
改進國中理化課程教學

—趣味科學實驗

楊明獻

苗栗縣立大湖國民中學

壹、前言

面臨即將施行的十二年國教，我們常聽到家長及學校老師抱怨，教材越教越多元，學生程度及學習意願越來越低落，許多學生不需要認真念書就有學校可讀，真不知道該如何是好，很多父母親索性將小孩送到私立學校或補習班補習，然而無趣的教材只是讓絕大多數的學生望之生畏，在學生的內心並不喜歡這樣的科目(特別是數理科)，更遑論會在生活中應用所學的知識，我們發現了這樣的問題出在課程教材上。然而從近來的學測成績及教學狀況中發現，學生對理化科學習意願低落、學習成效不彰(以本校為例，學測自然科平均分數約 26~30 分)。有鑑於此，研究者認為欲提昇學生對理化科的學習成效，必須使學習者能有興趣地主動參與學習過程，故以趣味科學實驗的教學方式，增進學生的學習興趣及意願，進而從實驗當中闡述高深的科學原理，讓學生易於體會科學意涵，如此一來，學生便不會恐懼學習理化課程，亦能提升學生創造思考的能力。筆者以苗栗縣某國中生為研究對象，發展一套兼具趣味性的實驗課程，透過落實在教學現場的方式，期待讓理化課程跨向一個新的

里程，走出正規的課堂教學，以一種寓教於樂的方式，讓學生在遊戲中也能學生到科學原理，讓學生體會甚麼是「生活中的科學」。

貳、科學實驗設計之探討

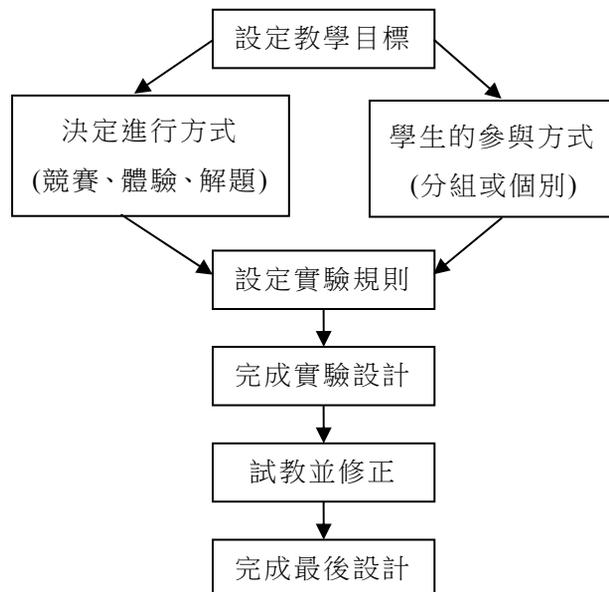
科學教育中最重要的便是科學實驗活動，科學實驗教學是學校科學教育中不可或缺的一環，科學實驗是科學教育的核心。學校在正式課程之外，安排非正式的科學實驗課程，可增進學生對科學實驗的興趣，輔助學生對自然科課程的學習，故發展趣味科學實驗課程是學校提升學生對「自然與生活科技」課程學習興趣最可行的作法。葉富源(2003)則指出：趣味科學乃是「以生活的簡單題材，在生活化、趣味化、安全、操作簡單、有實質的意義及容易成功的原則下，所設計讓參與者能親自操作，並藉由活動過程引起科學興趣，獲得科學知識的科學活動」。鄧文華(1995)、陳惠芬(2000)、郭騰元(2000)等指出趣味科學便是一種寓教於樂教學方式，通常是先有一個想法，並努力為這個想法找一個答案，同學可從中體會科學原理，並使學生產生思考行為。現今教育環境已

不容許教師仍只有使用傳統的教學方式，趣味科學融入課程教學是可以讓師生互動良好、消彌課程壓力的教學方法。

學校裡的考試太多，學生要日以繼夜的準備，雖然學校也安排了科學實驗課程，但往往實驗課程本身也設計得相當乏味，與生活脫節，而市面上的科學叢書，許多實驗只是單純地教學生做出成品或觀察現象，比較適合國小學童教學使用，大部份的科學實驗未必適合用於國中理化科的教學上，故仍須由教學現場的國中自然科教師設計一套適合國中教學的科學實驗，筆者則是採用 Coble and Hounshell(1982)的科學實驗設計流程進行設計(圖一)，以期

能設計符合教學需求的實驗。

研究者乃是根據市面上的科學叢書、科學研習月刊、輔導團研習手冊等參考文獻，並配合課程單元之教學目標，加以編修設計趣味科學實驗，將它融入教學單元之中。研究者對趣味科學實驗的設計與選定原則是依據單元的相關性進行融入：(一)從原本教科書中的實驗進行改編設計，(二)從教科書中所提及的原理概念，進行創新設計。所以，本研究所設計的趣味科學實驗盡可能與課程單元有高度相關性，以免實驗與課程產生學習上的落差，並兼顧趣味性與實用性。



圖一、趣味科學實驗設計流程
(Coble & Hounshell, 1982)

參、國中理化課程之趣味科學實驗設計

一、可樂噴泉(部份取材自張哲政(2006))

(一)適用對象：國中二年級學生

(二)融入單元：物質的溶解度

(三)融入時間點：在教科書中，「物質的溶解度」是放在「空氣與水」章節中的「溶質與溶劑」單元之下，在「溶質與溶劑」單元裡，首先介紹何謂溶質、溶劑、溶液，接著介紹重量百分濃度的計算、飽和與未飽和溶液的定義，最後介紹溶解度的意義與不同溶質在不同溫度、壓力下的溶解度，此章節在一般老師的教學呈現下，多會著重在「計算」的部份，包括：濃度、溶解度的算法，即便是學測題目在此章節的題型也多繞著溶解度打轉，我們的學生看到此單元的想法就是：「又是計算題！」既無奈又沒興趣，即使真的會寫題目，但「溶解度」對他來說就是數學演練，學生從不會覺得它跟生活有關，本研究融入此趣味實驗的目的，只是想告訴學生，溶解度就是和生活有關，它充滿的趣味與刺激，重點是還有飲料可以喝。學生可以從實驗中了解汽水中不只一種的溶質，不同的溶質影響它的溶解度因素不同，尤其是過飽和的二氧化碳一但受到干擾就會產從汽水中跑出來，做完實驗學生就會更了解溶解度的概念。

(四)教學步驟：

1. 目的與原理：探討曼陀珠或其它物質加入可樂中所產生的現象。可樂中含有二氧化碳，而二氧化碳溶於水時，會產生碳酸。工廠通常是利用高壓來將二氧化碳灌入飲料當中，因此在正常一大氣壓下，可樂內部是處於高於一大氣壓下的狀態，當可樂開瓶後，裡面高於一大氣壓的二氧化碳就會形成過飽和溶液，是個非常不穩定的狀態，若這時丟入干擾源曼陀珠後，便會破壞平衡造成干擾，使得二氧化碳帶著可樂快速釋出。
2. 實驗材料：可樂(至少是 1 公升裝)、曼陀珠、酸梅、活性碳等物質。
3. 實驗步驟：
 - (1) 先將可樂冷藏過後(冷藏的目的是為了增加二氧化碳的溶解度與穩定度，不會一開瓶氣體就跑光)，再從冰箱取出。
 - (2) 取 3 顆曼陀珠放入大量筒(250mL 以上)，並蓋上小紙片(或珍珠板)。
 - (3) 將可樂放在大托盤上(避免可樂弄髒環境，還可回收再用)，輕輕旋開瓶蓋，不擾動可樂，並將紙片及裝有曼陀珠的量筒倒置在可樂瓶口上。
 - (4) 重覆步驟 2~3，並將曼陀珠的數目增加至 6 顆、9 顆，3 瓶可樂完成準備工作後，同時抽開紙片，讓曼陀珠掉入可樂內，觀察可樂噴泉的高度及剩下可樂的量，順便觀察噴出來的可樂是否還有含二氧化碳氣體呢？

- (5) 重覆步驟 2~4，改以酸梅、活性碳作實驗，觀察可樂噴泉的高度及剩下可樂的量是否有所改變呢，前述實驗的變因為何？



圖二、可樂噴泉實驗裝置圖

- (五) **學生反應**：經研究者實際試教後發現，大部份學生都對此實驗感到新奇、有趣，學生能從實驗中看到曼陀珠因溶於水中而趕出二氧化碳的現象，學生也能聯想到沙士加鹽巴會產生大量氣泡便是雷同的現象，至於曼陀珠效果為何如此強烈，我們也用酸梅、活性碳等物質進行測試，讓學生了解不同物質所造成的差異性。透過實驗完成，大多數的學生都能理解曼陀珠溶於水會排擠二氧化碳，但卻不太清楚像活性碳等物質不溶於水，為何能趕出二氧化碳，這部份便涉及到「過飽和溶液」的概念，二氧化碳溶於汽水中是處於高壓的過飽和狀態，只要溫度升高或壓力降低或

其它溶質加入或物質擾動都有可能造成溶質析出(二氧化碳跑掉)，所以只要加入擾動物質便可以達到此效果，當然活性碳也是其中一例，只是效果好壞不同罷了，透過一個實驗讓學生了解許多不同的概念，也有助於增進學生對生活疑問的釐清能力與建立科學實驗步驟的邏輯性。

二、竹蟬、養樂多魔笛、吸管笛

(一) **適用對象**：國中二年級學生

(二) **融入單元**：波動與聲音

(三) **融入時間點**：「波動與聲音」這個章節對國中學生來說並不是個困難的章節，除了第一單元「波的種類與形式」有涉及到波的性質與波速的計算外，之後的單元便著重生活中聲波的應用等。雖然我們每天都聽得到聲音，但「聲音」看不到又摸不到的抽象性，往往很難對學生描述清楚，加上課本的實驗往往太過制式化，很難引起學生的興趣。以「傳播聲音」的二大要素—介質、快速振動為例，課本的實驗只是打鼓、敲音叉、趴在桌上聽鬧鐘，至於「波以耳」實驗所需的器材也不是每個學校都有(就算有也只是老師代為操作)，很難引起學生共鳴，本研究以古時後童玩的角度，切入聲音的章節，讓學生親自動手製作能夠發出「聲音」的玩具(本身非發聲體)，並體驗童玩中的科學。

(四)教學步驟：

◎原味的夏天—竹蟬



圖三、竹蟬完成品

1. 原理：利用物體磨擦振動而發出聲音。
2. 材料：保特瓶、竹筷、竹籤、棉線、松香、電氣膠帶等
3. 製作方法：
 - (1) 取一個保特瓶並切下上半部(約近瓶口 1/3 處)含瓶蓋的地方。
 - (2) 以鐵釘燒熱在瓶蓋上打一個足以讓棉線穿過的小洞，取一段棉線穿過小洞後，以一小段竹籤固定，使棉線卡在瓶蓋上。
 - (3) 取竹筷於末端纏繞電氣膠帶各二段，此二段相距約 0.2~0.5cm 左右，於此二段的凹槽處塗抹松香，可使旋轉更易發出聲音。
 - (4) 將棉線的另一端綁在竹筷的凹槽處，不可綁太緊(要有旋轉空間)，以利轉動。
 - (5) 以色彩與紙片，裝飾共鳴器(保特瓶瓶身)。
 - (6) 手握竹筷的一端，使共鳴器轉動，並可發出與竹蟬相近的聲音。

◎養樂多魔笛

1. 原理：藉由魔笛的製作，認識到能聽到「聲音」是因為「振動」和「介質傳遞」所造成，要兩同時存在才會有聲音的產生。此外，還可以介紹聲音的三要素為：響度、音調、音色。
2. 材料：養樂多罐、熱熔膠槍、熱熔膠、剪刀、粗吸管、可彎式吸管、汽球、橡皮筋。
3. 作法：
 - (1) 在養樂多底部中央以熱融膠槍頭鑽洞，洞口大小以能剛好將粗吸管放入養樂多罐內為準，粗吸管要突出罐口外，其間的空隙以熱融膠封緊，不可漏氣。
 - (2) 再以熱融膠槍頭在瓶身融出一個吹氣孔，足以插入小吸管，將小吸管插入後，其間的空隙以熱融膠封緊，不可漏氣。
 - (3) 用剪刀將 10 號汽球剪掉上半部，並將下半部套在養樂多瓶口上，用橡皮筋綁住，汽球膜要繃緊，看看粗吸管的另一端是否緊貼住氣球膜。
 - (4) 從小吸管吹氣，若能發出聲音即可算製作成功。
 - (5) 若無法發出聲音，檢查是否有漏氣的地方，汽球膜有沒有綁緊。
 - (6) 試著將突出罐子的粗吸管鑽數個小孔，如同直笛般，以手指按住小洞，並依序放開，聽聽看聲音的高低是否有所改變呢？
 - (7) 將汽球膜改換成保鮮膜，觀察發聲的效果是否有變化呢？

(8) 將突出罐子的粗吸管剪成不同長度，觀察發聲的效果是否有變化呢？

4. 注意事項：

- (1) 此活動可配合課程聲音單元的教學，因膜笛發聲時可明顯觸摸到振動，藉此強化學生振動發聲的印象。
- (2) 製作時要注意到整組笛子需達到密封不漏氣的狀態，測試的方法為壓住內管吹氣測試有無空氣露出。
- (3) 影響聲音高低音的因素在於振動頻率的強弱，汽球的鬆緊對發出音調高低的影響正可說明此原理。



圖四、這才是正確的吹法



圖五、魔笛成品

◎吸管笛(部份取材自許良榮(2009))

1. 原理：「聲音」是因為「振動」和「介質傳遞」所造成，要兩同時存在才會產生。本實驗的目的是要同學了解聲音的產生必然某種物質快速振動所造成，就如同本實驗的吸管笛，便是由吸管前端的兩片尖狀吸管薄膜，就像是雙簧管的簧片一樣。吹氣時，吸管薄膜快速震動，與吸管內的空氣柱產生共鳴，因此可以發出巨大聲音。
2. 材料：吸管一支、剪刀一把。
3. 作法：
 - (1) 先取一根吸管將其一端以原子筆壓扁，並將壓扁的一端斜剪成尖狀。
 - (2) 用嘴唇輕輕含住尖端處(輕輕含住即可，千萬不可咬住)，用力吹氣，讓兩片尖狀吸管薄膜能夠在嘴巴內快速振動，即可發出響亮的聲音。
 - (3) 試著在吸管上打幾個小洞，就如同直笛一樣，以手指按住小洞，並依序放開，聽聽看聲音的高低是否有所改變呢？



圖六、吸管笛成品



圖七、學生吹吸管笛

(五) 學生反應：

經研究者實際試教後發現，學生在實驗中體會到這些童玩中也隱藏了科學原理，學生對「竹蟬」的印象深刻，因為學生聽過夏天蟬叫的聲音，卻沒想到可以製造出類似蟬叫的聲音，許多學生都有看過類似坊間「竹蟬」的玩具，大多以為那樣的聲音是因為竹子所發出來的，經過實驗之後，學生才了解「竹蟬」的發聲原因在於「棉線與松香的磨擦，促使棉繩振動傳聲」所造成，但此實驗最大的困難點在於松香的塗佈並不容易，可能旋轉幾次松香便磨損掉，降低發聲的效果。

「養樂多魔笛」則是一個相當有趣且富有創造性的實驗，利用生活中的回收物製作一個可以發出巨大聲響的發音器，顛覆學生的想法，這些東西單獨使用都不可能發出這麼大的聲音，結合在一起卻有出其不意的效果，教師在實驗的過程中解釋發生的原理是「汽球膜被振動帶動粗吸管

內空氣震動而發聲」所造成，學生便會聯想到直笛的吹奏，有學生便會提問：「粗吸管的長短會影響聲音大小嗎？」「粗吸管鑽孔會跟笛子一樣嗎？」老師便可順便提到下個單元「聲音三要素」的概念，也先為下一次的教學提供先備知識。此實驗學生常會出錯的地方包括：(1) 吸管端與汽球膜接觸不夠緊，(2) 瓶身與吸管接縫處會漏氣等，會造成無法發聲，需要老師從旁檢查協助。

研究者在進行「吸管笛」實驗時，先發給每位學生一根吸管，試著讓大家想辦法吹出聲音(結果當然是發不出聲音)，等大家一籌莫展時，再告訴學生吸管的剪法，等學生剪完後試吹仍吹不出聲音，再由老師示範正確吹法，學生驚訝之際在告速學生吹奏最重要的技巧--「薄膜振動」，也可藉此機會告訴學生許多樂器都是靠簧片振動發聲的，讓學生動手做一次，也加深學生對樂器原理的印象。

三、自製溫度計

(一) 適用對象：國中二年級學生

(二) 融入單元：熱與溫度

(三) 融入時間點：學生在學習「溫度與熱」的章節時，首先遇到的第一個單元是「溫度」。學生從國小就知道「溫度」的意義，也知道溫度代表冷熱程度，它的常用單位是 $^{\circ}\text{C}$ (國小沒學過 $^{\circ}\text{F}$)，量測工具是溫度計。但是卻很少有學

生知道溫度計是怎麼來的(製作)，更不太清楚溫標間的轉換，國中老師通常會用熱脹冷縮的概念來說明溫度計製作的原理，並用公式 $^{\circ}\text{C}=5/9(^{\circ}\text{F}-32)$ 來介紹二種溫標間的轉換，想要更深入介紹的老師，就會用比例的概念來教導學生任何不同溫標間的計算邏輯與方法，許多學生看到計算題，想學的心情當場就冷卻的一半，即使會算也不知道為何要這麼算，本研究透過實際溫度計的製作，帶領學生探索真實的溫度計製作原理與遭遇到的難題，從親自刻畫溫標了解為何溫標的轉換要如此計算，讓學生了解公式背後的意涵，而不是死背公式而已。

(四)教學步驟：

1. 實驗材料：錐形瓶(250mL)、紅墨水、橡皮塞、細玻璃管、恆溫水槽、厚紙片等。
2. 實驗步驟：
 - (1) 將錐形瓶內裝滿紅墨水(不能有空氣)，並塞上橡皮塞及細玻璃管，並讓細玻璃管內的紅墨水超過橡皮塞頂部至少3~5cm。
 - (2) 將厚紙片貼在細玻璃管上，使其牢固不會掉落，即完成初步的溫度計裝置。
 - (3) 先將恆溫水槽水溫調至 30°C 一段時間後，將此溫度計裝置放入恆溫水槽內約5分鐘，觀察細玻璃管內的水位高低變化，待水位不再變化時，劃上一刻度，並標上 30°C 。

- (4) 再將恆溫水槽水溫調至 60°C 一段時間後，將此溫度計裝置放入恆溫水槽內約5分鐘，觀察細玻璃管內的水位高低變化，待水位不再變化時，劃上一刻度，並標上 60°C 。
- (5) 在此二個刻度間均分畫上刻度(可畫 5°C 為1格)，即完成自製溫度計。
- (6) 若想要測試該溫度計是否準確，可將恆溫水槽水溫調至 40°C ，並將溫度計裝置放入恆溫水槽內，觀察最終溫度是否停在 40°C 刻度上。



圖八、自製溫度計實驗裝置圖

(五)學生反應：

經研究者試教後發現，此實驗能把課本中所提及「溫度計是量化出物體冷熱程度之工具」的說法，清楚地展現出來，而非只是溫標之間的轉換公式而已，學生做完實驗後皆表示「以後知道溫度計怎麼做出來了！」「原來溫標的公式是這樣來的！」使學生對課本的知識與計算有更深一層的認識。

但是此實驗過程中仍會遇到許多問題：(1)外部溫度不易控制、(2)

厚紙板會掉落或濕掉、(3)水柱高度常因橡皮塞的鬆緊(壓力)而有所不同、(4)自製溫度計測量未知溫度時常出現不準確的狀況。研究者的解決方法：(1)外部溫度可由恆溫水槽來控溫，以避免自製溫度計因溫度下降造成不準確。(2)厚紙板會掉落或濕掉等問題，可將厚紙板改為珍珠板便可改善。(3)水柱高度常因橡皮塞的鬆緊(壓力)而有所不同的問題，必須在一開始橡皮塞與錐形瓶裝設完成後，便以熱融膠封細縫固定，再進行實驗。(4)關於自製溫度計測量未知溫度時常出現不準確的狀況，原因在於水溫與體積之間的關係不是直線關係，還有容器膨脹率與水的膨脹率不同之故，為克服相關問題，研究者僅取 30~60 度間作實驗(類似線型)，溫標刻度也以 5 °C 為一格，以求盡量接進實際溫度而不會差太多，主要的目的還是冀望學生在實驗的過程中體會溫標設計的意涵，在此實驗中「過程」勝於「結果」，是否十分準確倒也不是那麼重要，實驗結果即使不如人意，從中教師亦可引導學生思考為何測不準的原因及改善的方法，進而在學習科學的同時也培養學生如何思考與創新。

四、氫氣槍

(一)適用對象：國中二年級學生

(二)融入單元：酸與鹼(或「化學反應」單元、或「元素與化合物」單元)

(三)融入時間點：

國二下學期的理化課程中，「酸鹼鹽」單元是比較困難的章節，學測的出題率也頗高，此章節分為「電解質」、「酸和鹼」、「酸與鹼的濃度」、「酸鹼中和反應與鹽類」等四個單元，其中「酸和鹼」單元是介紹各種酸類、鹼類的性質與用途，對學生來說，雖然難度不高，但需要記憶的內容頗多，且許多酸鹼特性類似容易搞混，加上學生從未看過這些酸鹼物質，記憶難以深刻，故學生段考遇到此章節時，表現通常不會太好。研究者任教以來，對學生再此單元的學科表現不佳總感到困惑，不是只要背起來就行了嗎？為何老是學不會、考不好？經觀察發現，學生對「感到無趣」的單元不會有太好的表現，即使背起來也忘得快，例如：課文有提到：「酸的水溶液與活性大的金屬，如：鎂，進行反應，會產生氫氣，氫氣點火會產生爆鳴聲…」(翰林版第四冊第三章第 60 頁)。上述文字所闡述的酸類性質，對學生來說，並沒有特別的感覺，學生沒有親眼看到酸反應，也沒見過氫氣爆炸(在他們的觀念裡，氫氣與氧氣差別不大，皆是無色、無味，差別在於助燃性與自燃性而已)，更不知道爆鳴聲是怎樣的感覺？即然如此便不能苛求學生要學會這些抽象又單調的文字，故本研究試圖以「氫氣槍」實驗，讓學生親眼看見所學的文字內容，讓課程變得有趣又好玩，並引導學生印証先前所介紹的單元內容，例如：「元素與化合物」單元中提到，鈉遇到水會產生氫氣，氫氣遇高溫會燃燒爆炸，

從本實驗便可觀察到燃燒爆炸現象；又例如：「化學反應」單元中提到，氫氣與氧氣燃燒會產生高溫及水的化合反應式，式中氫氣與氧氣的反應係數比是 2:1，可讓學生嘗試養樂多瓶灌滿氫氣是否可點燃產生爆炸呢？原因為何？可否以化學反應式做出解釋呢？此外，還可讓學生進行分組比賽，比賽誰射進養樂多瓶的分數最高，兼具娛樂的功能，本實驗除了讓學生將課本的知識記起來之外，也讓課程多了份競賽的趣味。

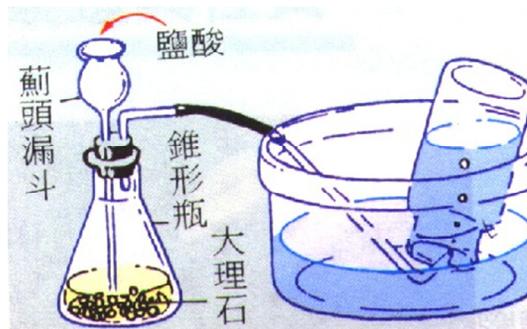
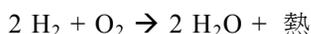
(四) 教學步驟：(部份取材自蕭次融等 (2000))

1. 目的：

- (1) 讓學生了解「酸的性質」(酸遇到活性大的金屬會產生氫氣)。
- (2) 讓學生了解氫氣的特性與危險性。
- (3) 讓學生了解化學反應中，氫與氧點火反應會產生爆炸的實例驗證。

2. 原理：

- (1) 利用點瓦斯用的點火槍，點燃養樂多瓶中的氫氣，爆炸射出養樂多瓶，顯示氣體膨脹的壓力與氫氣爆炸的危險性。
- (2) 活性大的金屬(鎂、鋅、鐵、鋁等)與酸(鹽酸)反應會產生氫氣，而氫氣具有可燃性，與氧氣混合點火燃燒會產生淡藍色火燄及爆鳴聲，可用排水集氣法收集氫氣，以進行下列實驗。



圖九、實驗裝置圖

3. 器材：鹽酸一瓶、鎂帶若干、養樂多瓶數個、橡皮塞數個、瓦斯槍一支、水槽一個、側管錐形瓶一個、橡皮管。
4. 實驗步驟：
 - (1) 先將水槽內的水裝五分滿，並取數個養樂多瓶裝滿水後，以橡皮塞塞住，放入水槽底部排列整齊。
 - (2) 取有側管錐形瓶一個，在側管上裝上橡皮管，並在錐形瓶放入數段鎂帶(如果沒有鎂帶，可使用鋅粉等活性大的金屬)，取些許稀鹽酸倒入錐形瓶中，並塞上適當大小的橡皮塞(務必壓緊)。
 - (3) 將橡皮管放入水槽中，輕輕搖晃錐形瓶，數秒後橡皮管冒出氣泡，前 10 秒無需收集，之後取水槽內的一個養樂多瓶，拔掉塞子將橡皮管口移入養樂多瓶內，收集氣體約至瓶子的 2/3 即可。
 - (4) 收集氣體約至瓶子的 2/3 後，瓶子移離水中，瓶中剩餘水自動流下，並拿橡皮塞塞住養樂多瓶，並倒立放置在桌面上(瓶底朝上)。

(5) 點火槍裝上單孔橡皮塞，並取 1 個裝有氫氣的養樂多瓶，拔下塞子，套在點火槍的橡皮塞上，按下點火板機，點燃養樂多瓶中的氫氣，瓶內氫氣與氧氣燃燒化合至使氣體快速膨脹，爆炸射出養樂多瓶。

5. 比賽規則：

(1) 取乾淨養樂多瓶一個，收及適當的氫氣量，並用橡皮塞塞住。

(2) 將養樂多瓶倒置套入點火槍的單孔橡皮塞上。

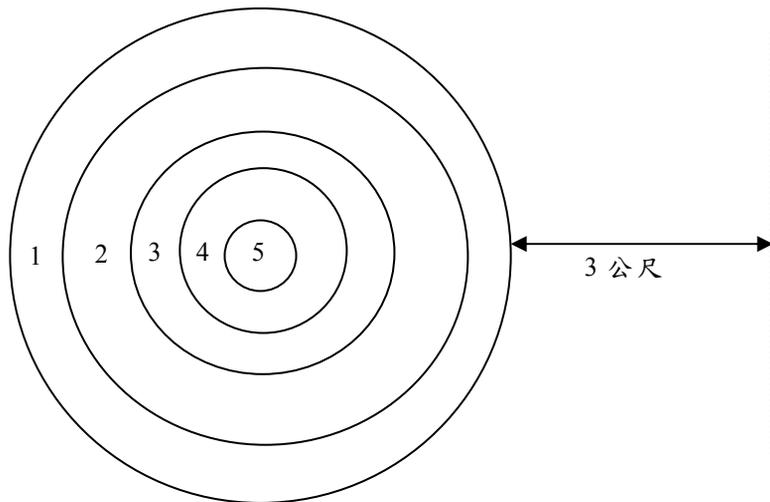
(3) 扣點火槍板機，即產生火花點燃氫氣，爆炸射出養樂多瓶。

(4) 每組射五次至指定區域，依區域內標示分數，加計總分，最高分組別為優勝。

6. 注意事項：槍口千萬不可對人或在他人耳邊發射。

(五)學生反應：經研究者試教後發現，學生對本實驗課程的設計充滿高度的學習興趣，不分男女皆玩得不亦樂乎，臉上洋溢歡樂的表情，學生能在課堂上如沐春風，無異是對老師最大的鼓勵。透過實驗的觀察，研究者提出幾點看法：

1. 本實驗的過程可以讓學生複習之前學過的實驗技巧，如：排水集氣法，讓學生明白氧氣製備的實驗裝置也可以用於氫氣或者其它氣體的收集(教師亦可補充那些氣體不適合這種方式)，有助於加深學生的學習印象及熟練實驗技巧，實驗的過程中亦有學生表示：「以前收集氧氣時很生疏，現在再做一次(排水集氣)便覺得沒有這麼困難。」由此可知，動手操作可增進學生對實驗的熟悉度。



圖十、氫氣槍遊戲設置圖



圖十一、學生製造氫氣



圖十二、發射氫氣槍

2. 學生之所以樂於學習，最大的關鍵在於「是否有趣」。相同的學習內容，單以文字及傳統的教學定會讓學生望之怯步；如果老師按照課本所述，帶學生「規矩地」做一次實驗(把酸倒入金屬中觀察產生氣體的變化)，我相信對「部份」的學生一定會有效果，但另一部份的學生(特別是低學習成就者)必然效果很差，因為他們本來就不是熱衷學習的人，如果老師採用趣味性的實驗，必然會引起大多數學生的注意，至少就成功了一半，至於學生能學多少就視教師的功力及學生的能

力，正如本實驗「氫氣槍」的課程內涵，包括了許多單元的教學課程，如果教師能藉一個實驗融合許多的科學概念，提高教學的效率，相信我們的教學可以不用因趕課而充滿壓力。

肆、結論與建議

長期以來，我們的學生覺得上自然科就是上一門與國文、英文、數學無異的學科科目，不會覺得上課「有趣」、更不覺得上自然科需要「動手作」或「觀察現象」，只要把書背好記牢就可以得到高分，或許學生從小到大學校也沒太多的時間與機會讓學生學習動手作實驗，學生自然而然不會想做或者認為不可能去做實驗。

但透過研究者施行趣味實驗教學後發現，趣味的科學課程已讓學生喜歡上自然科，並將「自然課」與「實驗觀察」做出正向的連結，儘管每組參與實驗的學生雖然對實驗充滿的高度興趣，但由於學生程度不同，每個人對小組的貢獻度也有差異，程度好的學生可以舉一反三，能夠主動從趣味實驗中思考其背後的科學原理，程度差的學生僅能觀察到表面的現象，若要進一步探究原理仍要老師提點或解釋，這與學生的生活背景與先備知識有關，譬如：「可樂噴泉」的實驗，絕大多數的學生都能夠完成實驗而且覺得該實驗相當有樂趣，也都知道這與溶解度有關，但是卻很少有學生能夠去探究曼陀珠效果為何如此強烈，趣味實驗引起學生興趣的目的達到了，但是科學原理的探討仍須靠老師進一

步說明或更進一步深入實驗(礙於國中課程的壓力,實驗大多淺嚐則止),倘若教師能持續地對實驗課程進行開發,使實驗課變得更有趣,相信長期對學生的科學態度與科學知識的增進必然有所幫助,我們不期待教出一位科學家,但我們可以期待學生在求學的過程中,能有更多元的學習模式,而快樂又有趣的實驗課將是他們一輩子珍貴的回憶。

參考文獻

- 張哲政(2006)。科學新天地。13, 33-35。
龍騰文化。取自 <http://www.lungteng.com.tw/LungTengNet/HtmlMemberArea/publish/Newpaper/013/science/>
- 許良榮(2009)。120 個創新科學遊戲。臺北市：書泉出版社。
- 郭騰元(2000)。創意的科學玩具。台北市：牛頓開發有限公司。
- 陳惠芬(2000)。「科學趣味實驗」引入國小教學活動成效研究---以水火箭之學習環模組為例。國立台中師範學院自然科學教育研究所碩士論文。台中市。
- 葉富源(2003)。教學演示用肥皂泡、肥皂膜的製作研究。國立高師範大學物理系碩士論文。高雄市。
- 鄧文華譯(1995)。孩子的第一本科學書。台北市：及幼文化出版。
- 蕭次融、羅芳晔、房漢彬、施建輝(2000)。動手玩科學。台北：遠哲科學教育基金會。
- Coble, C. R. & Hounshell, P. B. (1982). Teacher-made science games. *American Biology Teacher*, 44(5), 270-277