

投稿類別：國小組自然科學類

篇名：

魔術的結晶-天氣瓶

作者：

陳柏甫。宜昌國小。六年三班

黃俊諺。宜昌國小。五年二班

黃俐諺。宜昌國小。五年三班

指導老師：

張競育老師

許煒堃老師

壹、前言

一、研究動機

偶然間，在網路上看到一個叫做天氣瓶的商品，讓我們十分感興趣，網路上介紹，天氣瓶可以依照結晶的形狀不同，來預測天氣的變化，那是不是利用天氣瓶就可以來預測天氣?。這讓我們的好奇心快速的滋長，於是藉由這次的實驗，讓我們想探討這如魔術般的結晶現象。

二、研究目的與問題

我們的研究目的，主要在探討影響天氣瓶結晶的原因，是真的天氣影響結晶效果，還是有其他影響，要解開天氣瓶結晶的秘密，我們所要探討的問題是，什麼是影響天氣瓶結晶的結果，是溫度、成分、顏色哪個才是影響天氣瓶結晶主要的原因。

三、研究方法與預期效益

利用不同的變因，探討各種有可能影響天氣瓶結晶的原由，並利用觀察法來完成表格，並利用歸納法來完成所觀察到的所有現象，希望從這些方法中，探討出影響天氣瓶可能的原因，也希望就此實驗，可以找出讓天氣瓶結晶更美麗的方法。

貳、正文

一、製作天氣瓶

天氣瓶是個很有趣的新寵兒，一經查詢之後發現，原來在 17 世紀就已經出現了。他的成分比例包含 2.5g 的硝酸鉀、2.5g 的氯化銨、10g 的樟腦粉、33ml 的蒸餾水與 40ml 的酒精(95%)，為了方便製作，我們將所有比例乘上 10 倍，製作方式如下：

(一) 戴上手套，並用電子磅秤秤出 25g 的硝酸鉀、25g 的氯化銨與 100g 的樟腦粉。如下圖一所示



圖一實驗人員與材料

(二) 將 25g 硝酸甲與 25g 氯化銨溶在 330ml 蒸餾水中，攪拌至完全溶解。如圖二所示

魔術的結晶—天氣瓶



圖二測量氯化銨、硝酸鉀

(三) 將 100g 樟腦粉溶在 400ml 酒精裡，攪拌至完全溶解。如圖三所示



圖三將他們調成水溶液

待攪拌完全溶解後，再將兩個水溶液加在一起，此時會瞬間產生大量的結晶。如圖四至圖六



圖四將兩個水溶液混合 圖五倒下去的瞬間 圖六結晶湧現

(四) 慢慢的結晶會變少，為了加快將結晶溶解，我們將水容易泡在 50-70 度的熱水中。如圖七、圖八。



圖七 等待混和水溶液變成透明溶液 圖八時間和溫度會影響結晶

(六)待第二次結晶完全溶解，我們將水溶液裝入玻璃瓶內。
(七)水溶液冷卻後，就在瓶口塞上矽膠塞，並用封口膜封住。
(八)至此製作天氣瓶就大功告成。如圖九所示



圖九天氣瓶完成圖

二、天氣瓶水溶液的比例

在製作天氣瓶時，大家對於天氣瓶的配方有很大的興趣，所以我們試著改變水溶液的比例，設計兩個實驗，看看會有哪些不同的變化。

(一)正常比例 VS 蒸餾水多

正常比例為網路上的比例:樟腦粉 10g 蒸餾水 33ml 乙醇 40ml 氯化銨、硝酸鉀各 2.5g

蒸餾水多的溶液則是多加入 10ml 的蒸餾水，觀察一段時間，紀錄如下表一：

操縱變因 (蒸餾水)	水多	水少	水多	水少	水多	水少	水多	水少	水多	水少	水多	水少	水多	水少
日期	9月23日		9月24日		9月25日		9月26日		9月27日		9月28日		9月29日	
溫度 (攝氏)	28		27		27		27		26		27		29	
結晶狀況	成羽毛狀結晶但結晶較多。		成雪花狀結晶，結晶較少。		成羽毛狀結晶但結晶較多，且結晶大小較小。		成雪花狀結晶，結晶較少結晶較小。		成羽毛狀結晶但結晶較多，且結晶大小較小。		成雪花狀結晶，結晶較少結晶較小。		成羽毛狀結晶但結晶較多，且結晶大小較小。	

表一：蒸餾水多寡比較

根據多天的觀察發現，在天氣、溫度都一樣的條件下，發現蒸餾水多的天氣瓶，在結晶狀況和結晶形狀上面都有差異，但是隨溫度變化，結晶出現不同的改變。如圖十所展現情況(左邊為水少，右邊為水多)。



圖十水多水少的結晶狀況

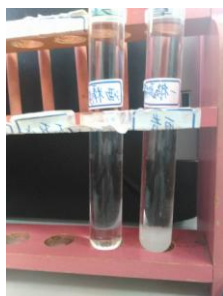
(二)正常比例 VS 酒精多

正常比例為網路上的比例:樟腦粉 10g 、蒸餾水 33ml 、乙醇 40ml 、氯化銨、硝酸鉀各 2.5g，乙醇多的溶液則是多加入 10ml 的乙醇，觀察一段時間，紀錄如下表二：

操縱變因 (酒精)	酒精多	一般	酒精多	一般	酒精多	一般	酒精多	一般	酒精多	一般	酒精多	一般	酒精多	一般
日期	9月23日		9月24日		9月25日		9月26日		9月27日		9月28日		9月29日	
溫度 (攝氏)	27度左右		26度左右		26度左右		26度左右		26度左右		27度左右		26度左右	
結晶狀況	無結晶	羽毛狀結晶	無結晶	碎花狀結晶	無結晶	羽毛狀結晶	無結晶	碎花狀結晶	無結晶	碎花狀結晶	無結晶	羽毛狀結晶	無結晶	羽毛狀結晶

表二:酒精多寡比較

酒精多寡很明顯的影響了結晶，酒精多的天氣瓶似乎都沒有酒精，但是酒精少的天氣瓶，結晶會有些改變，據觀察可以發現，酒精多寡會影響天氣瓶結晶狀況。如下圖十一所示



圖十一酒精多寡的天氣瓶

三、低溫的影響

在製作天氣瓶時，為了讓硝酸鉀、氯化銨與樟腦粉完全溶解，我們透過資料得知，運用隔水加熱的方式，當水溫在 50-70 度之間時，就能達到完全溶解，但是當慢慢降溫時，結晶也慢慢的出現，所以對於溫度的改變也有了好奇心，試著了解低溫對於天氣瓶的影響，也因此設計低溫觀察的實驗。

(一) 為了觀察低溫的影響，所以我們先設計了一個簡單的低溫觀察箱，為了環保與廢物利用，我們先到學校的回收室尋寶，沒想到有人眼睛一亮，看到一個大小適中的保麗龍箱，大家欣喜若狂，馬上解決的最大的難題；後來在自

然教室找到溫度計，在回收欄裡找到 4 個大小適中的飲料瓶，有人有些疑惑，原來可以裝水冰起來，直接做成冰塊，老師也從家中帶來保鮮膜與圖釘，就這樣，東討論西討論，慢慢的一個觀察箱就出爐了。如圖十二、十三所示。



圖十二自製溫度控制瓶 圖十三放入瓶裝冰塊

(二)第一次觀察：我們在低溫觀察箱內放進四個結冰的飲料瓶，再將天氣瓶放入，之後用保鮮膜將箱口封住，用圖釘固定，開始觀察低溫時天氣瓶的變化，紀錄如下表三。

第一次觀察記錄(9/21)	
冰塊放置	4 瓶
溫度	10 度左右
時間	觀察記錄
12:10	開始製作，放入天氣瓶與冰塊，並用保鮮膜封住。
13:03	天氣瓶壁上出現分散的結晶。
13:13	結晶開始連在一起。
13:22	結晶的量開始增加許多。
14:11	結晶大量出現，已經有半瓶多，瓶中還有像小雪花的結晶出現。

表三 溫度影響的第一次記錄

(三)第二次觀察：透過第一次觀察，我們改在低溫觀察箱內放進一個結冰的飲料瓶，其餘放置方式都一樣，開始觀察低溫時天氣瓶的變化，紀錄如下表四。

第二次觀察記錄(9/22)	
冰塊放置	1 瓶
溫度	20 度左右
時間	觀察記錄
10:40	開始製作，放入天氣瓶與冰塊，並用保鮮膜封住。

11:02	結晶不明顯。
12:30	結晶感覺有比較多。
13:33	結晶有從瓶壁上開始增加。
16:00	有比較明顯的樹枝狀結晶，結晶增加的量不多。

表四:溫度觀察第二次記錄

透過這兩次觀察，我們發現也確定低溫對於天氣瓶的結晶是有影響的。而且效果相當明顯，發現不只這樣，我們還發現，如果溫度是快速下降，通常天氣瓶的結晶會比較偏向碎花狀(如圖十四)，如果是比較長時間在常溫的天氣瓶會有羽毛狀比較大的結晶。



圖十四溫度快速下降的結晶狀況

四、顏色的影響

美麗的結晶一出現，大家都感到十分的有興趣，白色的結晶像雪一般，潔白又美麗，這時同學想說如果加一些不同顏色的染劑，會不會更漂亮，也因此老師帶我們找到了食用色素，看看顏色對於天氣瓶，會不會發生讓人驚艷的變化。我們製作了2個天氣瓶，1個加入紅色的食用色素，1個保持原本的樣子，觀察一段時間，紀錄如下表五：

操縱變因 (顏色)	紅色	一般	紅色	一般	紅色	一般	紅色	一般	紅色	一般	紅色	一般	紅色	一般
日期	9月23日		9月24日		9月25日		9月26日		9月27日		9月28日		9月29日	
溫度 (攝氏)	27度左右		26度左右		26度左右		26度左右		26度左右		27度左右		26度左右	
結晶狀況	結晶為碎花狀，但是結晶多 寡肉眼無法辨識。	結晶為碎花狀，但是結晶多 寡肉眼無法辨識。	結晶為碎花狀，但是結晶多 寡肉眼無法辨識。	結晶為碎花狀，但是結晶多 寡肉眼無法辨識。	結晶為碎花狀，但是結晶多 寡肉眼無法辨識。	結晶為碎花狀，但是結晶多 寡肉眼無法辨識。	結晶為羽毛狀，但是結晶多 寡肉眼無法辨識。	結晶為羽毛狀，但是結晶多 寡肉眼無法辨識。	結晶為碎花狀，但是結晶多 寡肉眼無法辨識。	結晶為碎花狀，但是結晶多 寡肉眼無法辨識。	結晶為羽毛狀，但是結晶多 寡肉眼無法辨識。	結晶為羽毛狀，但是結晶多 寡肉眼無法辨識。	結晶為羽毛狀，但是結晶多 寡肉眼無法辨識。	結晶為羽毛狀，但是結晶多 寡肉眼無法辨識。

表五 有無顏色比較



圖十五有無顏色的結晶狀況

根據這次實驗的觀察，發現在溫度和天氣都一樣的情況下，顏色的有無，影響結晶效果並不明顯，所以顏色的有無並不是真正影響天氣瓶結晶變化主要的因素，所以以初步，排除顏色影響天氣瓶的關係。

叁、結論

一、實驗結果

透過水溶液的實驗，我們觀察後，發現蒸餾水較多，結晶的量也比較多，酒精較多，結晶的數量較少甚至沒有結晶。在低溫觀察的實驗裡，第一次放 4 瓶冰塊，溫度馬上從 33 度降到 10 度左右，等待約 30 分鐘至 1 小時後，天氣瓶開始有結晶，不過結的結晶比較小，也比較散，但是有些結晶出現在瓶子水溶液中央，很有下雪的感覺。第二次只放 1 瓶冰塊，溫度從 32 度下降至 20 度，結晶相對慢很多，結晶的量也少很多，不過有出現樹枝狀的結晶，也因此我們認為，溫度越低，結晶的量也越多，溫差越大，對於晶型的樣貌會有影響。在顏色觀察的實驗中，觀察了 7 天，大家發現 2 瓶天氣瓶差異性不大，結晶的狀況都差不多，所以也排除顏色對天氣瓶的影響。

透過台中教育大學科學實驗室的資料，我們知道，Tanaka, Hagano, Kuno & Nagashima (2008) 的研究發現影響天氣瓶的結晶的主要因素是「溫度」。而該研究以「X 光繞射分析發現，天氣瓶內的結晶為樟腦的結晶」，不是硝酸鉀或氯化銨的結晶。另一方面，「硝酸鉀、氯化銨以及水，主要的作用為促使樟腦晶核的形成 (nucleation)」，產生小的星狀、雪花狀結晶。換言之，形成小雪花是因為冷卻較快時，樟腦迅速產生較多的晶核而分別結晶。當溫度降低很慢沒有產生晶核時，則結晶以擴散的方式成長，使結晶變長而成為樹枝狀。

根據很多文獻，大致上都是說明天氣瓶僅能透過溫度變化而改變結晶的狀況，無法實際預測天氣。泛科學專欄作者邱文凱：「從溫度還有氣壓這些東西，因為它們產生改變才有辦法去預測天氣，可是天氣瓶基本上，它只受到溫度的高

低和溫度變化速率影響，所以它是沒有辦法預測天氣的。」我們自己透過天氣瓶與天氣變化，發現無法連結，下雨天與晴天時天氣瓶的狀況差不多，沒有太大的變化，所以應該是無法預測天氣的。

二、遭遇問題

天氣瓶的實驗在製作過程和編成小論文時候，我們遭遇的第一個問題是關於天氣瓶的中文文獻有點少，雖然說是很早就被發明的器具，但是資料還是以外國的為主，閱讀上面有些困難，所以我們從網路資料開始，慢慢的去看一些關於化學原素與化學的書，瞭解水溶液與結晶的知識，實驗過程也遇到一些問題，有些時候很多實驗不是馬上就有結果，所以不確定實驗成功與否，所以需要時間，加上團員們相聚時間並不是很多，每次團員見面就是需要出現一個結果，天氣瓶這種實驗有時候必須克服時間和溫度，因為臺灣天氣暖和，除了某些高山，不會有下雪的天氣，為了有模擬雪天，和老師討論，製作出溫度觀測箱，才得以觀察。有些文章說天氣瓶需要超過兩個禮拜才會有結晶，好在我們的實驗很快就有些結果，否則就感不上這次的比賽了。

三、未來期許

這次的實驗主要是經由眼睛目測觀察及歸納，希望未來有時間可以透過精密儀器，去瞭解結晶真實的量，讓實驗更精準，還有變因的部分，其實還有很多實驗我們想知道，例如：結晶部分，是否可以用其他東西代替，還有氯化銨、硝酸鉀，這兩個成分是否可以找其他東西取代，但是礙於學校的實驗器材有限，所以如果有機會，想去更大的實驗室做更多變因實驗，瞭解天氣瓶的奧秘。

肆、引註資料

一、化學元素導覽 Alberta Stwerka 著 田曉伍、任金霞譯(1996)世潮出版有限公司

二、元素圖鑑 左卷健男, 田中陵二著 譯者：張東君(2013) 聯經出版公司

三、元素生活：118 個 KUSO 化學元素，徹底解構你的生活 寄藤文平著 譯者張東君(2010) 遠流出版事業股份有限公司

四、痞客邦(2015)--手做天氣瓶(2015/9/30 取用)

<http://sme2.pixnet.net/blog/post/41835943-%E6%89%8B%E4%BD%9C---%E5%A4%A9%E6%B0%A3%E7%93%B6>

五、TVBS(2015【科學不一樣】樟腦附著晶核上 溫度變化讓天氣瓶結晶

(2015/9/30 取用)

<http://news.tvbs.com.tw/old-news.html?nid=577886>

六、國立台中教育大學 NTCU 科學教育與應用學系 科學遊戲實驗室 天氣瓶
(2015/9/30 取用)

<http://scigame.ntcu.edu.tw/chemistry/chemistry-033.html>

七、中國氣象報社(2015/9/30 取用)

http://www.cma.gov.cn/kppd/kppdqxsj/kppdhwsn/kppdhysmpic/201501/t20150113_271892.html

八、維基百科 晶體學(2015/9/30 取用)

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%99%B6%E4%BD%93%E5%AD%A6>

九、賽先生科學工廠 -北國結晶風暴球-大(含木座)/大人の天氣預報(2015/09/30 取用)

http://www.mr-sai.com/web/product.php?id=JPY120589&mc_id=