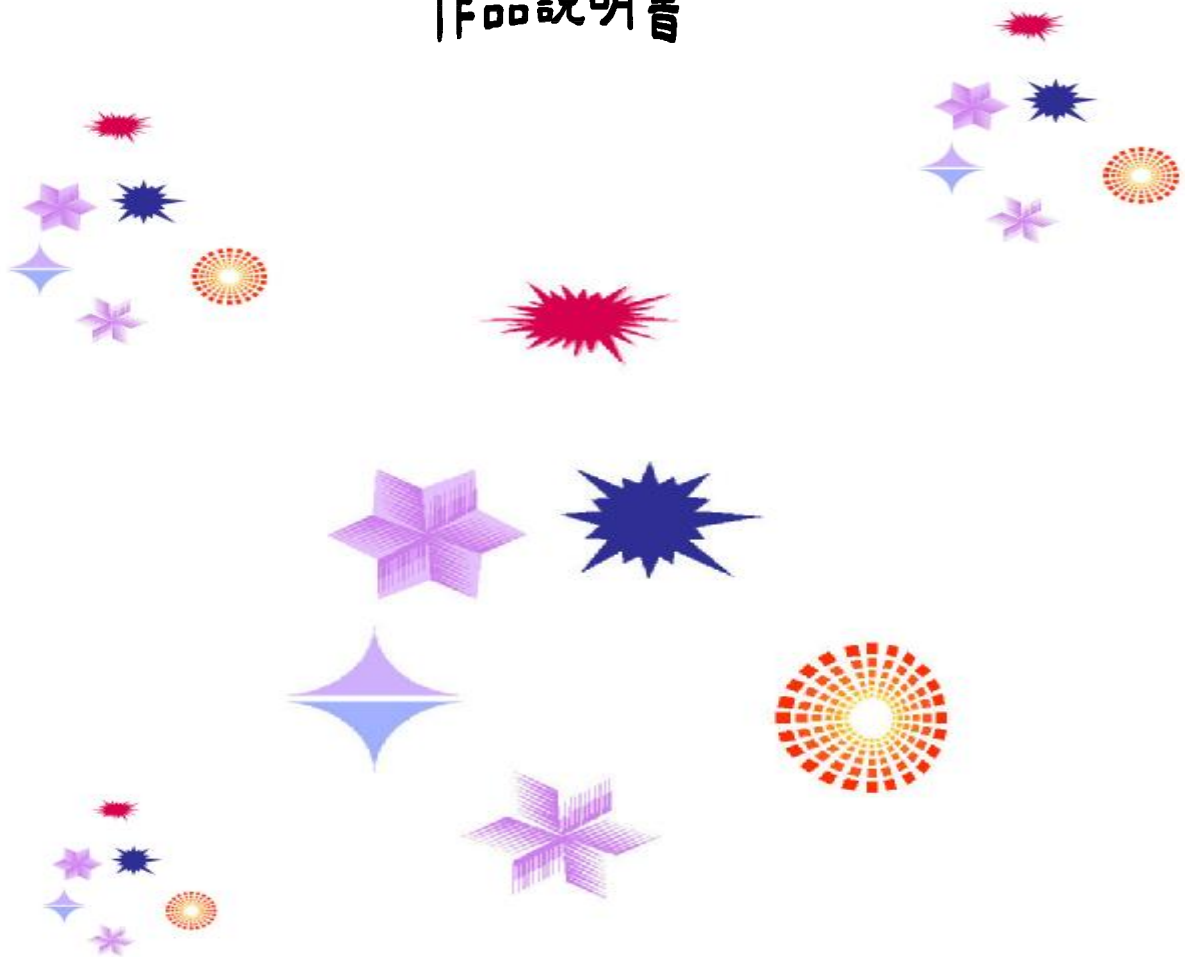


中華民國第四十四屆中小學科學展覽會

作品說明書



科別：化學科

組別：國小組

作品名稱：廚房積「晶」匯

關鍵字：溶解、過飽和溶液、結晶

編號：

壹、摘要：

在五上有關岩石與礦物的課程中，小朋友對礦物的結晶感到非常有興趣，正好「團體活動課」在研究「溶解」的相關問題，他們將裝有過飽和溶液的瓶子帶回家觀察，有的小朋友爲了防止灰塵掉落而加蓋，有的小朋友怕弄翻而放在櫃子裡，還有的小朋友放在廚房或冰箱內。第二週當他們將瓶子帶到學校時，發現每一個人的溶液中出現的狀況都不相同，有的瓶底還出現了晶瑩剔透的結晶，這樣的發現引起了小朋友想再研究的動機，於是設計了一連串的實驗，竟然讓每天藏身在廚房角落的糖、鹽、味精及一些調味品搖身一變，成了實驗室的主角，小朋友們也由各項實驗中認識許多結晶物的相關知識，讓自然科學變得更生活化。

小朋友說：「每當看到餐桌上的菜餚又想到美麗的糖和鹽的結晶，飯菜都變得更美味可口，不禁又多吃了一碗」。

貳、研究動機：

這學期的「團體活動課」我們在研究「溶解」的相關問題。我們發現水能溶解的鹽量比糖量少很多，就算加熱後也是一樣。但是糖加得越多，溶液就會越來越黏稠，並且糖水溶液和鹽水溶液在不同的狀況下漸漸冷卻後，在杯底會出現亮晶晶的小顆粒，看起來比溶進水裡的漂亮，我們非常好奇怎麼會這樣呢？有一個同學說：「我家的浴鹽有紫色也有紅色，『它們』是相同的東西嗎？」另一個同學又說：「難道這才是「它們」的真面目嗎？」

一連串的問題，引起我們對「糖」和「鹽」研究的興趣，於是我們決定繼續研究下去，準備揭開「它們」美麗另一面。



參、研究目的：

- 一、認識各種物質。
- 二、探討各種物質的溶解情形。
- 三、探討不同的操縱變因對結晶的影響。
- 四、探討使晶體變得更大更美麗的方法。
- 五、認識其他物質的結晶和研究晶體染色的情形。
- 六、發展活動。



肆、研究器材：

一、用具：

電爐、鍋子、酒精燈、石綿芯網、三角架、打火機、攪拌棒、竹筷、不銹鋼湯匙、濾紙、天平、秤、水銀溫度計、酒精溫度計、燒杯、量筒、圓形燒瓶、錐形瓶、不同材質的罐子、鐵架、刮勺、量匙、計時器、鐵絲、棉線、針車線、毛線、釣魚線、漆包線、玻璃棒、吸水紙、螺帽、水晶石、碧璽、硫磺、石綿。

二、材料：

蒸餾水、酒精、粗鹽、精鹽、低鈉鹽、白砂糖、紅砂糖、黑糖、冰糖、果糖、麥芽糖、蜂蜜、明礬、硫酸銅、硼酸、醋、沙拉油、澄清的石灰水、紫色高麗菜汁。



伍、研究過程與結果：

研究一、認識各種物質：

(一)由感官：視覺、嗅覺、味覺、觸覺認識各種糖和鹽。

結果：表格(略)



(二)直接加熱測試。表格(略)

推理：

◎可能是糖裡含的水分比鹽多，直接加熱時糖熔化成液體，而鹽產生爆裂現象。

◎糖燒到最後會焦黑起火，應該是變成碳的關係。



研究二、探討各種物質的溶解情形。

(一)各加 5 克的鹽或糖在 100CC 不同的溶劑裡，觀察溶解的情形。並用紫色高麗菜汁來測試溶劑的酸鹼性。

結果：表格略

◎不同的溶劑溶解的情形都不同，雜質多或性質濃稠的液體一般都不是良好的溶劑。

(二)測量溶解後水溶液體積和重量的變化情形。表格(略)

結果：

◎把糖和鹽分別加入冷水中攪拌，開始的時候溶解的速度很快，但是加到最後，不管再怎麼攪拌，糖和鹽都幾乎不再溶解。

◎在水中加入 5 克的鹽時，水溶液的體積等於水的體積。加較多鹽時，鹽水溶液的體積增加的情形也不多，糖的情形也相同。

◎鹽水溶液和糖水溶液增加的重量，幾乎都等於加入鹽或糖的重量。

◎重量相等的糖和鹽分別加入等量的水中，糖水的體積增加得比鹽水多，所以物質的體積與重量不一定等值。

◎將每杯溶液靜置觀察一天，發現有加熱的鹽水和糖水溶液表面都有一層厚厚的膜將杯口封住，隨著水溫的下降，鹽水的膜太厚時會自己掉落杯底，糖水就不會掉落。

◎濃度越高的鹽水溶液，越容易產生結晶，結晶大多沈在杯底。結晶形狀有正方體和針狀，也有少許附著在杯壁上，附著在杯壁上的結晶大多是呈單顆分離的。

◎濃度太高的糖液，最後會結成糖塊黏住杯子無法取出。濃度 67% 的糖水會有少許的結晶在杯底，濃度 70% 以上的熱糖液很容易產生結晶，結晶形狀都接近四方體。

◎在放置觀察時，經過一週後，濃度較低的糖水開始發黴，到了第二週，只剩下濃度高於 70% 的糖液還沒有發黴，鹽水都沒有發黴。

◎在結晶出現的時間上，糖需要放置的時間較久。



研究三、探討加蓋與否，對結晶的影響。

方法：每天觀察並記錄，觀察時間為一週，表格(略)。

結果：

- ◎不加蓋的瓶子，水溶液中較容易產生結晶，而且比加蓋的多。
- ◎經過兩天後，有加蓋的的瓶口是乾淨的，水量也沒有減少。
- ◎瓶內所產生的結晶都沈在杯底或附著在瓶壁上，不易取出觀察，因此決定垂線試試看。

發現：

- ◎經過兩天後，沒加蓋的鹽水瓶口會出現白色粉末狀的附著物，瓶內的水量也有減少的現象。靜置越多天，白色的附著物越多，而且順著瓶子的外壁一直向下長出來，最後還會爬到桌面，並且瓶內的鹽水也流到桌上，而裝糖液的瓶子沒有這種現象，莫非鹽水溶液會「壁虎功」。

推理：

- ◎可能是瓶內水分蒸發時帶出了許多鹽的微小粒子，附在瓶口形成的。糖液較濃稠而且性質和鹽不同，所以不會有這種現象。
- ◎對於這個狀況我們感到疑惑，於是做了以下的附帶研究。



※附帶研究：為何沒加蓋的瓶子外壁會跑出白色粉末狀的東西？表格(略)。

※設計實驗：我們設計了使用不同形狀的瓶子、瓶口大小不同、環境溫度不同等變因分別來實驗。

結果：

- ◎溶液溫度越高，漸漸冷卻後晶體向上長得越快。
- ◎瓶口白色附著物產生的快慢：燒杯>廣口瓶>錐形瓶。
- ◎瓶口較小的容器，白色晶體爬升的速度較慢，瓶口較大的容器，白色晶體爬升的速度較快。

推理：

- ◎加蓋和瓶口較小的瓶子在瓶口沒有產生白色晶體，應該是水溶液不易蒸發的關係。
- ◎會向前爬的晶體看起來是新長出來的，不是舊的晶體向前爬。所以我們懷疑水會流到桌上，是不是結晶後顆粒之間產生了像毛細管一樣的細縫,使得液體沿著細縫前進,就像毛細現象一樣。
- ◎93年2月再實驗一次，結果不會產生溶液流出來的現象。因為今年冬天做實驗時氣溫幾乎都在十幾度，我們懷疑這種現象可能和氣溫有很大的關係。
- ※由於研究二～研究三的實驗所產生的結晶都沈於杯底不容易取出，改善方法是在杯裡垂入附著物。
- ※因此以下實驗只比較垂線上結晶的重量，不計沈於杯底的結晶重。

研究四、探討放入不同的垂線在水溶液中，對結晶的影響。

(一)垂線種類不同。

方法：**j** 將綁有重物的垂線放入 100°C 的糖水和鹽水中。

k 以下實驗都使用過飽和食鹽水和濃度 70% 的糖液。

※爲了要讓垂線沈入水中，在垂線的末端綁螺帽當重物，但是螺帽浸泡在鹽水中會產生褐色的鏽，造成晶體受到污染，所以重物改用水晶石。但是螺帽浸泡在糖液中不會產生褐色的鏽，所以垂入糖液的重物仍用螺帽。

※開始測重時，每兩天測一次，本來設計測重五次，但是發現每次將垂線拿離液體時，有部分晶體會掉落而影響測重的準確度，因此改爲實驗一週後再測重，而且我們只依照增加重量作比較。

※垂線原重：垂線+棒子+重物的重量。

垂線後重：垂線原重+線上結晶重量。(表格略)

結果：

◎鹽水中的毛線上結成的晶體最多，但是比較零散，棉線上晶體很多排列整齊。較粗的棉線或吸附性較好的棉線上，結晶很多且不易掉落。釣魚線、不銹鋼筷、漆包線和鐵絲的表面平滑，結晶少容易脫落，能附著在上面的都是單顆分離的，晶形非常清楚。免洗筷因表面粗糙而且細縫多，所以結晶也較細小而密集。

◎放置一週後，發現在木筷上糖和鹽的結晶附著很多也很密集。

討論：

◎發現在垂線上，越往瓶底處結晶越大也越多。不知是和垂線長短有關係，還是和垂線最下方打結有關係？



(二)垂線浸水深度不同。(表格略)

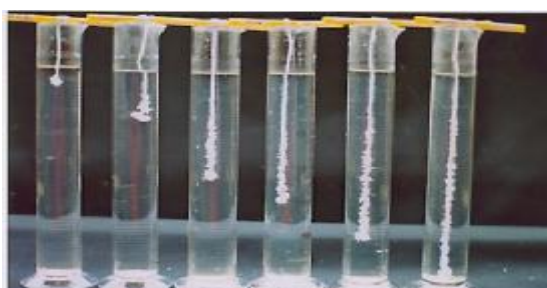
結果：

◎垂線浸水長度越長，結晶越多，越接近底部，結晶越大。垂線太短或太接近液面，幾乎沒有晶體附著。

◎置於糖液的垂線若太長，會和沉落瓶底的結晶黏在一起，使得垂線無法取出。

推理：

◎越接近杯底，可能是沉落的晶體越多，所以線上的結晶附著也越多。



(三)垂線放置的位置不同。(表格略)



結果：

- ◎垂線太靠杯邊，所產生的結晶小且少。垂線置於杯子中央，所產生的結晶多且晶形清楚。
- ◎在糖液中垂線太集中，所產生的結晶會將所有的線黏在一起而產生較大的結晶，鹽水中沒有發現這種情形。

研究五、探討溶液溫度不同，對結晶的影響。

方法：使用龍眼蜂蜜、果糖、麥芽糖、白紗糖液和精鹽水溶液來實驗。(表格略)

結果：

- ◎龍眼蜂蜜、果糖、麥芽糖實驗後，都沒有晶體產生。
- ◎溫差越大越容易產生結晶。



研究六、探討不同的冷卻環境，對結晶的影響。

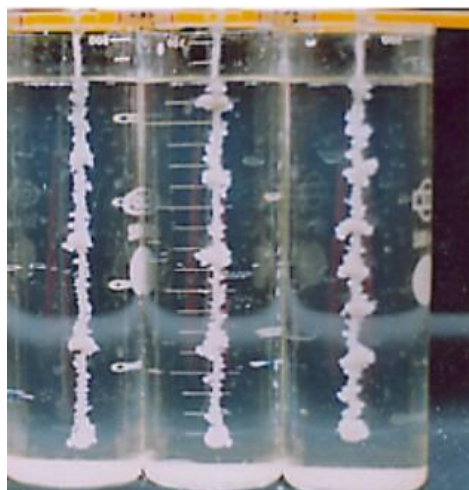
方法：使用 100°C 的溶液。(表格略)

結果：

- ◎高濃度的食鹽水放進冷凍庫不會結冰，高濃度的糖漿放進冰箱冷凍庫不會結冰，糖漿變成糖膏。
- ◎將熱溶液放進冰箱冷藏或冷凍，產生急速冷卻的狀況，所形成的結晶都比較小。
- ◎將熱溶液靜置室溫中和在熱水中慢慢冷卻，所產生的結晶較大，也較容易吸附在垂線上。
- ◎在定溫器中的溶液，由於環境溫度高蒸發較快，液面下降也較多。在液面有一層半透明的硬膜，杯底有些許的顆粒，線上沒有結晶附著。

研究七、探討在垂線上打結，對結晶的影響。

(一) 結數不同。(表格略)



(二) 結的大小不同。

方法：利用同一個位置打結數量不同來改變結的大小。(表格略)

結果：

◎結大的垂線，晶體附著也較多。

推理：

◎結較大，附著面積也大，垂線上的晶體也較多，與（一）相同。



研究八、探討加熱次數，對結晶的影響。

方法：每天加熱一次，每次加熱到 100°C ，連續作 5 天，觀察結晶變化。(表格略)

結果：

◎反覆加熱時，原本已附著在垂線上的晶體並沒有被溶解，反而一次又一次的長大。

探討：

◎若我們改成每天更換新的熱飽和溶液，不知結晶會有什麼變化？

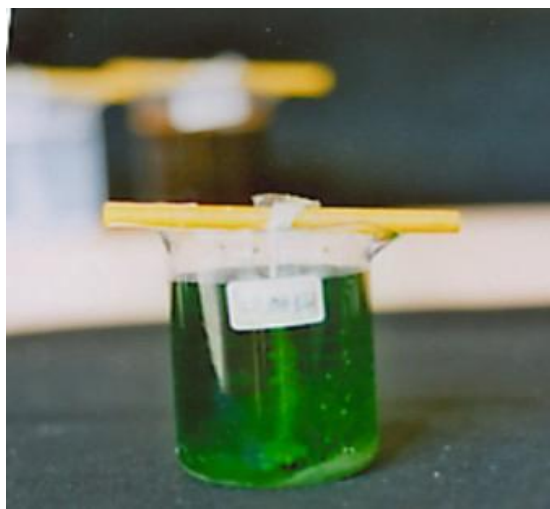
發現：

◎發現晶體長得更快，晶體的形狀更明顯。

研究九、探討添加物對結晶影響。(表格略)

結果：

- 在熱糖液內加入較多的小蘇打粉時，杯內瞬間大量起泡，有如岩漿般的湧出，可能是小蘇打粉遇到熱溶液會產生某種氣體，又遇到濃稠的糖漿，才會造成這種結果。我們懷疑難道會是二氧化碳？



- ※附加研究：我們將產生的氣泡內的氣體收集起來，與澄清的石灰水交互作用時，石灰水從清澈變成混濁，並且這種氣體也會使點燃的線香立刻熄滅，因此證明氣泡內是二氧化碳。

發現：

- ◎小蘇打粉除了遇到酸性液體會產生二氧化碳外，遇到熱的液體也會產生二氧化碳。



研究十、探討在水溶液中垂掛不同的物體，對結晶的影響。(表格略)

結果：

- ◎垂掛物若與浸泡的液體相同時不會被溶解，經過一段時間在垂掛物上會有小結晶附著。
- ◎垂掛物若與浸泡的液體不相同時可能會被溶解，水溶液也會被污染。
- ◎垂掛物若是不會被溶解而且吸附性又好時，浸泡在過飽和溶液中，表面也會附著許多細小的結晶，若是物體表面太光滑，則結晶就無法附著在上面。



研究十一、認識其它的結晶

方法：在熱的過飽和溶液中放入棉線，以觀察不同物質的結晶。(表格略)

- ※我們試著將鹽的單顆正方體結晶和針狀結晶及糖的單顆結晶放進熱的飽和食鹽水和飽和糖水中，經過了幾天，我們發現在單顆結晶上附著了許多的小結晶，在杯底產生晶瑩剔透的小結晶。兩個月後，原先的結晶完全被包了起來。
- ※我們又試著將鹽的單顆正方體結晶和針狀結晶及糖的單顆結晶放進冷卻的飽和食鹽水和飽和糖水中，經過了兩週，我們發現它們很平均的長大，並且在杯底產生晶瑩剔透的小結晶。兩個月後，它們被養得更大，晶形沒有改變，仍然是單顆結晶，蔗糖結晶長得比鹽大很多，而且在原先的單晶上還長了幾顆小結晶。。
- ※硫酸銅和明礬也可以做出以上的效果。

研究十二 晶體染色：

方法：將不同顏色的食用色素加到熱的過飽和鹽水溶液、糖水溶液和明礬水溶液中。

結果：

- ◎不同顏色的染劑會造成結晶變色，但是看起來色素只是附著在結晶的細縫中，而不是整個結晶都被染色，明礬結晶看起來比鹽的結晶清楚。



陸、討論：

- 一、從資料中得知，紅糖、白糖、冰糖都是「蔗糖」，它們也是「碳水化合物」。所以當糖直接加熱時，水蒸發完後，就只剩下碳了，再繼續加熱就會起火燃燒，最後化成了灰燼。
- 二、從資料中得知，我們目前食用的鹽是來自海水，它們大部分的成分是氯化鈉，此外還有氯化鎂和氯化鈣。鹽溶解後的微小粒子隱藏在水粒子間的空隙，所以感覺不太出來食鹽的存在，因此食鹽水的體積會小於食鹽加上水的體積，鹽在高溫與常溫的水中能溶解的量差距很小。
- 三、蒸餾水是最好的溶劑，溶劑裏的含水量和溶質的顆粒大小對溶解的情形都會影響。
- 四、糖的溶解量會隨水溫升高而增多，糖液濃度大於 80% 時，冷卻後在杯底會有像砂糖的小顆粒跑出來，等到完全冷卻後會形成一塊又大又硬的糖塊。
- 五、濃度 65%~80% 的熱糖液靜置冷卻後，容易產生漂亮的糖結晶，這是因為水溫降低，糖的溶解量變小，所以才產生糖結晶。
- 六、水溶液的沸點和凝固點會因為溶液所含物質的量而改變，所以糖或鹽加得越多，溶液的沸點越高而凝固點會越低。
- 七、濃度 70% 的紅糖溶液是深褐色，但是結晶出來的卻是接近透明的淡褐色晶體，晶形和白砂糖液產生的晶體一樣，看起來也很像冰糖。
- 八、將裝有水溶液的瓶口不密封，可以讓溶液自然蒸發，使瓶內的溶液濃度變大，讓所產生的結晶比封瓶的多，產生的速度也較快。
- 九、晶體沿燒杯內壁往上爬的現象，是因容器沒有密閉水分向上蒸發，因此液面附近的杯壁會先結晶，晶體顆粒很小會形成像毛細管一般的小細縫，最後溶液沿著燒杯內壁及晶體間的毛細管往上爬升，一邊爬又一邊結晶，如此持續進行，使晶體能沿燒杯內壁爬出燒杯，再沿著燒杯外壁向下流，並且結晶的面積會向外擴張，一直到杯內的溶液不能再上升為止。
- 十、在溶液中放入的附著物，若表面粗糙或吸力強，附著在上面的晶體就會又多又大而且不容易掉落。我們認為水溶液中的垂線，有「凝結核」的意義，因此垂線的粗細、長短、打結情形及吸附性的強弱，對晶體附著的量都會造成影響。
- 十一、水溶液中的垂線若放置得太靠瓶壁，會有一側的空間太小而影響晶體生長，若能夠將垂線放在瓶子的中間，晶體成長的空間較大，在垂線上的晶體會結得又大又多。垂線浸在水中的長度越長，晶體能附著的面積越大，垂線上的晶體也會結得又大又多。
- 十二、將多條線集中垂入糖液中，不同線上糖的結晶會互相黏在一起，最後形成一個很多結晶聚集的糖塊。而垂在過飽和鹽水中的不同線上的結晶比較不會黏在一起。
- 十三、對於上述的現象我們的推論是：蔗糖分子可藉已形成的晶體表面附著「新品核」並形成「新品體」，所以會一個晶體一個晶體的黏在一起。但是鹽分子無法藉已形成晶粒的結晶體表面形成「新品核」，無法使晶粒與晶粒間黏在一起，但可能堆在一起或疊在一起。
- 十四、溶液的溫度越高會使得溫差變大，晶體較容易產生。因此，溶液的溫度對結晶的產生有很大的影響。
- 十五、將熱溶液放在室溫下靜置自然冷卻，能產生較大較完美的結晶，可能是因為溫度慢慢下降，晶體有足夠的時間慢慢聚集的關係。而快速冷卻只能產生顆粒較細小的晶體，可能是因為溫度急速下降，大量的晶體一起析出，沒有足夠的時間聚集就沈到瓶底的關係。若不斷的碰撞、攪拌或是急速冷卻，只能得到像粉末狀的晶體。
- 十六、將晶體不斷的放進相同的熱飽和溶液中，晶體不但不會被溶解反而會附著更多的晶體使晶體長大。若放進不同的熱飽和溶液中，有些晶體會被溶解，甚至還使水溶液變色。
- 十七、在溶液中加入雜質，有些會影響結晶的情形，造成晶體的形狀改變，有的還結成一

大塊。有的會造成水溶液的顏色改變，應該是水溶液的性質也改變了，例如：在鹽水中加硫酸銅變綠色，在糖液中加硫酸銅變深咖啡色。

十八、將小蘇打粉加入熱溶液中，實驗證明會產生大量的二氧化碳，造成溶液膨脹而流出杯外。

十九、我們發現低鈉鹽中，以氯化鉀取代氯化鈉，所以它的晶形和精鹽、粗鹽都不一樣，它會層層的堆積成一個塊狀。

二十、將熱糖液不斷的攪拌時，糖液裡會產生像粉末狀的白色顆粒，糖液看起來是白色的，我們覺得應該是攪拌時將結晶的結構打亂形成不完整或不純的結晶所造成的。

二十一、在裝有熱的過飽和溶液的長形容器中垂入棉線，因為溫差大會產生大量的晶體，因此可以製作出一長串的結晶，但是在冷卻的過飽和溶液中晶體產生較慢，所以會很有規律的排列起來，適合培養單顆結晶。

二十二、將過飽和的糖液和鹽水、硼酸和硫酸銅溶液、明礬和硫酸銅溶液混合再加熱，分別掛入垂線。結果發現雖然不同的溶質溶解在一起，但是結出來的晶體「橋歸橋，路歸路」分得很清楚。所以可以證明，在同一杯鹽水中結出兩種不同形狀的結晶，就是不同物質的結晶。從資料中得知，立方體的是氯化鈉，針狀的是氯化鎂。

二十三、我們用食用色素將飽和的熱溶液染色，得到的晶體似乎只有表面或局部變色，並不是整個晶體的顏色都改變了，應該是結晶時色素填在晶體的細縫中而已。再用過飽和的熱明礬液染色做做看，也得到相同的結果。

二十四、晶體的形狀會因物質的不同而不同，像硫酸銅、硼酸、小蘇打、明礬、味精、糖、鹽等所產生的結晶形狀都各有特色。



柒、結論：

- 一、將冷的飽和鹽水和糖水靜置於常溫下，幾天後溶液會減少，杯底會出現許多晶瑩剔透的小結晶，放置的時間越長，結晶越漂亮。結晶表面如果太乾燥，就會失去光澤。當熱的飽和溶液快速降溫，會有大量的結晶產生，鹽的結晶看起來是白色的。
- 二、在過飽和溶液中加入雜質時，會影響晶體的形成或使水溶液變質。
- 三、在製作糖的結晶時，要注意線不可以太靠近瓶底，否則垂線上的結晶和沈在瓶底的結晶黏在一起就取不出來。又因為糖的結晶會互相黏在一起，形成一個很大塊的結晶群，所以使用的容器開口要夠大，結晶才容易取出來。糖製作出來的結晶很像冰糖。
- 四、要製作一個大的單晶，可以將一個小小的晶體當成「種子」放懸掛在溶液中，浸泡的時間越長，小晶體會很平均的長大。若要製作出一串又大又漂亮的結晶，可以將熱的過飽和溶液倒進口徑適中的細長容器中，並在容器中央垂入吸附性較強的垂線靜置在常溫下。幾天後再將整串結晶反覆的放進熱的過飽和溶液中就可獲得。

捌、感想：

經過了將近九個月的實驗與探索，我們對於自己能製造出像寶石一樣的晶體真是興奮的不得了，也非常感謝科博館的老師，對於我們利用網路詢問的問題都能給予最好的解答，雖然解答的內容很深奧，但是也激發了我們想挑戰問題的決心。實驗中對於水溶液的「壁虎功」我們覺得這種現象非常有趣，決定要對它好好的研究研究，同時也對廚房的瓶瓶罐罐產生了濃厚的好奇心。我們終於發現，原來科學不只是在實驗室而已，圍繞在我們生活裡到處都充滿了科學的足跡。



玖、參考資料及其他：

- 一、李萬吉，康軒自然與生活科技第一冊，康軒文教事業股份有限公司，92年9月
- 二、蘇建中，南一自然與生活科技第五冊，南一書局企業股份有限公司，92年8月
- 三、高源益，小牛頓兒童科學原地（76），牛頓出版股份有限公司
- 四、高源清，小牛頓科學百科（4），牛頓出版股份有限公司，1998年9月1日
- 五、Tina L.Seelig，科學爆米花，遠哲科學教育基金會，2000年10月
- 六、紀斌雄，華一兒童知識寶庫（50），華一書局，81年一月
- 七、紀斌雄，華一兒童知識寶庫（77），華一書局，81年一月
- 八、高源清，科學教授（5），故鄉出版社，70年9月10日
- 九、陳從龍，科學寶庫（上），國語週刊雜誌社，79年元月一日
- 十、吳寶華，自然科學彩色辭典，華視出版社，76年12月
- 十一、楊智雄，最新科學小百科，信華出版社，80年2月
- 十二、曾延埕，科學知識百科，將門文物出版公司，79年12月
- 十三、歷屆科展作品專輯
- 十四、http://www.kangba.com/scwjj/Article_Show.asp?ArticleID=852
- 十五、<http://www.pep.com.cn/200310/ca300343.htm>
- 十六、http://content.edu.tw/primary/nature/ks_ck/chein.html
- 十七、<http://www.runlu.com/fengchanpinkepu/fmjj.htm>
- 十八、<http://www.chemedu.ch.ntu.edu.tw/questions/answer32.htm>



評語

080214 國小組化學科 佳作

廚房積「晶」匯

分別將糖和鹽進行結晶，研究作品精實，研究內容詳實完整。