

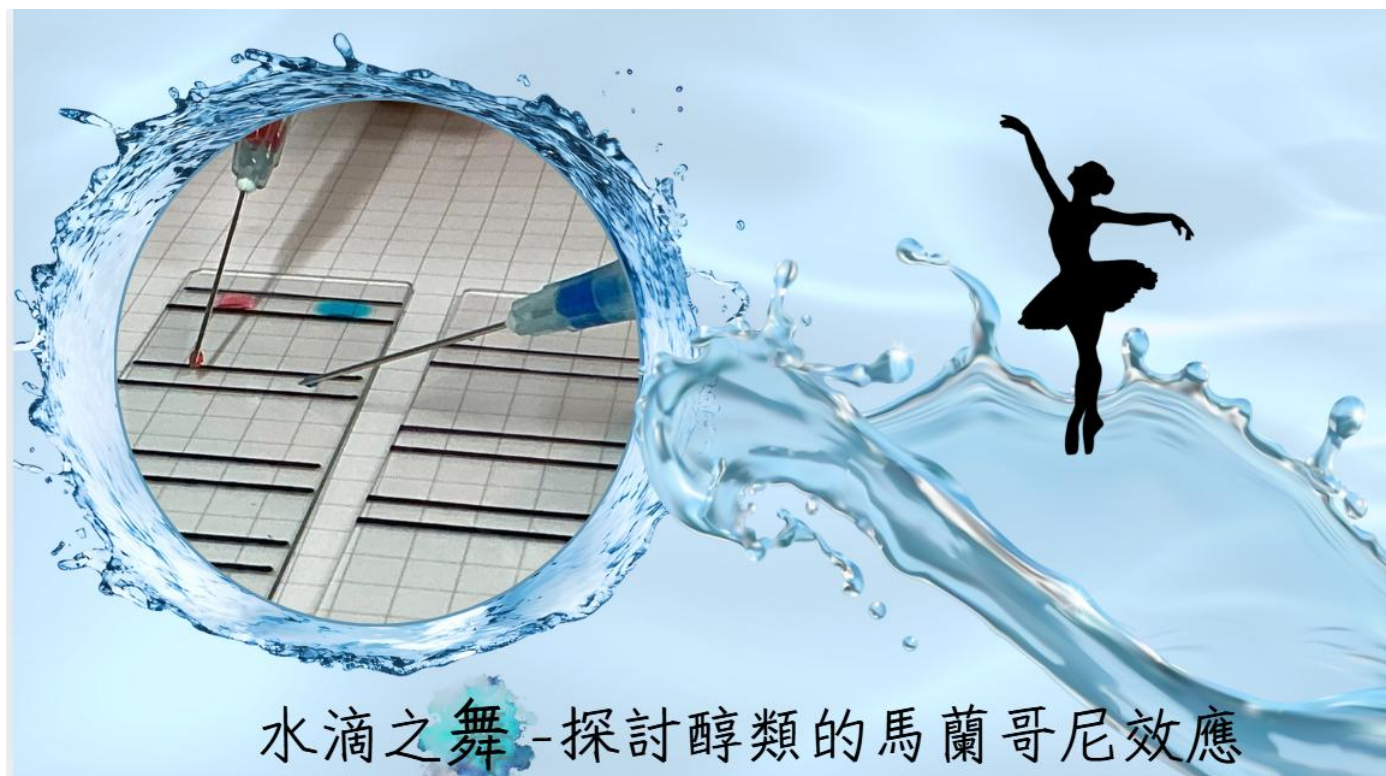
彰化縣 114 學年度國民中小學學生獨立研究作品徵選
作品說明書(封面)

作品編號：

組別：
☒國小組
☐數學類
☐自然與生活科技類
☐國中組
☐人文社會類

作品名稱：

水滴之舞-探討醇類的馬蘭哥尼效應



水滴之舞-探討醇類的馬蘭哥尼效應

第一階段 研究訓練階段

壹、課程理念

課程透過系統化的研究能力訓練，培養學生觀察生活、提出問題、蒐集資料、分析資訊及進行反思的核心素養。課程分為中、高年級兩階段，循序強化網路使用、資料整理、研究方法與科學態度，使學生能以自主方式完成小型研究並理解研究倫理。

貳、課程目標

- 一、建立資訊素養與研究態度，能辨識資料來源。
- 二、熟悉文書、美編與基本儀器操作能力。
- 三、了解研究流程，能提出問題並蒐集整理資料。
- 四、發展資料分析、圖表呈現與研究反思能力。
- 五、能完成研究計畫書與研究成果報告。

參、課程架構與指標

中年級研究訓練	高年級研究訓練
網路素養： 資訊查找、可信度判斷	作品評析：閱讀歷屆研究
文書與美編： Word、Canva、相片編輯	文書與美編： Word、Canva、相片編輯
儀器操作： 量測工具使用與保養	資料蒐集分析： 實驗、訪談、統整
閱讀摘要： 主旨判讀、圖表整理	研究倫理：引用與態度
研究方法入門： 問題意識與資料蒐集	成果撰寫：報告與反思

肆、時間配置

中年級：每週 2 節；高年級：每週 3 節

伍、教學支持

中年級以研究工具與探索活動為核心；高年級強調計畫書撰寫、研究方法與資料分析，協助學生完成具完整架構的研究成果並發展自我反思能力。

第二階段 獨立研究

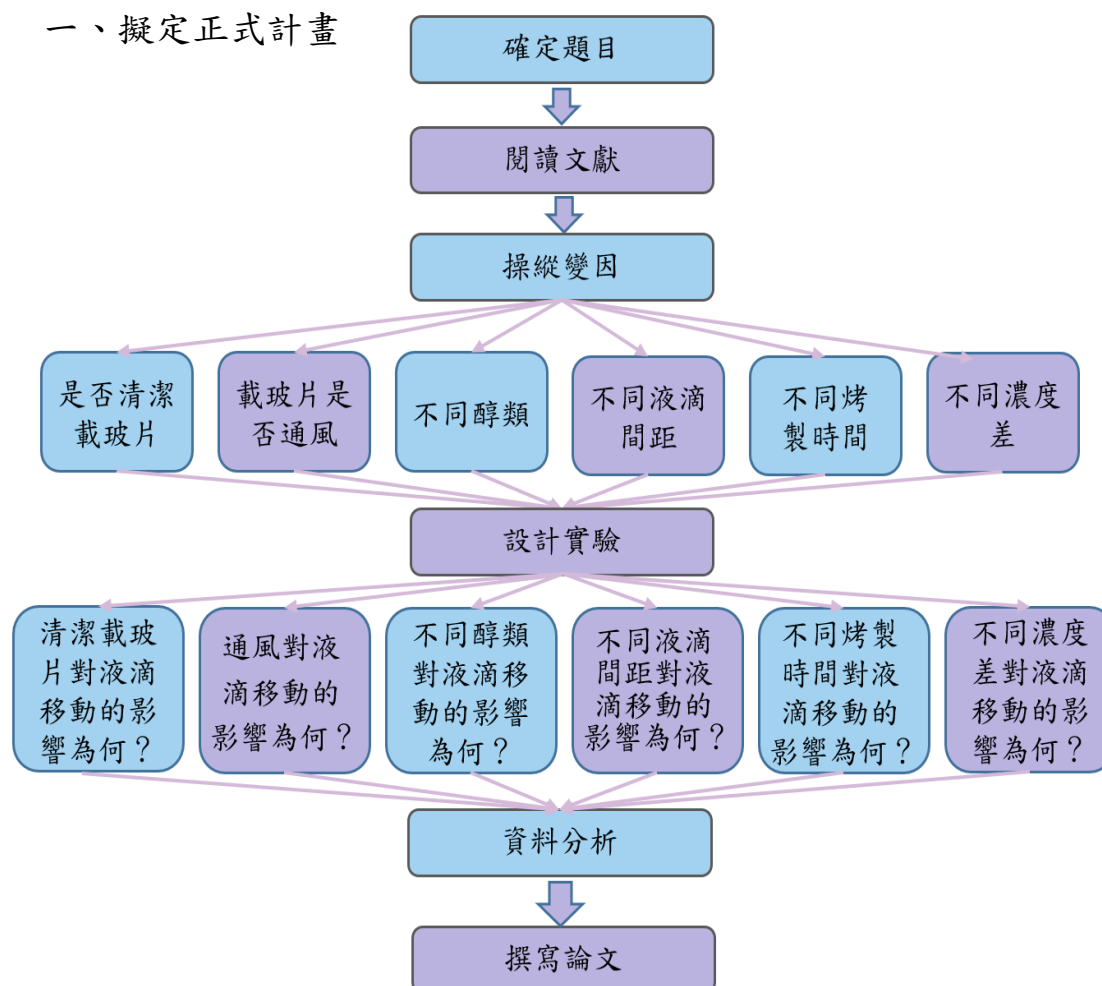
水滴之舞-探討醇類的馬蘭哥尼效應

壹、研究動機

觀賞科學影片的過程中，我們注意到水滴竟能在載玻片表面像舞者般的舞動，這個**水滴之舞**讓我們十分驚艷，進一步查詢相關資料一探究竟，根據相關文獻指出，這其實是「丙二醇水溶液」的特殊現象：液滴會移動的原因是因「馬蘭哥尼效應」。同時，在「翰林」自然課本第二單元「千變萬化的水」中，學習到「毛細現象」，而這個現象與馬蘭哥尼效應一樣，都與「表面張力」有密切的關係。這兩者之間既相似又不同的特性，引發了進一步比較與探索的動機，因此，希望透過實際操作與觀察，深入了解「馬蘭哥尼效應」所造成各種有趣的「**水滴之舞**」。

貳、擬定正式計畫、研究問題及工作進度表

一、擬定正式計畫



二、研究問題

- (一) 清潔載玻片對液滴移動的影響為何？
- (二) 通風對液滴移動的影響為何？
- (三) 不同醇類對液滴移動的影響為何？
- (四) 不同液滴間距對液滴移動的影響為何？
- (五) 不同烤製時間對液滴移動的影響為何？
- (六) 不同濃度差對液滴移動的影響為何？

三、研究目的

- (一) 了解清潔載玻片對液滴移動情形的影響
- (二) 了解通風對液滴移動情形的影響
- (三) 了解不同醇類對液滴移動情形的影響
- (四) 了解不同液滴間距對液滴移動情形的影響
- (五) 了解不同烤製時間對液滴移動情形的影響
- (六) 了解不同濃度差對液滴移動情形的影響

四、工作進度表

執行時間 執行項目	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
確定主題									
閱讀文獻									
進行實驗									
學習操作 Tracker									
記錄數據									
資料分析									
撰寫論文									

參、彙整相關文獻

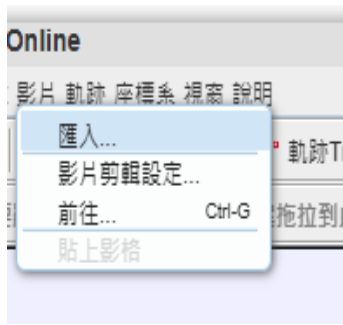
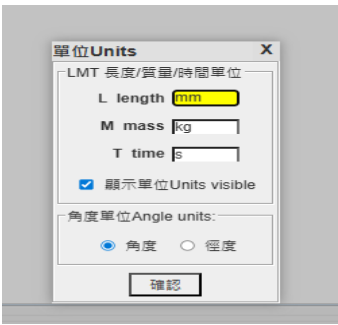
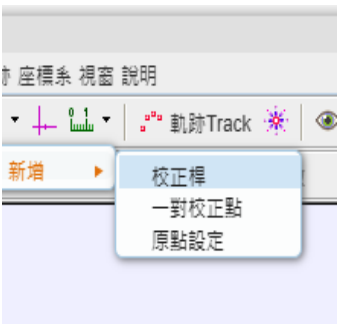
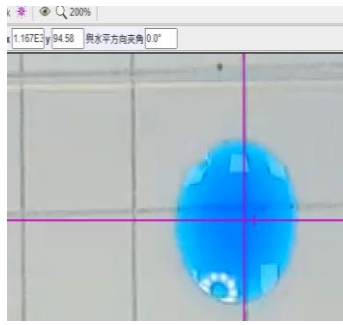
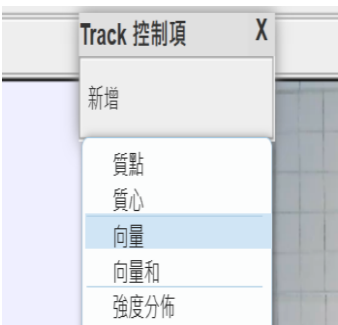
一、Tracker 軟體

Tracker 軟體是一個建立於 Open Source Physics (OSP) Java 架構下的免費的影像分析與建模工具。Tracker 軟體可以由此連結下載：<https://tracker-online>，適合的作業系統有 Windows、MacOS、Linux。

(一) Tracker 軟體使用方法

將 Tracker 軟體使用步驟依序列在表 3-1-1。

▼表 3-1-1 Tracker 軟體使用步驟表

步驟一	步驟二	步驟三
		
上傳影片	修改單位	點擊校正桿
步驟四	步驟五	步驟六
		
開啟軸線	新增向量	開始分析

二、醇類介紹

將實驗中用到的醇類作分析介紹，如下表 3-2-1。

▼表 3-2-1 醇類分析比較表

化合物	基本性質	主要用途	安全性與注意事項
丙二醇 (PG)	無色、無臭、略具黏稠性，具吸濕性	食品添加（溶劑、保濕劑、穩定劑）、藥品與化妝品（載體、保濕劑）、工業（防凍液、潤滑劑、塑膠製品）	低毒性，安全性高，經 FDA 認可，作為食品添加劑
丙三醇 (G, 甘油)	無色、無臭、黏稠、具甜味，吸濕性佳	食品（保濕、甜味劑、穩定劑）、藥品與化妝品（保濕、潤滑、載體）、工業（樹脂、防凍液、炸藥原料）	毒性極低，安全性高，為 FDA 認可之食品添加劑
異丙醇 (IPA)	無色、揮發性高、具刺激性氣味，可與多種溶劑互溶	醫療（皮膚與器械消毒）、化妝品（溶劑、收斂劑）、電子設備清潔、工業（脫水、除油、油墨成分）	易燃，吸入過量可能造成頭痛、噁心等不適，使用時須注意通風與防火
乙醇 (ETOH)	無色、易揮發、具特有氣味，可燃，可與水及多種有機溶劑混溶	醫療（消毒劑）、食品（飲用酒精、添加劑）、化妝品（溶劑、防腐、收斂）、工業（溶劑、生質燃料）	高度易燃，需留意儲存與使用安全

三、實驗設計

本實驗旨在觀察不同濃度醇類溶液在特定溫度載玻片表面的擴散與液滴移動情形。實驗前，將烤製過的載玻片靜置至表面溫度約 27°C，以確保條件一致。丙二醇水溶液以丙二醇與純水依重量百分比配置成不同濃度，如 1%、25%、30% 等混合均勻後靜置備用。接著，將各溶液滴於載玻片上，觀察其擴散移動、液滴形態及與表面的交互作用，藉以探討濃度對液滴行為的影響。進行七組實驗後，取五組效果最好的算出平均值。

四、馬蘭哥尼效應

當兩個液體或同一液體不同區域的表面張力不同時，表面張力強的區域會拉動表面張力弱的區域，從而導致液體移動，目的是為了使整個界面的張力趨於均勻。

五、擴散作用

物質分子由濃度高的地方往濃度低的地方移動的現象，過程不需耗費能量。

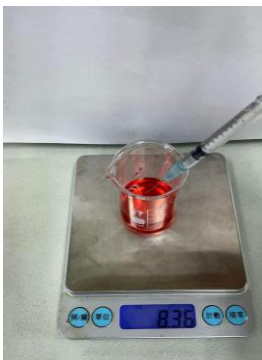
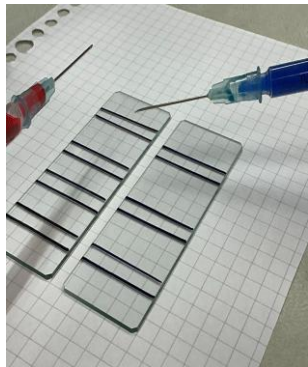
六、毛細現象

液體在細小管狀或多孔物體內，因「液體與物體間的附著力」和「液體分子間的內聚力」共同作用，造成液體能移動的現象。

七、丙二醇實驗的步驟

本實驗的實驗步驟流程分析如下表 3-7-1。

▼表 3-7-1 實驗步驟流程表

步驟一	步驟二	步驟三
		
依實驗變因 調製溶液	清潔載玻片 (實驗一)	用冷風吹乾載玻片 (實驗一)
步驟四	步驟五	步驟六
		
烘烤載玻片	等待冷卻至約 27°C	將液滴滴上載玻片

八、實驗材料

將本實驗的實驗材整理如下表 3-8-1。

▼表 3-8-1 實驗材料一覽表

名稱	實驗室專用抗酒精簽字筆	載玻片	實物投影機
圖片			
介紹	用來畫第四組實驗的線	進行實驗	紀錄水滴的移動
名稱	針筒	酒精燈	A5 格子紙
圖片			
介紹	液滴滴上載玻片	用來加熱載玻片	觀察水滴移動距離
名稱	丙二醇	異丙醇	甘油
圖片			
介紹	用來調製溶液	用來調製溶液	用來調製溶液
名稱	95%酒精	鑷子	防火隔板
圖片			
介紹	用來調製溶液	夾著載玻片烤製	防影響酒精燈火源
名稱	食用色素	電子秤	溫度計
圖片			
介紹	用來調色溶液	量重量	量載玻片溫度

九、歷屆科展相關作品

本實驗相關歷屆科展作品分析如下表 3-9-1。

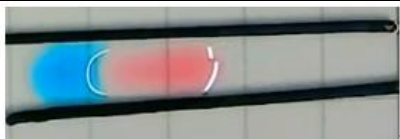
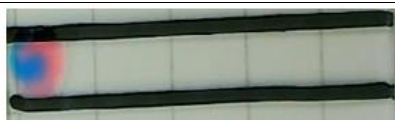
▼表 3-9-1 歷屆科展作品分析表

屆別	題 目	作 者	重點與結論
56 屆	『水』心所遇 —探討不同濃 度液滴在處理 過載玻片表面 的互動	梁凱鈞、 張博勝、 陳睿彬	改變丙二醇溶液濃度、載玻片 溫度、液滴體積與表面處理方 式，以找出液滴移動速度最 快、馬蘭哥尼效應最明顯的最 佳條件。
57 屆	「液油」未盡 —探討不同濃 度液滴在載玻 片表面互動的 原因	呂閑筠、 洪宛瑩、 蕭好珊	丙二醇液滴在烘烤載玻片上， 濃度差達約 8 - 25%時出現推 擠或融合現象；液滴大小及距 離會影響互動。乙酸與其他醇 類也有類似行為，非醇類無反 應。不同溶質液滴亦可互動； 蒸發會影響異丙醇液滴行為。
59 屆	「醇」「醇」 欲動——探討 丙二醇液滴的 馬蘭哥尼效應	葉芳瑜、 謝秉希、 謝亞彤	研究多種可溶於水的有機物 (甲醇、乙醇、異丙醇、丙二 醇、丙三醇、甲酸、醋酸、丙 酸、乙二醇)在不同濃度下的 表面張力差異；兩液滴必須有 至少 3dyn/cm 的表面張力差才 會推擠，若差異太小則直接互 溶。

十、液滴移動情形分類

經由觀察液滴移動，將移動情形分類如下表 3-10-1。

▼表 3-10-1 液滴移動情形分析一覽表

類型	圖片(最後移動)	移動情形說明
1		沒有移動
2		愈離愈遠
3		推動
4		直接融合
5		高濃度包覆低濃度
6		分裂
7		靠近沒融合
8		推動沒融合
9		蒸發
10		攤開
11		間距沒改變，兩個液滴一起移動

肆、資料分析

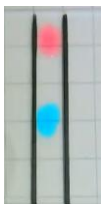
一、清潔載玻片對液滴移動的影響為何？

配製丙二醇水溶液後，利用洗碗精清洗載玻片，藉由觀察液滴移動情形了解清潔載玻片對液滴移動的影響，將實驗記錄如下表 4-1-1。

(一)實驗變因

1. 操作變因：洗碗精清洗
2. 控制變因：烤載玻片 30 秒、液滴間距 5 毫米、丙二醇水溶液濃度 1% 和 25%、洗碗精
3. 應變變因：液滴移動情形

▼表 4-1-1 清潔載玻片的液滴移動紀錄表

觀察時間 清潔狀況	0 秒	5 秒	10 秒	15 秒	20 秒	後續 觀察	結果
有清潔							沒有 移動
沒清潔							推動

(二)綜合分析

有用洗碗精載玻片的液滴，在七組實驗中，只有一組有推動情形，效果差。而沒用洗碗精載玻片的液滴，則有 7 組皆有明顯的推動情形，效果為最佳，因此後續實驗：使用沒有清洗的載玻片。

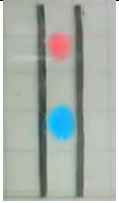
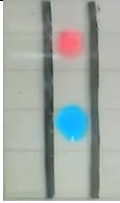
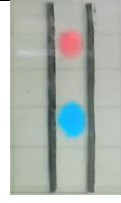
二、通風對液滴移動的影響為何？

利用透明玻璃盒蓋住載玻片，藉由觀察了解通風對液滴移動的影響，將實驗記錄如下表 4-2-1。

(一)實驗變因

1. 操作變因：有無通風
2. 控制變因：烤載玻片時間 30 秒、丙二醇水溶液濃度 1% 和 25%、液滴間距 5 毫米
3. 應變變因：液滴移動情形

▼表 4-2-1 通風的液滴移動紀錄表

觀察時間 通風情況	0 秒	5 秒	10 秒	15 秒	20 秒	後續 觀察	結果
通風							推動
沒通風							沒有移動

(二)綜合分析

有通風的液滴，在七組實驗中，皆有推動情形，效果佳；沒有通風的載玻片實驗中，液滴則有無明顯的推動情形，效果差，有通風的馬蘭哥尼效應最明顯，因此後續實驗：使用通風的情況。

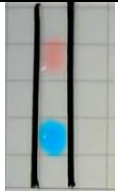
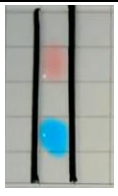
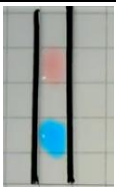
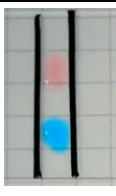
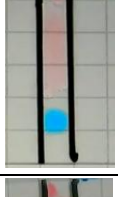
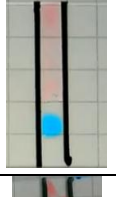
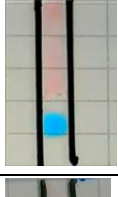
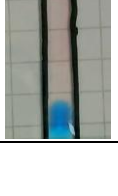
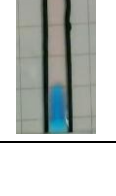
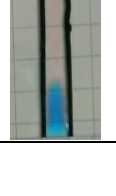
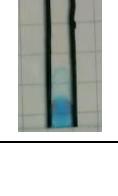
三、不同醇類對液滴移動的影響為何？

使用不同醇類當成溶質來調製溶液，藉由觀察了解不同醇類對液滴移動的影響，將實驗記錄如下表 4-3-1。

(一)實驗變因

1. 操作變因：不同醇類
2. 控制變因：載玻片烤 30 秒、液滴間距 5 毫米、溶液濃度 1 %和 25 %
3. 應變變因：液滴移動情形

▼表 4-3-1 不同醇類的液滴移動紀錄表

觀察時間 不同醇類	0 秒	5 秒	10 秒	15 秒	20 秒	後續 觀察	結果
丙二醇							推動
丙三醇							靠近沒融合
異丙醇							沒有移動
乙醇							攤開

(二)綜合分析

由表 4-3-1 可得知，乙醇水溶液接觸載玻片時，會攤開，無推動現象；異丙醇水溶液有 2 組融合，無推動情形；丙三醇水溶液有 3 組融合，無推動現象；而丙二醇水溶液則出現明顯推動現象，且馬蘭哥尼效應最明顯，因此後續實驗：使用丙二醇水溶液。

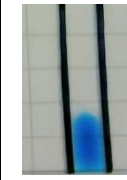
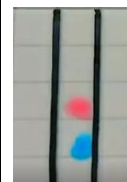
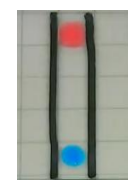
四、不同液滴間距對液滴移動的影響為何？

改變液滴間距，藉由觀察了解不同間距對液滴移動的影響，將實驗記錄如下表 4-4-1。

(一)實驗變因

1. 操作變因：液滴在載玻片上的不同間距
2. 控制變因：丙二醇水溶液濃度 1% 和 25%，載玻片烤 30 秒
3. 應變變因：液滴移動情形

▼表 4-4-1 不同液滴間距的液滴移動紀錄表

觀察時間 不同距離	0 秒	5 秒	10 秒	15 秒	20 秒	後續 觀察	結果
5 毫米							推動
10 毫米							靠近 沒融合
15 毫米							沒有移動

(二)綜合分析

由表 4-4-1 可得知，不同液滴間距的差異明顯；液滴間距為 15 毫米時，液滴靜止不動，未出現推動現象，效果最差；液滴間距為 10 毫米時，共有四組液滴產生融合，效果較 15 毫米好，為第二；液滴間距為 5 毫米時，7 組皆出現明顯的推動現象，且馬蘭哥尼效應最明顯，因此後續實驗：使用液滴間距 5 毫米。

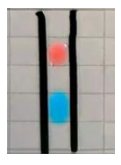
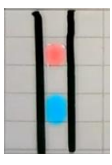
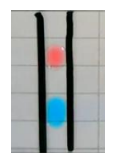
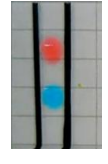
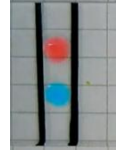
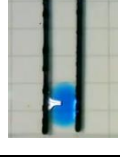
五、不同烤製時間對液滴移動的影響為何？

使用不同烤製時間的載玻片，藉由觀察了解不同烤製時間對液滴移動的影響，將實驗記錄如下表 4-5-1。

(一)實驗變因

1. 操作變因：烤製載玻片不同秒數
2. 控制變因：丙二醇水溶液 1% 和 25%、液滴間距 5 毫米
3. 應變變因：液滴移動情形

▼表 4-5-1 不同烤製時間的液滴移動紀錄表

觀察時間 不同時間	0 秒	5 秒	10 秒	15 秒	20 秒	後續 觀察	結果
烤十秒							靠近沒融合
烤二十秒							靠近沒融合
烤三十秒							推動並分裂
烤四十秒							推動
烤五十秒							推動

(二)綜合分析

由表 4-5-1 可得知，在載玻片烤製不同時間實驗中，液滴滴下後水滴皆出現明顯的推動情形；且隨著載玻片烤製時間增加，液滴的移動速度越快；其中以烤製 40 秒的載玻片推動速度最快，且馬蘭哥尼效應最明顯，因此後續實驗：使用烤製時間 40 秒的載玻片。

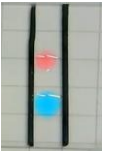
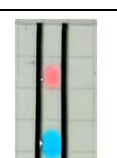
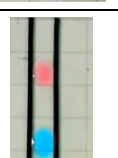
六、不同濃度差對液滴移動的影響為何？

使用不同濃度的丙二醇水溶液，以 10% 為基準，藉由觀察了解不同濃度差對液滴移動的影響，將實驗記錄如下表 4-6-1。

(一) 實驗變因

1. 操作變因：溶液濃度差
2. 控制變因：烤製載玻片 50 秒、液滴間距 5 毫米、丙二醇水溶液
3. 應變變因：液滴移動情形

▼表 4-6-1 不同濃度差的液滴移動紀錄表

觀察時間 不同濃度差	0 秒	5 秒	10 秒	15 秒	20 秒	後續 觀察	結果
10%							推動並融合
20%							推動並融合
30%							推動並融合
40%							間距沒改變 兩個液滴 一起移動
50%							間距沒改變 兩個液滴 一起移動

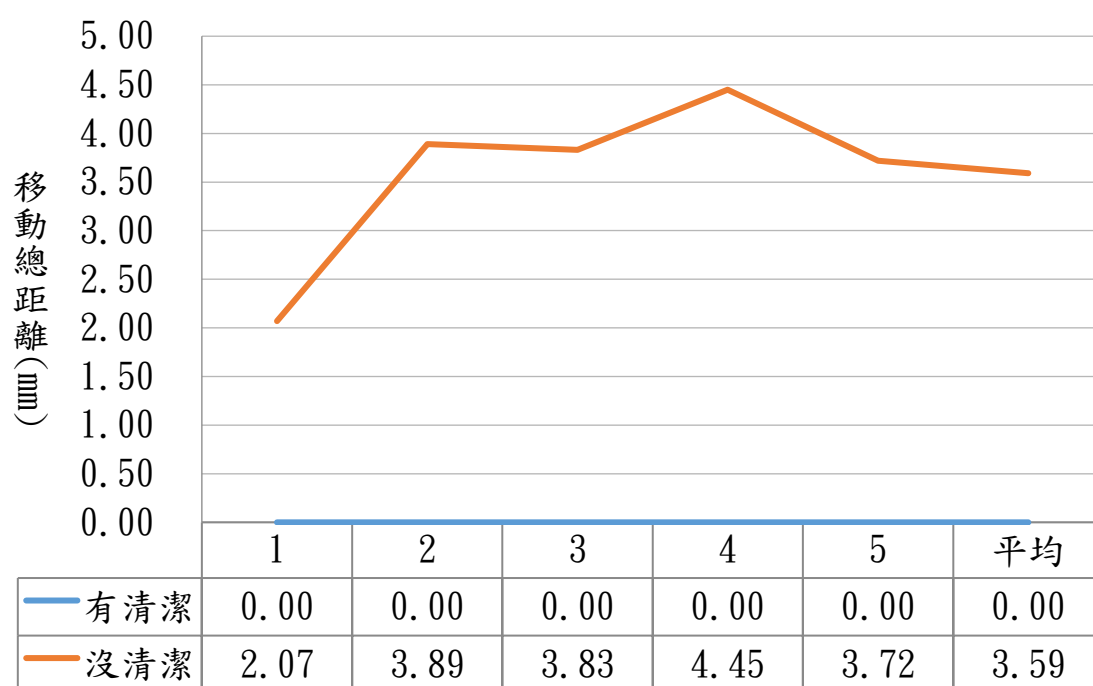
(二) 綜合分析

由表 4-6-1 可得知，在不同濃度差實驗中，液滴滴下後皆出現明顯推動情形，其中以相差 30% 液滴移動速度快，產生推動並融合情形，即以 30% 的濃度差時，馬蘭哥尼效應為最佳。

伍、研究結果與討論

一、清潔載玻片對液滴移動的影響

利用 Tracker 軟體將清潔載玻片對液滴移動的影響進行分析比較，如下圖 5-1-1。



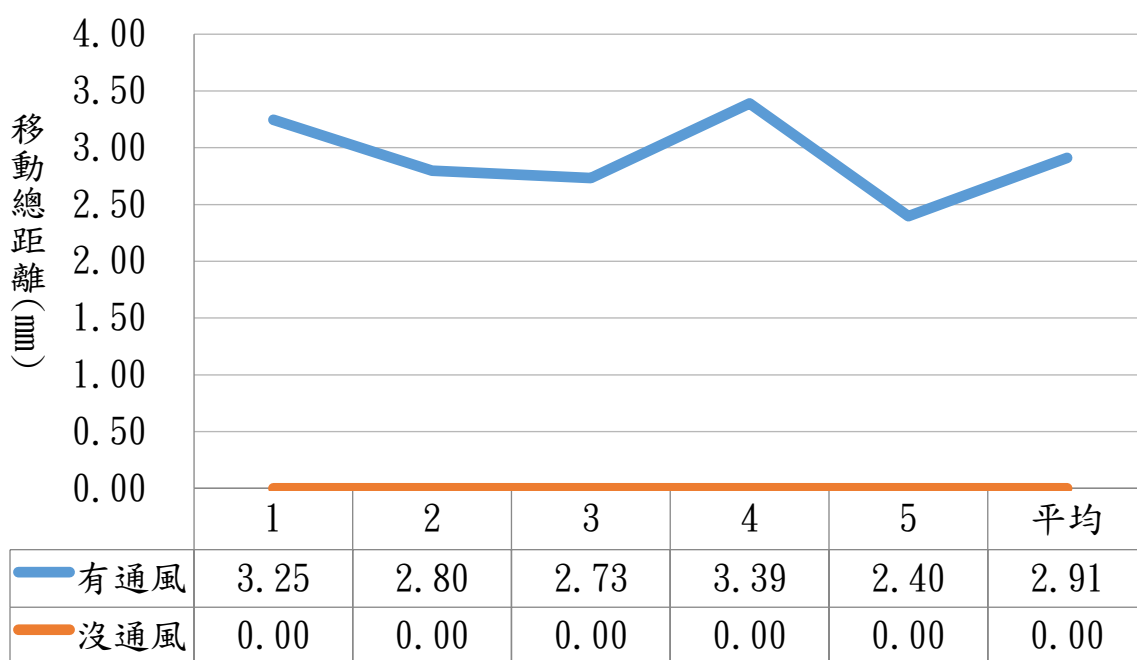
▲圖 5-1-1 清潔載玻片對液滴移動的影響分析折線圖

由圖 5-1-1 可得知，清潔過的載玻片液滴平均移動距離為 0 毫米，為最差效果；沒清潔過的載玻片液滴平均移動距離為 3.59 毫米，為最佳效果。

清潔載玻片對液滴移動的影響效果中平均移動距離情形依序為：沒清潔過的載玻片(3.59 毫米) > 清潔過的載玻片(0 毫米)。

二、通風對液滴移動的影響

利用 Tracker 軟體將通風對液滴移動影響進行分析比較，如下圖 5-2-1。



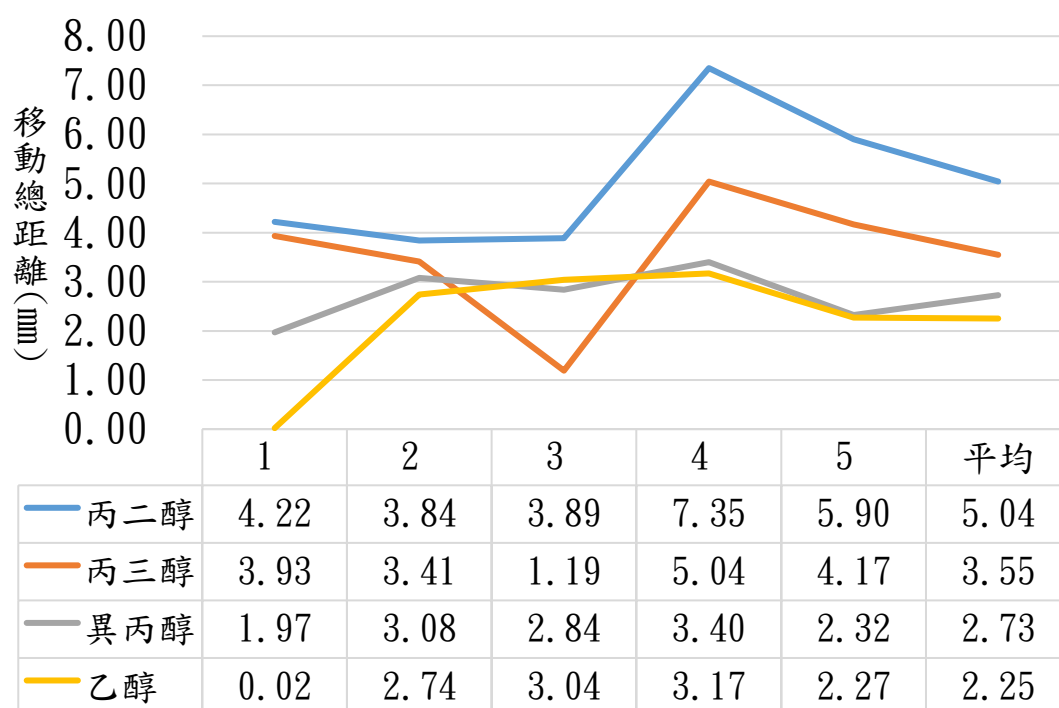
▲圖 5-2-1 通風對液滴移動的影響分析折線圖

由圖 5-2-1 可得知，有通風的液滴平均移動距離為 2.91 毫米，為最佳效果；沒通風的平均液滴移動距離為 0 毫米，為最差效果。

通風對液滴移動的影響中液滴平均移動距離情形依序為：有通風的載玻片(2.91 毫米)>沒通風的載玻片(0 毫米)。

三、不同醇類對液滴移動的影響

利用 Tracker 軟體將不同醇類對液滴移動的影響進行分析比較，如下圖 5-3-1。



▲圖 5-3-1 不同醇類液滴對液滴移動的影響分析折線圖

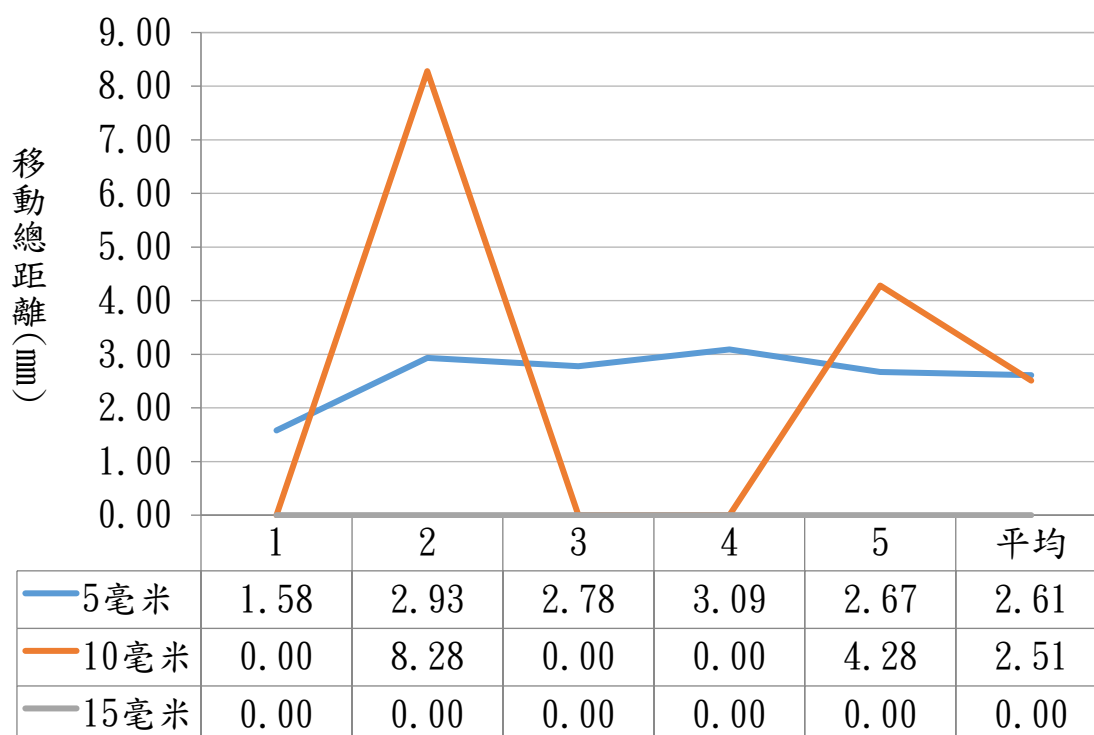
由圖 5-3-1 可得知，乙醇液滴平均移動距離為 0 毫米，為最差效果；丙二醇液滴平均移動距離為 5.04 毫米，為最佳效果。

不同醇類對液滴移動的影響平均移動距離情形依序為：丙二醇液滴(5.04 毫米) > 丙三醇液滴(3.55 毫米) > 異丙醇液滴(2.73 毫米) > 乙醇液滴(2.25 毫米)。

四、不同液滴間距對液滴移動的影響

利用 Tracker 軟體將不同間距對液滴移動的影響進行分析比較，如下圖 5-4-1。

▼圖 5-4-1 不同液滴間距對液滴移動的影響分析折線圖



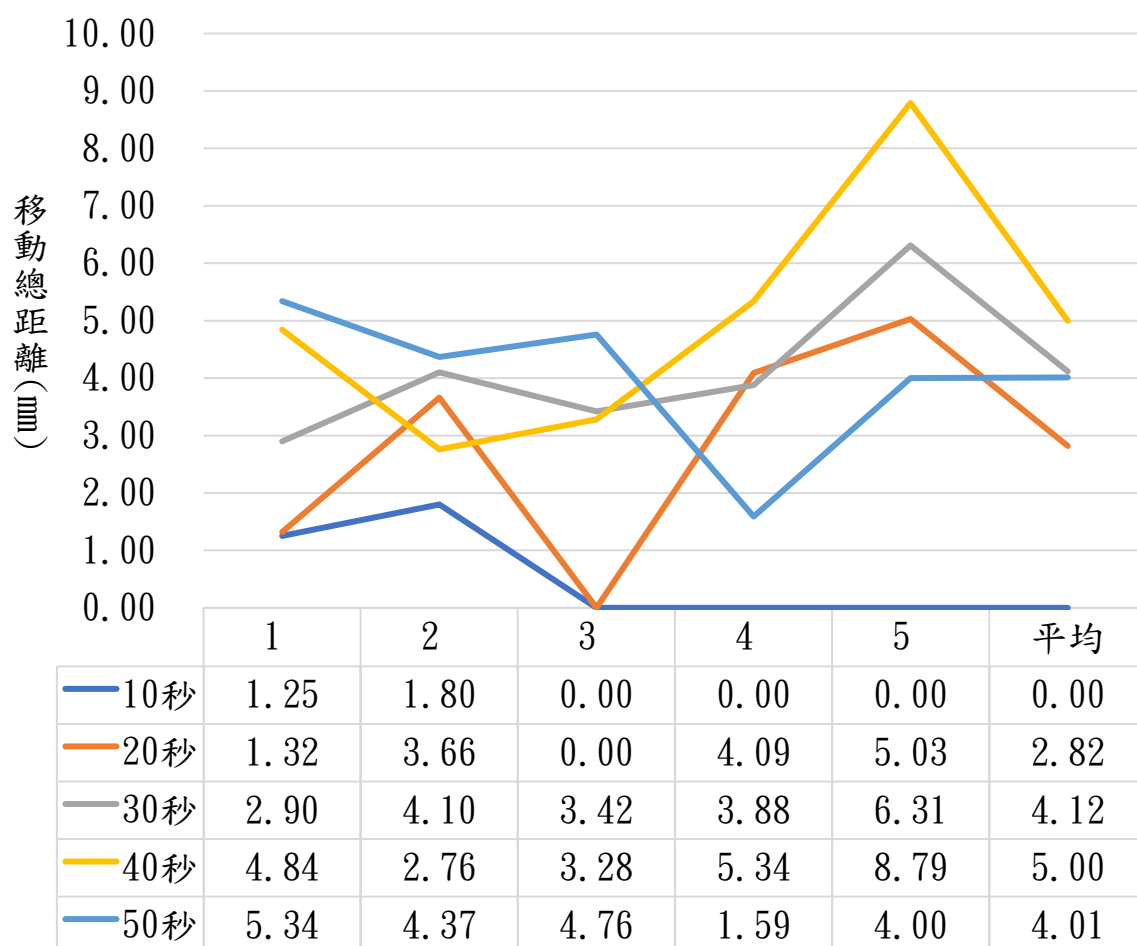
▲圖 5-4-1 不同液滴間距對液滴移動的影響分析折線圖

由圖 5-4-1 可得知，間距 15 毫米為載玻片液滴平均移動距離為 0 毫米，為最差效果；間距 5 毫米液滴平均移動距離為 2.61 毫米，為最佳效果。

不同液滴間距對液滴移動的影響中平均移動距離情形依序為：5 毫米(2.61 毫米)>10 毫米(2.51 毫米)>15 毫米(0 毫米)。

五、不同烤製時間對液滴移動的影響

利用 Tracker 軟體將不同烤製時間對液滴移動的影響進行分析比較，如下圖 5-5-1。



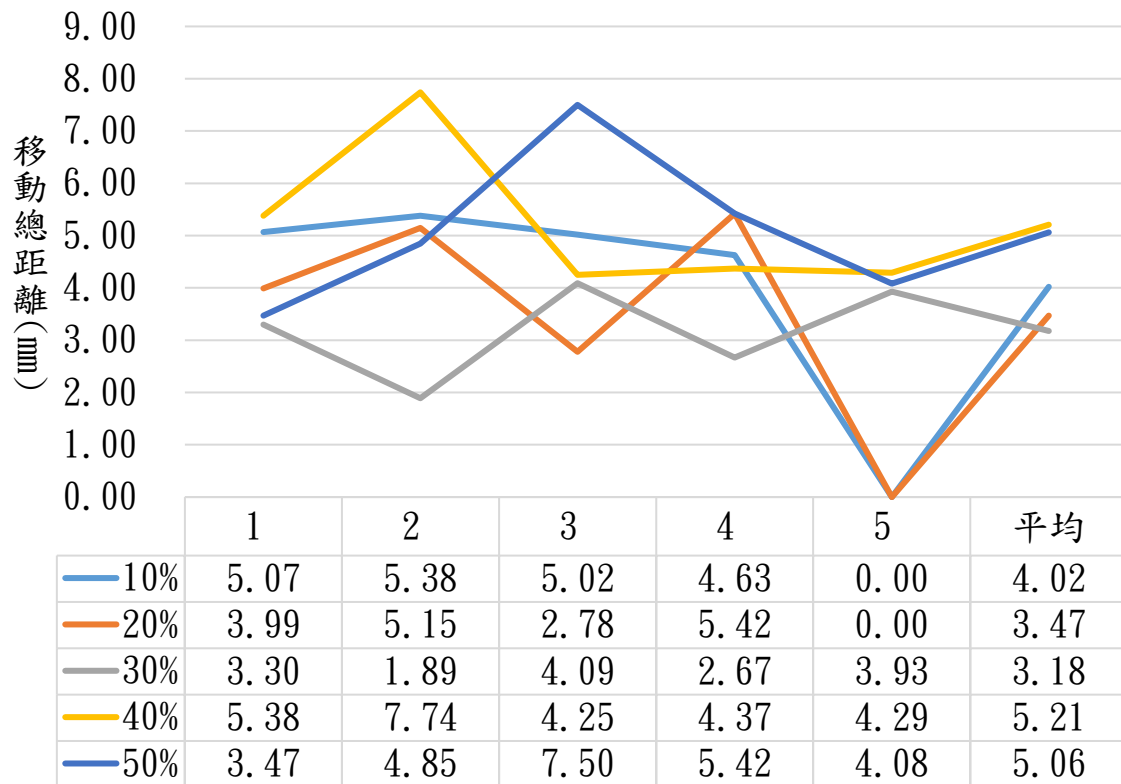
▲圖 5-5-1 不同烤製時間對液滴移動的影響分析折線圖

由圖 5-5-1 可得知，烤製 10 秒的載玻片液滴平均移動距離為 0 毫米，為最差效果；烤製 40 秒的載玻片液滴平均移動距離為 5 毫米，為最佳效果。

不同烤製時間對液滴移動的影響中平均移動距離情形依序為：
 烤製 40 秒的載玻片(5 毫米) > 烤製 30 秒的載玻片(4.12 毫米) >
 烤製 50 秒的載玻片(4.01 毫米) > 烤製 20 秒的載玻片(2.82 毫米) >
 烤製 10 秒的載玻片(0 毫米)。

六、不同濃度差對液滴移動的影響

利用 Tracker 軟體將不同濃度差對液滴移動的影響進行分析比較，如下圖 5-6-1。



▲圖 5-6-1 不同濃度差對液滴移動的影響分析折線圖

由圖 5-6-1 可得知，30%濃度差的液滴平均移動距離為 3.18 毫米，為最差效果；40%濃度差的液滴平均移動距離為 5.21 毫米，為最佳效果。

不同濃度差對液滴移動的影響中平均移動距離情形依序為：40%濃度差(5.21 毫米)>50%濃度差(5.06 毫米)>10%濃度差(4.02 毫米)>20%濃度差(3.47 毫米)>30%濃度差(3.18 毫米)。

陸、評鑑與檢討

一、尋找主題

在一次觀賞科學影片的過程中，我們注意到水滴竟能在載玻片表面自行移動。這個特別的現象引起了我們濃厚的興趣，也促使我們進一步查詢相關資料。文獻中指出，這其實是利用「丙二醇水溶液」所進行的實驗，水滴會移動的原因與「馬蘭哥尼效應」有關，並已被科學研究所證實。

同時，在三下翰林自然課本第二單元「千變萬化的水」中，我們學習到「毛細現象」，而這個現象與馬蘭哥尼效應一樣，都與「表面張力」有密切的關係。這兩者之間既相似又不同的特性，引發了我們進一步比較與探索的動機。因此，我們希望透過實際操作與觀察，深入了解液體表面張力所造成的各種有趣現象。

二、研究心得

雖然在實驗過程中遇到了許多挑戰和問題，像是無法精確控制針筒滴下來的液滴大小，這讓我們的操作變得更加困難；還有清洗載玻片的過程相當麻煩，不僅浪費時間，而且很容易因為不小心而劃傷手；更糟的是，我們沒有找到足夠的文獻來支持新版 Tracker 的相關資料，使得在解釋結果時感到力不從心；甚至在實驗的某些階段，不得不重新開始進行所有的操作。儘管如此，我們始終沒有氣餒，而是保持著堅定的信心和耐心，努力查找相關的資料和文獻，並不斷改進實驗流程。通過反覆嘗試和積極調整，我們最終成功克服了這些困難，並解決了實驗中的各種問題。這一過程雖然充滿挑戰，但也讓我們學到了很多，並且在實驗設計和解決問題的能力上有了更深的理解和提升。

三、未來展望

馬蘭哥尼效應在未來還有很多可以研究的方向。透過改變溶液的濃度、溫度或表面材質，可以更清楚地了解液滴為什麼會往特定方向移動。因為這種效應能讓液滴在沒有外力的情況下自動前進，所以有機會應用在微小的科技中，例如讓極小的藥水在身體裡移動，或是在細小的管道裡控制液體的流動。此外，馬蘭哥尼效應也可能被用在其他技術上，像是讓表面更容易自動清潔，或幫助物品更有效率地散熱。整體來說，這個效應具有很大的發展潛力，未來還能延伸出更多有趣的應用。

柒、參考文獻

- CASE PRESS (2016 年 10 月 25 日)。捕捉泡泡上的紋路 - CASE 報科學。檢自 <https://reurl.cc/QVaLv5>
- Open Source Physics. (n.d.). *Tracker Video Analysis and Modeling Tool for Physics Education*.
<https://reurl.cc/GGNxYG>
- Villatoro, F. (2015 年 3 月 12 日). *Dancing droplets* [Videos]. YouTube. <https://reurl.cc/NNxAmk>
- 呂閑筠、洪宛瑩、蕭妤珊 (2017)。「液油」未盡——探討不同濃度液滴在載玻片表面互動的原因。中華民國第 57 屆中小學科學展覽會作品。<https://reurl.cc/NNxAMk>
- 東海大學普通化學實驗室 (2023)。乙醇安全資料表 (MSDS 64-17-5)。<https://reurl.cc/oKYlMq>
- 梁凱鈞、張博勝、陳睿彬 (2016)。「水」心所遇——探討不同濃度液滴在處理過載玻片表面的互動。中華民國第 56 屆中小學科學展覽會作品。<https://reurl.cc/ZlNALM>
- 勞動部職業安全衛生署 (2020)。職業暴露甲醇、丁醇、異丙醇、環己醇、甲基環己醇引起之中毒認定參考指引。檢自 <https://reurl.cc/MMz0Ek>
- 葉芳瑜、謝秉希、謝亞彤 (2019)。「醇」「醇」欲動——探討丙醇液滴的馬蘭哥尼效應。中華民國第 59 屆中小學科學展覽會作品。<https://reurl.cc/7bVDxb>
- 網站管理員 (2021 年 6 月 29 日)。丙二醇 - 國家環境毒物研究中心。檢自 <https://reurl.cc/jmrl0n>
- 順億化工 (無日期)。美國寶僑 P&G 食品級甘油(丙三醇)(USP 級): 順億化工。擷取自 2025 年 7 月 16 日，
<https://reurl.cc/AbbG6j>
- 翰林雲端學院 (無日期)。擴散作用 - 翰林雲端學院。擷取自 2025 年 7 月 16 日，<https://reurl.cc/ORmA0r>
- 翰林雲端學院 (無日期)。毛細現象 - 翰林雲端學院。擷取自 2025 年 7 月 16 日，<https://reurl.cc/9bnGlX>