+ の消費によって pH は大きくなる。この pH の上昇は表 2 の結果と一致する。

- (1) 表 1 のように、亜鉛板の質量は、Cu を析出させる前と比べて増加した。亜鉛板を引き上げた際に既に青緑色になっている部分があったことから、Cu が析出するのとともに Cu の化合物も析出している。また、質量増加は乾燥時間とは無関係である。

- (2) 実験後の溶液と亜鉛板を酸で処理し、濃 NH_3 水に入れたところ、 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ ができ、薄い深青色を示した。 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2\text{aq}$ 中に含まれる物質として、 Cu^{2+} 、 NO_3^- 、 H_2O が挙げられる。析出したと考えられる Cu の化合物は、 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ であるが、 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ は $\text{Cu}(\text{OH})_2$ より水に易溶である。したがって析出した Cu の化合物で最も沈殿しやすいのは $\text{Cu}(\text{OH})_2$ である。

- (3) 溶解度積を用いた計算から算出した $\text{Cu}(\text{OH})_2$ の沈殿が生じる pH である 4.5 以上にいずれもなることはなかった。攪拌した際に pH がややあがったのは水溶液全体の濃度が均一になったためであると考えられる。結局、この実験では発生した気体が H_2 であることを根拠付けることはできなかった。

- (4) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2\text{aq}$ と亜鉛板をフィルムケースに入れ、蓋を閉めて四時間ほど放置したところ、図 1 のように気泡がたくさん観察された。また、溶液の色が緑色になった。フィルムケースの側面はくもっており、蓋をあけると NO_2 のようなにおいがした。フィルムケースの側面についている水滴はわずかに酸性を示した。