

2025年【科學探究競賽－這樣教我就懂】

☐國中組 ☒普高組 ☐技高組 成果報告格式

題目名稱：指紋是誰的？酸鹼環境大揭密

一、摘要

我們日常生活中常常會接觸到各種物品，卻從未想過：我們留下的指紋，其實藏著許多線索。這次我們受到影集中辦案場景的啟發，決定實際動手嘗試「**氰丙烯酸酯煙燻法**」來顯現潛在指紋。這種方法常見於刑事鑑識中，利用瞬間膠加熱後的蒸氣與指紋中的汗水與油脂反應，產生白色聚合物，使隱形指紋浮現。

我們設計在一個密閉的空間，將沾有指紋的物品與加熱後的瞬間膠一同放入，控制溫度在常溫下，搭配不同酸鹼度的溶液一同揮發反應，等待約 60 分鐘後，觀察指紋顯現效果。這不只是一場化學反應的觀察，也讓我們感受到科學與真實生活的連結，像是走進了 CSI 劇情般地有趣與震撼。

二、探究題目與動機

在偵探影集、CSI中，指紋往往是破案的重要關鍵，而在一次課堂中我們觀看了名偵探柯南，在劇情中高木警官使用了**氰丙烯酸酯煙燻法**顯現打火機上的指紋，第一次見到的我們覺得很新奇，但同時也疑惑生活中接觸到的東西都有不同的酸鹼值，如果指紋殘留在檸檬水杯上或清潔劑瓶子上，還能被偵測到嗎？

所以我們設計了此次實驗，藉由改變揮發環境的酸鹼度，探討究竟環境的變化會不會影響指紋的呈現。

三、探究目的與假設

本研究旨在探討**氰丙烯酸酯煙燻法**在不同條件下顯現潛在指紋的效果，藉由控制酸鹼度與反應時間，了解酸鹼度是否會影響指紋顯現的清晰度與完整性。透過實驗，希望能將實驗室常見的瞬間膠應用於簡易的指紋顯現技術中，並觀察其實用性與穩定性。

我們預期鹼性環境中因其可促進**氰丙烯酸酯**單體的聚合作用，因此指紋脊線比起中性環境

顯現得更**清晰**、對比度更高；相對地，在酸性環境中可能因抑制聚合反應而導致指紋顯現效果較差。

四、探究方法與驗證步驟

一、研究設備與器材

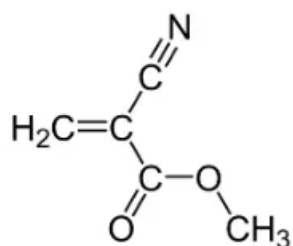
- (一) 藥品：**氫氧化鈉**、鹽酸、純水
- (二) 器材：三秒膠、燒杯、廣口瓶（血清瓶）
- (三) 樣品：沾染指紋的**塑膠瓶**、沾染指紋的**鋁箔紙**

而

二、名詞解釋

氰丙烯酸酯煙燻法：常用於各種非吸水性及半吸水性表面潛伏指紋探證。**氰丙烯酸酯**在加熱後會氣化且具有很高的活性，其所**產生**煙煙，與遺留在塑料、木材、皮革、半吸水性廣告紙張等表面之指紋汗液成分接觸，在指紋中的水分與陰離子等物質的催化作用下，**產生**聚合反應，形成白色不透明的**氰丙烯聚合物**，且不易消失。

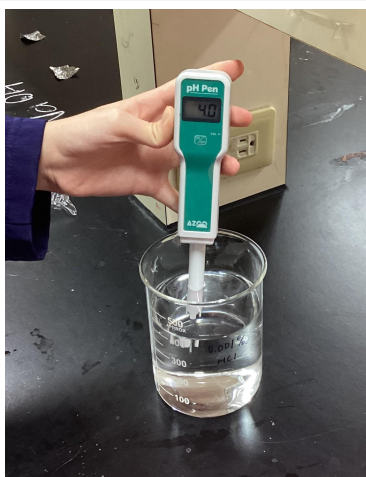
下圖為**氰丙烯酸酯**($C_5H_5NO_2$)之結構式：



其反應式為： $C_5H_5NO_2 + H_2O \rightarrow C_5H_4NO_2^- + H^+$

三、實驗步驟

- (一) 配置不同 pH 的溶液：
 - 1. 自來水：pH值為 7
 - 2. 0.01M的鹽酸水溶液 (HCl)：pH值為 4
 - 3. 0.1M的**氫氧化鈉**水溶液 (NaOH)：pH值為 12.5



(圖一) 鹽酸pH值



(圖二) 氫氧化鈉pH值

(二) 將**氰丙烯酸酯**（瞬間膠）滴於內有**鋁箔紙瓶蓋**，作為薰蒸源。

(三) 在每種 **pH** 條件下，將指紋樣本（手指指紋）印在表面上，確保指紋能**清晰**可見。

(四) 在常溫常壓下，將指紋樣本及**4滴**的**氰丙烯酸酯**（瞬間膠）放置在密閉的廣口瓶（血清瓶）內，並將不同 **pH** 的水溶液**25毫升**一同放置在其內，以中性環境為對照組，酸性及鹼性環境為實驗組，使其揮發在環境內，間接接觸到指紋，讓環境的**酸鹼**性影響瞬間膠的反應。

(五) 控制煙燻時間為 **60分鐘**，定時觀察指紋的顯現情況。

(六) 以肉眼觀察指紋細節，拍照記錄每個 **pH** 條件下指紋顯現的效果。

四、實驗成果

在第一次實驗中，我們以加熱儀加熱促使其加速反應，實驗過程中**產生**了許多蒸氣，內部的樣本指紋卻沒完好呈現。而第二次實驗中，我們改變加熱，而是放在室溫下反應，卻因樣本太油，內部所含水分過少，而使成果顯現不佳。第三次實驗中，我們採集更自然**產生**的指紋，注意其油脂與和汗液的分布，在加長反應時間紀錄，根據我們的實驗結果，**酸鹼**環境對於指紋呈現有一定的影響，而指紋呈現最**清晰**完整的是中性一般環境，而效果最差的是**鹼**性環境。

在酸性環境（鹽酸）下，指紋顯現所需時間較長，約 **45 分鐘**後開始有微弱的白色痕跡，但指紋的細節不如對照組**清晰**。部分指紋出現模糊或缺失的現象，顯現效果較差。

在鹼性環境（氫氧化鈉）下，指紋顯現所需時間較短，約 20 分鐘，反應較為快速。然而，部分指紋的細節過於模糊，顯現效果不如中性環境，且有些指紋的邊緣呈現不清晰的現象。

	呈現情形
酸性	指紋顯現模糊、不清楚
中性	指紋清晰可見
鹼性	指紋顯現速度較快但輪廓略模糊



（圖一）



（圖二）



（圖三）

五、結論與生活應用

一、結論

經過實驗後，我們發現酸鹼度所影響的結果與我們一開始的假設不同。在酸性環境中，**氰丙烯酸酯**的聚合反應因為酸性會導致瞬間膠中的聚合反應速度變慢或無法進行，致使指紋顯現可能不清晰或不完全；鹼性環境則會促使**氰丙烯酸酯**過度反應，導致瞬間膠迅速固化，有不均勻顯現的狀況發生，進而導致指紋顯現模糊、不完全。而效果最好的中性環境對**氰丙烯酸酯**聚合反應的干擾較少，反應速率較穩定，能夠更好地顯現指紋。因此這樣的酸鹼值條件是最適合瞬間膠顯現指紋的條件。而我們也發現，在使用**氰丙烯酸酯**煙燻法鑑定指紋時，指紋太油或太濕都會影響反應，使用煙燻時的溫度及濕度亦會有所影響。

二、生活應用

這次的研究可應用於刑事鑑識現場，透過調整**氰丙烯酸酯**煙燻法的酸鹼環境，以提升潛在指紋的顯現品質，有助於快速且準確地辨識嫌疑人身分。此外，此技術也可應用於門把、玻璃、塑膠等日常接觸物品的痕跡採證，提高鑑識效率，強化治安與公共安全管理。

參考資料

1. CSI: 指紋鑑識(五)那些常在影集中見到的指紋採證手法(2) 三秒膠!?
2. 讓您成為犯罪剋星| - 科技大觀園
3. 指紋鑑識方法介紹-主題1:化驗方法-依各類檢體處理標準操作程序書
4. (FIN-3-9-01~05)-內政部警政署刑事警察局全球資訊網

註：

1. 報告總頁數以**6頁**為上限。
2. 除摘要外，其餘各項皆可以用文字、手繪圖形或心智圖呈現。
3. 未使用本競賽官網提供「成果報告表單」格式投稿，**將不予審查**。
4. 建議格式如下：
 - 中文字型：微軟正黑體；英文、阿拉伯數字字型：**Times New Roman**
 - 字體：**12pt**為原則，若有需要，圖、表及附錄內的文字、數字得略小於**12pt**，不得低於**10pt**
 - 字體行距，以固定行高**20點**為原則
 - 表標題的排列方式**為**向表上方置中、對齊該表。圖標題的排列方式**為**向圖下方置中、對齊該圖