

2023 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：探索指紋科學：看見指紋

一、摘要

指紋是人體表面上明顯的生物特徵之一，其形成過程、形態、紋路等都非常獨特。指紋辨識技術在現今社會已經廣泛應用在各個領域，例如犯罪偵查、大樓門禁管理、生活支付驗證、手機解鎖等。研究指紋科學可以幫助我們更熟悉指紋辨識的原理，並且利用這些原理發現指紋的類別。經由實驗我們可以得知以寧海德林檢測指紋的優劣處，以及不同情況下採集指紋，寧海德林法是否都能夠發揮功效。



來源：UL SOLUTIONS TAIWAN

二、探究題目與動機

「指紋辨識」是一種生活中常用的生物識別技術，因此可以通過比對人體指紋上的紋路來進行身份認證和鑒定。但是即使指紋辨識技術具有高度的準確性和可靠性，對於實驗前的我們而言，指紋辨識的原理和運作方式依然比較神秘和難以理解，指紋科學深深吸引著我們，如圖一所示。因此，我們需要進一步深入探索指紋科學，從指紋形成到辨識原理，以便更好地理解 and 應用指紋辨識技術



圖一 指紋科學 圖片來源 " CSI：指紋鑑識 (一) "

本研究的動機在於探索指紋科學的基礎理論和顯現方式，探索指紋這門深奧學問的奧秘。指紋的顯現方法有石墨粉末法、磁性粉末法、寧海德寧(茚三酮)法、氰基丙烯酸酯薰蒸法、硝酸銀法、碘薰法等，基於對化學反應的好奇心，我們決定使用化學方法的寧海德林法來探究此實驗，了解在不同情況下對指紋採集的效果，透過對指紋的研究，我們可以更清楚指紋辨識技術和顯現的原理及效果。

三、探究目的與假設

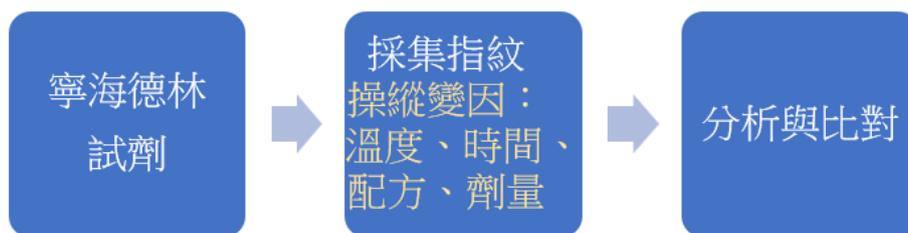
指紋是人類手指上的皮膚紋路，而指紋的每條紋路上都佈有汗孔，所以手指上會留有水份、油脂、胺基酸、膽固醇等物質，指紋除了可以在物體上的印痕，也能幫助人們抓緊物體，而印痕也能作為鑑識科學的蒐證關鍵。為了了解為何指紋在特定的檢方法後就能顯現出來？因此我們決定深入探究指紋的秘密。

以下是我們的探究目的：

- 一、探索指紋的成分及形成
- 二、不同配方對指紋顯現的效果
- 三、不同加熱溫度對指紋顯現的效果
- 四、不同加熱時間對指紋顯現的效果
- 五、不同劑量的寧海德林對指紋顯現的效果

四、探究方法與驗證步驟

一、實驗流程圖如圖二所示。

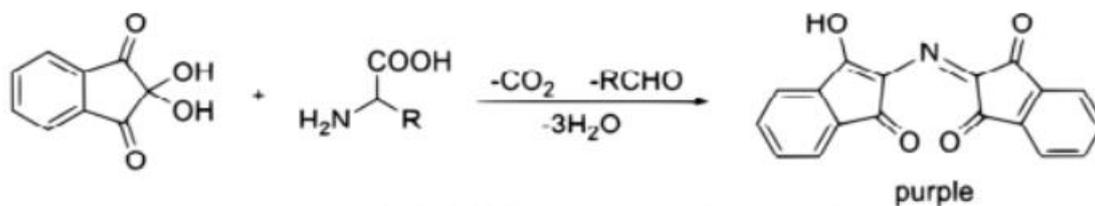


圖二 實驗流程圖

二、實驗過程

寧海德林試劑可與指紋成中的胺基酸產生反應，形成一種藍紫色的化合物，因此指紋的紋路可以被清楚的紀錄下來，化學反應式如圖三所示。本次實驗使用寧海德林與石油醚和甲醇混合的試劑作為顯現指紋的工具。

使用材料：寧海德林、石油醚、甲醇、紙張、加熱器具（烘箱）。



圖三 寧海德林與胺基酸反應生成的藍紫色化合物

將 2g 寧海德林粉末與甲醇和石油醚依照三種不同比例混合製成 100mL 試劑盛於塑膠噴瓶中備用，接著把指紋印上紙張後用噴瓶噴灑寧海德林試劑，再將其放入烘箱中加熱一段時間，觀察紙張取出後的指紋型態。

三、實驗結果

本實驗共分成四個部分進行討論，分別為不同加熱溫度、寧海德林試劑配方、加熱時間以及試劑噴灑量。

1. 不同加熱溫度對指紋顯現的影響

經過初步的實驗，我們發現寧海德林試劑似乎無法明顯的顯現在不吸水的材質上，例如壓克力、玻璃、陶瓷上，因此我們決定使用影印紙作為實驗對象，紙張上的呈像如圖四所示。



圖四 寧海德林試劑在紙張上的呈像

在探討不同加熱時間對指紋顯現的影響，操縱變因為 40°C、50°C、60°C、70°C 和 80°C，實驗結果如表一所示。

表一 不同加熱溫度對指紋顯現的效果

溫度	40°C	50°C	60°C	70°C
採集結果				

實驗結果顯示在固定寧海德林試劑的濃度為甲醇：石油醚為 50mL：50mL 時，加熱時間對指紋顯現的影響為 60°C > 70°C > 50°C > 40°C，本研究的最佳反應溫度為 60°C，可觀察到清晰的指紋紋路，而在 80°C 以上則完全看不到指紋的存在，因此並不是溫度越高顯現效果就越好，我們推論溫度愈高，雖然有助於提供能量使反應發生，但過高的溫度可能破壞試劑分子本身的鍵結，而使試劑失去效用，此外，過高的溫度也可能造成蛋白質變性，使得寧海德林試劑無法與胺基酸分子產生預期的反應而不能呈現紫色的紋路。

2. 不同試劑配方對指紋顯現的影響

為了了解寧海德林試劑中有機溶劑比例對採集指紋的差異，我們將甲醇和石油醚以三種不同比例進行配製，釐清哪一種配方的試劑在本實驗對於指紋採集的過程能發揮最大的效益，操縱變因甲醇：石油醚的毫升數分別為 96mL：4mL、50mL：50mL、4mL：

96mL，實驗結果整理如表二所示。

表二 不同寧海德林配方對指紋顯現的效果

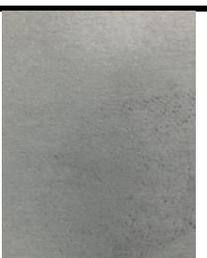
甲醇：石油醚 (mL：mL)	96：4	50：50	4：96
採集結果			

實驗結果顯示在指紋顯現的清晰度為甲醇：石油醚=50mL：50mL > 甲醇：石油醚= 96 mL：4 mL > 甲醇：石油醚=4 mL：96 mL，甲醇和石油醚的體積比為 1：1 時，在紙張上的顯現效果最好，最能完整的看出指紋輪廓，為本研究的最佳反應試劑配方。寧海德林試劑使用甲醇和石油醚為溶劑進行配製，除了可使寧海德林粉末充份溶解，分散均勻，利用甲醇具有極性和石油醚屬於非極性溶劑的特性，亦可幫助溶解指紋上的脂質、胺酸酸、鹽類等物質，使指紋的顯現較為容易，若甲醇的量不足，可能造成寧海德林粉末溶解不均而使試劑檢測效果大為降低。

3. 不同加熱時間對指紋顯現的影響

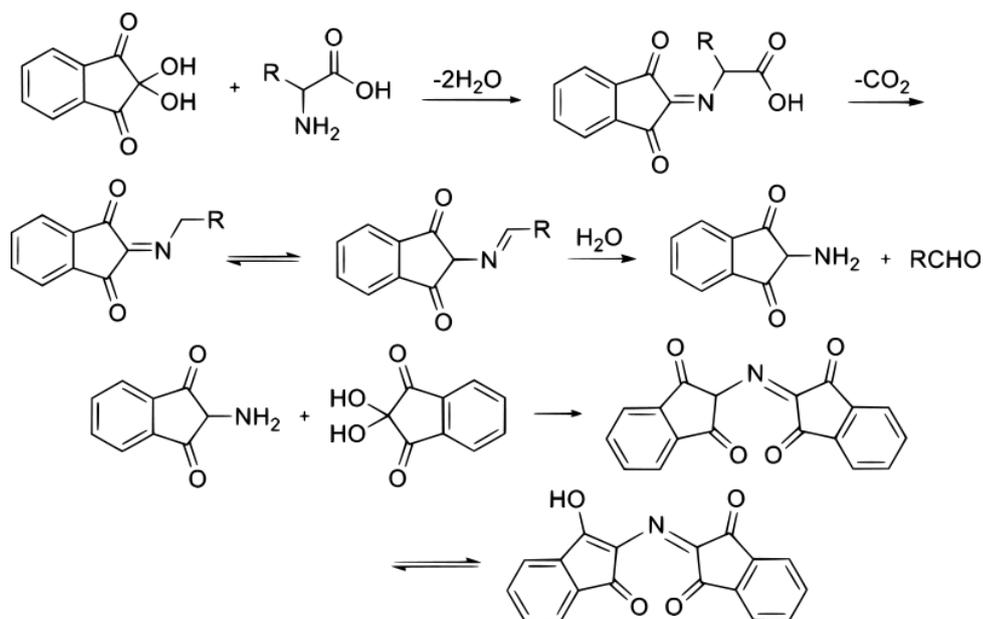
為了了解不同加熱時間對指紋顯現的影響，我們分別將指紋以寧海德林試劑進行檢測，並放入烘箱以 60°C 分別烘乾 5 分鐘、10 分鐘、15 分鐘、20 分鐘以及 30 分鐘，實驗結果如表三所示。

表三 不同加熱時間對指紋顯現的效果

加熱時間 (min)	5	10	15	20	30
採集結果					

實驗結果顯示在 60°C 的烘箱中，不同加熱時間對指紋顯現的效果為 30 分鐘 > 20 分鐘 >

15 分鐘 > 10 分鐘 > 5 分鐘，加熱 30 分鐘的效果最為顯著，之後隨著時間增加指紋清晰度差異不太，因此欲使用寧海德林試劑檢測指紋，其採集之加熱時間至少需費時 30 分鐘以上，若加熱時間不足，由於寧海德林試劑與胺基酸反應生成藍紫色化合物的過程需經過多次化學鍵的斷鍵與合成，推測此反應的反應速率不快，為加速反應，需要在 60°C 烘箱中加熱 30 分鐘幫助反應發生，其反應機構如圖五所示。若加熱時間過長，會導致寧海德林試劑中的溶劑成分揮發，進而影響檢測結果的準確性，使指紋的細節模糊不清，難以識別。



圖五 寧海德林與胺基酸反應之反應機構

(圖片來源 https://en.wikipedia.org/wiki/File:Ninhydrin_Reaction_Mechanism.svg)

4. 不同劑量的寧海德林試劑對指紋顯現的影響

為了了解不同劑量的寧海德林試劑對指紋顯現的影響，我們分別將指紋以寧海德林試劑 甲醇：石油醚為 50mL：50mL 的比例噴灑 1 次、5 次、10 次和 20 次進行檢測，並放入烘箱以 60°C 分別烘乾 30 分鐘，實驗結果如表四所示。

表四 不同劑量的寧海德林試劑對指紋顯現的效果

噴灑 次數	1	5	10	20
採集 結果				

實驗結果顯示以寧海德林試劑採集指紋的清晰度為噴灑 10 次 > 噴灑 5 次 > 噴灑 20 次 > 噴灑 1 次，我們發現噴灑 10 次的效果是最好的，推測劑量太多可能造成需要較長的烘乾時間，也導致試劑在指紋上過於分散，反而會對顯現效果有負面的影響，所以掌握劑量的範圍是很重要的。之後的測量中，發現噴灑一次的劑量大約是 2mL，所以推測最適劑量大約為 20mL，在本實驗設定烘箱溫度 60°C、烘乾時間 30 分鐘的條件下，超過或低於 20mL 皆使得指紋的顯現效果不盡理想。

五、結論與生活應用

指紋是鑑識科學中一門很重要的學問，我們期待能熟知指紋鑑識，幫助我們對鑑識科學的領域有更深一層的認識，希望透過這次的研究，了解寧海德林的特性以及各種變因下的最佳顯現條件。本實驗以一般常用的影印紙進行實驗，得到以下的結論：

1. 寧海德林試劑對指紋顯現的最佳配方為甲醇：石油醚為 50mL：50mL、加熱溫度為 60°C、加熱時間 30 分鐘、試劑噴灑次數為 10 次。
2. 隨著使用的條件逐漸遠離最佳化的數值，對指紋的顯現效果會有負面的影響，不論是往上增加或往下減少。

參考資料

1. 內政部警政署刑事警察局 (民 108 年 10 月 21 日) 。指紋科學小百科主題 2：指紋的特性。
<https://www.cib.npa.gov.tw/ch/app/data/view?module=wg124&id=1956&serno=48084470-6d7c-4d6a-88ef-4107dfbb682>
2. 復興國中 (民 103 年 12 月 21 日) 。科學天地：指紋的顯現 (碘的昇華) 。
http://2013cloud.blogspot.com/2014/12/blog-post_21.html
3. Life 生活化學 (民 110 年 4 月 14 日) 。天然防偽標誌——淺談指紋與鑑識採證法 (上) 。
<https://www.lifechem.tw/blog/210403>
4. 黑熊老師 (民 104 年 4 月 13 日) 。黑熊老師的家：CSI 指紋鑑定 粉末法、三秒膠法、酸鹼中和。
<http://2013taiwanblackbear.blogspot.com/2015/04/csi.html>
5. 張喬馥、陳奕安、賴良榛，中華民國第 57 屆中小學科學展覽會作品說明書。真相只有一個-不同環境指紋檢測方法比較與寧海德林法最佳化探討。
<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/57/pdf/030206.pdf>