

# 2022 年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

教師組 教案表單與學習單

教案設計者：姚月雲、詹莉芬
課程領域：
<input type="checkbox"/> 物理 <input checked="" type="checkbox"/> 化學 <input type="checkbox"/> 生物 <input type="checkbox"/> 地球科學 <input type="checkbox"/> 科技領域
教案題目
小綠綠晶體的化學計量與合成條件之探討
授課時數：
12 小時 ( 6 週 )
教案設計理念與動機：
<p>一、草酸鐵鉀晶體合成之實驗，反應式如下，此反應具有特色：</p> $3\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4(\text{aq}) + \text{FeCl}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{K}_3[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3] \cdot 3\text{H}_2\text{O}(\text{s}) + 3\text{KCl}(\text{aq})$ <p>(1)綠色晶體，簡稱小綠綠晶體，可引發學生實作、挑戰之動機。</p> <p>(2)室溫下可實作之反應，反應條件不一樣，產量(質量)、小綠綠晶體的外觀等都可有明顯的差異，很適合學生定性觀察，定量記錄、科學探究。</p> <p>(3)先以食譜式實驗設計引導學生知道「原來有這麼多因素可影響合成小綠綠晶體結果」，從此基礎延伸進入「探究模式」、且可提出相異問題，微專題成果發表時，學生有相近的知識背景，但不同探討主題就顯得多元熱鬧，又容易有討論共鳴。</p> <p>二、大多數普通班學生從小到大沒有接觸獨立研究或專題製作，因此，探究與實作課程設計，教師有不可取代的地位：</p> <p>(1)科學素養培養：課程中穿插引導式互動講述、板書呈現，包括：實驗安全、正確實驗操作、觀察紀錄實驗結果、數據處理分析、結果簡報呈現方式等。</p> <p>(2)撰寫指引：每份學習單都引導學生如何撰寫，儘量以問答、誘答方式，增加學生建立邏輯性思考問題能力，除此之外，亦提供「撰寫指引」、「檢核表」，使學生學習更精準到位。</p> <p>(3)課程架構設計發揮「綠色化學」精神：簡單器材籃就可提供全校高二、6週探究與實作課程，且每個反應都大都 10 mL 內完成。</p>  <p>三、學習單分成兩類：</p> <p>(1)團體學習單(電子檔)：實驗記錄、計劃書、成果簡報等，提供同儕合作機會。</p> <p>(2)個人學習單(紙本)：互評表、化學計量、作圖、省思等，增加學生化學能力。</p> <p>四、成果發表以「科學研討會海報展」模式實施：</p> <p>(1)介紹科學發表研討會模式、功能及意義。</p>

- (2)每位同學都能獨立、完整、多次分享探究主題，也同時與聆聽同學近距離互動討論。
- (3)避免增加學生大張海報輸出之經濟、時間壓力，以簡報製作 12 張 A4 輸出，排版至海報板上，增加學生實體成就感，同儕視覺刺激。

(4)本校探究與實作另一模組以上台簡報方式呈現，錯開成果發表模式，學生多元學習。

#### 教學目標：

一、藉由探究式教學，培養學生科學思考判斷的能力，目標有：

- (1)學生能主動或經由引導提出問題，經由閱讀與資料搜尋，增加科學素養及相關資訊
- (2)學生能分析問題的原因、設計解決問題的策略
- (3)學生能設計解決問題的實驗步驟，包括操作變因、控制變因等
- (4)學生能完成實驗操作、分析結果、適當推理解釋，並能夠表達分享。

二、學生在科學情意層面的目標：

- (1)同儕討論、發表分享、見賢思齊、激發學生創造力，彼此成長與多元學習。
- (2)培養其細心、耐心的科學態度，正確的科學表達能力。
- (3)藉由探究式教學，培養學生從科學思考延伸之生活的判斷，養成面對問題、解決問題的勇氣。

三、藉由「小小微專題成果發表會」達到科學傳播功能：

- (1)每組探究主題不同，「變因」或「思考面向」不同，刺激學生科學思維及判斷力。
- (2)學生分享自己探究成果並也欣賞同儕探究成果，刺激學生評價與省思的能力。

#### 教育對象：

全校高二學生，20 班 ( 每學期 10 班 )

#### 課程設計 ( 方法與步驟 )：

##### 一、課程安排 ( 每週 2 小時 )

週次	課程主題	教學流程	學習單
第一週	科學素養	1. 建立實驗室安全、認識化學品等科學應具有之素養能力 2. 建立實驗操作基本能力。	學習單 1 學習單 2
	發現問題	1. 學生進行食譜式實驗，依學習單之實驗步驟進行操作，合成「小綠綠晶體」，共計 11 組實驗，每組實驗都有 1 個變因，兩小組實驗。 2. 學生須完成操作，並能歸納變因的種類。 3. 學生將所有完成反應溶液靜置，於下週進行實驗觀察。 4. 變因包括：溫度、鐵離子反應物種類、反應物的莫耳數比例、濃度、加酒精、加酸、加鹼、照光等。	學習單 3

週次	課程主題	教學流程	學習單
第二週	發現問題	1. 學生紀錄所有反應之實驗結果，紀錄包括：溶液顏色、晶體顏色、晶體外觀等。	學習單 3
		2. 學生完成實驗記錄，包括照片紀錄、文字敘述，讓學生發現不同變因時的實驗結果有差異。	學習單 4
		3. 學生簡報製作：每組負責介紹一項變因之實驗結果，並可與他組實驗結果做實驗比較。（提供簡報模板）	
第三週	表達與分享	1. 學生分組分享某一個變因對小綠綠晶體合成的影響，每組 3 分鐘，同學提問，教師修正科學表達之正確性。 2. 學生紀錄他組分享的重點，尤其要思考「若要得到更確切的實驗結果，應怎麼規劃」 3. 教師提醒學生發想之時間性、器材藥品之可行性。	學習單 4 學習單 5
	規劃與研究	1. 學生以組為單位，撰寫「小小微專題-小綠綠晶體合成」之實驗設計規畫表。 2. 規劃表包括：探究題目、使用藥品、配置濃度方法、操縱變因、控制變因、至少 7 個數據設計、紀錄表格等。 3. 各組學生至少與教師討論、修正 2 次。	學習單 6
第四週	規劃與研究	學生依其小小微專題實驗設計進行實驗實作，每個數據都要三重複。	
第五週	科學素養	教師以互動方式，討論基本實驗技巧：處理小綠綠晶體的清洗、風乾、秤重方式、科學表達作圖選擇。	
	論證與建模	1. 學生紀錄所有反應之實驗結果，紀錄包括：溶液顏色、晶體顏色、晶體外觀等。 2. 學生完成實驗記錄，包括照片紀錄、文字敘述。 3. 學生將實驗結果表格化呈現、作圖比較，並能歸納出實驗變因與實驗結果的相關性或趨勢，適當解釋原因與結論。（提供撰寫指引）	學習單 7
第六週	表達與分享	成果發表會計畫	學習單 7
		1. 提供海報板、小小微專題成果發表會計畫書。 2. 實施成果發表會。 3. 學生撰寫學習單，欣賞並記錄他組之口語表達、台風、科學內容，且進行投票。	學習單 8

## 二、學習單資料 (含撰寫指引)

學習單	內容說明 (摘錄學生學習單)							
學習單 1 (個人) 4頁 A4	<b>撰寫指引：引導式互動講述。</b> 1. 提供閱讀資料，約 600 字，資料擷取：台灣化學教育電子期刊 Chemistry Education in Taiwan 2016, 3(4) · 自選 5 個關鍵字或專有名詞，可由自己先備知識或資料尋作定義或解釋。 2. 查詢「GHS」、「SDS」、「半致死量，LD <sub>50</sub> 」定義及應用，並能查詢本課程使用 FeCl <sub>3</sub> ·6H <sub>2</sub> O、Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> ·9H <sub>2</sub> O、K <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> O 的溶解度、危害圖示、毒性等資料。 3. 提供一組實驗數據，引導學生做出正確的科學圖表。							
學習單 2 (個人) 1頁 A4	<b>撰寫指引：引導式互動講述、板書呈現。</b> 1. 如何量取化學品固體的質量？ 2. 如何量取化學品液體的體積？ 3. 實驗結果攝影紀錄，有哪些注意事項？ 4. 可觀察化學反應哪些變化或產物性質？ 5. 化學品若照光會變質，應如何處理？ 6. 若要防止化學品溶液液體蒸發，可如何處理？ <b>摘錄學生學習單紀錄，如右。</b>							
學習單 3 (團體) 2頁簡報	<b>撰寫指引：引導式互動講述、板書呈現。</b> 提供 11 組實驗設計，學生依步驟操作、紀錄，最後並能歸納可影響「合成小綠綠晶體」之因素。 <b>摘錄學生紀錄·4-1 及 4-2 組為例，如右。</b>	4-1 取 2.0 M Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> (aq) 1 mL 與 2.0 M K <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> (aq) 3 mL 混合均勻，反應槽密封、遮光，留待下週觀察 4-2 取 2.0 M Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> (aq) 3 mL 與 2.0 M K <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> (aq) 3 mL 混合均勻，反應槽密封、遮光，留待下週觀察 <table border="1" data-bbox="651 1153 1437 1388"> <thead> <tr> <th>操縱變因</th> <th>4-1</th> <th>4-2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>硝酸鐵的體積</td> <td>            1. 溶液顏色：螢光綠            2. 晶體顏色：螢光綠            3. 晶體外型：細粉狀晶體         </td> <td>            1. 溶液顏色：枯葉棕            2. 無晶體產生         </td> </tr> </tbody> </table> <p>綜合以上實驗與討論，那些因素可影響小綠綠晶體的晶體產率或品質，條列式列出。            1. 溫度 2. 光線 3. pH 值 4. 濃度 5. Fe<sup>3+</sup>之反應物來源 6. 反應物的體積 7. 反應物的狀態 8. 加入的液體 (酒精、水、酸、鹼)</p>	操縱變因	4-1	4-2	硝酸鐵的體積	 1. 溶液顏色：螢光綠 2. 晶體顏色：螢光綠 3. 晶體外型：細粉狀晶體	 1. 溶液顏色：枯葉棕 2. 無晶體產生
操縱變因	4-1	4-2						
硝酸鐵的體積	 1. 溶液顏色：螢光綠 2. 晶體顏色：螢光綠 3. 晶體外型：細粉狀晶體	 1. 溶液顏色：枯葉棕 2. 無晶體產生						
學習單 4 (團體) 2頁簡報	<b>撰寫指引：提供簡報模板、組別資料、實驗步驟、結果比較、討論解釋，未來規劃等。</b> <b>摘錄學生學習單 (簡報) 紀錄，如下。</b> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="347 1646 869 1944"> </div> <div data-bbox="877 1646 1422 1944"> </div> </div>							

學習單 5  
(團體)  
2 頁 A4

撰寫指引：引導式互動講述。  
摘錄學生學習單紀錄，如下。

組別	分享主題 操縱變因	省思 值得我們學習優點	心得 可科學探究之方向	撰寫同學 座號姓名
1	溫度	將兩組實驗結果以表格列出，更清楚說明兩組實驗結果的差異	溫度差異的持久度(時間軸)對結晶的差異	37 號 簡雨涵
2	不同反應物	科學表達清楚，清楚說明推測的理由和內容	假設產物為相同成份，從多方面推測兩者結晶外型不同原因，並設法觀察和驗證，找出確切的反應式	12 號 李瑩珊
3	草酸鉀的莫耳數	實驗設計的完整度高(操作變因，實驗方式)	不同草酸鉀的莫耳數對結晶數量的影響	37 號 簡雨涵
4	硝酸鐵的莫耳數	提出和其他組實驗結果的異同之處，並推測其原因	1. 溫度影響結晶、沈澱析出(可降低溫度探討) 2. 改變硝酸鐵的莫耳數	12 號 李瑩珊
6	反應物狀態不同：勻相與非勻相	懷疑實驗設計本身是否只有一項操作變因，並非單純只因狀態而改變晶體型態，具科學精神	重複三遍實驗使實驗結果更可信，觀察勻相與非勻相的反應速率	12 號 李瑩珊
7	加入物質的種類：蒸餾水或酒精	詳細列出兩組實驗結果的差異	不同體積的蒸餾水或酒精對結晶數量和形狀的影響	37 號 簡雨涵
8	光線	仔細分析和比較結晶的數量和顏色	調整不同的照光時間、不同光源對結晶的影響	12 號 李瑩珊
9	溶液的 pH 值：中性、酸性	比較自身和他組實驗結果，並探討和檢討其差異的原因	鹽酸濃度的多寡可能影響結晶的數量和形態	37 號 簡雨涵
10	溶液的 pH 值：中性、鹼性	利用照片和表格清楚科學表達實驗組和對照組的差異	針對不同 pH 值的緩衝溶液，實驗結晶的數量和形狀	12 號 李瑩珊

學習單 6  
(團體)  
1 頁 A4

撰寫指引：口頭講述、各組來回討論。  
摘錄學生學習單紀錄，如下。

化學微專題製作規劃：

探討變因	溶劑種類
控制變因	Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> 、K <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> 濃度、室溫、光照、
其他藥品、器材	丙醇、乙醇、丁醇、乙酸乙酯、乙醚

說明：(1)使用化學品種類、濃度、配溶液方法  
(2)說明你們的反應槽內要放入那些化學品種類、體積...，實驗操作過程示意圖

(1) 溶劑為 H<sub>2</sub>O, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH, C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>OH, C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>OH, CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>, CH<sub>2</sub>Br<sub>2</sub>, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>  
 2醇 丙醇 丁醇 2酸乙酯 乙醚  
 Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> 2ml 2M 各溶劑 4ml  
 K<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 6ml 2M  
 total: Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> 42ml  
 K<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 126ml  
 各種溶劑 (等理) 84ml

藥品配製：  
 $Fe(NO_3)_3 \times 0.2 \text{ mol} \Rightarrow 404.0 \times 0.2 = 80.8 \text{ g} \Rightarrow$  加水到 100ml  
 $K_2C_2O_4 \times 0.2 \text{ mol} \Rightarrow 184.24 \times 0.2 = 36.848 \text{ g} \Rightarrow$  加水到 100ml

(2) Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> 2ml, K<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 6ml, 溶劑 4ml  
 保鮮膜+鋁箔紙包起來 → 靜置一週 → 打開觀察

流程	小組討論 1	與老師討論 1	小組討論 2	與老師討論 2	繳交規劃表
檢核表	✓	✓	✓	✓	✓



學習單 7  
(團體)  
12 頁簡報

撰寫指引：引導式互動講述，提供成果發表簡報製作指引，如下：

規範 (檢核項目)	
整體性	1. 一律白色為主，無須過多花邊及美工 2. 至少 20 級，字型不拘 3. 自由安排圖片或表格或照片等相對位置
頁碼	規範 (檢核項目)
1	110-2 探究與實作成果發表 題目、組員班級、姓名、適當封面設計
2	摘要 150 字以內，以精簡文字把「整份」微專題報告，像說故事，重要的定性、定量結果、結論文字說明。
3-9	動機及目的 說個小故事或小實驗過程，展現你們「發現問題」的好奇心，誘發閱讀者也想一探究竟。
	研究方法與過程 1. 控制變因、操縱變因，包括藥品種類、名稱及液體體積。 2. 實驗操作過程示意圖或流程圖，畫圖表達。 3. 量秤產物質量的方法。
	研究結果 1. 結果表格化，可參考學習單 1 表格。需呈現：各種反應物體積、產物定性描述、質量。呈現三重複質量紀錄及平均值。 2. 實驗結果照片，照片需簡單文字說明。

頁碼	規範 (檢核項目)	
3-9	討論	1. 將實驗結果作圖，橫坐標是 6 至 7 個操作變因 (單位)，縱座標是產物平均質量 (單位) 及理論值。 2. 產物定性上的整理之圖表或歸納。 3. 看圖說故事，說明作圖看到的結果、歸納實驗結果。簡單說，實驗結果是表格化呈現，結果作圖是把橫坐標與縱座標的因果關係呈現更清楚，是否有正相關、反比、極大值等趨勢，並可與理論值作比較。
	結論	1. 把「實驗結果與討論」條列式文字說清楚。 2. 實驗目的、實驗設計及實驗結果作呼應，意思是經由實驗設計極實驗結果，有完成、達陣你的目標。
	參考	參考資料條列式、APA 格式
10	過程照片	可實驗過程或結果照片、含人物操作過程照片或團體合照。照片需文字說明，人物需著實驗衣及綁頭髮。
11	分工	表格呈現，包括組員姓名，分工項目等
12	心得	分成知識面向、情意面相、技能面向三部分心得，或其他心得或檢討誤差可能原因

摘錄學生成果簡報，如下。

110-2 探究與實作成果發表

### 探討不同酸鹼溶液對小綠綠晶體的影響

小組成員：王智強、王智強、王智強、王智強、王智強

指導老師：陳其南、陳其南、陳其南、陳其南、陳其南

### 摘要

我們在課堂上的實驗獲得啟發，想探究於酸鹼溶液對於晶體產量的影響。因此我們分別使用鹽酸和氫氧化鈉水溶液進行實驗。我們發現鹽酸產量最多，而小綠綠晶體的產量最少。而氫氧化鈉產量最多，產量產量最高小，且其下降的幅度較鹽酸大。因此我們觀察到加入酸鹼溶液會影響小綠綠晶體的產量。此外酸和鹼溶液都會減少晶體的產量。則添加中性溶液晶體的產量最高。另外在外觀上，當鹽酸體積越多，晶體的顏色越深，產量也越多；而添加氫氧化鈉的晶體顏色，形狀比較不規則，晶體呈現綠色偏褐色。

### 動機及目的

加入酸性或鹼性溶液會對草酸銨結晶反應產生影響嗎？

在課堂上操作小綠綠晶體的相關實驗時，我們發現酸鹼的不可可能會造成產物有大大差異。像晶體的產物與反應物的關係，甚至有時會伴有一種沉澱的褐色溶液。但酸性的產物卻呈現出亮綠色的顏色。這些結果使我們有了好奇心，我們決定設計一項實驗來探討「加入不同酸鹼溶液體積對小綠綠晶體產量的影響」。



### 研究方法與過程

1. 配製溶液並進行實驗

實驗示意圖

藥品：0.1M FeCl<sub>3</sub>(aq)2ml  
0.1M K<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>(aq)2ml  
0.1M HCl(aq)  
0.1M NaOH(aq)  
0.1M H<sub>2</sub>O

變因：溫度及攪拌速度

產物：小綠綠晶體

2. 清洗晶體、風乾秤重

產物：小綠綠晶體

### 實驗流程圖



### 研究結果

三重複平均質量

實驗次數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NaOH 1ml	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
HCl 1ml	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
H <sub>2</sub> O 1ml	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15

圖一：加入不同酸鹼溶液對小綠綠晶體產量的影響。從圖中可見，加入酸性或鹼性溶液後，晶體的產量會減少。而加入中性溶液時，晶體的產量最高。此外，加入酸性或鹼性溶液後，晶體的顏色會變深，而加入中性溶液時，晶體的顏色最淺。



實驗進行時我們會分工合作，在老師指導的條件下也讓每個人都能操作到不同步驟，在動手的过程中不斷學習。



討論  
討論主題：小綠晶體的合成  
討論問題：1. 為什麼要加入小綠晶體？  
2. 為什麼要加入小綠晶體？  
3. 為什麼要加入小綠晶體？  
4. 為什麼要加入小綠晶體？  
5. 為什麼要加入小綠晶體？

**結論**

經過這個實驗我們解答了先前想要了解的問題，確定了小綠晶體合成的步驟：

1. 透過實驗結果可觀察到加入小綠晶體後小綠晶體的產量
2. 在我們得到的數據裡可以觀察到加入之體積、量、氧化劑體積越多，其晶體產量越高
3. 體積越多，晶體的顏色越深，產量也越多；而氧化劑的體積越多，則比較不穩定，晶體呈現綠色偏褐色。

**實驗過程照片**

▲小綠晶體在反應過程中會用兩層保鮮膜和錫箔紙完整密封與遮光

**實驗過程分工情形**

備用均：主題發想、配置所需藥品、備製製作  
備用主：主題發想、配置所需藥品、備製製作、備製製作  
備用副：主題發想、配置所需藥品、備製製作、備製製作  
備用三：主題發想、配置所需藥品、備製製作、備製製作

**心得**

從發想主題到實作完成的過程中，我們學到很多，包括分工合作的重要性，能夠在實作過程中進行分工可以節省很多時間，並提高效率。也因為經過自己動手操作的過程，讓我們對實驗結果也特別印象深刻。能夠在高中學中，學中讓我們收穫滿滿。

學習單 8  
(個人)  
1頁 A4

撰寫指引：引導式互動講述、成果發表會時程表：

時間安排(分鐘)	活動	說明
15	開幕、活動說明、場佈	每組海報板版面：90*150 cm，將 12 頁簡報 (A4、橫式) 自由設計排版。
10	自由參觀海報 (無講解)	欣賞他組探究主題、呈現方式，聚焦自己有興趣內容。
20	拍照 練講海報(每回合 3-4 分鐘)	拍照：個人照、同組照，紀念用、記錄照 解說：複習、合作、每位同學都要講解。
20	第一回合海報解說、觀摩	同組同學分成兩批，每位同學都一回合在自己的海報版前面分享自己探究內容給其他組同學，也另一回合自由走動去他組海報板前觀摩他組探究內容。
5	換場時間	
20	第二回合海報解說、觀摩	
10	票選活動 學習單撰寫	每位同學一張選票，可圈選最佳海報獎、最佳台風獎、最佳科學內容獎，各 2 組。
10	閉幕、恢復場地	

摘錄學生學習單紀錄，如下。

成果發表紀實

組別	海報標題	海報製作優點	台風表達優點	科學內容優點	其他心得
二	探討溶劑對小綠晶體製成影響	1. 版面清晰，不含有毒化學物質 2. 研究結果的圖文清晰，讓人一目了然 3. 在實驗後總結 (備註或後記)	1. 清楚說出研究內容 2. 加點自己的心得 3. 他們做的步驟少，所以他們可以以相關數據加上自己的心得來總結	在他們的簡報中提出一種變因，並列出數據，所以他們可以以相關數據加上自己的心得來總結	好喜歡這組的簡報，而且還心証的簡報，這簡報的簡報
三	探討不同酸度溶劑對小綠晶體製成的影響	1. 版面清晰的佈局，讓人一目了然 2. 用流暢的主題圖文清晰 3. 研究結果的圖文清晰	1. 簡報很有條理，口條清楚 2. 說明簡報讓人清楚易懂 3. 簡報有互動，簡報的簡報	他們的簡報簡報簡報，而且還心証的簡報，這簡報的簡報	好喜歡這組的簡報，而且還心証的簡報，這簡報的簡報
四	探討不同酸度和不同比例對小綠晶體製成的影響	1. 版面清晰，讓人一目了然 2. 研究結果的圖文清晰	1. 簡報很有條理，口條清楚 2. 說明簡報讓人清楚易懂 3. 簡報有互動，簡報的簡報	他們的簡報簡報簡報，而且還心証的簡報，這簡報的簡報	好喜歡這組的簡報，而且還心証的簡報，這簡報的簡報
九	探討不同酸度和不同比例對小綠晶體製成的影響	1. 版面清晰，讓人一目了然 2. 研究結果的圖文清晰	1. 簡報很有條理，口條清楚 2. 說明簡報讓人清楚易懂 3. 簡報有互動，簡報的簡報	他們的簡報簡報簡報，而且還心証的簡報，這簡報的簡報	好喜歡這組的簡報，而且還心証的簡報，這簡報的簡報

成果發表紀實

組別	海報標題	海報製作優點	台風表達優點	科學內容優點	其他心得
二	探討溶劑對小綠晶體製成影響	1. 版面清晰，不含有毒化學物質 2. 研究結果的圖文清晰，讓人一目了然 3. 在實驗後總結 (備註或後記)	1. 清楚說出研究內容 2. 加點自己的心得 3. 他們做的步驟少，所以他們可以以相關數據加上自己的心得來總結	在他們的簡報中提出一種變因，並列出數據，所以他們可以以相關數據加上自己的心得來總結	好喜歡這組的簡報，而且還心証的簡報，這簡報的簡報
三	探討不同酸度溶劑對小綠晶體製成的影響	1. 版面清晰的佈局，讓人一目了然 2. 用流暢的主題圖文清晰 3. 研究結果的圖文清晰	1. 簡報很有條理，口條清楚 2. 說明簡報讓人清楚易懂 3. 簡報有互動，簡報的簡報	他們的簡報簡報簡報，而且還心証的簡報，這簡報的簡報	好喜歡這組的簡報，而且還心証的簡報，這簡報的簡報
四	探討不同酸度和不同比例對小綠晶體製成的影響	1. 版面清晰，讓人一目了然 2. 研究結果的圖文清晰	1. 簡報很有條理，口條清楚 2. 說明簡報讓人清楚易懂 3. 簡報有互動，簡報的簡報	他們的簡報簡報簡報，而且還心証的簡報，這簡報的簡報	好喜歡這組的簡報，而且還心証的簡報，這簡報的簡報
九	探討不同酸度和不同比例對小綠晶體製成的影響	1. 版面清晰，讓人一目了然 2. 研究結果的圖文清晰	1. 簡報很有條理，口條清楚 2. 說明簡報讓人清楚易懂 3. 簡報有互動，簡報的簡報	他們的簡報簡報簡報，而且還心証的簡報，這簡報的簡報	好喜歡這組的簡報，而且還心証的簡報，這簡報的簡報

學生互評：最佳海報獎、最佳台風獎、最佳科學內容獎，票選單如下：

合成小綠晶體的化學計量與合成條件探討 (成果發表) 選票單 (每個選項選 2 組)

組別	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
最佳海報製作										
最佳台風表達										
最佳科學內容										

合成小綠晶體的化學計量與合成條件探討 (成果發表) 選票單 (每個選項選 2 組)

組別	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
最佳海報製作	3	12	5	4	3	4	5	5	5	5
最佳台風表達	4	9	6	7	5	5	5	5	5	2
最佳科學內容	5	8	6	9	5	6	4	5	5	2



### 三、課程實施狀況

		
實驗實作	實驗實作	簡報發表
		
小組討論	小小微專題製作	授課情形
		
成果報告	成果報告	頒獎典禮

#### 學習評量內容

1. 完成化學實驗實作，包括「發現問題」、「規劃與研究」兩大部分。
2. 完成學習單撰寫，包括個人學習單（科學素養、發現問題）、團體學習單（小小微專題規劃表）等。
3. 完成成果發表會之簡報表達與口頭分享（發現問題簡報、成果發表簡報）等。
4. 完成學習歷程檔案之初稿。

#### 參考資料：

- 一、2009 國際化學奧林匹亞 (IChO) 預備試題。
- 二、周芳妃、李盈萱、陳靜璋 (2016)。微量化學實驗：小綠綠晶體與藍印術微量實作 (上) 臺灣化學教育。檢索日期：2021 年 2 月 8 日，取自：  
<http://chemed.chemistry.org.tw/?p=17802>。
- 三、何宇恆、陳欣瑜、黃若婷 (2021)。化學反應式的係數，就是最佳化的反應條件嗎？探討小綠綠晶體的錯合反應機制。取自：臺北市 111 年度臺北市中等學校學生科學研究獎助計畫。