

屏東縣第64屆國中小學科學展覽會

作品說明書

科 別：化學科

組 別：國小組

作品名稱：以「瓶」窺天-天氣瓶的製作與運用

關鍵字：天氣瓶、天氣預測

編號：A3004

目錄

摘要	1
壹、 前言	1
一、 研究動機	1
二、 研究目的	2
三、 文獻回顧	2
貳、 研究設備及器材	3
一、 化學藥劑	3
二、 化學器具	3
三、 測量儀器	3
參、 研究過程、結果及討論	4
一、 不同的成分是否能達到相同的效果？	4
二、 不同的溫度及濕度結晶的狀況如何？	5
三、 樟腦粉的多寡是否會影響結晶效果？	6
四、 不同溫度對於溶液的融解速度快慢？	7
肆、 結論	8
伍、 參考資料及其他	10

以「瓶」窺天-天氣瓶的製作與運用

摘要

天氣瓶的出現及運用展現了前人的智慧，藉由化學物質的調合以及產生的結晶讓我們可以推測結晶狀態與天氣之間的關係。我們藉由實際的操作和觀察，試著改變材料和溫度等等因素，來測試結晶狀態是否能一致。同時，我們也試著調整溫度，看看實驗的結果是否和天氣現象有關。我們一系列的實驗操作，旨在檢驗天氣瓶的正確性和實用性。

我們發現化合物溶解時的溫度、成分的多寡以及溫度都會影響天氣瓶的結晶，結晶狀態有星點狀、羽毛狀或是白色沉積物。雖然無法準確預測具體的天氣，但如果只是想知道天氣是冷還是熱，這時候天氣瓶就能提供一些參考了。通過這些實驗，我們更深入地瞭解到天氣瓶的運作原理，也對天氣預測有了一些認識。

壹、前言

一、研究動機

在六年級上學期自然課程裡，我們學到了很多關於天氣的知識，例如：第一單元的霧雨雲的形成與差異、認識冷暖鋒、寒流等，每種天氣狀況都會讓人感受到極大的差異，我們也曾經在課堂上做過實驗，親手製造出霧來觀察它和雲的不同。這些課程讓我們對天氣開始感到興趣。

在現代，因為科技的發達我們可以透過許多儀器和資料來預測天氣，但在過去的社會，人們該如何預測天氣呢？透過老師在課堂上的補充讓我們發現「天氣瓶」的存在，瓶內美麗的結晶立刻吸引我們的注意，且每瓶結晶狀況不同，一開始我們以為是有加入特殊的液體才導致結晶樣態差異，後來經由老師的解釋才發現是不同的天氣狀況才產生出不同的結晶體，這樣的疑惑引起我們對天氣瓶的好奇，想要去驗證它是否真正能具有預測天氣的功能。

我們很好奇天氣瓶到底能不能真的預測天氣，以及對美麗結晶的興趣，讓我們決定製作天氣瓶，並且透過天氣瓶來看看是否真正能與天氣彼此相對應。我們希望透過這個研究，能夠更深入地瞭解天氣和天氣瓶之間的關係，並且做出一個美麗又實用的天氣瓶。

二、研究目的

這次實驗目的主要有以下四點：

- (一) 不同的成分是否能達到相同的效果？
- (二) 不同的溫度及濕度結晶的狀況如何？
- (三) 樟腦粉的多寡是否會影響結晶效果？
- (四) 不同溫度對於溶液的融解速度快慢？

三、文獻回顧

透過查詢維琪百科的網頁數據，我們得知天氣瓶（chemical weather glass）又俗稱風暴瓶（storm glass），是18~19世紀歐洲用來預測天氣時的工具，天氣學家羅伯特·菲茨羅伊（Robert Fitzroy）在航海時就使用天氣瓶來預測天氣。當時的人們已經發現硝酸鉀溶液在不同的溫度和濕度下會結晶出不同的形狀。因此，他們將硝酸鉀溶液密封在玻璃瓶中，用來預測天氣。

天氣瓶的原理是利用硝酸鉀溶液的過飽和溶液。維琪百科的網頁數據中顯示，在過飽和溶液中，溶劑中溶解的溶質超過了其在該溫度下的最大溶解度。當溫度或濕度發生變化時，溶液中的溶質就會析出，形成結晶。

科學遊戲實驗室的網頁數據中提到，天氣瓶中結晶的形狀，可以預測以下天氣：

- (一) 晴朗：溶液清澈。
- (二) 多雲且可能降雨：結晶呈雲狀。
- (三) 潮濕或多霧：結晶呈點狀。
- (四) 雷雨：溶液呈雲狀且結晶呈星狀。
- (五) 冬天有陽光：結晶呈小星狀，代表要下雪。
- (六) 陰霾天：有大片結晶，可能下雨或下雪。
- (七) 低溫寒冷：瓶子底部有結晶。
- (八) 颶風：瓶子頂部有絲狀結晶。

近年來，科展中關於天氣瓶的研究並不多，但在第55屆科展中同時出現兩篇，分別是『晶奇再現-天氣瓶的結晶探討與改良』以及『寒暖霜晶透春秋～探索天氣瓶』。

在『晶奇再現-天氣瓶的結晶探討與改良』中，研究者希望改良自製天氣瓶，希望能製

作出低成本、適合臺灣的天氣、顏色可隨天氣改變並且可以當作是簡易溫度計的變色天氣瓶。研究結果顯示，樟腦與氯化銨扮演著羽毛結晶的角色，天氣瓶無法預測之後的天氣，但可以推測之前的天氣變化。

在『寒暖霜晶透春秋～探索天氣瓶』中，研究者發現不同天氣瓶內的內容物溶劑比例對析出溫度有規則性，並且可以推算出公式。研究結果顯示，水分的增減會影響配方溶液的溶解度；丙酮、純酒精、水對於萘結晶溫度的影響。

透過以上兩篇研究，我們希望能再從不同面向去研究天氣瓶，並且讓天氣瓶成為更實用、更有趣的天氣預測工具。

貳、研究設備及器材

在這次實驗過程中，使用的設備及器材如下：

一、化學藥劑

- | | | |
|-----------------|--------------|---------|
| (一) 硝酸鉀 | (二) 氯化銨 | (三) 樟腦粉 |
| (四) RO 水 | (五) 乙醇 (95%) | (六) 食鹽 |
| (七) 水性三原色 (紅黃藍) | | |

二、化學器具

- | | |
|-------------------------|-----------------------|
| (一) 玻璃燒杯 (50mL ~ 250mL) | (二) 玻璃量筒 (5mL ~ 50mL) |
| (三) 塑膠滴管 (0.5mL ~ 3mL) | (四) 玻璃攪拌棒 |
| (五) 玻璃樣品瓶 (150mL) | (六) 不銹鋼秤藥勺 |
| (七) PVC 無粉手套 | (八) 秤紙 |

三、測量儀器

- (一) 酒精溫度計 (0°C ~ 50°C)
- (二) 電子秤 (I-2000 / 0.1g ~ 3kg)
- (三) 溫度控制箱 (KCB08 / 15°C ~ 60°C)
- (四) 濕度控制器 (XH-W3005 / 0% ~ 99%RH)
- (五) 溫度/濕度計 (RTS-8 / -10°C ~ 70°C / 10%RH ~ 95%RH)
- (六) 加熱板 (S-003 / 40°C ~ 100°C)

參、研究過程、結果及討論

一、不同的成分是否能達到相同的效果？


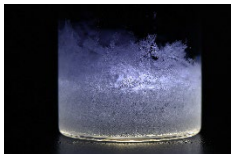





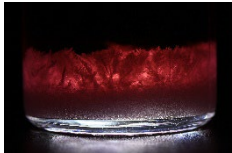
(一) 過程

1. 準備兩個玻璃樣品瓶，一瓶加入2.5g 硝酸鉀及2.5g 氯化銨的混合物，另一瓶加入5g 食鹽，分別溶解於33mL 的 RO 水中。
2. 將10g 樟腦粉溶解於40mL 乙醇中。
3. 將過程2.的溶液，放置於加熱板上緩慢加熱至完全溶解。
4. 將過程1.的溶液分段加到過程3.的溶液中加熱攪拌至完全澄清透明。
5. 將澄清液置於密封玻璃樣品瓶中，隨天氣變化觀察結晶狀況並記錄。

(二) 結果

表1

不同成分的混合液對天氣瓶結晶的狀況

	112.11.13 12:45 25°C / 52%RH	112.12.18 12:42 21°C / 66%RH	113.01.16 12:50 19°C / 71%RH	113.02.15 12:48 23°C / 63%RH
原 比 例				
食 鹽				

根據結果顯示，使用食鹽替換硝酸鉀及氯化銨混合物製作的天氣瓶，可以呈現出與原比例調配的天氣瓶類似的結晶狀態。在晴朗的天氣下，兩種天氣瓶的溶液都呈現清澈狀態。在多雲、潮濕等天氣下，兩種天氣瓶的結晶狀態也都相似。然而，食鹽天氣瓶的結晶速度較慢，結晶量也較少，結晶形狀也不如樟腦粉天氣瓶明顯。

(三) 討論

硝酸鉀、氯化銨和食鹽都是可以溶于水的物質，但溶解度和結晶形狀存在差異。硝酸鉀和氯化銨的溶解度較低，在過飽和溶液中更容易形成結晶。此外，硝酸鉀和氯化銨的結晶形狀多樣，能夠更清晰地反映天氣變化；澳門教業中學的食鹽結晶實驗中提到，食鹽的溶解度較高，在過飽和溶液中形成結晶的難度較大，且食鹽的結晶形狀相對單一，在預測天氣方面不如樟腦粉準確。

二、不同的溫度及濕度結晶的狀況如何？

(一) 過程

1. 查詢交通部中央氣象署的氣候月平均，臺灣一年平均氣溫大約落在 15°C 、 25°C 及 35°C 左右，而相對濕度大約落在50%RH、75%RH及98%RH。
2. 準備三個天氣瓶，放入溫度控制箱中，並放入濕度控制器，根據查詢到的平均氣溫及相對濕度的資料分別設置。
3. 每日觀察天氣瓶中的結晶狀況並記錄。

(二) 結果

表2

溫度對天氣瓶結晶的狀況




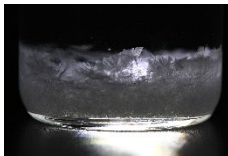


改變溫度	15°C	25°C	35°C
固定濕度 (75%RH)			

表3

濕度對天氣瓶結晶的狀況

改變濕度	50%RH	75%RH	98%RH
固定溫度 (25°C)			

1. 溫度對結晶的影響

根據結果顯示，在其他條件相同的情況下，溫度越高，天氣瓶中的結晶量越少。在15°C 的環境中，天氣瓶內的結晶量最多；在25°C 的環境中，天氣瓶內的結晶量居中；在35°C 的環境中，天氣瓶內的結晶量最少。

2. 濕度對結晶的影響

在其他條件相同的情況下，濕度越高，天氣瓶中的結晶量越多。在50%RH的環境中，天氣瓶內的結晶量最少；在75%RH的環境中，天氣瓶內的結晶量居中；在98%RH的環境中，天氣瓶內的結晶量最多。

3. 溫度與濕度對結晶形狀的影響

溫度和濕度兩者對天氣瓶中的結晶形狀也有影響。在溫度較低、濕度較高的環境中，結晶形狀更明顯。例如，在15°C、98%RH 的環境中，天氣瓶內會出現羽毛狀結晶。在溫度較高、濕度較低的環境中，結晶形狀則較為模糊。例如，在35°C、50%RH 的環境中，天氣瓶內細小的結晶會沉積在底部。

(三) 討論

1. 結晶形成的原理

天氣瓶中的結晶是樟腦在溶液中的過飽和溶液中析出的。在溫度較低、濕度較高的環境中，樟腦的溶解度降低，因此更容易形成結晶。

2. 結晶形狀與天氣的關係

天氣瓶中的結晶形狀可以反映天氣狀況。例如，羽毛狀結晶通常代表晴朗的天氣；雪花狀結晶通常代表下雪的天氣；塊狀或顆粒狀結晶通常代表陰雨的天氣。

3. 天氣瓶的應用

天氣瓶可以用來預測天氣，但是準確度並不高，只能作為參考。

三、樟腦粉的多寡是否會影響結晶效果？




(一) 過程

1. 準備三個玻璃樣品瓶，分別加入8.5g、10g 及11.5g 的樟腦粉。
2. 將天氣瓶放置在溫度控制箱（25°C）中。
3. 每天觀察天氣瓶中的結晶狀況並記錄。

(二) 結果

表4

樟腦粉用量對天氣瓶結晶的狀況

樟腦粉用量	8.5g	10g	11.5g
天氣瓶結晶狀況			

1. 結晶量

在其他條件相同的情況下，樟腦粉用量越多，天氣瓶中的結晶量越多。在加入8.5g 樟腦粉的天氣瓶中，結晶量最少；在加入10g 樟腦粉的天氣瓶中，結晶量最多。

2. 結晶形狀

樟腦粉用量的多寡對結晶形狀的影響較小。在不同的樟腦粉用量下，天氣瓶中的結晶形狀都相似。

(三) 討論

1. 結晶形成的原理

天氣瓶中的結晶是樟腦在溶液中的過飽和溶液中析出的。樟腦粉越多，溶液中樟腦的濃度越高，因此更容易形成結晶。

2. 結晶形狀與樟腦粉用量的關係

樟腦粉用量對結晶形狀的影響較小。在過飽和溶液中，結晶的形狀主要由溫度、濕度等因素決定。

四、不同溫度對於溶液的融解速度快慢？

(一) 過程

1. 準備三個燒杯，分別使用加熱板將水加熱至30°C、35°C及40°C。
2. 將天氣瓶的混合溶液分別放入燒杯中隔水加熱。
3. 攪拌混合溶液，直到溶液完全溶解。
4. 記錄溶液完全溶解所需的時間。

(二) 結果

表5

加熱溫度對天氣瓶溶液融解的速度

加熱溫度	30°C	35°C	40°C
溶解所需時間	45分鐘	20分鐘	12分鐘
速度	較慢	-	較快

溫度越高，溶液的融解速度越快。在30°C 的環境中，溶液完全溶解所需的時間最長；在40°C 的環境中，溶液完全溶解所需的時間最短。

(三) 討論

維琪百科的資料顯示，溶解速度受溫度、溶質的顆粒大小、溶劑的性質等因素影響，因此：

1. 溫度越高，溶劑分子的運動速度越快，對溶質的撞擊頻率和力度越大，因此溶解速度越快。
2. 溶質的顆粒越小，溶解速度越快。

肆、結論

一、不同的成分是否能達到相同的效果？

將氯化銨和硝酸鉀替換成食鹽結晶效果會有差異，食鹽天氣瓶在製作時混濁程度較高，也需花不少時間攪拌，靜置後再與原比例調配的天氣瓶觀察，比較後發現原比例調配所製作的天氣瓶結晶較完整。因此，使用食鹽替換樟腦粉製作的天氣瓶，雖然可以呈現出與原比例調配的天氣瓶類似的結晶狀態，但準確度略低。

二、不同的溫度及濕度結晶的狀況如何？

天氣瓶中的結晶狀況會受到溫度和濕度的影響。溫度越高，結晶量越少；濕度越高，結晶量越多。在溫度較低時，天氣瓶內的結晶量最多，且結晶形狀較大片，多呈羽毛狀或片狀。這是因為溫度越低，樟腦的溶解度越低，因此更容易形成結晶。在溫度適中時，結晶效果會

漸漸消滅。隨著溫度升高，樟腦的溶解度增加，結晶會逐漸溶解。在溫度較高時，結晶量最少，僅會在底部有細小的沉積物，不會有成片的結晶。在高溫環境下，樟腦的溶解度很高，大部分樟腦都會溶解在溶液中，因此結晶量很少。在濕度較高的環境中，樟腦的溶解度降低，因此更容易形成結晶。

天氣瓶可以粗略分析氣溫的高低。在寒流來襲等氣溫較低的環境中，天氣瓶內的結晶量會明顯增加。天氣瓶無法精確預測下雨、颶風或下雪等天氣狀況。天氣瓶中的結晶形狀會受到多種因素的影響，並不能一一對應特定的天氣狀況。天氣瓶可以說明我們瞭解溫度和濕度對物質溶解度的影響。但天氣瓶並不能作為精確的天氣預測工具。

三、樟腦粉的多寡是否會影響結晶效果？

研究發現，樟腦粉用量越多，天氣瓶中的結晶量越多。在使用11.5g 樟腦粉的天氣瓶中，結晶量最多；在使用8.5g 樟腦粉的天氣瓶中，結晶量最少。且樟腦粉的用量也會影響結晶形狀，在使用11.5g 樟腦粉的天氣瓶中，結晶形狀並沒有更好，反而因許多沉澱的粉末而導致結晶效果不明顯；在使用8.5g 樟腦粉的天氣瓶中，結晶清晰可見，但分佈較稀疏。

因此，製作天氣瓶時，樟腦粉用量的多寡會影響結晶量及結晶形狀，為了獲得最佳的結晶效果，建議使用標準用量的樟腦粉（10g）。

四、不同溫度對於溶液的融解速度快慢？

研究發現，溫度越高，溶液的融解速度越快。在30°C 的環境中，溶液完全溶解所需的時間最長；在40°C 的環境中，溶液完全溶解所需的時間最短。綜合考慮溶解速度和操作安全性，35°C 是製作天氣瓶的最佳溶解溫度。在35°C 的環境中，溶液的融解速度較快，且操作安全性較高。溫度過高會導致溶液中的樟腦揮發，降低結晶效果。此外，高溫溶液容易燙傷操作者。因此，在製作天氣瓶時，應注意控制溫度，避免溫度過高。

天氣瓶是一種有趣的科學小工具，它可以根據天氣的變化呈現出不同的結晶狀態。本研究旨在探究天氣瓶的製作方法與結晶狀況的影響因素。研究結果表明，天氣瓶中的結晶狀況會受到成分、溫度、濕度、用量等因素的影響。天氣瓶可以粗略分析氣溫的高低，但無法精確預測下雨、颶風或下雪等天氣狀況。

本研究為天氣瓶的製作和應用提供了一定的參考，未來可以進一步探究以下問題：如何提高天氣瓶的準確度？天氣瓶是否可以用於其他領域？如何降低天氣瓶的製作成本？

伍、參考資料及其他

小學生動手做研究計畫：長出食鹽的人像—食鹽結晶實驗（2019年04月11日）。澳門：教業中學（分校）。取自 <https://mirror1.dsedj.gov.mo/science/proj/pridiy1819/pdf/sch19.pdf>

中華民國第55屆中小學科學展覽會：寒暖霜晶透春秋~探索天氣瓶（2015）。國立臺灣科學教育館。取自 <https://www.ntsec.edu.tw/article/FileAtt.ashx?id=10351>

中華民國第55屆中小學科學展覽會：晶奇再現-天氣瓶的結晶探討與改良（2015）。國立臺灣科學教育館。取自 <https://www.ntsec.edu.tw/article/FileAtt.ashx?id=10343>

天氣瓶（2017年3月25日）。國立台中教育大學。取自 <https://scigame.ntcu.edu.tw/chemistry/chemistry-033.html>

天氣瓶（2023年9月3日）。維琪百科。取自 <https://zh.wikipedia.org/w/index.php?title=%E5%A4%A9%E6%B0%A3%E7%93%B6&oldid=78772550>

屏東縣第61屆全縣國中小學科學展覽會：白雪皚皚—樟腦結晶探討—（2021）。屏東縣政府。取自 https://sci.ptc.edu.tw/Pthsci61/Upfile/Works/1614847300_348391_22.pdf

溶解度（2023年9月27日）。維琪百科。取自 <https://zh.wikipedia.org/w/index.php?title=%E6%BA%B6%E8%A7%A3%E5%BA%A6&oldid=79111764>

過飽和（2023年10月1日）。維琪百科。取自 <https://zh.wikipedia.org/w/index.php?title=%E8%BF%87%E9%A5%B1%E5%92%8C&oldid=79165144>