

民生化學與永續發展通識課程提升教學品質計畫

成果報告

經費來源：國立台灣大學教學發展中心

執行期程：民國 99 年 4 月 12 日～99 年 10 月 12 日

計畫主持人：國立台灣大學化學系佘瑞琳講師

共同主持人：國立台灣大學化學系劉廣定教授

報告日期：民國 99 年 11 月 12 日

目 錄

摘要	1
一、計畫背景與目的	4
二、研究方法	5
三、研究成果與討論	
四、附件	
附件一 課程綱要	附-1
附件二 示範實驗－乾冰－固態之二氧化碳	附-2
示範實驗－有機物與無機物	附-4
示範實驗－化學反應與反應熱	附-6
示範實驗－氧化還原反應－製備氫氣與活性系列	附-8
示範實驗－太陽能電池與氫燃料電池	附-10
示範實驗－反應速率－溫度與觸媒	附-12
示範實驗－聚苯乙烯之合成	附-14
示範實驗－聚丙烯酸鈉之吸水性	附-16
附件三 實作實驗－生活中的酸與鹼	附-18
實作實驗－廢鋁罐製備明礬	附-24
附件四 分組討論－食品與包裝	附-29
分組討論－認識電池	附-31
附件五 實地參訪－長興淨水場與學生心得報告	附-33
附件六 問卷調查－期初課程問卷調查結果	附-40
問卷調查－實作實驗問卷調查結果	附-43
問卷調查－期末課程問卷調查結果	附-45
附件七 成果發表－美國化學教育雙年會報告簡報	附-47

摘要

化學研究的發展，小自醫藥，大自高分子、材料，讓我們人類的生活得以日益便利。但其副產物及廢棄物也著實影響到我們賴以生活的環境與未來。期藉著「民生化學與永續發展」通識課程，讓文、法、商、管理學院的學生瞭解化學與生活二者不可切割之關連性及未來的發展趨勢。由於化學是一門實作的科學，本研究計畫配合課程綱要內容，安排 8 次課堂示範實驗以增進互動學習；另於化學系普通化學實驗室進行 2 次實作實驗，以提升學生科學觀察與探索之能力；並參訪台北市自來水公司長興淨水廠，瞭解水資源的重要性。本研究計畫於期初與期末進行課程意見調查，調查統計之結果顯示：示範實驗、實作實驗及參訪活動確實提升學生學習興趣。由學校統一實施之教學意見調查，平均評鑑值（P）亦提升為 4.64。計畫之研究成果已於今年八月美國化學教育雙年研討會報告分享，與會之學者專家對於我們的課程安排、實作實驗及實地參訪頗有興趣。最終，經由本研究計畫所發展之「民生化學與永續發展」通識課程架構，適合本校人文社會類組學生之學習，同時提升學生修課與學習興趣，得以建立正確之永續發展觀念。

Abstract

21st Biennial Conference on Chemical Education, BCCE, Aug. 1~5, 2010, Texas, U.S.A.

Paper Title: Good starting point of green chemistry education in Taiwan

Symposium: Green Chemistry Education: What, Why, How

Session: Part 2 of 2 [2010-08-02 14:00:00 - 17:00:00]

Paper Start Time: 14:45:00

Author: Jui-Lin She

Presenter: Jui-Lin She

Co-Authors: Kwang-Ting Liu

Abstract: The concept of green chemistry has been introduced to the public and students for decades. But there is rare classroom focus on the topics in our school. In the mean time, the 21st International Conference on Chemical Education (ICCE) is going to be held in Taipei, Taiwan on August 2010. The theme of the conference is "Chemical Education & Sustainability in the Global Age". There is also an essay competition of "An Innovation in Science to A Sustainable Future" involved in the conference activity. It is a good starting point for us to implant the idea of sustainability to our students. The course "Consumer Chemistry and Sustainable Development" related chemistry with sustainability for non-science majored students was developed three years ago. The concept of sustainability is the theme of the course. Two practical chemistry experiments and one field trip related to the sustainability are arranged this year. The practice outcome of the green chemistry education is evaluated in the study.

Status: accepted by Deborah Exton at
2010-02-19 16:41:22

Keywords: general education, sustainable chemistry, demonstration, chemistry experiment, field trip.

一、背景與目的

聯合國教科文組織已定 2005-2014 年為『永續發展教育的十年』；2010 年 8 月將於台北舉行的國際純粹及應用化學聯合會（IUPAC）之「國際化學教育研討會（ICCE）」之會議主題即為「化學教育與全球永續發展」；顯見世界各地對永續發展的重視。本校化學系劉廣定名譽教授早於 96 與 97 學年度，針對本校人文社會類組學生，先後分別與化工系萬本儒教授及化學系黃俊誠兼任助理教授合開「民生化學與永續發展」通識課程，講授有關現代生活的基本化學原理及建立學生對永續發展的正確觀念。本課程以科學先進國家高中的一般化學教材水準為基礎，讓學生了解日常生活食衣住行育樂均與化學息息相關，討論如何在科技日益精進與地球的永續發展間取得平衡，並安排兩次實驗（各 3 小時）加強學生對化學的認識。兩年來，已建立良好授課主軸與課程大綱，且發現學生對實驗操作相當有興趣。今年為此課程開授的第三年，由化學系普化教學組余瑞琳講師配合劉教授授課。為提升學生的學習興趣與學習成效，將研究每次課程內容，設計適合之課堂示範實驗；實作實驗內容則以永續發展原則加以增修訂教材；並增加一次實地參訪，以加深學生對化學與生活相關性之體認，進而吸引更多的學生修習本課程，擴展本校人文社會類組學生對科學（化學）之認識，及建立永續發展之正確概念。

二、研究方法

本提升教學品質計畫以發展一門以實驗為特色、永續發展為主軸的通識課程為研究目標。融入多元化之教材教法，以提升人文社會類組學生對化學內涵之學習興趣，瞭解化學在日常生活及永續發展所扮演不可或缺的角色，同時培養學生科學實事求是的精神。其中

（一）課程設計包括：

1. 課程講演

基礎化學為本課程講演之核心，輔以化學與日常生活及永續發展之關連性，課程教材以印發教學簡報資料及參考文獻為主。

2. 示範實驗

配合授課內容，發展一系列課堂示範實驗，以提高學生之課程參與互動性及學習興趣。

3. 實作實驗

配合授課內容，選擇二個適合學生學習背景的實作實驗，以提生學生探索科學的精神。

4. 分組討論

分析市售包裝食品之添加物，及常用電池之種類與使用注意事項，瞭解化學反應之應用。

5. 實地參訪

配合課程講演主題「水資源」及延續鋁明礬實驗，安排學生參觀台北自來水公司長興淨水場，瞭解日常用水之處理過程，建立學生珍惜水資源之永續觀念，融入非正式教育（informal education）讓教學內容多元化。

（二）學生學習成效分析

1. 期初問卷調查

分析調查修課學生資料背景、修課目的與興趣及對課程之期許。

2. 期末問卷調查

分析調查修課學生對於課程內容安排、各類教學活動設計、學習成效與學習興趣提升及課程建議，作為課程內容修訂參考依據。

3. 學生教學意見調查

依據本校統一實施之期末課程教學意見調查統計，瞭解本研究計畫實施後，提升教學品質成效。

三、研究成果與討論

（一）課程內容

「民生化學與永續發展」通識課程，是以高中化學教材水準為基礎，講授有關現代生

活的基本化學原理及建立學生對永續發展的正確觀念。課程綱要如附件一。經由本提升教學品質計畫，配合課程綱要內容，發展一系列的教學活動，教學活動過程如圖 1 所示，所建立之多元化的教學資源如下：

1. 八次配合講演的課堂示範實驗，以增進學生對課程內容的理解及增進教學互動學習。歷次示範實驗內容及示範成果詳如附件二。
2. 二次於普通化學實驗室進行之實作實驗，實驗教材及學生實作情形詳如附件三。

(1) 生活中的酸與鹼

增修訂前學年之實驗內容並重編教材講義，以簡易的投影片點滴試驗，測試日常生活中學生自備之飲料、化妝品、雨水、湖水之酸鹼值。本實驗以微量實驗設計之精神，使用各一滴試劑在一張投影片上，同時進行 100 種以上的測試，以減少藥品用量及廢污的產生、降低對環境的影響。

(2) 廢鋁罐製備明礬

此為新增實驗，以廢棄回收的鋁罐經一連串的化學反應製成具淨水功能的鋁明礬，學習過濾方法，了解鋁的化學性質及建立學生資源回收之永續觀念。

3. 於課堂進行二次分組討論，討論主題及課程學習單詳如附件四。

(1) 食品包裝與添加物

分組觀察分析日常生活中所接觸到之包裝食品，認識食品加工業者以充氮包裝、添加抗氧化劑的方式，延緩食品的氧化，延長食品保存期限等化學概念之應用。

(2) 一次與二次電池

觀察分類日常生活中所接觸到電池，分組討論電池的種類、組成份對環境的影響及一次電池不可充電的使用特性等。讓學生理解電池是氧化還原反應化學能轉變為電能之應用。

4. 參訪台北市自來水公司長興淨水場，參訪計畫行程及學生心得報告詳如附件五。

經由長興淨水場場長簡介及工程師帶大家實地參訪淨水過程，瞭解自來水的處理

過程、其中所涉及之物理及化學處理、水質分析品管原理，體認水資源的重要性。

(二) 學生學習成效

本研究計畫為了解學生修課之目的及學習成效，於期初及期末分別進行課程意見調查，統計結果詳如附件六。其中：

1. 由期初問卷調查分析資料顯示：98 學年度修習本課程的學生共計 17 位，主要來自管理學院（53%）之資管系（41%）。學生選修此課程之資訊來源主要自學校 info 課程綱要簡介（71%）。選修此課程的目的為對基礎化學、民生化學及實驗有興趣（各 59%）。學生期待此課程有趣（88%）且實用（65%）。
2. 由實作實驗問卷調查分析結果顯示：學生認為實作實驗之教學效果良好（ $P = 4.5$ ，5 級分計），喜歡生活化的實驗及希望增加實驗次數；也建議加強實驗報告書寫方式的指導及課後討論。
3. 由期末問卷調查分析結果顯示：示範實驗、實作實驗、分組活動及實地參訪等教學安排均能適切配合課程主題，如圖 2。本學期教學課程內容有趣、實用、可建立永續發展觀念且符合學生對課程之期待（ $P > 4$ ），學生樂意推薦同學修此課程（ $P = 4.1$ ），如圖 3；但學生很少閱讀所發之參考資料（ $P = 2.3$ ）。對課程的建議是，化學的成分可減少些，可多增加食品添加物的探討，期末可以安排小組簡報。
4. 由學校統一實施之教學意見調查顯示：平均評鑑值（ P ）提升為 4.64。同學期全校 325 門通識課程， $P > 4.5$ 之課程共 44 門（13.5%），課程之教學品質確實提升。

(三) 成果推廣

本提升教學品質計畫之部分研究成果，以『Good starting point of green chemistry education in Taiwan』為題，於今年八月美國化學教育雙年研討會報告發表，與會之學者專家對於我們的課程安排、以投影片進行檢測之實作實驗及實地參訪頗有興趣。簡報內容詳如附件七。

近年學者專家指出，世界各國學生對於科學的學習興趣低落，而我國高中生也由於升學壓力影響，化學科目常有各式繁複之計算或背誦記憶，造成學生排斥化學的學習。然而

全體國民應該具有基礎科學素養，以面對當社會上出現與科學相關議題時，具備基本科學知識與判斷能力。經由本研究計畫所發展之「民生化學與永續發展」通識課程架構及多元化之教學教材，希望以有趣的實驗、實際的實地參訪吸引文、法、商、管理非理工學院的學生選修，提升他們的學習興趣與學習成效，達到本通識課程之教學目標，由課程的學習瞭解化學的本質與生活關連性，建立正確的永續發展觀念。

謝誌：感謝本年度修課學生協助進行問卷調查、數位記錄我們的學習過程、提供課程改進的寶貴意見。另要感謝化學系普化實驗室林月美技正協助實驗藥品與器材的準備，及黃智詮助教協助試作實驗。



圖 1 民生化學與永續發展課程之實驗與參訪

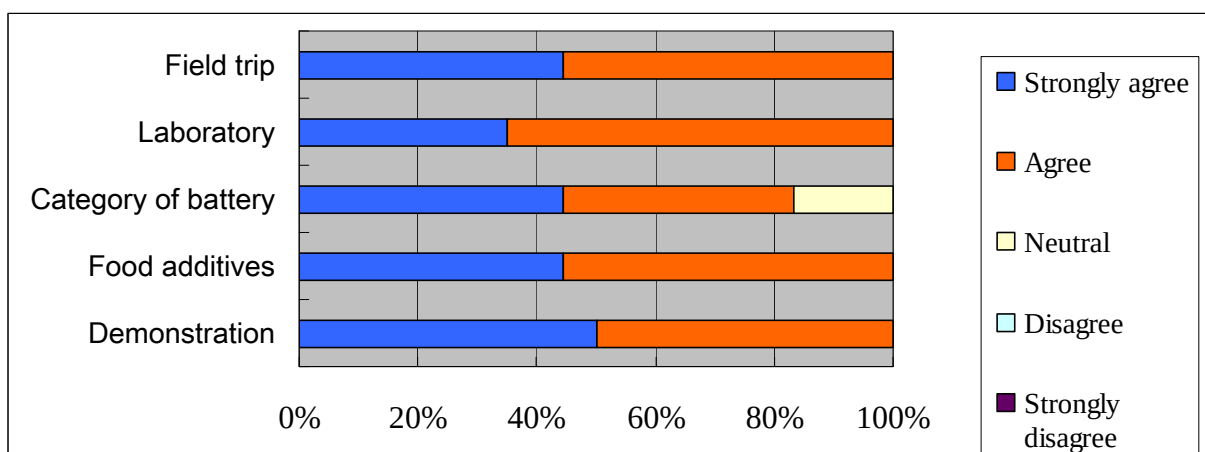


圖 2 學生對教學活動之滿意度

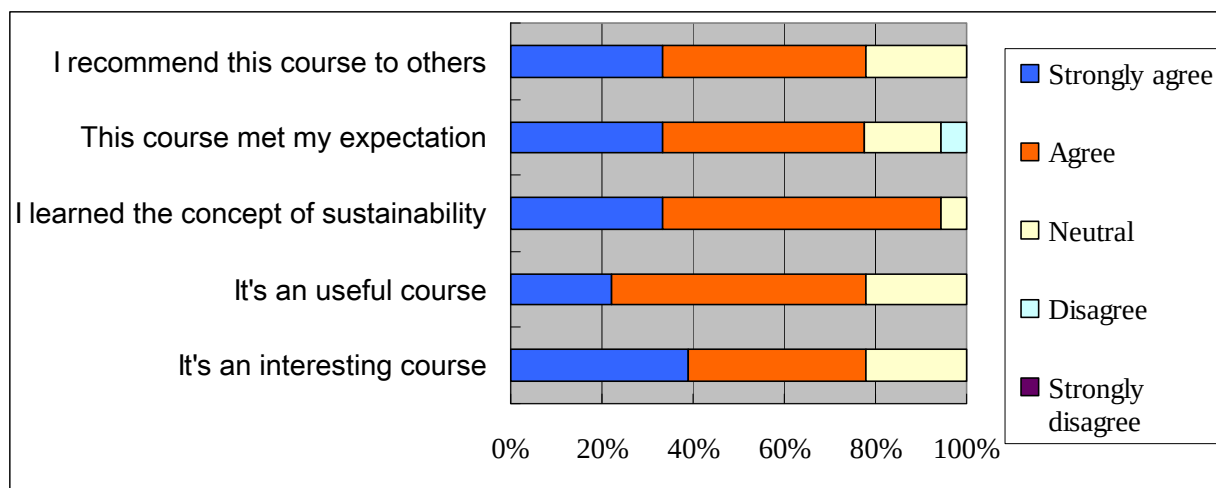


圖 3 學生對課程之滿意度

課程名稱：民生化學與永續發展

授課教師：劉廣定、佘瑞琳

上課時間：週四 234，化學 A 館 121 室

課程目標：

這門課專為文、法、社會、管理學院未修過「普通化學」的同學所開設。內容是以「高一基礎化學」為基礎而延伸。將從日常生活食衣住行所接觸到的物質或現象為出發點，期望使同學了解哪些化學基礎知識是我們日常所需，也是永續發展所需，在學習後能增加對生活、課業及未來事業上相關的判斷力。

「實驗」是化學這門科學的重要部分，生活更須顧及「實際」。因此特別為同學安排兩次實驗和一次參觀。授課時亦將穿插使用影碟演示化學原理與實驗，增進學習效果。

課程概述：

一、 導論 (1 週講課與討論)：

1. 化學與民生
2. 永續發展

二、 化學原理與民生化學品 (11~12 週講課與討論，2 次實驗，1 次參觀)：

1. 化學之基礎：
元素、化合物、原子、分子、離子、自由基、化學鍵、同素異形體、異構物、物質狀態。
2. 有機化學原料及化學品：
有機化合物基本性質、烴類、醇類、酸類、酯類、醣類及芳香類等。
護膚品、清潔劑、香料、油脂等。
3. 化學反應：
燃燒反應、化學平衡、酸鹼反應、自由基反應、光反應、核反應等。
4. 能量：
化學鍵能、化學能、燃燒熱、食物的能量、核能等。
5. 催化劑：
反應速率、觸媒轉化器、生物酵素(酶)。
6. 氧化還原：
常見的氧化劑與還原劑、電池的基本原理、電解與電鍍的介紹與應用。
7. 聚合物：
聚合反應、塑膠製品之特性、人造纖維衣物、塑膠添加劑，生物分解性聚合物等。

三、 化學與永續發展 (1~2 週講課與討論)：

1. 永續化學與永續發展原則
2. 能源、污染與環境永續的關係，廢棄物的回收及再利用，毒物性質等。

教科書：自編講義，中英文通俗科學刊物，網路資料等。

評量方式：

1. 平時成績（報告、作業、討論、隨堂測驗）：60%
2. 期末考（Open book 但不得上網）：40%

乾冰－固態之二氧化碳

教學目標：配合課程內容「物質的三態變化」、「分子間作用力」。

示範日期：2010 年 3 月 11 日週四

一、目的：配合清潔劑之表面張力，示範乾冰昇華現象，瞭解物質之結構、分子間作用力與性質之關連性。

二、原理：

乾冰為固態二氧化碳（ CO_2 ），由於分子間作用力弱，在常溫常壓下會直接昇華為氣體。

當溫度及壓力高於二氧化碳之臨界點時，稱為超臨界二氧化碳。超臨界二氧化碳可做為非極性溶劑，應用於非極性物質萃取，例如咖啡豆之咖啡因萃取及取代有機溶劑作為乾洗用之溶劑。超臨界二氧化碳之相變化，參考示範影片：<http://www.youtube.com/watch?v=yBRdBrnllTQ&feature=fvw>。

三、器材：

250 mL 燒杯一個、鑷子、棉布手套、洗碗精、冰及乾冰（保存於杜耳瓶）數塊、250 mL 塑膠洗瓶、橡皮管、溫水一瓶、油浴玻璃皿及抹布。

四、步驟：

	步驟	示範
I.	（一）乾冰與冰 1. 以鑷子取一塊乾冰及冰分別置於燒杯中。 2. 觀察冰融化成為液態水，乾冰昇華成為氣體。	
II.	（二）乾冰昇華與清潔劑 1. 於一個 250 mL 燒杯中倒入約 1/2 杯溫水。 2. 取一塊乾冰放至燒杯中，觀察產生雲霧狀二氧化碳氣體。 3. 滴加洗碗精於燒杯，觀察到肥皂泡持續不斷往上冒出。	

III.	(三) 乾冰昇華與清潔劑之表面張力 1. 準備一條毛巾布，浸泡於洗碗精溶液。 2. 加半杯溫水於廣口玻璃皿中。 3. 加入一塊乾冰，觀察二氧化碳氣體雲霧產生。 4. 以浸泡過洗碗精之長條布，在玻璃皿口均勻塗上一薄層清潔劑，使其產生肥皂膜，當二氧化碳昇華，氣體產量增加，泡泡脹大，直至泡泡破掉。	 
IV.	(四) 二氧化碳彈力球： 1. 將塑膠洗瓶之瓶蓋口連接橡皮管，瓶內加入約半瓶之溫水。 2. 將乾冰放入洗瓶中，蓋上瓶蓋，橡皮軟管口持續冒出有二氧化碳氣體。 3. 將橡皮軟管管口沾些許洗碗精，即可吹出一顆一顆二氧化碳彈力球，放置於棉布手套上不會破。	 

參考網站：

1. <http://www.youtube.com/watch?v=Nm7lxORRMbA>
2. http://www.youtube.com/watch?v=pP_lZaOchE0&feature=channel

有機物與無機物

教學目標：配合課程內容「有機化合物」。

示範日期：2010 年 3 月 25 日週四

一、目的：利用燃燒反應分辨有機物及無機物，同時觀察含金屬離子之焰色試驗（Flame test）。

二、原理：

有機物燃燒後主要產物為二氧化碳及水，無機化合物燃燒後產生含金屬之黑灰，以此簡易的燃燒法辨別有機物與無機物，同時觀察無機物中金屬陽離子於燃燒時產生特殊之焰色，瞭解燃放煙火的原理。

三、器材：金屬藥匙、酒精燈、火柴。

四、藥品：苯甲酸（ $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ ）、萘（ C_{10}H_8 ）、二聯苯（ $\text{C}_6\text{H}_5\text{-C}_6\text{H}_5$ ）、尿素（ NH_2CONH_2 ）、 LiCl 、 NaCl 、 KCl 、 KI 、 CaCl_2 、 CaCO_3 、 BaCl_2 、 BaOH_2 、 $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ 、 CuSO_4 、 CuCl_2

五、步驟：

	步驟	示範
1.	以金屬藥匙取少量固體藥品在酒精燈焰上加熱。	
2.	觀察有機物之燃燒反應。	
3.	觀察無機物燃燒時之特殊焰色及燃燒後藥匙上所殘餘之黑灰。	

六、實驗結果與檢討：

1. 焰色試驗結果如下：

化合物	焰色	理論
LiCl	暗紅	Magenta to carmine
NaCl	金黃	Intense yellow
KCl	淺紫	Lilac to red
KI	X	
CaCl ₂	磚紅	Orange to red
CaCO ₃	X	
BaCl ₂	黃綠	Pale/Yellowish Green
BaOH ₂	X	Pale/Yellowish Green
Sr(NO ₃) ₂	X	Crimson
CuSO ₄	祖母綠	Green
CuCl ₂	藍綠	Blue-green

X 為沒有看到火焰顏色差異

2. 若用瓦斯槍或本生燈效果會比酒精燈好，因酒精燈的火焰為黃色，容易干擾判斷焰色。火焰槍或本生燈溫度較高、火焰為藍色，較易判斷焰色。

化學反應與反應熱

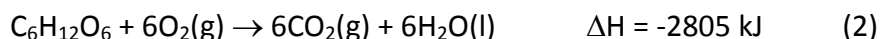
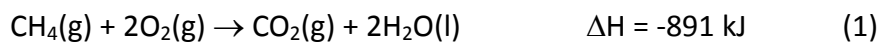
教學目標：配合課程內容「能量」。

示範日期：99 年 4 月 22 日。

一、目的：觀察反應能量之變化，瞭解反應熱於生活中之應用。

二、原理：

化學反應過程中通常伴隨著能量變化。日常生活中利用天然氣之燃燒熱（式 1）烹煮食物，生物體內細胞利用葡萄糖之氧化反應（式 2）產生我們賴以生存與活動之能源。



三、器材：

暖暖包（醋酸鈉）、硝酸銨速冷冰敷袋、20 mL 樣品瓶 10 個、100 mL 容量瓶 1 個、漏斗 1 個、電子數字溫度計 1 台、藥杓 6 支、安全眼鏡、乳膠手套。

四、藥品：

硝酸銨、氯酸鉀、醋酸鈉、氫氧化鈉、氫氧化鉀、氫氧化鈣、1 M HCl（50 mL 於容量瓶，加溴瑞香草藍指示劑）、1 M NaOH（50 mL 於容量瓶，加溴瑞香草藍指示劑）。

五、步驟：

	步驟	示範
I	（一）醋酸鈉暖暖包 1. 將醋酸鈉暖暖包於熱水中煮沸，讓醋酸鈉固體完全溶解，靜置放冷後備用。 2. 扳按暖暖包中金屬片，誘導醋酸鈉晶種產生，觀察結晶迅速產生並放熱之現象。	
II	（二）硝酸銨速冷冰敷袋 1. 將硝酸銨速冷冰敷袋中之固體塑膠袋擠破，觀察硝酸銨溶解吸熱之現象。	

III	(三) 酸鹼中和反應熱 - 以容量瓶取 50 mL 之 2 M HCl，並滴加溴瑞香草藍指示劑；另一容量瓶裝取 50 mL 之 2 M NaOH 也滴加溴瑞香草藍指示劑，觀察溶液顏色。 - 將鹽酸順漏斗加入 100 mL 容量瓶中，再加入 50 mL 氫氧化鈉溶液，觀察溶液顏色、體積變化及反應熱。 註 1：若使用酚酞，在此鹼性溶液中呈無色，無法呈現預期效果。 註 2：使用濃度為 2 M 之酸鹼，顏色變化較明顯。	 
IV	(四) 溶解熱 - 在 20 mL 樣品瓶中加入約 15 mL 冷開水。 - 分別加入一小杓固體藥品：硝酸鉍、氯酸鉀、醋酸鈉、氫氧化鈉、氫氧化鉀、氫氧化鈣，攪拌促進溶解，觀察溶液溫度變化。 注意：藥品勿觸及皮膚或眼睛。 氫氧化鈣溶解度不佳，應改換 CaCl_2 試試。	

表一 化學物質之溶解熱

化合物	ΔH (kJ/mol)	實驗之溫度變化 (°C)	備註 (水約 10 mL)
濃硫酸稀釋	—	26.1 → 33.5	
硝酸鉍 <u>ammonium nitrate</u>	+25.69	26.0 → 24.8	4 小杓
氯酸鉀 <u>potassium chlorate</u>	+41.38	26.5 → 37.0	3 小杓 效果不佳，不易溶
三水合醋酸鈉 <u>sodium acetate trihydrate</u>	+19.66	25.8 → 22.4	4 小杓
氫氧化鉀 <u>potassium hydroxide</u>	-57.61	26.4 → 31.9	2 顆粒 易溶溶解快
氫氧化鈣 <u>caesium hydroxide</u>	-71.55	—	溶解度低
氫氧化鈉 <u>sodium hydroxide</u>	-44.51	26.8 → 33.7	2 顆粒 溶解慢

氧化還原反應－製備氫氣與活性系列

教學目標：配合課程內容「氧化還原反應」。

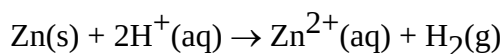
示範日期：2010 年 4 月 29 日

一、目的：以鋅粒與鹽酸製備氫氣並測試氫氣的爆鳴聲，引進氧化還原反應的概念；比較金屬之活性，瞭解製作錢幣之貴金屬的性質。

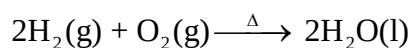
二、原理：

以簡單的器具進行四項實驗室常見的氧化還原反應：

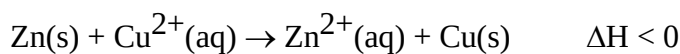
1. 以鋅粒與鹽酸製備氫氣



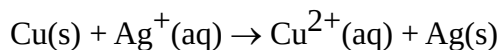
2. 使用排水集氣法收集氫氣，測試氫氣的爆鳴聲：



3. 以鋅粒與 $\text{CuSO}_4(\text{aq})$ 反應觀察化學能轉變為熱能：



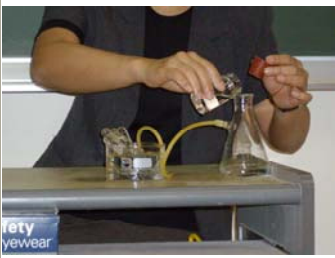
4. 以銅線與 $\text{AgNO}_3(\text{aq})$ 反應，觀察比較金屬的活性系列：



三、器材：抽氣過濾瓶（附橡皮塞、橡皮管及玻璃彎管）、試管 10 支、玻璃皿、火柴。

四、藥品：鋅粒、6 M 鹽酸 20 mL、銅線、1 M $\text{CuSO}_4(\text{aq})$ 15 mL、0.1 M $\text{AgNO}_3(\text{aq})$ 15 mL。

五、步驟：

步驟	示範
I (一) 以鋅粒與鹽酸反應製備氫氣 1. 抽氣過濾瓶（附橡皮管及玻璃彎管）內放入 2 顆鋅粒。 2. 準備 10 支試管裝滿水、裝水之玻璃皿。	

	- 將約 20 mL 之 6 M HCl 加入抽氣過濾瓶中，迅速塞上瓶塞，開始排水集氣收集氣體。 - 觀察反應之速度及放熱反應。	
II	(二) 測試氫氣的爆鳴聲 - 以火柴逐支測試試管中所收集之氣體。 - 記錄是否有氫氣與氧氣劇烈反應所產生的爆鳴聲。	
III	(三) 金屬氧化的活性系列 - 鋅置換銅：加 2 顆鋅粒於 1 M 硫酸銅水溶液中，觀察藍色溶液之褪色，紅色金屬銅沈澱產生，及鋅粒減小反應放熱之現象。 - 銅置換銀：將捲成線圈之銅線置於硝酸銀溶液中，觀察金屬銀在線圈上生成及溶液逐漸呈現藍色。反應應為放熱。	   
IV	廢液含重金屬鋅、銅、銀，需回收處理。	

太陽能電池與氫燃料電池

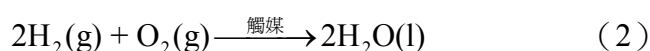
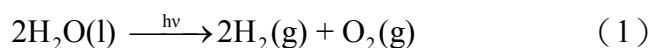
教學目標：配合課程內容「化學反應－氧化還原反應」。

示範日期：99 年 5 月 13 日

一、目的：示範太陽能電池及燃料電池，瞭解以電化學裝置將太陽能或化學能轉變為電能之應用。

二、原理：

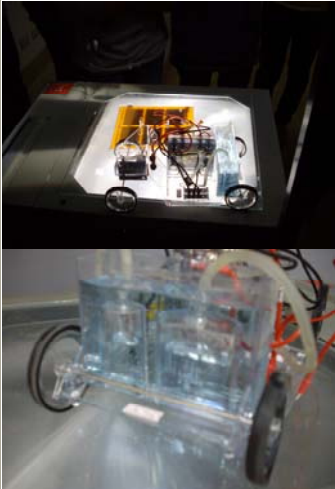
利用太陽能電解水，產生氫氣與氧氣（式 1）；再將所產生之氫氣與氧氣以燃料電池裝置，進行氧化還原反應（式 2），將化學能直接轉變為電能，作為驅動電動車之電力來源。



三、藥品及器材：

太陽能/燃料電池驅動電動車一組，檯燈，水。

四、步驟：

	步驟	示範
I.	（一）太陽能轉為電能 1. 以太陽能/燃料電池電動車之矽晶太陽能板吸收光能，轉變為電能驅動電動車。	
II.	（二）太陽能電解水 1. 以矽晶太陽能板吸收光能，以太陽能電解水，產生氫氣與氧氣，觀察氣泡產生，及氫氣與氧氣體積比（陰天在教室以投影機或檯燈燈光替代進行）。	

III.

（三）氫燃料電池

連接線路，讓氫氣及氧氣進入觸媒催化裝置，將氧化還原反應所產生之化學能轉變為電能，驅動電動車。



反應速率－溫度與觸媒

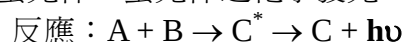
教學目標：配合課程內容「反應速率－催化劑」。

示範日期：2010 年 5 月 20 日

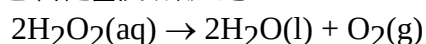
一、目的：以螢光棒之化學發光示範溫度對反應速率之影響；以過氧化氫的分解反應觀察觸媒可加快反應速率。

二、原理：

1. 螢光棒：螢光棒之化學發光，隨溫度升高，反應加速，發光強。



2. 過氧化氫分解反應：



過氧化氫溶液（加清潔劑）分解反應速率：

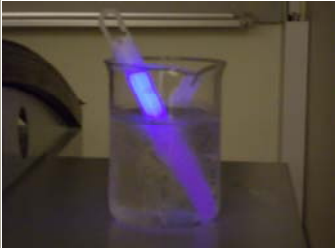
（1）隨溫度升高而加速。

（2）加異相觸媒（ MnO_2 ）、勻相觸媒（ I^- ），反應加速，分解產生氣泡增加。

三、器材：螢光棒一支、50 mL 量筒 4 支、100 mL 燒杯 1 個、玻璃皿 2 個、熱水、冰塊。

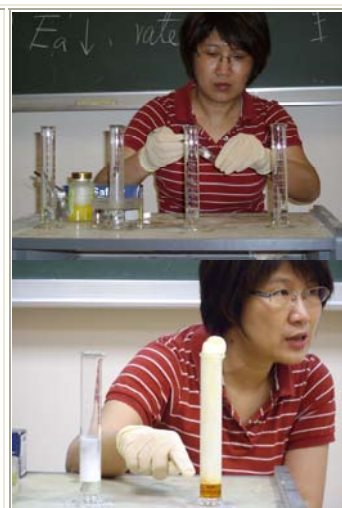
四、藥品：10%雙氧水、 $\text{MnO}_2(\text{s})$ 、 $\text{NaI}(\text{aq})$ 、清潔劑。

五、步驟：

	步驟	示範
I	（一）螢光棒 1. 一個玻璃皿裝熱水，另一玻璃皿裝成冰塊。 2. 拆除螢光棒封套，凹折、搖振，使化學發光反應發生。 3. 螢光棒放入熱水或冰水中，觀察發光情形。	 螢光棒冰水中發光情形
II	（二）過氧化氫分解反應 1. 取 10%過氧化氫溶液約 100 mL，加入適量清潔劑，混合均勻。 2. 在 50 mL 量筒中各加入約 10 mL 雙氧水。 3. 一為對照組。 4. 一支放入熱水浴中，觀察溫度的影響。 一支加入少量二氧化錳固體，觀察產生氣的	

泡情形。

5. 一支加入 NaI(aq) ，觀察產生氣泡的情形
6. 廢液含重金屬錳，需回收處理。



聚苯乙烯之合成

教學目標：配合課程內容「聚合物」。

示範日期：2010 年 5 月 27 日週四

一、目的：學習利用自由基聚合反應生成聚苯乙烯，瞭解反應條件對聚合之影響。

二、原理：

聚苯乙烯是日常生活中常用之聚合物。本次實驗以苯乙烯為單體經過氧化苯甲醯為自由基起始劑，加熱進行加成聚合反應。瞭解反應條件對聚合反應產物之影響。

三、器材：試管、燒杯及加熱板。

四、藥品：苯乙烯，過氧化苯甲醯，二乙烯苯。

五、實驗步驟：

步驟					示範
1.	以 400 mL 燒杯裝 200 mL 水，加熱準備熱水浴。				
取 7 支試管，進行下述反應：					
編號	苯乙 烯	過氧化苯甲 醯	二乙烯 苯	加熱	
1	○	×	×	×	
2	○	×	○	×	
3	○	×	○	○	
4	○	×	×	○	
5	○	○	×	×	
6	○	○	×	○	
7	○	○	○	○	

3.	將試管放入 70-80℃ 熱水浴中，加熱 60 分鐘。	
4.	觀察其性質。	

六、實驗結果：

1. 不同反應條件下之實驗結果：

編號	苯乙烯	過氧化苯甲醯 (催化劑)	二乙烯苯	加熱	結果
1	○	×	×	×	無變化(還是液體)
2	○	×	○	×	無變化(還是液體)
3	○	×	○	○	無變化(還是液體)
4	○	×	×	○	無變化(還是液體)
5	○	○	×	×	無變化(還是液體)
6	○	○	×	○	黏稠狀透明液體
7	○	○	○	○	固體

說明 1：反應須加入起始劑過氧化苯甲醯，且需加熱，才可使苯乙烯聚合。

說明 2：未加入二乙烯苯則產生線性聚合物；加入二乙烯苯則為網狀聚合物。

聚丙烯酸鈉之吸水性

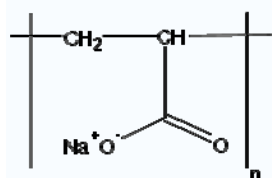
教學目標：配合課程內容「聚合物」。

示範日期：2010 年 6 月 3 日週四

一、目的：以聚丙烯酸鈉之吸水性示範實驗，瞭解高分子聚合物於生活中的應用。

二、原理：

聚丙烯酸鈉 (**Sodium polyacrylate**, ASAP)，可以吸收其本身質量 200 到 300 倍的水份，是日常生活中紙尿褲之主要吸水成分，也是兒童玩具水晶寶寶的組成物質，分子式如下示。本實驗示範聚丙烯酸鈉的強力吸水性，讓學生瞭解它的應用性。



三、器材：燒杯及玻棒。

四、藥品：聚丙烯酸鈉及水。

五、步驟：

步驟	示範
1. 用兩個 400 mL 燒杯，分別裝入 5 g 聚丙烯酸鈉。	
2. 分別加入 50 和 100 mL 水，觀察其性質。	

3.	市售聚丙烯酸鈉小顆粒球。	
4.	經浸泡水吸水後漲大成水晶寶寶。	

六、實驗結果：

1. 加入 50 mL 水，可發現聚丙烯酸鈉呈現塊狀，還可再吸水。
2. 加入 100 mL 水，聚丙烯酸鈉呈現膠體狀，吸水已達飽和。

生活中的酸與鹼

台灣大學化學系劉廣定教授、余瑞琳講師

教學目標：配合課程內容「化合物之基本性質」

實驗日期：2010 年 4 月 1 日週四

實驗地點：思亮館一樓普化實驗室

參考：國立臺灣大學化學系，大學普通化學實驗，第十二版，國立臺灣大學出版中心：台北，民國九十七年

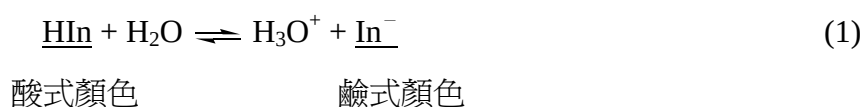
一、目的：觀察各種酸鹼指示劑的顏色變化，並利用指示劑的呈色，判斷鹽類水溶液及日常生活物品之酸鹼性。

二、實驗技能：學習點滴試驗、研磨及溶液 pH 值測定。

三、原理：

(一) 酸鹼指示劑

酸鹼指示劑本身為一種弱的有機酸（HIn）或弱的有機鹼（In⁻），在溶液中部分解離，以平衡狀態存在，如式 1 所示。由於酸鹼指示劑之共軛酸鹼對（HIn / In⁻）各具有不同顏色，因此隨著溶液的 pH 值的改變，指示劑的顏色亦隨而變化。：



$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{In}^-]}{[\text{HIn}]} \quad (2)$$

$$\frac{K_a}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{[\text{In}^-]}{[\text{HIn}]} \quad (3)$$

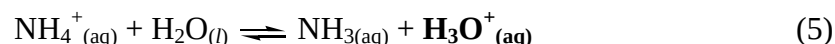
當溶液中[HIn] ≥ 10[In⁻]時，肉眼可看出酸式指示劑的顏色，反之亦然。不同之酸鹼指示劑具有不同的顏色及變色範圍。若使用變色範圍不同的指示劑分別滴入試樣溶液中，由各別顏色的變化就可進一步推定出溶液的 pH 值為何。

(二) 鹽類之酸鹼性

一般鹽類為強電解質，當溶解於水中會完全解離產生陽離子與陰離子。這些離子若與水發生水解反應（hydrolysis），產生 H^+ 或 OH^- ，則使溶液呈酸性或鹼性。例如衍生自弱酸（HA）的陰離子（ A^- ）水解產生 $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$ ，使溶液呈鹼性，如 F^- ：



衍生自弱鹼的陽離子水解產生 $\text{H}^+_{(\text{aq})}$ ，使溶液呈酸性，如 NH_4^+ ：



（三）生活用品之酸鹼性

日常生活用品多具有不同酸鹼性。例如清潔劑為鹼性，汽水、食醋為酸性等。本實驗，將觀察七種指示劑顏色的變化，並以指示劑之變色、廣用試紙之呈色及 pH 計三種方法，測定各種試樣水溶液的酸鹼性。

三、儀器與材料：投影片一張、塑膠滴管 25 支、廣用試紙、pH 測定計、50 mL 燒杯、研鉢及杵、數位相機（自備）。

四、藥品：

（一）指示劑：

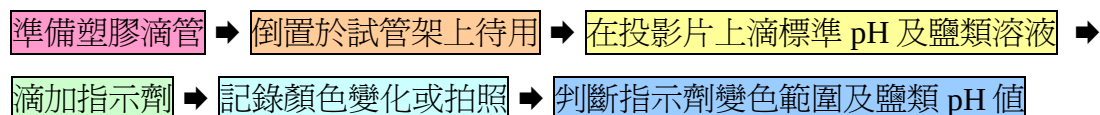
0.1% 甲基橙、0.1% 甲基紅、0.1% 酚紅、0.1% 酚酞、0.1% 茜素黃 R、0.1% 溴瑞香草酚藍、廣用指示劑

（二）鹽類水溶液：

1 M 氯化銨（ NH_4Cl ）、1 M 氯化鈉（ NaCl ）、1 M 醋酸銨（ $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ ）、1 M 醋酸鈉（ CH_3COONa ）、1 M 碳酸氫鈉（ NaHCO_3 ）、待測溶液、學生自備試樣。

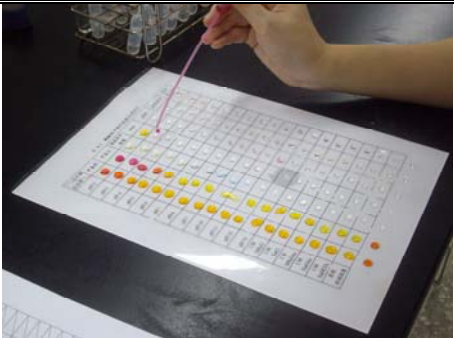
（三）pH 2~13 緩衝溶液

五、實驗流程：



六、實驗步驟：

	步驟	示範照片
1.	準備乾淨塑膠滴管，在吸球上貼妥各種指示劑、標準 pH 值緩衝溶液及鹽類水溶液的標籤。 依標籤所示吸取各種試劑約 1 mL，將吸球部分朝下，滴管口向上，倒置於試管架上。	
2.	在印有「酸鹼指示劑顏色變化測試表」之投影片上，每一方格內依縱軸標示橫向滴加 pH 2 ~13 緩衝溶液及 1 M 鹽類水溶液各一滴。 再於直欄格位內依橫軸標示滴加一滴指示劑，使 2 液滴混合。觀察並記錄顏色變化。	
	註 1：保持滴管口垂直懸空向下，小心擠壓吸球，使所滴溶液恰為一滴，且滴於欄位的中央。滴管口不可碰觸到投影片上之液滴，以避免污染。 註 2：實驗過程中若滴管不慎污染，應先將其內所裝試劑壓擠出，以蒸餾水沖洗數次後，再更換新試劑。	 
3.	記錄顏色變化。依顏色變化判斷酸鹼指示劑變色範圍、鹽類及待測液之 pH 值。 註：學生自行準備數種試樣溶液，進行 pH 測定。	
4.	將鹽類及待測試樣溶液滴在廣用試紙上，依據顏色變化，判斷溶液之 pH 值。	

5.	取鹽類及待測試樣溶液各約 20 mL，置於 30 mL 燒杯中，以 pH 計測量溶液之 pH 值。	
6.	自製酸鹼指示劑 採取 5-10 朵顏色鮮豔之花朵（如杜鵑），剪碎後加少許水，以研鉢及杵研磨，萃取花中之汁液，與標準 pH 值溶液混合，觀察其顏色變化。	
7.	用水將投影片沖洗乾淨並用紙巾拭乾；裝盛試劑的塑膠滴管管口朝上吸球向下置於試管架上，留待下一班使用。	
實 作 實 驗	 	 

姓名 _____ 系別 _____ 組別 _____
 學號 _____ 日期 _____

生活中的酸與鹼

一、實驗結果：

1. 依實驗結果，將各種指示劑顏色變化及 pH 範圍，有系統地列表表示。

指示劑	pH 範圍	顏色變化
甲基橙		
甲基紅		
溴瑞香草酚藍		
酚紅		
酚酞		
茜素黃 R		
廣用指示劑		

2. 待測試樣 pH 計測定值

待測試樣	pH 測定值	參考數據 (pH)
漱口水		5.96
洗面乳		6.55
化妝水 A		4.98
化妝水 B		5.60
查裏王		6.27
奶茶		6.23
酸梅汁		3.36
檸檬紅茶		3.27
雪碧汽水		3.15
檸檬香橙汁液		3.45
桑椹萃取液		3.10

3. 酸鹼指示劑顏色變化測試記錄及判定鹽類溶液 pH 值

指示劑 水溶液	甲基橙	甲基紅	溴瑞香 草酚藍	酚紅	酚酞	茜素黃 R	廣用 指示劑	試樣溶 液 pH 值	廣用試紙 呈色
pH 2									
pH 3									
pH 4									
pH 5									
pH 6									
pH 7									
pH 8									
pH 9									
pH 10									
pH 11									
pH 12									
pH 13									
1 M NH ₄ Cl									
1 M NaCl									
1 M NH ₄ OAc									
1 M NaOAc									
1 M NaHCO ₃									
待測試樣									
待測試樣									
待測試樣									
待測試樣									

廢鋁罐製備明礬

台灣大學化學系劉廣定教授、余瑞琳講師

教學目標：配合課程內容「化學反應」

實驗日期：2010 年 5 月 6 日週四

實驗地點：思亮館一樓普化實驗室

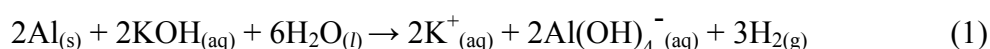
參考：國立臺灣大學化學系，大學普通化學實驗，第十二版，國立臺灣大學出版中心：台北，民國九十七年

一、目的：回收廢棄鋁罐製成明礬，觀察氧化還原、錯離子生成反應及結晶過程。

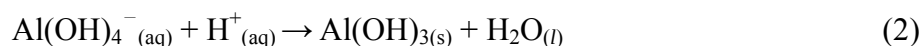
二、實驗技能：學習藥品稱量、液體量取、抽氣過濾法及養晶技術。

三、原理：

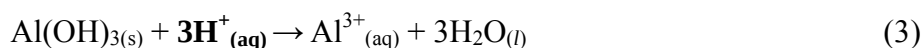
鋁是活性大的金屬，容易進行氧化反應。但因其表面常被一層氧化鋁保護著，而與稀酸反應很慢。若是使用鹼性溶液，則可以溶解此氧化層，進一步再與鋁反應：



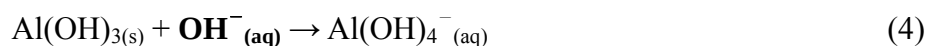
若在此溶液中加入酸，可移去一個 OH^- ，產生白色膠狀 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沈澱：



繼續加過量的酸，則 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 變成 Al^{3+} 而溶解於酸中：

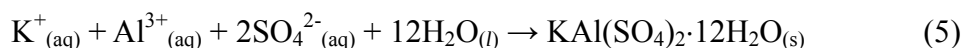


若將鹼加入 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 中，則產生可溶解的錯離子 $\text{Al}(\text{OH})_4^-$ ：



由於 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 既能當作鹼溶於酸中，又能當作酸溶於鹼中，因此我們稱之為兩性物質（amphoteric substance）。

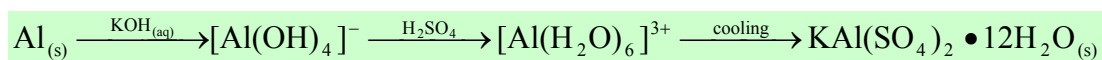
本實驗以回收的廢棄飲料鋁罐，經由 KOH 氧化成為 $\text{Al}(\text{OH})_4^-$ ，再加入過量硫酸讓鋁明礬自含有 SO_4^{2-} 、 Al^{3+} 和 K^+ 的過飽和溶液中結晶出來，製成可以淨水的鋁明礬， $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 。鋁明礬結晶過程的平衡方程式如下：



四、儀器與材料：鋁質易開罐（自備）、剪刀、磨砂紙、燒杯（100 mL）、濾紙、水流式抽氣機、玻棒、抽氣過濾瓶、布氏瓷漏斗、量筒、電磁加熱攪拌器、保麗龍湯杯（冰水浴用）。

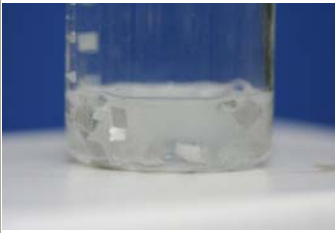
五、藥品：9.0 M 硫酸（sulfuric acid, H_2SO_4 ）、1.4 M 氫氧化鉀（potassium hydroxide, KOH）、酒精/水（1:1, v/v）混合液。

六、實驗流程：



七、實驗步驟：

	實驗步驟	照片示範
1.	自備一個鋁質易開罐（非鐵罐）。 剪下約 4 cm × 4 cm 大小的鋁片一塊，以砂紙將內外表面均磨光並剪成小片。 秤量約 0.5 g 之鋁片置於 100 mL 燒杯內，記錄精確重量。 註：此步驟可於實驗課前先完成。 注意：鋁片易割傷手。 電子天平實驗技能： http://www.ch.ntu.edu.tw/~genchem99/doc/09T9.pdf	 
2.	以量筒量取 25 mL 之 1.4 M KOH 加入燒杯中。於排煙櫃中使用電磁加熱攪拌器略微加熱，以促進反應。 注意：由於鋁片和 $\text{KOH}_{(aq)}$ 反應後會放出氫氣並伴隨有惡臭，務必在排煙櫃中進行，且切忌與火源接近。 電磁加熱攪拌器實驗技能： http://www.ch.ntu.edu.tw/~genchem99/doc/02T2.pdf	

3.	反應過程中，觀察鋁片在水中有週期升降（上下浮沉）的現象，試解釋其可能原因。當氫氣不再冒出即表示反應完全。 反應式：$2\text{Al}_{(s)} + 2\text{KOH}_{(aq)} + 6\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow 2\text{K}^+_{(aq)} + 2\text{Al}(\text{OH})_4^-_{(aq)} + 3\text{H}_{2(g)}$	
4	以抽氣過濾法過濾此熱溶液。再利用滴管吸取蒸餾水（約 1 mL），潤洗燒杯並將清洗液倒入抽氣漏斗中過濾。合併澄清液於燒杯溶液中。 註：潤洗用之蒸餾水宜盡量減少。 抽氣過濾實驗技能，參考實驗技能與示範影片： http://www.ch.ntu.edu.tw/~genchem99/doc/07T7.pdf	 
5.	將燒杯放在冷水浴中，以 10 mL 量筒量取 10 mL 之 9 M H_2SO_4 緩慢加入燒杯中。硫酸加入後，可觀察到白色 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 膠狀沈澱生成。 註：加酸過程反應會放熱，故置於冷水浴中冷卻。 反應式：$\text{Al}(\text{OH})_4^-_{(aq)} + \text{H}^+_{(aq)} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_{3(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$	
6.	將燒杯外壁的水擦乾，再置於電磁加熱攪拌器上加熱，使固體全部溶解。 註：最後溶液的總體積應維持在約 30 mL 以內，以免溶液未達過飽和，鋁明礬無法晶析出。 反應式：$\text{Al}(\text{OH})_{3(s)} + 3\text{H}^+_{(aq)} \rightarrow \text{Al}^{3+}_{(aq)} + 3\text{H}_2\text{O}_{(l)}$	
7.	將澄清溶液（溶液中含有 Al^{3+}、K^+、SO_4^{2-}）靜置冷卻至室溫。若沒有結晶產生，可用玻棒輕刮器壁誘導結晶生成；再以冰水浴冷卻之，使明礬結晶完全。 註：冰浴後若無結晶析出，可能是濃度太稀未達飽和。 $\text{K}^+_{(aq)} + \text{Al}^{3+}_{(aq)} + 2\text{SO}_4^{2-}_{(aq)} + 12\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{Al}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}_{(s)}$	

	利用抽氣過濾法收集產物，並用玻棒將產物壓碎鋪平後以約 3~4 mL 之酒精與水（1：1，v/v）混合溶液，潤洗燒杯及清洗漏斗內的產物數次，持續抽氣 10 分鐘使產物乾燥。 將乾燥之鋁明礬由濾紙上刮下，稱重，計算產率。 註：清洗用之酒精與水混合液切勿過量，以避免鋁明礬溶解。	
學生實作		
		

姓名 _____ 系別 _____ 組別 _____
學號 _____ 日期 _____

從廢鋁罐製備明礬

一、實驗數據與結果

(一) 鋁明礬之製備

1. 鋁片重量： _____
2. 鋁明礬實際產量： _____
3. 鋁明礬化學式量： _____
4. 鋁明礬理論產量： _____



5. 鋁明礬產率： _____

詳列算式：

二、問題與討論

1. 以廢鋁罐製備鋁明礬的實驗過程中，發生了哪些類型的化學反應？
2. 實驗過程中使用氫氧化鉀及硫酸製得明礬，同時也產生了化學廢棄物。資源回收業者是將回收的廢鋁罐製成鋁明礬？或採用其他方式回收利用鋁罐？
3. 例舉說明鋁明礬有哪些用途？請列出你的參考資料出處。

小組討論－食品與包裝

教學目標：配合課程內容「氧化還原反應」。

實施日期：2010 年 4 月 29 日

一、目的：學生分組進行觀察分析食品包裝與內容物，瞭解氧化還原反應與生活之關聯性。

二、原理：

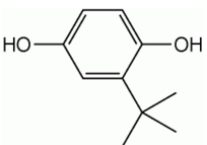
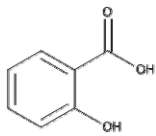
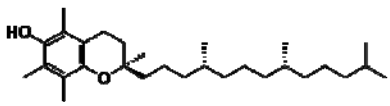
空氣中氮氣佔 78%，氧氣佔 21%，是空氣最主要的二種成分。而在自然界中有許多物質是以氧化物的形式存在，例如鋁礬土主要成分是氧化鋁（ Al_2O_3 ），鐵鏽的成分是氧化鐵（ Fe_2O_3 ），很少看到氮化物的存在。

從化學的觀點思考，氮氣雙原子分子（ $\text{N}=\text{N}$ ）的三鍵鍵能很強，為 941 kJ/mol。相較於氧氣雙原子分子（ $\text{O}=\text{O}$ ）的雙鍵鍵能 495 kJ/mol 高許多，因此要讓氮氣的三鍵斷裂以產生反應，所需能量大，反應不易。由於氧氣易與物質反應，氮氣不易發生反應，因此在食品添加物與包裝上為避免食品氧化變質：

1. 脫氧劑：食品包裝內有時放入小包裝脫氧劑（日本稱謂脫酸素劑），以除去包裝袋中的氧氣，防止食品成分，例如油脂或色素等的氧化，褪色等品質劣化現象。使用的藥劑為二價鐵，暴露在空氣中時，二價鐵，吸收氧氣轉變為三價鐵，此時會發熱。因此，開封後將該脫氧劑放置在空氣中，如在幾分鐘內不發熱表示該劑已失效，而使用於脫氧劑的包裝材料也要具備防止透氧氣的材料。

參考：保鮮劑、脫氧劑及乾燥劑新用途，台灣大學食品科技所李錦楓教授

2. 食品添加物：油脂、乳酪、魚貝類冷凍品中常加入抗氧化劑，以減緩食品中所含油脂雙鍵的氧化。例如：維生素 E、TBHQ 或 BHA。

2-三級丁氫醌 TBHQ, 2-tert-butylhydroquinone	丁基羥基甲氧苯 BHA, butylated hydroxyanisole	維生素 E, vitamin E
		

3. 真空包裝：食品為防止氧化變質，常使用真空包裝去除氧氣。
4. 充氮包裝：有些食品為避免擠壓變形或碎裂，以充氮氣（非氧氣）包裝。

小組討論－食品與包裝

2-3 人一組記錄分析食品包裝及內容物標示，瞭解氧化還原反應與生活之關聯性。

姓名	學號	系級
1.		
2.		
3.		

分析項目	觀察記錄
1. 物品名稱	
2. 用途	
3. 所含成分	
4. 包裝外觀	
5. 其他	



小組討論－認識電池

教學目標：配合課程內容「氧化還原反應」。

實施日期：2010 年 5 月 13 日

一、目的：電池是氧化還原反應將化學能轉變為電能之直接應用，學生分組進行觀察分析市售電池的分類及使用注意事項。

二、原理：

電池是氧化還原反應將化學能轉變為電能之直接應用。電池分為一次電池及二次電池。學生分組分析市售電池的分類及使用注意事項。

(一) 一次電池 **primary cell**：無法充電重複使用

1. 乾電池，碳鋅電池 (Leclanché cell, acid form)

$$2\text{NH}_4^+ + 2\text{MnO}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}_2\text{O}_3 + 2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$$
2. 鹼性乾電池

$$\text{Zn(s)} + 2\text{MnO}_2(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow \text{Zn(OH)}_2(\text{s}) + \text{Mn}_2\text{O}_3(\text{s})$$
3. 水銀電池

$$\text{HgO} + \text{Zn} \rightarrow \text{Hg} + \text{ZnO}$$
4. 氧化銀電池

$$\text{Ag}_2\text{O} + \text{Zn} \rightarrow 2\text{Ag} + \text{ZnO}$$

(二) 二次電池 **secondary cell**：可充電重複使用

1. 鎳鎘電池 Nickel-cadmium (**ni-cad**)：

$$\text{NiO}_{2(\text{s})} + \text{Cd}_{(\text{s})} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \xrightleftharpoons[\text{充電}]{\text{放電}} \text{Ni(OH)}_{2(\text{s})} + \text{Cd(OH)}_{2(\text{s})}$$
2. 鎳氫電池 Nickel-Metal-Hydride (**NiMH**)。
3. 鉛酸電池 lead acid battery：

$$\text{PbO}_{2(\text{s})} + \text{Pb}_{(\text{s})} + 2\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})} \xrightleftharpoons[\text{充電}]{\text{放電}} 2\text{PbSO}_{4(\text{s})} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$$

小組討論－認識電池

一、說明：2 人一組觀察記錄分析各式電池之標示，電池之分類與特性。

姓名	學號	系級
1.		
2.		

二、觀察分類與紀錄：

電池編號					
電池名稱/類別 (碳鋅、鹼性、鎳 氫電池...)					
規格 (鈕釦、AA、C...)					
電壓					
一次或二次電池					
特殊註記或警示					
其他					
					

實地參訪－自來水公司長興淨水場

教學目標：配合課程內容「水資源」

參觀日期：2010 年 6 月 10 日週四 9：20 於淨水場警衛室門口集合

參觀地點：長興淨水場；台北市自來水事業處台北市長興街 131 號

聯絡電話：8733-5826 自來水總處公關股；淨水場鄭場長 87335661

一、教學目標：

1. 藉參觀長興淨水場瞭解淨水場的設備及自來水淨化過程。
2. 親臨淨水場，體認自來水得來不易，應節約用水。
3. 認識水質電腦監視系統，隨時監控自來水的安全與衛生，建立自來水生飲的共識。
4. 維護自來水的安全與衛生，應從集水區的水土保持做起。

二、參訪流程：

1. 鄭場長簡介長興淨水場。
2. 參觀淨水場。
3. 參觀水質分析科。

三、學生書寫參觀淨水場心得報告。

四、長興淨水廠位置圖：



長興淨水場實地參訪報告

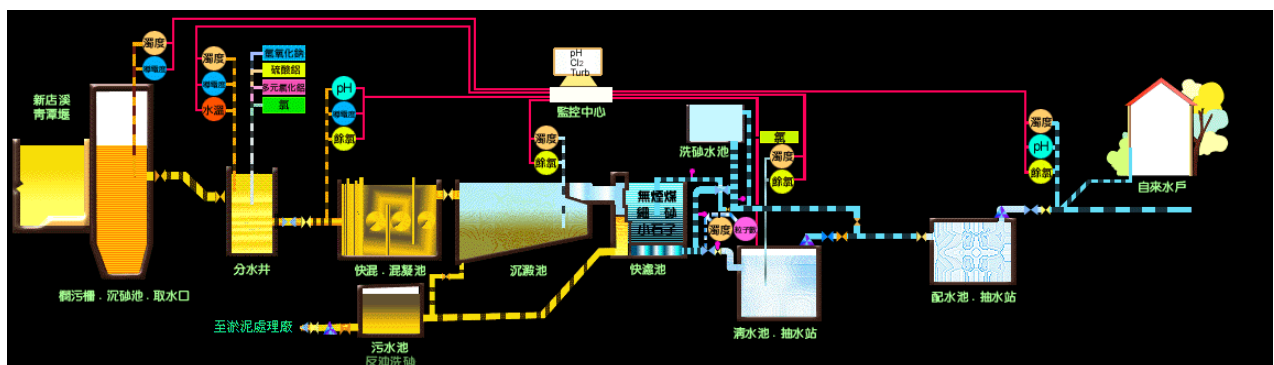
一、 參訪內容

剛開始在會議室內的解說，讓我們對台灣的水資源利用有了基本的概念，而其中有幾項特別吸引我的注意：

1. 台灣是世界第 18 大缺水國，但在水資源品質上卻高於一般標準。
2. 每次大雨過後，原水在 8~13 天之內會產生遞延的混濁效應。
3. NTU 是水值的濁度單位。(查了以後發現為 **Nephelometric Turbidity Unit** 的縮寫。) 國際水質標準的國內用水濁度，需有 95% 小於 0.1NTU，而台灣早在 95 年度就超過此標準。
4. 隱孢子蟲與梨型鞭毛蟲這兩種致病性生物，在不利生存的環境下，仍可產生孢子而存活四小時左右，於自來水淨化時需特別注意。曾有國家因其感染而導致人民大規模腹瀉。
5. 自來水淨化過程中所產生的淤泥，可回收後製成磚塊或水泥。
6. 測量水管是否漏水時，可使用探音棒測試聲音，也可以使用雷達波的震動幅度感應。
7. 台灣現在的自來水其實已可直接飲用！



之後我們正式參觀淨水過程。可以實際看到運作過程超興奮的！大致上來說淨水過程可以分為以下程序：



1. 攔污柵、沉沙池、取水口：此部分以物理變化攔截較大的沉澱物。之前沒有裝設攔污柵時還要以人工方式取出垃圾呢！此階段需加入第一次氯，防止微生物在淨水過程中不斷滋長。
2. 分水井：此時加入多元氯化鋁、硫酸鋁等混凝劑，促使水中雜質凝結成小顆粒。(現在已經不是使用鋁明礬了。)

3. 快混、混凝池：攪拌使小顆粒間彼此吸附變大。此時的攪拌速率相當關鍵，若攪拌太快則原本的小顆粒反而會被撞開。



4. 沉澱池：水流經沉澱池前端時，顆粒較大的雜質就會沉到池底，而底端上層較清澈的水則會往後繼續流。(沉澱池需較長，使物理沉澱過程完整。)



5. 快濾池：由無煙煤、細砂、小石子按照顆粒大小堆疊而成，原水下流過濾。但殘留在此階段的雜質每隔一段時間即需以強烈水壓上沖清潔。



6. 清水池、抽水站：加氯做最後的消毒(第二次)，並分送給各地區。
7. 污水池：淤泥回收處理。

之後我們前往檢測中心，了解自來水的檢測過程。採樣部分若使用不同品牌的試劑則需將數據平均。我們實際看到的部分大概只有照光實驗，但是解說得過程很精采呢！有很多跟日常生活較相關的注意事項，餘氯的測試 DIY 即是一例。若水中含氯量低於 0.2，則



需注意是否是因停留在水塔時間太長，或是管線方面出現問題。另外，現在的檢驗採全流程資訊化管理 (LIMS)，時間獲得更有效的利用。



二、 參訪心得

這次參觀長興淨水場真著實讓人大開眼界。從小到大，在教科書上看到的淨水過程敘述不計其數，但若不是這次的時地參訪，永遠也不會發現在腦中想像出的狀況和現實差距有多大。

從一開始的廠長解說的内容，就有許多讓我驚嘆的部分。從來不知道台北的水質這麼優異，即使跟世界競爭亦絲毫不遜色；生飲概念的提倡，更是台灣水資源利用的一大突破。只要管線沒有狀況，在電影中看到美國人直接飲用生開水的場景原來在台灣已經不是遙不可及的夢想了！

之後的淨化流程解說應該算是這次的參訪中相當大的重點了。口頭上聽過自來水淨化流程後，對其已有一定認知。但在實際參觀淨化過程，不只將想像具體化，也改正了之前認知的錯誤。以強烈水壓沖擊快濾池清潔的方式更是讓我吃驚，親眼看到污濁的水轉趨清澈有種莫名的感動！

最後在參觀檢驗流程的時候，提到了全流程資訊化管理，更是讓資管系的同學們雀躍不已，這是親眼見證資訊管理與生活結合的時刻呢。看到實驗室內應有盡有的工具也很讓人震驚，而且不得不說，我覺得試劑添加的定量器材真是個很聰明的發明耶！可以讓測試者不用每次添加都小心計算，效率自然提高許多。其它還有很多化學實驗曾經使用過的器材，看到他們在生活上實際被使用，這才讓人跳脫了之前對它們的刻板印象。畢竟做的實驗太少，常常看到某些器材就會直接聯想到某項特定的實驗。

結束後拿著他們發的 OTD 試劑，等家人回家後一起做水質檢驗。覺得這一趟淨水場的參觀之旅真的學到很多！

參訪內容概述

參訪的一開始由鄭廠長為我們介紹淨水廠的設備、自來水淨化的過程、飲水用水的安全與衛生，和認識水質電腦監視系統。簡報之後，鄭廠長帶我們參觀淨水場設備，配合口頭的敘述為我們解說淨水的過程。以下是淨水的程序：



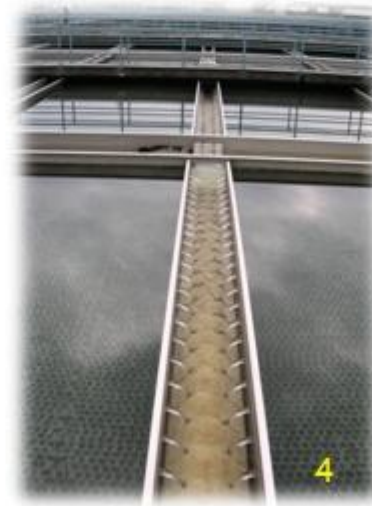
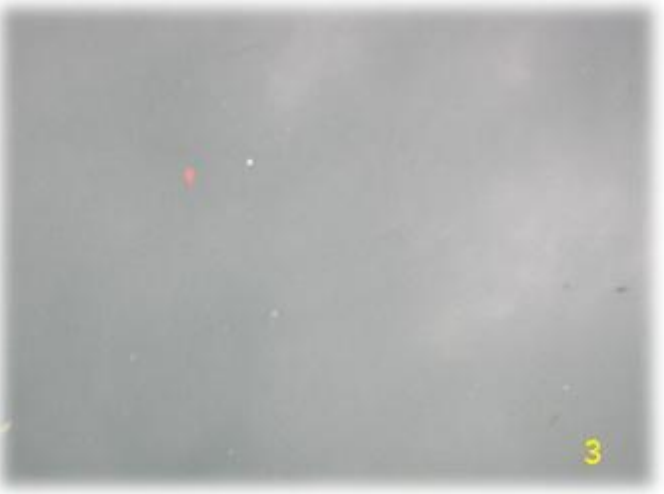
自來水廠必須的設備為取水、貯水、導水、淨水、送水和配水。長興淨水場的原水來自位在新店溪的清潭取水口，利用抽水機或自然重力方式將原水送至導水渠導進入淨水場，經過主要的處理(混凝、沉澱、過濾、消毒)流程變成為自來水。左列圖式皆為淨水的池子。

圖(1)為「回流池」，目的是降低混合水流經水躍池之混合能量，並利用水道轉折流向改變之能量提供細微膠羽凝聚增大之機會。

圖(2)為「膠凝池」，目的是藉膠羽機凝聚增大以利於沉澱。

圖(3)為「沉澱池」中的景象，水中多懸浮著顆粒大的白色雜質。沉澱池的目的是在膠凝池中形成大型膠羽在沉澱池借重力沉降後去除，以去除膠羽之沉澱水經水槽匯流入快濾池。

圖(4)為「快濾池」，目的是截除沉澱池未沉降之細微膠羽、懸浮顆粒、微生物及色度。



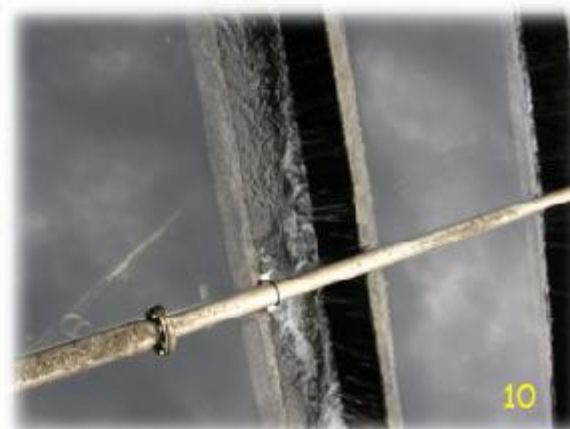
圖(5)-(10)是污水池，淨水的過程中，產生的沉澱淤泥及快濾反沖洗砂廢水等步驟，均排入污水池，再利用污水泵將淤泥抽至淤泥處理廠。將處理過後的淤泥變原料，使淨水廠也能做到能源再利用。

一系列的淨水流程之後，接著參觀「水質檢驗室」。先是由一位資歷深厚的檢驗員為我們解說檢驗的作業流程，從前一天的採樣規畫、採樣、收樣檢視、樣品儲存、樣品取用、處理及檢驗分析、數據產生、廢棄處理，一直到最後的數據回饋與改善，採用全流程資訊化管理(LIMS)做為品質檢驗的保證，並將檢驗後的數聚對內、外透明化。下一頁的圖(11)-(12)為檢驗室內的景像。

參訪後心得

民國九十九年六月十日，星期四，陰天。這天是戶外教學，大家相約在長興淨水場的大門口集合，出門前及時帶了相機，因為這是我第一次參觀淨水廠所以一定要拍照做紀念。

首先聽完簡報後記下一些有關長興淨水場的知識，像是長興淨水場的原水來自新店溪的青潭堰；青潭堰的水來自上游水質良好的翡翠水庫；台北市自來水的普及率為百分之九十九；水可以經由煮沸殺菌；對於水質的要求是無色、無味、無臭、透明、酸鹼值適當、含有餘氯 0.5ppm 以下、無致病菌、水溫適宜、無超過容許量的化合物或放射質；淨水處理過程中加入硫酸鋁(明礬)是目的是增加懸浮物沉澱的效果；加氯的效用是為了消毒殺菌；安全衛生的飲水需要淨水廠生產合格的自來水以外，必須要求輸配水管定期的維護、檢查和修理，另外集水區也要有持續良好的供應，用戶的用水設施也需合格，民眾才能擁有合格的飲用水。





11

此外，同學提到關於高雄自來水的問題，說到儘管目前的水質相較好幾年前已經改善許多，不解的是為什麼高雄的自來水令民眾為恐不及，關於這個問題鄭廠長的回答是，一方面是河水的汙染過於嚴重，加上淨水場設備的不足導致原水無法被徹底的淨化，近年來高雄政府極力加強自來水的淨化，要提供高雄市民安全衛生的飲用水。

在簡報的介紹中有提到需要加強防治的微生物-「隱孢子蟲」和「梨形鞭毛蟲」，皆為單細胞的原生蟲，感染後會造成輕度甚至到嚴重的腹瀉、脫水、腹絞痛及輕微的發燒症狀，至今對這兩種蟲害並無有效治療方法。由於蟲囊體機過於微小(直徑 $4\sim6\mu\text{m}$)，為確保蟲害汙染水質，淨水廠除了加強氯消毒濃度及接觸時間並控制水的濁度，生飲自來水是目前淨水廠極力推廣的政策，不過考慮到本國的環境與人民的衛生習慣，我認為飲用自來水前還是先將水煮沸，達到高溫滅菌才會讓我使用的安心。

台大化學系的學姐發給我們可以自行檢測任何地方用水的「自來水餘氯簡易比色卡」，我覺得若水利署能將水質檢測 DIY 推廣到家家戶戶，讓民眾親手檢測家中的用水除了可激起一般民眾對於民生化學的興趣，更重要的可以藉此向民眾推廣水資源的珍貴，讓民眾意識到繁複的淨水過程，和過程中產生的能源污染，像我在參訪過後更能體會到「水資源非取之不盡，用之不竭」，我們應該審慎日常生活中可以節約用水或廢水再利用的事情。在下表中我列出自己浪費水資源的舉動，多一點思考就可以節約用水和廢水利用了！



12

浪費	改進
刷牙洗臉時一直開著水龍頭	應該拿容器裝適當的用水
回收	利用
洗米、菜的水	澆花
洗衣服的水	拖地

台灣大學化學系「民生化學與永續發展」期初學生問卷調查表

各位同學：

為了解你對於民生化學與永續發展課程的意見，特進行本次意見調查。請依據你的實際想法作答。問卷調查結果僅供教材研發與教學改進的參考，敬請放心作答，謝謝！

任課教師 劉廣定 余瑞琳 2010.04.01

一、基本資料：

- 就讀院系：_____學院_____學系_____年級
- 入學方式：☐推薦申請 ☐考試分發 ☐其他：_____
- 入學成績（分數或級數）：
學科能力測驗：國文：_____英文：_____數學：_____自然：_____
指定考試成績：物理：_____化學：_____數學：_____生物：_____
☐無 ☐不記得

二、課程學習動機（可複選）

- 選修本通識課程之目的為
☐對基礎化學有興趣 ☐對民生化學有興趣 ☐對永續發展有興趣
☐對示範實驗有興趣 ☐對實作實驗有興趣 ☐對實地參訪有興趣
☐滿足學分數 ☐修不到其他通識課程
☐其他，請說明：_____
- 決定選修此課程之資訊來源：
☐自學校課程綱要簡介 ☐網路推薦 ☐同學推薦
☐同學相邀
☐其他，請說明：_____
- 你對本課程之期待：
☐課程內容豐富紮實 ☐課程內容有趣 ☐課程內容實用
☐課程內容建立永續發展觀念
☐其他，請說明：_____
- 你對於本課程的教學是否還有其他的意見或建議？

「民生化學與永續發展」期初學生問卷調查結果

一、基本資料

項目	總人數	男	女
人數	17	7	10
百分比 (%)	100	41	59

年級	一	二	三	四
人數	12	3	0	2
百分比 (%)	71	18	0	12

入學方式	推薦申請	考試分發	其他
人數	14	3	0
百分比 (%)	82	18	0

學院	文學院	管理學院	社科院	生農學院
人數	2	9	4	2
百分比 (%)	12	53	24	12

學系	資管系	政治系	社會系	生傳系	農經系	工管系	中文系	歷史系	財金系	社工系
人數	7	2	1	1	1	1	1	1	1	1
百分比 (%)	41	12	6	6	6	6	6	6	6	6

二、課程學習動機（可複選）

1. 選修本通識課程之目的為：

項目	人數	%
對基礎化學有興趣	10	59
對示範實驗有興趣	10	59
對民生化學有興趣	10	59
對實作實驗有興趣	10	59
對永續發展有興趣	9	53
對實地參訪有興趣	3	18
修不到其他通識課程	2	12
滿足學分數	1	6

2. 決定選修此課程之資訊來源：

項目	人數	%
自學校課程綱要簡介	12	71
同學相邀	4	24
同學推薦	2	12

網路推薦	1	6
------	---	---

3. 你對本課程之期待：

項目	人數	%
課程內容有趣	15	88
課程內容實用	11	65
課程內容豐富紮實	8	47
課程內容建立永續發展觀念	8	47
其他說明：實驗可以更了解以前課本上謎樣的操作。	1	6

4. 你對於本課程的教學是否還有其他的意見或建議？

- (1) 示範實驗可增高互動性。
- (2) 希望可以再貼近生活，示範實驗真的超有趣，希望可以一直持續。
- (3) 我希望課程內容可以更生活化，跟我們生活更相關。
- (4) 希望上課教室可在比較適合看黑板及投影片的階梯教室。不過小班教學可能也還好。
- (5) 黑板字可以用亮一點的顏色，並寫大一點。
- (6) 希望可在生活及應用方面多著墨。謝謝兩位老師的用心教導，從您們可以看到對化學的熱忱。

台灣大學化學系「民生化學與永續發展」實作實驗學生問卷調查表

各位同學：

民生化學與永續發展課程，已做完預定的二個實作實驗，特進行本次意見調查，以瞭解大家的學習成效及對實作實驗的建議。問卷調查結果僅供教學改進參考，敬請放心作答，謝謝！

任課教師 劉廣定 余瑞琳 2010.05.20

一、整體課程與學習（可複選）各項目圈選率（%）：1.為非常不同意，5.為非常同意。

評鑑項目		內 容	1 非常 不同意	2 不 同意	3 普 通	4 同 意	5 非 常 同 意	平 均 值
I	教學內容	1.實作實驗內容適切配合本通識課程內容	0	0	0	65	35	4.4
		2.實作實驗內容適合本課程學生之學習背景	0	0	12	65	24	4.1
		3.實作實驗教材內容編寫清楚	0	0	0	53	47	4.5
		4.實作實驗之教學準備完善	0	0	0	24	76	4.8
II	學習態度	5.我熟悉實作實驗之目的與原理	0	0	12	76	12	4.0
		6.我熟悉實作實驗之操作步驟	0	0	12	71	18	4.1
		7.我仔細進行實驗操作與觀察記錄	0	0	6	59	35	4.3
		8.我學會與同組實驗同學分工與合作	0	0	6	35	59	4.5
III	學習成效	9.實作實驗能幫助我學習新知	0	0	6	41	53	4.5
		10.實作實驗能幫助我學習書寫實驗報告	0	0	24	29	47	4.2
		11.實作實驗能幫助我理解本通識課程內容	0	0	12	53	35	4.2
		12.實作實驗能引起我對科學探索的學習興趣	0	0	12	29	59	4.5
		13.實作實驗能增進我思考科學與自然間永續關係	0	0	35	41	24	3.9
IV	總體印象	14.實作實驗教學符合我對本課程期初之期待	0	0	6	53	41	4.4
		15.綜合而言，我認為實作實驗之教學效果良好	0	0	0	47	53	4.5

三、你對於本課程實作實驗之教學是否還有其他建議？如時間安排、實驗次數、實驗內容、教學指導...

1. 兩次的實驗的次數剛好，內容也很有趣，希望可以說明實驗報告應如何寫才符合規定。
2. 希望實驗次數增加。
3. 起初課程的安排稍有不妥，即使課程內容再怎麼吸引人，但總不比趕下堂課來的重要(心理壓力)，以請對化學有滿腔熱誠的教授控制好時間，謝謝。這門課不僅有實作教學，還有校外教學，可以幫助我們了解其化學反應性質，且深入了解化學和生活的關聯性。整體上來說這是一門吸引我的課。
4. 覺得獲益斐淺，謝謝老師。

5. 我覺得實驗生活化一點真的很有趣;像酸鹼值滴定可以帶家中的東西可以進一步去把所學和生活融合在一起。
6. 雖然很喜歡實驗,但報告卻有點惱人,所以這樣的次數剛剛好,或許,可以再多一次到兩次。內容適當,繼續維持。
7. **實驗課可多加一次**,實驗結束後可於課堂上討論實驗。
8. 無!**實驗很有趣**,2次實作實驗也不會太多。
9. 一切都很好。
10. **我覺得實驗次數可以再頻繁一點**。實驗二的內容很豐富,我覺得十分有趣。但因為高中是自然組,不免希望可作高中沒有做過的實驗!:)老師編的講義很用心,每個實驗步驟都很清楚,實驗預報結報也讓我更熟悉科學表達,但沒有範例,有點可惜。老師可以將優秀同學的報告展示給我們參考,使我們好可以再更好!XD。

台灣大學化學系「民生化學與永續發展」期末學生問卷調查表

各位同學：

民生化學與永續發展課程結束，謝謝大家的參與，也需要你的建議，作為教學提升的參考。

任課教師 劉廣定 余瑞琳 2010.06.24

一、整體課程與學習（可複選）各項目圈選率（%）：1.為非常不同意，5.為非常同意。

評鑑項目		內 容	1 非常 不同意	2 不 同意	3 普 通	4 同 意	5 非常 同意	平均
I	教學內容	1.示範實驗內容適切配合各篇主題內容	0	0	0	50	50	4.5
		2.分組活動－食品包裝與添加物，適合本課程之主題內容	0	0	0	56	44	4.4
		3.分組活動－認識電池，適合本課程之主題內容	0	0	17	39	44	4.3
		4.淨水場參訪活動，適合本課程之主題內容	0	0	0	56	44	4.4
II	學習態度	5.我課後會閱讀老師所提供的參考資料	6	56	39	0	0	2.3
		6.我課前會複習上週課程內容	0	12	28	56	6	3.6
		7.我課後會希望瞭解示範實驗之原理	0	6	6	67	22	4.1
		8.我對於當日課程內容很期待	22	50	28	0	0	2.1
III	學習成效	9.本課程增進我的基本化學知識	0	6	11	56	28	4.1
		10.本課程讓我更瞭解化學本質與生活的關連性	0	0	6	44	50	4.4
		11.本課程增進我的科學研究精神	0	6	39	39	17	3.7
		12.本課程讓我面對科學議題時，更具判斷力	0	0	33	39	28	3.9
IV	總體印象	13.本課程教學內容很有趣	0	0	22	39	39	4.2
		14.本課程教學內容很實用	0	0	22	56	22	4.0
		15.本課程建立我正確的永續發展觀念	0	0	6	61	33	4.3
		16.課程教學符合我對本課程期初之期待	0	6	17	44	33	4.1
		17.綜合而言，我認為本課程之教學效果良好	0	0	17	56	28	4.1
		18.我樂意推薦同學修習本課程	0	0	22	44	33	4.1

三、對於本課程之其他建議：如時間安排、實驗次數與內容、參訪、教學指導...等。

1. 我覺得課程安排和內容都不錯，但希望能增加實驗次數。
2. 很喜歡上課中途的示範實驗，大家應該都是因為害羞才不敢去前面。實驗二次剛好，第一次熟悉環境，第二次進行較具挑戰性的實驗，安排得宜。
3. 本人只上過高一基礎化學，但教授們的認知好像是我們高中都是自然組。希望講解化學計算的部份時能稍慢速度。

4. 內容有點太化學，和生活難以結合(部份)。
5. 實驗次數可多一次；覺得這學期兩個實驗所需技能差很多，可以平衡一下。
6. 可以多一點活動，不要只是坐在教室裏看的到，摸不到。DIY 是我心目中的化學。
7. 參訪很棒，實驗好玩。課程部分可盡量化學少一點，生活多一些。
8. 教學內容和實驗堪稱完善，唯參訪行程較為匆忙，中間不易休息，然其不可抗力也。
9. 實驗次數可增加，兩小時的課程較佳。
10. 上課的量有點太大，希望可以濃縮；或是第三節改成討論課，期末來一個小組 presentation。
11. 實驗, 示範實驗都很有趣!只是三堂的課有的時候有點太長了。
12. 個人認為，三堂課僅偶有實驗，略顯無聊，或許是不懂這些實驗的神奇之處。
13. 參訪是很好的經驗，可以看到實際的應用。
14. 增加食品添加物的主題(如有害物質的成分和原因.如肉精.人工色素,香料,膨鬆物質)。希望增加一堂課去參觀普化實驗室,包括實驗不會用到的儀器（做實驗好像也不會去遊走一圈）。
15. 參訪之前可再多向受參訪單位溝通,儘可能配合參訪主題。



Good Starting Point of Green Chemistry Education in Taiwan

Jui-Lin She*, Kwang-Ting Liu

Department of Chemistry, National Taiwan University

shirlin@ntu.edu.tw*, ktliu@ntu.edu.tw



National Taiwan University

21st BCCE, U of North Texas, 2 Aug. 2010



It's a Good Starting Point

- 2005-2014: Decade of education in sustainable development
- 21st ICCE (International Conference on Chemical Education), Taipei, Taiwan, Aug 8-13, 2010
— **Chemical Education & Sustainability in the Global Age**
- Workshops on Sustainable Chemical Synthesis, Feb. 1 and May 7, 2010 (organized by Chinese Chemical Society, Taipei).



21st BCCE, U of North Texas

2 Aug 2010



Consumer Chemistry and Sustainable Development

- A general education course for non-science students
- The relation between chemistry and sustainability was emphasized
- Concepts of green chemistry were incorporated
- Course contents were revised to include more class activities in the spring 2010, to inspire the learning interests of students
- 18 undergraduates took this course



21st BCCE, U of North Texas

2 Aug 2010



Key Concepts of the Course

Consumer Chemistry

- Introduction of chemical principles
- Applications of chemistry
- Chemistry and everyday life
- Chemistry and the environments
- **Highlight the importance of chemistry**

Sustainable Development

- How to improve the effectiveness of chemical reaction
- How to reduce the side-effect of chemical process
- How to reuse and recycle of chemicals
- **Highlight the importance of green chemistry**



21st BCCE, U of North Texas

2 Aug 2010

Design of Class Activities

- **Lectures:** to build up the general concepts
- **Demonstrations:** to inspire the interests
- **Group activities:** to analyze and cooperate
- **Hands-on laboratory:** to observe and apply the chemistry principles
- **Field trip:** to connect the green chemistry principles to real life

5

21st BCCE, U of North Texas

2 Aug 2010

Lectures

- The concepts of sustainability
- Introduction of chemistry
 - Atoms, molecules, ions...
 - Chemical and physical changes
 - Chemical reactions and energy
 - Reaction rates and catalyst
 - Organics and polymers
 - Applications of chemistry
- Chemistry and sustainable development



永續織品與時尚設計

(Courtesy of RSC)

2

6

21st BCCE, U of North Texas

2 Aug 2010

Demonstrations



◀ Dry ice and surfactant



Solar cell & fuel cell ▶



◀ Polymer



Catalyst ▶

7

21st BCCE, U of North Texas

2 Aug 2010

Group Activities



- ▲ Food additives
- ◀ Classify the battery
 - Primary cell
 - Secondary cell



8

21st BCCE, U of North Texas

2 Aug 2010

Hands-on Laboratory (I)

Acids and Bases

- Micro-scale spot test
- Colors of indicators
- **Acid-base property of consumer products**



9

21st BCCE, U of North Texas

2 Aug 2010

Hands-on Laboratory (II)

Preparation of alum

- Recycled aluminum can
- Oxidation reaction
- Acid-base neutralization reaction
- Crystallize to obtain alum
- Calculate the yield%



10

21st BCCE, U of North Texas

2 Aug 2010

Field trip

Our Water Resources

- Public water supply company
- Introduction of water treatment
- Demonstration of water treatment

The report of students



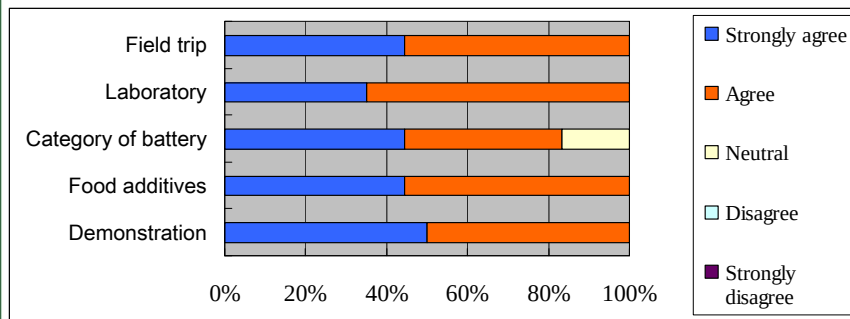
11

21st BCCE, U of North Texas

2 Aug 2010

Results of Questionnaire

The activities fulfill the course contents:



12

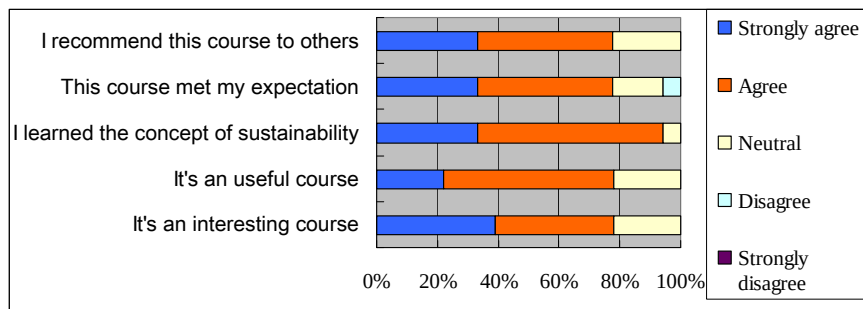
21st BCCE, U of North Texas

2 Aug 2010

Results of Questionnaire



The reflection of students:



Implications



- Reflections from students
 - More laboratory works
 - More demos and hands-on activities
 - Field trip is great
- What's the next?
 - Can we attract more students?
 - More greener demos and lab work?

Acknowledgements



Financial support

- Center for Teaching and Learning Development
- Dean of Academic Affairs, NTU

Thank you for your attention!

