

中華民國第42屆中小學科學展覽會

∴ 作品說明書 ∴

國中－化學科

科 別：化 學 科

組 別：國 中 組

作品名稱：在濾紙上電解水溶液，兩極之間與隔板關係的探討。

關 鍵 詞：微型實驗、電 解、隔 板

編 號：030218

學校名稱：

新竹市立光華國民中學

作者姓名：

彭信智、吳珮蜜、宋宜諭、李孟翰

指導老師：

張秀澂、丁淑觀



在濾紙上電解 CuSO_4 水溶液，兩極與其間之隔板關係的探討

一、摘要

本研究是以微型實驗在濾紙上電解硫酸銅溶液，以兩銅片作為正負電極，若在正負電極等距間置入不同材質隔板時如(圖 A)所示：具有不同的意義：

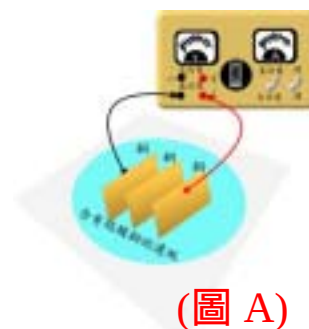
1. 若置入絕緣隔板，如壓克力板，可使濾紙上正負離子移動減慢，電流減少，因而造成負極上析出的銅減少。
2. 若置入導體隔板，如鋅、銅、銀，且外加電壓足夠大時，則
 - 隔板在靠近外加電壓之正極的一面有銅析出
 - 隔板在靠近外加電壓之負極的那一面發生溶解
 - 外加電壓之正極上的銅發生溶解
 - 外加電壓之負極會析出銅

如(圖 B)所示

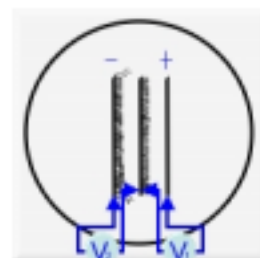
可推知：金屬隔板的兩面分別為正極與負極如(圖 C)所示。後又由伏特計測量 V_1 、 V_2 、 $V_{\text{總}}$ 的關係，得證 $V_1 + V_2 = V_{\text{總}}$ ，更可確定金屬隔板的兩面分別成為兩個串聯電解槽的負極和正極。

故金屬隔板置入“通有足夠外加電壓”的兩極間時，會形成兩組串聯的電解槽，同時進行電解。

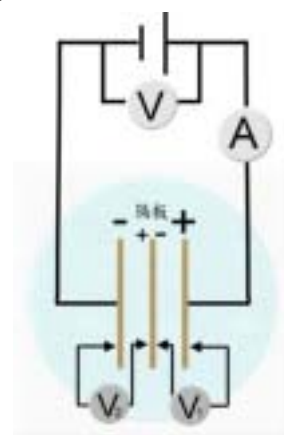
3. 置入於通有電流之金屬隔板的兩電極間時，隔板只會有一面(靠近正極面)析出銅，故此種方法可適用於只需鍍一面的金屬。



(圖 A)



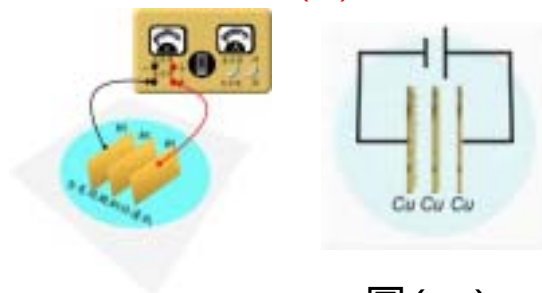
(圖 B)



(圖 C)

二、 研究動機:

我們在課堂上做完理化第三冊的”電解硫酸銅溶液”實驗中學得在電極的化學反應是如何發生的，但實驗後，這些硫酸銅溶液回收上的處理很是麻煩，鑒於環保的問題，於是與老師討論，能不能以最少量的硫酸銅溶液達到電解的效果，老師告訴我們前幾屆的學長也有想到此問題，於是就設計了一套方法，就是用銅片作電極，直接在濾紙上加入硫酸銅溶液進行電解，我們跟著去嘗試，果真有很漂亮的銅析出，就在此時，吳同學無意間拿了一個銅片放在兩電極的中間，奇怪的事情發生了，不但原本的負極上有銅析出，而放置中間的銅片在靠近正極的那一面沒有接上電源卻有銅析出，另一面則否。圖(一)這究竟是怎麼一回事？引起我們的好奇和興趣，因此，我們就著手設計本實驗，探究其原因。



圖(一)

三、 研究目的:

在濾紙上電解 CuSO_4 水溶液時：

1. 探討正極銅片和負極銅片在濾紙上反應的情形。→ 對照實驗
2. 探討絕緣隔板(如壓克力)置於正負極之間，對兩極的反應，是否會有影響？。
3. 探討導體隔板(如銅、鋅、銀)置於正負極之間，對兩電極的反應及導體隔板會造成怎樣的影響？
4. 探討導體隔板和絕緣隔板在電解過程的意義為何？
5. 微型實驗的意義。

四、 研究器材:

三用電表、變壓器、穩壓器、電源供應器、計時器、天秤、導線、濾紙(ADVANTES)1.2.5 號 90 mm、玻璃棒、鱷魚夾、滴管、燒杯、量筒(50mL)、硫酸銅溶液(0.5M 1M 1.5M 飽和)、蒸餾水、壓克力板(9cm*9cm*0.2 cm 9cm*5.3cm*0.2 cm)、安培計、伏特計、銅片 X4(0.1 cm*2cm*4cm)、鋅片 X2(0.1 cm*2 cm*4 cm)、銀片 X1(0.1 cm*2 cm*4 cm)、延長線、塑膠手套。

五、 研究過程:

為了探討在濾紙上電解硫酸銅時，析出銅晶體的分布情形，和有隔板時會造成怎樣的影響，我們是以改變其電極種類、濾紙粗細、隔板種類及大小，以探討其變化。

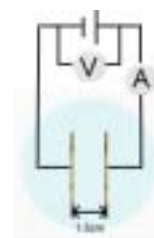
[實驗一] 探討在濾紙上電解硫酸銅溶液，與析出的銅晶體在濾紙上所排列之情形。

實驗步驟

1. 將濾紙(1 號)放置且緊壓於壓克力板上，用滴管慢慢滴入 1M 2c.c. 的硫酸銅溶液，並使硫酸銅溶液均勻分布於濾紙上。圖(二)
2. 將電源供應器並聯一伏特計，串聯一安培計，並在正負極各接上一銅片。
3. 將二銅片相距 1.5 cm 平行放置於濾紙上。如圖(三)所示
4. 調整電壓為 10V 計時並每隔 3~4 分鐘紀錄電流大小並觀察濾紙上的變化。
5. 10 分鐘後，停止實驗並觀察負極周圍銅所析出之晶體的形狀。
6. 改變濾紙為 2 號、5 號重複步驟 1~5。



圖(二)



圖(三)

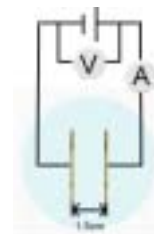


圖(四)

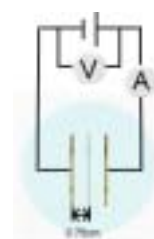
[實驗二] 探討在兩電極中間所放置一不導電之隔板(壓克力)對負極析出的銅，及其反應過程的電流變化，會有怎樣的影響。

【二之一】實驗步驟~

1. 將濾紙(2 號)放置且緊壓於壓克力板上，用滴管慢慢滴入 1M 2c.c. 的硫酸銅溶液，使硫酸銅溶液均勻分布於濾紙上。圖(四)
2. 將電源供應器並聯一伏特計，串聯一安培計，在正負極各接上一銅片，且相距 1.5 cm 平行放置於濾紙上。圖(五)
3. 並在正中央平行放置一壓克力隔板（規格 9 cm*5.3 cm*0.2 cm）距兩銅片各 0.75 cm。如圖(六)所示
4. 調整電壓為 10V 計時並每隔 3~4 分鐘紀錄電流大小並觀察濾紙上的變化。
5. 10 分鐘後，停止實驗並觀察負極周圍銅所析出之晶體的形狀。



圖(五)

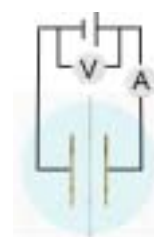


圖(六)

壓克力半隔

【二之二】實驗步驟

改變壓克力板(規格 9 cm*9 cm*0.2 cm)為全隔並重複步驟 1~5 如圖(七)所示

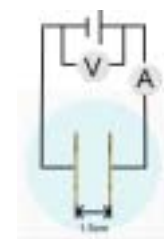


壓克力全隔

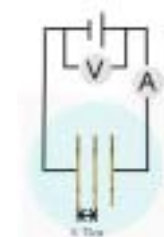
圖(七)



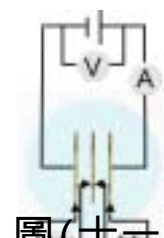
圖(八)



圖(九)



圖(十)



圖(十一)

[實驗三] 探討在兩電極中間放置導電之隔板（如鋅、銅、銀）分別對負極析出的銅，反應過程中的電流變化及導體隔板本身，會產生怎樣的影響？

實驗步驟

1. 將濾紙(2 號)放置且緊壓於壓克力板上，用滴管慢慢滴入 1M 2c.c.的硫酸銅溶液，並使硫酸銅溶液均勻分布於濾紙上。圖(八)
2. 將電源供應器並聯一伏特計，串聯一安培計並在直流正負接頭各接上一銅片，且將二銅片相距 1.5 cm 平行放置於濾紙上。圖(九)
3. 在正中央平行放置且緊壓一銅片隔板距兩電極銅片皆為 0.75 cm 圖(十)
4. 調整電壓為 10V 計時並每隔 3~4 分鐘紀錄安培計上電流大小及伏特計讀數的大小並觀察電極銅和隔板銅在濾紙上的變化。
5. 10 分鐘後，停止實驗並觀察負極電極周圍銅所析出之晶體的形狀及變化和隔板銅在濾紙上兩側的改變。
6. 依次改變銅隔板為鋅、銀，重複步驟 1~5。

六、實驗過程討論：

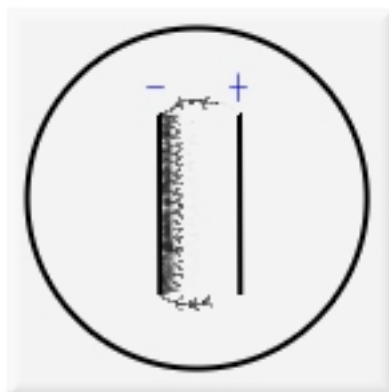
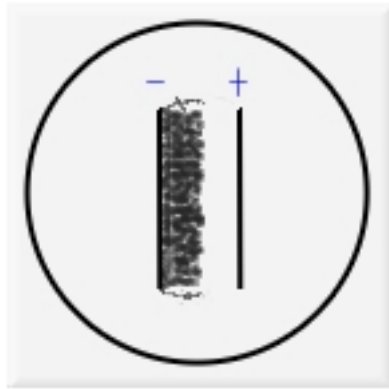
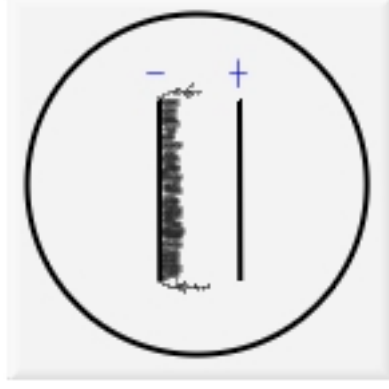
1. 電解硫酸銅水溶液，以銅片為正負極時：
 - A. 正極反應： $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$
 - B. 負極反應： $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$
 - C. 我們曾嘗試以石墨和鉑做為電極，因在濾紙進行電解使得在正極附近堆積許多氣泡，影響導電。其中石墨為非金屬，其延展性不佳，無法做成同其他金屬片之規格。所以我們就不考慮石墨或鉑作電極，而均以銅作為二電極。
2. 硫酸銅溶液濃度選擇：
 - A. 我們試過 0.1M、0.2M、0.5M、1M、1.5M、飽和的硫酸銅溶液，電解時發現不同的濃度的影響是電流的大小和析出銅的速度。
 - B. 硫酸銅濃度 0.1M~0.5M：其電流不大。但析出的銅卻密集且較長，可是多為黑色的氧化銅，隨時間一長，其黑色的氧化銅就不見了。濾紙上的水份在空氣中逐漸

蒸發到後來電流會降到 10mA 其銅幾乎不會析出。故不適合觀察比較。

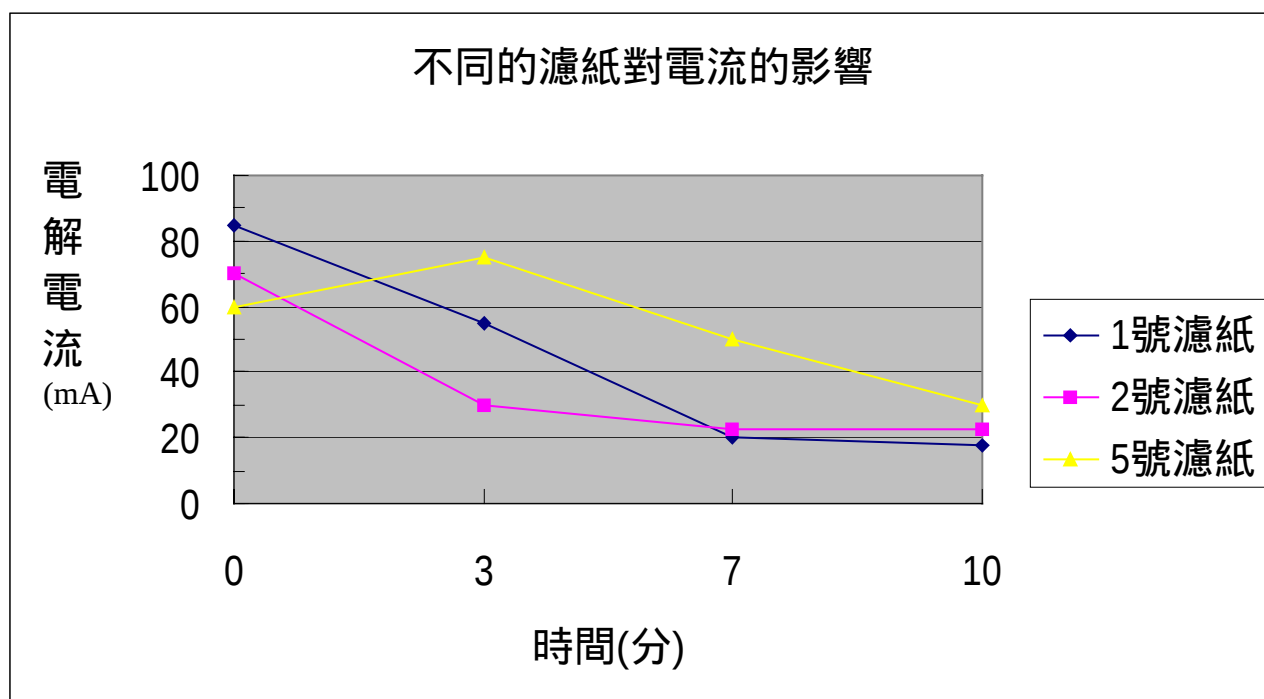
- C. 硫酸銅濃度 1M~飽和：其電流中大，在負極析出之銅卻反而稀疏，且近於平行同時滲入濾紙內，美觀又易於觀察。
 - D. 所以本實驗採用濃度 1M 及飽和的 CuSO_4 溶液。
3. 電解硫酸銅的實驗做完後濾紙的處理：
- A. 做完電解後的濾紙放入洗滌水中(逆滲透清水)洗淨，過一會再放入另一洗滌水中洗淨，約 1~2 次。
 - B. 確定濾紙乾淨後再用乾淨的紙張將濾紙表面的水分吸乾，直接護貝。可長時間保存。
4. 只將金屬隔板放置於通電的兩極間時，即可看到靠近正極一方的金屬隔板有銅析出，我們推測此面隔板很可能是負極，所以在實驗三，我們就設計在兩兩金屬板間用各接上一個伏特計，觀察伏特計讀數的變化，找出它們三者之間的關係。
5. 濾紙：一、二、五號之特性
- A. 一號(made Japan)：纖維粗，過濾速度極快。過濾粗大的沈澱。
 - B. 二號(made Japan)：紙張厚，過濾快，能保持沈澱，定性分析用的標準品，非常適合於有需要的定性分析。可做生產用的濾紙。
 - C. 五號(made England)：紙張薄，過濾速度極慢，可以過濾出比較精密的物質，且有能力將所需物質留在濾紙上方。通常在過濾液體都選用此液體。
6. 電極間距離：在實驗過程中，我們嘗試了 1 cm、1.5 cm、3 cm，其 1 cm 之距離，電流頗大，析出亦佳，但是當中間放入隔板時，其鱈魚夾會互相碰觸而無法進行實驗；其 3 cm 之距離，因距離過遠，導致其電阻過大，電流特小，需要很長的時間才有明顯的銅析出；其 1.5 cm 之距離，電流適中，可在短時間內明顯看出銅的析出，當中間至入隔板時，亦可照常進行實驗。故後面實驗皆以 1.5 cm 作實驗。
7. 兩平行的電極板：
- A. 若緊壓在含 CuSO_4 的濾紙上電解時，負極上析出的銅，只有在靠近正極的一側，另側則否。相當於兩電極在 CuSO_4 水溶液的表面進行電解，且只有在正負兩極間有電場存在。
 - B. 若不緊壓則在負極上，靠近正極的一側很快有銅析出且量多，而負極上的另側後來也會逐漸析出銅，但量少。我們推測的原因：因為濾紙有厚度，造成負極上靠近正極一側所析出近於線狀的銅，由於有導電電子的存在，使其附近帶有厚度之濾紙上銅離子會形成銅往負極另側逐漸延伸析出。
8. 本實驗在電解過程中，因為在濾紙上進行，其上溶液易於蒸發，使電解電流隨時間變化很大，又欲秤出負極析出的銅量時，要完全清洗濾紙上的 CuSO_4 溶液非常不容易，且也會有部分的銅隨著清洗而有脫落物，故本實驗方法不易進行定量測量，但非常適合做定性觀測。

七、實驗結果與討論：

[實驗一] 結果如下：

編號	電壓 (V)	電解時間 (分)	安培計讀數(mA)		兩極間銅析出之情形
			次數	平均值	
1 號 濾 紙	10V	0	90	85	
			80		
		3	80	55	
			30		
		7	20	20	
			20		
		10	15	17.5	
			20		
2 號 濾 紙	10V	0	70	70	
			70		
		3	30	30	
			30		
		7	25	22.5	
			20		
		10	25	22.5	
			20		
5 號 濾 紙	10V	0	60	60	
			60		
		3	80	75	
			70		
		7	60	50	
			40		
		10	30	30	
			30		

表(一)



圖(十二)

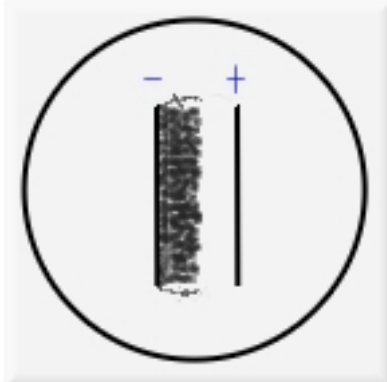
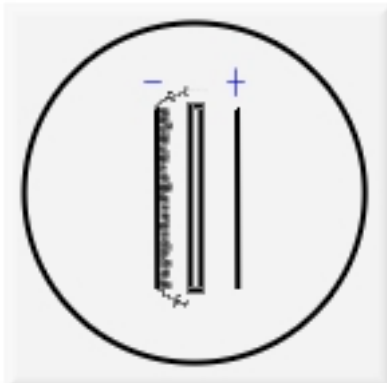
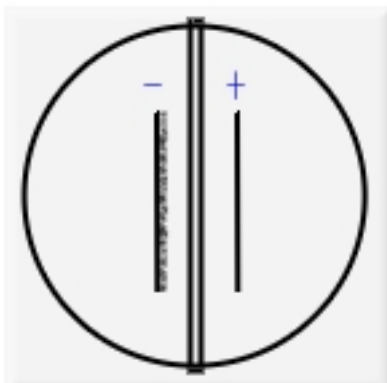
討論

由表(一)圖(十二)可以看出：

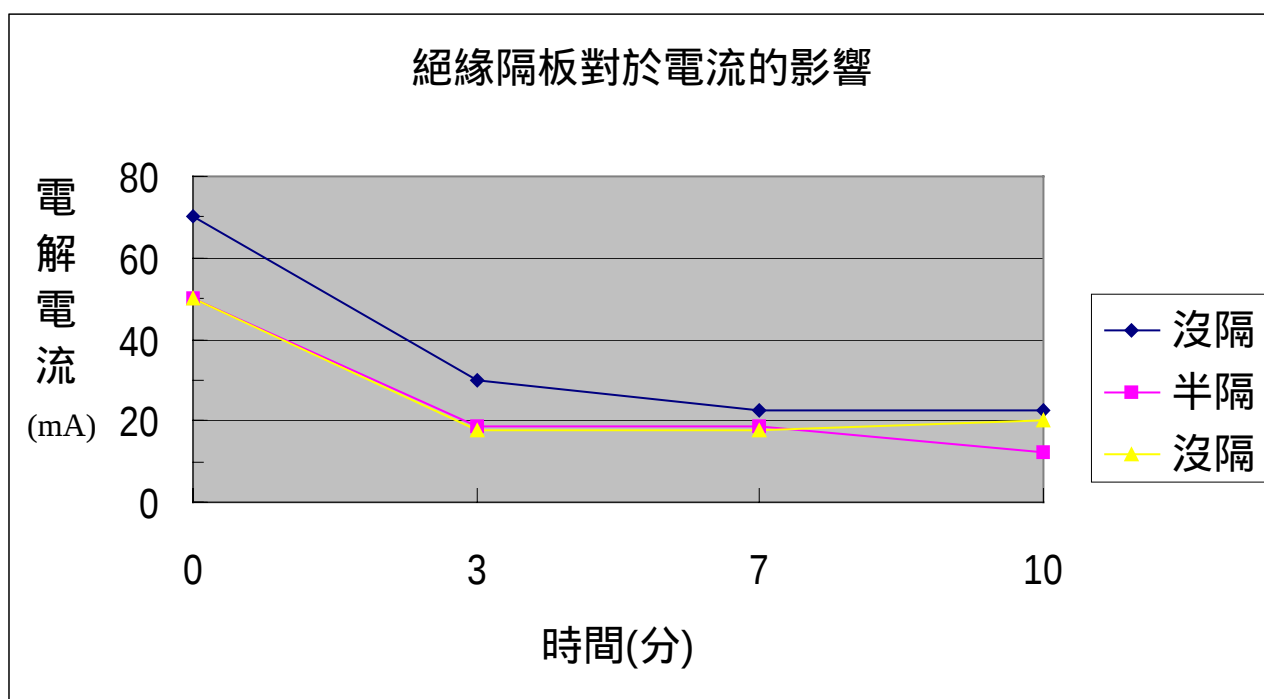
- 帶異性電的兩平行銅片緊壓在含有 CuSO_4 溶液的濾紙上，在兩電極間的濾紙上有銅析出，且其銅是從負極上近於平行朝正極方向析出，且在兩極兩端的銅析出呈弧線狀。
 - 由此可知：其兩電極間帶有電場，而其外圍並沒有。
- 在正負兩極間的銅離子受兩平行電極間到電場的影響，而朝負極方向水平移動，而在負極上接受電子，析出紅色的銅。
 正極反應： $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$ 負極反應： $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$
- 經此變化而在負極上於二平行電極板間，析出的銅呈近平行排列且朝正極方向延伸，由此可知平行的正負兩電極間，電荷是均勻分佈在電極上相對的兩側表面，隨後開始有樹支狀的分支。這可能是濾紙本身的緻密、均勻度有關
- 在兩電極兩端所析出的銅呈弧線狀，這是在電極兩端有角的邊緣，因曲度大，電荷分佈較多較密集，非均勻分佈造成的。
- 1 號、2 號、5 號濾紙含等量的硫酸銅溶液外加電場相同，進行電解的時間也相同，在三種濾紙上由負極析出銅量及電解電流變化的情形。如表(一)
 - 5 號濾紙，電解電流較大，質地細緻使在負極上析出銅之量多，但不易附著效果差
 - 1 號濾紙，開始時電流最大，前後電解電流相差很大，代表其電解電流不太穩定，負極析出來的銅易脫落效果差。主要是因為開始電流過大產生電流熱效應，加連水分蒸發，造成電阻增加、電解作用下降。
 - 2 號濾紙，負極銅析出的量最大，可能是開始時電解電流介於 1 號至 5 號濾紙間，隨著時間電解電流逐漸下降，即電解電流的大小較合宜及變化較穩定之故。

- 1 號、2 號、5 號濾紙實驗結果，發現 2 號濾紙實驗時負極析出的銅較牢固，電解效果最好，因此後面的實驗都採用 2 號濾紙。

[實驗二] 結果如下：

編號	濾紙	電壓 (V)	電解時間 (分)	安培計讀數 (mA)		10 分鐘兩極間銅析出之情形
				次數	平均值	
沒有隔板	2 號	10V	0	70	70	
				70		
			3	30	30	
				30		
			7	25	22.5	
				20		
			10	25	22.5	
				20		
壓克力半隔	2 號	10V	0	50	50	
				50		
			3	20	18.5	
				17		
			7	20	18.5	
				17		
			10	15	12.5	
				10		
壓克力全隔	2 號	10V	0	50	50	
				50		
			3	20	17.5	
				15		
			7	15	17.5	
				20		
			10	20	20	
				20		

表(二)



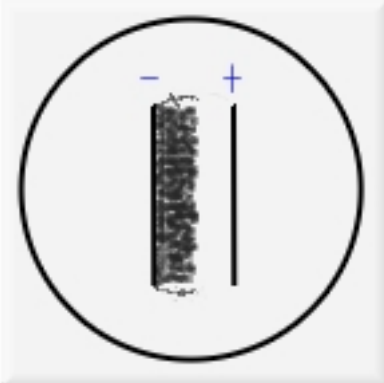
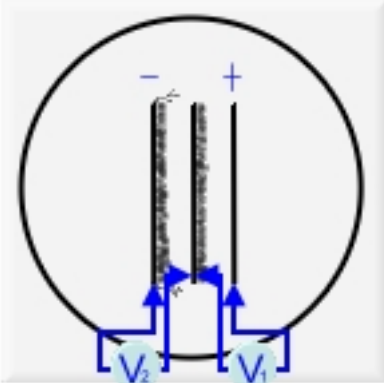
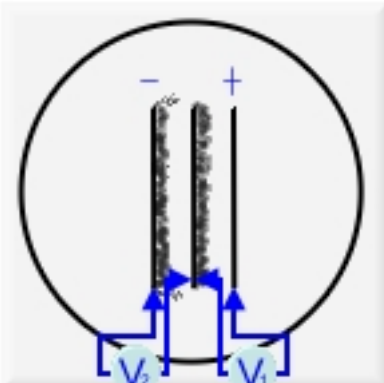
圖(十三)

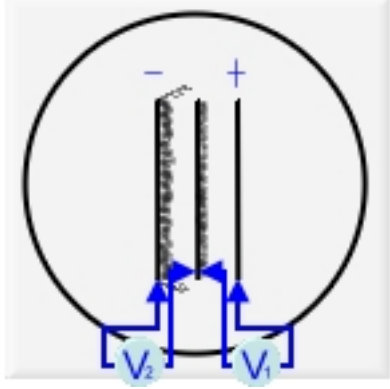
討論

由表(二)圖(十三)可以看出：

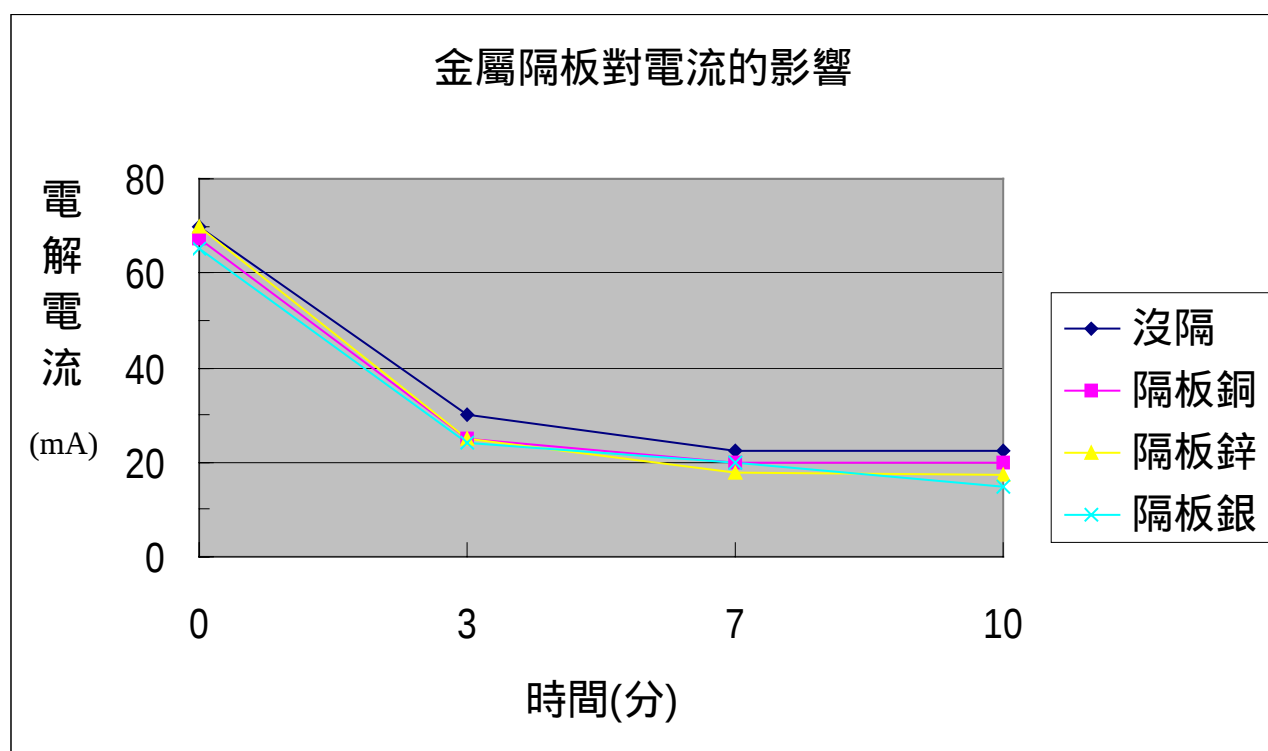
- 1 兩銅電極間沒有置隔板時，其剛開始電流最大，負極銅析出量較多
- 2 當兩極間置入隔板時，起始電流大為減小，負極銅析出的量很少。
 - 因為離子游動受阻礙，導致電流減小。
- 3 當兩銅電極間放置隔板全隔時，其電流分別在 7~10 分間有回升的情形。
 - 因為其銅片負極析出了銅，則兩銅片電極間的距離就縮短了，電阻減小，其電流就相對增加了。（而沒有隔板的對照組及半隔時，其剛開始時電流約為 70mA 及 50mA，隨時間不斷的降低而沒有回升，可能是因電流較大產生電流的熱效應使濾紙上的水份蒸發而造成離子在濾紙上的移動速率減慢，使電阻增加。導致電流不斷的降低。）
- 4 當兩極間沒有隔板和放置半隔時，其電極兩端會析出弧線狀的銅，全隔時兩端卻沒有析出弧線狀的銅。
 - 絕緣隔板其與濾紙接觸的厚度為 0.2 cm，即使緊壓，仍可使部分濾紙上的離子往兩極移動，故仍可測出電解電流，而全隔比半隔影響離子的阻礙為大
 - 兩銅電極間，沒有隔板或當兩銅電極間放置一與銅電極大小相同之絕緣隔板時，負極中間部分其析出的銅，垂直銅片，且近於互相平行。而在電極兩端當正離子往負極移動時，有些銅離子會繞過壓克力隔板，使負極上析出的銅呈圓弧狀。當兩銅電極間，放置一大於濾紙直徑之絕緣隔板，負極上析出的銅幾乎垂直銅電極，造成彼此間近乎互相平行。

[實驗三]實驗結果如下：

編號	濾紙	外加電壓(V)	電解時間(分)	安培計讀數(mA)		電壓	V ₁ (V)	10 分鐘兩極間銅析出之情形				
				次數	平均值		V ₂ (V)					
沒隔板	2 號	10V	0	70	70							
				70								
			3	30	30							
				30								
			7	25	22.5							
				20								
			10	25	22.5							
				20								
隔板銅	2 號	10V	0	70	67.5	V ₁	5					
				65		V ₂	5					
			3	25	25	V ₁	8					
				25		V ₂	2					
			7	20	20	V ₁	8.25					
				20		V ₂	1.75					
			10	20	20	V ₁	8.25					
				20		V ₂	1.75					
			隔板鋅	2 號	10V	0	75		70	V ₁	6.25	
							65			V ₂	3.75	
						3	25		25	V ₁	8.75	
							25			V ₂	1.25	
7	20.5	17.75				V ₁	9.4					
	15					V ₂	0.6					
10	20	17.5				V ₁	9.4					
	15					V ₂	0.6					

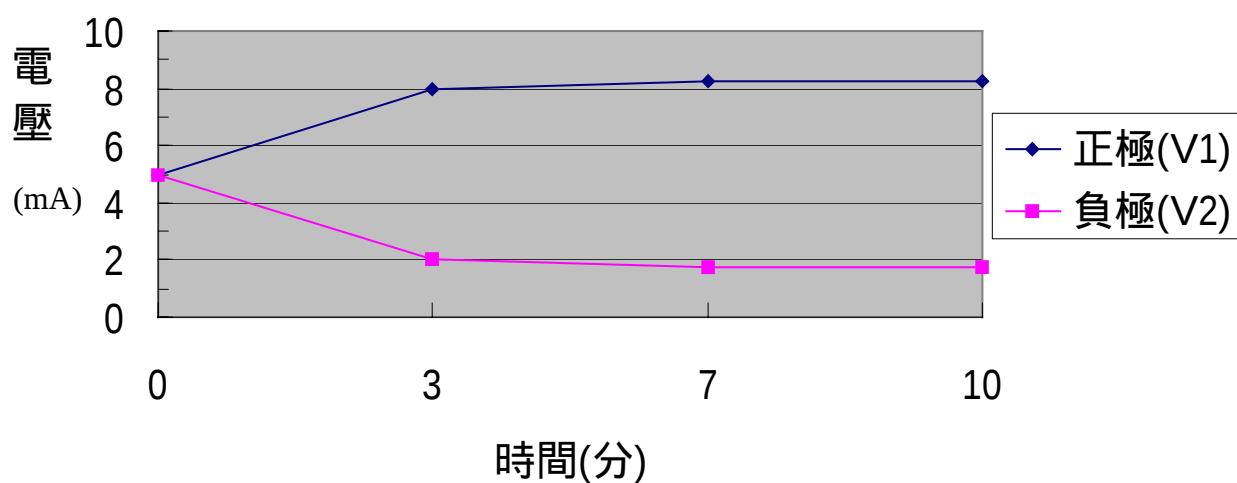
隔板銀	2號	10V	0	70	65	V ₁	4.55	
				60		V ₂	5.45	
			3	28	24	V ₁	7.5	
				20		V ₂	2.5	
			7	25	20	V ₁	8.3	
				15		V ₂	1.7	
			10	20	15	V ₁	8	
				10		V ₂	2	

表(三)



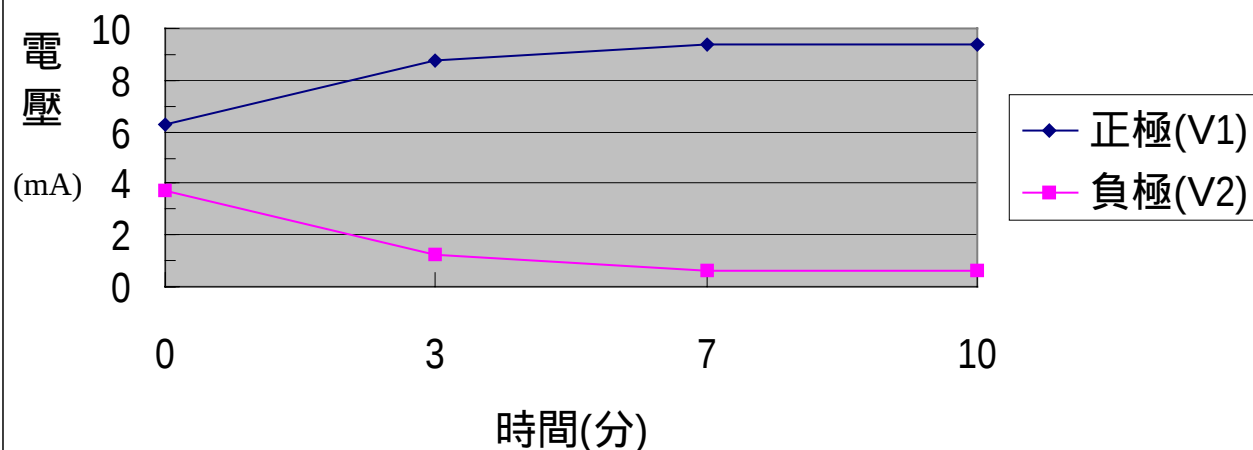
圖(十四)

隔板銅的兩面分別與正負極間的電壓隨時間變化之關係圖

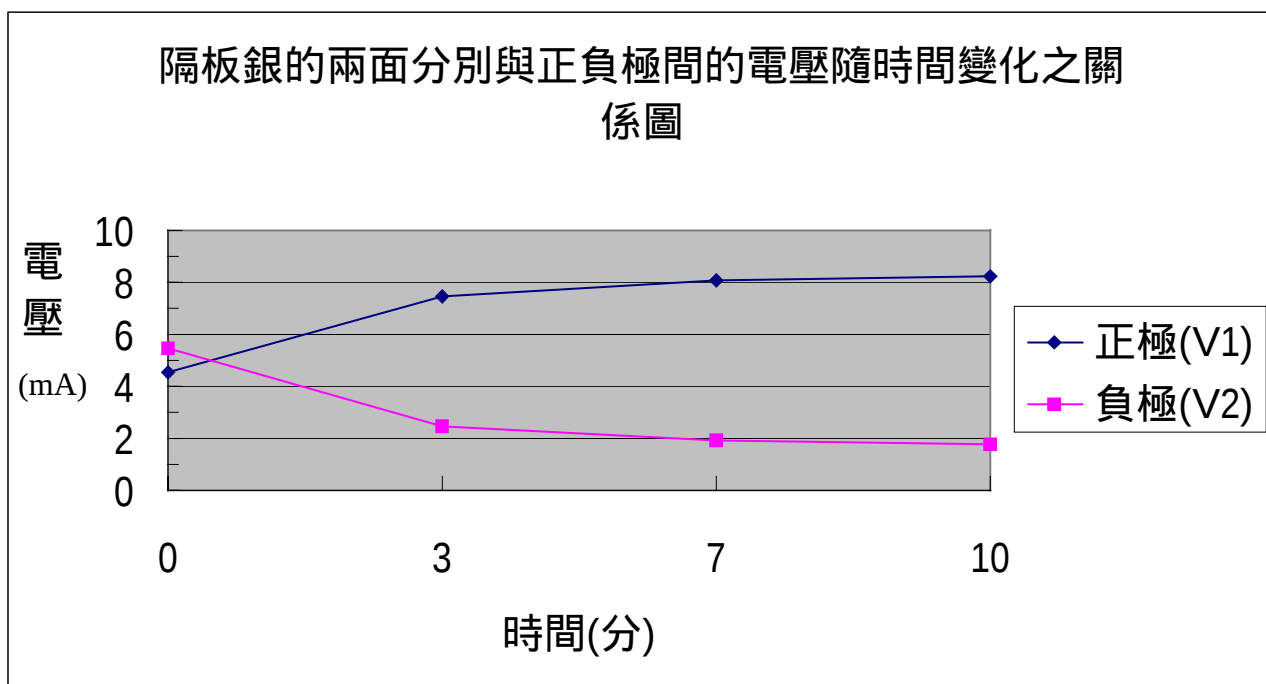


圖(十五)

隔板鋅的兩面分別與正負極間的電壓隨時間變化之關係圖



圖(十六)

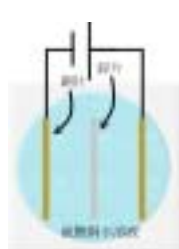


圖(十七)

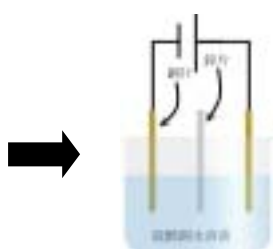
討論

- 有外加電壓，但隔板與正負極未使用導線接上伏特計 V_1 及 V_2 時由濾紙析出圖(圖 D)所示可看出當兩銅電極間放置一個金屬隔板時，除了負極會析出銅外，隔板在接近正極面亦會析出銅晶體。我們推測：金屬隔板（銅片、鋅片或銀片）與通電的兩正負極在濾紙上，形成串聯的兩組電解槽，隔板兩側分別為兩個電解槽的正極及負極時，此時兩電極是靠此隔板金屬的內部做聯繫。

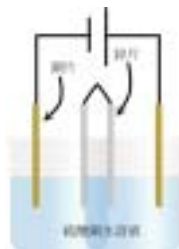
- 若外加電壓(10V)大於銅銀電池的電壓 (0.46V) 及鋅銅電池的電壓 (1.1V) 時，我們作如下的推測：圖(十八)、圖(十九)、圖(二十)、圖(二十一)所示。



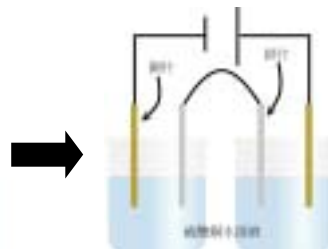
圖(十八)



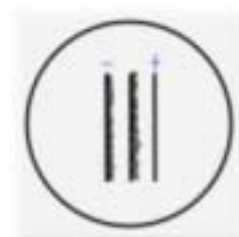
圖(十九)



圖(二十)

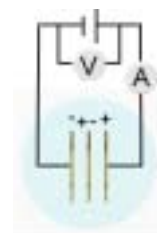


圖(二十一)



圖(D)

- 如圖（二十二）金屬隔板接近正極面的反應，為 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$ 。可確定此面為負極。此負極面的電子，應由隔板另一面釋放而來，其反應：銅為 $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$ ；鋅為 $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$ ；銀為 $2\text{Ag} \rightarrow 2\text{Ag}^{+} + 2\text{e}^-$ ；的確我們發現在接近負極面的金屬隔板會溶解。
- 右圖中金屬隔板的左方為正極，右方為負極。
- 金屬隔板放置在兩極間，能形成兩組串聯的硫酸銅水溶液電解。



圖(二十二)

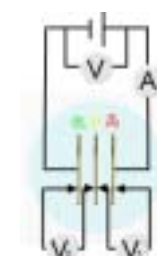
2. 由表（三）及圖（十五）圖（十六）圖（十七）可知：有外加電壓 10V 在濾紙上電解硫酸銅時，隔板為銅、鋅或銀時，其伏特計所測得的初始電壓分別為：

銅： $V_{\text{總}} = 10\text{V}$ $V_1 = 5\text{V}$ $V_2 = 5\text{V}$ 且 $V_1 + V_2 = 5\text{V} + 5\text{V} = 10\text{V} = V_{\text{總}}$

鋅： $V_{\text{總}} = 10\text{V}$ $V_1 = 6.25\text{V}$ $V_2 = 3.75\text{V}$ 且 $V_1 + V_2 = 6.25\text{V} + 3.75\text{V} = 10\text{V} = V_{\text{總}}$

銀： $V_{\text{總}} = 10\text{V}$ $V_1 = 4.55\text{V}$ $V_2 = 5.45\text{V}$ 且 $V_1 + V_2 = 4.55\text{V} + 5.45\text{V} = 10\text{V} = V_{\text{總}}$

故也可證實金屬隔板與正負極間在濾紙上形成兩組串聯的電解槽(總電壓 10V)。



圖(二十三)

3. 當外加電壓為 10V 二銅片電極間沒有隔板時，開始時其電流比其它有金屬隔板的實驗要來的高，由歐姆定律 $R = V/I$ 可證實，沒有金屬隔板時的電阻較小，而有金屬隔板時的電阻較大。
4. 金屬隔板隨時間的經過，其讀數接正極與金屬隔板的伏特計(V_1)讀數逐漸增加，而接金屬隔板與負極的伏特計(V_2)讀數相對減少。(但無論哪一時刻 $V_1 + V_2 = 10\text{V} =$ 電源供應的電壓。) 其可能的原因：

進行電解實驗過程中，我們發現三個金屬片溫度會漸漸變熱，而其中接正極的銅片，其溫度最高，中間的隔板其次，負極的銅片溫度最低圖(二十三)。所以正極與隔板上的濾紙，水分蒸發較快濃度也不斷改變，導致電阻變大，而使 V_1 的電壓便會漸漸上升。

- 正極與隔板和負極與隔板間的硫酸銅水溶液溫度不同，影響蒸發，導致電阻大小不同，電壓也跟著改變。

八、 結論：

在濾紙上電解硫酸銅水溶液(外加電壓 10V)時：

- 1 正負銅電極平行緊壓放置時，濾紙上有銅析出，且是從負極上近於平行朝正極方向析出，但在負電極兩端析出的銅是呈弧線狀。
- 2 當濾紙上有絕緣體置於兩電極中間會阻礙在兩極間的銅離子之游動，使負極上析出的銅晶體減少，阻隔範圍愈大析出的銅晶體愈少。

- 3 導體隔板（如銅片、鋅片、銀片）置於正負極之間時，除了在電極負極有銅析出外在隔板靠近正極的一面，也會有銅晶體析出，且有金屬隔板比沒有金屬隔板開始時，電流會較少，析出的銅也較少些。
- 4 當濾紙上於兩電極間放置隔板是導體或絕緣體，兩者最大差異是：
 - 銅片、鋅片或銀片等，金屬隔板置於兩電極中間，金屬隔板靠近正極的一面會變成負極，另一面會變成正極。即金屬隔板放置在兩極間時，正負電極分別與金屬隔板的兩側面形成兩組串聯的硫酸銅溶液電解。
 - 絕緣隔板置於兩電極間時會阻礙離子的定向游動，使電流減小。造成負極析出的銅減少。
- 5 本研究都是在濾紙上進行電解實驗，可說是“微型”電解實驗，因為我們發現：
 - 操作簡單方便，易做易學（一個電解實驗 10 分鐘即可獲得明顯的結果）
 - 節省試劑與器材（電解溶液用量約為 2mL 左右即可）
 - 減少對環境的汙染
 - 適合每位同學在課堂內做實驗，很值得推廣，使同學「知行合一」提高學習興趣及效果等。

可見在濾紙上做電解實驗時，優點很多，值得推廣

九、 未來展望：

在濾紙上做本實驗時，若中間的隔板是金屬，其一面會有金屬析出，另一面會發生溶解。若是石墨隔板時，一面有金屬析出，另一面產生氣體，離開隔板（其最終其表面看不出任何物質存留）。由此推知，所以欲使被鍍物達到只有一面電鍍的效果，我們可在電解槽的兩電極間置入被鍍物即可，

十、 參考資料：

- | | |
|-----------------------------------|---------------------------------|
| 1. 國民中學化學第三冊 第 14 章 | 國立編譯館主編
民國六十九年一月五版 |
| 2. 國民中學理化第三冊 第 13 章 | 國立編譯館
民國八十八年八月再版 |
| 3. 高中化學精析第三冊 | 翰林出版社陳炳亨編著
P.11-15 11-23。 |
| 4. 第 36 屆全國中小學科展 物理科第三名
電力線看見了 | 作者陳佑宇 |
| 5. 國民中學理化第三冊 第 24 章 | 國立編譯館主編
民國七十五年八月版 |
| 6. 氧化還原反應 | 一流出版社曾國輝編輯
民國七十九年三月版
P.56 |

（第二名）

能在電解硫酸銅溶液的實驗中，發現問題，做深入的探討，研究電極中間不同隔版的反應情形，以及其中電壓的關係過程嚴謹，實驗結果良好。