

彰化縣立羅厝國民小學115學年度資優資源/巡迴班課程計畫

科目：獨立研究

年級：五年級

學年目標：

本課程旨在引導學生透過系統性歷程，以「探究水槍噴射時，液體黏稠度與微觀噴嘴形狀對小水柱在空中破裂、散射成水滴之臨界點位置影響」為核心主題。從興趣探索、主題設定、文獻探討、研究設計到資料分析與成果發表，全面培養獨立研究的基本能力與科學素養。課程規劃兼顧新生的基礎拓展與舊生的深化挑戰，透過區分性課程設計（差異化教學設計），促進學生主動學習、問題解決及資料處理能力，並強調學術倫理與合作交流精神。學年末期，學生將能以自主方式完成這項具備高度原創性，且安全可行的發射流體科學研究計畫，撰寫正式研究報告，並具備清晰呈現與反思研究歷程與成果的能力，奠定未來深化探究與創新學習之基礎。

實施時間 (週次) (請註明上下學期)	學習重點 (如為全抽離式課程，請於代碼後註明調整)		主題(單元名稱)	單元說明	議題融入	評量方式
上 1~5	學習表現	學習內容	研究興趣探索 與主題設定： 微觀流體力學 －水槍噴射之 液體彈道破裂 行為探究	引導學生從日常玩水槍或洗手噴水霧的經驗出發，學習觀察並提問：「為什麼水槍射出去的不是一整條完整的水柱，而是在空中某個地方會散開成水滴？」引導學生探索「水槍射程」，進而確立聚焦於「液體空中破裂點（微觀液體行為）」。 階段任務： 提出關於「水槍噴射之液體彈道破裂行為」的研究題目、研究假設。	☐ 家庭教育 ☐ 生命教育 ☐ 品德教育 ☐ 人權教育 ☐ 性別平等教育 ☐ 法治教育 ☐ 環境教育 ☐ 海洋教育 ☐ 資訊教育 ☐ 科技教育 ☐ 能源教育 ☐ 安全教育 ☐ 生涯規劃 ☐ 多元文化 ☒ 閱讀素養 ☐ 戶外教育 ☐ 國際教育 ☐ 原住民族教育 ☐ 其他	☐ 紙筆測驗 ☐ 檔案評量 ☐ 觀察 ☐ 分組報告 ☐ 口頭發表 ☒ 課堂問答 ☒ 學習單 ☐ 實作評量 ☐ 動態評量 ☐ 作品發表 ☒ 其他(態度檢核)
	特獨 1a-III-1：從日常生活經驗、自然環境觀察或領域課程中發現興趣內容 特獨 1c-III-1：從閱讀、學習中激發研究動機與熱忱 【廣】 特獨 1a-III-2：參與學習並享受探索的樂趣	特獨 A-III-1：研究主題興趣的探索 特獨 C-III-1：研究主題選擇：訂定問題				

上 6~10	特獨 3c-III-1：使用進階搜尋方式搜尋相關資料 特獨 3c-III-2：分辨蒐集資料的真實性 【廣】特獨 3c-III-3：整理及摘錄文獻重點	特獨 C-II-2：文獻蒐集管道：報紙、雜誌、網路、圖書館 特獨 C-III-3：文獻資料探討方法：資料評估與校正 【深】特獨 C-IV-3：文獻資料的引用與附註方式	文獻探討與資料蒐集：表面張力、黏滯性與噴嘴水流學	學習文獻搜尋、資料查找與整理技巧。查找關於「液體表面張力不穩定性簡化版」、「液體黏度（膠水與太白粉非牛頓流體）」以及「不同形狀孔洞（三角形、星形）對水流擾動」的科學原理。學生能掌握有效評估文獻的方法，整理資料重點，並撰寫背景研究報告。 階段任務：完成水槍彈道破裂理論背景之文獻探討報告初稿。	☐家庭教育 ☐生命教育 ☐品德教育 ☐人權教育 ☐性別平等教育 ☐法治教育 ☐環境教育 ☐海洋教育 ☒資訊教育 ☐科技教育 ☐能源教育 ☐安全教育 ☐生涯規劃 ☐多元文化 ☒閱讀素養 ☐戶外教育 ☐國際教育 ☐原住民族教育 ☐其他	☐紙筆測驗 ☐檔案評量 ☐觀察 ☐分組報告 ☒口頭發表 ☒課堂問答 ☒學習單 ☐實作評量 ☐動態評量 ☐作品發表 ☒其他(態度檢核)
上 11~15	特獨 2a-III-1：了解獨立研究程序並能運用 特獨 3b-III-2：根據研究問題規劃並執行研究計畫 【廣】特獨 2a-III-2：認識不同研究方法並選用	特獨 C-III-2：研究計畫內容（研究目的、問題、假設等） 特獨 B-III-3：研究方法（相關研究、實驗研究、田野研究） 【深】特獨 C-IV-2：研究計畫管理資源與時間評估	研究設計與方法規劃：微觀實驗設計－高速攝影與微細噴嘴改裝規劃	介紹實驗研究法。指導學生如何利用最常見的「推進式針筒」作為定量水槍，並規劃如何用 3D 列印或手工在針筒前端蓋上挖出「三角形、星形、圓形」的微細噴孔。設計嚴謹的控制變因流程（如固定每次發射推力、相同拍攝燈光），並利用智慧型手機的慢動作錄影配合背景長度比例尺，規劃如何精準捕捉水柱斷裂的瞬間。 階段任務：完成嚴密控制變因之「液體破裂點量測」研究計畫書。	☐家庭教育 ☐生命教育 ☐品德教育 ☐人權教育 ☐性別平等教育 ☐法治教育 ☐環境教育 ☐海洋教育 ☒資訊教育 ☐科技教育 ☐能源教育 ☐安全教育 ☐生涯規劃 ☐多元文化 ☒閱讀素養 ☐戶外教育 ☐國際教育 ☐原住民族教育 ☐其他	☐紙筆測驗 ☐檔案評量 ☐觀察 ☐分組報告 ☐口頭發表 ☒課堂問答 ☒學習單 ☐實作評量 ☐動態評量 ☐作品發表 ☒其他(態度檢核)

上 16~20	特獨 2d-III-1：依自己進度進行獨立研究 特獨 3g-III-1：透過引導或檢核表進行自我評鑑 【廣】特獨 3d-III-1：認識研究工具種類及用途	特獨 C-II-5：研究資料整理步驟（分類、摘要） 特獨 C-II-6：研究成果展現內涵（研究發現與討論） 【深】特獨 C-V-1：研究計畫評鑑	初步實作與中期成果報告：捕捉斷裂的瞬間-靶場拍攝與中期盲點修正	根據計畫進行實際的水槍噴射錄影實驗。學生在教師協助下，調配不同比例的膠水與太白粉水，實際用針筒發射，並用手機捕捉水柱在第幾公分處開始散開。實驗中可能會遇到狀況（如：太白粉水太濃直接卡死噴嘴、或是星形噴嘴在空中太快散開導致手機拍不清楚）。指導學生進行中期調整與盲點修正，完成進度報告。 階段任務：提交中期報告（內含水柱斷裂瞬間之第一手慢動作截圖與修正方針）	☐家庭教育 ☐生命教育 ☐品德教育 ☐人權教育 ☐性別平等教育 ☐法治教育 ☐環境教育 ☐海洋教育 ☒資訊教育 ☐科技教育 ☐能源教育 ☐安全教育 ☐生涯規劃 ☐多元文化 ☒閱讀素養 ☐戶外教育 ☐國際教育 ☐原住民族教育 ☐其他	☐紙筆測驗 ☐檔案評量 ☐觀察 ☐分組報告 ☒口頭發表 ☒課堂問答 ☒學習單 ☐實作評量 ☐動態評量 ☐作品發表 ☒其他(態度檢核)
下 1~5	特獨 3e-III-1：撰寫研究日誌、製作圖表、整理分析資料 【廣】特獨 3e-III-2：形成解釋、推論因果關係	特獨 C-III-5：研究資料分析方法：基本統計分析與圖表技巧 【深】特獨 C-IV-5：文件/紀錄分析方法	資料分析與圖表製作：數據密碼解譯-破裂公分數與噴嘴形狀圖表化	繪製出具備強烈實導學生使用 Excel 或試算表軟體處理從慢動作影片中格放計算出來的「水柱完整長度（單位：公分）」與「破裂點位置」數據。由於變因包含兩種（液體黏度、噴嘴幾何形狀），指導學生繪製「群組條形圖」或「黏稠度/破裂距離散佈趨勢圖」，以直觀且嚴謹的圖表呈現物理規律。 階段任務：繪製並分析流體動力數據數據之初步研究圖表。	☐家庭教育 ☐生命教育 ☐品德教育 ☐人權教育 ☐性別平等教育 ☐法治教育 ☐環境教育 ☐海洋教育 ☒資訊教育 ☐科技教育 ☐能源教育 ☐安全教育 ☐生涯規劃 ☐多元文化 ☒閱讀素養 ☐戶外教育 ☐國際教育 ☐原住民族教育 ☐其他	☐紙筆測驗 ☐檔案評量 ☐觀察 ☐分組報告 ☐口頭發表 ☒課堂問答 ☒學習單 ☒實作評量 ☐動態評量 ☐作品發表 ☒其他(態度檢核)

下 6~10	特獨 2b-III-2：針對蒐集資料提出看法與解釋 特獨 3e-III-3：提出研究結果與發現 【廣】特獨 1b-III 3：合作完成小組研究並達成目標	特獨 C-II-6：研究成果展現內涵（結果與討論） 特獨 C-III-6：研究成果展現內涵（結論與應用） 【深】特獨 B-V-1：自我引導學習訓練	研究結果撰寫與比較分析：原創流體理論建構-解密非牛頓流體的空中行為	指導學生進行數據的深度比較與思辨。學生必須根據自己的圖表發展批判思考，大膽提出合理解釋（例如：論證為什麼星形噴嘴會比圓形噴嘴提早破裂；或者為什麼太白粉水雖然黏，但在高速噴出受力時會變硬，反而導致水柱更容易脆裂）。訓練學生建構屬於自己的科學結論。 階段任務：完成具有獨立科學發現價值之結果與討論草稿。	☐家庭教育 ☐生命教育 ☐品德教育 ☐人權教育 ☐性別平等教育 ☐法治教育 ☐環境教育 ☐海洋教育 ☒資訊教育 ☐科技教育 ☐能源教育 ☐安全教育 ☐生涯規劃 ☐多元文化 ☒閱讀素養 ☐戶外教育 ☐國際教育 ☐原住民族教育 ☐其他	☐紙筆測驗 ☐檔案評量 ☐觀察 ☐分組報告 ☐口頭發表 ☒課堂問答 ☒學習單 ☐實作評量 ☐動態評量 ☐作品發表 ☒其他(態度檢核)
下 11~15	特獨 1b-III-1：透過口語、文字或圖畫溝通想法與發現 特獨 1b-III-2：理解並回應同儕報告 【廣】特獨 2b-III-3：察覺資料與領域知識關係	特獨 C-II-7：研究成果展現形式：口頭發表、文字報告等 特獨 C-III-7：研究成果展現形式（小論文、簡報等） 【深】特獨 B-IV-1：批判思考能力訓練	研究成果總整與口頭發表準備成果總整：流體小論文撰寫與科學簡報建構	整合一整年關於水槍微觀流體行為的研究精華，指導學生撰寫結構完整的小論文（前言、實驗編號與操縱變因、高速攝影量測圖、討論與結論）。在指導簡報技巧時，特別著重於如何利用「水柱斷裂前後對比的高清照片」來視覺化呈現科學發現，並演練在報告時如何自信地向評審強調本研究的「獨創性」與對噴墨印表機或工業噴嘴技術的潛在啟發。	☐家庭教育 ☐生命教育 ☐品德教育 ☐人權教育 ☐性別平等教育 ☐法治教育 ☐環境教育 ☐海洋教育 ☒資訊教育 ☐科技教育 ☐能源教育 ☐安全教育 ☐生涯規劃 ☒多元文化 ☒閱讀素養 ☐戶外教育 ☐國際教育 ☐原住民族教育 ☐其他	☐紙筆測驗 ☐檔案評量 ☐觀察 ☐分組報告 ☒口頭發表 ☐課堂問答 ☒學習單 ☐實作評量 ☐動態評量 ☒作品發表 ☒其他(態度檢核)

				階段任務： 完成原創流體發射小論文總報告初稿與口頭發表簡報。		
下 16~20	特獨 3g-III-2 依據自我評鑑結果指出研究優點 特獨 2d-III-2：針對教師的回饋進行討論與檢討 【廣】特獨 3f-III-1：表現藝術與美感的元素	特獨 C-V-2：研究過程與成果評鑑（反思與建議、評量表） 【深】特獨 3f-III 3：運用複雜形式展現研究過程與成果	成果發表與反思改進：微觀流體力學－水槍噴射之液體彈道破裂行為探究發表會	辦理「獨立研究成果發表活動（微觀發射科學展）」，邀請全校師生參與。學生現場展示自製的星形/三角形噴嘴針筒發射器、各濃度調配液、以及精美的手機格放數據海報，進行自評與同儕互評。學生將在答辯中虛心接受教師與評審對於「人為推力誤差如何消除」等提問，反思實驗盲點，完成最終版報告，並寫下對未來此主題研究者的具體改進建議。 階段任務：最終版完整研究報告提交與口頭發表（如：小論文或科展形式發表）。	☐家庭教育 ☐生命教育 ☐品德教育 ☐人權教育 ☐性別平等教育 ☐法治教育 ☐環境教育 ☐海洋教育 ☒資訊教育 ☐科技教育 ☐能源教育 ☐安全教育 ☐生涯規劃 ☒多元文化 ☒閱讀素養 ☐戶外教育 ☐國際教育 ☐原住民族教育 ☐其他	☐紙筆測驗 ☐檔案評量 ☐觀察 ☐分組報告 ☒口頭發表 ☒課堂問答 ☐學習單 ☐實作評量 ☐動態評量 ☒作品發表 ☒其他(態度檢核)