

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

080218

桃園縣中壢市中壢國民小學

指導老師姓名

羅秀容

謝琬婷

作者姓名

王振羽

周俊安

呂紹璋

黃曼舒

陳登俞

“晶”華再現

壹、摘要：

在我們日常生活中常見的，如糖、鹽、味精、明礬、冰晶、礦物等，都是結晶體。而這些肉眼看起來不起眼的小東西，在顯微鏡下可看見它美麗又有趣的形狀。

當溶解晶體的水蒸發後，一些晶體因為水分的缺乏就慢慢的跑出來；或者是當我們將飽和溶液再加入溶質，加熱溶解後，在溫度下降時，也會有晶體跑出來，這就是「結晶」。

利用這次實驗，從觀察顯微鏡下的結晶世界出發，了解結晶的生成和形狀，比較不同晶體的結晶速度，並探討可能影響結晶的變因，幫助我們養出及找出製作漂亮結晶的方法，讓結晶以藝術的型態呈現，使大家更了解結晶多采多姿的細微變化。

貳、研究動機：

在一次的藝術欣賞課中，老師介紹了「自然美景」--從顯微鏡下的微小世界到浩瀚的宇宙，每張圖片都讓我們好感動，原來一些不起眼的東西，也能那麼美麗多變。

老師問我們這次科學活動想研究什麼？我們想到了在那顯微鏡下美麗的晶花圖片，於是這次我們這群科研社的小兵決定一起進入結晶世界，認識結晶的奧妙，並研究如何讓結晶以美麗的型態再次重現在大家的眼前。

參、研究目的：

- 一、瞭解顯微鏡下的結晶過程。
- 二、比較不同晶體的結晶速度。
- 三、瞭解結晶附生在不同材料上的情形。
- 四、探討影響結晶的可能變因。
- 五、找出培養漂亮結晶的方法。
- 六、將結晶的研究成果應用在藝術創作。

肆、研究設備器材：

- 一、實驗物品：鹽、糖、硫酸銅、明礬、廣告顏料、壓克力顏料、簽字筆墨水（水性）、食用紅色色素、奇異筆墨水（油性）。
- 二、實驗器材：燒杯、滴管、固定架、天平、玻璃管、吸管、棉線、試管、漆包線、酒精燈、濾紙、載玻片、立體光學顯微鏡。

伍、研究過程或方法：

- 一、觀察顯微鏡下的結晶：

(一) 自然蒸發與烘乾的結晶比較：

實驗步驟：

- 1、將鹽、糖、硫酸銅、明礬分別泡製成飽和溶液。
- 2、用滴管滴一滴溶液到載玻片上。
- 3、將載玻片上的溶液分別以烘乾及自然蒸發的方式形成結晶。
- 4、用光學顯微鏡觀察並比較水溶液烘乾及自然蒸發時的結晶形狀。

(二) 比較不同晶體的結晶速度：

實驗步驟：

- 1、將鹽、糖、硫酸銅、明礬的飽和溶液，各滴 25 滴於培養皿上，在自然蒸發的過程中，用光學顯微鏡觀察並紀錄結晶生長的速度。
- 2、將拍攝的晶體圖片列印出來，用尺量放大後的晶體大小，並利用事先用尺規算出來的放大比例算出晶體的實際大小。

二、探討結晶附著在不同材料的情形：

實驗步驟：

- (一) 將糖、鹽、硫酸銅、明礬加熱泡製成過飽和溶液。
- (二) 將粗棉線、細棉線、吸管、玻璃棒、漆包線、竹筷、紙條放入溶液中，觀察溶液自然降溫後結晶的生長及附著情形。

三、探討影響結晶的可能變因：

(一) 溶液降溫的快慢對結晶的影響：

實驗步驟：

將 250ml 的硫酸銅飽和溶液慢慢加入硫酸銅，加熱到 45 攪拌，直到硫酸銅不能再溶解為止。準備 15 支試管，分別裝入 10ml 溶液，並在每支試管內放入一條棉線。每隔 0.5 小時在 3 組中各抽出一條棉線，比較結晶的情形。

- 1、觀察緩慢降溫對結晶的影響：

將五支試管放入裝有 42 度溫水的保麗龍盒內，在緩慢降溫下觀察結晶情形。

- 2、觀察自然降溫對結晶的影響：

將五支試管放在室溫下，在自然降溫的狀態下觀察結晶情形。

- 3、觀察急速降溫對結晶的影響：

將五支試管放入裝有冰水的保麗龍盒內，在急速降溫下觀察結晶情形。

(二) 容器瓶口大小不同對結晶的影響：

準備大、中、小不同瓶口的瓶子，將硫酸銅過飽和溶液倒到一樣的高度，觀察結晶情形。

(三) 溶液水位的高低對結晶的影響：

準備大小相同的瓶子，裝入不同高度的硫酸銅過飽和溶液，觀察結晶情形。

(四) 搖動溶液對結晶的影響

準備兩組過飽和溶液，一組靜放，一組隨時搖動，觀察結晶情形。

(五) 加入顏料對結晶的影響：

- 1、將明礬的過飽和溶液分別倒入試管中，每個試管內加入一條棉線。
- 2、將每組溶液分別加入紅色的廣告顏料、食用色素、簽字筆補充液、壓克力顏料。
- 3、靜置並觀察結晶情形。



四、以晶養晶

- (一) 將糖、鹽、硫酸銅、明礬的結晶體用棉線綁住，分別放入不飽和、飽和及過飽和的糖、鹽、硫酸銅、明礬溶液內。
- (二) 放到保麗龍盒內數天，觀察結晶情形。

五、結晶藝術創作

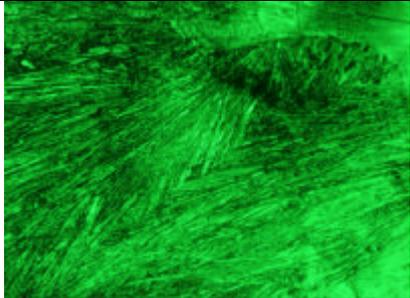
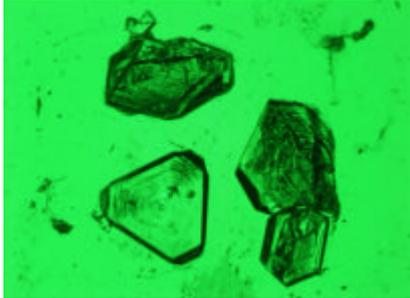
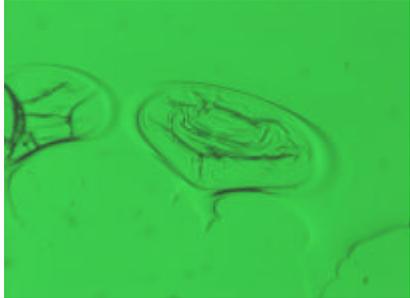
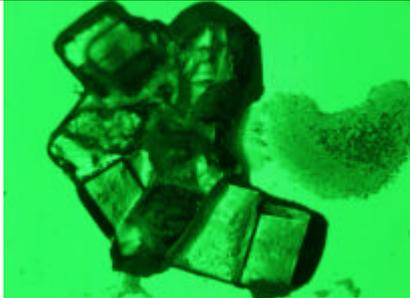
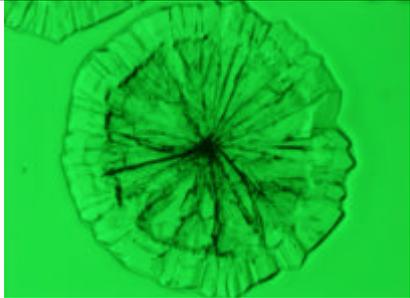
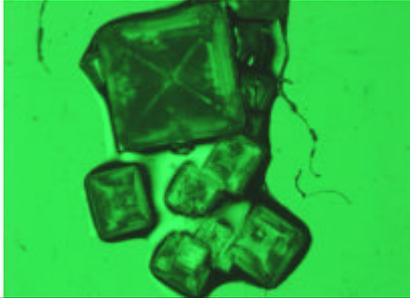
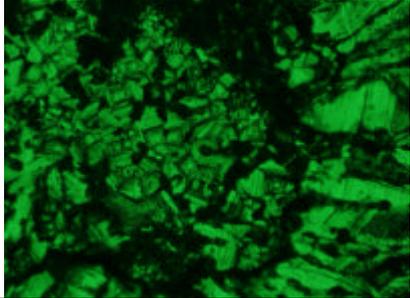
利用棉線、漆包線、蛋殼、樹枝等材料，將塑造好的半成品放入糖、鹽、硫酸銅或明礬的過飽和溶液中，等結晶生成後取出。

陸、 結果與討論：

一、顯微鏡下的結晶觀察：

(一) 自然蒸發與烘乾的結晶比較：

圖(一) 自然蒸發與烤乾後的結晶比較圖

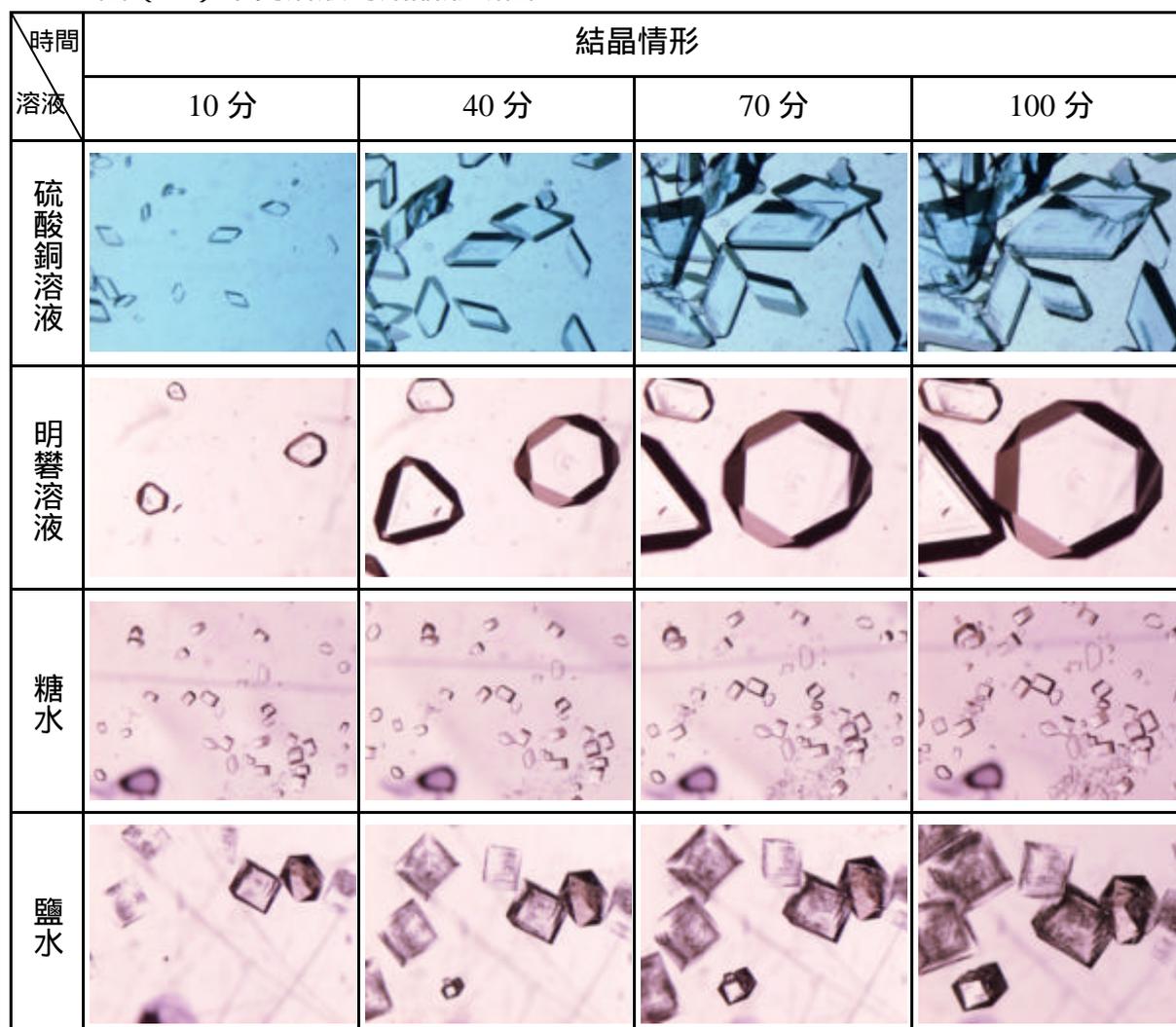
方式 溶液	自然蒸發	烤乾
硫酸銅 溶液		
明礬溶液		
糖水		
鹽水		

討論：

- 1、自然蒸發時會結成大塊的結晶，而烤乾時所形成的結晶較小。
- 2、在自然蒸發的過程中，可以看到結晶慢慢長大。而烤乾的結晶速度較快，但結晶形狀較亂。

(二) 比較不同晶體的結晶速度：

圖(二) 不同溶液的結晶形成圖



表(一) 硫酸銅結晶大小變化記錄表

觀察時間(分)		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
晶體長度 (毫米)	A	0.25	0.39	0.50	0.60	0.69	0.82	0.96	1.04	1.10	1.20
	B	0.18	0.24	0.31	0.40	0.49	0.53	0.55	0.56	0.56	0.56
	C	0.25	0.34	0.46	0.55	0.64	0.83	0.93	1.03	1.12	1.17
平均長度 (毫米)		0.23	0.32	0.42	0.52	0.61	0.73	0.81	0.88	0.93	0.98

表(二) 明礬結晶大小變化記錄表

觀察時間(分)		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
晶體長度 (毫米)	A	0.27	0.33	0.40	0.48	0.58	0.68	0.78	0.88	0.98	1.08
	B	0.20	0.27	0.36	0.45	0.57	0.68	0.76	0.85	0.93	1.01
平均長度 (毫米)		0.24	0.30	0.38	0.47	0.58	0.68	0.77	0.87	0.96	1.05

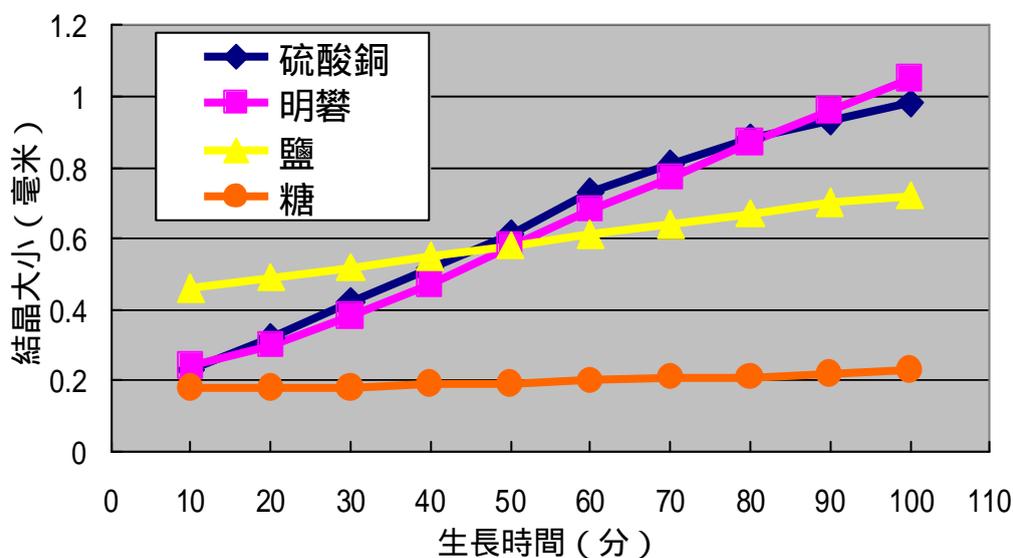
表 (三) 鹽結晶大小變化記錄表

觀察時間(分)		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
晶體長度 (毫米)	A	0.51	0.55	0.58	0.62	0.65	0.68	0.70	0.72	0.74	0.75
	B	0.45	0.47	0.51	0.54	0.57	0.61	0.64	0.67	0.72	0.76
	C	0.41	0.44	0.46	0.49	0.52	0.55	0.58	0.61	0.64	0.66
平均長度 (毫米)		0.46	0.49	0.52	0.55	0.58	0.61	0.64	0.67	0.7	0.72

表 (四) 糖結晶大小變化記錄表

觀察時間(分)		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
晶體長度 (毫米)	A	0.18	0.18	0.18	0.19	0.19	0.20	0.21	0.21	0.21	0.22
	B	0.16	0.16	0.16	0.17	0.18	0.18	0.19	0.20	0.21	0.22
	C	0.19	0.19	0.20	0.20	0.21	0.21	0.22	0.22	0.23	0.24
平均長度 (毫米)		0.18	0.18	0.18	0.19	0.19	0.20	0.21	0.21	0.22	0.23

圖 (三) 不同溶液的結晶速度比較圖



討論：

- 1、在生長結晶的過程，可以看到細小晶塊慢慢聚集形成大的晶體。而不同晶體長大的速度也不一樣，其中可以看出糖的晶體長得最慢，而硫酸銅和明礬的晶體生長速度較快。
- 2、不同溶液的結晶形狀各不相同，硫酸銅的結晶呈藍色扁平的平行四邊形；明礬的結晶呈透明、有六邊形的面；鹽巴的結晶是透明的立方體；糖的結晶是透明的長方體。

二、結晶附著在不同材料的情形：

實驗結果

圖（四）結晶在不同材質的生長情形



材料 溶液	粗棉線	細棉線	吸管	漆包線	紙條	竹筷	玻棒
硫酸銅 溶液	結晶多且 密	結晶多	沒有結晶	沒有結晶	前面結晶	結晶多且 密	沒有結晶
明礬 溶液	像珠子串 成一串	像珠子串 成一串	沒有結晶	沒有結晶	前面結晶	結晶多且 密	沒有結晶
糖水	有結晶 量多	有結晶 量多	有結晶 量少	有結晶 量少	有結晶 量多	有結晶 量多	有結晶 量多
鹽水	結晶體細 小，量多	結晶體細 小，量多	結晶多	沒有結晶	前面結晶	結晶排列 稀疏	沒有結晶

討論

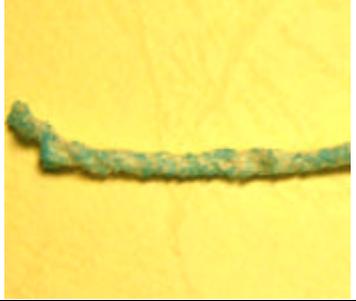
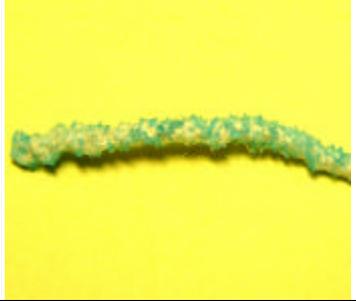
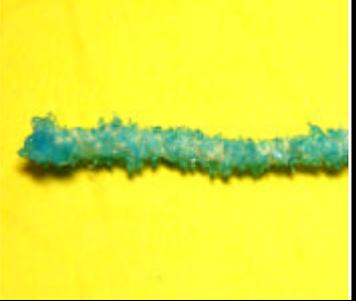
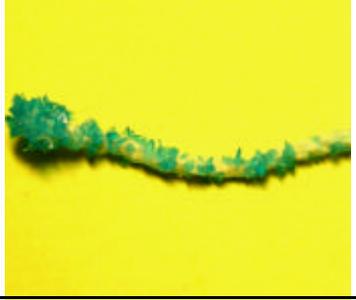
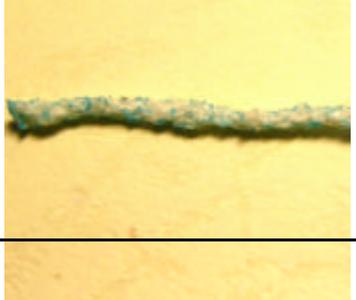
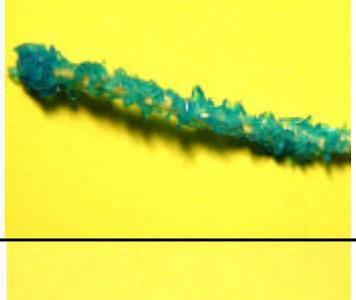
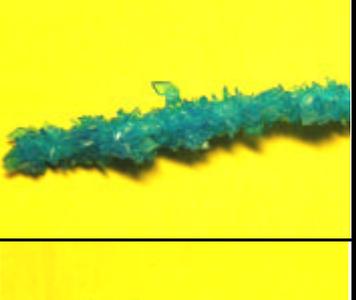
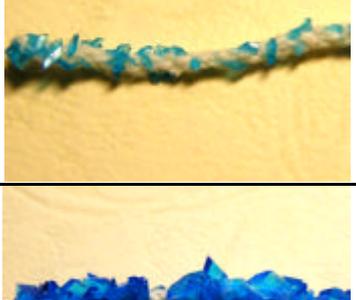
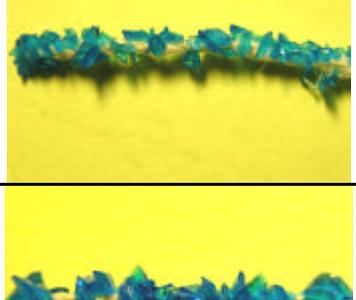
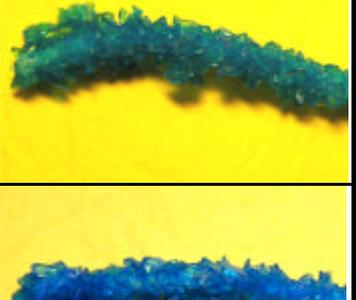
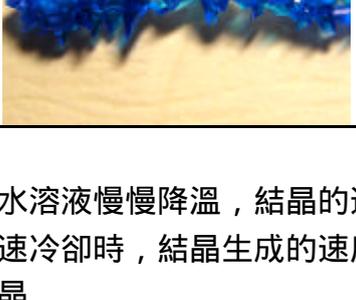
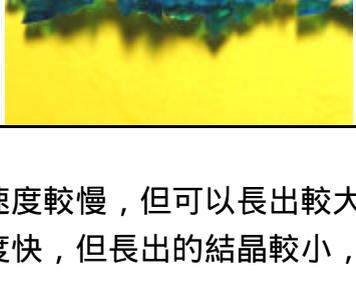
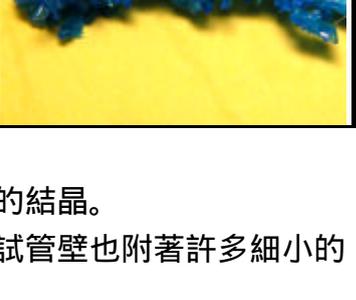
- 1、由圖可以知道，在不同的材料上生長結晶，表面比較粗糙的粗棉線、細棉線、紙條、竹筷，結晶效果較好。而表面比較光滑的吸管、漆包線、玻璃管結晶的效果最差。
- 2、明礬和硫酸銅的結晶在細線上像串上透明水晶珠子一樣，而在粗線上只能附著在線的表面。
- 3、鹽的結晶細小，只看到結晶量增多，卻沒看到結晶長大，而糖、明礬、硫酸銅的結晶則有明顯的長大。

三、探討影響結晶的可能變因：

(一) 溶液降溫速度對結晶的影響：

實驗結果

圖(五) 降溫速度不同的結晶比較圖

方式 時間	緩慢降溫	自然降溫	急速降溫
0.5 小時			
1 小時			
1.5 小時			
2 小時			
1 天			

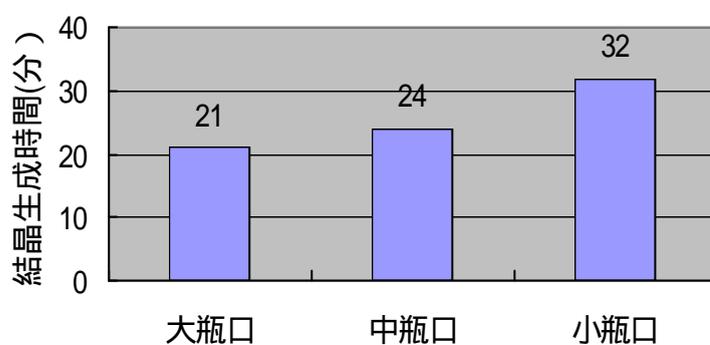
討論

- 1、將水溶液慢慢降溫，結晶的速度較慢，但可以長出較大的結晶。
- 2、急速冷卻時，結晶生成的速度快，但長出的結晶較小，試管壁也附著許多細小的結晶。
- 2、若要做出大的結晶應該以慢慢降溫的方法。

(二) 容器瓶口大小不同對結晶的影響：

實驗結果

圖(六) 瓶口大小不同的結晶比較



瓶口	大瓶口	中瓶口	小瓶口
時間			
放置 3 小時	 持觸面大	 持觸面中	 持觸面小

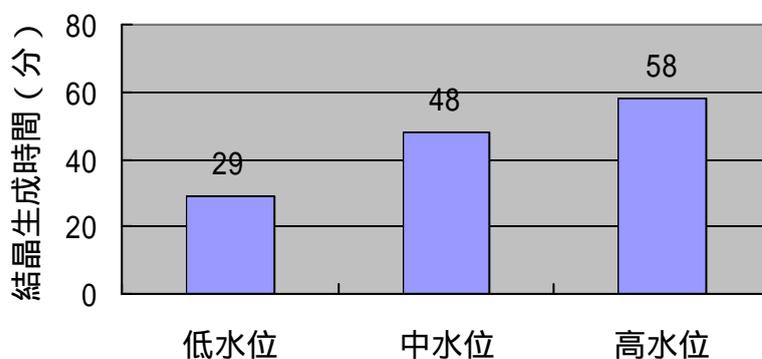
討論

- 1、水位一樣高時，瓶口大的結晶生成時間比瓶口小的快。
- 2、相同的時間內，瓶口大的結晶比瓶口小的結晶多。

(三) 溶液水位的高低對結晶的影響

實驗結果

圖(七) 水位不同的結晶比較



水位 時間	低	中	高
放置 1天			

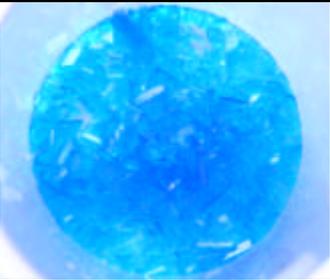
討論

- 1、水位高的生出結晶的速度較慢，但結的晶體較大。
- 2、水位低的生出結晶的速度較快，但結的晶體較小。
- 3、要長出較大的晶體，要將溶液倒到較高水位。

(四) 搖動溶液對結晶的影響

實驗結果

圖（八）結晶時搖動與靜置溶液的比較圖

	靜置	搖動
硫酸銅溶液		
明礬溶液		

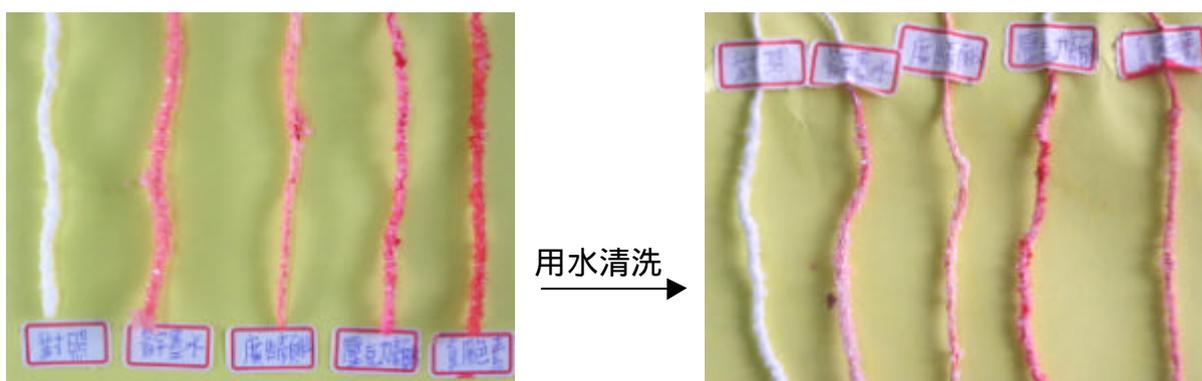
討論

- 1、搖動時，生成的結晶會比較亂，晶體比較小。
- 2、靜置不動時，長出的結晶比較大。
- 3、要長出較大的晶體，要將溶液固定靜置，不能晃動。

(五) 加入顏料對結晶的影響：

實驗結果

圖（九）加入顏料的結晶圖



討論

- 1、加入紅色食用色素和簽字比墨水時，顏料均勻的溶解，結晶大小和對照組差不多。
- 2、加入廣告顏料和壓克力顏料時，顏料不能均勻的溶解，結晶很小像細沙，而且很容易掉落。
- 3、將染色的晶體在水中沖洗，發現顏色退掉，可以看見透明的明礬晶體，也可以看到少許的顏料附著在晶體表面。

四、養晶

圖表（九）以晶養晶的結晶圖

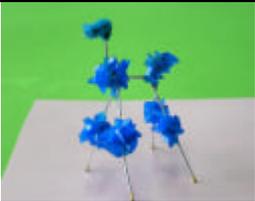
	硫酸銅溶液	明礬溶液	糖水	鹽水
原來的晶體				
養晶後的晶體				

討論

- 1、不飽和溶液不能用來養晶，放入的晶體會溶解。
- 2、用飽和溶液養晶，放入的晶體並沒有明顯的長大。
- 3、在過飽和溶液中養晶，發現時間愈長，結晶愈大。
- 4、原本凹凸不平的晶體，在養晶後，形成光滑的平面。

五、結晶藝術創作：

圖（十）創作成果展示

作品			製作說明
			利用結晶附著在絨毛線上，而不附著在漆包線上的特點，使硫酸銅的結晶，像藍寶石般的呈現高貴的氣質。
藍色烏龜	穿著藍寶石的貴賓狗	釣魚樂	
			
水晶戰車	水晶海草	粉紅豹與恐龍	明礬的結晶透明像水晶般的發亮，使用不同顏色的棉線，可讓作品顯得更活潑喔！
			在蛋頭上黏上棉線，並在臉部用膠帶黏上，避免結晶附著。藍色的硫酸銅讓頭髮充滿迷人的魔力。
			魔髮蛋頭
			作晶洞時，因為內部光滑沒有辦法附著晶體，需用矽膠塗上一層，再灑上小晶體，利用以晶養晶的方式完成作品。
			晶洞
			(1)利用結晶附著在木頭的特性，將枯枝放進糖的過飽和溶液中，製造結霜的效果。 (2)在金屬線的末端黏上小晶塊，利用以晶養晶的方法製造水晶樹。
覆蓋糖霜的樹	水晶樹		

討論：

- 1、使用實驗回收的溶液再利用創作成藝術作品，在製作過程中發現硫酸銅的結晶較小且有粉狀物，應該是溶液被污染的關係。
- 2、鐵線放入硫酸銅溶液內，會變成銅的顏色，所以在硫酸銅的結晶創意中，不適合選用鐵製品當材料。

3、鹽的結晶在陰雨天時會潮解而化為水狀，而糖的結晶則是在天氣炎熱時有融化的現象。此兩項作品在保存時要注意環境的乾燥和溫度的變化。

柒、結論：

- 一、在顯微鏡下可以看見結晶的過程，讓我們瞭解肉眼所看到的晶體其實是無數的小分子慢慢聚集在一起的結果，而且不同晶體的結晶速度也不相同。
- 二、不同的物質，結晶形狀和顏色也會有差異，從實驗中觀察到不同溶液的結晶形狀各不相同，硫酸銅的結晶呈藍色扁平的平行四邊形；明礬的結晶呈透明、有六邊形的面；鹽巴的結晶是透明的立方體；糖的結晶是透明的長方體。
- 三、結晶會因材料不同而附著生長的方式也會不同，塑膠、玻璃、金屬線等光滑的物體，結晶不易附著生長；棉線、筷子等表面粗糙的材料結晶比較容易附著生長。
- 四、溶液降溫的速度會影響結晶的形成。急速降溫時，結晶生成速度快，所得的晶體較小；慢慢降溫時，結晶速度較慢，但最後生成的結晶較大。
- 五、瓶口的大小和水位的高低都會影響結晶生成的快慢和結晶的大小。想要生成較多的結晶，適合選用瓶口大，且加入的過飽和溶液量要到較高水位的地方。
- 六、在結晶過程中搖晃溶液，會使結晶互疊，生成的結晶會比較亂，所以要將容器擺放在固定的地方，避免晃動，長出的晶體較大且結晶較漂亮。
- 七、以晶養晶的方法，可以讓破碎或小的晶體，長成較漂亮且大的晶體。經由實驗過程可以得知，要養出大且單一的晶體，適合選擇：水位高、慢慢降溫且不被晃動的條件。
- 八、在飽和溶液中加入顏料，結晶的顏色還是和原來的一樣，並沒有被染色。
- 九、實驗製成的晶體和溶液可以回收再利用來製作藝術作品，利用多樣的材料結合結晶，將結晶以藝術創作的型態呈現，不但讓科學與藝術結合，更能增加學習的樂趣。
- 十、化學材料中，很多有顏色的晶體大多有毒性，且價格不便宜（例如氯化亞鈷），不適合用在藝術創作中。這次實驗所用的硫酸銅是舊課程留下來的材料，因為銅是重金屬，會污染土壤，宜回收處理。

捌、參考文獻：

- | | | | | |
|-----------|-------|--------|-------|-----------|
| 一、藝術與人文 | 第六冊 | 南一出版社 | 1993年 | P16~19 |
| 二、小小實驗教室 | 小小科學家 | 泉源出版社 | 1993年 | P136~152 |
| 三、物理小常識 | 小小科學家 | 泉源出版社 | 1993年 | P72~86 |
| 四、物質的溶解方法 | | 明統圖書公司 | 1992年 | P28~37 |
| 五、科學百科 | 小牛頓 | 牛頓出版社 | 1998年 | P201 |
| 六、美麗的結晶 | | 薪寶出版社 | 1993年 | P8~21 |
| 七、顯微鏡觀察 | 科學圖鑑 | 光復出版社 | 1999年 | P116~P119 |
| 八、顯微鏡下的世界 | | 東方出版社 | 1975年 | P111~121 |

玖、實驗剪影：



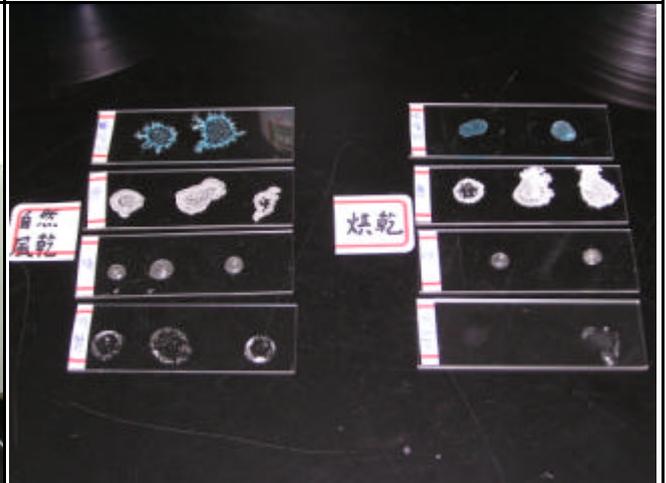
泡製溶液要慢慢的加入溶質，而且要不斷的攪拌，雖然手很酸，還是要加油。



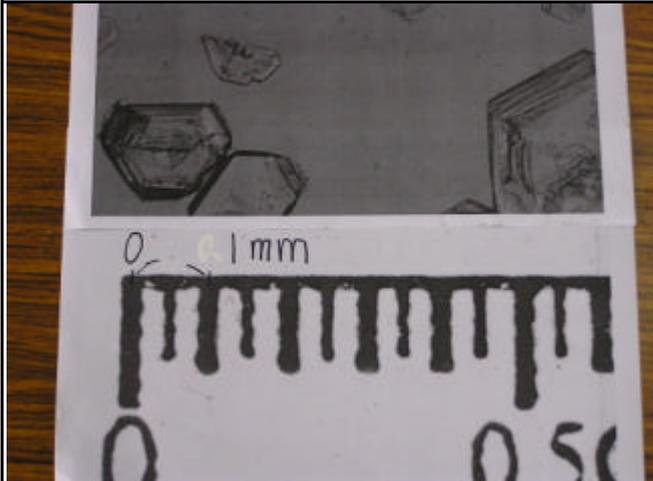
我們正在寫實驗心得，等一下還要心得分享呢！



在王博士的指導下我們學會使用立體光學顯微鏡觀察結晶實驗。



在載玻片上製作自然蒸發與烤乾的結晶。



在顯微鏡下放大 10 倍時拍下的圖片。2 小格是 1 毫米。有了這張圖，就可以算出晶體的實際大小了。



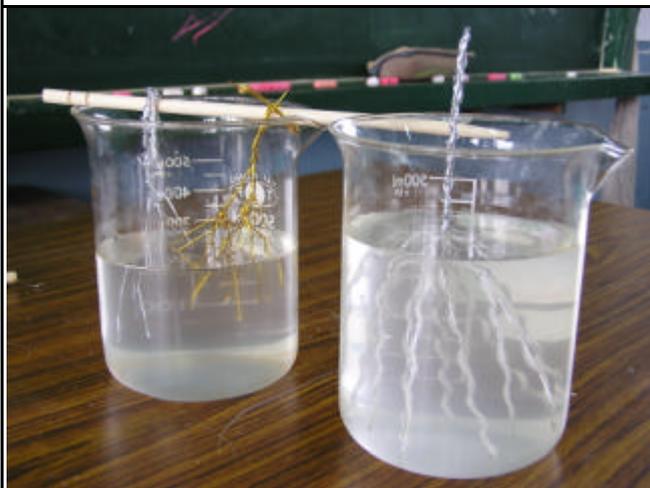
在顯微鏡下放大 25 倍時拍下的圖片。2 小格是 1 毫米。



我們正努力的在創作自己美麗的作品。



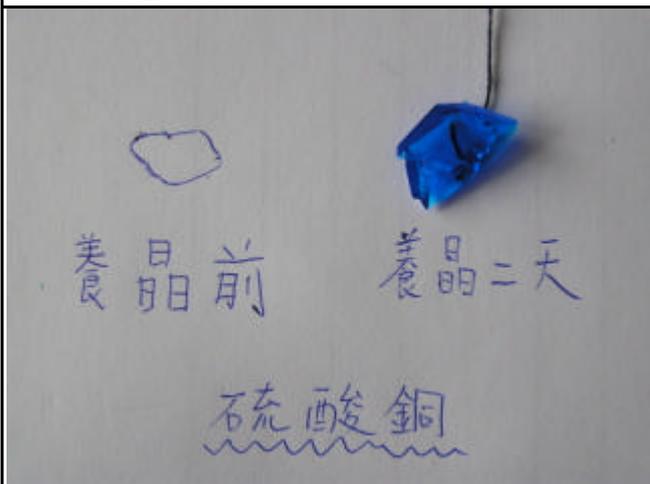
作品大集合。



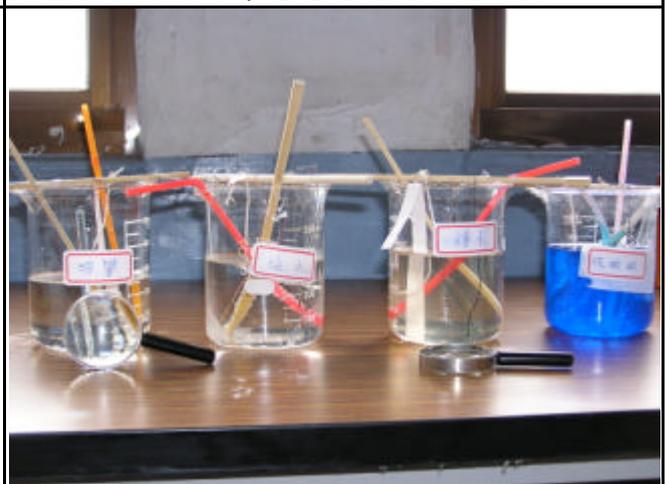
將做好的骨架放到過飽和溶液中，別忘了要祈禱一下才會成功喔！



教室裡的玫瑰花枯死了，將它連根拔起放入糖的過飽和溶液中，看看會製造什麼效果？



記錄養晶前後的差別。你看，晶體凹凸的面變平了。



不同材質在不同溶液中的結晶實驗。



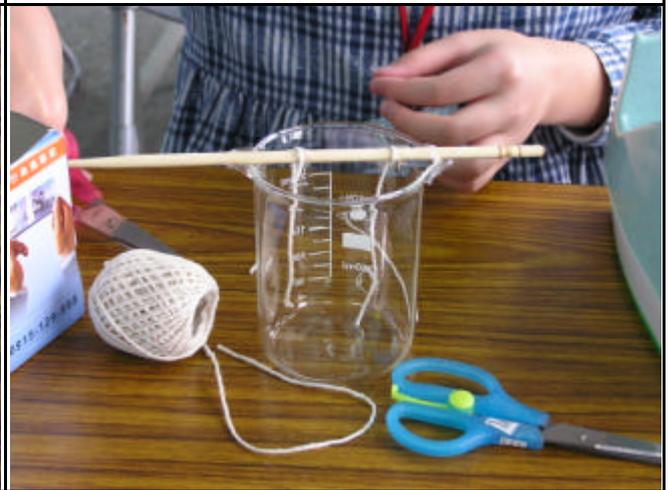
將正在結晶中的硫酸銅溶液用濾紙過濾，可以看到大的晶塊和細砂喔！



這就是濾紙過濾後看到的晶塊和細砂。



粗線上的結晶量比細線多。



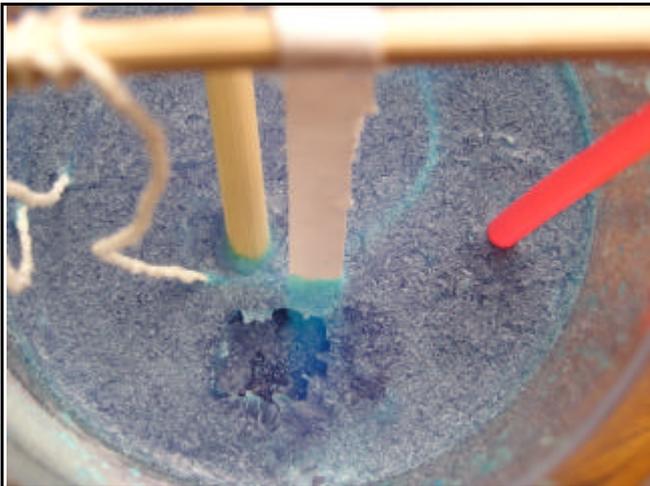
綁線時要注意保持距離。



每次實驗完，沒有被污染的溶液和晶塊可以回收再利用。



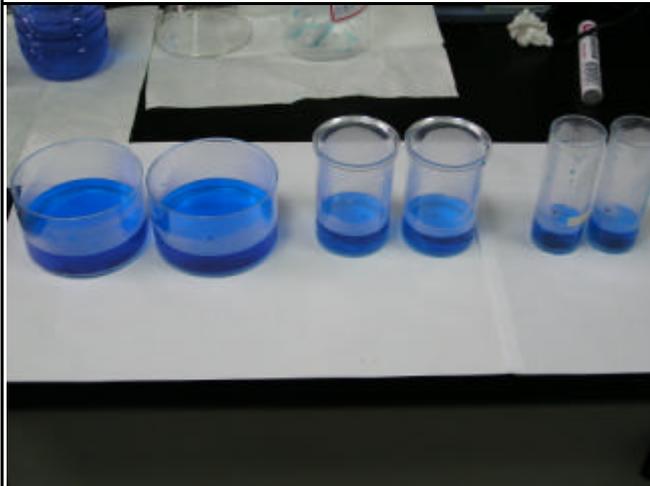
水位高低不同的結晶實驗。



泡製過飽和溶液溶質量不能太多，否則降溫時會出現這種情形。



做了那麼多，只是先試作而已啦！真正的實驗還沒開始呢。



瓶口大小不同的結晶實驗。



自然降溫的結晶實驗。



放入冰水中急速降溫的結晶實驗。



放入溫水中緩慢降溫的結晶實驗。

評語

080218 國小組化學科 佳作

晶華再現

將硫酸銅與明礬以藝術結晶之方式呈現，充分研習養晶之技術。