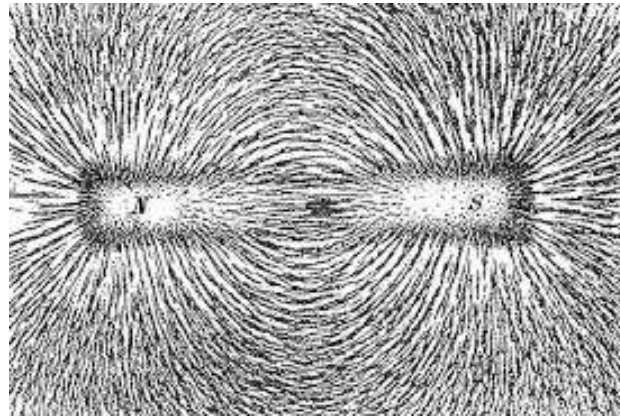


# 電生筆妙

——尋找電場的蹤跡

# 研究動機



這是磁力線，可以用鐵粉輕易顯現，但我們想要利用電鍍的原理，讓電力線現出原形，並找出顯示出最佳電力線圖形的最佳操作條件，希望能推廣給各校使用。

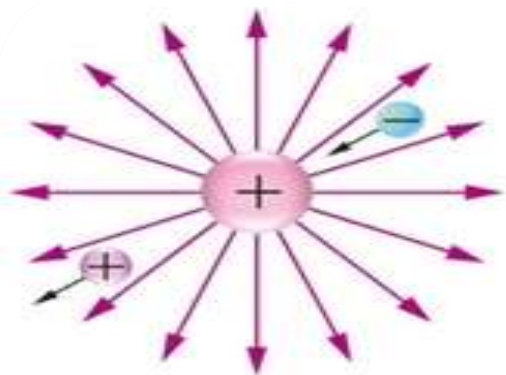
# 研究目的

- ▶ (一) 是否能利用電鍍的原理可呈現出電力線
- ▶ (二) 比較不同濃度、電壓、電極之間的距離對其所呈現電力線的形狀的影響。
- ▶ (三) 找出能呈現電力線的最佳操作條件
- ▶ (四) 改以銅片當電極，觀察對其所呈現電力線形狀的影響。
- ▶ (五) 改變電解質對其所呈現電力線形狀的影響。

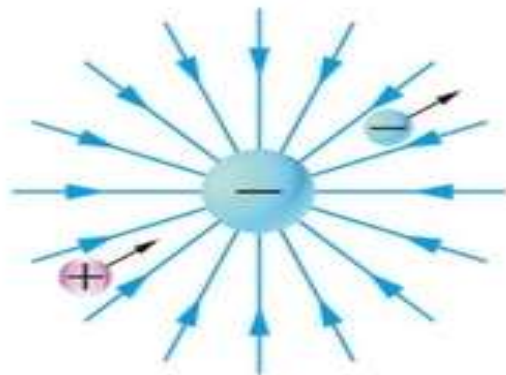
# 原理－電鍍

- ▶ 硫酸銅解離式： $\text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$
- ▶ 正極反應： $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$
- ▶ 負極反應： $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$
- ▶ 全反應式： $\text{Cu}(\text{正極}) \rightarrow \text{Cu}(\text{負極})$
- ▶ 本實驗使用電鍍的原理：正極溶解，負極析出

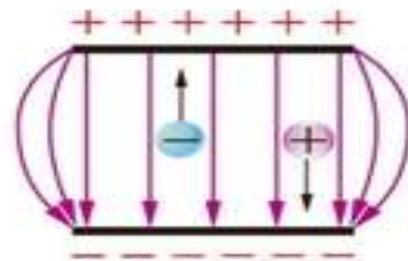
# 電力線



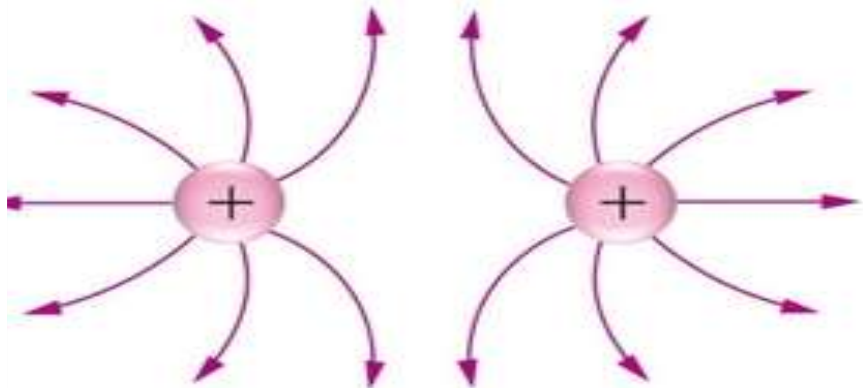
a) 正、負電荷置於正電荷電場中產生的作用力



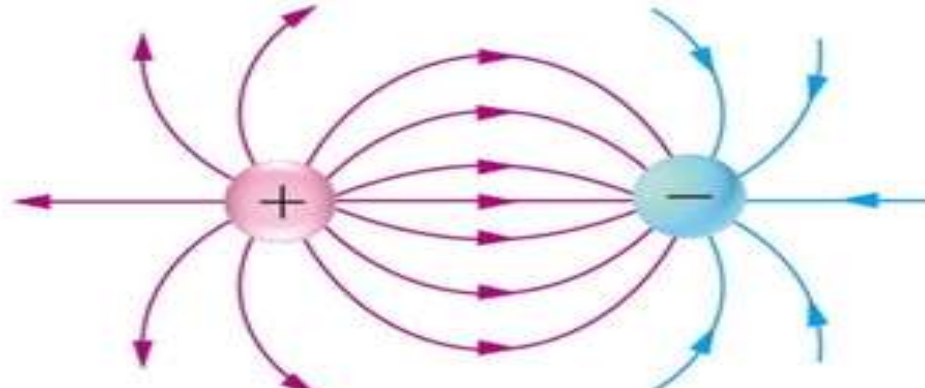
(b) 正、負電荷置於負電荷電場中產生的作用力



(c) 正、負電荷置於帶電平行電極板間產生的作用力



(d) 兩帶正電荷球體之電場(電力線)



(e) 正、負電荷之電場(電力線)

(d) 兩帶正電荷球體之電場(電力線)

(e) 正、負電荷之電場(電力線)

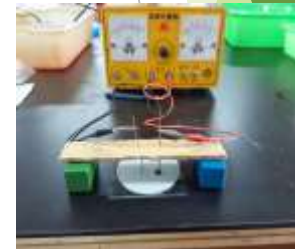
# 實驗器材



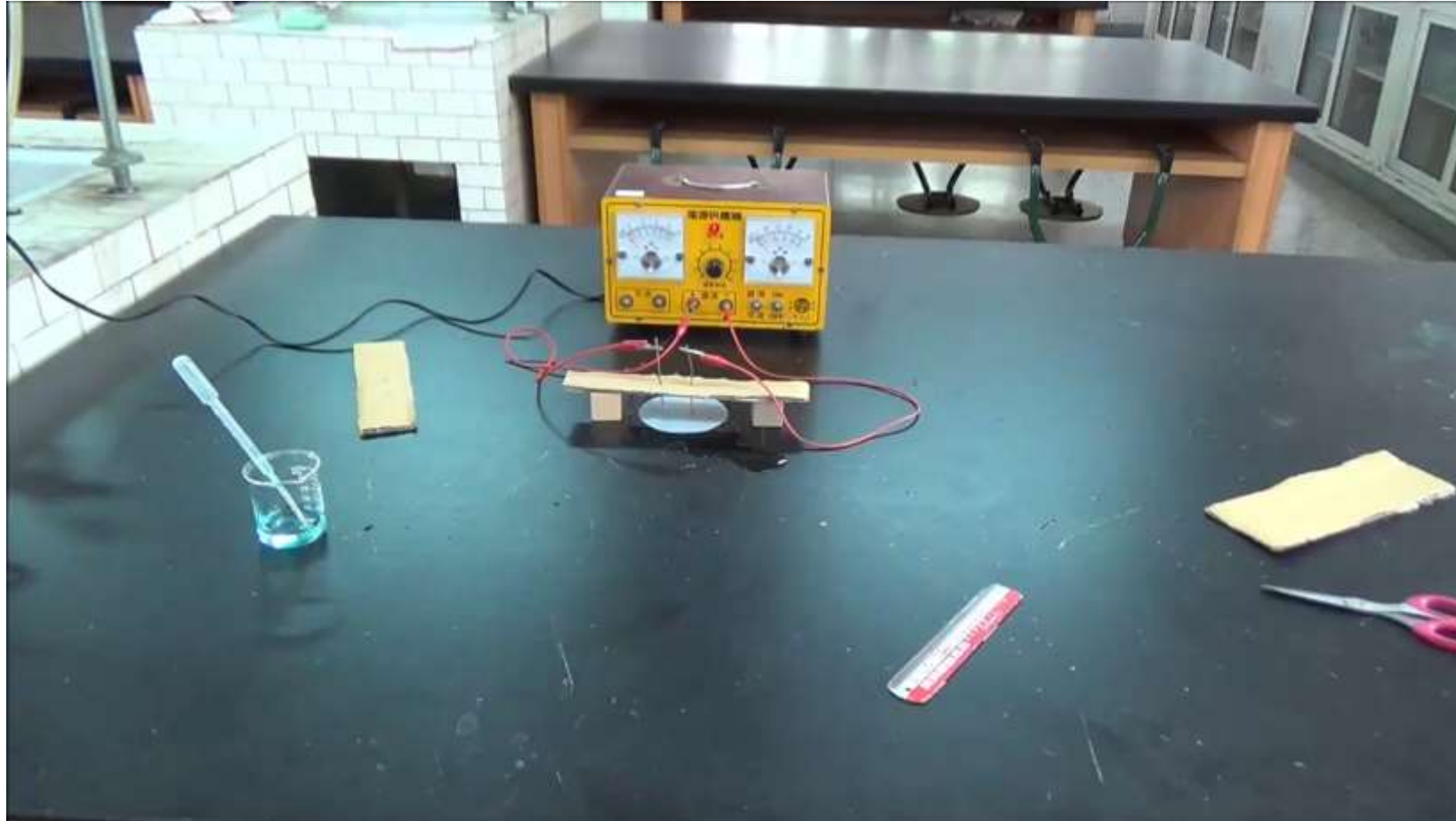
藥品方面，因銅片、硫酸銅取得容易，故本實驗以此為材料作電鍍實驗

# 實驗步驟

1. 分別配置0.05M、0.1M、0.2M CuSO<sub>4</sub>溶液50毫升。
2. 先用銅棒當電極做不同電壓(1V、2V、3V、4V、5V)及不同距離(2cm、3cm、4cm、5cm)的電鍍實驗
3. 拿出濾紙，使其均勻沾滿硫酸銅溶液
4. 銅棒接上電源供應器，開始電鍍，裝置如圖
5. 改以銅片當電極，觀察不同電極形狀對其所呈現電力線的形狀
6. 改以Zn片及ZnSO<sub>4</sub>溶液，觀察對其所呈現電力線的形狀的影響



# 實驗過程縮時錄影





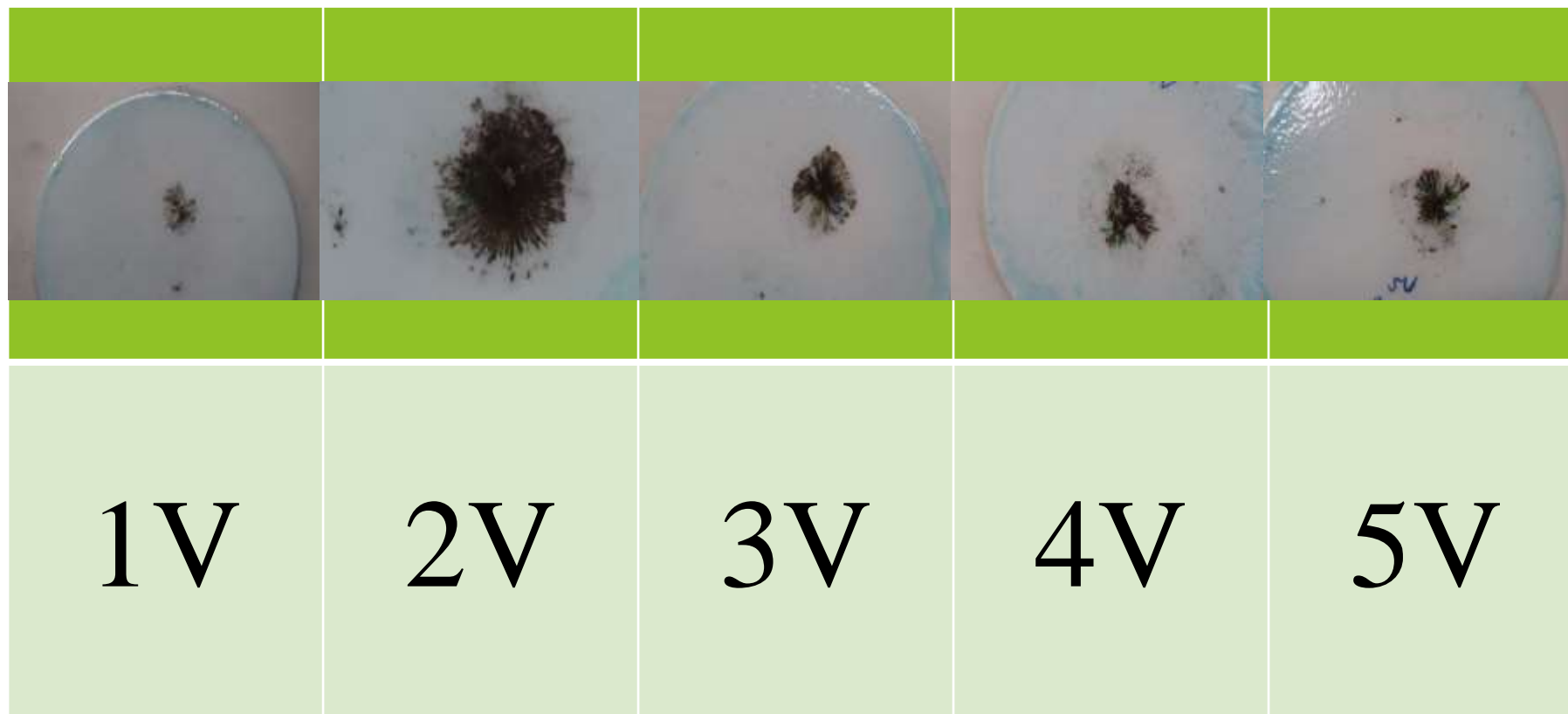
# 研究結果

## 比較不同電壓:濃度0.05M，兩電極距離2cm



一、二伏特是所析出的線條是較好的，三、四、五伏特我們推測可能因電壓較大，接近電極處析出太快，造成銅原子大量堆積在電極附近，所以效果不佳

## 比較不同電壓:濃度0.05M，兩電極距離3cm



二、三伏特效果不錯，可能是因為電壓適中，讓銅離子慢慢析出導致效果佳，一伏特可能是因為電壓太小，所以不明顯，四、五伏特，可能是一下子析出太快，所以效果不佳。

## 比較不同電壓:濃度0.05M，兩電極距離4cm



一伏特的可能是電壓太小效果不佳；二、三、四伏特可能是因為電壓適中，讓銅離子慢慢析出導致效果佳；五伏特可能是因為一下子析出太快，析出部分皆堆積於電極附近，效果不佳。

## 比較不同電壓:濃度0.05M，兩電極距離5cm



一伏特效果不佳。二、三、四、五伏特顏色深，且條條分明，五伏特最清楚，可見當使用較大電壓時，拉大電極的距離可獲得較佳的電力線分布。

## 比較不同電極距離:濃度0.05M，兩電電壓1V



只有2公分比較明顯，我們推測因為電壓較小必須近距離效果才較明顯。

## 比較不同電極距離:濃度0.05M，兩電極電壓2V



我們發現當電壓2V時，電極距離2~5公分的各組，效果均不錯，推測原因為電壓適中，離子可以慢慢排列析出。我們發現其中又以3公分、2V最好。

## 比較不同電極距離:濃度0.05M，兩電極電壓3V



當電壓為3V時，除2cm效果不佳外，其餘效果皆不錯，但又以3cm效果最好，推測其可能原因，電壓適中且距離又適中時效果最好。



## 比較不同電極距離:濃度0.05M，兩電極電壓4V



以4cm這一組效果最好，可能因為這一組的電壓較強，所以4cm、5cm才能造成適宜的電流，析出效果佳，而2cm及3cm則與前面一樣，一下子析出太快反而效果不明顯。

## 比較不同電極距離:濃度0.05M，兩電極電壓5V



我們發現5cm這組效果最佳，推測原因與上述雷同，因為這一組的電壓更強，所以5cm才能造成適宜的電流，析出效果佳。

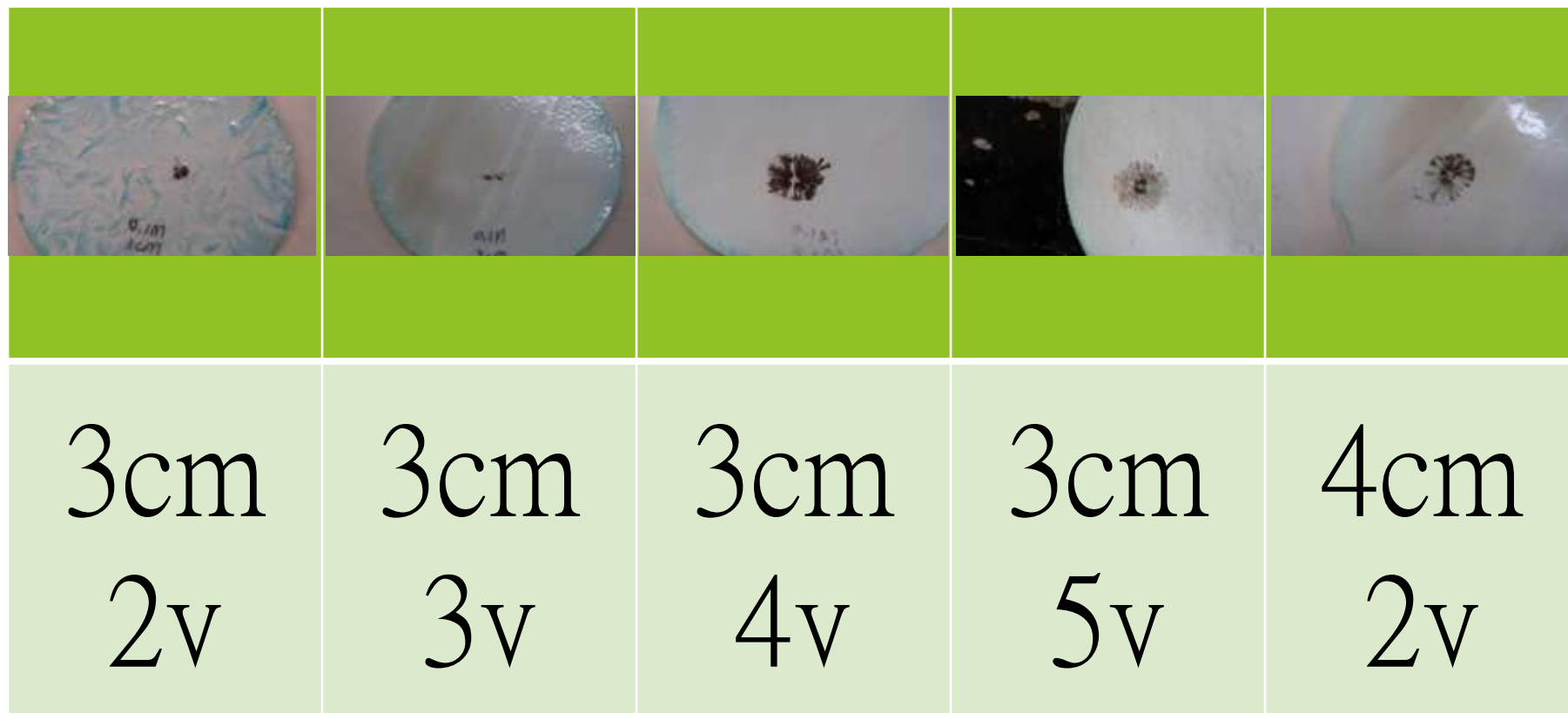
# 電力線排列結果一覽表

電壓 電極距離	1V	2V	3V	4V	5V
2cm	V	V			
3cm		V <sub>(最佳)</sub>	V <sub>(佳)</sub>		
4cm		V	V	V <sub>(佳)</sub>	
5cm		V	V	V	V <sub>(佳)</sub>

打V者為呈現較佳電力線狀態

當電壓小時，電極距離短可呈現較佳電力線；而電壓較大時，電極距離則須加大，電力線才會清楚。

## 比較不同濃度:0.1M



當濃度為0.1M時，所呈現的圖形效果均不明顯，僅5V較佳，可能是當溶液濃度較大時，銅原子一下子析出太快反而效果不明顯。

## 比較不同濃度:濃度0.2M



2V



3V

當濃度為0.2M時，所呈現的圖形效果均不明顯，推測原因與前述一樣，可能是當溶液濃度較大，銅原子一下子析出太快反而效果不明顯。

綜合上述實驗：我們覺得當  
CuSO<sub>4</sub>濃度**0.05M**，電壓**2V**、  
電極距離**3cm**效果最佳。

# 比較不同電極形狀的電力線



正極:Cu棒  
負極:Cu棒

正極:Cu棒  
負極:Cu片

正極:Cu片  
負極:Cu棒

正極:Cu片  
負極:Cu片

我們以實驗（一）所得結論:濃度0.05M，電壓2V、電極距離3cm為其操作條件，改變電極形狀，一樣電鍍2小時，感覺效果都還不錯，都能呈現出電場的形狀，或許通電久一點可呈現出更佳的效果。

## 比較不同電解質:硫酸鋅，兩電極距離3cm，2V



0.05M



0.1M

我們改變不同的電解質，以實驗（一）所得結論CuSO<sub>4</sub>濃度0.05M，電壓2V、電極距離3cm為基礎，再做另一組0.1M的對照組，結果發現仍為當濃度變大，效果反而不好。



# 比較交流電



0.05M  
3cm  
2V

結果發現用交流電根本不會有任何效果。

# 實驗問題與討論

1. 一般的電鍍都在燒杯內進行，但無法顯現出我們想看到的電力線，經過討論後我們決定在濾紙上進行電鍍，因為這樣金屬才會析出在濾紙上，想不到成功了。我們理想的電力線圖是：

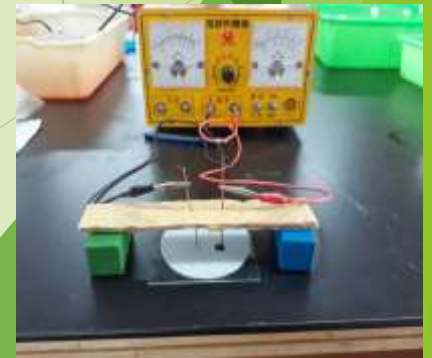


{← 太過於密集}



{← 條條分明}

2. 一做實驗我們就發現需要有一個支撐銅棒的東西來支撐銅棒，避免短路。我們想辦法用了木頭積木和厚紙板，做了一個支撐架，如實驗裝置圖，讓實驗作起來更容易。

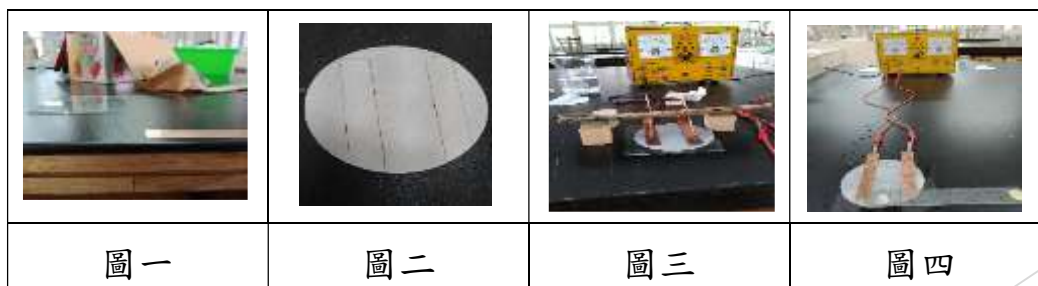


# 實驗問題與討論

3. 硫酸銅溶液會因為氣溫而蒸發，而影響其濃度與實驗結果。在寒假氣溫較低時蒸發較慢，到了暑假氣溫較高，溶液蒸發較快，所以在實驗的過程中，若沒有一直用滴管加溶液進去使濾紙保持濕潤，濾紙甚至會乾掉。
4. 銅棒表面每天都會氧化，故每天需使用砂紙磨擦表面，以去除氧化層，並用氫氧化鈉清洗油汙。

# 實驗問題與討論

5. 使用銅片當電極時，剛拿到的銅片是彎彎曲曲，為了使銅片保持平直（如下圖一），除了用榔頭輕輕敲打，還用重的書本幫忙壓平，當它平整後，還要把它固定在濾紙上，因為銅片不像銅棒架住後就不容易移動，除了在濾紙上做記號（如下圖二），我們還嘗試過用銅棒幫忙導電（如下圖三），結果效果不佳，也用過利用膠水把銅片黏在濾紙上，結果等溶液加進去後，銅片就脫落移動了，最後我們想到在銅片的一端將它折彎使其符合鱷魚夾的高度，終於成功了（如下圖四）



# 收穫

- ▶ 做完整個研究後，除了學到很多寫實驗報告的技巧外，我們更學到了如何用科學方法提出我們的論點以及一些做實驗時的注意事項、技巧等，連打字排版技巧都進步了，收穫十分豐富。

謝謝欣賞  
謝謝指導