國小自然教室裡的化學探究與實作—以製作天氣瓶為例

葉雅婷

國立臺北教育大學自然科學教育學系碩士在職專班

vvsky@apps.ntpc.edu.tw

■ 前言

一百零八學年度開始，十二年國教的新課綱即將上路，為配合十二年國教課程的連貫性，相關的課綱內容也進行了些微的調整。在自然科學領域當中，制定了核心素養的三大內涵：(一)提供學生探究學習、問題解決的機會，並養成相關知能的「探究能力」;(二)協助學生了解科學知識產生方式和養成應用科學思考與探究習慣的「科學的態度與本質」;(三)引導學生學習科學知識的「核心概念」。從核心素養可以發現，新課綱希望培養學生在學習「核心科學概念內容」之外，同時重視學生在 「探究能力」和「科學的態度與本質」兩方面的「學習表現」，使學生知而後能行。因此，筆者希望藉由課外的課程–天氣瓶的製作，讓學生從觀摩前人的設計中，來培養探究的能力。讓學生從自己動手操作的過程中，發現問題進而解決問題，並建立實作的能力。

■ 「天氣瓶」介紹

天氣瓶在歷史上又被稱為風暴瓶(Storm Glass)。在 18 世紀～19 世紀的歐洲，曾被當作天氣預報的工具。天氣瓶是在密閉的玻璃容器中，裝入多種化學藥品組成的透明溶液，它會根據外界的溫度變化，呈現出不同型態的結晶，舊時被用來預報天氣的變化，現在則為美麗的科學裝飾品。

圖一 自製的天氣瓶

名　稱	數量
1.燒杯（500 mL）	12
2.玻棒	12
3.量筒（100 mL）	8
4.藥品匙	2
5.電子天平	1

■ 課前準備

一、藥品

名　稱	容量	數量
1.硝酸鉀（KNO_3）	500 g	1
2.氯化銨（NH_4Cl）	500 g	1
3. 天然樟腦粉（Camphor，$C_{10}H_{16}O$）	500 g	1
4.蒸餾水（純水，H_2O）	2500 mL	1
5. 酒精（95%，C_2H_5OH）	500 mL	5

二、器材

■ 教學活動設計

本次教學活動時間為連續兩節課 80 分鐘，先觀看影片引起學生動機，觀察天氣瓶縮時攝影影片

（https://www.youtube.com/watch?v=zMERMaTxECA　）。接著進行以下四個發展活動。

活動一：探討生活中的結晶體

1.介紹結晶的概念。

2.請學生分享生活中看過的結晶。

活動二：介紹天氣瓶原理

1.簡介天氣瓶的歷史及展示天氣瓶。(見圖二)

2.介紹製作天氣瓶的相關藥品與器材。

2.介紹天氣瓶的製作原理。

圖二　學生製作天氣瓶成品展示

活動三：動手製作天氣瓶

1.說明天氣瓶的藥品比例

2.提出假設，並以「酒精加入的容量」為操作變因，分為實驗組（3 組）與對照組（3 組），進行實驗。將一般市售的天氣瓶酒之酒精比例（40ml）為對照組。

表一　實驗組與對照組之藥品配置量

藥品	實驗組	對照組
硝酸鉀	2.5g	
氯化銨	2.5g	
天然樟腦粉	10g	
蒸餾水	33ml	
酒精	50ml	40ml

3.請學生以小組人數（4 人）為單位，計算出小組的藥品重量。

4.學生自行動手秤量、操作，共同製作後再進行分裝。

活動四：實驗結果討論和分享

1.　發下學習單，進行小組討論及填答。

2.說明之後的實驗觀察記錄方式。

3.發下回饋單，並請學生填答。

4. 提醒學生將器材清洗乾淨並歸位。

■ 學生實驗步驟及操作過程

一、實驗步驟

1.A 杯：硝酸鉀 10 g 加氯化銨 10 g 置入燒杯中，並加入 132ml 的蒸餾水，攪拌至完全溶解。(見圖三)

2.B 杯:天然樟腦粉 40 g 加入 95%酒精 160 ml 當作對照組，天然樟腦粉 40 g 加入 95%酒精 200 ml 當作實驗組，置入燒杯中，並攪拌至完全溶解。

3.將 A 杯和 B 杯的溶液倒入同一燒杯中混合。(見圖四)

4.混合後，再將混合的溶液放置於 40℃溫水中隔水加熱並靜置，待白色沉澱逐漸溶解至形成澄清透明溶液為止。

5.將澄清溶液倒入觀察用的玻璃瓶中，等其冷卻後加蓋。

6.製作完成的天氣瓶靜置 3～5 天，等天氣瓶內的結晶穩定後，即可進行晶體觀察。

圖三 秤量藥品重量

圖四 將 A、 B 杯混合

■ 實驗過程的發現及討論

請學生在操作的過程中，將觀察到的現象記錄下來並進行討論，可探究討論的問題如下:

一、學生在操作的過程中，發現在調配 A 杯溶液時，杯壁會變的冰涼，請問學生這是什麼原因造成的？讓學生進行分組討論後發表。

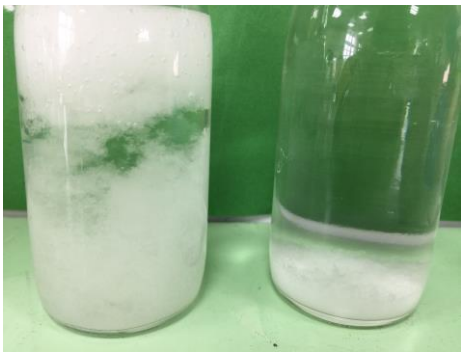
二、將 A 杯和 B 杯混合後，學生發現無法讓混合液攪拌至澄清狀態，請學生討論有什麼方法可以解決這個問題？將討論結果寫在小白板上，並進行分享說明。

三、隔水加熱攪拌至澄清狀態後進行分裝，學生在相互觀察的過程中發現，雖然藥品比例皆相同，但盛裝完的溶液仍有澄清及些微混濁的分別，請學生討論可能是什麼原因造成的？

四、將分裝後，澄清及些微混濁的成品進行標記，進行結晶觀察，發現澄清的混合液所產生的晶體較細小，而些微混濁的混合液所產生的晶體卻相對較粗大，有可能是什麼原因造成的？

五、請學生進行實驗後的觀察，比較對照組與實驗組的結晶狀況，請學生詳述兩組不同實驗的結果代表的意義為何？(實驗發現對照組的結晶較多，實驗組的結晶較少。(見圖五))

六、請學生討論，綜觀整個實驗流程，若要再進行一次實驗，則哪些細節須要特別注意並進行修正，才可讓實驗更完善？



(圖五) 對照組（左）與實驗組（右）比較

■ 學生課後回饋單

筆者任教的國小，家長的社經背景偏向工業，平日較無機會安排學生參與相關的科學營隊；因此，學生除了學校課程外，較無機會進行課外的實驗操作。此次進行實驗的學生有 24 人，12 位男生及 12 位女生。

在課程結束後，筆者發下教學回饋單請學生進行填答，以作為未來教學改進之參考。學生的回饋內容摘錄如下：

學生 a：喜歡。因為可以自己動手操作，而且看到成品很美麗的時候很有成就感。

學生 b：喜歡。但是配置藥品的時候，味道好重，讓人有點難受。

學生 c：喜歡。因為做出來的結晶很漂亮。

學生 d；喜歡。原來生活中有這麼多的結晶體，希望我的天氣瓶也能這麼美麗。

從回饋單中可以發現學生喜歡製作天氣瓶實驗的原因，因為不僅可以自己動手操作，還能藉由實驗的成品進行結晶的觀察，甚至有學生希望回家後，能自行購買材料，帶家人一同製作天氣瓶。

■ 課程實施問題與困境

教學活動設計，主要分為三個部分：「生活中的結晶體」、「天氣瓶原理」以及「天氣瓶製作」。以下依照三項活動的課程內容和實施困境進行簡單描述。

表二 國小學生製作天氣瓶之課程內容和實施困境

	課程內容	實施困境
活動一 探討生活中的結晶體	1.和學生解說結晶的原理。 2.請學生舉生活中常見的例子。	1. 因為學生的背景知識較不足，所以在解釋結晶的現象時，只能用較淺顯的說法來說明。 2. 學生能舉出生活中結晶的例子，但對原理卻無法運用學習過的鹽結晶實驗來進行說明。

活動二 介紹天氣瓶原理	1.進行天氣瓶的歷史介紹，讓學生對天氣瓶的過往有個簡單的了解。 2.天氣瓶的藥品及器具介紹，讓學生對今日使用的藥品有個初步的認識，並了解器具在操作時應注意的事項。 3.進行天氣瓶的原理說明，讓學生對於天氣瓶的結晶過程及原理能有基本的了解。	1. 硝酸鉀、氯化鈉及天然樟腦粉是學生過去沒有接觸過的藥品，因此對他們而言相當新奇，但受限於學生的學習經驗，所以只能簡單說明帶過。 2.學生對器具的名稱和使用方式不是非常正確，導致實驗產生誤差。例如：測量溶液容量時，沒有平視液面。
活動三 動手製作天氣瓶	1.說明市售的天氣瓶比例。 2.提出假設後，請學生找出操作變因及控制變因。 3.進行分組，並請學生計算出各組藥品的重量後開始製作。	1. 操作變因和控制變因的定義，只有少數學生能簡單說明。 2. 配置溶液需要花費一些時間，少數學生會耐心不足而不斷詢問。 3. 實驗過程中，各組使用相同份量的藥品，但成品卻仍有差異。

■ 課程設計修正

針對上述所產生的問題，進行課程設計的修正：

一、可先使用鹽結晶實驗來喚起舊經驗，輔以相關的影片欣賞，再以此來解釋結晶的現象及原理。

二、在進行實驗步驟說明前，可先幫學生複習五年級學過的假設、操作變因及控制變因的定義。

三、 實驗操作前，先 詳細的介紹各器材的使用方式及注意事項。例如：測量溶液容量時，需平視液面，方可減少誤差。

四、可增加天氣瓶結晶形狀的說明，讓學生在觀察時能更清楚、明確的界定結晶形狀，降低各組之間紀錄的誤差。

五、根據學生的討論結果，要避免相同配比卻有不同澄清度的結果，在實驗細節上可進行以下的設定：

1.在進行 A、B 杯及 A+B 混合液的攪拌時，可規定攪拌的方向、次數及速度。

2.隔水加熱的溫度及時間要統一。

3.加熱後裝瓶的時間要一致。

■ 結語

生活中其實處處是科學，從天氣瓶的歷史可以發現，當人們面臨自然中的相關問題時，很多都需要藉由科學探究的方式來進行解決；因此，從日常生活中的現象和問題，培養學生探究與問題解決的能力，讓學生將所學運用在實際生活中，將是非常重要的課題。在本課程中，利用前人設計的天氣瓶來進行實驗操作，讓學生在操作的過程中能更加了解實驗過程的相關流程，還能培養學生實作的能力，從而建立起對科學的興趣。

謝誌

感謝國立臺北教育大學自然科學教育學系 105 學年度碩士在職專班碩一課程—化學特論（一）的周金城教授及全體同學協助，提供本文架構調整與內文修正之意見。

■ 參考資料

1.十二年國教課綱草案。

http://12cur.naer.edu.tw/main/showNews/297。

2.十二年國教自然科學領域 Q&A。

http://web.cmgsh.tp.edu.tw/mediafile/20290013/knowledge/176/19/239/2015-11-30-11-52-35-nf1.pdf 。

3. 許良榮 (2015)。改良式天氣瓶。臺灣化學

教育，第七期。

http://chemed.chemistry.org.tw/?p=6866。

4. 李燕玲 (2016)。國小學生製作美麗的天氣瓶。臺灣化學教育，第十四期。

http://chemed.chemistry.org.tw/?p=18688 。

5. 天氣瓶，維基百科。

https://zh.wikipedia.org/zh-tw/天氣瓶 。

6. 黑熊老師的實驗室。

http://2013taiwanblackbear.blogspot.tw/2015/05/blog-post.html 。

7. 天氣瓶縮時攝影影片。

https://www.youtube.com/watch?v=zMERMaTxECA。

■ 附錄

附錄一、教學活動設計

<table>
<tr><td colspan="2">教學領域</td><td colspan="3">自然與生活科技領域</td></tr>
<tr><td colspan="2">教學單元</td><td colspan="3">國小自然教室裡的化學探究—以製作天氣瓶為例</td></tr>
<tr><td colspan="2">教材來源</td><td colspan="3">自編</td></tr>
<tr><td colspan="2">教學年段</td><td>六年級</td><td>教案設計</td><td>葉雅婷</td></tr>
<tr><td colspan="2">教學時間</td><td>80 分鐘</td><td>教學者</td><td>葉雅婷</td></tr>
<tr><td rowspan="5">教學目標</td><td colspan="4">學生經驗</td></tr>
<tr><td colspan="4">1. 對「溶解」和「結晶」概念有基本的認識。
2. 有基本的實驗設計概念。
3. 對實驗器材有基本的認識，能正確操作並注意安全。</td></tr>
<tr><td colspan="4">本節具體目標</td></tr>
<tr><td colspan="4">1. 能了解溫度的改變會影響結晶的多寡。
2. 能透過聆聽、運算、思考、操作，了解天氣瓶的製作原理和方法。
3. 能透過觀察及操作，發現不同的酒精量會影響結晶的結果。</td></tr>
</table>

教學活動	教學時間	教學媒體
壹、準備活動 **一、課前準備**		

1. 教學用 PPT、實驗學習單、天氣瓶（成品）。 2. 硝酸鉀、氯化銨、天然樟腦粉、蒸餾水（純水）、酒精。 3. 實驗器材（每組）：燒杯 500 mL*2、玻棒*2、抹布*1。 4. 實驗器材（共用）：電子秤、湯匙*2、量筒 100 mL *2。	5 min	電腦
二、引起動機 （一）欣賞天氣瓶縮時攝影影片 （https://www.youtube.com/watch?v=zMERMaTxECA ）	10 min	PPT
貳、發展活動 **活動一、生活中的結晶體** （一）結晶是什麼？ 1. Q：說說你們對結晶的認識？ 2. 統整：利用各種方法，產生出有一定幾何形狀或內部分子整齊排列成晶體的過程。這些晶體在自然環境中很常見例如：鹽。此外，也可以藉由實驗來獲得，例如：人工鑽石。 （二）請學生分享生活中看過的結晶。 **活動二、天氣瓶原理** （一）天氣瓶的歷史 1.說明：天氣瓶在歷史上又被稱為風暴瓶（Storm Glass）。在	15 min	PPT

18 世紀～19 世紀的歐洲，曾被當作天氣預報的工具。天氣瓶是在密閉的玻璃容器中，裝入多種化學藥品組成的透明溶液，它會根據外界的溫度變化，呈現出不同型態的結晶，舊時被用來預報天氣的變化，現在則為美麗的科學裝飾品。 （二）介紹製作天氣瓶的相關藥品與器材的使用方法。 1.藥品：硝酸鉀、氯化銨、天然樟腦粉、蒸餾水（純水）、酒精。 2.器材：燒杯、玻棒、電子秤、湯匙、量筒。 （三）介紹天氣瓶的製作原理。 1.說明：天氣瓶內的結晶，主要來自於樟腦。樟腦難溶於水，易溶於酒精。當溫度上升時，瓶內樟腦的結晶會溶解；溫度下降時，樟腦的結晶會被析出。而瓶內的氯化銨、硝酸鉀和水，則是可以提升樟腦的結晶速度。	30 min	PPT 實驗器材 實驗藥品
活動三、天氣瓶製作 （一）市售天氣瓶的藥品比例。 1. 說明： (1) 硝酸鉀 2.5 公克 (2) 氯化銨 2.5 公克 (3) 蒸餾水 33 毫升	20 min	

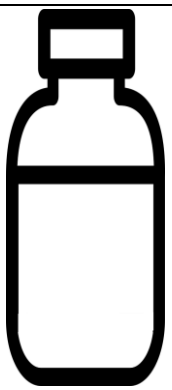
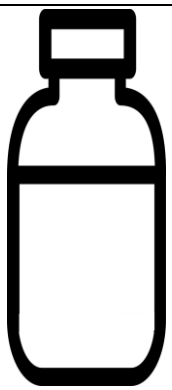
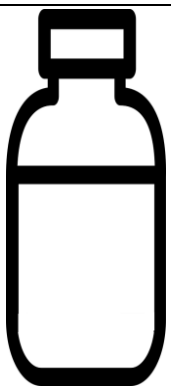
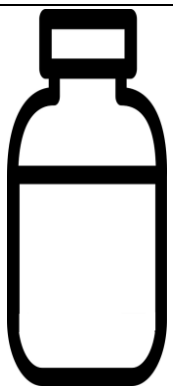
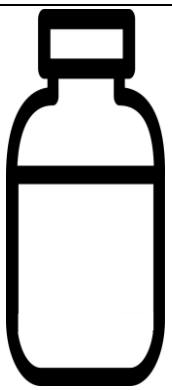
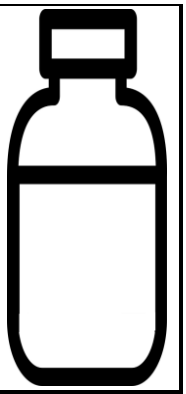
(4) 樟腦 10 公克 (5) 酒精 40 毫升 (二) 實驗設計 1. 以「酒精加入的容量」為操作變因，分為實驗組(3 組)與對照組(3 組)，以市售的天氣瓶酒精比例為對照組。 (1) 實驗組：酒精 50mL (2) 對照組：酒精 40mL 2.請學生以小組人數(4 人)為單位，計算出小組的藥品重量。 3.實驗操作注意事項提醒。 4.學生自行動手秤量、操作，共同製作後再進行分裝。 **參、綜合活動** **活動四、實驗結果討論和分享** (一)討論並完成學習單及回饋單。 1. 發下學習單，進行小組討論及填答。 2.說明之後的實驗觀察記錄方式。 3.發下回饋單，並請學生填答。 (二)器材整理。 1. 提醒學生將器材清洗乾淨並歸位。		實驗觀察學習單 實驗回饋單

附錄二、實驗觀察學習單

班級：_____ 座號：_____ 姓名：_____
假設：
操作變因：
控制變因：
應變變因（結果）:

藥品名稱	實驗組藥品重量	對照組藥品重量
硝酸鉀		
氯化銨		
蒸餾水		
天然樟腦粉		
酒精		

	實驗組	對照組	實驗組	對照組	實驗組	對照組
日期						
溫度						

結晶情形 (請畫出)						

附錄三、實驗回饋單

一、你喜歡這堂課嗎？為什麼？

_____

_____

_____

二、這堂課你學到了什麼？(至少寫兩項)

_____

_____

_____

三、想說的話：

_____

_____

_____

_____