

扮演科學偵探

Act as Scientific Detectives

Description

Act as Scientific Detectives to Investigate the Secrets of Tissue Fibre Patterns, Shoeprints, and Unknown Liquids.

Production

Wong Tin Yan Johnny
Integrated Science Teacher

Consultant

Dr Leung Kin Yi Promail
Principal Lecturer,
Faculty of Education, HKU

This project is supported by Quality Education Fund (Project No. 2023/0515)

The Trustee of the Quality Education fund is the owner of the copyright of this product. Any reproduction of this product for commercial purposes is strictly prohibited unless prior written consent has been obtained from the Trustee of the Quality Education Fund.

簡介

扮演科學偵探調查紙巾纖維圖案、鞋印與未知液體的秘密。

製作

黃天欣
綜合科學科老師

顧問

梁健儀 博士
香港大學教育學院
首席講師

**此計劃由優質教育基金贊助
(計劃編號 2023/0515)**

此計劃產品版權屬優質教育基金擁有，未經許可，不得翻印以作商業用途。

小學科學科探究活動 扮演科學偵探調查紙巾纖維圖案、鞋印 與未知液體的秘密

學生版本
Student Version

一 引言：

今天早上，學校實驗室收到報告，有一名可疑人物帶着紙巾並拿着一瓶未知液體在學校附近出現。此人疑似在破壞門鎖，觸發了學校警報。在現場發現了部分紙巾的殘骸、一組鞋印，以及一瓶未知液體，透過翻查閉路電視，證實是嫌疑人逃走時所遺下的。同學將扮演年輕偵探，進行一場科學調查，蒐集線索，協助老師掌握更多有關這位可疑人物的資訊。



保安員叔叔

翻查閉路電視，我在走廊發現了這些殘骸，應該是來自嫌疑人的紙巾。

我也在學校門外的泥地上發現嫌疑人逃走時留下的鞋印。

工友麗姨

工友琮姨

唉喲，這些未知液體是嫌疑人留下的。

經過初步的調查，發現有四個人的身上帶有一些紙巾和未知液體，而且他們都正穿着一對沾有泥漬的鞋子，因此他們都有可能是真正的嫌疑人。於是同學們決定透過科學探究方法找出真正的嫌疑人。

二 探究問題：

學生在探究甚麼？請寫下探究問題。

三 假說：

透過現場遺下的線索，試以科學偵探的身份，寫出探究問題假設，找出嫌疑人的調查方向。

小學科學科探究活動

扮演科學偵探調查紙巾纖維圖案、鞋印與未知液體的秘密

第一部分：比對紙巾的纖維圖案

四 材料及步驟：

材料：

1. 四種不同品牌的紙巾
2. 剪刀
3. 直尺
4. 實驗室顯微鏡，手提顯微鏡或手機顯微鏡

		
實驗室顯微鏡	手提顯微鏡	手機顯微鏡

為確保公平測試，我們需要注意哪些控制變數？

一、 _____

二、 _____

三、 _____

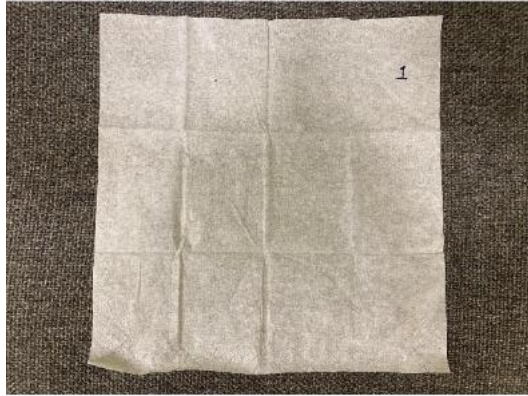
注意事項：

1. 留意教師的指示，安全使用剪刀。
2. 實驗期間避免觸摸臉部、眼睛或嘴巴。
3. 實驗結束後，用肥皂和水徹底清洗雙手。

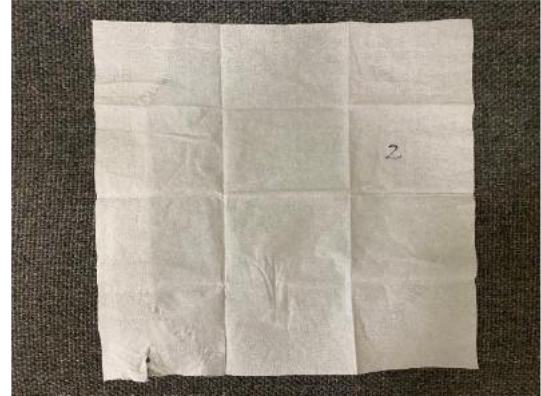
步驟

i. 4 位嫌疑人身上攜帶着的紙巾

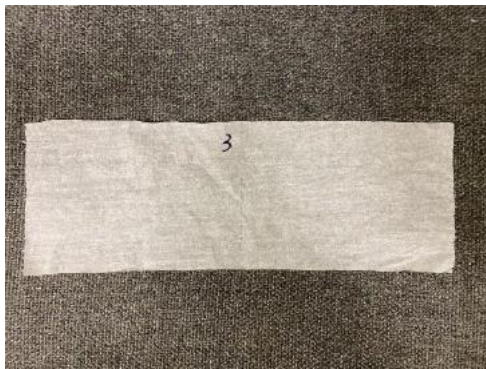
紙巾 A



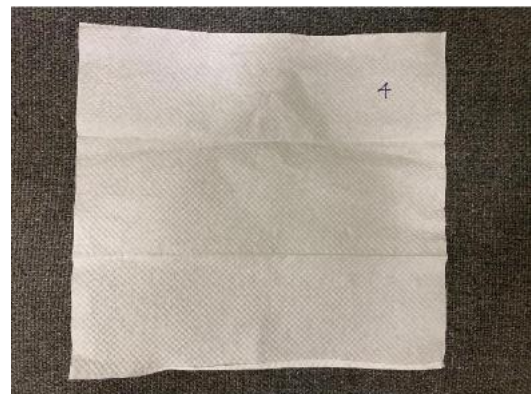
紙巾 B



紙巾 C



紙巾 D



ii. 用剪刀把紙巾剪開，取出第二層，剪下（5cm x 15cm）紙巾表層作為樣本。



15cm



5cm

iii. 把樣本放在實驗室顯微鏡，手提顯微鏡或手機顯微鏡下觀察，比較紙巾表層纖維圖案



討論題

1. 本次調查的目的是甚麼？

2. 我們為甚麼需要從紙巾中取出同一層作觀察和比對呢？

五 觀察及記錄：

1. 透過觀察及拍照，比對四種紙巾的纖維圖案相似度。
2. 把探究結果記錄在下表內：

紙巾	實驗室顯微鏡 放大倍率: _____	手提顯微鏡 放大倍率: _____	手機顯微鏡 放大倍率: _____
嫌疑人 A			
嫌疑人 B			
嫌疑人 C			
嫌疑人 D			

六 結果：

i) 透過顯微鏡觀察及比較各紙巾表層的纖維圖案後，我發現：

觀察：

- 紙巾的纖維圖案相似度 **能** 讓我作出判斷是否與現場發現的殘骸一致，嫌疑人 _____ 的紙巾纖維圖案與案發現場發現的樣本最相似

- 紙巾的纖維圖案相似度 **不能** 讓我作出判斷是否與現場發現的殘骸一致，我無法確定嫌疑人

ii) 經過比對同學的結果，我發現：

- 我和同學的比對結果 一樣 / 不同。

第二部分：鞋印檢測

四 材料及步驟：

材料（使用水彩顏料）：

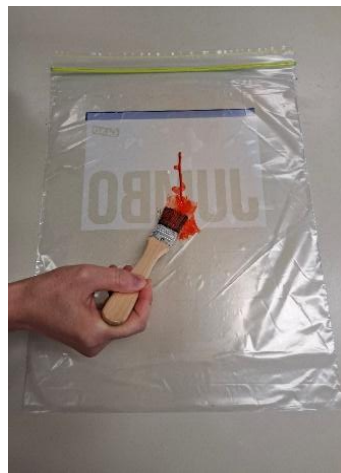
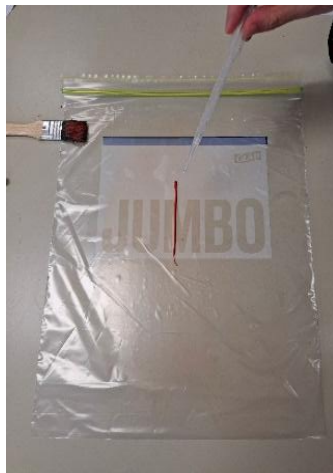
1. 四隻不同款式的鞋
2. 透明塑膠袋
3. 水彩顏料（水彩顏料膏 + 少量的水）
4. 油漆刷（小尺寸）
5. A4白紙
6. 直尺（30公分以上）



透明塑膠袋和油漆刷

步驟（使用水彩顏料）：

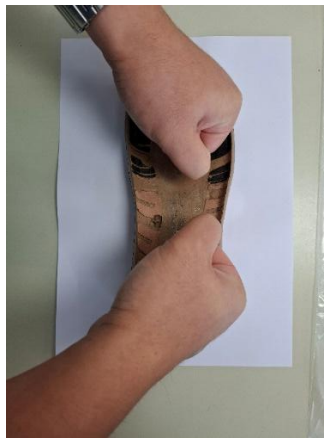
- i) 在透明塑膠袋上塗抹水彩顏料膏和少量的水，然後用油漆刷混合它們。



- ii) 把鞋底壓向水彩 (避免左右移動)



iii) 將已印上水彩的鞋底壓在 A4 白紙上



iv) 測量並記錄四位可能的嫌疑人鞋印的大小、形狀和坑紋，並以手機拍攝 A4 紙上鞋印樣本照片。

思考題：

一、這個探究可比對鞋印甚麼不同之處？

二、這種套取鞋印的方式有甚麼優點？

五 觀察及記錄：

1. 學生透過觀察，比對四位可能的嫌疑人與現場發現的鞋印的紋理相似度。

請把鞋印貼上此處

六 結果：

i) 透過比較各鞋印的紋理相似度後，我發現：

觀察：



圖片來源: <https://www.istockphoto.com/hk/%E7%85%A7%E7%89%87/footprints-gm147712924-12956515>

嫌疑人_____的鞋印與案發現場發現的鞋印最相似

ii) 透過利用鞋印推算身高，我發現：

$$\text{鞋印推算: } [\text{身高 (cm)} = 3.447 \times \text{鞋印長度 (cm)} + 82.206]$$

嫌疑人的身高大約是_____cm。

鞋印推算資料來源: Giles, E., & Vallandigham, P. H. (1991). Height estimation from foot and shoeprint length. *Journal of forensic sciences*, 36(4), 1134-1151.

https://www.dentalage.co.uk/wp-content/uploads/2014/09/giles_e_et_al_1990_foot_length_height.pdf

iii) 經過比對同學的結果，我發現：

我和同學的比對結果 一樣/ 不同。

第三部分：比對未知液體酸鹼度



四 材料及步驟：

某些天然物質在接觸到酸或鹼後會變色，這些物質可用作酸鹼指示劑，分辨酸性和鹼性的液體。

材料（製作指示劑）：

1. 紫椰菜葉
2. 暖水
3. 玻璃棒
4. 燒杯／碗
5. 滴管（可用透明飲管代替）

步驟：

<p>i) 用手把紫椰菜葉搵開小片放在燒杯／碗內。</p> 	<p>ii) 把50ml 暖水倒進燒杯內，用玻璃棒攪拌約一分鐘。</p> 
<p>iii) 把燒杯內的紫椰菜水以滴管（可用透明飲管代替），滴向未知液體作顏色比對，紫椰菜水和測試液體份量 1：1。</p> 	

五 觀察及記錄：

1. 學生透過觀察及拍照，比對四個未知液體樣本與現場發現的樣本在加入酸鹼指示劑後的顏色相似度。

未知液體顏色		
	嫌疑人 A	嫌疑人 B
	嫌疑人 C	嫌疑人 D

六 結果：

- i) 透過比對在加入酸鹼指示劑後的顏色相似度，我發現：

觀察：

- 顏色相似度 **能** 讓我作出判斷，嫌疑人_____的未知液體與案發現場發現的樣本最相似
- 顏色相似度 **不能** 讓我作出判斷，我無法確定嫌疑人

- ii) 經過比對同學的結果，我發現：

- 我和同學的比對結果 一樣 / 不同。

完成三個部分後

(1) 比對紙巾的纖維圖案 (2) 鞋印檢測 (3) 比對未知液體酸鹼度)

七 總結果：

完成三個部分後，把探究結果記錄在下表內，從而找出真正的嫌疑人。

	嫌疑人 A	嫌疑人 B	嫌疑人 C	嫌疑人 D
紙巾測試				
鞋印檢測				
身高推算				
液體檢測				
結論				

若結果不支持假說，試找出是原因（是假說不對，還是實驗過程中出現了問題？）。可以與其他同學一起討論。

八 結論：

~~~~~ 完 ~~~~~

小學科學科探究活動  
 扮演科學偵探調查紙巾纖維圖案、  
 鞋印與未知液體的秘密

老師版本  
 Teacher Version

|           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 範疇        | 物質、能量和變化                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 課題        | 物理變化與化學變化                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 年級        | 小學五年級                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 學習重點      | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 運用科學方法觀察與分析纖維、鞋印及酸鹼度不同的化學物質。</li> <li>● 理解不同物料的性質與相關化學反應。</li> <li>● 透過整合各類鑑識證據進行邏輯推理，培養調查與推理能力。</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 學習目標      | <p><b>知識：</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 理解不同纖維（如棉、尼龍、聚酯纖維）的來源與特徵。</li> <li>2. 認識常見家用化學品的性質與類別。</li> <li>3. 利用鞋印推算嫌疑人的身高。</li> </ol> <p><b>過程技能：</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 學生應能夠依照 PDAR 方法（計劃－執行－分析－回顧）來結構化他們的實驗，包括作出假設與記錄觀察結果。</li> <li>2. 學生應能夠設計並進行公平測試，在每次測試只比較一個變量，同時保持其他條件不變。</li> </ol> <p><b>態度：</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 培養細心觀察、分析與思考的態度。</li> <li>2. 示範合作探究與團隊解難的重要性。</li> <li>3. 明白科學在日常生活中的重要性。</li> </ol> |
| 活動的特徵與獨特性 | 本活動結合鑑識科學的三種技術，構建完整的案件推理過程，培養學生跨學科整合與科學探究能力。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

**學生的已有知識：**

- 4SA1 認識到科學知識是從有系統的觀察、測試和分析而來，過程內亦需要想像力和創造力。
- 2SA2 知道科學探究源於觀察
- 2SA3 知道科學建基於證據
- 3SA2 知道不同類型的科學探究

## 小學科學科探究活動

### 扮演科學偵探調查紙巾纖維圖案、鞋印與未知液體的秘密

#### 一 引言：

今天早上，學校實驗室收到報告，有一名可疑人物帶着紙巾並拿着一瓶未知液體在學校附近出現。此人疑似在破壞門鎖，觸發了學校警報。在現場發現了部分紙巾的殘骸、一組鞋印，以及一瓶未知液體，透過翻查閉路電視，證實是嫌疑人逃走時所遺下的。同學將扮演年輕偵探，進行一場科學調查，蒐集線索，協助老師掌握更多有關這位可疑人物的資訊。



保安員叔叔

翻查閉路電視，我在走廊發現了這些殘骸，應該是來自嫌疑人的紙巾。

我也在學校門外的泥地上發現嫌疑人逃走時留下的鞋印。

工友麗姨

工友琼姨

唉喲，這些未知液體是嫌疑人留下的。

經過初步的調查，發現有四個人的身上帶有一些紙巾和未知液體，而且他們都正穿着一對沾有泥漬的鞋子，因此他們都有可能是真正的嫌疑人。於是同學們決定透過科學探究方法找出真正的嫌疑人。

## 二 探究問題：

學生在探究甚麼？寫下探究的問題。

如何透過現場遺下的線索，分析嫌疑人真正的身份？

### 建議教師與學生討論：

- 「我們從現場獲得了哪些線索？我們怎樣利用和結合這些現場遺下的線索，以協助找出嫌疑人真正的身份？」

答：「可以透過顯微鏡觀察和比對紙巾的纖維圖案，用水彩顏料或鉛筆掃描鞋印的形狀以推算嫌疑人的身高和鞋款樣式，以及比對未知液體的酸鹼度，找出真正的嫌疑人。」

### 建議教師：

- 教師可虛構一個嫌疑人檔案，檔案內已經列有案發現場發現的紙巾殘骸的纖維圖片、泥土上鞋印的圖片，以及現場遺下的未知液體加入酸鹼指示劑後的觀察結果。

## 三 假說：

寫出一個假說。

可以透過顯微鏡觀察和比對紙巾的纖維圖案，用水彩顏料或鉛筆掃描鞋印的形狀以推算嫌疑人的身高和鞋款樣式，以及比對未知液體的酸鹼度，藉此找出真正的嫌疑人。

## 第一部分：比對紙巾的纖維圖案

### 四 材料及步驟：

材料：

1. 四種不同品牌的紙巾
2. 剪刀
3. 直尺
4. 實驗室顯微鏡，手提顯微鏡或手機顯微鏡

|                                                                                    |                                                                                    |                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |
| 實驗室顯微鏡                                                                             | 手提顯微鏡                                                                              | 手機顯微鏡                                                                                |

建議教師與學生討論如何確保公平測試，我們需要：

- 剪裁出大小形狀皆相同的紙巾樣本
- 每種紙巾被觀察的一層皆相同 (例：均為第二層)
- 放大倍率相同

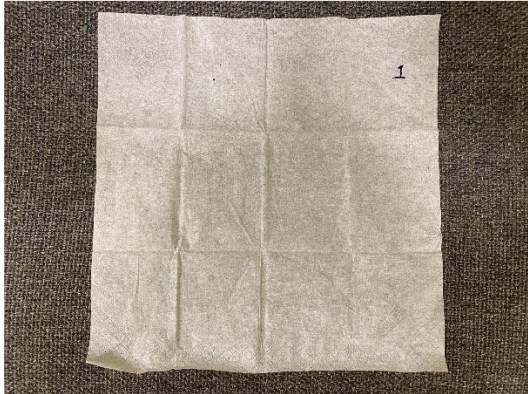
### 注意事項：

1. 留意教師的指示，安全使用剪刀。
2. 實驗期間避免觸摸臉部、眼睛或嘴巴。
3. 實驗結束後，用肥皂和水徹底清洗雙手。

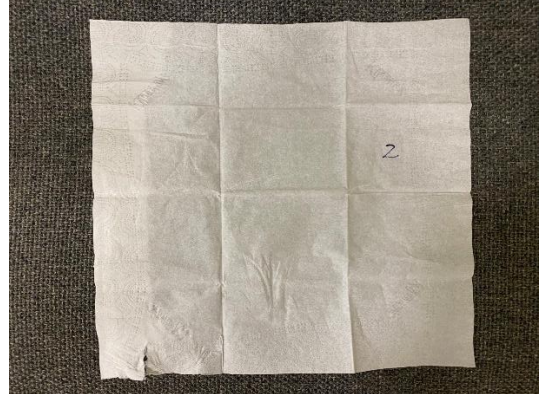
步驟：

i) 四位嫌疑人身上攜帶着的紙巾

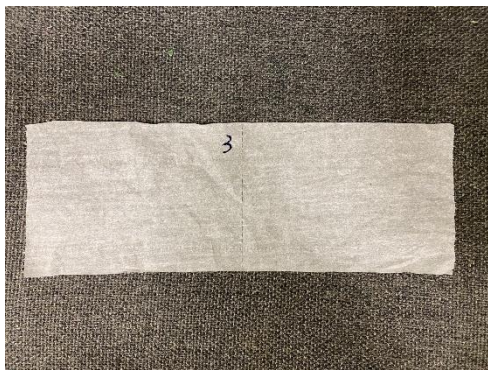
紙巾 A



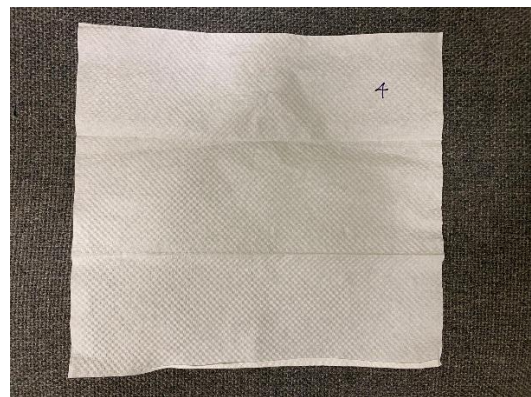
紙巾 B



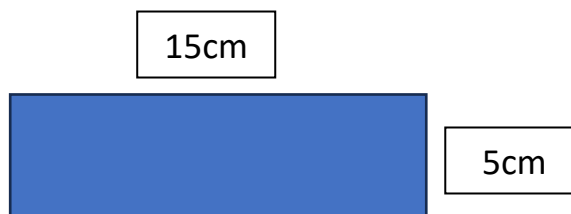
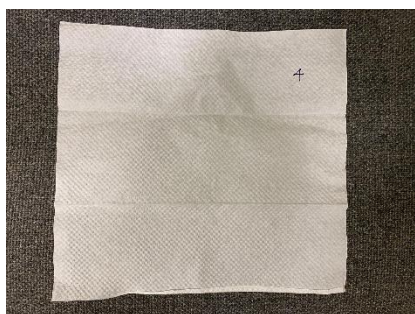
紙巾 C



紙巾 D



ii) 用剪刀把紙巾剪開，取出表面的一層，剪下（5cm x15cm）紙巾表層作為樣本。



iii) 把樣本放在實驗室顯微鏡，手提顯微鏡或手機顯微鏡下觀察，比較紙巾第二層纖維圖案



建議教師與學生討論:





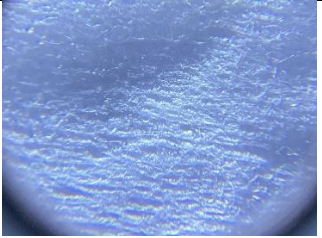

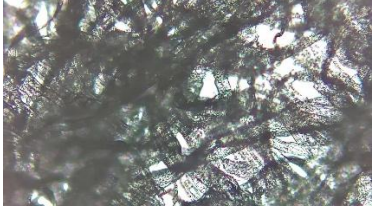
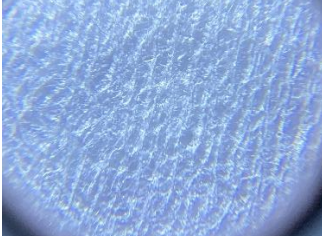

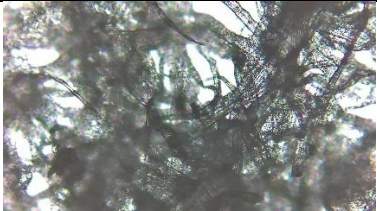
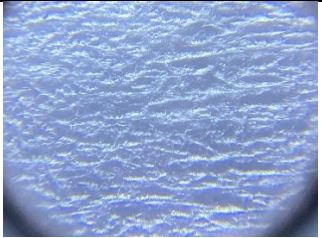

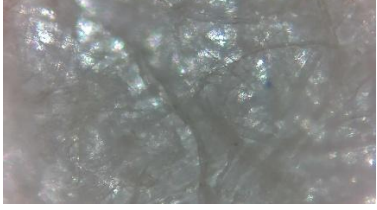
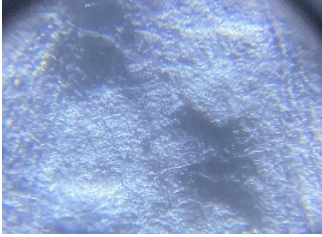

- 本次調查的目的是甚麼？答：我們試圖從四位可能的嫌疑人中辨識真正的嫌疑人，因為每一種紙巾都有不同的纖維圖案。
- 這個探究有甚麼控制變量（要保持不變的因素）？  
答：
  - 紙巾樣本的大小
  - 紙巾被觀察的一層（均為第二層）
  - 顯微鏡的放大倍率
- 我們為甚麼需要從紙巾中取出同一層作觀察和比對呢？

答：一般紙巾共分三層，功用不同，其纖維圖案亦不盡一樣，如在不同的紙巾取出相同的一層作比對，才可以觀察不同之處。

### 五 觀察及記錄：

1. 學生透過觀察及拍照，比對四種紙巾的纖維圖案相似度。
2. 把探究結果記錄在下表內：

教師可要求同學把四種紙巾的纖維圖案照片上傳到網上學習平台（如 Padlet）作紀錄，並讓學生看見其他同學的結果。

| 紙巾    | 實驗室顯微鏡<br> | 手機顯微鏡<br> | 手提顯微鏡<br> |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 嫌疑人 A |           |           |          |
| 嫌疑人 B |          |          |         |
| 嫌疑人 C |          |          |         |
| 嫌疑人 D |          |          |         |

## 六 結果：

i) 透過實驗室顯微鏡觀察及比較各紙巾層的纖維圖案後，我發現：

觀察：

- 紙巾的纖維圖案相似度 **能** 讓我作出判斷是否與現場發現的殘骸一致，嫌疑人 \_\_\_\_\_ 的紙巾纖維圖案與案發現場發現的樣本最相似
- 紙巾的纖維圖案相似度 **不能** 讓我作出判斷是否與現場發現的殘骸一致，我無法確定嫌疑人

ii) 經過比對同學的結果，我發現：

- 我和同學的比對結果 一樣 / 不同。

### 建議教師與學生討論

- 如紙巾的纖維圖案極為相似，因此無法確定哪個樣本與現場發現的殘骸一致。教師可圍繞「實驗限制與科學精神」展開引導式對話；
  - 協助學生理解：科學實驗並非永遠能得出「唯一答案」，各種客觀限制（如工具、材料特性、研究方法等）是探究過程中難以避免的；
  - 引導學生體悟：面對「無明確結果」或「不確定結論」時，能冷靜分析原因、主動尋找更多線索的態度，正是科學精神的核心；
  - 鼓勵學生思考：如何改進實驗設計、補充更多證據（如增加觀察指標、更換研究工具等），讓結論更具可信度（此過程可同步培養解決問題的能力）。

## 第二部分：鞋印檢測

### 四 材料及步驟：

材料（使用水彩顏料）：

1. 四隻不同款式的鞋
2. 透明塑膠袋
3. 水彩顏料（水彩顏料膏 + 少量的水）
4. 油漆刷（小尺寸）
5. A4 白紙
6. 直尺（30 公分以上）



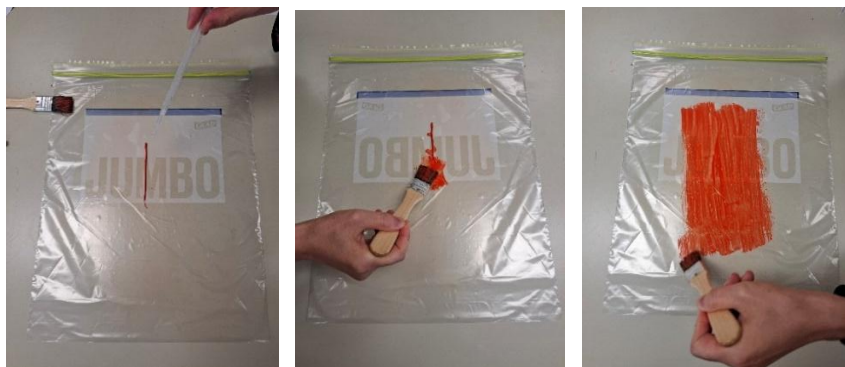
透明塑膠袋和油漆刷

建議教師與學生討論如何套取鞋印圖案：

- 老師可引導學生討論，選擇合適的套取方法（需以安全，容易為準則）：  
D) 使用水彩顏料：可以用水彩顏料把鞋印印出  
II) 使用鉛筆：可以將 A4 紙放在鞋底貼緊，以鉛筆作掃描

步驟（使用水彩顏料）：

i) 在透明塑膠袋上塗抹水彩顏料膏和少量的水，然後用油漆刷混合它們。



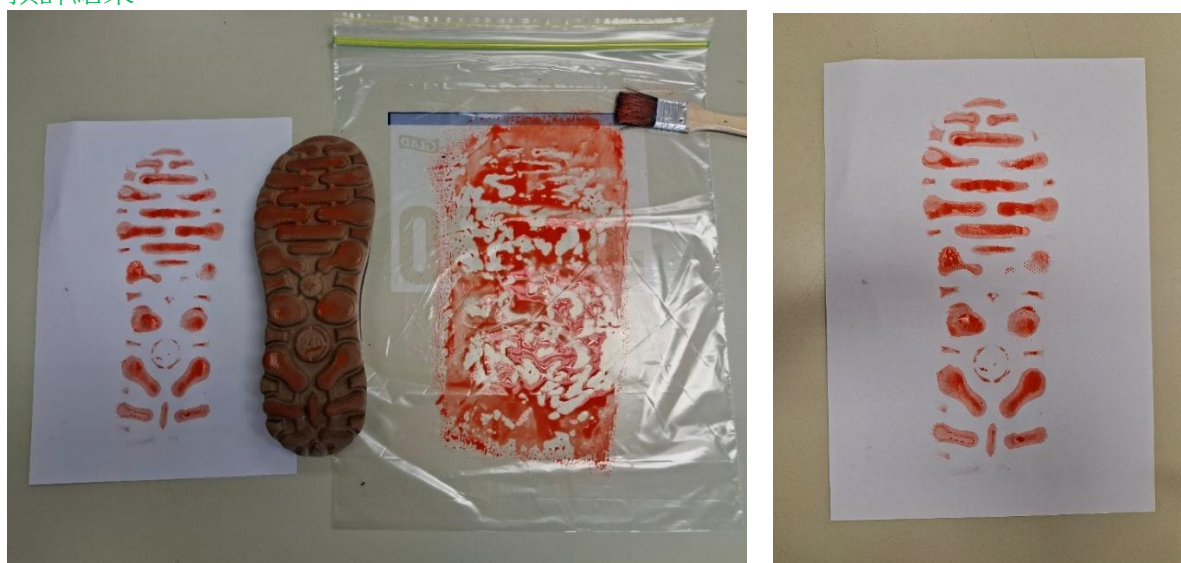
ii) 把鞋底壓向水彩 (避免左右移動)



iii) 將已印上水彩的鞋底壓在 A4 白紙上



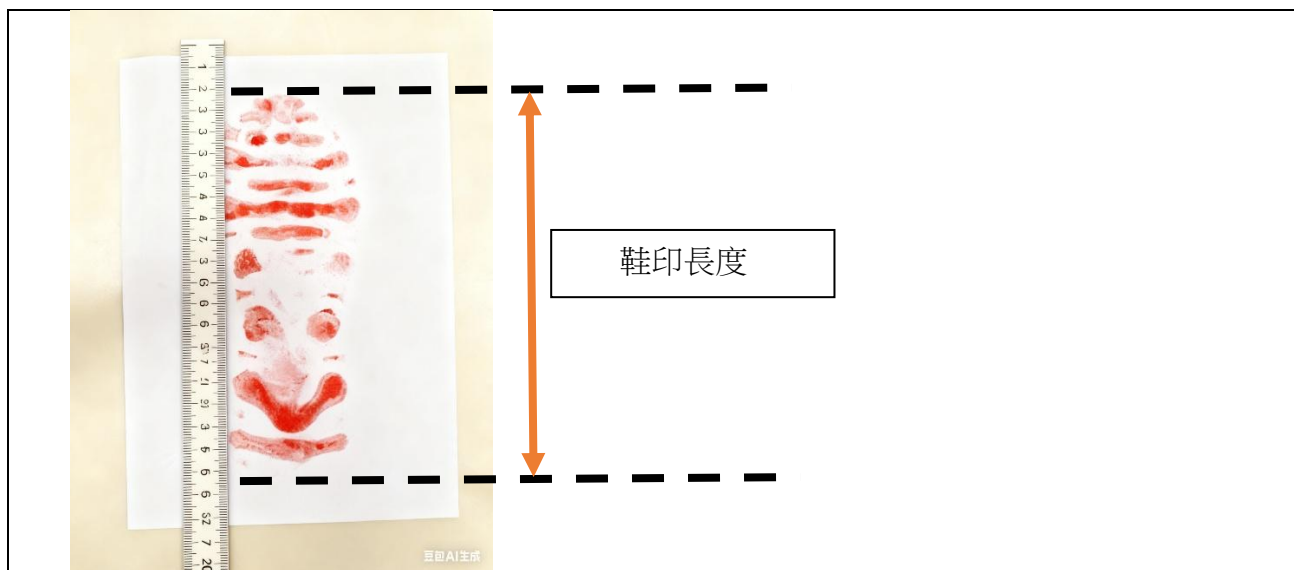
### 預計結果



注意事項：如水彩水份太多，顏料將不易印在鞋上，亦會使鞋底坑紋印流失



- iv) 測量並記錄四位可能的嫌疑人鞋印的大小、形狀和坑紋，並以手機拍攝 A4 紙上鞋印樣本照片。



建議教師與學生討論：

- 這個探究可比對鞋印甚麼不同之處？  
答：鞋印的紋理款式和長度。
- 你所選用套取鞋印的方式有甚麼優點？  
答：
  - 套取方式簡單便捷
  - 圖案清晰易見
  - 方便量度長度

五 觀察及記錄：

1. 學生透過觀察，比對四位可能的嫌疑人與現場發現的鞋印的紋理相似度。

六 結果：

- i) 透過比較各鞋印的紋理相似度後，我發現：

教師可要求同學把 4 個鞋印的照片上傳到網上學習平台（如 Padlet）作紀錄，並讓學生看見其他同學的結果。



圖片來源: <https://www.istockphoto.com/hk/%E7%85%A7%E7%89%87/footprints-gml47712924-12956515>

觀察：

參考第一部分結果，嫌疑人\_\_\_\_的鞋印與案發現場發現的鞋印最相似

ii) 透過利用鞋印推算，我發現：

$$\text{鞋印推算: } [\text{身高 (厘米)} = 3.447 \times \text{鞋印長度 (厘米)} + 82.206]$$

- 嫌疑人的身高大約是\_\_\_\_\_厘米。

鞋印推算資料來源: Giles, E., & Vallandigham, P. H. (1991). Height estimation from foot and shoeprint length. *Journal of forensic sciences*, 36(4), 1134-1151.

[https://www.dentalage.co.uk/wp-content/uploads/2014/09/giles\\_e\\_et\\_al\\_1990\\_foot\\_length\\_height.pdf](https://www.dentalage.co.uk/wp-content/uploads/2014/09/giles_e_et_al_1990_foot_length_height.pdf)

iii) 經過比對同學的結果，我發現：

- 我和同學的比對結果 一樣/不同。

### 第三部分：比對未知液體酸鹼度


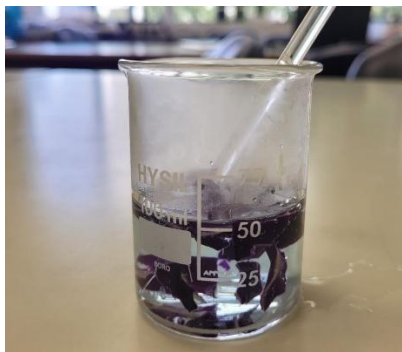

#### 四 材料及步驟：

某些天然物質在接觸到酸或鹼後會變色，這些物質可用作酸鹼指示劑，分辨酸性和鹼性的液體。

材料（製作指示劑）：

1. 切碎的紅椰菜葉
2. 水
3. 鐵匙羹
4. 燒杯／碗
5. 滴管（可用透明飲管代替）

步驟：

|                                                                                                                                                     |                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>i) 用手把紫椰菜葉搵開小片放在燒杯／碗內。</p>                                    | <p>ii) 把50ml 暖水倒進燒杯內，用玻璃棒攪拌約一分鐘。</p>  |
| <p>iii) 把燒杯內的紫椰菜水以滴管（可用透明飲管代替），滴向未知液體作顏色比對，紫椰菜水和測試液體份量 1：1。</p>  |                                                                                                                           |

## 五 觀察及記錄：

1. 學生透過觀察及拍照，比對四個未知液體樣本與現場發現的樣本在加入酸鹼指示劑後的顏色相似度。

教師可要求同學把觀察結果的照片上傳到網上學習平台（如 Padlet）作紀錄，並讓學生看見其他同學的結果。

|                |               |                  |
|----------------|---------------|------------------|
| 未知液體顏色<br>(白醋) |               |                  |
|                | 嫌疑人 A<br>(清水) | 嫌疑人 B<br>(鹼性清潔劑) |
|                |               |                  |
|                | 嫌疑人 C<br>(白醋) | 嫌疑人 D<br>(雪碧)    |

## 六 結果：

- i) 透過比對在加入酸鹼指示劑後的顏色相似度，我發現：

觀察：

- 顏色相似度 **能** 讓我作出判斷，嫌疑人\_\_\_\_\_的未知液體與案發現場發現的樣本最相似
- 顏色相似度 **不能** 讓我作出判斷，我無法確定嫌疑人

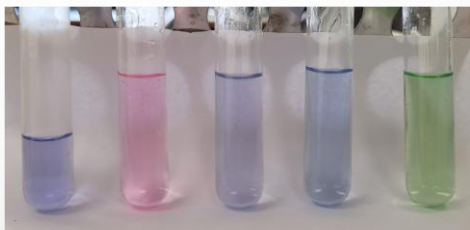
- ii) 經過比對同學的結果，我發現：

- 我和同學的比對結果 一樣 / 不同。

建議教師與學生討論：

### 第三部分：比對未知液體酸鹼度

紫椰菜汁,  
紫椰菜汁+雪碧,  
紫椰菜汁+水喉水,  
紫椰菜汁+鹼性水,  
紫椰菜汁+做鹼水  
粽用的鹼水



#### 紅椰菜水遇酸與鹼的顏色變化：

紅椰菜水（一種天然酸鹼指示劑）與酸、鹼接觸時會產生明顯的顏色變化，這是因為其含有花青素 — 這類色素在不同 pH 值的溶液中會改變自身結構。具體變化如下：

- 與酸反應
  - 顏色變化：紅椰菜水（中性環境下通常呈紫色）會變為紅色或粉紅色。
  - 原理：在酸性環境中（pH 值 < 7），花青素會形成穩定結構，該結構會吸收特定波長的光，反射出紅色或粉紅色光。
  - 例子：與檸檬汁、醋或其他酸性物質混合時，紫色溶液會迅速變為鮮紅色或粉紅色。
- 與鹼反應
  - 顏色變化：紅椰菜水會變為綠色、藍色，甚至黃綠色，具體取決於鹼的強度。
  - 原理：在鹼性環境中（pH 值 > 7），花青素的化學結構發生改變，導致其吸收和反射的光線發生偏移，從而呈現出綠色或藍色調。
  - 例子：與小苏打（碳酸氫鈉）溶液、肥皂水或其他鹼性物質混合時，紫色溶液會迅速變為逐漸變為淺藍綠色或淡藍色。
- 補充說明
  - 在中性溶液中（如純水），紅椰菜水會保持其原本的紫色，可作為 pH 值對比的參考標準。
  - 這一特性使紅椰菜水成為簡單易獲的天然指示劑，廣泛用於基礎化學實驗中，用於區分酸性物質與鹼性物質。

### 完成三個部分後

(1) 比對紙巾的纖維圖案 (2) 鞋印檢測 (3) 比對未知液體酸鹼度

#### 七 總結：

完成三個部分後，把探究結果記錄在下表內，從而找出真正的嫌疑人。

|      | 嫌疑人 A | 嫌疑人 B | 嫌疑人 C | 嫌疑人 D             |
|------|-------|-------|-------|-------------------|
| 紙巾測試 |       |       |       | √                 |
| 鞋印檢測 |       |       |       | √                 |
| 身高推算 | √     |       | √     | √                 |
| 液體檢測 |       |       | √     | √                 |
| 結論   |       |       |       | 嫌疑人 D 極有可能是當日的嫌疑犯 |

若結果不支持假說，試找出是原因（是假說不對，還是實驗過程中出現了問題？）。可以與其他同學一起討論。

#### 八 結論：

探究結果顯示 - 我可以透過顯微鏡觀察和比對紙巾的纖維圖案，用水彩顏料或鉛筆掃描鞋印的形狀以推算嫌疑人的身高和鞋款樣式，以及比對未知液體的酸鹼度，藉此找出真正的嫌疑人。

教師參考：

小學科學過程技能縱向發展架構:


依據科學（小一至小六）課程指引文件（2025），科學探究強調讓學生針對自然現象或事物提出問題，並透過運用科學方法進行探究，尋求解答和知識，培養學生的好奇心和探究精神。教師可以透過「提問和規劃」（Plan）、「實施和記錄」（Do）、「整理和分析」（Analyse）和「表達和反思」（Review）四個步驟（PDAR），引導學生探究與日常生活相關的自然現象或事物。


基於此活動，教師可以利用小學科學過程技能縱向發展架構文件，對整個班級或不同小組的表現提供回饋，以達到持續改進的目的。

| 學生能夠：                                                             | 是／否 | 如何改進？ |
|-------------------------------------------------------------------|-----|-------|
| 提問和規劃（Plan）                                                       |     |       |
| - 觀察自然現象和事物的變化，提出可探究的科學問題                                         |     |       |
| - 運用生活經驗和已有知識，提出能回答探究問題的假說和探究方法；並辨識探究過程中涉及的各项變量*（包括：因變量、自變量和控制變量） |     |       |
| - 基於所提出的假說和所採用的探究方法，對各項變量的關係作出合理預測                                |     |       |
| 實施和記錄（Do）                                                         |     |       |
| - 使用合適的物料、工具和數碼設備（例如：單板電腦和微控制器）進行科學探究活動                           |     |       |
| - 使用量度工具和科學儀器，蒐集數據並作重複測試，以標準單位記錄                                  |     |       |
| - 使用表格、相片、影片、文字、圖像或／和科學符號等方式，完整記錄數據／證據                            |     |       |
| 整理和分析（Analyse）                                                    |     |       |
| - 通過比較、分類、分析、推論和概括等方法，把蒐集到的數據／證據，整理成有意義的資料                        |     |       |
| - 使用圖表、思維導圖等不同工具表示探究結果，並以科學語言和符號表達各個變量之間的關係                       |     |       |
| - 比較探究結果和預測是否一致；判斷結論是否支持所提出的假說，以及應用已有的科學知識作出解釋                    |     |       |
| - 辨識探究過程中可能出現的誤差                                                  |     |       |

| 表達和反思 (Review)                                  |  |  |
|-------------------------------------------------|--|--|
| - 以口頭、書面報告等方式，完整描述探究過程和結果，並引用探究過程所蒐集的證據，建構科學性解釋 |  |  |
| - 反思探究過程，提出需要改善的地方；以及所探究的問題有否其他解釋，或須進一步探究的地方    |  |  |

~~~~~ 完 ~~~~~


 優質教育基金
 Quality Education Fund
 2023/0515


 Faculty of Education
 The University of Hong Kong
 香港大學教育學院

小學科學科探究活動 科學偵探：案件調查

範疇二：物質、能量和變化
 課題：物理變化與化學變化
 級別：小五
 科學測試

1

科學偵探：案件調查

小學科學科探究活動

主題：纖維、化學品與腳印的秘密

 一起成為小小偵探，
 破解神秘案件！




2

小學科學科探究活動 扮演科學偵探 - 調查紙巾纖維圖案、鞋印 與未知液體的秘密

| | |
|------|---|
| 範疇 | 物質、能量和變化 |
| 課題 | 物理變化與化學變化 |
| 年級 | 小學五年級 |
| 學習重點 | <p>運用科學方法觀察與分析纖維、鞋印及酸鹼度不同的化學物質。</p> <p>理解不同物料的性質與相關化學反應。</p> <p>透過整合各類鑑識證據進行邏輯推理，培養調查與推理能力。</p> |

3

小學科學科探究活動 扮演科學偵探 - 調查紙巾纖維圖案、鞋印 與未知液體的秘密

| | |
|------|--|
| 學習目標 | <p>知識：</p> <ul style="list-style-type: none"> 理解不同纖維（如棉、尼龍、聚酯纖維）的來源與特徵。 認識常見家用化學品的性質與類別。 利用鞋印推算嫌疑人的身高。 <p>態度：</p> <ul style="list-style-type: none"> 培養細心觀察、分析與思考的態度。 示範合作探究與團隊解難的重要性。 明白科學在日常生活中的重要性。 |
|------|--|

4

小學科學科探究活動 扮演科學偵探 - 調查紙巾纖維圖案、鞋印 與未知液體的秘密

學習目標

過程技能

- 學生應能夠依照 PDAR 方法（計劃－執行－分析－回顧）來結構化他們的實驗，包括作出假設與記錄觀察結果。
- 學生應能夠設計並進行公平測試，在每次測試只比較一個變量，同時保持其他條件不變。

5

5

學生的已有知識

- SA1認識到科學知識是從有系統的觀察、測試和分析而來，過程內亦需要想像力和創造力。
- 2SA2知道科學探究源於觀察
- 2SA3知道科學建基於證據
- 3SA2知道不同類型的科學探究

6

6

案件背景



地點：學校旅館區外

事件：一名可疑人物試圖破壞門鎖

線索：紙巾、鞋印、不明液體

任務：學生扮演偵探，透過科學調查找出真相！

7

7

一引言：



► 今天早上，學校實驗室收到報告，有一名可疑人物帶着紙巾並拿着一瓶未知液體在學校附近出現。

► 此人疑似在破壞門鎖，觸發了學校警報。在現場發現了部分紙巾的殘骸、一組鞋印，以及一瓶未知液體，透過翻查閉路電視，證實是嫌疑人逃走時所遺下的。

► 同學將扮演年輕偵探，進行一場科學調查，蒐集線索，協助老師掌握更多有關這位可疑人物的資訊。

8


8

保安員叔叔：翻查閉路電視，我在走廊發現了這些殘骸，應該是來自嫌疑人的紙巾。

工友麗姨：我也在學校門外的泥地上發現嫌疑人逃走時留下的鞋印。

工友琮姨：唉喲，這些未知液體是嫌疑人留下的。

經過初步的調查，發現有四個人的身上帶有一些紙巾和未知液體，而且他們都正穿着一對沾有泥漬的鞋子，因此他們都有可能是真正的嫌疑人。於是同學們決定透過科學探究方法找出真正的嫌疑人。



9

探究問題

哪位人(嫌疑人)的嫌疑最大？

我們如何運用科學方法找出真相？


提示：觀察、比較、測試、記錄



10

二 探究問題（請寫下探究的問題）：

答案：我們從現場獲得了哪些線索？我們怎樣利用和結合這些現場遺下的線索，以協助找出嫌疑人真正的身份？



三 假說（請寫出一個假說）：

答案：可以透過顯微鏡觀察和比對紙巾的纖維圖案，用水彩顏料或鉛筆掃描鞋印的形狀以推算嫌疑人的身高和鞋款樣式，以及比對未知液體的酸鹼度，藉此找出真正的嫌疑人。

11

任務啟動



偵探任務：

1. 蒐集現場線索
2. 進行實驗分析
3. 比對結果找出嫌疑人！



12



第一部分: 紙巾測試

- 1 收集嫌疑人紙巾
- 2 剪開紙巾取表層2cmx2cm樣本
- 3 放入顯微鏡觀察纖維紋理
- 4 拍照記錄，比對與現場樣本相似度



13

13

四 材料及步驟（第一部分：比對紙巾的纖維圖案）：

材料：

1. 四種不同品牌的紙巾
2. 剪刀
3. 直尺
4. 實驗室顯微鏡，手提顯微鏡或手機顯微鏡



實驗室顯微鏡



手提顯微鏡



手機顯微鏡

14

14

四 材料及步驟（第一部分：比對紙巾的纖維圖案）：



i) 打開紙巾，
撕開並取出表層



ii) 剪下（5cm x 15cm）
作為樣本。

15

15

四 材料及步驟（第一部分：比對紙巾的纖維圖案）：



iii) 把樣本放在顯微鏡下觀察，比
較紙巾纖維圖案



iv) 以手機拍攝樣本照片，
找出和在案發現場發現的
樣本最接近的紙巾

16

16

結果（第一部分：比對紙巾的纖維圖案）：

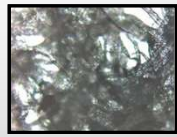
實驗室顯微鏡



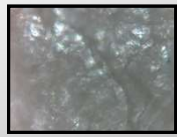
嫌疑人A



嫌疑人B



嫌疑人C



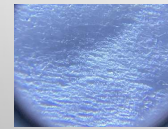
嫌疑人D

17

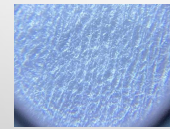
17

結果（第一部分：比對紙巾的纖維圖案）：

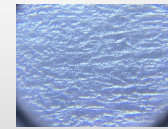
手機顯微鏡



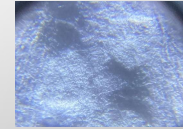
嫌疑人A



嫌疑人B



嫌疑人C



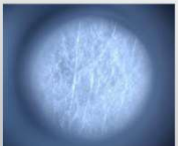
嫌疑人D

18

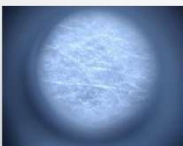
18

結果（第一部分：比對紙巾的纖維圖案）：

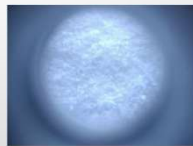
手提顯微鏡



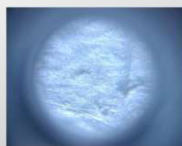
嫌疑人A



嫌疑人B



嫌疑人C



嫌疑人D

19

19

討論與觀察

🤖 問題：我們為甚麼需要從紙巾中取出同一層作觀察和比對呢？

答案：一般紙巾共分三層，功用不同，其纖維圖案亦不盡一樣，如在不同的紙巾取出相同的一層作比對，才可以觀察不同之處。

20

20

結果：

- 紙巾的纖維圖案相似度 **能** 讓我作出判斷是否與現場發現的殘骸一致，嫌疑人_____的紙巾纖維圖案與案發現場發現的樣本最相似
- 紙巾的纖維圖案相似度 **不能** 讓我作出判斷是否與現場發現的殘骸一致，我無法確定嫌疑人
- 我和同學的比對結果 一樣/不同。



21

第二部分：鞋印檢測

- 目標：透過鞋印圖案與長度比對疑犯身分
- 材料：不同款式鞋、水彩、A4紙、鉛筆、間尺



22



步驟(鞋印檢測)

- 1 用水彩印出鞋印圖案
- 2 量度腳印長度與坑紋形狀

23

23

四 材料及步驟（第二部分：鞋印檢測）：

材料（使用水彩顏料）：

1. 四隻不同款式的鞋
2. 透明塑膠袋
3. 水彩顏料（水彩顏料膏 + 少量的水）
4. 油漆刷（小尺寸）
5. A4白紙
6. 直尺（30公分以上）



24

24

四 材料及步驟（第二部分：鞋印檢測）：



i) 在透明塑膠袋上塗抹水彩顏料膏和少量的水，
然後用油漆刷混合它們

25

25

四 材料及步驟（第二部分：鞋印檢測）：



ii) 把鞋底壓向水彩 (避免左右移動)

26

26

四 材料及步驟（第二部分：鞋印檢測）：



iii) 將已印上水彩的鞋底壓在A4白紙上

27

27

四 材料及步驟（第二部分：鞋印檢測）：

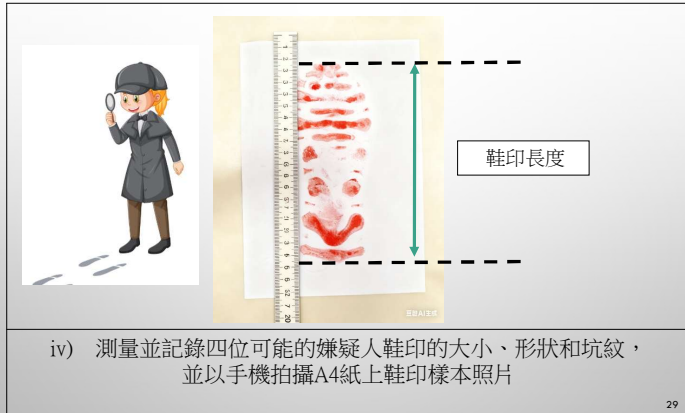


iii) 完成效果

注意事項：如水彩水份太多，顏料將不易印在鞋上，亦會使鞋底坑紋印流失

28

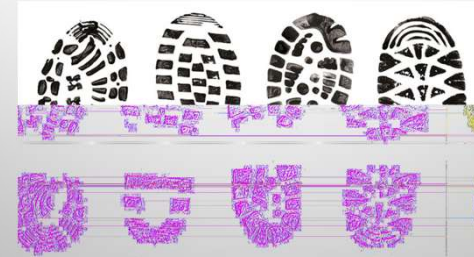
四 材料及步驟（第二部分：鞋印檢測）：



29

結果：

參考第一部分結果，嫌疑人____的鞋印與案發現場發現的鞋印最相似



30

鞋印推算

$$\text{[身高 (厘米)} \\ = 3.447 \times \text{鞋印長度 (厘米)} + 82.206]$$

嫌疑人的身高大約是 _____ 厘米。



31

第二部分：鞋印檢測



32

第三部分：比對未知液體 酸鹼度 (紅椰菜指示劑)



33

33



原理：紅椰菜含有色素，遇酸或鹼會變色

34

34

四 材料及步驟 (第三部分：比對未知液體酸鹼度)：



i) 用手把紫椰菜葉搥開小片放在燒杯／碗內。



ii) 把 50ml 暖水倒進燒杯內，用玻璃棒攪拌約一分鐘。

35

35

四 材料及步驟 (第三部分：比對未知液體酸鹼度)：



iii) 把燒杯內的紫椰菜水以滴管 (可用透明飲管代替)，滴向未知液體作顏色比對，紫椰菜水和測試液體份量 1 : 1。

36

36

結果（第三部分：比對未知液體酸鹼度）：

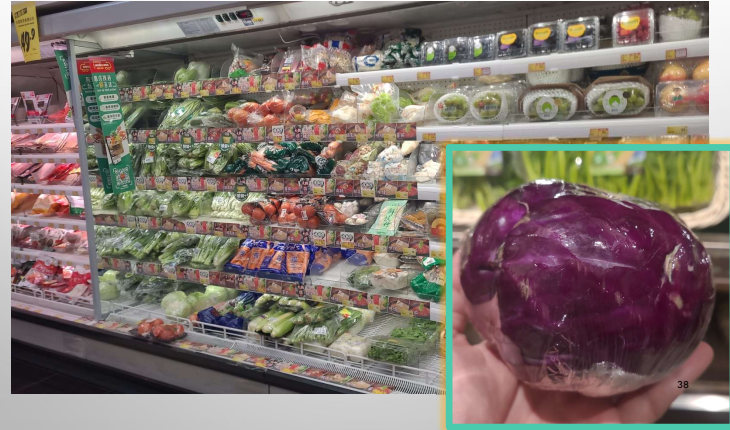
比對在加入酸鹼指示劑後的顏色相似度，嫌疑人____的未知液體與案發現場發現的未知液體最相似



37

37

第三部分：比對未知液體酸鹼度

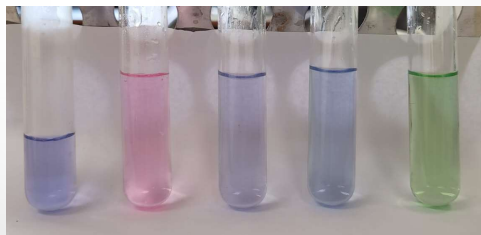


38

38

第三部分：比對未知液體酸鹼度

紫椰菜汁，
 紫椰菜汁+雪碧，
 紫椰菜汁+水喉
 水，
 紫椰菜汁+鹼性
 水，
 紫椰菜汁+做鹼水



39

39

比對結果

| | 嫌疑人A | 嫌疑人B | 嫌疑人C | 嫌疑人D |
|------|------|------|------|-----------------|
| 紙巾測試 | | | | √ |
| 鞋印檢測 | | √ | | |
| 身高推算 | √ | | √ | √ |
| 液體檢測 | | | √ | √ |
| 結論 | | | | 嫌疑人D極有可能是當日的嫌疑犯 |

40

結論與反思

- 🌱 科學探究幫助我們：
- 運用觀察與比對解決問題
 - 學習公平測試與記錄方法
 - 理解實驗控制變量的重要性



41

延伸活動與思考

- 💡 想一想：
1. 若結果不同，是假說錯了，還是過程出錯？
 2. 你會如何改進實驗方法？
 3. 還能用哪些科學方法協助調查？



42

🎉 你已完成『科學偵探』任務

！
任務完成！

讓我們一起繼續探索更多生活中的科學秘密！

43