

# 2024 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

## 國中組 成果報告表單

### 題目名稱：1706 年的藍色浪漫-藍曬感光液之呈色探究

#### 一、摘要

本實驗主要是在探討不同比例及不同配製比例的藍曬感光液中，何者能夠擁有最明顯及最亮麗的曝曬效果，在進行探究實作時，我們發現，曝曬光源為陽光且配製的質量比為赤血鹽：水=1：7、檸檬酸鐵銨：水=1：5 時，會較其他的藍曬感光液有較完美的曝曬效果。而此實驗結果，可以發展運用到藝術領域的藍曬技術，像是利用藍曬圖製成的山水畫，某些部分也許需要較深或較淡的顏色對比，經過實驗，也能調配出正確的顏色深淺，而在某些部落中，也能創作出具有特色的標誌或圖像。

#### 二、探究題目與動機

在尋找題目時，我們首先搜尋了許多有關於化學劑量對實驗結果影響的期刊或小論文得獎作品，但卻收益不大。於是，藉著一次走訪客家文化之旅後，看到了客家人特有的文化--藍染，有些原住民部落利用自產絲綢染上特殊的植物“大菁”再曝曬陽光，等風乾結束後，便可收穫華麗的衣裳。回學校後，我們醉心於那美麗的藍色世界中，於是，搜尋資料學習有關藍染的化學，最終我們決定以光化學反應來呈現藍染的結果，並將它們做成一項藝術品，如圖一所示，也就是配製藍曬感光液，並將其照射陽光，再陰乾於試紙上，讓我們的生活也染上亮眼的普魯士藍。

此外，在欣賞眾多藍曬藝術品及了解製作過程之餘，也不免好奇最漂亮的“藍”究竟是由什麼比例的藥品配製而成，因此，我們決定以實驗探究之，來找尋答案解答心中的疑惑。

本實驗主要是在探討不同照光條件及不同配置比例的藍曬感光液中，何者能夠擁有最明顯及最亮麗的曝曬效果，由實驗結果可知，我們發現曝曬光種為陽光且配置比例為赤血鹽：水=1：7，檸檬酸鐵銨：水=1：5 時，會較其他的藍曬感光液有較完美的曝曬效果，藍色顏色分布均勻且色彩飽和度高。而此實驗結果，可以推展應用到原住民的藍曬技術，進而使他們可以製造出更加優質的藍晒布料，發揮更大的經濟價值。



圖一 自製藍印術成品

#### 三、探究目的與假設

- 1.配製不同濃度的感光液，探討反應物的濃度比例是否會影響亞鐵氰化鐵的生成，並分析其顏色深淺。
- 2.不同類型的光源進行光化學反應，探討光源種類是否會影響亞鐵氰化鐵的生成，並分析其顏色深淺。
- 3.在不同照光時間下，探討光化學反應進行的時間是否會影響亞鐵氰化鐵的生成，並分析其顏色深淺。

#### 四、探究方法與驗證步驟

(一)實驗器材：

1.實驗藥品：鐵氰化鉀  $K_3[Fe(CN)_6]$ ，檸檬酸鐵銨(赤血鹽) $NH_4)_5[Fe(C_6H_4O_7)_2]$ 、蒸餾水  $H_2O$

2.實驗器材：

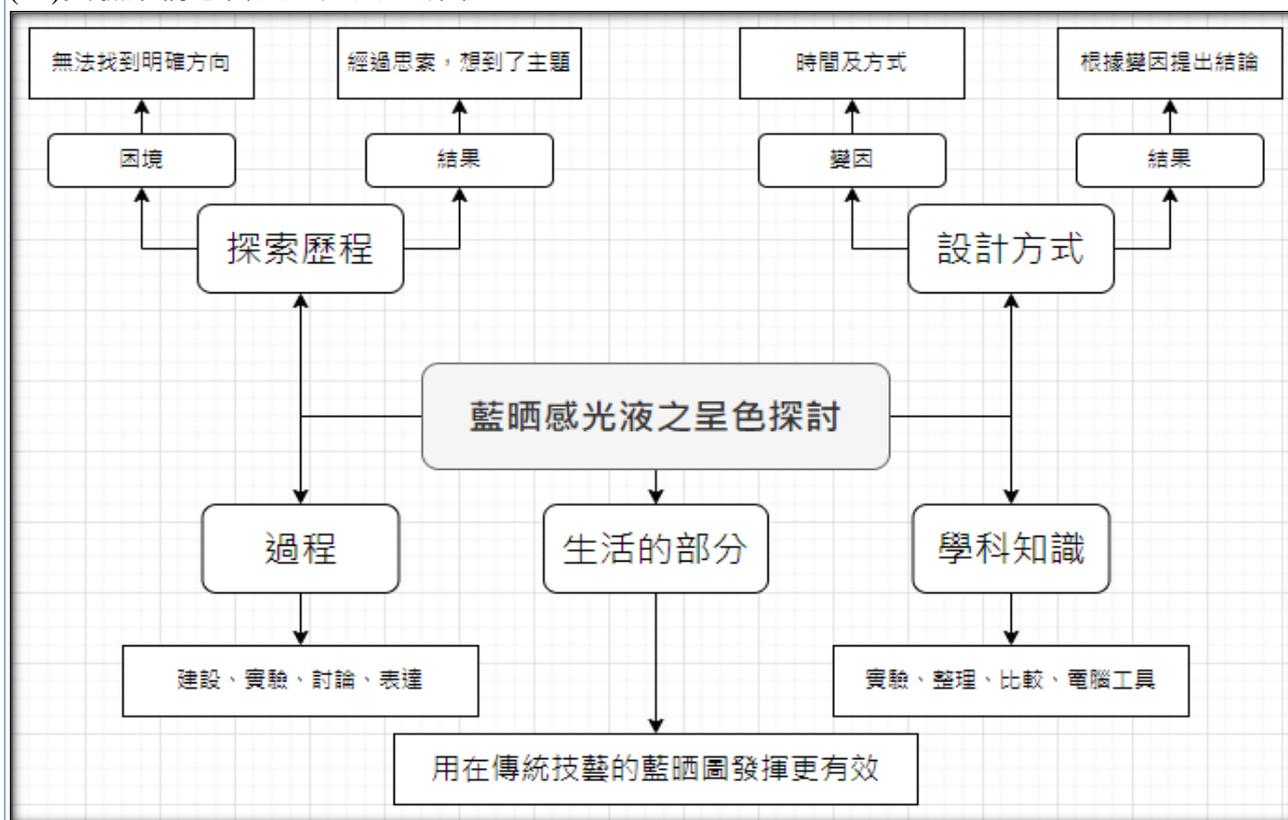
量筒	玻璃棒	電子秤	濾紙	稱藥勺	滴管
容量瓶 100mL	燒杯	棕色玻璃瓶	秤量紙	紫外光	碼錶

3.拍攝工具：手機

4.照射光源：陽光、紫外線光源(瓦數：48 瓦)

5.統計及分析軟體：Excel、imageJ

(二)實驗架構心智圖，如圖二所示：



圖二 實驗架構心智圖

(三)實驗設計與步驟：

## 實驗一：不同濃度的感光液

操縱變因：赤血鹽、檸檬酸鐵銨與水的比例。

### 實驗步驟：

- 1.配製赤血鹽溶液(赤血鹽粉末與水以質量比 1 : 7 混合)、檸檬酸鐵銨溶液(檸檬酸鐵銨粉末與水以質量比 1 : 5 混合)。
- 2.配製赤血鹽溶液(赤血鹽粉末與水以質量比 1 : 10 混合)、檸檬酸鐵銨溶液(檸檬酸鐵銨粉末與水以質量比 1 : 4 混合)。
- 3.將配製的溶液平均分配至六個小燒杯。
- 4.使用刷子將溶液均勻塗抹於濾紙上。
- 5.將六張濾紙同時曝曬於陽光下，並設置計時器 5、10、15、20、30 及 40 分鐘。
- 6.時間結束後，將濾紙浸泡於水中，輕輕攪動，使化學藥劑脫離於濾紙上，此過程稱為「水洗」。
- 7.以手機拍攝水洗完的照片進行 RGB 分析。

### 分析步驟：

- 1.將手機拍攝完的圖片上傳於軟體 imageJ 上。
- 2.將鼠標放於圖片上，讀取顯示於上面的 RGB 數值並記錄。
- 3.取數十個點，輸入 excel 求取平均值。
- 4.比較不同濃度的感光液對藍印術的影響。

## 實驗二：不同種類的光源

操縱變因：照射光的種類。

### 實驗步驟：

- 1.配製赤血鹽溶液(赤血鹽粉末與水以質量比 1 : 7 混合)、檸檬酸鐵銨溶液(檸檬酸鐵銨粉末與水以質量比 1 : 5 混合)。
- 2.配製赤血鹽溶液(赤血鹽粉末與水以質量比 1 : 10 混合)、檸檬酸鐵銨溶液(檸檬酸鐵銨粉末與水以質量比 1 : 4 混合)。
- 3.將配製的溶液平均分配至六個小燒杯。
- 4.使用刷子將溶液均勻塗抹於濾紙上。
- 5.將濾紙分別在紫外燈光下照射不同時間，設置計時器 10、20、30、40、50、60、70、80、90 及 100 秒。
- 6.時間結束後，將濾紙浸泡於水中，輕輕攪動，使化學藥劑脫離於濾紙上，此過程稱為「水洗」。
- 7.以手機拍攝水洗完的照片進行 RGB 分析。

### 分析步驟：

- 1.將手機拍攝完的圖片上傳於軟體 imageJ 上。
- 2.將鼠標放於圖片上，讀取顯示於上面的 RGB 數值並記錄。

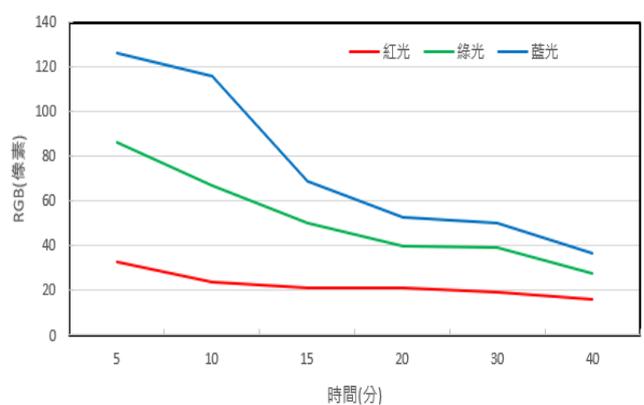
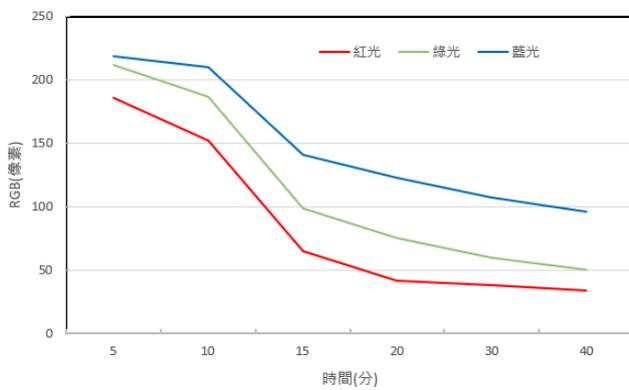
- 3.取數十個點，輸入 excel 求取平均值。
- 4.比較不同光源種類對藍印術造成的影響。

#### (四)實驗結果與圖表分析：

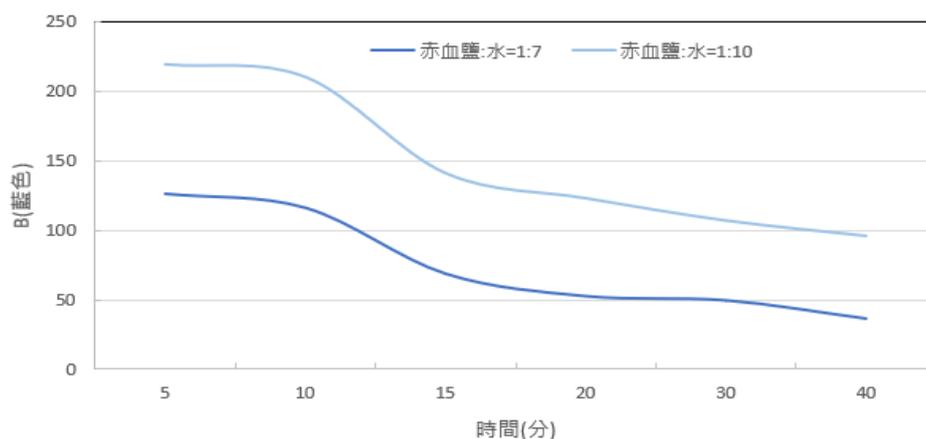
##### 1.不同濃度的感光液在陽光下進行光化學反應

配製不同濃度的感光液，將塗上感光液的濾紙在陽光下曝曬不同的時間，所得的 RGB 分析圖如圖三、圖四所示，圖三為質量比赤血鹽：水=1：10、檸檬酸鐵鉍：水=1：4；圖四為質量比赤血鹽：水=1：7、檸檬酸鐵鉍：水=1：5。

本研究採用 imageJ 軟體進行顏色分析，顏色愈深分析所得的數字愈小，藉以了解不同濃度的感光液在陽光下進行不同光化學反應時間所造成普魯士藍的顏色深淺變化，如圖五所示。



圖三 陽光下進行光化學反應，赤血鹽：水 =1：10、檸檬酸鐵鉍：水=1：4      圖四 陽光下進行光化學反應，赤血鹽：水 =1：7、檸檬酸鐵鉍：水=1：5

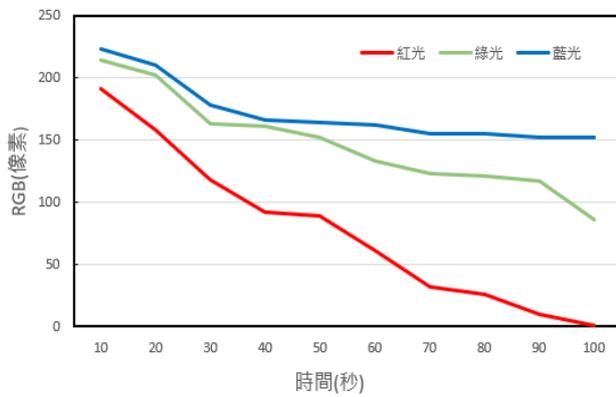


圖五 不同濃度的感光液在陽光下曝曬不同時間的藍色色光分析圖

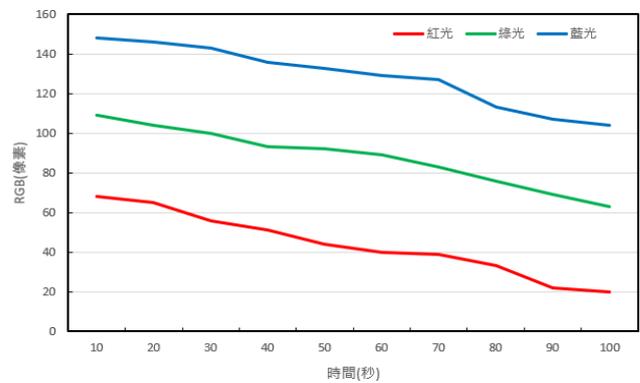
由實驗結果可知，赤血鹽：水=1：7、檸檬酸鐵鉍：水=1：5 會較赤血鹽：水=1：10、檸檬酸鐵鉍：水=1：4 擁有更加好的曝曬效果，所得的完成品藍色較深且均勻。我們推論可能的原因是感光液的濃度愈高，對濾紙的覆蓋率愈好，有助於使曝曬的影像更為清晰，且檸檬酸鐵鉍具有定影的效果，若檸檬酸鐵鉍的濃度較高，也可提供較佳的對比度和清晰度。

##### 2.不同濃度的感光液在紫外光下進行光化學反應

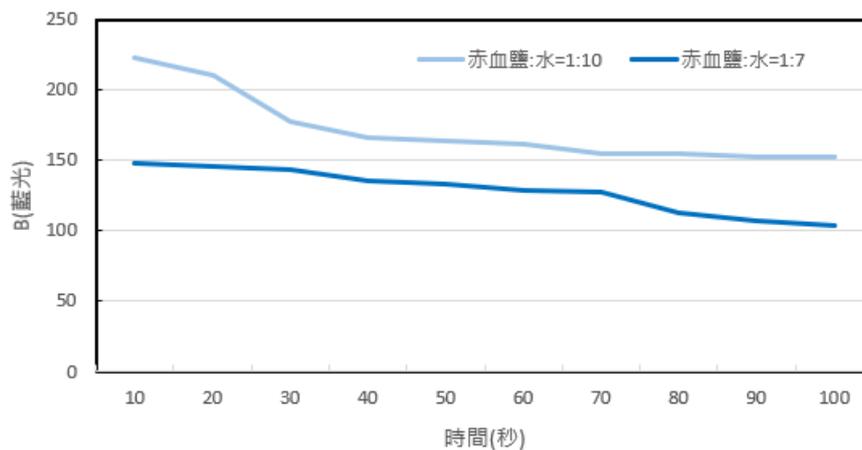
配製不同濃度的感光液，將塗上感光液的濾紙在紫外光下曝曬不同的時間，所得的 RGB 分析圖如圖六、圖七所示，圖六為質量比赤血鹽：水=1：10，檸檬酸鐵銨：水=1：4；圖七為質量比赤血鹽：水=1：7，檸檬酸鐵銨：水=1：5。不同濃度的感光液在紫外光下進行不同光化學反應時間所造成普魯士藍的顏色深淺變化，如圖八所示。



圖六 紫外光下進行光化學反應，赤血鹽：水=1：10，檸檬酸鐵銨：水=1：4



圖七 紫外光下進行光化學反應，赤血鹽：水=1：7，檸檬酸鐵銨：水=1：5



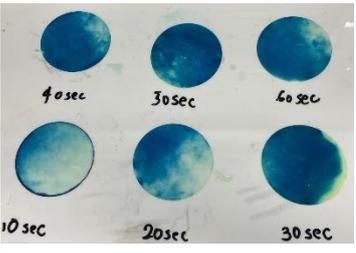
圖八 不同濃度的感光液在紫外光下曝曬不同時間的藍色色光分析圖

由實驗結果可知，在紫外光照射下的結果和陽光曝曬所得的結果相似，皆是較高濃度的感光液在進行光化學反應後可得到較為清晰的普魯士藍，所得的完成品藍色較深且均勻。

### 3.不同種類的光源對光化學反應的影響

為了了解光源種類對於藍曬光化學反應的影響，我們選擇太陽光和能量較高的紫外光進行比較與分析，如圖五、圖八所示，發現紫外光可在較短的時間內使濾紙呈現藍黑色，但水洗後的定影效果卻不如太陽光照射的結果，我們推測赤血鹽和檸檬酸鐵銨等感光物質在光的作用下會產生光化學反應，而這些反應會受到不同波長的光照影響。由本實驗所得的結果可知，太陽光的反應優於紫外光，所以我們推論赤血鹽的感光反應主要受到可見光的影響，在可見光範圍內會吸收光能，特別是藍色光，進而觸發與檸檬酸鐵銨的反應，從而形成影像。不同光源下設計出的藍曬作品如表一所示。

表一 不同光源影響藍曬效果的作品

光源	紫外光	太陽光
作品		

太陽光包含可見光和一定比例的紫外光，我們認為這對於赤血鹽的感光效果是有利的，赤血鹽對於可見光較為敏，因此，在太陽光下進行曝曬，可見光的能量可以更有效的促使赤血鹽產生化學反應，觸發與檸檬酸鐵銨的反應形成清晰的影像。

綜合以上實驗可知，無論是透過何種比例或何種光線所曝曬的感光液，所表現出之 RGB 圖表回歸線隨時間皆呈線性函數下降趨勢，也就是說，藍曬圖會因時間的增長而逐漸變深。

### 五、結論與生活應用

- 1.不同濃度的的感光液會讓亞鐵氰化鐵的顏色深淺造成變化。
- 2.利用紫外線照射的樣本 RGB 值皆呈類線型函數下降，一開始的 RGB 數值較高，後來逐漸遞減。
- 3.利用太陽光照射的樣本 RGB 值先急速下降後逐漸平緩，最後 RGB 數值相近，一開始的 RGB 數值也都較低。
- 4.照射光源越久的時間，濾紙上所呈現的普魯士藍，整體顏色愈深，RGB 數值越小。
- 5.在對比各種變因後，我們發現利用太陽光照射高濃度的感光液，並進行 30 分鐘的光化學反應，其結果較偏向大部分人所認同的顏色與美感。
- 6.藝術領域之中，能運用本次實驗的結果搭配不一樣風格的藍曬圖，像是利用藍曬圖製成的山水畫，某些部分也許需要較深或較淡的顏色對比，經過實驗，也能調配出正確的顏色深淺，而在某些部落中，也能創作出具有特色的標誌或圖像。

### 參考資料

- 1.你說的“藍”是什麼“藍”—藍晒感光液呈色探討  
[https://sci.ptc.edu.tw/Upfile/Works/1583222567\\_874955\\_97.pdf](https://sci.ptc.edu.tw/Upfile/Works/1583222567_874955_97.pdf)
- 2.藍晒圖、裝置藝術、赤血鹽  
<https://vtedu.k12ea.gov.tw/uploads/16087036346009FGRpJlw.pdf>
- 3.藍印術-光化學反應與普魯士藍  
[https://md1.mdhs.tc.edu.tw/tp/teacher/TE1124/%E7%8F%AD%E7%B4%9A%E7%B6%93%E7%87%9F/%E8%97%8D%E5%8D%B0%E8%A1%93\\_%E5%AF%A6%E9%A9%97%E6%93%8D%E4%BD%9C%E5%8F%8A%E7%B4%80%E9%8C%84.pdf](https://md1.mdhs.tc.edu.tw/tp/teacher/TE1124/%E7%8F%AD%E7%B4%9A%E7%B6%93%E7%87%9F/%E8%97%8D%E5%8D%B0%E8%A1%93_%E5%AF%A6%E9%A9%97%E6%93%8D%E4%BD%9C%E5%8F%8A%E7%B4%80%E9%8C%84.pdf)