

2022 年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

國中組 成果報告表單

題目名稱：「晶」華浮夢 - 探索天氣瓶

一、摘要：

本篇報告主要為兩個目的：一為探討何種溫度及配方下樟腦結晶最為清晰，我們共設計六個實驗，實驗一利用水浴槽恆溫功能製造不同水溫；實驗二到六分別改變配方內各物質比例。觀察各實驗變因對結晶型態、長度與疏密高度的影響。其二為探討溫差對結晶析出情形與速度之影響，並以動態呈現結晶變化（實驗七）。

實驗發現羽毛狀結晶結構清晰分明，長度皆長於其他型態，是理想結晶型態。而配方為樟腦 8 公克之天氣瓶樟腦結晶最為清晰量少。溫度方面則可觀察出溫度越高結晶量越少、溫差越大結晶析出速度越快的現象。

二、探究動機

- (一) 小學參加營隊時曾經自己動手製作過天氣瓶，便對瓶內樟腦結晶豐富多樣的變化產生了極大的興趣，故而想要研究更多天氣瓶內樟腦結晶的有趣變化。
- (二) 在嘗試製作天氣瓶時發現製作出的各個天氣瓶內結晶模樣天差地別，有的結晶大且分明，有的卻如棉絮般細小，不禁讓我們想更進一步去研究導致此現象的原因。

三、探究目的與假設

研究目的

- (一) 探討何種溫度及配方下的樟腦結晶最清晰（結晶較大且量少）。
 - 1、觀察不同溫度（24°C / 39°C / 54°C）對結晶型態、長度與疏密高度的影響。
 - 2、觀察調整天氣瓶內物質比例對結晶型態、長度與疏密高度的影響。
- (二) 探討溫差對天氣瓶內樟腦結晶析出情形與速度之影響，並以動態呈現結晶變化。







假設

- (一) 透過文獻可知，天氣瓶內結晶多為樟腦組成，故我們推測樟腦較少呈現出的結晶較為量少清晰。
 - 1、溫度高會溶解樟腦，所以溫度越高結晶應越少。
 - 2、乙醇為樟腦結晶之溶劑，兩者的結果應相反：樟腦越多結晶越多；乙醇越多結晶越少。而硝酸鉀、氯化銨與蒸餾水非主要成分，其比例增減對結晶影響應不大。
- (二) 時間越長，結晶應越來越大，而結晶越大重量應變重，故結晶析出速度應越快。

四、探究方法與驗證步驟

實驗器材：

表一 實驗器材說明表

			<p>標準比例天氣瓶：</p> <p>一、硝酸鉀 2.5 公克</p> <p>二、氯化銨 2.5 公克</p> <p>三、蒸餾水 30.0 毫升</p> <p>四、樟腦粉 10.0 公克</p> <p>五、乙醇 40.0 毫升</p>
溫度計	倒立式手機顯微鏡	水浴槽	
			
直尺	電子秤	手機微距鏡	

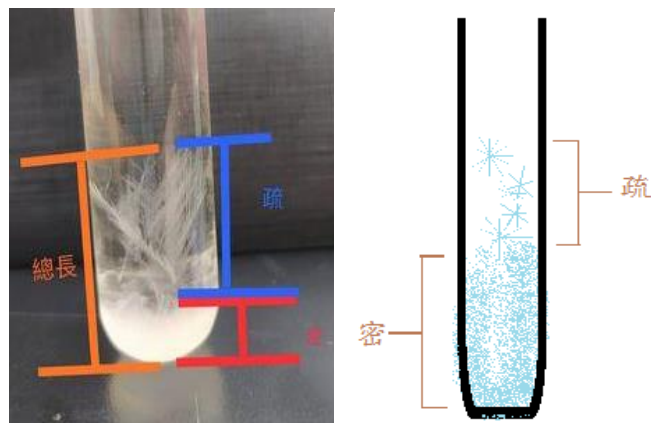
製作天氣瓶：

- (一) 將 40.0 毫升乙醇及 33.0 毫升蒸餾水分別放入燒杯中。
- (二) 測量 10.0 公克樟腦粉，倒到裝有乙醇的燒杯中，使用玻璃棒攪伴均勻。
- (三) 測量 2.5 公克氯化銨及硝酸鉀，倒到裝有蒸餾水的燒杯中，使用玻璃棒攪伴均勻。
- (四) 將攪拌好的溶液倒到準備好的天氣瓶容器中並泡熱水至溶液清澈無結晶。

測量方法：

- (一) 用手机顯微鏡及手機微距鏡、直尺觀察結晶形態、結晶長度、高度。
- (二) 高度測量說明：

測量管內結晶總高度（從最底部至肉眼可視最高結晶）及結晶疏密高度。

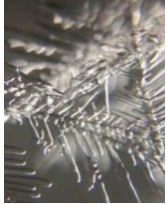
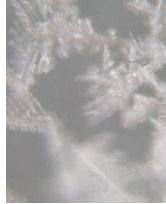
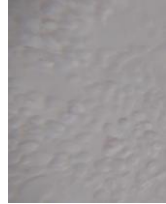





圖一 高度測量示意圖

- (三) 手機微距鏡放大倍率：實際：照片 = 1：18

晶型定義：

表二 結晶型態定義說明表

羽毛狀結晶	雪花狀結晶	棉絮狀結晶	葡萄(球)狀	片狀結晶	散狀結晶
					





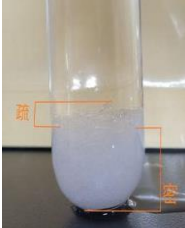

實驗一：觀察不同溫度對樟腦結晶體的影響

- (一) 製作 3 瓶配方瓶並分別將其放置於 24°C / 39°C / 54°C 的水浴槽中。
- (二) 用手機顯微鏡和直尺觀察結晶型態、平均長度及與疏密高度並紀錄實驗結果。

實驗一結果：

經實驗一觀察後，發現浸泡水溫低的「24°C」較水溫高的「54°C」樟腦結晶多，可知溫度與結晶量之關係為負相關，且溫度較低及較高所呈現之結晶皆比中間溫度來的密。

表三 配方瓶於不同溫度下對結晶體的影響

室溫：22.0°C	24°C	39°C	54°C
結晶型態	雪花狀	散狀	棉絮狀
如右圖			
結晶平均長度	0.04cm	0.16cm	0.01cm
疏密高度	9.50cm (密 8.10/疏 1.40)	2.80cm (密 2.10/疏 0.70)	肉眼不可見
如右圖			

實驗二～六：不同物質比例對樟腦結晶體的影響

- (一) 製作一瓶標準比例的天氣瓶，再製作兩瓶改變比例的天氣瓶 (比例如表二所述)

表四 各實驗物質比例說明表

實驗二	實驗三	實驗四	實驗五	實驗六
樟腦粉±2 公克 (8g / 12g)	乙醇±10 毫升 (30ml / 50ml)	蒸餾水±5 毫升 (28ml / 38ml)	硝酸鉀±1 公克 (1.5g / 3.5g)	氯化銨±1 公克 (1.5g / 3.5g)

- (二) 將三瓶製作完成的天氣瓶放在相同溫度 (當天室溫) 的環境中。
- (三) 用手機顯微鏡和直尺觀察結晶型態、平均長度及與疏密高度並紀錄實驗結果。

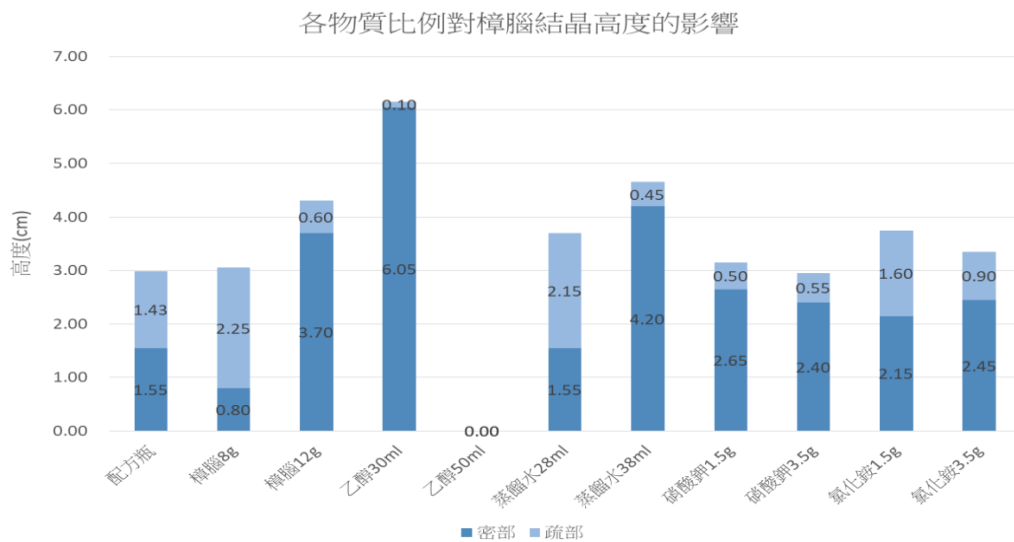
實驗二～六結果：

經圖二發現「8 公克樟腦」之結晶高度疏部明顯比其密部長，而「12 公克樟腦」則相反，為密部大於疏部，且其結晶總高度也比「8 公克樟腦」高，加上圖三顯示「8 公克樟腦」結晶長度較「配方」及「12 公克樟腦」結晶長，可得出樟腦含量較少，所呈現之結晶較大且量少的結論。

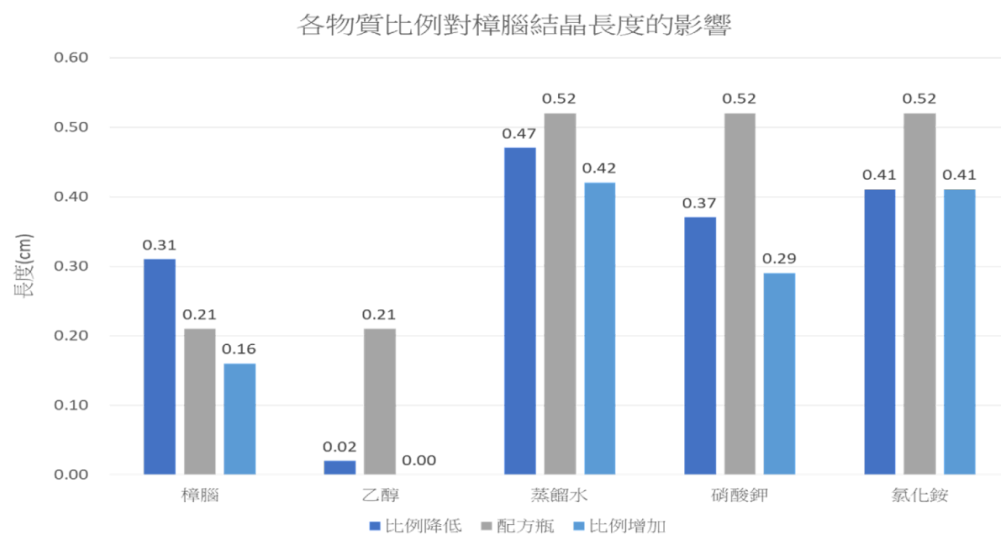
透過圖二可發現乙醇含量多的「乙醇 50ml」所析出之樟腦結晶量較乙醇含量少的「乙醇 30ml」少，乙醇與結晶量之關係為負相關。

經實驗四可發現蒸餾水對結晶之影響較小，但可能因調整蒸餾水的量會改變乙醇的濃度，故減少蒸餾水時，濃度升高，結晶量會微微減少。而調整硝酸鉀或氯化銨比例對樟腦結晶未發現明顯的影響。

實驗三到六的結晶長度皆無觀測到規律變化。



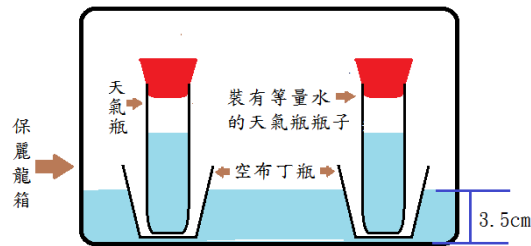
圖二 各物質比例對結晶疏密高度的影響



圖三 各物質比例對結晶長度的影響

實驗七：動態呈現樟腦結晶之變化 - 不同溫差對樟腦結晶體的影響

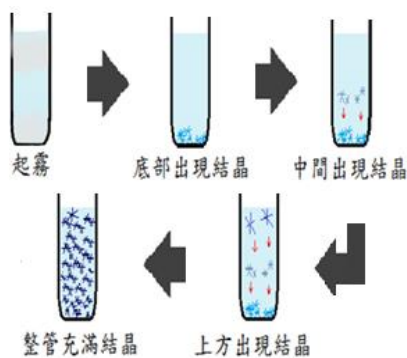
- (一) 製作 3 瓶「8 公克樟腦」(最符合理想之結晶配方)，將其溶解至整管澄清後分別置於裝有 30°C 水、0°C 冰與水的保麗龍箱以及室溫環境中(使用保麗龍箱目的為使溫度變化速度較為緩慢)，以製造出不同溫差。
- (二) 使用手機微距鏡縮時攝影並拍攝析出過程，並紀錄相對時間結晶高度與瓶內水溫(另一相同瓶子裝相同水量測得)、箱內氣溫之變化。



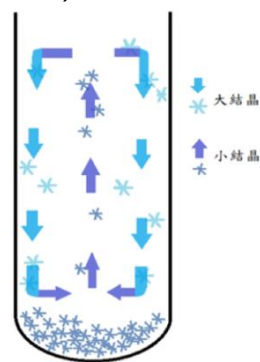
圖三 實驗七實驗裝置示意圖

實驗七結果：

在實驗過程中，我們發現結晶析出過程的固定程序(圖四)、析出結晶多為雪花或棉絮狀、析出時大結晶掉落，小結晶上升、偶爾呈現對流(圖五)等現象。



圖四 結晶析出過程示意圖



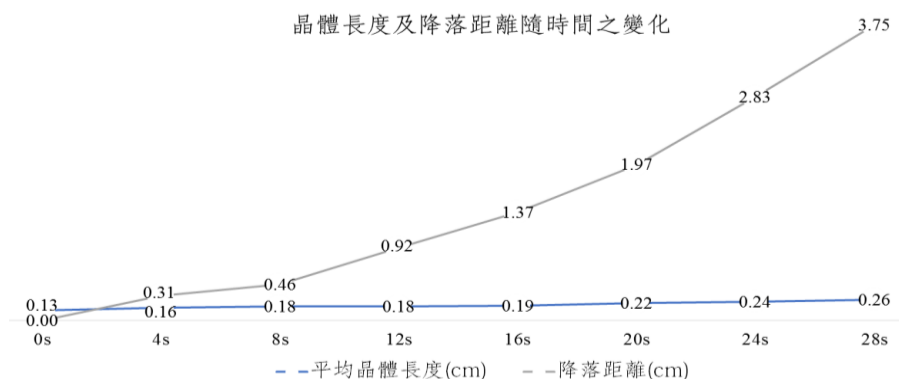
圖五 結晶流動示意圖

透過表五可發現 39°C (溫差較小) 結晶析出速度很慢(後來改為一小時觀察一次)；而 0°C (溫差較大) 結晶析出則快許多，因此得到溫差越大結晶析出速度越快之結論。

初始溫度	/ 時間	0min	10min	20min	30min	40min	50min	60min			
0°C	氣溫(°C)	13.2	14.9	12.6	11.6	11.0	-	-	* 起霧		
	管內水溫(°C)	46.0	31.2	22.1	16.3	11.1	-	-	* 底部結晶		
	結晶高度(cm)	0	0.71	1.43	9.90	9.90	-	-	* 中間結晶		
17°C	氣溫(°C)	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	* 上方結晶		
	管內水溫(°C)	46.3	38.1	29.6	24.0	22.2	20.2	18.9	* 整管全白		
	結晶高度(cm)	0	0	0.10	0.38	9.80	9.80	9.84			
初始溫度	/ 時間	0h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	* 39°C 結晶剛出現時，其高度小於 0.05cm，故紀錄為 0cm 晶體長度及降落距離隨時間之變化
39°C	氣溫(°C)	32.1	31.3	29.5	28.2	27.0	25.9	25.1	23.9	23.4	
	管內水溫(°C)	46.5	36.1	33.0	31.1	29.1	27.0	26.8	25.5	24.7	
	結晶高度(cm)	0	0	0	0	0	0	0	0.23	0.51	

圖六 調整溫差對樟腦結晶析出的影響

由圖七可看出結晶長度在掉落過程中會持續變大且時間越久結晶掉落速度越來越快。



圖七 時間與結晶長度及降落距離之關係

五、結論與生活應用

結論

一、由實驗可知：

- (一) 溫度升高，天氣瓶內結晶隨之減少（溶解）；反之，溫度降低，結晶增加變密。
- (二) 樟腦粉比例增加，結晶數量會增加，結晶長度則隨之縮短。
- (三) 乙醇比例增加越多，結晶數量越少。
- (四) 硝酸鉀、氯化銨比例增減，於結晶之影響不大；蒸餾水比例對結晶影響還有待驗證。

二、羽毛狀結晶為最符合期望的型態（其結晶清晰分明），棉絮狀反之。

三、樟腦粉 8 公克天氣瓶所產生的結晶最清晰（結晶較大且量少）。

四、溫差越大結晶析出速度越快；溫差越小結晶析出速度越慢，且降落時的結晶大小及速度會隨時間越來越大。

生活應用

密閉系統的結晶觀察在研究中較少出現，而我們利用現在好取得的微距鏡或臺大江宏仁教授與主動材料實驗室研發的倒立式手機顯微鏡，即可輕易地在日常生活中觀察到這些現象並進行科學探究，大大提升我們做科學研究的可能性。另外在微觀世界中，可如本實驗的實驗七般探討長度或移動距離與時間的關係，這是巨觀條件時無法得到的結果。

如果想製作天氣瓶做為裝飾，可選用樟腦 8 公克的配方，並將其放置於溫度較穩定的常溫環境中，使結晶能緩慢析出，就能到好看的羽毛狀結晶。另外，結晶越多代表氣溫越高，且結晶溶解時的溫度約在 30~37 度左右，因此也可透過天氣瓶得知目前大概的氣溫高低！

參考資料

佚名。以「瓶」窺天-天氣瓶結晶變化與溫度改變之探究。

http://140.130.211.182/eweb/module/news/news_updata/office18/news_1006034917.pdf

佚名(民 103 年 10 月 31 號)。DIY 天氣瓶(Storm Glass)-創造出專屬的初雪吧。LiFe 生活化學。

<https://www.lifechem.tw/blog/141102>

黃奕愷、邱正標、謝秉均(民 104 年)。寒暖霜晶透春秋~探索天氣瓶。第 55 屆國中組化學科。

<https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=12468&a=6821&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=2&sid=12504>