

2022 年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

高中 (職) 組 成果報告表單

題目名稱：藍曬大解密

一、摘要：

這次的實驗探討藍曬使用的比例、材質、光源、時段，以找出最佳組合。檸檬酸鐵銨與鐵氰化鉀重量比 1：1 為最佳，從中發現孔隙較大的紙 - 濾紙呈現效果較好；測試的光源包含了黃光、白光、紅外線、烘碗機殺菌燈，其中以烘碗機的殺菌燈效果最好，但依舊比不過陽光直接曝曬，而一天中的早上 9 點、中午 12 點以及下午 3 點，將感光紙曝曬 60 分鐘，成像效果並沒有明顯差異。總結使用檸檬酸鐵銨與鐵氰化鉀重量比 1：1 配製而成的感光溶液，紙張使用濾紙，接著以烘箱烘乾，並於晴天拿去太陽曝曬是最佳組合。

二、探究題目與動機

第一次接觸藍曬時是在學校的多元選修，覺得是種很神奇的东西，因此有了初步的認識，第二次接觸於社團，需要準備課程內容並親自教學卻發現網路上有各式各樣的比例與方法，成像出來的效果也不盡相同，因此因此我們想了解在於不同比例、狀況下哪種效果最佳。

三、探究目的與假設

藍曬又稱氰版印刷，因為成分內涵「氰」。1842 年由 John Herschel 發明，使用檸檬酸鐵銨、鐵氰化鉀作為感光劑，是利用檸檬酸鐵銨的檸檬酸根，在紫外線的照射下產生光化學反應而丟出電子的特性，從三價鐵離子還原成兩價亞鐵離，接著與鐵氰化鉀反應，形成難溶於水的普魯士藍附著在紙張上。舉例來說，取一葉子放置於感光紙上，被葉子蓋住而未曝曬到陽光的部份不會產生普魯士藍沉澱，沒有被葉子蓋住的感光紙會直接曝曬到陽光，而產生普魯士藍沉澱，曝曬完成後，用清水可以洗去未反應多餘的藥劑，陰乾後藍曬就完成了！

藍曬過程中涉及到許多變因，光源、藥品比例、曝曬時間、紫外線強度、紙張材質、感光液塗抹方式等等，因此我們想從中研究幾個變因，以便未來實驗時可以提升成功率，得到漂亮的藍曬作品：

1. 不同紙張材質於陽光下的成像效果
2. 使用不同光源的成像效果
3. 不同日曬時段是否影響成像效果
4. 不同藥品比例之感光液於陽光下的成像效果

四、探究方法與驗證步驟

一、實驗方法

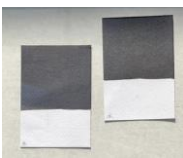

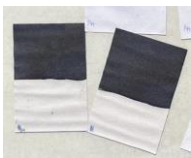
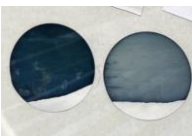






1. 實驗一：不同紙張材質對藍曬的成像效果
 - a. 準備各種紙類（水彩紙，雲彩紙，A4 影印紙，圖畫紙，濾紙），並裁切好
 - b. 以 1：1 的檸檬酸鐵銨與鐵氰化鉀配製感光液，將溶液均勻刷在每個紙張上烘

乾

- c. 拿到陽光下曬 60 分鐘
 - d. 放入清水浸泡清洗後陰乾，拍照記錄其成像成果
2. 實驗二：不同光源對藍曬的成像效果
- a. 以 1:1 的檸檬酸鐵銨與鐵氰化鉀配製感光液，將溶液均勻刷在每個紙張上烘乾
 - b. 分別用(白燈、黃燈、紅外線、烘碗機)曬 60 分鐘
 - c. 放入清水浸泡清洗後陰乾，拍照記錄其成像成果
3. 實驗三：不同日曬時段對藍曬成像的效果
- a. 以 1:1 的檸檬酸鐵銨與鐵氰化鉀配製感光液，將溶液均勻刷在每個紙張上烘乾
 - b. 分別在早上 9 點、中午 12 點、下午 3 點時在相同的位置曬太陽 60 分鐘
 - c. 放入清水浸泡清洗後陰乾，拍照記錄其成像成果
4. 實驗四：不同藥品比例對藍曬的成像效果
- a. 分別以 (1:1 · 1:2 · 1:3 · 2:3 · 3:2 · 2:1 · 3:1) 比例的檸檬酸鐵銨與鐵氰化鉀配製感光液，再將溶液均勻刷在相同材質的紙張上烘乾
 - b. 拿到陽光下曬 60 分鐘
 - c. 放入清水浸泡清洗後陰乾，拍照記錄其成像成果

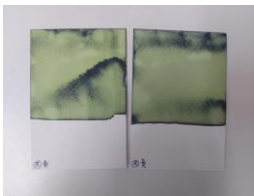
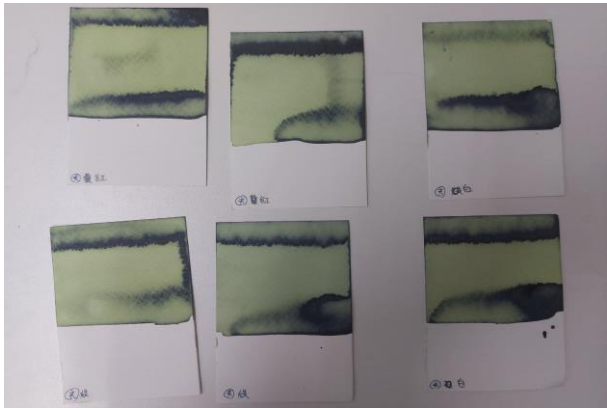
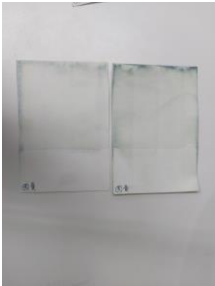
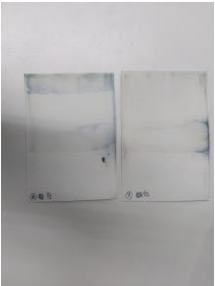

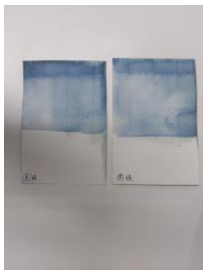
二、實驗結果

實驗一：不同紙張材質對藍曬的成像效果

	水彩紙	雲彩紙	圖畫紙	濾紙	A4 影印紙
曝曬後					
沖洗後效果					

從照片中發現濾紙的成像效果是最好的，可能是因為濾紙孔隙較大，且吸水性佳，感光液容易吸飽，而生成的亞鐵氰化鐵也比較容易附著；效果最差的為 A4 影印紙，可能是因為表面平滑，吸水性差，所以成像效果不如想像中好。而雲彩紙效果雖然沒有濾紙那麼好，但本身有紋路，會有凹凸的感覺而有了有深淺的層次。


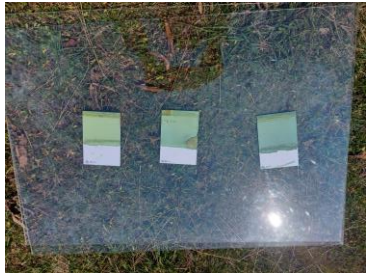


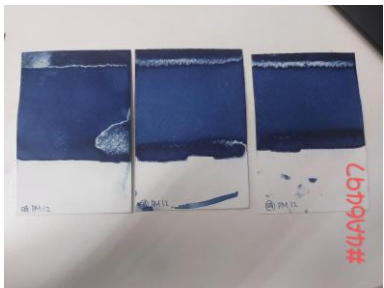
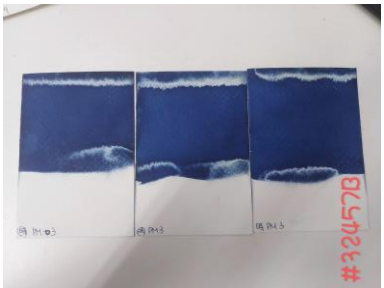
實驗二：不同光源對藍曬的成像效果

	黃光	白光	紅外線	烘碗機殺菌燈
曝曬後				
沖洗後效果				

烘碗機的效果最好，而紅外線、白光、黃光效果非常差，等同沒效用，洗完後變回一張白紙，並未有藍曬的效果。紅外線為非可見光，介於微波與可見光中間的電磁波，能量比紫外線小；實驗用的白光和黃光為 LED 燈，是發光二極體，能量與紫外線相比亦較小；烘碗機，內部有安裝作為殺菌用的紫外燈，由以上我們推論需要使感光紙反應都要有紫外線，但相較太陽，烘碗機的紫外線效果還是差多，因此如果使用烘碗機，曝曬時間可加長。















實驗三：不同日曬時段對藍曬成像的效果

	早上 9 點	中午 12 點	下午 3 點

曝曬後			
沖洗後效果			

同一天分別在早上 9 點、中午 12 點、以及下午 3 點，於晴天陽光下曝曬 1 小時後，其成像成果用肉眼看不太出明顯的差異，有可能是因為當天天氣極好，且曝曬時間夠久，有足夠的環境讓鐵氰化鉀與檸檬酸鐵銨進行反應。下次或許可以縮短曝曬時間，觀察是否會有差異。

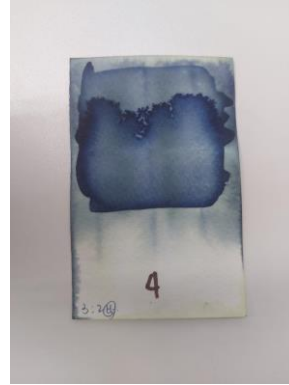
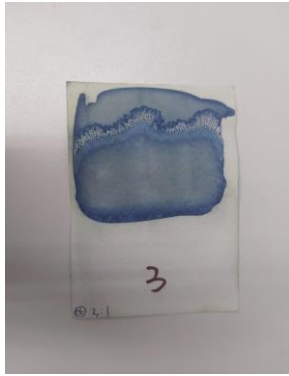
實驗四：不同藥品比例之感光液於陽光下的成像效果

檸檬酸鐵銨：鐵氰化鉀重量比	1:1	1:2	1:3	2:3	3:2	2:1	3:1
曝曬後							
沖洗後效果							

觀察沖洗後效果，可發現 1:1、2:1、3:1 比例下，顏色較明顯、呈色較藍，而 1:1 的情況下呈現的效果是最均勻，與其他兩個比起來效果又是最佳的。

過程中遭遇發現問題

1. 曝曬後顯色不均勻，可能是塗感光液時塗的不均勻，或是可以塗兩層至三層確保紙張吸飽感光液。此外，塗完感光液後，自然陰乾與烘箱烘乾出來的感光紙效果不太一樣，自然陰乾因時間較長，讓晶體有時間慢慢結晶成型，所以會有較多結晶痕跡在感光紙上，烘乾快速烘乾較不會有此問題，但會有微微的咖啡色痕跡，像燒焦一樣。



以上兩張為自然陰乾的感光紙效果

2. 不管大小張的紙塗過溶液濕掉後會向外捲，因此未吸收溶液容易積在紙張前後，使的成像不均勻，下次乾燥時，或許可以於背面貼雙面膠使他平整，讓溶液不堆積。

五、結論與生活應用

實驗結論

1. 不同紙張材質於陽光下的成像效果

材質上濾紙的效果最佳，從中發現毛細孔越大的吸收感光液的能力越好，普魯士藍沉澱也較容易附著。

2. 使用不同光源的成像效果

黃光、白光、紅外線、烘碗機殺菌燈四種不同光源，以烘碗機殺菌燈的效果最佳，呈色效果雖比不上太陽直接照射藍，但較均勻，若要與太陽直射一樣藍的話，或許能於殺菌燈下拉長曝曬時間，或是選擇更高強度的紫外線。

3. 不同日曬時段是否影響成像效果

在上午 9 點、中午 12 點、下午 3 點此三個時段，將感光紙曝曬 60 分鐘後並無明顯差異，推論可能是曝曬時間較長，且當天天氣晴朗，所以有足夠的時間使感光紙反應完

全，下次或許能縮短曝曬時間及記錄當天的紫外線指數，來進一步觀察。

4. 不同藥品比例之感光液於陽光下的成像效果

檸檬酸鐵銨與鐵氰化鉀的重量比 1：1 時的效果是最佳，整體效果呈現的顏色與均勻度最好，而 2：1、3：1 的效果是第二佳的，差別於顏色較無前者飽和跟均勻，但均勻度可能與人為有關，像是塗感光液的方式等。

5. 由實驗中發現，若想要製作出漂亮的藍曬作品，可以選擇檸檬酸鐵銨與鐵氰化鉀重量比 1：1 配製而成的感光溶液，紙張使用濾紙，接著以烘箱烘乾，並於晴天拿去太陽曝曬是最佳組合。

生活應用

- 生活中可以用來洗照片，與一般的數位洗的照片呈現不一樣的感覺，現在社會大家喜歡文青氣息，這就蠻符合的。
- 親子之間的 DIY。

參考資料

LIFE 生活

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

維基百科

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%B4%AB%E5%A4%96%E7%BA%BF>

<https://zh.wikipedia.org/wiki/LED%E7%87%88>

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%BA%A2%E5%A4%96%E7%BA%BF>

日光顯影-魅惑的藍：影響藍曬成像效果的因素探究

https://science.hsieh.chc.edu.tw/upload_works/106/ba5934ecec206c09d6d1d3cbc9bbdb72.pdf