

中華民國第42屆中小學科學展覽會

::: 作品說明書 :::

高中-化學科

科 別：化 學 科

組 別：高 中 組

作品名稱：利用低介電常數溶劑來培養晶體

關 鍵 字：介電常數

編 號：040211

學校名稱：

國立花蓮高級中學

作者姓名：

邱瀚霆、黃柏榮、鄭柏中

指導老師：

吳福章、邱文顯



利用低介電常數來培養晶體

一、摘要：

一般培養晶體之方式是利用〈一〉減少溶劑《蒸發法》〈二〉降低飽和溶液的溫度等兩種方法，本實驗是提出第三種方法即利用可與水互溶的低介電常數溶劑，加入飽和鹽類溶液中，來培養晶體，我們發覺若將溶劑直接倒入飽和溶液中，析出的晶體成粉末狀或細顆粒狀，若控制溶劑流速，使溶劑慢慢流入飽和溶液中，則會長出漂亮的晶體。流速越慢則晶體長得越大，最後我們可以發現利用棉線的毛細現象來控制溶劑的流速，流速可以很慢，且棉線頭可以當晶種，培養出的晶體又大又漂亮。

二、研究動機：

一般培養晶體之方式是利用減少溶劑或降低溫度的原理，本次的研究是想找出另一種方法來，使晶體的成長更迅速、更完美。

在做實驗時，我們發覺在 NaCl 的水溶液中加入乙醇，竟然會析出 NaCl 晶體來〈相片一〉，我們去請教老師，老師告訴我們是因為乙醇的介電常數小的關係，因此引起我們研究溶劑介電常數對溶解度的關係，並想利用低介電常數的溶劑，設計一套實驗來培養晶體。(本作品與高二物質科學化學篇上冊第六章第三節溶解度及基礎化學第二章第一節水的教材內容相關)



〈相片一〉

三、研究目的：

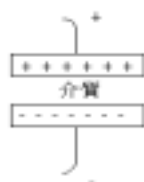
- (一)研究鹽類的溶解度與溶劑的介電常數是否有關係？
- (二)飽和鹽類水溶液加入低介電常數的不同溶劑是否析出晶體？
- (三)研究飽和鹽類水溶液加入不同體積的低介電常數溶劑時，析出晶體的質量與加入溶劑的體積的關係。
- (四)設計實驗，利用低介電常數的溶劑加入飽和鹽類水溶液中來培養晶體。

四、研究原理：

介電常數(dielectric constant)

用以表示一種物質在兩帶電體間抵抗靜電力傳導能力的數值，可用同一電容器在真空時的電容與用某一物質作為介質的電容之比值表示之。

$$\text{某物質的介電常數 } \varepsilon = \frac{\text{某物質為介質的電容 } C_x}{\text{真空時的電容 } C_v}$$



(水之 $\epsilon=78.54$, 甲醇之 $\epsilon=32.63$, 乙醇之 $\epsilon=24.30$, 丙酮之 $\epsilon=20.70$, 醋酸之 $\epsilon=6.15$)

五、實驗器材與藥品：

(一)藥品：NaCl、CuSO₄、MnSO₄、KNO₃、NiSO₄、K₃Fe(CN)₆、甲醇、乙醇、丙酮、冰醋酸。

(二)器材：恆溫槽、烘箱、燒杯、試管、滴定管、滴定管架、過濾瓶(有枝錐形瓶)、有枝試管、雙頸瓶、酒精燈、石綿心網、三腳架、塑膠紙、鋁箔紙、溫度計。

六、實驗步驟與結果：

第一部份：測量各種鹽類在不同介電常數溶劑中的溶解度，研究溶解度與介電常數是否有關係？

(一) 步驟：

1. 測量硫酸銅在不同溶劑中的溶解度：取 5 個 100ml 燒杯，各加入 50ml 的水，甲醇、乙醇、丙酮、冰醋酸，再分別加入是當的硫酸銅晶體，充分攪拌，杯口用塑膠紙密封，放入恆溫槽中，隔夜，使達飽和→空雙頸瓶先秤重 W_0 →各取 10ml 上層飽和溶液注入雙頸瓶中秤重 W_1

→加熱烘乾（如照片二）→秤重 W_2 →求出 CuSO₄ 在不同溶劑中的溶解度(重複

三次，求平均值)



〈相片二〉

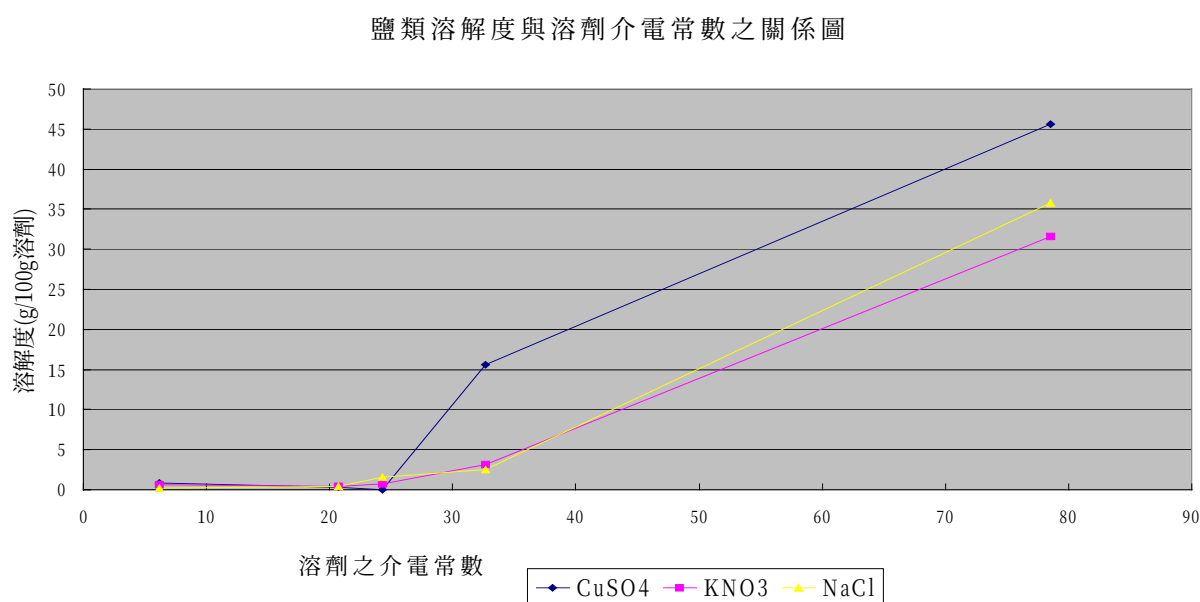
2、測量 KNO_3 、 NaCl 在不同溶劑中的溶解度：將 CuSO_4 晶體改為 KNO_3 及 NaCl ，重複步驟 1。

(二) 結果：

1、各種鹽在不同溶劑中的溶解度(克/100 克溶劑) 如下表： (溫度 20°C)

鹽類 種類 \ 溶劑 溶解度	水	甲醇	乙醇	丙酮	冰醋酸
CuSO_4	45.64	15.6	0.02	0.262	0.881
KNO_3	31.6	3.14	0.71	0.41	0.62
NaCl	35.80	2.48	1.56	0.47	0.22
溶劑之介電 常數 ϵ	78.54	32.63	24.3	20.7	6.15

2、畫出鹽類溶解度與溶劑介電常數之關係圖〈如圖一〉：



圖一

3、溶解度與介電常數大小，沒有正向關係，不過我們發覺易溶於水的鹽類，在介電常數小的溶劑中，溶解度都很小〈CuSO₄在甲醇之溶解度例外〉

第二部分：飽和鹽類水溶液加入低介電常數的不同溶劑，觀察是否析出晶體

(一) 步驟：

1. 配製好飽和 CuSO₄溶液後，取 4 支試管，各加入 20 ml 的飽和溶液，再分別加入 20 ml 的甲醇、乙醇、丙酮、冰醋酸，隔兩小時觀察變化情形，並記錄結果。
2. 配製好飽和 KNO₃溶液及飽和 NaCl 溶液，重複步驟 1，觀察變化情形並記錄結果。

〈二〉結果：

1. 各種飽和鹽類溶液加入低介電常數的不同溶劑，觀察析出晶體之情形，如下表：

飽和溶液 種類	溶劑	甲 醇	乙 醇	丙 酮	冰醋酸
	變化情形				
C u S O ₄		析出晶體	析出晶體	析出晶體	析出晶體
K N O ₃		析出晶體	析出晶體	析出晶體	析出晶體
N a C l		析出晶體	析出晶體	析出晶體	析出晶體

2. 各種飽和鹽類溶液加入低介電常數的不同溶劑，將使溶解度變小而析出晶體

第三部分： 研究飽和鹽類水溶液加入不同體積的低介電常數溶劑時，析出晶體的質量與

加入溶劑的體積的關係

〔一〕步驟：

1. 配製 CuSO_4 飽和溶液後，取8支大試管各加入20ml的飽和溶液，再分別加入0ml，5ml，10ml，20ml，40ml，80ml，160ml，320ml的乙醇，放入恆溫槽內，隔夜，觀察各試管變化情形並記錄之
2. 將各試管析出晶體過濾，烘乾秤重
3. 重複1. 2. 之步驟，乙醇分別改為甲醇、丙酮、冰醋酸
4. 配製 KNO_3 、 NaCl 飽和溶液，重複步驟1. 2. 3.



〈相片三〉

〔二〕 結果：

1. 飽和 CuSO_4 飽和水溶液加入不同體積之低介電常數的溶劑析出晶體之情形，如下表：

溶劑體積 析出晶體重〔g〕 溶劑種類	0 ml	5 ml	10 ml	20 ml	40 ml	80 ml	160 ml	320 ml
甲醇	仍為飽和狀態	2.42	3.80	5.84	6.20	5.42	4.60	3.70
乙醇	仍為飽和狀態	3.20	5.20	6.62	7.24	7.56	7.40	7.12
丙酮	仍為飽和狀態	4.50	6.60	8.10	7.40	7.00	6.64	6.24
冰醋酸	仍為飽和狀態	2.82	3.90	4.96	6.28	8.60	8.52	8.30

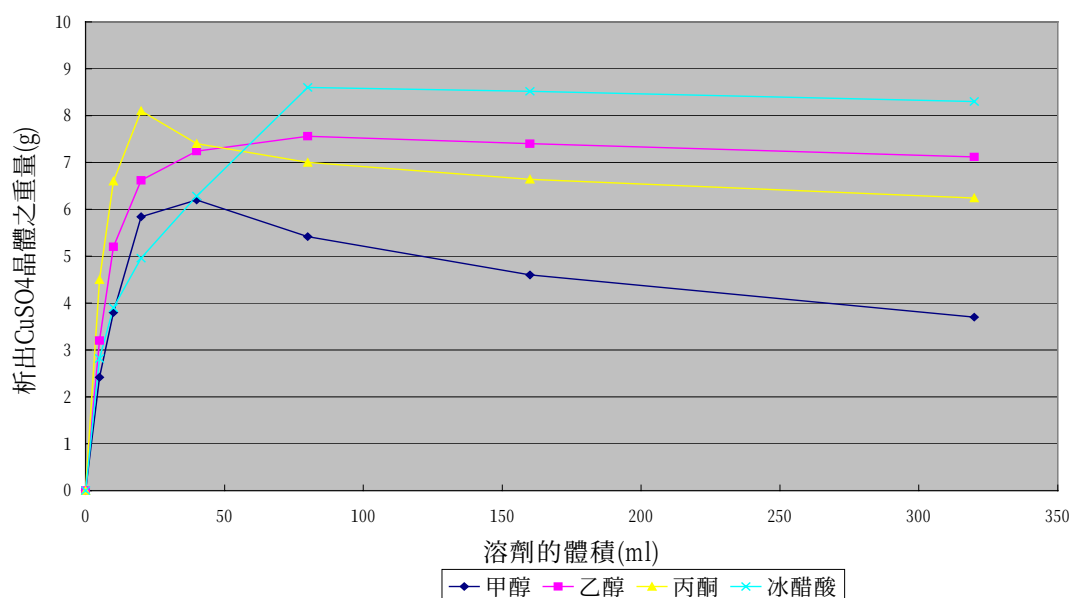
2. 飽和 KNO_3 水溶液加入不同體積之低介電常數的溶劑析出晶體之情形，如下表：

溶劑體積 析出晶體重〔g〕 溶劑種類	0 ml	5 ml	10 ml	20 ml	40 ml	80 ml	160 ml	320 ml
甲醇	仍為飽和狀態	0.81	1.64	2.02	2.14	1.96	1.50	1.02
乙醇	仍為飽和狀態	1.20	2.46	3.96	4.60	4.82	4.60	4.15
丙酮	仍為飽和狀態	1.10	2.40	3.28	4.60	4.10	3.65	3.00
冰醋酸	仍為飽和狀態	1.42	2.88	4.40	4.96	5.60	5.44	5.20

3. 飽和NaCl水溶液加入不同體積之低介電常數的溶劑析出晶體之情形，如下表：

溶劑體積 析出晶體 溶劑種類	0 ml	5 ml	10 ml	20 ml	40 ml	80 ml	160 ml	320 ml
甲醇	仍為飽和狀態	0.94	1.96	3.48	4.20	4.10	3.70	3.30
乙醇	仍為飽和狀態	1.02	2.38	3.64	4.40	4.68	4.40	3.82
丙酮	仍為飽和狀態	1.64	3.20	4.64	5.20	4.90	4.61	4.03
冰醋酸	仍為飽和狀態	0.84	2.10	3.24	4.88	6.30	6.20	6.04

4. 飽和CuSO₄水溶液加入不同體積的低介電常數的溶劑時，析出CuSO₄晶體的重量與溶劑體積的關係圖，如圖二

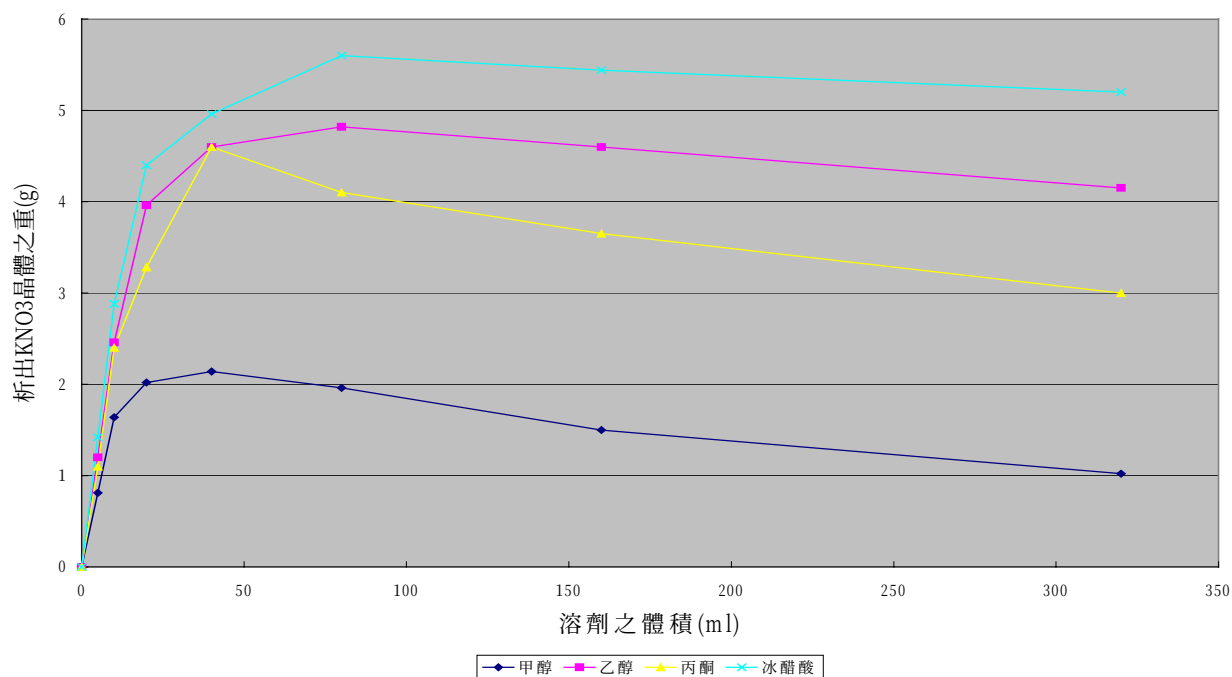


圖二

(1)析出CuSO₄晶體之最大量所需溶劑的體積：甲醇在40ml左右，乙醇在80ml左右，丙酮在20ml左右，冰醋酸在80ml左右。

(2)析出CuSO₄晶體之最大量依次為：冰醋酸(約8.60克) > 丙酮(約8.10克) > 乙醇(約7.56克) > 甲醇(約6.20克)

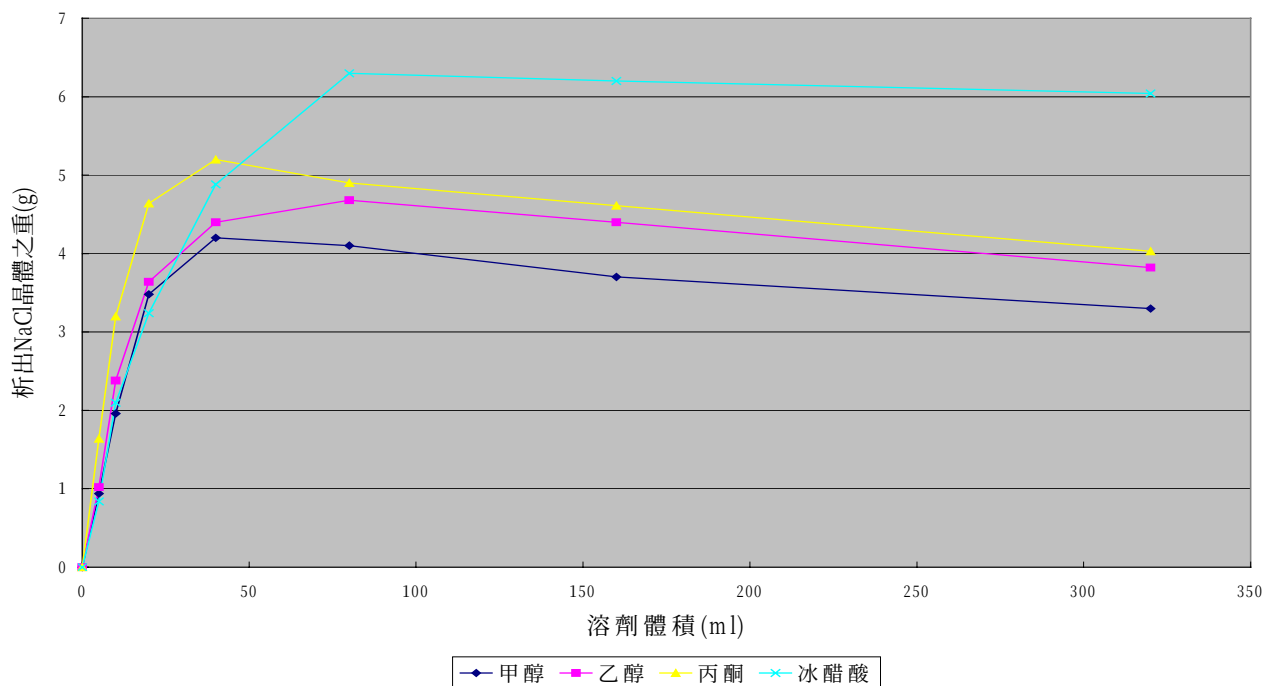
5. 飽和 KNO_3 水溶液加入不同體積的低介電常數的溶劑時，析出 KNO_3 晶體的重量與溶劑體積的關係圖，如圖三



〈圖三〉

- (1) 析出 KNO_3 晶體之最大量所需溶劑的體積：甲醇在 40ml 左右，乙醇在 80ml 左右，丙酮在 20ml 左右，冰醋酸在 80ml 左右。
- (2) 析出 KNO_3 晶體之最大量依次為：冰醋酸(約 5.60 克) > 丙酮(約 4.82 克) > 乙醇(約 4.60 克) > 甲醇(約 2.14 克)

6. NaCl 水溶液加入不同體積的低介電常數的溶劑時, 析出 NaCl 晶體的重量與溶劑體積的關係圖, 如圖四



〈圖四〉

(1)析出 NaCl 晶體之最大量所需溶劑的體積：甲醇在 40ml 左右, 乙醇在 80ml 左右, 丙酮在 20ml 左右, 冰醋酸在 80ml 左右。

(2)析出 NaCl 晶體之最大量依次為：冰醋酸(約 6.30 克) > 丙酮(約 5.20 克) > 乙醇(約 4.68 克) > 甲醇(約 4.20 克)

第四部分：設計實驗，利用低介電常數的溶劑加入飽和鹽類水溶液中來培養晶體。

方法甲：

(一) 步驟：

取40ml的飽和 CuSO_4 溶液放入燒杯中，滴定管內裝乙醇40ml，滴定管下端接醫院用點滴流速控制器，調整滴下的速率（流速分別以約 $2\text{ml}/\text{min}$ ， $1\text{ml}/\text{min}$ ， $0.5\text{ml}/\text{min}$ ， $0.25\text{ml}/\text{min}$ 各做兩次），使溶劑沿棉線，再沿杯壁流下，觀察晶體成長的情形（如相片四）。



(相片四)

(二) 結果：

1. 溶劑流速與晶體成長情形，如下表：

流速	晶體成長情形
2 ml/min	晶體析出迅速，呈粉末狀
1 ml/min	晶體析出快，呈小顆粒狀
0.5 ml/min	晶體從棉線與溶液之接觸面開始長，成長速率慢，最後長出藍色結晶
0.25 ml/min	晶體從棉線與溶液之接觸面開始長，成長速率最慢，最後長出漂亮藍色結晶（相片五）



（相片五）

2. 流速越慢，晶體成長速率越慢，但長出的晶體顆粒越大。
3. 滴定管的流速不易控制。

方法乙：

(一) 步驟：

1. 取4個燒杯，分別裝40ml的飽和 CuSO_4 水溶液，另取四個燒杯，分別裝40ml的甲醇，乙醇，丙酮，冰醋酸，將裝溶劑之燒杯墊高，以棉線連接兩燒杯（如同相片六），觀察晶體成長的情形，並記錄之。
2. 以飽和 NiSO_4 ， MnSO_4 ， KNO_3 ， $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ 水溶液取代飽和 CuSO_4 水溶液，重複步驟1



〈相片六〉

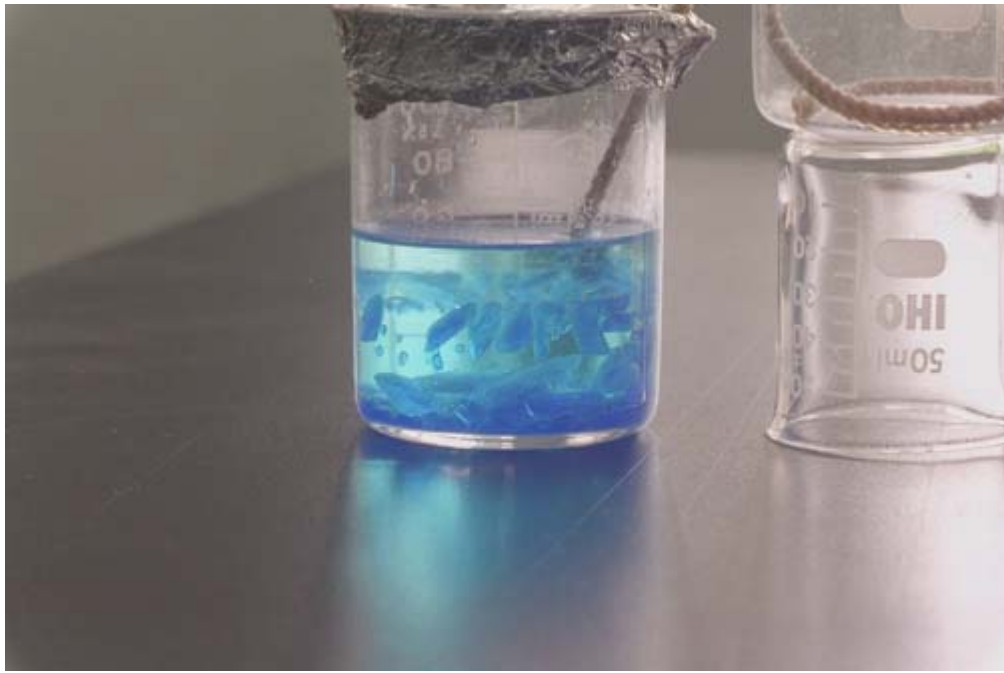
(二) 結果：

1. 飽和 CuSO_4 水溶液以棉線利用毛細現象加入低介電常數的不同溶劑，其晶體成長情形，如下表：

溶劑種類	晶體成長情形
甲醇	棉線端及杯底長出藍色，漂亮，大顆粒的結晶(如相片七及九-a)
乙醇	棉線端、杯壁及杯底長出藍色，漂亮，大顆粒的結晶(如相片八及九-b)
丙酮	沿棉線逆流而上長出少許小顆粒的結晶(如相片九-d)(丙酮揮發性太大，大部分沿棉線揮發掉)
冰醋酸	棉線端、杯壁及杯底長出藍色大顆粒結晶(如相片九-c)



(相片七)



(相片八)



(相片九)

2. 飽和 NiSO_4 水溶液，以棉線利用毛細現象加入低介電常數的不同溶劑其晶體成長情形，如下表：

溶劑種類	晶體成長情形
甲醇	棉線端、杯底長出綠色，大顆粒的晶体，上層浮一層針狀晶體（如相片十）
乙醇	棉線端、杯底長出綠色，大顆粒的晶体，上層浮一層針狀晶體
丙酮	沿棉線端逆流而上長出少許針狀的晶體（丙酮揮發性太大，大部分沿棉線揮發掉）
冰醋酸	棉線端、杯底長出綠色，大顆粒晶體，上層浮一層針狀晶體



（相片十）

3. 飽和 MnSO_4 水溶液，以棉線利用毛細現象加入低介電常數的不同溶劑其晶體成長情形，如下表：

溶劑種類	晶體成長情形
甲醇	棉線端及杯底長出粉紅色大顆粒的晶體(如相片十一)
乙醇	棉線端及杯底長出粉紅色大顆粒的晶體
丙酮	丙酮沿棉線流下時，因揮發性太大，大部分揮發掉，未有顯著晶體產生
冰醋酸	棉線端及杯壁杯底長出粉紅色大顆粒的晶體



(相片十一)

4. 飽和 KNO_3 水溶液以棉線利用毛細現象加入低介電常數的不同溶劑，其晶體成長情形，如下表：

溶劑種類	晶體成長情形
甲醇	沿棉線端長出針狀無色透明的晶體（如相片十二）
乙醇	沿棉線端長出針狀無色透明的晶體
丙酮	丙酮沿棉線流下時，揮發乾了，未有明顯晶體產生
冰醋酸	沿棉線端長出針狀無色透明的晶體



(相片十二)

5. 飽和 $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ 水溶液，以棉線利用毛細現象加入低介電常數的不同溶劑，其晶體成長情形，如下表：

溶劑種類	晶體成長情形
甲醇	棉線端及杯底長出紅色大顆粒的晶體(如相片十三)
乙醇	棉線端及杯底長出紅色大顆粒的晶體
丙酮	丙酮沿棉線流下時，大部分揮發掉了，未有明顯晶體產生
冰醋酸	棉線端及杯底長出紅色大顆粒的晶體



(相片十三)

方法丙：

(一) 步驟：

1. 取有枝錐形瓶 5 支(為了晶體取出方便，錐形瓶可改用廣口瓶)，依次加入 40ml 的飽和 CuSO_4 水溶液，飽和 MnSO_4 水溶液，飽和 NiSO_4 水溶液，飽和 KNO_3 水溶液，飽和 $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ 水溶液
2. 另取五支有枝試管各加入 40ml 的乙醇
3. 有枝試管與有枝錐形瓶之間以棉線（通過兩者的枝管）相連，觀察晶體成長的情形，並記錄之（如相片十四，十五）
4. 步驟 2 之乙醇分別改用甲醇，丙酮，重複步驟 1. 2. 3



(相片十四)

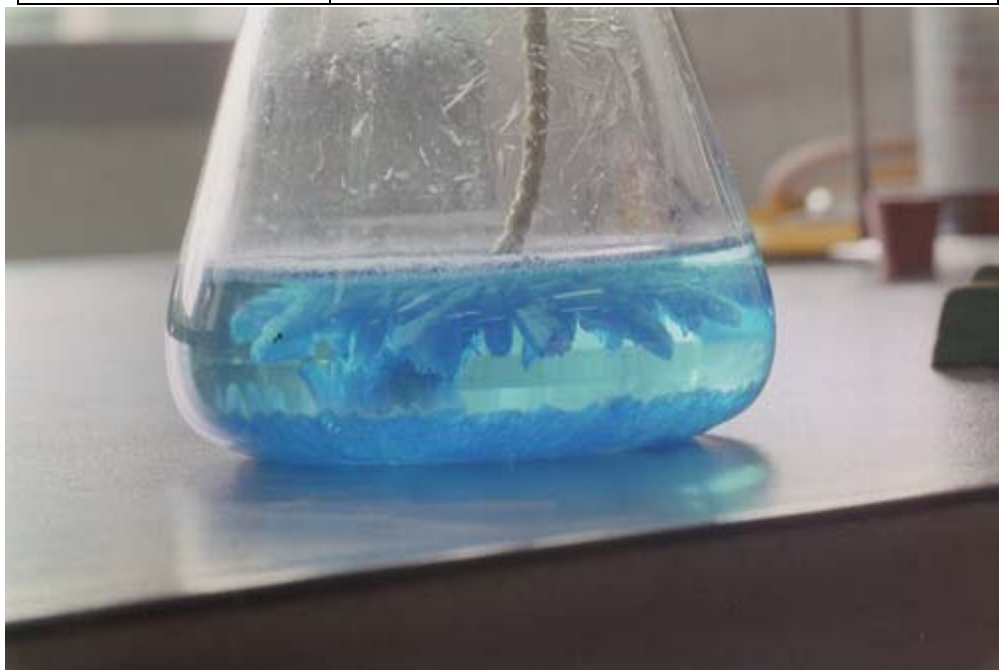


(相片十五)

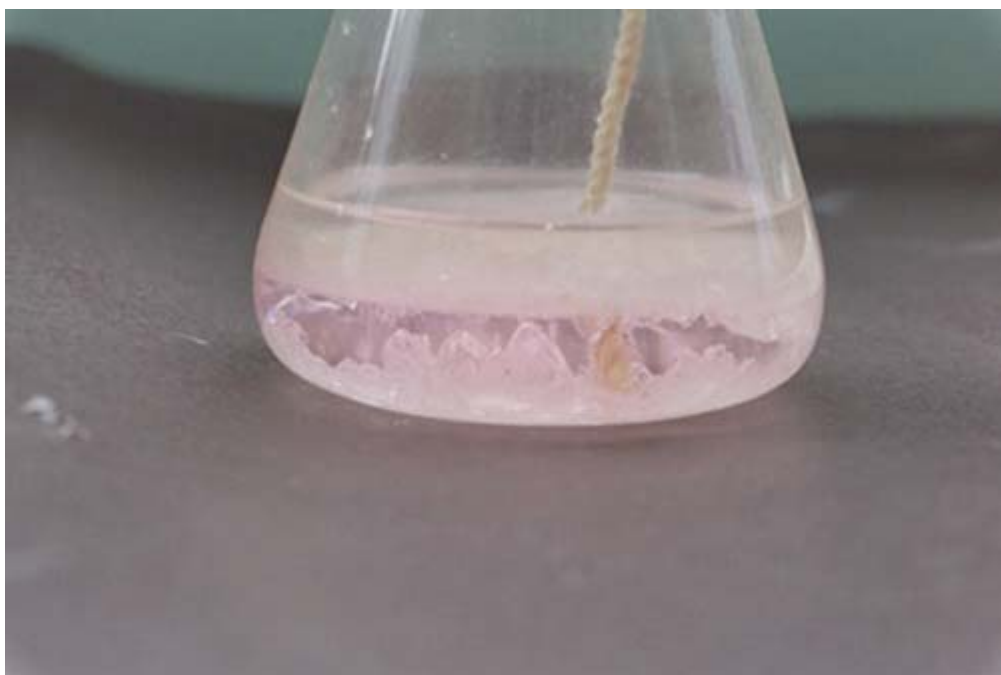
(二) 結果：

1. 飽和鹽類水溶液加入乙醇後，晶體成長情形，如下表：

飽和水溶液種類	加入乙醇後晶體成長情形
CuSO_4	沿棉線端開始長出晶體 最後棉線端及杯底長出大量的藍色、漂亮、大顆粒的晶體 (如相片十六)
MnSO_4	沿棉線端開始長出晶體 最後棉線端及杯底長出大量的粉紅色、漂亮、大顆粒晶體 (如相片十七)
NiSO_4	沿棉線端開始長出晶體 最後長出大量針狀綠色的晶體 (如相片十八)
KNO_3	沿棉線端開始長出晶體 最後長出大量針狀無色的透明晶體 (如相片十九)
$\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$	沿棉線端開始長出晶體 最後長出大量紅色大顆粒晶體 (如相片二十)



(相片十六)



(相片十七)



(相片十八)



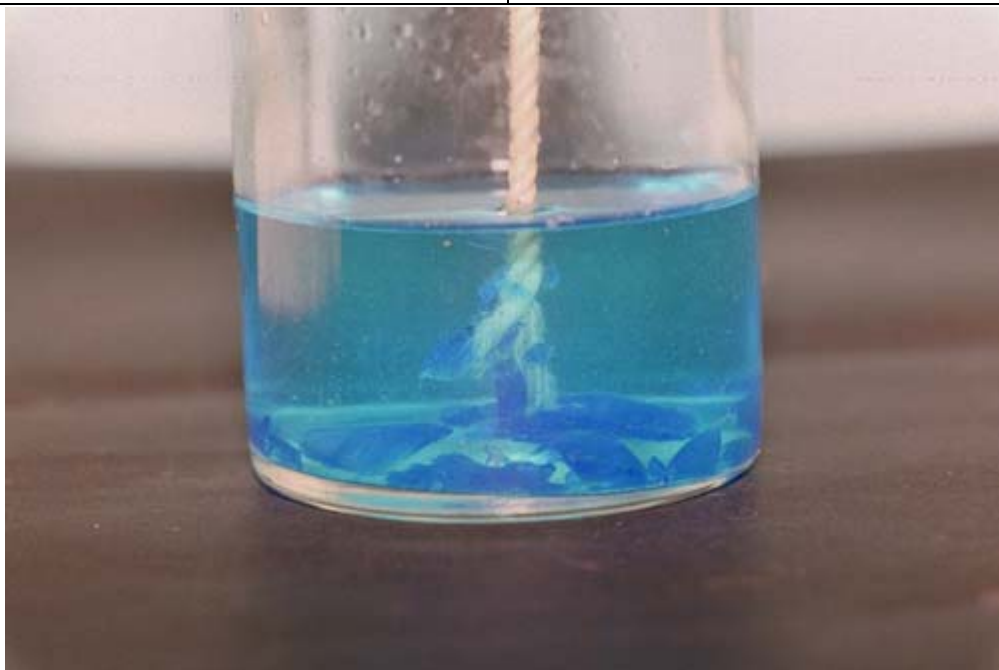
(相片十九)



(相片二十)

2. 飽和鹽類水溶液加入甲醇後，晶體成長情形，如下表：

飽和水溶液種類	加入甲醇後晶體成長情形
CuSO_4	沿棉線端開始長出晶體最後棉線端及瓶底長出藍色、漂亮、大顆粒的晶體(如相片二十一)
MnSO_4	沿棉線端開始長出晶體最後棉線端及瓶底長出粉紅色、漂亮、大顆粒的晶體(如相片二十二)
NiSO_4	沿棉線端開始長出晶體最後長出大量針狀綠色的晶體(如相片二十三)



(相片二十一)



(相片二十二)



(相片二十三)

2. 飽和鹽類水溶液加入丙酮後，晶體成長情形，如下表：

飽和水溶液種類	加入丙酮後晶體成長情形
CuSO_4	沿棉線端開始長出晶體最後棉線端及瓶底長出大量的藍色、漂亮、大顆粒的晶體(如相片二十四)
MnSO_4	沿棉線端開始長出晶體最後棉線端及瓶底長出大量的粉紅色、冰狀的晶體(如相片二十五)
KNO_3	沿棉線端開始長出晶體最後棉線端及瓶底長出大量的白色、針狀的晶體，搖動後，棉線端的針狀晶體掉落瓶底(如相片二十六)



(相片二十四)



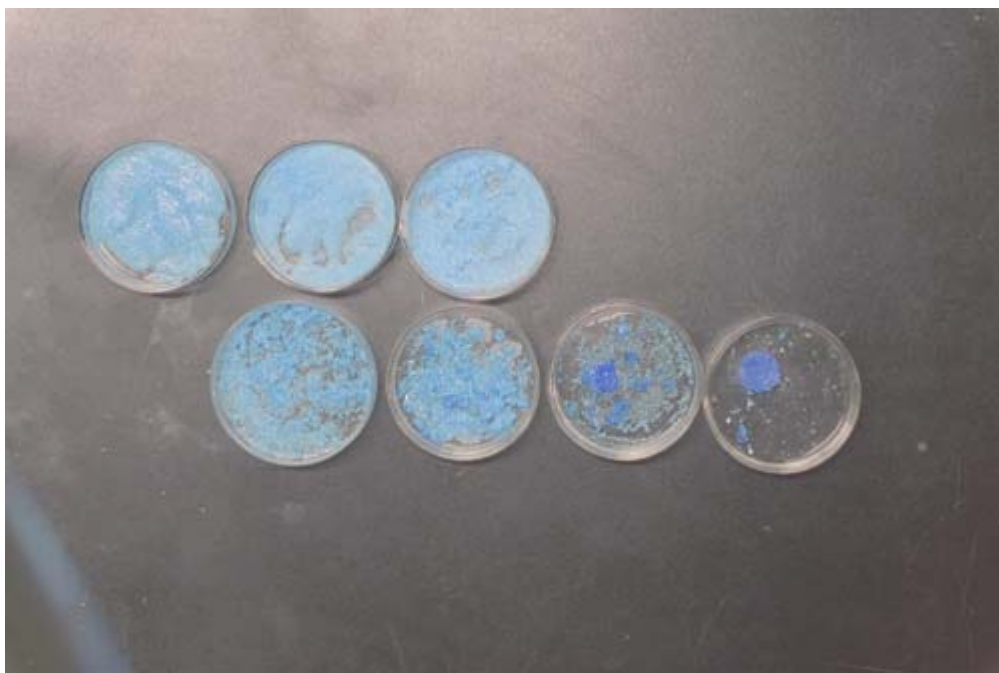
(相片二十五)



(相片二十六)

七、結論：

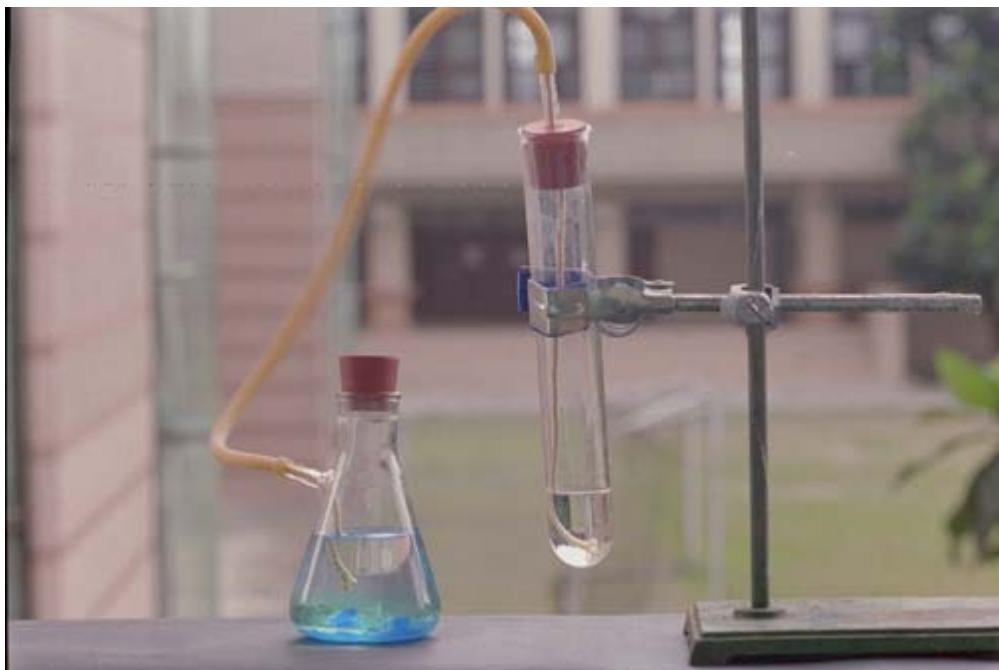
- 一 由第一部份實驗得知：溶解度與介電常數大小並無正向關係。我們發覺易溶於水的鹽類，在低介電常數的溶劑中，溶解度都很小，但有例外。
- 二 由第二部分實驗得知：飽和鹽類水溶液中，加入低介電常數的溶劑，均會析出晶體。
- 三 由第三部份實驗得知：
 1. 在飽和鹽類水溶液中，加入低介電常數的溶劑，其析出晶體的質量隨加入溶劑體積的增加而先增加，到達最大質量後，再慢慢遞減。
 2. 析出最大質量晶體，所需低介電常數溶劑之體積約在 40~80ml 之間，隨溶劑和鹽類的不同而變。
 3. 析出晶體之最大量依次為冰醋酸 > 丙酮 > 乙醇 > 甲醇 > 乙醇，得知加入溶劑後，溶劑的介電常數越小，析出晶體的最大量越大
 4. 所加溶劑之體積越大，產生晶體之速率越快，但晶體顆粒較小，當加入的溶劑體積太大時（約超過 160ml）晶體會有脫水現象，例如硫酸銅晶體會脫水成藍白色粉末。（如相片二十七）



(相片二十七)

- 四 由第四部分實驗方法甲得知：溶劑之流速越快，晶體析出越快，但顆粒較小，因此想要長出較大顆粒的晶體，要使流速控制得越慢越好。
- 五 由第四部分實驗方法乙得知：
 1. 利用棉線的毛細現象來控制溶劑的流速，可以使流速變得很慢，長出非常漂亮且顆粒大的晶體。
 2. 四種溶劑中以乙醇最理想，其次為甲醇，再次為醋酸，丙酮因揮發性大，大部分沿棉線流動的過程中就揮發掉。

- 六 由第四部分實驗方法丙得知：此法可避免溶劑沿棉線流動的過程中揮發掉，且均可長出漂亮、顆粒大的晶體。為此三種方法中最佳的方法，但不適合用在冰醋酸，因冰醋酸會溶解橡皮管及瓶塞。
- 七 在第四部分實驗方法丙中，我們將裝溶劑之有枝試管換成大試管，裝入 160ml 的乙醇，結果我們發現產生的硫酸銅晶體顆粒變小，且有呈脫水現象，表面部分成白色(如相片二十八、二十九)。
- 八 要避免晶體脫水，加入之溶劑劑量不要超過飽和溶液體積之 2 倍



(相片二十八)



(相片二十九)

八、討論：

(一) 何以鹽類的飽和水溶液加入低介電常數的溶劑，溶解量會變小而析出晶體？
(就一般的想法，應該是溶解量增大，即可再多溶一些鹽類。) 我們的解釋如下：

(1) 就水的高介電常數和乙醇的低介電常數，來說明此一現象：

依庫倫定律：

若二點電荷 q_1 、 q_2 二者間距離 r ，則 q_1 與 q_2 間之靜電力

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad (\text{在真空中}) \quad k \text{ 為庫倫常數}$$

現在於二帶電體間置入介質，則其間之靜電力將減小為

$$F' = K \frac{q_1 q_2}{\epsilon r^2} \quad (\epsilon \text{ 為介質的介電常數})$$

也就是說，若二帶電體間之靜電力原為 F ，則在介質中其靜電力僅為 $\frac{F}{\epsilon}$ 而已。

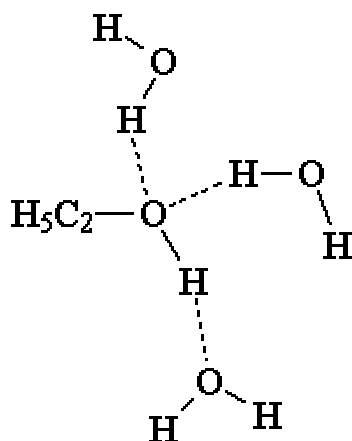
由上述說明，可知因水具有極高之介電常數 (25°C 時為 78.54)，

所以離子晶體在水中，其陰陽離子間的吸引力，僅為在真空中的 $\frac{1}{78.54}$ 倍

，因而極易溶於水中，現在於鹽類 (以 NaCl 為例) 之水溶液中，加入介電常數小於水且可與水互溶之溶劑 (如乙醇 25°C 時 $\epsilon = 24.3$)，因介電常數小，使 Na^+ 與 Cl^- 間的吸引力變大，故部分之 Na^+ 與 Cl^- 結合而析出晶體，使得溶解度降低。

(2) 就水—乙醇， Na^+ —水， Cl^- —水之作用力討論

說明：由於水分子具有大的極性 (1.85D)，當 NaCl 晶體進入水中，水分子即以其負端接近 Na^+ ，以正端接近 Cl^- ，將它包圍後脫離晶格，形成水合離子而溶解，現在加入乙醇後，由於 C_2H_5OH 與 H_2O 間可形成強烈的氫鍵



所以 C_2H_5OH 分子利用氫鍵將 H_2O 分子拉走，使得 Na^+ 、 Cl^- 無法行有效的

水合作用，因而析出晶體，降低溶解度。

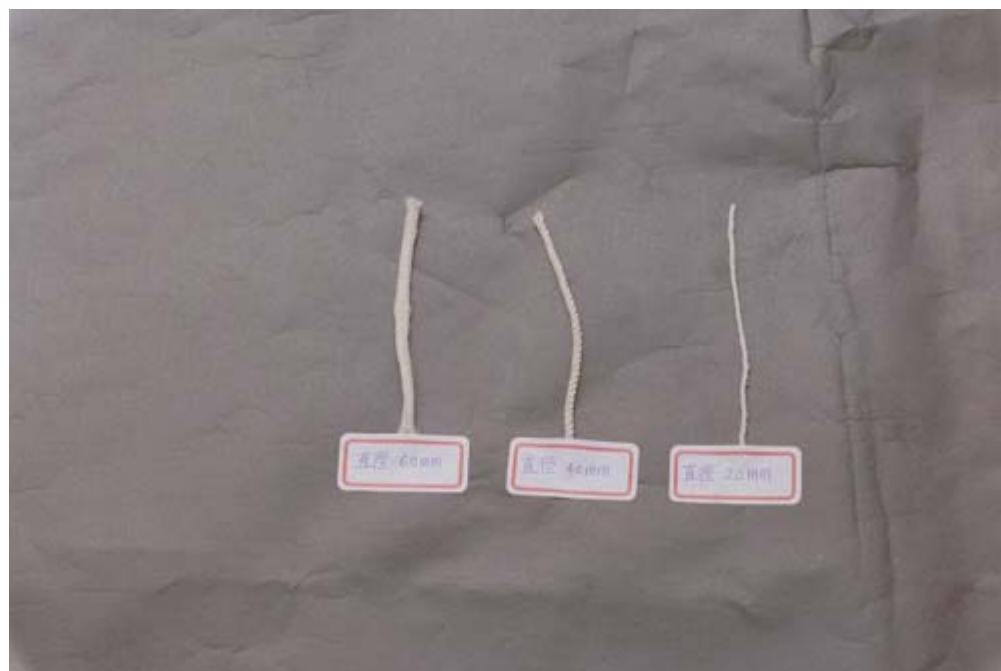
(二) 一般晶體之培養方式，是利用減少溶劑或降低溫度的原理。本次的研究是想找出另一種方法，使晶體的成長更迅速、更完美。

(三) 本實驗培養晶體之方法與傳統利用減少溶劑法(蒸發法)或降低溫度法之比較如下：

本實驗之方法(加入低介電常數之溶劑)	減少溶劑法 (蒸發法)	降低溫度法
(1)培養晶體之速度相當快約 6 小時至 3 天，視加入溶劑之速度快慢而定。 (2)加入溶劑之速度快則顆粒小，速度慢則顆粒大。 (3)加入太多溶劑可能會使水合性晶體脫水不易長出大顆粒晶體。	(1)晶體成長的速率非常緩慢，往往需數星期的時間才能看到相當大小的晶體。 (2)溫度需維持一定，否則晶體成長會被攪亂。	(1)必須運用在溶解度與溫度的關係變化大的鹽類。 (2)降溫之速率太快，晶體迅速析出，顆粒會太小甚至呈粉末狀，因此溫度必須緩慢下降，才能得到大顆粒晶體。

(四) 本實驗的原理是利用加入低介電常數的溶劑到飽和鹽類水溶液中，使鹽類晶體析出，加入溶劑的速率越慢，析出晶體顆粒越大，為達到加入溶劑之速率能很慢，我們發覺利用棉線的毛細現象效果最好。

(五) 本次使用的棉線，我們曾經利用直徑 2.0 mm、4.0 mm、6.0 mm 三種規格試驗，發現直徑 4.0 mm 的棉線乙醇經毛細現象滴下速率約 0.05 ml/min 晶體成長的效果最好。因此本實驗棉線均利用直徑 4.0 mm 者(如相片三十)



(相片三十)

(六) 我們利用的四種溶劑中，丙酮之析出速率最快，但顆粒小，且丙酮易揮發。乙酸有刺鼻的味道且會溶解橡皮管，甲醇因介電常數較高，析出量較少，乙醇介電常數居中，揮發性也不大，析出晶體之狀況良好，價錢也不貴，應該是最佳的培養晶體的溶劑。

(七) 丙酮揮發性大，滴入溶液中會使溶液產生擾動現象，造成析出晶體顆粒較小。

(八) 我們設計的甲、乙、丙三方法中，其優缺點如下：

	優點	缺點
方法甲	當流速快時，很快析出晶體，且晶體較小。	流速不易控制。
方法乙	溶劑流速由棉線的毛細現象控制，流速均勻且慢，析出晶體顆粒大。	溶劑易揮發掉，有時晶體會長在上方棉線上。
方法丙	溶劑流速由棉線的毛細現象控制，溶劑不會中途揮發，流速均勻且慢，析出晶體顆粒大而完整。	會溶解橡皮管的溶劑不適合本方法(如醋酸)。

九、參考資料：

- 1 Handbook of Chemistry and Physics, 61 版, E-55, B-77~166
- 2 新世紀化工化學大辭典 正文書局
- 3 基礎物理化學 曉園出版社 23 章
- 4 吳謀泰 晶體與晶體生長 徐氏基金會 P.P.62-73
- 5 簡禎彥等 中華民國第二十七屆全國中小學科展作品集 溶劑介電常數對混合物分離效果之探討