

金屬的氧化還原

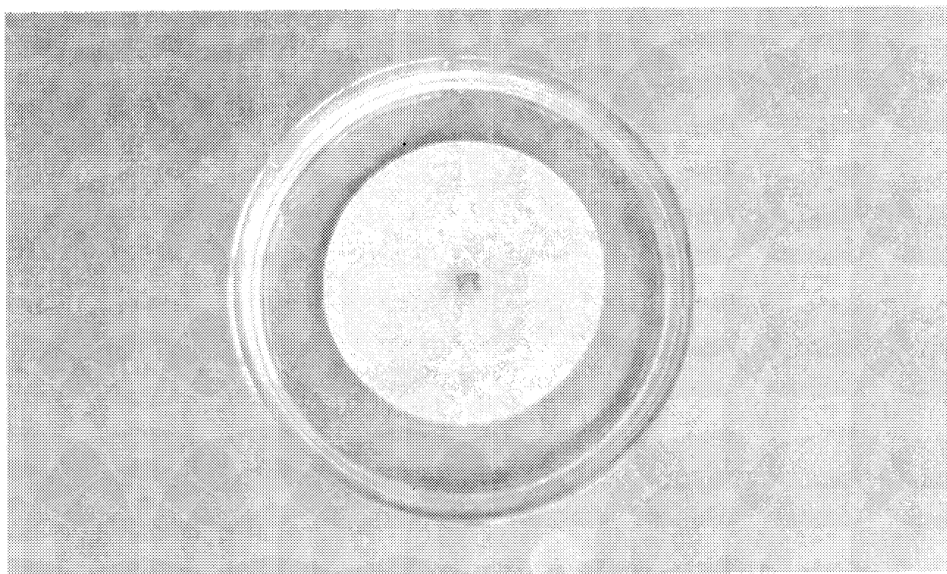
高中組化學科第一名

臺灣省立東石高級中學

作者：張志忠、張嘉雄

廖東啓

指導教師：莊淑雀



一、研究動機

比較金屬活性大小有關的實驗無法清晰明確，〔尤其是銀白色的金屬光澤（Sn、Zn、Pb、Ag）的相互反應〕，實驗不生動且變的索然失味，因此進行改進研究。

二、研究目的

- (一)常見的金屬活性大小實驗方法的改進。
- (二)觀察還原的金屬晶體的形狀。
- (三)尋求氧化還原的速度與還原電位的大小之間的關係。

三、研究設備器材

- | | | |
|--------------|-----|------|
| (一)儀器：培養皿及蓋子 | 水盤 | 塑膠滴瓶 |
| 濾紙 | 鐵鎚 | 洗滌瓶 |
| 鑷子 | 鋁箔紙 | 燒杯 |

天平

量瓶

磨砂紙

(一)藥品：硫酸銅 (1.0M)

硝酸銀 (2.0M)

氯化錫 (飽和溶液的 1/5)

醋酸鉛 (0.1M)

金屬粒或片：鋅、鋁、鐵、鉛、銅、錫

四、研究過程

(一)實驗步驟之研究：

1. 在乾淨的乾燥培養皿中央處，滴入二滴硫酸銅飽和溶液，再小心放入一張 (5.5cm 直徑) 的濾紙，俟濾紙中央處潤濕平貼於培養皿後，再逐滴滴入硫酸銅的飽和溶液，迄整張濾紙潤濕平貼於培養皿止 (大於25滴)。
2. 將鋅粒以鐵錘錘扁成片狀，並用磨砂紙將鋅片磨亮。(或用 HCl(aq) 6N 溶液清洗表面氧化層)。
3. 將 2. 所得金屬放入步驟 1. 的培養皿內中央處。再用原子筆 (或玻棒、鉛筆) 尾端略壓一下金屬，以利鋅片和濾紙更密切的接觸。
4. 置放一小時後，將析出的金屬晶體用 5ml 的清水沖洗，並將洗液回收於廢棄重金屬液的集中筒中。
5. 將充分洗淨的濾紙置入乾淨水盤內晾乾。〔若欲永久保存可在晾乾的表面上加護卡膠膜保護 (照相館有這項服務)〕。
6. 分別以 Al 、 Fe 、 Sn 、 Pb 的金屬片代替 Zn 片，重覆上述 1.~ 5. 步驟。

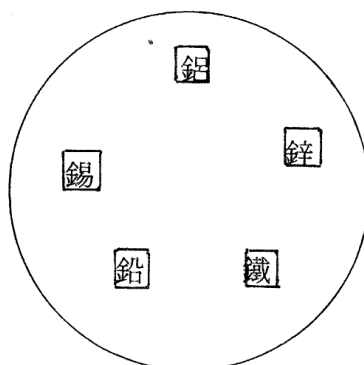
(二) 1. 用硝酸銀 (2.0M) 溶液代替硫酸銅溶液重覆上述 (一) 1.~ 6. 步驟。

2. 用氯化錫 (飽和的 1/5) 溶液代替硫酸銅溶液重覆上述 (一) 1.~ 6. 步驟。

3. 用醋酸鉛 (0.1M) 溶液代替硫酸銅溶液重覆上述 (一) 1.~ 6. 步驟。

(三) 比較金屬活性大小的觀察研究。

1. 重覆 (一) 1. 後將鋁、鋅、鐵、鉛、錫分別依序放在濾紙上，如下圖所示：



2. 隔日依照步驟(一) 4、5. 方法取出並晾乾濾紙。

五、研究結果

(一) 1. ζ : 用蒸餾水 ; ε : 二次蒸餾水 (在配製溶液前才蒸餾) ; \sqcap : 二次蒸餾水溶液反應析出晶體曝曬。(用影印方法將析出的晶體刊出, 所以看不出金屬色澤變化的差異。



ζ : 用普通蒸餾水析出
未經曝乾



ε : 用二次蒸餾水
未經曝乾



\sqcap : 二次蒸餾水溶液
反應析出後, 經
曝曬再保存

2. 濾紙與培養皿之間的有無氣泡存在, 進行還原析出的結果比較如下: (圖簡略) 證明知氣泡的存在影響晶體析出。

3. 培養皿的水平程度對金屬析出晶體影響比較 (ζ 、 ε 、 \sqcap) (圖省略):
結果: 愈平滑面上進行取代反應析出晶體愈美。

4. 濾紙的濕潤度對氧化還原反應影響比較。(晶體圖省略)

結果: 溼度不足或太高均影響析出晶體的生長。以 5.5cm 長直徑濾紙而言, 用塑膠滴瓶滴入 25 滴最理想。

5. 濾紙上的溶液分佈狀態圖: (實體本身因硫酸銅溶液淡藍色不易影印, 故省略)。

6. 鋅粒與鋅片對硝酸銀溶液進行反應結果比較: (圖省略)

結果是鋅粒反應比鋅片好一些。

7. 以 Al、Zn、Fe、Sn、Pb 與硫酸銅溶液作用結果: (圖省略)

結果是 Al、Zn、Fe、Pb、Sn 均可取代析出銅晶體。

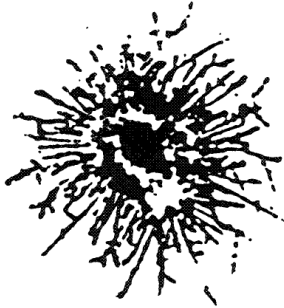
(二) 1. 用硝酸銀溶液與鋅、鋁、鉛、錫、銅反應結果: (圖省略)

結果是: 上述晶體均能析出銀晶體。

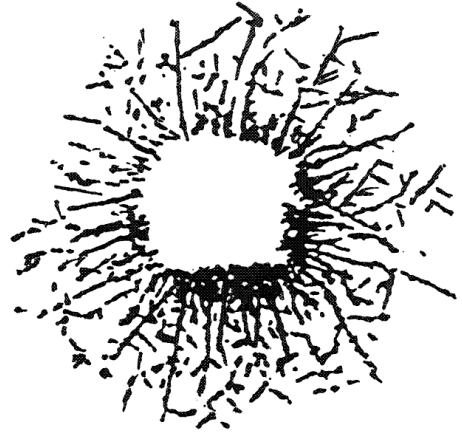
2. SnCl_4 (氯化錫) 溶液與鋁、鋅反應的結果：(晶體圖省略)

結果：均能析出錫晶體。

3. 以 $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ 醋酸鉛溶液和鋁、鋅反應結果：

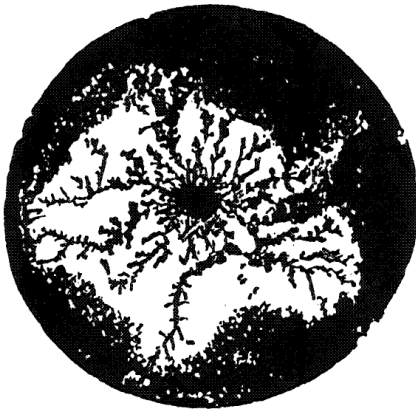


$\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + \text{Al}$
(0.1M)



$\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + \text{Zn}$
(0.1M)

註：銀與錫的析出晶體圖如下：



硝酸銀與銅反應析出晶體銀



氯化錫與鋁金屬反應析出錫

(三) 比較金屬活性大小的觀察研究

1. 硫酸銅與鋁、鋅、鐵、錫、鉛 (圖省略)。

2. 硝酸銀與鋁、鋅、鐵、錫、鉛、銅。 (圖省略)

六、討論

(一) 依照本實驗研究，可清晰的還原出銅、錫、鉛、銀的晶體，並可用以比較金屬活性大小。

(二) 將析出的金屬晶體的濾紙放在放大鏡或顯微鏡下觀察。

(三) 不同溶液的反應、溶液濃度、種類、反應進行的時間等都是實驗的變因，這

些變因的探討未進一步的研究，因為我們將重點放在氧化還原比較活性的大小方法改進方面。

- (四)像 Fe、Zn 這種活性大的金屬，在空氣中易於氧化，所以用本實驗的研究方法只適合於作 Sn、Pb、Cu、Ag 等活性較小的貴重金屬，至於鋁、鋅、鐵之間的活性大小順序，須改用他種方法判定。
- (五)曾嚐試以王水溶解鉑金屬作還原反應，思考欠周密，忽略了 Al、Zn、Fe、Sn、Pb、Cu 等也都溶在王水（甚至劇烈作用），所以鉑和金的晶體尚待試驗析出。
- (六)析出的 Cu、Pb 的晶體會有黑色狀干擾物，他可能來自自來水和藥品雜質，所以我們也就此二因素做比較試驗，發現二者的干擾性都具有相當大的份量。
- (七)分別用 0.5M，1M，2M 硝酸銀溶液進行活性大小不同的金屬還原反應結果如下表：（省略）結果顯示還原析出晶體的速度，和結晶析出的面積大小受溶液濃度、種類的不同而快慢次序不同，和金屬的氧化（還原）電位大小之間沒有比例關係。換句話說氧化電位愈大的金屬在相同時間內析出的金屬晶體的面積不是一是愈大。
- (八)本實驗研究，對理論上可以反應，但實際操作尚未完成析出晶體的有： γ ：醋酸鉛和鐵， α ：醋酸鉛和錫， η 氯化錫和鐵，等三種，這種現象尚待研究。

七、結論

- (一)同種金屬以活性大小不同的金屬還原析出的晶體形狀相同。
- (二)比較金屬晶體的活性大小不宜用同一種溶液，同時放置活性大小不同的金屬進行還原反應比較析出面積大小，作為金屬活性大小的判別依據。因為電位和反應速度沒有比例關係。
- (三)比較鋅、鉛、銅、銀的活性大小可參考下列所示的方法：
1. 準備三個培養皿及蓋子，分別放入直徑（5.5cm）濾紙，並標示 A、B、C。
 2. 在 A 培養皿內滴入 25 滴（約 15ml）氯化錫溶液，再放入一片磨亮的鋅片。
 3. 同理，在 B、C、培養皿上分別滴入 CuSO_4 ， AgNO_3 溶液各約 25 滴（約 1.5ml），且分別放置已預先磨亮的錫；銅（Cu）片。
 4. 檢查各培養皿內的濾紙上是否有金屬晶體析出，只要有晶體析出，不論晶體的大小即可知活性大小順序。

(假設上列 A、B、C 三個培養皿都有金屬晶體析出，即可知：

A = Zn > Sn

B = Sn > Cu

C = Cu > Ag

綜合上列順序可知 Zn > Sn > Cu > Ag

八、參考文獻

(一)大森泰弘「教師與學生のための化學實驗」，(P. 27)。日本化學會編，東京化學同人，1987 出版。

(二)高中化學實驗(三)7-3 (P. 35) 國立編譯館，1990，八月，第五版。

評語

金屬樹的生成在化學教育上是一有趣味性而重要的教材，可以說明金屬的活性次序（取代次序）以及晶體的形成等，以往科展也有過不少作品，惟本件的作品具有下列特色：

1. 在濾紙上形成金屬樹，在國內是第一次出現的作品，作者參考日本文獻略作改進，且以護卡膜保護可以長久保存。
2. 在濾紙上只要試劑十數點即足以形成漂亮的金屬樹，試劑用量少，且餘量可以回收，可減少環境污染。
3. 濾紙上的金屬樹可直接放在顯微鏡上放大觀察晶體的情形。
4. 本件作品有下列各種金屬樹：銅、銀、錫、鉛，且用下列金屬片予以取代：鋁、鐵、鋅、錫、鉛、銅，比較活性。