

中華民國第四十四屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組化學科

080202

臺北縣板橋市埔墘國民小學

指導老師姓名

柯文賢

林慶生

作者姓名

邱致嘉

黃琳禎

林于晴

林柏吟

邱宜慧

背叛顏色 銀片變黑洗白的研究

一、摘要：

本研究是觀察銀片變黑洗白的化學變化，透過光學顯微鏡的觀察，了解反應後的銀片表面變化，並且探討加速銀片變黑和有效洗白的變因，最後成功的利用電解法使(褐)黑色銀片還原成銀白。

二、研究動機：

有一回琳禎和全家人一起去北投泡溫泉，午餐時間，發現媽媽脖子上的銀項鍊變黑了，失去了原有銀白的光澤，她很熱心的提醒媽媽，並幫忙解下來用布擦拭，卻怎麼也擦不乾淨。回到家媽媽拿出一瓶藥水把銀項鍊浸了進去，不一會兒工夫，項鍊又變亮了，琳禎對這條項鍊變黑又洗白的現象充滿疑問。剛好自然課的時候，老師上了鋼棉生鏽的單元，她就把這個問題提出來和大家討論，老師也鼓勵我們可以更深入的去探討銀的變色反應，於是在老師的指導下，和同學一起合作，努力來揭開銀變黑洗白的神秘面紗！

三、研究目的：

- (一)探討哪些溶液、氣體會使銀片變(褐)黑？
- (二)探討銀片變(褐)黑後的表面變化是否一樣？
- (三)探討溶液和氣體濃度、溫度是否會影響銀片變(褐)黑的速度？
- (四)探討浸泡哪些溶液可以使(褐)黑色銀片變回銀白？
- (五)探討多少的溶液濃度，可以有效快速的讓(褐)黑色銀片變回銀白？
- (六)探討變(褐)黑色的銀片是否可以利用電解法還原成銀白？
- (七)探討不同方法(浸泡溶液和電解法)洗白銀片後的表面有何不同？

四、研究器材設備：

1.2cm ×5cm 銀片(重 3 克)共 60 片、1.2cm ×5cm 銅、鐵、鋁、鋅、鉑片各 1 片、試管、試管架、滴管、燒杯、量筒、鑷子、天秤、溫度計、錐形瓶、酒精燈組、薊頭漏斗、注射針筒、竹筷、膠帶、瞬間膠、碼錶、火柴、橡膠塞、玻璃管、保麗龍片、鱷魚夾、整流器、PH 儀、BTB 溶液、RO 逆滲透水、電腦、光學顯微鏡、影像分析軟體【Image-Pro express(version 4.0.1)】、碘晶體、硫磺粉、二氧化錳、氫氧化鈉、氨水、漂白水、肥皂水、石灰水、小蘇打、洗碗精、鹽、酒精、硼酸、硫酸銅、雙氧水、檸檬、溫泉水、硫酸、鹽酸、冰醋酸。

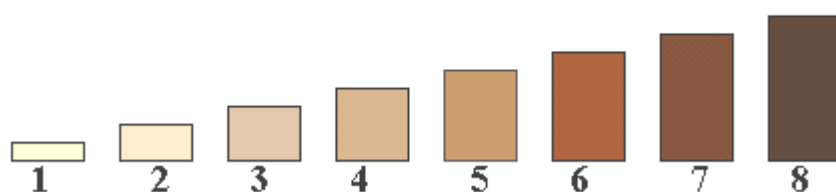
五、研究過程：

問題一：哪些溶液會使銀片變黑？

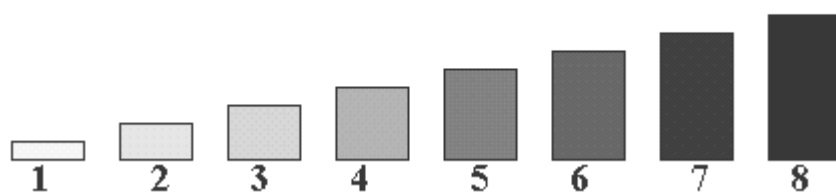
1.方法：

- (1)向銀樓購買每片重 3 克大小相同的銀片 20 片(銀白程度相同)。
- (2)準備等量的 19 種溶液，用 PH 值測試儀和 BTB 溶液檢驗酸鹼程度。
- (3)用電腦製作由深到淺的色碼表，共分 8 級不同程度的黑色或黑褐色做為銀片變色的比對標準。
- (4)放入銀片後，紀錄顏色變化情形。

銀器變褐黑比對色碼表



銀器變黑比對色碼表



2.結果：

- (1)銀片放入漂白水 and 碘酒中，變黑速度最快，1 分鐘後立刻整片變黑，在雙氧水中變黑速度也很快，都是整片黑色，雙氧水會冒泡放熱，並產生氧氣。
- (2)銀片在硫酸銅、溫泉水、稀鹽酸、冰醋酸、濃硫酸中，會有不同程度的量散黑，在其他溶液中則不變色。
- (3)銀片在酸性和鹼性溶液中都可能變黑，所以溶液的酸鹼和銀片變黑沒有絕對的關係。

問題二：氣體會使銀片變黑嗎？

1.方法：

- (1)用小蘇打+稀鹽酸、二氧化錳+雙氧水，以排水集氣法收集二氧化碳和氧氣，放入同大小銀片，觀察變色情形。
- (2)將硫磺粉末放入錐形瓶加熱，以排水集氣法收集硫磺蒸氣後放入銀片。
- (3)點燃火柴頭，插入試管，收集燃燒瞬間的火柴煙，放入銀片，觀察變色。
- (4)將塞緊橡膠塞的試管，用針筒抽成真空，觀察銀片的變色。
- (5)每支試管的橡膠塞邊緣都用瞬間膠封緊，確保收集的氣體不外漏。

2.結果：

- (1)銀片在硫磺蒸氣中變色最快最深，反應最劇烈的部分，甚至出現很深的藍褐色。
- (2)火柴頭含有硫的成份，燃燒時產生二氧化硫(SO_2)的氣體，會使銀片快速變褐色。
- (3)銀片長時間放置在空氣、二氧化碳、真空、氧氣中都不變色。
- (4)銀片在氧氣試管中長達半年仍不變色，讓我們疑惑，而可以確信的是銀片在大氣中硫化的速度比氧化快很多。

問題三：銀片變褐黑後的表面變化一樣嗎？

1.方法：

- (1)將銀片放在光學顯微鏡載物台上，調整物鏡倍率，並調好焦距。
- (2)將顯微鏡中的影像轉檔連接到電腦中，利用影像分析軟體【Image-Pro (Version 4.0.1)】來列印分析。

2.結果：

- (1)沒有浸泡溶液的銀片(A)和在一般空氣中放6個月的銀片(對照組J)都在表層可以清楚看到一條條的溝紋，是銀片加工時刨光的細微紋路。白色表示凸起部分，反光較亮；黑色表示凹下反光較暗的部分。
- (2)浸泡漂白水、碘酒、雙氧水的銀片(B, C, D)，表面溝紋看不見，黑色部份非常緻密，表示溶液與銀片的反應作用快速劇烈，而且是全面性的，作用後的反應物厚厚的覆蓋在銀片表面，所以看不見表面溝紋。
- (3)反應比較溫和的銀片，變黑的部分是局部的，比較稀疏，表面溝紋還是看得見，如和濃硫酸、稀鹽酸、硫酸銅(G, H, I)作用的銀片。
- (4)出現局部暈散黑的銀片，如溫泉水等(E, F, G, H, I...)當局部的點起反應變黑後，會先從那一個點深入反應，再逐漸向外擴大。
- (5)銀片在空氣、二氧化碳、氧及真空中，六個月後表面的溝紋還很清晰，也沒有明顯的反應物附著在上面(如J, K, L, M)。
銀片在硫磺蒸氣和火柴煙中反應也很劇烈快速，緻密的部分會出現藍色，但因為氣體沒有持續增加，即使放置六個月，表面溝紋還看得見，反應物沒有厚厚的覆蓋銀片表面(如N, O, P)。

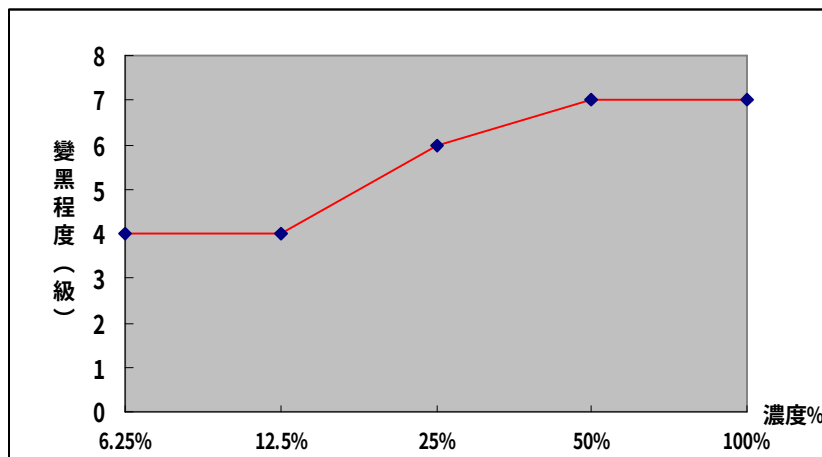
問題四：溶液濃度是否影響銀片變褐黑的速度？

1.方法：

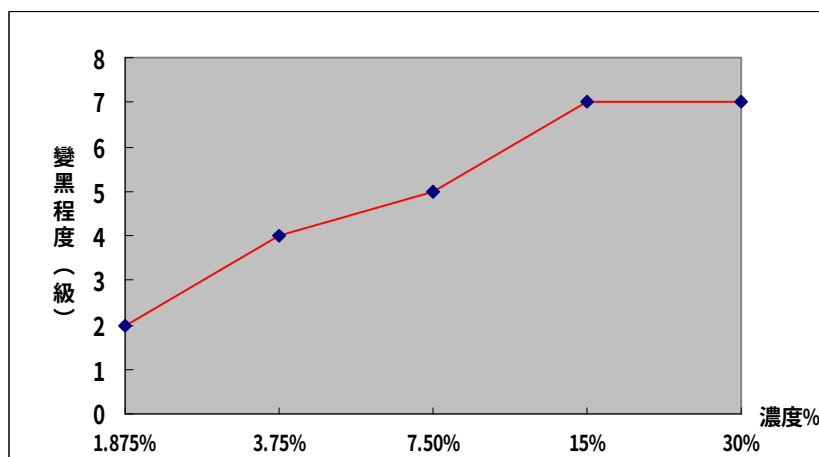
- (1)將問題一中銀片放入後會呈整片黑的溶液(漂白水、雙氧水、碘酒)，分別調製成 5 種不同濃度的溶液。
- (2)用色碼表比對銀片浸泡相同時間後變黑的程度。
- (3)用光學顯微鏡觀察銀片表面的變化。

2.結果：

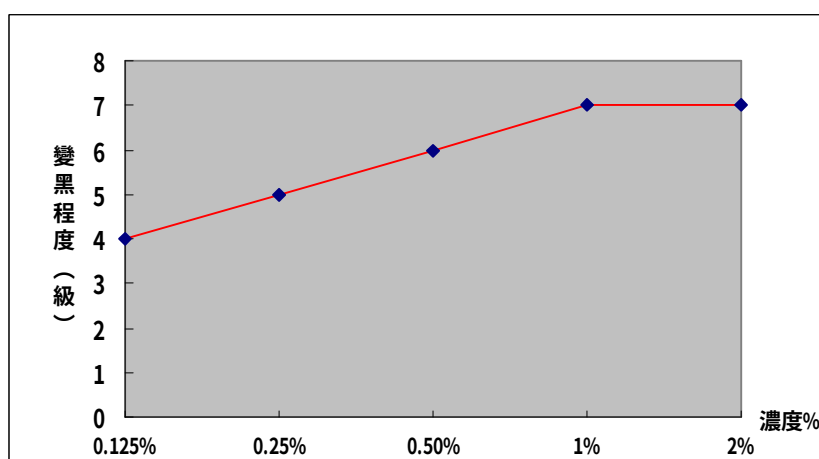
(1)漂白水



(2)雙氧水



(3)碘酒



3.發現：

- (1)會使銀片變黑的溶液，銀片浸泡相同時間後，溶液濃度越高，銀片變色越深。而且一定濃度以上，就有相同快速變黑的效果。
- (2)由光學顯微鏡觀察作用後的銀片表面，浸泡的溶液濃度越高，銀片表面附著的反應物越多，分布越緻密。
- (3)銀片浸泡低濃度的溶液，反應較慢，表面的溝痕較清楚。
- (4)銀片浸泡碘酒作用最快，反應物顆粒最細小，很低的濃度表面溝痕就被填平消失，分布覆蓋最緻密。

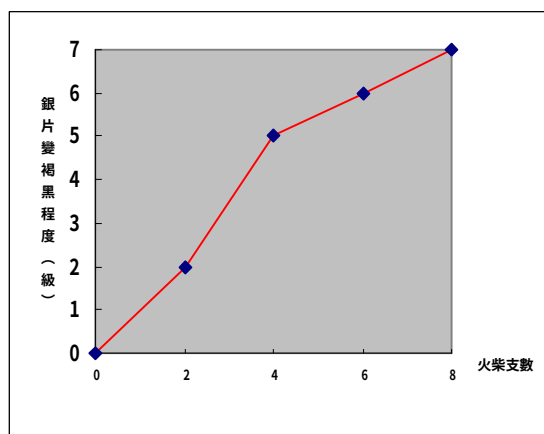
問題五：氣體(火柴煙)濃度是否影響銀片變褐黑的速度？

1.方法：

- (1)將 3 支火柴棒用膠帶黏貼在竹筷上，其中一支比較突出，點燃突出的火柴棒後，慢慢直立插入試管中，引燃其他兩支火柴，收集燃燒的煙霧。
- (2)同時放入銀片，塞緊橡膠塞，30 分鐘後取出，比較顏色的變化。
- (3)用光學顯微鏡觀察銀片表面的變化。

2.結果：

(1)



3.發現：

- (1)火柴頭含有硫的成分，燃燒時產生二氧化硫，接觸銀片會產生褐色、深褐色及藍褐色的變化。
- (2)火柴煙濃度越高，銀片變色越深，藍褐色的面積越大，反應物覆蓋越緻密(T4, T5)。
- (3)從顯微鏡觀察，火柴煙燃燒 4 支以上，就會出現藍褐色的反應物附著在銀片表面(T3, T4, T5)。

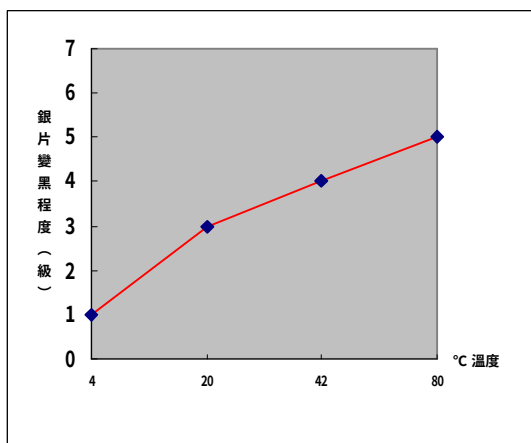
問題六：溫度高低是否影響銀片變黑的速度？

1.方法：

- (1)用冰塊、冷熱水分別調好 4 杯不同溫度的水各 500ml。
- (2)取 4 支試管，倒入等量的雙氧水，同時放入銀片，並將試管插入燒杯中，觀察冒泡情形，比較反應的速率。
- (3)30 分鐘後，同時取出銀片，比較變黑的程度。

2.結果：

(1)



3.發現：

- (1)溫度越高，溶液和銀片作用反應的速率越快，冒出的泡泡越多越急。
- (2)相同時間後取出銀片，溫度越高的變色越深越緻密。

問題七：哪些溶液會使褐黑色銀片變回銀白？

1.方法：

- (1)將同大小銀片分別浸泡漂白水、碘酒、雙氧水或接觸火柴煙，使銀片變 5 級(褐)黑色。
- (2)準備多種酸鹼溶液，分裝試管中，溶液高度為銀片長的 $\frac{1}{2}$ ，以方便顏色變化時做比對。
- (3)放入(褐)黑色銀片，定時比對顏色的變化。

2.結果：

- (1)能讓(褐)黑色的銀片再洗白的溶液種類不一定相同。洗銀水是最快速且有效能讓銀片變回銀白的溶液，並且適用各種不同原因變黑的銀片都有效，但不能浸泡太久，不然又會從銀白變灰黑。
- (2)能讓浸泡雙氧水而變黑的銀片再洗白的溶液種類最多，而且酸鹼溶液都有。以變白的程度來看，洗銀水、稀氨水、稀硫酸、氫氧化鈉、鹽水的效果較好，而天然的檸檬汁也有效。
- (3)浸泡漂白水變黑的銀片，能用稀氨水、鹽水、洗銀水來洗白，浸泡碘酒變褐黑的銀片，可用稀鹽酸、洗銀水洗白，而接觸火柴煙變褐黑的銀片，除洗銀水外，其他試驗溶液都無法洗白。
- (4)(褐)黑色的銀片，浸泡漂白水顏色會更黑，無法漂白。因氧化而變黑的銀片，浸泡肥皂水也會更黑。

問題八：溶液濃度不同，會影響銀片變回銀白的速度嗎？

1.方法：

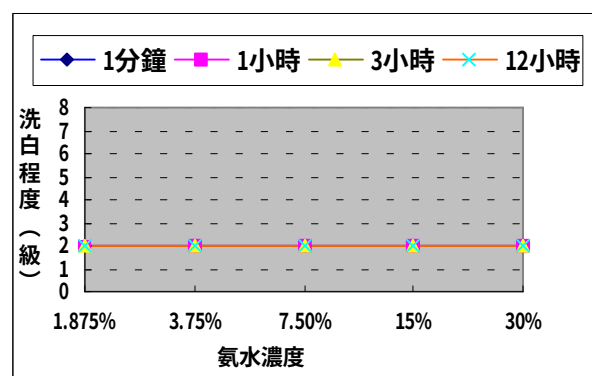
- (1)將 10 片銀片浸泡漂白水 2 分鐘成 5 級黑色, 20 片銀片浸泡雙氧水 1 小時成 5 級黑色。
- (2)將問題七中, 能使銀片變白效果較好的氨水、鹽水、氫氧化鈉、硫酸調成不同濃度的溶液。
- (3)同問題七方法, 放入黑色銀片, 定時比對顏色的變化。

2.結果：

(1)洗白溶液：氨水

實驗銀片：浸泡漂白水 5 級黑

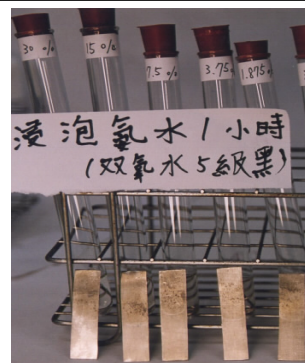
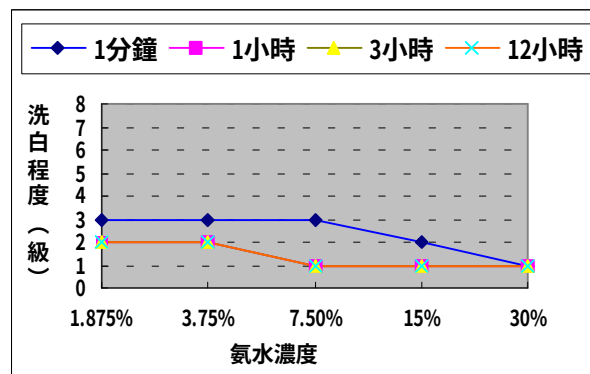
變白程度 洗白程度 水濃度	時間	1 分鐘	1 小時	3 小時	12 小時	備 註
30%	12.8	2	2	2	2	未浸泡部分 也變淡
15%	12.4	2	2	2	2	未浸泡部分 也變淡
7.5%	11.9	2	2	2	2	未浸泡部分 不變(黑色)
3.75%	11.6	2	2	2	2	未浸泡部分 不變(黑色)
1.875%	11.3	2	2	2	2	未浸泡部分 不變(黑色)



(2)洗白溶液：氨水

實驗銀片：浸泡雙氧水 5 級黑

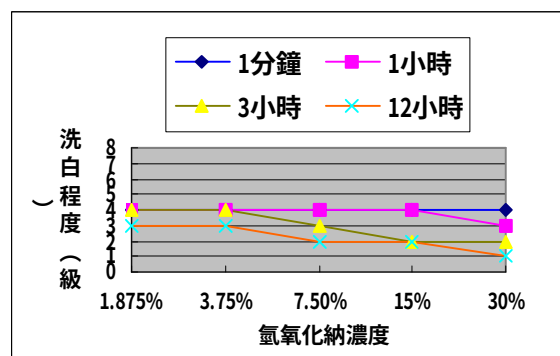
變白程度(級) 浸泡氨水 濃度	時間 PH值	1 分 鐘	1 小 時	3 小 時	12 小 時	備 註
		1 分 鐘	1 小 時	3 小 時	12 小 時	
30%	12.8	1	1	1	1	未浸泡部分 顏色變淡
15%	12.4	2	1	1	1	未浸泡部分 顏色變淡
7.5%	11.9	3	1	1	1	未浸泡部分 顏色變淡
3.75%	11.6	3	2	2	2	未浸泡部分 顏色變淡
1.875%	11.3	3	2	2	2	未浸泡部分 顏色變淡



(3)洗白溶液：氫氧化鈉

實驗銀片：浸泡雙氧水 5 級黑

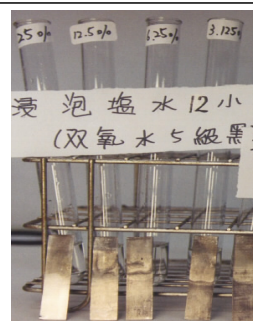
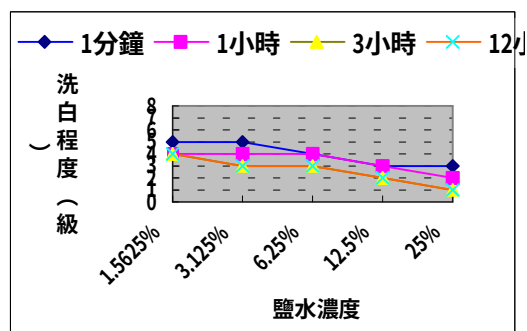
變白程度(級) 浸泡氫氧化鈉 濃度	時間 PH值	1 分 鐘	1 小 時	3 小 時	12 小 時	備 註
		1 分 鐘	1 小 時	3 小 時	12 小 時	
30%	13.8	4	3	2	1	效果很好
15%	13.3	4	4	2	2	效果中等
7.5%	12.9	4	4	3	2	效果中等
3.75%	12.6	4	4	4	3	效果慢
1.875%	12.3	4	4	4	3	效果慢



(4)洗白溶液：鹽水

實驗銀片：浸泡雙氧水 5 級黑

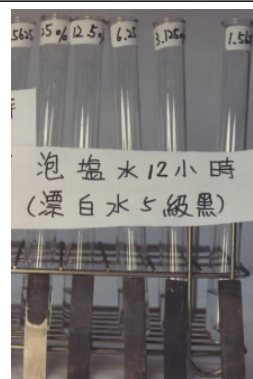
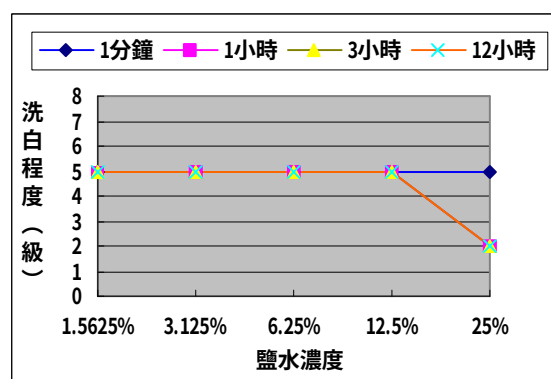
變白程度 鹽水濃度	時間 PH值	1 分鐘	1 小時	3 小時	12 小時	備 註
25%	6.8	3	2	1	1	效果很好
12.5%	6.8	3	3	2	2	效果好
6.25%	6.9	4	4	3	3	效果慢
3.125%	7.2	5	4	3	3	效果慢
1.5625%	7.2	5	4	4	4	效果差



(5)洗白溶液：鹽水

實驗銀片：浸泡漂白水 5 級黑

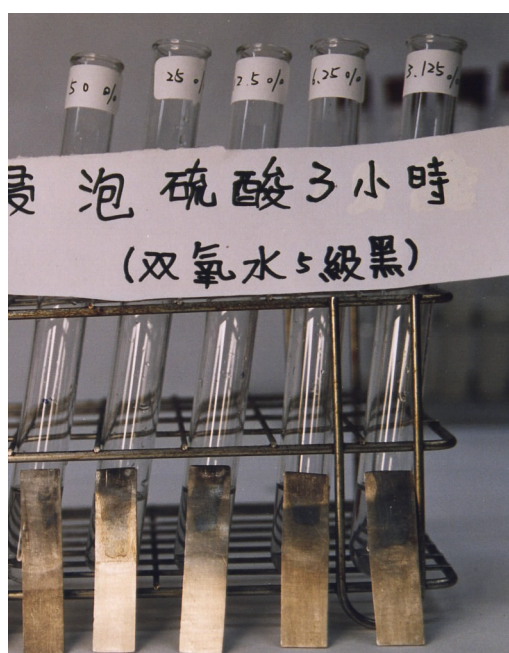
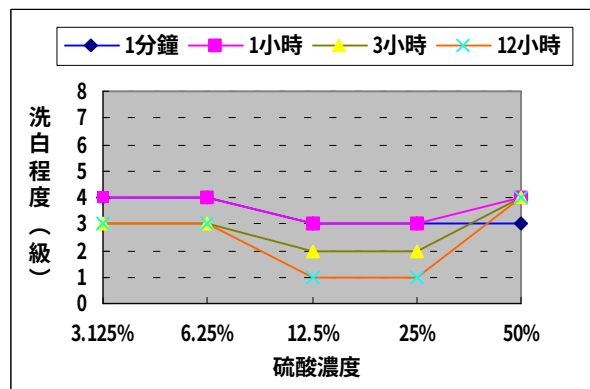
變白程度 鹽水濃度	時間 PH值	1 分鐘	1 小時	3 小時	12 小時	備 註
25%	6.8	5	2	2	2	效果好
12.5%	6.8	5	5	5	5	無法洗白
6.25%	6.9	5	5	5	5	無法洗白
3.125%	7.2	5	5	5	5	無法洗白
1.5625%	7.2	5	5	5	5	無法洗白



洗白溶液：硫酸

實驗銀片：浸泡雙氧水 5 級黑

變白程度(級) 浸泡硫酸濃度	時間 PH值	時間				備註
		1分鐘	1小時	3小時	12小時	
50%	1.6	3	4	4	4	浸久變黑
25%	2.3	3	3	2	1	效果很好
12.5%	2.5	3	3	2	1	效果很好
6.25%	2.8	4	4	3	3	效果慢
3.125%	2.9	4	4	3	3	效果慢



3.發現：

- (1)溶液的濃度越高，洗白的速度越快，但硫酸濃度太高，浸久反而變黑。
- (2)氨水、鹽水、中等濃度(12.5 25%)的硫酸洗白效果最好，而氨水很低的濃度也能洗白黑色的銀片，氨氣上升讓黑色銀片未浸泡的部分顏色變淡。
- (3)鹽水的濃度要高，洗白的速度才會快，濃度太低，洗白速度很慢，甚至無法洗白。
- (4)浸泡雙氧水變黑的銀片比浸泡漂白水變黑的銀片容易洗白。

問題九：變黑的銀片可以利用電解法還原成銀白色嗎？

實驗一：不同材質的電極都適合還原變黑的銀片嗎？

1.方法：

- (1)將 2 個鱷魚夾穿在玻璃管中固定在保麗龍板上，連接整流器的正負極。
- (2)燒杯中裝 300ml 的 RO 逆滲透水，滴入少許稀硫酸幫助導電。
- (3)改變不同材質的金屬片做電解正極，固定浸泡雙氧水 5 級黑銀片做負極。
- (4)固定輸入電壓 12V，電解 30 分鐘後，比對色碼表紀錄銀片變白的程度。
- (5)每實驗一種電極材質，需更換新的電解溶液。

2.結果：○數量越多表示氣泡越多，試驗銀片：浸泡雙氧水 5 級黑

正極材質		銅	鐵	鋁	鋅	鉑
電極變化	+極	紅黑 (體積減小)	黑 (體積減小)	不變	灰黑 (體積減小)	不變
	—極(銀片)	黑→淡褐黑 (有藍綠色附著)	黑→淡褐黑 (有黃綠色附著)	黑→淡灰黑	黑→淡灰黑 (有灰黑色附著)	黑→銀白
30 分銀片變白程度(級)		4	4	4	4	2
電極氣泡量	+(氧)					
	—(氫)					

3.發現：

- (1)電解時正極氣泡量較少，是氧氣，負極氣泡量較多，是氫氣。
- (2)電解的方法主要是利用負極產生的氫，與銀片上黑色的氧化物反應，氫和氧作用，而把銀離子還原成銀白色的銀。
- (3)電解時正極的材料不同，所形成的化學變化也不一樣，正極的氧會和金屬作用，形成一層氧化物附著在上面，如銅、鐵、鋅片最明顯，而且會有深色的反應物游到負極，吸附在銀片上。
- (4)銅、鐵、鋅片當電解正極時，電解後體積會減少，是一部分帶正電的金屬離子析出游到負極的結果。
- (5)以白金(鉑)電極最穩定，不容易氧化(不變色)，電解後負極黑色銀片變銀白的程度最好，速度最快。

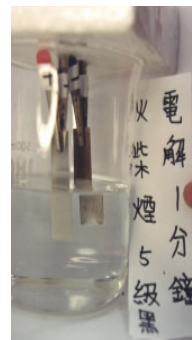
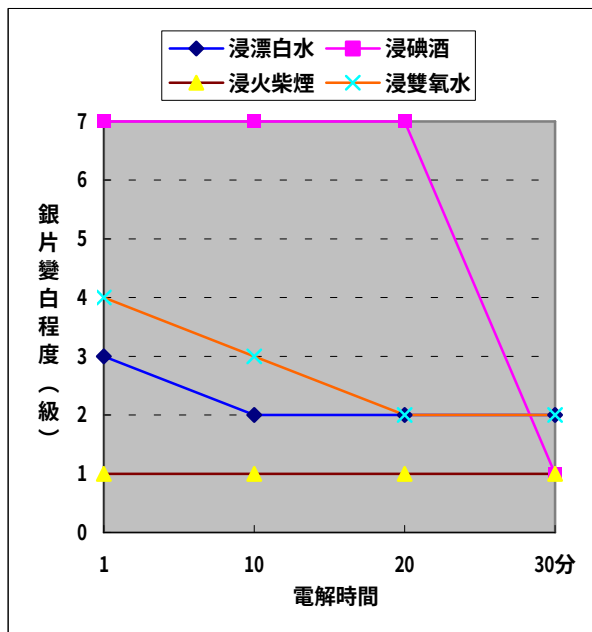
實驗二：浸泡不同液體變黑的銀片都可以用電解法還原成銀白色嗎？

1.方法：

- (1)同實驗一的方法，固定鉑片為電解正極，將浸泡不同液體 5 級(褐)黑的銀片夾在負極。
- (2)定時比對負極銀片變色的程度。

2.結果：

(1)



3.發現：

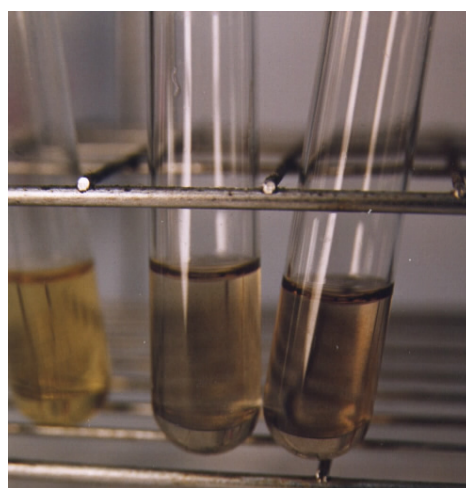
- (1)所有變(褐)黑色的銀片都可以用電解法還原成銀白色，其中接觸火柴煙的銀片電解變銀白的速度最快，一通入電流立刻變銀白。
- (2)浸泡碘酒 5 級褐黑色的銀片，一通入電流立刻變黑，持續 30 分鐘都是比原來的褐黑色顏色更深，褐黑色的反應物蓬鬆的吸附在銀片上，電解結束擦拭後卻變得最亮(1 級銀白)，效果很好。
- (3)浸泡雙氧水、漂白水的銀片，電解還原的速度比較緩慢。

六、討論：

銀片浸泡溶液後，附著在銀片表面的黑(褐)色反應物緻密且厚，是因為銀片在溶液中持續的作用。而銀片接觸含硫的氣體(硫磺蒸氣、火柴煙)，表面褐黑層較薄，溝紋還可以清楚分辨，是因為氣體沒有連續增加和銀片持續作用的緣故。

銀片接觸含硫氣體、浸泡低濃度(0.125%)碘酒(如編號 O、P、S1、T3 T5)，透過顯微鏡觀察，可以看見表面有藍點或整片薄薄的藍色覆蓋著，溝紋仍然看得見，應該是硫化銀、碘化銀的顆粒很細小，剛好填平了銀片表面的溝紋，加上反應不會太激烈，反應物堆積不會太厚，因光的干涉使表面看起來藍藍的。

黑褐色銀片浸泡溶液洗白時，溶液中可看見黑色細小微粒掉落沉澱，取出銀片擦拭後，黑褐色反應物會附著在紙上，證明銀片變黑是銀與溶液(氣體)作用後的反應物附著在銀片上。



用洗銀水洗白變(褐)黑的銀片非常有效，但並不清楚它的成份，雖然可以快速洗白銀片，但可能對銀片造成傷害腐蝕，因為洗銀水浸太久銀片會變黑，表面溝紋也會被破壞，應節制適量使用。

用浸泡溶液的方法洗白銀片，大部分洗白後的銀片表面紋路和原來的不太相同，表面溝紋都有腐蝕的痕跡(如附件二)。而使用電解還原的方法，變白後的銀片表面，溝紋仍然清楚，沒有腐蝕的現象(如附件一)。

500x



浸泡溶液洗白後的銀片表面

500x



用電解法還原變白的銀片表面

七、研究結論：

銀片浸泡溶液變黑和溶液的酸鹼性質沒有絕對關係，而是和溶液的成份有關。溶液中含有氯、碘、硫、氧的成份，會很快和銀片作用而變黑(褐)色，如浸泡漂白水、碘酒、雙氧水等溶液的銀片變色最快最深。

銀片在大氣中硫化的速度比氧化快很多，銀片接觸硫磺蒸氣、火柴煙，都會使銀片快速變褐色，但在氧氣試管中放半年卻仍不變色，可見銀片的變色主要是硫化，銀在大氣中氧化的速度是很緩慢的。

銀片變色後的表面變化都不太相同，浸泡漂白水、碘酒、雙氧水的銀片，反應作用快速劇烈，而且是全面性的整片(褐)黑，非常緻密，表面溝紋完全被覆蓋消失。而反應比較溫和的銀片(如浸泡硫酸銅…等)，變黑的部分比較局部、稀疏，表面溝紋較清楚。

會使銀片變黑的溶液，濃度越高，銀片變色越快越黑，表面附著的反應物越多，分布也越緻密。浸泡碘酒的銀片變色最快，反應物顆粒最細小，很低的濃度表面溝紋就填平消失，分布覆蓋最緻密。

火柴煙的濃度越高，銀片變色越快越深，反應物覆蓋越緻密。

溫度越高，溶液和銀片作用的速率越快，變色越深越緻密。

能讓(褐)黑色的銀片再洗白的溶液種類不一定相同，但洗銀水適用各種不同原因變黑的銀片都有效，而且洗白速度快。能讓氧化變黑(浸泡雙氧水)的銀片洗白的溶液種類最多，稀氨水(最快最亮)、稀硫酸、氫氧化鈉、鹽水、檸檬汁都有效果。浸泡漂白水的銀片，可用稀氨水、鹽水洗白。浸泡碘酒的銀片可用稀鹽酸洗白。而硫化變褐黑(火柴煙)的銀片，則除了洗銀水外，其他試驗的溶液都無法洗白。

一般來說，能洗白(褐)黑色銀片的溶液，濃度越高，洗白速度越快，如高濃度的氨水、鹽水、氫氧化鈉的洗白效果很好。但硫酸濃度太高，浸久反而會變黑，中等濃度(12.5 25%)的硫酸反而比較有效。至於洗銀水更是不能浸久，否則也會變黑。

我們成功的以電解法來還原變黑的銀片，利用電解時負極產生的氫和銀片上黑色的氧化物反應(氫和氧作用)，而把銀離子還原成銀原子(銀白色)。電解時正極使用白金(鉑)電極最穩定，負極(褐)黑色銀片變銀白的速度最快，效果最好。

所有變(褐)黑的銀片都可以用電解法還原成銀白色。其中接觸火柴煙硫化的銀片很難用浸泡溶液的方法洗白(洗銀水除外)，但用電解法時，還原的速度卻是最快的。至於浸泡碘酒的銀片也很特別，一通入電流立刻變更黑，但銀片上褐黑色的反應物覆蓋得很蓬鬆，很容易擦去，擦拭後變得最亮。

八、參考資料

呂戊辰著 葉明仁譯 貴金屬之化學

傳勝出版社 P135、136

國立編譯館

國中理化課本

台灣書店

第一冊 P51~53 第二冊 P41~42
第三冊 P59~62 第四冊 P47~48

張豐榮編譯

小小科學家實驗觀察百科

三豐出版社

1~10 冊

<http://pei.cjjh.tc.edu.tw/chem-23-5.htm>

http://home.kimo.com.tw/macron_tw/keepgood.htm

<http://www.epa.gov.tw/j/toxic/handbook/jenv-tox/ag.htm>

<http://www.hobbydiy.com.tw/con43a.asp>

評 語

080202 國小組化學科 第三名

背叛顏色-銀片變黑洗白的研究

**利用各種金屬片不同溶液中，觀測其氧化及電解還原反應，
實驗操作簡易，結論清晰。**