

探究活動融入學校本位課程之學習效益 (下)

鍾曉蘭

新北市立新北高級中學

教育部高中化學學科中心

chshirley2007@yahoo.com.tw

【承「[探究活動融入學校本位課程之學習效益\(上\)](#)」】

■ 研究成果

(一) 學生活動情形

在第一次課程主要是以講述式與師生討論的方式讓同學了解何謂「探究式的教與學」，並區分不同探究式教學的異同與特性，並說明後續七次課程的主題與不同探究式教學的關係。



圖 2.1：老師講解探究式學習的類型



圖 2.2：學生進行奈米硫實驗

1. 「**走！進實驗室去**」是基礎實驗，主要是讓學生認識實驗器材，培養學生使用正確器材、如何配置藥品、簡單的化學計量。

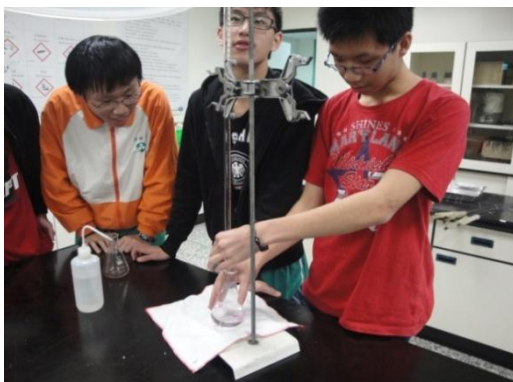


圖 2.3：酸鹼滴定實驗

2. 「**影響反應速率的因素**」是從

3. 「**酸鹼相關概念**」是從酸鹼滴定實驗的過程中幫助學生觀察實驗結果、測量應

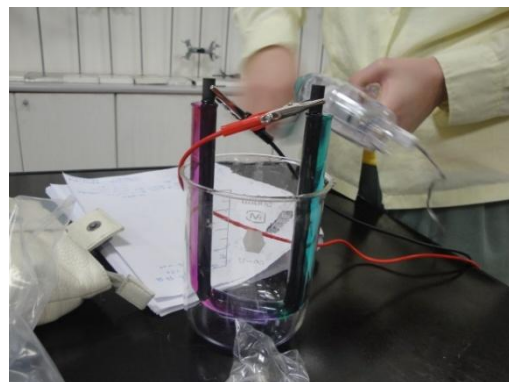


圖 2.4：電解紫色高麗菜汁

變變因、紀錄結果、分析數據、進而由實驗結果推論出變因之間的質性或量化關係等。

4. 「**氧化還原與電化學**」為探究電池的秘密，電從哪裡來—電化學電池探秘，進而探討影響電壓大小的因素，主要是培養學生由實驗結果推論出變因之間量化關係、下結論等實驗技能。
5. 「**氧化還原的應用**」以銀鏡反應進行減量的微型實驗，將銀鏡反應的將實驗器材從一般的玻璃試管改成玻片。師生共同找尋實驗中可能潛在的變因，設計簡單的實驗加以驗證。
6. 「**自行設計實驗**」由小組自行發現問題、確認問題、提出假設、進行預測、找尋與收集資料、計畫與設計研究步驟、設計工具及進行探究分析數據及作結論，教師的角色是提供諮詢與引導學生討論。活動目的是培養學生設計實驗與解決問題的能力、小組合作的能力。
7. 「**小組發表與教師回饋**」是最後一次課程，小組將探究的成果以多媒體方式與他人分享，活動目的為交換資訊、接受他人的支持及回饋，培養學生小組合作與發表能力。

精進班學生化學探究式課程活動情形，如圖 2.1-2.6

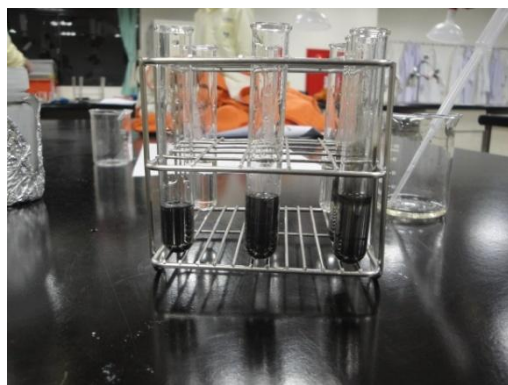


圖 2.5：銀鏡反應實驗圖

所示。

(二) 學生自行設計實驗 (科學技能學習情形)

學生自行設計實驗分為四小組：第一組 (學生為 5 位高一學生) 設計減量的鋅銅電池，主要探討不同濃度的硫酸銅溶液對電池電壓的影響；第二組 (學生為 4 位高一學生) 設計減量的電解實驗，主要探討不同解質對電解產物之影響；第三組 (學生為 2 位高一學生) 設計鎂帶在二氧化碳中是否會燃燒；第四組 (學生為 5 位高二學生與 2 位高一學生) 設計減量的黑色噴泉實驗，主要探討雙氧水濃度對氧氣生成速率之影響。

以第一組設計的實驗內容與實驗過程作範例 (詳見圖 3)，此組所設計的實驗主題並不新奇，但為了減少藥品的使用，選用了 10 mL 量筒做為容器，全部的實驗藥品僅使用 100 mL 的硫酸銅與硫酸鋅，用量是一般實驗的 1/5 (達成減量實驗目的)。而在鹽橋的設計上，學生就地取材，將洗滌瓶內的塑膠管裝入硝酸鉀彎成適當的形狀後使用 (適時解決問題)。配置藥品也正確選擇容量瓶，取用藥品時則使用吸量管 (使用正確器材、配置



2.6：自製實驗—鋅銅電池

溶液正確)。在實驗前也確認操作變因與應變變因(確實分辨變因)。實驗的前置工作井然有序,並依序測量出實驗數據(觀察結果),並將數據轉成表格(紀錄數據)與繪製關係圖(分析數據),並利用 MS-Excel 找出硫酸銅濃度與電壓之間的關係式(處理數據)。學生找尋到相關理論,並以勒沙特列原理解釋實驗結果(討論),並找到本次實驗的結論。更難得的是這組學生有了意外的新發現,在實驗後上網查到科展的相關資料而提出很好

的解釋(找尋相關資料與解決問題能力)。學生也在製作報告的過程中提升了小組合作的能力,同時增進對電池相關概念的理解。

筆者以同樣的評分規準分別將其他三組的科學技能評分,分析結果如表 4 所示。四組學生在基本的實驗技能(減量實驗、選擇適當器材、配置藥品、觀察結果)表現均不錯,但在進階的實驗技能(分辨變因、分析數據與處理數據)僅第一組與第四組有完全做到,第二與第三組僅部分做到或完全未做


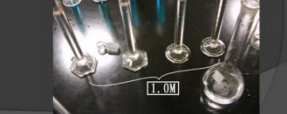


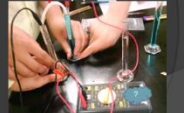

<p>想透過本次實驗了解用不同濃度的硫酸銅溶液,搭配上一樣濃度、體積...的硫酸鋅溶液,以測量其電壓的變化</p>	<p>量筒(10ml) 10支 塑膠管 4支 數位三用電表 1個 鱈魚夾 2組 鋅片(5mm) 7條 銅片(5mm) 7條 容量瓶 2個 燒杯 2個 玻璃 2支 安全吸球 2個 定量吸量管 2支</p> 	<p>硫酸鋅 硫酸銅 硝酸鉀</p>  <p>藍色的硫酸銅 很漂亮吧~</p>	<p>操作變因: 不同濃度的硫酸銅,分別與同濃度的硫酸鋅反應。</p> <p>應變變因: 電壓的變化量。</p>												
<p>實驗主題</p>	<p>實驗器材</p>	<p>實驗藥品</p>	<p>確認變因</p>												
<p>1 將硫酸鋅與硫酸銅調配成1M的水溶液</p> 	<p>2 在5支量筒中,分別裝入配製成0.2M、0.4M、0.6M、0.8M、1.0M的硫酸</p> 	<p>3 在另外5支量筒中,裝入1.0M的硫酸鋅溶液</p> 	<p>4 將硝酸鉀裝入塑膠管中,兩端用衛生紙堵住,以其當作鹽橋</p>  <p>衛生紙超難塞的!!</p>												
<p>實驗步驟 1</p>	<p>實驗步驟 2</p>	<p>實驗步驟 3</p>	<p>實驗步驟 4</p>												
<p>5 將電表插上夾子,分別夾上鋅片與銅片 夾上鋅片端放入硫酸鋅溶液中,銅片端則放入硫酸銅溶液中</p> 	<p>6 將鹽橋放上,計入其</p> 	<p>列表後</p> <table border="1" data-bbox="798 1467 1085 1534"> <tr> <td>CuSO₄</td> <td>0.2M</td> <td>0.4M</td> <td>0.6M</td> <td>0.8M</td> <td>1.0M</td> </tr> <tr> <td>V</td> <td>0.990</td> <td>1.025</td> <td>1.047</td> <td>1.069</td> <td>1.090</td> </tr> </table> <p>請仔細檢查:這也可以,請將你的儀器與儀器+5分!!</p>	CuSO ₄	0.2M	0.4M	0.6M	0.8M	1.0M	V	0.990	1.025	1.047	1.069	1.090	<p>做成圖形後</p> 
CuSO ₄	0.2M	0.4M	0.6M	0.8M	1.0M										
V	0.990	1.025	1.047	1.069	1.090										
<p>實驗步驟 5</p>	<p>實驗步驟 6</p>	<p>實驗數據</p>	<p>關係圖與關係式</p>												
<p>勒沙特列原理</p> <p>● 化學平衡是一個動態的平衡現象。當宏觀達成平衡時,宏觀的熱力學變數不再有任何可觀察的變化,但在微觀的層面來看平衡,系統中的原子分子仍然不斷地激烈的碰撞,進行能量的交換。當一個處在平衡的系統,受到外力干擾時,系統會朝向外力干擾的方向調整,而達成新的平衡。勒沙特列原理,即是用來預測微擾對平衡所產生的改變方向。</p>	<p>● 從反應式來看</p> $\text{Zn(s)} + \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + \text{Cu(s)}$ <p>當CuSO₄溶液濃度增加時反應式向右傾,使得右邊的電壓增大。然而當右邊的ZnSO₄濃度降低時左邊的反應為了達到平衡而使得反應向右傾,因此最後才會造成這樣的結果。</p>	<p>實驗總是令人感到興奮</p> <p>● 因為都會發現不知道的事物!!</p>  <p>原來銅片上的人... 發現銅片上出現黑色... 這到底是什麼原因呢?</p>	<p>根據第四十屆科展化學組佳作作品的結論</p> <p>● 在上網查資料的過程中,發覺科展實驗也有人做出相同的實驗,並由實驗中推斷為「鋅銅電池電解水」。原因為第三屆科展鋅銅電池的教授評語中曾說:「電池三要緊:電極、電解質溶液、隔膜。」因此鋅片上變滿黑色氧化銅後形成較不易導電層,才構成電池,生成電解水的氧氣,氧氣(由火焰在瓶內持續燃燄5~10秒,推論為O₂、H₂)。</p>												
<p>找到相關理論</p>	<p>以理論解釋實驗結果</p>	<p>意外的發現?</p>	<p>找尋資料解釋新發現</p>												

圖 3：第一組的科學技能表現照片

到。在討論與結論的部分僅第四組能以理論與實驗結果相結合，其他三組多但是質性描述結果或無法下正確的結論。

註 1：完全做到 (2 分)；部分做到 (1 分)；未做到 (0 分)

第一組的實驗主題、藥品、變因、實驗步驟、數據、關係圖、相關理論、結果解釋、意外發現，如圖 3 所示。

(三) 小組發表

小組發表活動由參與下學期教學的兩位老師擔任評審，四組學生在實驗設計上均達成減量的實驗，內容比一般的實驗更具趣味

性，也顯示出全組學生的團最合作精神。比較可惜的是其中兩組僅做到質性描述實驗結果，並未做深入的分析與討論，評量結果如表 5 所示。

第一組鋅銅電池的實驗設計與成果展現最令老師與同學們讚賞，不僅內容完整 (包括實驗原理、過程圖片、以表格呈現實驗數據、以 MS-Excel 軟體畫出電壓與硫酸銅濃度關係圖、並找出兩者的關係式，進而勒沙特列原理解釋濃度對平衡的影響導致電壓上升等)，十個項目的表現均十分出色。第四組黑色噴泉的表現亦佳，僅在數據的收集方面略少，較缺乏理論與實驗討論的結合。

表 4：學生自行設計實驗的科學技能評量結果

科學技能	第一組 (N = 5)	第二組 (N = 4)	第三組 (N = 2)	第四組 (N = 7)
實驗主題	鋅銅電池	電解實驗	鎂帶燃燒	黑色噴泉
實驗主要內容	探討不同濃度的硫酸銅溶液對電池電壓的影響	探討不同電解質對電解產物之影響	鎂帶在二氧化碳中是否會燃燒?	探討雙氧水濃度對氧氣生成速率之影響
減量設計	2	2	2	2
選擇器材	2	2	2	2
配製溶液	2	2	2	2
分辨變因	2	1	1	2
觀察結果	2	2	2	2
紀錄數據	2	1	1	2
分析數據	2	0	0	2
處理數據	2	0	0	2
討論/推論	2	1	1	1
結論	2	1	1	1
總分	20	12	12	18

表 5：小組發表的評量結果（單位：分）

評分項目	第一組		第二組		第三組		第四組	
	A	B	A	B	A	B	A	B
理論正確	10	9	7	7	8	7	9	8
內容實用	9	8	8	7	8	7	9	8
內容有趣	9	8	8	8	8	9	9	8
內容創新	10	9	8	7	7	8	10	8
內容完整	10	10	8	7	8	8	9	8
數據分析	9	9	7	7	7	7	8	8
結論正確	10	9	7	7	7	7	8	8
表達清晰	9	9	8	7	8	8	9	8
ppt 製作	10	10	8	7	7	8	9	8
小組合作	10	10	8	9	9	10	9	9
總分	95	91	77	73	77	79	89	81
平均	93(1)		75		78		85(2)	

整體而言，學生雖然覺得小組發表的前置準備作業非常辛苦，但覺得發表的過程中學到找尋資料、製作 ppt 與繪製圖表等相關能力，讓自己上台發表能力更上一層樓。

註 1：A, B 表示兩位不同評分老師

註 2：(1)表示名次

■ 結論

學生參與精進班化學課程的一系列探究活動後，主要教學成效有三點，分別是：有效提升學生的科學技能增進學生設計實驗與解決問題能力與提升了學生的小組合作與發表能力，說明如下：

1. 有效提升學生的科學技能：學生經過一系

列實驗的訓練對於一般實驗所需的基本技能（實驗準備、使用天平、選擇器材、配製溶液等）與觀察結果、紀錄數據等科學技能確實能正確完成，然而在分辨變因、分析數據、處理數據（將數據轉換成表格、關係圖或關係式）、討論/推論實驗結果、下結論等進階的科學技能僅 12 位學生（66.7%，第一組與第四組）表現較佳，另外 6 位學生（33.3%，第二組與第三組）僅做到質性描述實驗結果。

2. 增進學生設計實驗與解決問題能力：兩組學生設計的減量實驗（鋅銅電池與黑色噴泉）有趣而實用，其實驗設計精巧而內容完整，顯示學生參與開放式探究活動後，增進其設計實驗與解決問題能力。

3. 提升了學生的小組合作與發表能力：學生在情意問卷中表示，經過小組發表活動後，提升了個人小組合作與發表能力。

■ 建議與反思

本研究的課程規劃與實施成效可供本校發展本位課程參考，亦可提供其他學校參考。但由於本計畫跨兩學期，參與學生又屬於自願參加，導致上下學期參加的學生不同、參與學生也流失不少，因此在科學概念學習方面無法看出全體學生的進步情形，未來計畫設計成學校本位課程（選修課程）或專注研究其中一學期的學習成效。每次的實驗應設計解決問題的評量項目與規準，以確實釐清學生學習的歷程。

■ 致謝

本研究計畫承蒙教育部經費補助，計畫名稱：探討探究活動融入學校本位課程之學習效益，謹此致謝。

■ 參考文獻

杜威著，薛絢譯(2006)：民主與教育。台北：網路與書。

蔡執仲、段曉林和靳知勤(2007)：巢狀探究教學模式對國二學生理化學習動機影響之探討。科學教育學刊，15(2)，119-144。

Keys, C. W., & Bryan, L. A. (2001). Co-constructing inquiry-based science with teachers: Essential research for lasting reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(6), 631-645.

National Research Council. (1996) National science education standards. Washington, D.C.: National Academy Press.

Windschitl, M. (2003). Inquiry projects in science teacher education: What can investigative experiences reveal about teacher thinking and eventual classroom practice? *Science Education*, 87(1), 112-143.