

# 普通高級中學課程化學學科中心學校 104 年度全國化學教師專業成長研習活動辦法

## 壹、計畫依據

教育部普通高級中學課程化學學科中心 104 年度工作計畫。

## 貳、計畫目的

- 一、配合推廣十二年國民基本教育理念與實施之課程，增進學科教師因應十二年國民基本教育之教學專業能力。
- 二、分享與推廣學科中心研發之教案或教材。
- 三、透過教學研習活動，進而分享教師與同儕間的教學模式與創新方法。
- 四、辦理綜合座談及課綱修訂說明，分享教學心得與蒐集相關意見。
- 五、鼓勵學科教師持續研習進修，提升教師專業成長知能與教學成效。

## 參、辦理單位

- 一、指導單位：教育部國民及學前教育署
- 二、主辦單位：化學學科中心
- 三、協辦單位：臺北市立中山女子高級中學、國立武陵高級中學、國立台中第一高級中學、國立宜蘭高級中學、國立臺南第一高級中學、國立大甲高級中學

## 肆、辦理內容

- 一、參加對象：全國各公、私立高中(職)（含市立及縣立完全、綜合中學）化學科教師。

二、研習時地：

	研習日期	講題/時間	地點	課程代碼
研發成果發表會	北區 104 年 3 月 24 日(二)	時間:12：30 至 17：30 講題： (一)歷年研發成果分享 (二)有效教學、多元評量及差異化教學示例分享 (三)課程綱要修訂說明與蒐集意見 (四)專題演講	中山女中	1734313
	北區 104 年 4 月 9 日(四)		武陵高中	1734314
	中區 104 年 4 月 23 日(四)		台中一中	1734315
	南區 104 年 4 月 30 日(四)		高雄中學	1734316
	東區 104 年 5 月 日( )		宜蘭高中	1734318
特色課程徵選說明會	全國 104 年 4 月 16 日(四)	時間:09：00 至 12：00 講題： (一)特色課程徵選說明 (二)從不同角度看科學：談思源創意大賽	台南一中	1734479

	研習日期	講題/時間	地點	課程代碼
化學 教學 研討 會	全國 104 年 6 月 11 日(四)	時間:09：50 至 17：00 講題:化學教學研討會暨 甲中教具研發工作坊	大甲高中	1734480

三、研習課程表：

(一) 北區場次一/104 年 3 月 24 日中山女中

時間	講題	主講(持)人
12：00~12：30	報到與用餐	
12：30~13：00	1. 學科中心研發成果展示 2. 創意實驗影片拍攝經驗分享	中山女高 曹雅萍老師 台灣多媒體創意教學協會 (TMCT) 黃思涵先生
13：00~14：30	專題演講：趣味化學實驗實作	新店高中 王瓊蘭老師 中山女高 曹雅萍老師
14：30~14：40	休息	
14：40~15：30	107 課綱修訂說明與蒐集意見	新北高中 鍾曉蘭老師
15：30~15：40	休息	
15：40~17：10	有效教學示例與特色選修課程教案分享： 1. 多重表徵模型教學活動 2. 特色課程徵選說明&如何準備思源創意大賽	新北高中 鍾曉蘭老師 新竹實中 施建輝老師
17：10~17：30	綜合座談	

(二) 北區場次二/104 年 4 月 9 日武陵高中

時間	講題	主講(持)人
12：00~12：30	報到與用餐	
12：30~13：00	1. 學科中心研發成果展示 2. 創意實驗影片拍攝經驗分享	武陵高中 張明娟老師 台灣多媒體創意教學協會 (TMCT) 黃思涵先生
13：00~13：50	107 課綱修訂說明與蒐集意見	新北高中 鍾曉蘭老師
13：50~14：00	休息	
14：00~15：30	專題演講： 共軛超分子-有機光電運用與奈米結構分析	交大應化系王建隆教授
15：30~15：40	休息	

15：40～17：10	有效教學示例與特色選修課程教案分享： 1. 多重表徵模型教學活動 2. 從北一女中特色課程-出神入化-化學探究及創意設計-談有效教學	新北高中 鍾曉蘭老師 北一女中 詹莉芬老師
17：10～17：30	綜合座談	

(三) 中區場次/104年4月23日台中一中

時間	講題	主講(持)人
12：00～12：30	報到與用餐	
12：30～13：00	1. 學科中心研發成果展示 2. 創意實驗影片拍攝經驗分享	二林高中 林克修老師 台灣多媒體創意教學協會 (TMCT) 黃思涵先生
13：00～14：30	專題演講：行動電化學教具&行動學習	大甲高中 廖旭茂老師
14：30～14：40	休息	
14：40～15：30	107 課綱修訂說明與蒐集意見	新北高中 鍾曉蘭老師
15：30～15：40	休息	
15：40～17：10	有效教學示例分享： 1. 多重表徵模型教學活動 2. 猜想、反駁與探究	新北高中 鍾曉蘭老師 二林高中 林克修老師
17：10～17：30	綜合座談	

(四) 南區場次/104年4月30日高雄中學

時間	講題	主講(持)人
12：00～12：30	報到與用餐	
12：30～13：00	1. 學科中心研發成果展示 2. 創意實驗影片拍攝經驗分享	高雄中學 李依蓁老師 台灣多媒體創意教學協會 (TMCT) 黃思涵先生
13：00～13：50	107 課綱修訂說明與蒐集意見	新北高中 鍾曉蘭老師
13：50～14：00	休息	
14：00～15：30	現代教師如何因應全球國際、在地社會變化與教改？	台灣大學 陳竹亭教授
15：30～15：40	休息	
15：40～17：10	趣味化學實驗實作 即時回饋系統和擴增實境教學	新店高中 王瓊蘭老師 萬芳高中 陳怡宏老師

17：10～17：30	綜合座談
-------------	------

(五) 東區場次/104年5月 日宜蘭高中

時間	講題	主講(持)人
12：00～12：30	報到與用餐	
12：30～13：00	1. 學科中心研發成果展示 2. 創意實驗影片拍攝經驗分享	宜蘭高中 林揚閔老師 台灣多媒體創意教學協會 (TMCT) 黃思涵先生
13：00～13：50	107 課綱修訂說明與蒐集意見	新北高中 鍾曉蘭老師
13：50～14：00	休息	
14：00～15：30	現代教師如何因應全球國際、在地社會變化與教改？	台灣大學 陳竹亭教授
15：30～15：40	休息	
15：40～17：10	趣味化學實驗實作	新店高中 王瓊蘭老師 宜蘭高中 林揚閔老師
17：10～17：30	綜合座談	

(六) 特色課程徵選說明會/104年4月16日臺南一中

時間	講題	主講(持)人
09：00～09：10	報到	
09：10～11：10	特色課程徵選說明	
11：10～12：00	從不同角度看科學—談思源創意大賽	新竹實中 施建輝老師
12：00～12：30	綜合座談	

(七) 化學教學研討會暨甲中教具研發工作坊/104年6月11日大甲高中

時間	講題	主講(持)人
09：50～10：00	開幕式	
10：00～12：00	化學教學研討會暨研發成果發表	新竹實中 施建輝老師
12：00～13：30	用餐休息&參觀甲中數位分析實驗室	
13：30～15：00	創意教具開發與應用工作坊(一)	大甲高中化學教師團隊
15：00～15：10	休息	

15：10~16：40	創意教具開發與應用工作坊(二)	大甲高中化學教師團隊
16：60~17：00	綜合座談	

四、其他注意事項：「化學教學研討會暨甲中教具研發工作坊」由大甲高中安排交通台中高鐵接送，請於報名時填寫確認是否交通接駁，集合時間：6月11日早上8點50分，於高鐵台中站7-11集合，行車時間約50~60分鐘。

# 普通高級中學課程化學學科中心 104 年度特色課程徵選實施計畫

一、依據：化學學科中心 104 年度工作計畫辦理。

二、目的：(一)深耕教師增能，擴大教學專業社群。

(二)推動活化教學，強化課程發展創新。

(三)建立教學典範，促進發展學校特色。

三、指導單位：教育部國民及學前教育署

四、主辦單位：高中化學學科中心、國立大甲高級中學

五、贊助單位：交通大學校友會、財團法人竹銘教學基金會

六、協辦單位：交大思源基金會、種子教師基金會

七、參加對象：國立暨公私立高中職教師，個人或是團體均可參賽

八、比賽辦法：以現行課綱之相關課程，編撰及製作以每週 2 小時，實施 16 週計，共 32 小時之創意關卡課程規劃。

九、徵選說明：

(一)作品內容：

1. 活動設計應清楚明確，包含教學活動設計之作品名稱、教學主題、教學目標、適用對象、教學領域（科目）、教學架構、對應課綱單元、配合活動、評量要點、教學要點及注意事項。

2. 設計重點：以指導學生設計關卡為原則，並由學生動手完成關卡所要呈現之內容。

(二)作品格式：

1. 含報名表、授權同意書、教學活動設計表。

2. 含教案書面資料及其電子檔案(以 WORD 及 PDF 兩種格式繳交作品說明書)。

3. 製作 15-30 分鐘教學現場影片。

十、截止收件日期：104 年 5 月 15 日止（以郵戳為憑）。

十一、徵稿收件資訊：掛號郵寄至高雄市 807 三民區建國三路 50 號『化學學科中心收』。

十二、參賽所需相關表件，請至化學學科中心網站下載 chem.kshs.kh.edu.tw

十三、本活動聯絡人：化學學科中心(07-2868059)，chem@mail.kshs.kh.edu.tw

十四、評審流程及評分標準：

(一) 審查流程：

工作流程	作業內容	期限
說明會	邀請有意願參加徵選教師參與說明會，地點：台南一中	104 年 4 月 16 日
1 報名及收件	繳交資料內容包含如下： (一)報名表一張。 (二)授權同意書一份。(若為團體則每位成員都要填寫一張) (三)書面教案一式三份。 (四)教案光碟一式三份。(教案電子檔及教學影片) (五)其他：如有大型教具，請拍照並置於光碟內。	104 年 2 月 25 日至 5 月 15 日
2 初審	經評審委員進行書面審查，擇優錄取並公告。	104 年 5 月 18 日至 5 月 25 日
3 決選： 化學教學 研討會	採現場報告方式進行決選。	104 年 6 月 11 日
4 公告	得獎名單將公布於化學學科中心之專屬網站，並發函得獎本人。	104 年 6 月 20 日前公告

(二) 評分標準：

類別	評分項目說明	百分比
創意闖關課程	1. 課程架構清楚明確 2. 單元內容豐富完整 3. 關卡設計的創意 4. 節能減碳或綠色化學的相關性 5. 於教學現場之適用性 6. 評量方式能與學習目標及教材內容相契合	100%

十五、獎勵辦法：

獎項	件數	獎勵方式
特優	1~5 件	獎狀乙幀及二萬元獎品
優等	1~10 件	獎狀乙幀及一萬元獎品
佳作	1~10 件	獎狀乙幀及五千元獎品

十六、獎勵補助：凡報名隊伍，經評審委員審核並決選通過將予以獎勵補助。獎勵補助以校為單位，同校有多件作品入選，僅計一校一單位補助。獲選學校每校補助下一學年活動經費一萬元，學期末繳交課程實施成果報告，經審核通過，下學期再補助一萬元。單一學校最多得補助三年。

十七、經費來源：

- (一) 獎品：教育部國民及學前教育署核定化學學科中心 104 年度計畫。
- (二) 經費補助：交大校友會、財團法人竹銘教學基金會。

十八、其他注意事項：

- (一) 凡獲選作品之著作財產權屬該作者與主辦單位共有，擁有複製、公布、發行之權利。
- (二) 獲選者須配合學科中心研習會議分享獲獎教案，以提供全國各科教師參考。
- (三) 所繳交之甄選資料承辦學校恕不退回，請自存備份。

十九、創意闖關課程規劃參考範例：每週 2 小時，以實施 16 週計共 32 小時。

課 程 主 題	內容	時 數
課程介紹	1. 播放「思源科學創意大賽」歷屆精采剪輯影片。 2. 觀摩歷屆全國決賽得獎作品 3. 邀請曾經參賽之學長姊分享參賽心得或外聘講師說明競賽內容。 4. 說明校內可提供資源與藥品、器材使用規範。	2
分組設計關卡內容	1. 每組設計兩個關卡，一為物理關，一為化學關。 內容需包括以下資料： (1) 關卡名稱。 (2) 應用之科學原理或反應。 (3) 關卡設計圖示。 2. 鼓勵以「綠色化學」的概念設計化學關卡。 3. 完成並繳交書面報告。	2

關卡內容實作準備	1. 化學藥品安全性評估，並檢討是否符合「綠色化學」的概念。 2. 領取並管理藥品與器材。 3. 開始調配所需藥品並進行第一次試做。 4. 試做過程需詳細記錄實驗結果，若能拍照或錄影更佳。	2
關卡內容實作-1	1. 進行第 1 個關卡試做。 2. 若無法達成預期效果，需檢討問題所在並提出修正方式。	6
關卡實作成果展示-1	1. 各組需完成單一關卡並展示成果。 2. 展示過程進行錄影。 3. 若無法達成預期效果，需檢討問題所在或檢視錄影內容，提出修正方式。	4
關卡內容實作-2	1. 進行第 2 個關卡試做。 2. 若無法達成預期效果，需檢討問題所在並提出修正方式。	6
關卡實作成果展示-2	1. 各組需完成第 2 個關卡並展示成果。 2. 展示過程進行錄影。 3. 若無法達成預期效果，需檢討問題所在或檢視錄影內容，提出修正方式。	4
關卡實作成果展示-3	1. 各組設計關卡連動裝置。 2. 佈置兩個關卡並展示成果。 3. 展示過程進行錄影。 4. 若無法達成預期效果，需檢討問題所在或檢視錄影內容，提出修正方式。	4
期末綜合事項	1. 藥品與器材清洗與歸位。 2. 播放各組展示關卡之錄影內容 3. 學生發表心得感想。	2

附件一

普通高級中學課程化學學科中心「104 年度特色課程徵選實施計畫」  
報名表

		收件號碼	(由主辦單位填寫)
主題名稱			
學校名稱			
教師姓名	(1)	(2)	(3)
身分證字號	(1)	(2)	(3)
職別	(1)	(2)	(3)
聯絡電話	(0) (H) (手機)	(0) (H) (手機)	(0) (H) (手機)
學校地址			
E-mail	(1)		
	(2)		
	(3)		
備註	<p>1. 請詳閱本活動實施計畫。 2. 繳交資料內容包含如下：</p> <p>(1) 報名表一張。</p> <p>(2) 授權同意書一份。(若為團體則每位成員都要 填寫一張)</p> <p>(3) 書面教案一式三份。</p> <p>(4) 教案光碟一式三份。(包含教案、影片電子檔 及媒體輔助教具)</p> <p>(5) 其他：如有大型教具，請拍照並置於光碟內。</p> <p>(6) 請於 104 年 5 月 15 日前(以郵戳為憑)，掛號郵寄 送達：高雄市 804 三民區建國三路 50 號 化學學科 中心收。</p> <p>3. 授權同意書未簽具者，一律取消參賽資格。</p>		

附件二、授權同意書(若為團體則每位成員都要填寫一張)

普通高級中學課程化學學科中心「104 年度特色課程徵選實施計畫」  
教材授權書

本人 (以下簡稱甲方) 同意授權教育部 (以下簡稱乙方) 將本人撰寫 (或拍攝) 之  
「 」乙稿 (或影像), 重複刊登使用或轉製成數位教材發送高級中等學校供教師使用或於網路播放, 甲方仍擁有該著作之著作權, 並可作其他用途使用, 本著作使用後, 若他人對於教材內容若有所疑義, 由甲方協助答覆。

甲方應保證其撰寫 (或拍攝) 之稿件 (或影像) 經自行編製或創作, 如有利用他人著作之情形, 均根據學術規範註明出處或已取得合法之授權, 且無任何侵犯第三人著作權或其他權益之情事, 謹此立書為證, 倘違反規範而獲獎者, 其獎狀及獎品收回。

立書人： (簽章)

身分證字號：

地址：

中 華 民 國 年 月 日

附件三、普通高級中學課程化學學科中心「104 年度特色課程徵選

實施計畫」教學活動設計表

(內涵可以自行編排)

課程名稱				收件號碼	(由主辦學校填寫)
適用年級	授課 節數	節	編班方式	<input type="checkbox"/> 跑班選修 <input type="checkbox"/> 原班上課 <input type="checkbox"/> 其他_____	
設計理念					
配合課綱					
教學目標					
課程大綱					
教學活動					
評量方式					
參考資料					

## 附件四、課程實施成果

### (一) 關卡摘要說明總覽表

組別 順序	關卡名稱 (自行命 名)	關卡科學原理 或反應	關卡內容簡介
一		化學：  物理：	
二			
三			
四			
五			
六			

## (二)分組設計關卡內容(以4-6位學生一組,各組設計關卡連動裝置)

演 示 順 序	第一個關卡
關 卡 科 別	<input type="checkbox"/> 物理 <input type="checkbox"/> 化學
關 卡 名 稱	
原理屬性名稱	
關卡設計圖示	
關卡說明	
關卡實作 成果展示	

演示順序	第二個關卡
關卡科別	<input type="checkbox"/> 物理 <input type="checkbox"/> 化學
關卡名稱	
原理屬性名稱	
關卡設計圖示	
關卡說明	
關卡實作 成果展示	

各場次演講  
講者介紹&演講摘要



# 鍾曉蘭老師

## 新北市立新北高中

Tel: (02)-2857-7326#425

chshirley2007@yahoo.com.tw

### 講題簡介

- 107 課綱修訂說明與討論
- 有效教學策略與特色選修課程教案分享
- 多重表徵模型教學活動

### 研究興趣

- \* 化學教育
- \* 多重表徵的模型教學
- \* 化妝品DIY活動

### 簡歷

- \* 國立台灣師大化學系助教
- \* 台北縣立林口國中代課教師
- \* 台北縣立福營國中代課教師
- \* 國立三重高中代課教師
- \* 國立三重高中化學教師(更名為新北高中)
- \* 高中化學科種子教師(民國97年迄今)
- \* 高中化學科教科書審查委員
- \* 高中化學課綱微調委員
- \* 高中化學科差異化教學種子教師
- \* 十二年國教高中化學課綱委員

### 參與/協辦活動經歷

- \* 協辦北區化學科能力競賽(民國89年迄今)
- \* 擔任「科教館與師範校院合作推廣科普教育培訓種子老師」培訓課程講師(民國97年)
- \* 擔任國立台灣科學教育館「98年度科學最愛現師資培」講師
- \* 協助辦理2010年國際化學教育研討會(ICCE)
- \* 協助辦理與推廣化妝品DIY課程

### 榮譽

- \* 第25屆科教年會最佳論文獎
- \* 4th NICE研討會最佳海報獎
- \* 教育部99年度高中資訊融入教學資源創意應用徵選活動化學科佳作
- \* 指導學生獲得全國科展第三名、北區優勝及佳作
- \* 指導學生參加北區學科能力競賽獲得佳作、第四名
- \* 102年新北市教學卓越獎特優

### 著作

#### ●期刊論文

- \* 鍾曉蘭(2011)。從女性教師觀點探討中學化學教學的困境與感動。物理雙月刊，33(6)，417-421。
- \* 鍾曉蘭、邱美虹(2012)。高二學生在理想氣體多重表徵教學前後心智模式的改變。教育科學研究期刊，57(4)，73-101。
- \* 邱美虹、吳文龍、鍾曉蘭、李雪碧(2013,已接受)。以概念演化樹探討跨年級學生理想氣體心智模式之發展歷程。科學教育學刊。

#### ●研究報告

- \* 鍾曉蘭(2007)。以多重表徵的模型教學探究高二學生理想氣體心智模式的類型及演變的途徑。國立台灣師範大學科學教育研究所碩士論文（未出版）。
- \* 鍾曉蘭(2008)。以科展進行高二學生氣體動力論之科學學習及概念改變—氣體粒子運動模型組 VS 電腦動畫組。九十六年教育部科教專案結案報告（未出版）。
- \* 鍾曉蘭(2009)。設計多重表徵的模型教學活動以增進高二學生對於化學反應速率的科學學習與概念改變。九十七年教育部科教專案結案報告（未出版）。
- \* 鍾曉蘭(2010)。設計建模與多重表徵的模型教學活動以增進高二學生的科學學習—以化學鍵、分子混成軌域、分子形狀與結構為例。九十八年教育部科教專案結案報告（未出版）。

#### ●重高學報

- \* 鍾曉蘭(2008)。實用主義的理論及對科學教育的影響。重高學報，第十一期，93-108。
- \* 鍾曉蘭(2009)。有意義的學習—前置組織因子、概念圖與認知V圖。重高學報，第十二期，77-92。
- \* 鍾曉蘭(2010)。科學知識會學對科學知識的研究與科學教育觀的影響。重高學報，第十三期，25-38。
- \* 鍾曉蘭(2011)。符號互動論對質的研究與教育的影響。重高學報，第十四期，39-48。

# 翻轉教室--多重表徵的模型教學

新北市立新北高中鍾曉蘭老師

## 壹、動機與背景

### 一、動機

學生在學習的過程中扮演了主動學習，積極建構的角色，個人知識的建構並不是由外在具體世界的反應，而是由個人心智主動建構。學生自小處在不同的生活背景與學習環境，加上個人的智力與學習風格不同，對自然現象的詮釋也會因人而異。因此，了解學生的先備知識及對現象的解釋模式有助於教學活動的設計與進行，也是教師引領學生進入科學世界的不二法門。

當遇到不同問題的情境時，將會決定學生使用的解釋形式，有關學生概念的研究對於瞭解學生所擁有的科學概念內容上，確實對於教師的教學與課程設計有著很大的貢獻。假如我們希望幫助學生學習更複雜的科學概念，可以透過迷思概念(misconception)或另有概念(alternative conception)的研究，使得教師瞭解學生對某些概念的原始想法或另有概念，則在教學上更能確定學生的起點行為，設計適當的教材來改變學生的另有概念，並且協助教師從事知識的整合(Lewis & Linn, 1994，引自鍾曉蘭、謝進生、賴麗玉, 2009)。如何藉由營造社會建構的學習環境，讓師生、生生之間的互動達到最大的教與學的效應，尋求多面向而且能啟發學生多重表徵轉換的教學設計應該是解決方法之一。

本教案設計一系列多重表徵的模型教學策略及教學活動，例如應用電腦動畫所顯現的動態表徵配合文字、口語敘述等，說明化學反應的碰撞學說中粒子微觀機制，促進學生形成具有與現象相同屬性的心智模式。並進一步將教學中所探討的微觀現象(特別是粒子的隨機運動及粒子之間的交互作用所產生的化學反應的微觀機制)納入試題之中，從一連串的動態評量中，瞭解學生對化學反應速率相關概念的認知發展歷程，並藉著具體模型教具、電腦動畫與角色扮演肢體等多重表徵的模型教學活動讓學生進行聚焦的練習，以期激發學生認知的潛能(鍾曉蘭、謝進生、賴麗玉, 2009, 2010)。

### 二、理論背景

「分類」是學習者處理大量知識訊息的關鍵過程，當表徵作為學習的媒介時，表徵的分類尤為重要(Boulter & Buckley, 2000)。各家學者對表徵的分類方式及向度不盡相同，Boulter & Buckley (2000)提出以表徵的方式和表徵的屬性兩個不同的維度來分類及解釋模型：表徵的方式主要分為五種—具體的(concrete)、語言的(verbal)、視覺的(visual)、數學的(mathematical)、動作的(gestural)，又可細分為單一或混合的表徵方式。表徵的屬性則分為量化或質性、動態或靜態、決定的或隨機的。五種不同的表徵方式說明如下：

1. 具體的(concrete)：可觸知的實體，如塑膠製的心臟模型。
2. 語言的(verbal)：可聽或可讀的陳述、解釋、論點、類比、及譬喻，如心臟就像是一個幫浦。
3. 視覺的(visual)：可被看到的表格、動畫、模擬、影片，如以線段及圓圈呈現月蝕發生的原理。
4. 數學的(mathematical)：被化約為公式、方程式、及符號的表達形式，如行星運動軌跡的方程式。
5. 動作的(gestural)：以肢體動作表達的形式，如：學生角色扮演太陽系中星體的運動，包括行星的公轉與自轉。

有些表徵的呈現並非單一方式，而是結合兩種以上的表徵方式與屬性，藉以補足單一表徵各自的限制，讓學習者更能了解現象的過程或原因。舉例說明，以動畫顯示心臟中血液流動的情形，並加上文字與言語的詳細解說就可以分類為視覺的混合模型，而表徵的屬性則歸類為質性—動態—決定的；讓學生以角色扮演的方式說明墨汁在水中擴散的情形，並輔以教師言語詳細解說的課室活動就可以分類為動作的混合模型，而表徵的屬性則可歸類為質性—動態—隨機的。

## 貳、教案目標

本教案的目的主要分為五部分：

- (一) **以多重表徵的模型教學活動與教材改善學習環境：** 將多媒體教學軟體與課程內容結合，設計電子化教材，讓科學課室的教學多元化、活潑化。
- (二) **以多元評量方式評量學生的學習歷程：** 從一系列評量中瞭解學生對化學反應速率相關概念—碰撞學說、影響反應速率的因素(濃度、溫度、催化劑)的認知發展歷程，不僅可以增進師生互動，也可以隨時修正教學方法與教材。此外在綜合討論的活動採取小組討論與小組發表，讓評量方式更多元。
- (三) **以多元教學活動提升學生學習成效：** 模型化經驗有助於學生科學概念的學習，模型化的過程提供學生使用形式表徵的實際經驗，學習科學推理的技能。
- (四) **以多元教學活動增進學生解釋能力：** 學生經模型化的活動，能夠理解現象背後的科學原理，並提出相關的解釋，借以提升學生解釋的能力。
- (五) **以多元教學活動提升學生學習動機：** 設計多元的活動讓學生們學習以不同的表徵與策略來學習抽象的化學概念，能夠提升其學習的動機與興趣。

## 參、教材活動設計/模型活動

### 一、教材/活動設計

教材與教具方面則分為傳統文本、學習單、電子化投影片、粒子運動模型(具體模型)與電腦動畫(視覺模型)。多重表徵的模型教學活動設計則依據模型表徵的方式來設計一系列的教學活動，其中應用了具體混合、視覺混合、數學混合、動作混合與語言混合等五種混合式的模型教學，模型的表徵屬性則與所欲觀察或建立的現象相同。教學策略則分為六大類：具體模型(粒子運動的動態模型)、電子化投影片教學、推導數學公式、電腦動畫教學、角色扮演、師生討論等(詳見表 1)。

表 1 多重表徵的模型的教學活動設計

節次	教學策略	模型表徵方式	說明內容
第一節	投影片教學	視覺混合	反應速率的定義與計算公式
	師生討論	語言混合	如何藉由現象的變化測其反應速率
第二節	投影片教學	視覺混合	碰撞學說及有效碰撞的定義
	具體模型 角色扮演	具體混合 動作混合	低限能、活化能、活化複體的定義 學生藉由角色扮演了解低限能、活化能、活化複體的意義

第三節	投影片教學 粒子模型	視覺混合 具體混合	物質本性、濃度如何影響反應速率 濃度影響反應速率的機制
第四節	投影片教學 推導數學公式	視覺混合 數學混合	濃度影響反應速率的機制及速率定律式 學生練習推導出速率定律式及速率常數
第五節	投影片教學 動畫教學	視覺混合 視覺混合	溫度影響反應速率的機制 溫度如何影響分子動能及分布曲線
第六節	投影片教學 具體模型 師生討論	視覺混合 具體混合 語言混合	溫度、催化劑影響反應速率的機制 溫度、催化劑如何影響反應速率及速率常數
第七節	投影片教學 師生討論	視覺混合 語言混合	總結影響反應速率與速率常數(k值)的因素及機制
第八節	投影片教學 角色扮演	視覺混合 動作混合	總結影響反應速率因素及機制 溫度、濃度如何影響反應速率

## 二、 模型活動

此部份就模式設計、教學活動及說明的相關概念等面向，詳見表 2。八節課的教學活動以投影片連接整個教學歷程，不僅納入傳統教學的文本/學習單的內容，並與師生討論、電腦動畫結合，也將許多整合性的圖、表納入投影片，讓科學課室的教學多元化、活潑化，以期提升學生學習動機及多重表徵轉換的能力。具體模型教具與角色扮演活動、師生討論等活動，則將抽象的微觀粒子運動及化學反應的碰撞學說概念轉為實體或動畫，可以幫助學生對於粒子微觀運動及化學反應機制(濃度、溫度、催化劑如何影響反應速率)等概念的理解，並進一步提升學生學習興趣。

表 2 多重表徵的模型設計原理

模型類型	模型設計	教學活動	說明的相關概念
視覺混合 模型	<p>投影片(詳見附檔 ppt)</p>		<ol style="list-style-type: none"> <li>反應速率的定義與反應速率的測量</li> <li>影響反應速率的因素及微觀機制</li> <li>探討濃度、溫度與催化劑對分子動能分布曲線與活化能的影響</li> </ol>
	<p>#多媒體教學</p>		<ol style="list-style-type: none"> <li>分子動能分布曲線的意涵</li> <li>溫度如何影響分子動能分布曲線</li> <li>溫度影響反應速率的機制</li> </ol>

	<p>電腦動畫</p>	與投影片合併使用	<ol style="list-style-type: none"> <li>有效碰撞的意涵</li> <li>正確位向的意義</li> <li>低限能與活化能的區別</li> <li>活化複體的意義</li> <li>活化能圖與活化複體的關係</li> </ol>
具體混合模型	<p>分子模型(詳見第一段影片)</p>		<ol style="list-style-type: none"> <li>有效碰撞的意涵</li> <li>正確位向的意義</li> <li>低限能與活化能的區別</li> <li>活化複體的意義</li> <li>活化複體與正、逆反應的關係</li> </ol>
	<p>粒子模型(詳見第二段影片)</p>		<ol style="list-style-type: none"> <li>有效碰撞的意涵</li> <li>有效碰撞與正、逆反應的關係</li> <li>濃度影響反應速率的機制</li> <li>溫度影響反應速率的機制</li> </ol>
	<p>活化能模型(詳見第三段影片)</p>		<ol style="list-style-type: none"> <li>有效碰撞的意涵</li> <li>低限能與活化能的區別</li> <li>活化複體的意義</li> <li>活化能與反應速率的關係</li> <li>催化劑與溫度對反應速率與活化能的影響</li> </ol>
動作混合模型	<p>角色扮演(詳見第四段影片)</p>		<p>以學生日常生活的經歷(電視劇-犀利人妻故事內容)說明碰撞學說</p>
	<p>角色扮演(詳見第五段影片)</p>		<ol style="list-style-type: none"> <li>請四位同學手拿魔鬼粘板 當 A 分子，另外四位同學手拿球當 B 分子，了解碰撞頻率與有效碰撞頻率與有效碰撞頻率分率的意涵</li> </ol>

## 主要參考文獻

1. Boulter, C. J., & Buckley, B. C. (2000). Constructing a typology of models for science education. In J. K. Gilbert & C. J. Boulter (eds.), *Developing models in Science Education*, (pp.41-57). Netherlands : Kluwer academic Publisher.
2. Buckley, B. C. & Boulter, C. J. (2000). Investigating the Role of Representations and Expressed in Building Mental Models. In J. K. Gilbert & C. J. Boulter (eds.). *Developing models in Science Education*, (pp.119-135) Netherlands: Kluwer academic Publisher.
3. 鍾曉蘭、謝進生、賴麗玉(2009)。設計多重表徵的模型教學活動以增進高二學生對於化學反應速率的科學學習與概念改變。九十七年教育部科教專案結案報告（未出版）。
4. 鍾曉蘭、謝進生、賴麗玉(2010)。設計建模與多重表徵的模型教學活動以增進高二學生的科學學習—以化學鍵、分子混成軌域、分子形狀與結構為例。九十八年教育部科教專案結案報告（未出版）。
5. 潘冠錡、陽季吟（2006）。氣體動力論。台北市多媒體單元教材甄選觀摩作品。網址：  
<http://163.21.249.238/>(教學多媒體部分)



王瓊蘭 老師

新北市立新店高中  
高中化學學科中心

[wang7581@ms22.hinet.net](mailto:wang7581@ms22.hinet.net)

### 講題簡介：趣味化學實驗實作

#### 工作簡歷：

- \* 1992--迄今 新店高中 化學科教師
- \* 1989--1990 埔里高工 化工科教師
- \* 1983--1989 台中縣立大甲國中 理化教師

#### 學歷：

- \* 國立交通大學 應用化學研究所碩士
- 專長：

- \* 高中化學教育、科普寫作

#### 寫作經歷：

- \* 2006--迄今 參與台灣高中化學學科中心活動，擔任研發小組成員之一
- \* 2003--迄今 編寫牛頓、翰林出版社的高中化學教科書，為作者群之一
- \* 2002--迄今 曾於報章、雜誌上發表過數篇意見投書

#### 得獎紀錄：

- \* 2011 赴韓國首爾參加NICE 2011  
張貼“The Use of Playing Cards in Teaching the Periodic Table of Elements”獲傑出海報獎
- \* 2006 參加國科會科普獎，以《碳球新世界》獲佳作

#### 學術活動：

- \* 2014年10月9日到14日 赴上海金山中學、大境中學與上海科普協會等處，進行參訪與教學交流等活動。
- \* 2013年赴屏東參加在屏東教育大學舉辦的第5屆亞洲化學教育研討會(NICE 2013)  
張貼“Dropping eggs onto a corn starch aqueous solution”與“Using century eggs to manufacture nanometer calcium”兩張海報
- \* 2012年赴義大利參加在羅馬舉辦的第22屆國際化學教育研討會(ICCE-CRICE 2012)  
張貼“Chinese landscape painting”與“Bionic experiment: the growth of kelp—hexahydrate of Cobalt(II) chloride  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  in the water glass in case of infiltration”兩張海報
- \* 2011年赴韓國參加在首爾舉辦的第4屆亞洲化學教育研討會(NICE 2011)  
張貼“The Use of Playing Cards in Teaching the Periodic Table of Elements”海報
- \* 2010年參加在台灣台北舉辦的第21屆國際化學教育研討會(21st ICCE)  
發表“Simple electrolysis and battery of Microscale Chemistry Experiments”

## 曹雅萍簡歷

現職：臺北市立中山女子高級中學

Tel : (02)2507-3148#802

Email address : yapingchem@gmail.com

### 學歷與著作

\* 82年國立臺灣師範大學化學系畢業

\* 86年國立臺灣師範大學化學所畢業

碩士論文：棘黴素與核酸結合機轉之探討

\* 94年國立清華大學生命科學研究所畢業

博士論文：核苷酸及蛋白質之核磁共振光譜結構研究  
(acids and Proteins by NMR Spectroscopy)



### 期刊論文：

K.P. Wu, C.W. Wu, **Y.P. Tsao**, T.W. Kuo, Y.C. Lou, C.W. Lin, S.C. Wu and J.W. Cheng, "Structural basis of a flavivirus recognized by its neutralizing antibody: solution structure of the domain III of the Japanese encephalitis virus envelope protein." (2003) Journal of Biological Chemistry 278, 46007-46013.

**Y.P. Tsao**, S.T. Hsu, S.H. Chou, and J.W. Cheng, "The Solution Structure of [d(CGC)r(amamam)d(TTGCG)]<sub>2</sub>" (2001) Journal of Biomolecular NMR R, (2001) 21, 209-220

M.L. Jain, **Y.P. Tsao**, N.L. Ho, and J.W. Cheng, "A Facile Synthesis of [N1, NH<sub>2</sub>-15N<sub>2</sub>]Adenine, [N3, NH<sub>2</sub>-15N<sub>2</sub>]Adenine and [N1, N3, NH<sub>2</sub>-15N<sub>3</sub>]Adenine" (2001) Journal of Organic Chemistry 66, 6472-6475.

### 經歷

\* 82~90年 台北市立百齡國中(理化科)/高中(化學科)教師

\* 90~迄今 台北市立中山女子中學化學科教師

\* 95~98年 台北市高級中學化學科教學輔導團輔導教師

\* 98~迄今 高中化學科種子教師

\* 高中化學科教科書作者(康熹文化)

### 榮譽

\* 指導學生參加臺北市高中化學學科能力競賽獲得三等獎和佳作

\* 指導學生參加臺北市中小學展覽會獲得北市科展優等、佳作和入選

\* 指導學生參加臺北市中等學校學生科學研究獎助計畫獲得一等獎、二等獎和三等獎

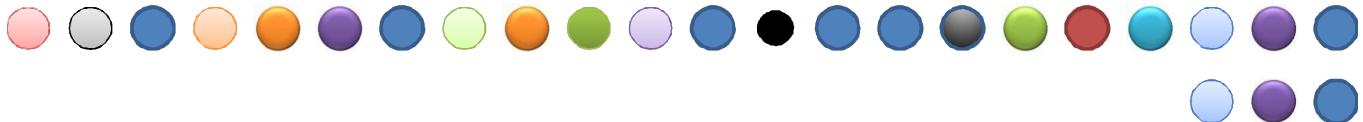
\* 指導參加高中化學創意實驗闖關比賽獲得高中組一等獎

\* 指導學生參加國立台灣科學教育館主辦臺灣國際科學展覽會獲得入選

\* 指導學生參加國立台灣科學教育館青少年科學人才培育計畫

\* 100年度指導學生參加中等以上學校服務學習績優學生團隊與評選活動獲得高中職組特優

\* 101學年度資優班評鑑獲選為績優及特優學校



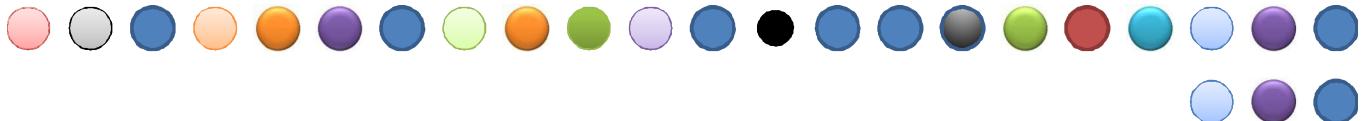
變 變 變

主講人

新店高中 王瓊蘭老師

中山女高 曹雅萍老師

北區場次一/104年3月24日中山女中



- \*當精油碰到氣球
- ♥淌血的心型迴紋針
- ★棉花棒與過錳酸鉀的邂逅
- ◆香蕉變變變
- ◆化身博士的香蕉
- ◆香蕉牙膏
- ♣兒時的夢想《彈珠汽水》

普通高級中學課程  
化學學科中心學校

104年度全國  
化學教師專業成長  
研習活動



敬請指教 謝謝大家！



# 普通高級中學課程化學學科中心學校 104 年度全國化學教師專業成長研習活動

## 趣味化學實驗實作

主講人：新店高中 王瓊蘭老師 中山女高 曹雅萍老師 北區場次一/104 年 3 月 24 日中山女中

### ●\*當精油碰到氣球

1.檸檬皮

2.氣球

3.乳膠手套

4.保險套

### ♥淌血的心型迴紋針

1.迴紋針

2.硫氰化鉀

3.鹽酸或醋酸

4.雙氧水

### ★棉花棒與過錳酸鉀的邂逅

1.遇酸性( $H_2SO_4$ )過錳酸鉀會變色

2.遇鹼性( $NaOH$ )過錳酸鉀會變色

3.遇過錳酸鉀不會變色

Why ?

### ♠香蕉變變變

1.香蕉變變變 氫氧化鈉 過錳酸鉀

2.葡萄糖

3.果糖

4.砂糖

### ◆化身博士的香蕉

1.亞甲藍(氧化劑) 氫氧化鈉

2.葡萄糖

3.果糖

4.砂糖

### ✿香蕉牙膏

清潔劑水溶液 氢氧化鈉 雙氧水(還原劑) 丟入香蕉 產生  $O_2$  泡泡

與大象牙膏比一比？(30% 以上的雙氧水 碘化鉀 KI 清潔劑)

### ♣兒時的夢想《彈珠汽水》

喝完一瓶彈珠汽水，心想著，如何能讓彈珠再飛上瓶口呢？

如果能再來一瓶彈珠汽水，那就太棒啦！

維生素C 泡騰片 蛋殼+鹽酸 蛋殼+醋酸 蛋殼+檸檬汁

# 介紹「特色課程設計」與「思源科學創意大賽 Plus」



施建輝 老師

國立新竹科學園區實驗高中化學科退休教師

schemistry0120@gmail.com

## 講題簡介

以「做中學」的概念，介紹如何進行有效教學策略與特色課程設計

如何準備「思源科學創意大賽 Plus」

## 簡歷

\* 72~77年 任教台中市曉明女中

\* 77~97年 任教新竹科學園區實驗高中

\* 84~88年 擔任「遠哲科學趣味競賽」規劃委員

\* 90~102年 擔任「思源科技教育基金會」董事

舉辦「思源科學創意大賽」與「高中基礎科學教學研習會」

\* 100年至今 擔任教育部高中化學學科中心諮詢委員、種子教師

\* 100年 開發「化學百寶箱」

\* 100年至今 擔任清華大學師資培育中心兼任講師

# 介紹「特色課程設計」與「思源科學創意大賽 Plus」

## 一、介紹「特色課程設計」

### 1. 實中模式：

**化學入門實驗進度表(上學期)**

日期	實驗主題	內容		備註	
第 1 週 9/6	分組、選組長 課程簡介 實驗室的介紹與認識實驗器材	每組 3 人，共 10 組 基本能力測驗(前測)：你認識多少實驗器材 展示並介紹常用的實驗器材			
	基本實驗操作(一)	玻璃器材的清洗與乾燥 分度吸量管、移液管與容量瓶的使用			
第 2 週 9/13	實驗(一)：燒杯，量瓶，量筒 準確度的檢驗	說明如何撰寫實驗報告		下課前完成並繳交實驗報告	
第 3 週 9/20	實驗(二)：藥品的配製	各組於實驗記錄單寫出配製方法 配製氫氧化鈉溶液(1 M)、 鹽酸(1 M)與硫酸銅溶液(0.5 M)		以 PVC 瓶保存配好之溶液	
	基本實驗操作(二)	滴定管的使用			
	實驗(三)：標定與滴定	以 KHP 標定配製的氫氧化鈉溶液		不必交實驗報告	
第 4 週 9/27	實驗(三)：標定與滴定(續)	以標定過的氫氧化鈉溶液滴定鹽酸		要交實驗報告	
	實驗(四)：指示劑的選擇	氫氧化鈉溶液滴定鹽酸 1. 酚酞 2. 甲基橙		繳交學習單	
		鹽酸滴定氨水 1. 酚酞 2. 甲基橙			
第 5 週 10/4	實驗(五)：酸鹼滴定的應用	利用酸鹼滴定測某化合物的莫耳質量		繳交實驗記錄單	
第 6 週 10/11				第一次段考	
第 7 週 10/18	趣味實驗	1. 乙炔槍	1. 射遠競賽	下週射遠競賽	
		2. 藍印術	2. 有趣的光化學反應	下週繳交作品	
第 8 週 10/25	乙炔槍		射遠競賽	1. 射遠競賽 2. 交藍印術作品	
第 9 週 11/1	基本實驗操作(三)	混合物的分離：溶解過濾、抽濾與萃取			
	實驗(六)：混合物的分離(一)	大理石、食鹽、酯和水的分離		要交實驗報告	

## 2. 北一女中模式：(即將於「台灣化學教育」三月份專題報導分享部分內容)

### 特色課程：出神入化-化學探究及創意設計

- (1) 認識科學活動與準備方向
- (2) Color Chem
- (3) 奈米新鮮識探究課程
- (4) 生活中或考題中的化學
- (5) 奈米科技與分子自組裝
- (6) 化學實驗能力競賽培訓
- (7) 創意化學實驗關卡設計



### 3. 西松高中模式(呂雲瑞老師開發，呂老師已到高雄女中服務)：

小論文→小專題→專題研究→科展

### 4. 其他模式

## 二、介紹「思源科學創意大賽 Plus」

### 1. 競賽基本原則：四個關卡+主題

(2 個物理關+2 個化學關，或 2 個物理關+1 個化學關+1 個應用科學關，或...)

以台東高中(2007 思源科學創意大賽全國決賽金牌獎)為例，當年主辦單位訂出主題為「節慶」，該校以元宵節、端午節、中秋節與耶誕節來表現不同節慶的內涵。

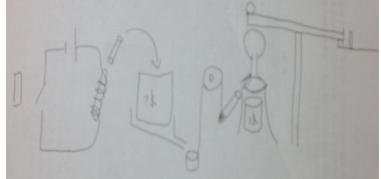
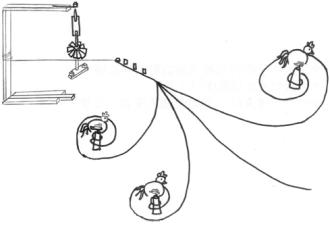
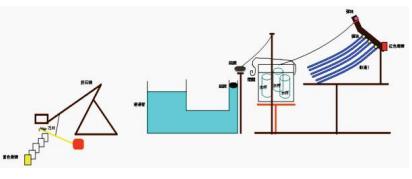
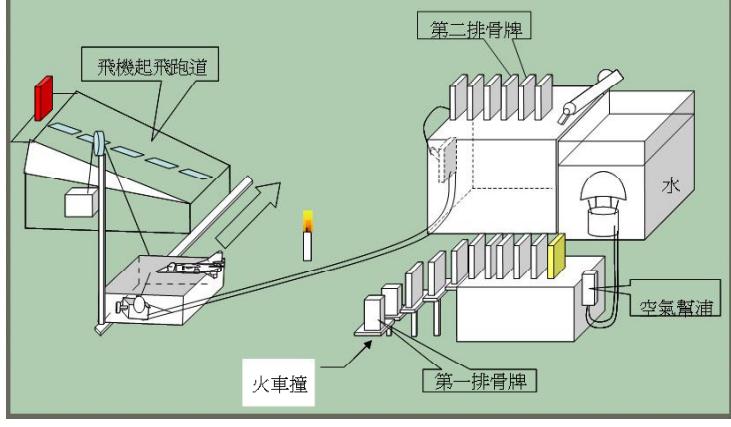
### 2. 競賽分初賽(書面審)、地區複賽(分北區、桃竹苗區、中區與南區)、全國決賽。

(1) 時間與競賽內容：5月19日前繳交企劃書，6月10日公布晉級複賽名單。

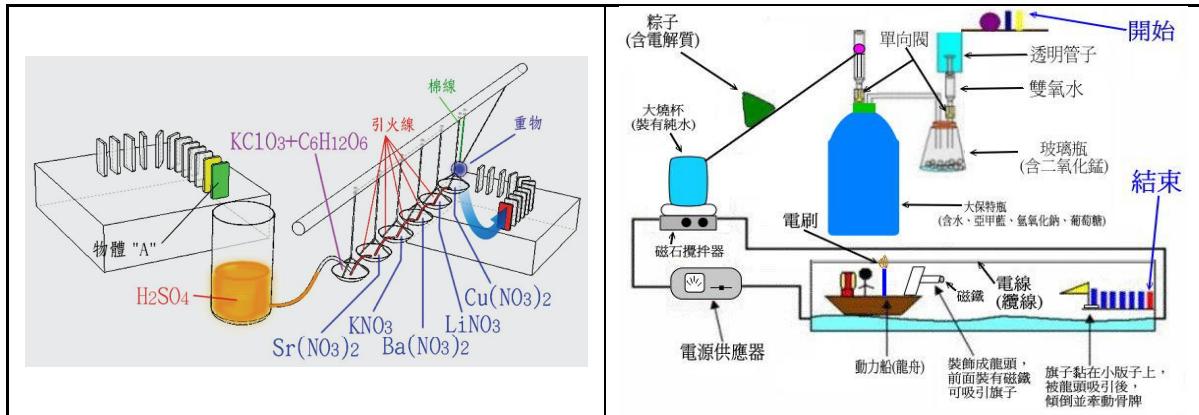
#### (2) 企劃書內容：

(a) 主題內容：好好做一篇文章吸引評審。不要以空無的敘述或是無厘頭的方式撰文，要緊扣關卡設計，敘述個關卡與主題的關係，從第一關逐漸發展至呈現主題的精神。

#### (b) 繪圖：

		
<p><b>劣</b>：評審看到此圖時，對關卡內容完全不感興趣，得分必然偏低(50~65分)，出線機會近乎零。</p>	<p><b>尚可</b>：評審尚願意仔細閱讀關卡內容，視設計好壞給分，一般得分會在中數(70~80)。</p>	<p><b>佳</b>：上色，評審比較會被吸引，也比較容易得好分數(80~85分)。</p>
		<p><b>優</b>：用心繪圖、有立體感，相當吸引評審眼光，會讓評審覺得這是一件好作品，必然用心欣賞，並給比較高的評分(85~95分)。</p>

(c) 其他範例：



(3) 內文：詳述關卡設計相關之科學原理與運作方式，而且要檢查是否有錯別字或化學式、化學反應式有誤，這是扣分標準之一重要項目。

3. 複賽：

(1) 時間與競賽內容：八月第一個週末。

(2) 準備方式：

(a) 主辦單位根據初賽企劃書選出約 15 隊(視該區企劃書水準與場地大小)晉級複賽。

(b) 晉級複賽的隊伍有一個月的準備時間，此時團隊合作非常重要，要適切分配任務，並每週檢視進度，最好三週能完成關卡內容，於第四週進行四關連結測試，找出問題並改進，務必能流暢跑完四關。

(c) 提醒：若某關卡卡住，無法解決困難，可重新設計，**大會允許一關完全變更**，其他三關若有**部分微調**，不被視為重新設計。

(d) 此階段流暢性是決定是否晉級決賽的關鍵，所以務必把握進度，於最後一週進行四關的連結測試。

4. 決賽：

(1) 時間與競賽內容：八月最後一個週末。

(2) 準備方式：同複賽，但是可讓各關呈現更精準，各隊都很強，能否又流暢又精采，是獲得金、銀、銅牌的關鍵。

**Chien-Lung Wang(王建隆), Ph.D, Assistant Professor**

**Department of Applied Chemistry**

**National Chiao Tung University**

**1001 Ta Hsueh Rd. Hsinchu, Taiwan 30010**

**Tel: 886-3-5712121 ext.56502, Fax:886-3-5723764, Email:kclwang@nctu.edu.tw**

## **Professional Appointments**

*2011-Present:*

Assistant Professor, Department of Applied Chemistry, National Chiao Tung University

*2011-2011:*

Postdoctoral Research Associate, Department of Polymer Engineering, The University of Akron

## **Education**

*PhD*, Department of Polymer Science, The University of Akron, USA.

*MS*, Department of Chemistry, National Taiwan University.

*BSc*, Department of Chemistry, National Taiwan Normal University.

## **Fields of specialty**

Polymers physics, Supramolecular materials, thermal analysis and structural characterizations of conjugated molecules, optoelectronics.

## **Honors and Awards**

2010 Eastman Chemical Company Fellowship, Eastman Chemical Company, USA

2010 Ticona Award , The University of Akron, USA

2007 The Ronald K. Eby Award, The University of Akron, USA

2001 Yen Thesis Award, Department of Chemistry, National Taiwan University

2001 The Award from Dean of College of Science, National Taiwan University

1999 Research Creativity Award, National Science Council, ROC

1995 Dr. Yuan-Tsuh Lee Scholarship, China Technical Consultants, Inc. Foundation

## **Publications**

1. C.-F. Huang, J.-Y. Chang, S.-H. Huang, K.-Y. Wu, J.-F. Jheng, W.-T. Chuang, C.-S. Hsu, **C.-L. Wang\*** "Polymorphisms and morphological studies of a difluorobenzothiadiazole conjugated copolymer with 7.8% polymer solar cell efficiency", *J. Mater. Chem. A* **2015**, 3, 3968-3974.
2. K.-Y. Wu, C.-C. Chiu, W.-T. Chuang, **C.-L. Wang\*** and C.-S. Hsu\* "Backbone Rigidity and Its Influences on the Morphology and Charge Mobility of FBT Based Conjugated Polymers" *Polym. Chem.*, **2015**, 6, 1309-1315.
3. C.-J. Chian, J.-C. Chen,\* H.-Y. Tsao, K.-Y. Wu, **C.-L. Wang,\*** "Ambient-Stable, Annealing-Free, and Ambipolar Organic Field- Effect Transistors Based on Solution-Processable Poly(2,2'-bis(trifluoromethyl)biphenyl-alt-2,5-divinylthiophene) without Long Alkyl Side Chains", *Adv. Funct. Mater.* **2015**, 25, 606-614.
4. J.-S. Wu, J.-F. Jheng, J.-Y. Chang, Y.-Y. Lai, K.-Y. Wu, **C.-L. Wang,\*** C.-S. Hsu,\* "Synthesis and morphological studies of a poly (5, 6-difluorobenzo-2, 1, 3-thiadiazole-4, 7-diyl-alt-quaterchalcogenophene) copolymer with 7.3% polymer solar cell efficiency", *Polym. Chem.* **2014**, 5, 6472-6479
5. M. H. Liao, C. E. Tsai, Y. Y. Lai, F. Y. Cao, J. S. Wu, **C. L. Wang**, C. S. Hsu,\* I. Liau, Y. J. Cheng,\* "Solar Cells: Morphological Stabilization by Supramolecular Perfluorophenyl-C60

Interactions Leading to Efficient and Thermally Stable Organic Photovoltaics ", *Adv. Funct. Mater.* **2014**, 24, 1418-1429.

6. Y. H. Chao, J.-F. Jheng, J.-S. Wu, K.-Y. Wu, H.-H. Peng, M.-C. Tsai, C.-L. Wang, Y.-N. Hsiao, **C.-L. Wang**,\* C.-Y. Lin,\* C.-S. Hsu,\* "Porphyrin-Incorporated 2D D-A Polymers with Over 8.5% Polymer Solar Cell Efficiency", *Adv. Mater.* **2014**, 26, 5205-5210.
7. W.-B. Zhang, X. Yu, **C.-L. Wang**, H.-J. Sun, I. F. Hsieh, Y. Li, X.-H. Dong, K. Yue, R. Van Horn, S. Z. D. Cheng, "Molecular Nanoparticles Are Unique Elements for Macromolecular Science: From "Nanoatoms" to Giant Molecules", *Macromolecules* **2014**, 47, 1221.
8. M.-C. Lin, C.-H. Hsu, H.-J. Sun, **C.-L. Wang**, W.-B. Zhang, Y. Li, H.-L. Chen, S. Cheng, "Crystal structure and molecular packing of an asymmetric giant amphiphile constructed by one C<sub>60</sub> and two POSSs", *Polymer* **2014**, 55, 4514.
9. J.-F. Jheng, Y.-Y. Lai, J.-S. Wu, Y.-H. Chao, **C.-L. Wang**,\* C.-S. Hsu,\* "Influences of the Non-Covalent Interaction Strength on Reaching High Solid-State Order and Device Performance of a Low Bandgap Polymer with Axisymmetrical Structural Units", *Adv. Mater.* **2013**, 25, 2445.
10. Y.-H. Chao, J.-S. Wu, C.-E. Wu, J.-F. Jheng, **C.-L. Wang**,\* C.-S. Hsu, "Solution-Processed (Graphene Oxide)-(d0 Transition Metal Oxide) Composite Anodic Buffer Layers toward High-Performance and Durable Inverted Polymer Solar Cells", *Adv. Energy Mater.* **2013**, 3, 1279.
11. **C.-L. Wang**,\* W.-B. Zhang, X. Yu, K. Yue, H.-J. Sun, C.-H. Hsu, C.-S. Hsu, J. Joseph, D. A. Modarelli,\* S. Z. D. Cheng,\* "Facile Synthesis and Photophysical Properties of Sphere-Square Shape Amphiphiles Based on Porphyrin-[60]Fullerene Conjugates", *Chem. Asian J.* **2013**, 8, 947.
12. T.-H. Lee, K.-Y. Wu, T.-Y. Lin, J.-S. Wu, **C.-L. Wang**,\* C.-S. Hsu,\* "Role of the Comonomeric Units in Reaching Linear Backbone, High Solid-State Order and Charge Mobilities in Heptacyclic Arene-Based Alternating Copolymers", *Macromolecules* **2013**, 46, 7687.
13. J.-S. Wu, Y.-Y. Lai, Y.-J. Cheng,\* C.-Y. Chang, **C.-L. Wang**, C.-S. Hsu,\* "A New sp<sub>2</sub>-sp<sub>2</sub> Dialkylethylene-Bridged Heptacyclic Ladder-Type Arene for High Efficiency Polymer Solar Cells", *Adv. Energy Mater.* **2013**, 3, 457.
14. W.-W. Liang, C.-Y. Chang, Y.-Y. Lai, S.-W. Cheng, H.-H. Chang, Y.-Y. Lai, Y.-J. Cheng,\* **C.-L. Wang**,\* C.-S. Hsu, "Formation of Nanostructured Fullerene Interlayer through Accelerated Self-Assembly and Cross-Linking of Trichlorosilane Moieties Leading to Enhanced Efficiency of Photovoltaic Cells", *Macromolecules* **2013**, 46, 4781.
15. X.-K. Ren, Y.-C. Wu, S.-J. Wang, S.-D. Jiang, J.-F. Zheng, S. Yang, E.-Q. Chen,\* **C.-L. Wang**, C.-S. Hsu,\* "Crystal Structure and Molecular Packing Behavior of Poly(2,3-diphenyl-1,4-phenylenevinylene) Derivatives Containing Alkyl Side-Chains", *Macromolecules* **2013**, 46, 155.
16. **C.-L. Wang**, W.-B. Zhang, H.-J. Sun, R. M. Van Horn, R. R. Kulkarni, C.-C. Tsai, C.-S. Hsu, B. Lotz, X. Gong,\* S. Z. D. Cheng\* "A Supramolecular "Double-Cable" Structure with a 12944 Helix in a Columnar Porphyrin-C60 Dyad and its Application in Polymer Solar Cells." *Adv. Energy Mater.* **2012**, 2, 1375-1382.
17. Wu, Y.-C.; Chao, Y.-H.; **Wang, C.-L.**; Wu, C.-T.; Hsu, C.-S.; Zeng, Y.-L.; Lin, C.-Y. *J. Polym. Sci., Part A: Polym. Chem.* **2012**, 50, 5032-5040.
18. Y.-C. Wu, X.-K. Ren, E.-Q. Chen, H.-M. Lee, J.-L. Duvail, **C.-L. Wang**,\* C.-S. Hsu, \* "Preservation of Photoluminescence Efficiency in the Ordered phases of Poly(2,3-diphenyl-1,4-phenylenevinylene) via Disturbing the Intermolecular π-π Interactions with Dendritic Aliphatic Side Chains." *Macromolecules* **2012**, 45, 4540-4549.
19. X. Yu, W.-B. Zhang, K. Yue, X. Li, H. Liu, Y. Xin, **C.-L. Wang**, C. Wesdemiotis, S. Z. D. Cheng\* "Giant Molecular Shape Amphiphiles Based on Polystyrene-Hydrophilic

[60]Fullerene Conjugates: Click Synthesis, Solution Self-Assembly, and Phase Behavior.” *J. Am. Chem. Soc.* **2012**, *134*, 7780.

20. Wu, J.-S.; Lin, C.-T.; **Wang, C.-L.**; Cheng, Y.-J.\*; Hsu, C.-S.\* “New Angular-Shaped and Isomerically Pure Anthradithiophene with Lateral Aliphatic Side Chains for Conjugated Polymers: Synthesis, Characterization and Implications for Solution-Prossessed Organic Field-Effect Transistors and Photovoltaics.” *Chem. Mater.* **2012**, *24*, 2391.
21. Sun, H.-J.; **Wang, C.-L.**; Hsieh, I. F.; Hsu, C.-H.; Van Horn, R. M.; Tsai, C.-C.; Jeong, K.-U.; Lotz, B.; Cheng, S. Z. D.\*” Phase behaviour and Janus hierarchical supramolecular structures based on asymmetric tapered bisamide.” *Soft Matter* **2012**, *8*, 4767.
22. Shih, H.-M.; Wu, R.-C.; Shih, P.-I.; **Wang, C.-L.**; Hsu, C.-S.\* “Synthesis of fluorene-based hyperbranched polymers for solution-processable blue, green, red, and white light-emitting devices.” *J. Polym. Sci., Part A: Polym. Chem.* **2012**, *50*, 696.
23. Sun, Hao-Jan; Tu, Yingfeng; **Wang, Chien-Lung**; Van Horn, Ryan M.; Tsai, Chi-Chun; Graham, Matthew, J.; Sun, Bin; Lotz, Bernard; Zhang, Wen-Bin; Cheng, Stephen Z. D. “Polymorphism of a Sphere-Cubic Shape Amphiphile of Polyhedral Oligomeric Silsesquioxane-C<sub>60</sub> Conjugate”, *J. Mater. Chem.* **2011**, *21*, 14240-14247.
24. Zhang, Wen-Bin; He, Jinlin; Dong, Xuehui; **Wang, Chien-Lung**; Li, Hui; Teng, Fuai; Li, Xiaopeng; Wesdemiotis, Chrys; Quirk, Roderic P; Cheng, Stephen Z. D. “Improved Synthesis of Fullerynes by Fisher Esterification for Modular and Efficient Construction of Fullerene Polymers with High Fullerene Functionality” *Polymer*, **2011**, *52*, 4221-4226.
25. **Wang, Chien-Lung**; Zhang, Wen-Bin; Van Horn, Ryan M.; Tu, Yingfeng; Gong, Xiong; Cheng, Stephen Z. D.; Sun, Yanming; Tong, Minghong; Seo, Junghwa; Hsu, Ben B. Y.; Heeger, Alan J. “A Porphyrin-Fullerene Dyad with a Supramolecular “Double-Cable” Structure as a Novel Electron Acceptor for Bulk Heterojunction Polymer Solar Cells” *Adv. Mater.* **2011**, *23*, 2951-2956.
26. **Wang, Chien-Lung**; Zhang, Wen-Bin; Van Horn, Ryan M.; Tu, Yingfeng; Dimitri A. Ivanov; Cheng, Stephen Z. D. “A Thermotropic Supramolecular Structure Constructed by Zn(II)-Porphyrin-C<sub>60</sub> dyads with an Alternating Arrangement of Donors and Acceptors” *Soft Matters*, **2011**, *7*, 6135-6143.
27. Luchnikov, Valeriy A.; Anokhin, Denis V.; Cheng, Stephen Z. D.; **Wang, Chien-Lung**; Bar, Georg; Ivanov, Dimitri A. “Theory of X-ray Reflection Broadening for Biaxial Textures: from Semicrystalline Polymers Exhibiting Twisted Lamellar Growth to Discotic Liquid Crystals” *J. Appl. Crysal.* **2011**, *44*, 540-544.
28. Zhang, Wen-Bin; Li, Yiwen; Li, Xiaopeng; Dong, Xuehui; Yu,Xinfei; **Wang, Chien-Lung**; Wesdemiotis, Chrys; Quirk, Roderic P.; Cheng, Stephen Z. D. “Synthesis of Shape Amphiphiles Based on Functional Polyhedral Oligomeric Silsesquioxane End-capped Poly(L-Lactic Acid) with Diverse Head Surface Chemistry” *Macromolecules*, **2011**, *44*, *8*, 2589-2596.
29. Jeong, Kwang-Un; Jang, Ji-Hyun; Kim, Dae-Yoon; Nah, Changwoon; Lee, Joong Hee; Lee, Myong-Hoon; Sun, Hao-Jan; **Wang, Chien-Lung**; Cheng, Stephen Z. D.; Thomas, Edwin L. “Three-Dimensional Actuators Transformed from the Programmed Two-Dimensional Structures via Bending, Twisting and Folding Mechanisms” *J. Mater. Chem.* **2011**, *21*, 6824-6830.
30. Cao, Yan; Van Horn, Ryan M.; Sun, Hao-Jan; Zhang, Guoliang; **Wang, Chien-Lung**; Jeong, Kwang-Un; Auriemma, Finizia; De Rosa, Claudio; Lotz, Bernard; Cheng, Stephen Z. D. “Stem Tilt in  $\alpha$ -Form Single Crystal of Isotactic Polypropylene: A Manifestation of Conformational Constraints Set by Stereochemistry and Minimized Fold Encumbrance” *Macromolecules*, **2011**, *44*, 3916-3923.



## Characterizations and Optoelectronic Applications of Supramolecules

共軛超分子-有機光電運用與奈米結構分析

Presented by Chien-Lung Wang

From Department of Applied Chemistry,  
National Chiao Tung University

## 大綱

1. 共軛高分子的發現與運用
2. X-光結構解析技術的發展
3. 物理作用力所驅動的超分子化學
4. 共軛分子的自組裝
5. 自組裝共軛分子在有機光電元件的表現

# The discovery of conducting polymers

## The Nobel Prize in Chemistry 2000



Alan J. Heeger  
Prize share: 1/3



Alan G. MacDiarmid  
Prize share: 1/3



Hideki Shirakawa  
Prize share: 1/3

Ref. [http://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/chemistry/laureates/2000/](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/2000/)

## X-ray Characterizations

### Nobel prize for physics in 1901



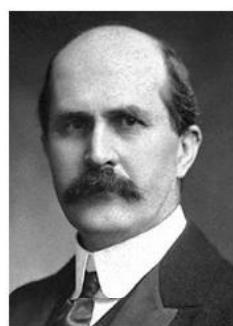
Wilhelm Conrad  
Röntgen

### Nobel Prize in Physics 1914



Max von Laue

### Nobel Prize in Physics 1915



Sir William Henry  
Bragg



William Lawrence  
Bragg

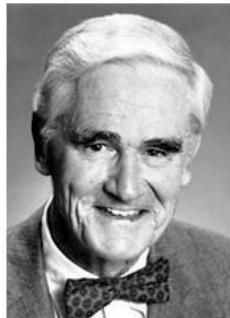
**The discovery  
of X-ray**

**The discovery of  
X-ray diffraction  
by crystal**

**The analysis of crystal  
by means of X-ray**

# Supramolecular Chemistry

The Nobel Prize in Chemistry 1987



Donald J. Cram



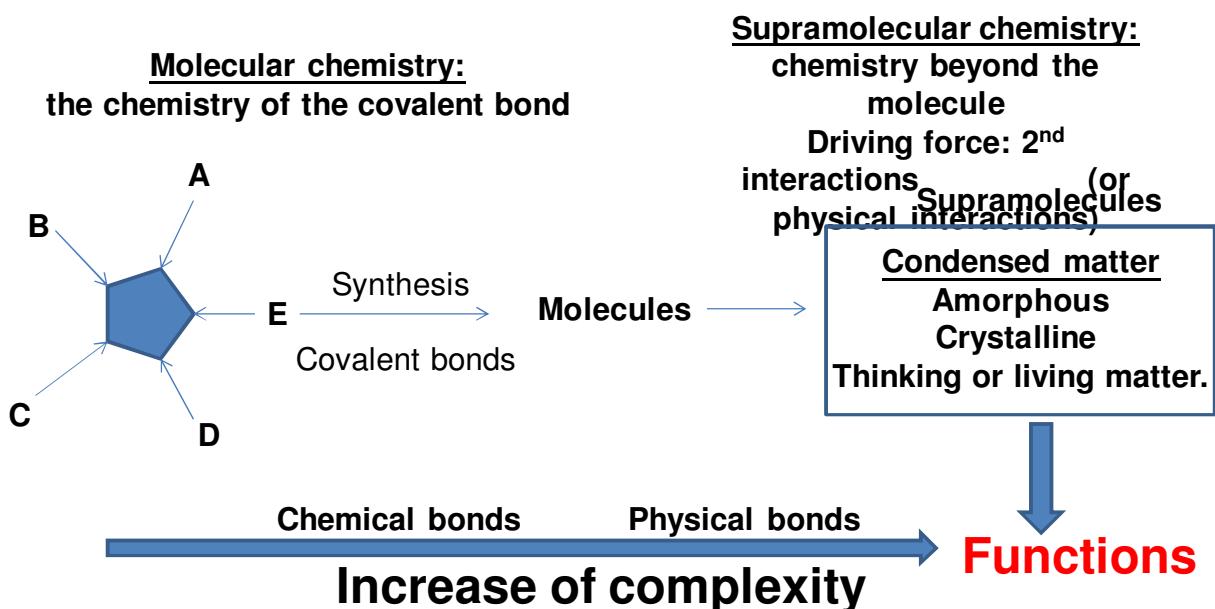
Jean-Marie Lehn



Charles J. Pedersen

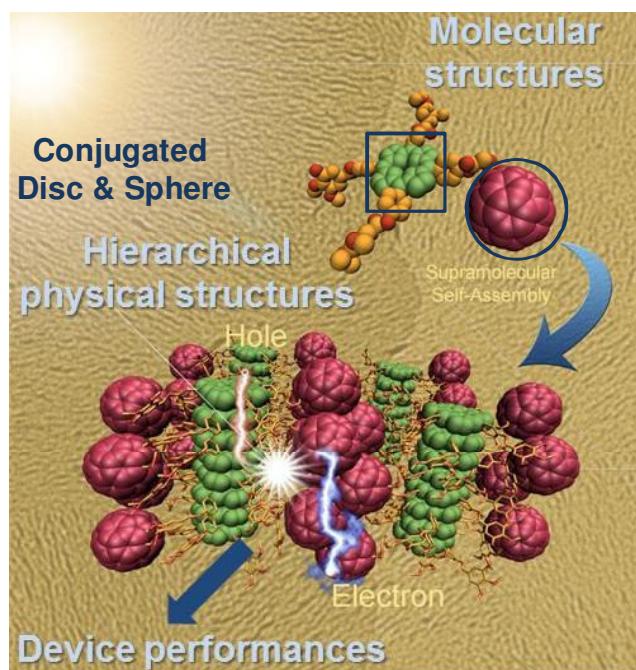
“For their development and use of molecules with structure-specific interactions of high selectivity.

## Molecular and supramolecular chemistry



Note: “The supramolecules are the organized entities of higher complexity that result from the association of **two or more chemical species** held together by **intermolecular forces**.” Jean-Marie Lehn.

# *Nano-optoelectronics based on self-assembled conjugated molecules*



## Chemistry

Prepare molecules via the formation of chemical bonds

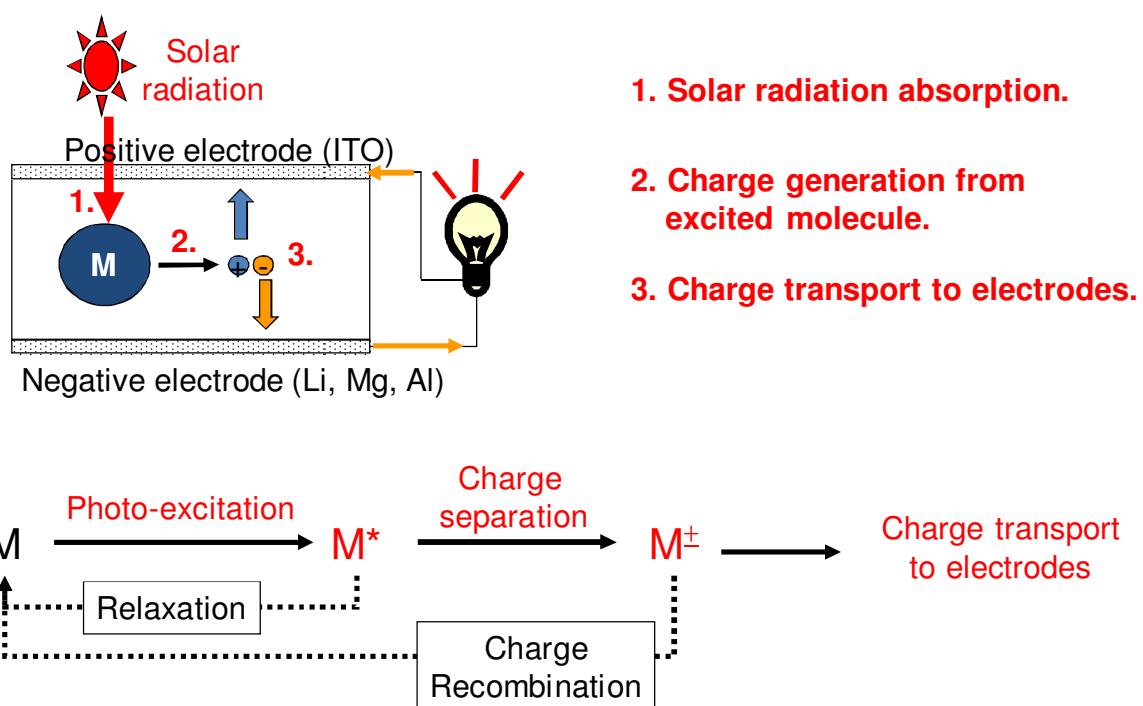
## Supramolecular Chemistry

Generate supramolecules by the self-assembly of molecules.  
(Driven by the Physical interactions)

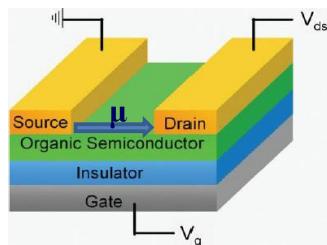
## Device Fabrications and Performances

Organic solar cells  
Organic field effect transistors

## *Working Principle of Photovoltaics- Conversion of solar energy into electricity*



# Marcus Theory and OFET Charge Mobility



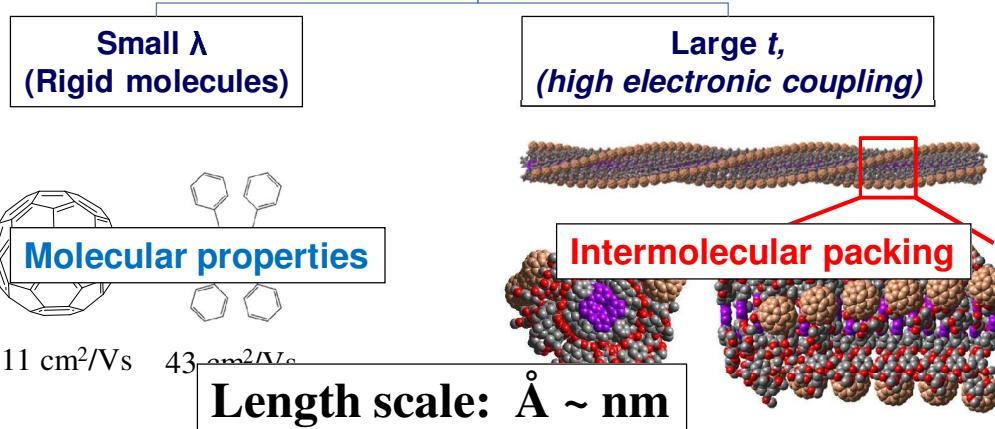
$$k_{et} = \frac{2\pi}{\hbar} t^2 \frac{1}{\sqrt{4\pi\lambda k_b T}} \exp\left(-\frac{\lambda}{4k_b T}\right)$$

$k_{et}$ : rate constant for electron transfer

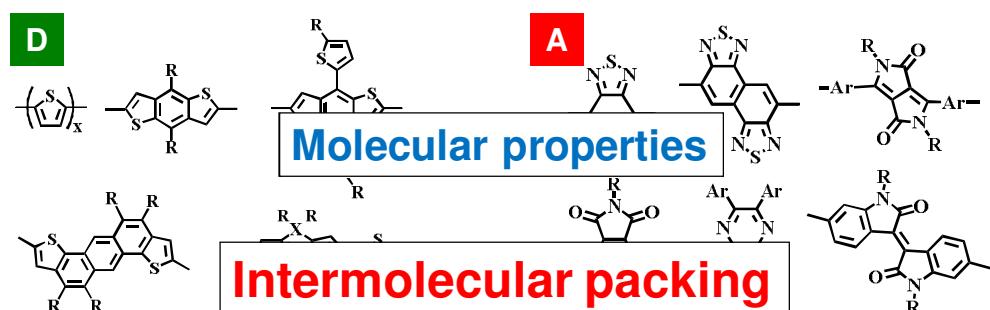
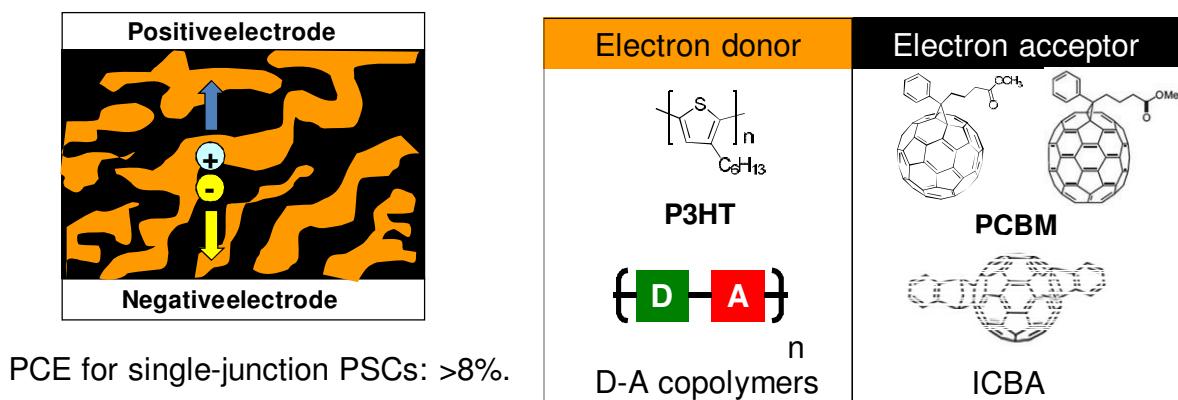
$t$ : transfer integral

$\lambda$ : reorganization energy

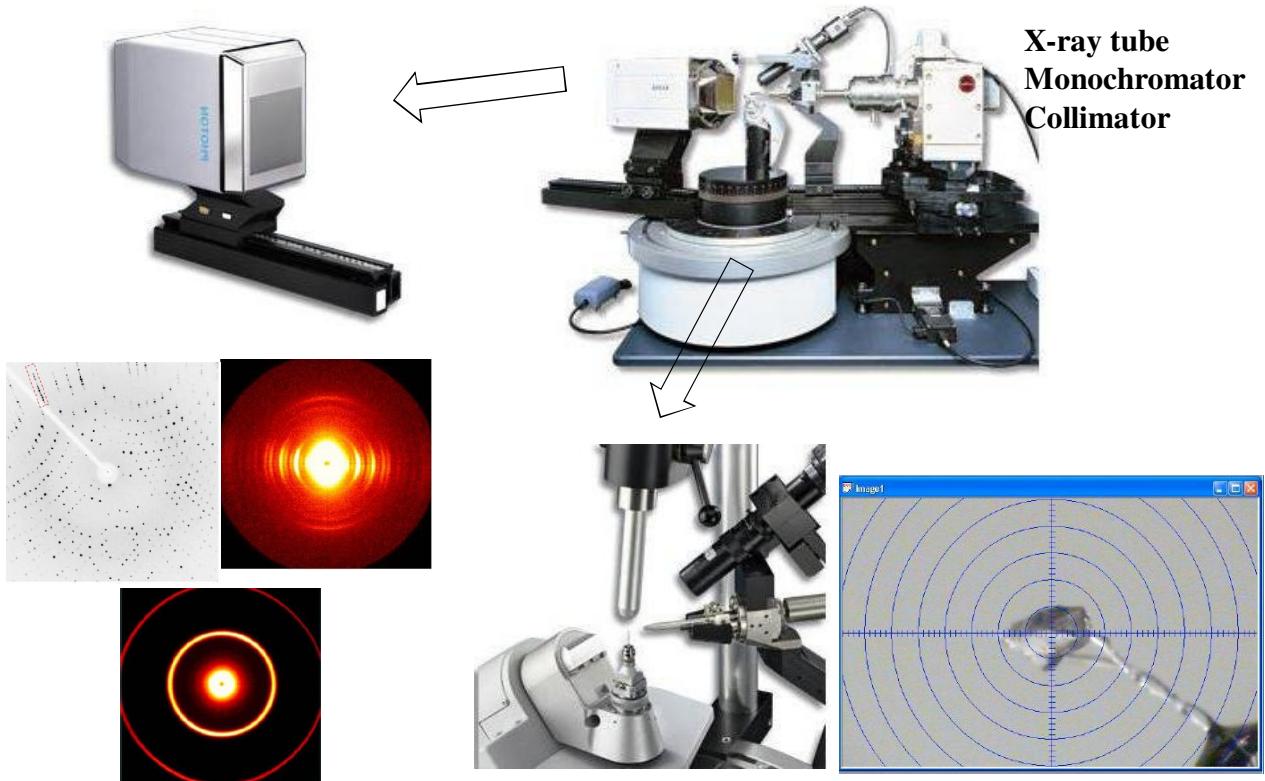
To reach high  $\mu$



## Molecule design and solid-state physics



# The Tool- X-ray diffractometer



**More details will be provided in  
the presentation. Thank you and  
Look forward to seeing you**

# 介紹「武陵高中綠能宅急便嘉年華」活動成果

## 張明媚簡歷

Email address : bcat0428@yahoo.com.tw

- 現職

- 國立武陵高中化學教師
- 三民版高中化學教科書作者
- 化學學科中心'種子教師'

- 學歷

- 國立台灣師範大學化學系
- 國立台灣師範大學化學研究所



## 從北一女中特色課程-出神入化-化學探究及創意設計-談有效教學

## 詹莉芬簡歷

Email address : leefeng1126@gmail.com

- 現職

- 台北市北一女中化學教師
- 教育部化學學科中心種子教師

- 學經歷

- 新北市永平高中化學教師
- 國科會高瞻平台（台大、台灣師大）、頂尖大學計畫（台灣師大）、高瞻計畫（北一女中）參與教師
- 台北市化學科輔導團教師
- 曾任北一女中資優班導師，參與學生科學活動指導
- 畢業於國立台灣師範大學化學研究所、國立台灣師範大學化學系

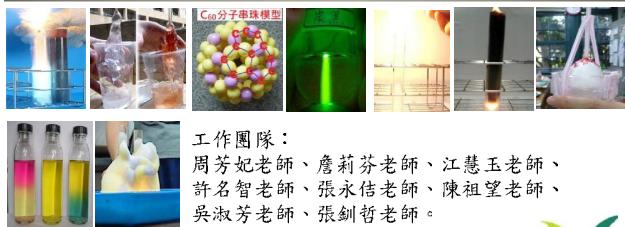


# 從北一女中特色課程 -出神入化-化學探究及創意設計- 談有效教學

武陵高中  
詹莉芬 北一女中化學教師  
2015. 4. 9



# 103學年度北一女中特色課程 創思學程(自然領域) 出神入化-化學探究及創意設計



工作團隊：  
周芳妃老師、詹莉芬老師、江慧玉老師、  
許名智老師、張永信老師、陳祖望老師、  
吳淑芳老師、張劍哲老師。



## <<教材來源>>

教育部化學學科中心創意影片  
教育部教案設計示例(差異化教學、有效教學)  
教育部高中生化學闖關實作試題  
教育部化學能力競賽實作試題  
台灣化學奧林匹亞實作試題  
國家奈米K12教師培育計畫  
思源創意大賽plus試題  
教師研習課程  
網路趣味實驗

就在課程上  
累積學生參加  
這些競賽的能  
力!!

## <<教學策略>>

### 學習金字塔



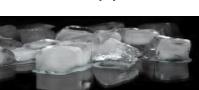
\*英國顧因州的國家訓練實驗室(National Training Laboratories)

## <<教學策略>>



## <<科學知識的源起>>

1970年代，17歲的Mpemba從做  
冰淇淋現象，積極實驗研究發現  
「熱水比冷水先結冰」，引潮往後  
十年全世界的化工研究室投身水的  
研究，改寫了大學化工教科書內容。

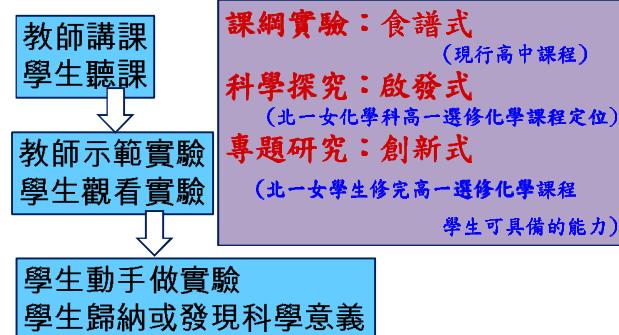


高中生的研究改寫大學  
教科書的歷史故事



斷片來源：  
<http://blog.nicolaselenu.com/science/forse-tutti-sanno-che-effetto-mpemb>  
<http://blog.nicolaselenu.com/science/spiegazione-effetto-mpemba-commento/>

## <<教學活動的改變>>



## <<課程結構>>

### 出神入化-化學實驗探究及創意設計

課程名稱	課程精神	授課時數 (小時)
課程一 認識科學活動	增加對科學活動的熱情	6
課程二 Color chemistry	引發好奇心 趣味實驗	14
課程三 奈米新鮮識探究課程	先進科技融入教學	14
課程四 奈米科技與分子自組裝	先進科技融入教學 結合生活中的化學	10
課程五 創意化學實驗關卡設計	跨科學習 統整科學能力 解決問題策略	12
課程六 化學能力競賽培訓	化學研究能力培養	14
課程七 生活中或者題中的化學 或校外教學觀摩	關懷社會問題 科學判斷力	8-10
總計 總計七個課程(教師可依授課時數做調整)	科學能力之培養	78-80

## (二)color chem...七彩食鹽水

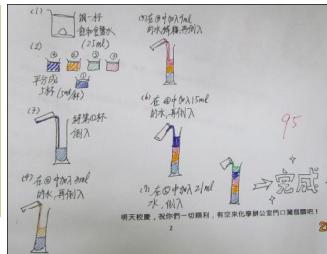
1.目標：有5 – 7種顏色的溶液分布在100 mL或50 mL的量筒中，每種溶液的高度至少1.5公分，交界處若顏色混濁不計高度，本次實驗報告今天放學前繳交。參考結果如下圖。



## (二)color chem...七彩食鹽水

步驟二：每組1位同學上台分享你們那組的想法（可記錄其他組的想法，筆記雜記方式紀錄即可）

步驟三：綜合自己的想法與別組想法，開始動手做吧！請將你們那組的實驗步驟儘量以流程圖（或畫圖）的方式表達。

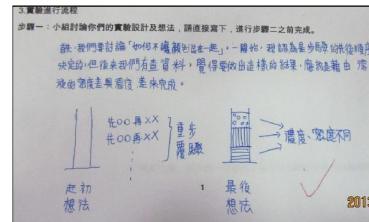


## (二)color chem...七彩食鹽水

2.提供材料：燒杯、蒸餾水、顏料、滴管、食鹽  
( NaCl常溫時溶解度約35克/100克水 )

### 3.實驗進行流程

步驟一：小組討論你們的實驗設計及想法，請直接寫下，進行步驟二之前完成。



## (二)color chem...七個神奇的杯子

教師示範實驗及說明color show 的目標

### 一、化學知識建立

#### 化學知識建立

步驟	紀錄實驗結果
$\text{NaOH}_{(aq)}$ 2 滴 + 酚酞指示劑 1 滴。	紅
$\text{HCl}_{(aq)}$ 2 滴 + 酚酞指示劑 1 滴。	無
蒸餾水約 1 mL + 溴瑞香草酚藍指示劑 1 滴。	綠
$\text{NaOH}_{(aq)}$ 2 滴 + 溴瑞香草酚藍指示劑 1 滴。	藍
$\text{HCl}_{(aq)}$ 2 滴 + 溴瑞香草酚藍指示劑 1 滴。	黃
$\text{HCl}_{(aq)}$ 2 滴 + 溴瑞香草酚藍指示劑 1 滴。 + 酚酞指示劑 1 滴。	紅
$\text{NaOH}_{(aq)}$ 2 滴 + 溴瑞香草酚藍指示劑 1 滴。 + 酚酞指示劑 1 滴。	紅

## (二)color chem...七個神奇的杯子

二、請你設計實驗，有七個杯子，編號1,

2.....7....，每個杯子

裏頭放不同種類或不同體積的化學藥品(可一種或多種)，當加蒸餾水於第一個杯子時(八分滿)，會出現一種顏色，將第一杯水溶液倒入第二個杯子時(留一點溶液在第一個杯子裡做為紀錄比較)，類推第三杯...第七杯.....

杯子編號	添加藥品種類及量數。	溶液的顏色:可以用畫圖表示。
1:	2	紅
2:	2	綠
3:	2	藍
4:	2	黃
5:	2	白
6:	2	白
7:	2	白

## (二)color chem...七個神奇的杯子

五、放學前 ( 17:00 ) 找老師攝影當記錄。

杯子編號	添加藥品種類及量數。	溶液的顏色(可以用畫圖表示)
1	$\text{K}_2\text{S}\text{O}_4$ + $\text{NaOH}$	深藍
2	蒸餾水	綠
3	$\text{酚酞} + \text{NaOH}$	紫
4	$\text{HCl}$	黃
5	$\text{NaOH}$	綠
6	碘液	青綠
7	溴酒液	深綠



## (二)color chem...阿妃的花裙子



藥品： $\text{CuSO}_4$ 、 $\text{KI}$ 、 $\text{NaOH}$ 、 $\text{NH}_3$ 、 $\text{HNO}_3$ 、正己烷  
反應：酸鹼反應、沉澱反應、錯合反應

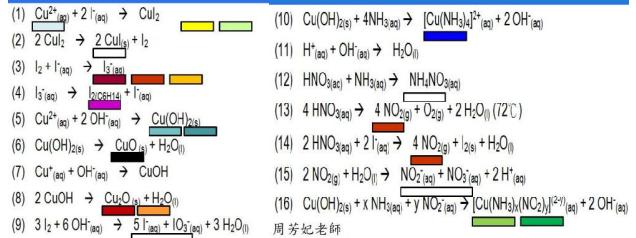
## (二)color chem...阿妃的花裙子

實驗步驟	實驗記錄 畫圖說明，並註明你所加的溶液體積為多少滴。	嘗試解釋你所看到的現象 文字或化學反應式。	推測： 所看到的顏色變化是何種化學反應？
1.sample 瓶中裝入 1/4 左右高的 $\text{CuSO}_4^{(aq)}$ 。	10 滴		
2.逐滴滴入約 10 滴 $\text{KI}_{(aq)}$ (不要搖)，觀察後再混合均勻。	10 滴		
3.加入約 1/5 高正己烷 (不要搖)，觀察後再混合均勻。	10 滴		
4.逐滴加入一些 0.5 M $\text{NaOH}_{(aq)}$ (不要搖)，觀察後再混合均勻，若上層仍有顏色，再加些 0.5 M $\text{NaOH}_{(aq)}$ 直到上層為無色。	10 滴		

作業：  
查資料解釋所看到的顏色變化是何種化學反應

## (二)color chem...阿妃的花裙子

隔週...



周芳妃老師

## (二)color chem...阿妃的花裙子

實驗步驟	實驗記錄 畫圖說明，並註明你所加的溶液體積為多少滴。	嘗試解釋你所看到的文字或化學反應式。
1.sample 瓶中裝入 1/4 左右高的 $\text{CuSO}_4^{(aq)}$ 。	10 滴	$\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + \text{I}^{-}_{(aq)} \rightarrow \text{CuI}_2$
2.逐滴滴入約 10 滴 $\text{KI}_{(aq)}$ (不要搖)，觀察後再混合均勻。	10 滴	$\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 2 \text{I}^{-}_{(aq)} \rightarrow \text{CuI}_2$
3.加入約 1/5 高正己烷 (不要搖)，觀察後再混合均勻。	10 滴	$\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 2 \text{I}^{-}_{(aq)} \rightarrow \text{CuI}_2$
4.逐滴加入一些 0.5 M $\text{NaOH}_{(aq)}$ (不要搖)，觀察後再混合均勻，若上層仍有顏色，再加些 0.5 M $\text{NaOH}_{(aq)}$ 直到上層為無色。	10 滴	$\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 2 \text{OH}^{-}_{(aq)} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2^{(s)}$ $\text{Cu}(\text{OH})_2^{(s)} \rightarrow \text{CuO}_{(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$ $2 \text{CuO}_{(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{Cu}_2\text{O}_{(s)} + 2 \text{H}_2\text{O}_{(l)}$ $\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + \text{OH}^{-}_{(aq)} \rightarrow \text{CuOH}$ $2 \text{CuOH} \rightarrow \text{Cu}_2\text{O}_{(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$ $3 \text{I}_2 + 6 \text{OH}^{-}_{(aq)} \rightarrow 5 \text{I}^{-}_{(aq)} + [\text{O}_2\text{I}_{(aq)}] + 3 \text{H}_2\text{O}_{(l)}$

## (三)奈米新鮮趣

- 1.奈米課程入門。
- 2.介紹奈米產品之合法標章、奈米科技的應用及普遍、奈米產品之性質體會。

### 3.參訪台灣世貿國際奈米展覽、活動現場奈米實驗動手做



## (三)奈米新鮮趣

- 4.奈米海報製作與參觀奈米展學習經驗分享。
- 5.校內奈米海報展。



## (四)奈米科技與分子自組裝…酒精凍

建立先備知識：  
物質狀態與粒子間作用力關係



- 1.氫氧化鈣水溶液與醋酸進行酸鹼中和
- (1)寫出反應式
- (2)如何判斷已經完全反應

## (四)奈米科技與分子自組裝…酒精凍

### 2.酒精凍實驗步驟如下：

- (1)取W克  $\text{Ca}(\text{OH})_2^{(s)}$  放入 50 mL 小燒杯中，加入水 5 mL，加入酚酞指示劑 3 滴，小心搖一搖使之溶解並混合均勻。紀錄：溶液呈\_\_\_\_\_色。
- (2)小心滴入 3 滴冰醋酸，搖一搖，注意淡紅色會消失，但再搖一搖，又會出現淡紅色。  
解釋：為何有這樣的顏色變化？
- (3)重複(2)的步驟，直到沒有淡紅色出現。  
問題：溶液成分為何？
- (4)以量筒量取 20 mL 酒精，持續搖動(1)-(3)製備的溶液，立刻將酒精倒入小燒杯中，立刻靜止不動，觀察實驗結果。

### 1.實驗結果：

實驗編號	$\text{Ca}(\text{OH})_2$ 質量 W (克)	滴入冰醋酸總滴數 (滴)	實驗結果 (文字敘述)
1.	0.1	10	
2.	0.3	10	
3.	0.5	10	
4.	0.7	10	

## (四)奈米科技與分子自組裝…酒精凍

## (四)奈米科技與分子自組裝…酒精凍

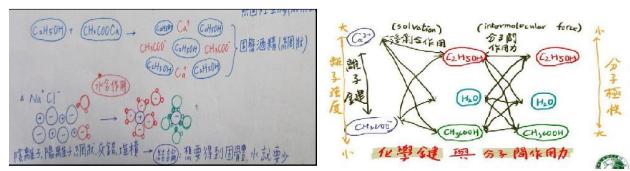
問題。

實驗步驟(4)的「酒精倒入小燒杯中，立刻靜止不動」，如果是「酒精倒入小燒杯中，立刻搖動幾下」，實驗結果有何不同？請依你的實驗結果說明。



## (四)奈米科技與分子自組裝…酒精凍

問題：請你發揮想像力， $\text{CH}_3\text{COONa}$ 與酒精混合時，形成的固態酒精 ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ )，可能是粒子間如何產生吸引力？



## (四)奈米科技與分子自組裝…酒精凍延伸

1. 將酒精凍的製作體積及容器改為鋁瓶之底部。
2. 撒少許具焰色反應之鹽類。
3. 點火燃燒。



## (四)奈米科技與分子自組裝…玉米粉

紀錄：總共加入約當  
水量：玉米粉量 =

時可觀察到不一樣的  
現象。



問題：請你發揮想像力，你覺得玉米粉的鏈狀聚合物，分子間如何「排列」或「吸引」，可以有步驟(2)的實驗結果。（畫圖吧!!）

## (四)奈米科技與分子自組裝…玉米粉

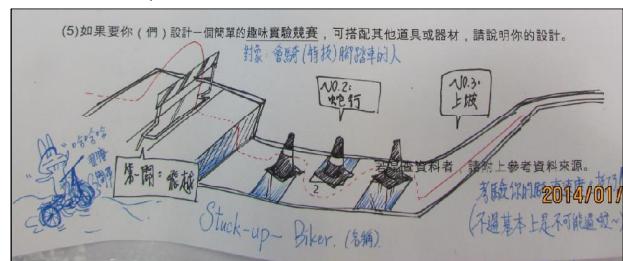
(1)塑膠盆裡加入100 mL的蒸餾水，再加入約100 mL容量的玉米粉，攪拌均勻。觀察並紀錄所看到的現象。

(2)繼續再加入約50 mL容量的玉米粉，攪拌均勻。觀察並紀錄所看到的現象。若所觀察到的現象與實驗步驟(1)相同，則再繼續加入約50 mL容量的玉米粉，攪拌均勻，直到有不一樣的現象。

可嘗試(a)用拳頭打它 (2)用手指頭勾它

## (四)奈米科技與分子自組裝…玉米粉

問題：如果你(們)設計一個簡單的趣味實驗競賽，可搭配其他道具或器材，請說明你的設計。若是查資料者，請附上參考資料來源。



## (六)化學能力競賽培訓…猜猜它是誰

### 二、化學知識的建立

(1)以調色盤或玻片進行實驗，將兩種溶液各1~2滴，觀察混合後的結果，紀錄包括混合後產物的顏色、是否產生沉澱，並嘗試寫出反應後的生成物化學式

$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Na}_2\text{S}^{2-}$	$\text{Na}_2\text{CO}_3^{2-}$
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	(X)	$\text{CaCO}_3(s)$ (白)

(2)紀錄下面表格的實驗結果：

$\text{AgNO}_3$	$\text{HCl}$	$\text{NaCl}$	$\text{NaBr}$	$\text{NaI}$
$\text{Ag}^{+}$	$\text{H}^+$	$\text{Na}^+$	$\text{Na}^+$	$\text{Na}^+$

(3)紀錄下面表格的實驗結果：

$\text{HCl}$	$\text{Na}_2\text{S}^{2-}$	$\text{NaOH}^-$	$\text{Na}_2\text{CO}_3^{2-}$	$\text{ZnSO}_4^{2-}$
$\text{H}^+$	$\text{S}^{2-}$	$\text{OH}^-$	$\text{CO}_3^{2-}$	$\text{Zn}^{2+}$

(4)紀錄下面表格的實驗結果：

$\text{CuSO}_4$	$\text{Na}_2\text{S}^{2-}$	$\text{NH}_4^+$	$\text{NaOH}^-$	$\text{Na}_2\text{O}_2$
$\text{Cu}^{2+}$	$\text{S}^{2-}$	$\text{NH}_4^+$	$\text{OH}^-$	$\text{O}_2$
$\text{ZnSO}_4$				
$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$				

## (六)化學能力競賽培訓…猜猜它是誰

### 三、猜猜「它」是誰

(1)有16個未知溶液，分別是以下種物質，標示為A~P，根據你建立的化學知識，請找出A~P的分別是含有何種物質的溶液。

化合物	代號	化合物	代號	化合物	代號	化合物	代號
$\text{KBr}$	A	$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$	B	$\text{Na}_2\text{S}$	C	$\text{NaCl}$	D
$\text{KSCN}$	E	$\text{CuSO}_4$	F	$\text{HCl}$	G	$\text{NH}_3(g)$	H
$\text{BaCl}_2$	I	$\text{Na}_2\text{CO}_3$	J	$\text{KI}$	K	$\text{ZnSO}_4$	L
$\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$	M	$\text{NaOH}$	N	$\text{AgNO}_3$	O	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$	P



# 化學宅急便：

## 高中化學學科中心推動「玩闖關 學化學」

龔自敬<sup>1,2,\*</sup>、張雅雯<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 高雄市立高雄高級中學

<sup>2</sup> 教育部高中化學學科中心

\*[chem@mail.kshs.kh.edu.tw](mailto:chem@mail.kshs.kh.edu.tw)

### ■ 前言

學習不一定只能在教室，教室也不一定在學校。

化學宅急便彷彿開啟了一道道任意門，跨越了空間的界線。

離開教室與課本，走進科學、動手實作。

運用闖關，培養學生主動學習和探究的能力，

讓師生學習更活潑、更互動。

教育部高中化學學科中心自 99 年底起為 2011 國際化學年造勢，開始籌畫「化學宅急便」活動，至今已超過五個年頭，參與辦理種子教師學校多達 16 所，5 年多累積超過 3 萬多名學生參與闖關，並蒐整 100 多個實驗關卡。每位種子教師積極發展校內科普活動，並透過學科中心宣傳，邀集學區內高中職校、及國中師生一起動手玩實驗，廣獲各界的好評。

「化學即生活；生活即化學」，所有的化學學習都與生活離不開關係！最好的教育就是從生活中學習、從體驗中學習。「玩闖關 學化學」就是基於這樣的的理念所發展出來的活動，例如，DIY 可口美味的冰淇淋來了解「凝固點下降」的概念；或是用學生喜歡的乙炔槍發射養樂多瓶活動，挑戰如何讓養樂多瓶射得越高越遠，讓學生能在生活中印證化學原理和概念。

推廣「化學宅急便」活動辦活動雖辛苦，但看到滿滿的鼓勵和回饋，所有的辛勞也一掃而盡，「動手做」的這條路或許才是學習的不歸路！圖 1 為全國辦理化學宅急便學校各地分佈圖，全臺灣幾乎每個縣市有舉辦「化學宅急便」；圖 2 為各校辦理之時間及模式。

圖 1：各縣市辦理化學宅急便的學校

<b>科園實中</b> 主題：來實驗玩實驗 資歷：2011 年至今 日期：6 月上旬 關卡難度： <b>★★★</b> 關關者：校內、新竹縣學校 關主：全校高二年級生 關數：20 關	<b>武陵高中</b> 主題：綠能闖關活動 資歷：2014 年 日期：4/1 校慶週 關卡難度： <b>★★★★</b> 關關者：校內、桃園市學校 關主：影片競賽徵選隊伍 關數：八大綠能主題	<b>林口高中</b> 主題：來林高 FUN 科學 資歷：2011 年至今 日期：約 5 月下旬 關卡難度： <b>★★</b> 關關者：校內、社區國中生 關主：高一、二生 50 多位 關數：16 關	<b>北一女中</b> 主題：校慶化學宅急便嘉年華 資歷：2010 年至今 日期：12/12 校慶週 關卡難度： <b>★★★</b> 關關者：開放一般民眾
<b>慧燈中學</b> 主題：化學&科學宅急便 資歷：2011、2014 年 日期：5 月下旬校慶週 關卡難度： <b>★</b> 關關者：校內、宜蘭縣學校 關主：高一、二生共 80 名 關數：10~12 關	<b>台東高中</b> 主題：思源&科學宅急便 資歷：2010 年至今、2011 年起聯合東女辦理宅急便 關卡難度： <b>★★</b> 關關者：開放一般民眾 關主：東中、東女高二生 關數：10 關	<b>台東女中</b> 主題：科學宅急便 資歷：2011 年至今 日期：約 9 月中下旬 關卡難度： <b>★★</b> 關關者：開放一般民眾 關主：東中、東女高二生 關數：10 關	<b>大同高中</b> 主題：科學體驗營 資歷：2013 年至今 日期：12 月下旬 關卡難度： <b>★</b> 關關者：校內、社區國中生
<b>高雄中學</b> 主題：化學宅急便、新生體驗營 資歷：2011 年至今，2014 年首度聯合雄女、新興辦理 關卡難度： <b>★</b> 關關者：開放一般民眾 關主：科研社、高一、二生 關數：10~20 關	<b>高雄女中</b> 主題：化學宅急便 資歷：2014 年 日期：11 月上旬校慶週 關卡難度： <b>★</b> 關關者：開放一般民眾 關主：雄中、雄女、新興生共 10 關，每關 7-12 位志工	<b>新興高中</b> 主題：化學宅急便 資歷：2014 年 日期：11 月上旬校慶週 關卡難度： <b>★</b> 關關者：開放一般民眾 關主：雄中、雄女、新興生共 10 關，每關 7-12 位志工	<b>善化高中</b> 主題：思源&科學宅急便 資歷：2010 年至今 日期：11 月上旬校慶週 關卡難度： <b>★★</b> 關關者：開放一般民眾
<b>竹山高中</b> 主題：竹中科院急便 資歷：2011 年至今 日期：4-6 月 關卡難度： <b>★★</b> 關關者：校內、竹山國中小 關主：高三自然組考上推甄學生宅配科學到竹山國中小各校	<b>彰化高中</b> 主題：暑假科研營 資歷：2011 年 日期：暑假期間 關卡難度： <b>★★</b> 關關者：以報名學員為主 關主：高一、二，每關 7 位 關數：9 關	<b>新民高中</b> 主題：新民化學宅急便 資歷：2013 年 日期：校慶週 關卡難度： <b>★</b> 關關者：校內、台中市學校 關主：高一、二生 關數：10 關	<b>大甲高中</b> 主題：甲中化學宅急便 資歷：2011 年至今 日期：4 月下旬校慶週 關卡難度： <b>★★★</b> 關關者：校內、台中市學校 關主：自科社員等 關數：10~12 關

圖 2：各校辦理化學宅急便模式

## ■ 活動特色與發展

### ● 創意教具設計融入闖關活動規劃

化學學科中心種子教師致力於實驗教具的研發，並配合學科中心辦理研習課程推廣，而且將之融入特色課程中，亦可設計改良為闖關活動，透過「化學宅急便」，讓學生體驗做中學、教中學同儕的學習新模式。幾年下來，化學學科中心與各地的種子教師的努力下，已累積了為數不少的趣味化學關卡，未來計畫出版專書，加以介紹推廣，讓此活動能普及至全國各地。圖 3 為種子團隊歷年研發創意教具。



由左而右：化學魔術包、氣體收集裝置、串珠分子模型百寶箱



由左而右：化學電解筆、3D 分子撲克牌、酒精槍&amp;電石炮



由左而右：化學百寶箱、魔法化學百寶箱、儀器尺

圖 3：種子團隊歷年研發創意教具

### ● 訓練學生當老師

將原本實驗室內進行的化學實驗設計成可玩的關卡，培訓學生擔任關主，教導其他學生來闖關；熱情投入的教師，驅動魔法，讓原本興趣缺缺的孩子都變成化學狂熱份子！這其中的訣竅就是「引發他們的挑戰慾」。首先就要循循善誘，從不怕、喜歡到熟練，引導學生開啟學習化學的動機引擎。提昇孩子的化學力，一切水到渠成。

各校因地域及屬性不同，各自發展專屬的宅急便活動特色。圖 4 為全國各高中學校辦理「化學宅急便」的教師與特色。

科園實中 施建輝、謝道任 十二年一貫 從小玩科學	北一女中 周芳妃、詹莉芬 張永信 在北一 獨一無二 研究力 跳躍成長	林口高中 林明祥 帶領學生體驗 邁向多元學習	慧燈高中 呂子琦 三年玩一回 科學新視野	武陵高中 張明娟 專題學習學界合作 綠思維打造綠人才
<b>大甲高中</b> 廖旭茂、陳孟男 邱姿蓉、黃蕙君 跨界合作創意新 化學魔法分享行		<b>台東女中</b> 東女自然科團隊 科學生活化 用笑聲玩科學	<b>台東高中</b> 謝耀隆 接觸化學另一扇窗 幫助學生找到興趣	
<b>竹山高中</b> 馮松林 落實偏鄉科普 國中小大進擊			<b>大同高中</b> 張志聰 扮演「催化劑」 快樂學習科學	
<b>新民高中</b> 王琦 動手FUN化學 啟動學習熱情				
<b>彰化高中</b> 劉曉倩 暑期化學營 打造化學力	<b>善化高中</b> 葉志麟 一校一特色 提升競爭力	<b>高雄中學</b> 龔自敬、林宗益 顏瑞宏、李依蓁 林威志、張雅雯 用化學魔力 玩進實驗室	<b>新興高中</b> 林俊呈 做中學到玩中學 化學變得更有趣	<b>高雄女中</b> 呂雲瑞 開發學生潛能 栽培未來一軍

圖 4：各校化學宅急便承辦教師與特色

## ■ 化學實驗闖關介紹

### ● 10 大熱門關卡初體驗

化學學科中心將歷年研發之趣味化學實驗影片與辦理闖關比賽題目集結成冊，預定出版「化學 100」一書，進行教學資源及成果的分享。並從當中挑選 NO.1 好玩、易操作的關卡，辦理闖關活動；除了邀請各校不曾辦理過「化學宅急便」活動的師生實際參與，體驗闖關活動外，化學學科中心將提供各地區教師相關活動辦理的諮詢服務。表一為化學學科中心辦理「化學宅急便」10 大熱門關卡的介紹。

表 1：「化學宅急便」熱門關卡介紹

關卡	適用單元	內容
歡樂魔術泡泡	生活化學	了解界面活性劑起泡的原理與特性，並學習如何製造大型泡泡。
讓子彈飛	反應熱	了解酒精蒸氣與原理，成功讓酒精槍管的子彈發射擊中打靶用的九宮格，即可過關。

零快活冰店	反應熱	自製冷劑，並利用現場提供之材料，自製可口的手工冰品。
火線任務	氧化還原	利用硝酸鉀易氧化特性製造延燒效果，自行畫出路線且火線延燒順利抵達終點。
我最精密	溶液	精密調配密度不同的溶液並加入染料（色素），造成各種色彩分層。
彈力 QQ 球	高分子聚合物	了解高分子聚合物特性，自製彈力 QQ 球。
化學噴畫	沉澱與錯合	利用不同離子結合，產生不同顏色的產物，當一日化學小畫家。
化學猜猜樂	生活化學	化學知識大考驗，透過四種和生活息息相關的提示，來進行猜謎，等你來挑戰。
柔中帶剛	天然聚合物	了解非牛頓流體原理，挑戰姜太公釣魚遊戲，迅速抬起至指定位置或距離，途中不能掉落即可過關。
誰最會生氣	酸鹼中和	利用酸鹼指示劑的變色，推測從口中呼出來的氣體是酸性，含有二氧化碳。

### ● 2014 雄中&雄女&新興 化學宅急便 動手 Fun 化學

高雄中學為高中化學學科中心的承辦學校，每年固定於校內辦理化學宅急便活動，2014 年首度聯合高雄中學、高雄女中、新興高中三所學校師生合作設計 10 個化學闖關遊戲，並結合三校校慶活動舉辦「化學宅急便 動手 Fun 科學」，透過科學闖關活動體驗親手操作完成實驗關卡，培養學生問題解決能力與學習熱情，讓學生樂在學習並領略實際動手操作實驗之樂趣。

各關卡中今年由最具震撼效果的「讓子彈飛（酒精槍）」受到眾人青睞，榮登排行榜第一名！詢問度最高的關卡則是「3D 分子博覽會&組裝巴克球」，參與闖關教師紛紛希望此一教具能帶進教室教學使用！。圖 5 為闖關活動剪影。



圖 5：高雄中學校長主持開幕、學生關主開心合照與活動剪影

## ■ 結果及效益

活動結束後，收集關主志工心得回饋單，有的學生頻頻詢問下次舉辦時間，並希望能經常辦理「化學宅急便」，此活動最大收穫就是不同學校之間的交流，高雄中學關主志工能與高雄女中、新興高中學生密切互動，並熱心提出每個關卡的意見，這樣的回饋印證活動帶來的正面效應。誠如美國教育家杜威 ( John Dewey ) 說：從做中學 ( learning by doing ) 的體驗式學習模式，「玩闖關 學化學」也是在這樣的理念下，讓所有學生快樂且有興趣的學習化學！

根據筆者之觀察，高中化學學科中心所辦理的「玩闖關 學化學」具有以下幾項特色與效益：

- **化學科教師大團結**：南北串聯、學長姐帶學弟妹，心得共享，無私回饋，所有參與之種子教師皆溫暖在心、收獲滿滿！
- **學生擔任關主，學習成效倍數增長**：關主對關卡從設計到執行須有全盤之理解，正所謂「教學相長」，在關主身上可最明顯看出！
- **參與學生眾多，影響層面廣**：配合校慶活動除了可吸引本地高中師生，甚至國中生和國小生也被有趣之闖關活動設計吸引，影響層面不言可喻！
- **關卡設計多采多姿，能靜亦能動**：從安靜的「組裝模型」到震撼力十足的「酒精槍」(乙炔槍)，可謂千變萬化，令人期待！
- **與化學課程內容結合**：化學學科中心種子教師使出渾身解數，將困難之課程內容設計成輕鬆遊戲，且寓教於樂，令人讚賞！

- 跨校合作，益增聯誼成效：高雄中學師生與高雄女中師生融入闔關團隊，不同文化、不同背景，彼此交換心得，打成一片！

「十年樹木，百年樹人」，「玩闔關 學化學」之活動成效，短時間或許無法立竿見影；但願在大家一起努力的耕耘下，「玩闔關 學化學」所埋下的這一顆「化學小種子」，歷經數十寒載後，能啟發萌芽，枝繁葉茂！這一切都是值得的。

## ■ 致謝

感謝化學學科中心種子教師工作團隊以及承辦學校行政處室全力支持與配合。

## 思源科學創意大賽 Plus :

### 北一女中特色課程：化學探究及創意設計之一

周芳妃<sup>1,2</sup>、詹莉芬<sup>1,2,\*</sup>、張永信<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>臺北市立第一女子高級中學

<sup>2</sup>教育部高中化學學科中心

[\\*leefeng1126@gmail.com](mailto:leefeng1126@gmail.com)

#### ■ 前言

有意義、有挑戰的科學活動，如何讓學生更有信心參加？由財團法人思源科技教育基金會自 2002 年起，每年舉辦的「科學統合競賽」，至 2007 年更名為「思源科學創意大賽」，到 2014 年則由財團法人交大思源基金會接手舉辦「思源科技創意大賽 plus」，每年提供科學活動的舞台給全國的高中生，學生從建構人文故事、應用化學、物理等科學原理，經統整後設計關卡，到能夠以實作、同儕合作方式呈現，是一個具教育性、挑戰性的競賽，活動詳細資料可參考：財團法人交大思源基金會，<http://www.spring.org.tw/>。

北一女中一直以來都非常落實「選修課程」，這五年在高一化學選修課程中開設過「化腐朽學神奇」、「造化弄人」及「出神入化」等課程。因應十二年國教的教育制度改革，本學期的高一「出神入化—化學探究及創意設計」特色課程繼續延伸之前的選修課程精神，以增進學生對科學的熱忱與探究能力、落實學生動手實作學習，培養學生能成為有科學指導能力關主等目標出發。「出神入化」課程主要有：認識科學活動與準備方向、Color Chem、奈米新鮮識探究課程、生活中或考題中的化學、奈米科技與分子自組裝、化學實驗能力競賽培訓、創意化學實驗關卡設計等系列課程，本校化學課程還結合國家科技部專案的研發教案設計，或本校獲獎教案，具有連貫性、循序漸進，從認識科學到興趣啟發，從探究動手實作到以「創意化學實驗關卡設計」為綜合應用展現，課程內容簡介可參考：北一女中高一特色課程，[「出神入化—化學探究及創意設計 / 科學探究班群 課程簡介」](#)，見圖 1。



圖 1 北一女中高一特色課程簡介

影片來源：103 出神入化，[https://www.youtube.com/watch?v=nMFpU3PLn\\_I&t=24](https://www.youtube.com/watch?v=nMFpU3PLn_I&t=24)。

## ■ 創意化學實驗關卡設計

經過五年來課程的實施與修正，使北一女中高一「出神入化」的特色選修課程更臻成熟，以 103 學年度的高一「出神入化」特色選修之「創意化學實驗關卡設計」課程為例，介紹本校課程實施的方式與經驗分享。

- 課程名稱：「創意化學實驗關卡設計」。
- 課程精神：跨科學習、統整科學能力、解決問題策略。
- 課程時間：安排在下學期，學生經過上學期各種科學能力的養成訓練後，才進入本課程，時間安排為七週，每週 2 小時，但配合學校各種活動，並非連續七週。

## ■ 核心目標、教學方法與活動流程

### 一、介紹微型實驗 / 第一週 / 04/30

#### A. 核心目標

- 學生能認識綠色化學實驗的減毒、減廢、減量原則。
- 學生將先備知識應用，並能小組分享閱讀資料。
- 學生能認識國內專業期刊。

#### B. 教學活動流程

1. 教師介紹國內有關【微型實驗】的設計概念與原理，並寄發「微型實驗」參考文獻電子檔資料（組長為收件人）。

2. 學生能認識國內專業期刊資料並學習搜尋方式。
3. 教師授課解釋綠色化學的十二項原則，並能將綠色化學實驗的減毒、減廢、減量原則融入創意化學關卡設計。
4. 學生將先備知識應用，並進行分組閱讀：[微型實驗] 期刊資料。
5. 學生分組討論關卡設計，教師指導學生所設計之關卡可行性。
6. 教師提醒：交通大學辦理全新的「思源科學創意大賽 plus」將於 5 月 19 日報名截止，2014 年的主題是「Surprise」，<http://exam.nctu.edu.tw/spring/>。

#### C. 學習單摘要 ( A4 一張 )

「出神入化」之「創意化學實驗關卡設計」課程學習單

組別：

組員班級、座號及姓名：

關卡設計：

化學反應式：

小組心得：

為自己的「播映會」期勉：

## 二、創意化學實驗關卡設計 / 第二週 / 05/07

### A. 核心目標

- 學生能發揮創意，並善用綠色化學實驗的減毒、減廢、減量原則，來設計化學關卡實驗。
- 學生能認識校內實驗室學習資源。
- 學生能了解並評估自己設計實驗的原理和可行性。
- 學生能觀摩全國得獎作品，消化再轉換為自己的創意，從而學習到更多知識。

### B. 教學活動流程

1. 教師引導學生觀摩全國賽得獎作品影片，消化再轉換為自己的創意，進而學習到更多知識與解決問題的辦法。
2. 學生能認識校內實驗室的學習資源，使用校內電腦進行校內藥品器材搜尋，並練習填寫本校實驗室管理辦法之 [ 領取藥品器材 ] 申請書；教師檢查各組撰寫的 [ 領取藥品器材 ] 申請書是否合宜，並刪除危險藥品。

3. 學生能知道學校實驗室可提供的器材種類，並規劃自備的其他補充元件。
4. 學生能發揮創意，並善用綠色化學實驗的減毒、減廢、減量原則，分組設計化學關卡實驗，並能評估自己設計實驗的原理和可行性；教師以教師走動式管理，檢視各組實驗設計狀況。
5. 教師安排小組上台分享關卡設計，學生繳交關卡設計雛型報告。
6. 教師討論下次校外教學預備工作，預告並安排下次上課的校外教學指引，發放參訪路線圖（台北市天水街、太原路、長安西路）。

### C. 學生關卡設計「雛型報告」舉隅

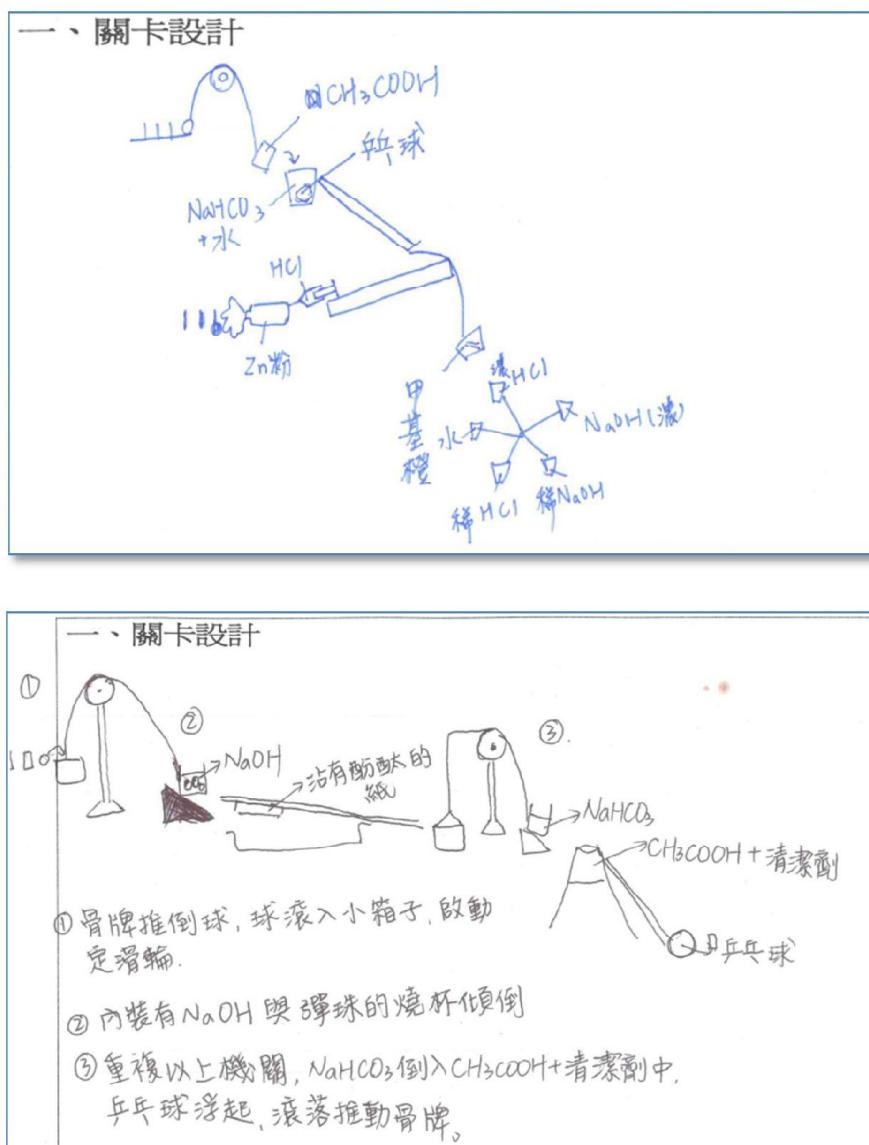
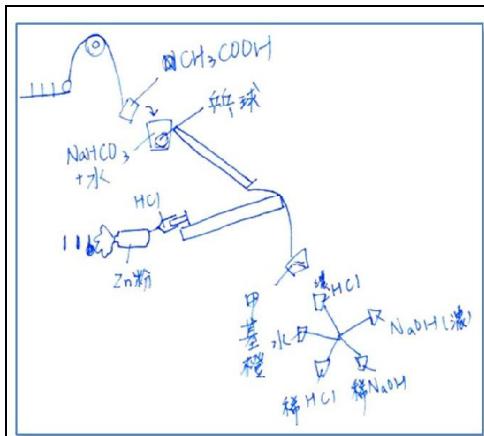


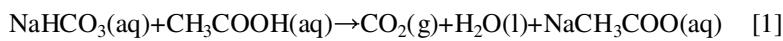
圖 2：學生設計之關卡內容

說明：圖 2 是「創意化學實驗關卡設計」課程中兩件學生的作品，因為是第一次設計關卡，學生們努力將國中階段學過的化學知識放進關卡中，盡情發揮想像力。以下是針對兩件作品

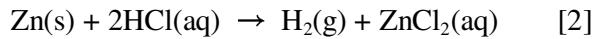
設計內容有關化學部分的介紹。



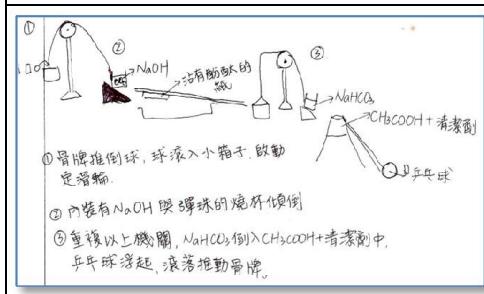
1. 燒杯內的醋酸溶液流入裝有碳酸氫鈉的水溶液，發生反應，生成大量二氧化碳氣泡。化學反應式如下：



2. 注射筒注入鹽酸，鋅粉與鹽酸反應，生成大量氫氣。化學反應式如下：



3. 甲基橙是一種酸鹼指示劑，倒下後溶液依次流入下方五個燒杯中，呈現不同的顏色。甲基橙變色範圍為 pH:3.1~4.4，pH<3.1 時變紅，pH>4.4 時變黃，pH 在 3.1~4.4 時呈橙色。



1. 酚酞是一種酸鹼指示劑，其變色範圍為 pH:8.2~10.0，pH<8.2 時無色，pH>10.0 時變桃紅色，pH 在 8.2~10.0 時呈淡粉紅色。

2. 燒杯內的碳酸氫鈉溶液流入裝有醋酸的水溶液，發生反應，生成大量二氧化碳氣泡。化學反應式同[1]

### 三、校外教學—到鄰近購物資源 / 第三週 / 05/14

#### A. 核心目標

- 學生能將知識與生活經驗結合。
- 學生將認識校外實驗藥品器材的學習資源。
- 學生能規劃預算與執行經費，找尋適合的物件來評估自己設計實驗的可行性。
- 學生能解決問題，將創意落實為可具體操作的實驗關卡。

#### B. 教學活動流程

- 教師邀請化學科多位教師共同帶隊，共同任教，安排優秀高三學生（已經申請並錄取大學科系）擔任隊輔，請學校行政安排交通車。
- 教師事先拜訪店家，說明校外教學模式與目的，並感謝店家給予的協助，於教學活動進行時，教師時時巡邏，並協助學生與商店店家的互動，不打擾到商店做生意。
- 學生能將教室內知識與生活經驗結合，藉由實際拜訪商家的學習資源，認識並蒐尋更多藥品及器材，學生能規劃、預算與執行經費，找尋適合的物件來評估自己設計實驗的可行性，化為可具體操作的化學實驗關卡。
- 教師使用書面報告及影音器材記錄學生的學習狀況，包括事前參訪計畫書、1分鐘校門口出發願景、拜訪商家過程及課程結束前1分鐘心得報告。

**C. 參訪計畫與心得說明書摘要 ( A4 一張 )**

「出神入化」校外教學—「北一女中鄰近的購物資源」學習單  
組別：

組員班級、座號及姓名：

問候語：

預期尋找的器材或用品：

所看到有興趣的器材用品 ( 至少 3 項，建議說出店家名稱 )：

今天校外教學的心得：

祝福自己的實驗設計：

推薦店家與推薦原因：

**D. 教師規劃之參觀地圖指南：店家位置與商品種類****1. 點名與攝影時間地點**

- 出發攝影：15:20 ~ 15:30，北一女中校門口集合。
- 第一階段參訪攝影：隨機採訪。攝影老師尋訪下列五個地點：台北市長安西路 276 號、台北市天水路 39~43 號、台北市太原路 100 號、台北市鄭州路 31~33 號、太原路與長安西路交叉路口，如圖 3。
- 第二階段心得攝影：台北地下街 Y13 出口一樓 ( 電扶梯 )，16:50 ~ 17:10，就地解散。

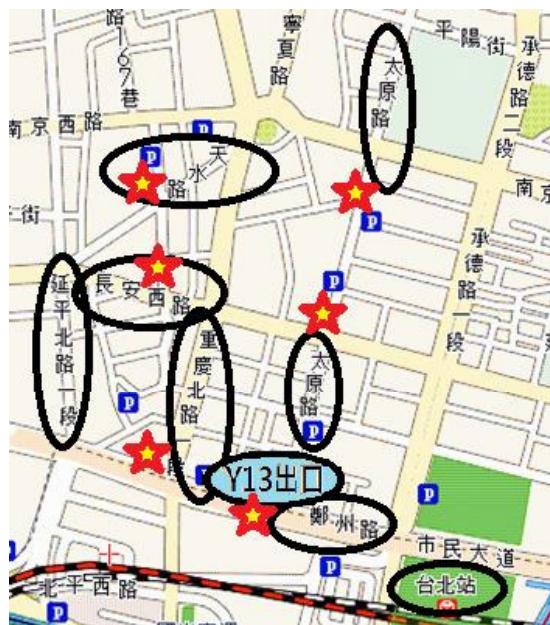


圖 3：尋找指定地點

## 2. 商家與商品種類

- 商品和商家位置：電子類 (1)、炊具 (2)、化學 (3-6)、膠業 (7-8)、油漆五金 (9-13)、瓶瓶罐罐容器 (14-17)、彈簧 (18)，如圖所示。

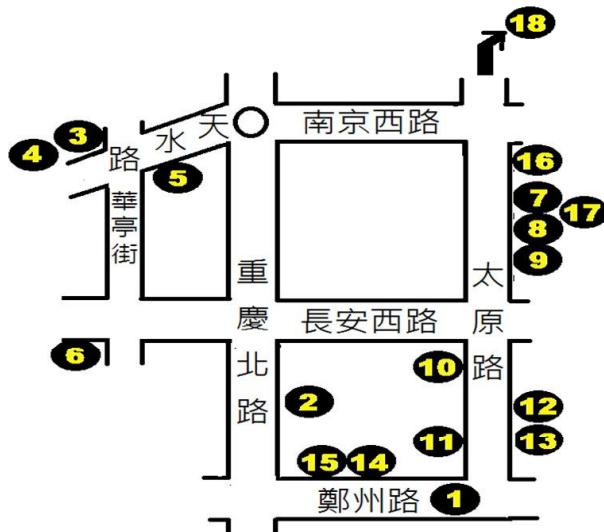


圖 4：尋找器材與藥品供應商店

## E. 學生參訪商家的過程，老闆熱情講解全紀錄，如圖 5



圖 5：在商店尋寶

#### 四、創意化學實驗關卡實作準備 / 第四週和第五週 / 05/28 和 06/04

##### A. 核心目標

- 學生能領取及管理藥品器材箱。
- 學生能調製自己實驗所需要的藥品配方。
- 學生能設計出關卡及連動裝置。

##### B. 教學活動流程

1. 教師進行實驗室安全管理，將實驗室內與實驗室走廊做空間規劃，讓各組學生能就定位，讓各組學生實作演練關卡實驗。
2. 教師須協助學生調製自己實驗所需要的藥品配方。
3. 教師引導學生進行化學劑量評估，以維持實驗安全，並不斷評估學生是否落實綠色化學原則。
4. 教師建議學生實驗設計失敗時的修正方式。

##### C. 學生進行「創意化學實驗關卡實作」準備，如圖 6





圖 6：關卡設計試做

## 五、創意化學實驗關卡執行與演示 / 第六週 / 06/11

### A. 核心目標

- 各組學生能在指定時間內完成自己的創意實驗關卡布置。
- 學生啟動並成功演示自己的關卡。
- 學生能在實驗結束後完成整理工作。

### B. 教學活動流程

1. 教師先將實驗室內與實驗室走廊做空間規劃，並規劃表演順序、關卡比賽規則，讓各組學生能就定位其演示舞台位置。
2. 教師須進行實驗室安全管理，讓各組學生實作演練關卡實驗。
3. 提醒學生在指定時間內進行實作準備，可以啟動並完成自己所設計的創意實驗關卡。
4. 教師以攝影方式記錄學生演示的創意化學關卡結果。
5. 教師指導學生整理、清洗及歸還器材，物歸原狀，維持實驗室整潔有序。
6. 教師指導學生處理化學藥品，包括藥品回收或廢液處理。

### C. 學生進行「創意化學實驗關卡」執行與演示，如圖 7



圖 7：關卡展示與驗收

## 六、意化學實驗關卡影片播映會 / 第七週 / 06/18

### D. 核心目標

- 學生經驗分享與同儕學習，智慧流通，創意火花交流。
- 學生學習依據科學原理進行評分的準則。

### E. 教學活動流程

1. 教師整理數週來學生活動的攝影紀錄，與相關書面報告書。
2. 教師指導學生如何進行關卡評分。
3. 教師播放影片，學生欣賞同學成果，也對各組創意關卡設計進行評分。
4. 教師引導並鼓勵學生觀賞影片結束後的心得分享，並一起探討創意實驗設計成敗關鍵因素。

## ■ 跨出校園與參加大賽

學生經過高一特色課程「出神入化」之「創意化學實驗關卡設計」的洗禮後，本校教師鼓勵學生組隊繼續挑戰，報名「財團法人交大思源基金會」辦理的「2014 思源科學創意大賽 plus」，競賽的報名時間是每年的五月底，與北一女中「出神入化」之「創意化學實驗關卡設計」的課程時間相仿，但須從「一個化學關」，設計成「兩個化學關」及「兩個物理關」，難度增加很多。幾年的教學課程累積，有的學生會在高一時組隊參加，有的學生會在高二時組隊參加，而隊員也不盡是上過此課程的學生，最後往往是跨班或是跨年級的組合。高一學生具有「時間較多」的優勢，高二學生則具有「科學先備知識較強」的優勢，各有其發揮特色的地方。

### (一) 報名初賽

由於報名的學生組員有幾位是上過高一特色課程「出神入化」之「創意化學實驗關卡設計」，因此非常熟悉比賽的報名方式與競賽規則，教師則站在提醒與鼓勵的角色從旁協助，包括：

- 故事的設計與鋪承是否得宜。
- 關卡設計的科學正確性與可行性。
- 關卡設計的科學關數目與創意關數目的搭配。
- 資料的收集與他人經驗的創新。
- 使用器材與藥品是否合綠色化學與環保精神。
- 耗材費規劃。

### (二) 準備與參賽

這是學生參加「2014 思源科學創意大賽 plus」的整個過程中收穫最多的階段，由於準備比賽的時間一定是落在暑假，在寸土寸金的北一女中，教師協助學生申請一間實驗室供學生準備，除了將「出神入化」之「創意化學實驗關卡設計」教學課程中的策略與方法「再精進」、「再精緻」外，有幾個精神是我們教師希望學生努力發揮的：

- 鼓勵學生使用化學實驗室的「廢液」，到垃圾場找「器材」，用最少的耗材費完成最棒的創意實驗設計。
- 由於有些學生都是升高三學生，暑假輔導課到下午四點或五點，指導教學生要能「規畫進度」、「開檢討會」、「分工與合作」。期盼用最有效率的爆發力完成最佳化創意實驗設計。
- 告訴學生「指導老師不是萬能」，有任何問題，多元思考、多方探究，鼓勵學生主動找各種科任老師、網路等尋求解決問題的方法。
- 教師規畫「模擬賽」，包括四個獨立關的實作展演及邀請其他非指導老師來做模擬評審，讓學生磨練應變能力及臨場感的抗壓性。

學生們泡一個暑假的實驗室，有形的與無形的，都是他們的心血，如圖 8 所示。自我檢討與叮嚀、「模擬賽」，如圖 9 所示。無論是過程或是結果，大家都是收穫滿行囊，如圖 10 所示。



圖 8：學生們的心血展示



圖 9：學生自我檢討與叮嚀、「模擬賽」



圖 10：學生收穫滿行囊

## ■ 學生心得與教師經驗分享

北一女中在「思源科學創意大賽 plus」全國賽裡，仍有許多努力與學習的空間，僅以幾位學生的心得與大家分享，在這裡可以看到學生的成長與收穫。

孟芸：

思源看似漫長卻是一下就過去了，心中實在五味雜陳。

我的這些組員其實原本都不太認識，到現在能那麼熟也是因為思源的關係。我們都很喜歡動手做的感覺，雖然我們只是把垃圾變成有點意義的垃圾，想著如何美化垃圾，用最經濟的方式完成我們的理想。我們一切能完成不僅僅靠我們六人，還有設備組，路上的木工，計程車司機，總務處等等，當然最重要的還是老師啦！不管是食物還是物資還是我們精神上最大的支持！

右青：

從紫荊季後組隊，到暑假結束前最後兩個禮拜，是一段美好難忘的回憶。一開始設計關卡，不大熟悉的六個人為此討論，晚上衝進科任辦公室問問題，才好不容易完成。暑假密集實作，從此愛上六個人共同努力的感覺。我們好幸運，進決賽，有機會再磨練幾個禮拜。與其說撐到最後是為了達到最初目標，不如說是期待大家集思廣益的專注氣氛。那些日子，得到好多經驗和情誼。想起來就好像昨天才發生過的事。我好高興，能用這些時間來好好認識你們。

姜寧：

參加思源競賽源自於一個誤打誤撞的開始。當初只是抱持著能在高中畢業前參加一項科學競賽的心態，臨時湊齊了隊員，接著一面上網搜尋影片一面搜刮自己所學的微薄知識，硬是擠出了整整四關的關卡說明，然後就是令人驚豔的初賽結果。從八十取十五的隊伍中脫穎而出，開啟這趟意外卻豐富的旅程。

曾經為了找材料翻遍垃圾場、針對出狀況的機關想出各種解決方案、又為了關卡的順暢驚呼。參加思源的過程裡，我學到如何運用創意、解決難題、將理想化為現實、以及和隊友們合作，這些遠遠超過在教室裡把近視弄深和把屁股坐大所學到的課本知識。或許我犧牲了不少念書的時間，但我絕不後悔用這些時間換來這些珍貴難得的經驗。

千茵：

經過兩個月的朝夕相處變成什麼都可以講的好朋友，覺得他們真的是一群很白痴很搞笑但是超給力的隊友，思源不但讓我學到更多知識，更重要的是發掘了我們解決問題的能力，

在過程中遇到很多困難不過在彼此互相幫忙互相激盪之下都能找到不錯的解決辦法，覺得我們還蠻厲害的哈哈！

郁芳：

這個比賽大概是我目前曾參加過的比賽中最快樂的，根據我以往的經驗，成績的好壞和手做的能力是成反比的，也就是說我一開始對在大家其實沒什麼信心，但是後來發現也還好，只是會太理想化而無法實際達成，但經過不斷修正後仍能順利達成，過程中爭吵總是難免，但我學到的是當大家吵成一團時先保持沉默，等大家沒力後再把點子講出，這時大家會有柳暗花明又一春的感覺，而再努力說服一下就會得到不錯的效果。但我想這比賽給我最大的收穫應該是友誼，從互不認識變成超好的朋友，在人群中吵最愛笑的大概就是我們黑化肥……。

當然我想感謝老師妳不辭辛勞的付出，總是在我們腦汁乾掉時提出好的看法，精神耗弱時請我們吃香噴噴的東西，還要謝謝之後（艷色）阿佶的幫忙，還有暑假還要上班的警衛叔叔和實驗室阿姨，當然還有很多多，我也要謝謝很多力大無比的隊友相挺，粗重的工作都勞煩他們了，辛苦的電腦繪圖，買各式材料膠帶，令人想破頭的失敗關卡，當然還有出一張嘴和智商最高的dodo，辛苦了，大家。

至於陪伴孩子學習的老師們，發生過什麼事？筆者曾經在 Facebook 有一段輕鬆的貼文：

Q：綠園哪個處室知道學生最近在準備「思源科學創意大賽」？

- A：教官室，因為教官室簽了高三小綠兩張公假單，高二旗隊 1/3 的隊員則請假來實驗室打拼。
- B：健康中心，因為高二小綠打拼這段時間，多次進出健康中心，包括小割傷、小燙傷、走路扭傷，護士阿姨詢問：「思源是什麼可怕的比賽？」
- C：總務處，因為小綠多次去總務處周轉各種切割工具，翻遍學校工具室的可用回收材料，連橡皮水管都是主任親自「剪」給我們的！D：傳達室，這星期傳達室叔叔每天晚上八點來實驗室趕人，厲害的傳達室叔叔都叫得出小綠的名字，更厲害的小綠使出撒嬌功力拖時間。
- E：感謝一路幫忙的人，尤其實驗室阿姨，幾乎都是天天待命，還要忍受實驗室的凌亂，高三小綠今天終於照了第一張團體照！

也有很多窩心的畫面。某一關卡學生要在木板上挖一個洞，可是手拙怎麼都挖不好，一日晚上學生的媽帶著孩子找到一家商店，正在進行木工裝潢，當場向木工師傅請益，終於完成一個漂亮的洞。還有一次是我幫學生買午餐，坐計程車回學校的途中，司機聽到我是幫學生買中餐（他原本以為我是送便當的家長），直接少算我車資，說他要贊助小綠綠比賽。最驚

訝的是，竹北高中全國賽時我們臨時要買乾冰，我上網在竹北市找到賣乾冰的店家，可是聯絡結果是他們沒時間送貨，我說明原委後，約在中午時幫我們送來要命的乾冰，我當場感動不已，來了一量很大噸位的冷凍櫃貨車，三個送貨員，親手交給我 32 元的乾冰，還帶上老板的話：「不能誤了學生的比賽。」

筆者除了享受教學的快樂，也感受到社會的溫暖，這些生活小事，卻都點滴在心頭！

## ■ 科學活動推廣

北一女中每年校慶系列活動中，化學科教師團隊會安排系列的科學活動，可參考下面文章：臺灣化學教育，第四期（104 年 1 月）的專題文章之一，高中化學宅急便：[北一女中校慶化學宅急便嘉年華（上）](#)、[北一女中校慶化學宅急便嘉年華（中）](#)以及[北一女中校慶化學宅急便嘉年華（下）](#)。

本校教師和參賽學生討論，經過幾個月精心設計的各種創意化學關、創意物理關，就這樣隨「思源科學創意大賽 plus」的結束而消失實在太可惜了，在財團法人交大思源基金會的贊助下，本校今年兩隊進入複賽及決賽的學生，將參加競賽的關卡設計融入「校慶化學宅急便」的關卡，以「思源闖關王」為主軸，設計了看似容易但頗具挑戰性的「骨牌推推推」，結合生活與化學的「酒精凍與焰色反應」，化學連鎖氣體反應的「化學多米諾關」，結合物理與生活科技且具速度感的「磁力炮與磁浮列車」等，或者是顏色繽紛的「化學螢光反應關」、「泡泡龍關」、「甲基橙關」等。讓沒有參加比賽的闖關者同學，也可以體會「科學的理論與生活科技應用」的奧妙，也讓參與的學生更體會與認識「思源科學創意大賽 plus」的實作與挑戰的精神。以下是「我是闖關王」活動紀錄，如圖 11 所示。





圖 11：「我是闖關王」活動紀錄

## ■ 結語

在學生學習力的金字塔中我們知道，要培養學生解決問題的能力、探究科學的能力、整合科技的能力，最根本的教學策略就是要跳脫紙上談兵的傳統方法，借由本校高一「出神入化」特色選修之「創意化學實驗關卡設計」課程實施，看到不單是修課學生科學能力、多元能力、信心增加，也看到學生彼此對於同儕的影響及對科學活動推廣的熱情，更鼓勵我們老師更要精進在科學上及教學上的專業。

## ■ 感謝

感謝北一女中所有行政團隊(楊世瑞校長、張碧娟校長)；協助校外教學帶隊的北一女中化學科教師(含代課教師)：吳淑芳、江慧玉、陳祖望、林睿宸、蕭婉莉；3. 北一女中化學實習老師(2010-2014)：白蕙棻、李雁婷、姚永宏、鐘勇庭、李玉婷、林紜玄、曾子綾、林煒智、周界志；教育部高中化學學科中心；思源科技教育基金會；財團法人交大思源基金會；以及財團法人竹銘教學基金會的支持與協助。還有，感謝新竹實驗中學退休化學教師施建輝老師，多次蒞臨本校提供參加「思源科學創意大賽」的實務經驗分享。