目錄

【序言】

教學研究團隊……1

學科知識概念圖……2

科教專案計畫……3

科教專案教學設計……14

科教專案教學成效分析……52

科教專案活動照片……72

科教專案期中報告……82

科教專案期末報告……143

科展報告……207

教學研究團隊

計劃主持人

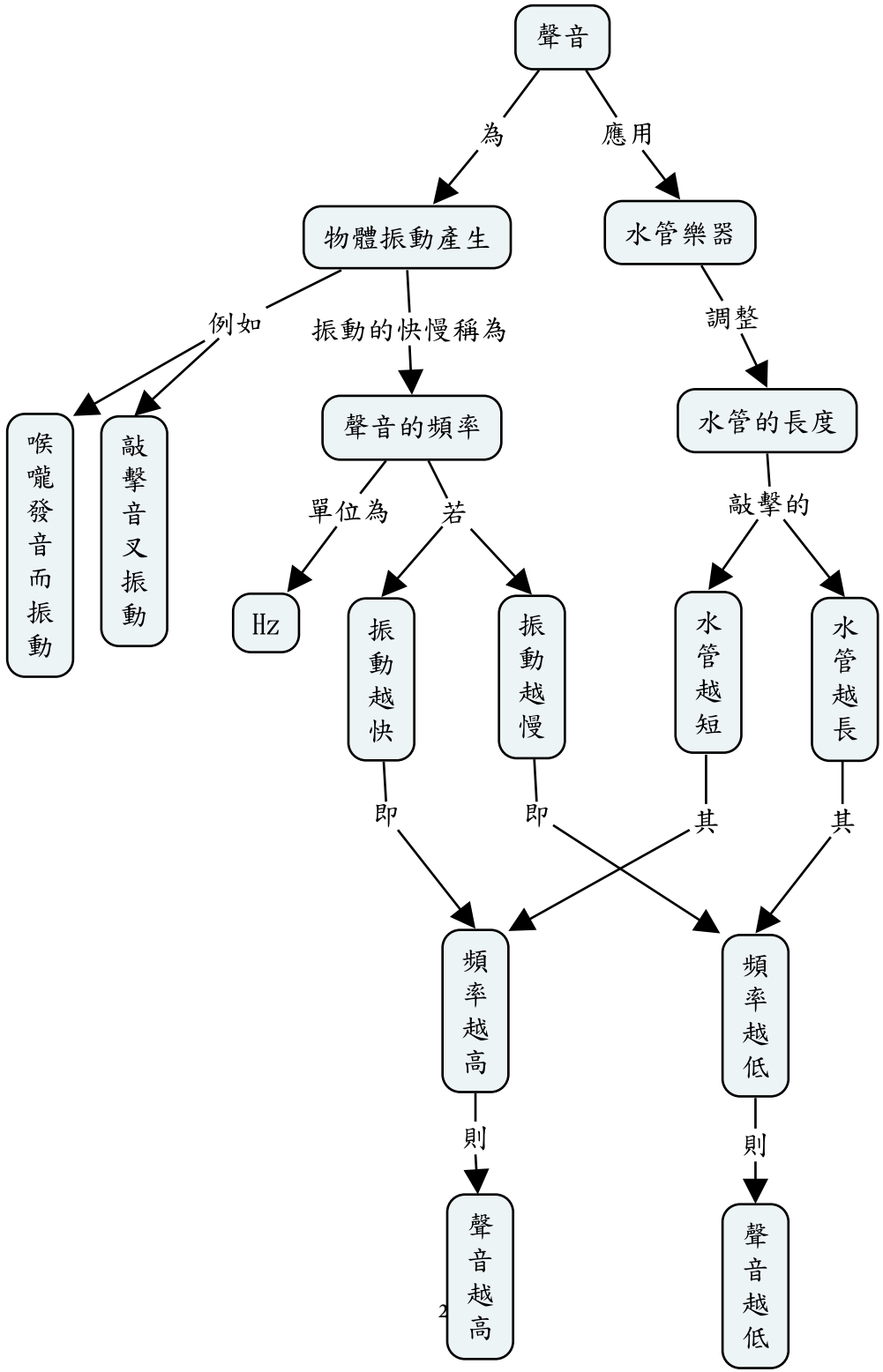
陳克韋

郭世育

李義評

協同研究人員

陳勇男	王梅華
紀慶隆	陳曼蕓
吳函穎	趙純萍
王雅玲	陳念儀
陳柔萍	蔡鎮聰
吳彥慶	翁嘉穗
魏如吟	廖庭農
吳守仁	林家君
林宛柔	邱昇興
林漢良	傅身健
幄力斯	


聲音
為
應用
物體振動產生
水管樂器
例如
振動的快慢稱為
調整
喉嚨發音而振動
敲擊音叉振動
聲音的頻率
水管的長度
單位為
若
敲擊的
Hz
振動越快
振動越慢
水管越短
水管越長
即
即
其
其
頻率越高
頻率越低
則
則
聲音越高
聲音越低

參、研究計畫摘要

一、計畫名稱：

發展 STEAM 國際課程提升國小生科學探究能力-以自製水管打擊樂器為例

二、研究計畫之背景及目的：

108課綱的核心素養希望學生「能適應現在生活及面對未來挑戰」，現代生活的周遭充斥著不斷創新的科技產品、各項資訊，以及所衍生出的問題。因此我們的國民更需要具備科學素養，能瞭解科學應用、善用科學方法及運用創新思維，面對生活中各種科學問題，能做出評論及行動。科學學習方法，當激發學生對科學的好奇心與主動學習為出發點，引導從既有經驗出發，經由主動探索、專題製作等多元途徑獲得深度學習。

圖 1:接軌國際鏈結全球意涵

教育部在 2020 年發佈「國際教育 2.0 白皮書」，提到未來努力方向有二點： 1.深化推展國際教育融入課程 鼓勵學校將國際教育融入各領域學科，或設計國際教育課 17 程模組，提升外語、全球議題、文化課程學習及資訊科技運用能力等，進行課程國際化的深度實踐。2.擴大國際交流對象與交流模式 鼓勵學校建立國際夥伴關係及實施多元國際交流模式，包括實體及網路的國際交流，讓學生透過體驗學習，認識不同國家及文化，提升其國際視野與競爭力。國際教育 2.0 理念建立在 12 年國教課程綱要之上，鼓勵學校教師結合中小學課程與國際教育課程，將國際議題融入各領域學科， 或進行跨領域統整教學，培養學生具備「多元文化與國際理解」的核心素養。國際教育是一種體驗教育，中小學應透過結交國際夥伴來學習國際教育。透過國際夥伴關係之延伸，才能迅速獲得更多教育國際化的資源與機會。「接軌國際、鏈結全球」的意涵如圖所示。

近年來強調客製化與動手做的「自造者運動」(Maker movement)使得人人有機會成為創意的實踐家。培養孩子發現問題、解決問題、創造改變的能力(親子天下，79期，2016)。自然課程強調「手腦並用地解決問題」，培養好奇心、探索力、思考力、判斷力與行動力。學生親身體驗「從無到能用」，課程貼近生活，學習變興趣(好讀周報，556期，2020)。學者研究發現，學生常以自己的經驗或嘗試錯誤來解決問題，但是面對科技的快速變動，科技學習無法再依循「試誤學習」的模式，而是必須統整與設計製作產品相關的數學及科學原理，以作為改良或創新(游光昭，2007)。

教育部已在課程目標明訂學生需具備探究及實作能力，並舉辦委請高雄師範大學辦理107學年度「自造教育及創新科技創意實作競賽」期望學生發揮創意，透過實際動手製作，從中學習與解決問題。也補助學校示辦科技教育教學與探索活動，計畫實施具備實作、校本特色、師資開放、合作共好原則。本校「自造者運動」課程已經10年，並將課程轉化成「聲光十色－光皮影傳奇」，參加教育部106教學卓越獎比賽，榮獲銀質獎。

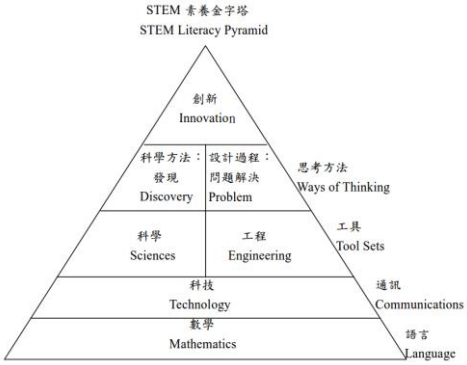


圖 2:STEM 素養金字塔

STEAM課程整合科學(Science)、科技(Technology)、工程(Engineering)、藝術(Art)、數學(Math)學科，是一種將藝術融入STEM課程統整模式，具備跨學科、協作性、設計性核心理念(余勝泉，2015)，如圖2所示。各學科打破框架，群科重新排列組合的合作學習模式(好讀周

報，556期，2020)。Leigh(2008)指出STEM素養在科學方法和設計過程中扮演「根基」角色，以STEM為工具、通訊及語言，另以發現和問題解決為思考方法，成就創新行為。藝術學習能增強與其他學科的聯結，多元課程的融合，有助於提高學生學習意願。藝術學習提供對事物洞察力，讓學生學習分辨、判斷、思考、模仿及評論，這些都有助於其他學科的學習。此外，藝術品是人類的一種發明，藝術家的作品能感動人、也能啟發人，因此，藝術是不同智能型式，能幫助學生培養各方面能力(蔡釋鋒，2016) 。科技的進步，教育現場快速改變，學生不再只是科學學習者，而是要發揮創意發想家。要帶進創造元素，就是將藝術送進教室。STEAM課程與108課綱總體目標中「進而勇於創新展現科技應用與生活美學的涵養」相契合。跨學科領域、與生活環境連結的美感、培養出機器人無法取代的「人力」(親子天下，90期，2017)。

音樂是悅耳的音之組合藝術(李琴娟，2003)，是與生俱來在生活中不可或缺的一個重要元素。它賦予生命豐富的內涵，因其提供了表達的渠道而使生命富有特殊的意義（李茂興譯， 1998)。音樂的本質，是心靈中一種最自然的情感表達，經由聲音的高低、節奏的快慢、力度的強弱來表達心靈中所欲呈現的意念（姚世澤， 2000)。在表現音樂的範疇中，除了聲樂之外，器樂演奏也是音樂表現的重要形式。在國小實施演奏教學的重要性，在於透過器樂教學並配合適當的音樂教材與教學活動設計，使學生能充分的表現自我，以培養創造思考能力及對音樂的感受力，進而體驗音樂的各個元素與內涵，引領兒童進入音樂的世界(吳博明，1999；郭惠嫻，1997；張蕙慧，1996)。

打擊樂器是最古老的樂器(筒井快哉，1976)，用手腳拍打身體構成最原始的節奏，後來發展出用器物敲打的打擊樂器，成為用來表達情感的工具。而從中國古代起，打擊樂器就佔有非常重要的地位。再以鼓、磬等出土樂器的考古來看，足以證明打擊樂器使用之早(許毅，2008)。有些學者認為，打擊樂器具節奏性，最宜突出節奏，可稱為節奏第一的樂器。而節奏可說是在擊樂教學中，最重要的出發點。節奏樂器最容易敲奏，能製造出清晰的節奏，各種不同樂器的音色可豐富音樂內容，所以節奏教學也是音樂教育中不可缺少的一環。因為打擊樂器最容易發出聲響，且沒有音準的困擾，能滿足孩子製造音響的慾望(秦禎，民 87)。打擊樂器可以說是最容易學習的樂器。它以敲擊、拍打、摩擦即可發出聲音。和其他樂器相比，打擊樂器在教學中讓學生按音樂本能做即興演奏，避開演奏技術的負擔、指法的困難因素(李德琳，1989)。而在奧福教學法中亦將節奏是為學習音樂的要件之一，且用各式打擊樂器作為教學方法之一。因此，擊樂教學在音樂教育上具有相當的重要性。

本校團隊曾經執行教育部 98 年度中小學科學教育計畫專案「自製直笛，提升國小聲音單元的教學成效」開發出三種自製樂器，讓學童從操作中逐步發現聲音的原理。期待學生能從「做中學」，培養出帶著走的能力。第一種樂器是奧利多笛，奧利多笛音量大、音質優美，音域約有兩個八度，調音容易，適合做成簡易樂器，但有體積大、重量大及單人不易演奏多音的缺點。第二種樂器是珍珠奶茶吸管排笛，具輕巧、容易製作等優點，但音量小、不容易吹奏。第三種樂器則由前者延伸，進一步發現影響吸管直笛音高的因素有吹孔到音孔的距離、音孔的孔徑、下游音孔的開合、吹奏者氣流的強弱。另承辦教育部 97 年度中小學科學教育計畫專案「聲音具體化的教學活動以提升國小聲音單元的教學成效」也將聲音從抽象逐步走向具體化及視覺化。第一面向具體化，是利用一些分析音高及音色的軟體，讓學生可由視覺初步分析聲音。第二面向是聲音視覺化，運用一些基本素材，可自製一個滾筒示波器，在圓筒上做了一些改變，可以讓聲音及波形改變。另執行教育部 106 年度中小學科學教育計畫專案「以自製吐良，提升國小聲學單元的教學成效」此單元利用隨手可得的 PVC 水管，仿製出中國雲南景頗族的特有樂器－吐良。吐良的特別之處在於只

有一個吹氣孔與管子左右兩側的開口，因此是利用氣的緩急及左右手的開閉，改變管子空氣柱的長短，發出不同的音高。此堂課程先由學生自我嘗試吹奏吐良，再由教師引導，探討發聲原理，並尋找出中國五聲音階的音高，最後完成曲子的吹奏。在 108 年度中小學科學教育計畫專案「以 STEAM 課程培養學生科學探究能力-以自製薄膜多多笛為例」，培養學生科學探究能力並以藝術融入 STEM，使學生運用薄膜吸管笛變因，設計、製作薄膜吸管笛的依據，透過科學探索課程及創意思考引導，讓學生自造出薄膜吸管笛。更進一步，將美學概念運用於新情境，與新興科技結合，學生創意加分。在執行 109 年度中小學科學教育計畫專案「發展 STEAM 課程提升國小生科學探究能力-以回收保特瓶自製打擊樂器為例」時，利用回收保特瓶及廢棄的腳踏車氣嘴發展出 0 元打擊樂器。

「創造力」要靠「養成」，需一段時間，在有創意的環境中慢慢培養。大多數有創意的作品，都不是一個人坐在那邊完成的，而是一群人共同合作(親子天下，91 期，2017)。九名教師一起開發動手做專案，首先，取材生活中處處可見的珍珠奶茶吸管，經由打洞，結合自行研發吸管吹嘴發展出「吸管笛的製作及研究」(2008 生活科技創作學術研討會)。教師做出好奇心，以音量、音色及音高進行常見樂器分析「國小聲音教學-聲音判讀」(2009 物理年會及研究成果發表會)。並將「自製排笛的研究」(科學研習 51-4)，自製吸管排笛，讓學生從操作中發現空氣柱長短產生音高變化。並將研究成果轉化成「繁弦急管」課程，激盪學生發覺生活問題，推測實驗結果，經由實驗驗證，結果是否跟自己預期一樣。科學概念的獲得，有賴於更多的科學實驗。將成果彙整，參加 106 教學卓越比賽，榮獲銀質獎，如圖 2 所示。

圖 3:106 教學卓越銀質獎

圖 4:天下雜誌創意教案特別獎

國際教育在龍海國小已執行兩年，曾發展能源永續(SDGS)的動手做課程，最後將此一系列的感受和認知與國際夥伴印度 N.H.GOEL WORLD SCHOOL 視訊做比較並與其分享探討家鄉的故事， 互相交流學習。擴充學生國際視野，進而培養學生具有國際思維的「全球公民」。並將此課程參與 2020 天下雜誌創意教案比賽，榮獲「中油綠色能源教育獎」。如所示。並與英國 West Ewell Primary School 伙伴學校分享 STEAM 課程。

長期執行科教專案，將團隊所發展 STEAM 課程到校外推廣，除提升校內教師科學教育教學品質外，並到溪尾國小、彰師大、暨南大學、清華大學及寰宇電台分享，且引導學生參與科博館科普推展活動：團隊參與 2020 臺灣科學節，兩天超過 500 人闖關。並將成果彙整參與臺中市全國首創帶職帶薪進修計畫，成為 6 位獲獎人之一。

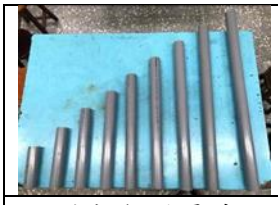
聲音教學是屬於十二年國教領綱中課題：自然界的現象、規律及作用，跨科概念：交互作用，主題：自然界的現象與交互作用，次主題：波動、光及聲音。其主要內容有聲音的產。生、傳播、音量、音高、音色、噪音與樂音及共鳴，聲音單元更是國高中波動物理學的重要基礎。在藝術與人文領域中，直笛是三年級學童必備的樂器，藉由直笛的吹奏，參與音樂，陶冶身心。在生活方面，聲音是日常生活中最常接觸的信息來源之一，它是人與人溝通和自我表達自我呈現的重要信息載體；噪音會干擾我們的生活品質，而音樂欣賞又是人類重要的休閒活動。經由本計畫之規劃，統整孩子的音樂與自然經驗，在知識和課程上統整聲音的科學概念及樂器的樂理，讓孩子不僅從科學的角度欣賞聲音，也能從音樂的角度欣賞樂音。本計畫藉由 STEAM 進行聲音的課程設計，藉以提升孩子的科學學習動機與科學概念，幫助孩子將日常所聽的「聲音」與聲音的原理結合，為本計畫之目標。

而本計畫實施 STEAM 跨學科課程統整模式，是由學生對生活中所遇到問題出發，鼓勵學生動手去玩、激發好奇心、鼓勵提問、探究及創意的發想，進而設計出一個問題解決的對策。從過程中培養學生良好溝通技巧、動手做、創新精神及實踐能力，更透過動手做活動，讓科學、工程、科技、藝術、數學相結合。(826 全美，2018)(余勝泉，2015)

本計畫從三個面向著手，讓學童從親身探究中逐步理解、進而應用聲學原理。期待學生能從「做中學」，培養出能帶著走的能力，如表 1 水管打擊樂製作流程所示，符合 108 課綱及杜威所說的做中學及十大能力指標中主動探索與研究、運用科技與資訊及解決問題是相同的道理。第一面向是經由 STEM 課程統整模式的探索、思考、分析、創造與學習，讓孩子能解決問題，找水管打擊樂器之變因。第二面向則為將藝術融入 STEM，使學生運用保特瓶打擊樂器變因，設計、製作保特瓶打擊樂器的依據，透過科學探索課程及創意思考引導，讓學生自造出保特瓶打擊樂器。更進一步，將美學概念運用於新情境，與新興科技結合，學生創意加分。第三面向是將實作課程做轉化成英語，並與夥伴學校關係進行國際交流，包括實體及網路的國際交流，讓學生透過體驗學習。

水管打擊樂製作如下所示：

表 1 水管打擊樂製作流程

			
切割成各種長度	棒子拍打管口	用手機 APP 測量音高	製作水管打擊樂器

水管打擊樂使用水管製作，所需成本銅板價等優點；能讓學生瞭解當不同長度、不同口徑、敲擊媒材改變時，找出可以打擊出不同音階的水管樂。透過控制以上因子，發現水管樂器製作方法，是一種值得推廣的教具。

本計畫有五個目的：

（一）探討「水管打擊樂器」的科學內涵。

（二）以 STEAM 模式設計「水管打擊樂器」教學活動方案。

（三）促進研究者科學專業能力及以 STEAM 模式設計科學教學活動的能力。

（四）組織跨校、跨領域教師團隊，進行共同備課、觀課及議課，發展 STEAM 課程。

（五）與夥伴學校透過視訊進行課程交流，擴充學生國際視野，進而培養學生具有國際思維的「全球公民」。

三校(龍海、龍泉、快官)寒假科學營課表：

	第一天、第二天	第三天、第四天
地點	龍海、快官、靜修國民小學	龍泉國民小學
時間	活動內容	活動內容
名稱	三校科學營	龍泉親子營
09:00~16:00	聲音探究-水管打擊樂器 李義評 講師 陳念儀 助理講師	聲音探究-水管打擊樂器 郭世育講師 王雅玲助理講師

三、研究方法、步驟及預定進度：

(一)研究方法：

龍海國小，學生數 373，學區僅一個忠和里的社區小型學校，學生家庭背景，接受補助、單親、外籍配偶子女比率高達 30%。家長多務農或屬工業區勞動工作階層，龍海國小學生身分別如圖 5 所示。

龍泉國小，學生數 776，為龍井區中型學校，弱勢生大約 29%，龍泉國小學生身分別如圖 6 所示。

快官國小，學生數 78，位於彰化市郊，學區包含快官里、竹巷里、福田里的老舊社區 6 班迷小學校，學生家庭背景，接受補助、單親、外籍配偶子女比率高達 58%。家長多務農或勞動工作階層。快官國小學生身分別如圖 7 所示。

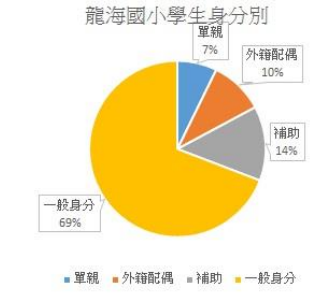


圖 5:龍海學生身分別

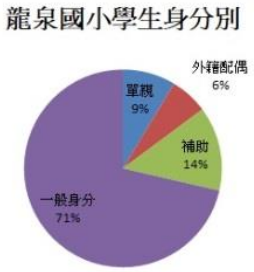


圖 6:龍泉學生身分別

圖 7:快官學生身分別

本研究採行動研究的方式，從初步的計畫到反覆的行動、觀察、檢討過程中所面臨的困難一一篩檢，再提出解決辦法，修正計畫，再繼續行動、觀察、檢討。深入問題核心，尋找具體可行的教學改進之道。研究者擬定此次的研究計畫，研究流程如圖 6 所示:主要以 STEAM 課程統整模式來發展此次的教學課程，因此針對探究教學與聲學相關的文獻進行探討，再經由文獻中提到的問題加以修正，並與專家學者及合作的教師群共同設計素養導向的聲音教學課程，接著以設計好的課程來實施教學，先針對龍海、快官、及靜修國小 30 名學生進行教學，教學後，與合作的教師們討論學生學習的狀況與教學上遇到的問題，並擬訂解決方式，對學習單與教學方式進行調整，再對龍泉國小 30 名學生及家長進行教學，觀察是否有解決問題。

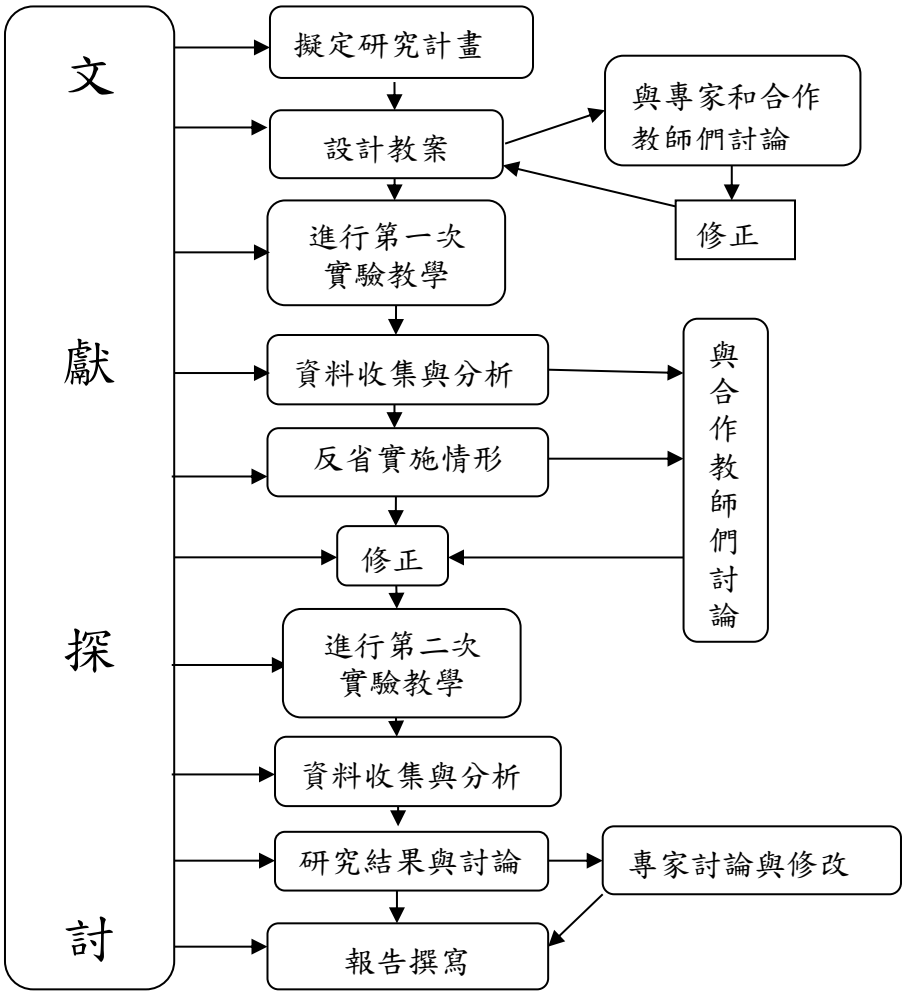


圖 7:研究流程

(二)研究步驟：

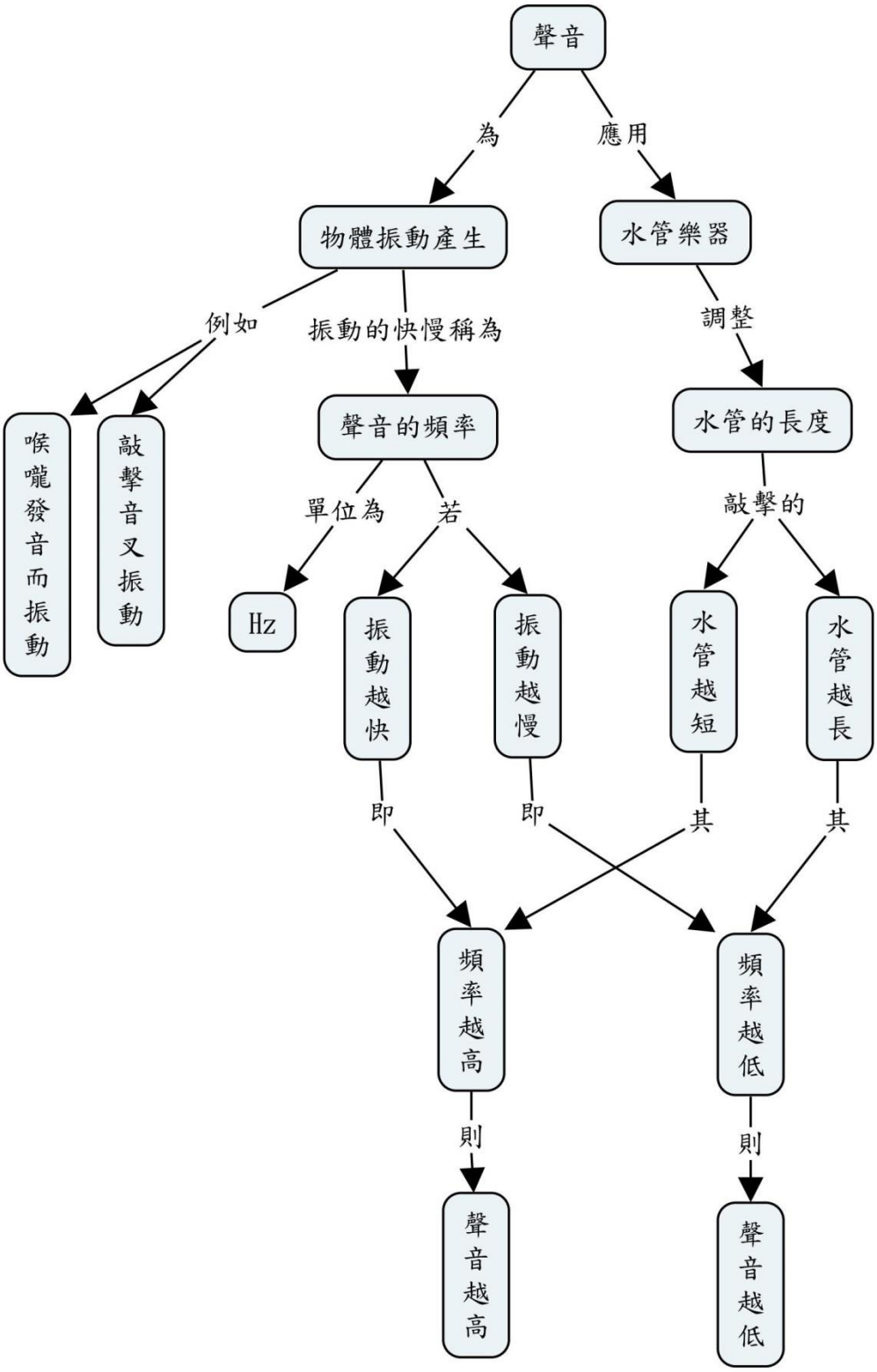
以下針對水管打擊樂器與 STEAM 概念互相結合，說明如下：

科學(S)	發出聲音的原理
	聲音的高低
科技(T)	材料的選擇
	學習科技工具-手機 APP 的使用
	加工方式
工程(E)	認識水管的尺寸、種類
	研究水管的裁切方式
	選擇適合的拍打棒材質
	水管的組裝
	調整音高
藝術(A)	造型設計(形象、形狀、形體)
	創意思考
	水管彩繪
數學(M)	水管口徑測量
	水管長度測量
	小數加減法

STEAM 教學流程表：

課程內容	STEAM 教學	教學流程
一、如何讓水管發出聲音？	S：說明科學的知識 T：試著用工具讓水管發出聲音	1. 小組討論如何讓水管發出聲音。 2. 討論水管發出聲音的原理 3. 認識空氣柱
二、水管的裁切	T：裁切工具(電鋸、鋸子)的使用方式及注意事項	1. 工具使用安全須知。 2. 電鋸和鋸子的使用方式操作。 3. 電鋸和鋸子使用之利弊比較
三、選擇適合的拍打棒材質	S：空氣柱的振動 T：拍打棒材質的選擇 E：拍打水管的技巧	1. 怎麼樣拍打才會讓水管發出聲音？ 2. 為什麼拍打棒拍打水管口會發出聲音？ 3. 生活中那些器材可以拿來當作拍打棒？
四、探討水管長度對音高的影響	S：敲擊水管振動產生聲音 T：使用手機 APP 測量音高 E：用拍打棒拍打不同長度的水管產生聲音。 M：運用魯班尺測量長度	1. 用拍打棒拍打水管，並用手機 APP 測量音高。
五、探討水管口徑對音高的影響	S：敲擊水管振動產生聲音 T：使用手機 APP 測量音高 E：用拍打棒拍打不同口徑的水管產生聲音。 M：運用魯班尺測量長度	1. 用拍打棒拍打水管，並用手機 APP 測量音高。
六、製作出具有音接的水管打擊樂器	S：聲音的高低 S：頻率音名唱名對照表	1. 使用不同長度的水管，製作出具有不同音階的水管打擊樂器。
七、製作水管打擊樂器平台	E：使用鋸子裁切水管 E：運用不同形狀的水管，組合成平台	1. 製作出可固定水管的打擊平台，方便演奏。
八、修改水管造型	E：若水管太長，可重新裁切組裝水管，縮小體積	1. 重新修改、組裝水管，縮小體積。
九、彩繪水管	A：運用顏料彩繪瓶身	1. 發揮美感和創意，彩繪水管。

水管打擊樂概念圖如下所示



並以探究教學進行活動。

活動時間：水管打擊樂器探究活動 1
1. 預測：預測改變不同長度會如何？
□請詳細描述您的預測（先思考，先不要進行活動喔）

●我覺得...

●因為我知道...

活動時間：水管打擊樂器探究活動 2
2. 觀察：實際進行活動，選用不同長度的水管
□觀察發生了什麼事？

●我看見...

●我還看見...

活動時間：水管打擊樂器探究活動 3
3. 解釋：
□運用剛才收集到的資料，如何解釋音高改變的現象？

●我學到…

●我想問...

活動時間：水管打擊樂器探究活動探究活動 4

4. 再次設計實驗：需要哪些材料來回答問題？

●我這樣做…（實驗設計與材料）
●我發現...（分析結果）
●我認為…（提出論點）
●我學到…（知識建構）

本研究在訂出研究範圍後，即開始文獻資料蒐集，了解目前保特瓶打擊樂器的方法及理論，做為聲學具體化課程發展的基礎。編寫教學資料，進行教學，並蒐集相關資料。

1. 文獻資料蒐集，前置訓練	1-1 蒐集及分析資料、文獻探討、決定目標及內容、及評量工具的編製。
2. 水管打擊樂器	2-1 使用單變因實驗來瞭解水管打擊樂器。 2-2 透過操作的學習統整自然課程中聲音高低概念。
3. 設計水管打擊樂器的教案	3-1 設計水管打擊樂器的教案。 3-2 進行實驗教學，使用學習評量、學習單，進行學習成效分析。 3-3 檢討改進教學教案，提供其他教師教學參考。
4. 建立水管打擊樂器的網頁	4-1 將計畫成果上網，提供全國教師教學參考。 http://www.lhes.tc.edu.tw/科教專案
5. 辦理觀摩研習，推廣教育成效	5-1 辦理校內教學觀摩，提升教師專業成長。 5-2 配合教育局辦理市內教師研習，並分享研究成果。
6. 跨校聯盟	6-1 辦理四校(龍海、龍泉、快官、靜修)寒假科學營，兼顧科學素養的培養及扶弱目標。 6-2 四校合作成立科學實作社群，共同備課、觀課、議課。 6-3 以學生操弄實驗變因進行科學闖關。 6-4 將 STEAM 成果與國際夥伴學校分享。

(三)預定進度

年月	11008	11009	11010	11011	11012	11101	11102	11103	11104	11105	11106	11107
文獻資料蒐集												
自製水管打擊樂器												
教案撰寫												
水管打擊樂網頁												
報告撰寫												
科學教育進廣												
跨校聯盟												

四、預期完成之工作項目、具體成果及效益：

（一）工作項目

1.製作水管打擊樂器，創新教學方法，讓學生從做中學，並將學習成果應用於校園表演推廣。

2.創新的教學方法並以共同備課、觀課、議課，實際回歸課堂等方式，提昇學生學習動機及成效。

3.辦理校內外教師觀摩研習，分享研究方法與成果，並將資料彙整分析參與教案比賽。

4.舉辦四校(臺中龍海、龍泉、彰化快官、靜修)寒假科學營，優先錄取弱勢生，提昇學生之學習成就。

5.設計網頁將成果上傳，提供教師教學參考。

6.分享與協助區域其他教師發展 STEAM 課程的教學專業。

7.與國際夥伴進行課程交流及師生視訊。

（二）具體成果及效益

1.設計簡易聲學具體化教具輔助學生學習。

2.推廣水管打擊樂器的方法，幫助教師教學。

3.開發、設計、執行能發展學生科學探究能力學習教材設計。

4.辦理校內外教師研習，建立能改變現場教學，持續發展 STEAM 課程的教師社群。

5.將成果整理彙整後， http://www.lhes.tc.edu.tw/

6.預計培訓 1200 名具科學探究精神學生，提升學生對於科技之學習興趣，深化其學科學習成效。

7.招收弱勢學生 60 名，經由實作連接到新學習，兼顧科學素養的培養及扶弱目標。

8.增進師生與國際夥伴視訊比較並與其分享，互相交流學習。擴充學生國際視野，進而培養學生具有國際思維的「全球公民」。

表 4　　本頁如不敷填寫，得另加頁

活動：**水管打擊樂器**			
對象	中、高年級學生	教學時間	160 分鐘
教學目標	認知層面：1.如何產生聲音？ 2.認識空氣柱。 情意層面：科學在我們生活中隨處可見。 技能層面：能有探究思考的能力。		
先備知識			

活動內容	時間	所需教材
活動一、【聲音從何而來？】 一、如何讓水管產生聲音？拍、敲、吹、彈……等 二、利用吸管認識空氣柱。 三、如何測量聲音的頻率？	40 分鐘	水管、平板、吸管拖鞋
活動二、【水管的長短對樂器聲音有沒有影響？】 一、每組發下 5 支長短不一(20 公分、40 公分、60 公分、80 公分、100 公分)的水管，用拍擊方式發出聲音，猜測哪支發出的聲音較高？ 二、每組使用平板利用 APP 做測量，將測得的結果紀錄在學習單上。 三、將表格繪成折線圖，並請每組發表實驗結果。	40 分鐘	水管、拖鞋、平板學習單
活動三、【水管的粗細對樂器聲音的影響？】 一、每組發下 5 支不同粗細(口徑 28mm、35mm、40mm、50mm、52mm)的水管，用拍擊方式發出聲音，猜測哪支發出的聲音較高？ 二、每組使用平板利用 APP 做測量，將測得的結果紀錄在學習單上。 三、將表格繪成折線圖，並請每組發表實驗結果。	40 分鐘	水管、拖鞋、平板學習單
活動四、【水管打擊樂器】 一、試想如何完成一個具有完整音階的水管打擊樂器？ 二、除了改變水管長度和水管口徑外，我們還可以嘗試改變哪些變因來改變音高呢？	40 分鐘	

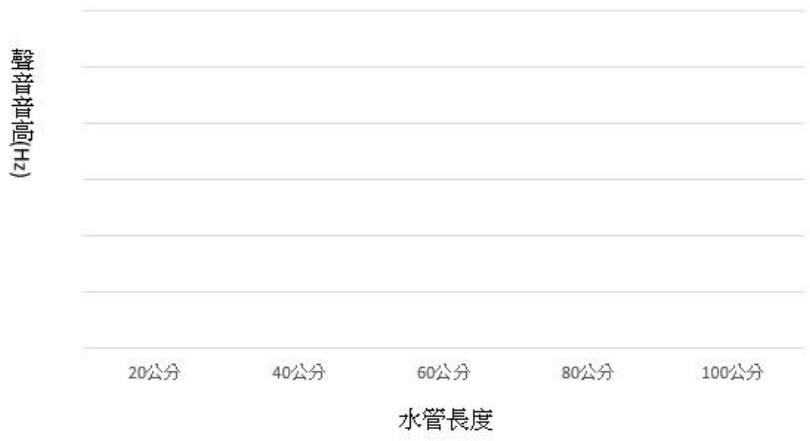
已註解 [u1]:

已註解 [u2]:

學習單(1)

表 1 水管長度與聲音音高關係表

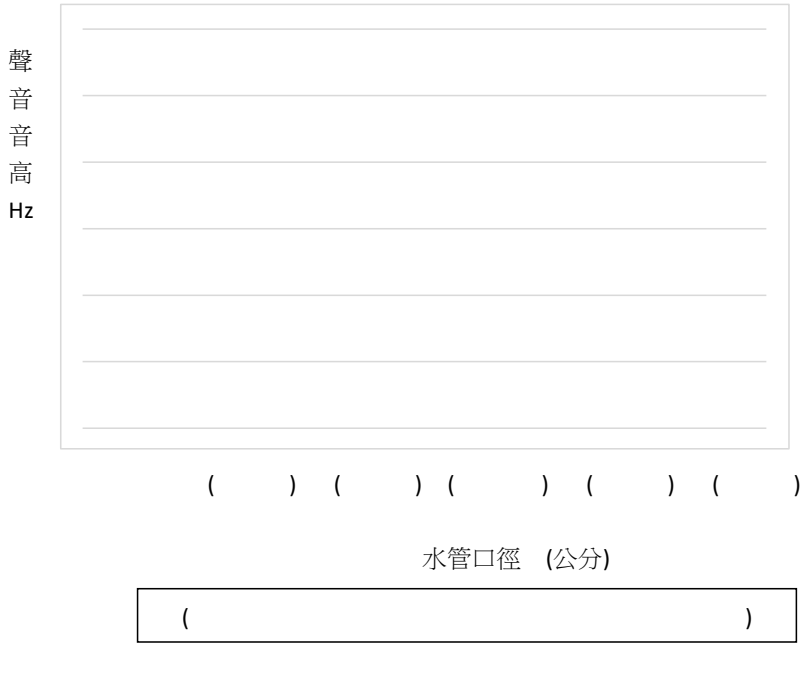
次數 水管長度	第一次	第二次	第三次	平均
	頻率(Hz)	頻率(Hz)	頻率(Hz)	頻率(Hz)
(　　)公分				
(　　)公分				
(　　)公分				
(　　)公分				
(　　)公分				



(　　)

學習單(2)

次數 水管口徑	第一次	第二次	第三次	平均
	頻率(Hz)	頻率(Hz)	頻率(Hz)	頻率(Hz)
(　　)mm				
(　　)mm				
(　　)mm				
(　　)mm				
(　　)mm				



(　　)

_____水管打擊樂_____教學設計單

教學對象	五年級生	時間	160 mins
學生的起點	一上：我聽到聲音 三上：生活中有趣的力		
學習目標	1.認識空氣柱。 2.探究空氣柱的振動量(長短)，如何影響聲音的高低。 3.生活中具體案例。 4.依據對空氣柱之認知，並體驗實作簡單樂器。		
相關單元	南一版五上：第四單元聲音的探討		

教學內容	時間	器材
第一、二節 一、水管材質對聲音的影響： （一）準備活動： 1.複習上週水管長度與水管寬度的音高變化差異。 2.利用不同材質的管樂器影片引起學生興趣，並猜測不同材質的管子會對聲音造成怎樣的影響。	25’	投影機、電腦、PVC水管、 PVC-U厚管、 鐵管、紙管、打擊棒、小白板、白板筆
（二）發展活動： 1.操縱變因：水管材質（PVC水管、 PVC-U厚管、 鐵管、紙管） 2.控制變因：管長60CM、管口徑50MM	5’	
（三）綜合活動： 1.各組測量並記錄水管材質與聲音音高關係表	35’	

次數	第一次	第二次	第三次	平均
水管材質	頻率(Hz)	頻率(Hz)	頻率(Hz)	頻率(Hz)
PVC				
PVC-U厚管				
鐵管				
紙管				

2.依據實驗結果，你發現水管材質是否會影聲音的改變？為什麼?

3.請各組討論結果並發表自己的想法。
（我們覺得水管材質對聲音_____影響）

15’ 想

第三、四節

二、拍打棒材質對樂器聲音的影響：

（一）準備活動：

1.利用不同材質的打擊樂影片（破銅爛鐵）引起學生興趣，並猜測不同材質的拍打棒會對聲音造成怎樣的影響。

（二）發展活動：

1.操縱變因：拍打棒材質（室內拖鞋、軟式拖鞋、塑膠飯匙、木飯匙、愛的小手、紙板）

2.控制變因：水管長 60CM、水管口徑 50MM

（三）綜合活動：

1.各組測量並記錄打擊棒材質與聲音音高關係表

次數	第一次	第二次	第三次	平均
打擊棒材質	頻率(Hz)	頻率(Hz)	頻率(Hz)	頻率(Hz)
室內拖鞋				
軟式拖鞋				
塑膠飯匙				
木飯匙				
愛的小手				
紙板				

2.依據實驗結果，你發現打擊棒材質是否會影聲音的改變？為什麼?

3.請各組討論結果並發表自己的想法。

15’

5’

45’

15’

投影機、電腦、PVC 水管、 室內拖鞋、軟式拖鞋、塑膠飯匙、木飯匙、愛的小手、紙板、小白板、白板筆

不同水管材質的水管打擊樂教學學習單

組別：　　組員：

一、 根據實驗測試結果將數據紀錄下來

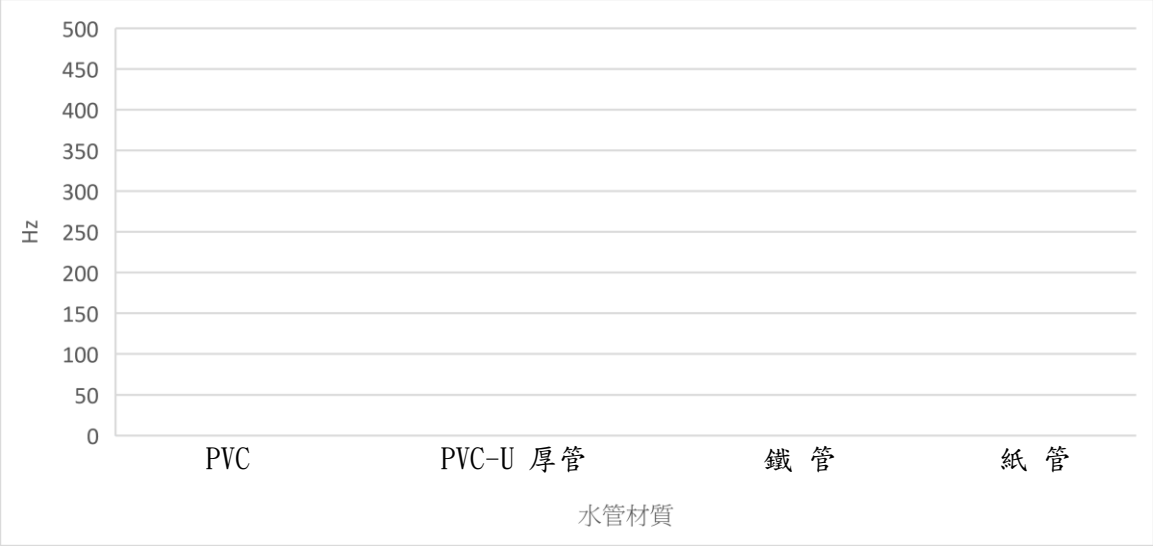
1. 操縱變因：_____材質（PVC 水管、 PVC-U 厚管、 鐵管、紙管）

2. 控制變因：管長 60cm、管口徑 50mm

水管材質與聲音音高關係表

次數 / 水管材質	第一次	第二次	第三次	平均
PVC	Hz	Hz	Hz	Hz
PVC-U 厚管	Hz	Hz	Hz	Hz
鐵管	Hz	Hz	Hz	Hz
紙管	Hz	Hz	Hz	Hz

水管材質與聲音音高長條圖



二、結論：依據實驗結果，你發現水管材質是否會影聲音的改變？為什麼？

我們覺得水管材質對聲音

_____。

不同拍打棒材質的水管打擊樂教學學習單

組別：　　組員：

一、 根據實驗測試結果將數據紀錄下來

1. 操縱變因：_____材質（室內拖鞋、軟式拖鞋、塑膠飯匙、木飯匙、愛的小手、紙板）
2. 控制變因：PVC 水管長 60cm、管口徑 50mm

拍打棒材質與聲音音高關係表

次數 / 拍打棒材質	第一次	第二次	第三次	平均
室內拖鞋	Hz	Hz	Hz	Hz
軟式拖鞋	Hz	Hz	Hz	Hz
塑膠飯匙	Hz	Hz	Hz	Hz
木飯匙	Hz	Hz	Hz	Hz
愛的小手	Hz	Hz	Hz	Hz
紙板	Hz	Hz	Hz	Hz

拍打棒材質與聲音音高長條圖

二、結論：依據實驗結果，你發現打擊棒材質是否會影聲音的改變？為什麼？

我們覺得拍打棒材質對聲音

_____。

_____水管打擊樂_____教學設計單

教學對象	五年級生	時間	160 mins
學生的起點	一上：我聽到聲音 三上：生活中有趣的力		
學習目標	1.認識空氣柱。 2.探究空氣柱的振動量(長短)，如何影響聲音的高低。 3.生活中具體案例。 4.依據對空氣柱之認知，並體驗實作簡單樂器。		
相關單元	南一版五上：第四單元聲音的探討		

教學內容	時間	器材
第一、二節 一、水管接頭位置對樂器聲音的影響： （一）準備活動： 1.複習之前幾週做了哪些實驗？哪些便因會影響樂器聲音？ 2.播放水管打擊影片 https://www.youtube.com/watch?v=E9tuESxj9oY 3.教師提問：影片中使用的水管打擊樂器有什麼特別的底地方？為什麼要做成彎曲的形狀？ 在水管打擊樂器的影片中，我們看見裡面的水管呈現彎曲的形狀。在相同的水管長度之下，直立的水管和彎曲的水管打擊出來的音高會不會有所差異呢？	10’	投影機、電腦、PVC 水管、水管、室內拖鞋、小白板、白板筆
（二）發展活動： 1.操作變因：水管接頭的位置 2.控制變因：水管長度 80 公分、水管口徑 50mm。 (80、70+10、60+20、50+30、40+40)	5’	
（三）綜合活動： 1.各組測量並記錄水管接頭位置對聲音音高關係表	25’	

次數	第一次	第二次	第三次	平均
水管接頭位置	頻率(Hz)	頻率(Hz)	頻率(Hz)	頻率(Hz)
80 公分（無接頭）				
60 公分+20 公分（含接頭）				

40 公分+40 公分（含接頭）				

2.音高是否受水管接頭位置而影響？

水管接頭位置影響了聲音的什麼特性（音量？音高？或是音色？）？

3.請各組討論結果並發表自己的想法。

二、水管彎曲對樂器聲音的影響：

（一）準備活動：

1. 上一節的實驗結果證明，水管接頭位置不會對聲音有影響，但若改成彎曲水管呢？ 5’

（二）發展活動：

1.操作變因：水管彎曲

2.控制變因：水管長度 80 公分、水管口徑 50mm。

(80、60+20、40+40) 5’

（三）綜合活動： 30’

1.各組測量並記錄彎曲水管對聲音音高關係表

次數	第一次	第二次	第三次	平均
水管接頭位置	頻率(Hz)	頻率(Hz)	頻率(Hz)	頻率(Hz)
80 公分（無接頭）				
60 公分+20 公分（含接頭）				

投影機、電腦、PVC 水管、水管、室內拖鞋、小白板、白板筆

40 公分+40 公分（含接頭）						

2.音高是否受水管彎曲而影響？

彎曲水管影響了聲音的什麼特性（音量？音高？或是音色？）？

3.請各組討論結果並發表自己的想法。

第三、四節

三、顏料在水管上的上色情形：

（一）準備活動：

1.生活中有許多利用環保素材完成的藝術品，如果我們想將水管樂器變成一件藝術作品，可以怎麼設計呢?

2.已知我們使用彩繪的方式進行創作，可以使用哪些媒材來創作呢?

(請學生一組提出一種該組認為可使用的彩繪媒材，如:水彩顏料、壓克力顏料、噴漆、奇異筆、蠟筆、彩色筆等。)

3.水管的為塑膠材質，在彩繪時要注意什麼呢?

*使用的繪畫媒材能否附著在塑膠材質上。

*使用的繪畫媒材是否容易掉色。

15’

PVC 水管（水管長度 80 公分、水管口徑 50mm)、 已上底漆的水管、水彩、油性奇異筆、蠟筆、彩色筆

（二）發展活動：

1.操作變因：上底漆的水管以及沒有上底漆的水管

2.控制變因：不同顏料(水彩、油性奇異筆、蠟筆、彩色筆)

3. 請學生分組，各組利用剛剛回答的顏料在水管上上色，並比較上色效果。

5’

（三）綜合活動：

1.各組發表不同顏料在水管上的上色情況

2.比較哪種水管的呈色效果比較好

20’

四、將水管上底漆：

（一）發展活動：

延續上一節課的實驗結果，將水管漆上底漆。

40’

PVC 水管、底漆、刷子、水桶

水管樂器學習單

班級		姓名		
水管連接位置對樂器聲音的影響				
次數	第一次	第二次	第三次	平均
水管接頭位置	頻率(Hz)	頻率(Hz)	頻率(Hz)	頻率(Hz)
80 公分(無接頭)				
60 公分+20 公分(含接頭)				
40 公分+40 公分(含接頭)				
請問水管連接位置對聲音樂器有什麼影響嗎？				

水管彎曲對樂器聲音的影響				
次數	第一次	第二次	第三次	平均
水管彎曲位置	頻率(Hz)	頻率(Hz)	頻率(Hz)	頻率(Hz)
80 公分(含彎頭)				
60 公分+20 公分(含彎頭)				
40 公分+40 公分(含彎頭)				
請問水管彎曲對聲音樂器有什麼影響嗎？				

上底漆與否的水管呈色情況				
水管	顏料			
	水彩	油性奇異筆	蠟筆	彩色筆
一般水管				
遇水後				
上了底漆的水管				
遇水後				

請問水管上不上底漆會影響顏料呈色情況嗎？

哪種顏料在水管上的上色效果最好？

<table>
<tr><td colspan="4">有趣的禪繞畫風樂器</td></tr>
<tr><td>教學對象</td><td>中、高年級學生</td><td>教學
時間</td><td>160 分鐘</td></tr>
<tr><td>教學目標</td><td colspan="3">認知層面：1. 了解禪繞畫的發源與特色。
2. 認識美的形式原理。
情意層面：1. 培養生活美感。
技能層面：1. 能進行禪繞畫圖案之仿畫。
2. 能在環保素材上運用禪繞畫設計出具有獨特風格的藝術創作。</td></tr>
<tr><td>先備知識</td><td colspan="3">1. 水管材質的了解。
2. 點、線、面的基本認知。</td></tr>
<tr><td colspan="2">活動內容</td><td>時間</td><td>所需教材</td></tr>
<tr><td colspan="2">引起動機:
一、教師提問:
1. 是否聽過禪(纏)繞畫?
2. 生活中哪些地方可以發現纏繞畫的應用?

發展活動:
1.為何叫做「禪繞畫」?
繞，有纏的意思，Zentangle 的中文為禪繞畫，和「纏繞」讀音 相似。密密麻麻重複的圖案，是拆解後的大自然圖像，也是畫者的心情投射。畫畫本來就有平靜療癒之效，禪繞畫更添一種放下之意。將纏繞心的煩擾，入筆，放進畫紙裡，就成為「禪」。
2.「禪繞畫」有什麼好處、功用?
能夠放鬆心情、提升專注力、培養想像力、耐心等等……

3. 禪繞畫怎麼畫?
點、線、面結合美的形式

4. 教師展示禪繞畫的作品及影片。

5. 學生進行禪繞畫仿作練習。</td><td>10 分鐘

20 分鐘

40 分鐘</td><td>1. 水管
2. 黑色簽字筆
3. 圖畫紙
4. 水泥漆
5. 投影機</td></tr>
</table>

利用粗細奇異筆繪製不同效果的圖樣 6.結合環保樂器，在上好底漆的水管上以禪繞畫為發想,利用線條和色塊來呈現虛實交錯的藝術創作。 7.小組合作完成作品。 **綜合活動** 一、欣賞與討論 1.學生發表小組的創作歷程與作品理念。 2.學生自由發表自己最喜歡的作品 3.師生共同欣賞與討論作品中的特色與呈現效果。	70 分鐘 20 分鐘	

陷阱實驗規畫			
對象	高年級學生	教學時間	180 分鐘
教學目標	認知層面：1.力能改變物體的狀態 2.以形變測量受力。 情意層面：能對科學實驗有興趣。 技能層面：1.能有探究思考的能力。		
先備知識	三上生活中有趣的力 五下力與運動		
學習模組	觀察體驗->分享討論->分析歸納->發表說明->遷移創作		

活動內容	時間	所需教材
一、 認識泰雅族傳統陷阱		學習單 製作陷阱材料
1.長老解說束頸陷阱用途（全員） 2.長老示範束頸陷阱操作（全員）	5	
3.長老解說束腳陷阱用途（全員） 4.長老示範束腳陷阱操作（全員）	10	
5.長老解說重壓陷阱用途（全員） 6.長老示範重壓陷阱操作（全員）	5	
7.長老示範安置束頸陷阱（分組）	10	
8.小朋友操作束頸陷阱（分組）（安全注意事項）	10	
9.長老示範安置束腳陷阱（分組）	20	
10.小朋友操作束腳陷阱（分組）（安全注意事項）	10	
11.長老示範安置重壓陷阱（分組）	10	
12. 小朋友操作束腳陷阱（分組）（安全注意事項）	10	
二、 發現陷阱的能量來源 若要將這三種陷阱要分成兩類，如何分，為什麼？ 討論後將答案寫下來? (束腳束頸一類、重壓一類) 分組別發表	5 5	
三、 發現陷阱利用的科學原理 1.操作束頸陷阱後，你覺得束頸陷阱利用了哪些的科學原理?	5	
2.組別討論後將答案標示、紀錄在學習單的圖案旁。 3.分組發表 （彈力位能、槓桿、摩擦力、慣性）	5	
4.操作束腳陷阱後，你覺得束頸陷阱利用了哪些的科學	5	

原理? 5.組別討論後將答案標示、紀錄在學習單的圖案旁。 6.分組發表 （彈力位能、槓桿、摩擦力、慣性） 7.操作重壓陷阱後，你覺得束頸陷阱利用了哪些的科學原理? 8.組別討論後將答案標示、紀錄在學習單的圖案旁。 9.分組發表 （重力位能、槓桿、線繩角度、摩擦力） 10.各組發表後，將學生答案進行歸納 **四、 發現影響陷阱的因素** 1.操作束頸陷阱後，你覺得那些因素會影響束頸陷阱?請先寫下你的答案。 2.組別討論後分組發表 （彈力桿變形程度、彈力桿材質、彈力桿粗度、竹節長度、繩圈大小、繩圈材質……） 3.操作束腳陷阱後，你覺得那些因素會影響束腳陷阱?請先寫下你的答案。 4.組別討論後分組發表 （彈力桿變形程度、彈力桿材質、彈力桿粗度、竹節長度、消息桿長度、繩圈大小、繩圈材質……） 5.操作重壓陷阱後，你覺得那些因素會影響重壓陷阱?請先寫下你的答案。 6.組別討論後分組發表 （石頭重量、槓桿力臂長短、線繩角度……） 7.各組發表後，將學生答案進行歸納?	5 5 5 10 10 10 10 10	

泰雅族傳統陷阱學習單

學校：　　年級：　　姓名：

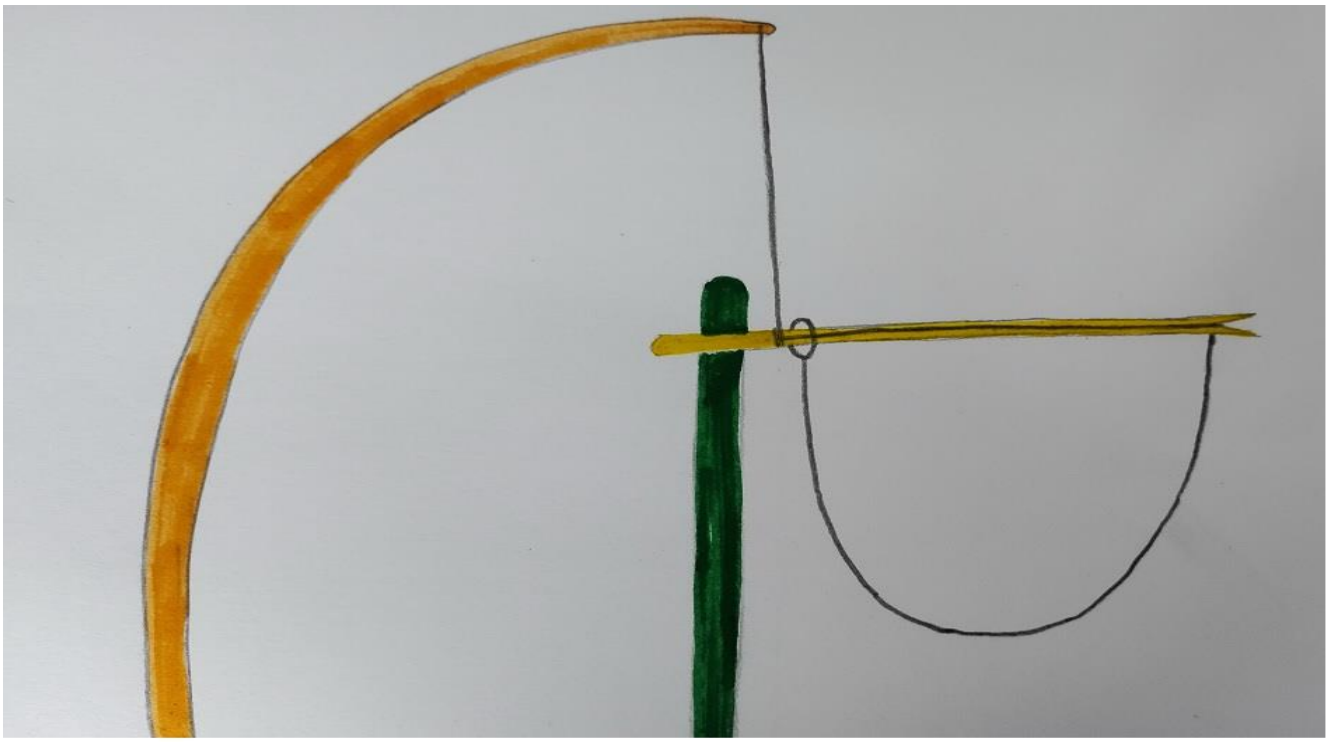
一. 小朋友操作束頸陷阱、束腳陷阱及重壓陷阱後，若要將這三種陷阱要分成兩類，你會如何分？

_____

為什麼？

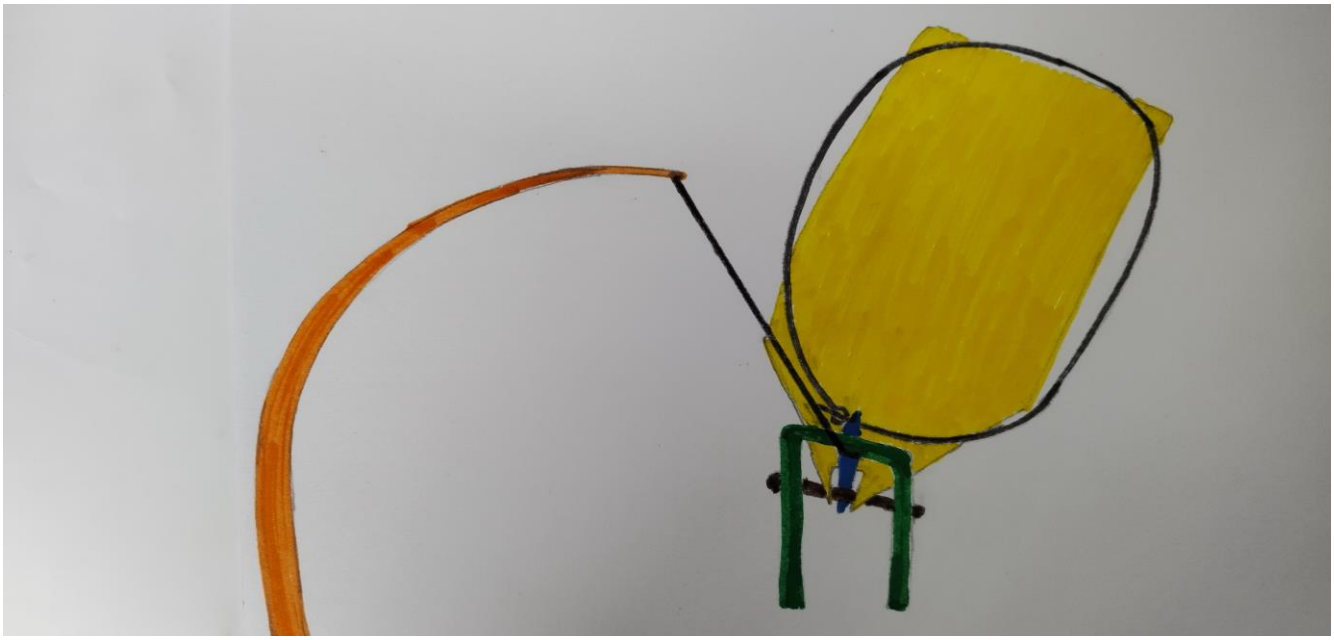
_____

二. 1. 操作束頸陷阱後，你覺得束頸陷阱利用了哪些的科學原理? 將你的答案標示、紀錄在學習單的圖案旁。



2. 操作重壓陷阱後，你覺得重壓陷阱利用了哪些的科學原理? 將你的答案標示、紀錄在學習單的圖案旁。

3. 操作束腳陷阱後，你覺得束腳陷阱利用了哪些的科學原理? 將你的答案標示、紀錄在學習單的圖案旁。



三. 1. 操作束頸陷阱後，你覺得那些因素會影響束頸陷阱?

2. 操作束腳陷阱後，你覺得那些因素會影響束腳陷阱?

3. 操作重壓陷阱後，你覺得那些因素會影響重壓陷阱?

活動五:探討泰雅陷阱之彈力桿變形程度與彈力大小的關係			
對象	高年級學生	教學時間	40 分鐘
教學目標	認知層面：1.力能改變物體的狀態 2.以形變測量受力。 情意層面：能對科學實驗有興趣。 技能層面：1.能有探究思考的能力。		
先備知識	三上生活中有趣的力 五下力與運動		
學習模組	觀察體驗->分享討論->分析歸納->發表說明->遷移創作		

活動內容	時間	所需教材
一、彈力測量規劃 1.在泰雅陷阱中，造成彈力桿(樹枝)變形是甚麼力? 2.各組發表後，將學生答案進行歸納? (彈力) 3.彈力桿彎曲所產生的彈力如何測量? 請先寫下你的答案? 4.各組討論後將答案寫下來? 5.各組發表後，將學生答案進行歸納? **(用手感覺、彈簧秤、重物)**	5	學習單 陷阱材料--彈力桿 彈簧秤 捲尺(須注意使用安全)
二、彈力桿變形程度與彈力的關係 1.各組自行選擇一支彈力桿。 2.各組將選擇的彈力桿垂直插入土地中。(基部穩固勿搖晃) 3.繩圈從彈力桿末端垂直往下拉讓彈力桿受力彎曲，依彈力桿末端離地面垂直距離之不同來影響彈力桿變形程度。 (圖示) 彈力桿垂直下拉距離越長，彈力桿變形程度越大。 4.繩圈接到彈簧秤掛勾固定,並記錄彈簧秤受力。(須注意安全) 5.若有時間應做重複實驗。 6.依據實驗結果，組內進行分析歸納並完成學習單。 7.分組上台發表說明。 8.將實驗結果繪製折線圖。 9.各組依據折線圖說明實驗結果。 	10 10 5 10	

活動五:泰雅陷阱之彈力桿變形程度與彈力大小的關係學習單

學校：　　年級：　　姓名：

一. 小朋友操作束頸陷阱、束腳陷阱後，在泰雅陷阱中，造成彈力桿(樹枝)變形是甚麼力？

_____

二. 彈力桿彎曲所產生的彈力如何測量? 請先寫下你的答案?

_____

三. 彈力桿變形程度與彈力的關係

1. 小朋友你們這組選擇的彈力桿是什麼材質？_____

2. 彈力桿的總長度是_____cm　彈力桿插入土地中的長度是_____cm
   彈力桿未受力時至地面垂直距離_____cm

3. 說說看你們這組是怎麼測量彈力桿末端至地面的垂直距離?

4. 驗測量數據紀錄下來，並把資料畫在折線圖上。
   (將彈力桿在地面以上高度及一半高度之間，等分測量五筆紀錄)

彈力桿末端至地面垂直距離_____cm 彈力桿垂直下拉距離_____cm 彈力_____kg
彈力桿末端至地面垂直距離_____cm 彈力桿垂直下拉距離_____cm 彈力_____kg
彈力桿末端至地面垂直距離_____cm 彈力桿垂直下拉距離_____cm 彈力_____kg
彈力桿末端至地面垂直距離_____cm 彈力桿垂直下拉距離_____cm 彈力_____kg
彈力桿末端至地面垂直距離_____cm 彈力桿垂直下拉距離_____cm 彈力_____kg

彈力桿變形程度與彈力變化的關係圖

縱軸：彈力桿垂直下拉距離（彈力桿變形程度）(cm)

橫軸：彈力(kg)

5. 小朋友完成了以上實驗，請回答下列問題。
   實驗中保持不變的因素有哪些？（控制變因）
   實驗中改變的因素是什麼？（操縱變因）
   請說明彈力桿變形程度與彈力變化的關係。

<table>
<tr><th colspan="4">活動六:探討竹子粗細對彈力桿彈力的影響</th></tr>
<tr><td>對象</td><td>高年級學生</td><td>教學時間</td><td>40 分鐘</td></tr>
<tr><td>教學目標</td><td colspan="3">認知層面：1.力能改變物體的狀態
2.以形變測量受力。
情意層面：能對科學實驗有興趣。
技能層面：1.能有探究思考的能力。</td></tr>
<tr><td>先備知識</td><td colspan="3">三上生活中有趣的力 五下力與運動</td></tr>
<tr><td>學習模組</td><td colspan="3">觀察體驗->分享討論->分析歸納->發表說明->遷移創作</td></tr>
<tr><td colspan="2">活動內容</td><td>時間</td><td>所需教材</td></tr>
<tr><td colspan="2">竹子粗細對彈力桿彈力的影響
1. 各組發三種直徑不同竹子各一支。
2. 各組將三種直徑不同竹子之彈力桿垂直插入土地中。
(基部穩固勿搖晃)
3. 繩圈從三種彈力桿末端垂直往下拉讓彈力桿受力彎曲。
4. 繩圈接到彈簧秤掛勾固定,並記錄彈簧秤受力。
(須注意安全)
5.若有時間應做重複實驗。
6.依據實驗結果，組內進行分析歸納，並完成學習單。。
7.分組上台發表說明。
8.將實驗結果繪製折線圖。
9.各組依據折線圖說明實驗結果。

控制變因參考：彈力桿材質
彈力桿長度
彈力桿須垂直插入土地
彈力桿插入土中深度
彈力桿末端至地面垂直距離
彈力桿末端垂直往下拉之距離</td><td>15
10
5
5
5</td><td>學習單
陷阱材料--三種直徑不同竹子
彈簧秤
捲尺(須注意使用安全)</td></tr>
</table>

活動六:泰雅陷阱之彈力桿粗細與彈力大小的關係學習單

學校：　　年級：　　姓名：

彈力桿變形程度與彈力的關係

1.請測量下列數據

	彈力桿基部周長	彈力桿頂端周長
粗竹子彈力桿	cm	cm
中竹子彈力桿	cm	cm
細竹子彈力桿	cm	cm

1.粗彈力桿的總長度是_____cm 粗彈力桿插入土地中的長度是_____cm
粗彈力桿未受力時至地面垂直距離_____cm
2.中彈力桿的總長度是_____cm 中彈力桿插入土地中的長度是_____cm
中彈力桿未受力時至地面垂直距離_____cm
3.細彈力桿的總長度是_____cm 細彈力桿插入土地中的長度是_____cm
細彈力桿未受力時至地面垂直距離_____cm

4.彈力桿末端至地面垂直距離_____cm 彈力桿垂直下拉距離_____cm
5.驗測量數據紀錄下來，並把資料畫在折線圖上。

	彈力桿垂直下拉距離	彈力
粗竹子彈力桿	cm	kg
中竹子彈力桿	cm	kg
細竹子彈力桿	cm	kg

彈力桿粗細與彈力變化的關係圖

縦軸：彈力桿粗細

粗							
中							
細							

横軸：彈力(kg)

5.小朋友完成了以上實驗，請回答下列問題。
實驗中保持不變的因素有哪些？（控制變因）

_____

實驗中改變的因素是什麼？（操縱變因）

_____

請說明彈力桿粗細程度與彈力變化的關係。

活動七: 探討不同彈力桿材料對彈力的影響			
對象	高年級學生	教學時間	80 分鐘
教學目標	認知層面：1.力能改變物體的狀態 2.以形變測量受力。 情意層面：能對科學實驗有興趣。 技能層面：1.能有探究思考的能力。		
先備知識	三上生活中有趣的力 五下力與運動		
學習模組	觀察體驗->分享討論->分析歸納->發表說明->遷移創作		

活動內容	時間	所需教材
1. 各組自行選擇三種不同材質彈力桿各一支。 並說明選擇的理由	15	學習單
2. 各組將三種不同材質之彈力桿垂直插入土地中。 (基部穩固勿搖晃)	15	陷阱材料
3. 繩圈從三種彈力桿末端垂直往下拉讓彈力桿受力彎曲。 4. 繩圈接到彈簧秤掛勾固定,並記錄彈簧秤受力。 (須注意安全)	10	彈簧秤 卷尺 (注意使用安全)
5.若有時間應做重複實驗。		
6.依據實驗結果，組內進行分析歸納，並完成學習單。。		
7.分組上台發表說明。	10	
8.將實驗結果繪製折線圖。	10	
9.各組依據折線圖說明實驗結果。	10	
控制變因參考：彈力桿形狀 彈力桿粗度 彈力桿長度 彈力桿須垂直插入土地 彈力桿插入土中深度 彈力桿末端至地面垂直距離 彈力桿末端垂直往下拉之距離		
二、彈力桿選一選 1.彈力桿的採用，原因考量有哪些? 2.各組發表後，將學生答案進行歸納? (1.材質堅韌，彈性好 2.形狀越直越好 3.方便取得)	5	
3.各種部落常見之樹木，有哪些樹木符合此條件，組別討論後將答案寫下來? 4.各組發表後，將學生答案進行歸納? (桂竹、青剛櫟、殼斗科植物)	5	

活動七:泰雅陷阱之彈力桿材料與彈力大小的關係學習單

學校：　　年級：　　姓名：

小朋友你們這組選擇的彈力桿分別是哪三種材質

_____

請測量下列數據

	彈力桿基部周長	彈力桿頂端周長
彈力桿	cm	cm
彈力桿	cm	cm
彈力桿	cm	cm

1. 彈力桿的總長度是_____cm__ 彈力桿插入土地中的長度是_____cm
   彈力桿未受力時至地面垂直距離_____cm
2. 彈力桿末端至地面垂直距離_____cm_彈力桿垂直下拉距離_____cm
5. 驗測量數據紀錄下來，並把資料畫在折線圖上。

	彈力桿垂直下拉距離	彈力
彈力桿	cm	kg
彈力桿	cm	kg
彈力桿	cm	kg

彈力桿材料與彈力變化的關係圖

縱軸：彈力桿材料(自填)

橫軸：彈力 kg

5. 小朋友完成了以上實驗，請回答下列問題。
   實驗中保持不變的因素有哪些？（控制變因）

_____

   實驗中改變的因素是什麼？（操縱變因）

_____

   請說明彈力桿材料與彈力變化的關係。

<table>
<tr><td colspan="5">生火實驗規畫</td></tr>
<tr><td>對象</td><td>高年級學生</td><td>教學時間</td><td colspan="2">40 分鐘</td></tr>
<tr><td>教學目標</td><td colspan="4">認知層面：1. 能歸納出影響生火的因素。
2. 能規劃影響生火的實驗。
情意層面：能對科學實驗有興趣。
技能層面：1.能有探究思考的能力。</td></tr>
<tr><td>先備知識</td><td colspan="4">五上空氣與燃燒</td></tr>
<tr><td>學習模組</td><td colspan="4">觀察體驗->分享討論->分析歸納->發表說明->遷移創作</td></tr>
<tr><td colspan="3">活動內容</td><td>時間</td><td>所需教材</td></tr>
<tr><td colspan="3">一、預測影片中的內容
1.預測影片中會發現什麼事？請猜猜看?
2.請先寫下你的答案?
3.組別討論後將答案寫下來?
4.請學生說明為什麼這樣猜?
5.將學生答案進行歸納?
觀看幄力斯老師提供”煮地瓜”影片

二、發現影響生火快慢的因素
1.看完影片後、你覺得那些因素會影響起火快慢，請先寫下你的答案?
2.組別討論後將答案寫下來?
3.請學生說明為什麼這樣因素會影響起火快慢?
(樹木種類、濕度、粗細、排列方式)

三、如何規劃影響生火的實驗(以樹木種類為例)
1.什麼是應變變因，請先寫下你的答案?
2.組別討論後將答案寫下來?
3.劃出生火的實驗規劃</td><td>40</td><td>學習單</td></tr>
</table>

紀錄表
可更換的木柴
固定長度
GAS
計時

生火實驗規畫-學習單			
組別		日期	
組員姓名			

1.影響生火快慢的因素?

✧ 我的答案:

✧ 組別討論後的答案:

2 選一種影響生火快慢的因素,規劃影響生火的實驗

控制變因是什麼? 應變變因是什麼?

✧ 我的答案:

✧ 組別討論後的答案:

3.簡述實驗的過程(或繪圖說明)

<table>
<tr><td colspan="4">活動二:樹木的種類對生火的影響</td></tr>
<tr><td>對象</td><td>高年級學生</td><td>教學時間</td><td>40 分鐘</td></tr>
<tr><td>教學目標</td><td colspan="3">認知層面：1. 能歸納出影響生火的因素。
2. 能規劃影響生火的實驗。
情意層面：能對科學實驗有興趣。
技能層面：1.能有探究思考的能力。</td></tr>
<tr><td>先備知識</td><td colspan="3">五上空氣與燃燒</td></tr>
<tr><td>學習模組</td><td colspan="3">觀察體驗->分享討論->分析歸納->發表說明->遷移創作</td></tr>
<tr><td colspan="3">活動內容</td><td>時間</td><td>所需教材</td></tr>
<tr><td colspan="3">一、樹木的種類對生火影響的實驗目的
1.各種部落常見之木柴，組別討論後將答案寫下來?
2.各組發表後，將學生答案進行歸納?
(<u>櫸木、赤陽木、野柚子、楓木、松木、竹子並介紹其母語</u>)
3.樹木的種類對生火影響的實驗目的，討論後將答案寫下來?
4.各組發表後，將學生答案進行歸納?
(實測各種部落常見之木柴，在<u>相同條件</u>下，何種木材最易燃)
二、樹木的種類對生火影響實驗
1.選擇直徑相近的各種樹木各一支,切成相同長度。
2.以奇異筆或刀刻做記號。
3.放入<u>鐵罐</u>中以<u>瓦斯爐加熱</u>,並計時,直到起火後取走,並記錄時間。
4.若有時間應做重複實驗。
5.依據實驗結果，組內進行分析歸納。
6.分組上台發表說明。
<table><tr><td></td><td>長度</td><td>直徑</td><td>起火時間</td></tr><tr><td>櫸木</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>赤陽木</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>野柚子</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>楓木</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>松木</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>竹子</td><td></td><td></td><td></td></tr></table>三、樹木的種類對生火影響<u>遷移創作</u>
1.以實驗結果及後續實驗，作為選擇樹木依據
2.分組報告後進行歸納。</td><td>40</td><td>學習單
噴槍
各種樹木
碼表
皮尺
秤
夾子</td></tr>
</table>

樹木的種類對生火的影響-學習單			
組別		日期	
組員姓名			

1. 簡述實驗的過程(或繪圖說明)

2. 實驗結果

樹木種類	長度(公分)	直徑(公分)	起火時間(分)

3.哪一種數木最容易著火?

<table>
<tr><td colspan="4">活動二:竹子濕度對生火的影響</td></tr>
<tr><td>對象</td><td>高年級</td><td>教學時間</td><td>80 分鐘</td></tr>
<tr><td>教學目標</td><td colspan="3">認知層面：1. 能歸納出影響生火的因素。
2. 能規劃影響生火的實驗。
情意層面：能對科學實驗有興趣。
技能層面：1.能有探究思考的能力。</td></tr>
<tr><td>先備知識</td><td colspan="3">五上空氣與燃燒</td></tr>
<tr><td>學習模組</td><td colspan="3">觀察體驗->分享討論->分析歸納->發表說明->遷移創作</td></tr>
<tr><td colspan="3">活動內容</td><td>時間</td><td>所需教材</td></tr>
<tr><td colspan="3">一、探究竹子濕度改變的方法
1.如何得知竹子濕度改變？請猜猜看?
2.請先寫下你的答案?
3.組別討論後將答案寫下來?
4 將學生答案進行歸納?(重量不同表濕度不同)
5 如何讓竹子重量變輕?
6.請先寫下你的答案?
7.組別討論後將答案寫下來?
8 將學生答案進行歸納?(火烘烤)
二、製作不同濕度的竹子
1.每組取 4 支 20 公分的竹子先秤重後標記，放入罐子。
2.開瓦斯爐，開始烘乾，進行計時，待 5、10、15、20 分鐘將竹子取出秤重。進行紀錄。
三、竹子濕度對生火影響實驗
1.將不同不同濕度的竹子放入鐵罐中以瓦斯爐加熱,並計時,直到起火後取走,並記錄時間。
2.若有時間應做重複實驗。
3.依據實驗結果，組內進行分析歸納。
4.分組上台發表說明。
<table>
<tr><td></td><td>烘乾前
重量</td><td>烘乾後
重量</td><td>生火
時間</td></tr>
<tr><td>5 分鐘竹</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>10 分鐘竹</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>15 分鐘竹</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>20 分鐘竹</td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table></td><td>80</td><td>學習單
竹子
碼表
皮尺
秤
夾子
瓦斯爐
鋁罐</td></tr>
</table>

竹子濕度對生火的影響-學習單			
組別		日期	
組員姓名			

1. 簡述實驗的過程(或繪圖說明)

2. 實驗結果

	烘乾前 重量(公克)	烘乾後 重量(公克)	減重 (公克)	著火時間(分)
烤 5 分鐘 竹子				
烤 10 分鐘 竹子				
烤 15 分鐘 竹子				
烤 20 分鐘 竹子				

3. 越_____(乾或濕)的竹子容易著火

<table>
<tr><td colspan="4">活動三:竹子粗細對生火的影響</td></tr>
<tr><td>對象</td><td>高年級</td><td>教學時間</td><td>40 分鐘</td></tr>
<tr><td>教學目標</td><td colspan="3">認知層面：1. 能歸納出影響生火的因素。
2. 能規劃影響生火的實驗。
情意層面：能對科學實驗有興趣。
技能層面：1.能有探究思考的能力。</td></tr>
<tr><td>先備知識</td><td colspan="3">五上空氣與燃燒</td></tr>
<tr><td>學習模組</td><td colspan="3">觀察體驗->分享討論->分析歸納->發表說明->遷移創作</td></tr>
<tr><td colspan="2">活動內容</td><td>時間</td><td>所需教材</td></tr>
<tr><td colspan="2">一、竹子粗細對生火影響實驗
1.每組準備粗細不同三種直徑的竹子，並將每一根竹子鋸切成 20 公分長。
2.將每根竹子直徑測量，記錄在學習單。
3.將不同粗細的竹子放入鐵罐中以瓦斯爐加熱,並計時,直到起火後取走,並記錄時間。
4.若有時間應做重複實驗。
5.依據實驗結果，組內進行分析歸納。
6.分組上台發表說明。
<table><tr><td>直徑</td><td>著火時間</td></tr><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr></table></td><td>40</td><td>學習單
瓦斯爐
竹子
碼表
皮尺
鋁罐</td></tr>
</table>

竹子粗細對生火的影響-學習單			
組別		日期	
組員姓名			

1. 簡述實驗的過程(或繪圖說明)

2. 實驗結果

竹子直徑(公分)	著火時間(分)

3. 越_____(粗或細)的竹子容易著火

<table>
<tr><td colspan="4">活動四:竹子排列方式對生火的影響 活動五:煮地瓜</td></tr>
<tr><td>對象</td><td>高年級</td><td>教學時間</td><td>80 分鐘</td></tr>
<tr><td>教學目標</td><td colspan="3">認知層面：1. 能歸納出影響生火的因素。
2. 能規劃影響生火的實驗。
情意層面：能對科學實驗有興趣。
技能層面：1.能有探究思考的能力。</td></tr>
<tr><td>先備知識</td><td colspan="3">五上空氣與燃燒</td></tr>
<tr><td>學習模組</td><td colspan="3">觀察體驗->分享討論->分析歸納->發表說明->遷移創作</td></tr>
<tr><td colspan="3">活動內容</td><td>時間</td><td>所需教材</td></tr>
<tr><td colspan="3">一、探究竹子排列方式
1.如何竹子要如何排列，生火會比較快？請想想看?
2 請先寫下你的答案?
3.組別討論後將答案寫下來?
4 將學生答案進行歸納?
5.找出不同排列方法進行分派。
（井字形、三角形、星形、平行）

二、竹子排列方式對生火影響實驗
1.各組發 10 根 20 公分的竹子。
2.各組決定排列方式，並將排列方式畫在學習單
3.10 支竹子依排列方式排好，用火種起火
4.鍋子裝 500cc 水,放在火堆上
5.在 0,5,10,15,20 分,量測並紀錄水溫。
6.依據實驗結果，組內進行分析歸納。
7.分組上台發表說明。
<table>
<tr><td>排列方式</td><td>加熱時間</td><td>水溫</td></tr>
<tr><td></td><td>0</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>5</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>10</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>15</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>20</td><td></td></tr>
</table>
三、煮地瓜(由幄力斯老師提供影片節錄)
1.生火時，先將竹子進行排列，上方放置櫻花木火種。
2.火大時，放大木頭。
3.將水倒入鍋中，地瓜放入鍋子裡面。
4.煮 30 分鐘後，用筷子戳。
5.戳的過地瓜，代表地瓜已熟。
6.戳不過，代表地瓜不熟需繼續煮。</td><td>40</td><td>學習單
竹子
碼表
皮尺
秤
瓦斯爐
噴槍
木頭
地瓜
火種
溫度計
鍋子
(500cc)</td></tr>
</table>

竹子排列方式對生火的影響-學習單			
組別		日期	
組員姓名			

1. 簡述實驗的過程(或繪圖說明)

2. 實驗結果

排列方式	加熱時間	水溫
	0	
	5	
	10	
	15	
	20	

3. 哪一種排列方式,水溫增加最快?

110年教育部國民及學前教育署中小學科學教育計畫

發展 STEAM 國際課程提升國小生科學探究能力-以自製水管打擊樂器為例(前測)

(　　)1.小名想用利用水管發出聲音，請問水管愈長，聲音會有怎樣的變化?

(A)愈高。

(B)愈低。

(C)不變。

(D)不一定。

(　　)2.承上題，改變水管口徑的粗細，水管愈粗，所發出的聲音會有怎樣的變化?

(A)愈高。

(B)愈低。

(C)不變。

(D)不一定。

(　　)3.關於水管樂器的實驗，不同的水管材質在聲音音高上有何改變?

(A) 音高差異不大。

(B) 音高差異將近100Hz。

(C) 音高差異將近200Hz。

(D) 音高差異將近300Hz。

(　　)4. 哪種拍打棒能順利讓水管中的空氣柱產生振動，適合拿來當做打擊棒?

(A)網拖和藍白拖。

(B)皮拖鞋。

(C)塑膠飯匙。

(D)木飯匙。

(　　)5.關於水管樂器的敘述，下列何者正確?

(A) 水管是否彎曲會影響聲音的音色。

(B) 水管是否彎曲會影響聲音的音高。

(C) 水管是否彎曲會影響聲音的音量。

(D) 水管是否彎曲不會影響聲音的音高。

(　　)6.若我要在水管樂器上作畫，適合使用哪種顏料?

(A) 油性奇異筆。

(B) 彩色筆。

(C) 蠟筆。

(D) 水彩。

(　)7.下列哪一種顏料不防水?

(A) 彩色筆

(B) 油性奇異筆

(C) 壓克力顏料

(D) 蠟筆

(　)8.構成視覺圖像需要三種基本元素，下列哪三種元素是構成視覺圖像的基礎?

(A)三角形、正方形、圓形

(B)點、線、面

(C)紅、黃、藍

(D)垂直、平行、對稱

110年教育部國民及學前教育署中小學科學教育計畫

發展STEAM國際課程提升國小生科學探究能力—以自製水管打擊樂器為例

前後測分析

一、研究工具

本研究工具為紙筆測驗,測驗題目是為龍海國小參加110年教育部國民及學前教育署中小學科學教學計畫發展STEAM國際課程提升國小生科學探究能力以自製水管打擊樂器為例之27個學生設計的，試題皆作為前測、後測之用，目的在於檢驗學習者在診斷教學後自製水管打擊樂器的學習成效。為了易於探討診斷教學的立即成效及對照學生教學前後的表現，故採用相同的筆試試題。前測於正式研究階段之前進行施測，施測對象為參加計畫的27個學童，後測於正式研究階段之後進行施測，施測對象為參加計畫的27個學童，研究者將施測結果進行SPSS軟體統計分析。

透過SPSS統計套裝軟體進行量化統計分析,本研究所使用的統計分析方法如下:

（一）描述性分析

應用次數分配表百分比分析內容，進行描述分析，求出前測、後側之平均數、平均數之差、標準差，據以呈現參加計畫的27個學童學習現況。

（二）以t檢定來考驗診斷教學實驗對於學生自製水管打擊樂器的學習成效。

二、結果與討論

（一）學童在自製水管打擊樂器的前後測分析

本研究以龍海國小參加計畫的27個學生進行教學實驗。實施單元學習的前、後，以SPSS統計軟體，t檢定：成對母體平均數差異檢定考驗前測與後測成績是否有差異，其結果分析如表1：

表1　前測與後測成績之差統計分析摘要表

班級	個數	平均數	標準差	t值	顯著性
參加計畫	27	前測3.59	前測2.79		
一班		後測5.52	後測1.49		<0.01
			0.00*		

由上述表1資料得知，在前測與後測成績之差，達顯著差異（t= 0.00，P<.01），表示學生在後測的表現優於前測。因此診斷教學對於學生在學習有提昇效果。

應用次數分配表百分比分析學童在自製水管打擊樂器內容如表2：

表2 學童自製水管打擊樂器教學前後測分析

題目	施測時間	選項（2個班樣本數N=41）對（百分比）	錯（百分比）
1.小名想利用水管發出聲音，請問水管愈長，聲音會有怎樣的變化？(A)愈高(B)愈低(C)不變 (D)不一定	前	15 (56%)	12 (44%)
	後	22 (81%)	5 (19%)
2.承上題，改變水管口徑的粗細，水管愈粗，所發出的聲音會有怎樣的變化？(A)愈高(B)愈低(C)不變(D)不一定	前	18 (88%)	9 (12%)
	後	17 (63%)	10 (37%)
3.關於水管樂器的實驗，不同的水管材質在聲音音高上有何改變？(A)音高差異不大(B)音高差異將近100Hz(C)音高差異將近200Hz(D)音高差異將近300Hz	前	13 (48%)	14 (52%)
	後	25 (93%)	2 (7%)
4.哪種拍打棒能順利讓水管中的空氣柱產生振動，適合拿來當作打擊棒？(A)網拖和藍白拖(B)皮拖鞋(C)塑膠飯匙(D)木飯匙	前	14 (52%)	13 (48%)
	後	17 (63%)	10 (37%)
5.關於水管樂器的敘述，下列何者正確？(A)水管是否彎曲會影響聲音的音色(B)水管是否彎曲會影響聲音的音高(C)水管是否彎曲會影響聲音的音量(D)水管是否彎曲不會影響聲音的音高	前	3 (11%)	24 (89%)
	後	19 (70%)	8 (30%)
6.若我要在水管樂器上作畫，適合使用哪種顏料？(A)油性奇異筆(B)彩色筆(C)蠟筆(D)水彩	前	15 (56%)	12 (44%)
	後	19 (70%)	8 (30%)
7.下列哪一種顏料不防水？(A)彩色筆(B)油性奇異筆(C)壓克力顏料(D)蠟筆	前	14 (52%)	13 (48%)
	後	19	8

		(70%)	(30%)
8.構成視覺圖像需要三種基本元素，下列哪三種元素是構成視覺圖像的基礎？(A)三角形、正方形、圓形(B)點、線、面(C)紅、黃、藍　D垂直、平行、對稱	前	6 (22%)	21 (78%)
	後	11 (41%)	16 (59%)

由上表2分析發現，學生回收保特瓶自製打擊樂器比較分析，所有題目都差異在10個百分比以上，1、3、4、5、6、7、8題趨於正向。

問卷分析如表1：

表1 學童在自製水管打擊樂器教學後的問卷回饋

題　　目	（樣本數N=26 ）	
一.我是幾年級的學生	三年級	5(19%)
	四年級	9(35%)
	五年級	5(19%)
	六年級	6(23%)
	未知	1(4%)
二.我參加本次STEAM科學實作營的動機是？(可複選)	對於活動主題與課程內容有興趣	18(69%)
	想要親自動手操作實驗	16(62%)
	受到學校老師鼓勵	2(8%)
	受到爸爸媽媽的鼓勵	12(46%)
	不須繳交費用	8(31%)
	其他	0(0%)
三.本次營隊課程內容，確實對於我的科學學習有幫助？	非常同意	15(57%)
	同意	9(35%)
	不同意	1(4%)
	非常不同意	1(4%)
四.學習**聲音從何而來、水管的長短對樂器聲音的影響、水管打擊樂器**課程，覺得自己上課的表現？	非常棒	7(27%)
	還不錯	17(65%)
	不太好	2(8%)
	要再加油	0(0%)
五.學習**水管材質對聲音的影響、**	非常棒	10(38%)
	還不錯	14(54%)

拍打棒材質對樂器聲音的影響課程，覺得自己上課的表現？	不太好	2(8%)
	要再加油	0(0%)
六.學習**水管彎曲對樂器聲音的影響、顏料在水管上的上色情形**課程，覺得自己上課的表現？	非常棒	15(58%)
	還不錯	11(42%)
	不太好	0(%)
	要再加油	0(%)
七.學習**有趣的禪繞畫風樂器**課程，覺得自己上課的表現？	非常棒	12(46%)
	還不錯	13(50%)
	不太好	1(4%)
	要再加油	0(0%)
八.請問你對哪個方面覺得有趣，以後還想繼續研究？(從最有與趣開始排列，請以1.2排序)	2水管材質對聲音的影響、拍打棒材質對樂器聲音的影響 1聲音從何而來、水管的長短對樂器聲音的影響、水管打擊樂器 3水管彎曲對樂器聲音的影響、顏料在水管上的上色情形 4有趣的禪繞畫風樂器	2(8%)
	2水管材質對聲音的影響、拍打棒材質對樂器聲音的影響 4有趣的禪繞畫風樂器 3水管彎曲對樂器聲音的影響、顏料在水管上的上色情形 1聲音從何而來、水管的長短對樂器聲音的影響、水管打擊樂器	1(4%)
	3水管彎曲對樂器聲音的影響、顏料在水管上的上色情形 1聲音從何而來、水管的長短對樂器聲音的影響、水管打擊樂器 2水管材質對聲音的影響、拍打棒材質對樂器聲音的影響 4有趣的禪繞畫風樂器	2(8%)
	3水管彎曲對樂器聲音的影響、顏料在水管上的上色情形 1聲音從何而來、水管的長短對樂器聲音的影響、水管打擊樂器 4有趣的禪繞畫風樂器	1(4%)

	2水管材質對聲音的影響、拍打棒材質對樂器聲音的影響	
	3水管彎曲對樂器聲音的影響、顏料在水管上的上色情形 2水管材質對聲音的影響、拍打棒材質對樂器聲音的影響 1聲音從何而來、水管的長短對樂器聲音的影響、水管打擊樂器 4有趣的禪繞畫風樂器	1(4%)
	3水管彎曲對樂器聲音的影響、顏料在水管上的上色情形 2水管材質對聲音的影響、拍打棒材質對樂器聲音的影響 4有趣的禪繞畫風樂器 1聲音從何而來、水管的長短對樂器聲音的影響、水管打擊樂器	2(8%)
	3水管彎曲對樂器聲音的影響、顏料在水管上的上色情形 4有趣的禪繞畫風樂器 1聲音從何而來、水管的長短對樂器聲音的影響、水管打擊樂器 2水管材質對聲音的影響、拍打棒材質對樂器聲音的影響	1(4%)
	3水管彎曲對樂器聲音的影響、顏料在水管上的上色情形 4有趣的禪繞畫風樂器 2水管材質對聲音的影響、拍打棒材質對樂器聲音的影響 1聲音從何而來、水管的長短對樂器聲音的影響、水管打擊樂器	5(19%)
	4有趣的禪繞畫風樂器 2水管材質對聲音的影響、拍打棒材質對樂器聲音的影響 1聲音從何而來、水管的長短對樂器聲音的影響、水管打擊樂器 3水管彎曲對樂器聲音的影響、顏料在水管上的上色情形	1(4%)
	4有趣的禪繞畫風樂器 2水管材質對聲音的影響、拍打棒材質對樂器聲音的影響 3水管彎曲對樂器聲音的影響、顏料	1(4%)

	在水管上的上色情形 1聲音從何而來、水管的長短對樂器聲音的影響、水管打擊樂器 4有趣的禪繞畫風樂器 3水管彎曲對樂器聲音的影響、顏料在水管上的上色情形 1聲音從何而來、水管的長短對樂器聲音的影響、水管打擊樂器 2水管材質對聲音的影響、拍打棒材質對樂器聲音的影響	3(12%)
	4有趣的禪繞畫風樂器 3水管彎曲對樂器聲音的影響、顏料在水管上的上色情形 2水管材質對聲音的影響、拍打棒材質對樂器聲音的影響 1聲音從何而來、水管的長短對樂器聲音的影響、水管打擊樂器	2(8%)
九.我希望主辦單位能多舉辦下列何種主題的冬令營活動？(可複選)	科學實驗	12(46%)
	程式設計	17(65%)
	智能車	15(58%)
	機器人	14(54%)
	科學遊戲	15(58%)
	其他：樂高動力車	2(8%)
十.我對本次STEAM科學實作營活動的感想，覺得自己學習到的內容有什麼：	學到了水管長度、材質、彎曲對聲音的影響	16(62%)
	聲音從何而來	3(12%)
	隨手可得的物品都可以當作樂器	2(8%)
	顏料在水管上的上色情形	2(8%)
十一.參加STEAM科學實作營的心得是：	如何裝水管的樂趣	2(8%)
	科學實驗相當充實有趣，能做中學	17(65%)
	學到科學知識	7(27%)
	學到團隊合作的重要及能交朋友	2(8%)

由上表1分析發現，學童在接受自製水管打擊樂器課程後的問卷回饋分析。

一、參與學生**中年級較多**，次之為高年級，三年級佔19%、六年級35%，四年級19%，五年級23%。

二、參加本次科學冬令營的動機以**對於活動主題與課程內容有興趣**為最多，佔69%；**想要親自動手操作實驗**其次，佔62%；受到爸爸媽媽的鼓勵，佔46%；不須繳交費用，佔31%；及受到學校老師鼓勵，佔8%。

三、本次營隊課程內容，確實對於我的科學學習有幫助：非常同意佔57%，同意佔35%。表示受測學生覺得**本課程對對於科學學習有幫助**。

四、學習**聲音從何而來、水管的長短對樂器聲音的影響、水管打擊樂器**課程，覺得自己上課的表現：非常棒27%，還不錯65%、也有8%表示不太好。

五、學習**水管材質對聲音的影響、拍打棒材質對樂器聲音的影響**課程，覺得自己上課的表現：非常棒58%，還不錯42%、也有8%表示不太好。

六、學習**水管彎曲對樂器聲音的影響、顏料在水管上的上色情形**課程，覺得自己上課的表現：非常棒58%，還不錯42%。

七、學習**有趣的禪繞畫風樂器**課程，覺得自己上課的表現：非常棒46%，還不錯50%，也有4%表示不太好。

八、請問你對哪個方面覺得有趣，以後還想繼續研究？(從最有與趣開始排列，請以1.2排序)：最多的是**3水管彎曲對樂器聲音的影響、顏料在水管上的上色情形4有趣的禪繞畫風樂器2水管材質對聲音的影響、拍打棒材質對樂器聲音的影響1聲音從何而來、水管的長短對樂器聲音的影響、水管打擊樂器**佔19%；其次是4有趣的禪繞畫風樂器2水管材質對聲音的影響、拍打棒材質對樂器聲音的影響3水管彎曲對樂器聲音的影響、顏料在水管上的上色情形1聲音從何而來、水管的長短對樂器聲音的影響、水管打擊樂器，佔12%；其餘皆未達10%。表示課程各有所好，**約四成六偏好**3水管彎曲對樂器聲音的影響、顏料在水管上的上色情形。

九、希望主辦單位能多舉辦下列何種主題的冬令營活動？(可複選) 最多的是**程式設計**佔65%；其次是**智能車**及**科學遊戲**各佔58%；接著是**機器人**佔54%、**科學實驗**佔46%；最後是其他：樂高動力車，佔8%。

十、對本次STEAM科學實作營活動的感想，覺得自己學習到的內容：最多的是**學到了水管長度、材質、彎曲對聲音的影響**，佔62%；其次是**聲音從何而來**佔12%；接著**隨手可得的物品都可以當作樂器**及**顏料在水管上的上色情形**和**如何裝水管的樂趣**，都佔8%。

十一、參加STEAM科學實作營的心得是：最多的是**科學實驗相當充實有趣，能做中學**，佔65%；其次是**學到科學知識**，佔27%；**最後**是**學到團隊合作的重要及能交朋友**，佔8%。

龍海科學營教學省思

講師郭世育 教學省思

- 將科展作品轉化成適合學生學習的教學內容
- 經過教學設計、解構和簡化，結合生活化及淺顯易懂的實驗操作。
- 在分組實驗，學生們了解到測量工具的應用、如何蒐集數據、製成表格及繪圖
- 最後學生可以解釋水管打擊樂器的變因如何影響音高，從動手做實驗的過程落實STEAM的教學精神。

講師陳柔萍 教學省思

先透過敲打不同長短粗細的水管深刻體會不同水管發出的樂音後，再蒐集自然教室裡不同物品進行敲擊。學生在自由快樂的氛圍下也進而討論起不同材質會發出不同聲響。

在不同打擊棒部分，學生也體會出打擊棒具彈性較能紮實擊出空氣柱聲響，若是打擊棒堅硬則會有撞擊的喀喀聲，干擾空氣柱振動。

整堂課的進行中孩子大量使用聽覺感受不同材質帶來的改變，也充分發揮好奇心預測及解鎖新樂器。

龍海科學營教學省思

講師陳念儀 教學省思

- 學生能依實驗結果，並綜合現實生活考量，最終選擇出最合適的顏料。
- 學生先從影片觀察水管樂器的外觀，再討論為什麼水管樂器要這樣設計，並提出疑問說明可能造成何種影響，最後根據實驗驗證此設計的原因。

講師王雅玲 教學省思

這次的課程主要分為壓克力彩繪水管和纏繞畫貼畫，由於一件作品是由兩個小組共同完成，所以在水管組件的分類上花了不少時間，建議可以在水管內側貼記號來分辨組別。

壓克力彩繪方面學生都能自由發揮創意，混齡分組的教學讓學生之間能互相合作學習，另外彩繪作品完成需要預留乾燥時間才能進行纏繞畫貼畫創作和最後的水管樂器組裝，所以時間掌握和教學步驟的安排可以再稍加調整，讓整個流程更順利進行。

110年教育部國民及學前教育署中小學科學教育計畫

發展STEAM國際課程提升國小生科學探究能力—以自製水管打擊樂器為例

前後測分析

一、研究工具

本研究工具為紙筆測驗,測驗題目是為龍泉國小參加110年教育部國民及學前教育署中小學科學教學計畫發展STEAM國際課程提升國小生科學探究能力以自製水管打擊樂器為例之25個學生設計的，試題皆作為前測、後測之用，目的在於檢驗學習者在診斷教學後自製水管打擊樂器的學習成效。為了易於探討診斷教學的立即成效及對照學生教學前後的表現，故採用相同的筆試試題。前測於正式研究階段之前進行施測，施測對象為參加計畫的25個學童，後測於正式研究階段之後進行施測，施測對象為參加計畫的25個學童，研究者將施測結果進行SPSS軟體統計分析。

透過SPSS統計套裝軟體進行量化統計分析,本研究所使用的統計分析方法如下:

（一）描述性分析

應用次數分配表百分比分析內容，進行描述分析，求出前測、後側之平均數、平均數之差、標準差，據以呈現參加計畫的25個學童學習現況。

（二）以t檢定來考驗診斷教學實驗對於學生自製水管打擊樂器的學習成效。

二、結果與討論

（一）學童在自製水管打擊樂器的前後測分析

本研究以龍泉國小參加計畫的25個學生進行教學實驗。實施單元學習的前、後，以SPSS統計軟體，t檢定：成對母體平均數差異檢定考驗前測與後測成績是否有差異，其結果分析如表1：

表1　前測與後測成績之差統計分析摘要表

班級	個數	平均數	標準差	t值	顯著性
參加計畫	25	前測2.24	前測2.44		
一班		後測3.76	後測1.86	0.00*	<0.01

由上述表1資料得知，在前測與後測成績之差，達顯著差異（t= 0.00，P<.01），表示學生在後測的表現優於前測。因此診斷教學對於學生在學習有提昇效果。

應用次數分配表百分比分析學童在自製水管打擊樂器內容如表2：

表2 學童自製水管打擊樂器教學前後測分析

題目	施測時間	選項（1個班樣本數N=25）對（百分比）	錯（百分比）
1.小名想利用水管發出聲音，請問水管愈長，聲音會有怎樣的變化？(A)愈高(B)愈低(C)不變 (D)不一定	前	13 (52%)	12 (48%)
	後	20 (80%)	5 (20%)
2.承上題，改變水管口徑的粗細，水管愈粗，所發出的聲音會有怎樣的變化？(A)愈高(B)愈低(C)不變(D)不一定	前	7 (28%)	18 (72%)
	後	9 (36%)	16 (64%)
3.關於水管樂器的實驗，不同的水管材質在聲音音高上有何改變？(A)音高差異不大(B)音高差異將近100Hz(C)音高差異將近200Hz(D)音高差異將近300Hz	前	4 (16%)	21 (84%)
	後	16 (64%)	9 (36%)
4.哪種拍打棒能順利讓水管中的空氣柱產生振動，適合拿來當作打擊棒？(A)網拖和藍白拖(B)皮拖鞋(C)塑膠飯匙(D)木飯匙	前	2 (8%)	23 (92%)
	後	9 (36%)	16 (64%)
5.關於水管樂器的敘述，下列何者正確？(A)水管是否彎曲會影響聲音的音色(B)水管是否彎曲會影響聲音的音高(C)水管是否彎曲會影響聲音的音量(D)水管是否彎曲不會影響聲音的音高	前	8 (32%)	17 (68%)
	後	5 (20%)	20 (80%)
6.若我要在水管樂器上作畫，適合使用哪種顏料？(A)油性奇異筆(B)彩色筆(C)蠟筆(D)水彩	前	2 (8%)	23 (92%)
	後	0 (0%)	25 (100%)
7.下列哪一種顏料不防水？(A)彩色筆(B)油性奇異筆(C)壓克力顏料(D)蠟筆	前	9 (36%)	16 (64)
	後	17	8

		(68%)	(32%)
8.構成視覺圖像需要三種基本元素，下列哪三種元素是構成視覺圖像的基礎？(A)三角形、正方形、圓形(B)點、線、面(C)紅、黃、藍　D垂直、平行、對稱	前	6 (22%)	21 (78%)
	後	9 (36%)	16 (64%)

由上表2分析發現，學生回收保特瓶自製打擊樂器比較分析，1、2、3、4、5、7、8題都差異在10個百分比以上，1、2、3、4、7、8題趨於正向。

問卷分析如表1：

表1 學童在自製水管打擊樂器教學後的問卷回饋

題　　目	（樣本數N=25 ）	
一.我是幾年級的學生	三年級	7(28%)
	四年級	9(36%)
	五年級	6(24%)
	六年級	3(12%)
二.我參加本次STEAM科學實作營的動機是？(可複選)	對於活動主題與課程內容有興趣	16(64%)
	想要親自動手操作實驗	14(56%)
	受到學校老師鼓勵	3(12%)
	受到爸爸媽媽的鼓勵	5(20%)
	不須繳交費用	15(60%)
	其他 有便當可吃	3(12%)
三.本次營隊課程內容，確實對於我的科學學習有幫助？	非常同意	9(36%)
	同意	15(60%)
	不同意	0(0%)
	非常不同意	1(4%)
四.學習**聲音從何而來、水管的長短對樂器聲音的影響、水管打擊樂器**課程，覺得自己上課的表現？	非常棒	10(40%)
	還不錯	13(52%)
	不太好	1(4%)
	要再加油	1(4%)
五.學習**水管材質對聲音的影響、拍打棒材質對樂器聲音的影響**課	非常棒	10(40%)
	還不錯	14(56%)
	不太好	0(0%)

程，覺得自己上課的表現？	要再加油	1(4%)
六.學習**水管彎曲對樂器聲音的影響、顏料在水管上的上色情形**課程，覺得自己上課的表現？	非常棒	11(44%)
	還不錯	12(48%)
	不太好	1(4%)
	要再加油	1(4%)
七.學習**有趣的禪繞畫風樂器**課程，覺得自己上課的表現？	非常棒	10(40%)
	還不錯	13(52%)
	不太好	1(4%)
	要再加油	1(4%)
八.請問你對哪個方面覺得有趣，以後還想繼續研究？(從最有與趣開始排列，請以1.2排序)	1聲音從何而來、水管的長短對樂器聲音的影響、水管打擊樂器 2水管材質對聲音的影響、拍打棒材質對樂器聲音的影響 3水管彎曲對樂器聲音的影響、顏料在水管上的上色情形 4有趣的禪繞畫風樂器	5(20%)
	1聲音從何而來、水管的長短對樂器聲音的影響、水管打擊樂器 2水管材質對聲音的影響、拍打棒材質對樂器聲音的影響 4有趣的禪繞畫風樂器 3水管彎曲對樂器聲音的影響、顏料在水管上的上色情形	1(4%)
	1聲音從何而來、水管的長短對樂器聲音的影響、水管打擊樂器 3水管彎曲對樂器聲音的影響、顏料在水管上的上色情形 2水管材質對聲音的影響、拍打棒材質對樂器聲音的影響 4有趣的禪繞畫風樂器	3(12%)
	2水管材質對聲音的影響、拍打棒材質對樂器聲音的影響 1聲音從何而來、水管的長短對樂器聲音的影響、水管打擊樂器 3水管彎曲對樂器聲音的影響、顏料在水管上的上色情形 4有趣的禪繞畫風樂器	1(4%)

	2水管材質對聲音的影響、拍打棒材質對樂器聲音的影響 4有趣的禪繞畫風樂器 3水管彎曲對樂器聲音的影響、顏料在水管上的上色情形 1聲音從何而來、水管的長短對樂器聲音的影響、水管打擊樂器	1(4%)
	3水管彎曲對樂器聲音的影響、顏料在水管上的上色情形 2水管材質對聲音的影響、拍打棒材質對樂器聲音的影響 1聲音從何而來、水管的長短對樂器聲音的影響、水管打擊樂器 4有趣的禪繞畫風樂器	1(4%)
	3水管彎曲對樂器聲音的影響、顏料在水管上的上色情形 2水管材質對聲音的影響、拍打棒材質對樂器聲音的影響 4有趣的禪繞畫風樂器 1聲音從何而來、水管的長短對樂器聲音的影響、水管打擊樂器	1(4%)
	3水管彎曲對樂器聲音的影響、顏料在水管上的上色情形 4有趣的禪繞畫風樂器 2水管材質對聲音的影響、拍打棒材質對樂器聲音的影響 1聲音從何而來、水管的長短對樂器聲音的影響、水管打擊樂器	4(16%)
	4有趣的禪繞畫風樂器 2水管材質對聲音的影響、拍打棒材質對樂器聲音的影響 3水管彎曲對樂器聲音的影響、顏料在水管上的上色情形 1聲音從何而來、水管的長短對樂器聲音的影響、水管打擊樂器	2(8%)
	4有趣的禪繞畫風樂器 3水管彎曲對樂器聲音的影響、顏料在水管上的上色情形 2水管材質對聲音的影響、拍打棒材質對樂器聲音的影響	4(16%)

	1聲音從何而來、水管的長短對樂器聲音的影響、水管打擊樂器	
九.我希望主辦單位能多舉辦下列何種主題的冬令營活動？(可複選)	無回應	2(8%)
	科學實驗	12(48%)
	程式設計	13(52%)
	智能車	18(72%)
	機器人	15(60%)
	科學遊戲	17(68%)
	其他：	2(8%)
十.我對本次STEAM科學實作營活動的感想，覺得自己學習到的內容有什麼： 十一.參加STEAM科學實作營的心得是：	學到了水管粗細、長短、材質、彎曲對聲音的影響	13(52%)
	水管打擊會發聲	4(16%)
	五年級課程	1(4%)
	很多	1(4%)
	無	6(24%)
	好玩，學習到課程上學不到的新知識	11(44%)
	開心，下次可再辦	6(24%)
	以後可以自己做水管樂器	1(4%)
	不好玩	1(4%)
	謝謝老師教導有趣的科學	1(4%)
	無	5(20%)

由上表1分析發現，學童在接受自製水管打擊樂器課程後的問卷回饋分析。

一、參與學生**中年級較多**，次之為高年級，三年級佔28%、六年級36%，四年級24%，五年級12%。

二、參加本次科學冬令營的動機以**對於活動主題與課程內容有興趣**為最多，佔64%；**不須繳交費用**次之，佔60%；緊接著是**想要親自動手操作實驗**，佔56%；受到爸爸媽媽的鼓勵，佔20%；受到學校老師鼓勵及其他：有便當可吃，各佔12%。

三、本次營隊課程內容，確實對於我的科學學習有幫助：非常同意佔36%，同意佔60%。表示受測學生覺得**本課程對對於科學學習有幫助**。

四、學習**聲音從何而來、水管的長短對樂器聲音的影響、水管打擊樂器**課程，覺得

自己上課的表現：非常棒40%，還不錯52%、也有各4%表示不太好及要再加油。

五、學習**水管材質對聲音的影響、拍打棒材質對樂器聲音的影響**課程，覺得自己上課的表現：非常棒40%，還不錯56%、也有4%表示要再加油。

六、學習**水管彎曲對樂器聲音的影響、顏料在水管上的上色情形**課程，覺得自己上課的表現：非常棒44，還不錯48%、也各有4%表示不太好及要再加油。

七、學習**有趣的禪繞畫風樂器**課程，覺得自己上課的表現：非常棒40%，還不錯52%，也各有4%表示不太好及要再加油。

八、請問你對哪個方面覺得有趣，以後還想繼續研究？(從最有與趣開始排列，請以1.2排序)：最多的是**1聲音從何而來、水管的長短對樂器聲音的影響、水管打擊樂器2水管材質對聲音的影響、拍打棒材質對樂器聲音的影響3水管彎曲對樂器聲音的影響、顏料在水管上的上色情形4有趣的禪繞畫風樂器**佔20%；其次是4有趣的禪繞畫風樂器3水管彎曲對樂器聲音的影響、顏料在水管上的上色情形2水管材質對聲音的影響、拍打棒材質對樂器聲音的影響1聲音從何而來、水管的長短對樂器聲音的影響、水管打擊樂器及3水管彎曲對樂器聲音的影響、顏料在水管上的上色情形4有趣的禪繞畫風樂器2水管材質對聲音的影響、拍打棒材質對樂器聲音的影響1聲音從何而來、水管的長短對樂器聲音的影響、水管打擊樂器，各佔16%；還有1聲音從何而來、水管的長短對樂器聲音的影響、水管打擊樂器3水管彎曲對樂器聲音的影響、顏料在水管上的上色情形2水管材質對聲音的影響、拍打棒材質對樂器聲音的影響4有趣的禪繞畫風樂器，佔12%，其餘皆未達10%。表示課程各有所好，**約三成六**偏好**1聲音從何而來、水管的長短對樂器聲音的影響、水管打擊樂器**。

九、希望主辦單位能多舉辦下列何種主題的冬令營活動？(可複選) 最多的是**智能車**佔72%；其次是**科學遊戲**佔68%；接著是**機器人**佔60%、程式設計佔52%及**科學實驗**佔48%；最後是其他，佔8%。

十、對本次STEAM科學實作營活動的感想，覺得自己學習到的內容：最多的是**學到了水管粗細、長短、材質、彎曲對聲音的影響**，佔52%；其次是**無**，佔24%；水管打擊會發聲佔16%；接著**五年級課程**及**很多**，各佔4%。

十一、參加STEAM科學實作營的心得是：最多的是**好玩，學習到課程上學不到的新知識**，佔44%；其次是**開心，下次可再辦**，佔24%；接著是**無**，佔20%；**最後**是**以後可以自己做水管樂器**及**不好玩**和**謝謝老師教導有趣的科學**，各佔4%。

龍泉寒假營隊教學省思

郭世育

對於國小學生而言，聲音是一種既具體又抽象的概念，它看不見卻聽得到，十分神祕。孩子分得出高音和低音，但對於原理卻似懂非懂。教學者反思應透過實際的實驗，試著讓聲音「看得見」，可以運用音波管讓孩子看見保麗龍球在管子中呈現的波形。或者讓孩子輕輕拍打桌子，觀察水杯中的水，看看水面中產生什麼樣的變化。這些在日常生活中常見的現象都和聲音有關，培養孩子們在生活中發現科學，然後再將科學應用在生活中，了解「處處留意皆學問」的道理。

除了學校自辦科學營隊外，教學者應多參與坊間或官方舉辦的各項科學相關活動，提升專業知能，且能從不同教學者身上看見如何將複雜且深奧的科學原理運用詼諧有趣的方式傳授給學生，讓學生能夠更投入這樣的活動。

陳柔萍

這次的龍泉科學營我調整了上次發現的問題，因為測量水管樂器音頻會互相干擾，我們將組別分散到不同區域，測量效果也更加顯著；課程中因為開放學生以自然教室器材作為打擊樂器工具更顯生活化及樂趣性，但同時因有些易碎危險物品而更注意教室安全及學生操作過程；整體課程進行設計較上次更順利，也更活潑，將動手做體驗與學習拿捏的更好，秩序維護更佳！若是有機會，可以再融入更多音樂演奏呈現，會顯得更有 STEAM 的美感！

陳念儀

這次是課程第二次的進行，在流程上更加熟悉，也調整過程細節讓整體更流暢。上次因為學生對於上色不熟悉，耽誤了許多時間，所以這次在編排上，多留了一些時間讓學生上色，但學生上色速度及情況都比上次更順利，反而多出了許多時間。經過了解後，明白學生平日對於上漆這件事十分熟悉，所以操作上不會花費太多時間。

之後的課程編排上，如果可以的話應多了解學生的背景狀況，多設想可能會面臨的情況，也多準備幾個備案，以備不時之需。

王雅玲

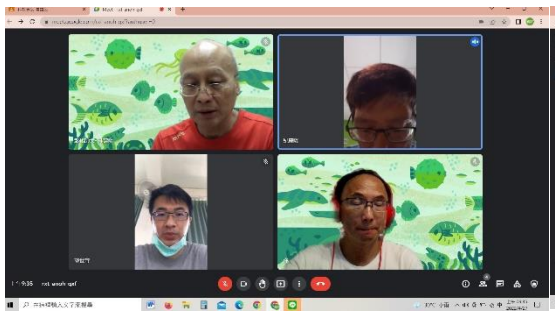
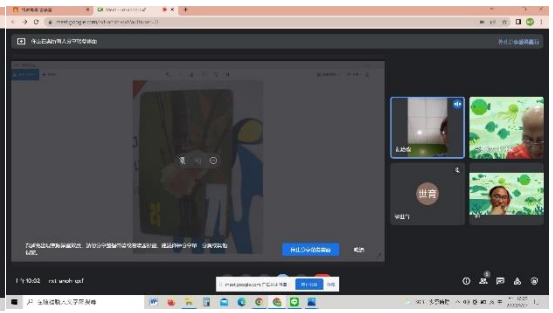
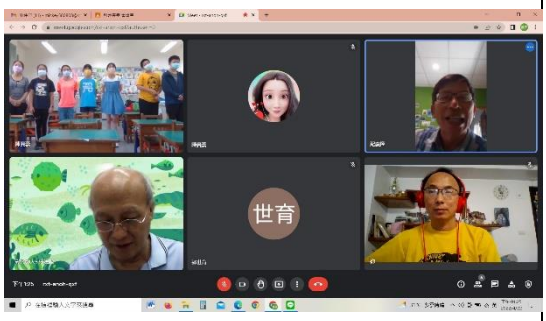
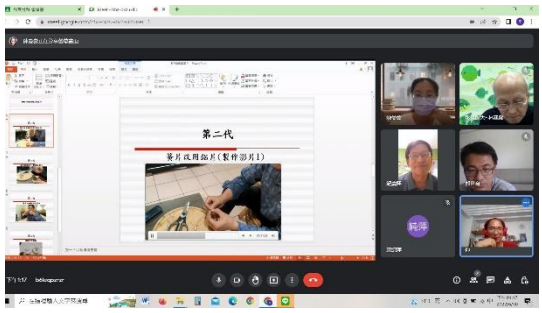
首先感謝龍泉和龍海國小的老師在這次暑期科學營的大力協助，才能讓教學順利完成並收穫極佳成果，在科學營的課程設計和教學夥伴的討論中也學習到許多科學的知識和原理，像是水管長度和粗細對音高的影響等。本次教學經過調整後，發現整體進行的速度更加流暢，學習成效和創作完成度也大大提升。

這次教學是將塑膠水管塗上水泥漆後使用壓克力顏料進行彩繪，上色的方式採分組進行，彩繪完成後再進行最後的組裝，在操作中發現因為水管經由水泥漆和壓克力顏料的雙層塗色，水管厚度會增加，在組裝的過程中會難以接合有操作上的難度。改善的方式:可以將需要接合的部分水管先組裝好再進行彩繪，避免組裝上的困難。

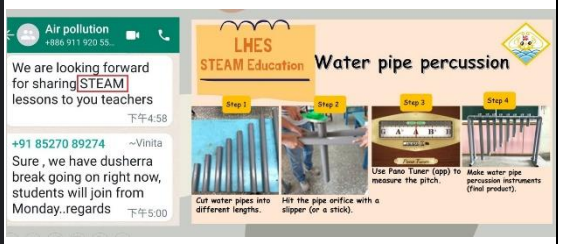
臺中市「雙語教育成果博覽會」	臺中市「雙語教育成果博覽會」
龍海國小「科學日」	龍海國小「科學日」
大肚國小「自然領域工作坊」	大肚國小「自然領域工作坊」

暨大 USR「提升科學教育成效」	暨大 USR「提升科學教育成效」
暨大 USR「提升科學教育成效」	暨大 USR「提升科學教育成效」
暨大 USR「提升科學教育成效」	暨大 USR「提升科學教育成效」

教育部「共同備課研習」	教育部「共同備課研習」
教育部「共同備課研習」	教育部「共同備課研習」
教育部「共同備課研習」	教育部「共同備課研習」

科展及科學營之注意事項研習
 
科學研究之”溫故而知新”研習

科學實作社群如何運作


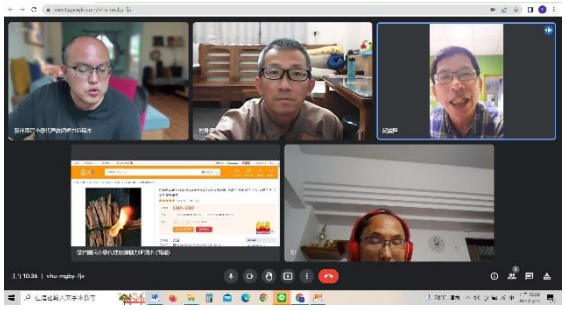
國際化交流社群



運用科學漫畫的科學教學與學習

數學探究共備、觀及議課

科學生活體驗營	

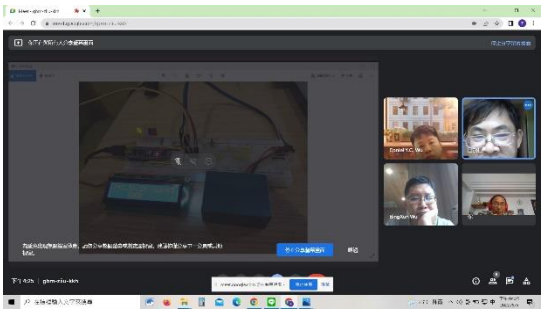
科學生活體驗營


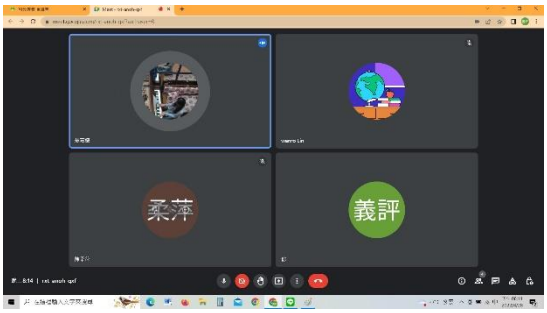
科學生活體驗營	科學生活體驗營

科學生活體驗營	科學生活體驗營
龍泉國小「STEAM 科學實作親子營」	龍泉國小「STEAM 科學實作親子營」
龍泉國小「STEAM 科學實作親子營」	龍泉國小「STEAM 科學實作親子營」

龍泉國小「STEAM 科學實作親子營」	龍泉國小「STEAM 科學實作親子營」
龍泉國小「STEAM 科學實作親子營」	龍泉國小「STEAM 科學實作親子營」
龍海國小「STEAM 科學實作營」	龍海國小「STEAM 科學實作營」

龍海國小「STEAM 科學實作營」	龍海國小「STEAM 科學實作營」
龍海國小「STEAM 科學實作營」	龍海國小「STEAM 科學實作營」
龍海國小「STEAM 科學實作營」	龍海國小「STEAM 科學實作營」

天下跨校跨領域團隊


天下跨校跨領域團隊


天下跨校跨領域團隊	天下跨校跨領域團隊

發展 STEAM 國際課程提升國小生科學探究能力-以自製水管打擊樂器為例

臺中市龍井區龍海國民小學

發展 STEAM 國際課程提升國小生科學探究能力-以自製水管打擊樂器為例

- 文獻資料蒐集，前置訓練
- 水管打擊樂器製作
- 設計水管打擊樂器的教案
- 建立水管打擊樂器的網頁
- 辦理觀摩研習，推廣教育成效
- 跨校聯盟

文獻資料蒐集前置訓練

- 籌組科教團隊
- 科教團隊專業對談

籌組科教團隊

已籌組科教專案小組，成員包括兩位校長、主任、組長、導師、及退休主任及校外國中教師、國小教師共20位

科教團隊專業對談

科教團隊專業對談16次專業對談，共98人次

水管打擊樂器製作

- 水管打擊樂器變因探討
- 打擊平台製作
- 水管打擊樂器製作流程

水管打擊樂器變因探討

動機：

水管打擊樂器

目的：

最佳的水管打擊樂器模組變因配置

文獻閱讀：

1. 號笛、管樂器
2. 科展

實驗設計

操作變因：

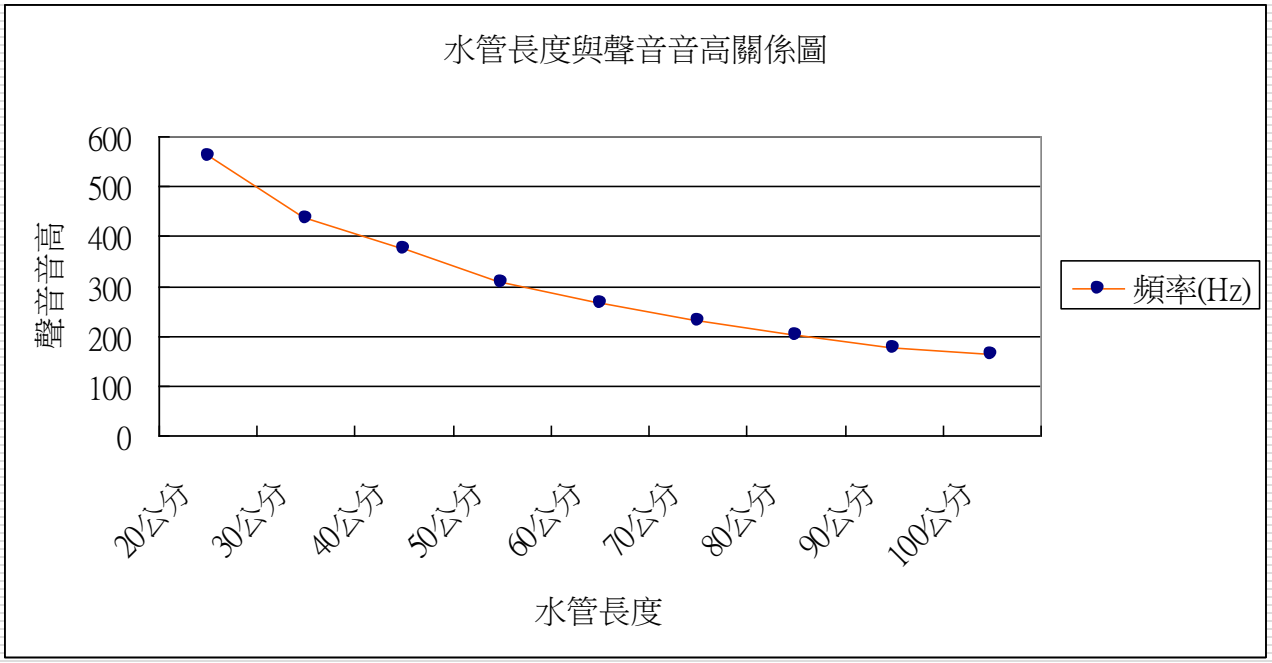
1. 水管長短
2. 水管粗細
3. 水管材質
4. 拍打棒材質
5. 水管架設的高度
6. 水管接頭位置
7. 水管彎曲與直立

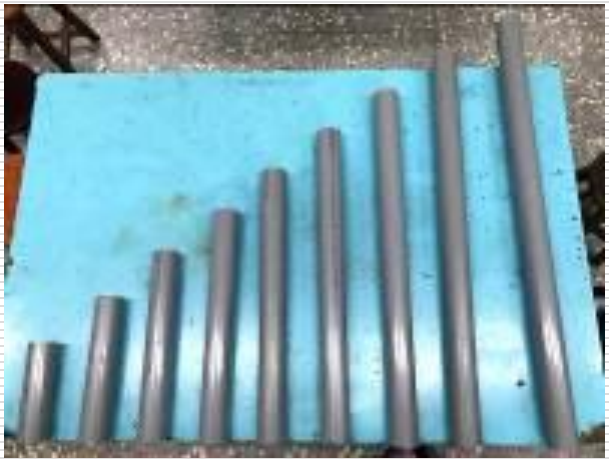
依變項：

1. 音高(頻率)
2. 音量(分貝)

水管長度對聲音的影響

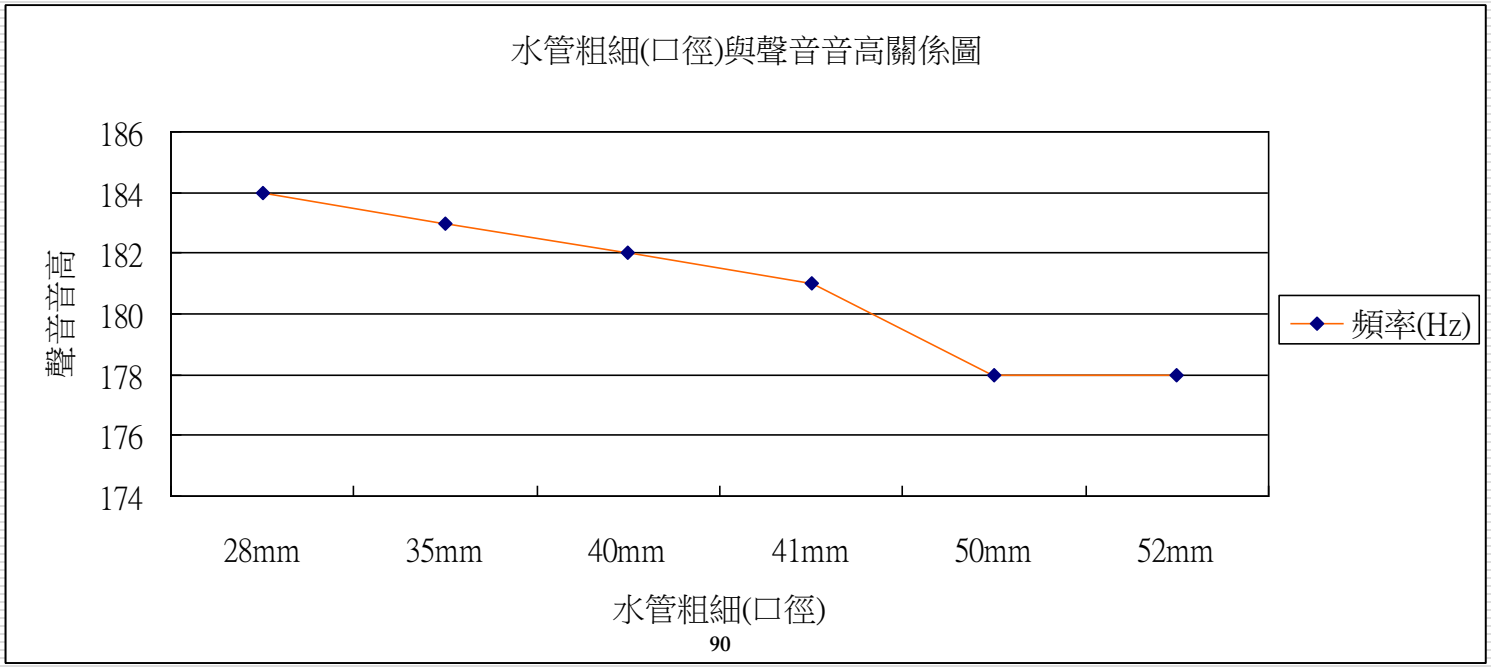
水管長度愈長，空氣柱長，聲音愈低





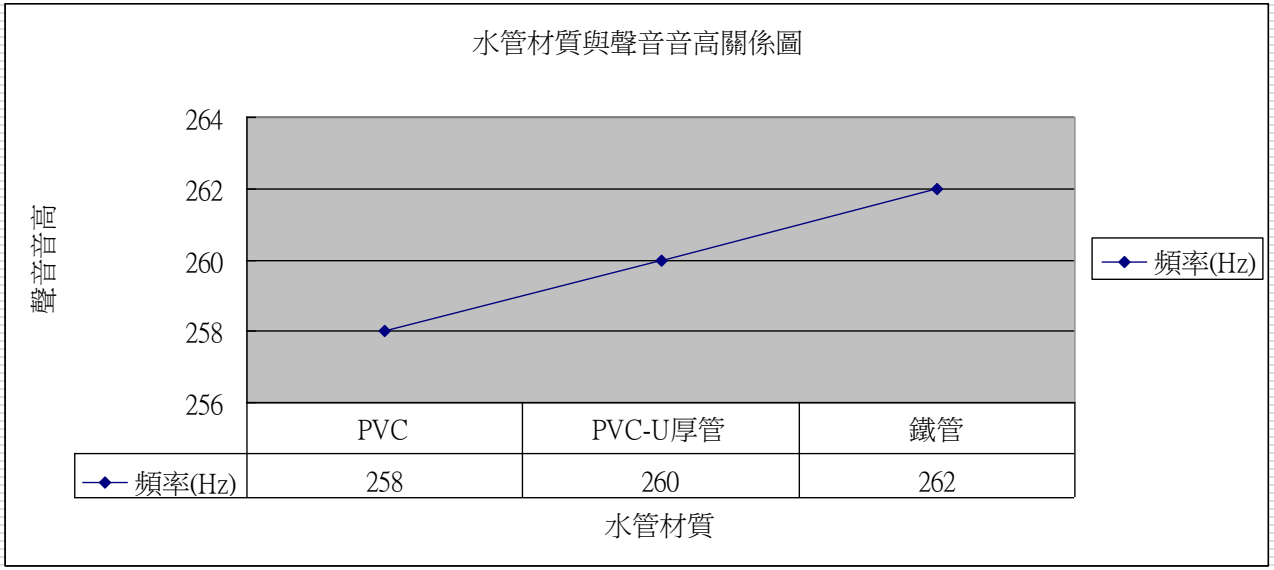
水管粗細對聲音的影響

水管愈粗，聲音音高愈低



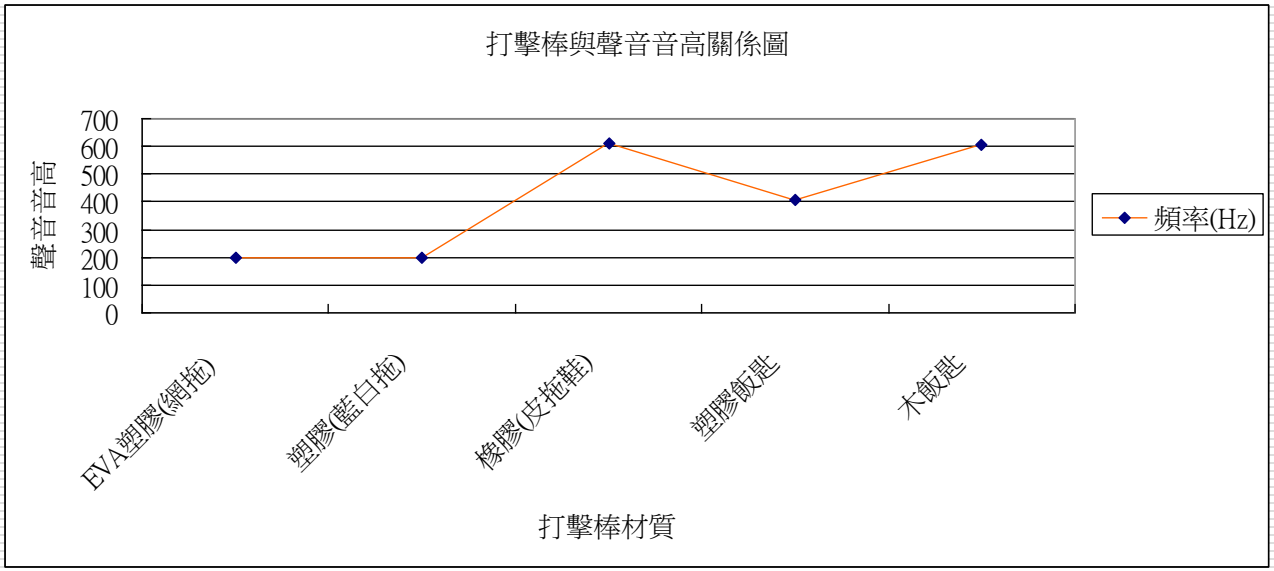
水管材質對聲音的影響

不同的水管材質在聲音音高上只有些微差異



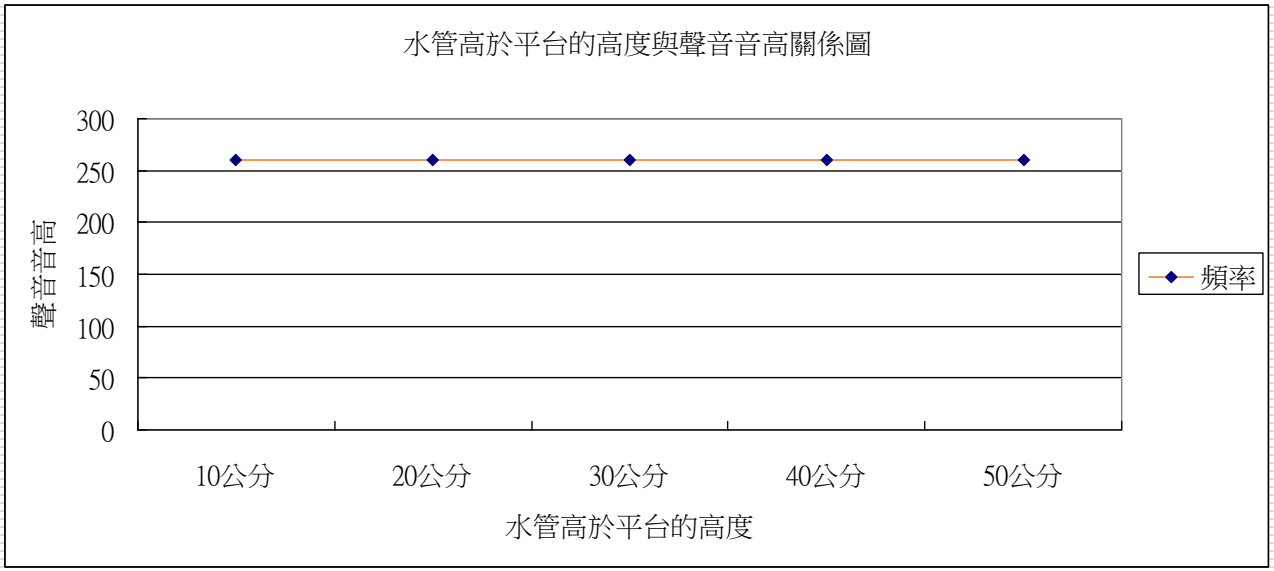
拍打棒材質對聲音的影響

發現**網拖**和**藍白拖**的鞋底較有彈性，拍打水管管口時能順利讓水管中的空氣柱產生振動



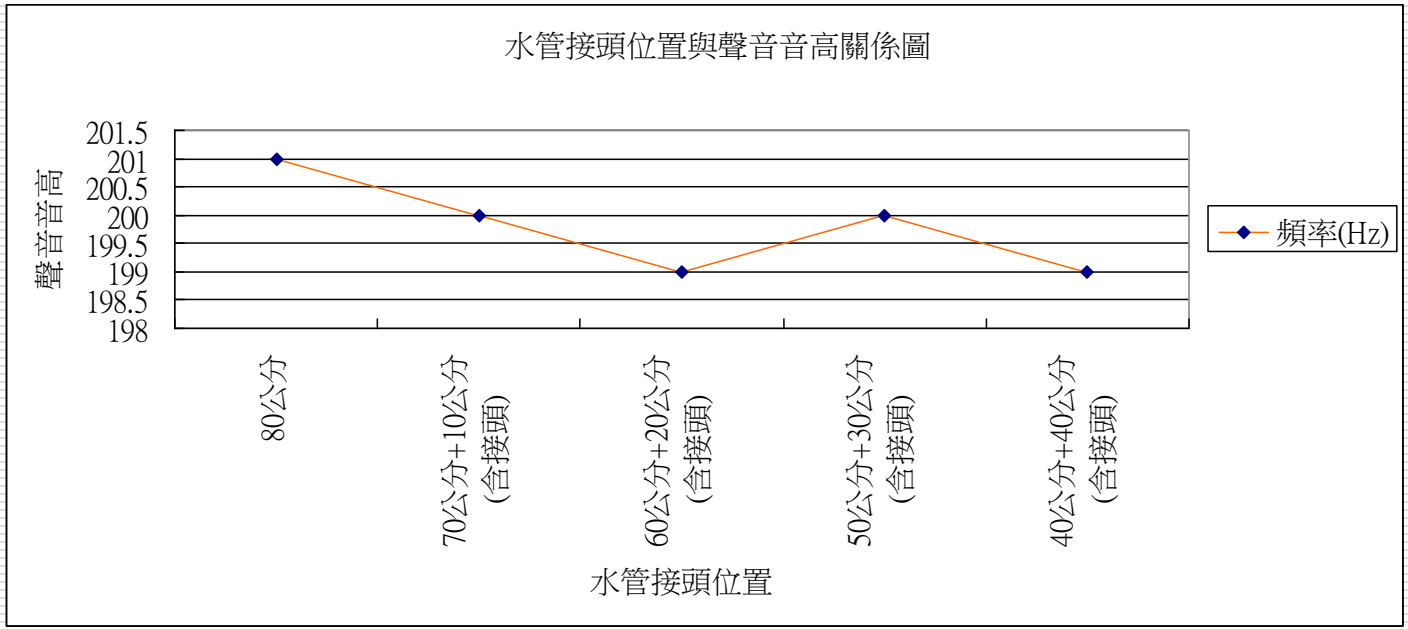
水管架設的高度對聲音的影響

無論水管和平台在哪個位置接觸，不會影響音高



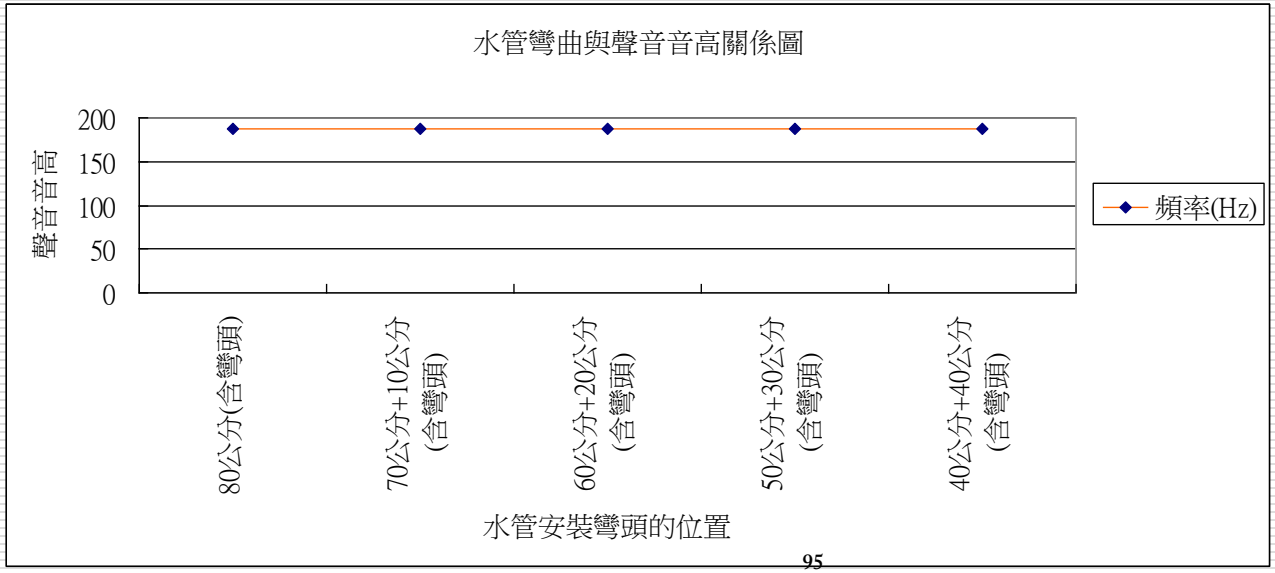
水管接頭位置對聲音的影響

水管接頭的位置不會影響聲音的高低

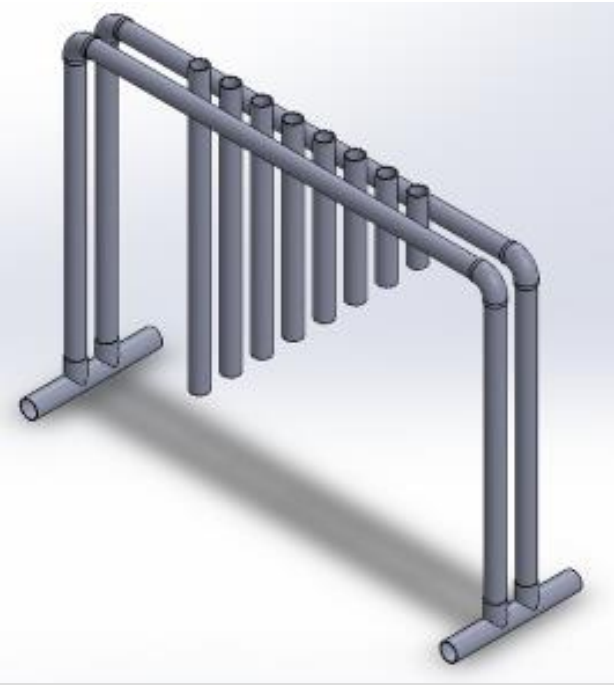


水管彎曲對聲音的影響

水管彎曲不會影響聲音的高低。可以將原本佔空間的直立水管改成彎曲水管，可縮小體積。

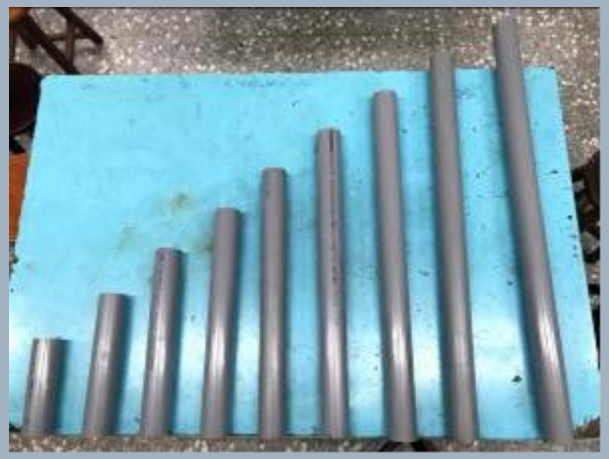


打擊平台製作



水管打擊樂器製作流程1

1. 用電鋸切割水管



2. 將水管切割成各種長度

水管打擊樂器製作流程2

3. 找出合適的打擊棒材質

4. 用打擊棒拍打管口

水管打擊樂器製作流程3

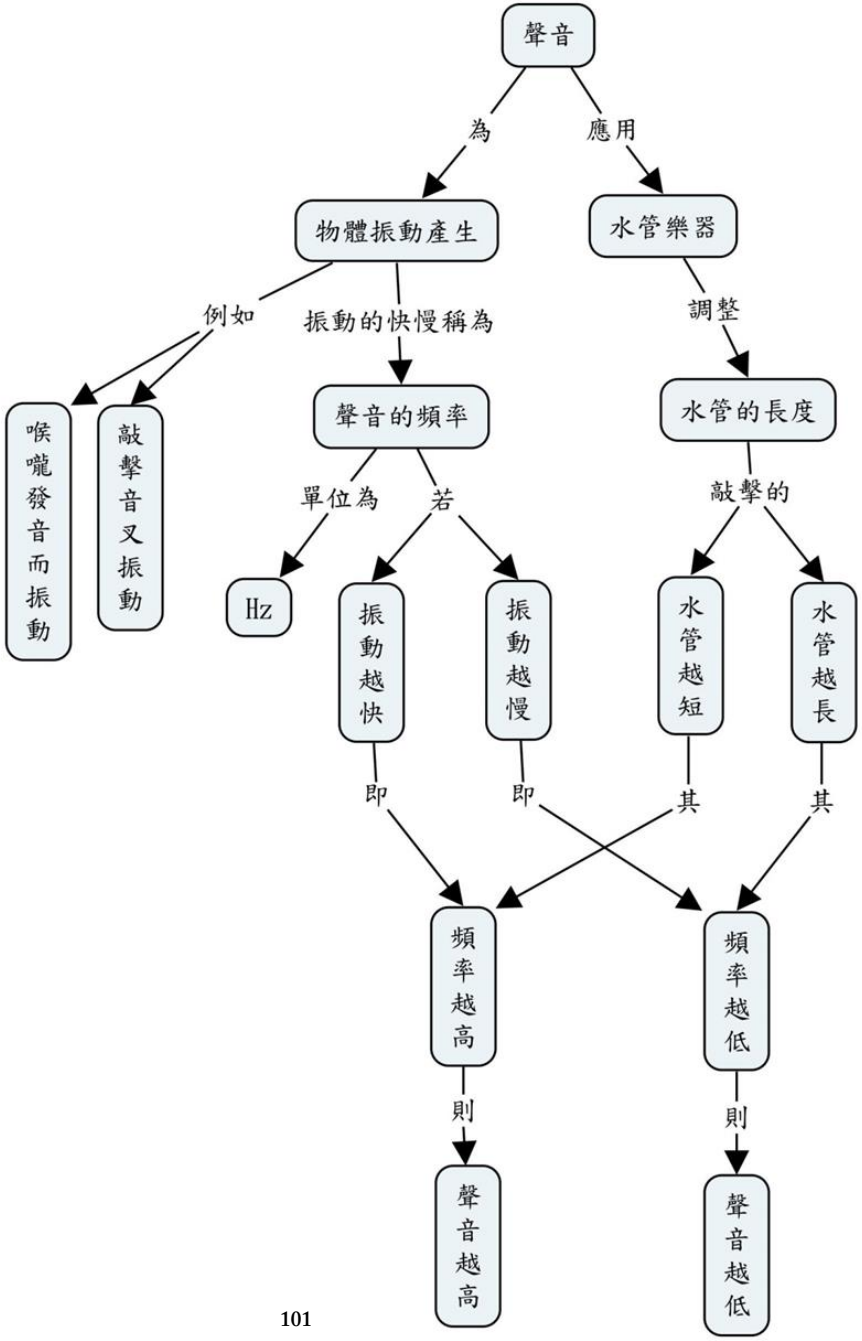
5. 利用手機APP測量音高

6. 製作出水管打擊樂器模組

設計水管打擊樂的教學教案

- 水管打擊樂抽象概念具體化
- 教案
- 實驗教學

水管打擊樂器抽象概念具體化



教案
檢核課堂裡STEAM的課程設計

- STEAM教育素養的教學活動設計
- 課程內容是否涵蓋了STEAM教育的內容
- STEAM教育多個學科合在一起，本項目貫穿了哪些基本概念?
- 老師怎麼參與活動內容

教案

課程內容是否涵蓋了STEAM教育的內容

科學教育：

●聲音的高低

技術教育：

●學習科技工具-手機APP的使用

●加工方式

工程教育：

●研究水管的裁切方式

●選擇適合的拍打棒材質

數學教育：

●水管長度測量

藝術教育：

●造型設計(形象、形狀、形體)

教案
老師怎麼參與活動內容

歷程一、探索，不同音高的水管

- 猜測當敲擊水管時會發現什麼事？
- 小組討論敲擊之後，發生了什麼事?
- 分析並說明發生這些事的最可能原因?
- 探討生活中的類似現象？並確認產生現象的原因

實驗教學(龍海場)

場次一

時間：4月20日。

地點：龍海國小自然教室。

實驗教學(龍海場一)

試教老師：郭世育老師

地點：龍海國小 自然教室

講師郭世育 教學省思

將科展作品轉化成適合學生學習的教學內容，需要經過教學設計、解構和簡化，透過生活化及淺顯易懂的實驗操作讓學生了解水管打擊樂器的發聲原理。

透過教學中的分組實驗，學生們了解到測量工具的應用、如何蒐集數據、製成表格及繪圖，最後學生可以從圖表中解釋水管打擊樂器的變因如何影響音高，從動手做實驗的過程落實STEAM的教學精神。

實驗教學(龍海場)

場次二

時間：4月27日。

地點：龍海國小自然教室。

實驗教學(龍海場二)

試教老師：陳柔萍老師

地點：龍海國小 自然教室

講師陳柔萍 教學省思

今天我們先透過敲打不同長短粗細的水管深刻體會到不同水管所發出的樂音後，再進行自然教室裡不同物品的蒐集與敲擊來體驗不同物品的聲音，過程中學生在自由快樂的氛圍下也開始討論起不同材質會發出不同聲響。而在不同打擊棒部分她們也體會出若是打擊棒具彈性較能紮實擊出空氣住聲響，而若是打擊棒間應雖能擊出聲音，卻有撞擊的喀喀聲，干擾空氣柱振動，整堂課的進行中孩子大量使用聽覺感受不同材質帶來的改變，也充分發揮好奇心預測及解鎖新樂器。

實驗教學(龍海場)

場次三

時間：5月4日。

地點：龍海國小自然教室。

實驗教學(龍海場三)

試教老師：陳念儀老師

地點：龍海國小 自然教室

講師陳念儀 教學省思

辦理觀摩研習，推廣教育成效

- 科展
- 教案比賽
- 臺中市教育電子報
- 成果分享
- 教師研習

科展

以「這聲音你聽過嗎？水管打擊樂器」，參與109學年度臺中市科展，榮獲物理科佳作。

教案比賽

成員參加天下雜誌「2021微笑臺灣創意教案比賽」，在全國180件作品中，榮獲「佳作」。

臺中市教育電子報

3月份龍海國小【善用活化教學，翻轉教學現場】獲得刊登

發行資訊　編輯團隊　臺中市政府教育局　教育部電子報　RSS

首頁　歷史電子報　分類　有獎徵答　投稿

善用活化教學　翻轉教學現場

龍井區龍海國小李義評老師　03/08/2022　135 點閱

「學生口中說出來的才是知識；學生手中做出來的才是能力。」藉由本校兩位就讀研究所同仁入班觀課的歷程，提供了筆者一個覺察與鍛鍊活化教學經營技巧的最佳機會。在選擇單元中，找到說明較少又無實驗器材操作的「認識礦物」單元，進行備課、觀課及議課。

確認重點與起點

成果分享

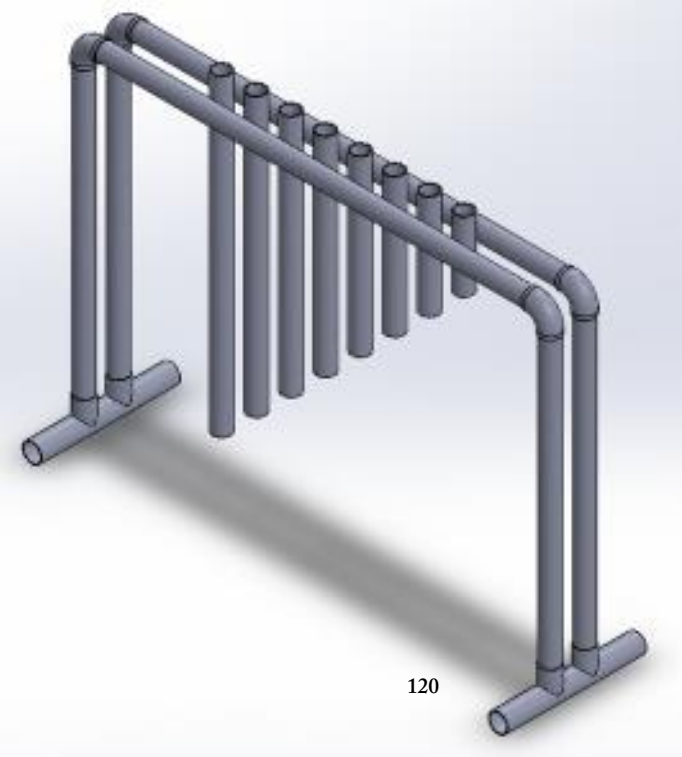
- 臺中市「雙語教育成果博覽會」
- 龍海國小「科學日」
- 暨大USR「提升科學教育成效」
- 教育部「共同備課研習」
- 大肚國小「自然領域工作坊」

臺中市「雙語教育成果博覽會」

- 製作水管打擊樂
- 文化創意園區演示

製作水管打擊樂

3D設計圖:校友　　水管裁切實作:家長會長



文化創意園區演示1

龍海國小參與學生12名，親師16名

文化創意園區演示2

水管打擊樂生動有趣吸引人潮聚集，超過250人

龍海國小「科學日」

3/29「龍海科學日」活動，將水管打擊樂結合雙語教育，參與闖關師生共400人次。

暨大USR「提升科學教育成效」

3/30團隊到南投仁愛發祥，擔任暨大USR計畫講師。經由共備觀課及議課。並以STEAM教學進行交流。參與師生38人次。

暨大USR「提升科學教育成效」議課省思回饋

教學時，讓學生先預測、觀察、操作過程中，得知發酵原料、微生物、製作程序不同產生發酵食品的差異。全程提問教學，透過自己答、分組對照、師生討論出答案

學生告知:"很好玩"
老師告知:"之前他教這兩頁只用五分鐘,現在知道如何教"
主任告知:"有留下來觀課真是太好了"

教育部「共同備課研習」

2/7-2/9到國教院擔任教育部「教學基地學校共同備課研習」分組講師。參加教師50人。

大肚國小「自然領域工作坊」

4/13獲邀到大肚國小「自然領域工作坊」擔任講師，參與師生共19人

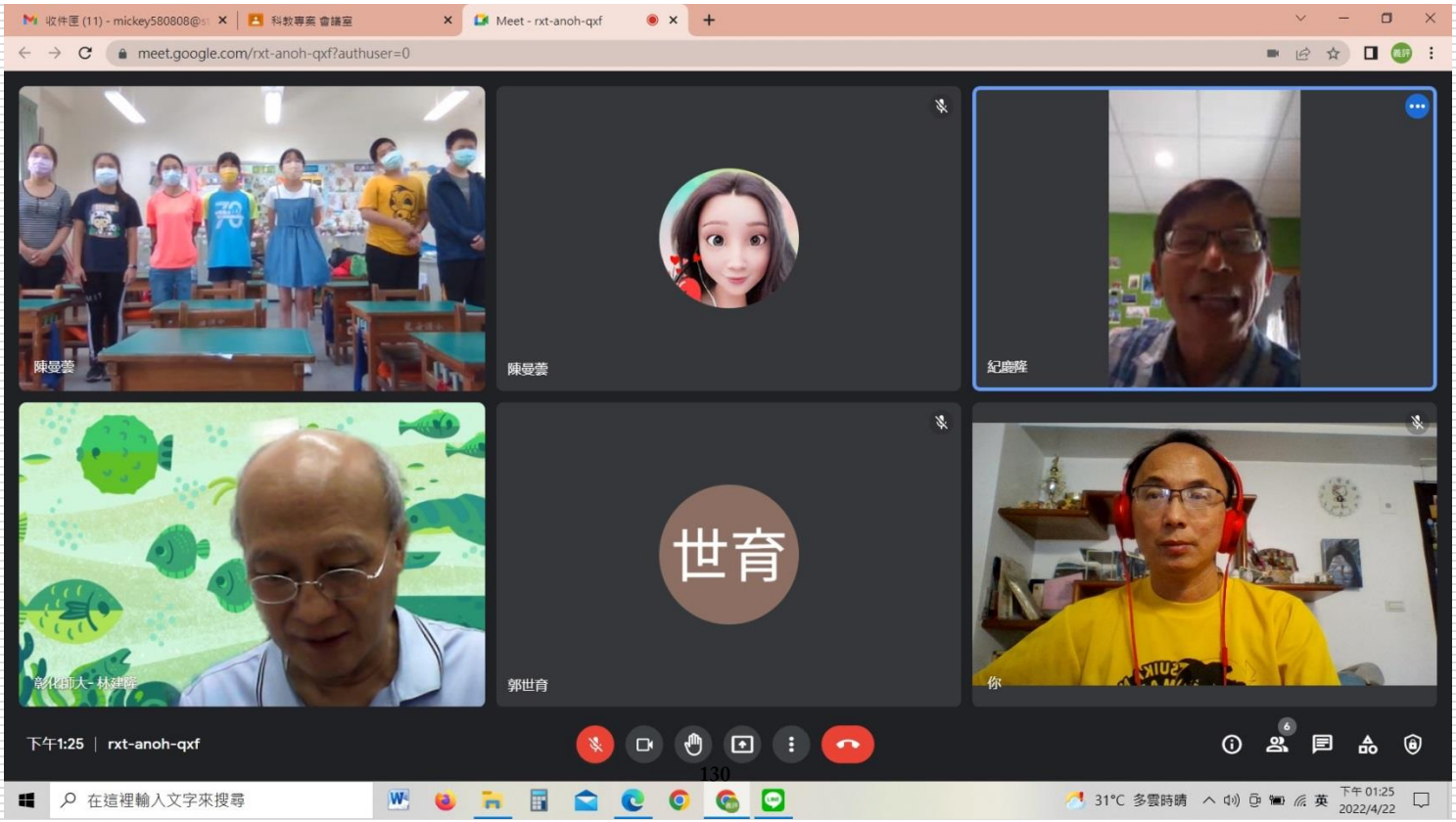
教師研習

- 第1場:4月22日
- 第2場:4月27日
- 第3場:4月28日

教師研習1

- 時間:4月22日
- 主講人:彰師大 林建隆教授
- 參與人數:師生11人
- 講題:科學研究之"溫故而知新"

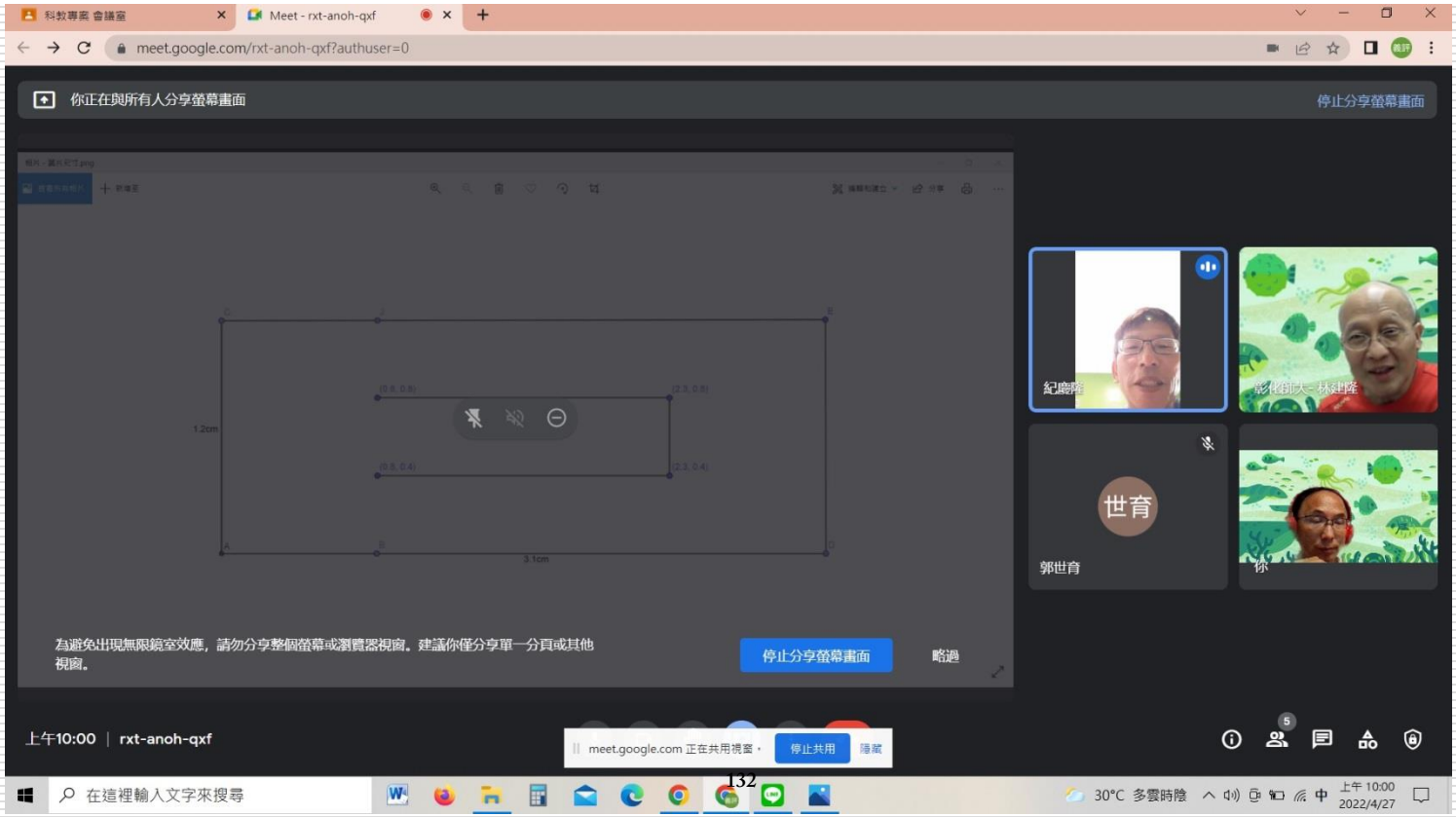
教師研習1


收件匣 (11) - mickey580808@s
科教專案 會議室
Meet - rxt-anoh-qxf
meet.google.com/rxt-anoh-qxf?authuser=0
陳曼蕓
陳曼蕓
紀廳隆
彰化師大- 林建隆
世育
郭世育
你
下午1:25 | rxt-anoh-qxf
在這裡輸入文字來搜尋
31°C 多雲時晴
英
下午 01:25
2022/4/22

教師研習2

- 時間:4月27日
- 主講人:彰師大 林建隆教授
- 參與人數:教師4人
- 講題:科展及科學營之注意事項

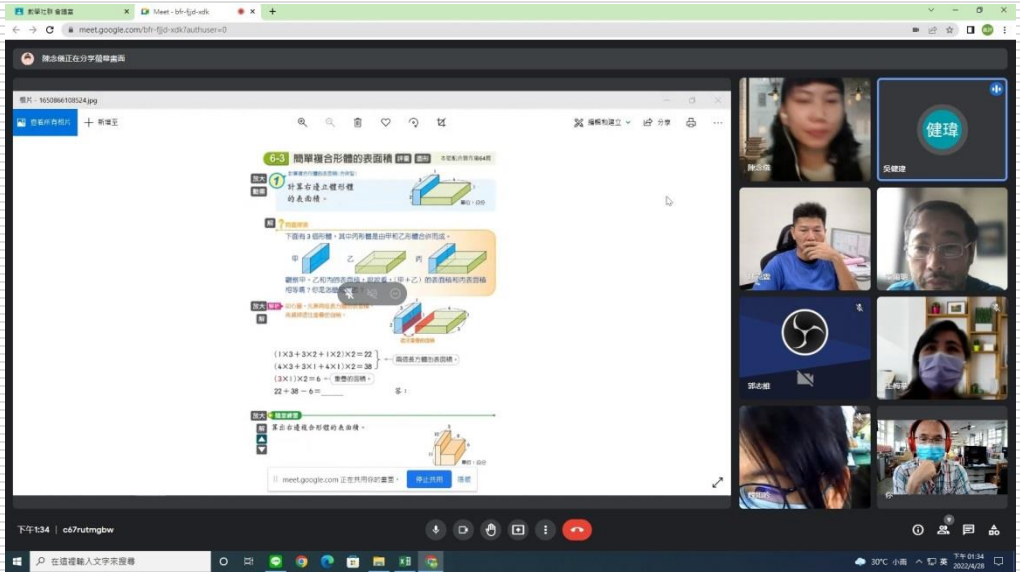
教師研習2


科教專案 會議室
Meet - rxt-anoh-qxf
meet.google.com/rxt-anoh-qxf?authuser=0
你正在與所有人分享螢幕畫面
停止分享螢幕畫面
為避免出現無限鏡室效應，請勿分享整個螢幕或瀏覽器視窗。建議你僅分享單一分頁或其他視窗。
停止分享螢幕畫面
略過
紀慶隆
林建隆
世育
郭世育
你
上午10:00 | rxt-anoh-qxf
meet.google.com 正在共用視窗
停止共用
隱藏
在這裡輸入文字來搜尋
30°C 多雲時陰
上午 10:00
2022/4/27

教師研習3

- 時間:4月28日
- 主講人:彰師大 秦爾聰教授
- 參與人數:師生30人
- 講題:數學探究共備、觀及議課

教師研習3



跨校聯盟

- Maryview Primary School Canada
- 跨校跨領域團隊
- 三校自然共備

Maryview Primary School Canada

與加拿大Maryview小學、惠文高中、東光國小組成跨領域團隊，參加天下雜誌「2021微笑臺灣創意教案比賽」，榮獲佳作。

跨校跨領域團隊

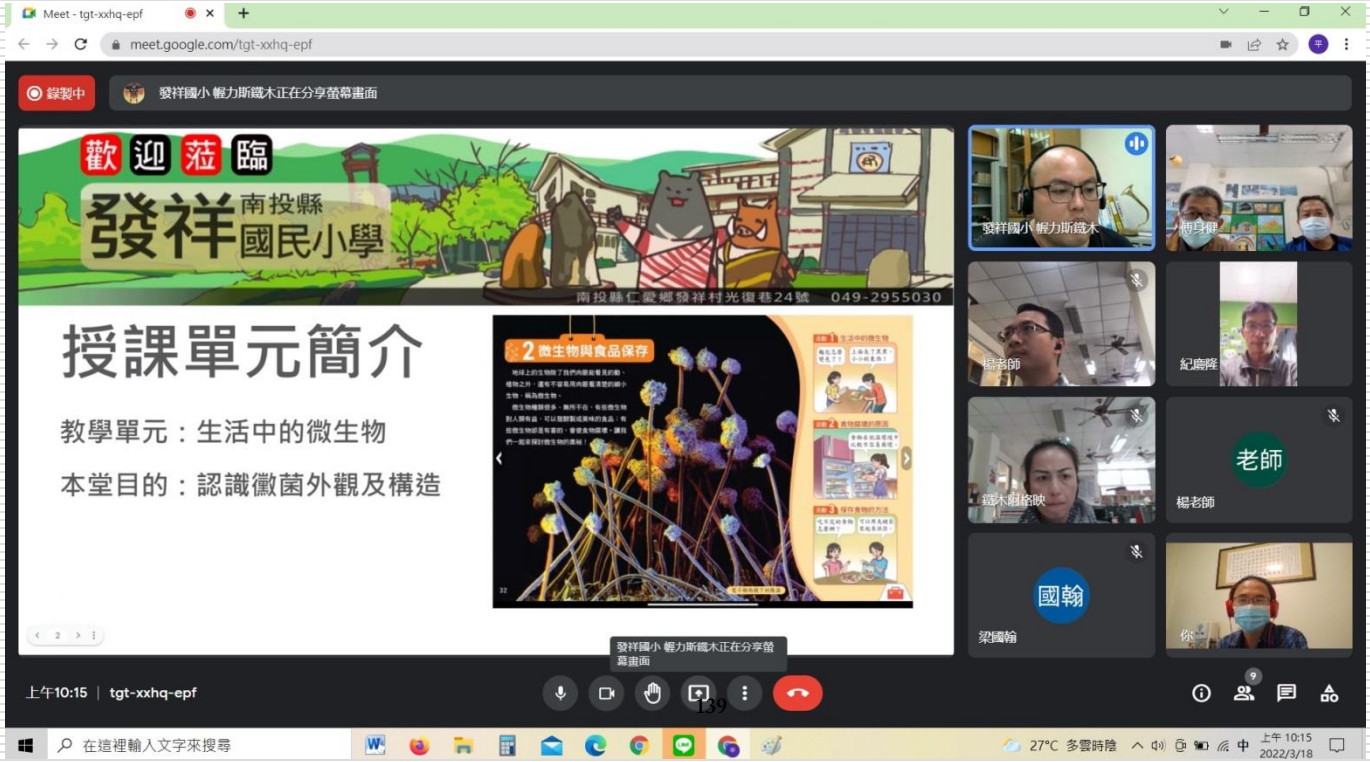
與惠文高中、東光國小、龍港國小組成跨領域團隊，預計參加天下「2022微笑臺灣創意教案比賽」

三校自然共備

- 參與學校:南投仁愛發祥、力行、紅葉國小
- 第1場:3月18日
- 第2場:4月15日
- 第3場:4月29日

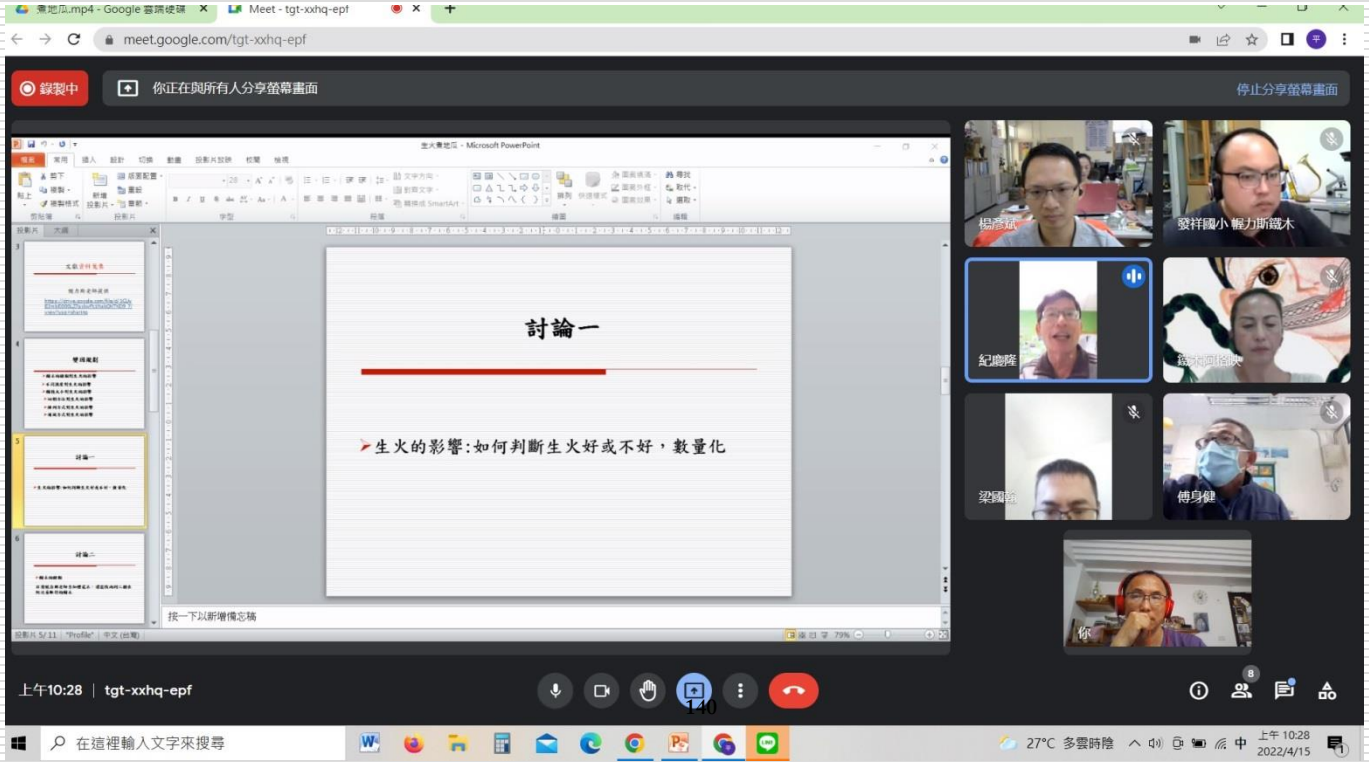
三校自然共備(3/18)

- 10名教師
- 主題:認識黴菌外觀及構造



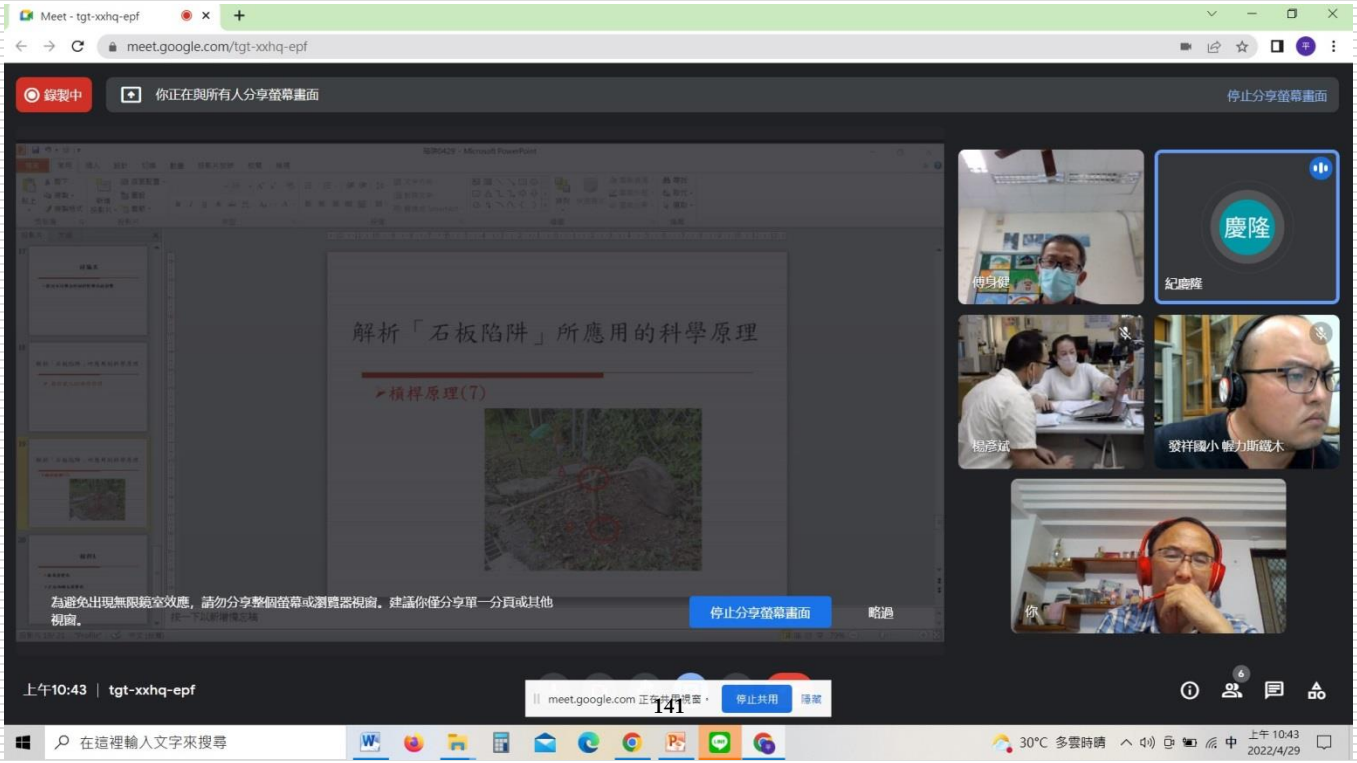
三校自然共備(4/15)

- 7名教師
- 主題:生火煮地瓜



三校自然共備(4/29)

- 6名教師
- 主題:陷阱



謝謝聆聽！

敬請指教！

發展STEAM 國際課程提升國小生科學探究能力-以自製水管打擊樂器為例

https://news.st-media.com.tw/news/17725?fbclid=IwAR0BC6TmJ46jciTXfVGqtHj9TZyaprTD7VyXJUohRXmCET2PvoXncruCJos&fs=e&s=cl

報告大綱

01
科教團隊及專業對談

02
水管打擊樂器變因探討

03
STEAM課程發展

04
辦理觀摩研習，推廣教育成效

05
跨校聯盟

籌組科教團隊及專業對談

- 已籌組科教專案小組，成員包括兩位校長、主任、組長、導師、及退休主任及校外國中教師、國小教師共20位

- 科教團隊專業對談55次專業對談，共262人次參加

水管打擊樂器變因探討

動機：

水管打擊樂器

目的：

最佳的水管打擊樂器模組變因配置

文獻閱讀：

1. 號笛、管樂器
2. 科展

實驗設計

操作變因：

1. 水管長短
2. 水管粗細
3. 水管材質
4. 拍打棒材質
5. 水管架設的高度
6. 水管接頭位置
7. 水管彎曲與直立

依變項：

1. 音高(頻率)
2. 音量(分貝)

STEAM課程發展

1 科展

2 水管打擊樂的STEAM課程

3 龍海科學營

科展

以**「這聲音你聽過嗎？水管打擊樂器」**參與109學年度臺中市科展，榮獲物理科佳作。

水管打擊樂的STEAM課程

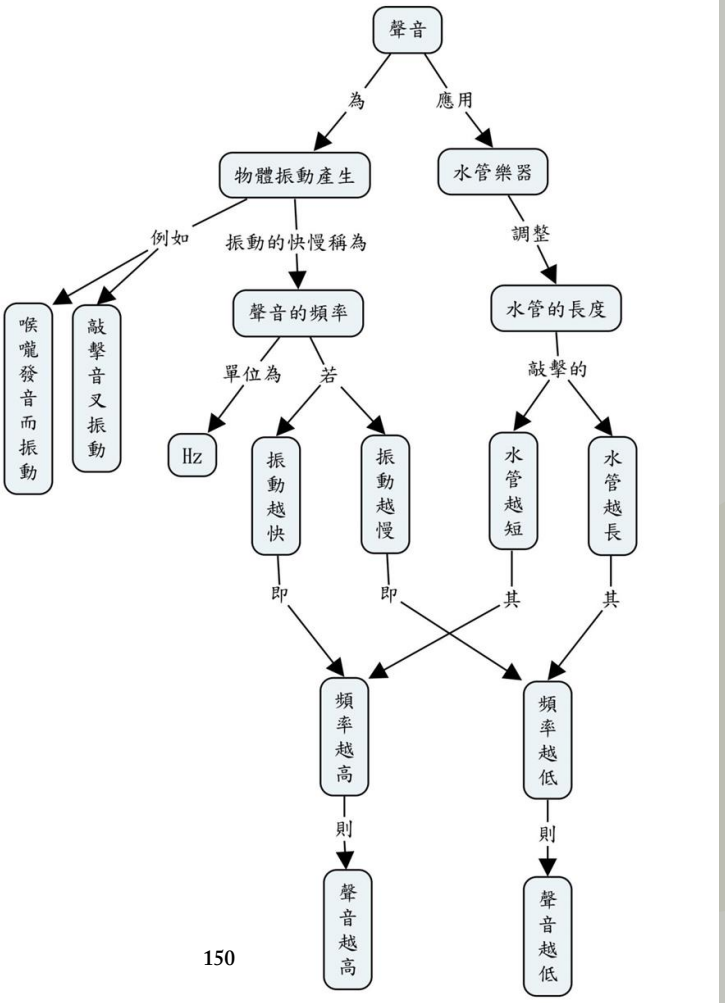
水管打擊樂器抽象概念具體化

檢核課堂裡STEAM的課程設計

實作教學

水管打擊樂器

抽象概念具體化



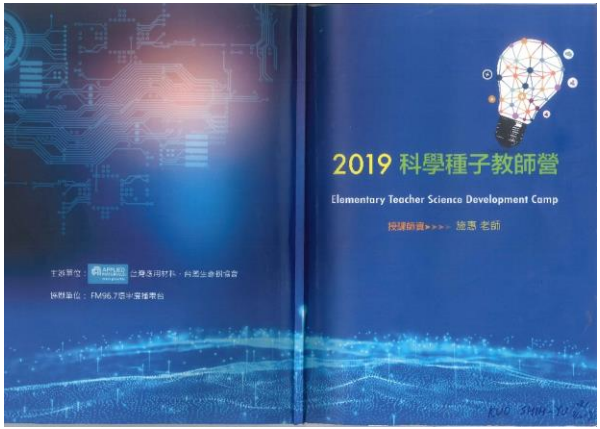
檢核課堂裡ＳＴＥＡＭ的課程設計

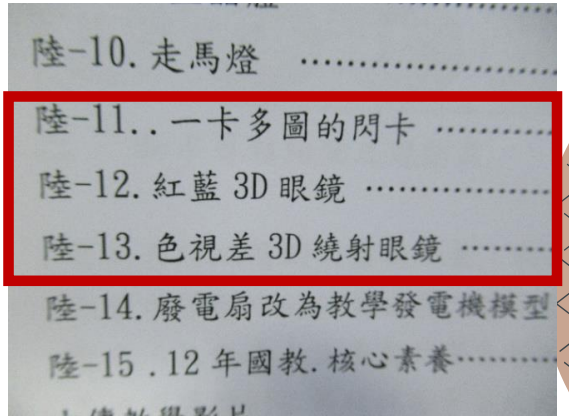
- STEAM教育素養的教學活動設計
- 課程內容是否涵蓋了STEAM教育的內容
- STEAM教育多個學科合在一起，本項目貫穿了哪些基本概念？
- 教師怎麼參與活動內容

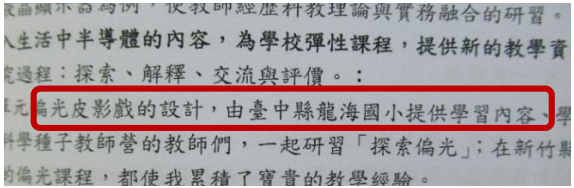
施惠老師提供

檢核課堂裡ＳＴＥＡＭ的課程設計

- 分享互惠




陸-10. 走馬燈 ……
陸-11. . 一卡多圖的閃卡 ……
陸-12. 紅藍 3D 眼鏡 ……
陸-13. 色視差 3D 繞射眼鏡 ……
陸-14. 廢電扇改為教學發電機模型
陸-15 . 12 年國教. 核心素養……


生活中半導體的內容，為學校彈性課程，提供新的教學資
究過程：探索、解釋、交流與評價。：
元偏光皮影戲的設計，由臺中縣龍海國小提供學習內容、學
科學種子教師營的教師們，一起研習「探索偏光」；在新竹縣
的偏光課程，都使我累積了寶貴的教學經驗。

STEAM教育素養的教學活動設計

- 以水管打擊樂為例，引導學生在實踐中不斷嘗試、發現問題、解決問題、實現創新，使學生形成科學素養。

- 引入自然科聲音的內容，提供新的教學資源。

- 探究過程：情境、問題、推論、設計驗證、解釋。

課程內容是否涵蓋了STEAM教育的內容

- STEAM教學設計理念
- 水管打擊樂器製作流程
- STEAM的課程設計

STEAM

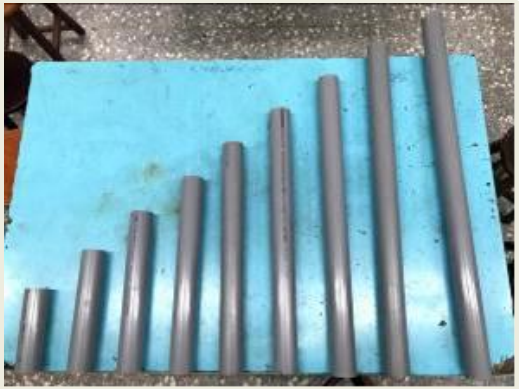
STEAM教學設計理念

「**跨科專題課程**」，這樣的課程能**培養孩子帶得走的能力**。本教學採**引導式探究教學模式**，讓孩子們自我建構知識理論，培養自主學習與問題解決能力。由製作過程中，了解**發聲原理(科學)**、製作**水管打擊樂器(技術)**、**繪畫構造圖(工程)**、**長度的計算(數學)**到最後學生的**創意設計(藝術)**，將STEAM教育的精神融入其中。

STEAM

水管打擊樂器製作流程1

1.用電鋸切割水管



2. 將水管切割成各種長度

STEAM

水管打擊樂器製作流程2

3. 找出適合的打擊棒材質

4. 用打擊棒拍打管口

STEAM

水管打擊樂器製作流程3

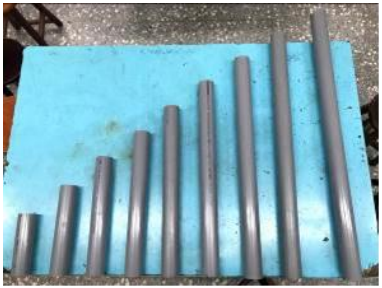
5. 利用手機APP測量音高

6. 製作水管打擊樂器模組

STEAM

ＳＴＥＡＭ的課程設計

請觀察下述圖片，進行STEAM課程設計，請規劃



課程內容是否涵蓋了STEAM教育的內容

工程教育：
- 研究水管的裁切方式
- 選擇適合的拍打棒材質

科學教育：
- 聲音的高低

藝術教育：
- 造型設計(形象、形狀)

技術教育：
- 學習科技工具-手機APP的使用
- 加工方式

數學教育：
- 水管長度測量

STEAM教育多個學科在一起，本項目貫穿了哪些基本概念？

度量、比例和數量：

- 實作不同水管長度發出聲音時，需度量水管長度、聲音頻率的數量變化

系統和系統模型：

- 空氣柱、聲音音高系統建立

結構和功能以及穩定性和變化性：

- 聲音的結構具有穩定性和變化性

STEAM

STEAM教育多個學科在一起，本項目貫穿了哪些基本概念？

模式：

- 引導式探究教學模式：教師引導學生探究聲音的音高
- 創造思考教學模式：學生用不同的器材，設計實驗，並實作之，探索音高的形成機制。

因果關係：

- 不同水管長短、水管的粗細、水管材質、打擊棒材質，產生音高變化

STEAM

教師怎麼參與活動內容

活動一：水管的長短對聲音的影響

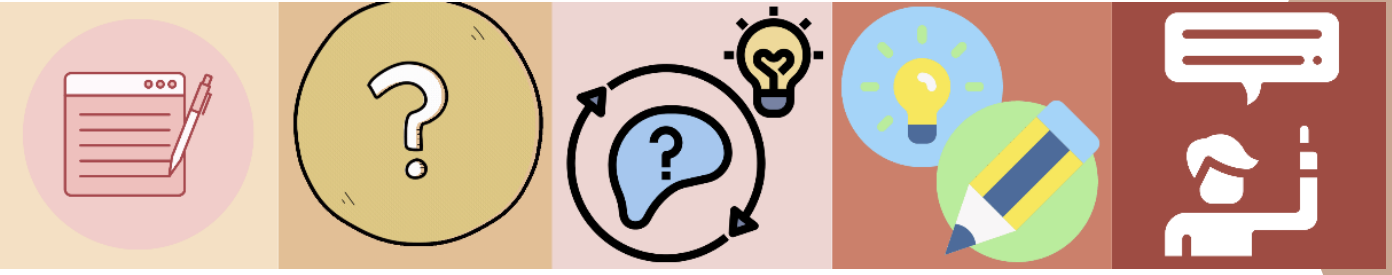
活動二：顏料在水管上的上色情形

活動三：米羅水管彩繪

水管的長短對聲音的影響

引導學生反思用不同長短探索音高，有什麼價值。

<情境> <問題> <推論> <設計驗證> <解釋>



水管的長短對聲音的影響

<情境>?

- 已知水管長度20公分。

<問題>?

- 水管長短變化，會影響音高嗎?

<推論>?

- 用不同長度水管做發音管，進行音高實驗。

水管的長短對聲音的影響

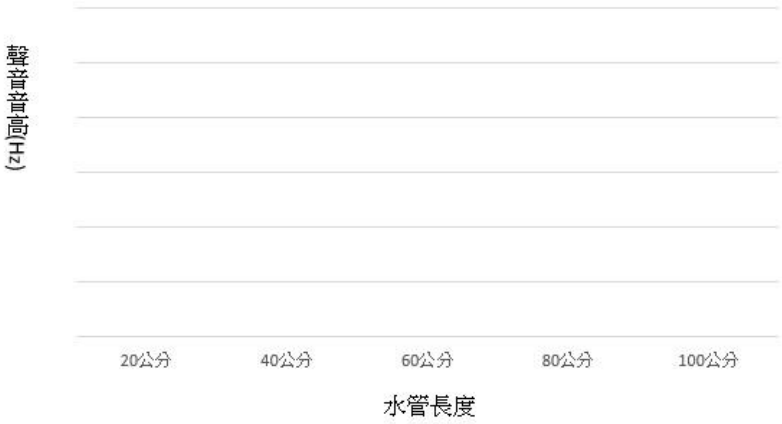
<設計驗證>?

- 分別製作不同長度的水管並使用App軟體進行分析。

次數 水管長度	第一次	第二次	第三次	平均
	頻率(Hz)	頻率(Hz)	頻率(Hz)	頻率(Hz)
(　)公分				
(　)公分				
(　)公分				
(　)公分				
(　)公分				

水管的長短對聲音的影響

<設計驗證>?



( )

<解釋>?

- 水管長度越短，音高越高。

顏料在水管上的上色情形

<情境>?

- 如何將水管帶入生活美感？

<問題>?

- 使用什麼顏料彩繪水管效果最好?

<推論>?

- 嘗試用不同水管上色，並比較上色效果。

顏料在水管上的上色情形

<設計驗證>?

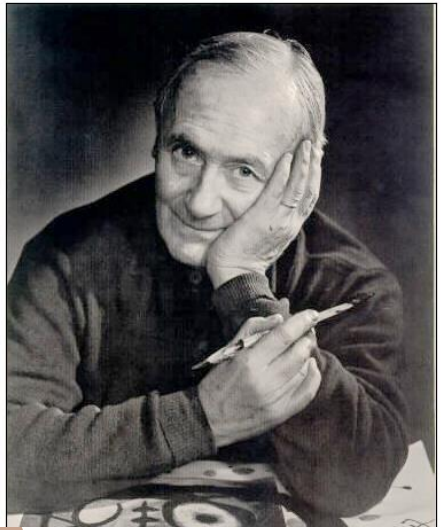
使用水彩顏料上色。

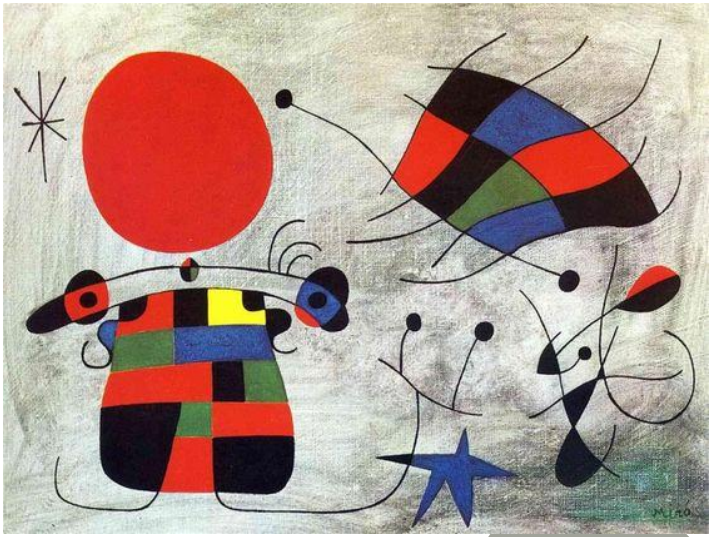
- 準備水彩顏料，將設計好的圖案繪製於瓶身，觀察著色效果如何?

<解釋>?

- 藉由實驗發現，水彩顏料不容易附著於瓶身且容易掉色。

米羅水管彩繪





龍海科學營規劃

日期	討論內容
2/16	科學營時程規劃 龍海部分4/20,4/27,5/4,5/11。龍泉5/4,5/11,5/18,5/25。
3/24	每位老師報告進度，預計分為兩組進行。4/6前送教案。
4/6	1. 確認任課老師的教案準備完成，並著手準備上課教材。 2. 確認上課日期：4/20、4/27、5/4、5/11 3. 上課地點：龍海國小與主任確認後即將開始招生，預計30人，六組別。 4. 4/11繳交完整教案及學習單送印。 5. 協調教材事宜。

龍海科學營進行

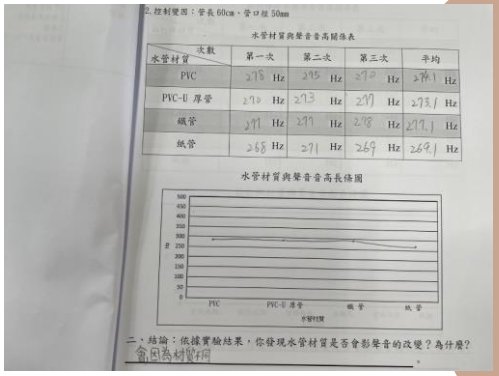
假龍海於辦理STEAM科學實作營，參與143人次

S敲擊水管產生聲音

A運用顏料彩繪水管

T使用平板APP測量音高

E拍打不同長度水管產生聲音



2.控制變因：管長 60cm，管口徑 50mm

水管材質與聲音音高關係表

水管材質 \ 次數	第一次	第二次	第三次	平均
PVC	275 Hz	275 Hz	270 Hz	274.1 Hz
PVC-U 厚管	270 Hz	273 Hz	277 Hz	273.1 Hz
鐵管	271 Hz	277 Hz	278 Hz	277.1 Hz
紙管	268 Hz	271 Hz	269 Hz	269.1 Hz

水管材質與聲音音高長條圖

二、結論：依據實驗結果，你發現水管材質是否會影響聲音的改變？為什麼？

會因為材質不同

M計算音高平均、繪製折線圖

龍海科學營議課及省思(5/26)

- 分組器材分類較凌亂，可以標示好容易分組。
- 測試音高部分，各組因距離太近會互相干擾。
- 上水泥漆讓孩子弄髒衣服，可以請孩子帶圍裙。
- 課程節奏部分需要再調整。
- 下次先想好切割部分加入。

龍海科學營前測與後測統計分析表

班級	個數	平均數	標準差	t值	顯著性
參加計畫一班	27	前測3.59 後測5.52	前測2.79 後測1.49	0.00*	<0.01

由上述資料得知，在前測與後測成績之差，達顯著差異（t= 0.00，P<.01），表示學生在後測的表現優於前測。

因此診斷教學對於學生在學習有提升效果。

辦理觀摩研習，推廣教育成效

- 教案比賽
- 臺中市教育電子報
- 成果分享
- 教師研習分享

教案比賽

成員參加天下雜誌「2021微笑臺灣創意教案比賽」，在全國180件作品中，榮獲「佳作」。

臺中市教育電子報

3月份龍海國小【善用活化教學，翻轉教學現場】獲得刊登

發行資訊　編輯團隊　臺中市政府教育局　教育部電子報　RSS

首頁　歷史電子報　分類　有獎徵答　投稿

善用活化教學　翻轉教學現場

龍井區龍海國小李義評老師　03/08/2022　135 點閱

「學生口中說出來的才是知識；學生手中做出來的才是能力。」藉由本校兩位就讀研究所同仁入班觀課的歷程，提供了筆者一個覺察與鍛鍊活化教學經營技巧的最佳機會。在選擇單元中，找到說明較少又無實驗器材操作的「認識礦物」單元，進行備課、觀課及議課。

確認重點與起點

成果分享

- 臺中市「雙語教育成果博覽會」
- 龍海國小「科學日」
- 暨大USR「提升科學教育成效」
- 教育部「共同備課研習」
- 大肚國小「自然領域工作坊」

成果分享

- 龍海國小「STEAM科學實作營」
- 龍泉國小「STEAM科學實作親子營」
- 教育部「教學基地學校共同備課研習」
- 南投泰雅族三校「生活科學體驗營」

臺中市「雙語教育成果博覽會」

水管打擊樂生動有趣吸引人潮聚集，超過250人

龍海國小「科學日」

3/29「龍海科學日」活動，將水管打擊樂結合雙語教育，參與闖關師生共400人次。

暨大USR「提升科學教育成效」

3/30團隊到南投仁愛發祥，擔任暨大USR計畫講師。經由共備觀課及議課。並以STEAM教學進行交流。參與師生38人次。

教育部「共同備課研習」

2/7-2/9到國教院擔任教育部「教學基地學校共同備課研習」分組講師。
參加教師50人。

大肚國小「自然領域工作坊」

4/13獲邀到大肚國小「自然領域工作坊」擔任講師，參與師生共19人

龍海國小「STEAM科學實作營」

4/20、4/27、5/4、5/18開STEAM科學實作營，參與師生110人次。

龍泉國小「STEAM科學實作親子營」

7/26、7/27、7/28、7/29辦理STEAM科學實作親子營，參與師生130人次

講師郭世育 教學省思

- 聲音是一種既具體又抽象的概念。
- 教學者反思應透過實際的實驗，試著讓聲音「看得見」，讓孩子輕輕拍打桌子，觀察水杯中的水，看看水面中產生什麼樣的變化。
- 培養孩子們在生活中發現科學，然後再將科學應用在生活中，了解「處處留意皆學問」的道理。

講師陳柔萍 教學省思

- 這次的龍泉科學營我調整了上次發現的問題，因為測量水管音頻會互相干擾，我們將組別分散到不同區域，測量效果也更加顯著；
- 課程中因為開放學生以自然教室器材作為打擊樂器工具更顯生活化及樂趣性，但同時因有些易碎危險物品而更注意安全及操作過程；
- 整體課程進行設計較上次更順利，也更活潑！若是有機會，可以再融入更多音樂演奏呈現，會顯得更有STEAM的美感！

講師陳念儀 教學省思

- 上次學生對於上色不熟悉，耽誤了許多時間，所以這次在編排上，多留了一些時間讓學生上色，但學生上色速度比上次更順利，反而多出了許多時間。經過了解後，明白學生平日對於上漆這件事十分熟悉，所以操作上不會花費太多時間。
- 之後的課程編排上，如果可以的話應多了解學生的背景狀況，多設想可能會面臨的情況，也多準備幾個備案，以備不時之需。

講師王雅玲 教學省思

- 在科學營的課程設計和教學夥伴的討論中也學習到許多科學的知識和原理，像是水管長度和粗細對音高的影響等。
- 本次教學經過調整後，發現整體進行的速度更加流暢，學習成效和創作完成度也大大提升。
- 在操作中發現因為水管經由水泥漆和壓克力顏料的雙層塗色，水管厚度會增加，在組裝的過程中會難以接合。改善的方式:可以將需要接合的部分水管先組裝好再進行彩繪，避免組裝上的困難。

教育部「共同備課研習」

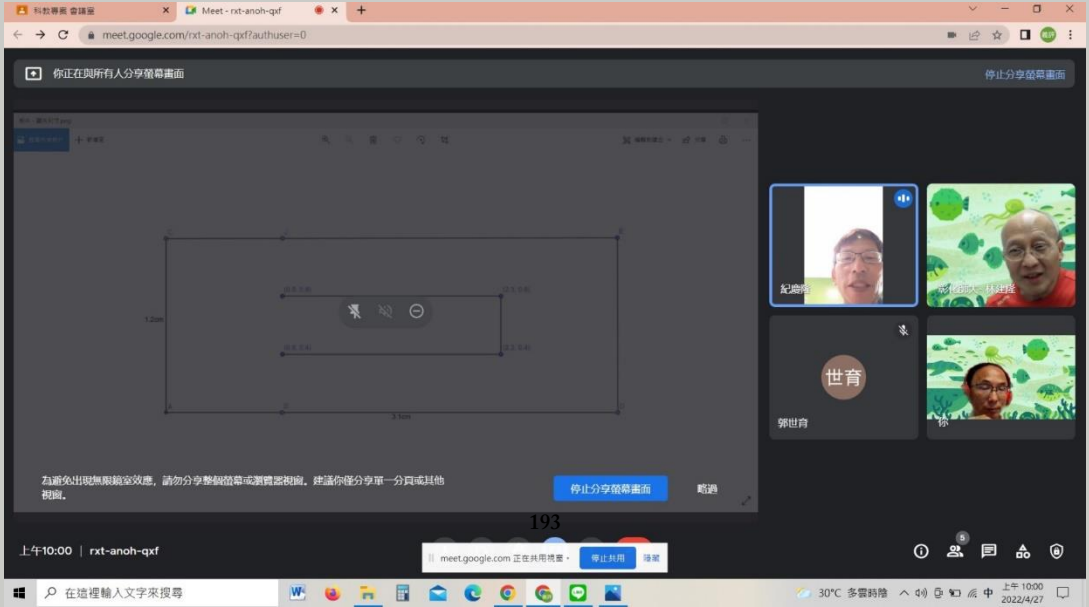
8/15-8/17到國教院擔任教育部「教學基地學校共同備課研習」分組講師。參加教師64人。

教師研習1

- 時間：4月22日
- 主講人：彰師大 林建隆教授
- 講題：科學研究之”溫故而知新”

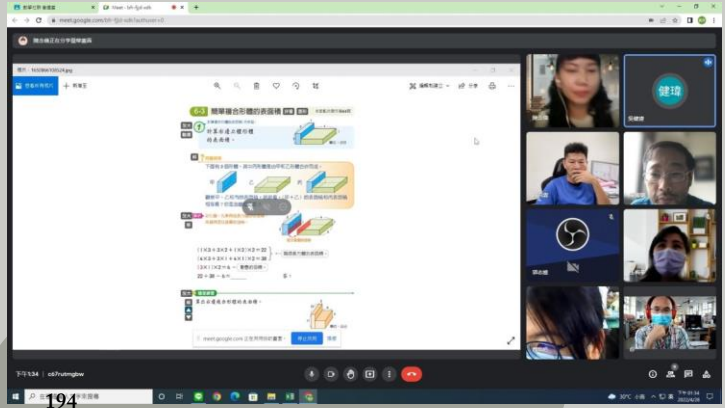
教師研習2

- 時間：4月27日
- 主講人：彰師大 林建隆教授
- 講題：科展及科學營之注意事項



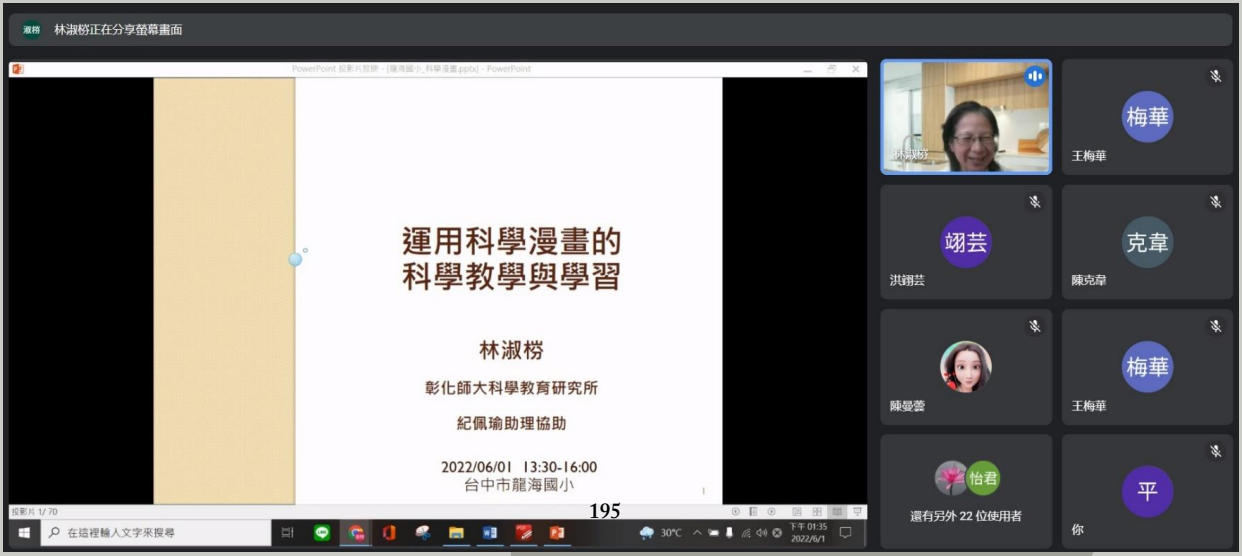
教師研習3

- 時間：4月28日
- 主講人：彰師大 秦爾聰教授
- 講題：數學探究共備、觀及議課



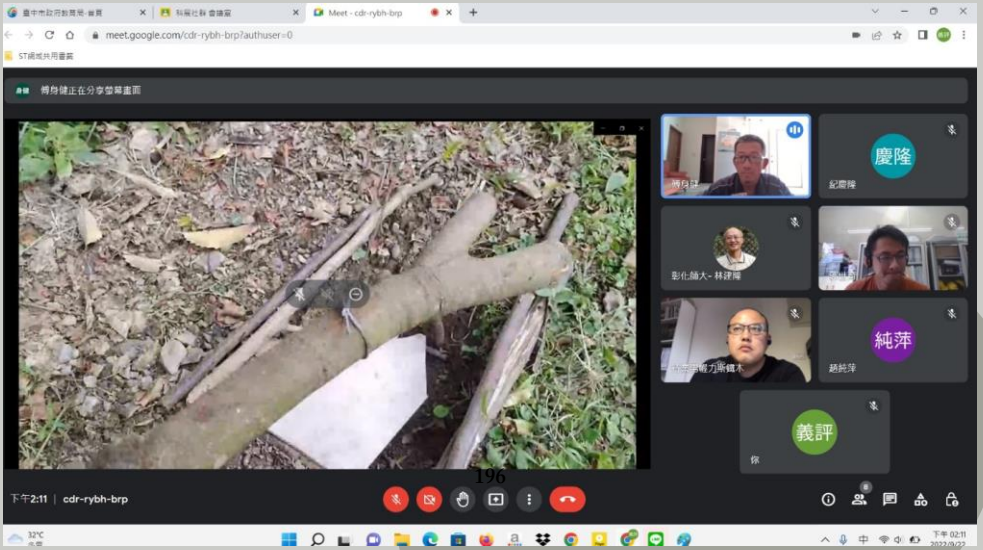
教師研習4

- 時間：6月1日
- 主講人：彰師大 林淑楞教授
- 講題：運用科學漫畫的科學教學與學習



教師研習5

- 時間： 6/30、7/21、8/19及9/22
- 主講人：彰師大 林建隆教授
- 講題：科學實作社群如何運作



跨校聯盟

- Maryview Primary School Canada
- 天下跨校跨領域團隊
- 南投原鄉生活體驗營社群
- 國際化交流社群

Maryview Primary School Canada

與加拿大Maryview小學、惠文高中、東光國小組成跨領域團隊，以自然科學為主軸，參加天下雜誌「2021微笑臺灣創意教案比賽」，榮獲佳作。

2021 微笑台灣創意教案

榮獲國小組 佳作

教案名稱 Project：聽覓水原音，永續新視界
參賽教師 Contestants：翁嘉穗、吳彥慶、陳念儀、陳柔萍、李義評
參賽學校 School of Contestants：臺中市東光國民小學、台中市立惠文高級中學、台中市龍海國民小學、Maryview School (Canada)

特頒此狀，以資表彰

110 年 12 月

Honorable Mention Award
Elementary Group

Project: Learn from Nature, make the world sustainable.

This certificate of achievement is awarded to Tammy Davis from Maryview School, Alberta, Canada.
In recognition of his/her innovative curricular ideas within the Smile Taiwan Creative Curriculum Competition.

December. 2021

天下跨校跨領域團隊

與惠文高中、東光國小、龍港國小組成跨領域團隊，召開12次視訊會議，共計69人次參加。開發自然科學主軸跨領域課程。

科學生活體驗營

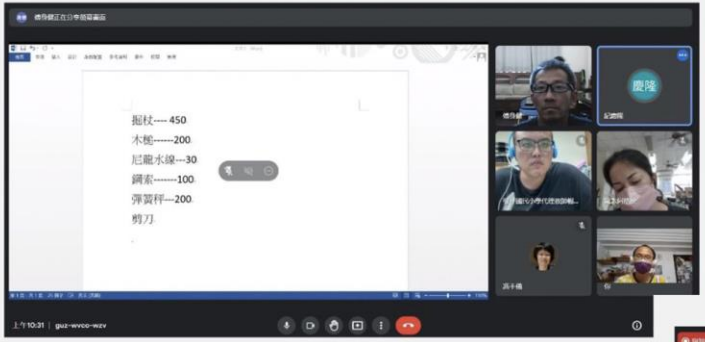
三校共備

4/15、4/29、5/13、5/27、6/10、 6/17
6/24、7/13、7/15、7/29、8/5、8/16
共12次，57人次

- 每次共備一主題
- 角色轉換

科學生活體驗營

三校共備



科學生活體驗營

時間：8/24-26 地點：南投仁愛發祥國小

01

02

科學生活體驗營

回響

- 家長：提供毛巾。
- 主任：自然課程。
- 在地教師：課程到實體教學。
- 學生：問老師

續集

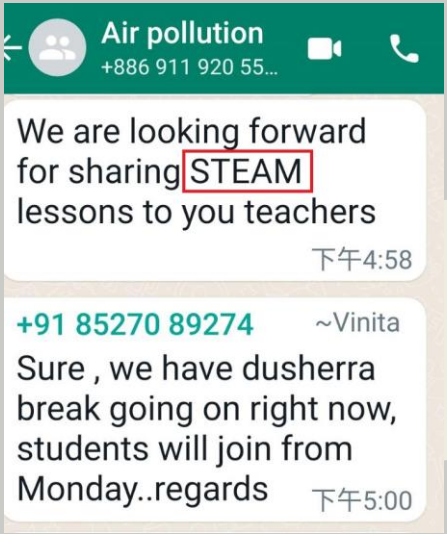
- 發祥：12/7，社群1+1。
- 在地教師：加入科展社群。
- 暨南大學：科學營

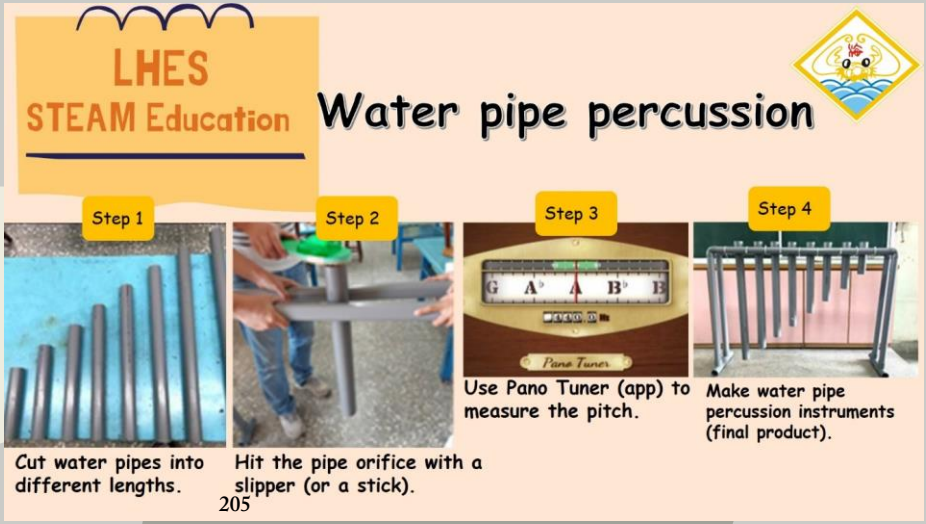
國際化交流社群1

與惠文高中、東光國小及印度Mount Abu Public School成立國際化交流社群，分享特色課程。 9/2進行視訊。

國際化交流社群2

以What’ sApp成立群組，包括印度Mount Abu Public School教師，共有9位成員。
分享水管打擊樂STEAM課程





THANK YOU
感謝大家聆聽！
歡迎提出問題討論
共好力量大！

109 學年度臺中市中小學科學展覽會

作品說明書

科　　別：物理科

組　　別：國小組

作品名稱：這聲音你聽過嗎？水管打擊樂器

關 鍵 詞：空氣柱、頻率音名唱名對照表、水管

編　　號：

目次

摘要……1

壹、研究動機……1

貳、資料收集與文獻閱讀……1

參、研究目的與問題……2

肆、研究設備及器材……3

伍、研究過程或方法……3

陸、研究結果……5

一、水管長度對聲音的影響……5

二、水管粗細對聲音的影響……13

三、水管材質對聲音的影響……16

四、拍打棒材質對樂器聲音的影響……17

五、水管架設的高度對樂器聲音的影響……18

六、水管接頭位置對樂器聲音的影響……19

七、水管彎曲對樂器聲音的影響……20

八、打擊平台製作……21

柒、結論……22

捌、參考資料……24

摘要

在廣場中看見街頭藝人運用長短不一的水管組成一個外型古怪的樂器，用保麗龍棒拍打瓶口，竟可以發出十分微妙的聲音。如何讓普通的水管發出具有不同音階的聲音，我們一起一探究竟！由實驗得知，水管長度愈長，空氣柱長，聲音愈低。水水管愈粗，聲音音高愈低。水管材質對聲音音高的影響不大。我們發現鞋底較有彈性，適合拿來當做打擊棒。水管架設的高度、水管接頭位置、水管彎曲與直立對樂器聲音的沒影響。但較佔空間的直立水管改成彎曲水管，可縮小體積。為了讓水管打擊樂器方便演奏，我們利用水管製作了一個平台，可以將不同長度的水管架設在一起，配合頻率音名唱名對照表，製作出具有音階的**水管打擊樂器**！

壹、 研究動機

利用身邊隨手取得的資源，透過創意巧思及靈活巧手打造出一個令人讚嘆的樂器，水管樂器就是以此為靈感所創造出來的樂器。學生回憶曾在廣場中看見街頭藝人運用長短不一的水管組成一個外型古怪的樂器，用保麗龍棒拍打瓶口，竟可以發出十分微妙的聲音。這樣奇妙的聲音從來沒聽過，如何讓普通的水管發出具有不同音階的聲音，我們一起一探究竟！

貳、 資料收集與文獻閱讀

一、空氣柱：

音調是由發音體振動的頻率決定的，發音體每秒的振動頻率愈大，發音的音調愈高。空氣柱振動發聲→空氣柱愈長，波長愈大，頻率愈小，音調愈低；空氣柱愈短，波長愈短，頻率愈大，音調愈高。

二、頻率音名唱名對照表：

唱名	Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si
音名	C2	D2	E2	F2	G2	A2	B2
頻率 Hz	65.4	73.4	82.4	87.3	98.0	110.0	123.5
音名	C3	D3	E3	F3	G3	A3	B3
頻率 Hz	130.8	146.8	164.8	174.6	196.0	220.0	246.9
音名	C4	D4	E4	F4	G4	A4	B4
頻率 Hz	261.6	293.6	329.6	349.2	392.0	440.0	493.9
音名	C5	D5	E5	F5	G5	A5	B5
頻率 Hz	523.2	587.3	659.3	698.5	784.0	880.0	987.8

參、研究目的與問題:

本研究之目的為以音量與音高（頻率）來分析水管打擊樂器使聲音產生了什麼變化，並藉操作變因進一步探討影響水管打擊樂器聲音變化的因素，最後找出最佳之水管打擊樂器模組。研究問題如下：

一、水管的**長短**對樂器聲音有沒有影響？

二、水管的**粗細**對樂器聲音的影響？

三、**水管材質**對樂器的影響？

四、**拍打棒材質**對樂器聲音的影響？

五、水管架設的高度對樂器聲音的影響？

六、水管彎曲與直立對樂器聲音的影響？

肆、研究設備及器材:

一、工具:

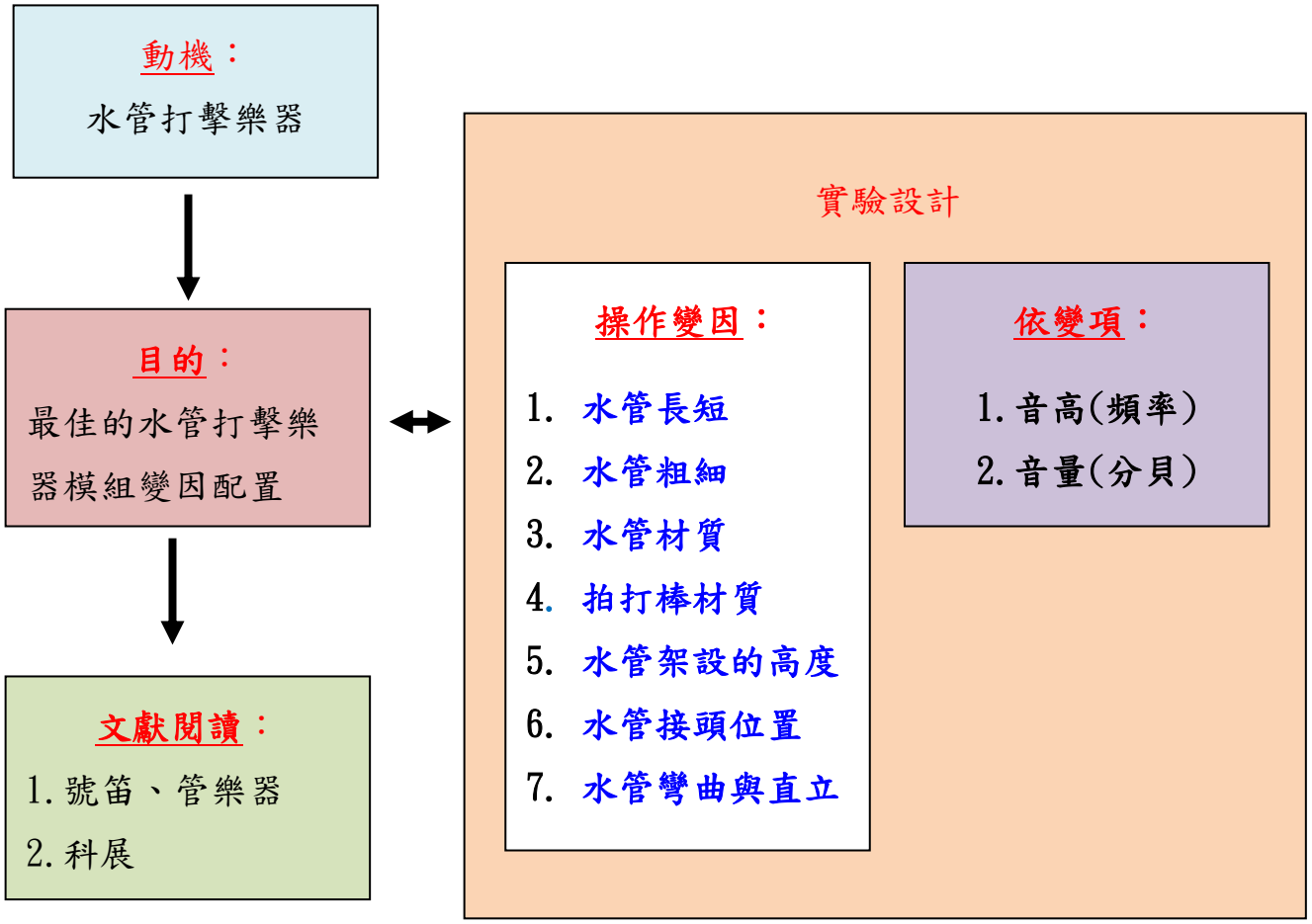
1. 美工刀	2. 鋸子	3. 拖鞋	4. 捲尺
5. 水管剪	6. 麥克筆	7. 剪刀	8. 手機（錄音、音源）
9. APP(Tuner、噪音檢測儀)			

二、材料:

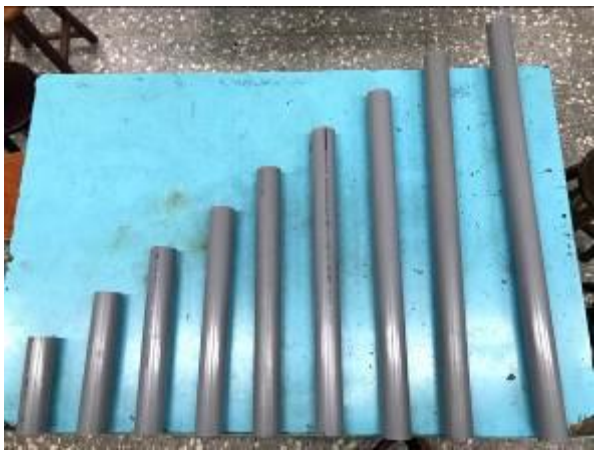
1. 水管(各式尺寸)	2. 束帶	3. 立體三通
4. 轉接頭(一字形)	5. 轉接頭(L 形)	6. 黏著劑

伍、研究過程或方法:

一、研究過程:



二、實驗過程:

	
1.用電鋸切割水管(由老師操作)	2.將水管切割成各種長度。
3.找出合適的打擊棒材質	4.用打擊棒拍打管口
5.利用手機 APP 測量音高	6.製作出最佳的水管打擊樂器模組

陸、研究結果:

一、水管長度對聲音的影響：

（一）實驗一:

1.操作變因：水管長度

水管長度分別為 20 公分、30 公分、40 公分、50 公分、60 公分、70 公分、80 公分、90 公分、100 公分。

2.控制變因：水管口徑 50mm、水管材質、管壁厚度。

3.研究結果：

表 1 水管長度與聲音音高關係表

次數 / 水管長度	第一次	第二次	第三次	平均
	頻率(Hz)	頻率(Hz)	頻率(Hz)	頻率(Hz)
20 公分	560	562	563	562
30 公分	435	434	436	435
40 公分	376	378	374	376
50 公分	307	308	309	308
60 公分	268	267	265	267
70 公分	230	231	231	231
80 公分	201	201	203	202
90 公分	178	179	178	178
100 公分	163	165	163	164

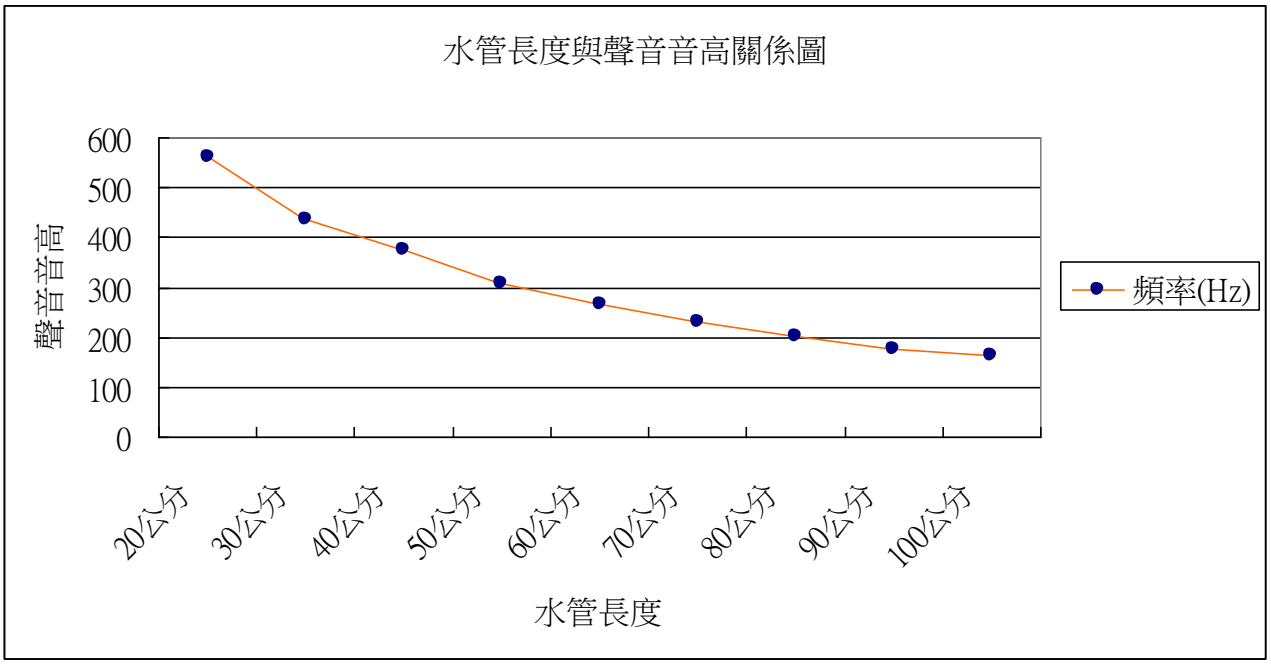


圖 1 水管長度與聲音音高關係圖

由研究結果得知，水管長度愈長，空氣柱長，聲音愈低；水管長度愈短，空氣柱短，聲音愈高。水管長度對於聲音音高呈現負相關的情形。

（一）實驗二:

我們同時也用了其他相同的口徑，不同的水管長度做實驗，得知是否有相同的結果。

1. 操作變因：水管長度

水管長度我們分別取 30 公分、60 公分、90 公分。

2. 控制變因：水管口徑、水管材質、管壁厚度。

(1)水管口徑 28mm

表 2 水管長度與聲音音高關係表(水管口徑 28mm)

次數 / 水管長度	第一次	第二次	第三次	平均
	頻率(Hz)	頻率(Hz)	頻率(Hz)	頻率(Hz)
30 公分	514	514	515	514
60 公分	270	270	270	270
90 公分	184	184	185	184

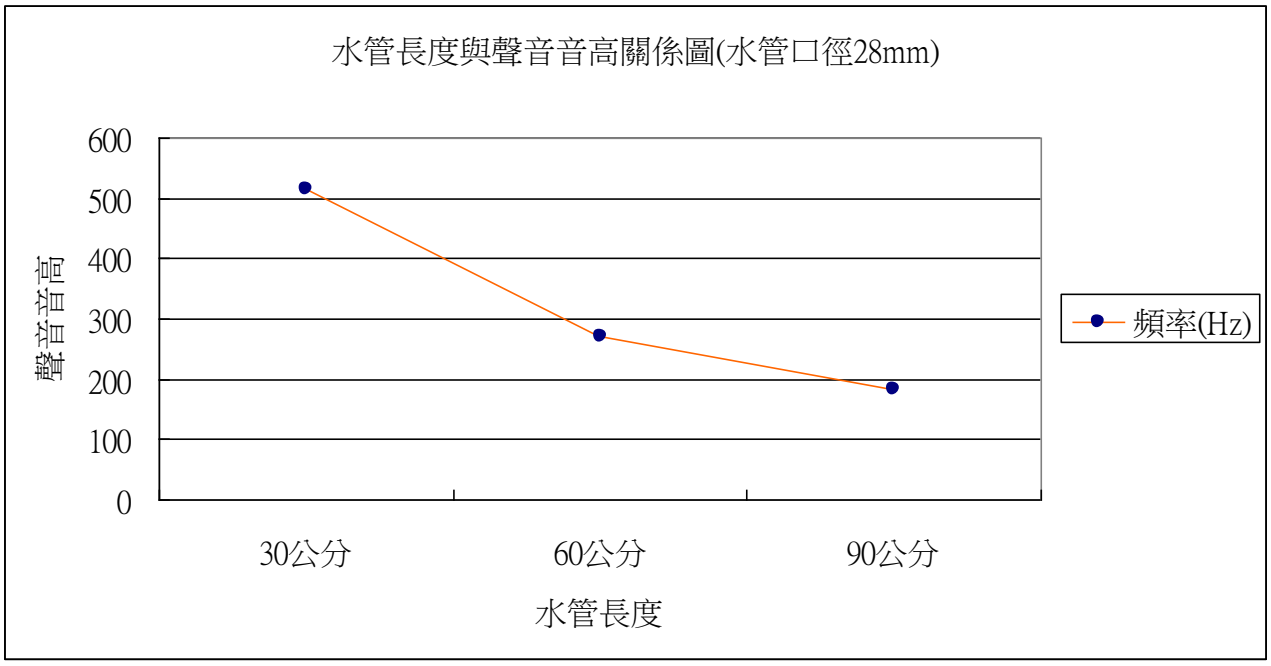


圖 2 水管長度與聲音音高關係圖(水管口徑 28mm)

(2)水管口徑 35mm

表 3 水管長度與聲音音高關係表(水管口徑 35mm)

次數 / 水管長度	第一次	第二次	第三次	平均
	頻率(Hz)	頻率(Hz)	頻率(Hz)	頻率(Hz)
30 公分	492	491	491	491
60 公分	269	270	269	269
90 公分	183	183	183	183

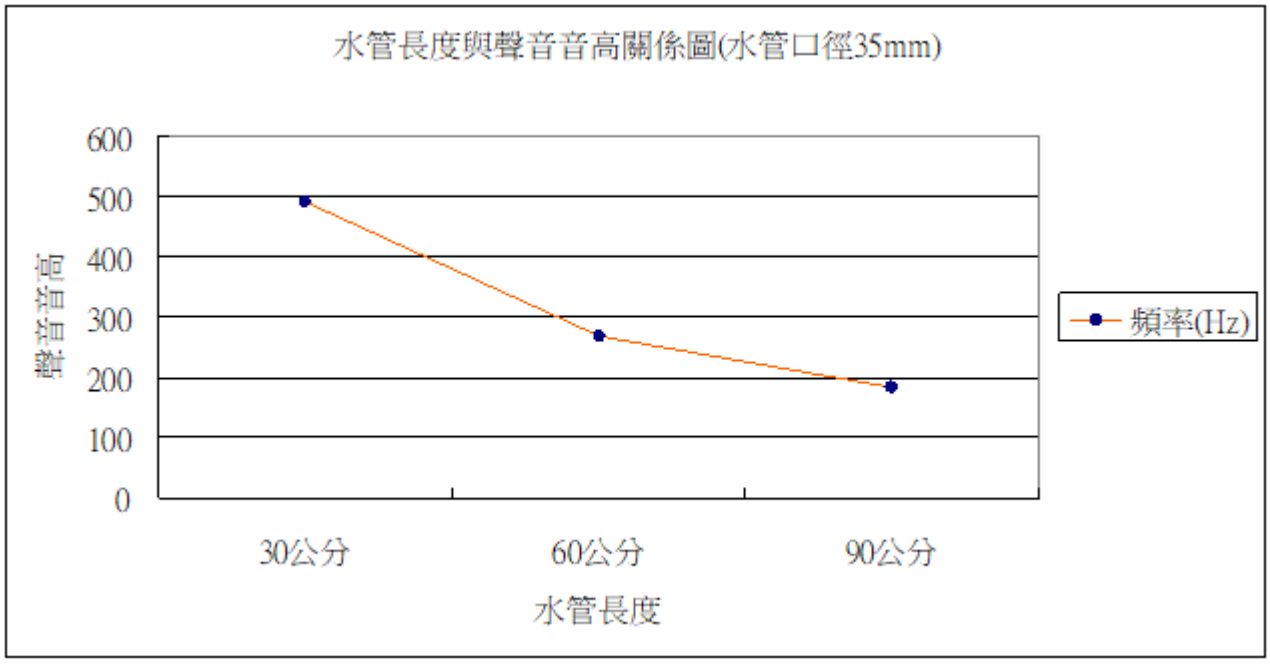


圖 3 水管長度與聲音音高關係圖(水管口徑 35mm)

(3)水管口徑 40mm

表 4 水管長度與聲音音高關係表(水管口徑 40mm)

次數 / 水管長度	第一次	第二次	第三次	平均
	頻率(Hz)	頻率(Hz)	頻率(Hz)	頻率(Hz)
30 公分	410	411	410	411
60 公分	268	267	268	268
90 公分	182	182	183	182

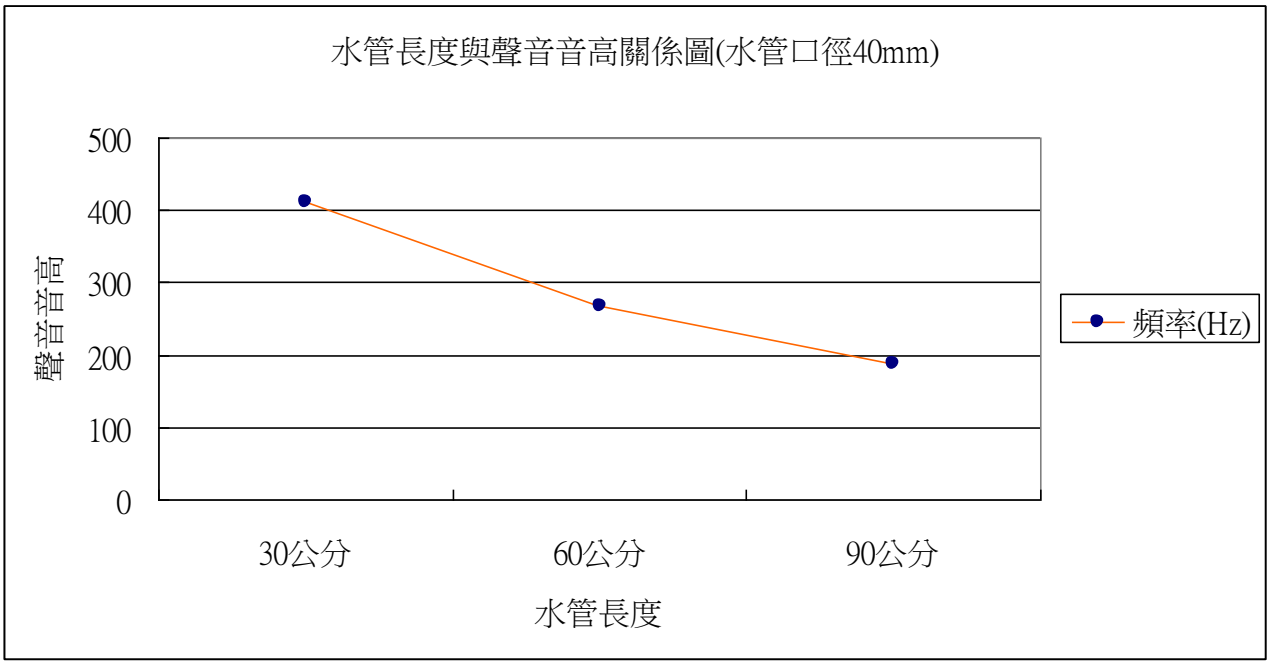


圖 4 水管長度與聲音音高關係圖(水管口徑 40mm)

(4)水管口徑 41mm

表 5 水管長度與聲音音高關係表(水管口徑 41mm)

次數 / 水管長度	第一次	第二次	第三次	平均
	頻率(Hz)	頻率(Hz)	頻率(Hz)	頻率(Hz)
30 公分	503	503	502	503
60 公分	268	269	268	268
90 公分	180	181	181	181

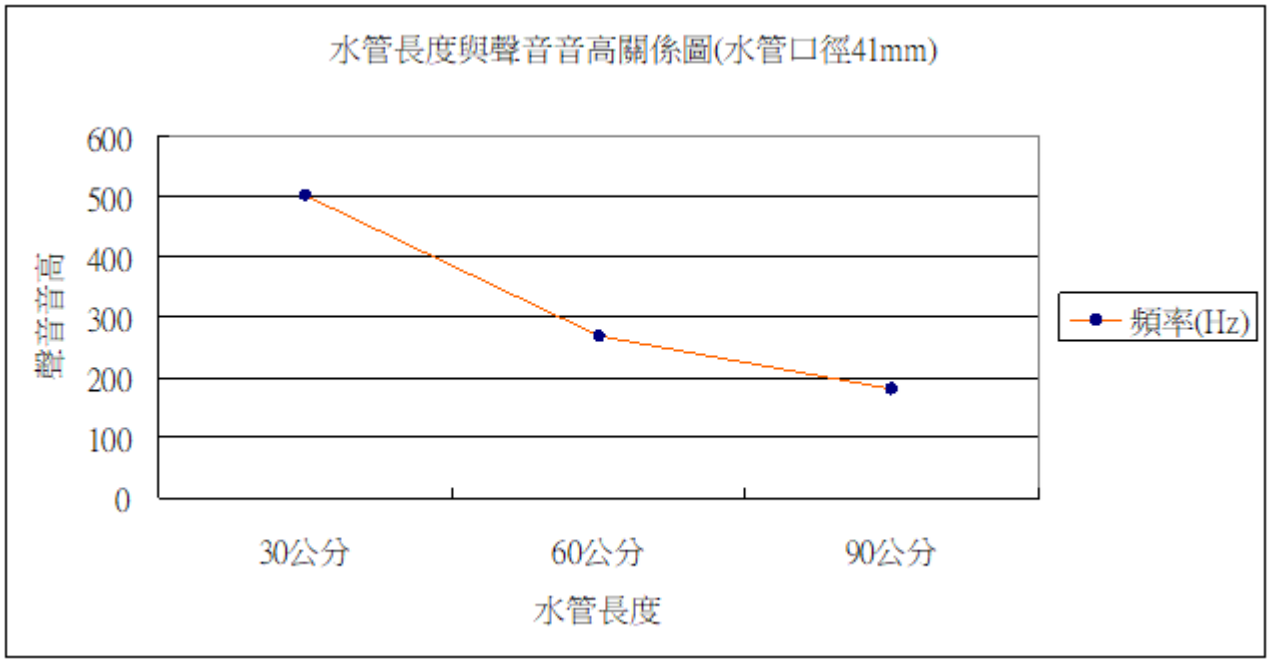


圖 5 水管長度與聲音音高關係圖(水管口徑 41mm)

(5)水管口徑 52mm

表 6 水管長度與聲音音高關係表 52mm

次數 / 水管長度	第一次	第二次	第三次	平均
	頻率(Hz)	頻率(Hz)	頻率(Hz)	頻率(Hz)
30 公分	480	480	481	480
60 公分	257	258	257	257
90 公分	178	178	177	178

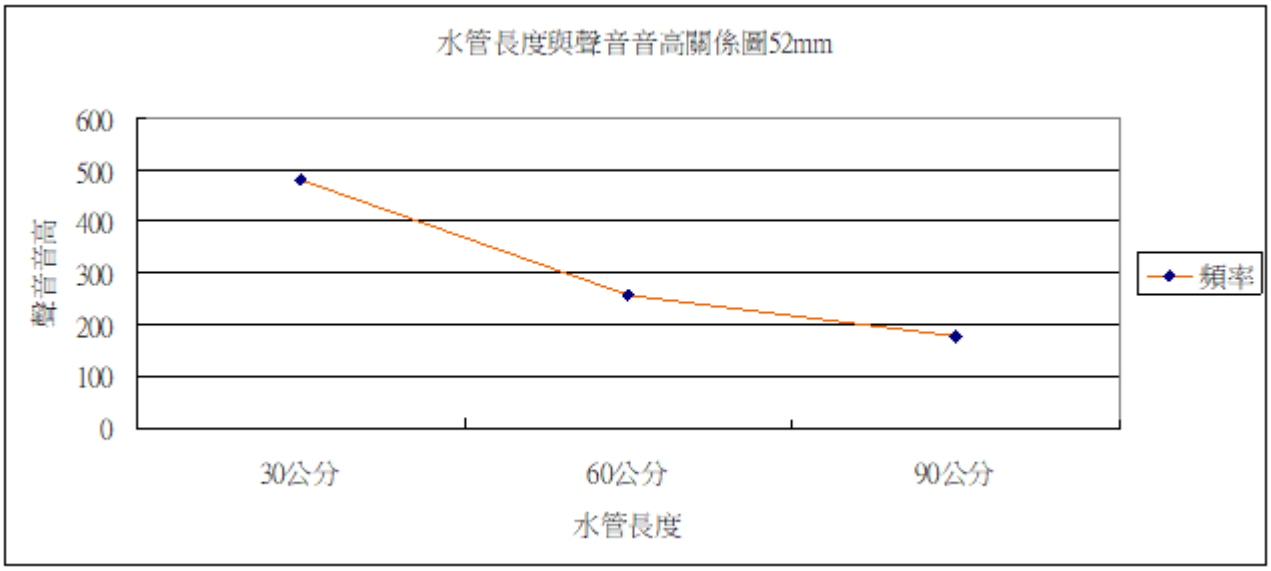


圖 6 水管長度與聲音音高關係圖 52mm

(6)水管長度與聲音音高關係:

表 7 水管長度與聲音音高關係表

水管長度	水管口徑 28mm	水管口徑 35mm	水管口徑 40mm	水管口徑 41mm	水管口徑 50mm	水管口徑 52mm
30 公分	514 Hz	492 Hz	410 Hz	503 Hz	435 Hz	480 Hz
60 公分	270 Hz	269 Hz	268 Hz	268 Hz	268 Hz	257 Hz
90 公分	184 Hz	183 Hz	182 Hz	181 Hz	178 Hz	178 Hz

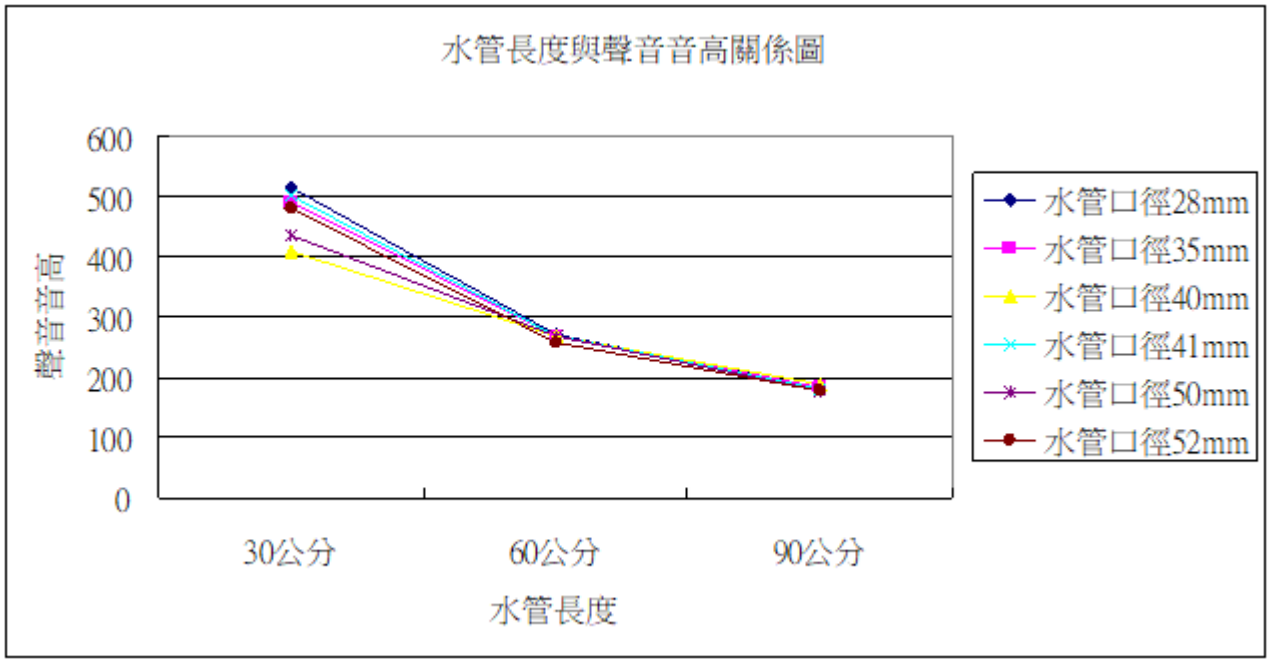


圖 7 水管長度與聲音音高關係圖

由結果得知，其他相同的口徑，不同的水管長度做實驗，仍有相同的結果：水管長度愈長，空氣柱愈長，聲音音高愈低；水管長度愈短，空氣柱愈短，聲音音高愈高。

二、水管粗細對聲音的影響：

(一)實驗一

1.操作變因：水管的粗細(口徑) 28mm、35mm、40mm、41mm、50mm、52mm

2.控制變因：水管長度 30 公分、水管材質、管壁厚度。

3.研究結果：

表 8 水管粗細(口徑)與聲音音高關係表(水管長度 30 公分)

次數 / 水管口徑	第一次	第二次	第三次	平均
	頻率(Hz)	頻率(Hz)	頻率(Hz)	頻率(Hz)
28mm	514	513	514	514
35mm	492	493	492	492
40mm	410	411	410	410
41mm	503	502	503	503
50mm	502	502	502	502
52mm	480	481	480	480

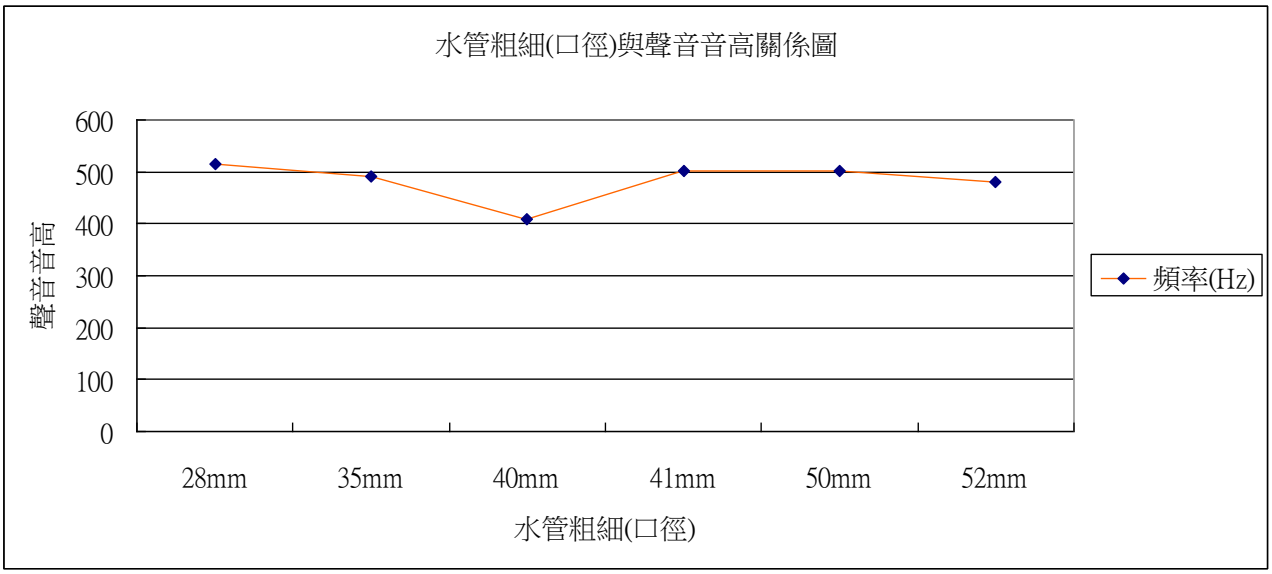


圖 8 水管粗細(口徑)與聲音音高關係圖(水管長度 30 公分)

4.實驗結果：

從我們的實驗結果得知：水管長度 30 公分，口徑不一樣大的水管對於聲音音高沒有一定的規律性。從實驗過程中，我們發現由於水管較短，打擊水管時，水管共振時間較短，聲音音高不易測量。

我們接下來分別做水管長度 60 公分、90 公分，口徑不一樣大的水管的實驗。

(二)實驗二

1.操作變因：水管的粗細(口徑) 28mm、35mm、40mm、41mm、50mm、52mm

2.控制變因：水管長度 60 公分、水管材質、管壁厚度。

3.研究結果：

表 9 水管粗細(口徑)與聲音音高關係表(水管長度 60 公分)

次數 / 水管口徑	第一次	第二次	第三次	平均
	頻率(Hz)	頻率(Hz)	頻率(Hz)	頻率(Hz)
28mm	270	270	269	270
35mm	269	269	269	269
40mm	268	269	268	268
41mm	267	268	268	268
50mm	258	259	258	258
52mm	257	257	257	257

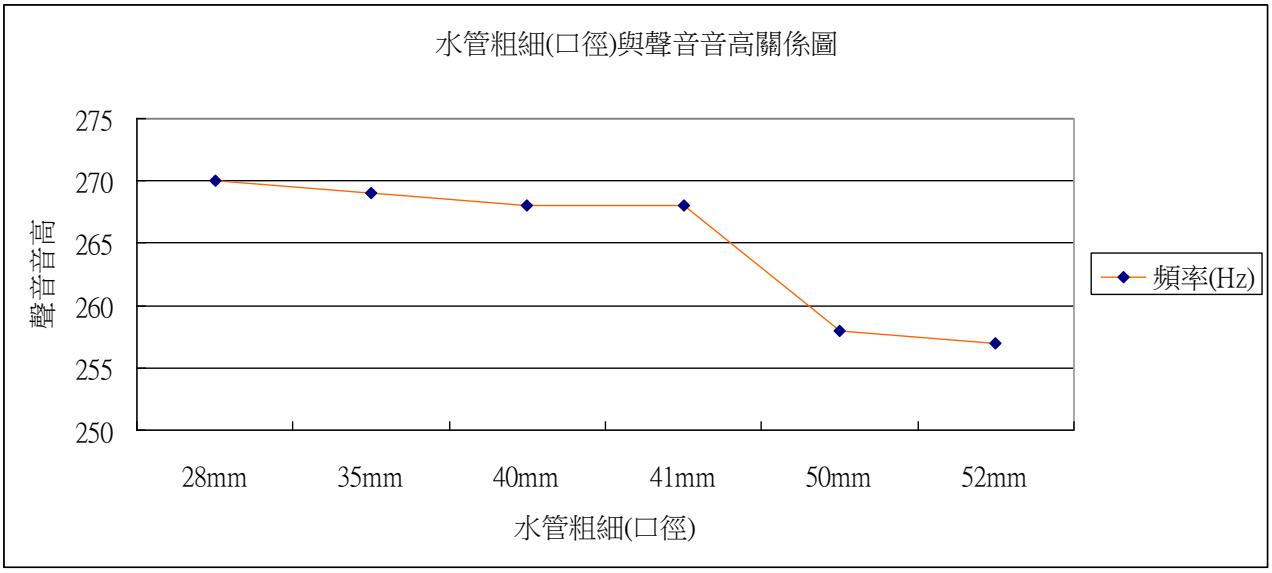


表 9 水管粗細(口徑)與聲音音高關係圖(水管長度 60 公分)

4.實驗結果：

我們發現將水管長度加長後，打擊水管時，水管中的空氣柱共振現象較為明顯，測量聲音音高也較容易。從圖表可以看出，相同水管長度，水管口徑愈粗，聲音音高愈低。

(三)實驗三

1.操作變因：水管的粗細(口徑) 28mm、35mm、40mm、41mm、50mm、52mm

2.控制變因：水管長度 90 公分、水管材質、管壁厚度。

3.研究結果：

表 10 水管粗細(口徑)與聲音音高關係表(水管長度 90 公分)

次數 / 水管口徑	第一次	第二次	第三次	平均
	頻率(Hz)	頻率(Hz)	頻率(Hz)	頻率(Hz)
28mm	184	183	184	184
35mm	183	183	183	183
40mm	181	182	182	182
41mm	181	181	180	181
50mm	178	177	178	178
52mm	178	178	178	178

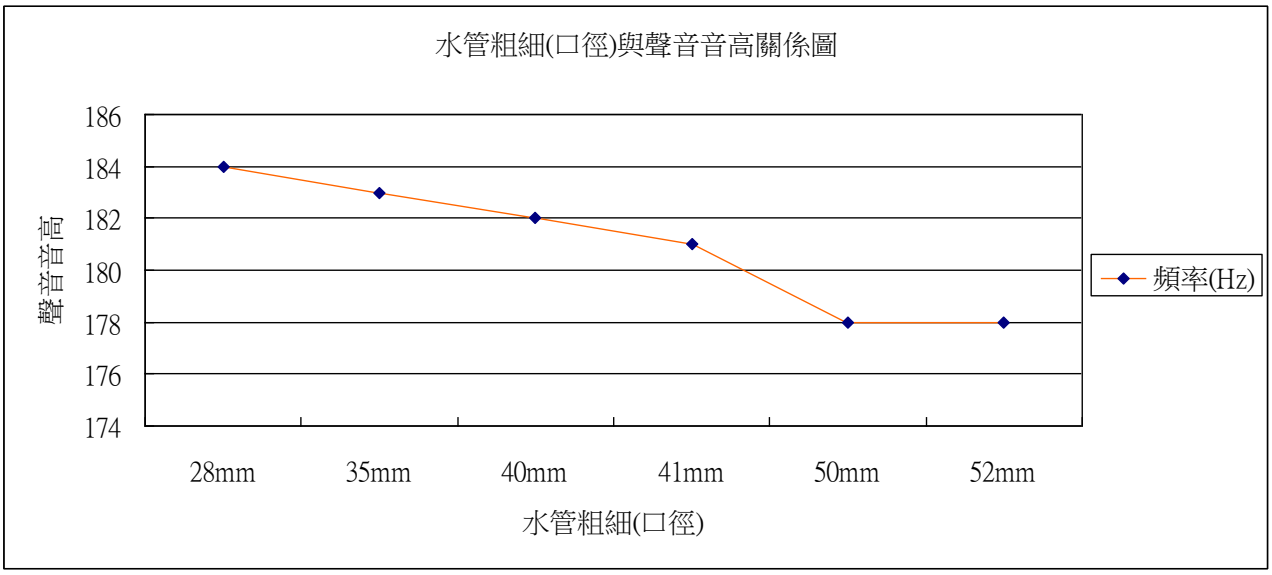


圖 10 水管粗細(口徑)與聲音音高關係表(水管長度 90 公分)

4. 實驗結果：

水管粗細(口徑)與聲音音高關係的實驗中，水管長度 90 公分的實驗結果和水管長度 60 公分的實驗結果一致，水管愈粗，聲音音高愈低。

5. 小組省思：

由於我們選用的水管口徑較為接近，測量出來的數據也十分相近，若能將水管的口徑差異和區隔加大，實驗結果可能會更加明顯。

三、水管材質對聲音的影響：

(一)實驗一：

1.操作變因：水管材質(PVC 水管、PVC-U 厚管、鐵管)

2.控制變因：水管長度 60 公分、水管口徑 50mm。

3.研究結果：

表 11 水管材質與聲音音高關係表

次數 / 水管材質	第一次	第二次	第三次	平均
	頻率(Hz)	頻率(Hz)	頻率(Hz)	頻率(Hz)
PVC	258	258	258	258
PVC-U 厚管	260	260	261	260
鐵管	262	262	262	262

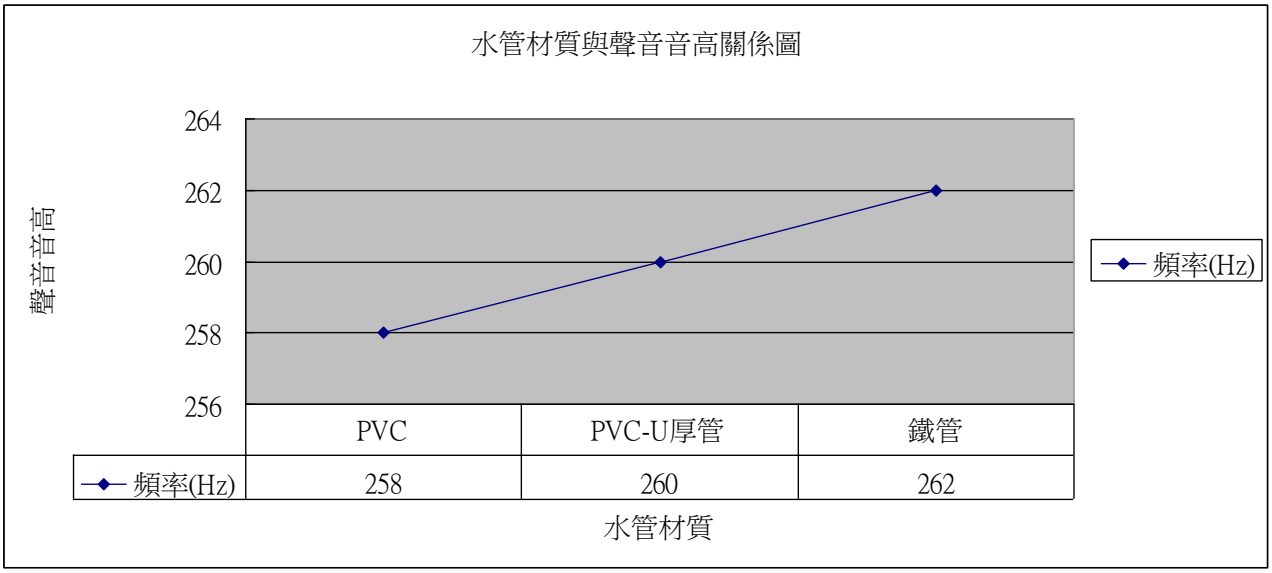


圖 11 水管材質與聲音音高關係圖

4.實驗結果：

由實驗結果得知，不同的水管材質在聲音音高上只有些微差異，差別在 2 赫茲(Hz)左右，其差異可能是測量工具或人為判讀因素所造成。結論為水管材質對聲音音高的影響不大。

四、拍打棒材質對樂器聲音的影響

(一)實驗一

1.操作變因：拍打棒材質

2.控制變因：水管長度 60 公分、水管口徑 50mm。

3.研究結果：

表 12 拍打棒材質與聲音音高關係表

次數 / 拍打棒材質	第一次	第二次	第三次	平均
	頻率(Hz)	頻率(Hz)	頻率(Hz)	頻率(Hz)
EVA 塑膠(網拖)	199	199	199	199
塑膠(藍白拖)	199	199	199	199
橡膠(皮拖鞋)	611	610	610	611
塑膠飯匙	408	409	408	408
木飯匙	607	608	608	608

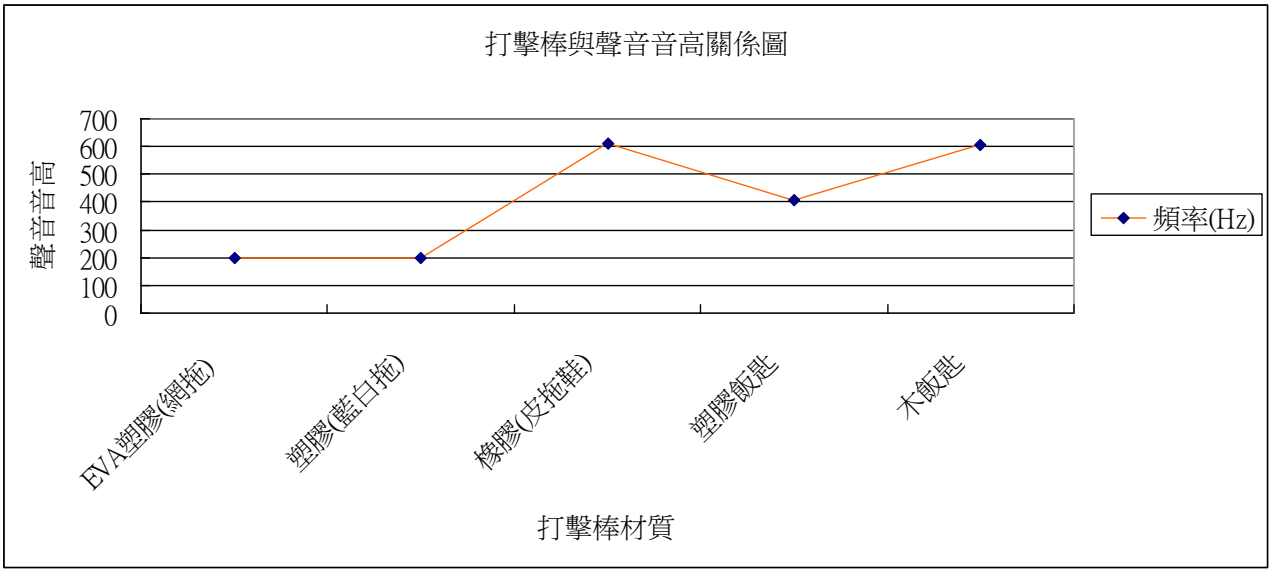


圖 12 拍打棒材質與聲音音高關係圖

4.實驗結果：

實驗過程中，我們發現**網拖**和**藍白拖**的鞋底較有彈性，拍打水管管口時能順利讓水管中的空氣柱產生振動，適合拿來當做打擊棒；**皮拖鞋、塑膠飯匙**和**木飯匙**由於質地較堅硬，拍打管口時，不易讓水管中的空氣柱產生振動，測量到的音高為敲擊水管產生的聲音，而不是空氣柱振動產生的。

五、水管架設的高度對樂器聲音的影響:

當我們把水管架設於平台上時，考慮到水管和平台接觸的高度是否會影響聲音的音高，於是做了以下的實驗：

(一)實驗一

1.操作變因：水管高於平台的高度

2.控制變因：水管長度 60 公分、水管口徑 50mm。

3.研究結果：

表 13 水管架設的高度與聲音音高關係表

次數 / 高於平台的高度	第一次	第二次	第三次	平均
	頻率(Hz)	頻率(Hz)	頻率(Hz)	頻率(Hz)
10 公分	260	260	260	260
20 公分	261	260	260	260
30 公分	260	259	260	260
40 公分	260	260	260	260
50 公分	261	260	260	260

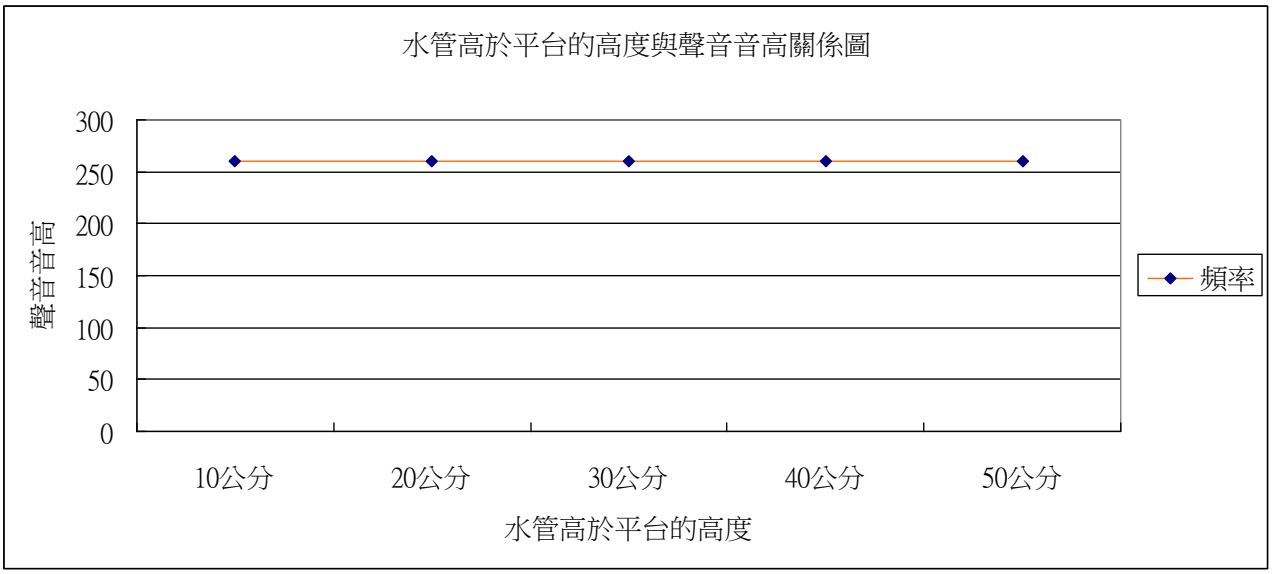


圖 13 水管高於平台的高度與聲音音高關係圖

4.實驗結果：

實驗結果得知，無論水管和平台在哪個位置接觸，打擊出來的聲音都十分穩定，不會影響聲音的音高。

六、水管接頭位置對樂器聲音的影響:

(一)實驗一:

1.操作變因：水管接頭的位置

2.控制變因：水管長度 80 公分、水管口徑 50mm。

3.研究結果：

表 14 水管接頭位置與聲音音高關係表

次數 / 水管接頭的位置	第一次	第二次	第三次	平均
	頻率(Hz)	頻率(Hz)	頻率(Hz)	頻率(Hz)
80 公分	201	201	200	201
70 公分+10 公分(含接頭)	200	200	201	200
60 公分+20 公分(含接頭)	199	199	199	199
50 公分+30 公分(含接頭)	200	200	200	200
40 公分+40 公分(含接頭)	199	199	200	199

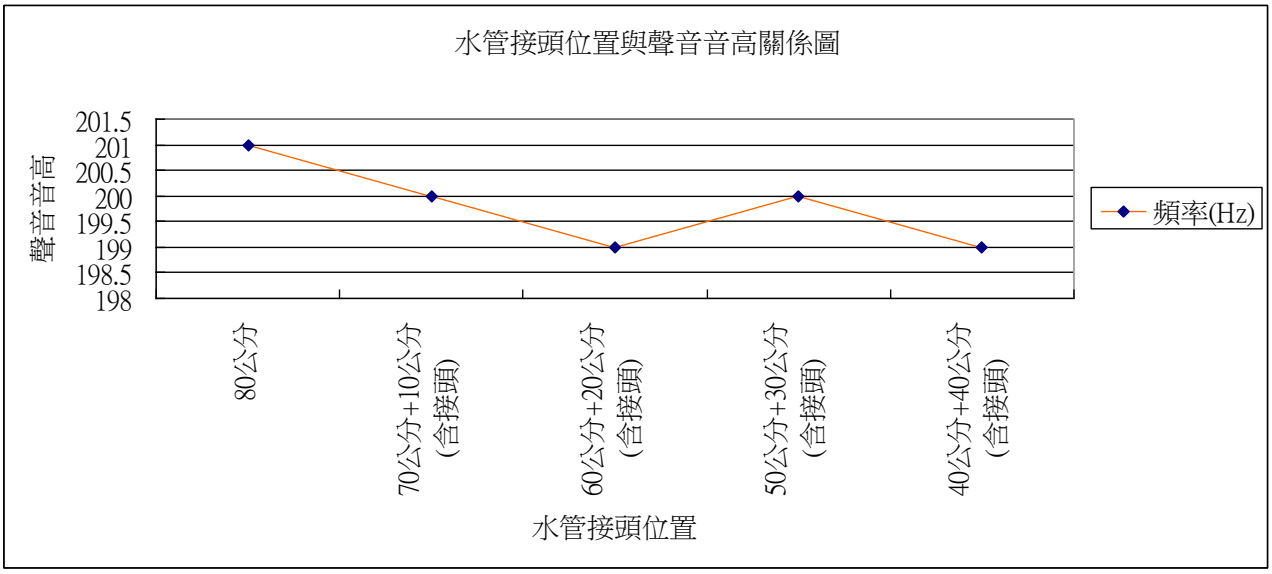


表 14 水管接頭位置與聲音音高關係圖

4.實驗結果：

實驗結果得知，水管接頭的位置不會影響聲音的高低。

七、水管彎曲對樂器聲音的影響:

在水管打擊樂器的影片中，我們看見裡面的水管呈現彎曲的形狀。在相同的水管長度之下，直立的水管和彎曲的水管打擊出來的音高會不會有所差異呢？

(一)實驗一:

1.操作變因：水管彎曲

2.控制變因:水管長度 80 公分、水管口徑 50mm。

3.研究結果：

表 15 水管彎曲與聲音音高關係表

次數 / 水管接頭的位置	第一次	第二次	第三次	平均
	頻率(Hz)	頻率(Hz)	頻率(Hz)	頻率(Hz)
80 公分(含彎頭)	187	187	187	187
70 公分+10 公分(含彎頭)	187	187	187	187
60 公分+20 公分(含彎頭)	187	187	187	187
50 公分+30 公分(含彎頭)	187	187	187	187
40 公分+40 公分(含彎頭)	187	187	187	187

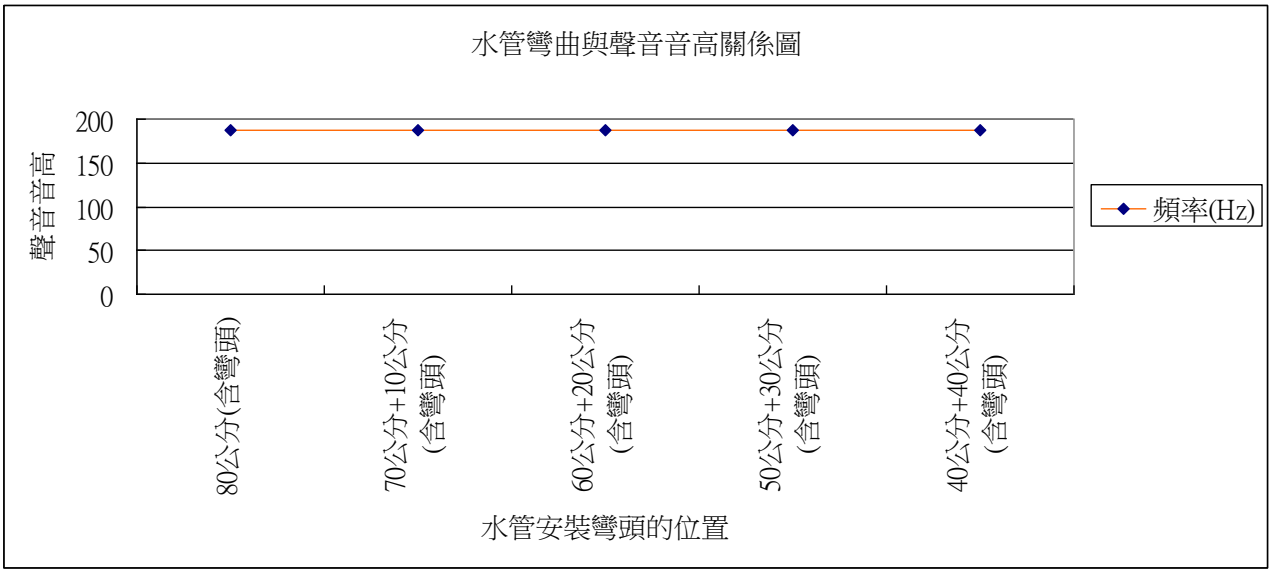


圖 15 水管彎曲與聲音音高關係圖

4.實驗結果：

實驗結果得知，將水管彎曲不會影響聲音的高低。藉由這樣的特性，我們可以將原本較佔空間的直立水管改成彎曲水管，可縮小體積。

八、打擊平台製作:

為了讓水管打擊樂器方便演奏，我們製作了一個平台，可以將不同長度的水管架設在一起，製作出具有音階的水管打擊樂器！

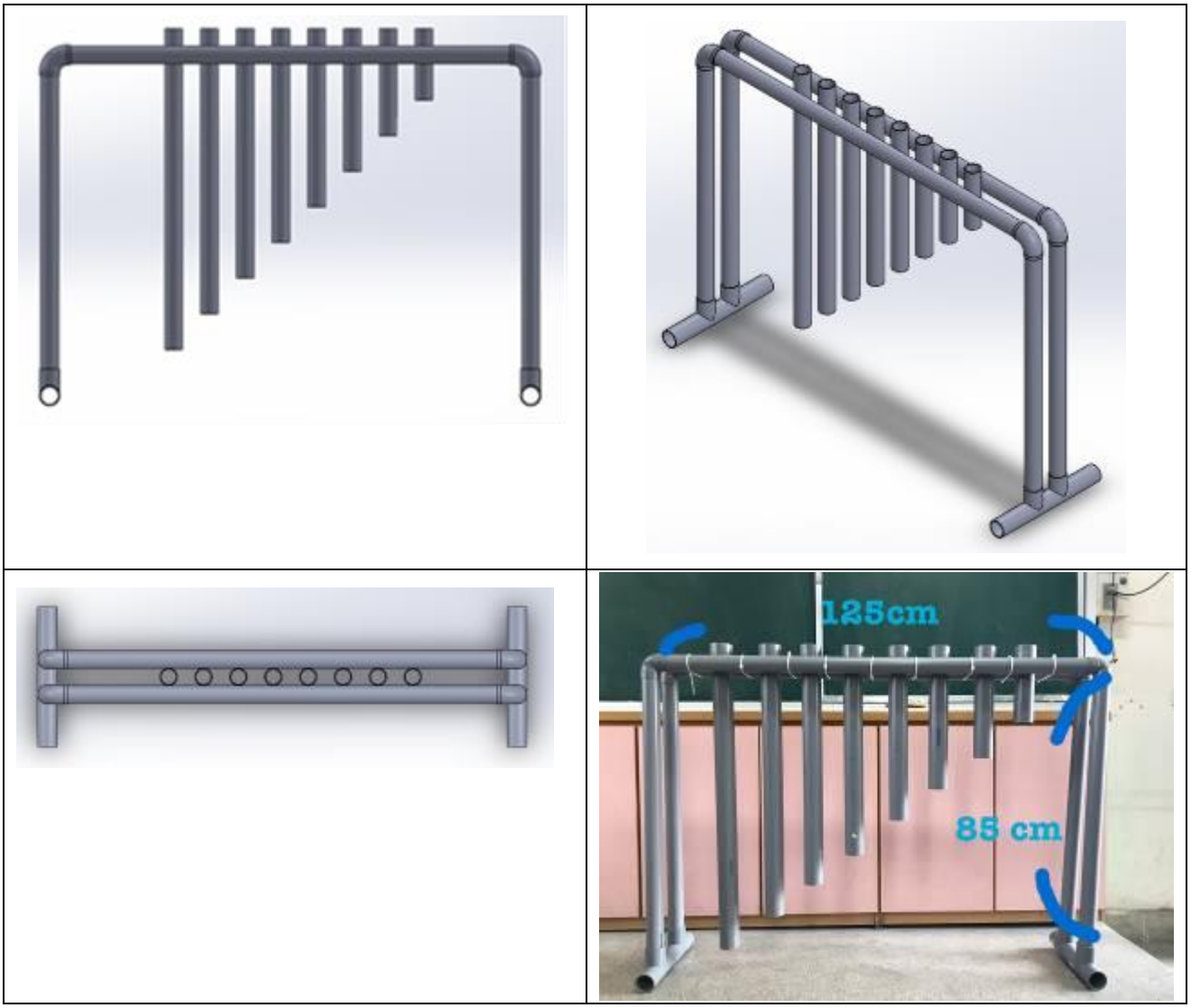


圖 16 水管打擊樂器設計圖與成果

柒、結論:

一、水管的**長短**對樂器聲音有沒有影響？

由研究結果得知，水管長度愈長，空氣柱長，聲音愈低；水管長度愈短，空氣柱短，聲音愈高。水管長度對於聲音音高呈現負相關的情形。

二、水管的**粗細**對樂器聲音的影響？

水管粗細(口徑)與聲音音高關係的實驗中，水管愈粗，聲音音高愈低。由於我們選用的水管口徑較為接近，測量出來的數據也十分相近，若能將水管的口徑差異和區隔加大，實驗結果可能會更加明顯。

三、**水管材質**對樂器的影響？

不同的水管材質在聲音音高上只有些微差異，其差異可能是測量工具或人為判讀因素所造成，水管材質對聲音音高的影響不大。

四、**拍打棒材質**對樂器聲音的影響？

我們發現網拖和藍白拖的鞋底較有彈性，拍打水管管口時能順利讓水管中的空氣柱產生振動，適合拿來當做打擊棒。

五、**水管架設的高度**對樂器聲音的影響？

實驗結果得知，無論水管和平台在哪個位置接觸，打擊出來的聲音都十分穩定，不會影響聲音的音高。

六、**水管接頭位置**對樂器聲音的影響？

實驗結果得知，水管接頭的位置不會影響聲音的高低。

七、**水管彎曲與直立**對樂器聲音的影響？

實驗結果得知，將水管彎曲不會影響聲音的高低。藉由這樣的特性，我們可以將原本較佔空間的直立水管改成彎曲水管，可縮小體積。

八、**打擊平台製作**

為了讓水管打擊樂器方便演奏，我們利用水管製作了一個平台，可以將不同長度的水管架設在一起，配合頻率音名唱名對照表，製作出具有音階的水管打擊樂器！

捌、參考資料:

1. 神人級!!街頭水管打擊樂!!
https://www.youtube.com/watch?v=RgXfRekTKrI

2.用水管也能做鼓!?PVC 水管時代看來還沒結束呢?
https://www.youtube.com/watch?v=Pwq8iqq4bIg

3.陳玉珊、陳柔萍、林苡辰、陳俊佑、林峻揚、何緯綸 自製排笛的研究 台中縣第四十六屆科學展覽會生活與應用科學科 國小組 第二名

4.廖品蘭、賴育光 水中號手---菱角樂器 中華民國第四十五屆中小學科學展覽會 國小 組 自然科 第一名

5.周柏勳 張雅婷 張博皓 曾于蜻 拍出旋律-自製號笛管樂器研究 中華民國第四十七屆中小學科學展覽會 國小組 自然科 入選