



光的探究與實作經驗分享— 就是那道光

教師 陳立偉、劉獻文、侯俊男
臺南一中



掃描QR code
下載教材電子檔

緣起

108新課綱即將上路，各校老師都在緊鑼密鼓的準備當中，其中最讓大家需要共備的部分，就是探究與實作的課程。

本校同仁爲了迎接即將到來的任務，先在多元選修課開設相關課程試跑。在這樣的情境下，相互激盪火花，討論跨科合作的可能性。

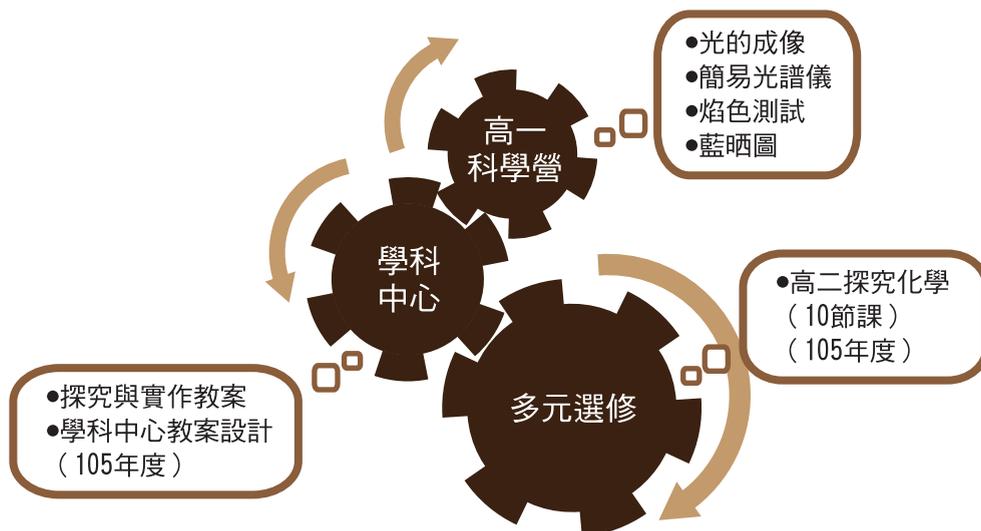
在自然學科當中，我們覺得最能做到自然科跨科的題材，就以「光」這個主題最完整。在物理方面可以討論光成像；在化學方面可以討論光化學反應；在生物方面可以討論生物趨光性；在

地球科學方面可以討論星空的觀察等，真的是跨科整合的好題材。於是在多元選修課程當中，科內幾位老師開啓了光的探究與實作設計。

課程設計

一、課程開發架構：

課程教材的完成通常不是一蹴可及，都需經過幾次滾動式修正，才會接近完備。本課程源自



圖一：探究課程開發：架構

於2016年暑假校內高一新生的科學體驗營，當時校內物理科、化學科老師合作，為高一新生辦理了一場3天的科學營活動，主要就以光的成像、簡易光譜儀、焰色測試與藍晒圖幾個主題，屬於體驗式實作課程。

經過試行後，從同學的回饋分享中，進行修正與改造，在2016年底學科中心的發表中，提出課程設計草案，獲得審查教授的一致好評，並提供一些寶貴建議。在2017年（105學年度下學期）利用多元選修課的機會，進行10堂探究與實作課程。接著，再透過上課學生的回饋與分享，與科內同仁的檢討後，便推出一學期的探究課程，並於2018年（106學年度下學期）再度試教。以下來介紹106學年度下學期的課程內容。

二、多元選修課程目標：

1. 培養探究精神的課程設計，使學生學習建構知識與技能；
2. 以學生學習為中心的教學策略；
3. 體驗實作、觀察；
4. 模擬真實情境與反思，與同儕一起體會什麼是學習及如何學習。

三、多元選修課程內容：



圖二：探究課程開發：內容

就是那道光教學進度表

週次	課程單元	課程內容	備註
1	說明	課程說明與介紹、分組	
2	技能	實驗基本技能培養	
3	奇光異彩	光的成像	
4		光的三原色與光譜	
5	五顏六色	顏料的故事、普魯士藍	
6	藍晒圖	藍印術(一)	
7		藍印術(二)	
8		藍印術(三)	
9	光阻劑	光阻劑簡介	
10		網版印刷(1)	
11		網版印刷(2)	
12		感光乳劑配方研製(1)	
13		感光乳劑配方研製(2)	
14	□頭報告	分組報告	評量
15		期末分享、整理實驗室	回饋

課程中主要分成幾個部分進行

1. 課程說明與分組

第一堂課先進行課程的說明與分組，分組的主要目的除了在課程進行中，教師與同學的互動討論、也可以讓小組內分工合作、溝通與協調。

2. 基本實驗技能課程

主要教導同學進行研究探討時，化學部分必須注意準確度與精確度。透過這堂課，教導同學正確使用化學儀器。

3. 奇光異彩探究

這部分比較偏物理學科，利用3D浮空投影的教材，與同學討論光的成像原理。透過4片梯形膠片的組合，讓影像浮空立體投影在空中，栩栩如生。課程中引導同學發現立體投影影像清晰程度與哪些變因相關，經過探

課程教材PPT分享一 以「藍色煉丹術」為例

究、收集資料、整理，驗證這些變因與成像之相關，進一步探討最佳成像條件。

光的三原色與光譜，課程中利用電腦小畫家（或繪圖軟體、APP）與同學探討三原色。進一步引導同學發現手機螢幕如何利用三原色組合出全彩照片。

4. 藍晒探究

透過光的照射，進行光化學反應，形成普魯士藍的沉澱，竟然就可以完成藍晒圖。課程中讓同學體會如何「洗照片」，並發現影響藍晒圖顯影的因素，透過操作、改變不同的變因，探究顯影效果，收集相關資料並整理，驗證提出的變因與顯影效果的相關性。

5. 光阻劑探究

光阻劑也是透過光照發生變化，將圖案光刻的材料，主要應用於電路或印刷的加工。課程中簡介光阻劑，並嘗試帶領同學探究光阻劑配方組成之間關係，收集資料後，進行配方比例變因之研究，驗證提升光阻劑效果之可能性。

6. 口頭報告

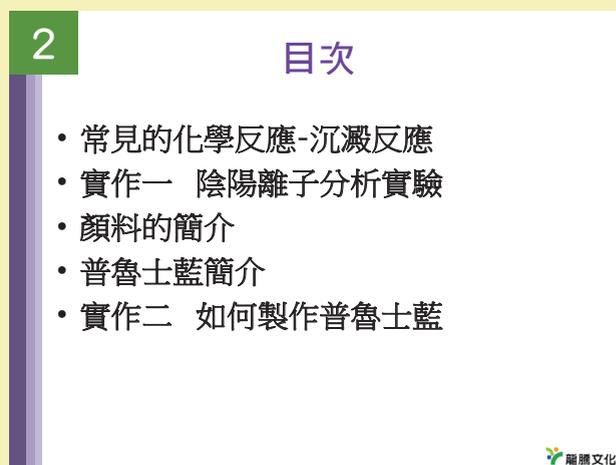
在進行完課程探究後，藉由口頭報告，確認同學在課程中吸收的程度，並由同學提出的心得與檢討，讓老師了解課程的修正方向。

以下是摘錄自「五顏六色」專題上課的PPT，提供給各位老師作參考。

課程時間：2堂，100分鐘。



▲封面



▲目次



▲電解質溶液的沉澱反應

4 常見離子及沉澱物的顏色

陽離子 溶液	Ca ²⁺	Ag ⁺	Cu ²⁺	Pb ²⁺	Fe ³⁺
H ₂ S (酸性溶液中)	沒有沉澱	Ag ₂ S (黑)	CuS (黑)	PbS (黑)	淡綠色溶液
NaOH	Ca(OH) ₂ (白)	Ag ₂ O (褐)	Cu(OH) ₂ (藍)	Pb(OH) ₂ (白)	Fe(OH) ₃ (紅褐)
HCl	沒有沉澱	AgCl (白)	沒有沉澱	PbCl ₂ (白)	沒有沉澱

龍騰文化

▲常見離子及沉澱物的顏色

介紹常見離子及沉澱物的顏色

5 常見離子及沉澱物的顏色

顏色	陰離子	實例	特例
白	Cl ⁻	AgCl	Cr(OH) ₃ (綠)
	SO ₄ ²⁻	BaSO ₄	Fe(OH) ₃ (紅褐)
	C ₂ O ₄ ²⁻	CaC ₂ O ₄	Fe(OH) ₂ (白綠)
	CO ₃ ²⁻	CaCO ₃	Cu(OH) ₂ (藍綠)
	OH ⁻	Mg(OH) ₂	Ni(OH) ₂ (綠)
黃	I ⁻	AgI	Ag ₂ CrO ₄ (磚紅)
黑	CrO ₄ ²⁻	PbCrO ₄	
	S ²⁻	Ag ₂ S	ZnS (白)、CdS (黃)、MnS (粉紅)

◎點選連結：[黃金雨實驗](#)

龍騰文化

▲常見離子及沉澱物的顏色

介紹常見離子及沉澱物的顏色

並連結相關沉澱影片：[黃金雨實驗](#)

6 猜猜我是誰

藥品	A1	B1	C1
A1			
B1			
C1			

Na₂CO₃、HCl、BaCl₂

龍騰文化

▲猜猜我是誰

利用前面介紹的沉澱作用及題目條件，來推估表格中的A1、B1、C1分別為何物？

7 猜猜我是誰

三種無色溶液

- 氫氧化鈉(OH⁻)
- 硝酸鉛(Pb²⁺)
- 碘化鉀(I⁻)

根據已建立之基本資料，

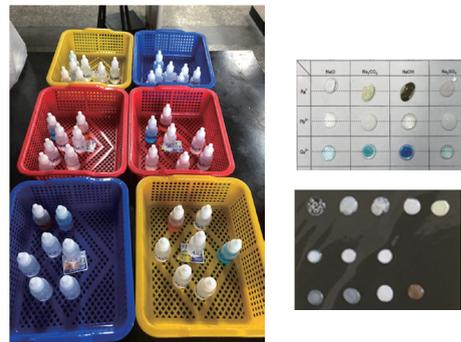
判斷溶液A1、B1、C1分別是何種溶液？

龍騰文化

▲猜猜我是誰

利用前面介紹的沉澱作用及題目條件，來推估上1頁表格中的A1、B1、C1分別為何物？

8 實作一 陰陽離子分析實驗



龍騰文化

▲實作一 陰陽離子分析實驗

9 實作一 陰陽離子分析實驗

	NaCl	Na ₂ CO ₃	NaOH	Na ₂ SO ₄	(NH ₄) ₂ S	NaNO ₃
AgNO ₃						
Pb(NO ₃) ₂						
CuSO ₄						
Fe(NO ₃) ₃						
Al(NO ₃) ₃						
Ba(NO ₃) ₂						

龍騰文化

▲實作一 陰陽離子分析實驗

記錄各陰陽離子混合後的沉澱物及顏色

10

顏料的分類

顏料是一種用來著色的粉末狀物質。在水、油脂、樹脂、有機溶劑等介質中不溶解，但能均勻地在這些介質中分散，並能使介質著色，而又具有一定的遮蓋力。

•礦物質顏料

極其穩定，耐光性強，不易褪色和變色，覆蓋力強，透明度差。純度不高，接近中性，如赭石、生褐、土黃、土紅等。

資料來源：<https://read01.com/iodd04.html> 麗講文化

麗講文化

▲顏料的分類

介紹顏料分類有哪些及其特性

13

煉金術士的實驗室

- 人物 1. 第波(J.K. Dipple) ▶ 第波油
2. 迪斯巴赫(H. Diesbach) ▶ 染料商
- 時間：十八世紀初
- 事件：迪斯巴赫曾用胭脂蟲+綠礬(FeSO4·7H2O)+草木灰共煮，提煉紅色染料。迪斯巴赫向第波購買第波油(動物屍體與草木灰的提煉物)，提煉出黃色晶體後，再加入綠礬，結果非常驚人.....

▲介紹古代顏料的提煉

11

普魯士藍 (Prussian blue)



▲普魯士藍的介紹

14

又是一個美麗的錯誤

- 2009年，來自俄勒岡州立大學的化學教授瑪斯·蘇博拉馬尼安 (Mas Subramanian) 在製造半導體材料的過程中，「意外」地發現了一種藍色化合物，並命名為「YInMn藍」。

資料來源：<https://read01.com/86oPPB.html>

麗講文化

▲又是一個美麗的錯誤

因為錯誤而意外產生美麗的顏料

12

普魯士藍：顏料歷史的關鍵



星月夜



梵谷自畫像

麗講文化

▲介紹歷史上使用普魯士藍的畫作

15

實作二 如何製作普魯士藍？

	赤血鹽 $K_3[Fe(CN)_6]$	黃血鹽 $K_4[Fe(CN)_6]$
$Fe(NO_3)_3$		
$FeSO_4$		

添加順序是否影響？

麗講文化

▲實作二 如何製作普魯士藍？

16 實作二 如何製作普魯士藍？

	赤血鹽 $K_3[Fe(CN)_6]$	黃血鹽 $K_4[Fe(CN)_6]$
Fe^{3+}	$Fe^{3+} \rightarrow$ 加入 赤血鹽 \rightarrow 搖晃混合 現象：形成普魯士藍 $Fe^II_4[Fe^III(CN)_6]_3$ 說明：普魯士藍中均為+3價鐵離子	$Fe^{3+} \rightarrow$ 加入 黃血鹽 \rightarrow 搖晃混合 現象：形成普魯士藍 $Fe^II_4[Fe^III(CN)_6]_3$ 說明：形成普魯士藍的反應式為 $4Fe^{3+} + 3[Fe(CN)_6]^{4-} \rightarrow Fe^II_4[Fe^III(CN)_6]_3$
Fe^{2+}	$Fe^{2+} \rightarrow$ 加入 赤血鹽 \rightarrow 搖晃混合 現象：形成普魯士藍 $Fe^II_4[Fe^III(CN)_6]_3$ 說明： Fe^{2+} 先與 $[Fe(CN)_6]^{3-}$ 經氧化還原成 Fe^III 及 $[Fe(CN)_6]^{4-}$ ，再互相結合而生成普魯士藍沉澱	$Fe^{2+} \rightarrow$ 加入 黃血鹽 \rightarrow 搖晃混合 現象：看到藍綠色沉澱 說明：先形成普魯士白 $Fe^II_4[Fe^II(CN)_6]_3$ ，再經空氣與氧化成普魯士藍。普魯士白中均為+2價鐵離子。

龍騰文化

▲製作步驟

17 討論實驗現象

- 有兩種組合可產生普魯士藍 (Prussian blue · PB)，分別是 $[Fe^{3+} + 黃血鹽]$ 和 $[Fe^{2+} + 赤血鹽]$ 的組合。
- 早期以為 $[Fe^{2+} + 赤血鹽]$ 所形成的藍色沉澱與普魯士藍不同，稱為滕氏藍，後來經過驗證，滕氏藍即為普魯士藍，兩者的結構相同。

龍騰文化

▲小組討論實驗現象及結果

18 討論實驗現象

- 普魯士藍還原可得普魯士白 (PW)，普魯士白中的鐵均為+2價。

$$Fe^III_4[Fe^II(CN)_6]_3 + 4K^+ + 4e^- \rightarrow K_4Fe^II_4[Fe^II(CN)_6]_3$$

(PB) (PW)
- 普魯士藍氧化則可得普魯士黃 (PY)，普魯士黃中的鐵均為+3價。

$$Fe^II_4[Fe^II(CN)_6]_3 + 3A^- \rightarrow Fe^III_4[Fe^III(CN)_6]_3 + 3e^-$$

(PB) (PY)

龍騰文化

▲小組討論實驗現象及結果

課程經驗分享

新課綱的推行勢在必行，與其排斥它，不如將其視為一次轉機。它是一次跨科合作的好機會，雖然探究與實作的課程在短時間內會造成老師們的衝擊，也很難有立竿見影的成效，但從本校試行的結果來看，它開啓自然科整合、合作的效果是確定的。面對未來的世界，同學必須擁有解決問題的能力，所以已經不是我們硬塞大量的知識給他們，而是要教導他們如何獲取資訊、擷取所需資訊、與判斷驗證資訊正確性，進而疊加成對自己有幫助的知識。也就是說，我們與其給同學魚吃，不如教同學如何選擇適當的釣竿、判斷水流速度、如何釣魚等，這樣同學才有自行謀生能力，共勉之。