

中華民國第四十四屆中小學科學展覽會

作品說明書

國中組 化學科

030218

雲林縣立林內國民中學

指導老師姓名

邵虎

作者姓名

張惠雅

孫莉蘋

陳思柔

陳冠佑

目錄

一、摘要.....	2
二、研究動機.....	2
三、研究目的.....	3
四、研究設備及器材.....	3
五、研究過程和方法.....	4
六、研究結果.....	7
七、討論.....	11
八、結論.....	13
九、參考資料及其他書寫說明.....	15

壹、摘要

利用屬於非金屬的布代替金屬物質作為電鍍實驗中的被鍍物，觀察金屬在布上是否可以析出。經過實驗我們發現利用布依然可以使金屬在布上析出，容易觀察，但在實驗時間上卻較長，無法如課本所示範的實驗在 10 到 15 分鐘內便可完成。歸納發現影響布表面析出金屬的因素主要是布浸泡時間的長短，溶液濃度、電壓大小及液面高低的影響反而不太明顯。

貳、研究動機

在理化課本第三冊十三章提到電鍍反應，老師並根據課本所列之示範實驗將銅鍍在鐵釘上。如課本所說大約 10 至 15 分鐘便可見鐵釘在液面下的部分鍍上了一層紅褐色物質(圖一、二)，老師說那就是銅金屬。可是那紅褐色的物質真的就是銅嗎？雖然課本內容出錯機率不高，老師也信誓旦旦的加以保證，但總覺得若是鍍出來的金屬可以是一顆顆金屬的模樣，感覺會更具體。

由於老師課堂上有提到其實不止金屬可以利用電鍍原理在其表面加工，即使是屬於非導體的塑膠也可以利用電鍍原理達到表面處理的目的。於是我們便突發奇想，自己也來嘗試非導體物質(布)的電鍍。看看是否可以讓金屬在布上析出？若是可以，析出的金屬會是什麼模樣呢？會不會讓學生更肯定那就是由溶液中的離子所析出的金屬呢？真是讓人期待。



圖一：鐵釘電鍍前



圖二：鐵釘電鍍後(液面下的部分有紅褐色之物質)

參、研究目的

看完老師所做的電鍍示範實驗後，我們決定利用課本所學之電鍍原理，嘗試非導體物質的電鍍，看是否可以讓金屬成功的在非導體物質的表面析出。若是可行，金屬析出的情形為何？和課本示範實驗的結果相比能否更具體地讓學生清楚電鍍現象呢？並探討影響我們所設計的電鍍實驗的因素。希望可以藉著非導體物質的電鍍研究呈現出令人耳目一新的電鍍實驗。

肆、研究設備及器材

一、實驗藥品：

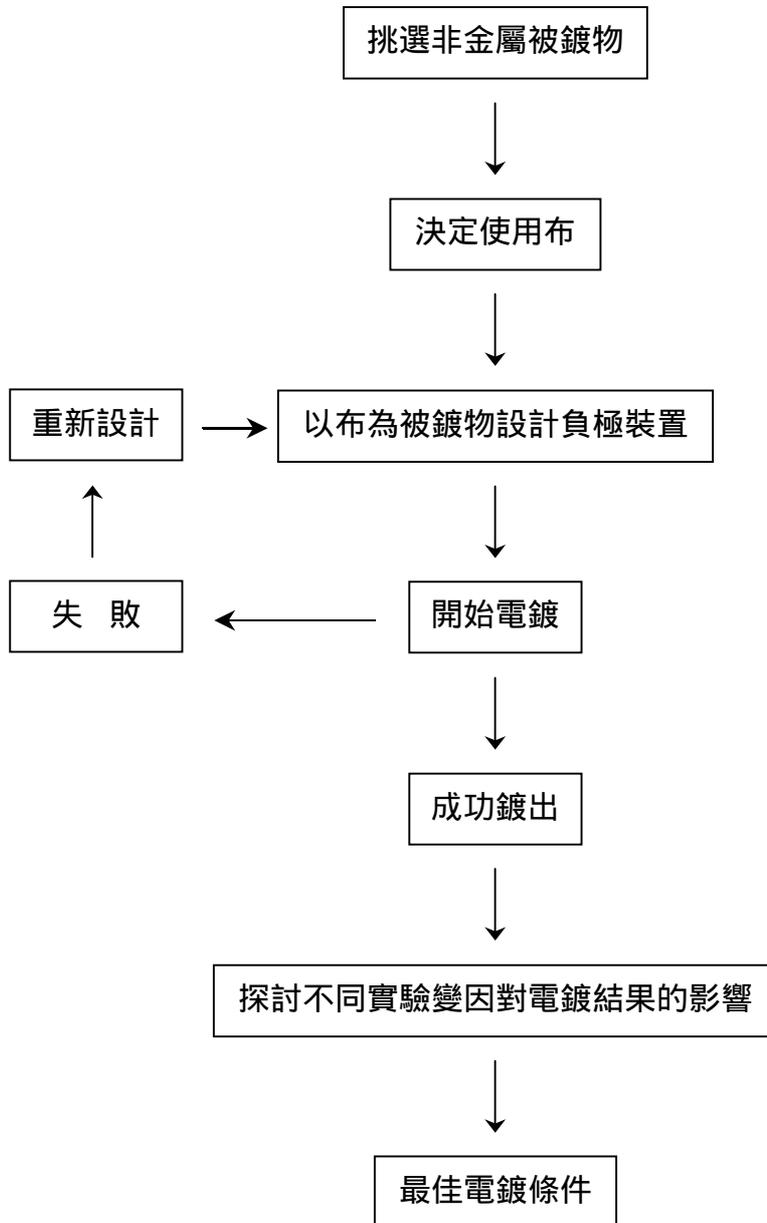
藥品名稱	純度等級	購買廠商
硫酸鋅 (ZnSO ₄)	試藥級	島久藥品株式會社
硫酸銅 (CuSO ₄)	試藥級	島久藥品株式會社

二、實驗器材：

實驗器材	規格	實驗器材	規格
燒杯	50mL、100mL	鑷子	標準規格
刮勺	標準規格	濾紙	標準規格
漏斗	標準規格	乳頭滴管	標準規格
鱷魚夾	標準規格	鋅片	3×5cm
銅片	3×5cm	電流供應器	島田牌
碳棒	16cm	碼錶	標準規格
透明膠帶		布	
玻璃棒	標準規格	橡皮筋	
塑膠袋		上皿天平	標準規格(200g)

伍、研究過程和方法

一、研究流程：



二、研究方法：

- (一)挑選非金屬被鍍物:由於我們的目的是希望鍍出金屬和示範實驗有所差異,而一般電鍍時的被鍍物多為硬的金屬,因此在考慮被鍍物時便想到軟的物質。軟的物質並不難找,但考量到須讓非金屬物質能夠導電的問題,實在是傷腦筋!要怎樣才能讓非金屬物質可以導電呢?聯想到自己曾經因手溼觸電的實例,突發奇想若是能讓非導體物質保持潮濕,或許就能讓其可以導電,進行電鍍。可是要讓非導體物質保持潮濕也不容易,要選擇哪

一種非金屬物質？要如何做才能達到目的呢？最後我們想到了布會吸水的特性，可以讓布保持潮濕，或許可以成功。便決定以布做為此次電鍍的被鍍物，開始進行實驗。

(二)以布連接負極開始嘗試電鍍：

1. 以鱷魚夾夾布：一開始要將布連接在負極時，最先想到的方法便是利用實驗室中電學實驗常用到的鱷魚夾。於是我們便直接以鱷魚夾夾布，將布置於裝有電鍍液之燒杯中，為避免鱷魚夾發生電鍍反應，特別注意讓鱷魚夾位於液面之上，與電鍍液無接觸，只有布與溶液直接接觸。



圖三：鱷魚夾電鍍前



圖四：鱷魚夾電鍍後

2. 以碳棒夾布：我們依照 1.的方式來進行布的電鍍實驗，雖然刻意讓鱷魚夾與溶液沒有接觸，但結果鱷魚夾依然在幾次實驗後就起了明顯的變化，從外觀來看，鱷魚夾似乎是嚴重地鏽蝕了(圖三、圖四)。於是我們想到改用唯一的非金屬導體-石墨所做成的碳棒取代鱷魚夾。方法如圖五，將布夾在兩根碳棒(16cm,5cm)間，再用透明膠帶固定。同樣的為了避免碳棒發生電鍍反應，因此碳棒直接橫跨在燒杯口上，並沒有跟電鍍液接觸。



圖五：將布夾在二根長短碳棒間，
做為負極。

(三)探討不同實驗變因對電鍍結果的影響：

1. 電鍍液濃度：

(1) 固定電壓為 10V，溶液體積為 20mL，布沒有事先浸泡，依次改變硫酸鋅溶液濃度為 1.5M、3M、4.5M、6M，觀察結果。(結果如表一)

(2) 將固定電壓改為 15V，其餘條件不變，重複(1)步驟。(結果如表二)

(3) 將固定電壓改為 20V，其餘條件不變，重複(1)步驟。(結果如表三)

2. 電壓大小：利用 1.之實驗結果，加以比較。(結果如表四、表五、表六、表七)

3. 電鍍液液面高低：

(1) 電壓固定為 10V，硫酸鋅溶液濃度為 1.5M，布沒有事先浸泡，依次改變溶液體積為 10mL、20mL、30mL、40mL、50mL，觀察結果。(結果如表八)

4. 布浸泡時間的長短：

(1) 電壓固定為 10V，硫酸鋅溶液濃度為 1.5M，溶液體積為 20mL，將布分別浸泡 1 天、2 天、3 天、4 天，再予以電鍍，觀察結果。(結果如表九)

(四)最佳實驗條件：根據(三)的結果，決定本次電鍍布實驗之各項變因的最佳條件。

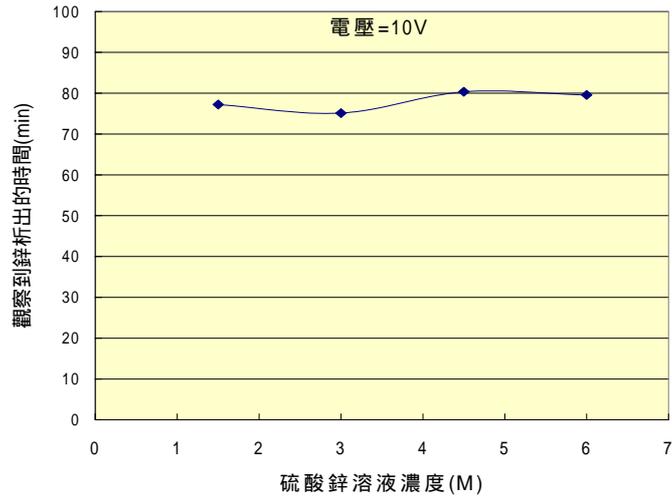
(五)利用(四)所得之實驗條件，將硫酸鋅換成硫酸銅再操作一次，觀察結果。

陸、研究結果

一、電鍍液濃度對電鍍布的影響：

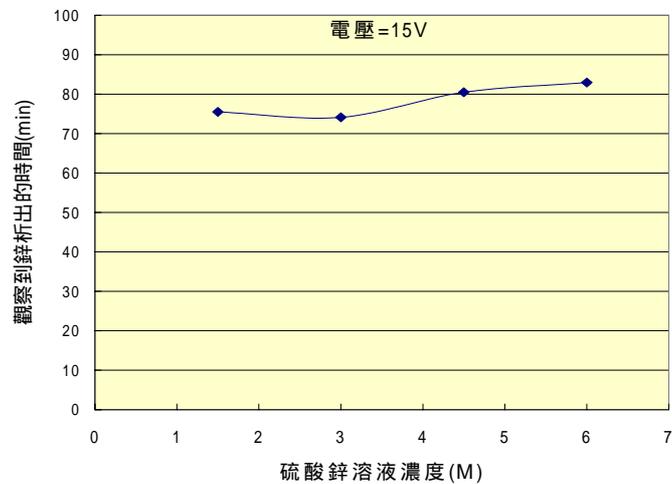
(一)表一：固定電壓=10V時，濃度對電鍍的影響：

硫酸鋅溶液濃度(M)	1.5	3	4.5	6
觀察到鋅析出的時間(min)	77.23	75.14	80.35	79.56



(二)表二：固定電壓=15V，濃度對電鍍的影響：

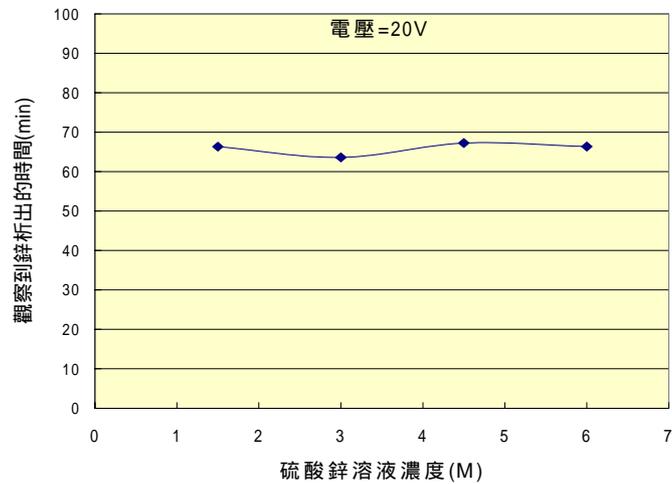
硫酸鋅溶液濃度(M)	1.5	3	4.5	6
觀察到鋅析出的時間(min)	75.49	74.13	80.46	82.95



圖七：電壓=15V時，硫酸鋅溶液濃度 vs 鋅析出時間之關係圖

(三)表三：固定電壓=20V，濃度對電鍍的影響：

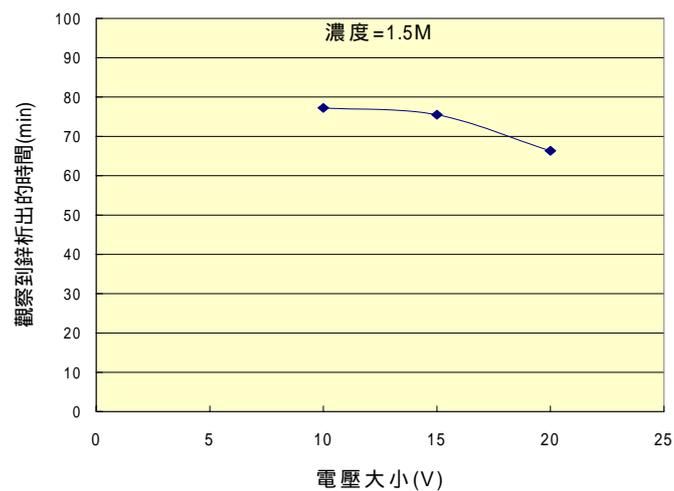
硫酸鋅溶液濃度(M)	1.5	3	4.5	6
觀察到鋅析出的時間(min)	66.33	63.60	67.24	66.36



二、電壓大小對電鍍的影響：

(一)表四：溶液濃度=1.5M，電壓對電鍍的影響：

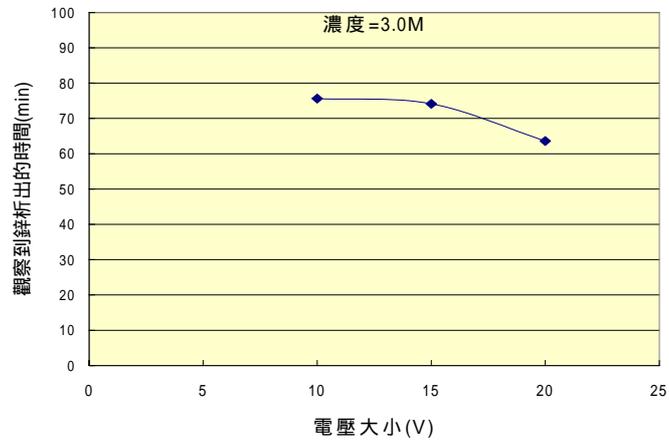
電壓大小(V)	10	15	20
觀察到鋅析出的時間(min)	77.23	75.49	66.33



圖九：溶液濃度=1.5M時，電壓大小 vs 鋅析出時間之關係圖

(二)表五：溶液濃度=3.0M，電壓對電鍍的影響：

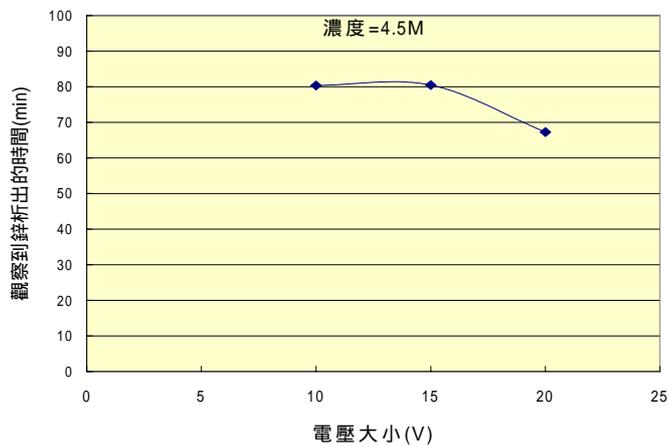
電壓大小(V)	10	15	20
觀察到鋅析出的時間(min)	75.64	74.13	63.60



圖十：溶液濃度=3.0M時，電壓大小 vs 鋅析出時間之關係圖

(三)表六：溶液濃度=4.5M，電壓對電鍍的影響：

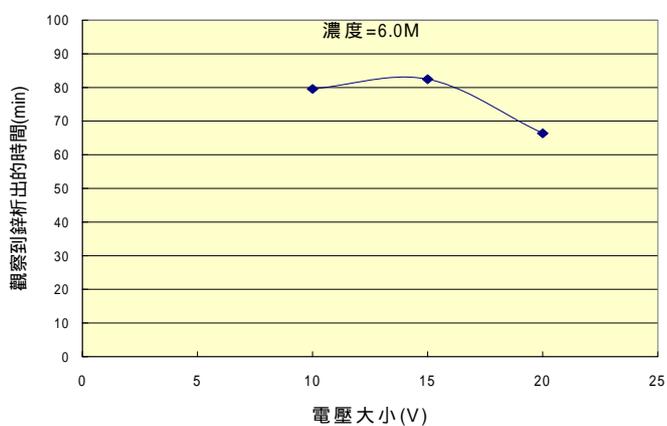
電壓大小(V)	10	15	20
觀察到鋅析出的時間(min)	80.35	80.46	67.24



圖十一：溶液濃度=4.5M時，電壓大小 vs 鋅析出時間之關係圖

(四)表七：溶液濃度=6.0M，電壓對電鍍的影響：

電壓大小(V)	10	15	20
觀察到鋅析出的時間(min)	79.56	82.45	66.36

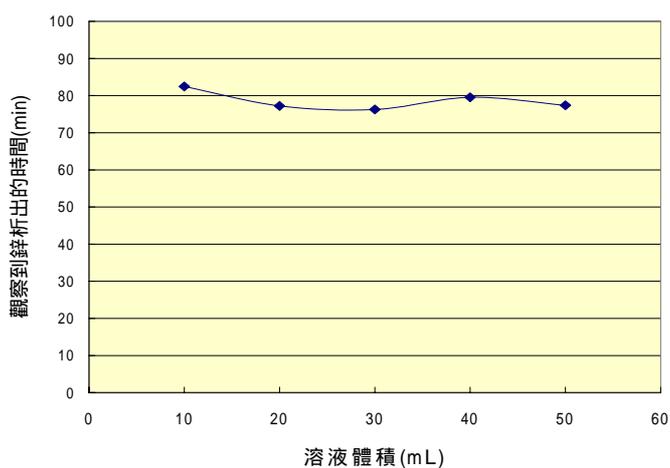


圖十二：溶液濃度=6.0M時，電壓大小 vs 鋅析出時間之關係圖

三、電鍍液液面高低對電鍍布的影響：

(一)表八：電壓固定為 10V，硫酸鋅溶液濃度為 1.5M，液面高低對電鍍的影響：

溶液體積(mL)	10	20	30	40	50
觀察到鋅析出的時間(min)	82.47	77.23	76.25	79.54	77.38

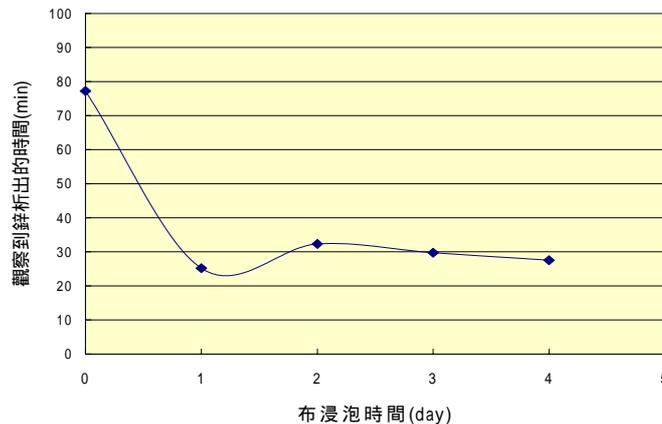


圖十三：液面高低 vs 鋅析出時間之關係圖

四、布浸泡時間的長短對電鍍布的影響：

(一)表九：電壓=10V，硫酸鋅溶液濃度=1.5M，溶液體積=20mL，布浸泡時間對電鍍的影響：

布浸泡時間(day)	0	1	2	3	4
觀察到鋅析出的時間(min)	77.23	25.18	32.34	29.75	27.54



圖十四：布浸泡時間 vs 鋅析出時間之關係

柒、討論

一、電鍍液濃度對電鍍布的影響：

(一)由圖六、圖七、圖八可發現在 10V、15V、20V 三種不同電壓下，硫酸鋅溶液濃度為 3M 時，觀察到鋅析出的時間都最快。濃度為 1.5M 時其次，4.5M 和 6.0M 則互有快慢。

(二)不同的電鍍液濃度雖然對於鋅析出的時間有所影響，但實際上所相差的時間卻都少於十分鐘，並不算多。

二、電壓大小對電鍍布的影響：

(一)由圖九、圖十、圖十一、圖十二可發現在 1.5M、3.0M、4.5M、6.0M 四種不同溶液濃度

下，使用 20V 電壓時所需的時間最短，10V 和 15V 則相差不大。

三、電鍍液液面高低對電鍍布的影響：

(一)由圖十三可以發現不同的液面高度對於鋅析出時間影響有限。

四、布浸泡時間的長短對電鍍布的影響：

(一)由圖十四可以發現和布不事先浸泡相比，布浸泡的時間不論是幾天都可以大幅縮短鋅開

始析出的時間。

(二)比較浸泡天數對鋅析出的時間可以發現，浸泡天數越久，所得到的析出時間並無明顯差

異，顯見只要浸泡時間適當即可。

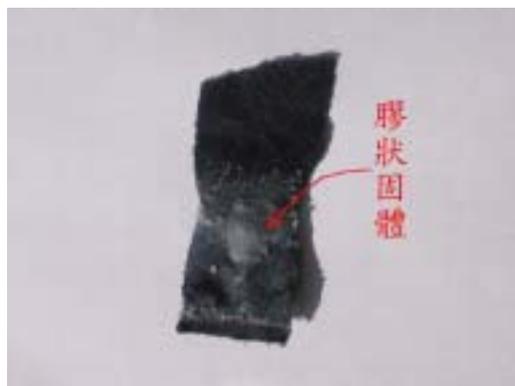
(三)在我們所改變的四個變因中，浸泡天數對鋅析出時間的影響最顯著，應是導電性的關係。由於布本為非導體，若布沒有事先浸泡，必須藉著本身的毛細現象才能慢慢地將原本乾燥的布潤濕，達到可以導電的目的，因此鋅開始析出的時間較長，且需要長時間(數小時)才能得到較明顯的金屬結晶。若布經過事先浸泡的處理過程，則因布已經過長時間之毛細作用，所以整塊布基本上皆已均勻潤濕，電鍍時便可較快有金屬析出，且短時間內較易得到明顯之金屬析出結晶

五、最佳實驗條件：

(一)根據我們所探討的實驗變因，包括電鍍液濃度、電壓大小、電鍍液液面高低、布浸泡時

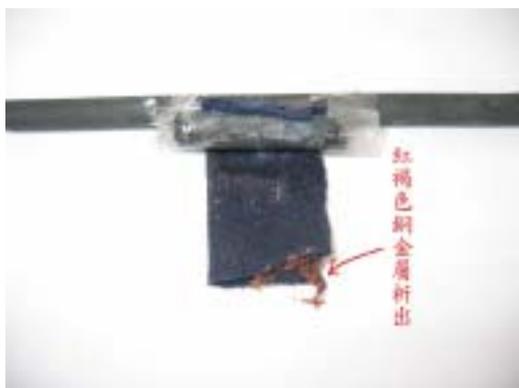
間等，利用布來操作電鍍鋅之最佳條件分別為硫酸鋅溶液濃度 3M、電壓 15V、溶液體積 10mL、布浸泡 1 天。

(二)電壓 20V 時鋅析出所需的時間雖較 15V 時來得短，但實驗過程中發現使用 20V 進行電鍍時，在布的表面會有不明類似膠狀物析出(圖十五)，因此選用電壓 15V。此外，電壓太高，布表面因熱量高所發生的蒸發現象就越明顯。



圖十五：電壓 20V 時，布表面出現膠狀固體

六、利用電鍍鋅所得之最佳實驗條件，將硫酸鋅換成硫酸銅再操作一次，結果於 36 分時觀察到銅金屬開始析出，83 分時可得明顯之銅金屬(圖十六、圖十七)。



圖十六：電鍍 83 分後，銅的析出情形(一) 圖十七：電鍍 83 分後，銅的析出情形(二)

七、實驗可改進之處：

- (一)本次實驗的應變變因-鋅析出的時間，是以肉眼觀察到布上有鋅析出，再按下馬錶所得到的結果。為避免標準不一，我們特地由同一個人負責這項工作。雖然如此，人為誤差無法避免。以可以量化的變因做為標準是較佳的方式，可以減少因人為因素所產生的誤差。
- (二)此次實驗沒有探討到布的種類對於電鍍的影響，不同的布吸水性不同，這應該也是個可以討論的方向。
- (三)實驗進行中沒有控制電鍍溫度，溫度變因對電鍍是否有影響應是個可以討論的方向。
- (四)由於析出的金屬與布之間的附著力不如金屬與金屬間來得強，因此析出的金屬常有掉到燒杯底的情形，形成浪費。
- (五)本次以硫酸鋅的最佳電鍍條件直接使用在硫酸銅電鍍上，雖然效果不錯，但若能針對硫酸銅重新探討各項變因，或許能找出更好的實驗條件。

捌、結論

- 一、布雖然是非金屬，無法導電。但經過毛細作用後，布會因此而潤濕，達到可以導電的目的。且經過實際操作，以布做為電鍍實驗之負極，依然可以成功讓金屬在布上析出。
- 二、在我們所探討影響本次實驗的變因中，以布是否經過浸泡所造成的影響最大，可以大幅縮短電鍍時間，主要應該是因為先經過浸泡的布，其潤濕程度較好，導電度較佳之故。而沒有經過事先浸泡的布，則需要先花一段時間，才能讓布稍微潤濕，開始導電。因此

所需電鍍時間較長。其他因素：電鍍液濃度、電壓大小、電鍍液液面高低等雖也有影響，但影響較小。

三、若以本實驗代替課本中的示範實驗，其優缺點如下：

(一)優點：

1. 由於金屬和布之間的吸附情形不如金屬與金屬間，因此可以輕易看見布上剛析出的金屬且藉由手的觸覺也可感受到析出物確為金屬，對於同學來說應該更能了解電鍍的原理及現象。
2. 利用布所電鍍出的金屬分布情形不像課本示範實驗般均勻，其析出形狀無法預估，因為每次鍍出的形狀都不相同(圖十八、圖十九、圖二十、圖二十一)，反而讓我們有所期待，希望鍍出的金屬形狀是最獨特而漂亮的。



圖十八：鋅析出形狀(一)



圖十九：鋅析出形狀(二)



圖二十：鋅析出形狀(三)



圖二十一：鋅析出形狀(四)

(二)缺點：

1. 利用布進行電鍍實驗所需時間較長才能看出較明顯的金屬析出，而課本示範實驗僅需十~十五分鐘。因此若要讓學生親自操作此實驗，至少需要兩節課時間才足夠，

在時間的應用上不如示範實驗來得有彈性。

2. 布電鍍實驗需事先將布做浸泡處理，在事前準備工作上較為麻煩。

玖、參考資料及其他書寫說明

一、參考資料

(一)國民中學理化第三冊 13-6, 國立編譯館主編。

(二)國立苗栗高中全球資訊網：<http://www.mlsh.mlc.edu.tw/~jya/wat4.htm>

(三)生活教室：<http://webtitle.chemistry.pu.edu.tw>

二、書寫說明：

(一)圖一：鐵釘電鍍前

圖二：鐵釘電鍍後(液面下的部分有紅褐色之物質)

圖三：鱷魚夾電鍍前

圖四：鱷魚夾電鍍後

圖五：將布夾在二根長短碳棒間，做為負極。

圖六：電壓=10V 時，硫酸鋅溶液濃度 vs 鋅析出時間之關係圖

圖七：電壓=15V 時，硫酸鋅溶液濃度 vs 鋅析出時間之關係圖

圖八：電壓=20V 時，硫酸鋅溶液濃度 vs 鋅析出時間之關係圖

圖九：溶液濃度=1.5M 時，電壓大小 vs 鋅析出時間之關係圖

圖十：溶液濃度=3.0M 時，電壓大小 vs 鋅析出時間之關係圖

圖十一：溶液濃度=4.5M 時，電壓大小 vs 鋅析出時間之關係圖

圖十二：溶液濃度=6.0M 時，電壓大小 vs 鋅析出時間之關係圖

圖十三：液面高低 vs 鋅析出時間之關係圖

圖十四：布浸泡時間 vs 鋅析出時間之關係

圖十五：電壓 20V 時，布表面出現膠狀固體

圖十六：電鍍 83 分後，銅的析出情形(一)

圖十七：電鍍 83 分後，銅的析出情形(二)

圖十八：鋅析出形狀(一)

圖十九：鋅析出形狀(二)

圖二十：鋅析出形狀(三)

圖二十一：鋅析出形狀(四)

(二)表一：固定電壓=10V 時，濃度對電鍍的影響

表二：固定電壓=15V 時，濃度對電鍍的影響

表三：固定電壓=20V 時，濃度對電鍍的影響

表四：溶液濃度=1.5M，電壓對電鍍的影響

表五：溶液濃度=3.0M，電壓對電鍍的影響

表六：溶液濃度=4.5M，電壓對電鍍的影響

表七：溶液濃度=6.0M，電壓對電鍍的影響

表八：電壓固定為 10V，硫酸鋅溶液濃度為 1.5M，液面高低對電鍍的影響

表九：電壓=10V，硫酸鋅溶液濃度=1.5M，溶液體積=20mL，布浸泡時間對電鍍的影響

評語

030218 國中組化學科

電鍍！電布！

實驗努力，創意待加強。