

# 教育部113年度中小學科學教育計畫專案

## 期中報告大綱

計畫編號 :1-3

計畫名稱:「鷹、S、陸」-STEAM+6E教學模式輔以人造物鷹架協助學生進行實驗設計活動

主持人:潘瑾卿

執行單位:居仁國中

### 壹、計畫目的及內容

#### 一、研究背景

去年研究過程發現，學生對於「實驗設計」大項的困難點，八成以上為「撰寫實驗步驟」與「進行研究假設」，所以今年想研究如何採6E教學模式輔以人造物鷹架提升學生實驗設計能力。

教學者首先閱讀中小學科展的作品說明書範本，以STEAM拆解作品說明書內容，提供學生鷹架文字(以STEAM分類)，並拍成鷹架影片，藉由影片，學生可以自主學習，了解STEAM的意義與思維方向，陳列於科學文本中的STEAM面貌，鷹架物來自於他人作品與教師學習單引導，希望學生藉由模仿，創新等學習過程也將STEAM回歸於自己的探究過程乃至於作品呈現中。

本研究期待使用6E教學法，增加學生STEAM素養與實際使用STEAM的能力，過程提供鷹架物教材，評估學生實驗設計的能力變化為今年的研究重點。

#### 二、研究目的

(一) 了解學生在科展教師實施6E循環教學下，學生實驗設計能力的變化?

(二) 了解科展教師鷹架物輔助下，學生實驗設計能力的變化?

#### 三、研究問題

(一) 科展時間進程下，鷹架物投入對學生實驗設計-「文獻探討-鑽寫研究動機與研究目的」的能力變化。

(二)科展時間進程下，討論版上教師教學鷹架對學生實驗設計能力產出的對應影響。

### 貳、研究方法及步驟

本研究方法偏向行動研究，質性與量化的收集資料，在參考相關文獻後，討論現象，希望獲得有幫助性的結論，由於今年科教專案研究計畫目的為提供鷹架物與STEAM素養下，分析學生實驗設計能力的變化，而本身亦為學生專題研究的指導老師，所以確定以學生為中心下，我的研究步驟時間軸就以學生研究歷程鋪成，進度由以下說明:

#### 一、第一階段 學生報名與線上課程階段

時間:112學年度7月-113學年度8月

**學生背景:** 學生預計進入居仁國中就讀，教師給予線上課程請學生自行閱讀，學生可以藉由課程引導，收尋文獻，發現問題並與教師利用雲端分享想法。

**教師角色:** 整理報名表，定期給予學生線上作業，定期回覆學生想法與相關文獻，鷹架與支持，保持學生參與(6E-1)與探索(6E-2)的動力。

 <p>2024居仁國中 新生科展暑期培訓實體課程</p> <p>5/2 收到的電子郵件就是第一週的活動及作業! 每兩週都會有相關的電子郵件，說明線上學習內容及作業方式說明，請依照進度進行。</p> <p>2023/7/3~7/7 暑期新生科展暨獨立研究實體培訓課程(講解獨立研究線上課程的作業模式) (8/20之前，隨時都可以補交各週的作業喔!)</p>	<p>2024居仁國中科學展覽暨獨立研究 新生線上先修課程 報名表</p> <p>B I U ↺ ↻</p> <p>Knowhow for "獨立研究" 的新鮮人—20240312</p> <p>一、什麼是「獨立研究」——</p> <p>——獨立研究—是練習以—科學—當成一種<b>解決問題的思考模式</b>，養成以—科學方法—解決問題的習慣，不論將來從事任何行業。(包含自然科學、人文科學及社會科學)，需要的是一個會 邏輯思考、解決問題、事實求是、積極進取的人才!</p> <p>二、未來發展:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 積極準備—台中市科學研究獎勵計畫、台中市科學展覽及資優生獨立研究成果發表會</li><li>2. 籌備未來—青少年科學人才培育計畫—、發明展及國際科展</li><li>3. 籌備未來—高中生學習歷程檔案—各項競賽資歷 (高中生小論文競賽、莊宏科學獎、國際發明展、...)</li><li>4. 以願意學習<b>自然科學與社會科學</b>的未來研究人才為主角，進行學術性研究之生涯發展做準備。</li></ol> <p>三、活動方式:</p> <p>2024/5/1起進行新生線上表單教學</p> <p>圖 2-1-2 科展社線上先修報名表</p>
---	---

## 二、第二階段 研究生文獻探討階段

時間:113學年度9月-10月

**學生背景:** 每個學生已經有感興趣的研究主題，但多半是小學課內實驗或已進行多次的成熟實驗，缺乏創新與應用性，學生撰寫的報告內容均為不完整的科學呈現，僅有實作過程照片，不會數據分析，討論與結論，不足以支持科學研究的可信度和可重複性，學生的心理層次與態度尚未進入研究階段。

**教師角色:** 教師利用社團時間進行STEAM素養教學(附錄二)，讓學生了解內涵，並且提供師生雲端討論平台，教師該階段與學生一起查詢文獻，並賦予學生屬意研究主題一個創新的方向，鮮少完全否決學生的想法，而學生也在雙方討論下能再釐清現象中可以探究的部份，抓出關鍵的語詞與科學概念，提供學生解釋的機會(6E-3)。

## 三、第三階段 研究生測試階段

時間:113學年度10月-11月

**學生背景:** 本階段學生屬意的研究主題已經更加明確也賦予該主題應用創新方向，基本上研究草圖已經擬想，直待現實考驗。學生準備好部分研究器材進入實驗室進行實驗，期待本階段學生應具備有三因分析的能力(操作變因，控制變因，應變變因)，撰寫研究假設，研究步驟的能力，並且準備心態在實驗過程精準的控制好因素，對研究誠實與負責。本階段是圖 2-3-1中的計畫-盤點資源-執行之循環階段。

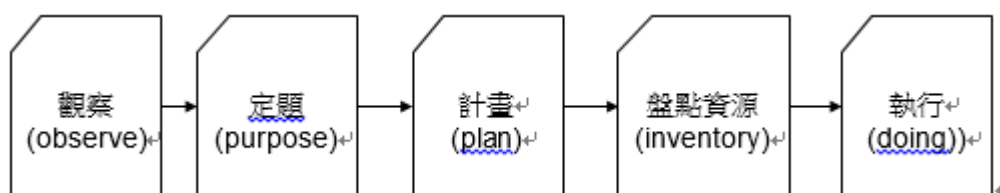


圖2-3-1 OPPID 階段 (研究者自繪)

教師角色:進入實驗室的第一天，給予學生自己的研究筆記，並指導學生寫科學筆記的大綱，協助學生取得材料，引導學生進行實驗假設並實作，當學生”卡關時”，學生得要主動提問，意即學生要有發現問題的能力，教師經由「示範」、「解說」、「提供文獻」等鷹架物協助學生進度，把假設經由實驗設計驗證實否，分析與討論，使學生具有真正的研究能力(Engineer，6E-4)，教師也觀察學生特質，並將其質性紀錄於研究結果中。



圖2-3-2 教師講解科學筆記紀錄方法



圖 2-3-3 學生在實驗室實驗狀況



圖2-3-4 教師在實驗室示範實驗

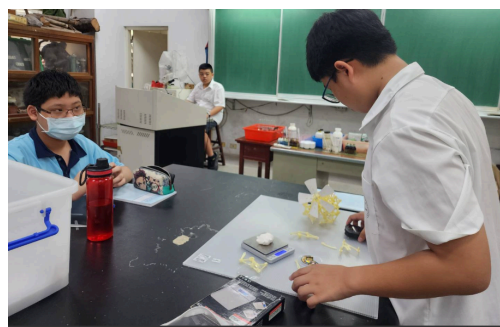


圖 2-3-5 學生在實驗室實驗狀況

## 參、目前研究結果與討論

### 一、第一階段 學生報名與線上課程階段 (7-8月)

學生按照老師教學步驟後進行題目的收集，共有120次回覆，扣除21次重覆回覆，在99人回覆中，教師依照**研究可行性**批改學生作業，共有7人可行，37人研究方向待修正，55人研究題目不符合專題研究深度與創意。統計分析結果如圖 3-1-1所示。

表 3-1-1 線上課程階段學生實驗設計(文獻收集與表達想法)作業回覆表

項目	淨回覆(次)	可行(次)	待修正	待重新作業
次數	99	7	37	55
百分比(%)	0	7	37	56

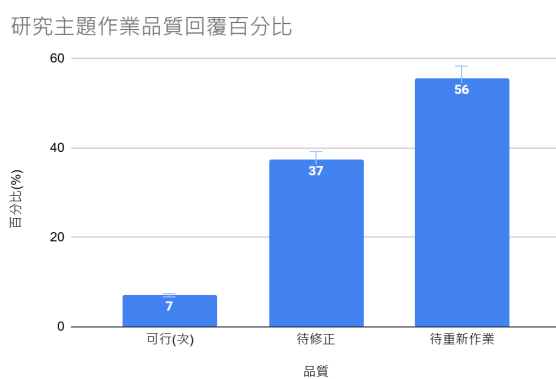


圖 3-1-1 研究主題作業品質回覆百分比

接者以教師批改內容請學生回覆想法，教師問句如下：

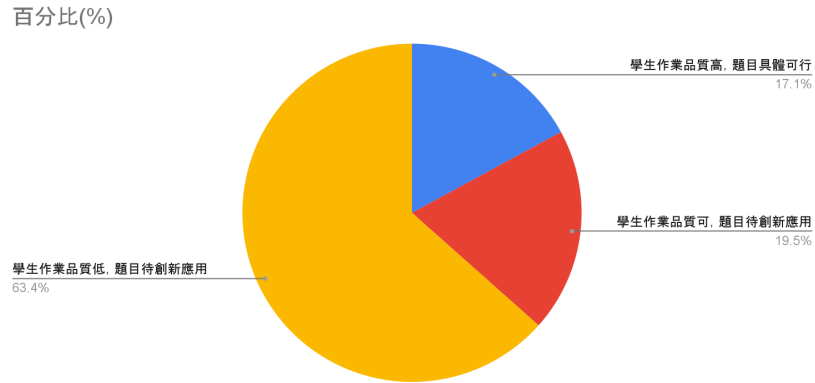
- 一、參考第一課作業的教師回饋(研究方法可行性一欄)，進行修正，回應以下問題：  
第一課作業教師回饋連結：略

二、持續了解你的研究問題，依照範本格式寫出一篇研究動機，並列出參考文獻：  
範本網址：略  
範本格式網址(可以下載修改)：注意紅色文字即為格式，依照格式完成作業。

教師提供紙本鷹架物讓學生模仿書寫研究動機，用意在讓學生將自己想法與文獻內容結合，奠基在文獻上轉化成可以操作的實作，並添加自己的靈感加大寫作篇幅，變成自己的研究動機，回收學生的作業回覆為41份，其中學生題目變得具體可行有創新的為7份，學生題目具體可行待研究創新方向為8份，其餘26份為學生無法按文本鷹架物擴展轉化文獻成為創新之作，確認問題為解決問題的第一步(王美芬，熊召弟，2005)，研究動機主要是針對所要探討的問題加以陳述，並提及此問題在這個研究領域的重要性(王俊明，2015)，**所以研究動機與目的是實驗設計的「背景說明」**，只有提供文字鷹架物下能夠進行研究背景說明良好的只有17.1%。作品品質比例分布如圖3-1-2 作業:研究動機作業品質回覆。

表 3-1-2 作業:實驗設計能力(研究動機作業)品質回覆。

回收(份)	學生作業品質高, 題目具體可行	學生作業品質可, 題目待創新應用	學生作業品質低, 題目待創新應用
41	7	8	26
百分比(%)	17	20	63



## 二、第二階段 研究生文獻探討階段(9-10月)

自願且通過作業品質測試的學生進入科展社，本階段教學重點為讓學生持續參與(6E-1)、探索(6E-2)與解釋(6E-3)，教師提供解說，文本鷹架等進行討論，分析師生在討論版上的互動，並進行STEAM素養教學，學生在授課後填寫STEAM素養測驗卷，研究結果與討論如下

### (一) STEAM素養測驗卷

教師再給予STEAM影片鷹架並且請學生觀看後填寫問卷，表 3-2-1 STEAM 素養認知比例，附錄一為STEAM素養認知測驗卷表單。

表 3-2-1 STEAM 素養認知比例

分數	人數	百分比(%)
80	0	0.0
90	11	61.1
100	7	38.9

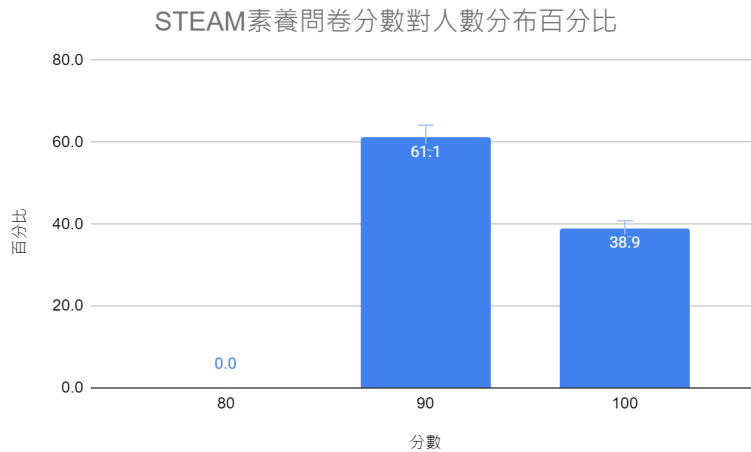
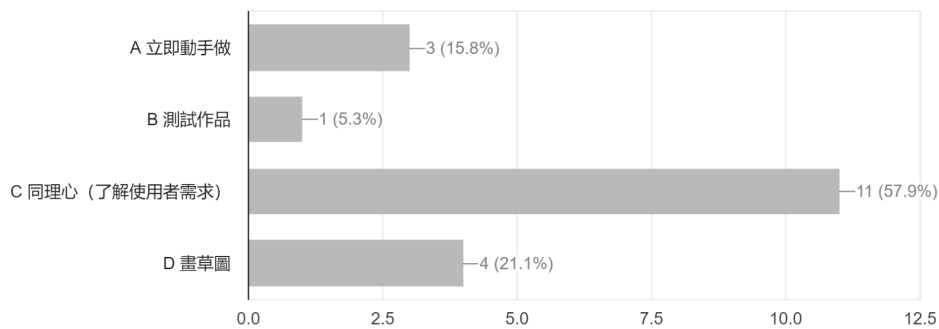


圖3-2-2 STEAM素養認知比例分數隊人數分布

由問卷平均分數93.8分可以知道，**學生在教學後具有高程度STEAM素養，並且程度均勻，錯題最多分別為第三題與第七題，作答分析如下：**

3. 設計思考的第一步是什麼？

答對次數：0 (作答總數：19)

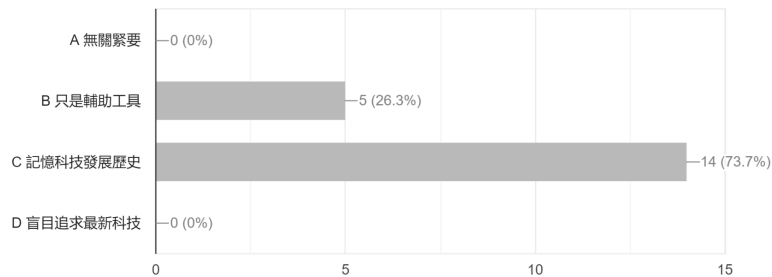


Ans: 正確答案：C (同理心，了解使用者需求)

學生答錯的原因可能是因為多研究自然科學方面，所以少考量了「人的需求」層面。

7. 數學在STEAM中扮演什麼角色？

答對次數：0 (作答總數：19)



正確答案:C (記憶科技發展歷史)

學生對於STEAM中的M(數學)傾向工具認知而已，應該教育學生數學向度是跨學科的溝通橋梁，準確的數字紀錄，有利於科學家們互享知識，促進不同領域間的知識轉移。並且數學是研究者嚴謹的科學思維方式表達方法。

## (二) 討論版教師教學鷹架

單一學生討論版中出現第一次個別種類鷹架記為一次，再次出現的重覆鷹架不再記入次數，所以單一學生討論版中「文獻解說」鷹架出現多次，也只記入一次，所以所有總類鷹架的總次數為90次，將教師鷹架分類為「單純提供文獻」，「對重點文獻作文字解說」，「實驗原理文字說明」，「實驗步驟提供」，「實驗架構圖提供」，「實驗應用與目的提供」，分別對鷹架內容解釋如下：

表3-2-2 討論版中教師教學鷹架說明：

編號	鷹架名稱	鷹架內容
1	文獻	提供相關的全國科展報告或碩博士論文報告。
2	文獻解說	教師本身有靈感感應的文獻內容摘錄出來，並考量學生知識程度，對學生做書面解說。
3	實驗原理	教師評估專題，分析其中存在的科學原理，查詢資料分享讓學生知道。
4	實驗步驟	1.找尋文獻，直接提供實驗步驟，讓學生仿作。 2.自行撰寫實驗步驟讓學生仿作。 3.提供測量方法。 4.提供軟體資源。 5.提供取量數值。 6.提供實驗器材。
5	實驗架構圖	教師協助學生拆解實驗變因後，直接將變因繪成大致實驗架構圖。
6	實驗應用與實驗目的	1.給予學生創新的應用方向。 2.給予學生一個待解決的問題情境。

表3-2-3 討論版中教師鷹架占比

教師教學鷹架	文獻	文獻解說	實驗原理	實驗步驟	實驗架構圖	實驗應用與實驗目的
次數	20	12	13	20	10	15
總次數	90	90	90	90	90	90
比例(%)	22	13	14	22	11	17



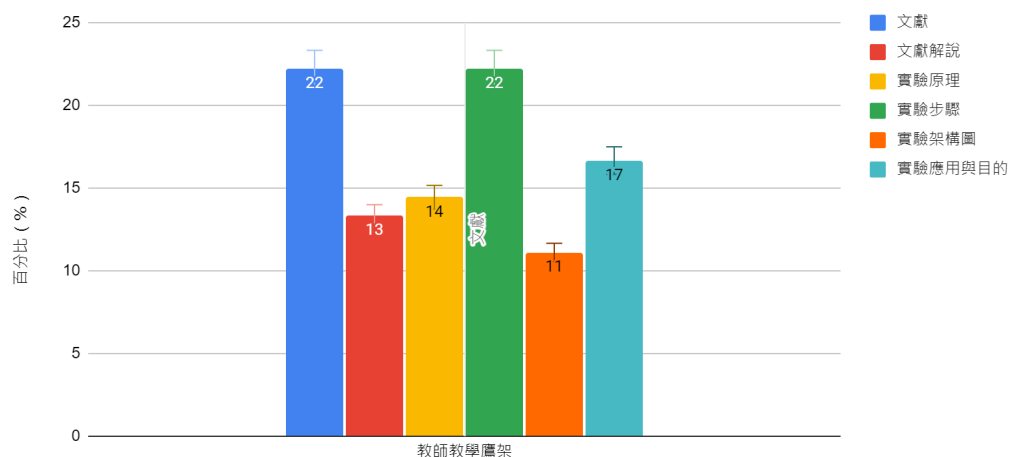


圖 3-2-1 教師鷹架占比圖

表3-2-4 討論版中學生產出占比

學生產出編號	1	2	3	4	5	6	0
學生產出項目	對口的討論	反饋文獻與想法	開設實驗器材	粗略的研究藍圖	多次修改研究藍圖	仔細的研究步驟	無法回應教師鷹架
次數	13	12	8	4	4	4	7
總次數	52	52	52	52	52	52	52
比例(%)	25	23	15	8	8	8	13

縱軸：比例(%)，橫軸：學生產出項目

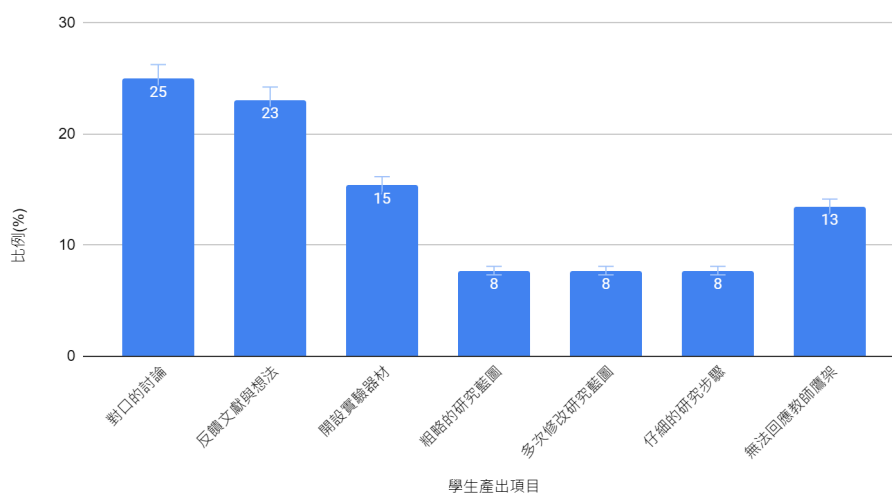


圖3-2-2 討論版中學生產出占比

整體而言，教師在討論版上提供的教學鷹架分布較學生產出學習成果均勻，學生產出偏向紙本討論(對口+反饋想法)，教師投入多的「實驗步驟」鷹架(22%)，學生卻產出「實驗



步驟」成果只有8%，教師鷹架「實驗架構圖」與學生產出實驗藍圖的投入與產出大致相同，分別為11%與8%，分別以下討論：

## 一文獻鷹架是否應該加上解說鷹架？

由表 3-2-3與表3-2-4比較可以知道，教師帶領科展活動仍是起於文獻探討，同時，比重也最為重，但「文獻解說」鷹架只提供13%，比例偏低，學生中，23%的「反饋文獻想法」次數最為多。也有13%的學生無法進行任何回應。

分析文獻探討在科展指導的角色(傅秀蘭，2013)分析指出學生不易獨立研讀理解文獻而需指導教師介入協助，學生對於前人研究的理解，極端仰賴指導老師先行理解，並發揮學科專業所扮演的居中引介能力。許多資深科展指導教師認為指導教師應該具備了解「歷屆科展作品」的基本能力，但在實際進入科展工作後，可以視學生能力引導。

## 二 教師實驗步驟鷹架與學生實驗步驟產出落差的原因？

### (一) 教師與學生的知識背景落差

教師乃學士或碩士學歷，知識量遠遠大於學生，許多教師以為的基本知知識，只憑提供原理鷹架(14%)，對學生仍然是難以消化吸收應用。譬如說：教師可以知道不同液滴在玻璃面上在液-固交介面會有不同的圓形弧度出現(稱為「接觸角」)，實驗步驟就寫要學生「量接觸角」，學生還是不知道要量哪一個部分，也不知道照片要怎麼拍，舉例圖3-2-3與圖3-2-4接觸角拍攝照片。

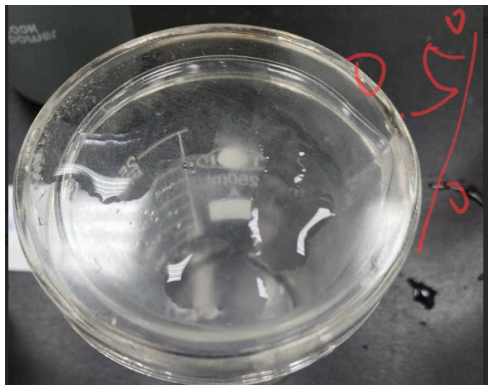


圖3-2-3 學生拍攝的錯誤接觸角照片



圖3-2-4 教師示範後-正確接觸角照片

### (二) 教師與學生對實驗裝置的熟悉性

學生做過的實驗多半是廠商提供的規格裝置，而科展中許多實驗裝置都要自行組裝，教師在步驟中描述的組裝設備，就算提供簡易模擬裝置圖，學生還是無法理解教師所言，所以無法進行實驗或進行回應。學生對於實驗器材應用的經驗也很匱乏，所以學生難已透過文字進行實際操作，舉例：圖3-2-5與圖3-2-6 手繪圖與實際組裝的差異。

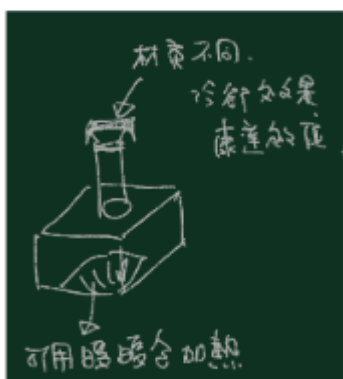


圖3-2-5 教師在討論版提供的實驗步驟鷹架

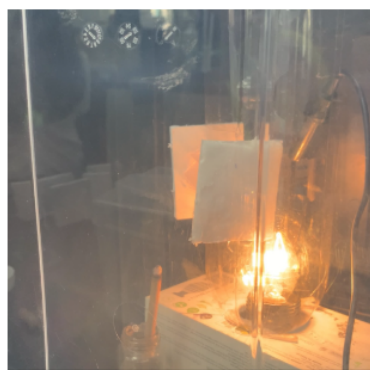


圖3-2-6 教師在實驗室實際提供的鷹架

通過示範可以將文字步驟具體化，示範是指科學教師將研究內在的過程具體化給學生看到，使學生可以明確了解所要學習的實際內容，教師在實驗室親身示範，可以調展現「師徒制」精神，傳統師徒制擁有三個步驟：「示範」、「訓練」及「鷹架」(吳武雄，蔡哲銘，邱美虹，常月如，葉昭松，2009)，科學教師在實驗室提供示範的例子可以是：親自操作...(示範分光光度計並基礎解說原理)；改裝與改造...(示範改裝寶特瓶剪成一半變成軌道)，思維方式...(示範解決找材料或中途查文獻的搜尋關鍵詞)，圖表草繪(示範如何思考測量)...，數據判斷...(示範判斷數據表現合於假設嗎?)。多加示範，直到去除鷹架為止。

#### 肆、目前實驗成果

一、線上教學階段，教師只有投入範本鷹架時，學生能**收集科學資料-發想科學問題-聚焦科學操作問題-鑽寫研究動機**的比例只有17%。可見在「**稍有動機進行初步探索**」的小六升國一生中具備進入「**系統性研究狀態**」的學生極為少數。所以亟需教師發展科展教學鷹架。

二、科展指導教師需要盡可能的提供「**文獻解說鷹架**」，選題時，師生均能理解起來不費力的主題，會較艱深難懂的題目適宜，也能促進教師指導科展的意願。

三、**實驗步驟鷹架**投入與**學生產出實驗步驟結果**最有落差，所以實驗步驟鷹架應該多使用教師「**現場示範**」，可幫助學生迅速適應情境，進入研究思維，釐清探究中變因間關係，確保控制變因執行的準確性等等好處。

#### 四、科展教師教學鷹架提供

由於科展研究的時間緊迫，若能目標式且結構化溝通，增加效率，依照研究報告結論以下提供教學鷹架－學生產出溝通大項。科展鷹架教學單

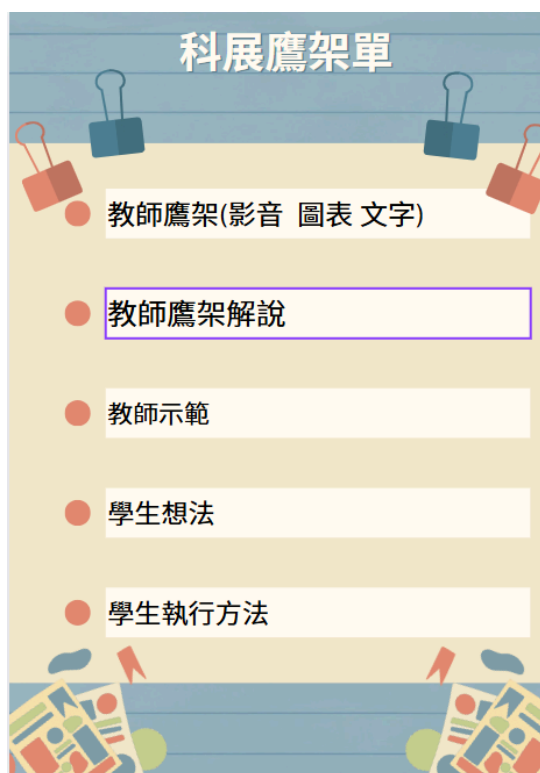


圖 4-3-1 canva education-研究者自繪

#### 伍、目前完成進度

- 一、了解學生STEAM素養程度且投入相關STEAM文本鷹架幫助學生建構科展研究報告。
- 二、了解師生討論版，主要溝通與反饋文獻鷹架，教師應該多提供文獻解說鷹架。
- 三、在實驗步驟設計上需要大量加上親身示範鷹架，降低文本鷹架的認知落差。
- 四、協助學生參與台中市科研計畫初選21件。

#### 陸、預定完成進度

- 一、分析學生物理實驗設計能力測驗-前測。
- 二、分析學生化學實驗設計能力測驗-前測。
- 三、舉辦外聘教師假日科展增能活動。

#### 柒、討論與建議(含遭遇之困難與解決方法)

##### 一、指導教師人力不足

解決辦法可是透過教師同儕影響，建立教師專業社群。由具有豐富科展指導經驗的教師分享成功案例與指導心得，展現科展活動對學生學習的正面影響，進而吸引更多教師投入科展指導工作。額外提供彈性鐘點，藉此延聘具專業背景的教師參與科展指導工作。依研究結果只錄取約15%的高意願研究生，每年約15位減少專題研究數目。

## 捌、參考資料

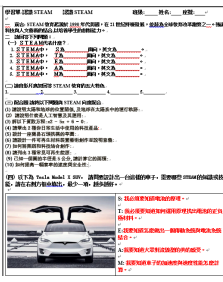
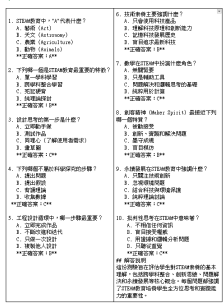
- 王俊明 (2015)，論文的研究、統計與測驗方法，台北：師大書苑出版社。
- 王美芬，熊召弟(1995)。國民小學自然科教材教法。台北:心理。
- 傅秀蘭(2013)，析論文獻探討在科展指導的角色，中華資優教育學會-資優教育論壇，11卷，16-41頁。
- 吳武雄，蔡哲銘，邱美虹，常月如，葉昭松(2009)，以建模與認知師徒制開發新興科技融入高中課程之教學研究~ 台北市建國高級中學高瞻計畫之總計畫，科學月刊，第319期，頁2-頁7。

## 附錄一 STEAM素養認知測驗卷表單

STEAM素養認知測驗 選擇題（每題10分，共100分）

<p>1. STEAM教育中，"A"代表什麼？</p> <p>A. 藝術（Art）</p> <p>B. 天文（Astronomy）</p> <p>C. 農業（Agriculture）</p> <p>D. 動物（Animals）</p> <p><b>**正確答案：A**</b></p> <p>2. 下列哪一個是STEAM教育最重要的特徵？</p> <p>A. 單一學科學習</p> <p>B. 跨學科整合學習</p> <p>C. 死記硬背</p> <p>D. 純理論探討</p> <p><b>**正確答案：B**</b></p> <p>3. 設計思考的第一步是什麼？</p> <p>A. 立即動手做</p> <p>B. 測試作品</p> <p>C. 同理心（了解使用者需求）</p> <p>D. 畫草圖</p> <p><b>**正確答案：C**</b></p> <p>4. 下列哪個不屬於科學探究的步驟？</p> <p>A. 提出問題</p> <p>B. 提出假設</p> <p>C. 背誦理論</p> <p>D. 收集數據</p> <p><b>**正確答案：C**</b></p> <p>5. 工程設計循環中，哪一步驟最重要？</p> <p>A. 立即完成作品</p> <p>B. 不斷改進和迭代</p> <p>C. 只做一次設計</p> <p>D. 複製他人設計</p> <p><b>**正確答案：B**</b></p>	<p>6. 技術素養主要強調什麼？</p> <p>A. 只會使用科技產品</p> <p>B. 理解科技原理和創新能力</p> <p>C. 記憶科技發展歷史</p> <p>D. 盲目追求最新科技</p> <p><b>**正確答案：B**</b></p> <p>7. 數學在STEAM中扮演什麼角色？</p> <p>A. 無關緊要</p> <p>B. 只是輔助工具</p> <p>C. 問題解決和邏輯思考的基礎</p> <p>D. 純粹用於計算</p> <p><b>**正確答案：C**</b></p> <p>8. 創客精神（Maker Spirit）最接近下列哪一個特質？</p> <p>A. 被動接受</p> <p>B. 創新、實踐和解決問題</p> <p>C. 墨守成規</p> <p>D. 盲目模仿</p> <p><b>**正確答案：B**</b></p> <p>9. 永續發展在STEAM教育中強調什麼？</p> <p>A. 只關注技術創新</p> <p>B. 忽視環境問題</p> <p>C. 結合科技與環境保護</p> <p>D. 純粹理論討論</p> <p><b>**正確答案：C**</b></p> <p>10. 批判性思考在STEAM中意味著？</p> <p>A. 不相信任何資訊</p> <p>B. 盲目接受權威</p> <p>C. 用證據和邏輯分析問題</p> <p>D. 只聽從直覺</p> <p><b>**正確答案：C**</b></p>
--	---

## 附錄二 STEAM 素養教學週次

周次	教學目標	學生研究階段	鷹架物	網址	教材
二 9/12	STEAM素養教學，Engage 參與，Explore 探索	文獻搜尋與探討	影片，提問，糾正	STEAM 新素養 <a href="https://www.youtube.com/watch?v=e2yzjDHNVCU">https://www.youtube.com/watch?v=e2yzjDHNVCU</a>  教育活起來！7分鐘一次了解STEAM教育【科普TIME】Ke Pu TIME__EP.35  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=zssKNBGyDs8">https://www.youtube.com/watch?v=zssKNBGyDs8</a>	STEAM學習單一  
三 9/19	STEAM素養教學，Engage 參與，Explore 探索	文獻搜尋與探討	教師引導，鷹架文字，同儕互動。	STEAM 教育簡介 <a href="https://www.youtube.com/watch?v=JpjFCok8zNQ">https://www.youtube.com/watch?v=JpjFCok8zNQ</a>	STEAM學習單二  
四 9/26	STEAM素養與學生研究方向-問題意識與問題分析，  Explore 探索，  Explain 解釋	研究動機與研究問題與研究目的  (發現問題)	教師引導，鷹架文字，同儕互動。		STEAM學習單二

10月份施測:學生STEAM素養認知測驗

附錄三- STEAM層次應用在作品說明書內容的教學週次

周次	教學目標	學生研究階段	教學方法與流程	鷹架物	產出
十二 11/14	STEAM素養與報告 Explain 解釋，Enrich 深化，Evaluate 評量	研究報告書撰寫-前三章	1.電腦輔助教學 2.鷹架物教學	鷹架範本  (附錄四)	研究計畫
十三 11/21	STEAM素養與報告，，Enrich 深化，Engage 參與，Evaluate 評量	研究報告書撰寫-實驗內容	1.電腦輔助教學 2.鷹架物教學	鷹架示範  同儕表現  (附錄四)	言究計畫
十四 11/28	STEAM素養與報告，Engineer 建造，Enrich 深化，Evaluate 評量	研究報告書撰寫-討論與結論	1.個別指導時間 2.參差進度調整	文字鷹架	研究計畫



附錄四 研究報告範本與STEAM原則對應

壹、研究動機 (S:科學現象,事實)

我在查詢資料時，看到了亥姆霍茲共振木馬的影片，有一個人用聖誕樹上掛的聖誕樹球和一根木棍黏起來，然後用 170Hz 喇叭播放聲音，亥姆霍茲共振木馬就神奇的轉動了，這讓我想到海邊的風力發電機一樣可發電，如果聲音也可以帶動物體轉動，就可以將聲能轉換成動能轉換成電力儲存，讓我充滿研究興趣。我嘗試研究亥姆霍茲共振木馬的外型裝置比例，讓他在特定頻率下轉動，也研究與設計共振腔來集中放大聲音能量，要在共振腔中放入壓電陶瓷來發電。

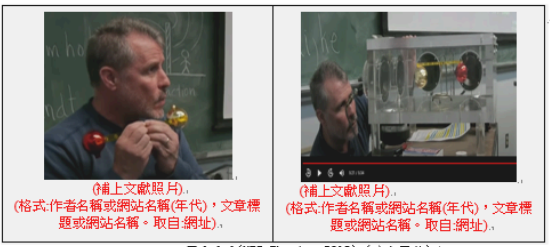


圖 1-1-1(NPS Physics, 2015) (放上圖片)

貳、研究目的及研究問題

- (一) 研究問題 (S, T, E, 一個問題一個問題解決, 有順序性的)
1. 不同頻率高低會影響旋轉速度嗎?
  2. 喇叭遠近距離和旋轉速度快慢有相關嗎?
  3. 共振腔口徑與腔體比例會影響旋轉速度嗎?
  4. 震動腔體積大小會影響自然頻率嗎?
- (二) 研究目的,
1. 頻率對亥姆霍茲共振木馬旋轉速度的影響。
  2. 喇叭遠近對亥姆霍茲共振木馬旋轉速度的影響。
  3. 共振腔口徑對亥姆霍茲共振木馬旋轉的影響。
  4. 共振腔體積對自然頻率的影響。

參、研究設計

一、研究設備及器材 (T, E 利用資源解決問題, 裝置要有單元, 工程的系統性想法)

表 3-1 研究器材

研究器材與規格	研究器材與規格	研究器材與規格
平板(手機)	分貝器 app	壓克力板
調音器	巧拼	壓電陶瓷
喇叭	聖誕樹球	錄音程式
喇叭		音響

二、研究過程或方法

(一)、重要名詞解釋 (S, 抓取文獻中獲報告中的概念或不斷重複的字出來寫名詞解釋)

(一)亥姆霍茲共振:亥姆霍茲共振 (Helmholtz resonance) 指的是空氣在一個共振腔中的共振現象,例如:在一個空瓶子的瓶口吹氣引起的共振。在 1850 年代由赫爾曼·馮·亥姆霍茲設計並命名,亥姆霍茲共振器一開始的目的是為了分辨複雜聲音環境下的不同頻率,比如音樂的振頻。(維基百科, 2022)。

(二)共振:產生第一共振(即最低頻,也稱基頻或基音)的波長恰為弦長的兩倍,至於其他更高共振(也稱泛音)的波長則是基頻波長的整數倍分之一,這些對應的共振頻與弦波波速有關,如 (1) 式  $f = \frac{N}{2L} v$  (1) 其中  $L$  是弦長(兩端固定的弦),  $N = 1, 2, 3, \dots$ 。

至於弦波或繩波波速  $v$  則與張力  $T$  和單位長度的質量  $\rho$  有關,如 (2) 式  $v = \sqrt{\frac{T}{\rho}}$  (2)。

則共振頻率  $f = \frac{N}{2L} \sqrt{\frac{T}{\rho}} = \frac{N}{2L} \sqrt{\frac{F}{M/L}}$  (3) 其中  $M$  是弦的總質量。(劉翠珊, 2011)。

(三)共振腔:以弦樂器為例,弦樂器的弦很細,表面積很小,因此它們的振動不足以使用周圍空氣強烈振動起來,亦即其周圍空氣發散的聲音很弱,難以將聲音直接送入人耳。因此為了增強空氣分子的振動,才會將弦扣在板或盒上,當樂器上的弦振動起來時,離弦非常近的“共鳴箱”就會隨之做受迫振動,這種強迫性的振動頻率等於弦的振動頻率(但不必等於腔體的自然頻率),整個木板振動就能提高發聲體與空氣分子碰撞的接觸面積,從而提高了向周圍空氣輻射聲能的效率,這就是“共鳴箱”(共振腔)的作用。其次,“共鳴箱”(共振腔)的固有頻率是一定的,如果弦要與之發生共振,弦的振動頻率就必須等於其固有頻率才行。(鄭永銘, 2012)。

(二)、實驗方法

(二)、實驗方法

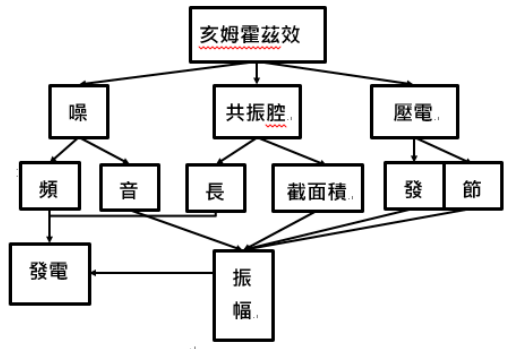
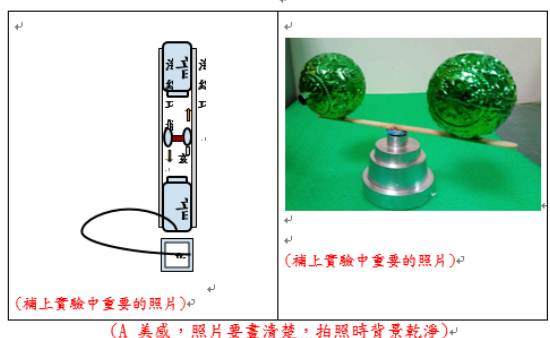


圖 3-2-2 實驗研究架構圖

(E 思維, 誰影響誰, 上下關係或左右關係, 要表達正確清楚)



## (二)、共振箱長度對亥姆霍茲旋轉木馬旋轉速度的影響<sup>4)</sup>

假設:共振箱類似亥姆管。

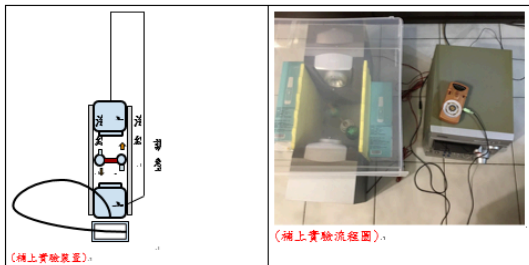
操作變因:喇叭遠近。

控制變因:共振腔體積、音量大小、實驗器材、頻率。

應變變因:旋轉速度。

實驗步驟:

1. 先用實驗用的亥姆管旋轉木馬。
2. 然後把蓋子拿掉。
3. 測量出它旋轉速度。
4. 發現有共振箱的旋轉速度較快。
5. 它不是亥姆管。



(補上實驗裝置)。

(補上實驗流程圖)。

(E 流程要清楚, 步驟要一步步寫出來, 要編號, 寫的時候要設想)<sup>4)</sup>

圖 3-2 實驗裝置設計圖及照片(放上自己的實驗裝置圖)。

## 6. 結果與討論:

(1). 因果關係(what):從圖表發現, 球體直徑 6 公分的共振腔大約在 260(HZ)時音波共振現象推動木馬的旋轉速率最快。

(M 用數學解釋實驗結果)<sup>4)</sup>

(2). 原理與解釋(why): $V(\text{音速})=f(\text{頻率}) \times (\text{波長})$ 。

室溫時音速為 343.2 公尺/秒, 亥姆管的自然音頻=268(Hz),  $\frac{(\text{波長})=343.2/268=1.28 \text{ 公尺}=12.8 \text{ 公分}}$ , 球體直徑=6 公分,  $6/12.8=0.47$ , 並非特殊的波腹或波節的位置, 所以推論:由於共振腔長度與波長的關係, 並未發現數值關係, 推測共振腔材質與形狀也會影響共振腔的自然頻率數字。

(M 用數學討論)<sup>4)</sup>

(3). 新發現與應用(How):只有在特定的頻率(接近共振腔的自然頻率)情況下, 才能推動木馬快速轉動。以球體直徑 6 公分的共振腔, 大約在 260(HZ)時旋轉速率最快, 推測應是在特定的頻率(接近共振腔的自然頻率)情況下, 才能產生最大共振, 藉以推動木馬快速轉動。至於共振腔長度與波長的關係, 並未發現數值關係, 測共振腔材質也會影響共振腔的自然頻率。

(E 展現系統思維, 進行下一步假設)。



(補上實驗相關圖片)。

(補上實驗相關圖片)。

(A 美感, 對實驗器材拍攝清晰 乾淨的照片)<sup>4)</sup>

圖 4-1-2 實驗裝置照片。

## 6. 結果與討論: (M, 數學分析, 相關公式)<sup>4)</sup>

1. 因果關係:本實驗發現, 體積越大, 自然頻率越低, 體積與頻率的倒數與自然頻率呈現正比關係(圖 4-4-1,  $R^2=0.968$ ,  $y=37395x-797$ )。

2. 原理與解釋:在第 55 屆中小學科展作品中引用文獻提出:1863 年德國物理學家赫爾曼·馮·赫姆霍茲, 他發明赫姆霍茲共振器, 用來研究聲學中 sin 波的“頻率”和“音高”, 經管與空腔結合稱為赫姆霍茲共振器, 經過推導, 赫姆霍茲共振器的共振頻率(F)為:

$$F = \frac{c}{2\pi} \times \sqrt{\frac{A}{V_0 L}}$$

F:共振頻率(Hz 自然頻率), C:音速(cm/s), A:瓶頸截面積( $\text{cm}^2$ ),  $V_0$ :共振腔體積(ml), L:瓶頸長 (cm), 由公式發現, F 與共振腔體的體積根號成反比, 本實驗亦發現此現象。

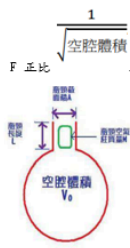


圖 4-4-2 圖繪赫姆霍茲共振器 (李昀、葉黃若、葉蘇佩若, 2016)。

3. 新發現與應用:可以配合聲場情境, 加上利用共振腔的體積大小設計, 內建聲場陶瓷片, 以特定聲波(自然頻率)能量來發電。<sup>4)</sup>

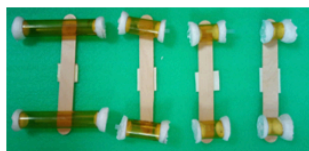


圖 4-4-2 實驗裝置照片

## 伍、結論及未來展望<sup>4)</sup>

1. 結論: (A M 成品展示, 有預測性的公式列出成果)<sup>4)</sup>

(1)以球體直徑 6 公分的共振腔, 大約在 260(HZ)時旋轉速率最快, 推測應是在特定的頻率(接近共振腔的自然頻率)情況下, 才能產生最大共振, 藉以推動木馬快速轉動。赫姆霍茲共振器的自然頻率與共振腔效果是發電效果的關鍵。

(2)本實驗音源長度測試, 配合頻率數值, 經過計算發現, 音源場並非音管效應, 代表自然聲音情境下, 赫姆霍茲共振器(木馬)仍然可以轉動。

(3)共振腔沒達到音管的要求, 但是卻可以集中音波能量, 降低能量的發散。

(4)共振腔口徑直徑比在 1:6(進去:共振腔)會最好。

(5)共振腔體積與共振頻率有線性關係, 頻率= $37395 \times \frac{1}{\sqrt{\text{空腔體積}}} - 797$ 。

2. 未來展望:透過改良亥姆霍茲效應木馬裝置, 嘗試利用共振腔內噪音共振變因的控制, 希望能提升共振腔出口處對噪音共振音波的振幅, 進而完成減噪及發電的完美環保組合。<sup>4)</sup>

<div data-bbox="178 246 738 479"> <p>日期:9/12 發言者: 蔡老師</p> <p>我看到什麼資料:老師給的資料</p> <p>參考文獻:<a href="#">中華民國第63屆中小學科學展覽會作品說明書-國語科</a></p> <p><a href="#">中興獎第54屆中小學科學展覽會 作品說書</a></p> <p><a href="http://myhome.mspg.tp.edu.tw/aspp/document/%E7%A7%91%E5%B1%95%E7%AC%95%E5%B1%86%E7%A7%91%E5%B1%95%E6%B0%A3%E6%BA%B8%E6%82%B3%E6%92%AD%E6%BC%B1%E9%9A%94%E6%9D%BE%E8%87%E9%A2%A8%E6%89%87%E5%B0%8D%E7%A9%8A%E6%B0%A3%E6%B5%81%E9%80%94%E7%94%84%E5%B0%B1%E9%8F%BF.pdf">http://myhome.mspg.tp.edu.tw/aspp/document/%E7%A7%91%E5%B1%95%E7%AC%95%E5%B1%86%E7%A7%91%E5%B1%95%E6%B0%A3%E6%BA%B8%E6%82%B3%E6%92%AD%E6%BC%B1%E9%9A%94%E6%9D%BE%E8%87%E9%A2%A8%E6%89%87%E5%B0%8D%E7%A9%8A%E6%B0%A3%E6%B5%81%E9%80%94%E7%94%84%E5%B0%B1%E9%8F%BF.pdf</a></p> <p><a href="https://ws.moi.gov.tw/Download.ashx?u=1zAwMS9UcGwYVWQvT2xkRmIsZV9BYnpXNDdldyZlNjYXJkaC8uNDUjLzE1Nzk3MTM1ODAwLnBkZgZh30%3D&amp;n=5Y%2Bu54fGEZvw5Y2ASub655%2BJ5mp5a6h5YWNleq54S26YCaa6Kq5gh5hyPSLml5bu656uLnBkZgZh30%3D">https://ws.moi.gov.tw/Download.ashx?u=1zAwMS9UcGwYVWQvT2xkRmIsZV9BYnpXNDdldyZlNjYXJkaC8uNDUjLzE1Nzk3MTM1ODAwLnBkZgZh30%3D&amp;n=5Y%2Bu54fGEZvw5Y2ASub655%2BJ5mp5a6h5YWNleq54S26YCaa6Kq5gh5hyPSLml5bu656uLnBkZgZh30%3D</a></p> <p><a href="https://ws.moi.gov.tw/Upload/404/rfile/q489/213924937a8be5-shfb-4083-8078-acae623dfceee.pdf">https://ws.moi.gov.tw/Upload/404/rfile/q489/213924937a8be5-shfb-4083-8078-acae623dfceee.pdf</a></p> </div>	<div data-bbox="836 253 1331 443"> <p>日期:10/01 發言者:蔡老師</p> <p>資料:</p> <p><a href="https://www.youtube.com/watch?v=xEktB8Bxi6U">https://www.youtube.com/watch?v=xEktB8Bxi6U</a></p> <p>利用一個長型電磁炮加速器，來啟動車輛，並給它一個初始速度。在離開電磁炮加速器時，讓車輛啟動本身的推進器，並使之進入軌道。這種啟動模式可以大大節省燃料成本。</p> </div>
<div data-bbox="165 672 316 696"> <p>編號1 文獻</p> </div>	<div data-bbox="807 593 1125 622"> <p>from 2025-塗O皓討論版</p> </div> <div data-bbox="807 665 1023 692"> <p>編號2 文獻解說</p> </div>
<div data-bbox="376 768 521 788"> <p>接觸角(水滴角)原理</p> </div> <div data-bbox="185 810 708 880"> <p>接觸角(Contact Angle, θ)又稱水滴角為衡量材料本身親、疏水性的重要指標。接觸角(θ)係指當一液體與固體接觸時，經由固、液、氣三相點接觸到的三根點沿著液/氣界面的切線方向所形成的夾角(經由液體內部的夾角)。簡單來說，就是液體表面與固體表面之間的夾角。接觸角是一種測量性的量度，理論試驗值為0~180度，當θ=0度時，表面完全濕潤，當θ=180度時，表面完全不濕潤。</p> </div> <div data-bbox="349 898 549 1019"> </div> <div data-bbox="173 1072 649 1104"> <p><a href="https://www.amtech.com.tw/custom_61349.html">https://www.amtech.com.tw/custom_61349.html</a></p> </div>	<div data-bbox="844 757 944 779"> <p>三、研究步驟</p> </div> <div data-bbox="844 786 1045 804"> <p>(一)高麗菜塊溶液對鹽酸的緩衝能力</p> </div> <div data-bbox="844 810 1150 828"> <p>實驗假設:高麗菜塊溶液中的有機酸溶液具有緩衝能力。</p> </div> <div data-bbox="844 831 986 848"> <p>操作變因:鹽酸的莫耳數。</p> </div> <div data-bbox="844 855 1125 873"> <p>控制變因:溫度、等待時間、高麗菜塊溶液的體積。</p> </div> <div data-bbox="844 880 1035 898"> <p>應變變因:高麗菜塊溶液的酸鹼度。</p> </div> <div data-bbox="844 902 901 920"> <p>實驗步驟:</p> </div> <div data-bbox="860 927 1307 1061"> <ol style="list-style-type: none"> <li>準備等濃度高麗菜塊溶液。</li> <li>準備0.5%的鹽酸溶液一罐。</li> <li>利用平均值測量一滴鹽酸的體積(取20滴鹽酸溶液的體積再除以20次，得平均值)。</li> <li>每30秒滴入鹽酸溶液1滴於300ml的高麗菜塊溶液中，紀錄pH值變化。</li> <li>分析總鹽酸莫耳數對菜汁pH值的影響，找出緩衝的pH值範圍。</li> </ol> </div> <div data-bbox="844 1070 1013 1090"> <p>(之前的實驗步驟有誤)</p> </div>
<div data-bbox="165 1267 379 1296"> <p>編號3 實驗原理</p> </div>	<div data-bbox="807 1267 1023 1296"> <p>編號4 實驗步驟</p> </div>
<div data-bbox="201 1335 665 1724"> </div>	<div data-bbox="850 1388 920 1411"> <p>引用藝 9/16</p> </div> <div data-bbox="850 1417 1339 1574"> <ol style="list-style-type: none"> <li>杜孺殼可應用於製作塑膠鞋底，可減少石化基塑膠的使用。</li> <li>杜孺殼和纖維素結合後，可製成生物基可分解的複合原料，開發出生物基的不織布，可做為環保口罩的素材。文獻中通常杜孺殼+纖維素做衣服，so 如果做衣服可以，做塑膠袋也應該可行，建議學生往這方向邁進。實驗一：取杜孺殼處理出碳酸鈣，加入纖維素與天然膠體試試看，測延展性，受應力的承受強度。</li> </ol> </div>
<div data-bbox="165 1926 379 1953"> <p>編號5 實驗架構圖</p> </div>	<div data-bbox="807 1926 1125 1953"> <p>標號6 實驗應用與實驗目的</p> </div>