

2025 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

國中組 成果報告格式

題目名稱：夢想藍圖—藍曬用於紫外線強度偵測之可行性探討
一、摘要
藍曬在以前常用於保存相片，是一種穩定的製圖方法。本研究透過改變檸檬酸鐵銨和鐵氰化鉀的質量比，探討哪個比例的效果最好。結果顯示鐵氰化鉀：檸檬酸鐵銨 1：2 的比例效果最佳，變色速度最快，顏色也很明顯。固色液則是雪碧的效果最佳，不僅不太會改變原本藍曬的顏色，還可以很好的改變紙邊緣泛黃的問題，是很好的固色液選擇。最後，紫外線強度實驗中得知，強度和變色速度、顏色深度呈正相關。未來希望進一步利用儀器偵測之紫外線強度數值分析其和藍曬顏色色階數值間的關係，期望能製作出強度比對色卡，讓我們能利用創新方法觀察紫外線強度。
二、探究題目與動機
偶然想起國小的美勞課，那天美勞老師帶了兩個不同的化學藥品進來教室，說要帶我用兩個化學藥劑做出氰版印刷。想起來還是覺得很有趣，但老師似乎並沒有詳細的講原理，於是在好奇心的驅使下，我上網查了資料，發現氰版印刷也叫「藍曬」，是由檸檬酸鐵銨和鐵氰化鉀混合而成的感光液，在紫外線下曝曬後形成普魯士藍。因此我想了解不同比例的感光液經過太陽曝曬後的顏色差異，並找出效果最好的感光液比例。另外也想到，如果是因為紫外線的影響造成變色，那不同紫外線強度照射下，顏色是否也會有不同？是否可用於偵測紫外線的不同呢？基於以上幾個疑問，開始了我們的研究。
三、探究目的與假設
一、探討不同比例感光液的顏色差異。 二、探討不同固色液對藍曬顏色的差異。 三、探討藍曬在不同紫外線強度下的顏色差異。
四、探究方法與驗證步驟
一、實驗原理 藍曬是一種製圖工藝，是在 1842 年由約翰·赫歇爾爵士所發明的。又稱為藍印術、氰版印刷。成本低廉，製作方式簡易。藍曬的原理是因檸檬酸鐵銨在照射到紫外線後，會從三價鐵離子還原成二價亞鐵離子，再和鐵氰化鉀反應後，會生成難溶於水的亞鐵氰化鐵，也就是深藍色的普魯士藍固體。若有還未反應到的藥劑，因可溶於水，可以用水洗去，紙上就只會留下亞鐵氰化鐵固體。 下列是製作藍曬的基本步驟： (一) 調感光液：取出檸檬酸鐵銨和鐵氰化鉀，加水溶解。 (二) 上色：將感光液倒進塑膠盆，讓紙均勻吸附感光液，再將紙用鑷子夾出，並放到壓克力板上陰乾。

(三) 曝曬：將紙拿到室外曝曬太陽。我們做實驗時有用太陽能光強度測量儀，測當時做實驗的紫外線強度。

(四) 清洗：曝曬後，清洗沒反應完的感光液。

(五) 晾乾：將清洗過後的紙拿到陰涼處晾乾。

二、實驗設計

(一) 探討不同比例的感光液曝曬過後的顏色差異

我想知道經過曝曬之後，不同比例的感光液呈現出的顏色會有甚麼差異，於是設計了此實驗。取了五種比例，分別是 3：1、2：1、1：1、1：2、1：3。實驗步驟如下：

1. 調感光液：在燒杯中配置檸檬酸鐵銨、鐵氰化鉀，並添加 30g 水。

	鐵氰化鉀	檸檬酸鐵銨	比例	水
①	0.9g	0.3g	3：1	30g
②	0.8g	0.4g	2：1	30g
③	0.6g	0.6g	1：1	30g
④	0.4g	0.8g	1：2	30g
⑤	0.3g	0.9g	1：3	30g

2. 上色：將五組感光液輪流倒進塑膠盆中，並讓感光液均勻吸附於水彩紙上，計時一分鐘後將水彩紙取出，並放到壓克力板上陰乾。

3. 曝曬：將壓克力板拿到戶外曝曬 30 分鐘。

4. 清洗：將紙拿到水盆清洗 1 分鐘。

5. 晾乾：將清洗過後的水彩紙拿到陰涼處曬乾。

6. 比較：將紙晾乾拍照後，進行分析顏色差異。

(二) 探討不同固色液對藍曬顏色的差異

在前幾次實驗中，發現藍曬過後的紙，若經多次清洗或放太久，顏色會和一開始有差異，紙的邊緣也會泛黃，在上網查過資料後，發現酸性液體可以有固色效果，所以找了五種易取得的酸性的液體來比較固色效果，並找出固色效果最好、且不會改變藍曬本身顏色的固色液。實驗步驟如下：

1. 調感光液：在燒杯中配置檸檬酸鐵銨、鐵氰化鉀，並添加 30g 水，選用實驗一中效果最顯著的比例（1：2）來進行本次實驗。

2. 上色：將感光液倒進塑膠盆，並讓感光液均勻吸附於水彩紙上，計時一分鐘後將水彩紙取出，並放到壓克力板上陰乾。

3. 曝曬：將壓克力板拿到戶外固定地點曝曬 30 分鐘。

4. 固色：將曝曬後的紙浸泡在不同固色液中 1 分鐘。

	固色液種類	pH 值
①	雪碧	3.2
②	氣泡水	6.0
③	雙氧水	2.5

④	食用醋	3.0
⑤	檸檬酸水溶液	1.0

5. 清洗：將紙晾乾後拿到水盆清洗 5 分鐘。

6. 晾乾：將清洗過後的水彩紙拿到陰涼處曬乾。

7. 比較：將紙晾乾拍照後，進行分析顏色差異。

(三) 探討同感光液在不同紫外線強度下曝曬後的顏色差異

我想知道同一個比例的感光液，在不同的紫外線強度下曝曬過後，會不會有顏色差異，於是設計了這個實驗。實驗步驟如下：

1. 調感光液：在燒杯中配置檸檬酸鐵銨、鐵氰化鉀，並添加 30g 水，選用實驗一中效果最顯著的比例（1：2）來進行本次實驗。

2. 上色：將感光液倒進塑膠盆，並讓感光液均勻吸附於水彩紙上，計時一分鐘後將水彩紙取出，並放到壓克力板上陰乾。

3. 曝曬：將圖紙夾在壓克力板後拿到戶外固定地點曝曬 30 分鐘。

	紫外線強度	日期	觀測站
①	1	20250214	交通部中央氣象署新北氣象站
②	2	20250216	交通部中央氣象署新北氣象站
③	3	20250216	交通部中央氣象署新北氣象站
④	4	20250215	交通部中央氣象署新北氣象站
⑤	5	20250215	交通部中央氣象署新北氣象站

4. 固色：將曝曬後的紙浸泡在不同固色液中 1 分鐘。

5. 清洗：將紙拿到水盆清洗 1 分鐘。

6. 晾乾：將清洗過後的水彩紙拿到陰涼處晾乾。

7. 比較：將紙晾乾拍照後，進行分析顏色差異。

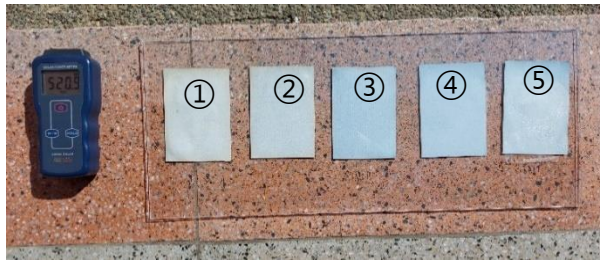
五、結論與生活應用

一、探討不同比例感光液的顏色差異

(一) 曝曬時：從實驗中可以得知，檸檬酸鐵銨加的越多，越容易變色，且周圍會先變色。④、⑤的變速速度一樣，③的變色速度比④、⑤再慢一點，①、②在 30 分鐘內都無變色。在曝曬時，我們每五分鐘會轉 180 度，以免有地方接受到的紫外線較少。

	①	②	③	④	⑤
比例 (鐵氰化鉀：檸檬酸鐵銨)	3：1	2：1	1：1	1：2	1：3
變色速度	30 分鐘內無變色	30 分鐘內無變色	5：26	2：17	2：45

圖片



(三) 曝曬後：從表八中可以得知，③、④的變色效果最好，呈現深藍色，周圍顏色較深，⑤的效果也還可以，呈淺藍色，周圍顏色較深，①只有周圍有些微變色，②則都沒有變色。

	①	②	③	④	⑤
比例 (鐵氰化鉀：檸檬酸鐵銨)	3 : 1	2 : 1	1 : 1	1 : 2	1 : 3
顏色	淺綠 (無變色)	淺綠 (無變色)	深藍	深藍	淺藍

圖片

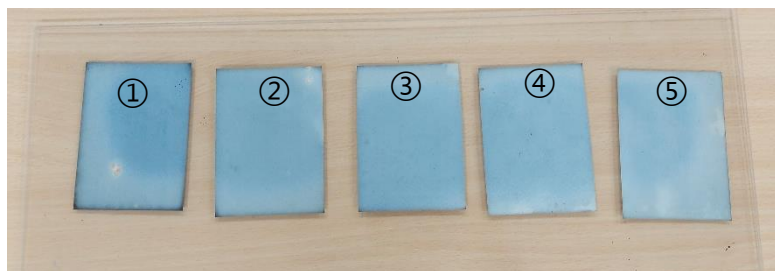


二、探討不同固色液對藍曬顏色的差異。

(一) 曝曬後：雖然五張水彩紙浸泡的感光液是同一個比例，但顏色還又有些微差異，但大多都是呈淺藍色。

	①	②	③	④	⑤
比例 (鐵氰化鉀：檸檬酸鐵銨)	1 : 2	1 : 2	1 : 2	1 : 2	1 : 2
顏色	淺藍 (偏深)	淺藍	淺藍	淺藍	淺藍

圖片



(三) 浸泡固色液後：⑤的顏色和曝曬後的顏色有嚴重色差，④和曝曬後相比有些微變深，在經過我們仔細地比對後，我們發現①在曝曬後還有浸泡固色液後的顏色差距最小，所以我們就選用雪碧來做後續的實驗。

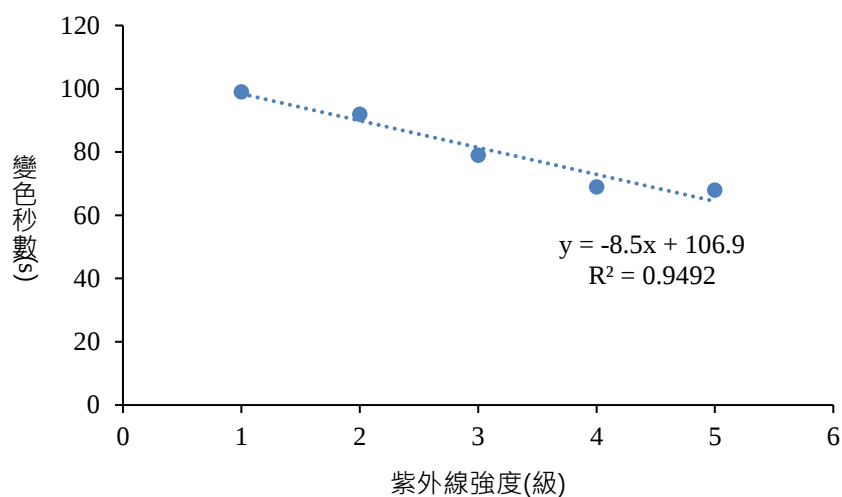
	①	②	③	④	⑤
固色液	雪碧	氣泡水	雙氧水	食用醋	檸檬酸

					水溶液
pH 值	3.2	6.0	2.5	3.0	1.0
顏色	深藍	深藍	淺藍	青色	深藍色
圖片					

三、探討藍曬在不同紫外線強度下的顏色差異。

(一) 曝曬時：①、②、③、④組，紫外線強度每上升一個區間，變色速度就會快大約十秒左右，但④、⑤組的變色速度差不多，都落在 1 分 10 秒上下，所以推測紫外線強度越強，變色速度會越快；但當紫外線強度夠強時，秒數差異就不會這麼明顯的變化。從圖二十一

	①	②	③	④	⑤
紫外線強度	1 級	2 級	3 級	4 級	5 級
變色時間	1 : 39	1 : 32	1 : 19	1 : 09	1 : 08
照片					

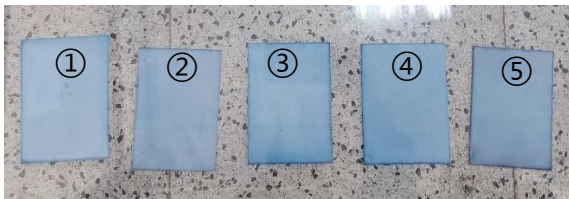


(二) 曝曬後：①、②、③組呈現淺藍色，隱約還可以看出綠色的痕跡，④、⑤成深藍色，看不出綠色的痕跡。但五組紙邊緣都有泛黃。

	①	②	③	④	⑤
紫外線強度	1 級	2 級	3 級	4 級	5 級
顏色	淺藍	淺藍	淺藍	深藍	深藍

照片					
----	---	---	---	---	---

(三) 清洗後：五組顏色有差異，紫外線強度的越強，顏色越深，但差異有些不太明顯，③、④的顏色差不多，浸泡完固色液且清洗後，可以看出五組的顏色差異有變明顯。

	①	②	③	④	⑤
紫外線強度	1 級	2 級	3 級	4 級	5 級
顏色深淺	⑤ > ④ > ③ > ② > ① (由深到淺排列)				
照片					

綜合以上實驗，發現鐵氰化鉀：檸檬酸鐵銨使用 1：2 的比例，不僅變色速度快，曝曬後的顏色也很清楚。如果需要一直清洗長久保存，建議使用固色液來讓藍曬能保存得更好，雪碧就是一個很不錯的固色液選擇，不僅不會將原本的作品染色，還可以改善邊緣泛黃的問題，也達到很好的固色效果。藍曬的變色也會隨著紫外線的強弱而改變顏色。藍曬的變色速度跟紫外線強度也有關係，紫外線強度越強，顏色會越深，變色速度越快。

未來希望能進一步透過紫外線偵測儀器的數據分析紫外線強度和藍曬顏色間的關聯性，期望能製作出色卡，藉由藍曬顏色的不同判斷紫外線強度的差異。也希望藍曬這項工藝，能運用在更多關於紫外線強度測試的地方，像是抗 UV 的各項產品測試，或防曬乳的效果測試，讓更多人認識這項傳統工藝。

參考資料

一、期刊論文

(一) 黃薈恩、張采甯、張鈺泓、李昕怡。2017。「藍」住陽光,"晒"出幸福—藍晒關鍵揭迷。中華民國第 57 屆中小學科學展覽會。

(二) 蔡涵芸、李沅蓁、鍾茲涵、蔡宇翔。2021。藍色狂想曲—藍晒變色探究。中華民國第 61 屆中小學科學展覽會。

(三) Kristin Link。2023。Cyanotype for Nature Journaling。Weekly Nature Journal。

二、網站

(一) 凡思若藝。2019。藍晒失敗的常見原因。

取自：<https://tovisionary.blogspot.com/2019/08/blog-post.html>

(二) LiFe 生活化學。2020。光合藍圖是什麼。

取自：<https://www.lifechem.tw/what-is-cyanotype.html>