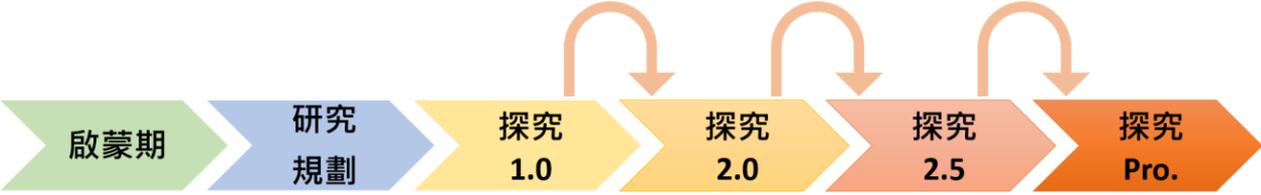
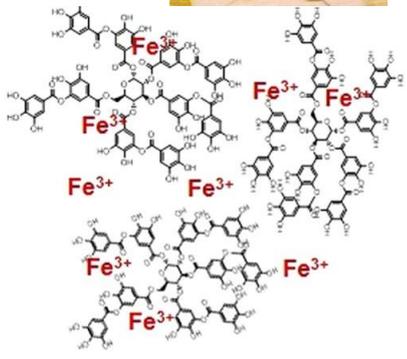


2024 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

教師組 教案表單與學習單

教案設計者：簡均如
課程領域： <input type="checkbox"/> 物理 <input type="checkbox"/> 化學 <input checked="" type="checkbox"/> 生物 <input type="checkbox"/> 地球科學 <input type="checkbox"/> 科技領域 <input checked="" type="checkbox"/> 自然科學探究與實作 <input type="checkbox"/> 數學 <input type="checkbox"/> 其他 _____ (可複選)
一、教案題目 植物之美-植化素分析與植物型態移印染
二、授課時數 12 小時 (6 週)
三、教案設計理念與動機
 <p>(一)教案啟蒙</p> <ol style="list-style-type: none">從生活中各種植物顏色發現了植物化學素(簡稱植化素)·這些植化素除了有各種繽紛顏色外·也讓植物有著防禦、調節生理機能、吸收能量...等相關功能。在一次森林的生態旅遊認識了植物移印染·體驗著山區居民使用隨手可得的野生植物與自製鐵水·經過蒸煮得到美麗的植物倩影羊毛圍巾。 <p>(二)設計發展過程</p> <ol style="list-style-type: none">了解植物移印染原理：植化素與金屬離子產生錯合物植化素分析：選擇單寧酸 (Tannic acid · TA) 與氯化鐵(FeCl_3) 做為課程中引入植化素與移印染的主角·單寧酸 (TA) 是種大型天然多酚·在化學裡被認為是一種多牙基(polydentate ligand)·可以與各種金屬離子·特別是與鐵離子(Fe^{3+})結合·形成高度穩定的金屬錯合物。校園生態植物調查與採集·科學探究與藝術欣賞兼具 <p>(三)教案核心設計理念</p> <p>透過探究與實作課程讓每個類群學生都能體驗到獨立研究或專題製作前的科學精神：</p> <ol style="list-style-type: none">培養科學素養：課程中穿插引導式互動講述、板書與 PPT 呈現·包括：正確實驗操作、觀察紀錄實驗結果、數據處理分析、結果簡報呈現方式等。  

2. 建立藝術欣賞美感與公民科學家：校園與介壽公園植物欣賞與生態調查，透過情境體驗各種區域生物生長環境，並能同理與欣賞各種不同生物生存環境差異。

(四) 教案設計執行動機

1. 學習單引導：每份學習單都引導學生如何撰寫，以問答方式增加學生邏輯性思考與問題解決能力，並提供「撰寫指引」與「檢核表」，使學生能清楚知道學習目標。
 - (1) 團體學習單（電子檔）：實驗記錄、計劃書、成果簡報等，提供同儕間合作機會。
 - (2) 個人學習單（紙本）：前後測、互評表、省思等，增加學生的生物能力。
2. 成果發表會以「科學研討會海報展」模式呈現：
 - (1) 介紹科學發表研討會模式，讓學生了解此模式功能及共學的意義。
 - (2) 每位同學都能獨立、完整且多次分享作品，同時也能與聆聽同學近距離互動討論。
 - (3) 避免增加學生大張海報輸出之經濟、時間壓力，以簡報製作 16 張 A4 輸出，同時將植物移印染作品排版至海報板上，增加學生實體成就感，同儕間視覺刺激加成。
 - (4) 有別於以往上台簡報方式呈現，讓學生多元學習表現。

四、教學目標

(一) 透過探究式教學，培養學生科學思考判斷能力相關目標：

1. 學生能透過觀察引導提出問題，並經由資料搜尋與閱讀，增加科學素養及相關資訊。
2. 學生能分析問題的原因、設計解決問題的策略。
3. 學生能設計解決問題的實驗步驟，包括操作變因、控制變因與應變變因等。
4. 學生能完成實驗操作、分析結果、推理出適當結論，並能表達分享。

(二) 科學情意層面相關目標：

1. 同儕討論、發表分享、激發學生創造力與美感，彼此成長與多元學習。
2. 培養學生細心、耐心的科學態度，並具備正確的科學表達能力。
3. 透過探究式教學，培養學生勇於面對生活遇到的問題，並可以透過科學方法解決。

(三) 藉由「探究成果發表會」達到科學傳播與分享

1. 學生們設計的主題各不相同，刺激學生科學思維及判斷力。
2. 學生分享自己探究成果並也欣賞同儕探究成果，刺激學生省思與評價的能力。

五、教育對象

全校高二學生，20 班（每學期 10 班），
含第一類群(文史哲)、第二類群(理工)、第三類群(生醫)

六、課程設計（方法與步驟）

(一) 課程安排(每週 2 小時)



週次	課程主題	教學流程	學習單
第一週	生物調查 圖表製作 (發現問題)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建立實驗室安全、 2. 生物調查、觀察及測量能力，建立公民科學家之基本能力。 3. 將調查的生物數據繪製成簡易圖表，並分享成果 	學習單 1 成果分享 (電子白板)
第二週	鞣酸檢測 (發現問題)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 學生紀錄所有檢測與觀察之實驗結果，紀錄包括：植物外觀型態、萃取溶液顏色、與氯化鐵反應後的顏色等。 2. 透過生物檢定法，用已知丹寧酸濃度製作吸收值檢量線散佈圖，根據數據分析並能推理出一片葉子或一朵花單寧酸含量。 3. 利用生物課所學顯微切片法並操作顯微鏡觀察植物細胞中單寧酸存在位置。 4. 學生完成實驗記錄，包括照片紀錄、文字敘述，讓學生發現不同變因條件的實驗結果有差異。 5. 學生簡報製作：每組負責介紹一項變因之實驗結果，並可與他組實驗結果做實驗比較。(提供電子白板撰寫模板) 	學習單 2 成果分享 (電子白板)
第三週	印染體驗 (表達分享) (發現問題)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 學生紀錄植物與所有反應後之實驗結果，包括：植物印染前的型態與顏色、印染後在蠶絲巾上的型態與顏色。 2. 透過 ImageJ 和 RGB 顏色分析軟體，分析不同植物的移印率與 RGB 顏色比例。 3. 學生完成實驗記錄，包括照片紀錄、文字敘述，讓學生發現不同變因條件的實驗結果有差異。 	成果分享 (電子白板)
	變因設計分享 (規劃與研究) (表達分享)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 學生以組為單位，撰寫「植物移印染」之實驗設計規畫表。 2. 規劃表包括：探究題目、使用藥品、配置濃度方法、操縱變因、控制變因、應變變因、實驗流程、紀錄表格等。 3. 各組學生至少與教師討論與修正 2-3 次。 	學習單 3
第四週	移印染實作 (規劃與研究)	學生依循「植物移印染變因設計」進行實驗實作，每種植物每種變因條件都要有三重複。	學習單 4 (電子白板)
第五週	移印染開箱 (科學素養)	教師以互動方式討論基本實驗技巧：處理移印染的植物處理與蠶絲巾清洗、風乾、印染色塊分析、科學表達作圖選擇。	
	成果分析 製作報告 (論證與建模)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 學生紀錄植物與所有反應後之實驗結果，包括：植物印染前的型態與顏色、印染後在蠶絲巾上的型態與顏色。 2. 透過 ImageJ 和 RGB 顏色分析軟體，分析成果中植物面積移印率與 RGB 顏色比例。 3. 學生完成實驗記錄，包括照片紀錄、文字敘述，讓學生發現不同變因條件的實驗結果有差異。 4. 學生將實驗結果表格化呈現、作圖比較，並能歸納出實驗變因與實驗結果的相關性或趨勢，適當解釋原因與結論。 	電子白板
第六週	成果發表會 (表達與分享)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 提供海報板、植物移印染變因設計成果海報。 2. 實施成果發表會。 3. 學生撰寫學習單 5，欣賞並記錄其他組之口語表達、台風、科學內容，且進行 google 表單投票。 	學習單 5

二、學習單資料 (含撰寫指引)

學習單	內容說明 (摘錄學生學習單)																														
<p>學習單 1 (團體) 2頁 A4</p>	<p>引導式互動討論</p> <p>1. 介紹生物調查工具與方法，找一棵超過一層樓高的大樹，以大樹為中心，調查周圍約 10 m 範圍內的五種生物(含樹)</p> <p>(1) 觀察這棵樹在校園中的哪裡？查詢並說明樹種名字與特徵？</p> <p>(2) 這棵樹的高度和寬度為何？如何測量與估算而得？請寫出你們的方法和思考過程</p> <p>(3) 你們還觀察到哪些不同生物與這棵樹一起生存在同個環境？參考生物間的互動關係，請問這些生物與大樹的關係為何？對彼此的影響是？</p> <p>參考互動關係詞：掠食、競爭、寄生、共生(片利共生、互利共生)</p> <p>(4) 這棵樹住在這裡，扮演何種生態角色？這棵大樹與周圍環境給你什麼樣的感受？</p> <p>(5) 我對這棵樹的其他觀察或疑問(請提出三點觀察或問題，根據觀察或問題提出你的看法)</p> <p>(6) 測量大樹和其他 4 種植物體的平均高度，每樣物種至少四個樣本數據紀錄(繪製統計圖)</p> <p>2. 摘錄學生學習單紀錄，如下</p> <div data-bbox="419 909 778 1377"> <p>112 學年度 生物科探究實作 學習單</p> <p>主題：自然觀察-大樹的調查</p> <p>日期：105/11/25</p> <p>地點：[] 地點：[] 地點：[]</p> <p>我應該在哪裡觀察？</p> <p>1. 觀察這棵樹在什麼地方？(地點) 查詢並說明樹種名字與特徵？</p> <p>(1) 肖楠 (Shorea robusta) 屬於木犀科木犀屬。</p> <p>(2) 洋玉蘭 (Strobilanthus reginae) 屬於玄參科玄參屬。</p> <p>2. 選擇樹的高度和寬度為何？如何測量與估算而得？請寫出你們的方法和思考過程。</p> <p>(1) 高度 5.2m 寬度 2.5m</p> <p>(2) 高度用三條比尺測量，寬度用卷尺測量，測量時在樹幹上，測有幾根手標尺，就是幾米的長度。</p> <p>3. 你們還觀察到哪些不同生物與這棵樹一起生存在同個環境？說明這些生物與大樹的關係為何？對彼此的影響是？</p> <p>(參考互動關係詞：掠食、競爭、寄生、共生(片利共生、互利共生))</p> <p>(1) 蝴蝶(片利共生) 高麗(片利共生)</p> <p>4. 這棵樹住在這裡，扮演何種生態角色？這棵大樹與周圍環境給你什麼樣的感受？</p> <p>(1) 這棵樹中葉能吸收二氧化碳，釋放氧氣的擴充，有一種沁人心脾的氣息，這棵樹是什麼樹種，因為看見什麼樹種就怎麼說。</p> <p>5. 我對這棵樹的其他觀察或疑問(請提出三點觀察或問題，根據觀察或問題提出你的看法)</p> <p>(1) 這棵樹的葉片是長橢圓形，所以它的葉片是長橢圓形。</p> <p>(2) 這棵樹的葉片是長橢圓形，所以它的葉片是長橢圓形。</p> <p>(3) 這棵樹的葉片是長橢圓形，所以它的葉片是長橢圓形。</p> </div> <div data-bbox="869 913 1212 1406"> <p>請繪出這棵樹與周圍生存在的生物與環境關係</p> <p>我有多高？ 5.2m</p> <p>我有多寬？ 2.5m</p> <p>我有多高？ 我大概幾歲了？ 100公分</p> <p>我有多寬？ 100公分</p> <p>這棵樹住在這裡，扮演何種生態角色？</p> <p>這棵樹與周圍環境給你什麼樣的感受？</p> <p>這棵樹的葉片是長橢圓形，所以它的葉片是長橢圓形。</p> </div> <div data-bbox="427 1384 1161 1467"> <p>7 調查地點 調查物種 肖楠 洋玉蘭 仙丹花 紫花酢漿草 印度榕</p> </div> <div data-bbox="427 1473 1161 1843"> <p>校門口右轉，光復樓旁到活動中心走廊</p> <p>印度榕、仙丹花、洋玉蘭、肖楠</p> <p>植物高度(cm)每種植物</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>植物種類</th> <th>樣本1</th> <th>樣本2</th> <th>樣本3</th> <th>樣本4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>肖楠</td> <td>5.2</td> <td>5.2</td> <td>5.2</td> <td>5.2</td> </tr> <tr> <td>洋玉蘭</td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> </tr> <tr> <td>仙丹花</td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> </tr> <tr> <td>紫花酢漿草</td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> </tr> <tr> <td>印度榕</td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> </tr> </tbody> </table> <p>縱軸：植物高度(cm)</p> <p>橫軸：植物種類</p> <p>● 肖楠 ● 洋玉蘭 ● 仙丹花 ● 紫花酢漿草 ● 印度榕</p> </div>	植物種類	樣本1	樣本2	樣本3	樣本4	肖楠	5.2	5.2	5.2	5.2	洋玉蘭	0.5	0.5	0.5	0.5	仙丹花	0.5	0.5	0.5	0.5	紫花酢漿草	0.5	0.5	0.5	0.5	印度榕	0.5	0.5	0.5	0.5
植物種類	樣本1	樣本2	樣本3	樣本4																											
肖楠	5.2	5.2	5.2	5.2																											
洋玉蘭	0.5	0.5	0.5	0.5																											
仙丹花	0.5	0.5	0.5	0.5																											
紫花酢漿草	0.5	0.5	0.5	0.5																											
印度榕	0.5	0.5	0.5	0.5																											

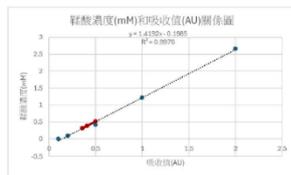
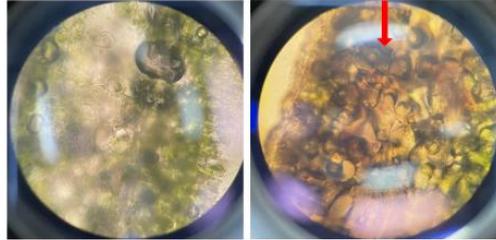
學習單 2
(團體)
2 頁 A4

引導式互動討論

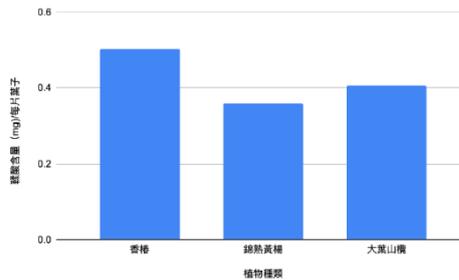
1. 透過學習單表格與問題引導學生紀錄實驗結果
2. 若要表達不同物種間單寧酸含量差異，要如何繪製圖表呈現？

學生學習單紀錄與電子白板成果

檢測結果 (此結果為三類群的顯微切片)



2. 畫出香椿/龍眼和自採校園植物的一片葉子鞣酸濃度比較圖。



1. 根據主題一：生態調查方法中，紀錄你們這組所調查中的2種植物
2. 檢測植物鞣酸含量 (下表數據皆取至小數點後第2位，第3位四捨五入)

	1.	2.	3.
植物名稱	香椿	錦熟黃楊	大葉山欖
一片葉重量(g)	1.60	0.05	0.71
植物照片			
鞣酸檢測照片			
鞣酸檢測文字描述	加入氯化鐵呈現黃褐色		
檢測吸光值(a.u.)	0.656 0.623 0.265	0.023 0.281 0.629	1.086 0.024 0.024
平均吸光值(a.u.)	0.515		0.378
鞣酸濃度平均值(mM)	0.50274803		0.40621477

學習單 3
(團體)
2 頁 A4
1 頁簡報

各組來回引導式互動討論

學生依步驟操作、紀錄，最後並能歸納可影響「植物移印染」之因素。

學生學習單紀錄與電子白板成果

學習單 4
(團體)
1 頁簡報

主題三 仙丹花

控制變因
1. 離子濃度: 1mM
2. 布的種類: 藍絲巾
3. 精煉(奶粉)
4. 反應時間

主題四

控制變因: 溫度、搓洗時間、浸泡時間
不同濃度的氯化鐵 (離子濃度) (0.5mM/1mM/2mM)
植物種類: 仙丹花、菲島福木、芳香萬壽菊、香椿
布種類: 藍絲巾

仙丹花
香椿
菲島福木
芳香萬壽菊

結論 仙丹花印染結果明顯，可能因葉子正反面而導致顏色有些不同。

結論 濃度愈高的氯化鐵印染顏色愈深，植物邊緣會量開花的顏色較深

學習成果
(團體)
12 頁簡報

提供成果發表簡報製作指引

頁碼	規範 (檢核項目)	
整體性	1. 一律白色為主, 無須過多花邊及美工 2. 至少 20 級, 字型不拘 3. 自由安排圖片或表格或照片等相對位置	
1	112-2 探究與實作成果發表 題目、組員班級、姓名、適當封面設計	
2	摘要	200 字以內, 以精簡文字把「整份」報告, 如同說故事般呈現, 重要的定性、定量結果、結論文字說明。
3 起	動機及目的	展現「發現問題」的好奇心, 誘發閱讀者也想看下去。
	研究方法與過程	1. 控制變因、操縱變因、應變變因, 包括溶液種類、名稱及植物種類。 2. 實驗操作過程示意圖或流程圖, 畫圖表達。

3 起	研究結果	1. 結果表格化, 可參考學習單表格, 呈現實驗三重複面積或吸收值紀錄及平均值。 紀錄實驗過程的影像, 如實呈現結果。 實驗結果照片, 照片需簡單文字說明。
	結論	1. 將「實驗結果與討論」條列式文字說清楚。 2. 實驗目的、實驗設計及實驗結果作呼應。
	文獻	參考資料條列式、APA 格式
11	過程照片	實驗過程或結果照片、含人物操作實驗過程照片或團體合照。 照片需文字說明, 操作實驗需著實驗衣及綁頭髮。
12	分工	表格呈現, 包括組員姓名, 分工項目
13-16	心得	分成知識面向、情意面相、技能面向三部分心得, 也可以呈現其他心得或檢討誤差可能原因



摘要

- 目的: 探討印染結果的顏色深淺是否會隨著離子濃度而變化、印染前後面積差是否會隨濃度上升而變大。
- 控制變因: 溫度、搓洗時間、溶液種類(氯化鐵)。
- 操作變因: 濃度(離子濃度)(0.5mM/1mM/2mM)。
- 結果: 氯化鐵離子濃度為 0.5mM 時面積差值為 74166 平方單位, 1mM 時為 147331 平方單位, 2mM 時為 160472 平方單位。
- 結論: 印染前後面積差隨濃度上升而變大。

壹、前言

動機及目的

在調查中我們分配到的地方是校門口右轉, 先往後旁到活動中心的走廊。當時選擇植物的考量主要是能奇形怪狀或出其品種, 以及能集生長的高度節節相稱。因此選擇了洋土蕨、仙丹花等植物進行經驗檢測。檢測後仙丹花的濃度是最高的, 印染效果也很不錯, 所以最後選擇了仙丹花, 以及別種的菲島福木、芳香萬壽菊作為印染植物。換機變因改變了氯化鐵的濃度, 想要探討印染結果的顏色深淺是否會隨著離子濃度而變化, 以及印染前後面積差是否會隨濃度上升而變大。

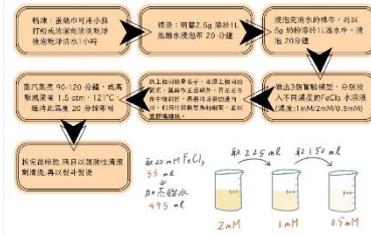
貳、實驗過程與方法

研究方法與過程

控制變因、操縱變因的設計

- 使用藥品種類、名稱、濃度及溶液體積等
- 控制變因: 溫度、搓洗時間、溶液種類(氯化鐵)
- 操縱變因: 濃度(離子濃度)(0.5mM/1mM/2mM)
- 植物種類: 仙丹花、菲島福木、芳香萬壽菊、香樟
- 布種類: 舊絲巾

實驗過程與方法



參、實驗結果與討論

控制變因 FeCl3 的濃度 操縱變因 顏色深度

濃度	面積差	
	1	2
0.5	74166	152136
1mM	147331	152136
2mM	160472	152136

濃度	面積差	
	1	2
0.5	169156	177199
1mM	169156	177199
2mM	169156	177199

結果與討論

印染前面積和印染後面積比較



(1) 氯化鐵濃度為 1mM 與 2mM 時, 印染後與印染前差異較顯著。

面積前差值



(2) 當氯化鐵濃度較高時, 印染結果的圖案面積與印染前模型差異較大, 圖案擴散的範圍也較大。

肆、結論與應用

實驗結論

- 當舊絲巾搓洗時間相同, 浸泡在濃度越高的氯化鐵裡, 同樣植物印染的顏色會越深。
- 當舊絲巾搓洗時間相同, 浸泡在濃度越高的氯化鐵裡, 印染前後面積的差值, 會隨著濃度上升而變大。
- 當舊絲巾搓洗時間相同, 浸泡在濃度越高的氯化鐵裡, 植物邊緣擴散的面積會大。

伍、心得與省思

陳鈺屏這次實驗幾乎都由我們自己發想, 需要互相分工合作, 才能節省時間。結果部分我負責測試色碼, 每一秒就會變成不一樣的, 推測因為背景的底色及色碼變化的速度過快, 而導致結果有些誤差。植物印染顏色深淺的變化不太明確。有了這次的經驗, 讓我知道步驟間的小細節也十分重要, 每個地方都不能疏忽, 希望下次操作可以避免這些失誤。

蕭蔓: 在這次的實驗中我學習到最多的是試算表的應用。使用試算表分析經驗檢測的結果並製成表格, 藉由表格更能明確的觀察到實驗結果。

實驗過程照片



濃度 0.5mM 濃度 1mM 濃度 2mM

實驗過程照片



濃度 0.5mM 濃度 1mM 濃度 2mM



生態調查



拆膠膠繩

調溶液

不同類群內容強調重點:

第一類群(文史哲): 探究實驗設計邏輯架構、欣賞其他組別的美

第二類群(理工): 探究實驗設計邏輯架構、其他植化素與金屬離子的關係

第三類群(生醫): 探究實驗設計邏輯架構、植化素在細胞中的位置分析與生理作用

工作分配

生態調查	實驗材料收集	實驗流程規劃	實驗操作	實驗結果分析	簡報製作
20 29 33	20 29 33	20 29 33	20 29 33	20 29 33	20 29 33

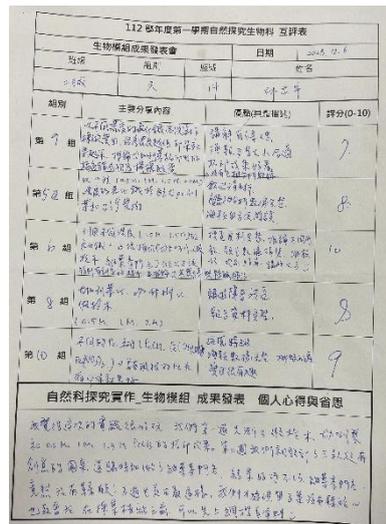
20陳鈺屏 29蕭蔓 33羅苡恩

學習單 5
(個人)
1 頁 A4

成果發表會時程表

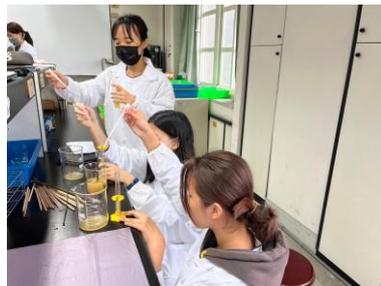
時間安排(分鐘)	活動	說明
10	開幕、活動說明、場佈	每組海報板版面：90*150 cm，將 12 頁簡報 (A4、橫式) 自由設計排版。
15	拍照 練講海報(每回合 6-8 分)	拍照：個人照、同組照，紀念用、記錄照 解說：複習、合作、每位同學都要講解。
15	第一回合海報解說、觀摩	同組同學分成兩批，每位同學都一回合在自己的海報版前面分享自己探究內容給其他組同學，也另一回合自由走動去他組海報板前觀摩他組探究內容。
15	第二回合海報解說、觀摩	
15	第三回合海報解說、觀摩	
10	自由參觀海報 (無講解)	欣賞他組探究主題、呈現方式，聚焦自己有興趣內容。
10	票選活動 學習單撰寫	每位同學一張選票，可圈選最佳海報獎、最佳台風獎、最佳科學內容獎，各 2 組。
10	閉幕、恢復場地	

學生學習單紀錄，如下。學生互評：最佳海報獎、最佳台風獎、最佳科學內容獎



三、課程授課過程紀錄

1. 實驗實作



2.教師授課



3.實作作品與討論



4.成果發表



七、學習評量內容

1. 實驗實作、完成學習單與電子白板撰寫：個人學習單（前、後測）、團體小組學習單、小組成果電子白板
2. 成果發表會簡報：成果發表簡報並表達與口頭分享
3. 完成學習歷程檔案初稿

參考資料

1. Kim, S. & Kim, D. S. & Sung. Reversible layer-by-layer deposition on solid substrates inspired by mussel byssus cuticle. Chem. Asian J. 9, 63, <https://doi.org/10.1002/asia.201301291> (2013). <https://www.nature.com/articles/s41598-018-25108-1>
2. 喜兒坊手作藝術(2023年10月) <https://www.sharefunstudio.tw/>