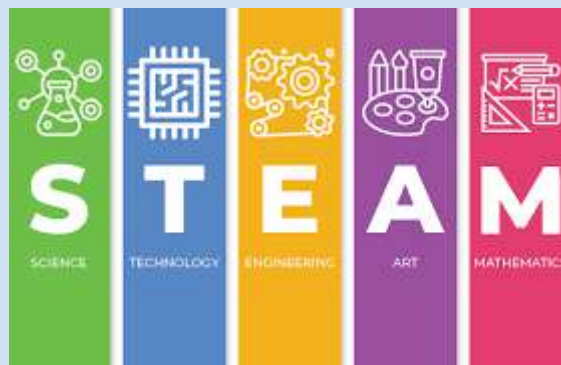


教育部111年度中小學科學教育計畫專案 執行成果報告 (編號 041)



111學年度臺中市中小學科學展覽會 國中組最佳團體獎第一名

進軍全國賽



執行單位：台中市立居仁國民中學
中華民國 112 年 08 月 31 日

目 錄

壹、計畫目的及內容:	3
貳、研究方法及步驟:	6
參、研究成果:	9
肆、完成進度	12
伍、討論與建議(含遭遇之困難與解決方法)	13
陸、參考資料	17
附錄	18

教育部111學年度中小學科學教育計畫專案

期末報告大綱 (2023/7/8)

計畫編號:041

計畫名稱:「科學同樂會」---

以基模同化策略融入STEAM 跨學科教學協助學生進行科學探究活動

主持人:蔡明致

執行單位:台中市立居仁國民中學

壹、計畫目的及內容:

一、研究計畫之背景及目的:

(一)研究背景

由於「108課綱」的實施,學校須依照學生及地區特性提供「統整性主題探究課程」規劃國中階段校訂課程的「彈性學習課程」。本校因地處市區之中心學校,每年科學學術性向學生及有意願參與課後獨立研究人數逾50人,但是每年實際產出小論文作品數量僅約15件作品(如附錄一)。基於本校師生對於「統整性主題探究課程」的需求人數眾多,而且為了讓新生入學後,能藉由教師設計「個別化的探究教學課程」,提供「探究學習鷹架結構」協助學生熟習探究技能,進而完成獨立研究作品。因此,本校師生對於「獨立研究課程」的教學設計與課程規劃的教學研究需求極高。

本校2021年實施科教專案計畫:「科技島、導科技」---以「STEAM」素養學習模式協助學生進行科學探究活動。在研究中協助學生依循「STEAM」的素養學習模式進行科學探究,期望提升理論運用後的產出水準。課程中提供探究小組在「實驗設計及研究方法」的反思回饋機制,藉以強化理論與實作之間的連結。研究者藉由自行改編的「結合認知功能的新版布魯姆認知層次屬性的雙向細目表」分析學生進行科學探究活動的概念認知層次,發現:反思回饋機制對於促進學生對於問題解決、理論設計及理論的應用等各階段的產出質量均有助益。不過,分析各階段探究認知學習的回饋反思描述中,依照屬性進行分類,學生的反思內容屬性及個別數量差異極大:事實的知識 > 概念的知識 >> 程序的知識 > 後設認知的知識。顯示學生對於觀察具體的「事實的知識」後,要能夠反思出統整性的「概念的知識」與「程序的知識」的能力較薄弱。如何具體的呈現學生學習歷程的反思能力,是本次的研究目標。

(二)文獻探討

1. 跨學科STEAM取向教學:

楊雅茹(2019)的研究認為STEAM取向教學對作品之設計創意有正面的影響。美國國家科學委員會(NSB)1986發表《本科的科學、數學和工程教育》,提出STEAM一詞。正是S= Science(科學)T= Technology(科技)E= Engineering(工程)A= Art(藝術)M= Mathematics(數學),其中“A”不僅是狹隘藝術,而是廣義的美與人文素養的養成(清華教育,2018)。期待學習更完整,並藉由創造、發明更連結人的溫度和關懷。STEAM 5大精神包含:跨領域、動手做、生活應用、解決問題、五感學習。教育部在12年國民基本教育課程綱要總綱的「核心素養」中表示:素養指人在適應現在生活和面對未來挑戰時,所應具備的知識、能力和態度。與STEAM所倡導的學習精神符合。因此,本研究希望藉由學生依循「STEAM」的素養學習模式進行科學探究,以提升理論運用後的產出水準。專題式學習(PBL, Project-based Learning),帶領學生培養STEAM的知識、能力和態度。讓同學透過動手做(make),當個勇於嘗試的 thinker;進而探索每個學習背後的物理、化學、生物、數學等科普概念以及數位自造概念,當個求甚解的 explorer;過程中激發學生的想像與創意!

在STEAM教育裡,學生要活用知識和技能來解決生活中的問題,進行專題式學習(Project Based Learning)實踐知行合一的教學策略。在專題中,學生為學習主體,學生需要自己嘗試動手做,解決問題;老師則為引導者,提供跨領域的背景知識,來因應真實世界的複

雜問題。因此，本研究期待經由教師開發「跨學科STEAM取向的專題研究教學內容」，學生的專題研究內容能整合不同學科知識，進而培養學生具備反思及問題解決能力。

2.引導式探究的5E 學習環建模架構：

倡導發現學習法(discovery learning)的Bruner(1977)認為進行科學教學必需以「學科結構」為主。在此架構下，經由教師的協助，使得學生能夠自行發現學科的架構，對學科概念產生直觀思維(intuitive thinking)，並以分析思維(analysis thinking)作為後續問題處理的機制；然而研究發現，資賦優異的學生比較能夠進行較為開放式的發現探究學習，而一般能力的學生則需要更多的教師協助才能達成此一目標，也就表示大多數的中小學生，在缺乏教師的指導下，是無法直接進行獨立的探究活動。因此，鐘建坪(2010)提出將引導式探究建模架構植基於5E 學習環(learning cycle)，並以 Schwarz 和 White (2005)科學探究建模(scientific modeling inquiry)架構為輔，包含七個階段：參與(engage)、問題(question)、假說(hypothesis)、研究(investigation)、分析(analysis)、模型(model)與評鑑(evaluation)，除了強調參與的動機因素之外，每個階段再透過產生(generation)、評鑑(evaluation)以及修正(modification)的歷程，形成可檢驗與回溯的探究階段程序。在專題研究過程中，「實驗研究法」是解決問題最嚴謹的科學方法，「實驗研究法」必須在學理上或邏輯上，必須提出「假設」自變項與依變項之間有因果關係的存在。再經歷「測試假設」的，主要有四個過程(Cobb, 2001；引自 Edelson, 2002)：

- (1)由文獻發展出解決問題所需的基礎理論；
- (2)由理論推導衍生問題解決的策略與原則；
- (3)將原則移轉為具體的研究步驟；
- (4)評估假設理論對問題解決的影響程度。

經由此四個過程間循環修正的歷程，檢視所依據的理論在問題解決的適用性。

許瑛珧等(2012)根據 Metzler 和 Shea, 整理出「認知架構」的文獻中，最常被提到的認知功能包括感知、學習、推理、決策、計劃和行動。在教學活動進行時，教師和研究人員可以介入學生的活動，這包括提出問題、建議解題策略，或要求學生說明推理歷程。因此，本研究教師將依循「引導式探究的5E 學習環」提供學生探究活動歷程鷹架，辨識學生階段性的認知作為，並適時地提供「反思及問題解決策略鷹架」介入模式，提供學生熟習探究相關之「程序知識」，提升學生於探究歷程對於基礎理論的應用頻率。

3.知識表徵(Knowledge Representation)：

知識表徵指代表知識的各種方式或形式。從認知心理學中訊息處理的觀點言，人類的知識系統中有各種不同形式的表徵方式，如命題、條件語句、基模及心像等方式。「命題」代表知識的基本單位，每一個命題代表每一個概念。概念與概念的聯絡與溝通以命題網絡來表示，可將一些事實性資料聯結而形成敘述性知識。而程序性知識則以「條件語句」的方式表示，以「若...，則...」的方式表徵一些應用性方法或程序等方面的知識。「基模」則是代表敘述性知識與程序性知識關係的有組織的參考架構。「心像」是一種空間和連續資料的表徵知識。由此可見，人類知識的獲得與學習如同電腦儲存訊息的歷程一樣，是以一種有系統的、有組織的方式，將不同種類的資料與訊息以「命題」、「心像」、「基模」與「條件語句」等方式進入記憶系統中，累積形成敘述性知識與程序性知識的認知架構。(陳李綱, 2000)這些描述法或邏輯規則有特定的語法(syntax)和語意(semantics)。語法是形成句子的規則，而語意是解譯句子和用來演繹其他句子的規則。將人類知識依據這些語法表示成句子，這種一階邏輯(first-order logic)便是一種較為人知的知識表徵法。(江凱狄, 2015)

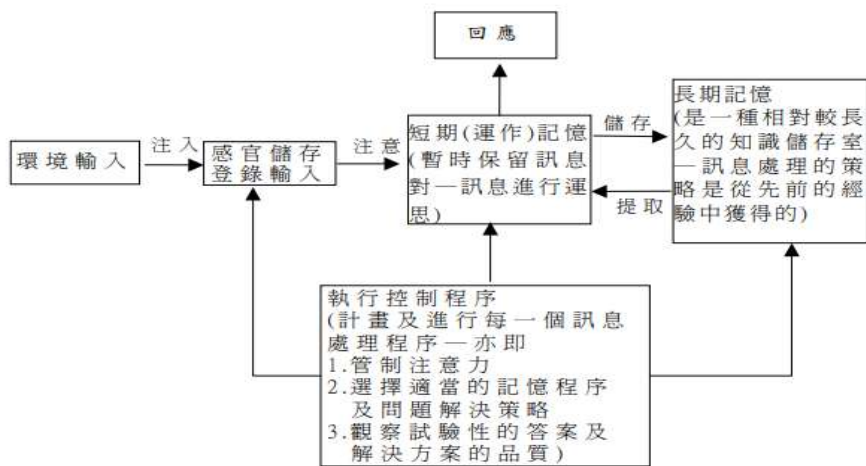


圖2-3-1 人類處理訊息系統之基模模式(林翠湄, 2003)

本研究希望根據「**基模**」理論，在學生運用**敘述性知識**與**程序性知識**描述其在**專題研究過程**習得的**認知架構**時，能明確表徵出其認知架構的邏輯性，甚至根據架構能發現其理論應用之缺陷。並在各個階段建構及修正其研究架構的過程，能夠適時的提供**程序性知識鷹架**，提升學生面對所蒐集的新文獻能對於新問題能達成認知基模「同化」之功效。

4.基模(schema,scheme):個體運用與生俱來的基本行為模式，瞭解周圍世界的認知結構。基模有時也稱為認知基模。皮亞傑將其視為為人類吸收知識的基本架構。皮亞傑(Jean Piaget)認為個體會運用基本的認知結構來處理接觸到的外在事物，而基模是個體吸收知識的基本架構。皮亞傑提出認知發展過程或建構過程有四個核心概念：認知結構(**cognitive structure**)與基模(**schema,scheme**)、組織(**organization**)與適應(**adaptation**)。**個體的認知結構或基模因環境限制而主動改變的心理歷程**，因此，在「適應」的過程中會因需要而產生兩種彼此互補的心理：

(1)同化 (assimilation):個體運用其既有基模解決問題時，將遇見的新事物吸納入既有基模，此一新事物及同化在他既有基模之內，成為新的知識。

(2)調適 (順應) (accommodation):在既有基模不能同化新知識時，個體主動修改其既有基模，而達到目的的歷程。(張春興, 1991;楊忠斌, 2015)

根據教育部2014年「十二年國教課程綱要」中，針對「科學認知」對應相關「學習內容」區分：記憶、了解、應用、分析、評鑑、創造六個層次。

針對「學習表現」項目又區分成兩個子項：

(1)「探究能力-思考智能(t)」子項包含：

想像創造(i) 推理論證(r) 批判思辨(c) 建立模型(m)；

(2)「探究能力-問題解決(p)」子項包含：

觀察與定題(o) 計劃與執行(e) 分析與發現(a) 討論與傳達(c)

其中，「探究能力-問題解決」子項內容屬於**探究實作歷程的程序性知識**。因此，本研究對於學生探究歷程的認知結構分析方式，將根據「十二年國教課程綱要」中的「**學習內容**」結合「**學習表現**」中的「**探究能力-問題解決**」為目標，進行雙向細目分析，希望能提供教師對於學生在「**STEAM**」素養學習模式的探究認知活動歷程，提供教師改進探究教學策略的動態鷹架。例如：新版布魯姆的認知目標分成「知識向度」(**knowledge dimension**)和「認知歷程向度」(**cognitive processdimension**)兩大系統(陳豐祥, 2009)。就「認知歷程」向度而言，基於建構主義學習(**constructivist learning**)的觀點，為引導學生進行有意義的學習(**meaningful learning**)，教育部「十二年國教課程綱要」科學認知對應相關的「學習內容」與新版布魯姆認知目標將認知歷程向度分成六個主類別：記憶、了解、應用、分析、評鑑、創造，相同。因此，本研究將在學生參與科學探究過程中，著墨於學生在理論**認知內容**的關聯性對問題解決的**認知**

歷程兩者之間，依照認知層次屬性的雙向細目表(如表2-4-1)進行相關性分析。藉以呈現「設計研究法」對學生在科學探究歷程，概念認知層次的提升情形。

表2-4-1 結合「十二年國教課程綱要」「問題解決歷程」與「學習內容」的雙向細目表

知識向度 /認知歷程向度	記憶 (感知)	了解 (學習)	應用 (推理)	分析 (決策)	評鑑 (計劃)	創造 (行動)
觀察與定題(o)						
計劃與執行(e)						
分析與發現(a)						
討論與傳達(c)						

(作者改編, 2023)

因此，本研究之「專題研究課程」設計將採用「5E學習環」階段性鷹架策略協助學生進行完整的科學探究歷程，結合跨學科STEAM取向探究學習模式規劃課程知識，促進學生要活用知識和技能來解決生活中的問題，完成專題式學習(Project Based Learning)實踐知行合一的專題研究，是本次研究之目標。過程中提供探究小組針對程序性知識的反思回饋鷹架機制，強化理論與實作之間的連結，提升學生進行科學探究活動的概念認知層次，進而促進學生對於文獻閱讀理解、理論假設之設計及理論的實驗與應用等各階段的產出質量，進而達成本次的研究目標。

(三)研究對象:本校自願參加科學展覽社群的七年級學生30人

(四)研究目的:

- 1.學生於基模同化策略融入STEAM取向探究模式中，事實知識的認知架構變化情形如何？
- 2.學生於基模同化策略融入STEAM取向探究模式中，在「問題解決」認知歷程的「學習內容」變化情形如何？

貳、研究方法及步驟:

一、活動流程設計:本次跨學科STEAM取向探究學習模式課程設計，參考「5E」學習環之學習模式，將主要的步驟流程規劃如圖2-1-1 所示。說明如下:

(一)辦理「學生科學營隊活動」，促進學生科學探究社群之成立與探究活動持續進行，社群活動流程如下:

- 1.小組文獻探討:成立研究小組根據研究問題，廣泛蒐集及閱讀科展文獻，確認問題的研究方向與研究目標。(事實與概念的科學知識--ST)
- 2.研究架構設計:研究小組經由文獻探討建立具理論基礎的研究架構，進而訂立研究設計原則(研究架構圖繪製原則)與評鑑標準(小組自評表、階段性新版布魯姆雙向細目表分析，事實與概念的科學知識及策略知識--STE)。
- 3.仿作與實作:小組於實驗室現場進行仿作、設計的實施與改進研究。(事實與概念的科學知識及策略知識--STE)
- 4.建立回饋機制:以網路共作平台進行科學寫作(科學筆記的研究紀錄)及小組互動紀錄、第二階段新版布魯姆雙向細目表分析，小組藉由目標導向地蒐集多元的研究資料、參與實驗數據資料詮釋和改良設計與精緻化。(事實與概念的科學知識及策略知識--STEM)
- 5.循環研究歷程:跨領域社會議題文獻分析—實施階段性探究與評鑑—修正研究架構及提出新假設，逐步精緻化探究成果，過程隨時記錄於探究作品說明書。(事實與概念的科學知識及策略知識--STEM)

6.精緻化歷程成果：多層次分析實驗資料，彙整研究結果後，提出融合藝術及創意元素的作品展示海報之評鑑規準，對階段性成果作品於校慶、班親會等重要節慶會議，提供學生創新公開展示發表機會，藉由科展研究成果作品說明書，精緻化為科學探究推廣展示海報，詳實說明設計產出與理論衍生的設計原則間之關聯性。(事實與概念的科學知識及策略知識--STEAM)

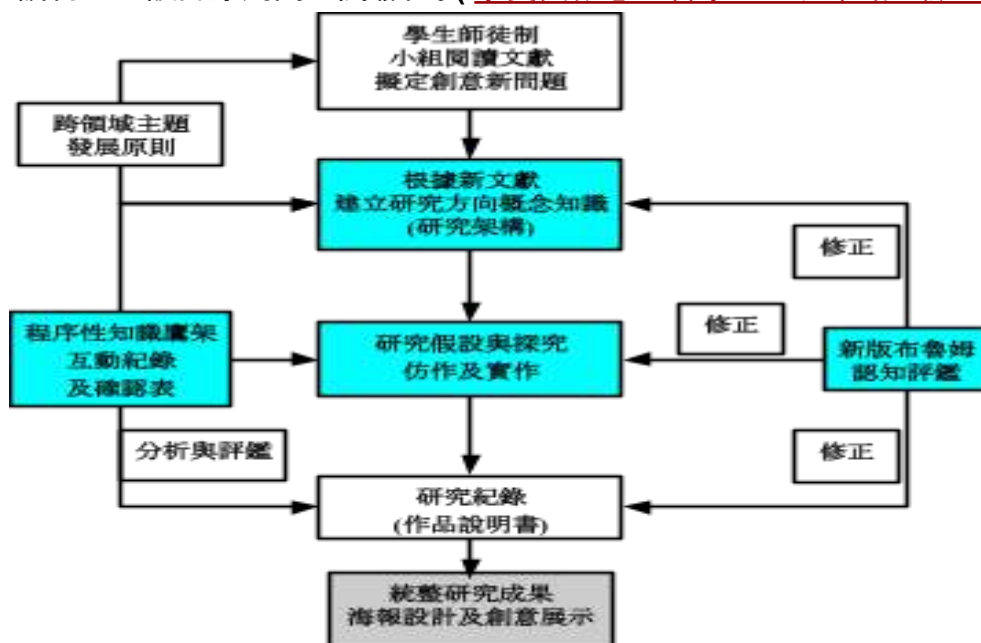


圖2-1-1 本研究的步驟流程

二、辦理「假日科學營隊」培訓講座課程表 及 競賽與成果展示活動預定表：

活動日期	講座主題 與 競賽項目	講師	地點	備註
9月份	科學讀書會 ---「STEAM素養」	胡裕仁老師	5F電腦教室	國立新化高中
10月份	探究自然齊步走---「研究方法」	潘錦卿老師	5F電腦教室	居仁國中
11月份	差之毫釐---「測量與誤差」	李敏瑜老師	5F電腦教室	居仁國中
12月份	見微知著---「統計與預測」	胡裕仁老師	5F電腦教室	國立新化高中
12月份	校慶社團成果展示	各指導老師	居仁國中	
1月份	「科學寫作規準」	黃家瑜老師	5F電腦教室	居仁國中
3月份	「海報創意設計」	游雯淨老師	5F電腦教室	居仁國中
4月份	台中市科展	各指導老師	國立自然科學博物館	
4月份	科學園遊會	各指導老師	國立自然科學博物館	
5月份	「專題研究成果展」	洪傳宗組長	5F電腦教室	居仁國中

三、辦理「學長師徒制」之探究課程：

辦理「學生STEAM取向探究營隊活動」，以「2021年本校學生探究專題研究成果」之探究主題進行科學探究活動，訓練學生進入探究情境及激發可探究的新問題。課程如表2-3-1所列：

表2-3-1、「STEAM取向探究營隊」預定辦理之科學探究培訓活動內容

日期	活動主題	活動內容	活動設計屬性	活動時數
9月	科學讀書會 ---「STEAM素養」	01少一色的蠟筆---蔬菜蠟筆 02混沌乾坤---混凝材料 03氣蓋山河---氣壓式餵食器	ST	10節
10月	探究自然齊步走---「研究方法」	04陣列太陽---反射式太陽能板 05速冷起淨---降溫渦流管 06藻生罐子---水庫生態養殖箱	STE	10節
11月	差之毫釐---「測量與誤差」	07淨化生態瓶---負壓水族箱 08漚浮泡影---阿基米德氣泡泵 09蒸來電---指紋燻蒸法	STE	10節
12月	見微知著---「統計與預測」	趨勢線繪圖及文獻分析	STEM	10節
1月	「科學寫作標準」	作品說明書寫作標準(討論及歸納) 數值統計分析方法	STEM	10節
3月	「海報創意設計」	統整研究成果成果海報創意設計	STEAM	10節
4月	「專題研究成果展」	校慶成果展解說模型造型設計 台中市科展競賽演練	STEAM	10節

S = Science(科學) T = Technology(科技) E = Engineering(工程) A = Art(藝術) M = Mathematics(數學)

四、活動成效評估方式：

根據研究目的，本研究採取以質性資料為主，量化資料為輔之研究方法，質性資料包含有學生科學筆記、概念圖分析及階段新版布魯姆雙向細目表分析等研究工具：

(一)繪製概念圖：學生在實施科學探究學習活動之前與後，分別進行概念圖繪製。在本研究中為瞭解學生在科學探究學習活動中，進行系統化的概念分析之工具，也是了解學生在探究活動中，階段性概念學習成效之工具。以階層關係增加率的百分比評量各階段概念認知成長率(如表3-3-3.概念構圖評量計分法)，代表概念認知的成長變化。

表2-4-1. 概念構圖評量計分法(作者自行調整)

圖層關係	說明	計分
關係	兩個概念聯結成一道命題，有效且有意義的連結關係給予	一分
分支	每個分支必須與其上階層概念間具有意義且有效的連結關係可同等計分	同等計分

(二)網路共作平台互動寫作分析：以網路共作平台的科學筆記記錄學生在導讀後的互動、提問種類及層次、問題解決策略等對於科學認知的影響層次。紀錄將階段性以新版布魯姆認知層次屬性的雙向細目表(如表3-3-3)，進行互動屬性分析。藉以呈現「學習內容」在「問題解決」認知歷程的變化情形，建立程序性知識的基模同化認知鷹架，分析對學生在科學探究歷程，概念認知層次的提升情形。

參、研究成果：

一、運用學生師徒制，成立研究夥伴小組，根據符合STEAM取向探究之主題，廣泛閱讀文獻確認問題的新研究方向與研究目標。課程中共發展**16**個研究專題，經過**3**個月的獨立研究共完成**14**件作品，參加台中市科展競賽，其中**11**件獲獎。(合作研究教師**8**人，行政同仁協助執行專案**2**人)



111學年度臺中市中小學科學展覽會 國中組最佳團體獎第一名

進軍全國賽



·物理科 「微波微步」---微波電漿的產生方法及變因之研究
謝沛航、謝沂勤 指導老師：張維倫 蔡明致



·生活與應用科學科 「催煤晶亮」---活性酵母微米晶球的設計
陳有豪、沈承緯 指導老師：張維倫 蔡明致

感謝老師辛勤指導 本校師生同賀

表現優異名單

·數學科
第三名 過橋問題之應用與研究
簡佑丞、林泳嫻、蔡坤佑 指導老師：洪裕堂 陳奕如

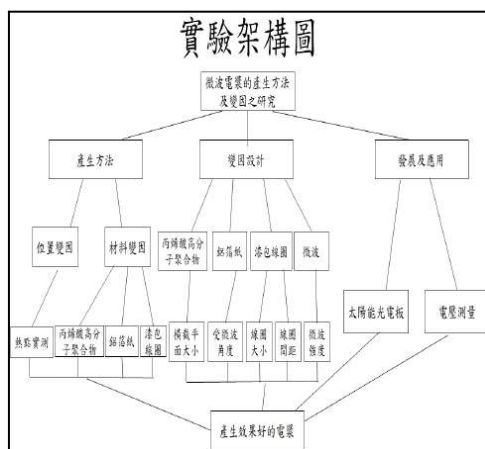
·物理科
第二名 「可圓可電？」---無葉扇發電機的可行性研究
謝承遠 指導老師：潘瑾卿 蔡明致
第三名 「旋轉跳躍，落地火箭」---利用轉動增加火箭降落穩定性的探討
高有觀、周沛安 指導老師：潘瑾卿 蔡明致

·化學科
第三名 「極」中生電---影響膠膜電池效能之探討
許桂綸、何律靈 指導老師：黃家瑜 游受淨

·生活與應用科學類(一)
第三名 「髮夾彎剝星」---mBlock製作「車聯網測距感應反光鏡」
蕭宇祥、劉冠廷、柯頌弘 指導老師：黃文儀 蔡明致
佳作 「如入無人之境」---運用尼姆遊戲探討無人機訊號傳遞速率
郭柏辰 指導老師：洪傳宗 蔡明致

·生活與應用科學類(二)
第三名 似水年「闊」---特斯拉闊魚道中水流特性之研究
劉珈彤、劉秉翰、李冠邑 指導老師：潘瑾卿 蔡明致
第三名 「吞雲吐霧」---雨水霧氣「捕雨網」的設計
陳智傑 指導老師：游受淨 蔡明致
第三名 「油燃而生」---回收廢油與硬脂酸鹽對酒精膏燃燒的影響
龔子宸 指導老師：施佩汝 蔡明致
佳作 「風水輪流轉」---節能纖維薄膜藻類栽培水輪的設計
洪子勛、林秉程 指導老師：張維倫 蔡明致

二、本研究可協助學生根據理論基礎訂立設計原則(附錄1.研究架構圖)與評鑑條件(附錄2.小組自評表)。



三、本研究藉由網路平台建立回饋機制(圖2-4-1.網路共作平台互動紀錄及圖2-4-2小組進度確認表)小組目標導向地蒐集多元的資料、參與資料詮釋和設計精緻化。

檔案類型 ▾	使用者 ▾	上次修改時間 ▾
名稱 ↑	擁有者	我上次修改的時間 ▾
03A文科展討論區	我	2022年11月9日
00隱形飛機(顏羽松+洪睿賢+敏瑜老師)	我	2022年11月21日
01回收SPACEX火箭(高有輓+周沛安+潘瑾卿老師)*	我	2022年12月22日
02電漿蝕刻(謝沂勳+謝沛航+敏瑜組長)	我	2023年1月8日
03活性酵母菌晶球培養(陳宥豪+沈承緯+張維倫組長)	我	2023年3月6日
04活性酵母菌薄膜培養(李冠邑+游雯淨老師)	我	2022年9月29日
05藻類煙囪(林秉程+施珮汝老師)	我	2022年9月22日
06纖維薄膜藻類栽培技術(洪子勳+林秉程+張維倫組長)	我	2022年12月15日
07膠膜電池(許桂綸+何律霆+黃家瑜老師+游雯淨老師)	我	2022年12月8日
08無人機訊息傳遞次數(郭柏辰+洪傳宗組長)	潘瑾卿	2022年12月16日
09捕雨網(陳智傑+游雯淨老師)	我	2022年10月19日

圖2-4-1.網路共作平台互動紀錄

組別	封面	目錄	動機	目的	設備材料	名詞解釋	研究架構	實驗步驟	實驗 1.	實驗 2.
01回收SPACEX火箭(高有輓+潘瑾卿老師)*	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
02電漿蝕刻(謝沂勳+謝沛航+ 敏瑜老師)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
03活性酵母菌晶球培養(陳宥豪+李敏瑜老師)	○	○	○	○	○	○	○	○	△	×
04活性酵母菌薄膜培養(李冠邑+游雯淨老師)	×	△	○	○	△	△	△	△	△	×
05藻類煙囪(林秉程+施珮汝老師)	×	△	○	○	△	△	△	△	△	×
06纖維薄膜藻類栽培節能水輪的設計(洪子勳+林秉程+張維倫)	△	△	○	○	△	△	△	△	△	×
07-1 “菌” 傑 (何律霆+黃家瑜老師)	○	○	△	△	○	×	×	×	△	×
07-2膠膜電池作品說明書 (林學穎+黃家瑜老師)	×	△	○	○	△	△	△	△	△	×
07-3薄膜電池作品說明書 (許桂綸+何律霆+黃家瑜老師+游雯淨老師)	△	△	○	○	△	△	△	△	△	△
08無人機訊息傳遞次數(郭柏辰+洪傳宗組長)	○	△	○	○	△	△	△	△	△	×
12特斯拉渦流集魚道(劉珈彤+劉秉翰潘瑾卿老師)	○	○	○	△	×	△	○	△	△	×

圖2-4-2小組進度確認表

四、以自編的「問題解決歷程」與「學習內容」提問層次雙向細目分析表(如表3-4-1及附錄5.)分析學生在「問題解決」認知歷程「學習內容」的提問層次變化情形(如表3-4-2及附錄5-1.)。以此雙向細目表分析學生針對於代答問題及評審提問的回答內容屬性進行分析,可以呈現學生探究認知的進步情形。

表3-4-1、「問題解決歷程」與「學習內容」提問層次雙向細目分析表

知識向度 /認知歷程向度	記憶 (感知)	了解 (學習)	應用 (推理)	分析 (決策)	評鑑 (計劃)	創造 (行動)
觀察與定題(o)						
計劃與執行(e)			A.B.C.			
分析與發現(a)			b.c.d.e.	a.		
討論與傳達(c)						

表3-4-2、不同階段學生自我檢視「問題解決歷程」與「學習內容」提問層次雙向細目分析範例

主題	評審提問問題	學生回答	回問(提答)層次 (歷程-認知層次)
晶球假設	A.海藻酸鈉濃度越高晶球越小		2.-3.
	B.海藻酸鈉噴灑越高晶球越小		2.-3.
	C.酵母菌越多二氧化碳產量越多		2.-3.
晶球評審	a.40~60的濃度何者最好?	實驗結果差異不大	3.-4.(3.-4.)
第二名	b.和一般的藥丸有何差異?	微小藥丸不會異物感及苦味	2.-3.(2.-3.)
	c.未來如何發展?	分溶與不溶測試	2.-3.(2.-3.)
	d.為何要保護不被胃酸分解?	要緩慢釋出不是一次被破壞	2.-3.(2.-3.)
	e.如何分大小晶球?	用顯微鏡配合微米尺測量	2.-3.(2.-3.)

肆、完成進度

圖4-1-1 研究進度甘梯圖

科展社群教學活動	8月	9月	10月	11月	12月	112年/1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月
成立研究小組(學長師徒制)	1	3										
確認理論基礎之研究架構構圖	2	4										
新版布魯姆雙向細目表分析 (事實知識之認知分析)		5	8									
科學筆記研究紀錄		6	9	12	16							
網路共作平台互動回饋機制		7	10	13	17							
以新版布魯姆雙向細目表進行屬性分析 (「學習內容」與「問題解決」雙向細目表)				14	18	21						
科教專案期中報告					19	22	24					
作品說明書寫作規準			11	15	20	23	25	26	28			
研究產出與應用(校慶成果海報設計)								27	29			
科學展覽競賽(公開解說與交流)										30	31	
科教專案期末報告											32	33
進度百分比	6%	21%	33%	45%	60%	71%	75%	81%	87%	90%	96%	100%

伍、討論與建議(含遭遇之困難與解決方法)

一、校本課程中無固定且足夠的探究課程時數→學生探究時間不足→爭取師資及鐘點費，午休及假日安排實作及指導時間。

二、實作器材因參考文獻資料而變更，準備及採購耗時→設置科展研究室，方便器材長期架設及觀摩。並儘量以程式控制長時間測量的結果進行數據分析，以降低誤差。

三、學生參與獨立研究的動機影響學生研究進度→辦理新生實作培訓活動安排相關課程→以實作評量成果優先安置研究動機較強的學生。並且以網路硬碟提供學生之間的作品觀摩，提升學生的研究動力，以及提高學生師徒制的互動機會，增加學生進行科學對談的機會，提升作品品質及科學認知層次與實驗操作技能。

四、學生於基模同化策略融入STEAM取向探究模式中，事實知識的認知架構變化情形評分方式是將研究架構圖以概念圖評分規準計分；實驗完成率=實驗已獲得數據之應變變因數量/實驗操作變因數量；競賽積分則是：台中市第一名5分、第二名4分、第三名3分、佳作2分、報名參賽1分。在將這三組積分進行皮爾森積差相關係數 r 平方分析，觀察認知架構與實驗完成率對競賽積分的影響。

表4-1-2「研究架構」以及「研究架構實驗完成率」對「競賽積分」的關係

組別	微波電漿	集魚道	火箭	無人機	薄膜電池	酵母晶球	薄膜藻類	凸面鏡	透鏡水輪	硬脂酒精膏	無葉扇發電	集雨網
研究架構評分	9	4	9	8	6	4	5	3	3	5	5	5
研究架構實驗完成率	90%	100%	90%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
競賽積分	4	3	3	2	3	4	2	3	1	3	4	3

「研究架構評分」對「競賽積分」的皮爾森積差相關係數 r 平方 = 0.2153 未達顯著相關。

「研究架構實驗完成率」對「競賽積分」的皮爾森積差相關係數 r 平方 = -0.3026 未達顯著相關。

由統計分析可見：「研究架構評分積分」與研究主題的複雜程度有關，因此不同主題內容會有差異極大的認知架構變化。但是與「競賽積分」的皮爾森積差相關係數 r 平方 = 0.2153 卻未達顯著相關，也就是「研究架構」以及「研究架構實驗完成率」對「競賽積分」的關係，並未發現顯著相關性的影響。

五、學生於基模同化策略融入STEAM取向探究模式中，在「問題解決」認知歷程的「學習內容」變化情形：

由表4-1-3「問題解決歷程」中提問與回答層次雙向細目分析表中可以發現，評審教授及老師所關心的提問內容屬性，會依照學生報告內容理論的難易度而有差異。例如：表4-1-3「問題解決歷程」中提問與回答層次雙向細目分析中，火箭組的師生對談，評審問：上下旋翼對火箭的影響(雙向細目表認知屬性層次4-3.)，學生回答：上翼力臂長轉速慢，上翼力臂短轉速快。(雙向細目表認知屬性層次4-4.)代表學生的回答超過評審的層次。但是評審故意降低問題層次：現有火箭是否使用此方式(旋翼)(雙向細目表認知屬性層次2-2.)學生卻簡略回答：沒有(雙向細目表認知屬性層次2-2.)可見學生未詳細閱讀相文獻。引發後續教授降低層次追問：一般火箭

如何減速?(雙向細目表認知屬性層次1-2.)學生回答:噴火產生反作用力(雙向細目表認知屬性層次2-4.)

根據以上的雙向細目表認知屬性層次標記可以清楚呈現:

- 1.評審或是指導老師在釐清學生認知架構的過程,會隨需求降低問題的認知層次,讓學生重新建構問題相關的認知概念架構。
- 2.藉此「認知鷹架重建過程策略」的反覆應用,可以讓師生確認認知架構的穩定性,這也是科學研究確認「假設」能否經得起「重複驗證」與科學理論的「可再現性」。

表4-1-3 「問題解決歷程」中提問與回答層次雙向細目分析

主題	評審提問問題	學生回答	回問(提答)層次 (歷程-認知層次)
火箭假設	載重越重穩定度高	載重越重重心越低穩定度高	2.-2.
	旋翼角度影響轉速	轉速影響載重量及穩定性	2.-2.
	旋翼展弦比影響轉速	轉速影響載重量及穩定性	2.-2.
火箭評審	上下旋翼對火箭的影響	上翼力臂長轉速慢,上翼力臂短轉速快	4.-3.(4.-4.)
第三名	現有火箭是否使用此方式(旋翼)	沒有	2.-2.(2.-2.)
	一般火箭如何減速	噴火產生反作用力	1.-2.(2.-4.)
	風洞上的桶子是否有影響	沒有桶子火箭會亂飛,桶子是變因	4.-3.(4.-4.5.)
	你們應用哪些原理在火箭	轉動慣量及翼面折角	2.-3.(2.-4.)
微波假設	鋁箔角度對電漿產生時間的影響	0度接收能量最大,是數據曲線最低點	3.-3.
	鋁箔受微波功率影響電漿產生時間	氣體受微波功率越強產生的電漿時間越短	3.-3.
微波評審	可以看一次你們的圈圍波電漿	可以	1.-1.(1.-2.)
第二名	為何稱漆包線是電容	漆包線可以當電容容納電子	2.-3.(2.-2.)
	電子在漆包線的量是固定的,怎麼蓄積電子	因為線圈的電子被微波的能量造成能階躍昇(被激發)	4.-3.(4.-3.)
	前面游離化是對的,但後面不能說儲能的是電容	謝謝指教	4.-2.(4.-3.)
	你們怎麼知道是電子造成的	因為原子都有電子	3.-3.(3.-4.)
水道假設	弦切角越大→流速慢	弦切角越大→距離遠	2.-3.
	兩點間曲率半徑小→流速慢	曲率半徑小→距離遠流速慢	2.-3.
	正反向的彎道流速不同	彎道的垂直水柱會對直流產生阻力	2.-3.
水道評審	弦切角為何選30~70度?	文獻中大於70度緩流效果不佳	2.-4.(2.-4.)
第三名	水道加寬會如何?	流速會變慢,緩流影響待確認	3.-3.(2.-3.)
	泥沙是否會堆積?	後續研究對象	3.-3.(3.-3.)
	水速如何維持穩定?	水龍頭開2格(對照組50ml/s)	2.-4.(2.-4.)
	理想的水道是否可讓魚通過?	先完成水特性再測試魚	4.-4.(4.-5.)

	如何連接水管與水道？	矽膠頭接頭密合	2.-2.(2.-2.)
廢油假設	硬脂酸鈣越多酒精膏燃燒越久	加熱至400℃時可分解，可燃	2.-3.
廢油評審	是否取得廢油	利用硬脂酸和沙拉油模擬	2.-3.(2.-2.)
第三名	使用酒精的濃度？甲醇還是乙醇？	75%乙醇	2.-2.(2.-2.)
	燃燒後的氣體是否對人體有影響？	不會，大多是燒焦味	3.-1.(3.-3.)
	在燃燒酒精膏之前就處理殘餘物	進全國賽時會延續處理	3.-1.(3.-4.)
膠膜假設	陽極面積越大電流越大	接觸反應物質面積大	2.-3.
	電極長度長電流大	接觸反應物質面積大	2.-3.
	反應物質濃度高電流大	反應物質越多	2.-3.
	菌種濃度高電壓越高	氧化還原的菌越多	2.-3.
膠膜評審	細菌不是會腐敗	微生物生命週期短，我們只測短期影響	2.-3.(2.-4.)
第三名	紙電池如何縮小體積	重複堆疊	3.-3.(3.-3.)
	氯化銨不是管制品？	實驗室提供老師管制	2.-2.(2.-2.)
無葉扇假設	進出風口比例影響出風量	進出風口比例大迴風大出風量大	2.-3.
	出風口角度大出風量小	出風口角度大迴風阻大出風量小	2.-3.
	風管長出風量小	風管長風壓阻力大出風量小	2.-3.
無葉扇評審	發電機的位置？	出入風口位置	2.-4.(2.-4.)
第三名	為何選此位置發電？	出入風口位置遠離集風口可避免生物誤入	2.-4.(2.-4.)
	集風口與出入風口風速差距？	0.3~0.4 m/s	3.-3.(3.-3.)
	集風口與出入風口面積差距？	150 cm ²	3.-3.(3.-3.)
	調整出風口角度對出風速的影響？	時間關係未完成	2.-3.(2.-4.)
捕雨網假設	網目密度大集雨量大	網目密度大接觸面積大集雨量大	2.-3.
	網面與風切角度大集雨量大	網面與風切角度大接觸面積大集雨量大	2.-3.
捕雨網評審	迎風面角度如何改變？	降雨方向由風力決定，可測風向決定迎風面角度	2.-5.(2.-4.)
第三名	何謂迎風面角度？	鉛直網面的法線與水平面的夾角，仰角為正，俯角為負	2.-3.(2.-3.)
藻膜假設	碳酸氫鈉濃度越高生長越快	光合作用使用碳酸	2.-3.
	宣紙越多藻類生長快	宣紙越多吸水量越大	2.-3.
藻膜評審	使用電力反而耗能源？	使用溪流或風力	2.-4.(2.-4.)
佳作	藻類栽培面積小，為何不用太陽能及水力發電？	陰暗處及水流平緩處不適合太陽能及水力發電	2.-4.(2.-4.)

	為何實驗數據藻類都是負成長？	要尋找適合的環境	3.-3.(3.-3.)
	空氣中CO ₂ 少，為何不用營養劑？	空氣中CO ₂ 比水多，添加營養鹽會降低pH 值不利營養鹽濃度	3.-4.(3.-4.)
	現在不是有現成的培養劑？	都用打氣，且營養劑價格高	2.-4.(2.-4.)
	為何培養藻類？	製作生質能	1.-3.(1.-3.)
晶球假設	海藻酸鈉濃度丟晶球越小		2.-3.
	海藻酸鈉噴灑越高晶球越小		2.-3.
	酵母菌越多二氧化碳產量越多		2.-3.
晶球評審	40~60的濃度何者最好？	實驗結果差異不大	3.-4.(3.-4.)
第二名	和一般的藥丸有何差異？	微小藥丸不會異物感及苦味	2.-3.(2.-3.)
	未來如何發展？	分溶與不溶測試	2.-3.(2.-3.)
	為何要保護不被胃酸分解？	要緩慢釋出不是一次被破壞	2.-3.(2.-3.)
	如何分大小晶球？	用顯微鏡配合微米尺測量	2.-3.(2.-3.)
髮夾彎 評審	用何種錄影app？	收機內建app	2.-2.(2.-2.)
第三名	趨勢線公式如何計算？	Excel內建趨勢線公式計算	2.-2.(2.-2.)
	結論的10度角如何出現？	10度角的數據最接近理論值	3.-4.(3.-4.)
	為何不用km/hr而用 cm/s？	實驗室空間有限，速率太大會受傷	2.-4.(2.-4.)

陸、參考資料

毛國楠(2012)敘述性知識, 國家教育研究院。20220416節錄自: <http://terms.naer.edu.tw/detail/1310426/>

鐘建坪(2010)引導式建模探究教學架構初探, 科學教育月刊。20220416節錄自:

[http://www.sec.ntnu.edu.tw/Monthly/99\(326-335\)/328-PDF/01-97009-%E5%BC%95%E5%B0%8E%E5%BC%8F%E6%A8%A1%E5%9E%8B%E5%8C%96%E6%8E%A2%E7%A9%B6%E6%95%99%E5%AD%B8%E6%9E%B6%E6%A7%8B%E5%88%9D%E6%8E%A2_%E4%BF%AE%E6%94%B9_.pdf](http://www.sec.ntnu.edu.tw/Monthly/99(326-335)/328-PDF/01-97009-%E5%BC%95%E5%B0%8E%E5%BC%8F%E6%A8%A1%E5%9E%8B%E5%8C%96%E6%8E%A2%E7%A9%B6%E6%95%99%E5%AD%B8%E6%9E%B6%E6%A7%8B%E5%88%9D%E6%8E%A2_%E4%BF%AE%E6%94%B9_.pdf)

楊雅茹(2019)STEAM取向教學對工程設計學習成效影響之研究, 國立台灣師範大學科技應用與人力資源發展學系碩士論文。20220416節錄自:

<https://etds.lib.ntnu.edu.tw/thesis/detail/9a9a47fd716cbf8e2580cac9fe0e494b/#>

任慶儀(1999)教學原理, 國立台中教育大學。20220416節錄自:

<http://www.ntcu.edu.tw/jen/%E6%95%99%E5%AD%B8%E5%8E%9F%E7%90%86/%E7%9B%AE%E6%A8%99/Rnew%20knowledge.htm>

陳李綱, 林猷舜, 莊志洋(2000)知識表徵, 教育大辭書。20220416節錄自:

<https://terms.naer.edu.tw/detail/1306717/>

楊忠斌。(2015). Piaget [基模] 理論的哲學基礎-從 Kant 到 Hegel. 教育科學期刊。20220416節錄自:

<https://ir.lib.nchu.edu.tw/bitstream/11455/93362/1/93337-1.pdf>

張春興(1991)現代心理學。台北市: 臺灣東華。20220416節錄自:

https://pedia.cloud.edu.tw/Entry/WikiContent?title=%E7%9A%AE%E4%BA%9E%E5%82%91%28Jean_Piaget%29%E8%AA%8D%E7%9F%A5%E7%99%BC%E5%B1%95%E7%90%86%E8%AB%96&search=%E7%9A%AE%E4%BA%9E%E5%82%91%28Jean_Piaget%29%E8%AA%8D%E7%9F%A5%E7%99%BC%E5%B1%95%E7%90%86%E8%AB%96

江凱狄(2015)知識表徵, 科技網。20220416節錄自:

https://www.digitimes.com.tw/tech/dt/n/shwnws.asp?cnlid=14&id=0000438634_XDE75GFM2JH4GJ5A_GHNK3

林詩敏(2009)以科學閱讀融入STEAM進行跨領域素養導向探究與實作教學之研究~以竹北國小二年級生活課程「美得冒泡」為例, 新竹縣教育研究發展暨網路中心。20220316節錄自:

<https://eb1.hcc.edu.tw/edu/data/page/20200720085517428.pdf>

STEAM新素養, 親子天下雜誌。202100316節錄自:

<https://topic.parenting.com.tw/issue/2017/steamtoys100/knownsteam.html>

下世代教育——STEAM 新素養, 清華教育95期。20220316節錄自:

<http://cfte.site.nthu.edu.tw/var/file/275/1275/img/342630536.pdf>

賓靜蓀(2017)5大精神, 培養STEAM新素養, 親子天下。20220316節錄自:

<https://flipedu.parenting.com.tw/article/3393>

楊雅茹(2019)STEAM取向教學對工程設計學習成效影響之研究, 臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系學位論文。20220316節錄自:

<https://www.airtilibrary.com/Publication/alDetailedMesh1?DocID=U0021-G060471003H>

紀雪雲(2012)實驗研究法, 開南大學數位學習網。20220316節錄自: <http://elearning.knu.edu.tw/>

陳豐祥(2009)新修訂布魯姆認知領域目標的理論內涵及其在歷史教學上的應用, 歷史教育第 15 期。20220320節錄自: http://www.his.ntnu.edu.tw/files/publish/726_57d30fc3.pdf

教育部(2014)十二年國民基本教育課程綱要總綱, 教育部國民及學前教育署網站。20230620節錄自:

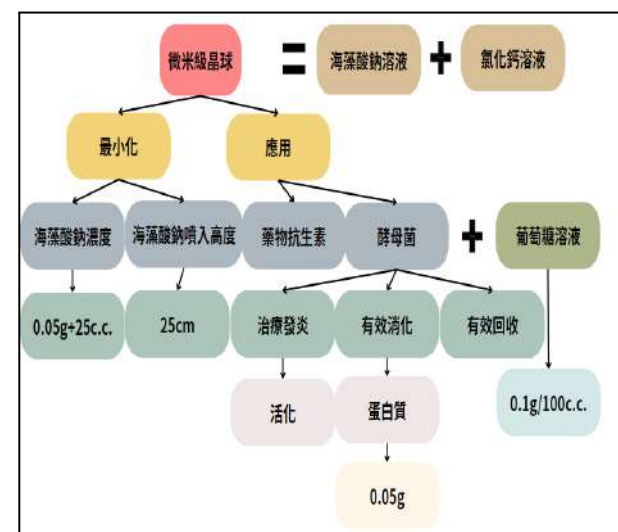
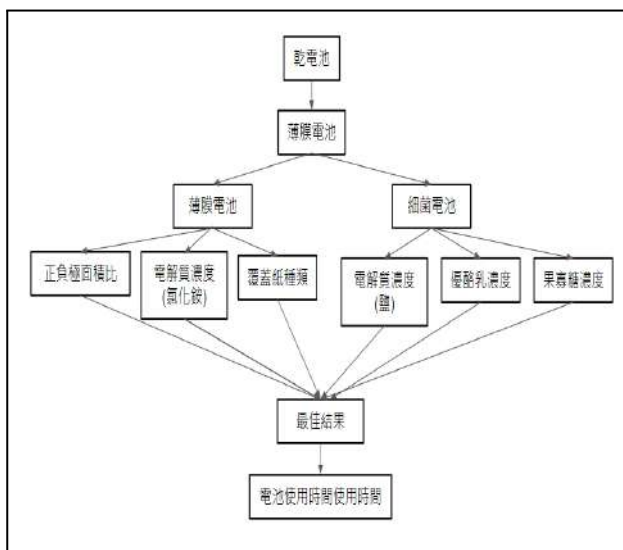
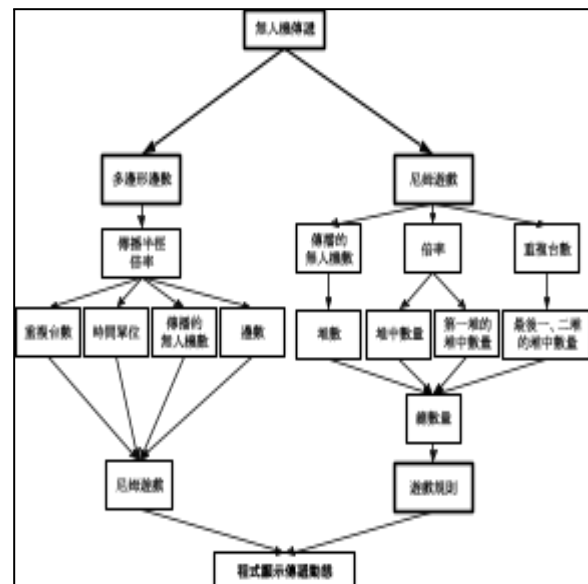
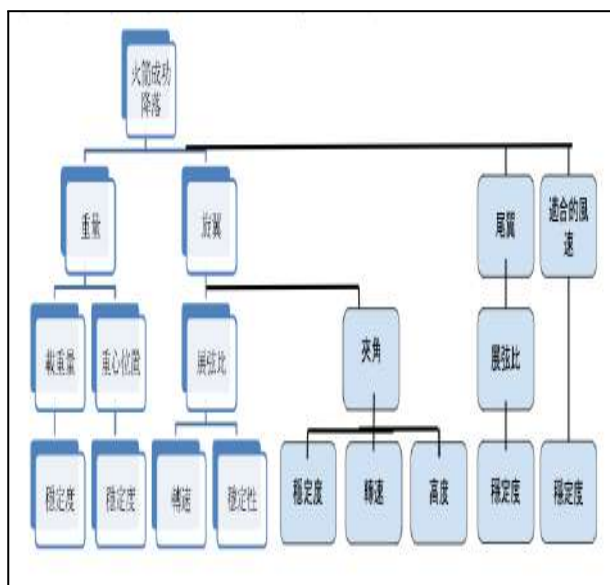
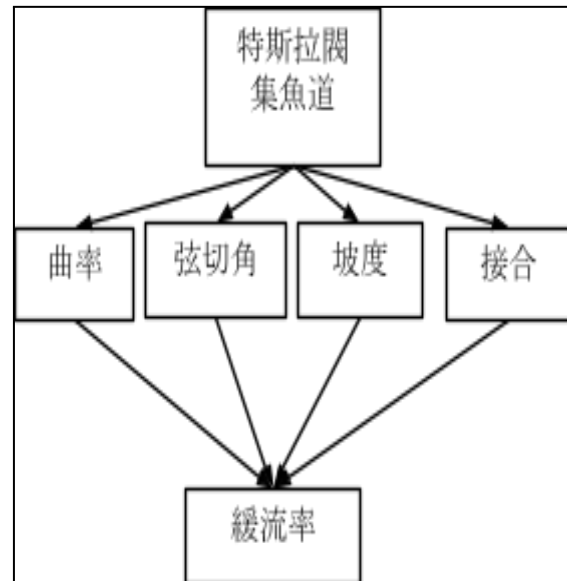
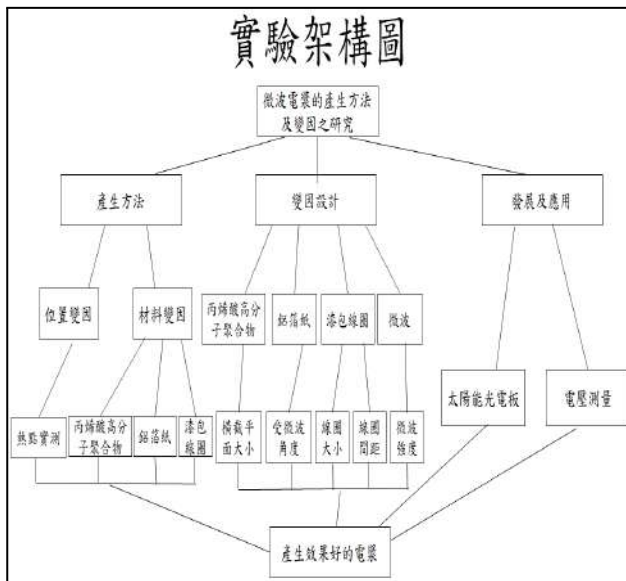
[https://www.k12ea.gov.tw/files/class_schema/%E8%AA%B2%E7%B6%B1%E5%8D%81%E4%BA%8C%E5%B9%B4%E5%9C%8B%E6%95%99%E8%AA%B2%E7%A8%8B%E7%B6%B1%E8%A6%81%E7%B8%BD%E7%B6%B1\(111%E5%AD%B8%E5%B9%B4%E5%BA%A6%E5%AF%A6%E6%96%BD\).pdf](https://www.k12ea.gov.tw/files/class_schema/%E8%AA%B2%E7%B6%B1%E5%8D%81%E4%BA%8C%E5%B9%B4%E5%9C%8B%E6%95%99%E8%AA%B2%E7%A8%8B%E7%B6%B1%E8%A6%81%E7%B8%BD%E7%B6%B1(111%E5%AD%B8%E5%B9%B4%E5%BA%A6%E5%AF%A6%E6%96%BD).pdf)

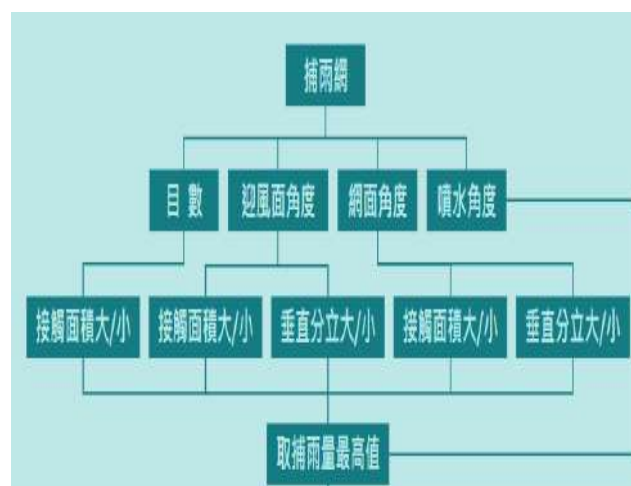
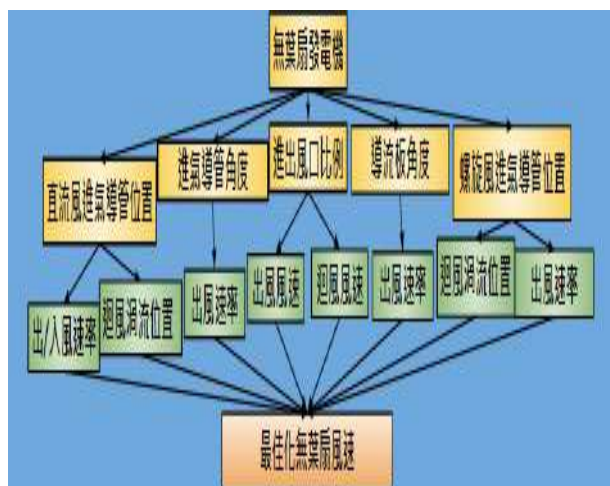
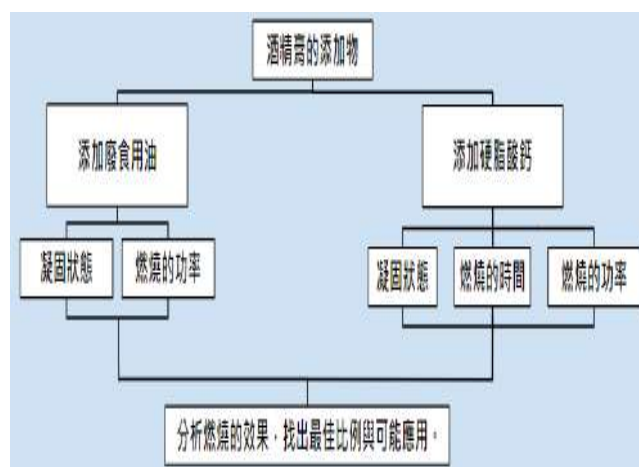
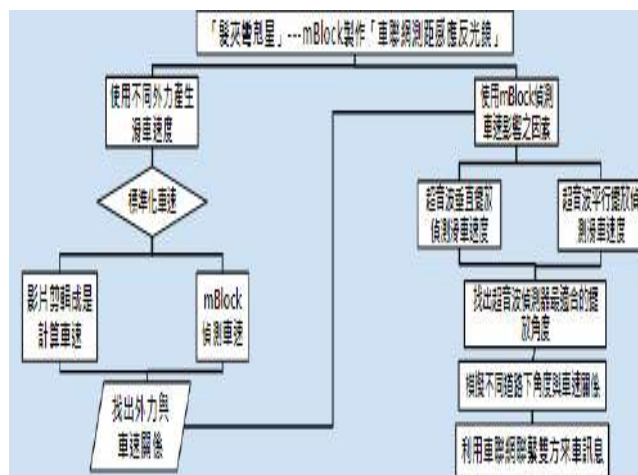
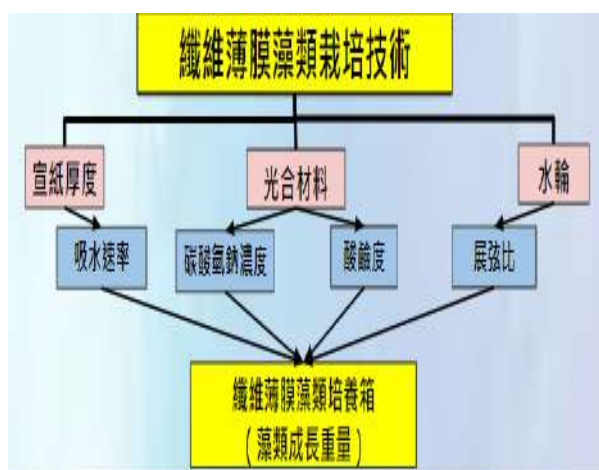
葉辰楨、王國華、蔡明致(2010)後設認知鷹架策略融入科學探究教學之探討, 科學教育研究與發展季刊, 第五十八期, 1-32 頁。20220320節錄自: <http://utaieir.lib.utaieir.edu.tw/dspace/retrieve/1276/st5801.pdf>

許瑛珣、莊福泰、林祖強(2012)解析設計研究法, 教育科學研究期刊。57(1), 1-27。20220320節錄自:

http://rportal.lib.ntnu.edu.tw/bitstream/20.500.12235/11700/1/ntnublib_ja_L0807_5701_001.pdf

附錄1、學生實驗(認知)架構圖





附錄2、學生期中自評表問卷

台中市立居仁國中111學年度「科學同樂會」科展社 期中測驗 8
一年 1 班 3 號姓名: 林俊

測驗說明: 請依照你的科展作品說明你的理論內容(關鍵詞解釋)及假設(操作變因與應變變因因果關係)例如:
我的假設一內容:
1.我的關鍵詞一: 熱對流
2.關鍵詞一的解釋: 「熱對流」熱的傳播方式之一, 液體(氣體或液體)吸收熱量之後, 因體積膨脹、密度變小而上升, 而冷的液體則因密度較大而下降, 會形成循環, 稱為對流。
3.關鍵詞一的假設:
(操作變因)→溫差越大
(應變變因)→過渡時段水量越多
(因果關係原因)→水蒸氣變熱越多, 體積膨脹越大, 密度越輕, 液體的流速越快, 吸水量越多

測驗試題開始:
一、(50分)我的科學主題題目是: 水水平面——探討特斯科拉開的流速變化

二、(20分)
1.我的關鍵詞一: 弦切角
2.關鍵詞一的解釋: 圓的一條切線與兩條弦的角 OK
3.我的假設一:
(操作變因)→弦切角越大
(應變變因)→水流速度越慢
(因果關係原因)→弦切角越大, 水流所流的距離越多, 在同樣時間下, 故流速越慢

三、(20分)
1.我的關鍵詞二: 曲率半徑
2.關鍵詞二的解釋: 為半徑之倒數, 半徑越大, 曲率越小
3.我的假設二:
(操作變因)→不同曲率半徑 (正負)
(應變變因)→水的流速 (越慢)
(因果關係原因)→曲率半徑越大, 則圓越大, 水流所流的距離越多, 故流速越慢

四、(10分)
1.我的關鍵詞三: 特斯科拉開
2.關鍵詞三的解釋: 係由特斯科拉開的水道, 一端流入而由水流過另一端則無變化 OK
3.我的假設三:
(操作變因)→特斯科拉開的數量
(應變變因)→水流速度越慢
(因果關係原因)→特斯科拉開可改變水流, 特斯科拉開越多, 水流所流的距離越多, 則流速越慢

台中市立居仁國中111學年度「科學同樂會」科展社 期中測驗 5
一年 4 班 21 號姓名: 潘鈞和

測驗說明: 請依照你的科展作品說明你的理論內容(關鍵詞解釋)及假設(操作變因與應變變因因果關係)例如:
我的假設一內容:
1.我的關鍵詞一: 熱對流
2.關鍵詞一的解釋: 「熱對流」熱的傳播方式之一, 液體(氣體或液體)吸收熱量之後, 因體積膨脹、密度變小而上升, 而冷的液體則因密度較大而下降, 會形成循環, 稱為對流。
3.關鍵詞一的假設:
(操作變因)→溫差越大
(應變變因)→過渡時段水量越多
(因果關係原因)→水蒸氣變熱越多, 體積膨脹越大, 密度越輕, 液體的流速越快, 吸水量越多

測驗試題開始:
一、(50分)我的科學主題題目是: 水水平面——探討特斯科拉開的流速變化

二、(20分)
1.我的關鍵詞一: 弦切角 OK
2.關鍵詞一的解釋: 圓與一條水平線相交的角
3.我的假設一:
(操作變因)→不同角度的弦切角
(應變變因)→水流速度相較於直流水管慢
(因果關係原因)→弦切角越大, 水流所流的距離則越長, 故所需時間越多, 所以流速越慢

三、(20分)
1.我的關鍵詞二: 曲率半徑
2.關鍵詞二的解釋: 半徑的倒數, 半徑越大, 曲率越小
3.我的假設二:
(操作變因)→曲率半徑
(應變變因)→流速比直流水管慢
(因果關係原因)→曲率半徑越小, 則圓越大, 水流所流的距離則越長, 故所需時間越多, 故流速越慢

四、(10分)
1.我的關鍵詞三: 特斯科拉開
2.關鍵詞三的解釋: 由相同角度但方向相反的水道組成, 水道的一段為圓弧, 另一段為直線水道
3.我的假設三:
(操作變因)→
(應變變因)→
(因果關係原因)→

台中市立居仁國中111學年度「科學同樂會」科展社 期中測驗 6
一年 7 班 29 號姓名: 劉世倫

測驗說明: 請依照你的科展作品說明你的理論內容(關鍵詞解釋)及假設(操作變因與應變變因因果關係)例如:
我的假設一內容:
1.我的關鍵詞一: 熱對流
2.關鍵詞一的解釋: 「熱對流」熱的傳播方式之一, 液體(氣體或液體)吸收熱量之後, 因體積膨脹、密度變小而上升, 而冷的液體則因密度較大而下降, 會形成循環, 稱為對流。
3.關鍵詞一的假設:
(操作變因)→溫差越大
(應變變因)→過渡時段水量越多
(因果關係原因)→水蒸氣變熱越多, 體積膨脹越大, 密度越輕, 液體的流速越快, 吸水量越多

測驗試題開始:
一、(50分)我的科學主題題目是: 特斯科拉開草道

二、(20分)
1.我的關鍵詞一: 3D建模
2.關鍵詞一的解釋: 利用塑膠材料放入3D打印機中將其壓化再將其壓成想要的東西
3.我的假設一:
(操作變因)→我假設把水倒入3D建模因特斯科拉開有兩個水道一低的一低高的各一個水道會如時常的水道會分到水的流動
(應變變因)→
(因果關係原因)→因比水的水道會低水受
因為低的水道是水的流速會快所以魚可以在裡面游

三、(20分)
1.我的關鍵詞二:
2.關鍵詞二的解釋:
3.我的假設二:
(操作變因)→
(應變變因)→
(因果關係原因)→

四、(10分)
1.我的關鍵詞三:
2.關鍵詞三的解釋:
3.我的假設三:
(操作變因)→
(應變變因)→
(因果關係原因)→

台中市立居仁國中111學年度「科學同樂會」科展社 期中測驗 10
一年 16 班 22 號姓名: 陳育豪

測驗說明: 請依照你的科展作品說明你的理論內容(關鍵詞解釋)及假設(操作變因與應變變因因果關係)例如:
我的假設一內容:
1.我的關鍵詞一: 熱對流
2.關鍵詞一的解釋: 「熱對流」熱的傳播方式之一, 液體(氣體或液體)吸收熱量之後, 因體積膨脹、密度變小而上升, 而冷的液體則因密度較大而下降, 會形成循環, 稱為對流。
3.關鍵詞一的假設:
(操作變因)→溫差越大
(應變變因)→過渡時段水量越多
(因果關係原因)→水蒸氣變熱越多, 體積膨脹越大, 密度越輕, 液體的流速越快, 吸水量越多

測驗試題開始:
一、(50分)我的科學主題題目是: 酵母晶球(微核)

二、(20分)
1.我的關鍵詞一: 晶球
2.關鍵詞一的解釋: 因氯化鈣將海藻酸鈉固化, 所以會成為晶球
3.我的假設一:
(操作變因)→海藻酸鈉濃度
(應變變因)→晶球直徑大小的影響
(因果關係原因)→海藻酸鈉濃度越濃, 晶球直徑小, 濃度高, 晶球直徑大

三、(20分)
1.我的關鍵詞二: 固化
2.關鍵詞二的解釋: 氯化鈣為固化劑, 可將液體凝固成固狀, 並放於鹽水「固化」成晶球
3.我的假設二:
(操作變因)→海藻酸鈉噴入高度
(應變變因)→晶球直徑大小之影響
(因果關係原因)→海藻酸鈉噴入氯化鈣越多, 晶球直徑越小, 較低處, 晶球

四、(10分)
1.我的關鍵詞三: 酵母
2.關鍵詞三的解釋: 酵母遇糖會發酵, 產生二氧化碳, 但有些能殺菌...功能看自身能健康
3.我的假設三:
(操作變因)→酵母菌量
(應變變因)→產生的CO₂量
(因果關係原因)→酵母菌越多, 產生CO₂量多, 酵母菌少, 產生CO₂少

附錄3、網路共作平台互動紀錄

← 5月1日，清晨6:54

100%

注

無障礙設定

科別：生活與應用科學科（一）


組別：國中組

作品名稱：

“催” 燦晶亮 --- 活性酵母微米晶球的設計

關鍵詞：晶球、氯化鈣、海藻酸鈉、酵母

編號：



版本記錄

所有版本

● 111學生32陳育豪

3月16日，下午1:09

● 111學生32陳育豪

▶ 3月16日，上午11:36

● 蔡昶凱

▶ 3月15日，中午12:02

● 蔡昶凱

3月14日，下午1:13

● 111學生32陳育豪

▶ 3月13日，下午1:15

● 111學生31沈承緯

● 111學生32陳育豪

3月10日，中午12:07

● 教學組長行政

區內的 .docx 檔案 - 查看原始檔案

☒ 顯示變更

← 5月8日，下午4:28

100%

注

無障礙設定

總計：1 筆編輯紀錄

111學年度臺中市國民中小學科學展覽會

作品說明書

科別：生活與應用科學科(一)

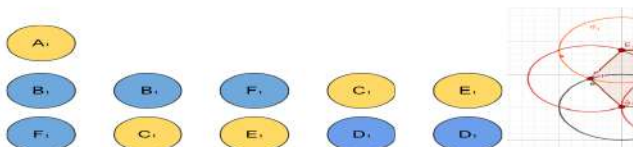
組別：國中組

作品名稱：

如入無人之境 --- 運用尼姆遊戲探討無人機訊號傳遞

關鍵詞：尼姆遊戲、多邊形、訊息傳遞

編號：



版本記錄

所有版本

5月

5月8日，下午4:28

目前版本

● 111學生23郭柏辰

4月

▶ 4月14日，晚上10:29

● 111學生23郭柏辰

4月6日，下午3:24

● 111學生23郭柏辰

3月

3月30日，下午3:07

● 111學生23郭柏辰

▶ 3月30日，下午1:05

● 111學生23郭柏辰

▶ 3月20日，下午1:08

● 111學生23郭柏辰

▶ 3月17日，下午1:05

● 111學生23郭柏辰

▶ 3月16日，下午3:03

● 111學生23郭柏辰

▶ 3月13日，凌晨12:20

● 111學生23郭柏辰

▶ 3月12日，晚上11:23

● 111學生23郭柏辰

☒ 顯示變更

← 3月13日，下午4:39

100%

注

無障礙設定

總計：1 筆編輯紀錄

111學年度臺中市國民中小學科學展覽會

作品說明書

科別：物理科


組別：國中組

作品名稱：

「可圈可「電」？」 --- 無葉扇發電機的可行性研究

關鍵詞：無葉扇發電、風透鏡、康達效應、白努特定律

編號：



版本記錄

所有版本

3月

3月13日，下午4:39

目前版本

● 蔡明宏

▶ 3月9日，下午2:25

● 111學生13謝承達

3月9日，上午10:00

● 111學生13謝承達

▶ 3月9日，上午9:24

● 111學生13謝承達

▶ 3月8日，下午1:31

● 111學生13謝承達

● 蔡明宏

▶ 3月7日，下午1:20

● 111學生13謝承達

▶ 3月6日，下午1:12

● 111學生13謝承達

▶ 3月2日，下午3:07

● 111學生13謝承達

2月

▶ 2月29日，下午3:04

● 111學生13謝承達

▶ 2月23日，下午2:34

● 111學生13謝承達

▶ 2月22日，上午9:18

● 111學生13謝承達

☒ 顯示變更

21

附錄4、「十二年國教課程綱要」科學認知對應相關「學習表現」項目

項目	子項	第四學習階段(國中階段)學習表現
探究能力-思考智能(t)	想像創造(i)	ti-IV-1 能依據已知的自然科學知識概念，經由自我或團體探索與討論的過程，想像當使用的觀察方法或實驗方法改變時，其結果可能產生的差異；並能嘗試在指導下以創新思考和方法得到新的模型、成品或結果。
	推理論證(r)	tr-IV-1 能將所習得的知識正確的連結到所觀察到的自然現象及實驗數據，並推論出其中的關聯，進而運用習得的知識來解釋自己論點的正確性。
	批判思辨(c)	tc-IV-1 能依據已知的自然科學知識與概念，對自己蒐集與分類的科學數據，抱持合理的懷疑態度，並對他人的資訊或報告，提出自己的看法或解釋。
	建立模型(m)	tm-IV-1 能從實驗過程、合作討論中理解較複雜的自然界模型，並能評估不同模型的優點和限制，進能應用在後續的科學理解或生活。
探究能力-問題解決(p)	觀察與定題(o)	po-IV-1 能從學習活動、日常經驗及科技運用、自然環境、書刊及網路媒體中，進行各種有計畫的觀察，進而能察覺問題。
		po-IV-2 能辨別適合科學探究或適合以科學方式尋求解決的問題(或假說)，並能依據觀察、蒐集資料、閱讀、思考、討論等，提出適宜探究之問題。
	計劃與執行(e)	pe-IV-1 能辨明多個自變項、應變項並計劃適當次數的測試、預測活動的可能結果。在教師或教科書的指導或說明下，能了解探究的計畫，並進而能根據問題特性、資源(例如：設備、時間)等因素，規劃具有可信度(例如：多次測量等)的探究活動。
		pe-IV-2 能正確安全操作適合學習階段的物品、器材儀器、科技設備及資源。能進行客觀的質性觀察或數值量測並詳實記錄。
	分析與發現(a)	pa-IV-1 能分析歸納、製作圖表、使用資訊及數學等方法，整理資訊或數據。
		pa-IV-2 能運用科學原理、思考智能、數學等方法，從(所得的)資訊或數據，形成解釋、發現新知、獲知因果關係、解決問題或是發現新的問題。並能將自己的探究結果和同學的結果或其他相關的資訊比較對照，相互檢核，確認結果。
	討論與傳達(c)	pc-IV-1 能理解同學的探究過程和結果(或經簡化過的科學報告)，提出合理而且具有根據的疑問或意見。並能對問題、探究方法、證據及發現，彼此間的符應情形，進行檢核並提出可能的改善方案。
		pc-IV-2 能利用口語、影像(例如：攝影、錄影)、文字與圖案、繪圖或實物、科學名詞、數學公式、模型或經教師認可後以報告或新媒體形式表達完整之探究過程、發現與成果、價值、限制和主張等。視需要，並能摘要描述主要過程、發現和可能的運用。

附錄5、「問題解決歷程」中「學習內容」的提問層次雙向細目分析表

知識向度 /認知歷程向度	1.記憶 (感知)	2.了解 (學習)	3.應用 (推理)	4.分析 (決策)	5.評鑑 (計劃)	6.創造 (行動)
1.觀察與定題(o)						
2.計劃與執行(e)						
3.分析與發現(a)						
4.討論與傳達(c)						

研究計畫規劃與實驗方法籌備階段



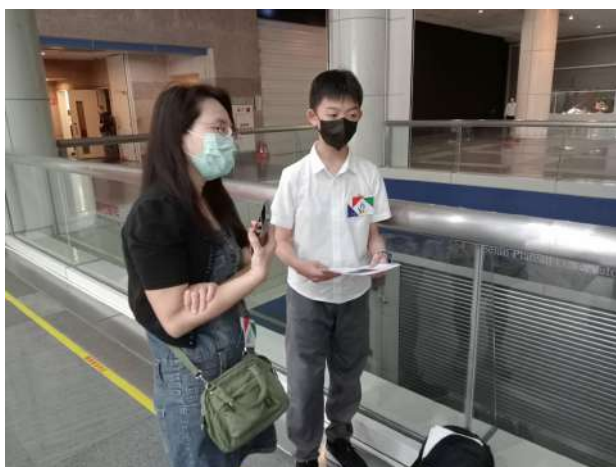
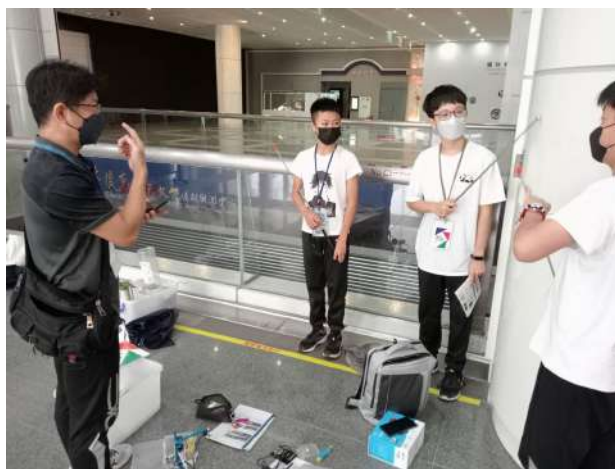
實驗室實作階段1.



實驗室實作階段2.



校外(林口高中)與校內(假日培訓)成果發表與觀摩



台中市科展競賽團隊賽程說明與指導老師臨場指導



111學年度臺中市中小學科學展覽會 國中組最佳團體獎第一名

進軍全國賽



·物理科 「凌波微步」---微波電漿的產生方法及變因之研究
謝沛航、謝沂勳 指導老師：張維倫 蔡明致



·生活與應用科學科 「催煤晶亮」---活性酵母微米晶球的設計
陳有豪、沈承緯 指導老師：張維倫 蔡明致

表現優異名單

·數學科

第三名 過橋問題之應用與研究

簡佑丞、林泳嫻、蔡坤佑 指導老師：洪裕堂 陳奕如

·物理科

第二名 「可圓可電？」---無葉扇發電機的可行性研究

謝承遠 指導老師：潘瑾卿 蔡明致

第三名 「旋轉跳躍，落地火箭」---利用轉動增加火箭降落穩定性的探討

高有猷、周沛安 指導老師：潘瑾卿 蔡明致

·化學科

第三名 「極」中生電---影響膠膜電池效能之探討

許桂綸、何律霆 指導老師：黃家瑜 游雯淨

感謝老師辛勤指導 本校師生同賀

·生活與應用科學類(一)

第三名 「髮夾彎剋星」---mBlock製作「車聯網測距感應反光鏡」

蕭宇祥、劉冠廷、柯翊弘 指導老師：黃文儀 蔡明致

佳作 「如入無人之境」---運用尼姆遊戲探討無人機訊號傳遞速率

郭柏辰 指導老師：洪傳宗 蔡明致

·生活與應用科學類(二)

第三名 似水年「闊」---特斯拉闊魚道中水流特性之研究

劉珈彤、劉秉翰、李冠邑 指導老師：潘瑾卿 蔡明致

第三名 「吞雲吐霧」---雨水霧氣「捕雨網」的設計

陳智傑 指導老師：游雯淨 蔡明致

第三名 「油燃而生」---回收廢油與硬脂酸鹽對酒精膏燃燒的影響

龔子宸 指導老師：施佩汝 蔡明致

佳作 「風水輪流轉」---節能纖維薄膜藻類栽培水輪的設計

洪子勛、林秉程 指導老師：張維倫 蔡明致

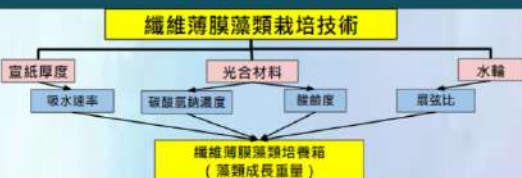
台中市科展團體獎第一名

「風水輪流轉」--- 節能纖維薄膜藻類栽培水輪的設計

貳、研究目的

- 一、宣紙的厚度對藻類生長速率的影響
- 二、水中的碳酸氫鈉對藻類生長速率的影響
- 三、水中的酸鹼度對藻類生長速率的影響
- 四、水輪扇弦比對藻類生長速率的影響

參、研究方法



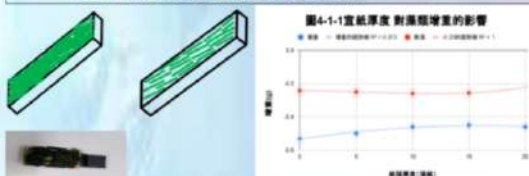
肆、研究結果與討論

一、宣紙的厚度對藻類生長速率的影響

實驗一：

1. 原理：藻類大量死亡，從藻類鋪設方式可以發現，藻類都是一次濃綠色的膜在一起，從其結果可以推測，藻類可能是因為大量藻類，上方藻類過厚遮住光線，導致下方藻類沒有光線而死亡。

2. 鋪設與應用：在鋪設時，應先將藻類在水中攪拌，使藻類不會在池裏沉，再將藻類鋪在膜片上，使下方藻類不會被遮光(仍會有一點光線，但下方藻類能生長)。

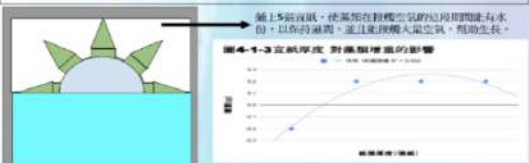


圖二：

- 1.因葉面積小，因為箱內的空氣和外界無法交換，導致箱內二氧化碳濃度升高，使植株死亡，而葉面積大的植株少，發量也較少，使植株量變少，較難看出差異。
- 2.植株間應用最新設計實驗箱，調整水室和氣孔開度並更換，箱內有充足的二氧化碳，以提升產量。



實驗三：
1. 因素：薄紙或厚紙（正成義），而且厚度5張紙、10張紙和20張紙的結果都相同，代表只賣有一定量的水，就與薄紙生長。
2. 發現與應用：在水輪旋轉時有一半的時間都會碰到水，所以節省資源，只靠五張紙就能在旋轉空氣時提供少量的水。



二、水中的碳酸氫鈉對藻類生長速率的影響

1. 因酶对底物有专一性(即酶有专一性)。①氧化 HCO_3^- 需酶催化,使细胞内 CO_2 浓度升高,有利于 CO_2 的利用,使呼吸作用加强。而② CO_2 在细胞内产生,可在无氧条件下随水的情况下, CO_2 溶于水中,使细胞内 CO_2 浓度升高,有利于 CO_2 的利用,使呼吸作用加强。
2. 蔗糖(1)因为为海藻细胞水分的最大来源(约占90%)。而海藻细胞水分的和细胞内所含大量海藻多糖(海藻糖)的分解,海藻糖在细胞内分解,会产生大量的海藻糖,海藻糖在细胞内分解,会产生大量的海藻糖,海藻糖在细胞内分解,会产生大量的海藻糖。
- (2) $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{HCO}_3^-} \text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$
- 海藻糖在细胞内分解,会产生大量的海藻糖。
- $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{HCO}_3^-} \text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$
- 海藻糖在细胞内分解,会产生大量的海藻糖。
3. 海藻糖在细胞内分解,会产生大量的海藻糖。



三、水中的酸鹼度對藻類生長速率的影響

- [illegible]



四、水輪展弦比對藻類生長速率的影響

1. 包裝用藥板：之所以會用平片，是因為片上去膏，會形成片裂現象，導致藥效減低。因此，包裝用藥板可採用凹形片，凹形片可避免裂片現象。
2. 原形：原形比1.2的片，這種片可增加穩定性的原形結構，縮小大藥，進而可獲得穩定的片質。
3. 包裝用藥板：設計凹形片，第一層凹形片，第二層凹形片，第三層凹形片，以獲得穩定性的原形結構，進而可獲得穩定的片質。第四層凹形片，可獲得穩定的片質，進而可獲得穩定的片質。



伍、結論

最佳水輪的條件

- **葉片：**
- (一) 在土上覆蓋乾草，並撒較粗稻，可以增加葉面力固定葉面，並提供接觸空氣時期讓空氣充足。
- (二) 葉面塗漆：第二收穫後增加葉片的寬度，長方形，因採一片葉子寬點較難轉動，葉片之闊度小於長度，所以長方形較長方形，寬點則增加長度，以提升葉面接觸空氣的範圍，寬點則較超過長度，讓葉面接觸空氣，長方形則利用面積多，而葉面片窄，避免兩葉片較長而重疊，且葉片兩面都塗漆，增加面積多。
- 注意事項：**
- (一) 在葉片兩面增加寬0.5cm，並將漆塗的厚度與葉片葉面的四圍塗漆，可以避免在塗漆時造成漆的乾涸，並且讓漆能在水中間，增加接觸面積，儘可以避免在塗漆時乾涸。
- (二) 葉片塗漆：採一片葉子塗漆，避免葉片之間不必要的空隙，且能節省更多電力，讓葉片多塗漆。
- **水溫：**
- 光照：葉面塗漆不塗光線，故光線較強時，並且多宜射葉面。
- **水質：**
- 水質：金剛砂水質，將水溫度提高，使溫度提高。(夏天葉面大量死亡，冬天葉面大量變綠)。
- **水質：**
- 水質：金剛砂水質，可節省百分之三的淡水或處理空氣。



作者

洪子勛 林秉程



指導老師：張維倫組長

臺中市111學年度科展作品研究成果

「極中生電」--- 影響膠模電池效能之探討

壹、研究動機

在閱讀科展作品時，發現有一組在製作紙電池，紙電池改善了乾電池體積大，不方便攜帶的問題。我想讓紙電池的效能更好，所以我想利用不同的變因來探討更多影響電池效能的因素。希望未來可應用於穿戴式電子元件上。最近也有電池污染地球問題，也希望能夠使用**優酪乳代替代化學物質來製作電解質，減少地球污染。**



貳、研究目的

- 一、正負極面積對電池電壓的影響
- 二、電解質的濃度(氯化鈉)對電池電壓的影響
- 三、複蓋的紙材質不同對電池電壓的影響
- 四、優酪乳濃度對電池電壓的影響
- 五、加入優酪乳中電解質濃度(鹽)對電池電壓的影響
- 六、果糖糖濃度對於電池電壓的差異
- 七、最佳電極組合電池搭配優酪乳發電效能

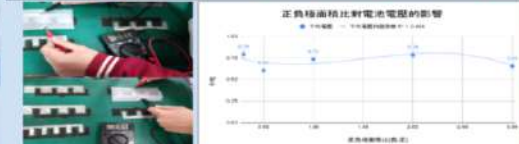
參、研究方法



肆、研究結果與討論

一、正負極面積對電池電壓的影響

1. 同型：在魚翅的正確比例 1 和 1.3 時電阻會過高。
2. 原理：(1)魚翅的正確比例，提供分子所屬電度。而轉的表裏變化會降低電阻而增加電度。因此，比例面積比正確大才能提供反應所需電度。
3. (2)轉片原子電度較高，正確的分分子電度較低，所以相同的反應正確面積較大。
4. 發現問題：溫度提高，轉的分分子電度，可採用氣化過程的藥品，提升分子作用速度。另外，可用電性佳的，絕緣材料降低電度。



二、電解質濃度對電壓的影響

4. 結果：電腦計算速率與刺激大小成二次大關係。
5. 實驗者認為刺激變化的因素是正確估計的標準偏差，所以電腦計算速率與刺激變化的平方成正比。
6. 結論：根據上述電腦實驗，1.5 秒鐘，但我們假定的只有約 0.7-0.8 秒鐘時，之前的刺激作用產物應繼續作用作為刺激，推測神經系統可反應的刺激時間比短於此，因此電腦較大，而非以可起反應的標準時間較小，因此電腦較大，之速度與時間較短，因此電腦較大，之速度與時間較短。



三、 附 属 合 同 的 注 册 商 标 的 注 册 合 同 的 注 册

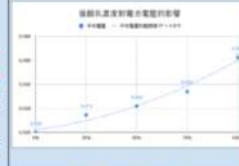
- [illegible]



四、優酪乳濃度對電池電壓的影響

1. 因果:

- (1) 開路電壓和電阻。電極電阻，因為相鄰的成分提供電離氧化還原反應的離子數。
(2) 二次曲線的表示還有其他因素在影響化學反應。
2. 原理
- 使飽和內含乳鋅離子。乳鋅離子在進行呼吸作用時會放出電子，此時若接連一個電極，電子便進入銅絲，達到發電效果。若將飽和乳鋅純，則乳鋅比例降低，因此電壓減低，電阻變短。
3. 生產與使用優點
- 隨手可得的飽和乳，可作為電池電解液。不僅經濟實用，也對環境友善！



五、加入優酪乳中的電解質濃度對電池電壓的影響

1. 因素:
- (1) 電解質濃度造成的電壓非固定定值，在 1% 時電壓最高。
 - (2) 實驗中有除了電解質濃度的因素影響著電壓。
2. 原理: 鈣離子生電濃度為 0.9%，所以 1% 的電解質會讓乳酸菌的生電效果最好，濃度越高會產生細胞脫水，因此放電效果下降。
3. 新發現與新應用: 如果未來要追加電解質提高乳酸菌的生電效果，應調配符合細胞生理濃度的電解液最佳。



六、加入優酪乳中果寡糖濃度對於電池電壓的差異

1. 因素：
- (1) 芽菌糖濃度在 20% 內，芽菌糖濃度越高電阻率下降。
 - (2) 若芽菌糖濃度高於 20% 時就會開始上升。
2. 原理說明：
- (1) 芽菌糖濃度高，可造成芽菌內膜破裂使乳脂與糖水分離，導致無法繼續產生電子。
 - (2) 芽菌糖濃度低，則芽菌能吸收水分，芽菌會吸收水分而產生電子。
3. 驗證與應用：理論上，芽菌糖濃度越高則電阻會愈高。根據實驗結果，當芽菌糖濃度小於 20% 時符合理論，濃度超過 20% 時，電阻開始下降。推測溫度過高的芽菌糖會產生內膜破裂。



七、最佳電極組合電池搭配優酪乳發電效能

1. **因素：**我們利用**優酪乳**來代替電池中的**電解質**，發現電壓差約4%，表示優酪乳來代替電解質是**可行**的。
2. **新發現與新應用：**雖然這個電極組合的電壓沒有普通的**薄膜電池**高，但是電解質相對對地球**比較不會造成污染**，以後可發展成**環保電池**。

	模型test1	模型test2	模型test3	模型test4	模型test5	平均模型
磷酸乳	0.812	0.811	0.824	0.822	0.805	0.815
氯化钾	0.835	0.851	0.857	0.838	0.849	0.852

伍、結論

- 一、負極比正極比2:1和1:3時電壓最高。
- 二、電解質的濃度和電池電壓大小並無太大影響，因影響電壓的因素是正負極的標準電位。
- 三、電極上覆蓋的紙的材質會影響電池的電壓，紙的吸水力越強，電壓則越弱；吸水力越弱，電壓越強。
- 四、優酪乳濃度越低，電壓越低。
- 五、電解質濃度1%時電壓最高。如果需要添加電解質提高乳酸菌放電效果，應調配符合細胞生理濃度的溶液效果最佳。
- 六、果寡糖濃度在20%內，果寡糖濃度越高電壓越高；若果寡糖濃度高於20%效能會開始下降。
- 七、利用優酪乳來代替掉電池中的電解質，發現電壓差約4%，表示優酪乳來代替電解質是可行的。

作者

許桂綸何律霆



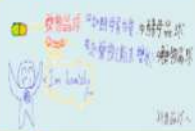
指導老師：黃家瑜 游雯淨老師

臺中市111學年度科展作品研究成果

「催燦晶亮」--- 活性酵母微米晶球的設計

壹、研究動機

1. 人們常說「良藥苦口」，但希望藉由晶球將其變為「良藥可口」
2. 希望藥品在胃中「緩慢釋出」，不立即被胃酸分解，達到最佳消化作用。
3. 在藥物分解後，晶球不殘留於體內中，達到最佳成功率(回收率)。



貳、研究目的

- 一、海藻酸鈉濃度對晶球噴霧直徑大小的影響
- 二、海藻酸鈉噴入高度對晶球直徑大小的影響
- 三、海藻酸鈉晶球加入酵母含量對其發酵速率之影響
- 四、海藻酸鈉溶液濃度對酵母晶球成功率之影響
- 五、海藻酸鈉溶液濃度對酵母晶球發酵速率之影響

參、研究方法



肆、研究結果與討論

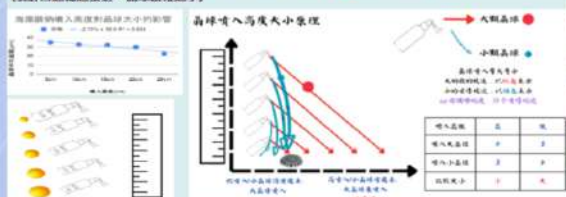
一、海藻酸鈉濃度對晶球直徑大小的影響

在相同環境、溫度、濕度、氫氧化鈣溶液下，分別用五種不同的海藻酸鈉濃度(0.05、0.10、0.15、0.20、0.25)噴入氫氧化鈣。而結果為海藻酸鈉濃度越高，晶球直徑越大，反之晶球直徑越小，所以製成最小晶球，0.05%之海藻酸鈉效果最佳。(0.05%濃度太低，無法成形)運用蓋司原理，如果晶球直徑小，晶球因受重力較小而不容易破裂保持完整，較少。如果直徑太高噴入，晶球會較少且不完整。



二、海藻酸鈉噴入高度對晶球直徑大小的影響

在相同環境、溫度、濕度、氫氧化鈣溶液下，分別用五種不同的海藻酸鈉噴入高度(5、10、15、20、25cm)噴入氫氧化鈣。而結果為海藻酸鈉噴入高度越高，晶球直徑越大，反之晶球直徑越小，所以製成最小晶球，25cm之海藻酸鈉效果最佳。(噴射口太高噴入，晶球會較少且不完整)。



三、海藻酸鈉晶球加入酵母含量對其發酵速率之影響

在相同環境、溫度、濕度、氫氧化鈣溶液下，海藻酸鈉溶液分別加入五種不同含量的酵母(0.1、0.2、0.3、0.4、0.5g)，噴入氫氧化鈣。而結果為酵母含量越多，其發酵後產生二氧化碳越多，故其水位也下降越多，所以酵母含量越多，其發酵速率越快，反之酵母含量越少，其發酵速率越慢。晶球酵母越多，雖然發酵速率快，但晶球因太多無法包住，所以無法回收。因此，晶球中加入酵母，應適量，所以我們將他加入0.3g(0.3g)加入海藻酸鈉溶液中。



四、海藻酸鈉溶液濃度對酵母晶球成功率之影響

酵母晶球多，其發酵速率較快，故其成功率較高。故其成功率較高。

由以上所見，晶球在發酵中會完整，而在發酵中會完整，故其成功率較高。故其成功率較高。

由此可知，30.05%海藻酸鈉濃度，第三實驗中所製的為酵母晶球的速率影響，結果為晶球在發酵中會完整，故其成功率較高。故其成功率較高。

而晶球在發酵中會完整，故其成功率較高。故其成功率較高。



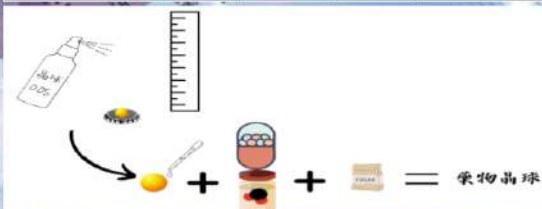
五、海藻酸鈉溶液濃度對酵母晶球發酵速率之影響

由上述實驗可以得知，30.05%酵母、40-60℃之海藻酸鈉晶球，其發酵速率最快，也不會因為先經立刻破裂，所以本實驗最終之結果為：30.05%海藻酸鈉晶球為最符合本實驗需求之比例。



伍、結論

海藻酸鈉溶液 (海藻酸鈉g/ 水c.c.)	氫氧化鈣 (氫氧化鈣g/ 水c.c.)	噴入高度 (cm)	酵母菌 重量 (g)	葡萄糖 (葡萄糖g/ 水c.c.)
(0.05g / 40~60c.c.)	(0.7g / 100c.c.)	25 cm	0.05g	(0.1g / 100c.c.)



酵母晶球加入葡萄糖+氫氧化鈣溶液後之照片，觀察到酵母正在發酵產生二氧化碳的氣泡，晶球在發酵過程中因氣泡大而破裂(失敗)。

作者

陳宥豪 沈承緯



指導老師：張維倫組長

臺中市111學年度科展作品研究成果

「旋轉跳躍，落地火箭」--- 利用轉動增加火箭降落穩定性的探討

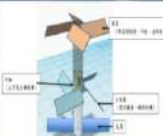
壹、研究動機

目前地球正在面臨各種不良變化，因此便有許多開始改造火箭，使其可以降落，來降低飛行成本。而我們是希望利用類似於羽球及直升機的原理來改善火箭降落。羽球的部分是會使用旋轉讓火箭旋轉，來設法達成角動量守恆。直升機的部分則是將火箭分成兩半，上半部為展翼，也就是直升機的尾旋翼用於穩定飛行及抵禦主旋翼的轉動慣量，主旋翼則用於浮升。



貳、研究目的

- 一、火箭載重量對穩定度的影響
- 二、火箭重心位置對穩定度的影響
- 三、展翼折角對火箭轉速、晃動次數、高度的影響
- 四、展翼展弦比對火箭轉速、晃動次數、高度的影響
- 五、尾翼展弦比對火箭晃動次數的影響
- 六、主旋翼折角與風速的相互影響



參、研究方法



肆、研究結果與討論

實驗一 火箭載重量對火箭穩定度的影響

1. 因素: 火箭載重量300克時穩定度(5) ≈ 0.26 最小，表現最穩定。即火箭本體最大載重量大約為火箭本體重量的6倍(火箭本體重50.2g)。
2. 原理: 載重量越大，火箭穩定性越好。
3. 發現: 本系統設計載重量為本體的6倍最佳。



實驗二 重心高度對火箭穩定性的影響

1. 因素: 本實驗數值穩定度(5) 越小越穩定，發現重心位置越低越好，低於25%以下最佳。
2. 原理: 重心越低，力矩越短。
3. 發現: 平均載重量(約150公克)且位於瓶身底部25%以下位置時具有最佳平衡穩降的效果。



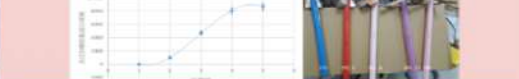
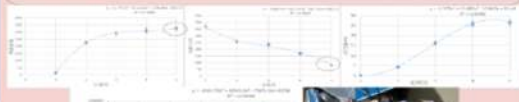
實驗三 展翼折角對火箭轉速、晃動次數、高度的影響

1. 因素: 展翼折角角度越大火箭轉的越快，更平衡，但到108度時火箭的兩者開始走下坡，高度則是到72度最高。
2. 原理: 在此高度下，風速越快才會使180度晃動最小，當角度至144度的話，平衡高度約下降為108角度的3.5倍火箭下降的過程與空氣摩擦不顯累積慣性，然後用計算修正火箭穩定性，如果轉動的展翼展開時可以平衡在較高高度，將有利增加修正時間。
3. 發現: 利用控制展翼的折角來讓火箭達到降落的效果，高需要快速移動或減少度降時，可以讓展翼的折角為0度或180度，若火箭速度過快可以減成36度減速，若火箭降落時晃動過大則可以利用108度來達到平衡。



實驗四 展翼展弦比對火箭轉速、晃動次數、高度的影響

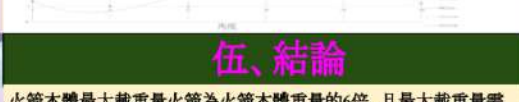
1. 因素: 本實驗數值穩定度(5) 越小越穩定，轉速與高度而在多模式三次方高度相關。
2. 原理: 只要展翼沒有接近失速狀態，在相同條件下展弦比大的展翼產生的升力也大，因而能減少展翼的起飛和降落過程距離，由於轉動慣量原理，轉速越快，晃動次數越少。
3. 發現: 改變展翼比可以預測高度與轉速的綜合變化，由不同風速試驗出適當的展翼轉速可以增加火箭降下的穩定性，該值或可由以下實驗進行試驗。



1. 因素: 設計折角展弦比5:1的晃動次數分別為218.2與19.2，相差約為11倍之多。
2. 原理: 展翼的變量越多，可以減低風速的穩定性。
3. 發現: 展翼展弦比會影響火箭降落的穩定性，其中以展翼設計為佳。



1. 因素: 風速變化下，三次方多模式預測力矩($R^2=0.475$)，火箭上展翼快速或慢速轉動用36度為佳。
2. 原理: 風速越快，所以72-144度的火箭最易旋轉，所以越容易旋轉，而0度則是由於展翼比大小，才會比180度更穩定。
3. 發現: 展翼比5:1，因此展翼比正好適合36度旋轉，因此讓火箭上下移動到了平衡，而沒有適合180度了。



伍、結論

火箭本體最大載重量火箭為火箭本體重量的6倍，且最大載重量需位於瓶身底部25%以下位置時具有最佳平衡穩降的效果。當降落風速越快或速度慢，但晃動大時展翼使用折角越靠近36度，越慢或速度快晃動大時，則越靠近144度。而展弦比越大越好(在適當的範圍下)，因為展翼越長，力臂也就越長越可以平衡火箭。另外尾翼展弦比也會影響火箭降落的穩定性，其中以高展弦設計為佳。低展弦1:5與高展弦5:1的晃動次數分別為178.6與19.2，相差約為9倍之多。當風速越快時，越靠近36度，越慢越靠近360度，但不為0度或180度，因為兩者皆沒有受風面積，容易速度突然過快。若在中等風速則是越靠近108度。做完第六個實驗後有測試將展翼折角使用144度，主旋翼折角108度和展翼折角144，主旋翼折角72，可變電阻長21左右發現可以達到平衡，有後續發現上面的轉速要小於下方轉速，而比例大約是每秒2圈:每秒5圈，因為下段旋翼位在重心處負責懸浮，上段旋翼則是平衡，所以轉太快反而不適合平衡。就像直升機，大的螺旋槳(主旋翼)再重心處，小的螺旋槳(展翼)則在尾部，負責平衡。

作者
高有靦 周沛安



指導老師: 潘瑾卿老師



教育部111年度中小學科學教育計畫專案

(執行成果編號：041)

執行單位：台中市立居仁國民中學

中華民國 112 年 08 月 31 日

