

教育部108年度中小學科學教育計畫專案

成果報告

計畫編號：

計畫名稱：大仁自造家—環保手做與程式創客的交響曲

主持人：劉美芬校長

執行單位：臺中市西屯區大仁國民小學

壹、計畫目的及內容：

1. 組織跨年段、跨領域教師專業社群，積極研發可融入課程之大仁自造家教材範例。
2. 系統化本校現行「小小科學家」主題課程，從環保手做結合積木或其他科技系列課程。
3. 聘請各領域專家學者，進行教師科學教育增能研習及工作坊。
4. 提取編寫自造教育課程的微鷹架策略，協助校內其他教師的增能及課程執行的助力，並作為日後其他研究者編寫之參考。

貳、研究方法及步驟：

1. 成立各年段教專業社群，進行課程專業對話，達成科學教育目標之共識。
2. 歸納並整合各主題課程，發展出高年段科學教育主軸。
3. 定期舉辦科學教育研習以提升教師科學教育專業能力。
4. 教材規畫由淺入深安排，架構學生鷹架學習課程。
5. 運用創新實驗室的資源(積木、科技等)，將國小科學教育主題多元化發展。

參、研究成果：

1. 高年段科學教育主題課程
2. 小小科學家及創課教師社群研討規畫科學教育內容
3. 主題式科學教育環保實作課程

肆、完成內容

1. 高年段校定課程實施科學教育主題課程
2. 小小科學家社群教師專業對話
3. 科學教育環保實作課程

伍、討論與建議(含遭遇之困難與解決方法)

無

陸、參考資料

無

臺中市西屯區大仁國民小學
5E建構式學習環教學法五年級主題課程
小小科學家「橡皮筋」主題課程

主題名稱		橡皮筋的力與美	
設計團隊		五年級社群：林士東、劉劭希、黃文頌、張令垂	
教學對象		國小五年級(上學期)	上課節數 共 12 節，480 分鐘
設計依據			
領域連結		<p>【綜合領域】認識生活常見的橡皮筋、瞭解橡皮筋的妙用及其特性</p> <p>【自然科學領域】認識橡皮筋的動力：拉伸力及扭轉力</p> <p>【自然科學領域】運用橡皮筋製作科學小玩具-紙板彈跳玩具、轉轉天線機器人</p> <p>【自然科學領域】運用橡皮筋製作投石器及動力車，並研究精緻的方式贏得競賽</p> <p>【藝術領域(視覺)】設計及創造自己的投石器及動力車</p>	
學前經驗		<p>1. 學生已有使用橡皮筋的經驗。</p> <p>2. 學生已有使用簡單機械能力。</p> <p>3. 學生能發揮想像力表達自我的創作表現。</p>	
活動流程		<p>【橡皮筋主題課程】活動一：萬能的橡皮筋</p> <p>【橡皮筋主題課程】活動二：橡皮筋的彈力</p> <p>【橡皮筋主題課程】活動三：紙板彈跳小玩具</p> <p>【橡皮筋主題課程】活動四：轉轉天線機器人</p> <p>【橡皮筋主題課程】活動五：竹筷投石機關</p> <p>【橡皮筋主題課程】活動六：橡皮筋動力車</p>	
學習目標	主題學習目標	<p>1. 經由生活經驗的引發興趣，發現生活中常用的橡皮筋有其獨特的價值。</p> <p>2. 認識橡皮筋的動力型式有「拉伸力」及「扭轉力」，並能簡易操作之。</p> <p>3. 運用橡皮筋的「拉伸力」及「扭轉力」原理製作簡單科學小玩具。</p> <p>4. 學生運用美感創意設計，完成效益最佳的「投石器」作品創作。</p> <p>5. 學生運用美感創意設計，完成效益最佳的「動力車」作品創作。</p>	
	各活動學習目標	<p>學習活動一【萬能的橡皮筋】</p> <p>1. 認識橡皮筋及其製作流程(事實性知識)(程序性知識)</p> <p>2. 認識橡皮筋的生活用處(概念性知識)</p> <p>3. 分類橡皮筋的性質與用途之關係(概念性知識)</p> <p>學習活動二【橡皮筋的彈力】</p> <p>1. 瞭解橡皮筋的「伸拉力」及「扭轉力」(概念性知識)</p> <p>2. 瞭解橡皮筋的兩種力的應用(後設認知知識)</p> <p>學習活動三【紙板彈跳小玩具】</p> <p>1. 製作紙板彈跳小玩具(程序性知識)</p> <p>2. 理解紙板彈跳小玩具的科學原理(概念性知識)</p> <p>3. 能依據科學原理改良修正玩具(後設認知知識)</p> <p>學習活動四【轉轉天線機器人】</p> <p>1. 製作轉轉天線機器人(程序性知識)</p>	

2. 理解轉轉天線機器人的科學原理(概念性知識)

3. 能依據科學原理改良修正玩具(後設認知知識)

學習活動五【竹筷投石機關】

1. 製作竹筷投石機關(程序性知識)

2. 理解竹筷投石機關的科學原理(概念性知識)

3. 能依據科學原理改良修正玩具(後設認知知識)

學習活動六【橡皮筋動力車】

1. 製作橡皮筋動力車(程序性知識)

2. 理解橡皮筋動力車的科學原理(概念性知識)

3. 能依據科學原理改良修正玩具(後設認知知識)

	記憶	理解	應用	分析	評鑑	創造
事實	V	V	V			
概念	V	V	V	V		
程序	V	V	V	V	V	V
後設認知			V	V	V	V

投入 (E1) (Engagement)

教師運用橡皮筋的介紹引起學生好奇心、興趣。

教師運用生活中的實例引發學生反應，了解學生對橡皮筋概念的了解與想法。

探索 (E2) (Exploration)

教師準備一些簡易的科學玩具，鼓勵學生實際操作，不直接說明答案。扮演聆聽、觀察的角色。必要時，給予更深入的問題重新引導學生。讓學生在過程中深刻發覺橡皮筋產生的二種動力「拉伸力」及「扭轉力」。

解釋 (E3) (Explanation)

教師鼓勵學生在實際操作後，以自己的話說出自己實驗的結果，發覺「拉伸力」及「扭轉力」的大小關係。

教師要求學生根據事實做辯證與澄清，討論實際作科學玩具時發生的問題，及解決方法。

以學生先前經驗為基礎解釋概念。正式提出定義解釋和新字彙。

精緻化 (E4) (Elaboration)

提供學生使用先前所提出的實作及觀察結果，定義、解釋和新字彙的機會。

鼓勵學生應用已習得之概念，進而創作較高階版的科學玩具「投石器」與「動力車」，於新情境中學生更能思考如何讓所創之科玩有更高的效能。

評鑑 (E5) (Evaluation)

教師設計「投石器」與「動力車」的競賽方式，觀察學生如何應用新的概念和技能，來解決新情境所遭遇的問題，讓所作的「投石器」可以投得較遠、讓所創「動力車」可以跑得較遠。

5E 建構式學習環
教學法

	<p>總綱 核心素養</p>	<p>A2 系統思考與解決問題 具備問題理解、思辨分析、推理批判的系統思考與後設思考素養，並能行動與反思，以有效處理及解決生活、生命問題。</p> <p>A3 規劃執行與創新應變 具備規劃及執行計畫的能力，並試探與發展多元專業知能、充實生活經驗，發揮創新精神，以因應社會變遷、增進個人的 會彈性適應力。</p> <p>B2 科技資訊與體素養 具備善用科技、資訊與各類媒體之能力，培養相關倫理及媒體識讀的素養，俾能分析、思辨批判人與科技、資訊及媒體之關係。</p> <p>C2 人際關係與團隊合作 具備友善的人際情懷及與他人建立良好的互動關係，並發展與人溝通協調、包容異己、社會參與及服務等團隊合作的素養。</p>
<p>核心 素養</p>	<p>領綱 核心素養</p>	<p>自-E-A2 能運用好奇心及想像能力，從觀察、閱讀、思考所得的資訊或數據中，提出適合科學探究的問題或解釋資料，並能依據已知的科學知識、科學概念及探索科學的方法去想像可能發生的事情，以及理解科學事實會有不同的論點、證據或解釋方式。</p> <p>自-E-A3 具備透過實地操作探究活動探索科學問題的能力，並能初步根據問題特性、資源的有無等因素，規劃簡單步驟，操作適合學習階段的器材儀器、科技設備與資源，進行自然科學實驗。</p> <p>自-E-B2 能了解科技及媒體的運用方式，並從學習活動、日常經驗及科技運用、自然環境、書刊及網路媒體等，察覺問題或獲得有助於探究的資訊。</p> <p>自-E-C2 透過探索科學的合作學習，培養與同儕溝通表達、團隊合作及和諧相處的能力。</p> <p>綜-E-B3 覺察生活美感的多樣性，培養生活環境中的美感體驗，增進生活的豐富性與創意表現。</p> <p>綜-E-A3 規劃、執行學習及生活計畫，運用資源或策略，預防危機、保護自己，並以創新思考方式，因應日常生活情境。</p> <p>藝-E-C2 透過藝術實踐，學習理解他人感受與團隊合作的能力。</p> <p>國-E-C1 透過文本的閱讀，培養是非判斷的能力，以了解自己與所處社會的關係，培養同理心與責任感，關懷自然生態與增進公民意識。</p>
<p>學習 重點</p>	<p>學習表現</p>	<p>【自然】ti-III-1 能運用好奇心察覺日常生活現象的規律性會因為某些改變而產生差異，並能依據已知的科學知識科學方法想像可能發生的事情，以察覺不同的方法，也常能做出不同的成品。</p> <p>【自然】tr-III-1 能將自己及他人所觀察、記錄的自然現象與習得的知識互相連結，察覺彼此間的關係，並提出自己的想法及知道導與他人的差異。</p>

		<p>【自然】po-III-2 能初步辨別適合科學探究的問題，並能依據觀察、蒐集資料、閱讀、思考、討論等，提出適宜探究之問題。</p> <p>【自然】pe-III-1 能了解自變項、應變項並預測改變時可能的影響和進行適當次數測試的意義。在教師或教科書的指導或說明下，能了解探究的計畫，並進而能根據問題的特性、資源（設備等）的有無等因素，規劃簡單的探究活動。</p> <p>【自然】ai-III-2 透過成功的科學探索經驗，感受自然科學學習的樂趣。</p> <p>【自然】ai-III-3 參與合作學習並與同儕有良好的互動經驗，享受學習科學的樂趣。</p> <p>【自然】ah-III-2 透過科學探究活動解決一部分生活週遭的問題。</p>
	學習內容	<p>【自然】INb-III-4 力可藉由簡單機械傳遞。</p> <p>【自然】INc-III-5 力的大小可由物體的形變或運動狀態的改變程度得知。</p> <p>【自然】INf-III-2 科技在生活中的應用與對環境與人體的影響。</p> <p>【自然】INd-III-13 施力可使物體的運動速度改變，物體受多個力的作用，仍可能保持平衡靜止不動，物體不接觸也可以有力的作用。</p> <p>【自然】INd-III-2 人類可以控制各種因素來影響物質或自然現象的改變，改變前後的差異可以被觀察，改變的快慢可以被測量與了解。</p>
議題融入	<p>議題/ 學習主題</p> <p>實質內涵</p>	<p>環境教育議題 品德教育議題</p> <p>環境教育：能利用廢棄的資源回收物製作科學玩具。 品德教育：能於討論及競賽中尊重他人的作品及分享。</p>
	教材來源	<p>【活動一】萬能的橡皮筋</p> <p>影片：</p> <p>1. 橡皮筋製造流程（【日本科学技术】橡皮筋）13:07 https://www.youtube.com/watch?v=NS3SMTfUHTc</p> <p>2. 橡皮筋的5種絕妙用法！你都學會了嗎？ https://www.youtube.com/watch?v=HYhVF_BZY0I</p> <p>3. 你從來都不知道「橡皮筋」的作用！看完才驚覺，這麼多年來我都在暴殄天物啊！！ https://www.youtube.com/watch?v=N8gknLp6wk8</p> <p>網頁：</p> <p>1. 你沒想過的《22種橡皮筋小妙用》，以後吃便當不把橡皮筋丟掉了！</p>

<https://www.youtube.com/watch?v=7xfp4SaCOAE>

2. Pew! 橡皮筋除了射人，還有不為人知的有趣十九招大妙用

<https://buzzorange.com/vidaorange/2015/02/02/rubber-band/>

【活動二】橡皮筋的彈力

影片：

1. 橡皮筋神奇穿越！劉謙春晚魔術揭秘

<https://www.youtube.com/watch?v=hhh2Y9ITo6w>

2. 橡皮筋向上移動！簡單的「反地心引力」小魔術！

<https://www.youtube.com/watch?v=D57XVAs44Vo>

3. 橡皮筋竹筷槍童玩製作教學

<https://blog.gtwang.org/diy/diy-chopstick-rubber-band-gun-tutorial/>

4. 如何使紙槍射擊 32 橡皮筋 - 機槍

<https://www.youtube.com/watch?v=JcJ946yTSj0>

5. 水杯、養樂多瓶都能做！兒時古玩～手搖鼓 DIY

<https://www.kidsplay.com.tw/index.php/mobile/learn/content/197#.W8KluNR95nI>

網頁：

1. 橡皮筋是怎樣產生動力的？

<http://163.23.102.193/carnet/al/al.htm>

2. 話說童年玩具之肢體童玩(四)

<http://j9981168.pixnet.net/blog/post/205345118>

【活動三】紙板彈跳小玩具

影片：

1. 科學玩不累：橡皮筋做的玩具，玩一整天

<http://www.kidscitychannel.com/teaching-video/sciencel-44>

網頁：

1. 彈跳玩具

<http://scigame.ntcu.edu.tw/power/power-057.html>

【活動四】轉轉天線機器人

影片：

1. 搖搖晃晃機器人

<https://www.youtube.com/watch?v=C9IzJitn3Xs>

網頁：

1. 【親子手作 DIY】搖搖晃晃的天線機器人

<https://www.mombaby.com.tw/celebrities/columnist/articles/10988>

2. 《讓孩子均衡發展的科學玩具 101 款》－ 轉轉紙杯就醬玩

<https://www.kidsplay.com.tw/diy/content/1539#.W8LVN9R95nI>

【活動五】竹筷投石機關

影片：

1. 古代攻城利器 投石器

https://www.youtube.com/watch?v=yqR_SfwoTNk

2. 投石器製作(教學篇)

<https://www.youtube.com/watch?v=yDrydx266yI>

網頁：

1. 【動手玩科學】古代「投石器」原理與製作(下)

<http://www.merit-times.com.tw/NewsPage.aspx?Unid=144954>

【活動六】橡皮筋動力車

影片：

1. 如何使橡皮筋動力車 | 使用塑料瓶

<https://www.youtube.com/watch?v=XtbnrKun4Gc>

2. 如何創建一個橡皮筋動力車 | 紙車

<https://www.youtube.com/watch?v=dLX1ZzDcVzM>

網頁：

1. 橡皮筋動力車

<http://www.945enet.com.tw/epaper/contents/elN/004/ys3.htm>

2. 超級動力車，快跑！

<https://info.babyhome.com.tw/article/5975>

3. 橡皮筋動力車

http://ihands-on.blogspot.com/2015/10/blog-post_5.html

教學設備/資源

科學中心教室、youtube 影片、電子白板、單槍投影機

【橡皮筋主題課程】活動一：萬能的橡皮筋

影片：

1. 橡皮筋製造流程（【日本科学技术】橡皮筋）13:07

<https://www.youtube.com/watch?v=NS3SMTfUhTc>

2. 橡皮筋的 5 種絕妙用法！你都學會了嗎？

https://www.youtube.com/watch?v=HYhVF_BZYOI

3. 你從來都不知道「橡皮筋」的作用！看完才驚覺，這麼多年來我都在暴殄天物啊！！

<https://www.youtube.com/watch?v=N8gknLp6wk8>

網頁：

1. 你沒想過的《22種橡皮筋小妙用》，以後吃便當不把橡皮筋丟掉了！

2. Pew！橡皮筋除了射人，還有不為人知的有趣十九招大妙用

19 種橡皮筋妙用：

一、沒錯！橡皮筋可以幫助你剝離螺絲釘。

二、長途旅行或是想要透過衣物保護易碎物品時，可以用橡皮筋把衣物綁起來喔（看起來好像一顆膠囊）。

三、害怕家裡的小寶貝把自己反鎖嗎？試試看將橡皮筋繞住門把這招吧！

四、懷孕階段（或是發胖），準媽媽們若不想要一直買褲子，可以利用橡皮筋固定褲頭喔！

五、有時候流理台太滑，砧板不好固定，這時候，就是出動橡皮筋固定砧板的時刻啦！

六、打不開罐子時，除了用湯匙敲敲敲之外，現在教你一招：在瓶口綁上一條橡皮筋，可以幫助你好使力喔！

七、討厭衣服總是從衣架滑落，一條橡皮筋就可輕鬆解決這個惱人的困擾。

八、人一多，常常不知道哪個杯子是誰的？嘿嘿！彩色橡皮筋這時就可以派上用場啦！

九、茶包總是趁你不注意就溜進你的杯子裡嗎？用一條橡皮筋固定它吧。

十、用洗碗機洗杯子時，總怕杯子滑來滑去就破了，不如用橡皮筋固定它們吧！安全又放心。

十一、女孩們想要自己塗上美麗的法式指甲，絕對要試試橡皮筋這一招。超好用的啦！

十二、刷油漆時，討厭過多的油漆？橡皮筋這時也可以幫上忙喔（使多餘的油漆滴落）。

十三、利用橡皮筋固定燉鍋，讓你輕鬆移動這一鍋食物。

十四、喜歡手作風格嗎？橡皮筋也可以化身藝術品喔。

十五、電源線或充電器，似乎只有黑白兩色，看久了也覺得膩，不如綁上色彩繽紛的橡皮筋，豐富你的生活樂趣。

十六、翻頁總是不太順？但又不想要像阿嬤一樣沾口水來翻頁？這時候橡皮筋就是好幫手啦。

十七、喜歡塗指甲油的朋友一定知道，指甲油太久沒用，等哪天想要打開時，瓶蓋超難轉的，這時候，橡皮筋一樣可以派上用場。

十八、蘋果切開太久，碰到空氣後容易變黃，這時候，可以先用橡皮筋綁住蘋果，避免果肉觸碰空氣變黃喔。

十九、緞帶總是散亂一定嗎？一條橡皮筋就可以固定住了。

【教學活動設計】

單元名稱	橡皮筋的彈力		單元節數	1 節，40 分鐘	
單元目標	1. 瞭解橡皮筋的「伸拉力」及「扭轉力」(概念性知識) 2. 瞭解橡皮筋的兩種力的應用(後設認知知識)				
學習表現說明	【自然】ti-III-1 能運用好奇心察覺日常生活現象的規律性會因為某些改變而產生差異，並能依據已知的科學知識科學方法想像可能發生的事情，以察覺不同的方法，也常能做出不同的成品。 【自然】ah-III-2 透過科學探究活動解決一部分生活週遭的問題。				
活動名稱	關鍵提問	學習活動的歷程 (包括學習策略) 與學習經驗的延續	教師的思考與教學策略	時間	評量類型與評量基準
一、橡皮筋小魔術	你看出影片中魔術技巧與橡皮筋特性的關係嗎	1-1 教師運用兩個橡皮筋小魔術的網路教學，引發學生學習興趣，並進而引導學生發現橡皮筋的動力特性—彈力。 【投入】(記憶)	教師經由橡皮筋小魔術引發學生對生活事物的探索興趣。	10 分	形成性評量： 觀賞—影片觀賞並紀錄找出影片重點
二、拉伸力及扭轉力	橡皮筋的動力有哪兩種? 兩種動力車分別是運用橡皮筋的哪種動力?	2-1 教師歸納橡皮筋動力有兩種：一種是「拉伸力」，一種是「扭轉力」。「拉伸力」就是把橡皮筋拉長，它有彈力要把自己縮回來；「扭轉力」則是把橡皮筋扭轉，它有彈力要把自己扭回來。 【探索】【解釋】(了解) 2-2 教師提供「拉伸力」及「扭轉力」的應用舉例。「拉伸力」動力車：橡皮筋一端固定在車頭，另一端綁在後車軸上，把後輪向後轉個幾圈，就會拉緊橡皮筋。放到地上後，橡皮筋的彈力拉動後輪向前轉，車子就前進。「扭轉力」動力車：橡皮筋兩端固定在車身，中央固定在輪子上，當轉動輪子向後幾圈，橡皮筋就會扭轉。放到地上後，橡皮筋要扭回來的力，帶得輪子向前轉車子也就向前走了。 【精緻】(應用)	教師引導學生探索出橡皮筋是運用「拉伸力」及「扭轉力」作為動力 教師運用實體操作幫助學生檢核對「拉伸力」及「扭轉力」的判斷 教師藉由不同影片補充讓學生更認識橡皮筋的特性	10 分 10 分	形成性評量： 發表—回答相關問題說出自己所知，歸納整理關連性。 形成性評量： 觀察—觀察實體應用，找出特性與應用實物之關的關係
三、橡皮筋好好玩	你知道這些玩具如何動起來	3-1 教師播放橡皮筋各種遊戲及科學手做玩具的資料，作為後續討論兩種力「拉伸力」及「扭轉力」的基礎。 【評鑑】(分析)	教師藉由不同影片補充讓學生更認識橡皮筋的特性	10 分	總結性評量： 發表—能正確判斷及分辨所使用的力特性

【橡皮筋主題課程】活動二：橡皮筋的彈力

影片：

1. 橡皮筋神奇穿越！劉謙春晚魔術揭秘

<https://www.youtube.com/watch?v=hhh2Y9ITo6w>

2. 橡皮筋向上移動！簡單的「反地心引力」小魔術！

<https://www.youtube.com/watch?v=D57XVAs44Vo>

3. 橡皮筋竹筷槍童玩製作教學

<https://blog.gtwang.org/diy/diy-chopstick-rubber-band-gun-tutorial/>

4. 如何使紙槍射擊 32 橡皮筋 - 機槍

<https://www.youtube.com/watch?v=JcJ946yTSj0>

5. 水杯、養樂多瓶都能做！兒時古玩～手搖鼓 DIY

<https://www.kidsplay.com.tw/index.php/mobile/learn/content/197#.W8KluNR95nI>

網頁：

1. 橡皮筋是怎樣產生動力的？

<http://163.23.102.193/carnet/a1/a1.htm>

2. 話說童年玩具之肢體童玩(四)

<http://j9981168.pixnet.net/blog/post/205345118>

橡皮筋是怎樣產生動力的？

<http://163.23.102.193/carnet/a1/a1.htm>

橡皮筋動力有兩種：一種是拉伸力，一種是扭轉力。

拉伸力就是把橡皮筋拉長，它有彈力要把自己縮回來。

扭轉力就是把橡皮筋扭轉，它有彈力要把自己扭回來。

所以囉，把橡皮筋裝在車上，再把它拉長或是扭轉，就會帶著輪子往相反的方向轉動了。

伸拉力的應用舉例		橡皮筋一端固定在車頭，另一端綁在後車軸上，把後輪向後轉個幾圈，就會拉緊橡皮筋。放到地上後，橡皮筋的彈力拉動後輪向前轉，車子就前進啦！
■扭轉力的應用舉例		橡皮筋兩端固定在車身，中央固定在輪子上，當轉動輪子向後幾圈，橡皮筋就會扭轉。放到地上後，橡皮筋要扭回來的力，帶得輪子向前轉，車子也就向前走了。

【教學活動設計】

單元名稱	紙板彈跳小玩具		單元節數	1 節，40 分鐘	
單元目標	1. 製作紙板彈跳小玩具(程序性知識) 2. 理解紙板彈跳小玩具的科學原理(概念性知識) 3. 能依據科學原理改良修正玩具(後設認知知識)				
學習表現說明	【自然】 ai-III-2 透過成功的科學探索經驗，感受自然科學學習的樂趣。 【自然】 tr-III-1 能將自己及他人所觀察、記錄的自然現象與習得的知識互相連結，察覺彼此間的關係，並提出自己的想法及知道導與他人的差異。				
活動名稱	關鍵提問	學習活動的歷程（包括學習策略）與學習經驗的延續	教師的思考與教學策略	時間	評量類型與評量基準
一、伸拉力的運用	你知道橡皮筋的「伸拉力」是什麼嗎？	1-1 教師播放影片「科學玩不累：橡皮筋做的玩具」讓學生深入瞭解橡皮筋「伸拉力」的運用。 【投入】（了解）	教師經由引導讓學生加深對橡皮筋的「伸拉力」的認識。	10 分	形成性評量： 觀賞—影片觀賞並紀錄找出影片重點
二、紙板彈跳玩具	要如何完成紙板彈跳玩具？	2-1 教師發下彈跳玩具的製作材料：瓦楞板、橡皮筋、膠帶。 【投入】 2-2 教師依照步驟示範，並請學生實際製做。先取厚 0.3 公分的瓦楞板，裁切 4.5x10 公分的長方形共二片。每一片瓦楞板的底端，以美工刀切出二道等距離深 1 公分的切口。將二片瓦楞板對齊相疊，再用膠帶將二片瓦楞板黏貼固定，膠帶一共黏貼三層。最後將一條橡皮筋套進二片瓦楞板的缺口中，就完成了製作。 【探索】（創造）	教師藉由影片的媒材，讓全體學生實際製作紙板彈跳玩具。 教師運用問答幫助學生回顧製作流程的相關知識。	5 分 20 分	
三、看誰跳得高	你知道如何讓紙板彈跳玩具跳得更高嗎？	2-3 教師介紹此小玩具的科學原理及製作時的注意事項。 【解釋】（分析） 3-1 教師請學生嘗試彈力玩具並進行小組競賽，使學生因實際操作感受橡皮筋拉伸力的特性。 【解釋】（評鑑） 3-2 教師允許學生進一步修改彈力玩具，例如改變橡皮筋的數量或類型、改變切口深度等。 【精緻】（創造） 3-3 再進行改良後班際比賽。比賽後教師請學生分享實做及觀察到的差異，使學生於過程中深刻體驗橡皮筋的「伸拉力」。 【評鑑】（評鑑）	教師引導學生嘗試改變實驗的變項，讓紙板玩具可以跳得更高，並從實驗中發現科學定理、培養科學態度。	5 分 20 分 15 分	形成性評量： 實作—學生依實際操作及實作，感受橡皮筋拉伸力的特性。 形成性評量： 實作—學生依特性修改彈力玩具並改良使之更優良。

【橡皮筋主題課程】活動三：紙板彈跳小玩具

影片：

1. 科學玩不累：橡皮筋做的玩具，玩一整天

<http://www.kidscitychannel.com/teaching-video/sciencel-44>

網頁：

1. 彈跳玩具

<http://scigame.ntcu.edu.tw/power/power-057.html>

彈跳玩具

製作簡易又有趣的彈跳玩具！

※器材：瓦楞板、橡皮筋、膠帶

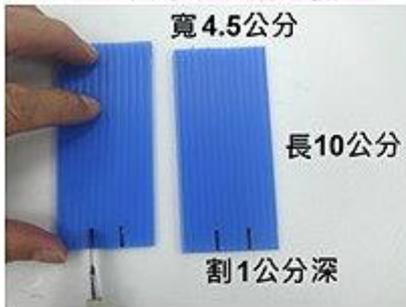
※操作步驟與現象：

本實驗是製作可以彈跳很高的玩具，製作過程如下：

1. 取厚 0.3 公分的瓦楞板，裁切 4.5 x 10 公分的長方形共二片，如圖一。每一片瓦楞板的底端，以美工刀切出二道等距離深 1 公分的切口。
2. 將二片瓦楞板對齊相疊，如圖二，再用膠帶將二片瓦楞板黏貼固定，膠帶一共黏貼三層。
3. 如圖三，將一條橡皮筋套進二片瓦楞板的缺口中，就完成了製作。

玩法如圖四，將瓦楞板二端張開後再往下壓，放在桌上（如圖五），再鬆開手，瓦楞板就會跳很高了！

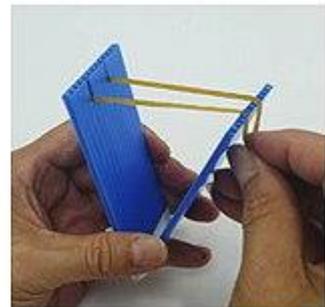
NTCU 科學遊戲實驗室



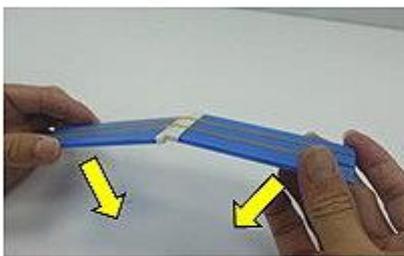
圖一



圖二



圖三



圖四



圖五

[觀看實驗影片 \(13.9M \)](#)

※原理

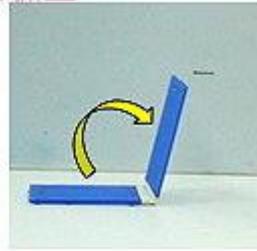
本實驗彈跳玩具可以跳很高的原因，是由於橡皮筋被拉長（如圖四），彈性能（elastic potential energy）被儲存在橡皮筋裡。當一鬆開手，橡皮筋就會恢復原狀，同時將能量釋放出來，轉換為彈跳所需的動能。

彈跳過程如圖六～圖九。當壓著彈跳玩具的手一鬆開（圖六），上面的瓦楞板會先緩慢的張開（圖七）。當瓦楞板完全張開後，橡皮筋的張力會迅速的將二片瓦楞板互相拉近（圖八），造成瓦楞板對桌面施加了往下的作用力，而桌面給於瓦楞板相同大小、方向相反（朝上）的反作用力，因此瓦楞板就會彈跳得很高。

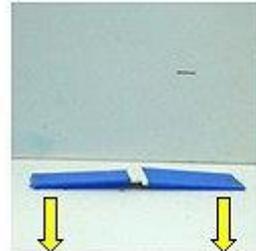
NTCU 科學遊戲實驗室



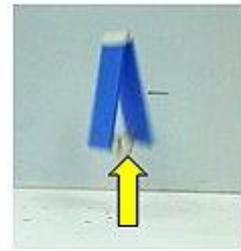
圖六



圖七



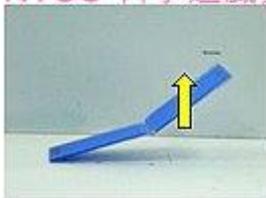
圖八



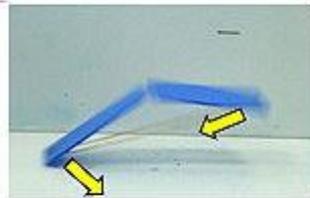
圖九

請留意上述的彈跳玩具，二片瓦楞板之間黏貼了三層的膠帶（圖二的步驟），如果只黏貼一層膠帶也可以成功彈跳嗎？經過實驗，發現彈跳的高度很低，過程如圖十～圖十二。由於只黏貼一層膠帶，很容易被橡皮筋拉開，因此手鬆開之後，瓦楞板很迅速的張開，並且會翹起來（如圖十）。使得瓦楞板張開後，只有一邊的瓦楞板與桌面接觸（圖十一左邊），造成瓦楞板二邊的運動方向不一致，而且只有左邊的瓦楞板獲得桌面的反作用力，因此造成了彈跳很低，又打圈翻滾的現象。

NTCU 科學遊戲實驗室



圖十



圖十一



圖十二

※叮嚀的話：

- 1.用膠帶將二片瓦楞板黏貼固定時，膠帶的寬度不要用太小的，建議寬度至少 1.5 公分以上。
- 2.本實驗曾經是 2014 第二十屆遠哲科學趣味競賽的主題之一，競賽項目除了比賽彈跳高度，還比賽跳遠距離，請見參考資料 1。
- 3.在教學上，可以進行的競賽或探究問題如下：(1)自行設計造型，形狀與大小長寬不限，但是只能使用一條橡皮筋，比賽誰的彈跳玩具跳得最高？(2)進行探究實驗，例如改變瓦楞板的「長度」(操縱變因)，彈跳高度有什麼變化呢？(註：控制變因包括：寬度、橡皮筋、膠帶圈數等等)。(3)以絕緣膠帶(電氣膠帶)和一般膠帶黏貼二片瓦楞板，彈跳結果有何差異？

※參考資料：

- 1.2014 第二十屆遠哲科學趣味競賽~跳跳板。
<https://www.youtube.com/watch?v=Q0kPlnlDqxY>
2. 陳家德 (2016)。彈性位能。科技部高瞻自然科學教學資源平台。
<http://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=74700>
3. 跟著鄭大師玩科學：彈性遊戲。
<http://www.masters.tw/?s=%E5%BD%88%E6%80%A7&submit=Search>
4. YouTube 影片：(1) <https://www.youtube.com/watch?v=S2LQO61055I>
(2) <https://www.youtube.com/watch?v=eGrR8h9BIfw>

【教學活動設計】

單元名稱		轉轉天線機器人		單元節數	1 節，40 分鐘
單元目標		1. 製作轉轉天線機器人(程序性知識) 2. 理解轉轉天線機器人的科學原理(概念性知識) 3. 能依據科學原理改良修正玩具(後設認知知識)			
學習表現說明		【自然】ai-III-2 透過成功的科學探索經驗，感受自然科學學習的樂趣。 【自然】tr-III-1 能將自己及他人所觀察、記錄的自然現象與習得的知識互相連結，察覺彼此間的關係，並提出自己的想法及知道導與他人的差異。			
活動名稱	關鍵提問	學習活動的歷程 (包括學習策略) 與學習經驗的延續	教師的思考與教學策略	時間	評量類型與評量基準
一、扭轉力的運用	你知道橡皮筋的扭轉力是什麼嗎？	1-1 教師播放影片「搖搖晃晃機器人」讓學生深入瞭解橡皮筋「扭轉力」的運用。 【投入】(了解) 2-1 教師發下彈跳玩具的製作材料：紙杯、2~3 條毛根、橡皮筋、串珠、木製衣夾、冰棒棍，餐巾紙、廣告顏料、色紙。 【投入】	教師經由引導讓學生加深對橡皮筋的「扭轉力」的認識。	10 分 5 分	形成性評量： 觀賞一影片觀賞並紀錄找出影片重點
二、轉轉天線機器人	要如何完成轉轉天線機器人？ 製作轉轉天線機器人要注意什麼呢？	2-2 教師依照步驟示範，並請學生實際製做。先把餐巾紙撕成碎紙片，沾上白膠水後黏在紙杯上，大概貼上兩層就可以放一旁待乾或用吹風機吹乾。待紙杯上的白膠水都乾後，就可以開始讓孩子自由塗鴉上色。紙杯和木製衣夾塗上顏色後更繽紛。接著將 2~3 條的毛根捲在一起後，將頭尾分別捲成小螺旋與大螺旋狀，再將橡皮筋串過 1~2 顆串珠，穿過串珠上方的橡皮筋再套進毛根的 1/3 處，將穿過杯中的橡皮筋往下拉並套進冰棒棍後固定在杯底。貼上眼睛、手和夾上木製衣夾，可愛的天線機器人就完成囉！ 【探索】(創造) 2-3 教師介紹此小玩具的科學原理及製作時的注意事項。 【解釋】(分析)	教師藉由影片的媒材，讓全體學生實際製作轉轉天線機器人。 教師運用問答幫助學生回顧製作流程的相關知識。	20 分 5 分	形成性評量： 觀察—觀察教師實際製作過程及各項注意事項。 實作—觀察教師實際製作過程，並依照流程實作完成成品。
三、看誰跳得高	你知道如何讓轉轉天線機器人轉得更久嗎？	3-1 教師請學生嘗試彈力玩具並進行小組競賽，使學生因實際操作感受橡皮筋的「扭轉力」的特性。 【解釋】(評鑑) 3-2 教師允許學生進一步修改彈力玩具，例如改變橡皮筋的數量、橡皮筋的類型、紙杯切口大小等。 【精緻】(創造) 3-3 再進行改良後班際比賽。比賽後教師請學生分享實做及觀察到的差異，使學生於過程中深刻體驗橡皮筋的「扭轉力」。 【評鑑】(評鑑)	教師引導學生嘗試改變實驗變項，讓轉轉機器人可以轉得更久，並從實驗中發現科學定理、培養科學態度。	5 分 20 分 15 分	形成性評量： 實作—學生依實際操作及實作，感受橡皮筋扭轉力的特性。 形成性評量： 實作—學生依特性修改彈力玩具並改良使之更優良。

【橡皮筋主題課程】活動四：轉轉天線機器人

影片：

1. 搖搖晃晃機器人

<https://www.youtube.com/watch?v=C9IzJitn3Xs>

網頁：

1. 【親子手作DIY】搖搖晃晃的天線機器人

<https://www.mombaby.com.tw/celebrities/columnist/articles/10988>

2. 《讓孩子均衡發展的科學玩具 101 款》－ 轉轉紙杯就醬玩

<https://www.kidsplay.com.tw/diy/content/1539#.W8LVN9R95nI>

搖搖晃晃的天線機器人

材料：紙杯、2-3 條毛根、橡皮筋、串珠、木製衣夾、冰棒棍，餐巾紙、廣告顏料、色紙



步驟一：把餐巾紙撕成碎紙片，沾上白膠水後黏在紙杯上，大概貼上兩層就可以放一旁待乾或用吹風機吹乾。

目的是遮蓋紙杯上的圖案，之後較好上色。若覺得上色太麻煩，也可只接貼上色紙或不織布遮蓋較省事。(白膠水比例=1：1)



步驟二：待紙杯上的白膠水都乾後，就可以開始讓孩子自由塗鴉上色。紙杯和木製衣夾塗上顏色後更繽紛了呢!



步驟三：將 2~3 條的毛根捲在在一起後，將頭尾分別捲成小螺旋與大螺旋狀，再將橡皮筋串過 1~2 顆串珠，穿過串珠上方的橡皮筋再套進毛根的 1/3 處，將穿過杯中的橡皮筋往下拉並套進冰棒棍後固定在杯底。(如圖示)



驟四：貼上眼睛、手和夾上木製衣夾，可愛的天線機器人就完成囉！

- 玩法：轉動機器人頭上的毛根天線，盡量轉到有點緊後放開，機器人就會開始搖晃擺動喔！
 - 原理：因機器人頭上的毛根天線呈現不對稱，讓轉動時的重心不在旋轉軸上，以至於毛根轉動時造成機器人震動搖晃。
- 可讓孩子試著將毛根尾巴拉長或再加上毛根增加尾巴重量轉轉看，看看機器人搖晃起來有什麼不同的變化！！

另類玩法：再三根不同的木製衣夾上用橡皮筋或膠帶固定短毛根，再分別將短毛根沾上顏料後，旋轉頭上天線放在圖畫紙上，機器人就會開始搖搖晃晃地做起畫來，很特別喔！

讓我們大手牽小手，一起來玩有趣的親子手作吧！



【教學活動設計】

單元名稱	竹筷投石機關		單元節數	1 節，40 分鐘	
單元目標	1. 製作竹筷投石機關(程序性知識) 2. 理解竹筷投石機關的科學原理(概念性知識) 3. 能依據科學原理改良修正玩具(後設認知知識)				
學習表現說明	【自然】pe-III-1 能了解自變項、應變項並預測改變時可能的影響和進行適當次數測試的意義。在教師或教科書的指導或說明下，能了解探究的計畫，並進而能根據問題的特性、資源(設備等)的有無等因素，規劃簡單的探究活動。 【自然】ai-III-3 參與合作學習並與同儕有良好的互動經驗，享受學習科學的樂趣。				
活動名稱	關鍵提問	學習活動的歷程(包括學習策略)與學習經驗的延續	教師的思考與教學策略	時間	評量類型與評量基準
一、投石機關原理	你有看吃過古代攻城利器投石器嗎?	1-1 教師播放影片「古代攻城利器投石器」讓學生進一步瞭解運用橡皮筋「伸拉力」的作用可以製作出高階玩具。 【投入】(記憶)(了解)	教師經由引導讓學生加深對橡皮筋的「伸拉力」的認識。	10 分	形成性評量： 觀賞—影片觀賞並紀錄找出影片重點
二、竹筷投石機關	要如何完成竹筷投石機關?	2-1 教師發下「竹筷投石機關」的相關製作材料。 【探索】(應用) 2-2 教師依照網路教學影片「投石器製作(教學篇)」步驟示範，並請學生實際製做。 【探索】【解釋】(應用)	教師藉由影片的媒材，讓全體學生實際製作竹筷投石機關。	5 分 25 分	形成性評量： 觀察—觀察教師實際製作過程及各項注意事項。
三、投石機關丟丟丟	製作竹筷投石機關要注意什麼呢?	3-1 教師確認每一位學生所製作的「竹筷投石機關」皆能完成投石橡皮筋的任務。 【精緻】(分析) 3-2 教師請學生嘗試以「竹筷投石機關」進行小組競賽，使學生因實際操作感受橡皮筋的「拉伸力」的特性。 【解釋】【評鑑】(評鑑)	教師運用問答幫助學生回顧製作竹筷投石機關的流程及相關知識。	10 分 10 分	實作— 觀察教師實際製作過程，並依照流程實作完成成品。 形成性評量： 實作— 學生依實際操作及實作感受橡皮筋拉伸力的特性
四、看誰擲得更遠	你知道只改變橡皮筋如何讓竹筷投石機關擲得更久嗎?	4-1 教師限制學生只能更改橡皮筋的情形下，進行「竹筷投石機關」的改良及修正，以使其「竹筷投石機關」可以投擲更遠。 【精緻】(創造) 4-2 進行改良後班際比賽，並於比賽後分享實做及觀察到的差異，使學生於過程中深刻體驗橡皮筋的「伸拉力」。 【評鑑】【解釋】(評鑑)(分析)	教師引導學生嘗試改變實驗變項，讓竹筷投石機關可以擲得更遠，並從實驗中發現科學定理、培養科學態度。	20 分 10 分	形成性評量： 實作— 學生依特性修改彈力玩具並改良使之更優良。
五、最佳攻擊者	你知道如何讓竹筷投石機關擲得更久嗎?	5-1 教師不限制學生只能更改橡皮筋的情形下，進行「竹筷投石機關」的改良及修正，以使其「竹筷投石機關」可以投擲更遠。 【精緻】(創造) 5-2 再進行改良後的班際比賽，並於比賽後分享實做及觀察到的差異，使學生於過程中深刻體驗的「竹筷投石機關」的科學結構與原理。 【評鑑】【解釋】(評鑑)(分析)	教師引導學生嘗試改變實驗變項，讓竹筷投石機關可以擲得更遠，並從實驗中發現科學定理、培養科學態度。	20 分 10 分	形成性評量： 實作— 學生依特性修改彈力玩具並改良使之更優良。

投石器的操作步驟說明：

手控式投石器

- 1.左手中指穿過投石器支架三角窗位置，其餘四指握住投石器支架結構下部。
- 2.將待拋射物體放置載物台後，用右手食指壓住塑膠湯匙前緣。
- 3.緩緩施力將投射桿往下壓，直至適當的位置，瞄準、鬆開右手食指即可。

固定式投石器

- 1.將待拋射物體放置載物台後，用食指壓住塑膠湯匙前緣。
- 2.緩緩施力將投射桿往下壓，直至適當位置，瞄準、鬆開食指即可，如下右圖示。

結語：

利用「投石器」的製作與操作，能讓小朋友神往在古代歷史的戰爭場景裡，也讓小朋友瞭解古人利用這些經驗所製造的偉大發明。

科學知能加油站：

- 1.從投石器的結構觀察，你發現與投石器有關的科學原理有哪些？
- 2.從投石器的操作過程中分析，你發現與投石器有關的科學原理有哪些？
- 3.操作投石器時，抗力臂與施力臂長短關係，對物體投射的遠近有何差別？
- 4.你能說明使載物台上的物體拋射到遠方的過程中，牽涉到哪些能量間的轉轉換？
- 5.你能說明操作投石器前，為何要在寶特瓶內加滿水的原因嗎？

【教學活動設計】

單元名稱		橡皮筋動力車	單元節數		1 節，40 分鐘
單元目標		1. 製作橡皮筋動力車(程序性知識) 2. 理解橡皮筋動力車的科學原理(概念性知識) 3. 能依據科學原理改良修正玩具(後設認知知識)			
學習表現說明		【自然】pe-III-1 能了解自變項、應變項並預測改變時可能的影響和進行適當次數測試的意義。在教師或教科書的指導或說明下，能了解探究的計畫，並進而能根據問題的特性、資源(設備等)的有無等因素，規劃簡單的探究活動。 【自然】ai-III-3 參與合作學習並與同儕有良好的互動經驗，享受學習科學的樂趣。			
活動名稱	關鍵提問	學習活動的歷程(包括學習策略)與學習經驗的延續	教師的思考與教學策略	時間	評量類型與評量基準
一、動力車原理	你有看吃過古代攻城利器投石器嗎?	1-1 教師播放影片「如何使橡皮筋動力車」讓學生進一步瞭解運用橡皮筋「扭轉力」的作用可以製作出高階玩具。 【投入】(記憶)(了解)	教師經由引導讓學生加深對橡皮筋的「扭轉力」的認識。	10 分	形成性評量： 觀賞—影片觀賞並紀錄找出影片重點
二、橡皮筋動力車	要如何完成橡皮筋動力車?	2-1 教師發下「橡皮筋動力車」的相關製作材料。 【探索】(應用) 2-2 教師依照網路教學影片「橡皮筋動力車(教學篇)」步驟示範，並請學生實際製做。 【探索】【解釋】(應用)	教師藉由影片的媒材，讓全體學生實際製作橡皮筋動力車。	5 分 25 分	形成性評量： 觀察—觀察教師實際製作過程及各項注意事項。 實
三、動力車衝衝衝	製作橡皮筋動力車要注意什麼呢?	3-1 教師確認每一位學生所製作的「橡皮筋動力車」皆能順利轉動輪子完成跑動的任務。 【精緻】(分析) 3-2 教師請學生嘗試以「橡皮筋動力車」進行小組競賽，使學生因實際操作感受橡皮筋的「扭轉力」的特性。 【解釋】【評鑑】(評鑑)	教師運用問答幫助學生回顧製作橡皮筋動力車的流程及相關知識。	10 分 10 分	作—觀察教師實際製作過程，並依照流程實作完成成品。 形成性評量： 實作 —學生依實際操作及實作感受橡皮筋扭轉力的特性
四、看誰跑得快	你知道只改變橡皮筋如何讓橡皮筋動力車跑得更快嗎?	4-1 教師限制學生只能更改橡皮筋的情形下，進行「橡皮筋動力車」的改良及修正，以使其「橡皮筋動力車」可以跑得更遠。 【精緻】(創造) 4-2 進行改良後班際比賽，並於比賽後分享實做及觀察到的差異，使學生於過程中深刻體驗橡皮筋的「扭轉力」。 【評鑑】【解釋】(評鑑)(分析)	教師引導學生嘗試改變實驗變項，讓橡皮筋動力車可以跑得更快，並從實驗中發現科學定理、培養科學態度。	20 分 10 分	形成性評量： 實作 —學生依特性修改彈力玩具並改良使之更優良。
五、叫我第一名	你知道如何讓橡皮筋動力車跑得最快嗎?	5-1 教師不限制學生只能更改橡皮筋的情形下，進行「橡皮筋動力車」的改良及修正，以使其「橡皮筋動力車」可以跑得更遠。 【精緻】(創造) 5-2 再進行改良後的班際比賽，並於比賽後分享實做及觀察到的差異，使學生於過程中深刻體驗的「橡皮筋動力車」的科學結構與原理。 【評鑑】【解釋】(評鑑)(分析)	教師引導學生嘗試改變實驗變項，讓橡皮筋動力車可以跑得更快，並從實驗中發現科學定理、培養科學態度。	20 分 10 分	形成性評量： 實作 —學生依特性修改彈力玩具並改良使之更優良。

【橡皮筋主題課程】活動六：橡皮筋動力車

影片：

1. 如何使橡皮筋動力車 | 使用塑料瓶

<https://www.youtube.com/watch?v=XtbnrKun4Gc>

2. 如何創建一個橡皮筋動力車 | 紙車

<https://www.youtube.com/watch?v=dLX1ZzDcVzM>

網頁：

1. 橡皮筋動力車

<http://www.945enet.com.tw/epaper/contents/eln/004/ys3.htm>

2. 超級動力車，快跑！

<https://info.babyhome.com.tw/article/5975>

3. 橡皮筋動力車

http://ihands-on.blogspot.com/2015/10/blog-post_5.html



什麼材料可以用來造車呢？

唯一原則：只要是資源回收物品，都適合用來造車

<p>■輪胎材料</p>	<p>只要是圓形的物品都適合當作輪胎</p>	<p>舉例：</p>	 <p>線軸</p>	 <p>免洗碗</p>
			 <p>罐蓋</p>	 <p>紙罐</p>
			 <p>瓶蓋</p>	 <p>空罐</p>
<p>■車身材料</p>	<p>只要你喜歡，有什麼不可以？</p>	<p>舉例：</p>	 <p>空罐既是輪胎也是車身</p>	 <p>紙盒子</p>
			 <p>竹筷</p>	 <p>寶特瓶</p>
			 <p>鐵蓋子</p>	 <p>小竹籃</p>

車子跑不動怎麼辦?

可能原因：	改善方法	圖說
■轉得不夠緊，橡皮筋動力不足	橡皮筋拉緊一些	
■橡皮筋轉太過，打結了	橡皮筋迴轉少許試試	
■輪胎與車身夾太緊	中間剪一段吸管隔開	
■輪胎與輪軸鬆開了	用膠帶或熱融膠黏好	
■車身太重	再加幾條橡皮筋	

輪胎原地打轉怎麼辦?

可能原因：	改善方法	圖說	
■車身太輕了	車身或輪胎加重		加一些廢電池增加重量
■橡皮筋轉太多	橡皮筋少轉一些		車身如果太輕，橡皮筋轉太多會凌空跳起來
■輪胎與地面接觸面積太小	增加與地面的接觸面積		兩片 CD 之間可以包碎紙成實心

■輪胎的摩擦力過小	增加摩擦力		包砂紙
■輪胎的摩擦力過小	增加摩擦力		用玩具輪胎
■輪胎的摩擦力過小	增加摩擦力		包止滑墊
■輪胎的摩擦力過小	增加摩擦力		包鬆緊帶

密技大放送

密技	較差	較優	解說
■寬的輪胎優於窄的輪胎			輪胎如果只是薄薄一片，固定比較困難，就算固定了，也容易脫落。
■寬的車身優於窄的車身			車身寬，行進方向比較不容易歪歪扭扭的。
■四輪傳動優於二輪傳動			前後輪都裝上橡皮筋，雖然行進方向比較不容易控制，但是，跑得快也遠得多。
■橡皮筋用來綁車身最棒			橡皮筋的彈力，可以讓筷子很容易固定，也不容易鬆脫，只是綁的時候，筷子交叉處要前後與左右一樣多圈，否則整個車身會扭曲變形。

<p>■鐵絲與竹筷配合，車身才不易變形</p>			<p>綁筷子的技術不好沒關係，剪一段衣架子，固定在車身上，就可以愛怎樣調整都沒問題了。</p>
<p>■四輪車比三輪車難做</p>			<p>四輪車很容易做完之後發現有一輪懸在空中，調了半天，把車身都給挖爛了。秘訣：先裝水，再用筆劃出水平線，四個輪子才會一樣高。</p>
<p>■輪胎加大跑得遠</p>			<p>橡皮筋扭一圈，這種車身就走一圈，所以，把輪胎加大，才能跑得遠。</p>

橡皮筋動力車

<http://www.945enet.com.tw/epaper/contents/elN/004/ys3.htm>

超級動力車，快跑！

<https://info.babyhome.com.tw/article/5975>

橡皮筋動力車

http://ihands-on.blogspot.com/2015/10/blog-post_5.html

不同材質做的線軸車

<https://blog.xuite.net/vicky970467/twblog/140587546-%E3%80%90%E5%8B%95%E6%89%8B%E5%81%9A%E7%AB%A5%E7%8E%A9%E3%80%91---1>

橡皮筋動力船

<https://blog.xuite.net/hn85294975/sophiaart/81764070-%E6%A9%A1%E7%9A%AE%E7%AD%8B%E5%8B%95%E5%8A%9B%E8%88%B9>

臺中市西屯區大仁國民小學
5E建構式學習環教學法五年級主題課程
小小科學家「手創造紙」主題課程

主題名稱		手創造紙的研究	
設計團隊		五年級社群：林士東、張令垂、黃文頌、劉紹希、劉佩汝、蔡宛玲、張伶穎	
教學對象		國小五年級(下學期)	上課節數 共 10 節，400 分鐘
設計依據			
領域連結		<p>【自然科學領域】認識紙張的特性：吸水性及堅韌性</p> <p>【自然科學領域】瞭解再生紙的製造過程(打漿、脫墨、篩選、漂白等過程)</p> <p>【自然科學領域】運用回收的報紙、雜誌、紙箱等廢紙進行再生紙製作</p> <p>【環境教育議題】了解物質循環與資源回收利用的原理。</p>	
學前經驗		<p>1. 學生已有使用紙張的經驗。</p> <p>2. 學生已有資源回收再利用的觀念。</p> <p>3. 學生能發揮想像力創造自我的作品。</p>	
活動流程		<p>【手創造紙主題課程】活動一：萬能的紙張</p> <p>【手創造紙主題課程】活動二：紙張的特性</p> <p>【手創造紙主題課程】活動三：我是小小蔡倫</p> <p>【手創造紙主題課程】活動四：回收紙再利用</p> <p>【手創造紙主題課程】活動五：製紙高手</p> <p>【手創造紙主題課程】活動六：紙藝達人</p>	
學習目標	主題學習目標	<p>1. 經由生活經驗的引發興趣，發現生活中常用的紙張有其獨特的價值。</p> <p>2. 認識紙張的特性有「吸水性」及「堅韌性」，並瞭解造紙的過程及技術。</p> <p>3. 瞭解再生紙打漿、脫墨、篩選、漂白等的製造過程，並實際完成再生紙製作。</p> <p>4. 實驗不同回收紙類所造之紙的特性，及比較不同紙漿及液體比例的紙質差異。</p> <p>5. 學生運用美感創意設計，完成獨自風格的再生紙文創品。</p>	
	各活動學習目標	<p>學習活動一【萬能的紙張】</p> <p>1. 認識各類紙張及其製作流程(事實性知識)(程序性知識)</p> <p>2. 認識各類紙製品的生活用處(概念性知識)</p> <p>3. 分類紙張的性質與用途之關係(概念性知識)</p> <p>學習活動二【紙張的特性】</p> <p>1. 瞭解紙質的「吸水性」及「堅韌性」(概念性知識)</p> <p>2. 瞭解紙張特性的的生活應用(後設認知知識)</p> <p>學習活動三【我是小小蔡倫】</p> <p>1. 瞭解再生紙的製作過程(程序性知識)</p> <p>2. 理解再生紙製造的科學原理(概念性知識)</p> <p>3. 能依據科學原理製作再生紙(後設認知知識)</p> <p>學習活動四【回收紙再利用】</p> <p>1. 製作不同回收紙類的再生紙(程序性知識)</p> <p>2. 比較不同紙質再生紙的特性(概念性知識)</p>	

		<p>3. 能依據實驗結果調整比例製造想要的特性紙質(後設認知知識)</p> <p>學習活動五【製紙高手】</p> <p>1. 製作添加植物纖維及粘合調劑的再生紙(程序性知識)</p> <p>2. 比較不同添加物再生紙的特性(概念性知識)</p> <p>3. 能依據實驗結果調整比例製造想要的特性紙質(後設認知知識)</p> <p>學習活動六【紙藝達人】</p> <p>1. 依據實驗結果及科學原理製作所想要的再生紙質(程序性知識)</p> <p>2. 理解所創之再生紙質的特性及成份的關聯(概念性知識)</p> <p>3. 能依據個人創意及靈感手創獨特的文創作品(後設認知知識)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>記憶</th> <th>理解</th> <th>應用</th> <th>分析</th> <th>評鑑</th> <th>創造</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>事實</td> <td>V</td> <td>V</td> <td>V</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>概念</td> <td>V</td> <td>V</td> <td>V</td> <td>V</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>程序</td> <td>V</td> <td>V</td> <td>V</td> <td>V</td> <td>V</td> <td>V</td> </tr> <tr> <td>後設認知</td> <td></td> <td></td> <td>V</td> <td>V</td> <td>V</td> <td>V</td> </tr> </tbody> </table>		記憶	理解	應用	分析	評鑑	創造	事實	V	V	V				概念	V	V	V	V			程序	V	V	V	V	V	V	後設認知			V	V	V	V
	記憶	理解	應用	分析	評鑑	創造																															
事實	V	V	V																																		
概念	V	V	V	V																																	
程序	V	V	V	V	V	V																															
後設認知			V	V	V	V																															
核心素養	總綱 核心素養	<p>A3 規劃執行與創新應變</p> <p>具備規劃及執行計畫的能力，並試探與發展多元專業知能、充實生活經驗，發揮創新精神，以因應社會變遷、增進個人的會彈性適應力。</p>																																			
	領綱 核心素養	<p>自-E-A3</p> <p>具備透過實地操作探究活動探索科學問題的能力，並能初步根據問題特性、資源的有無等因素，規劃簡單步驟，操作適合學習階段的器材儀器、科技設備與資源，進行自然科學實驗。</p>																																			
學習重點	學習表現	<p>【自然】pe-III-1</p> <p>能了解自變項、應變項並預測改變時可能的影響和進行適當次數測試的意義。在教師或教科書的指導或說明下，能了解探究的計畫，並進而能根據問題的特性、資源（設備等）的有無等因素，規劃簡單的探究活動。</p>																																			
	學習內容	<p>【自然】INd-III-2</p> <p>人類可以控制各種因素來影響物質或自然現象的改變，改變前後的差異可以被觀察，改變的快慢可以被測量與了解。</p>																																			
議題融入	議題/ 學習主題	環境教育議題																																			
	實質內涵	環境教育：能利用廢棄的資源回收物製作再生紙。																																			
	教材來源	<p>1. 紙張的基本特性（上） http://blog.udn.com/jason080/975422</p> <p>2. 紙的世界 http://www.joyschool.org.tw/06subshare/9802/dodo/9802dodo.html</p> <p>3. 紙張種類的特性與應用 http://www.papershop.com.tw/concepts/characteristics.aspx</p> <p>4. 紙- 維基百科，自由的百科全書 - Wikipedia</p>																																			

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%BA%B8>

5. 漿與紙的製程
http://www.smhs.hlc.edu.tw/smhs/history_student_hw/data/2003/myweb02/chc2-1.htm

6. 紙張的製造
https://market.cloud.edu.tw/content/junior/life_tech/tc_jr/student/course/201/201source15.htm

7. 紙張製造流程(影片)
https://www.youtube.com/watch?v=DMQtA4SL_qI

8. 再生紙的製造實驗(影片)
<https://www.youtube.com/watch?v=2YFJHCfopCs>

9. 環保巧手 DIY--再生紙製作(影片)
<https://www.youtube.com/watch?v=dw965C8xFCA>

10. "洋垃圾"迷思 進口廢紙資源再生
<https://www.youtube.com/watch?v=2OSJ9UfcZuk>

11. 環保手工藝教學「再生紙藝術壓花」(影片)
<https://www.youtube.com/watch?v=VWHjENHUI0o>

12. 深入認識世界的紙文化 | 紙研所
http://www.paper-institute.com/?gclid=Cj0KQCjwnpXmBRDUARIsAEo71tQacEeZn04k8uSfbRt8VtPgQ6hdilk_pmN0pSNu8n_tHCBHO7d5nJQaAr32EALw_wcB

教學設備/資源 科學中心教室、youtube 影片、電子白板、單槍投影機

教學活動設計

活動名稱	關鍵提問	學習活動的歷程	教師的思考與教學策略	時間	學習策略	認知層次	評量類型
萬能的紙張	生活中的紙類是由什麼成份製成？是怎麼製成的？	學習活動一【萬能的紙張】 第一節 1. 認識各類紙張及其製作流程(事實性知識)(程序性知識) 2. 認識各類紙製品的生活用處(概念性知識) 3. 分類紙張的性質與用途之關係(概念性知識)	引導學生觀看影片，思考紙類的製作過程。 透過閱讀文章，引發學生製作再生紙之興趣。	10 15 15	投入	了解 記憶 應用	觀察記錄
紙張的特性	紙質有什麼特性？紙張可以有什麼應用可以製成什麼用品？	學習活動二【紙張的特性】 第二節 1. 瞭解紙質的「吸水性」及「堅韌性」(概念性知識) 2. 瞭解紙張特性的的生活應用(後設認知知識)	觀察學生操作情形並引導學生確實依照實驗步驟完成實驗	20 20	探索	了解 記憶	實作評量

我是小小蔡倫	再生紙是如何製成的？為什麼要有這些流程？	學習活動三【我是小小蔡倫】 第三節、第四節 1. 瞭解再生紙的製作過程(程序性知識) 2. 理解再生紙製造的科學原理(概念性知識) 3. 能依據科學原理製作再生紙(後設認知知識)	引導學生觀看影片，思考再生紙的製作過程。 引導學生操作情形並引導學生確實依照實驗步驟完成製造再生紙。	20 20 40	解釋	分析	觀察記錄
回收紙再利用	不同回收紙類製成的再生紙有什麼差異？	學習活動四【回收紙再利用】 第五節、第六節 1. 製作不同回收紙類的再生紙(程序性知識) 2. 比較不同紙質再生紙的特性(概念性知識) 3. 能依據實驗結果調整比例製造想要的特性紙質(後設認知知識)	引導學生從材料品質、製作方法等面向討論	20 20 40	精緻	分析	實作評量 口頭報告
製紙高手	不同紙漿與液體比例所製造的再生紙有何差異？	學習活動五【製紙高手】 第七節、第八節 1. 製作不同紙漿比例與液體的再生紙(程序性知識) 2. 比較不同添加物再生紙的特性(概念性知識) 3. 能依據實驗結果調整比例製造想要的特性紙質(後設認知知識)	引導學生操作情形並引導學生確實依照實驗步驟完成製造再生紙。 引導學生討論所有材料中，何者可以改善。	20 20 40	精緻	創造	實作評量 作品評量 觀察記錄 口頭報告
紙藝達人	再生紙可以做成什麼文創作品呢？	學習活動六【紙藝達人】 第九節、第十節 1. 依據實驗結果及科學原理製作所想要的再生紙質(程序性知識) 2. 理解所創之再生紙質的特性及成份的關聯(概念性知識) 3. 能依據個人創意及靈感手創獨特的文創作品(後設認知知識)	觀察學生操作情形並引導學生確實依照實驗步驟完成造紙並創作個人文創作品	20 20 40	評鑑	分析	

臺中市西屯區大仁國民小學

小小科學家主題課程

一、設計理念

改變與穩定 藉由製作肥皂握程，加入不同變因（如：鹽、麵粉、精油等。），產生出不同結果，探討製作過程的改變與穩定。

有鑑於此，本教案以廢油回收再製肥皂為授課內容，教學重點有三：

1. 引導學生結合生活實例了解廢油對環境造成的影響。
2. 引導學生分組實際操作，將廢油製成肥皂。
3. 引導學生探究自製肥皂與市售肥皂之差異。

教師的角色非直接傳授者，而是將其欲學生學習到之觀念化為一個個階段性引導問題、使學生自己發掘答案的引導者。素養導向教學需兼顧學生能力、知識與態度的培養。培養學生的自學能力，使其能對各個面向深度體察與反思。

二、教學計畫

主題名稱	廢油的第二春——自製家事皂	設計團隊	林農灘、董建甫、林麗玉、林妤柔、沈敬婷、石啟宏				
實施年級	六年級(上學期)	總節數	5 節，共 200 分鐘				
領域/科目	自然、國語文						
設計依據							
學習 目標	學習活動一						
	1.完成課前學習單並分享(屬於事實性知識)						
	2.閱讀廢油之相關文章 (屬於事實性知識)						
	3.了解廢油對生活及自然環境造成的影響 (屬於概念性知識)						
	4.經由教師示範，紀錄肥皂製作過程(屬於程序知識)						
	學習活動二						
1.實際操作將廢油製作成肥皂(屬於程序知識)							
學習活動三							
1.比較市售肥皂與自製肥皂的差異(屬於後設認知知識)							
2.探究造成差異的可能原因(屬於後設認知知識)							
3.討論如何改良製作方法與製作配方(屬於後設認知知識)							
4.小組口頭報告分享(屬於後設認知知識)							
學習活動四							
1.依據改良後之設計，再次利用廢油製作肥皂。(屬於程序知識)							
學習活動五							
1.比較兩次成品的差異，小組進行口頭報告分享。(屬於後設認知知識)							
		記憶	理解	應用	分析	評鑑	創造
事實			V				
概念			V				
程序		V	V	V			
後設認知			V	V	V	V	V
核心 素養	總綱 核心素養	A3 規劃執行與創新應變					
透過 製作 肥皂的 實驗 過程， 規劃 步驟， 探究 不同變因影響肥皂皂化的成果。							

	領綱 核心素養	自-E-A3 具備透過實地操作探究活動探索科學問題的能力，並能初步根據問題特性、資源的有無等因素，規劃簡單步驟，操作適合學習階段的器材儀器、科技設備與資源，進行自然科學實驗。
學習 重點	學習內容	【自然】INe-III-2 物質的型態與性質可因燃燒、生鏽、發酵、酸鹼作用等改變或形成新物質，這些改變有些會和溫度、水、空氣、光等有關。改變要能發生，常需要具備一些條件。
	學習表現	【自然】pe-III-2 能正確安全操作適合學習階段的物品、器材儀器、科技設備及資源。能進行客觀的質性觀察或數值量測並詳實記錄。
議題 融入	議題/ 學習主題	【環】 E41 了解物質循環與資源回收利用的原理。
	實質內涵	【環】Ing-II-3 可利用垃圾減量、資源回收、節約能源等方法來保護環境。
與其他領域/ 科目的連結		環境教育議題
教材來源		TVBS NEWS——清潔隊幫忙「收廢油」地方政府每日回報 https://news.tvbs.com.tw/local/546714 中時電子報——餐廳廚餘廢油去哪兒 106 年食藥署要管 https://www.chinatimes.com/realtimenews/20161226004265-260405 今周刊——廢油回收黑洞 http://www.businesstoday.com.tw/article/category/80392/post/201409110027 廢油回收——廢油肥皂劇 https://ourisland.pts.org.tw/content/%E5%BB%A2%E6%B2%B9%E8%82%A5%E7%9A%82%E5%8A%87 楊老師手工皂製作(影片) https://www.youtube.com/watch?v=qzzTgt7fX0s 基隆市環保局手工 DIY(影片) https://www.youtube.com/watch?v=q9MP6ippLzQ
教學設備/資源		智慧螢幕、自然教室之實驗器材、廢油、化學藥品、香精、回收再利用之寶特瓶或牛奶盒模具、市售肥皂。 ※實驗步驟： a.將氫氧化鈉 73g 溶於水 195 cc，再加入廢油 500 cc，並不時的攪拌。 b.攪拌到美乃滋狀再灌模。 c.2~3 天脫模。 d.8 週皂化後再使用。

教學活動設計							
活動 名稱	關鍵提問	學習活動的歷程	教師的思考 與教學策略	時間	學習 策略	認知 層次	評量 類型

學習活動一	生活中製造的廢油都去了哪裡？	<p>學習活動一 (第一節課開始)</p> <p>預測廢油去哪裡了？發現廢油對生活及自然環境的影響。</p> <p>(第一節課結束)</p>	<p>引導學生完成學習單，思考廢油去哪</p> <p>透過閱讀文章，引發學生製作肥皂之興趣。</p>	10 5 15 10	投入	了解 記憶	問卷 觀察記錄
學習活動二	是否確實依照實驗步驟操作？	<p>學習活動二(第二節課開始)</p> <p>實際操作將廢油製作成肥皂</p> <p>(第三節課結束)</p>	觀察學生操作情形並引導學生確實依照實驗步驟完成實驗	40	探索	應用	實作評量
學習活動三	<p>自製的肥皂和市售的肥皂有什麼明顯不同？</p> <p>兩者的不同是因為製作過程失誤還是材料的差異？</p> <p>若要改善材料的品質，可以怎麼做？</p>	<p>學習活動三(第四節課開始)</p> <p>1.比較市售肥皂與自製肥皂的差異(如：味道、顏色、軟硬度等等)</p> <p>2.探究造成差異的可能原因</p> <p>3.討論如何改良製作方法與配方</p> <p>4.小組口頭報告分享</p> <p>(第四節課結束)</p>	<p>引導學生觀察自製肥皂的與市售肥皂的不同</p> <p>引導學生從材料品質、製作方法等面向討論</p> <p>引導學生討論所有材料中，何者可以改善</p>	5 15 15 5	解釋	分析 創造	觀察記錄 口頭報告
學習活動四	是否確實依據實驗設計進行操作？	<p>學習活動四(第五節課開始)</p> <p>依據改良後之設計，再次利用廢油製作肥皂。</p> <p>(第五節課結束)</p>	觀察學生操作情形並引導學生確實依照實驗步驟完成實驗	40	精緻	應用	實作評量

