

113-1 國立彰化高級中學多元表現歷程檔案

多元表現類型		彈性自主學習			
作者班級		作者座號		作者姓名	
組員班級		組員座號		組員姓名	
組員班級		組員座號		組員姓名	

一、主題摘要

本研究旨在透過實際操作來探討犯罪現場鑑識的各種方法，並對其進行系統性比較與分析。具體而言，本研究將記錄並比較各種鑑識方法的優缺點，並將其與現代科學鑑識技術進行對照，進一步探討不同鑑識方法在實際案件中的應用情境及其效果。並透過對傳統與現代鑑識技術的比較，旨在揭示現代科學鑑識技術相較於傳統方法的進步與優勢，並探討其在提升鑑識精確度、效率及應用範圍上的貢獻。此外，本研究也將深入分析各種科學鑑識方法的理論基礎與實際操作過程，藉此增進對鑑識科學原理的理解，並期許自己對鑑識技術演進的認識。最終，本研究希望透過實務操作與理論結合的方式，讓學習者能夠全面了解各種鑑識方法的運用條件及其適用性，並為未來鑑識科學的發展提供實踐經驗與理論參考。

二、選題動機

在選擇研究主題之前，常透過新聞媒體接觸到許多駭人聽聞的社會案件，這些案件通常會播放鑑識人員忙碌工作的畫面。當時，我不禁聯想到他們的工作方式，是否像福爾摩斯般，運用神奇的科學原理，將犯人的每一舉一動都掌握在手中，甚至能輕易採集關鍵證據，迅速將罪犯繩之以法。這樣的場景讓我對犯罪現場鑑識產生了濃厚的興趣，也激起了我對學習這些神秘而高效方法的渴望。然而，隨著進一步的自主學習，我漸漸意識到，現實中的科學鑑識工作遠比我先前所想的更為複雜和科學化。學術界對於鑑識技術的研究並非單純的“魔法”，而是建立在嚴謹的科學原理之上，包含了物理、化學、法醫學等多領域的知識，且每一項技術都有其適用的範圍和局限性。透過這次學習過程，我不僅更清楚地了解了現代鑑識方法的實際運作，也對未來深入探索各種鑑識技術的理論與應用充滿期待。我希望能夠進一步研究如何將這些方法與現代科學結合，提升鑑識工作的準確性與效率，並為未來的犯罪偵查提供更多的技術支持與理論基礎。

1、預期效益

- 對日常生活中產生的疑問進行探索：**在探索過程中，儘管研究過程尚不夠嚴謹，結果可能與事實有所偏差，但這並未削弱我們對問題的熱情與好奇心。每當發現新的線索或突破，團隊成員間會進行深入討論，並將每個人的想法與發現分享交流。
- 透過實驗探索未知，及檢視過程中的問題：**在實驗進行過程中，團隊成員經常面臨各種挑戰與問題。我們秉持著團隊合作精神，積極討論解決方案，並針對問題進行反思與改進。

3.透過實驗來嘗試解決原先的疑問質感敘述：在解決疑問的過程中，我們不僅透過實驗尋找答案，更注重在過程中的學習與成長。在這樣的合作氛圍中，每個成員都感受到自己的貢獻對團隊的重要性，並在相互支持中完成對未知的探索與解決。

四、學習內容

一、進度安排、修正計畫、重啟執行等

1.成果照片、(影片 QR code 不一定要)、紀錄等

2.成果說明(執行時遭遇困難的解決方式)等

3.你從中學習到了什麼？

※成果報告書可以放在附件一

五、面臨的挑戰與習得的能力

學習過程遇到的挫折、解決方式、自己學會哪些能力（知識的精進、實驗能力提升、團隊合作及電腦融入實驗分析…）

五、心得與反思

一、心得感想

1.本學期的收穫(所學的知識、能力和態度等)

心得撰寫架構建議：

經歷了什麼…… 發現了什麼…… 因此你學習了什麼…… 影響了你什麼……

2.對於本堂課的感想

3.其他

二、反思

1.本學期的目標是否有達成

(1)有，如何更精進？ (2)沒有，如何調整與改進？

2.對自己這次的學習的評價為何？

3.未來展望(對於你所學的能力，能應用在什麼樣的面相？……)

國立彰化高級中學

自主學習計畫成果書

作品名稱：福爾摩斯破案－犯罪現場的科學證據

指導老師：劉曉倩老師

作者姓名：

主題一：指紋鑑定

壹、三秒膠法（氰丙烯酸酯法）

一、實驗原理：

氰丙烯在氣化後具有很高的活性，所產生的氣體會在指紋中水分、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。

二、實驗器材：

1. 三秒膠
2. 玻璃容器（不適合用塑膠）
3. 錫箔紙
4. 指紋證物（杯蓋、紙、不同顏色瓶蓋）
5. 衛生紙（紙巾不適合）
6. 手套與口罩

三、實驗步驟：（全程皆需帶著手套與口罩）

1. 將錫箔紙折成盒子形狀
2. 將衛生紙放入錫箔紙做的盒子中
3. 將上述物品與待測證物放入玻璃容器中，並滴入三秒膠到衛生紙上
5. 迅速蓋上蓋子
6. 等待三秒膠揮發與指紋反應
7. 取出待測物
8. 觀察與記錄結果

四、實驗結果：



圖 1：



圖 2：



圖 3：



圖 4：



圖 5：



圖 6：

五、實驗討論：

1. 我們利用三種不同顏色瓶蓋作為實驗待測物，分別有綠色、紅色、藍色，發現明顯程度：

紅>藍>綠，推測可能是深淺或明亮度關係影響指紋的明顯程度。

2. 如果三秒膠滴太少，指紋顯現就會不明顯（三秒膠揮發的氣體少）。

3. 不適用於紙類，因為紙類會把物體表面水分吸收，導致氰丙烯無法反應。

4. 問題：

（1）指紋顯現不太明顯。

（2）待測物品放的位置太靠近揮發的地方。

（3）三秒膠滴太少，白色顯現不明顯；滴太多，指紋變得太白。

（4）指紋壓得時間不夠長，或手指中汗液或油脂含量不夠導致指紋不明顯。

（5）衛生紙容易結塊，導致揮發反應很快就結束。

六、現代使用：

1. 現代仍為常用的鑑識方式，適合處理非多孔性和部分多孔性材料上的指紋，也可處理時間較久的指紋，對稍微老化或稀少的殘留物仍有效。

2. 常結合螢光染劑（BY-40），染色之後，以多波域光源照射，再使用濾鏡觀察顯現指紋，能有效解決遇有背景干擾，或白色反應紋線顯現不清晰，背景複雜的問題。

貳、碘蒸氣法

一、實驗器材：

1. 燒杯（500 毫升、250 毫升）

2. 錶玻璃

3. 熱水（或加熱器）
4. 冰塊
5. 電子秤
6. 秤量紙
7. 碘
8. 印有指紋的測量紙

二、實驗步驟：

1. 在 250 毫升燒杯放入 2 克碘。
2. 將 500 毫升燒杯裝入熱水。
3. 將 250 毫升燒杯放入裝有熱水之 500 毫升燒杯。
4. 立即覆蓋上帶測物，且印有指紋面朝下。
5. 用錶玻璃壓代測物以固定。
6. 在錶玻璃上放冰塊，有助於碘蒸氣凝結。
7. 等待紫色的碘揮發結束。
8. 觀察實驗結果。
9. 之後測量加入 3 克、加入 4 克的不同反應結果。
10. 比較三者之結果。

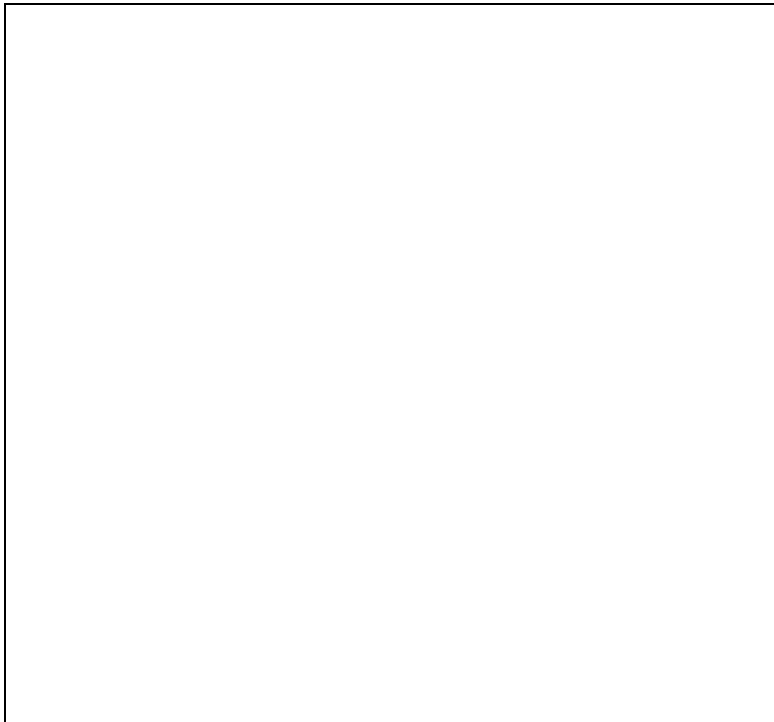
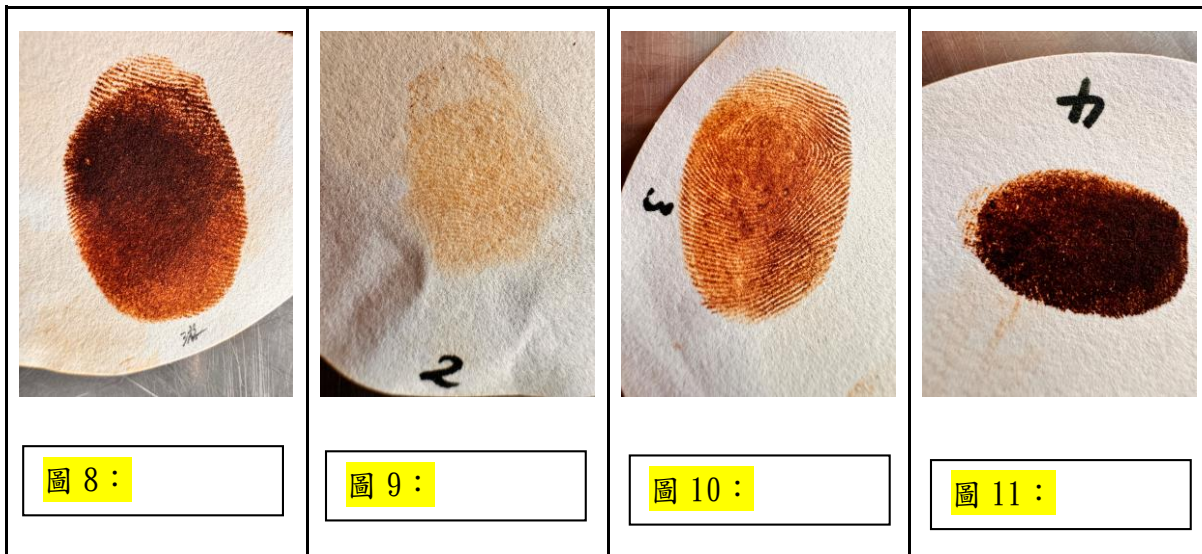


圖 7 碘蒸氣實驗裝置圖

（三）實驗原理：

主要由碘的昇華特性以及其與指紋殘留物中油脂的物理吸附作用，且不會破壞或改變指紋結構。

（四）實驗結果：



五、實驗討論：

1. 適合用於紙類來測指紋多孔性材料（如紙、木材）具有微小孔洞，能吸附碘蒸氣，讓碘分子滯留在材料表面較長時間，待指紋殘留物中的油脂和碘蒸氣結合後，顯現效果會更加穩定和清晰。
2. 碘蒸氣具有毒性，需要在通風處進行實驗。
3. 指紋顯現的顏色深度不同。

六、現代應用：

1. 碘蒸氣法使用頻率降低，且無法使用在非多孔性材質上，具有限制。
2. 螢光顯影技術：使用螢光染劑或光學設備，能更快速、清晰地檢測指紋。
3. 數位化技術：高解析度掃描與影像處理技術，讓指紋顯現更準確且容易保存。

叁、硝酸銀指紋實驗

一、原理：

利用硝酸銀與汗水中的氯化鈉生成 AgCl 沉澱，再照光後顯現出黑色指紋影像。

二、使用器具：

蓋過指紋的紙張(證物)、硝酸銀

三、過程：

1. 將指紋印於濾紙上
2. 將濃度 3M 硝酸銀滴於蓋過指紋的濾紙上
3. 滴完硝酸銀的濾紙拿至陽光下曝曬一段時間。

四、結果與討論：

1. 三種方法中，若以硝酸銀指紋法，可以避免吸到碘蒸氣法的毒氣。
2. 若以證物之指紋清晰度方面，硝酸銀的效果勝過於碘蒸氣法。
3. 雖然在紙張上的效果好，但對於光滑平面如玻璃和塑膠製品，幾乎無法呈現有效果。
4. 硝酸銀法主要用在紙張上，若是在塑膠、金屬等光滑表面會利用氰基丙烯酸酯法，可以補足硝酸銀法的不足。

五. 實驗結果



圖 12：



圖 13：

主題二：血跡實驗

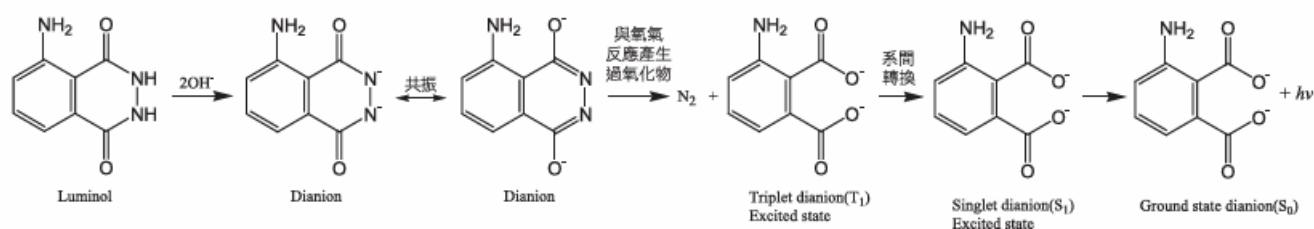
壹、魯米諾反應

一、實驗原理：「魯米諾」(Luminol) 是一種化學試劑，其分子式為 $C_8H_7N_3O_2$ 。

血液是一種結締組織，由細胞、纖維和基質構成，血液由血球有形成分和血漿組成，血球中的紅血球內含血紅素。血紅素中的金屬酶—過氧化氫酶，可催化氧化還原反應，金屬酶係指酵素結構的組成部分是金屬離子，如錳、鐵、鈷、鎳、銅、鋅等，它們可催化過氧化氫分解出氧和水。

當魯米諾與氧化劑（如過氧化氫， H_2O_2 ）混合後，在催化劑的作用下會進行氧化反應。

催化劑通常為血紅素中的鐵（ Fe^{2+} 或 Fe^{3+} ），這是血液中紅血球的成分之一。反應過程中，魯米諾分子進入激發態，隨後返回基態，釋放能量，以藍色螢光（波長介於 450~475 nm 之間）形式表現出來。



魯米諾試劑檢測原理

二、實驗器材

器材或溶液	數量
量筒（10 毫升）	2 個
滴管	3 支
黑色墊板	1 個
長尾夾	1 個
噴霧瓶	1 個
衛生紙	數張
魯米諾（ $C_8H_7N_3O_2$ ）	0.6 公克
氫氧化鉀	4.5 公克
蒸餾水	75 毫升
3% H_2O_2 (aq)	80 毫升

三、實驗過程

1. 試劑配製：

（1）取 0.6 公克魯米諾（ $C_8H_7N_3O_2$ ）與 4.5 公克氫氧化鉀，置入 75 毫升的蒸餾水中，並均勻

攪拌。

(2) 將步驟(1)配製的溶液，與等體積的 3% H_2O_2 混合，並倒入噴霧瓶中。

2. 檢測方法：

(1) 以蒸餾水清洗棉花棒頭，利用棉花棒輕沾類似血漬的物質。

(2) 將棉花棒置於表玻璃上，於暗室中噴魯米諾試液於其上，若出現藍色螢光為陽性反應，否則為陰性。

3. 實驗結果分析：



圖 14：將血跡沾在濾紙上，放在暗室中



圖 15：將魯米諾試劑噴灑在沾血跡的濾紙上立刻出現藍色螢光

4. 結果與討論：

(1) 魯米諾血跡法之結果明顯有效，但價格昂貴，所以我們嘗試使用酚酞法來測血跡反應。

(2) 在了解了魯米諾反應原理後，發現此方式無法有效辨識人血還是其他物種之動物血。分辨人血或其他動物的血可利用抗體與抗原的配對原理，利用由某種類型的細胞製造出來的抗體，稱為單株抗體，可與人類血液中特有的成分（抗原）結合而呈陽性反應，其他動物血液則無（呈陰性），以分辨之。市面上已有推出檢測卡，可快速分辨血液是否為人血，其檢測方式相當簡單，只要先將可疑血跡放入試管中，待可疑血跡在試管中溶解後，取數滴溶液滴入檢測卡，如果是人血，此卡就會出現兩條線，若是其他動物血，則只有一條線

貳、還原態酚酞試劑檢測法（Kastle—Meyer test）

一、實驗原理：

還原態酚酞試劑檢測法（以下簡稱 KM 試劑 檢測法），試劑包含過氧化氫溶液與還原態酚酞指示劑，前者觸發反應，後者用以顯示反應結果。以過氧化氫針對血紅素中的金屬酶——過氧化氫酶或過氧化物酶，進行催化反應。金屬酶中的金屬離子（如鐵離子等）使過氧化氫分解出氧，分解出的氧和無色酚酞指示劑進行氧化還原反應而改變顏色。若該物質含血紅素，則還原態酚酞被氧化為氧化態，在鹼性溶液中呈粉紅色。

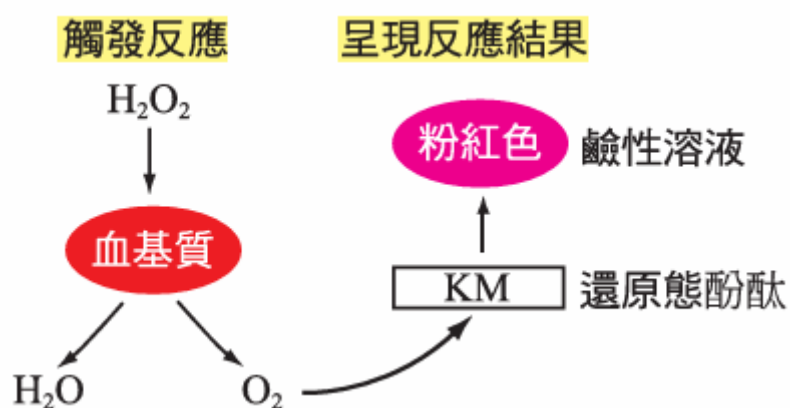


圖 16：還原態酚酞試劑檢測法

二、實驗器材

器材或溶液	數量
小燒杯	50 毫升
量筒	10 毫升
滴管	4 支
表玻璃	3 個
棉花棒	10 支
氫氧化鉀	20 公克
鋅粉	20 公克
蒸餾水	100 毫升
酚酞	2 公克
酒精	20 毫升

3% H_2O_2 (aq)	20 毫升
--------------------------------	-------

三、實驗過程

1. 試劑配製：

(1) 取 2 公克酚酞、20 公克氫氧化鉀、20 公克鋅粉，置入 100 毫升蒸餾水中，混合後加熱攪拌，取澄清液，保存於棕色瓶中 4℃ 冷藏。

(2) 實驗前將步驟 (1) 配製的溶液以酒精稀釋五倍，置於燒杯中。

2. 檢測方法：

(1) 以蒸餾水清洗棉花棒頭，利用棉花棒輕沾血漬物質，並 360° 轉動使棉棒頭完整地沾染樣品。

(2) 以酒精殺菌後，沾染一滴還原態酚酞。

(3) 沾染一滴過氧化氫。

(4) 若出現粉紅色的變化，為陽性反應，則此檢體推測為血液。

圖 17：使用酚酞試劑檢測血跡圖

四、實驗結果與心得

1. 相較於魯米諾，此方式的成本相對較低廉，是個較經濟實惠之方式。
2. 原來酚酞也可以用來檢測血跡反應，我一直以為酚酞只是酸鹼指示劑而已。

主題三：唾液實驗

一、實驗原理：

澱粉酶來催化澱粉水解，成為小分子的寡糖或麥芽糖。由於澱粉與三碘錯離子 (I_3^- ，褐色) 反應會產生藍黑色的錯合物，觀察碘試液顏色的變化，即可判斷溶液中澱粉被澱粉酶催化水解之程度。因此將含澱粉及澱粉酶之反應液滴加到碘試液並混合均勻，反應剛開始時因含有澱粉，因此混合後碘試液呈現藍黑色。隨著澱粉酶催化水解反應之進行，混合液中澱粉含量減少而碘試液逐漸轉為紅棕色。最後當反應液中澱粉完全被水解時，混合液呈現碘試液原有之黃棕色。因此，記錄定量澱粉被完全水解所需的時間（即反應液與碘試液混合，無藍黑色呈現），代表酵素催化反應之速率，水解所需的時間越短者表示酵素的催化效率越高。

二、藥品及器材

1. 用量：0.5% 氯化鈉 25 mL、碘試液 (1% I_2 / 2% KI) 3~5 mL、2% 澱粉溶液 6 mL、pH7 緩衝溶液 4 mL、pH 5 和 pH 9 緩衝溶液各 1 mL。
2. 用量：試管 (10 mL) 10 支、試管架 1 個、乳帽和玻璃滴管 (或塑膠滴管) 2 支、燒杯 (100 mL) 2 個、量筒 (10 mL) 1 支、漏斗 1 支、玻璃棒 1 支、刻度吸量管 (2 mL) 1 支、安全吸球 1 個、保麗龍湯杯 (200 mL) 2 個、溫度計 1 個、計時器 1 個、碎冰 100 g、投影片及襯墊白紙 1 套。

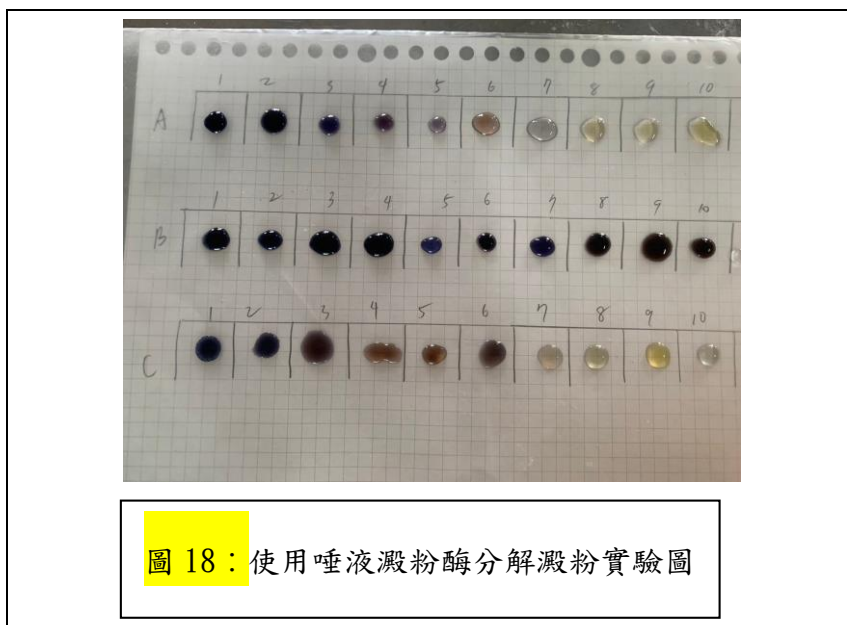
【藥品配製】

1. 0.5% 氯化鈉：秤 0.5 g 氯化鈉 ($NaCl$) 加水至 100 g。
2. 2% 澱粉溶液：秤 2 g 可溶性澱粉以少量水攪拌成乳狀液，沖加熱水至 100 g，煮沸後靜置放冷。
3. 碘試液 (1% I_2 / 2% KI)：秤 1 g 碘 (I_2) 及 2 g 碘化鉀 (KI) 加水稀釋至 100 g。
4. pH 5 緩衝液：秤 14.0 g 鄰苯二甲酸氫鉀 (KHP) 及 2.7 g 碳酸氫鈉 ($NaHCO_3$)，加水稀釋至 1 公升。
5. pH 7 緩衝液：秤 1.20 g 磷酸二氫鈉 (NaH_2PO_4) 及 0.885 g 磷酸氫鈉 (Na_2HPO_4)，加水稀釋至 1 公升。
6. pH 9 緩衝液：6.2 g 硼酸 (H_3BO_3) 及 38.1 g 硼砂 ($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$)，加水稀釋至 1 公升。

三、實驗過程

1. 洗淨烘乾 10 支試管，放冷後備用；準備一張「澱粉酶活性測定」投影片及襯墊白紙。

2. 配製唾液澱粉酶溶液：經由漏斗收集 1 mL 唾液於 10mL 量筒中，加入 0.5%氯化鈉溶液至量筒 10 mL 標線處以稀釋唾液，並轉置於乾淨的 100 mL 燒杯中，再加入 15 mL 的 0.5%氯化鈉溶液，以玻璃棒攪拌並混合均勻，此為唾液澱粉酶溶液。
3. 準備碘試液：以滴管吸取碘試液，在「澱粉酶活性測定」投影片及襯墊白紙上，於橫向方格內的每格滴入 1 滴碘試液，預先準備 5~10 滴碘試液。
4. 取 1 mL 之 pH 7 緩衝溶液置於乾淨試管中，再加入 1 mL 的 2%澱粉溶液，此為反應試液。
5. 以 2 mL 刻度吸量管（或有刻度的塑膠滴管）量取 2 mL 唾液澱粉酶溶液，加入於上述反應試液中，立刻以彈震試管方式或以乾淨之玻璃滴管吸排溶液數次，將溶液混合均勻並開始計時。
6. 溶液混合後，立即以玻璃滴管取 1 滴反應液與投影片上 1 滴碘試液混合顯色。每隔 30 秒或 1 分鐘，取 1 滴反應液與投影片上碘試液混合，隨時間觀察顏色的變化，直到溶液之藍黑色消失呈現碘試液的黃棕色，如圖 18 所示。



四、實驗分析：

在唾液澱粉酶的作用下，A 組與 C 組澱粉含量皆隨著時間變少，顏色漸漸變淡，而 B 組則不明顯，推論可能是唾液澱粉酶活性過低或配製錯誤。

五、實驗結論：

唾液澱粉酶的活性愈大，投影片上的碘液會較快變淡。