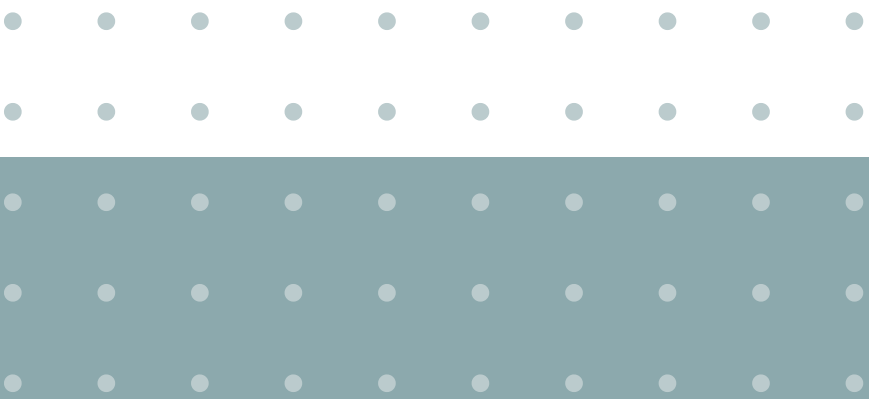


鄭同學	回饋建議
書審老師 A	1. 詳實記錄實驗細節以及實驗設計發想的過程。 2. 實驗設計時使用人工智慧尋找可能參數條件，之後用實驗驗證並討論 AI 提供數據的正確性，是非常好的策略。 3. 實驗完成後，記錄海報發表過程並從中檢討發表的優劣，展現了優越科學溝通能力。 4. 在延伸學習中使用 G*power 探討理論，並且以模擬數據驗證，展現了非常強烈的學習動機。 5. 建議在做數據回歸時，可以斟酌小數點下位數的必要性以及其所代表的科學意義。
書審老師 B	1. 本篇學習檔案內容相當豐富，能明顯感受到作者對探究實作的投入，也能看見作者能從多元經驗中進行反思與學習，例如透過聆聽他人報告，進一步修正自己的想法或拓展研究視角。作品也呈現了課程之後的延伸學習，展現作者的學習能力及動力。 2. 整體而言，此作品有些像是研究報告的詳細解釋版，讀者可以透過作者補充的各種說明與註釋，理解其學習歷程與研究成果。不過，也因為內容相當豐富且細節較多，可能使整份作品的閱讀焦點較不容易凸顯。建議作者可進一步篩選最能代表個人成長、能力展現與研究轉折的內容，讓作品更有主軸，也更容易讓讀者掌握重點。 3. 建議作者可思考教師規劃的每一個實驗主題，是否各自強調某一類探究能力。例如某一個實驗特別展現問題發現能力，另一個實驗則著重變因控制或數據分析能力。若能依據每個實驗中特別突出的能力表現，或自己在該能力上的進步加以整理，將能讓作品更具層次，也能更清楚呈現個人探究能力的累積與成長。 4. 另外，也可考量將此作品中的各個探究主題分別獨立整理成不同學習檔案。如此一來，每一份學檔都能更聚焦於單一主題的探究歷程、問題解決、能力展現與個人特質，也較有空間深入發揮作者在各主題中所習得的能力與成長。
書審老師 C	從檔案中看到你主動學習並應用 Wilcoxon rank-sum test，且能反思學術界 p 值誤用的「摘櫻桃」問題，值得嘉許。再則你願意挑戰不熟悉的晶球實驗，歷程中也看到你記錄了多次失敗與補做，藉由延伸學習，願意主動深入統計學領域。 可以再更好的地方：實驗照片雖然多，但文字解釋的「物理意義」可以再深化。 未來改善建議：建議你嘗試將這份報告整理成一份「科學短論文」格式。將數據分析結果與生物原理解釋（如過氧化氫酶的活性）做更緊密的結合。此外，既然你提到了「檢定力不足」的風險，可以試著模擬：若樣本數增加三倍，原本「不顯著」的結果是否可能翻盤？



生物與化學科探究與實作 課程學習成果報告

作者：鄭同學

指導老師：楊承儒、鄭淑雅老師
國立臺灣師範大學附屬高級中學



簡介與摘要

課程簡介：

時序：生物探究→化學探究→跨班海報成發

探究過程：規劃研究→上台報告計畫與修改→執行實驗→實驗數據分析→上台報告實驗成果

化學實驗：碘化鉀催化實驗，探討重複使用碘化鉀催化雙氧水，對雙氧水製氧速率的影響

摘要：

- **生物探究**：我們選擇果皮晶球浮起實驗，當作本次的生物探究實驗。我們使用香蕉皮與橘子皮的汁液作為製成晶球的材料，並將晶球放入雙氧水，探究不同濃度與種類的果皮晶球，在雙氧水中浮起速率的影響。規劃研究計畫時，我很享受與組員之間的意見討論，接納不同觀點之間的碰撞，後續小組上台報告實驗規劃時，也更深刻地理解了他人回饋對於實驗設計與修正的重要性。雖然在實驗過程中遇到橘子皮汁液取得困難的問題，但我與組員並沒有因此放棄或隨便應付將就，而是積極找尋解決方法，上網查詢資料思考過後再詢問老師的意見，最後以加水稀釋的方式解決問題，但也因為橘子皮的問題，導致我們在四個小時的實驗課程中採取到的數據量很少，所以我們向老師申請補做實驗。雖然補做實驗失敗了，製成的晶球浮不起來，但這也讓我們意識到關於變因控制的問題。此外，實驗結束後，我負責製作圖表，也從中學到選擇合適的圖表類型以幫助數據呈現。
- **化學探究**：本次的化學探究實驗，我們選擇污染性較小的碘化鉀溶液作為催化劑催化雙氧水，探討重複使用是否會對雙氧水的製氧速率造成影響。起初，我投入了許多心思構想研究計畫，但在實驗時卻發現催化劑回收方法——加熱濃縮，所需時間太久，於是我們選擇以配製對照組對比實驗組的方式進行實驗，實驗進度吃緊，這一開始讓我感到有些挫折，但也讓我從失敗中成長，並學習心態上的調整，然而在後續的實驗卻突然發生氣體暴衝的問題，更加拖延了實驗進度，四個小時的實驗時間過後，我們只完整的測得一組實驗數據，後來向老師申請補做實驗，順利的將數據測完。實驗結束後，我負責數據分析，因而去學習 t 檢定和 ANOVA 的基礎概念，並對比數據狀況選擇 t 檢定當作分析工具，最後使用 excel 內建的函式工具進行計算。
- **海報成發**：繪製海報時，增進了我有效運用版面呈現重點資訊的能力。海報成果發表當天，藉由向他人說明清楚研究內容與結果原理，鍛鍊了我說話時的條理與邏輯性。
- **延伸學習**：海報成果發表結束後，我更深入的研究了統計學相關知識，藉由大學開放式課程，我學習使用 Wilcoxon rank-sum test 改良了原本數據分析的方法，也透過網路資源下載並使用 G*Power 分析檢定力，同時也閱讀科普文章，了解研究中 p 值誤用與第二型錯誤相關的問題。學習統計學知識的過程中，除了標準差等基礎概念，有許多名詞與理論是我從未接觸與理解過的，導致我一開始學習時感到吃力，但透過查詢資料、觀看教學影片、使用 AI 工具輔助學習等方式，將未學習過的知識原理了解清楚後，我逐漸能理解原本難以理解的觀念。學海無涯，我仍還有許多可進步的空間，希望未來的我仍能保持好奇心持續學習、成長，成為一名終身學習者！

01.生物探究：果皮晶球浮起實驗 p.4-p.8

- 規劃研究
- 實驗(一)：修改果皮汁液提取方法
- 實驗(二)：測量實驗數據
- 數據呈現與結論
- 生物探究分工表

02.化學探究：碘化鉀催化實驗 p.9-p.14

- 規劃研究
- 實驗(一)：修改催化劑回收方法
- 實驗(二)：測量實驗數據
- 數據分析：t檢定
- 數據呈現與結論
- 化學探究分工表

03.海報成果發表 p.15-p.16

04.延伸學習 p.17-p.20

- Wilcoxon rank-sum test (Mann-Whitney U test)
- G*Power應用
- 學習脈絡

05.參考資料與附錄 p.21-p.25

- 參考資料
- 附件一：生物實驗計畫書初稿
- 附件二：化學實驗計畫書初稿
- 附件三：化學實驗計畫二稿

目錄

01.

生物探究： 果皮晶球浮起實驗

規劃研究

課程簡介：

老師播放兩個實驗影片，其一是收集雙氧水與紅蘿蔔塊反應產生的氧氣，另一是酵母菌晶球投入雙氧水反應後浮起，同學需參考以上兩部影片，小組擬定研究計畫後上台分享，實驗後再上台報告研究成果，最後進行跨班海報成果發表。

制定主題：

比起紅蘿蔔塊與雙氧水反應的實驗，我們更傾向於挑戰並學習較不熟悉的晶球浮起實驗。查詢資料後，得知過氧化氫酶與雙氧水的反應是影響晶球浮起的關鍵，所以決定以香蕉皮與橘子皮作為研究目標，探討果皮汁液濃度對晶球浮起速率的影響和不同水果間過氧化氫酶的含量差異。

實驗計畫：

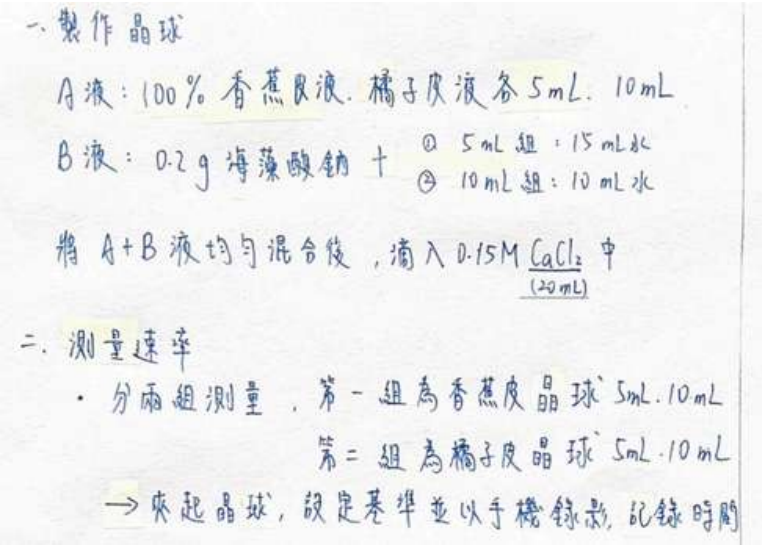
探究主題：不同果皮汁液濃度的晶球在雙氧水中的浮起速率	操縱變因：果皮汁液濃度、果皮種類
實驗假設：If 果皮汁液濃度較高	控制變因：雙氧水濃度、海藻酸鈉液濃度、氯化鈣溶液濃度
Then 晶球浮起速率較快	應變變因：晶球浮起速率(1/s)
Because 濃度高會增加晶球與雙氧水的反應速率	實驗步驟：將果皮搗碎，再過濾出汁液並稀釋成不同濃度做成晶球，最後投入雙氧水中測量浮起速率
(詳見附件一：生物實驗計畫書初稿)	

回饋與修正：

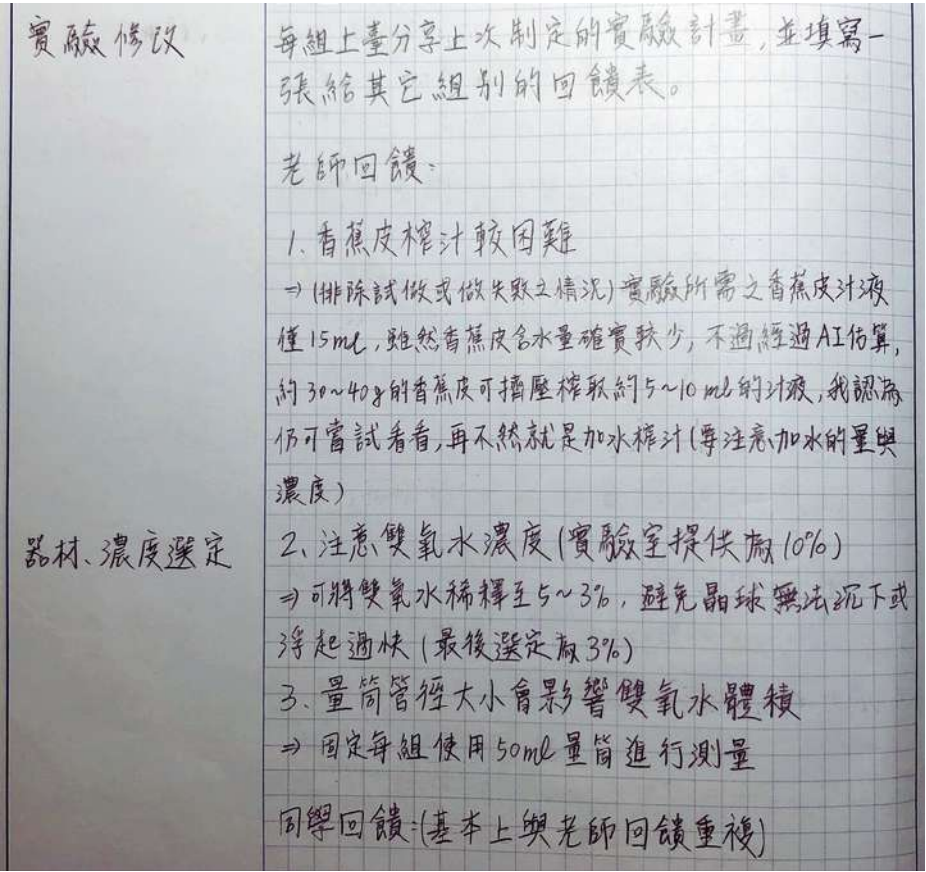
上台分享計畫得到回饋(如圖二)後，我們對實驗步驟做了些修正(如圖三)。老師提出香蕉皮榨汁的可行性問題，然而我發現網路上並無確切資料顯示香蕉皮汁液含量的多寡，於是我選擇使用AI估算，結果顯示 30 g 到 40 g 香蕉皮約可榨出 5 ml 到 10 ml 的汁液，我們認為仍可以實驗嘗試看看，並同時做好修改計畫的心理準備。

心得感想：

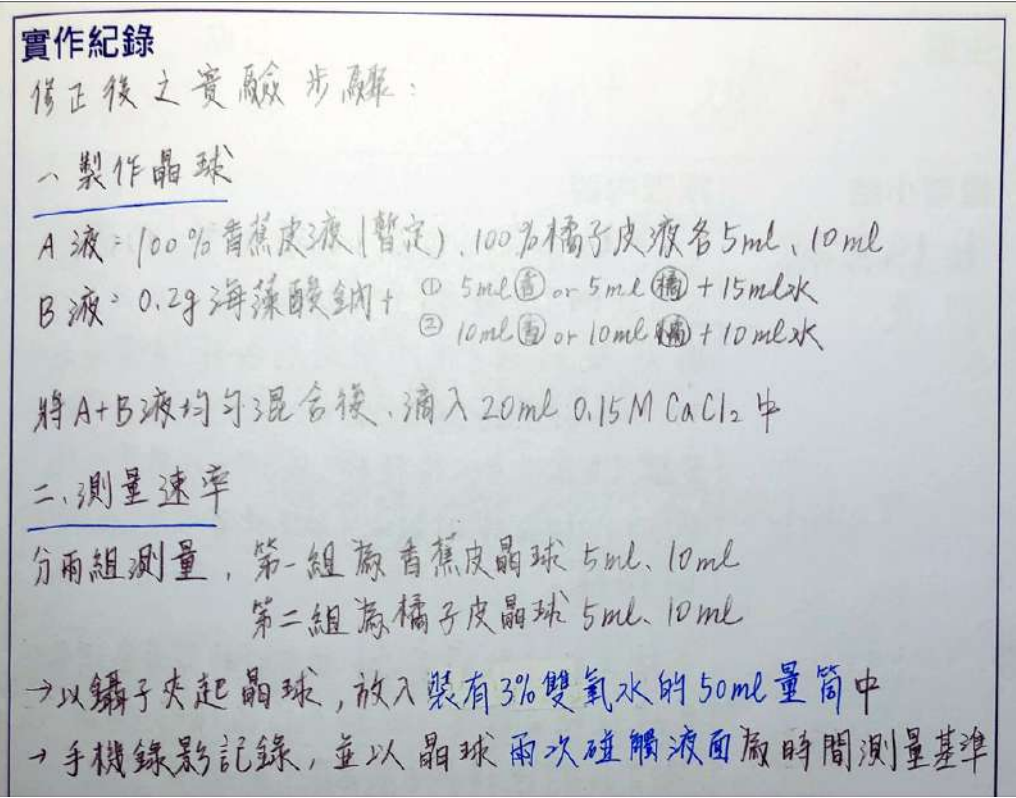
- **團隊合作討論：**我很享受與組員討論實驗計畫的過程，因為這不僅能增進我溝通與邏輯思考的能力，在聽到不同優秀意見的同時更使我眼前為之一亮。起初我構想以豬血晶球對比植物汁液晶球作為研究方向，組員建議除了對比動物與植物，對比不同水果相同部位也是一個不錯的想法，畢竟豬血不易取得且保存困難，而選用水果則更加方便。
- **反思與借鏡：**在聆聽其他組分享時，有一組同學要做不同種植物切塊與雙氧水反應的實驗，卻未明確選定切割的植物部位，未考量到植物不同部位區塊的各項差異，若是以此計畫開始實驗，極可能會令數據可信度降低或浪費不必要的時間，所幸老師的回饋讓他們意識到了這個問題。我從他們的報告分享意識到完善研究規劃的重要性，而他人的建議與回饋更扮演了關鍵角色，願意分享規劃並虛心接受建議，是對精進計畫很有幫助的方法。



(圖一)生物探究實驗步驟初稿



(圖二)回饋紀錄

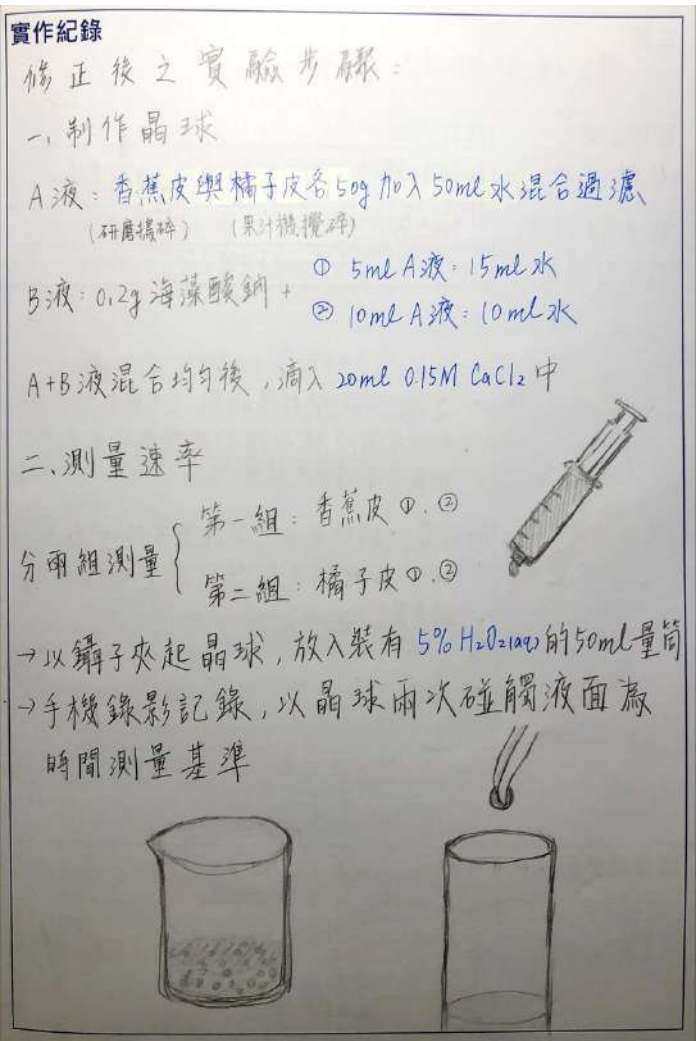


(圖三)修改後生物探究實驗步驟

實驗(一)：修改果皮汁液提取方法

實驗中遇到的困難：

- 1. **橘子皮汁液取得不易**：起初我們認為橘子皮汁液的榨取不成問題，因為平常剝橘子皮時手上總會沾到汁液。然而，實驗操作時卻發現橘子皮的汁液量遠低於預期，幾乎無法榨出。
- **調整方法**：我查閱了網路資料與參考 AI 的建議，發現隔水加熱能使橘子皮更容易出汁，但考量到加熱可能會改變汁液中化學物質的性質，並未採用此方法。於是我們開始考慮以加水的方式將果皮的汁液及化學物質溶在水裡稀釋出來，諮詢過老師的建議後，我們調整做法(如圖四)：固定碾碎果皮的質量，加入固定體積的水，混合後再過濾，將所得液體作為 A 液使用，搭配 B 液製成晶球。
- **經驗反思**：後續我使用AI估算，發現40g橘子皮僅能榨出約 0.3 到 0.8 ml 的汁液。參考農業知識網後得知，我們平時剝的橘子皮其實是橘子的外果皮與中果皮，外果皮富含油胞，油胞裡面的橘子精油，正是我們想獲取的汁液，而白色部分的中果皮，是由海綿組織與纖維素組成，含水量極低，並不適合壓榨取汁。這次的經驗不僅增加了我對橘子皮的相關知識，同時也讓我了解到，操作前應更嚴謹的查詢相關資料，與其「感覺」可行，不如查詢資料充分了解後再做規劃。
- 2. **時間不足**：橘子皮的榨汁問題延誤了時間，最後僅確認香蕉皮汁液晶球與固定果皮質量加水製成的橘子皮汁液晶球在 3% 雙氧水中均可浮起，尚未進行數據的測量。



(圖四)最終的實驗步驟



(圖五)我以杵臼搗碎橘子皮



(圖六)我以滴管吸取橘子皮提取液



(圖七)左邊是我，右邊是某位組員，我們兩個負責橘子皮晶球，另外兩名組員負責香蕉皮晶球

實驗(二)：測量實驗數據

實驗中遇到的困難：

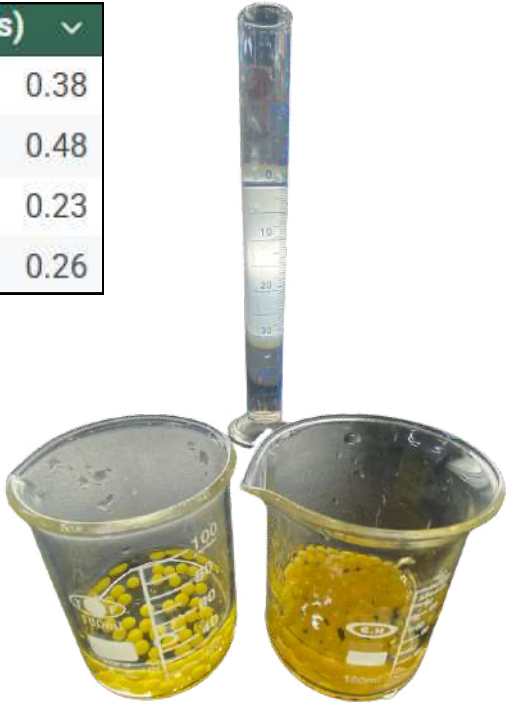
- 1. **溶液標示不清造成混淆**：製作品球時，我們沒有清楚標示燒杯內所含的溶液種類，而需要花時間辨識燒杯中究竟是雙氧水、蒸餾水，還是氯化鈣溶液，也增加了誤用的風險。未來可以使用標籤或在桌面上用粉筆註記，提升實驗效率。
- 2. **數據量過少無法詳細分析**：起初我們沒有規劃使用多顆晶球重複測量浮起時間，導致收集到的數據量太少(如圖八)，無法計算標準差，也難以判斷數值是否屬於誤差範圍。後來我們向老師提出申請，補做實驗以補足數據量。
- 3. **補做實驗失敗**：橘子皮晶球無法順利浮起，有些甚至搖晃後才會上浮，或浮起時間超過數分鐘，與原實驗結果相差甚遠。
- **推測原因**：可能與兩次水果狀態不同或雙氧水擺放時間過久有關。值得注意的是，兩次製作的晶球顏色深淺明顯不同，補做時的晶球顏色偏淺，可能代表當時的果皮較乾，其汁液內所含的學物質也較少，加水溶出的化學物質也較少。
- **經驗反思**：實驗的失敗提醒了我，果皮的新鮮度與狀態可能是影響實驗結果的重要變因。雖然我們未能在本次實驗控制此變因，不過在我們研究的未來展望中，仍可以進一步做實驗探討果皮狀態的不同，是否會影響晶球浮起速率，探討此變因對結果的影響是否顯著。

組別	時間(s)	速率(1/s)
香蕉皮 10ml A液 + 10ml 水	2.65	0.38
香蕉皮 15ml A液 + 5ml 水	2.08	0.48
橘子皮 10ml A液 + 10ml 水	4.4	0.23
橘子皮 15ml A液 + 5ml 水	3.84	0.26

(圖八)實驗數據表格



(圖九)橘子皮晶球



(圖十)不同濃度的橘子晶球與裝有5%雙氧水的50ml量筒



(圖十一)橘子皮晶球浮起

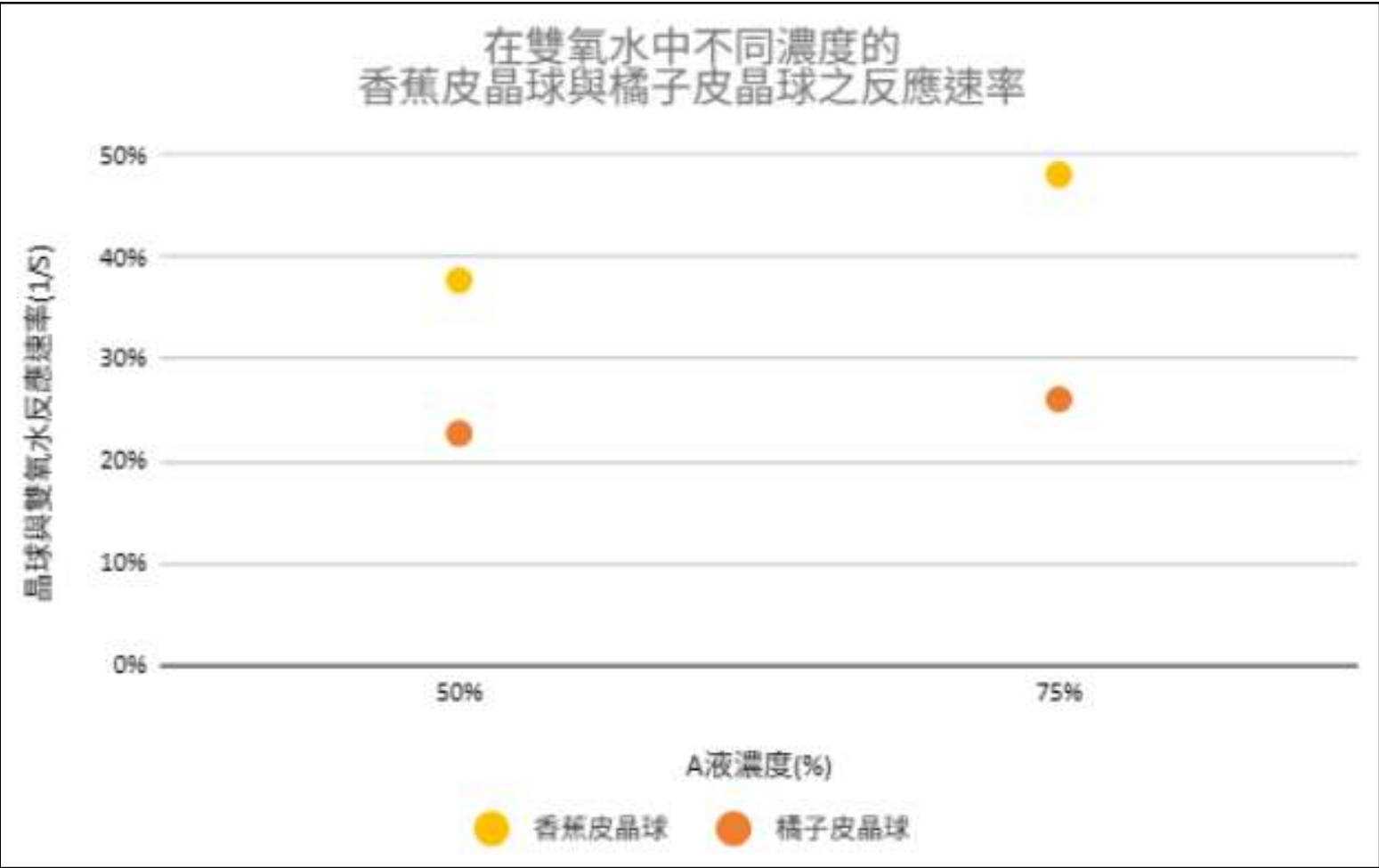
數據呈現與結論

原理解釋與結論：

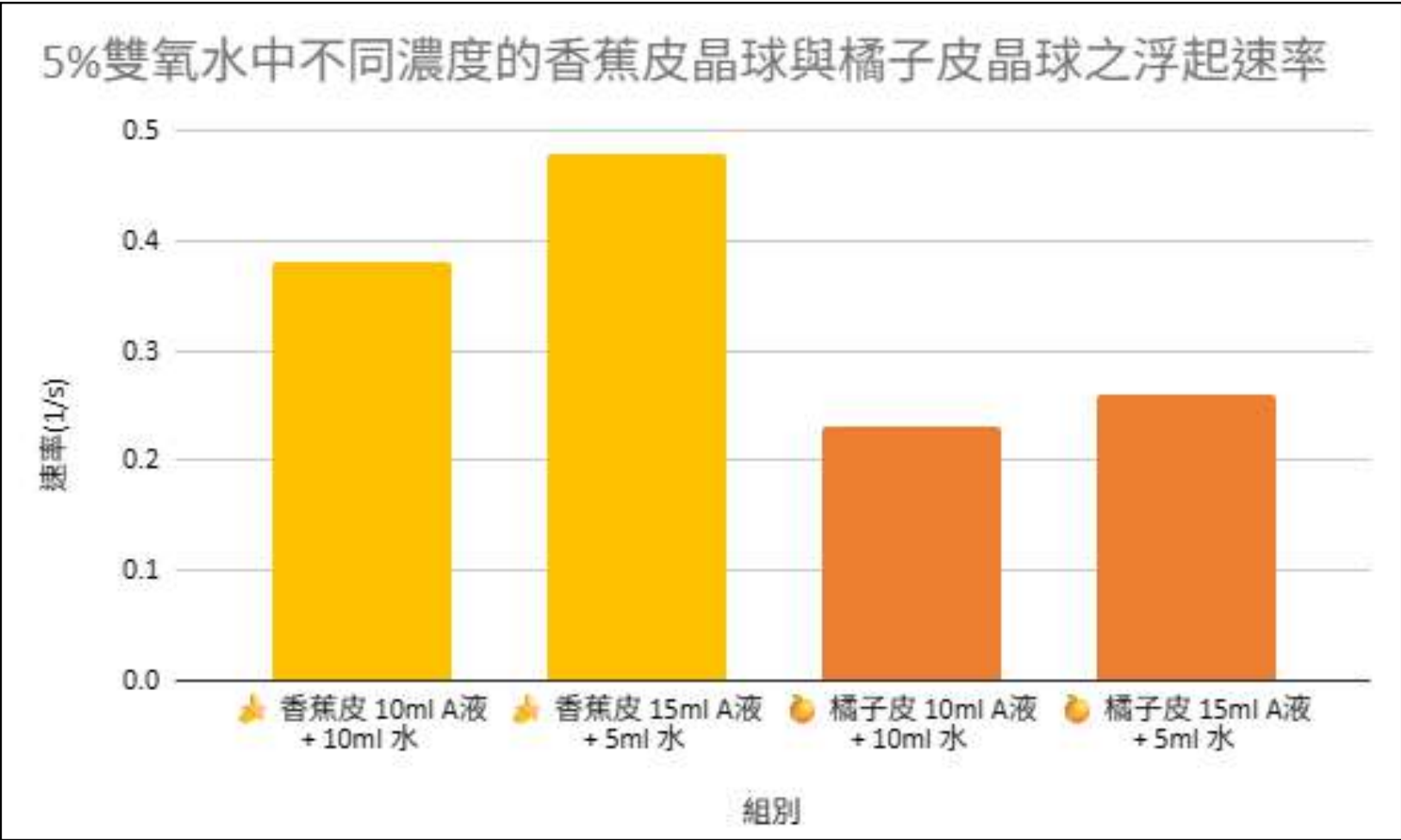
- 果皮中含有過氧化氫酶，會催化雙氧水轉化為水和氧氣(2 H₂O₂ → 2 H₂O + O₂)，氧氣會以微小氣泡形式附著在晶球表面，使晶球整體密度小於雙氧水的密度而浮起
- A液，也就是果皮汁液含量越多，代表過氧化氫酶含量越多，氧氣生成速率越快
- 香蕉皮中的過氧化氫酶含量較橘子皮多，故香蕉皮晶球浮起速率較橘子皮晶球快

圖表改良：

起初我很困惑要用何種形式的圖表呈現數據，因為只有四筆資料，類別不同但又有所關聯，於是我決定將兩組數據的共同變因——A液濃度作為橫軸，製作XY散佈圖(如圖十二)，以表現不同濃度下晶球浮起速率的差異。上台報告後，老師建議圖表改為柱狀圖的形式，對數據的呈現或許更為直觀。於是我重新製作圖表(如圖十三)，發現此種呈現方式確實更加適合，當數據量極少時，不必拘泥於變因間的相關性，選擇最能清楚傳達資訊的圖表呈現才是重點。



(圖十二)在雙氧水中不同濃度的香蕉皮晶球與橘子皮晶球之反應速率XY散佈圖

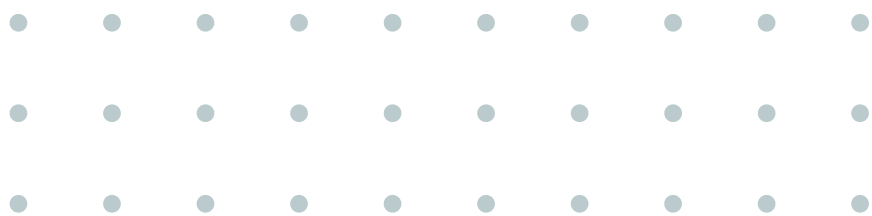


(圖十三)5%雙氧水中不同濃度的香蕉皮晶球與橘子皮晶球之浮起速率長條圖



生物探究分工表

組員	參與實驗討論、操作	製作圖表	製作簡報	報告簡報	繪製、發表成果海報
02石同學	25%	0%	25%	25%	0%
05江同學	25%	0%	25%	25%	0%
10 邱同學	25%	0%	10%	25%	50%
24 鄭同學	25%	100%	40%	25%	50%



02.

化學探究： 碘化鉀催化實驗

規劃研究

課程簡介：

老師播放了二氧化錳催化雙氧水的實驗相關影片。「催化劑在重複使用後，其催化能力是否會改變」為本次同學做實驗探討之主題。老師提供幾項藥品(如二氧化錳、活性碳等)可做催化劑使用，小組擬定研究計畫後上台分享，實驗後再上台報告研究成果，最後進行跨班海報成果發表。

制定研究：

- **選擇催化劑：**老師提供的藥品中，多數組別選擇活性碳作為催化劑。為了使研究更加獨特，我提議上網查詢其它能催化雙氧水的常見催化劑當作研究對象，包括：二氧化錳、硫酸銅、三氯化鐵和碘化鉀。考量到前三種物質皆含對環境造成汙染的重金屬元素，我們選擇碘化鉀作為本次實驗的催化劑。
- **催化劑回收方法：**由於碘化鉀易溶於水，不容易回收成原本的固體形式，於是我們參考老師提出的兩種回收方法，一個是加熱濃縮碘化鉀溶液的方式，使加入雙氧水後的碘化鉀溶液體積與原本相同，同時溶液內所含的碘化鉀克數不變，另一個方法則是重新配製一份未使用過的相同濃度碘化鉀溶液作為對照。因要配製新的碘化鉀溶液再重新測量，步驟較為繁瑣，於是我們選擇以加熱濃縮的方式回收催化劑。

實驗計畫：

探究主題：重複使用碘化鉀作為催化劑對雙氧水製氧速率之影響

實驗假設：If 重複使用碘化鉀作為催化劑

Then 雙氧水製氧速率不變

Because 重複使用後碘化鉀性質與質量不變

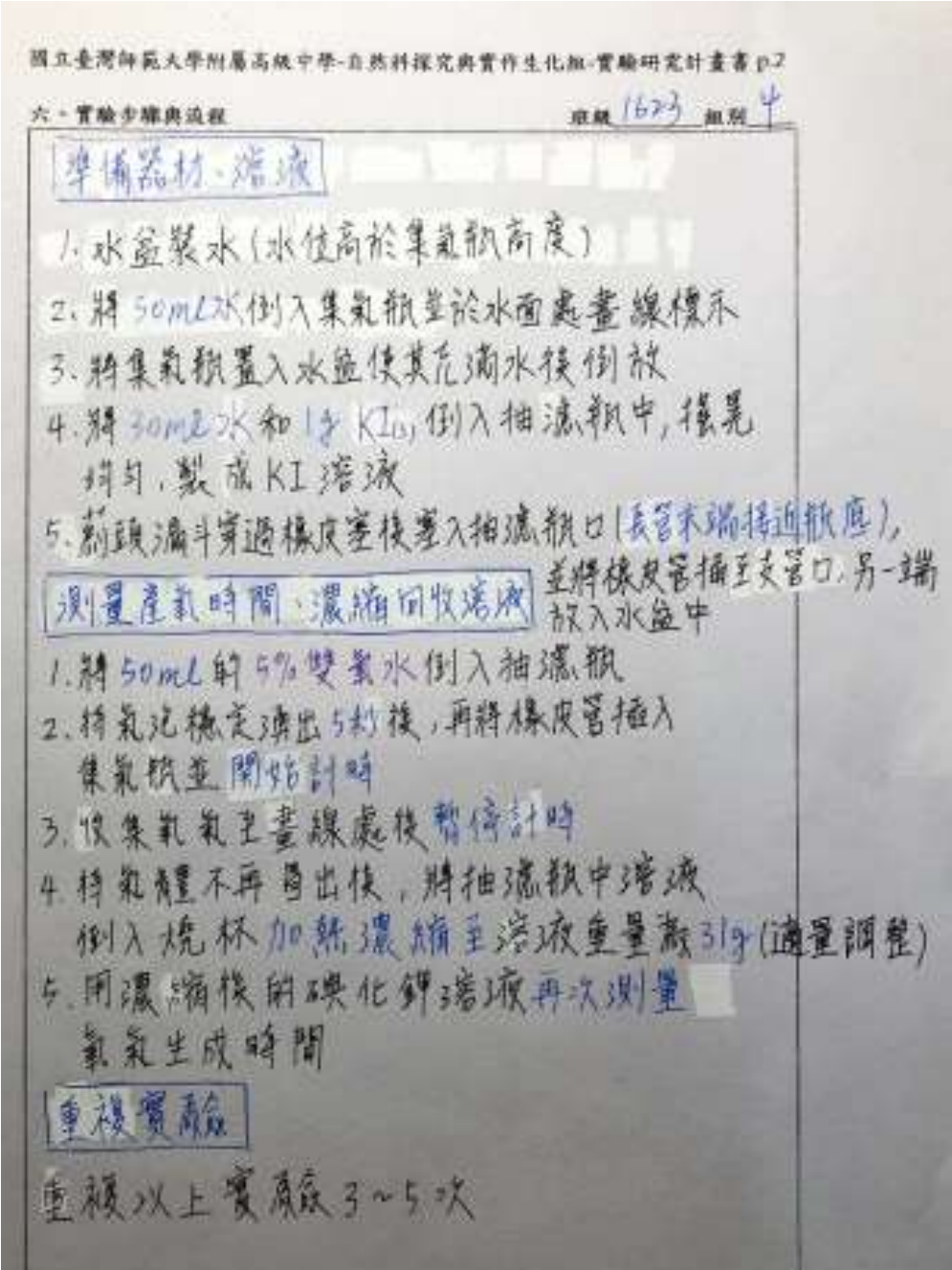
操作變因：碘化鉀是否重複用於雙氧水致氧

應變變因：雙氧水產氧速率(1/s)

控制變因：雙氧水濃度與體積、碘化鉀溶液質量、反應容器、溫度、水量

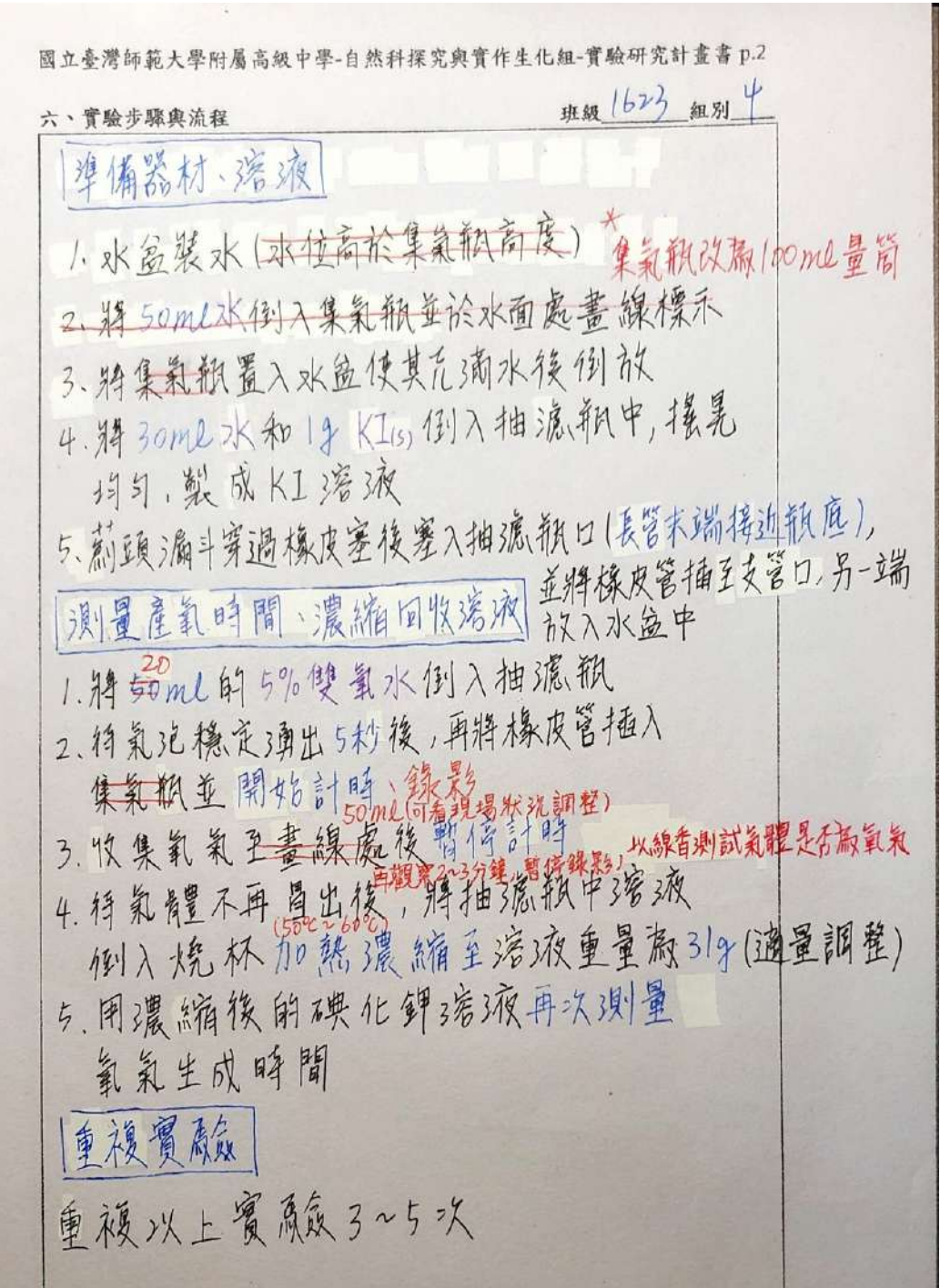
藥品物性化性：

品名	化學式	分子量 (g/mol)	密度 (g/mL)	熔點/沸點(°C)	溶解性 (水)	外觀	毒性
5%雙氧水	H ₂ O ₂ (aq)	34.0147	1.463	-0.43/150.2	混溶	無色溶液	有毒，刺激眼、皮膚
碘化鉀	KI(aq)	166.0028	3.123	681/1330	140g/100mL (20 °C)	無色無味 晶體	吸入食入有害



(圖一)化學探究實驗步驟初稿

(詳見附件二：化學實驗計畫書初稿)



(圖二)修改後化學探究實驗步驟

(詳見附件三：化學實驗計畫書二稿)

資料出處：國家環境毒物研究中心、維基百科

實驗(一)：修改催化劑回收方法

實驗中遇到的困難：

- **濃縮**：加熱濃縮速度太慢(加熱十幾分鐘，溶液體積幾乎沒變)
→改變回收方式，將碘化鉀溶液催化兩次後，配製一份相同體積與內容物(1.33g碘化鉀)做對照組進行催化，比較產氧速率
- **碘化鉀溶液**：碘化鉀溶液與雙氧水反應後由無色變為黃色，推測因是I⁻氧化為I₂使溶液變色
→實驗假說有誤(Because 重複使用後碘化鉀性質與質量不變)，需修改
- **速率不變基準**：原標準為「數據標準差小於平均值的5%」，後來發現不適用於不同變因數據之間做計算，沒有統計意義
→改以t檢定或ANOVA的方式，比較資料間的平均數，若計算出p值大於0.05，代表速率之間無顯著差異

心得感想：

計畫實驗時，我投入大量時間思考可能遇到的問題，並透過 AI 協助檢視各步驟的可行性，期望讓整體計畫更加周全。然而進行實驗時，卻發現原先討論許久的「濃縮回收催化劑」方法過於耗時，因此決定改以配製一組體積與碘化鉀克數相同而未參與過反應的碘化鉀溶液作為對照組比較。

雖然一開始對投入許多心力規劃的計畫無法如預期執行而感到失落，但隨著後續實驗的進行，我漸漸體會到，比起失望，更重要的是如何將原先的計畫轉為適合的替代方案，而計劃失敗的不如意，恰好可以化做未來規劃進步成長的養分，又何必感到挫敗呢？

實驗步驟修改(於下次實驗執行)：

1. 預備實驗裝置(排水集器裝置)
2. 配製碘化鉀溶液：在抽濾瓶中加入 1.33 g 碘化鉀與 20 mL 水，搖勻配製成 0.4 M 碘化鉀溶液
3. 安裝薊頭漏斗
4. 加入雙氧水與計時測量：倒入 5 mL 5% 雙氧水，以手機開始計時，記錄氣體產生體積至 10 mL、15 mL、20 mL、25 mL 時所需的時間（量筒中氣體體積須扣除 5 ml 雙氧水倒入之體積）
5. 轉移溶液：測量結束後，將碘化鉀溶液倒入燒杯中靜置(以此為實驗組)，輕搖促進剩餘反應完成
6. 製備與測量對照組：清洗器材後，在抽濾瓶中加入 1.33 g 碘化鉀與 25 mL 水，搖勻配製碘化鉀溶液，重複步驟 3 與 4
7. 測量實驗組：清洗器材後，將反應完全的碘化鉀溶液從燒杯中倒入抽濾瓶，重複步驟 3 與 4
8. 重複以上實驗三次



(圖四)排水集氣裝置



(圖五)排水集氣時我協助扶直量筒



(圖六)催化過的碘化鉀溶液以電磁加熱攪拌器加熱濃縮

課程內容			
實驗數據			
(1)以濃縮的方式回收催化劑太慢了，所以這次的數據只有測量全新碘化鉀參與反應)			
排水體積 (mL)	總反應時間 (s)	反應速率 (mL/s)	「速率不變」的標準：需再討論，整理數據時發現「標準差小於平均值的5%」無法比較這兩種不同操縱變因所產生數據間的關係，需尋求一個合理的比較方法與標準。
1st (全新)	20	149.61	0.13
	50	169.85	0.29
2nd (全新)	20	106.61	0.19
	35	152.71	0.23
	40	165.22	0.24
	50	187.81	0.27

(圖三)實驗記錄

實驗(二)：測量實驗數據

實驗中遇到的困難：

- **實驗失敗導致時間不足**：第一次測量時發現氣體暴衝，氣體生成速度過快難以準確測量時間。我們後來將碘化鉀濃度調低，做了0.2 M 與 0.3 M 的碘化鉀溶液測量，均無發生此現象，而後再次嘗試 0.4 M 也無暴衝跡象。雖證實當時氣體暴衝現象不是因催化劑濃度太高所致，但所剩時間已經不多，而當時只測量完一組數據，於是我們向老師提出申請，補做實驗以補足數據量
- **推測原因**：氣體暴衝可能是碘化鉀溶液濃度不均所致，局部的高濃度碘化鉀溶液與雙氧水反應導致氣體生成快速

*第一次實驗日期為5/9；第二、三次實驗日期為5/15

*第一次實驗數據與第二、三次數據差距過大，因此本次實驗結果討論與分析將著重於第二、三次實驗之數據

催化劑條件\排水體積區間	0-5ml	5-10ml	10-15ml	15-20ml	平均時間
實驗一重複 全新碘化鉀溶液	97.38	62.67	45.9	50.82	64.19
實驗一重複 重複使用碘化鉀溶液	30.08	69.94	54.81	55.87	52.68
實驗一重複 對照組碘化鉀溶液	156.09	60.47	89.36	101.56	101.87
實驗二重複 全新碘化鉀溶液	50.21	16.55	13.45	13.08	23.32
實驗二重複 重複使用碘化鉀溶液	35.4	26.4	7.8	13.5	20.78
實驗二重複 對照組碘化鉀溶液	53.68	20.92	21.15	20.2	28.99
實驗三重複 全新碘化鉀溶液	41.74	19.06	20.27	16.77	24.46
實驗三重複 重複使用碘化鉀溶液	38.39	19.25	8.88	14.98	20.38
實驗三重複 對照組碘化鉀溶液	39.78	20.71	13.17	11.28	21.24

(圖七)實驗數據(單位：s)



(圖九)全新碘化鉀溶液



(圖十)反應中碘化鉀溶液



(圖十一)反應完之碘化鉀溶液
(無明顯氣泡冒出液面)

催化劑條件\排水體積區間	0-5ml	5-10ml	10-15ml	15-20ml
實驗一重複 全新碘化鉀溶液	0.01	0.02	0.02	0.02
實驗一重複 重複使用碘化鉀溶液	0.03	0.01	0.02	0.02
實驗一重複 對照組碘化鉀溶液	0.01	0.02	0.01	0.01
實驗二重複 全新碘化鉀溶液	0.02	0.06	0.07	0.08
實驗二重複 重複使用碘化鉀溶液	0.03	0.04	0.13	0.07
實驗二重複 對照組碘化鉀溶液	0.02	0.05	0.05	0.05
實驗三重複 全新碘化鉀溶液	0.02	0.05	0.05	0.06
實驗三重複 重複使用碘化鉀溶液	0.03	0.05	0.11	0.07
實驗三重複 對照組碘化鉀溶液	0.03	0.05	0.08	0.09

(圖八)實驗數據(單位：1/s)



(圖十二)排水集氣時我協助扶直量筒



(圖十三)排水集氣裝置

數據分析：t 檢定

選擇統計分析方法：

t 檢定與 ANOVA 主要用於判斷「不同樣本間的平均數是否存在顯著差異」，相較於直接以平均數相減做比較，使用 t 檢定或 ANOVA 能進一步檢驗數據間的差異是否為偶然發生，檢驗數據差異的統計意義，讓分析更為客觀。t 檢定適用於比較兩組不同變因的樣本，ANOVA 則可用於比較三組以上的樣本。本次數據僅涉及兩組數據間的比較，因此我選擇以 t 檢定作為主要的分析工具。

假設：

虛無假設H₀：重複使用碘化鉀作為催化劑不會影響雙氧水的產氧速率

對立假設H_a：重複使用碘化鉀作為催化劑會影響雙氧水的產氧速率

計算p值：

可以藉由 t 檢定的公式計算 t 值並查表配對得出結果，不過我選擇用 excel 內建的 t 檢定函式，直接計算出 p 值。如圖十四，函式中前一個2代表**雙尾檢定**(本次假設不具方向性)，後一個2代表**獨立樣本檢定**。雖然本次實驗是重複使用碘化鉀作為催化劑，不過要對比的數據組並不會互相影響，因此我選擇以獨立樣本做計算。

如圖十五所示，得知 **p 值為0.37，大於0.05**，無法拒絕虛無假設，也就代表以本次實驗數據而言，重複使用碘化鉀作為催化劑對雙氧水的產氧速率無顯著影響，符合我們的實驗假設。

實驗組速率	0.03	0.04	0.13	0.07	0.03	0.05	0.11	0.07
對照組速率	0.02	0.05	0.05	0.05	0.03	0.05	0.08	0.09
整體實驗p值	=T.TEST(AB23:AI23,AB24:AI24,2,2)							

(圖十四)excel中的T檢定函式

實驗組速率	0.03	0.04	0.13	0.07	0.03	0.05	0.11
對照組速率	0.02	0.05	0.05	0.05	0.03	0.05	0.08
整體實驗p值	0.37						

(圖十五)整體實驗p值

心得感想：

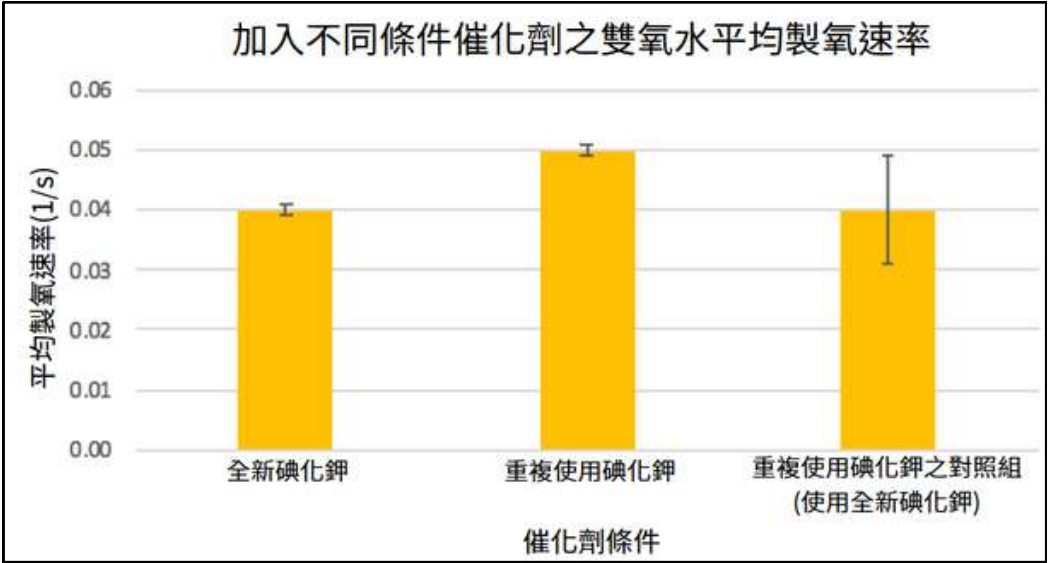
實驗操作結束後，我負責處理實驗數據的分析，因 t 檢定等統計方法並不為高中所學，所以我需要上網查找資料，理解吸收後再以較容易理解的方式向組員解釋。查詢資料的過程中，我發現 Youtube 上有不少優質的統計學教學影片，能幫助我快速理解抽象的概念。不過，由於當時時間有限，我對這些統計方法的理解較為淺薄，日後在更深入學習統計知識的過程中，意識到本次的數據分析仍有許多可以改進的空間。

(詳細內容整理於 04.延伸學習 p.17-p.20)

數據呈現與結論

原理解釋與結論：

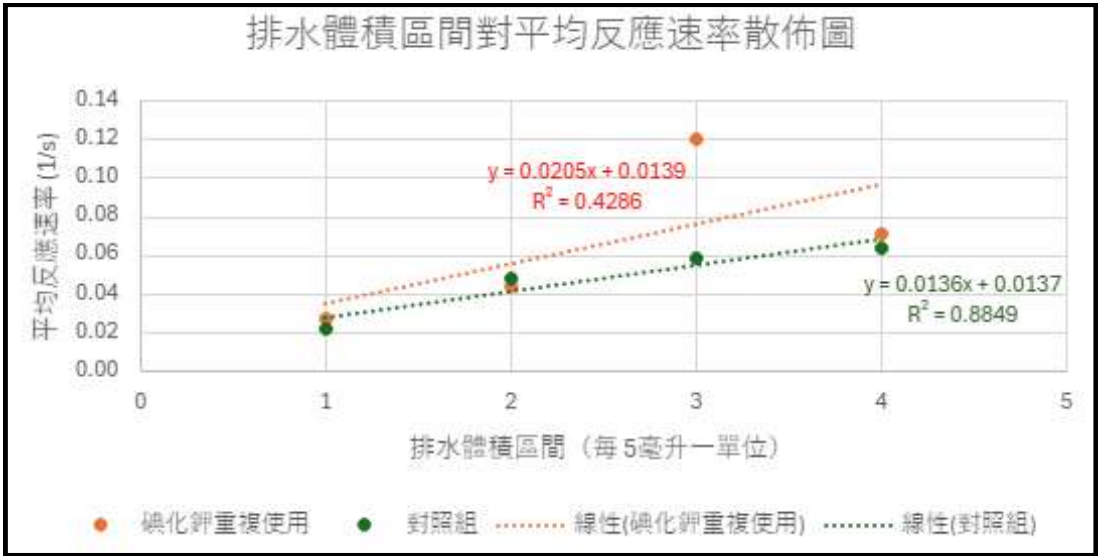
- 1.實驗數據**p值大於0.05**，速率之間並未有顯著差異，符合本組假設：若 重複使用碘化鉀作為催化劑 則 雙氧水製氧速率不變(t 檢定或 ANOVA 之 p 值大於0.05)
- 2.碘化鉀溶液反應後由無色轉為黃色，不符合假說解釋：因為 重複使用後碘化鉀性質與質量不變
- 推測原因：過氧化氫為強氧化劑，會將 I⁻ 氧化為 I₂，在缺乏還原劑的情況下，I₂ 難以被還原回 I⁻，而使溶液呈現黃色
- 假說應修改為：因為 反應條件下 I⁻ 雖部分氧化變為 I₂，但催化能力未受顯著影響



(圖十六)加入不同條件催化劑之雙氧水平均產氧速率長條圖

誤差分析：

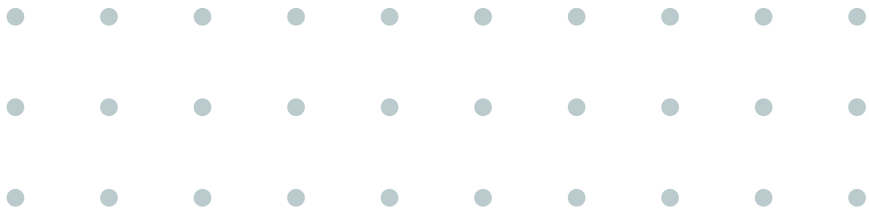
- 1.數據量不足：每組僅進行三次重複測量，樣本數少，無法充分反映整體趨勢與誤差範圍
- 2.主觀觀測誤差：以人眼觀察量筒中水面變化進行時間記錄，存在主觀判斷與反應時間差，可能導致誤差
- 3.實驗分天進行：第一次與第二、三次實驗於不同日進行，環境溫度、濕度或藥品狀態可能略有變化，對反應速率造成潛在影響(因此本次實驗以第二、三次實驗測出之數據為主要討論對象)



(圖十七)排水體積區間對平均反應速率XY散佈圖

化學探究分工表

組員	參與實驗討論	實驗操作	數據分析	製作圖表	製作簡報	報告簡報	繪製成果海報	成果海報發表
01方同學	5%	25%	0%	0%	20%	60%	40%	50%
10邱同學	5%	25%	0%	0%	15%	10%	5%	0%
15陳同學	45%	25%	15%	100%	40%	10%	50%	50%
24鄭同學	45%	25%	85%	0%	25%	20%	5%	0%



03.

海報成果發表

海報成果發表

繪製海報：

我負責繪製生物探究的海報，這訓練了我如何在有限的版面中，精煉地呈現研究的重點。在呈現實驗步驟時，我發現用文字描述會占太多版面，但若用圖示呈現，既不會占太多版面，又比文字描述來的清楚，能夠幫助聽者更好理解內容。

海報講解：

練習講解時，我會帶入聽眾的視角來安排說明內容——哪些地方要深入解釋、哪些可以簡單帶過，而我會特別著重於晶球材料的選擇與不同果皮對浮起速率的影響，這些正是本組研究與其它組較不同的獨特之處。

心得感想：

雖然一開始講解時難免緊張，不過我在一次次面對不同聽者的講述過程中漸入佳境，同時覺得能讓聽者理解我們的研究成果，讓我感到十分開心與滿足。講解結束後，我很奇妙地發現自己與朋友說話時的表達變得更有條理、邏輯也更加清晰，雖然幾天過後就跟平常差不多了，但這次的體驗著實令我印象深刻，也期待未來能有更多參與研究與分享講解的機會！



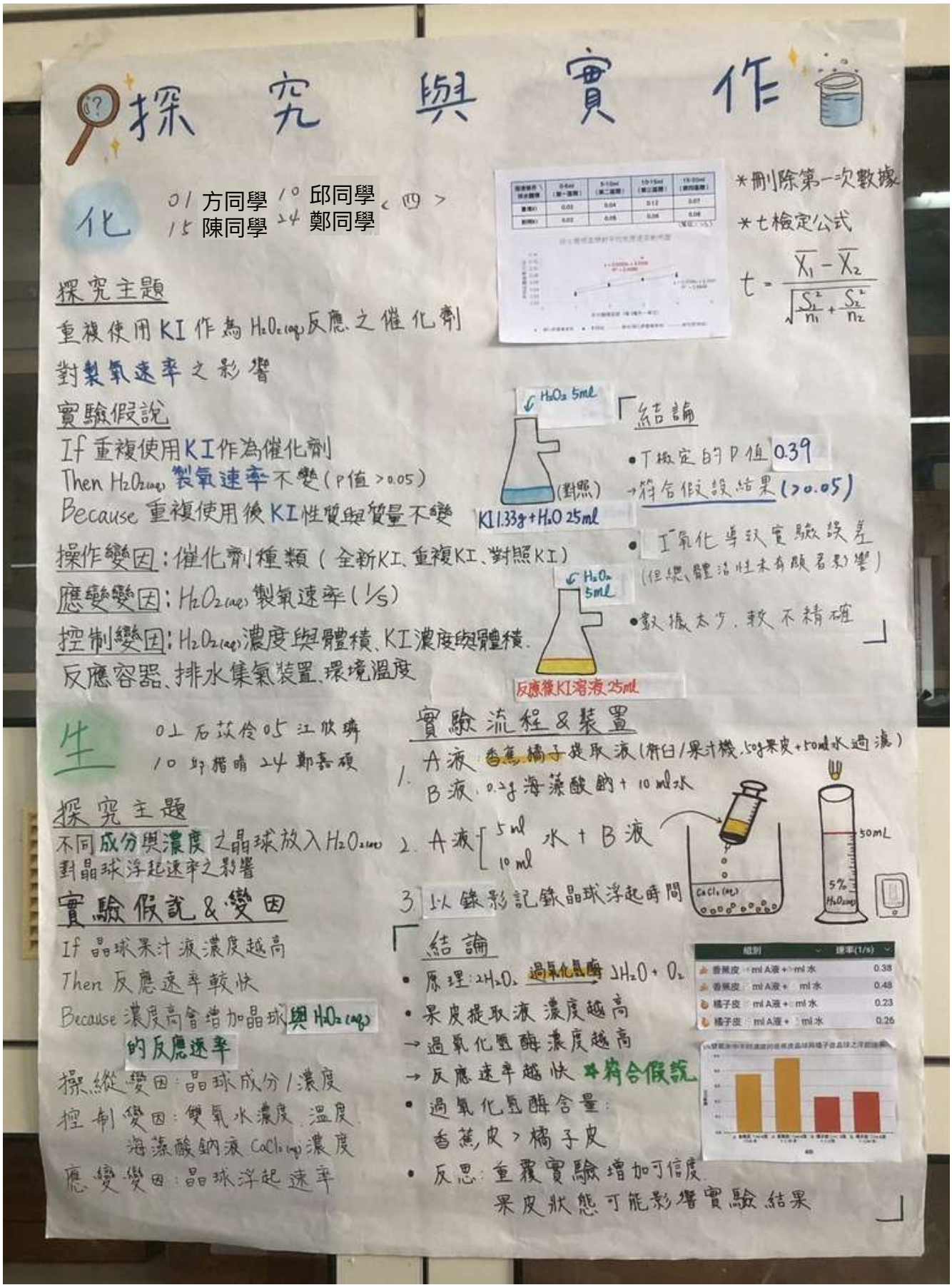
(圖二)我在進行成果海報發表



(圖一)小組成員與海報合照



(圖三)左邊為小組成員，右邊是我，我們在為其它班的同學講解我們的海報



(圖四)探究實作海報

04.

延伸學習



延伸學習：Wilcoxon rank-sum test (Mann-Whitney U test)

尋找更合適的檢定方式：

深入理解 t 檢定後，發現本次實驗的數據其實並不完全符合t檢定的使用前提——樣本成常態分布，尤其是在樣本數很少的情況下。為了找到更合適的分析方法，我進一步查詢相關統計工具，並透過 AI 得知一個類似於獨立樣本 t 檢定的 Wilcoxon rank-sum test，其適用於非常態分布與小樣本資料(N<30)的特性，正好符合本次實驗數據的狀態。於是我從 Youtube 上查詢教學影片，著手開始使用此工具分析數據。

影片學習：

參考影片：臺大開放式課程 NTU OCW (2023年1月4日)。生物統計學— 89. 【無母數】Wilcoxon rank sum test (盧子彬) [影片]。YouTube。https://www.youtube.com/watch?v=dE6DdJ7N-qQ

分析步驟：

- 1.合併並排序數據，遇相同數值則排名取平均(如圖二)
- 2.分別計算對照組與實驗組數據的排名總和(如圖三)
- 3.因本次每組樣本數皆小於10，所以用各組的排名總和算出u值，再查表比較
$$u1 = n1 * n2 + n1 * (n1 + 1) / 2 - W1 = 64 + 36 - 63 = 37$$
$$u2 = n1 * n2 + n2 * (n2 + 1) / 2 - W2 = 64 + 36 - 73 = 27$$
→數值較小，以此做為u值
- 4.依照各組樣本數查表(如圖四)
u值 = 27 > 13 ☑ 由此可知重複使用碘化鉀作為催化劑對雙氧水產氧速率無顯著影響

Count	實驗組速率	對照組速率
1	0.03	0.02
2	0.03	0.03
3	0.04	0.05
4	0.05	0.05
5	0.07	0.05
6	0.07	0.09
7	0.11	0.08
8	0.13	0.05

(圖一)實驗組與對照組速率(1/s)

#	Count	#	速率	#	Rank	Group
	1		0.02		1	對照
	2		0.03		3	實驗
	3		0.03		3	實驗
	4		0.03		3	對照
	5		0.04		5	實驗
	6		0.05		8	實驗
	7		0.05		8	對照
	8		0.05		8	對照
	9		0.05		8	對照
	10		0.05		8	對照
	11		0.07		11.5	實驗
	12		0.07		11.5	實驗
	13		0.08		13	對照
	14		0.09		14	對照
	15		0.11		15	實驗
	16		0.13		16	實驗

(圖二)混合實驗組與對照組速率(1/s)並排序



Count	實驗組速率	實驗組Rank	對照組速率	對照組Rank
1	0.03	3	0.02	1
2	0.03	3	0.03	3
3	0.04	5	0.05	8
4	0.05	8	0.05	8
5	0.07	11.5	0.05	8
6	0.07	11.5	0.05	8
7	0.11	15	0.08	13
8	0.13	16	0.09	14
Rank總和		W2 = 73		W1 = 63

(圖三)實驗組與對照組數據的排名總和

		n2																		
n1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
2							0	0	0	0	1	1	1	1	1	2	2	2	2	
3				0	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	
4			0	1	2	3	4	4	5	6	7	8	9	10	11	11	12	13	14	
5		0	1	2	3	5	6	7	8	9	11	12	13	14	15	17	18	19	20	
6		1	2	3	5	6	7	10	11	13	14	16	17	19	21	22	24	25	27	
7		1	3	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	
8	0	2	4	6	7	10	13	15	17	19	22	24	26	29	31	34	36	38	41	
9	0	2	4	7	10	12	15	17	20	23	26	28	31	34	37	39	42	45	48	
10	0	3	5	8	11	14	17	20	23	26	29	33	36	39	42	45	48	52	55	
11	0	3	6	9	13	16	19	23	26	30	33	37	40	44	47	51	55	58	62	
12	1	4	7	11	14	18	22	26	29	33	37	41	45	49	53	57	61	65	69	
13	1	4	8	12	16	20	24	28	33	37	41	45	50	54	59	63	67	72	76	
14	1	5	9	13	17	22	26	31	36	40	45	50	55	59	64	67	74	78	83	
15	1	5	10	14	19	24	29	34	39	44	49	54	59	64	70	75	80	85	90	
16	1	6	11	15	21	26	31	37	42	47	53	59	64	70	75	81	86	92	98	
17	2	6	11	17	22	28	34	39	45	51	57	63	67	75	81	87	93	99	105	
18	2	7	12	18	24	30	36	42	48	55	61	67	74	80	86	93	99	106	112	
19	2	7	13	19	25	32	38	45	52	58	65	72	78	85	92	99	106	113	119	
20	2	8	13	20	27	34	41	48	55	62	69	76	83	90	98	105	112	119	127	

(圖四) Wilcoxon Rank-Sum Table

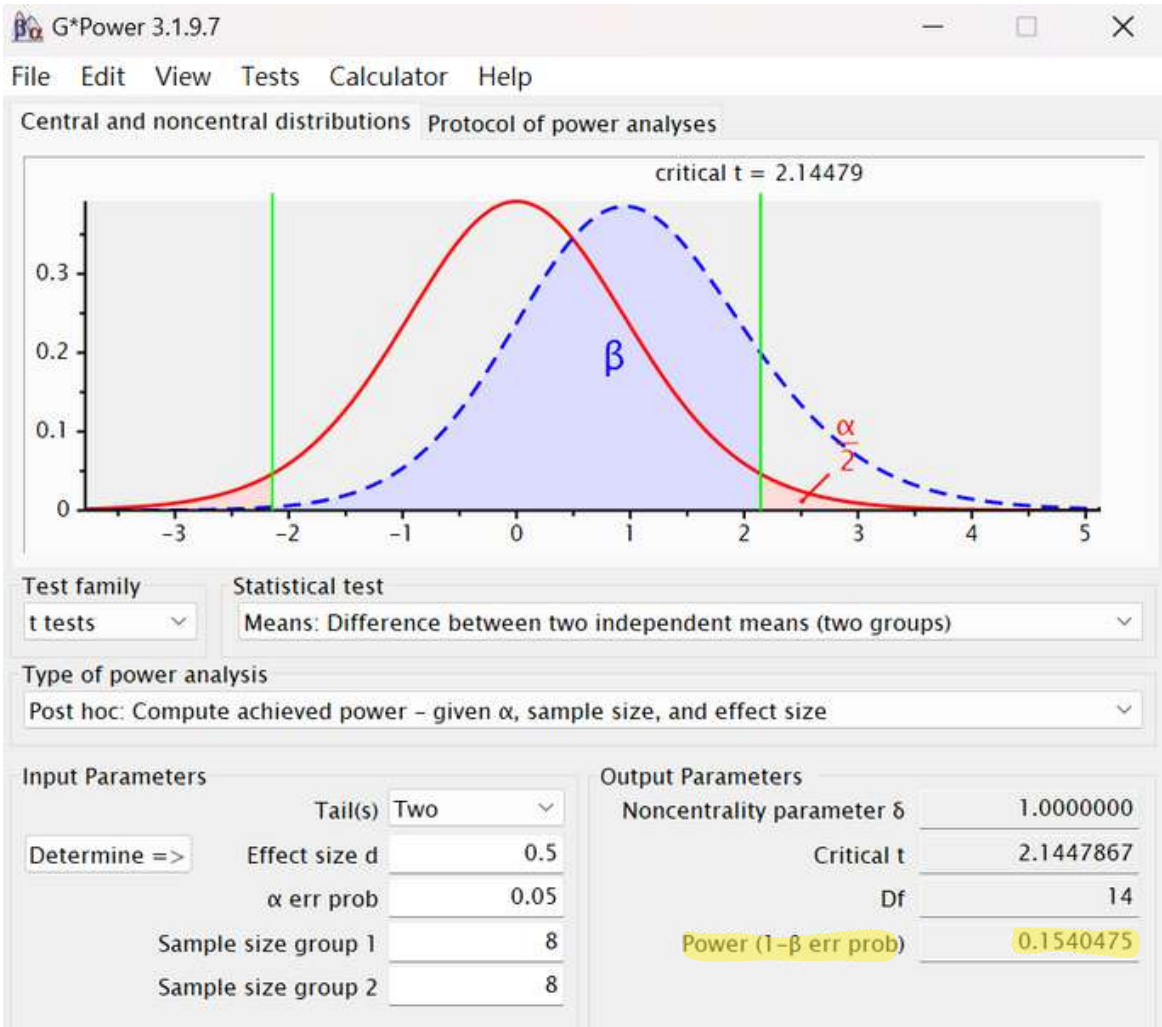
延伸學習：G*Power應用

第二型錯誤：

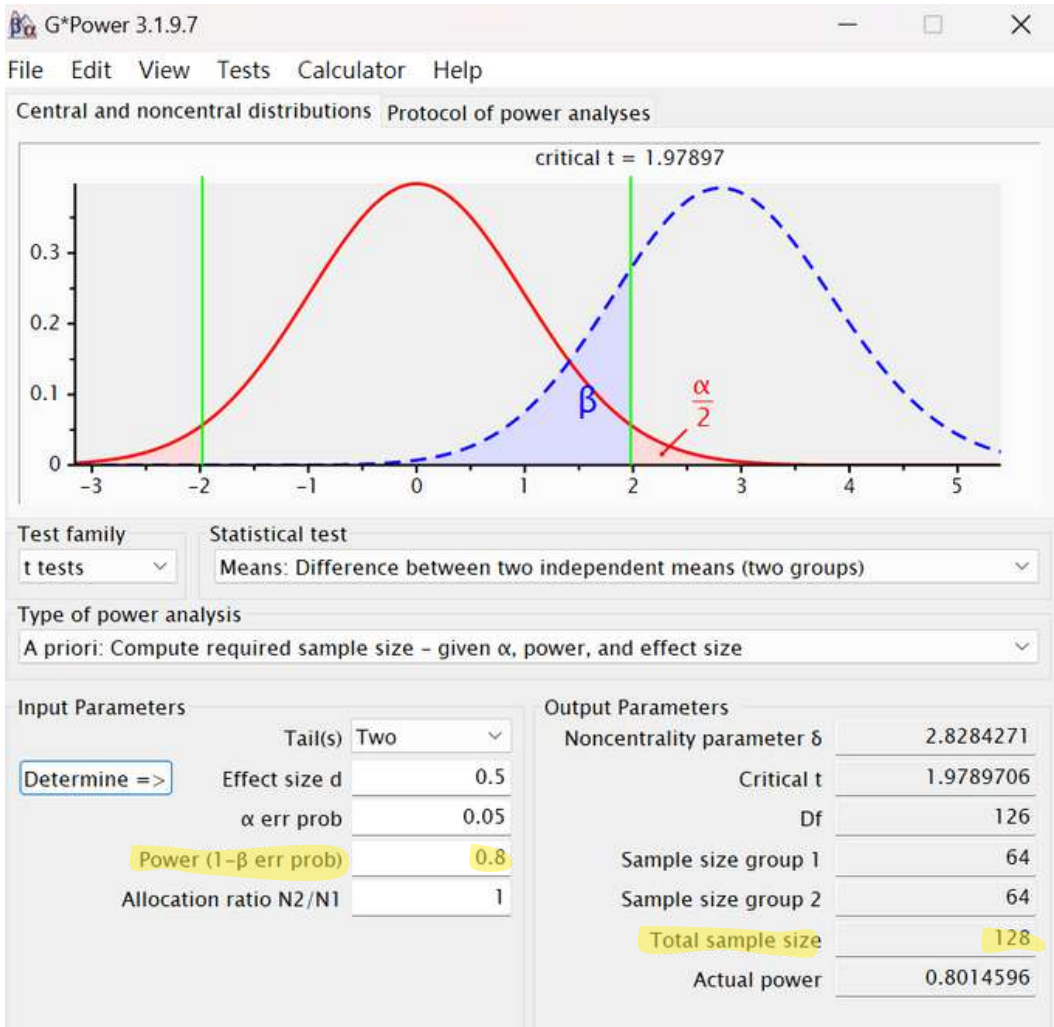
在查詢虛無假設與對立假設的解釋時，意識到大多數研究的目標其實是拒絕虛無假設從而證實對立假設成立，而**不拒絕虛無假設的同時並不代表虛無假設為真**。這讓我重新思考我們實驗中的結果：目前所分析的數據雖支持重複使用碘化鉀催化雙氧水其產氧速率不變，但仍可能犯下**第二型錯誤**(如圖五)——實際上產氧速率其實會改變，而發生的機率即為 β 。這個發現激起了我的好奇心：要如何計算 β ？又該如何讓 β 降低，提高檢定力？

G*Power應用：

- **認識與下載**：在查詢如何計算 β 的過程中，我發現多數網站僅說明原理，卻未具體說明計算步驟。於是我進一步詢問 AI，得到一款統計分析工具——G*Power的推薦。透過網路上的教學資源，我成功下載並安裝 G*Power，並輸入了本次實驗的相關參數進行分析。
- **結果分析**：如圖六所示，結果顯示本次分析的**檢定力僅約 0.15**，相對地， β 高達約 0.85。由此可知，以 t 檢定計算本次實驗數據得出來的結論，很有**可能誤判了對立假設，也就是產氧速率會改變**。
- **樣本數計算**：此外，我也從教學資源中得知，雖然對於研究的可信度而言，樣本數越多越好，但在資源有限的情況下，研究者可藉由 G*Power 計算出在合理檢定力下所需的最小樣本數，以進行有效率的資源分配。根據圖七的設定條件，若要讓本實驗的 t 檢定具備足夠的檢定力(設為0.8)，則需要總共至少 128 個樣本，而目前的樣本數量遠遠不足。對比圖六與圖七上方的曲線圖可以發現，在本次實驗的樣本數量下，圖六中的接受域所對應的 β 明顯大於圖七中的 β 值——也就是當樣本數增加至 128 個時，第二型錯誤的機率明顯下降，檢定力提升。
- **結論**：**樣本的數量多寡會嚴重影響分析結果的可信度**，以本次實驗得出的結論而言，還須測量多組數據以提高檢定力。



(圖六)輸入本次實驗資料並求出檢定力數值



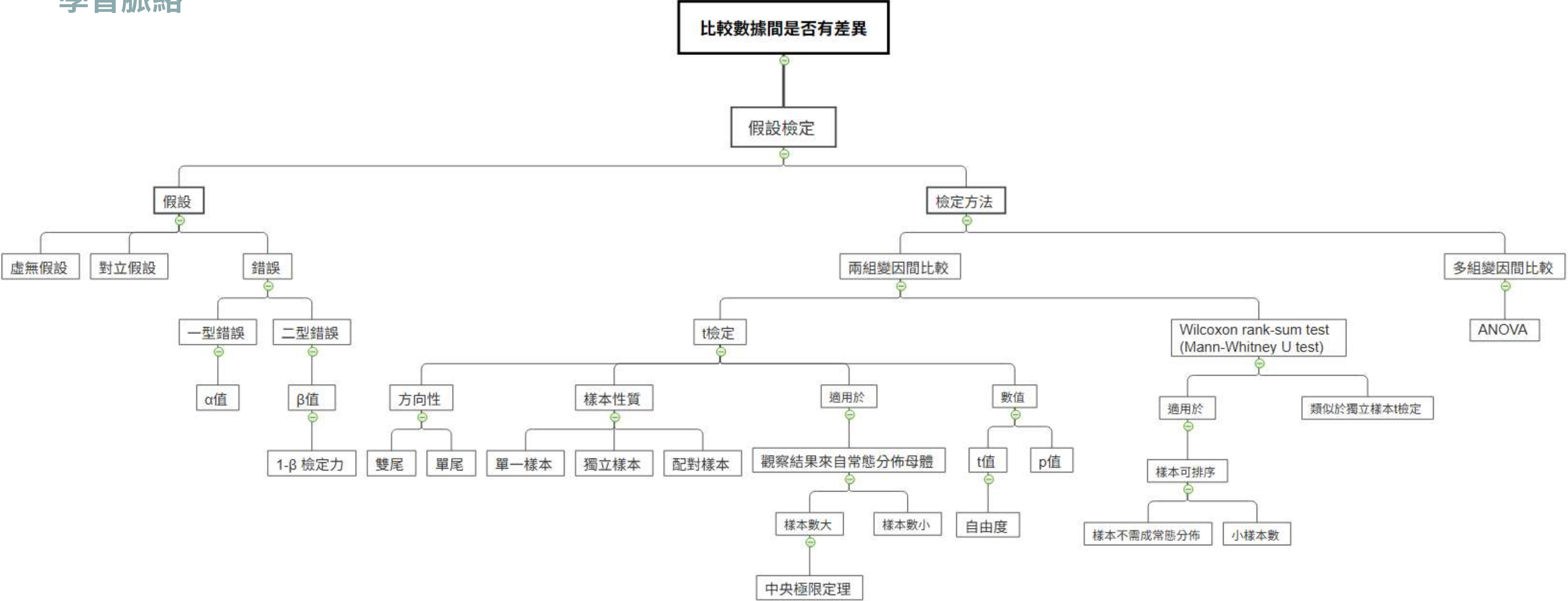
(圖七)計算出若要將檢定力提升至0.8，則需要至少多少樣本

		真實情況	
		H_0 （虛無假說）為真	H_a （對立假說）為真
根據研究結果的判斷	拒絕 H_0	錯誤判斷 （偽陽性、型一錯誤） 發生機率 α （顯著水準）	正確判斷 發生機率 $1-\beta$ （檢定力）
	不拒絕 H_0	正確判斷 發生機率 $1-\alpha$	錯誤判斷 （偽陰性、型二錯誤） 發生機率 β

(圖五)第一型錯誤與第二型錯誤

關於p值：

我在閱讀林澤民教授關於 p 值的文章時，了解到目前學術研究中存在的統計誤解與誤用的現象。部分研究者為了使實驗結果顯著，會刻意刪減或調整變數與樣本、不報告不顯著結果，促使 p 值小於 0.05，而這樣的做法已經偏離 p 值的原始設計目的。有些研究也會出現我這次分析時所忽略的情況——檢定力不足所帶來的第二型錯誤風險。這些現象令我反思所謂的「科學態度」。研究的目的不應只是為了利益而修改數據從而獲得「漂亮的成果」，而是應該要誠實面對每一組數據，從不斷的修正中獲得成長，在分析的同時，也應該更全面地考量到整體研究設計與數據背景，而非單純追求顯著結果。



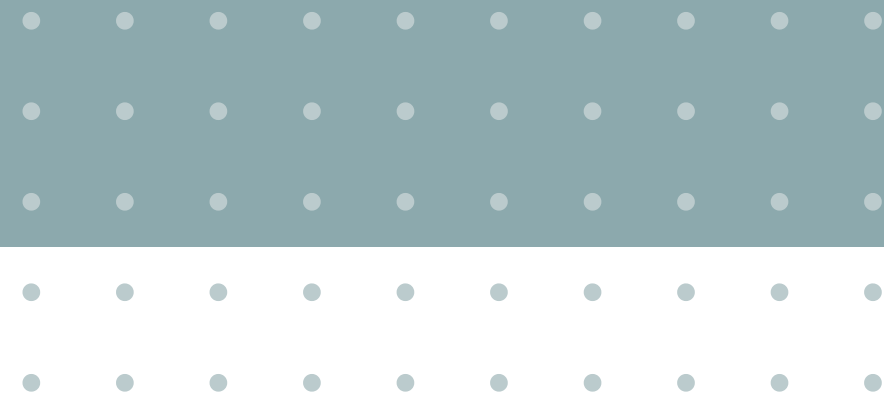
心得感想：

雖然一開始在學習 t 檢定的時候，很常會有「天啊，怎麼這麼難，這些專有名詞我都看不懂！」的想法，但隨著我一步步上網查找定義與原理，補齊知識漏洞，並重複閱讀我看不懂的文章，我發現第一次閱讀可能會很吃力，但讀了第二遍、甚至第三遍時，可以明顯的感受到我看得懂的內容越來越多了。我開始享受那種將原本難以理解的理論知識，逐步消化、吸收的過程，同時也在學習中產生好奇心。

在一次次搜尋資料的過程中，發現這些統計方法的應用範圍非常廣泛，運用範圍涉及醫療研究中評估藥物療效、心理與教育統計學甚至商業決策的市場調查等。我在統計知識的掌握上仍有很大的進步空間，實際應用上也還需要大量的練習與經驗，在這不是那麼純熟、嚴謹的高中生探究實驗中，運用這些較專業的分析工具，著實有種殺雞焉用牛刀之感，不過我認為，正是因為有這不是那麼完美的實驗，以及想要進一步運用並學習專業統計方法的心態，使我能在這次的研究中學習到很多，同時鍛鍊了我查詢資料、解決問題及自主學習等能力。這一連串的探索與學習，成為我本次學習歷程中最寶貴的收穫之一，也期許自己在未來仍能保持孜孜不倦的學習態度！

05.

參考資料與附件



參考資料：

- 農業部農業知識入口網(2010年8月10日)。柑橘生長發育特性。 <https://kmweb.moa.gov.tw/subject/subject.php?id=6960>
- 國家環境毒物研究中心(2021年5月4日)。過氧化氫。 <https://nehrc.nhri.edu.tw/2021/05/04/%E9%81%8E%E6%B0%A7%E5%8C%96%E6%B0%AB/>
- 維基百科(2024年11月28日)。碘化鉀。 <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E7%A2%98%E5%8C%96%E9%92%BE>
- jmp統計學知識入口網站。t 檢定。 <https://www.jmp.com/zh-hant/statistics-knowledge-portal/t-test>
- Psycho小白(2023年10月23日)。T檢定是什麼？五分鐘學會三大T檢定！獨立樣本T檢定、配對樣本T檢定、單樣本T檢定 [影片]。YouTube。 <https://www.youtube.com/watch?v=yKC-1lYtJpY>
- 臺大開放式課程 NTU OCW (2023年1月4日)。生物統計學— 89. 【無母數】 Wilcoxon rank sum test (盧子彬) [影片]。YouTube。 <https://www.youtube.com/watch?v=dE6DdJ7N-qQ>
- 維基百科(2025年7月5日)。型一錯誤與型二錯誤。 [https://zh.wikipedia.org/zh-](https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%9E%8B%E4%B8%80%E9%8C%AF%E8%AA%A4%E8%88%87%E5%9E%8B%E4%BA%8C%E9%8C%AF%E8%AA%A4)
- [tw/%E5%9E%8B%E4%B8%80%E9%8C%AF%E8%AA%A4%E8%88%87%E5%9E%8B%E4%BA%8C%E9%8C%AF%E8%AA%A4](https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%9E%8B%E4%B8%80%E9%8C%AF%E8%AA%A4%E8%88%87%E5%9E%8B%E4%BA%8C%E9%8C%AF%E8%AA%A4)
- Psycho小白(2023年10月23日)。什麼是型一、型二錯誤和為什麼要有統計顯著性？六分鐘輕鬆理解原理！ [影片]。YouTube。 <https://www.youtube.com/watch?v=0YaRh02bnkY>
- 研究生2.0(2011年6月5日)。什麼是統計檢定力 (power) ？。 <https://researcher20.com/2011/06/05/%e4%bb%80%e9%ba%bc%e6%98%af%e7%b5%b1%e8%a8%88%e6%aa%a2%e5%ae%9a%e5%8a%9b-power%ef%bc%9f/>
- 研究生2.0(2011年6月9日)。G*Power 計算統計檢定力 (一)。 [https://researcher20.com/2011/06/09/gpower-](https://researcher20.com/2011/06/09/gpower-%E8%A8%88%E7%AE%97%E7%B5%B1%E8%A8%88%E6%AA%A2%E5%AE%9A%E5%8A%9B-%E4%B8%80/)
- [%E8%A8%88%E7%AE%97%E7%B5%B1%E8%A8%88%E6%AA%A2%E5%AE%9A%E5%8A%9B-%E4%B8%80/](https://researcher20.com/2011/06/09/gpower-%E8%A8%88%E7%AE%97%E7%B5%B1%E8%A8%88%E6%AA%A2%E5%AE%9A%E5%8A%9B-%E4%B8%80/)
- 林澤民(2017年1月7日)。p 值的陷阱（上）：p 值是什麼？又不是什麼？。 <https://pansci.asia/archives/110923>
- 林澤民(2017年1月7日)。p 值的陷阱（下）：「摘櫻桃」問題。 <https://pansci.asia/archives/111916>

附件一：生物實驗計畫書初稿

國立臺灣師範大學附屬高級中學-自然科學探究與實作B

班級 1623 組別 4 座號 5 姓名 2.5.10.24

實驗研究計劃書

一、探究主題

不同濃度的晶球在雙氧水中浮起來的速率
(分兩組，不同植物)

二、假設

If 若植物溶液濃度較高
Then 反應較快(所需時間短)
Because 濃度高，則增加與雙氧水的反應速率

三、實驗材料、藥品與器材

標本變因	濃度不同
1. 實驗材料 橘子皮、香蕉皮	控制變因 雙氧水、B液 CaCl ₂ 、測量基準
2. 實驗藥品 雙氧水、海藻酸鈉、CaCl ₂	應變變因 浮起來的速率
3. 實驗器材 試管、試管架、量筒、燒杯、電子秤	研磨器、研磨棒

1

國立臺灣師範大學附屬高級中學-自然科學探究與實作B

四、實驗步驟與流程

一、製作晶球

A液：100% 香蕉皮液、橘子皮液各 5mL、10mL
B液：0.2g 海藻酸鈉 + ① 5mL 組：15mL 水
② 10mL 組：10mL 水

將 A+B 液均勻混合後，滴入 0.15M CaCl₂ 中
(20mL)

二、測量速率

- 分兩組測量，第一組為香蕉皮晶球 5mL、10mL
- 第二組為橘子皮晶球 5mL、10mL

→ 夾起晶球，設定基準並以手機錄影，記錄時間

三、分析與統整

- 針對濃度與種類繪製圖表與比較探討。
- 以科學原理解釋

四、製作海報

2

國立臺灣師範大學附屬高級中學-自然科學探究與實作B

五、實驗預期結果

濃度	25%	50%
香蕉皮晶球	次快	最快
橘子皮晶球	最慢	次慢

- 相同濃度下，香蕉皮晶球的浮起速率大於橘子皮晶球
- 相同種類下，濃度愈高，浮起速率愈快

六、回饋

1. 同學給我們這組的回饋(至少寫出五項)

3

附件二：化學實驗計畫書初稿

國立臺灣師範大學附屬高級中學-自然科學探究與實作生化組-實驗研究計畫書 p.1

組號 1623 組別 4 座號 1 姓名 方同學
座號 10 姓名 邱同學
座號 15 姓名 陳同學
座號 24 姓名 鄭同學
座號 姓名

實驗計畫書 日期 日期

一、探究主題
重複使用碘化鉀作為雙氧水反應之催化劑對製氧速率之影響

二、假設
H1 重複使用碘化鉀作為催化劑
H2 雙氧水製氧速率不變
H3 重複使用後碘化鉀性質與質量不變

三、變因
操作變因 碘化鉀是否參與過反應
應變變因 雙氧水產氧速率
控制變因 雙氧水濃度和加入體積、碘化鉀溶液質量、反應容器、溫度(常溫)、水量

四、藥品(物性化條)
3%雙氧水 $H_2O_2(aq)$
碘化鉀 $KI(s)$

五、器材(規格數量)
前頭漏斗×1 稱錘×1
有孔軟木塞×1 秤量紙 數張
抽濾瓶 250ml×1 加熱相關器材 1組
橡皮管×1 (酒精燈等)
水盆×1 集氣瓶×1
電子秤×1 量筒 100ml×1
燒杯 50ml×2

國立臺灣師範大學附屬高級中學-自然科學探究與實作生化組-實驗研究計畫書 p.2

六、實驗步驟與流程 座號 1623 組別 4

準備器材、溶液

1. 水盆裝水(水位高於集氣瓶高度)
2. 將 50ml 水倒入集氣瓶並於水面處畫線標示
3. 將集氣瓶置入水盆使其充滿水後倒放
4. 將 30ml 水和 1g $KI(s)$ 倒入抽濾瓶中，搖晃均勻，製成 KI 溶液
5. 前頭漏斗穿過橡皮塞插入抽濾瓶口(長管末端接近瓶底)，並將橡皮管插入支管口，另一主放入水盆中

測量產氧時間、濃縮回收溶液

1. 將 50ml 的 3% 雙氧水倒入抽濾瓶
2. 待氣泡穩定湧出 5 秒後，再將橡皮管插入集氣瓶並開始計時
3. 收集氧氣至畫線處後暫停計時
4. 待氣體不再湧出後，將抽濾瓶中溶液倒入燒杯加熱濃縮至溶液重量剩 31g (適量調整)
5. 用濃縮後的碘化鉀溶液再次測量氧氣生成時間

重複實驗

重複以上實驗 3~5 次

國立臺灣師範大學附屬高級中學-自然科學探究與實作生

七、實驗預期結果

製氧速率(g/h)

□ KI 未參與過反應
▨ KI 參與過反應

1st 2nd 3rd 第幾次實驗

→ 故推論 KI 作為催化劑反應前後其性質不變

八、回饋
教師或同學給我們這組的問題：

附件三：化學實驗計畫二稿

國立臺灣師範大學附屬高級中學-自然科學探究與實作生化組-實驗研究計畫書 p.1

班級 1623 組別 4 座號 1 姓名 方同學
座號 10 姓名 邱同學
座號 15 姓名 陳同學
座號 24 姓名 鄭同學
座號 _____ 姓名 _____

實驗計畫書 日期 _____ 日期 _____

一、探究主題
重複使用碘化鉀作催化劑與雙氧水反應之催化劑對製氧速率之影響

二、假設
若 重複使用碘化鉀作催化劑
則 雙氧水製氧速率不變 (標準: 標準差小於平均值的5%)
因為 重複使用後碘化鉀性質與質量不變

三、變因
操作變因: 碘化鉀 是否參與過反應
應變變因: 雙氧水產氧速率
控制變因: 雙氧水濃度和 加入體積、碘化鉀溶液
質量、反應容器、溫度(常溫)、水量
環境、加熱

四、藥品(物性化性)
5%雙氧水 $H_2O_2(aq)$
碘化鉀 $KI(s)$

五、器材(規格數量)
前頭漏斗×1 錫紙×1
有孔軟木塞×1 秤量紙 數張
抽濾瓶 250ml×1 加熱相關器材 1組
橡皮管×1 (酒精燈等)
水盆×1 集氣瓶×1
電子秤×1 量筒 100ml×1, 50ml×2
溫度計×1 燒杯 50ml×2
線香數根
打火機×1

國立臺灣師範大學附屬高級中學-自然科學探究與實作生化組-實驗研究計畫書 p.2

班級 1623 組別 4

六、實驗步驟與流程

準備器材、溶液

1. 水盆裝水(水位高於集氣瓶高度) * 集氣瓶改取 100ml 量筒
2. 將 50ml 水倒入集氣瓶並於水面處畫線標示
3. 將集氣瓶置入水盆使其充滿水後倒放
4. 將 30ml 水和 1g $KI(s)$ 倒入抽濾瓶中, 搖晃均勻, 製成 KI 溶液
5. 前頭漏斗穿過橡皮塞後塞入抽濾瓶口(長管末端接近瓶底), 並將橡皮管插至支管口, 另一端放入水盆中

測量產氧時間、濃縮回收溶液

1. 將 50ml 的 5% 雙氧水倒入抽濾瓶
2. 待氣泡穩定湧出 5 秒後, 再將橡皮管插入集氣瓶並開始計時、錄影
3. 收集氧氣至畫線處後暫停計時, 以線有測試氣體是否為氧氣
4. 待氣體不再冒出後, 將抽濾瓶中溶液倒入燒杯 加熱濃縮至溶液重量為 31g (適量調整)
5. 用濃縮後的碘化鉀溶液再次測量氧氣生成時間

重複實驗

重複以上實驗 3~5 次

國立臺灣師範大學附屬高級中學-自然科學探究與實作 B

七、實驗預期結果

製氧速率(%)

□ KI 未參與過反應
▨ KI 參與過反應

第幾次實驗

→ 故推論 KI 作為催化劑反應前後其性質不變

實驗數據記錄表

催化劑使用次數	0 次	1 次
產氧時間 (s)	(s)	(s)
產氧速率 (50ml 所需時間)	(s)	(s)
標準差		

→ 標準差小於平均值的 5% (速率不變)

A 回饋
教師或同學給我們這組的回饋:

1. 記錄加熱溫度, 決定溫度上限
2. 錄影記錄 O_2 體積變化, 以此為根據決定何時反應結束 (高原期時斜率近 0)