

中華民國第 57 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 化學科

第三名

080218

藍色夢幻—硫酸銅結晶的研究

學校名稱：桃園市桃園區建國國民小學

作者：	指導老師：
小六 吳思穎	許秀桃
小六 秦書涵	韓桂娟
小六 范升維	
小六 黃庭瑜	
小六 黃亮宸	
小六 黃庭禎	

關鍵詞：硫酸銅、結晶

摘要

我們用糖度計來推算硫酸銅的濃度，調配所需的硫酸銅溶液。發現適合培養硫酸銅晶體的濃度為 24~26°Brix(39.9~44.4g)。懸吊的晶體重量比置底晶體增加較多，厚度較厚，而置底晶體長度增加較多，厚度較薄。硫酸銅多次培養的晶體形狀維持不變，正面為平行四邊形，兩側面形狀較不規則且不平整，易出現混濁不透明，且原有晶種形狀會保留在晶體內部。晶面多為成對平行出現，晶面夾角固定為 60°、120°、70°、110°、145°、155°。

通電後的硫酸銅溶液培養晶體，靠近負極硫酸銅晶體的成長速度較慢。磁力對於硫酸銅的晶體成長，沒有明顯的差異。硫酸銅晶種用棉線纏繞包覆後，仍然能維持固定晶型成長。在同一杯硫酸銅溶液中，放在越下面的晶體成長速度越快。

壹、研究動機

我們在自然課中做食鹽的結晶，發現食鹽結晶亮晶晶的，且有一定的形狀，很有趣。我們研究過明礬的結晶，發現明礬結晶也有一定的形狀，而且也找出了多次培養明礬結晶的方法。這個結果，引發了我們對結晶的強烈興趣。所以我們決定繼續研究有著夢幻色彩的硫酸銅結晶，希望能發現更多結晶的奧秘。

貳、研究目的

- 一、找出糖度計與硫酸銅濃度的關係
- 二、探討不同濃度的硫酸銅溶液結晶情形
- 三、探討不同濃度的硫酸銅溶液放入晶種的成長情形
- 四、探討晶種多次培養的成長情形
- 五、探討電解是否會影響硫酸銅的結晶情形
- 六、探討磁力是否會影響硫酸銅的結晶情形

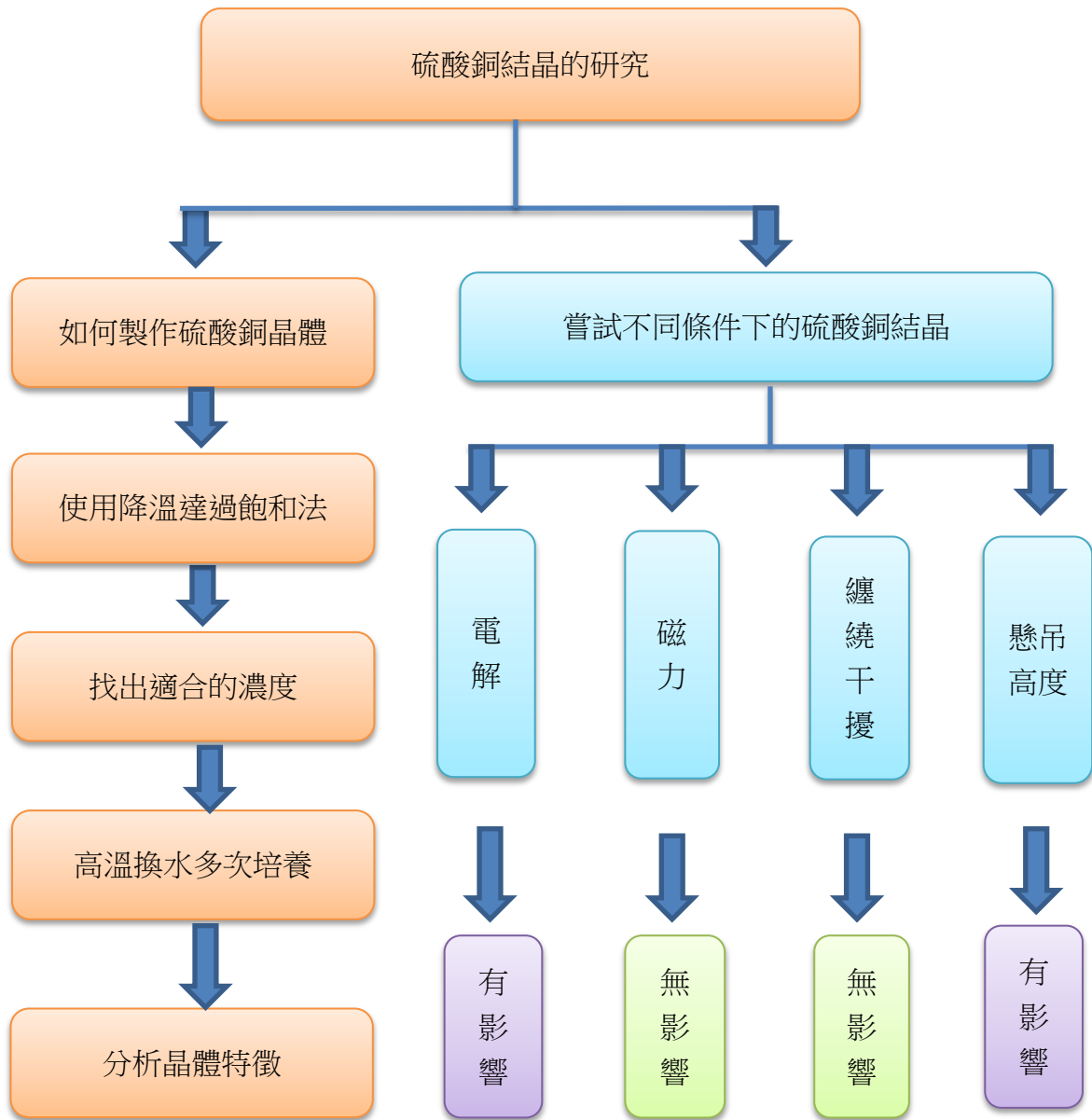
七、探討纏繞棉線對於硫酸銅晶體成長的影響

八、探討不同懸吊高度對硫酸銅晶體成長的影響

參、研究設備及器材

		
硫酸銅	酒精燈、三腳架、石棉網	電子磅秤
		
溫度計	糖度計	直尺
		
棉線、濾紙、強力磁鐵	塑膠水盆	燒杯、電池座、電池、銅線

肆、研究流程



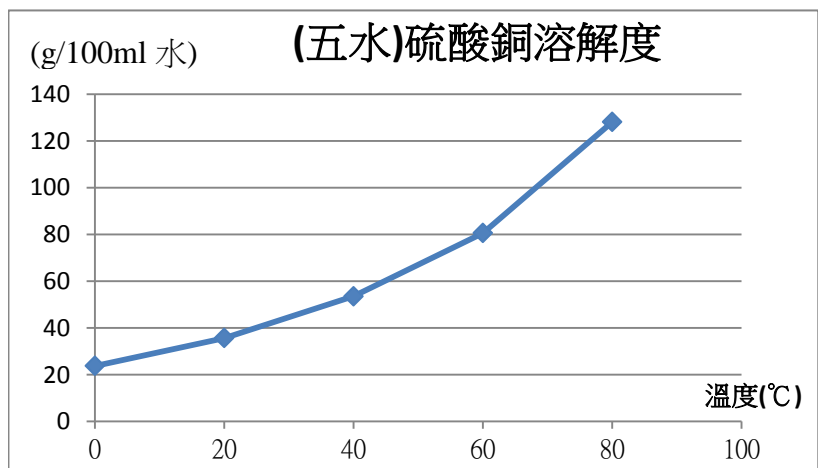
伍、研究過程與結果

一、了解硫酸銅的性質

我們使用的是五水硫酸銅，化學式 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ，又稱為藍礬或膽礬，是一種水合化合物。含 5 個結晶水的硫酸銅結晶是深藍色的大結晶或藍色的顆粒狀粉末，無結晶水的為白色粉末。使用過的硫酸銅溶液不能直接倒掉，可以經由蒸發後回收。

二、硫酸銅溶解度

溫度(°C)	溶解度(g)
0	23.8
20	35.7
40	53.6
60	80.6
80	128.1



實驗一：找出糖度計與硫酸銅濃度的關係

實驗方法：

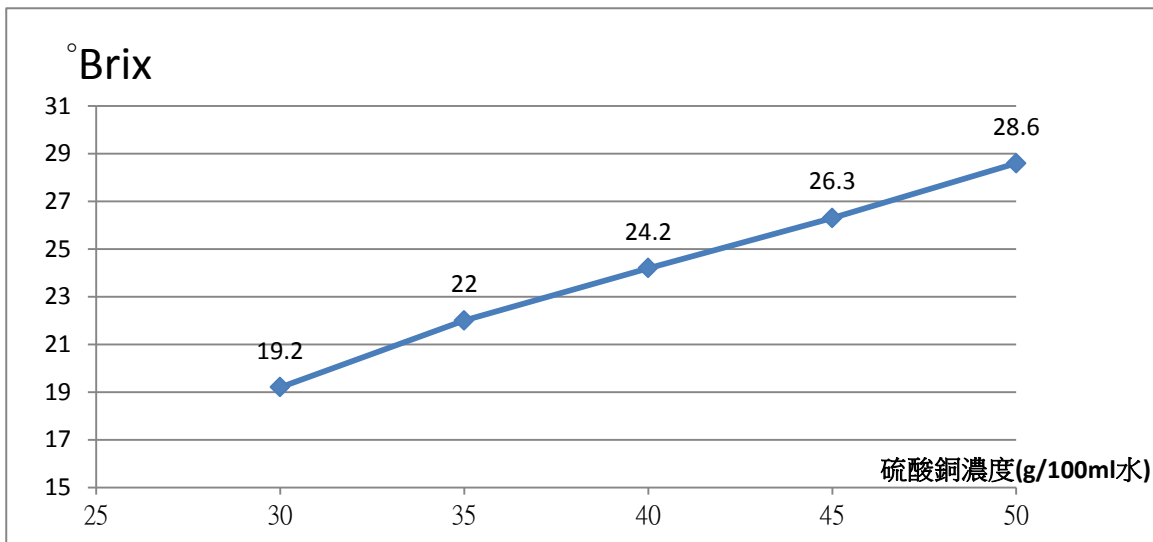
1. 取 100ml 熱水，分別加入 30~50g 硫酸銅溶解，用糖度計測量刻度變化。
2. 尋找糖度計刻度與硫酸銅溶解度的關係式。

實驗結果

1. 硫酸銅溶解量和糖度計刻度的關係

硫酸銅溶解量(g)	30	35	40	45	50
糖度計刻度(°Brix)	19.2	22	24.2	26.3	28.6

2. 糖度計刻度與硫酸銅溶解度的關係為線性關係，若糖度計為 Y ，硫酸銅溶解量為 X ，則關係為 $Y=0.462X+5.58$ ，所以我們可以經由糖度計 Y 來推算硫酸銅的濃度 X 。



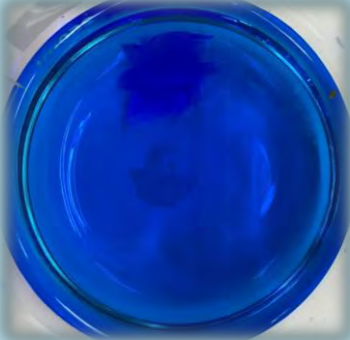

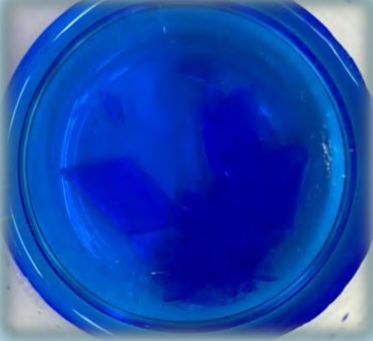

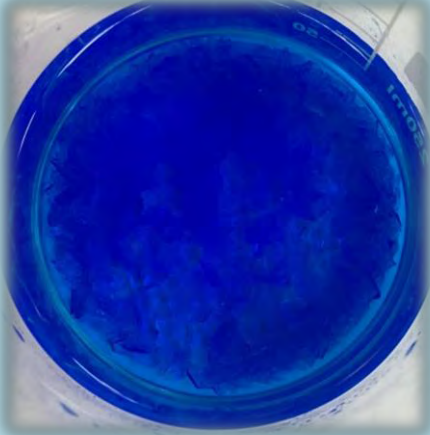
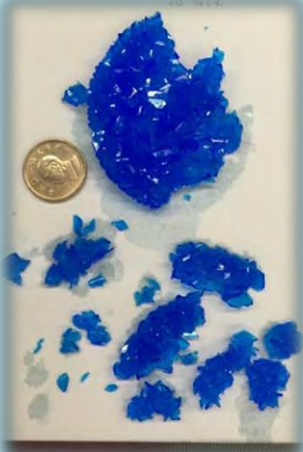
實驗二：不同濃度的結晶情形

實驗方法：

1. 配置 100ml 不同濃度的熱硫酸銅溶液，靜置(40°C 後不再搖晃)降至室溫，24 小時後紀錄硫酸銅結晶情形。
2. 輕度微晃後 2 小時，觀察結晶情形。

實驗結果：

°Brix	推估溶解量(g)	24 小時後結晶情形	24 小時後結晶重量	24 小時後 °Brix	微晃 2 小時後
21	33.4	無結晶	0	21	微量粉晶
22	35.5	無結晶	0	22	微量粉晶
23	37.7	無結晶	0	23	少量小粉晶
24	39.9	無結晶	0	24	大量小粉晶
25	42.0	無結晶	0	25	成片粉晶
26	44.2	有重疊結晶	3	24.7	成片粉晶
27	46.4	無結晶	0	27	成片粉晶
28	48.5	無結晶	0	28	成片粉晶
29	50.7	有重疊結晶	12.7	23.8	大量小粉晶
30	52.9	大量成片碎晶	18	22	微量粉晶

°Brix	杯底結晶	取出觀察
26		
29		
30		

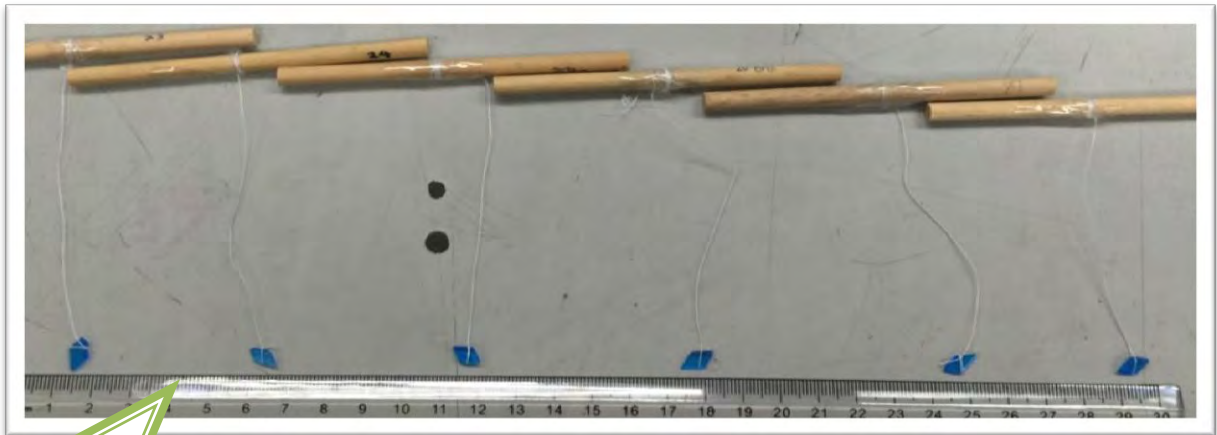
發現：

1. 硫酸銅溶液濃度 29°Brix、30°Brix，冷卻後會產生大量結晶，表示濃度約 50g 以上的熱硫酸銅溶液不適合晶體的培養。
2. 降至室溫後的硫酸銅晶體搖晃後會有粉晶出現，不適合晶體培養，所以培養晶體時，應該在濃度 33g~50g 之間，且加熱到 40°C 以上，靜置培養。

實驗三：不同濃度放入晶種的結晶觀測

實驗方法：

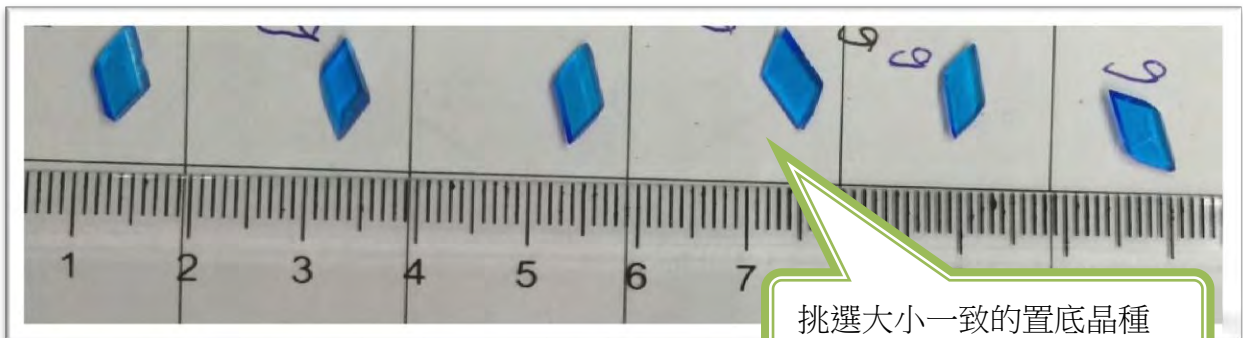
- 1、配置 100ml 的熱硫酸銅溶液，濃度 23~28°Brix，過濾後放入 1 個懸吊的、1 個置底的四邊形硫酸銅晶種(長邊 5~6mm)，蓋上保鮮膜，靜置降至室溫，24 小時後紀錄硫酸銅結晶情形。



用棉線懸吊晶種



放入晶種，蓋上保鮮膜



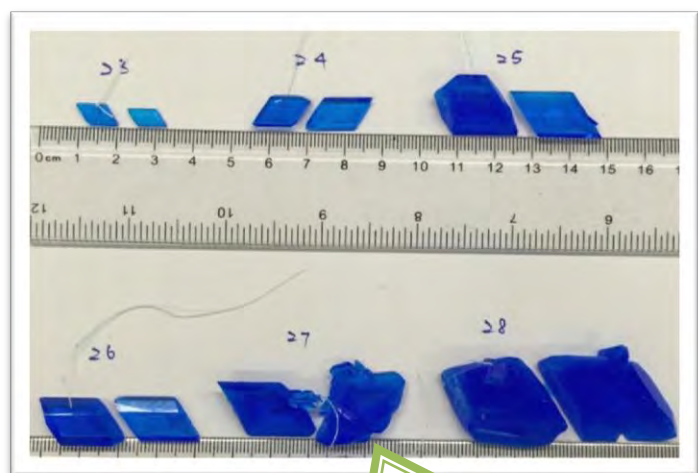
挑選大小一致的置底晶種

實驗結果：

°Brix	換算溶解量(g)	晶種重量(g)		24 小時後結晶重(g)		24 小時後°Brix	結晶情形
		懸吊	置底	懸吊	置底		
23	37.7	0.06	0.06	0.1	0.08	23	晶體些微成長
24	39.9	0.04	0.04	0.74	0.38	23.5	晶體邊長約長大 1 倍，透明度良好，晶型完整
25	42.0	0.05	0.06	2.04	0.98	24.2	晶體邊長約長大 1.5 倍，透明度良好，晶型完整
26	44.2	0.06	0.05	1.32	0.78	25	晶體邊長約長大 1.5 倍，透明度良好，晶型完整
27	46.4	0.05	0.03	2.46	9.34	23	懸吊晶種邊長約長大 1.5 倍，底部有大量雜晶，晶形較不完整。
28	48.5	0.05	0.03	6.95	6.29	23	晶體邊長約長大 2 倍，透明度不佳，底部有大量雜晶，晶形較不完整。

發現：

1. 濃度越高，晶體成長越快速，但濃度超過 27°Brix(46.4g)不適合晶體培養，容易有雜晶出現，晶型不完整。23°Brix(37.7g)濃度晶體成長緩慢，不適合培養。所以較適合培養硫酸銅晶體的濃度為 24~26°Brix(39.9~44.4g)。

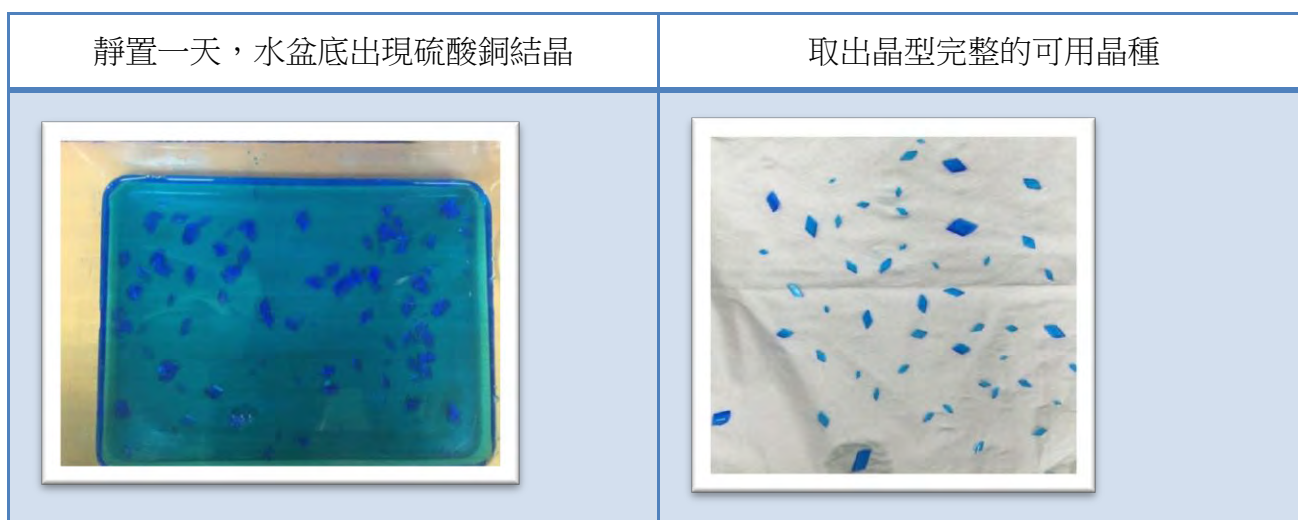


24 小時後結晶取出

實驗四：探討晶種多次培養的成長情形

實驗方法：

1. 配置濃度 27°Brix 的熱硫酸銅溶液，倒入大型塑膠水盆，靜置一天後，取出晶形完整的可用晶種。
2. 配置 100ml 濃度 25°Brix 的熱硫酸銅溶液，過濾後 1 個放入水平懸吊的晶種、1 個放入垂直懸吊的晶種，1 個放入水平置底的晶種，蓋上保鮮膜，靜置降至室溫，24 小時後記錄結晶情形。
3. 取出培養的晶體，將硫酸銅溶液加熱，利用糖度計調整濃度為 25°Brix，再次放入晶體，做第二次培養，24 小時後記錄結晶情形。
4. 觀察晶體形狀，測量晶面夾角。

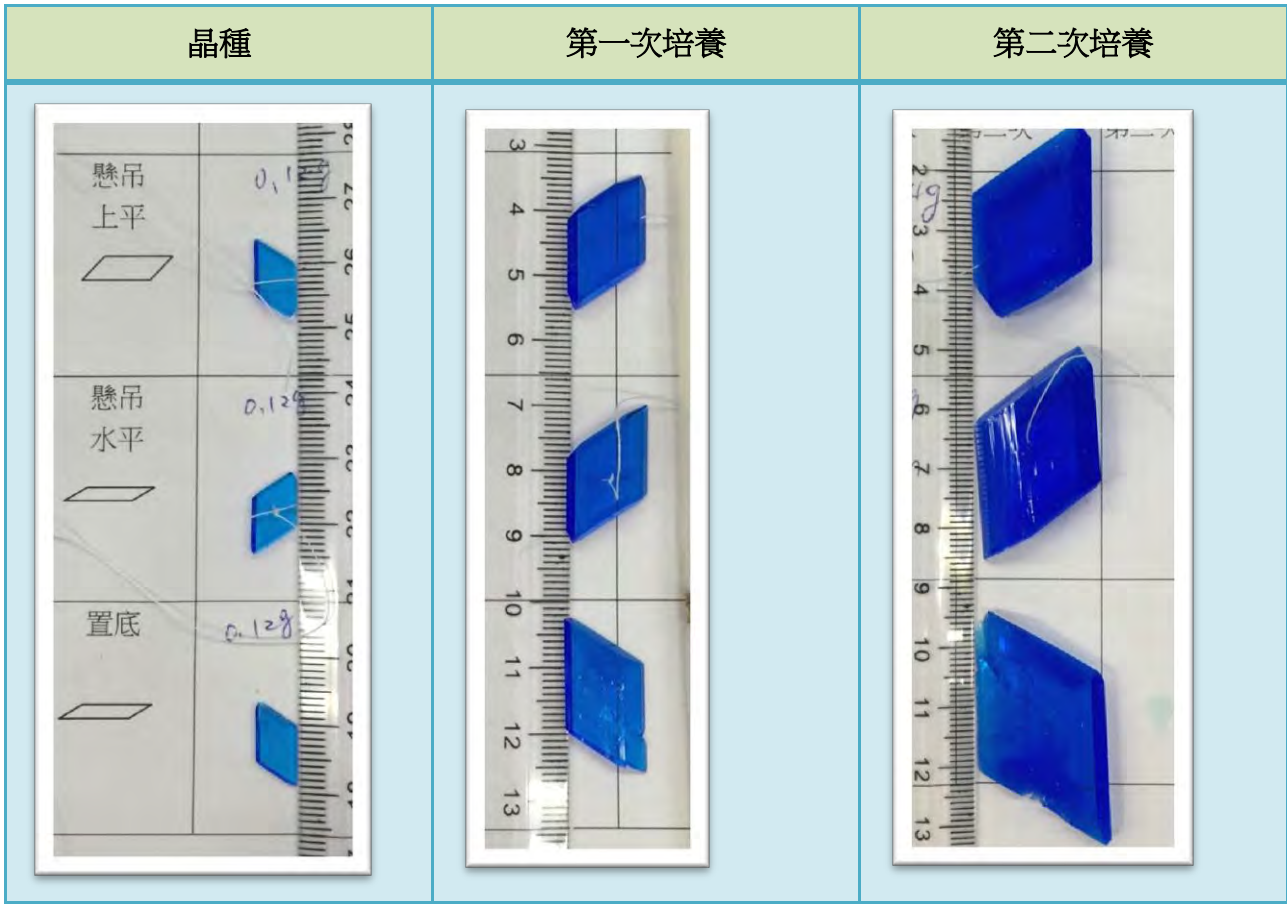


實驗結果：

1. 單一的硫酸銅晶種的形狀正面皆為平行四邊形，夾角為 60 度和 120 度。
2. 實驗記錄:

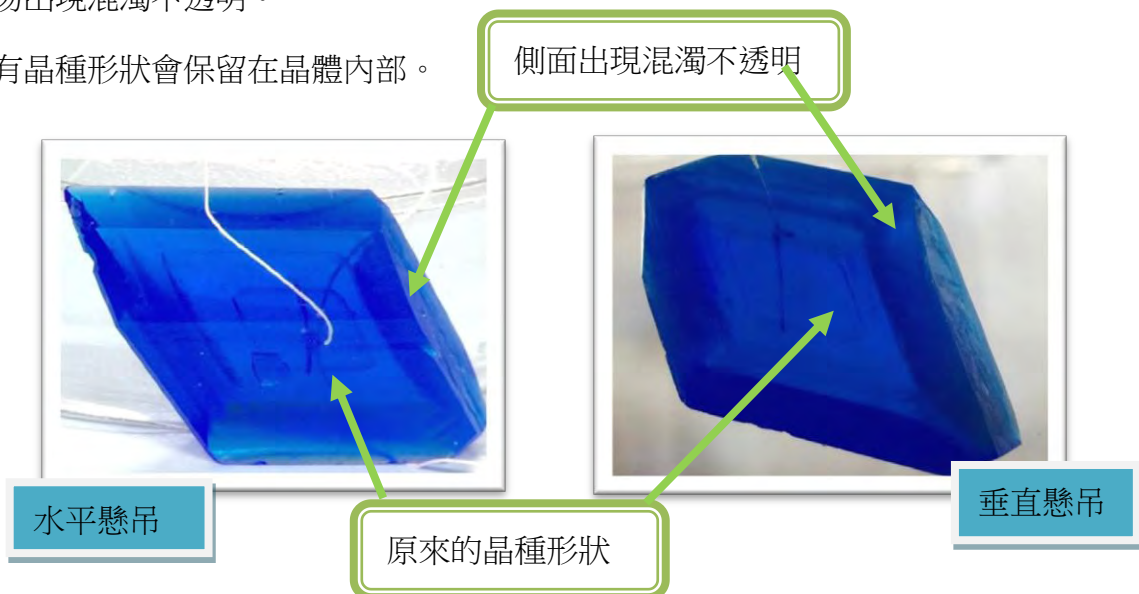
晶種放置方式	晶種	第 1 次培養	第 2 次培養
垂直懸吊	長邊 9mm、0.12g	長邊 14mm、0.94g	長邊 20mm、4.65g
水平懸吊	長邊 9mm、0.12g	長邊 14mm、0.87g	長邊 22mm、5.0 g
水平置底	長邊 9mm、0.12g	長邊 16mm、0.78 g	長邊 30mm、3.92 g

3. 實驗照片：



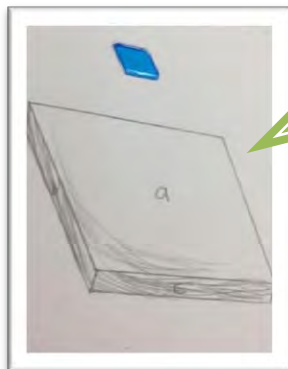
發現：

1. 懸吊的晶體重量增加較多，厚度較厚，置底晶體長度增加較多，厚度較薄，應該是因為有一面沒有空間成長，單面增長，所以厚度較薄。
2. 成長的晶體晶型仍保留正面為平行四邊形，且較透明，兩側面形狀較不規則且不平整，容易出現混濁不透明。
3. 原有晶種形狀會保留在晶體內部。

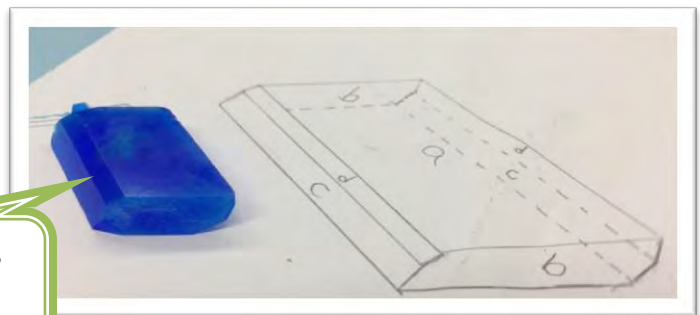


- 分析晶面形狀，發現晶面多為成對平行出現，可分為 a 面.b 面.c 面.d 面四組，其中 d 面不一定出現，有些只出現一個，有些則全無 d 面。
- 可能各晶面的成長速度不同，晶體的末端尖角會出現缺角，致使晶面形狀也出現缺角情形，以 b 面最常見。

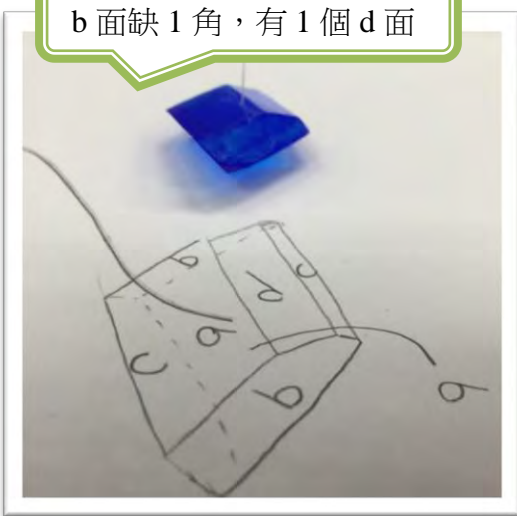
晶面組	晶面形狀	形狀夾角	圖示
a 面	平行四邊形	120° 和 60°	
b 面	較不規則，取決於 d 面是否存在，4~6 邊形	60°、120°，有缺角則 155° 和 145°	
c 面	長方形	90°	
d 面	平行四邊形	120° 和 60°	



b 面完整
無缺角

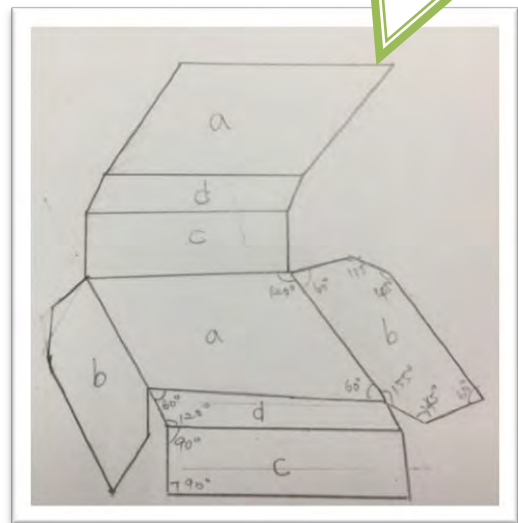


b 面缺 2 角，
有 2 個 d 面



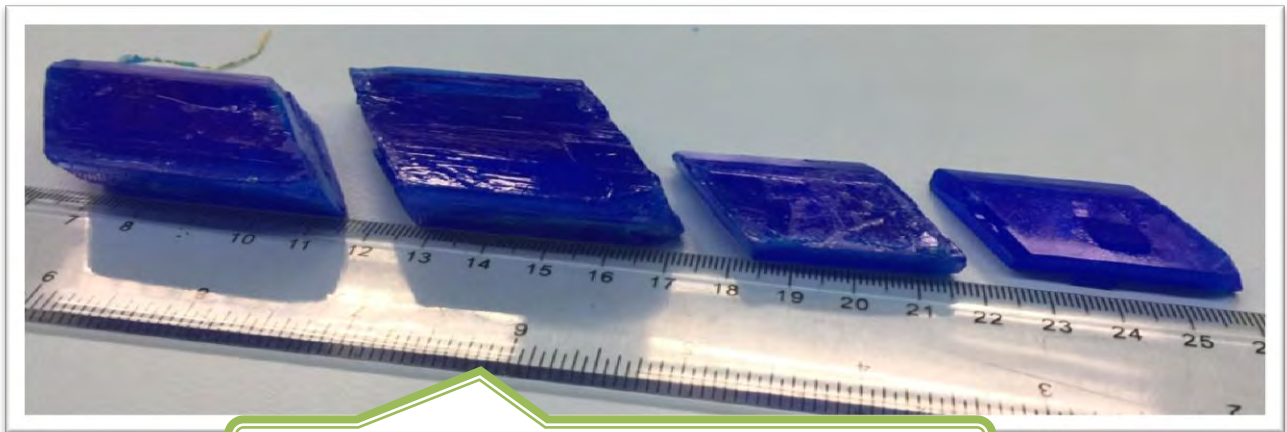
b 面缺 1 角，有 1 個 d 面

晶體平面展開圖

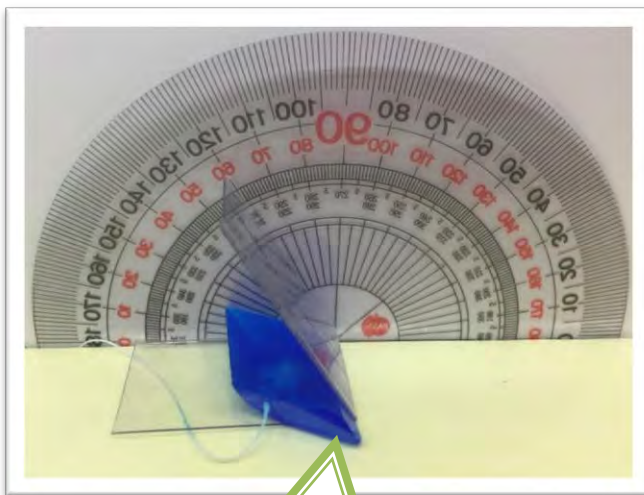


6. 晶面夾角測量記錄:

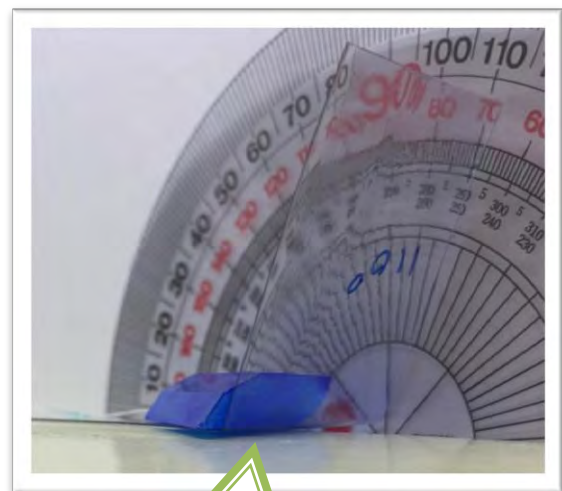
晶面	a、b 面	b、d 面	b、c 面	a、c 面	a、d 面	d、c 面
夾角	70°	70°	120°	120°	155°	145°
	110°	110°	60°	60°		



多次培養，晶形維持不變，晶面夾角也固定不變



a、c 面晶面夾角 60°

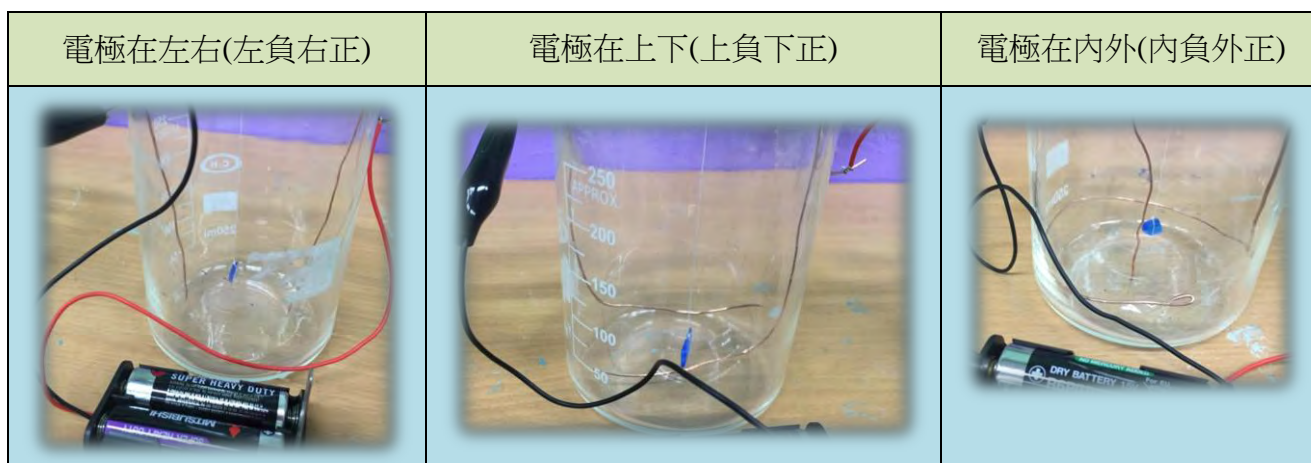


a、b 面晶面夾角 110°

實驗五：探討電解是否會影響硫酸銅的結晶情形

實驗方法：

- 1、 配置 100ml 的熱硫酸銅溶液，濃度 25°Brix，在燒杯插入接上電源的銅線。
- 2、 將銅線的放置方式分為下圖 3 種，分別放入 1 個懸吊的晶種，蓋上保鮮膜，靜置降至室溫，24 小時後記錄硫酸銅結晶情形。

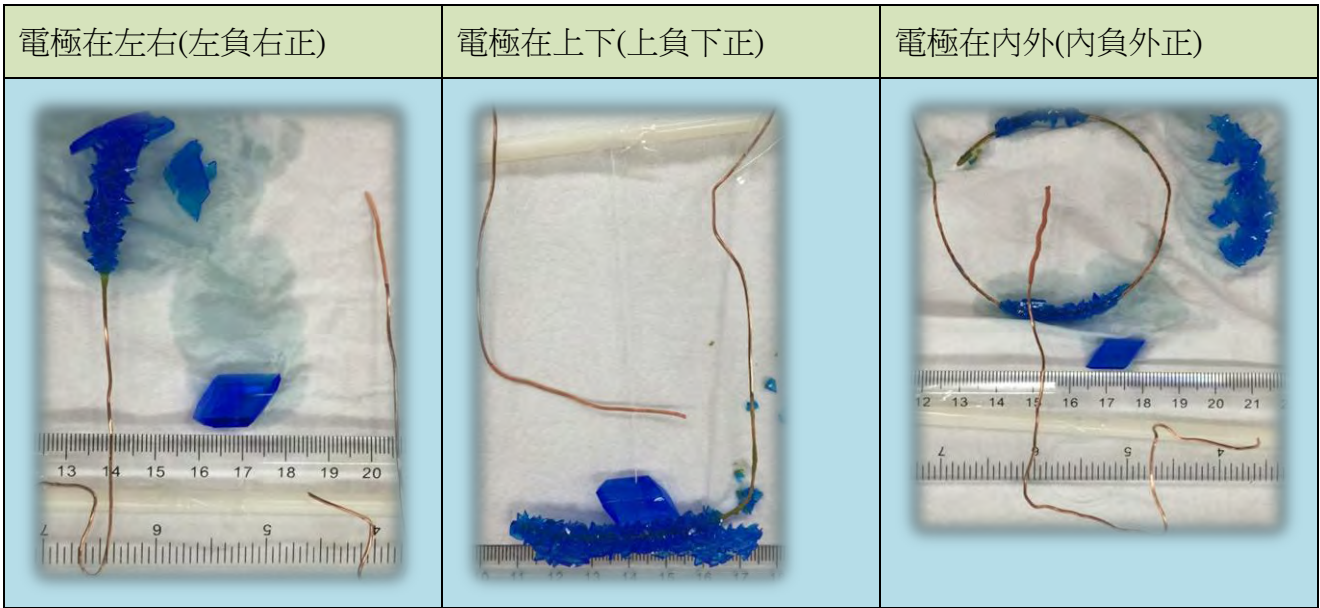


實驗結果：

1. 實驗記錄：

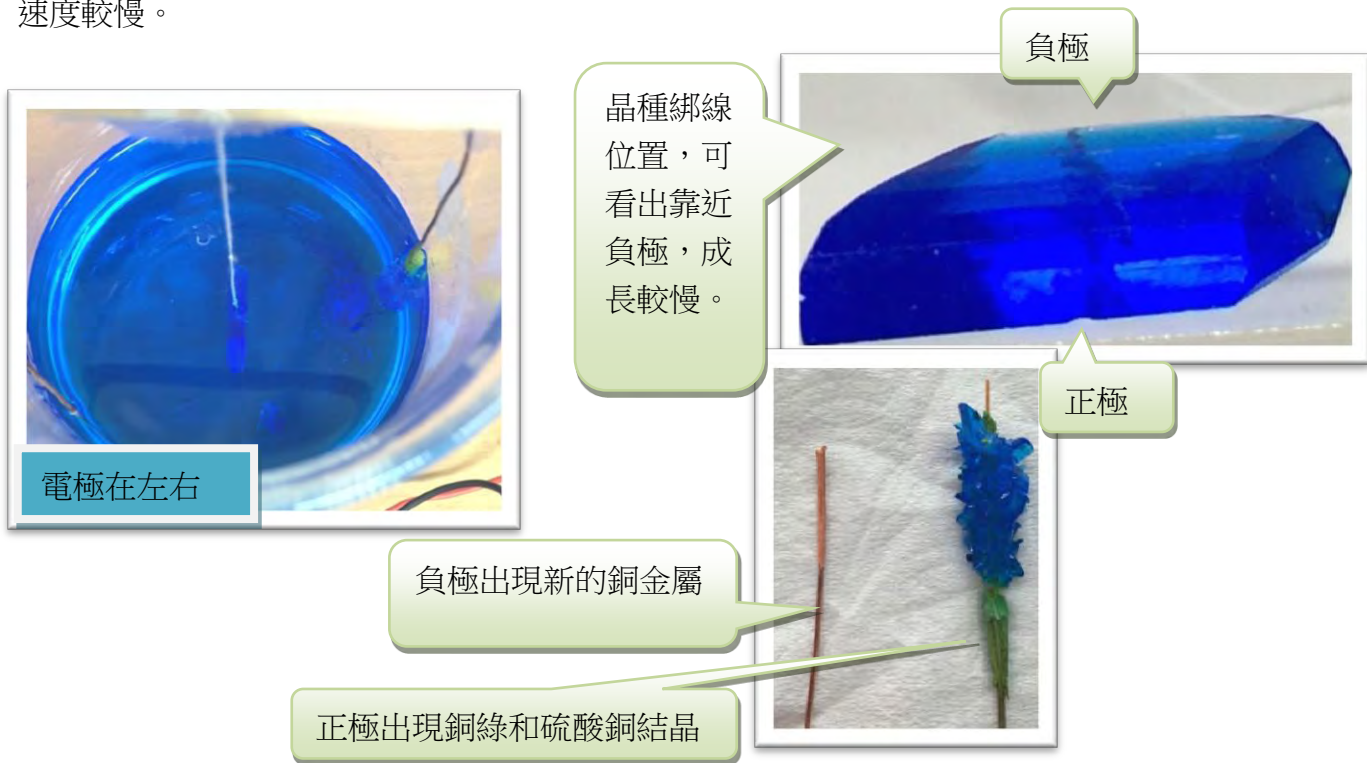
電極位置	晶種	16 小時後晶體)	16 小時後晶體成長情形
左右	重 0.12g， 長邊 8mm	重 1.21 g， 長邊 14mm	正極沿著銅線附著大量重晶，晶體面相正極方向成長較快，面向負極較慢。
上下	重 0.20 g 長邊 10mm	重 1.28 g 長邊 16mm	正極沿著銅線附著大量重晶，懸吊晶體下方與正及銅線相接。
內外	重 0.13 g 長邊 8mm	重 0.66 g 長邊 11mm	正極沿著銅線附著大量重晶，晶體成長明顯較慢。

2. 實驗照片：



發現：

1. 老師告訴我們因為硫酸銅在水中會解離成正的銅離子，和負的硫酸根離子，通電後正極會有綠色的銅綠形成，而負極會有新的銅金屬附著在銅線上。
2. 我們觀察發現，因為銅綠粉粉的，提供了結晶核，所以在正極出現了很多硫酸銅結晶。
3. 靠近負極的銅離子可能因為被負極的吸引，所以在靠近負極的地方，硫酸銅晶體的成長速度較慢。



實驗六：探討磁力是否會影響硫酸銅的結晶情形

實驗方法：

- 1、 配置 100ml 的熱硫酸銅溶液，濃度 25°Brix，倒入 30ml 小量杯中。
- 2、 將強力磁鐵依照置底，相吸及相斥的放置方式黏在小量杯外，分別放入 1 個懸吊的晶種，蓋上保鮮膜，靜置降至室溫，16 小時後記錄硫酸銅結晶情形。

實驗結果：

1、 實驗記錄

磁鐵位置	晶種	16 小時後晶體	16 小時後晶體成長情形
置底	重 0.04g， 長邊 8mm	重 0.75g， 長邊 11mm	晶體長大，晶形完整透明。
相吸	重 0.04 g 長邊 8mm	重 0.72 g 長邊 11mm	晶體長大，晶形完整透明。
相斥	重 0.05 g 長邊 10mm	重 0.75 g 長邊 12mm	晶體長大，晶形完整透明。

2、 實驗照片



發現：


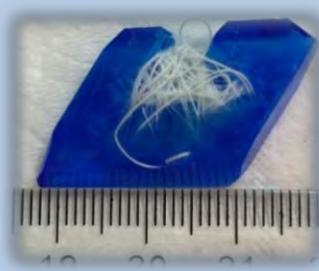
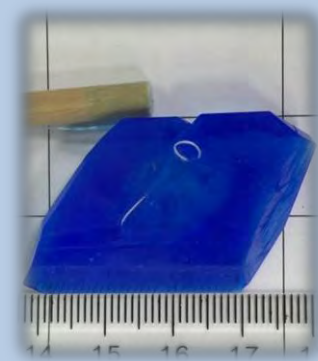
1. 三種磁鐵放置方式的硫酸銅晶體都長得差不多，所以我們認為不同的磁鐵放置方式，對於硫酸銅的晶體成長，沒有明顯的差異。

實驗七：探討纏繞棉線對於硫酸銅晶體成長的影響

實驗方法：

1. 將一個硫酸銅晶種用棉線盡量纏繞包覆，懸吊起來，放入濃度 25°Brix 150ml 的熱硫酸銅溶液中。
2. 蓋上保鮮膜，靜置降至室溫，24 小時後記錄硫酸銅結晶情形。
3. 取出培養的晶體，將硫酸銅溶液加熱，利用糖度計調整濃度為 25°Brix，再次放入晶體，做第二次培養，24 小時後記錄結晶情形。

實驗結果：

晶種	第一次培養	第二次培養
0.5g(不含線) 0.65g(含線)	2.9g (含線)	9.87g(含線)
		

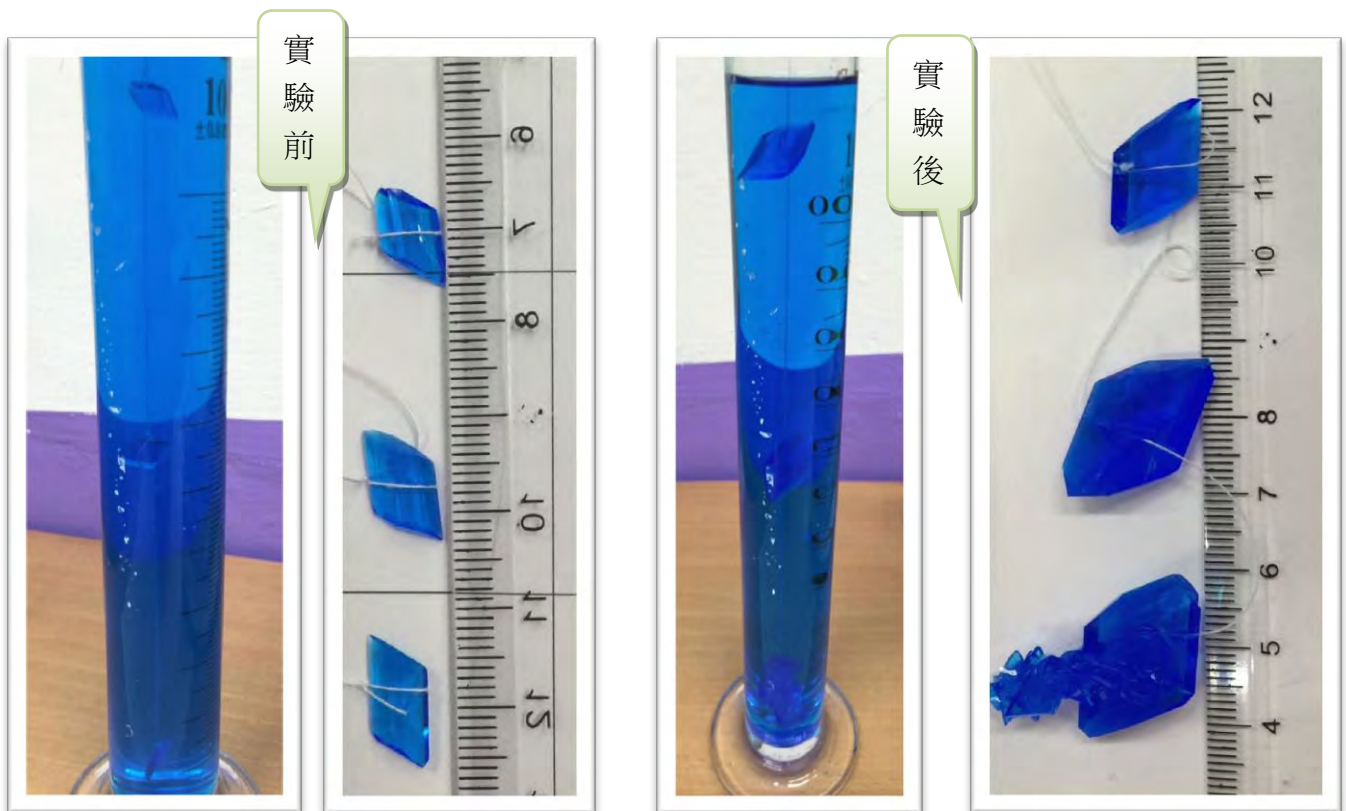
發現：

1. 硫酸銅晶種用棉線纏繞包覆後，棉線被新的結晶慢慢包在裡面，而硫酸銅仍然能維持固定晶型成長，好特別喔！

實驗八：不同懸吊高度對硫酸銅晶體成長的影響

實驗方法：

- 1、配置 120ml 的熱硫酸銅溶液，濃度 25°Brix，倒入 100ml 量筒中。
- 2、在棉線上的 3 個不同高度(1cm、9cm、17cm)懸吊晶種，放入量筒中，蓋上保鮮膜，靜置降至室溫，16 小時後記錄硫酸銅結晶情形。
- 3、重配濃度 25°Brix 的熱硫酸銅溶液，倒入 100ml 量筒中，靜置 16 小時後記錄不同高度的濃度。



實驗結果：

1、 實驗記錄

晶種位置	晶種	16 小時後晶體	16 小時後晶體成長情形
17cm	重 0.17g， 長邊 8mm	重 0.74g， 長邊 12mm	晶體長大，將型完整透明。
9cm	重 0.20 g 長邊 8mm	重 1.65 g 長邊 17mm	晶體較大，兩側面較混濁。
1cm	重 0.16 g 長邊 9mm	重 2.57 g 長邊 20mm	晶體最大，兩側面較混濁，有沉底雜晶附著。

2、 靜置 16 小時後不同高度的濃度

距離底部高度	17cm	9cm	1cm
°Brix	24.2	24.9	25

發現：

1. 在同一杯硫酸銅溶液中，放在越下面的晶體成長速度越快，但也較不透明，接近底部晶種較容易有雜晶附著。
2. 靜置過後，底部的硫酸銅濃度微高於頂端，我們推測放越下面的晶體成長速度較快，可能是因為下層的比重或濃度微高而造成的。

陸、 結論

- 一、 糖度計刻度與硫酸銅溶解度的關係為線性關係，關係為 $Y=0.462X+5.58$ ，可以經由糖度計來推算硫酸銅的濃度。
- 二、 降至室溫後的硫酸銅晶體搖晃後會有粉晶出現，不適合晶體培養，所以培養晶體時，應該加熱到 40°C 以上，靜置培養。

- 三、 考慮成長速度和透明度，較適合培養硫酸銅晶體的濃度為 24~26°Brix(39.9~44.4g)。
- 四、 懸吊的晶體重量增加較多，厚度較厚，置底晶體長度增加較多，厚度較薄。
- 五、 成長的晶體晶型仍保留正面為平行四邊形，且較透明，兩側面形狀較不規則且不平整，容易出現混濁不透明，且原有晶種形狀會保留在晶體內部。
- 六、 硫酸銅多次培養，晶體形狀維持不變，且晶面多為成對平行出現，晶面夾角固定為（60°、120°）、（70°、110°）、145°、155°。
- 七、 通電後的硫酸銅溶液正極會有銅綠形成，且附著很多硫酸銅晶體，而負極會有新的銅金屬附著在銅線上，在靠近負極的地方，硫酸銅晶體的成長速度較慢。
- 八、 不同的磁鐵放置方式，對於硫酸銅的晶體成長沒有明顯差異。
- 九、 硫酸銅晶種用棉線纏繞包覆後，硫酸銅仍然能維持固定晶型成長。
- 十、 在同一杯硫酸銅溶液中，放在越下面的晶體成長速度越快，可能是因為下層的比重或濃度微高而造成的。

柒、參考資料

- 一、 鄭謹譯、王劭宇、郭聿睿(2013)。聲聲不息？探討各種變因對硫酸銅晶體的影響。第 53 屆全國中小學科展報告。取自
<http://science.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=-1&sid=10074>
- 二、 范升維;黃亮宸;吳思穎;秦書涵;黃庭瑜;黃庭禎(2016)。晶晶計較-明礬結晶的奧秘。第 56 屆全國中小學科展報告。取自
<http://science.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=&a=0&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=30&sid=13252>

【評語】 080218

由於硫酸銅的結晶研究已經是非常成熟的化學題材，歷屆科展總也經常會出現一些化學藥劑結晶成型的研究主題，而本作品主要在探討影響硫酸銅結晶的變因，此研究主題的原創性不足，但是實驗所得的晶體漂亮呈現，非常吸睛。本研究也探討不同濃度的硫酸銅溶液、電解、磁力、纏繞棉線等因素對於硫酸銅晶體成長的影響，發現磁力對晶體成長的影響不大，但通電後的硫酸銅溶液在靠近負極的地方，晶體的成長速度較慢，這是個有趣的發現，應多做深入的探討；至於不同的磁鐵放置方式，對於硫酸銅的晶體成長沒有明顯差異，建議必須先確認磁鐵的強度是否足夠。

作品海報

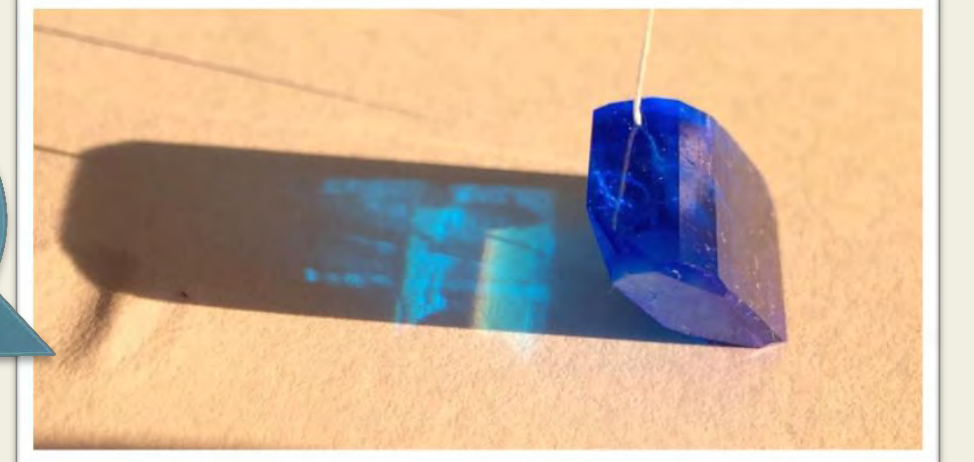
研究動機

在自然課中做食鹽的結晶，發現食鹽結晶亮晶晶的，且有一定的形狀，很有趣。我們研究過明礬的結晶，發現明礬結晶也有一定的形狀，而且也找出了多次培養明礬結晶的方法。這個結果，引發了我們對結晶的強烈興趣。所以我們決定繼續研究有著夢幻色彩的硫酸銅結晶，希望能發現更多結晶的奧秘。

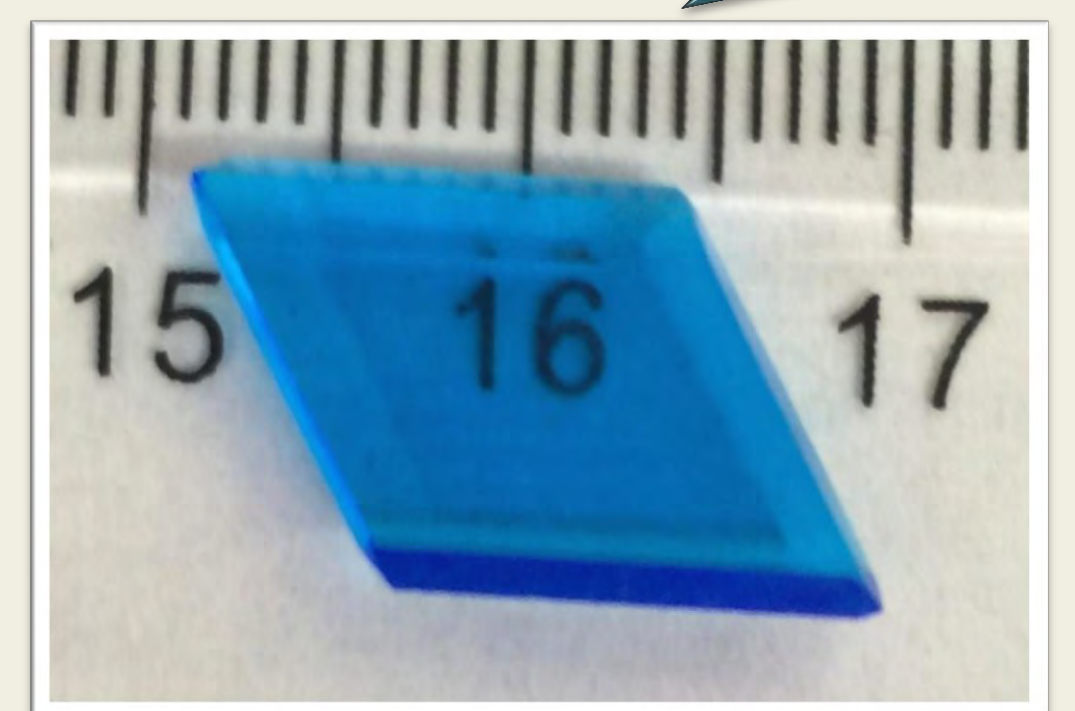
研究目的

1. 找出糖度計與硫酸銅濃度的關係
2. 探討不同濃度的硫酸銅溶液結晶情形
3. 探討不同濃度的硫酸銅溶液放入晶種的成長情形
4. 探討晶種多次培養的成長情形
5. 探討電解是否會影響硫酸銅的結晶情形
6. 探討磁力是否會影響硫酸銅的結晶情形
7. 探討纏繞棉線對於硫酸銅晶體成長的影響
8. 探討不同懸吊高度對硫酸銅晶體成長的影響

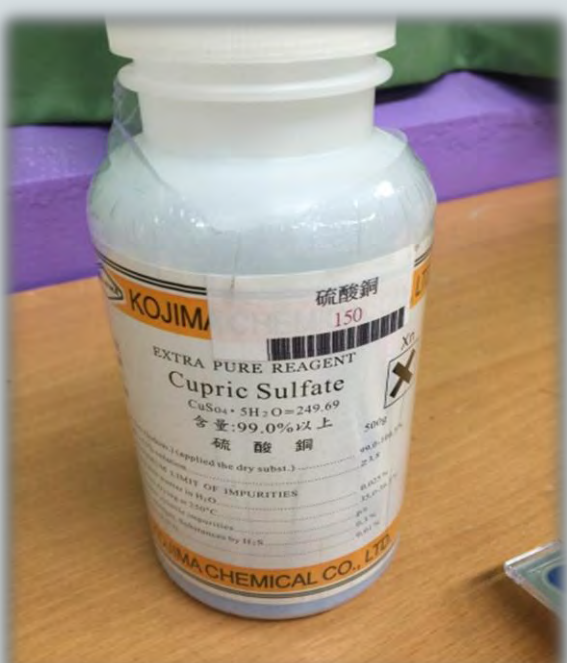


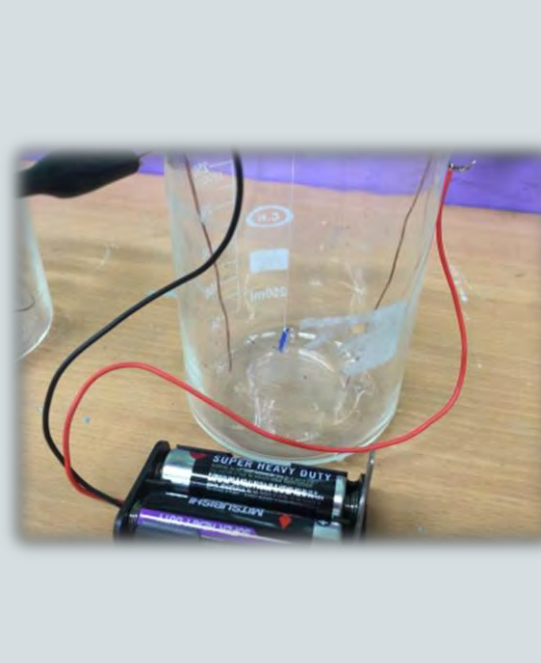

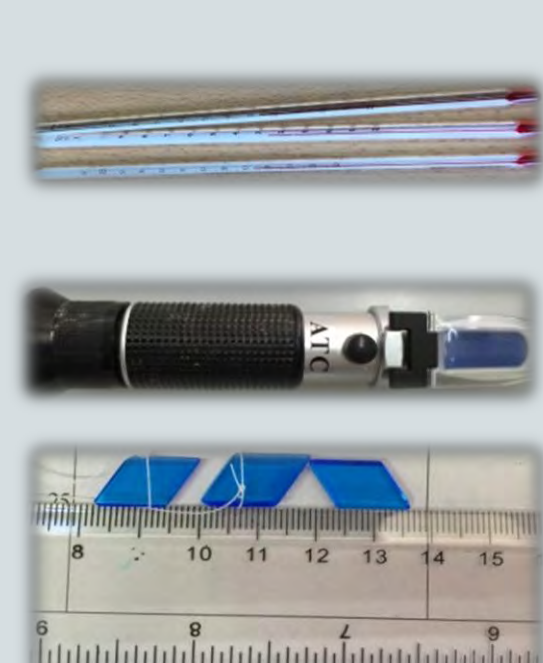
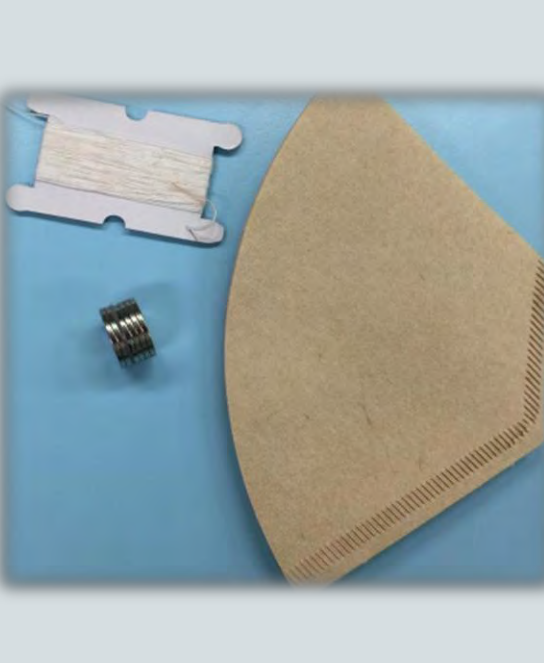
美麗的硫酸銅結晶



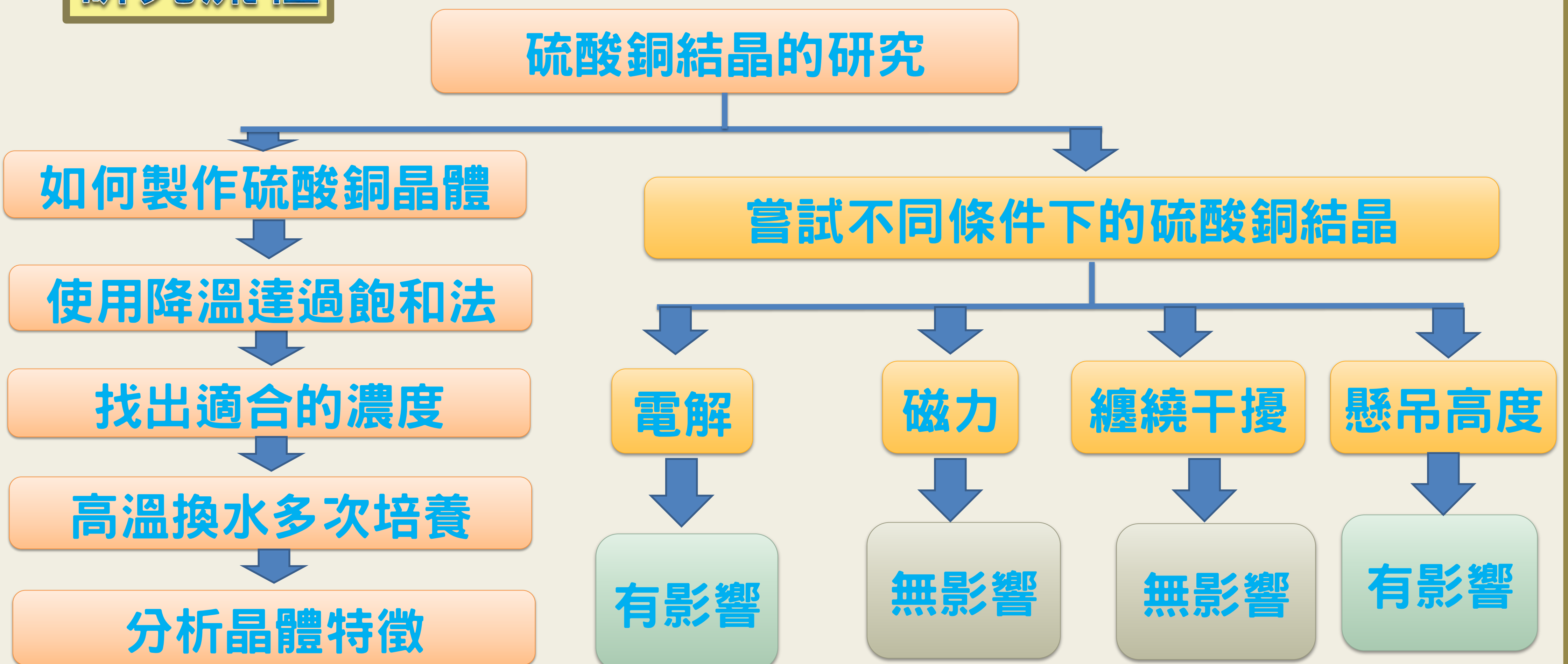
硫酸銅晶種為平行四邊形



研究設備及器材

硫酸銅	酒精燈、三腳架、石棉網	電子磅秤	燒杯、電池座、電池、銅線	塑膠水盆	溫度計、糖度計、直尺	棉線、濾紙、強力磁鐵
						

研究流程

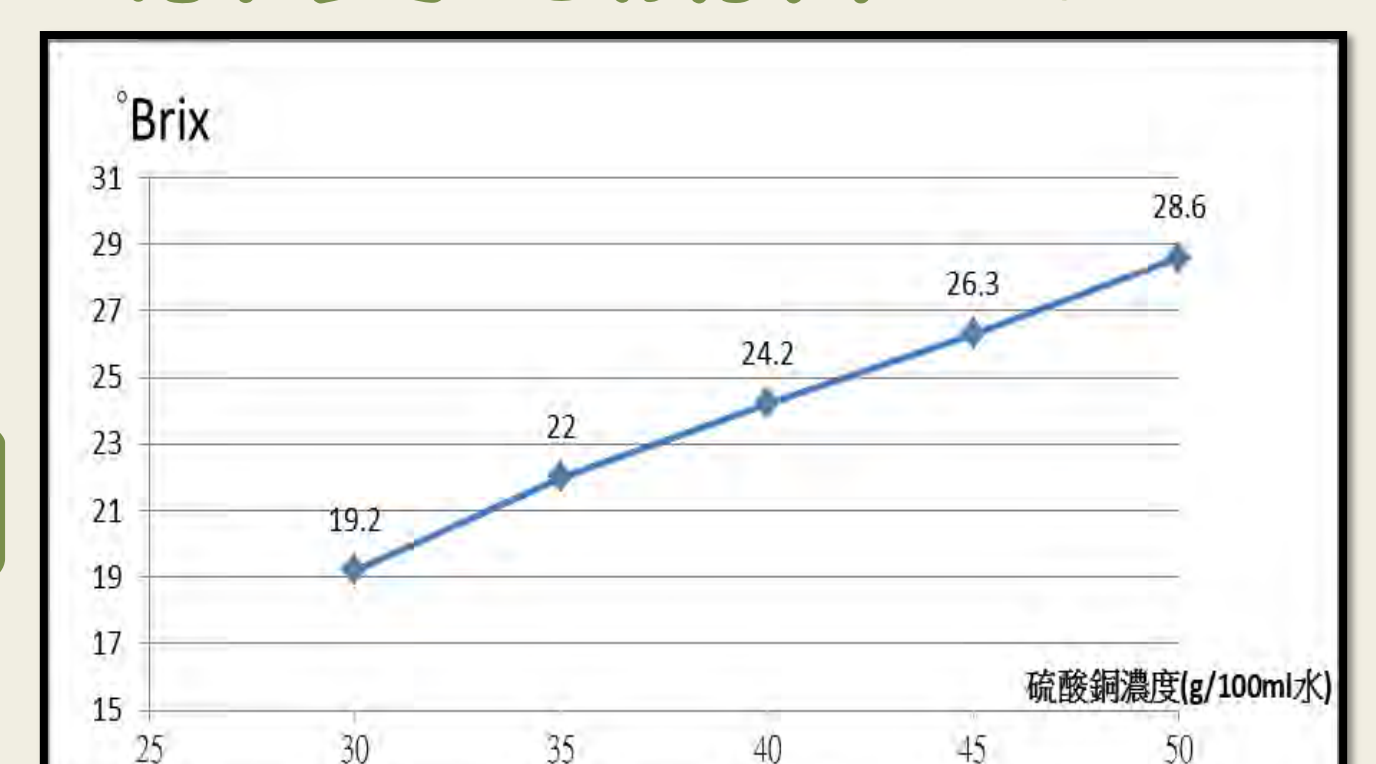


研究過程與結果

實驗一：找出糖度計與硫酸銅濃度的關係

方法：取100ml熱水，分別加入30~50g硫酸銅溶解，用糖度計測量刻度變化。尋找糖度計刻度與硫酸銅溶解度的關係式。

結果：糖度計刻度與硫酸銅溶解度的關係為線性關係，若糖度計為Y，硫酸銅溶解量為X，關係為 $Y=0.462X+5.58$ ，所以我們可以經由糖度計來推算硫酸銅的濃度。



實驗二：不同濃度的結晶情形(不放晶種)

方法：配製21~30° Brix(33.4~52.9g/100ml水)不同濃度的熱硫酸銅溶液，靜置(40℃後不再搖晃)降至室溫，24小時後觀察結晶情形。

結果：硫酸銅溶液濃度29° Brix、30° Brix，冷卻後會產生大量結晶，表示濃度約50g以上的熱硫酸銅溶液不適合晶體的培養。降至室溫後的硫酸銅溶液搖晃後會有粉晶出現，不適合晶體培養，所以培養晶體時，應該在濃度33g~50g之間，且加熱到40℃以上，靜置培養。

實驗三：不同濃度放入晶種的結晶觀測

方法：配製濃度23~28° Brix熱硫酸銅溶液，過濾後放入1個懸吊、1個置底的四邊形晶種，蓋上保鮮膜，靜置降至室溫，24小時後記錄硫酸銅結晶情形。

結果：濃度越高，晶體成長越快速，但濃度太高容易有雜晶出現，晶型不完整。我們發現較適合培養硫酸銅晶體的濃度為24~26° Brix(39.9~44.4g/100ml水)。



實驗四：探討晶種多次培養的成長情形

方法：1.配置100ml濃度25° Brix的熱硫酸銅溶液，過濾後分別放入水平懸吊、垂直懸吊、水平置底的晶種，蓋上保鮮膜，靜置降至室溫，24小時後記錄結晶情形。
2.取出培養的晶體，將硫酸銅溶液加熱，利用糖度計調整濃度為25° Brix，再次放入晶體，做第二次培養。

3.重複步驟2，多次培養並觀察晶體形狀，測量晶面夾角。

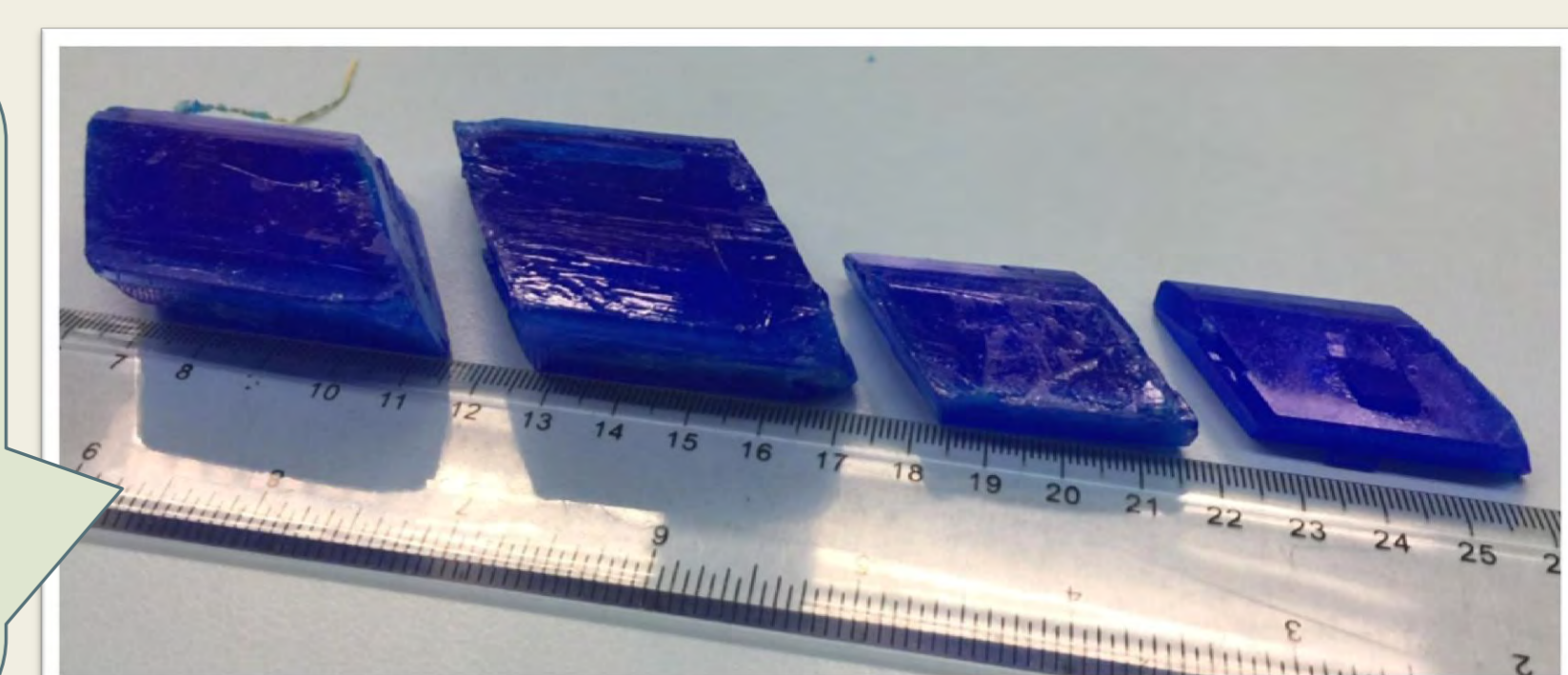
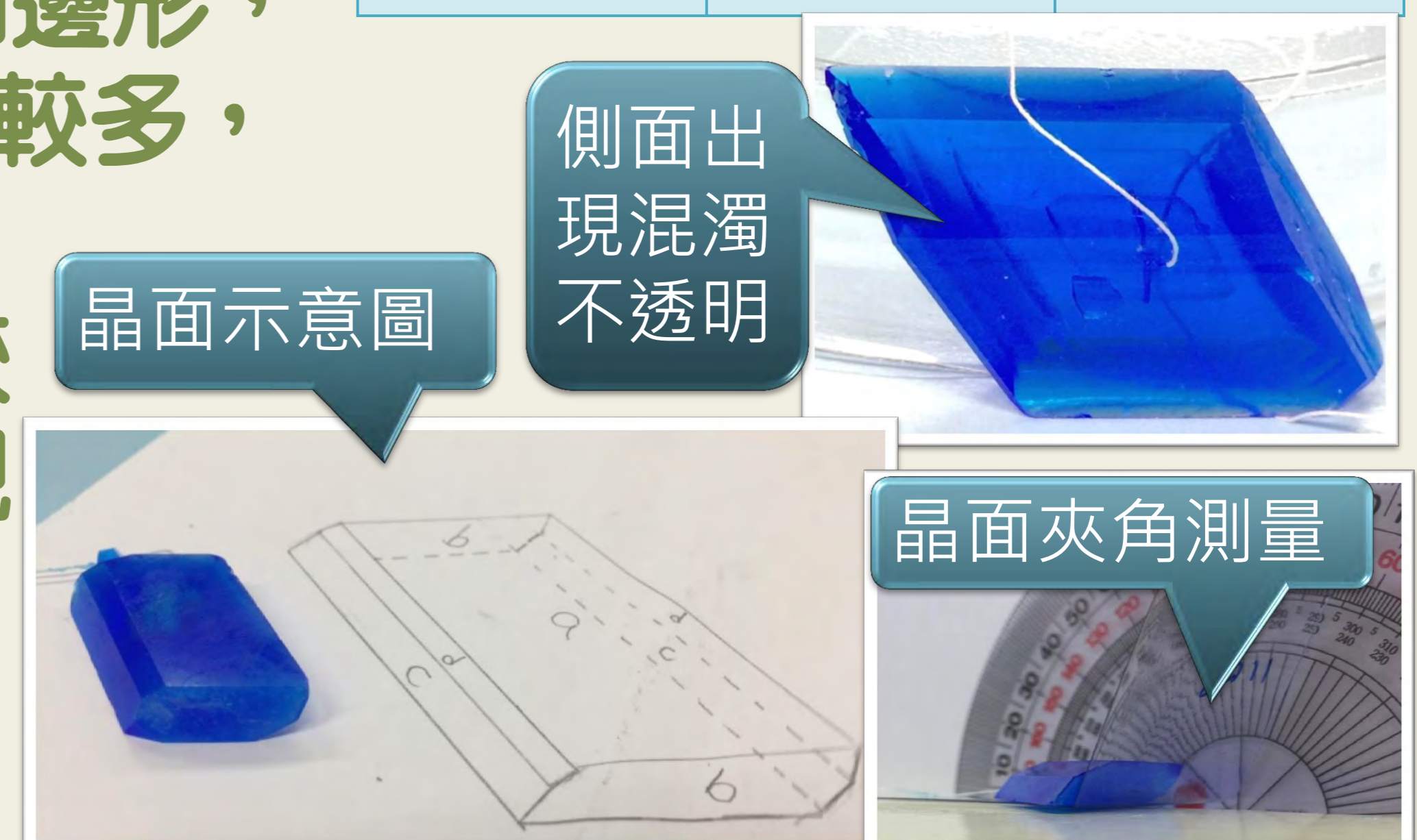
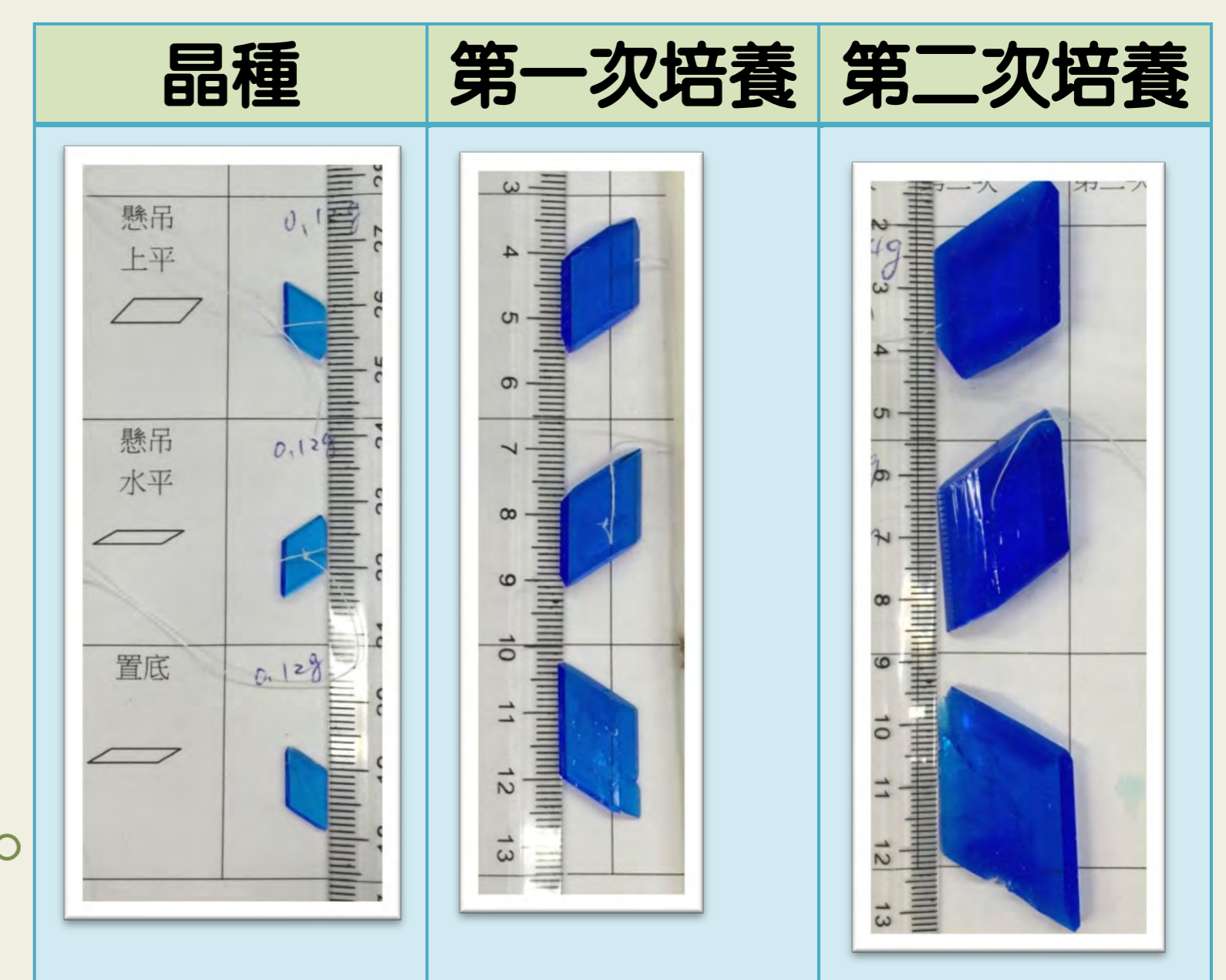
結果：1.單一的硫酸銅晶種的形狀正面皆為平行四邊形，夾角為60度和120度。2.懸吊的晶體重量增加較多，厚度較厚，置底晶體長度增加較多，厚度較薄。

3.成長的晶體晶型仍保留正面為平行四邊形，且較透明，兩側面形狀較不規則且不平整，容易出現混濁不透明。原有晶種形狀會保留在晶體內部。

4.分析晶面形狀，發現晶面多為成對平行出現，可分為a面.b面.c面.d面四組，其中d面不一定出現，有些只出現一個，有些則全無d面。

晶面	a、b面	b、d面	b、c面	a、c面	a、d面	d、c面
夾角	70°	70°	120°	120°	155°	145°
	110°	110°	60°	60°		

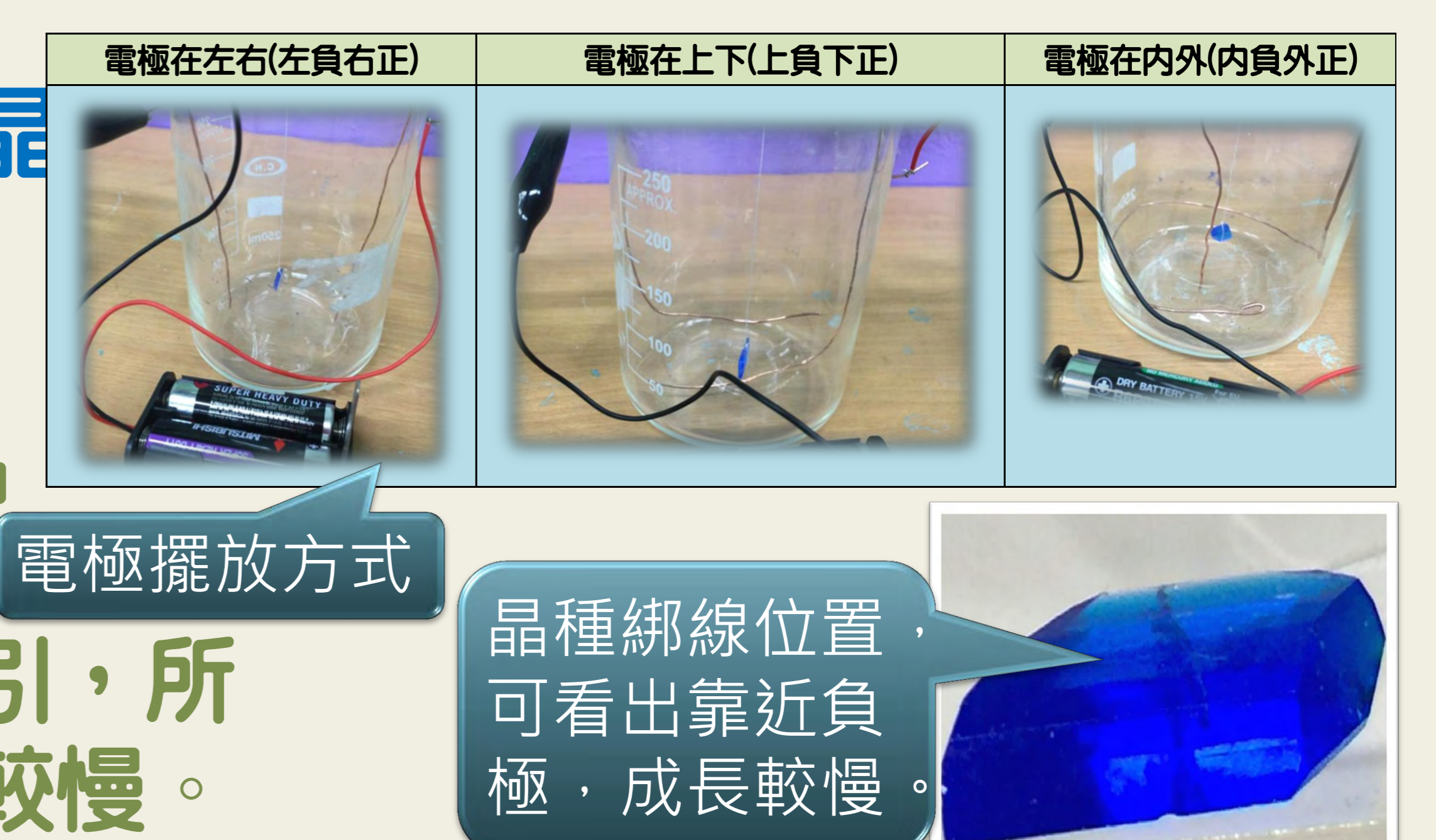
5.多次培養，晶形維持不變，晶面夾角也固定不變



實驗五：探討電解是否會影響硫酸銅的結晶

方法：配置100ml的熱硫酸銅溶液，濃度25° Brix，在燒杯插入接上電源的銅線。將銅線的放置方式分為右圖3種，分別放入1個懸吊的晶種，靜置24小時後記錄硫酸銅結晶情形。

結果：靠近負極的銅離子可能因為被負極的吸引，所以在靠近負極的地方，硫酸銅晶體的成長速度較慢。



實驗六：探討磁力是否會影響硫酸銅的結晶

方法：將強力磁鐵依照置底，相吸及相斥的放置方式黏在小量杯外，分別放入1個懸吊的晶種，靜置記錄硫酸銅結晶情形。

結果：三種磁鐵放置方式的硫酸銅晶體都長得差不多，所以我們認為不同的磁鐵放置方式，對於硫酸銅的晶體成長，沒有明顯的差異。

強力磁鐵置底

強力磁鐵相吸

強力磁鐵相斥

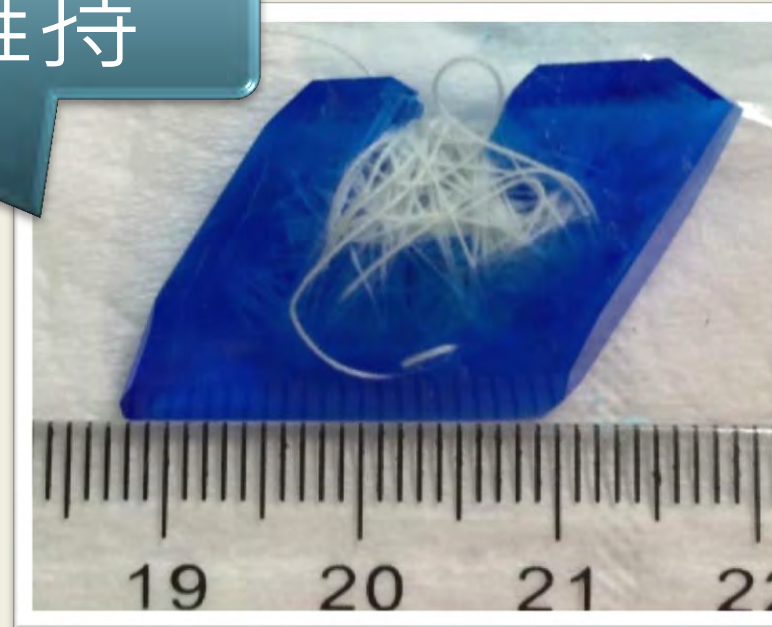


實驗七：探討纏繞棉線對於硫酸銅晶體成長的影響

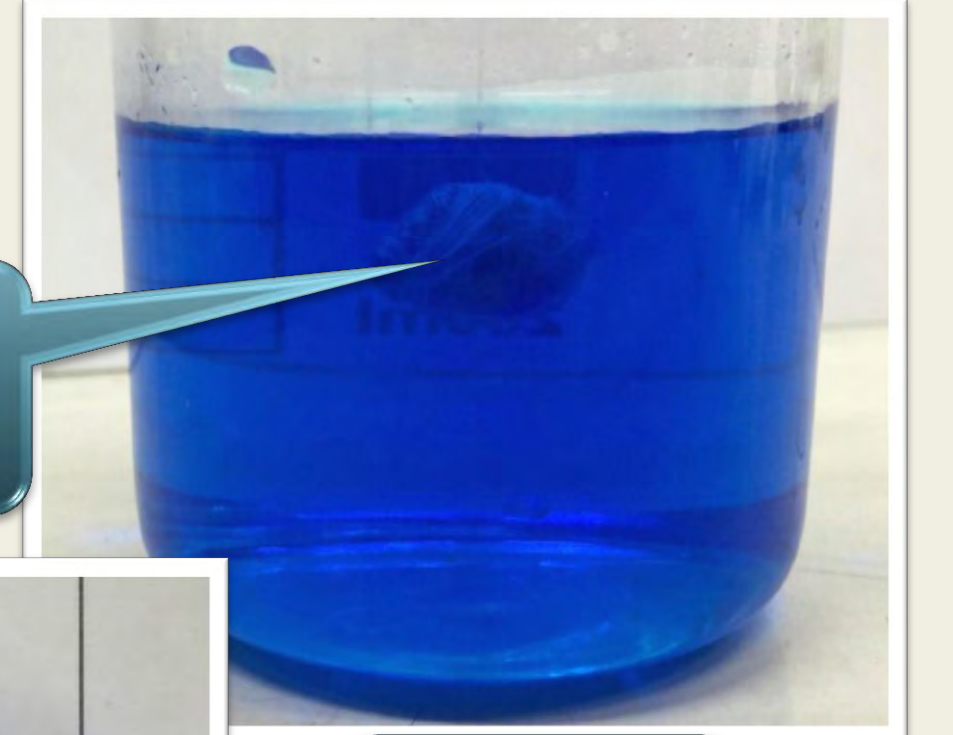
方法：將一個硫酸銅晶種用棉線盡量纏繞包覆，懸吊起來，放入濃度熱硫酸銅溶液中，靜置記錄硫酸銅結晶情形。

結果：硫酸銅晶種用棉線纏繞包覆後，硫酸銅仍然能維持固定晶型成長，好特別喔！

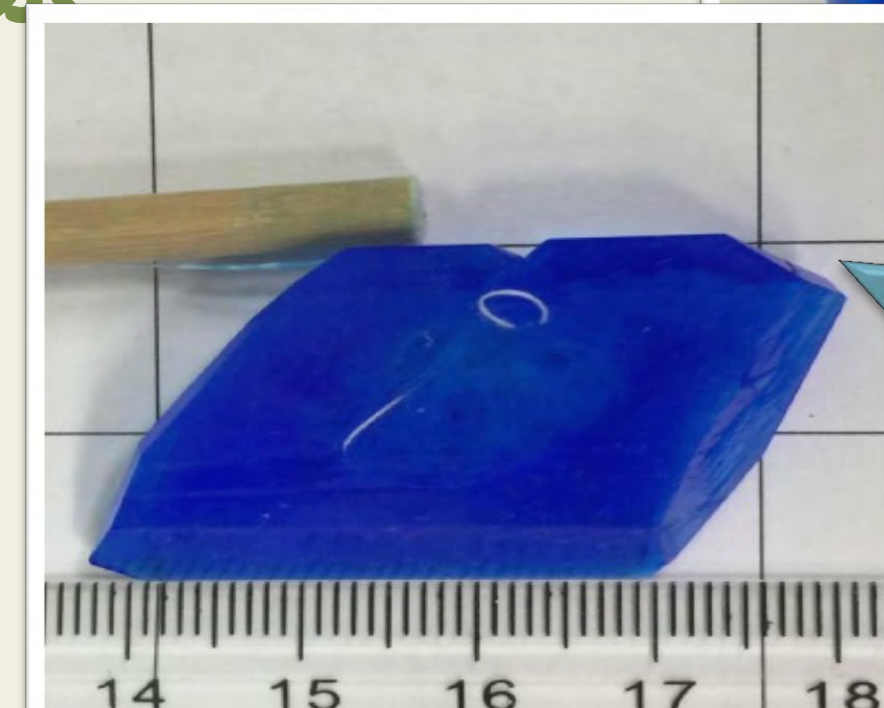
第一次培養，晶型維持



棉線纏繞晶種



第二次培養，棉線包在內部



實驗八：不同懸吊高度對硫酸銅晶體成長的影響

方法：在棉線上的3個不同高度(1 cm、9cm、17cm)懸吊晶種，放入量筒中靜置記錄硫酸銅結晶情形。

結果：在同一杯硫酸銅溶液中，放在越下面的晶體成長速度越快，但也較不透明，接近底部較容易有雜晶附著。

我們推測放越下面的晶體成長速度較快，可能是因為下層的比重或濃度微高而造成的。



結論

1. 糖度計刻度與硫酸銅溶解度的關係為線性關係，關係為 $Y=0.462X+5.58$ ，可以經由糖度計來推算硫酸銅的濃度。
2. 降至室溫後的硫酸銅晶體搖晃後會有粉晶出現，不適合晶體培養，所以培養晶體時，應該加熱到40°C以上，靜置培養。
3. 考慮成長速度和透明度，較適合培養硫酸銅晶體的濃度為24~26° Brix(39.9~44.4g)。
4. 懸吊的晶體重量增加較多，厚度較厚，置底晶體長度增加較多，厚度較薄。
5. 成長的晶體晶型仍保留正面為平行四邊形，且較透明，兩側面形狀較不規則且不平整，容易出現混濁不透明，且原有晶種形狀會保留在晶體內部。
6. 硫酸銅多次培養，晶體形狀維持不變，且晶面多為成對平行出現，晶面夾角固定為(60°、120°)、(70°、110°)、145°、155°。
7. 通電後的硫酸銅溶液正極會有綠色的氧化銅形成，且附著很多硫酸銅重晶，而負極會有新的銅金屬附著在銅線上，在靠近負極的地方，硫酸銅晶體的成長速度較慢。
8. 不同的磁鐵放置方式，對於硫酸銅的晶體成長沒有明顯差異。
9. 硫酸銅晶種用棉線纏繞包覆後，硫酸銅仍然能維持固定晶型成長。
10. 在同一杯硫酸銅溶液中，放在越下面的晶體成長速度越快，可能是因為下層的比重或濃度微高而造成的。