

化學宅急便：

北一女中校慶化學宅急便嘉年華（中）

周芳妃^{1,2}、張永佶^{1,2}、詹莉芬^{1,2,*}、許名智¹、陳祖望¹、吳淑芳¹、江慧玉¹

¹臺北市立第一女子高級中學

²教育部高中化學學科中心

*leefeng1126@gmail.com

〔承 [《北一女中校慶化學宅急便嘉年華（上）》](#)〕

■ 【思源闖關王】

「思源科學創意大賽 plus」是由財團法人交大思源基金會舉辦的科學活動，學生須能整合物理、化學、機械及動手實作等能力，設計以「骨牌」為連動機關，發揮設計創意及合作才能完成的競賽。適逢本校今年有兩隊學生進入複賽及決賽，也感謝財團法人交大思源基金會的鼓勵，因此我們將學生的參加競賽的設計融入「化學宅急便」的關卡，其中包括有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，都可以讓參與的學生體會科學原理與生活科技應用的奧妙。闖關者需在關主的指示或指導下完成實作才可過關，這可以讓參與的學生更體會「科學的理論與應用」與認識「思源科學創意大賽 plus」的實驗精神。

圖 6 為活動過程之相關紀錄。

■ 【綠色化學與永續能源】闖關活動

「2014 北一女中校慶化學宅急便嘉年華」的重頭戲是「綠色化學與永續能源闖關活動」，以綠色化學及環保概念出發所設計出來的 12 個化學實作關卡，主要幾點特色說明如下：

- 關卡的主軸有氫能源 1 關（電解水與氫氧迷你響）、生質能源 3 關（劃火柴高手、點酒精燈高手、安全酒精凍）、化石能源 4 關（乙炔高效能燃燒、乙炔迷你響砲、奈米碳製程、奈米碳催化反應）、綠色化學 4 關（綠色化學有獎徵答、綠色化學藍印術、綠色化學銀鏡演示、綠色化學彩焰）。
- 大量使用微型裝置，以最少的試劑就可以達到化學實驗的效果。
- 負責關主培訓的老師，將培訓課程融入高二化學實驗課中，包括知識概念的建立、正確操作實驗步驟、實驗安全注意事項、關卡過關規則設計、關主的排班服務乃至於各關海報的設計製作等，老



圖 6：【思源闖關王】之活動紀錄

師站在指導與協助的角色，學生不僅學到化學知識，更可學到更多科學能力與帶著走的能力。

圖 7 為「關主培訓課程」融入高二化學實驗課程之相關紀錄，圖 8 為「關主培訓課程」中指導老師的溫馨「安全叮嚀」原稿。

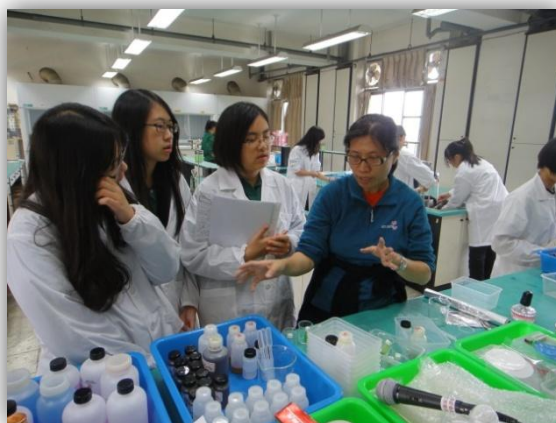
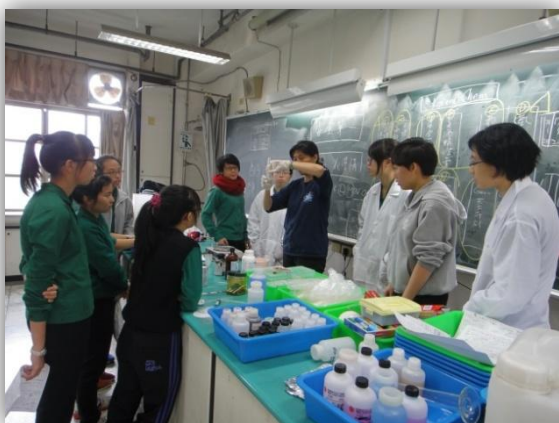




圖 7：「關主培訓課程」融入高二化學實驗課程之活動紀錄

「綠色化學與永續能源」闖關活動共計 12 關，這些關卡的科學原理、實驗步驟與安全注意的叮嚀，介紹如下：

1. 電解水與氫氧迷你響炮：關主

協助以微量電解裝置電解 1 mL 氫氧化鈉溶液 (3 M)，並以盛裝於塑膠小槽內的清潔劑水溶液收集混合氣體，待泡泡溢出小槽容器表面，移走電解裝置，點火於肥皂泡上方，可觀察到氫氣燃燒的爆鳴聲，頗具震撼力。

《實驗叮嚀》

- ◆ 微量電解裝置的製作是將 2 支小銅釘半插入小塑膠滴管的容器，通電時注意兩支電極不可以接觸，會因短路而不發生電解反應。
- ◆ 1 mL 氫氧化鈉溶液 (3 M) 為電解液，可連續操作多次的氫氧迷你響炮，電解

液中後來會逐漸出現藍色 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 固體或黑色 CuO 固體，並不會影響電解水的產物。



圖 8：「關主培訓課程」中指導老師的「安全叮嚀」原稿

- ◆ 容器中事先盛裝的溶液水面務必達八分滿，後續操作點燃氫氧混合氣體的泡泡時，才不會造成容器被炸到碎裂，絕對不可用玻璃容器操作本實驗。(感謝大甲高中廖旭茂老師提供建議，使用多孔細胞培養皿取代塑膠小槽。)

2. **劃火柴高手**：讓闖關者學會操作劃火柴。闖關者能劃火柴，並讓火柴火焰燃燒維持 15 秒以上就算過關。

《實驗叮嚀》

- ◆ 關主提醒勿吸入火柴頭剛點燃時所產生白煙(磷、硫的氧化物)。

3. **點酒精燈高手**：放置一排酒精燈，僅點燃第一個酒精燈，以手指浸潤 50% 酒精水溶液，立刻接觸第一個已燃的酒精燈火焰，

再將手指移動到第二個酒精燈的燈芯，則可點燃第二個酒精燈，再直接將手移動點燃第三個酒精燈...。闖關者至少能點燃第二個酒精燈，也歡迎闖關者繼續挑戰點燃數個酒精燈。

《實驗叮嚀》

- ◆ 需放置一盆冷水在酒精燈陣列的末端，關主提醒參加者最後要將手指頭泡入這盆冷水，使手指頭上的火焰熄滅。
- ◆ 闖關的酒精燈需放置在塑膠盆內，避免打翻。
- ◆ 隨時注意酒精燈內酒精的體積，至少約佔總體積 1/3 以上，補充燈瓶內的酒精時，必須再沒有火焰的空曠地方。



圖 9：【綠色化學與永續能源】闖關活動—「氫能源關」與「生質能源關」之活動紀錄

4. **安全酒精凍**：將醋酸鈣飽和溶液 1 mL 與工業酒精 5 mL 混合，兩個塑膠杯互倒溶液幾次，可觀察到液態酒精結成果凍狀。實驗步驟細節可閱讀「參考資料 1」。

《實驗叮嚀》

- ◆ 為了降低實驗成本至少 50%，本案採價格較低的工業酒精（紅色），由於含水量不確定，事先務必測試，並酌量加入一些 95% 無色酒精。
- ◆ 利用酸鹼中和反應準備醋酸鈣飽和溶液的配方如下，Ca(OH)₂ 粉末、水、99% CH₃COOH 三者質量比為 5 : 40 : 8，恰可中和並達到飽和。使用前先將此溶液及微量殘留粉末搖一搖即可。（化學計量說明：1 mol Ca(OH)₂ 為 74 克，2 mol CH₃COOH 為 120 克，兩者質量比為 74 : 120 = 1.0 : 1.6）

圖 9 為「氫能源關」與「生質能源關」活動紀錄。

5. **乙炔高效能燃燒**：準備排水集氣裝置，集氣用的試管內先裝八分之一體積的水，蓋上塞子，倒立在水盆中。另以 250 mL 點滴瓶（蓋子接導管）做為乙炔製造瓶，乙炔製造瓶內先裝八分滿水，再放入花生粒大的電石一顆，馬上旋好反應瓶蓋子並將導管末端導入水盆中，排掉一些泡泡之後，就開始在試管中收集乙炔氣體。試管內原有八分之一體積的水被乙炔氣體排出試管後，馬上將試管加蓋，移出試管。將試管正立，將點燃的火柴移到試管口，打開試管塞子，馬上將火焰移到試管口，可觀察到乙炔高效能燃燒（無黑煙，有爆鳴聲）。實驗步驟細節可閱讀「參考資料 2」及「參

考資料 3」。

《實驗叮嚀》

- ◆ 闖關者須先配戴護目鏡，始可依關主指導進行實驗操作。

6. **乙炔迷你響砲**：將綠豆量的 KI 粉末加到盛裝於塑膠小槽內約八分滿的混合溶液中，此混合溶液包含雙氧水（5-10%）、NaOH 溶液（0.05 M）及清潔劑（1 : 4）。觀察氧氣泡泡溢出小槽容器表面，形成牙膏擠出狀。另外，在乙炔製造瓶中以電石與水反應產生乙炔，再將乙炔氣體導入氧氣泡泡中，移走氣體導管，點火於肥皂泡上方，可觀察到乙炔燃燒的爆鳴聲，以及液滴濺散，頗具震撼力。實驗步驟細節可閱讀「參考資料 2」及「參考資料 3」。

《實驗叮嚀》

- ◆ 關主務必穿著實驗衣，被噴出液滴弄髒的衣服只要用肥皂清洗即可乾淨。

7. **奈米碳製程**：操作流程與上述關卡「高效能燃燒」相同，但是準備排水集氣裝置中，集氣用的試管內改為先裝二分之一體積的水。將乙炔與空氣的混合物點火後，可觀察到大量黑煙出現（黑煙微粒中含有奈米碳）。實驗步驟細節可閱讀「參考資料 2」及「參考資料 3」。

《實驗叮嚀》

- ◆ 關主提醒，當火柴點火立刻產生大量黑煙時，立刻以塞子將試管蓋住，避免碳微粒飄出。

8. **奈米碳催化反應**：將上述關卡實驗產生的黑碳微粒或粉末收集，或是以香菸取出的乾菸草磨碎取代使用。酒精燈放在鋪有鋁

箔保護的實驗桌上，進行對照組與實驗組兩個實驗：

對照組：將方糖放置在酒精燈上燃燒數秒，再移到鋁箔上方，觀察方糖燃燒情形。

實驗組：將方糖沾一些黑碳微粒或菸草微粒，將方糖放置在酒精燈上燃燒數秒，再移到鋁箔上方，觀察方

糖燃燒情形。

《實驗叮嚀》

- ◆ 小心不要被熱糖漿燙到。
- ◆ 事後關主要以熱水清洗酒精燈瓶外的焦糖，恢復酒精燈乾淨。

圖 10 為「化石能源關」的活動紀錄。



圖 10：【綠色化學與永續能源】闖關活動--「化石能源關」之活動紀錄

9. 綠色化學有獎徵答：關主準備好綠色化學的十二個原則，請闖關者熟記。由於綠色化學十二原則內容有些複雜，以十二個中文字來代表：

廢物低保降能再簡化可監危

與此十二字相對應名詞的是：

防廢、物盡、低毒、保安、降輔、節能

再生、簡潔、催化、可解、監測、思危

闖關者需背出綠色化學的十二個原則中的五個才算過關。相關知識可詳閱「參考資料 4」。

10. 綠色化學藍印術：關主示範「小綠綠」

草酸鐵鉀 ($K_3[Fe(C_2O_4)_3]$) 晶體的合成與養晶，取養晶後的 0.5 mL「廢液」(草酸鐵鉀飽和溶液)、0.5 mL 赤血鹽溶液 (1.0 M)、0.5 mL 稀硫酸 (0.1 M)，暗室中將三者，在塑膠袋中混合均勻 (塑膠袋表面先用油性黑色簽字筆設計圖案)，再將濾紙放入塑膠袋內，平推塑膠袋使袋內濾紙均勻吸收液體。將袋子放到室外，經照光出現藍黑色，最後將濾紙上殘留液清洗掉，就創作出獨一無二的藍印術紀念品。闖關者可依關主指導進行實驗操作，從養晶廢液取材，創

作出具紀念價值的藍印術紀念品。合成草酸鐵鉀的實驗步驟細節可閱讀「參考資料 5」。

《實驗叮嚀》

- ◆ 潮濕濾紙易破損，清洗掉濾紙上殘留液時，要先在塑膠袋中裝水，小心取出濾紙放在塑膠袋表面上 (塑膠袋作為保護墊)，輕扶著塑膠袋和濾紙，再做清洗。



圖 11：【綠色化學與永續能源】闖關活動--「綠色化學關」之活動紀錄

- 11. 綠色化學銀鏡演示：**取 5~7 mL 小試管，加入 0.5 mL 硝酸銀溶液 (5%)，加入大約 2 mL 氨水 (2 M)，配成澄清的多倫試劑，

再加大約 2 mL 果糖溶液 (5%)，以杯子和試管互倒方式將溶液混合均勻後，儘快浸入 100°C 熱水浴中，大約 30 秒後即可製得銀鏡。

《實驗叮嚀》

- ◆ 關主須提醒要戴手套及護目鏡進行實驗操作，廢液要回收。
- ◆ 儘量利用學校正課實驗留剩的硝酸銀溶液進行銀鏡反應，其濃度與劑量可重新調整。

12. **綠色化學彩焰**：取關卡(4)的酒精凍一小塊放於鋁瓶凹槽處，酒精凍上方鋪上沾有5~10滴氯化銅溶液，以及幾小片衛生紙細片，點火使衛生紙與酒精凍燃燒，就可觀察到各種不同顏色之焰色反應，七色色光全部出現時，火焰會出現白光。實驗步驟細節可閱讀「參考資料6」。

《實驗叮嚀》

- ◆ 在火焰中燃燒的氯化銅，其揮發性高於硫酸銅，因此較容易改變焰色。
- ◆ 氯化銅的配方來自實驗室剩餘試劑硫酸銅溶液(0.5~1.0 M)，逐滴加入一些濃鹽酸，產生藍綠色液體，即為含有氯化銅溶液(0.5~1.0 M)成份的水溶液。
- ◆ 衛生紙燒成碳黑之後，碳是還原劑，可將銅離子從+2價還原到+1或0價，因此陸續產生綠、藍、紫等色光，再搭配酒精與紙張燃燒產生紅橙到橙黃色光，就有了繽紛七彩色光。

圖 11 為「綠色化學關」的活動紀錄。

[續 [《北一女中校慶化學宅急便嘉年華\(下\)》](#)]