



# 常識百搭

小學 STEM 探究

## 「智」得其樂



教育局課程發展處資優教育組



# 常識百搭



## 小學 STEM 探究

# 「智」得其樂



- 主編：蘇詠梅、梁致輝
- 編輯委員會：彭翠虹、蕭杜峯、梁見德、黎永隆、殷慧兒、翁慧愷
- 資料整理：殷慧兒、翁慧愷、黃碧瑩
- 主辦機構：香港教育大學可持續發展教育中心、香港教育大學科學與環境學系、教育局、香港科學館、香港教育城、香港數理教育學會、香港行政長官卓越教學獎教師協會、中國教育科學研究院STEM教育研究中心
- 贊助：千里眼始創人慈善基金
- 出版：教育局課程發展處資優教育組
- 日期：2019年10月
- 印刷：政府物流服務署印

版權為主辦機構所有，歡迎作教學用途，請列明出處。



# 目錄

編者的話	2
「智」得其樂：在玩具中探究STEM	第二十二屆「常識百搭」小學STEM探究籌委會 4
遊戲與探究的學習引導	香港明愛教育委員會 劉煒堅博士 7
科學探究與STEM教育的融合	香港教育大學科學與環境學系 陳文豪博士 9
當群育學生邂逅「科學推展」	香港扶幼會則仁中心學校（小學部） 關偉強老師、曾曉暉老師 11
玩具、科學、科技	香港中文大學 湯兆昇博士 13
我的科學探究失敗史	香港大學 麥嘉慧博士 18

## 評判大獎

豬豬	世界龍岡學校劉德容紀念小學 20
靈機一捉 Hyclawlic Blitz	英華小學 24
陀螺方程式——轉中有電	保良局馮晴紀念小學 32
魔幻迷宮大冒險	香海正覺蓮社佛教正覺蓮社學校 37
智在救廢——一馬當先	香港浸信會聯會小學 42
小小NBA	柴灣角天主教小學 49
「智」得其樂之「123紅綠燈」	港澳信義會明道小學 59
玩轉腦友記	基督教宣道會徐澤林紀念小學 67
啱bit智能琴	筲箕灣崇真學校 74

## 傑出獎

智能跳繩發電機	九龍婦女福利會李炳紀念學校 80
可食用的鬼口水	九龍城浸信會禧年（恩平）小學 84
智能兒童單車	元朗公立中學校友會英業小學 88
多功能氣墊球枱（氣墊球×乒乓球×釣魚）	仁德天主教小學 91
神奇磁力機	仁德天主教小學 96
非一般泡泡	佛教陳榮根紀念學校 99
「智得其樂」——智玩籃球機	柏立基教育學院校友會李一譔紀念學校 107
LEGO愛回家	荔枝角天主教小學 114
遙控清潔車	香港教育大學賽馬會小學 116
飲水鳥變奏曲——綠能幸福摩天輪	香港普通話研習社科技創意小學 119
改造足球機，以磁力控制足球員	宣道會葉紹蔭紀念小學 124
智醒憤怒鳥	高主教書院小學部 127
粉公彈·跳·撞	粉嶺公立學校 133
「足智多謀」	順德聯誼總會李金小學 136
探索雪條棒大爆炸的威力	聖士提反女子中學附屬小學 139
腦「玩」童神奇畫板	聖公會主恩小學 144
玩具串串串	聖伯多祿天主教小學 148
滾珠大激鬥	聖保羅男女中學附屬小學 154
風「磁」電掣 Roll and Go	聖保羅書院小學 158

## 編者的話



俗語說，玩樂是孩子的天性！隨著科技進步日新月異，STEM在日常生活各個範疇上的應用愈趨普遍。而在STEM教育的大趨勢下，不難發展市面上的玩具亦紛紛加入了科學、科技、工程及數學元素，以從小培養孩子的STEM精神。玩樂除了為學生減輕學業上的壓力，也能作為學習的配套，加深學生對課題的理解及提升學習興趣。

為了讓學生在玩樂過程中發掘學習STEM的機會，第二十二屆「常識百搭」小學STEM探究展覽的主題為「『智』得其樂」，旨在通過玩具及遊樂，啟發學生靈感，引導他們反思問題，發掘可行方案，再進行縝密設計，如探究如何配合智慧工具去開發全新的玩樂體驗；如何以STEM方法提高現有玩具的性能，豐富玩家的體驗；或探究如何把玩具包含的STEM元素應用於玩具以外的範疇。以玩樂心及好奇心進行STEM探究，希望學生能將STEM知識融入於玩具創造與改造中，寓學習於娛樂。



承蒙各界別的關注與支持，本屆「常識百搭」展覽順利舉辦，並吸引了超過1,000名來自本地、中山、廣州、深圳及澳門小學師生參與，展出了近200份展品。展覽當日，中央圖書館熱鬧非常，學生們自豪地向評審、其他隊伍以及公眾人士展示他們的探究成果，熱烈地互相交流STEM知識與心路歷程。大會亦邀請了不同界別的STEM專業人士及資深科學教





育工作者擔任評審，向隊伍提出建議以促進學生們的思考與進步。舉辦「常識百搭」的其中一個重要目的，正是提供一個平台讓來自各個界別的評審、參展師生及公眾作STEM學術交流，因此籌委會特意於《小學STEM探究「智」得其樂》一書中輯錄28份傑出的探究作品，與大眾分享學生們的探究歷程和成果。

最後，「常識百搭」展覽得以順利舉行離不開各界人士的鼎力支持與熱心參與，在此衷心感謝各主辦及贊助單位、來自不同界別的評判、參展師生及熱心的家長。希望來年繼續得到大家的支持，使更多學生得到學術交流機會。

第二十二屆「常識百搭」小學STEM探究籌委會  
二零一九年八月



# 「智」得其樂：在玩具中探究STEM

## 第二十二屆「常識百搭」小學STEM探究籌委會

### 引言

是次常識百搭小學STEM探究，鼓勵同學們通過玩具及遊樂，利用科學原理及STEM方法進行探究，嘗試找出玩具背後的原理並加以解釋，針對主題提出新的玩樂構思、玩具改造方案或建議如何將玩具的STEM原理應用於日常生活上。在活動中同學們自主加入STEM元素，為玩具「大改造」，甚至轉化為智能玩具。本文透過分析在「常識百搭」小學STEM探究活動中獲得傑出獎的書面報告，了解學生的STEM探究主題種類及創新元素。



### 探究主題

隊伍的探究主題新奇及多元化，種類包括趣味運動、空間圖形、彈射裝置、變廢為寶、互動競賽、物質探究、多元功能、玩樂配套及替代用電。學生除了動腦筋優化舊物外，亦發揮創意研發新的玩樂元素。

#### 趣味運動

最多隊伍專注於探索體育運動類的玩具，如學生在《小小NBA》中以籃球為原型，將投籃運動融入創作過程，設計出有自動計分功能的創新桌上投籃遊戲；而《改造足球機，以磁力控制足球員》則利用磁石等物料減少摩擦力，使足球機在玩樂時更加流暢便利，優化足球運動，增加玩家互動性和趣味性；在《「智」得其樂之「123紅綠燈」》中，學生將科技融入傳統的「123紅綠燈」遊戲，進而改進成一個更少限制、更公平、更有趣味和更多元化的運動遊戲；而學生在《足智多謀》中，除了加入Micro:bit於自製的足球機內，亦改良了足球機玩法，用各項小陷阱及機關增加入球難度。



#### 空間圖形

有不少隊伍以空間圖形作為探究靈感，製作有關迷宮或過關任務的玩樂工具，如《魔幻迷宮大冒險》，學生充分發揮空間想象力，設計了立體變換的迷宮，使探險遊戲融合互動性和競爭性；而在《玩具串串串》中，利用引力原理及電路空間，創造了結合過電關及波子迷宮的可隨身攜帶玩具盒；學生希望透過《玩轉腦友記——認知訓練玩具套的設計與探究》為老人設計認知訓練玩具，設計了包含認知訓練元素的棋類遊戲以及兩個在挑戰任務中使用的科技套件；學生在《腦「玩」童神奇畫板》中透過進行試驗及測試設計出適合長者的玩具，設計了圖形畫板用作訓練長者手部肌肉和腦部思考，幫助延緩他們的腦功能及肌肉衰退。





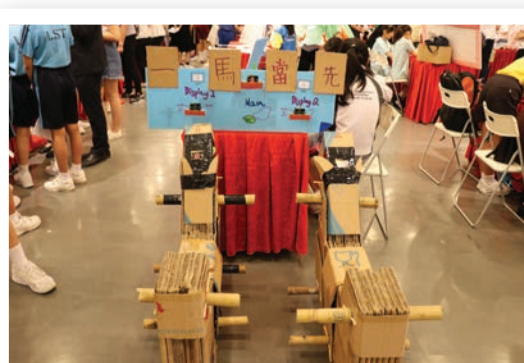
## 彈射裝置

彈射玩具是另一個有不少隊伍探究的主題，如《智醒憤怒鳥》中，基於胡克定律，參考不同形式和材料的投射裝置，研製出集趣味性與娛樂性於一身的憤怒鳥彈射玩具；《風「磁」電掣Roll and Go!》利用了高斯磁力炮和動量守恆定律，在玩樂中探索磁石數量與發射速度的關係；學生在《探索雪條棒大爆炸的威力》中採取不同結構和角度對雪糕棒進行拼接，去探索如何讓雪糕棒彈起至最高；《粉公彈·跳·撞》則創作了由磁力球作為彈珠，加入不同障礙物作為得分點，再配合科技計分和計時的立體彈珠台。



## 變廢為寶

也有隊伍著重於利用回收物料製作玩樂工具，如《啱bit智能琴》中琴鍵和琴身均使用環保紙皮製作，配合銅片膠紙、Micro:bit及其他配件研製出環保智能琴；《智在救廢——一馬當先》基於環保理念，將科技裝置融入即將要丟棄的紙皮，再利用廢棄竹棍以入樁原理加以固定，製造了煥然一新的智能木馬；而《「智得其樂」——智玩籃球機》使用了雪條棒、紙、水樽蓋、竹籤等環保物料，研製了彈力球及彈射台。



## 互動競賽

有些探究強調玩家互動性，別出心裁地加入競賽元素，如《靈機一捉 Hyclawlic Blitz》製作了二人對玩的「夾公仔」機，增加遊戲趣味性和可玩度，豐富玩家體驗；學生在《滾珠大激鬥》中，利用機械組件來控制閘門開關並控制其它變量，兩組玩家需要同時進行公平比拼，增加遊戲刺激性。



## 物質探究

在《可食用的鬼口水》中，分別把木薯粉、蕃薯粉、糯米粉及鷹栗粉與水混合，應用發粉膨發原理及微波膨發原理製作出安全又可食用的兒童玩具；學生在《非一般泡泡》利用肥皂分子結構一端為親水端，另一端為疏水端的原理，透過不同的測試，找出清潔劑濃度的最佳比例和加入哪種添加劑，可讓吹出來的泡泡變得更多和更持久。



## 多元功能

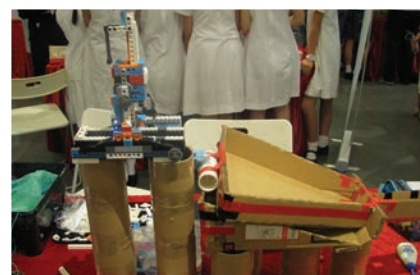
學生亦有在玩具中加入其他功能，使之更具多元性和用途。

《智能跳繩發電機》巧妙的設計了跳繩裝置，可供玩樂的同時還具備發電功能；《陀螺方程式——轉中有電》也透過測試不同磁石、銅線圈、拉動陀螺發射器的影響，進而改良成帶有發電功能的玩具；《遙控清潔車》的概念建基於吸塵機與遙控車，學生在mBot機械車加上一個自製的環保吸塵機，改裝成一個具清潔功能的遙控吸塵車；而在《智能兒童單車》，基於對兒童安全的考慮，學生在單車中加入了感應剎車系統以及具GPS功能的求救程式，增強了單車的安全性；學生在《豬豬》亦改良了玩具豬成為保安工具，善用玩具豬本身發出的叫聲，透過測距器和編程控制玩具豬發出不同分貝的聲音，作保安及警告用途；《多功能氣墊球枱（氣墊球×乒乓球×釣魚）》則是一個結集了氣墊球、乒乓球及釣魚遊戲於一身的「易拆式」玩具。



## 玩樂配套

亦有隊伍留意到玩樂後收拾的不便而探究了配套工具，從而增加玩樂時間。例如《LEGO 愛回家》中，考慮到玩家的課餘時間都要用於補習，興趣班和做功課，玩樂的時間較少，所以特地製作了LEGO積木篩選器，利用色彩感應科技及馬達自動將不同大小及顏色的LEGO積木分類，減省收拾積木的工作。



## 替代用電

玩具的原有用電模式也可被改良，有隊伍探究不同的科學原理以取代用電，如《神奇磁力機》在扭蛋機的運作中加入磁鐵元素，以磁力代替電力，配合滑輪把扭蛋吸起；《飲水鳥變奏曲——綠能幸福摩天輪》結合了摩天輪及毛細管原理，製作了會自動「吸水」以及「抬頭」的「飲水鳥」，成為一個不需要用電，透過水循環而運行不息的摩天輪。



## 結論

以上分析學生在STEM探究時選取的玩樂主題及其加入的創新和優化元素。學生的探究主題多元新奇，貼近生活，同時亦加入不同功能以致探究成果更富人文關懷，可見同學們在日常生活及學習中都有認真觀察及分析。除了探究如何以STEM方法改造優化舊玩具，使舊物可再次充份發揮功用，甚至加添新功能之外，隊伍亦有運用創新思維及靈感去設計新的玩樂工具。本年度「常識百搭」以玩樂為題，鼓勵學生把STEM學習應用在遊戲當中，以好奇心及玩樂心進行探究。在未來活動中，「常識百搭」會繼續引導學生應用STEM知識及技能於不同層面，培養學生對創科探究的興趣與動力。



# 玩具中的STEM元素——遊戲與探究的學習引導

香港明愛教育委員會 劉煒堅博士

## 引言

我想從高錕教授（註一）的偉大發明「光纖」作為這講題的引子。光纖的發明起源於一個簡單的「小玩意」的實驗觀察：在水柱裡照射一條光線時發現光線在水柱內被折射變得彎彎曲曲（註二）。明白了這個光的折射現象後，會發現光線亦以此模式在玻璃棒中傳導。牙醫便是運用這個原理使用彎曲的玻璃棒來把燈光導入病人的口腔內為牙齒的手術作照明。後期人們發現把玻璃做出幼細的纖維絲的方法。高錕教授利用了這些方法和原理發明了現代的「光纖」。

今年「常識百搭」的主題是如何運用「玩具」去引導學生，使學生從玩具的遊玩及探究中學習STEM的元素。是次講題的重點是如何有效引導小學生們利用「玩具／小玩意」進行探究學習，從中培養小學生們的「心」：擁有一顆「玩心」以及建構他們「好奇心」，並在探究過程中得到「開心」。我認為STEM元素包括有：1. 觀察與記錄(Observing&Recording)；2. 運算及推算(Calculating & Extrapolating)；3. 實驗(Experimenting)；4. 推理(Infering)及 5. 設計與解難(Designing and Problem Solving)。STEM元素中的科學探究學習，應有這三個重點(OIE)，包括：觀察(Observation)、推理(Inference)及做實驗(Experiment)。我們如何在使用「玩具」，在探究的過程中提升學生觀察、推理、以及做實驗的能力？

教師們要掌握適切的引導技巧（註三），好把探究學習變得容易，使學生在學習的過程中學得開心，因而更易取得STEM元素的學習成果。

## 學習是人對客觀世界建構知識的過程——玩具的重要性

玩具有不同的功能，有些能培養孩子的生活動作技能、有些能增進孩子的思考及表達能力、有些能提升孩子人際互動。總括來說，玩具在孩子成長過程中的重要性在於，第一：它是協助小朋友進入現實生活世界的工具，例子有小時候的「煮飯仔」玩具；第二：能使小朋友掌握一些規則的遵守，以及處理勝出或落敗的態度；第三：學會合作、處理人際關係。在分類上，玩具又可有分為商業玩具及自製玩具兩種。在與學生進行用「玩具」作探究學習的時候，選用玩具要注意學生所扮演的角色：他們是玩具的「操作者」抑或是玩具的「設計者」？教師需要思考，學生在使用「玩具」作探究時所擔當的是那一個角色。因為不同的角色會對學生的學習效能會有不同影響。也要思考玩耍的方式與理論建構的關係。

## 經歷是學習的關鍵——從玩耍中發現並建構理論

下面是一些例子，用來說明如何使用「玩具」作出上述STEM元素的學習。第一個例子是「肥皂泡玩具」。教師可以與學生討論「肥皂泡玩具」的一些問題：「市面上有些玩具（手套），戴上了之後接觸肥皂泡，泡泡並不會破掉，這是為什麼呢？」；「怎樣可以做出很大的肥皂泡，甚至比一個人還大？」；「怎樣做出不易破的肥皂泡的皂液呢？」。這些問題的相關解答，都是可以做

為「遊戲式探究學習」的課堂題目。甚至可以提出「肥皂泡的表面為什麼是彩色的？」；「為什麼肥皂泡聚集在一起時會形成六角形的形狀呢？」。

第二個例子是「紙蜻蜓」與「竹蜻蜓」玩具，也同樣可以引入作STEM元素的學習。學生們可以對紙蜻蜓或竹蜻蜓作觀察及記錄，例如：「紙蜻蜓從三米高處放下，要多長時間才會著地？」；「需要多次測量結果嗎？用什麼工具去測量時間？」；「紙蜻蜓的旋轉方向是順或逆時針？可以改變旋轉方向嗎？如何改變」。解答這些問題的過程便是讓學生學習做實驗，再進一步可讓學生進行推理。例如改變紙蜻蜓的翼的長度或寬度，推斷對飛行的持久力有何影響；再進行實驗作驗證。

這些都是透過「玩具」，引導學生的做實驗能力、設計、思考及解難能力的提升的一些例子。

## 學習是群體性的——一同成為啟發學生的共建者

根據教育局制訂的「T標準+」（註四），教師須成為「關愛學生的育才者」、「啟發學生的共建者」以及「敬業樂群的典範」。

要使用有效的引導技巧去與學生進行「遊戲式的探究學習」，教師能成為「啟發學生的共建者」至關重要。當然三者缺一不可，需有關愛學生的心以及身為教師的專業精神才能更好地履行引導學生的責任。

希望教師都能透過「專業學習(Teacher Professional Learning TPL)」(註五)，掌握如何設計教學環境、運用時間、與同儕協作、選取探究活動的軟件及硬件，好能確保學生在探究活動中學習到STEM的元素。重要的是，如何在教學設計中為學生提供開放式的體驗，並平衡使用「學生主導的活動」與「教師指引的活動」；如何平衡學生作為「操作者」及「設計者」的角色。教師在教學設計與教學的過程中，亦應是一位持續反思的實踐工作者，時刻探討改進及研發可行的教與學方式及活動，為學生作有效的學習評估。

透過「常識百搭」活動及教師的STEM學習引導，我們希望日後香港會有更多的「高錕」。

註一：對於高錕教授的貢獻，科技大學前校長陳繁昌曾撰文盛讚：「他（高錕）那充滿想像力的頭腦不但作了如此大膽的設想，更提供了路線圖，描繪出明日世界的新貌。」。高教授有一個「未完的夢想」，就是讓網絡可普及到一個程度，未來的用戶都能夠免費上網。

註二：1841年，兩位科學家Daniel Colladon和Jacques Babinet演示了一個實驗，他們在裝滿水的木桶上鑽了個孔，然後用燈置於桶上把水照亮。他們觀察到，放光的水從水桶的小孔里流出來的情况，水流彎曲，光線也跟着彎曲。

註三：一些與「引導」技巧相關的參考資料

1. 《引導技巧的9堂課》(2009) 作者：SIMON PRIEST; MIKE GASS; LEE GILLIS 譯者：張德忻; 徐國峰; 江真，出版社：台灣外展教育基金會。
2. Roger Greenaway 4F (fact/feeling/findings/future) Your Guide to Active Reviewing <http://reviewing.co.uk/>
3. 《6頂思考帽：增進思考成效的6種魔法》(2010) 作者：愛德華·狄波諾 Edward de Bono 譯者：劉慧玉，出版社：臉譜。
4. 《學習就像終身幼兒園：打造X人才，培養創意思考者的4P新教育》(2018) 作者：米契爾·瑞斯克 Mitchel Resnick 譯者：江坤山，出版社：親子天下。

註四：T標準+ <https://www.cotap.hk/images/T-standard/Teacher/香港教師專業標準參照.pdf>

註五：教師專業學習是一持續的循環。起點是教師認定學生應有（有價值）的教育成果。教師透過學習找出有助學生達致相關成果的知識及技能（有效幫助學生在現有的基礎下提昇至相關的成效）。





# 科學探究與STEM教育的融合



香港教育大學科學與環境學系 陳文豪博士

很多時候我們在說STEM時都會有一些疑問，尤其是回想最開初做STEM活動的時候，教師們也許會覺得無從下手。時至今日，隨著教育局提供不少講座，各大學提供不少有關STEM培訓的支援，以及各學校之間的交流，相信教師們都對進行STEM教育有更多的認識及接觸。是次分享希望能與大家探討一些與STEM有關的科學探究題目，並討論如何透過探究活動使學生對科學以及對STEM有更多的認識。



## STEM教育是什麼？

STEM顧名思義就是科學(Science)、科技(Technology)、工程(Engineering)和數學(Mathematics)。這些字看似全部都認識，但如何把這些元素融入我們的課程中，如何在探究中應用到相關的知識和技能，有時也並非易事。STEM教育是全球教育的趨勢，西方社會在更早的時候便開始了對於STEM的教育探討。時至資訊發達的二十一世紀，開始越來越多國家注意到STEM教育對於學生學習的重要性，並開始將之推廣至中小學、大學，並鼓勵學生以之裝備自己，以應對社會及全球因急速的經濟、科學及科技發展所帶來的轉變和挑戰。

STEM教育的目的，是希望嘗試把不同的知識或領域整合，運用數種範疇的知識去解決實際生活上的問題、或進行一些探究。相信在學習一些抽象的數理知識時（例如的數學方面的 $\cos$ ， $\tan$ ），老師們都會聽過學生的疑問：「我學這些究竟有什麼用呢？」，那麼身為老師的大家又會如何回答呢？其實STEM就是一個機會，讓學生把這些抽象知識發揮出來，應用到實際方案及創意設計上去解決真實問題，讓學生知道，原來所學是真的有所用！透過STEM活動，能讓學生了解不同學科其實在實際生活的用途，了解到不同學科知識的整合、互相配搭的重要性和功能性，從而給予學生更多的思考空間。希望藉STEM教育，發展他們綜合運用不同知識的能力、創造力、協作及解決問題能力。



## STEM活動的類型

STEM活動大致有兩個類型：科學探究式及手作式。前者是以科學探究為主導的形式，並在其中加入其他知識的元素，例如工程、數學、科技應用的知識去豐富、深化整個科學探究的內容層面。後者是手作式，是要創造一些東西，而不僅侷限於得到知識的層面，這種模式需要更多工程設計的元素，亦同樣包含各科的知識（科學、數學、科技等）。這兩種活動形式是可以結合同時進行的，而是次的分享將更集中於前者。

科學探究式的STEM學習活動最常見的形式是透過專題研習方法進行。專題研習屬於較大型的學習模式，需要多節課堂才能完成綜合各學習領域的學習。以探究保溫杯的保溫效能作為科學探究式STEM學習活動的例子，學生需要去探究哪一類型的保溫杯具有最好的保溫效能。這個探究的內容可分拆為S、T、E、M四項。其中S指的便是科學探究本身，亦即探究保溫杯的保溫效能；T則是利用一些科技去協助探究和數據收集；E則是去設計、優化與改良探究活動，例如學生去思考如何優化實驗過程從而減少誤差、怎樣在最短的時間內完成實驗、如何選擇最好的測量方法等；M則是一些預測、數據收集和分析。

現代的大型實驗也有不少STEM的運用。例如LIGO實驗：一個關於重力波的探測，是過去二十年裡其中一個最大型的STEM實驗；或是CERN實驗：一個橫跨兩個國家的大型粒子撞擊實驗。上述的世界級頂尖實驗例子都是一些STEM的探究式實驗，可見運用STEM模式的科學探究技巧並非只是小兒科，擁有了相關的技巧和理念，學生日後也許能從中發揮大智慧！

那麼回歸到校園中的科學探究式STEM學習活動，其實絕大部分的科學探究都可以利用STEM模式，例如摩擦力、熱傳導以及環境科學的探究等等，而科學探究並不一定需要涉及手作或製作。其中要注意的地方是讓學生進行一個流程概念的學習，即如何在實驗前界定問題，然後去構想實驗的設計，實驗後進行分析及檢討，繼而改良或優化設計，再進行新一輪實驗，學會在反覆思考和反思的過程中改良出最佳的實驗。而手機、平板電腦、Excel也能用作協助實驗的工具，去量度數據、拍照錄影、甚至可以利用手機應用程式中的感應器（可測量磁場、光度、聲音等）做分析，這些工具的應用也能大大提升實驗的準確度以及學生學習的興趣。配合數學的概念學習，例如對於線性關係及趨勢與升跌的描述、百分率及平均數的計算，學生便能靈活運用實驗所得數據並將之描述。數學甚至可作為預測與評估的工具。再以保溫杯的實驗為例，學生可先預測什麼形狀的容器較易保溫。例如圓柱體的保溫杯和立方體的保溫杯，哪個會比較保溫？這便是與數學科學到的表面面積計算有所關係了，預測過後學生可把實驗所得結果做比較，從而對於數學概念在課外和日常生活運用有更深的領悟。

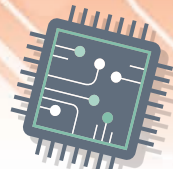
### STEM等於科學教育嗎？

STEM固然是一個教育模式的趨勢，也能大大增加學習趣味性。然而STEM並不同於科學教育，亦不能取代之。STEM較強調科目知識的綜合運用，以解決問題為主要出發點，是其中一種協助同學發揮不同的長處及豐富學生學習經歷的教學方法。而科學教育的其中一些重點是能讓學生了解到大自然的規律、欣賞大自然的定律以及欣賞科學的美，都是科學教育希望做到培養學生的特質。故此在推行STEM教育的同時，也不能忘卻傳統科學教育的重要性。





## 當群育學生邂逅「科學推展」



香港扶幼會則仁中心學校（小學部）

關偉強老師、曾曉暉老師



香港扶幼會則仁中心學校是一間位於九龍塘的特殊學校，課程以校本特殊教育為主，唯獨常識科以主流課程教學，與主流學校相同。我校常識科主要圍繞六個學習範疇（了解世界與認識資訊年代、國民身份認同與中華文化、社會與公民、日常生活中的科學與科技、人與環境、健康與生活），而科本活動以「自然環境」、「科學推展」及「時事推廣」出發。本文主要針對「科學推展」的部分。整個「科學推展」有三層架構，包括全校參與的科技日；興趣小組的科技工學；以尖子形式邀請有興趣或有能力的學生參與「常識百搭」。

我校參與「常識百搭」專題研習的專注重點有四：第一，按學生能力選取內容及設定題目深度；第二，選取合適的資料及材料；第三，平衡學生創作和實驗技巧；第四，賽前與學生的準備。我們會以學生主導的形式去讓學生自由創作專題研習的內容，並以全校徵稿的模式收集，以此增加學生的投入感、擴闊學生的思維。過往收到投稿的例子有：智能馬路感應器、智能耳機、智能窗等。

### 讓「風帆」順風而行

回應上述專注重點，我們將按學生能力選取合適的內容及設定題目的深度。根據經驗，學生的投稿大概可以分成三大類：改良設計類、重新組合類及發明類，這三種設計的難度由淺入深，設計及操作的變數由少至多，身為教師應嘗試與學生討論及定義學校的目標，再因應學生能力和經驗去決定題目。

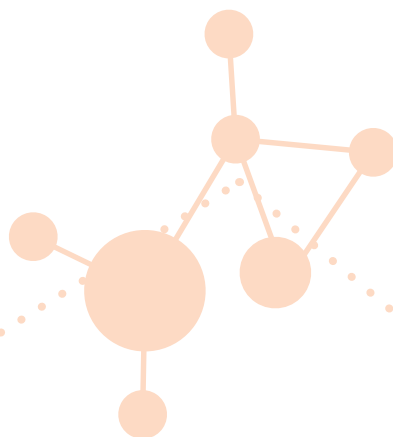
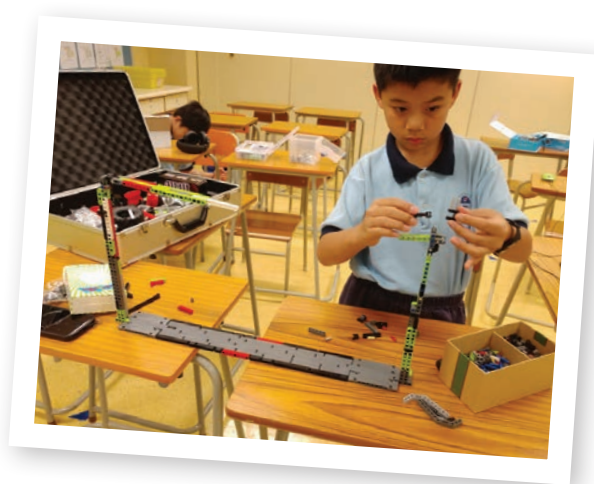
接下來分享一下在進行選取合適資料及材料的心得。大家有聽過「風帆原理」嗎？當人乘在風帆上，有順風的時候，帆船便能走得很遠，但沒有風的時候，若人強行去划船划槳，是很辛苦的事情。就正如教師在面對學生有困難時，教師可怎樣利用「風帆原理」，「順風」地進行課堂呢？第一，教師在此時可將步驟分拆得更仔細，向學生說明課堂目的及流程，再慢慢讓學生一步一步完成課堂。第二，教師可讓學生在校內到處走動，例：圖書館、電腦室或校園的各處取得所需的資料，並大膽放手讓他們去嘗試。因為我們的學生大多較好動，若要他們乖乖坐下做實驗等於與風帆鬥力，倒不如「順風而去」，讓風帆按自己的路線走。另外，面對文書技巧較弱的學生，可用電子工具協助，例如利用語音輸入或手寫板幫助學生更容易紀錄專題內容；並利用思維工具協助學生組織內容，如魚骨圖、溫氏圖等。

在過程中，教師要平衡學生的創作和實驗技巧。首先，教師的能力是必須考慮的，教師亦需要透過不斷學習、請教同事或專家。若老師能力最後未能應付學生的創作，則需要轉換方案，以貼合教師及學生的能力去完成合理的創作。接著，要考量學生的能力，協助他們取得適當的材料、向學生解釋實驗背後的道理及鼓勵他們用耐性進行實驗、反覆測試，培養學生的科學精神。這個過

程亦需要配合學校資源，例如黑房、實驗室、操場等去進行實驗。除校園硬件外，課程設計也可以配合，例如加入編寫程式的課程，讓學生可透過編寫程式去解決實驗上的困難。

在與學生共同創作「智能窗」時，學生希望把窗框拼砌成比例如真實窗框一樣大，最後才發現摩打的電力不足以推動整個窗框的運作。在發現問題後，學生只好拆掉窗框，再重新組合。這些意料之外的事都使學生學會在試驗中反覆測試和實驗精神。在拼砌電路板連接超聲波距離提示器時，都是由學生嘗試接駁線路，其後他們亦可以自行找出實驗的不足之處，例如為什麼測量的結果不夠準確呢？所有過程都由學生主導，由構思、選取材料、決定題目、做實驗與所有問題的探究，使學生更有投入感與成就感，在過程中亦他們培養成為更有耐性、實驗精神與責任感的人。

最後，賽前準備可先預計現場不確定的因素和做好清晰的分工。例如上年度我們以「智能窗」去進行比賽時，由於現場的桌子不平的關係，導致「智能窗」中的摩打未能如常運作，幸好我們有事前有準備到成功的實驗片段，即使現場所做的實驗未如理想，亦能以成功的實驗片段向評判進行講解。其次，老師和學生可以將作品展示於易拉架上，讓學生按照易拉架上的內容進行演說。此外，清晰、仔細的分工可以讓學生知道自己應做的事情，從而減少爭執，學生也能發揮所長。老師也應盡量給予足夠機會讓學生練習，例如老師可提供更多的機會給負責演說實驗過程的學生向老師和同學進行解說，訓練學生於人群面前說話的膽量及自信心，確保學生在比賽時亦能順利發揮。





# 玩具、科學、科技

香港中文大學 湯兆昇博士



玩具背後有很多有趣的科學原理，若能像科學家和工程師一樣，細心觀察箇中奧妙，得到啟發，便能設計出對社會有莫大裨益的應用。以下將介紹幾個例子，說明小玩具背後的大道理。

## 你看過萬花筒嗎？

大家小時候都可能玩過萬花筒(kaleidoscope)。從小孔看進去，會看見花紋的多重影像，隨著萬花筒轉動時，不斷旋轉。萬花筒利用了多面鏡子，產生多重反射，使圖案呈現很高的對稱性。這原理亦應用於很多大型的裝飾設計，例如香港科學館的鏡子世界，2018年聖誕節海港城的大型萬花筒展覽，亦是利用了鏡子多重反射原理。

當物體發出的光被鏡子反射時，在我們看來，反射的光線就好像是從鏡子後面的影像發射出來，所以我們習慣把平面鏡產生的影像，當成好像是有另一個物體，位於鏡子的後面。如果使用兩塊鏡平行對立，一塊鏡產生的影像，會被另一塊鏡再反射，產生另一個影像，如此類推，便產生了無窮多個影像。如果兩塊鏡子不是平行的，而它們之間的角度小於90度，便會產生數個影像，分佈在不同的方向，形成美麗的圖案。這就是鏡子迷宫、萬花筒的科學原理（圖一）。

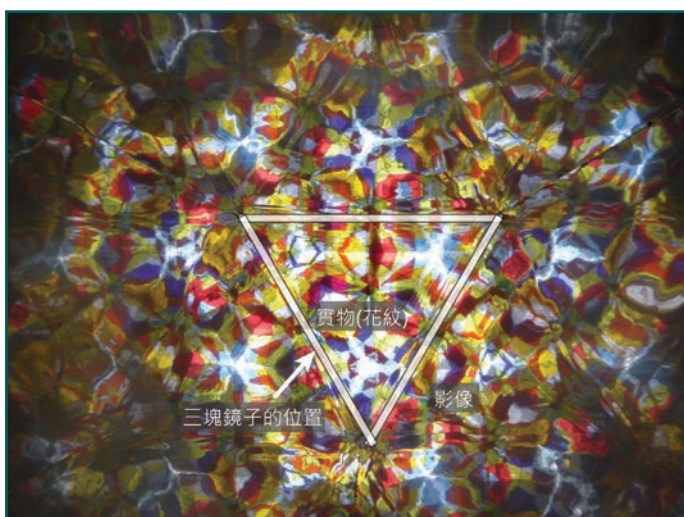


圖一：多塊鏡子放在一起能產生多重影像，形成鏡子謎宮。

Author: Przemek P. Distributed under GFDL, CC-BY-3.0 license

萬花筒的製作方法很簡單，可利用三塊一模一樣的長身鏡子，鏡面向內並接合成為三角柱體。在柱體開口的一端貼上一塊畫有花紋（或貼上圖案）的牛油紙，三塊鏡便會不斷反射紙上的花紋，形成萬花筒的圖案（圖二）。

別以為多重反射的原理只能應用於玩具和裝飾，下一節我們將談一談它的一些更重要的應用。



圖二：萬花筒中看見的影像，三角形標示三塊平面鏡的位置，三角形中間的是真實的花紋，外面的是鏡子裡反射後的多重影像。

Author of original image: Hide-sp.Remixed and distributed under CC-BY-SA-2.5 license

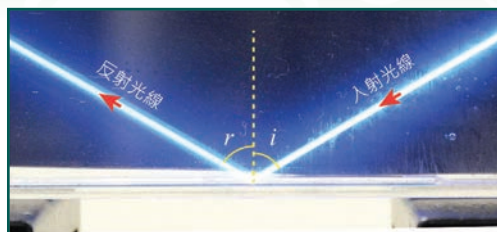
## 光線的回反射及其應用

大家都知道光是以直線傳播的，但我們並不能直接看見光的路徑。用來調雞尾酒的湯力水(tonic water)中有一種螢光物質，稱為奎寧(quinine)。如果把藍激光<sup>1</sup>（用低功率藍色激光指示筆）照進湯力水中，便能夠激發奎寧放出螢光，使光線的路徑清晰可見。我們可以利用這個方法顯示很多有趣的光學現象，包括光線被平面鏡反射（圖三）。在反射處作垂直於鏡面的直線，稱為法線（圖中虛線）。入射光線和反射光線與法線之間的角度，分別稱為入射角  $i$  和反射角  $r$ 。從圖中可見，反射角等於入射角，這就是反射定律(law of reflection)。

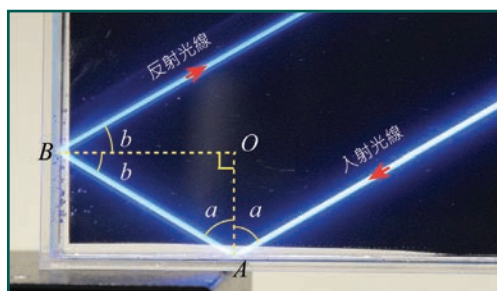
如使兩塊平面鏡互相垂直，則從任何方向入射的光線經過兩次反射之後，便會沿入射的方向被反射回去，入射光線和反射光線互相平行，但方向相反，這稱為回反射(retroreflection)現象。利用反射定律可以證明兩條光線平行。圖四是以螢光顯示回反射的情況，A點和B點是光線在兩塊鏡子反射的位置，OA和OB是兩次反射的法線，兩次反射的入射角（亦等於反射角）分別記為 $a$ 及 $b$ 。因為鏡子是互相垂直的，OAB是直角三角形，所以 $a+b=90^\circ$ ，即 $2a+2b=180^\circ$ ，亦由於AB與入射光線和反射光線相交，而同側內角之和是 $180^\circ$ ，因此兩條光線互相平行。

回反射現象也可以發生於立體空間中。同學可以在家中找三塊鏡子，打開一個箱子，把鏡子貼在箱內的一個角落上，使三塊鏡互相垂直。這時無論用任何方向射進光線，經反射三次後，光線同樣會沿入射的方向離開，與入射光線平行。

回反射的科學原理可應用在日常生活中。例如在晚上，路牌會反射車頭燈的光，使路牌看起來十分明亮（圖五）。其實路牌是利用了回反射膜(retroreflective sheet)，上面有一個像蜂巢般的結構。粗略地說，結構中的每個單元都是由三塊互相垂直的鏡子組成的（圖六），按照上述的原理，光線從任何方向射進來，都會沿相同方向被反射回去，車頭燈的光線被路牌反射回來，讓司機看見。實際上，司機的位置與車頭燈的位置略有差異，所以設計上會刻意令光線在反射時散開一點，讓反射光線能到達司機的眼裡。



圖三：利用湯力水、藍激光和平面鏡顯示光的反射。入射角標示為  $i$ ，而反射角標示為  $r$ ，兩者相等 ( $i=r$ )。



圖四：利用湯力水、藍激光和兩塊互相垂直的平面鏡顯示光的回反射現象。



圖五：回反射膜可以在任何角度把光線沿入射方向反射，所以在光源附近觀看，回反射膜顯得十分明亮。

儀器鳴謝：3M Hong Kong Ltd.



圖六：回反射膜的放大照片，可見每個單元都是由數塊鏡子組成。

照片鳴謝：3M Hong Kong Ltd.

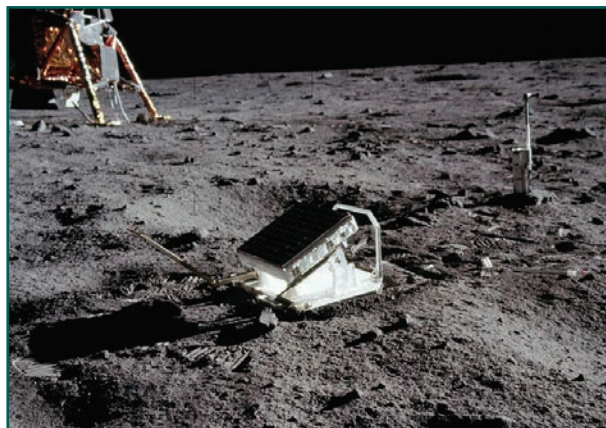
<sup>1</sup> 利用光子能量較高的藍光，才能激發奎寧分子的電子躍遷至高能階狀態，當電子從高能階回到基態時，會經歷數次躍遷，其中一次釋出的能量較大，發出螢光。



根據統計數字，2020年之前美國約有五千萬位年齡大於65歲的長者仍在駕駛。長者的眼睛對於光線較為不敏感，在晚上駕駛時未能清晰看見路牌，容易構成危險。現代的路牌利用了先進的回反射膜，顯得更明亮，使長者駕駛更安全。

另一種技術是利用細小的玻璃珠產生回反射。入射光線會在玻璃珠內產生內反射，然後從另一邊離開玻璃珠，達到回反射的效果。有些回反射膜就是利用了極細小的透明珠造成塗層，使路牌變得明亮。

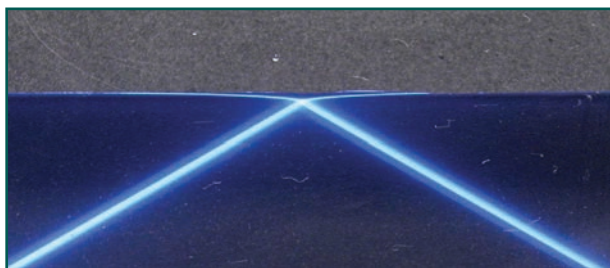
回反射現象除了用於改善交通安全，亦用於天文研究。天文學家利用激光的回反射，量度月球的距離。太空人在探測月面時留下了一個回反射裝置（圖七）。把激光從地球線射到月面，準確地量度光線反射回地球的時間，將這時間乘以光速除二，便可得出月球和地球之間的距離。光線從地球到月球約需1.3秒，反射回地球的時間亦相同。我們知道地球和月球的平均距離是38萬多公里，而激光測量顯示，這距離正以每年平均 3.8 cm 的速度增加，變化非常緩慢。激光測距可以令我們深入了解地球和月球之間的複雜力學。



圖七：阿波羅11號太空船與月面上的回反射裝置。

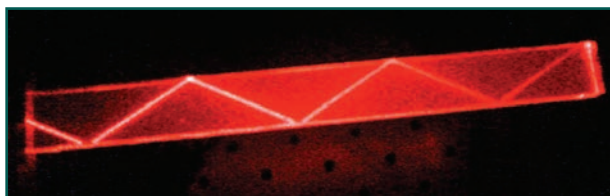
## 全內反射與光纖

我們可以利用很簡單的方法，展示一些偉大科技背後的基礎科學原理。把藍激光射進湯力水，當光線從湯力水走到空氣時，如果入射角太大，便會出現全內反射(total internal reflection)現象，即光線到達水面時，被完全反射回水裡去（圖八）。



圖八：利用湯力水和藍激光顯示光線在水面的全內反射。

全內反射是光纖的基本原理。光線在光纖裡產生多次全內反射（圖九），光便會沿著光纖傳播，讓信號傳送至遠方。高錕教授發現，光在玻璃管中傳播時，玻璃裡的微量雜質會吸收光線，使信號衰減得很快，但若能以純度極高的玻璃製造又幼又長的光纖，便可以大大減少吸收，讓光的信號傳播至很遠。這項發現開展了光纖的科技，使今天互聯網數據能高速傳播。除了互聯網通訊以外，光纖亦可用於醫學診斷，例如內窺鏡檢查，便是用了光纖深入身體，拍攝體內的影像。

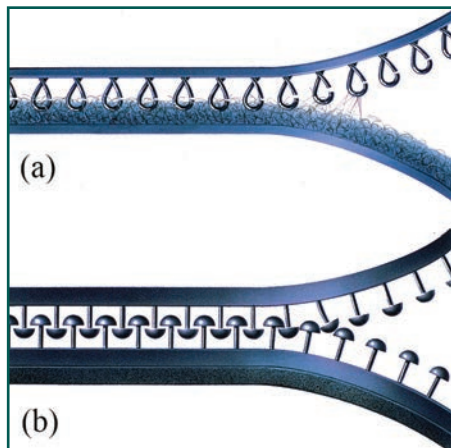


圖九：激光在膠管內發生多次全內反射，光線便可沿膠管傳播。光纖也是利用了類似的原理。

商用的光纖未必可容易找到。但同學也可以將魚絲剪開，再扎成一束，利用電筒照亮魚絲的一邊，光線便能通過魚絲傳遞至另一邊，大致模擬光纖的效果。

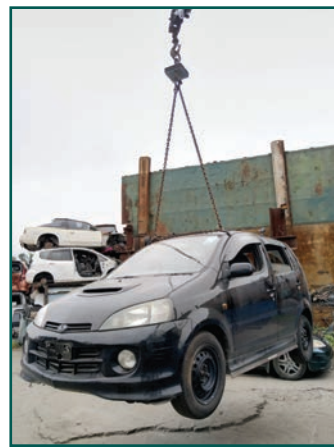
## 利用魔術貼鈎起重物

有些日用品只是利用簡單的科學原理，但用得巧妙，也可產生了神奇的效果。我們常用魔術貼掛東西，它的好處是方便、黏貼力強及容易移除。魔術貼的英文為**Hook and Loop Fastener**，顧名思義，就是兩塊表面，一塊佈滿膠鉤，一塊佈滿軟毛形成的細圈，當它們被壓在一起的時候，鉤便會隨機勾著圈，兩塊表面因而黏緊。但由於這些毛很軟而且零亂，所產生的拉力不強。工業用的魔術貼就強得多了，例如有一種魔術貼利用很多蘑菇狀的小扣互相鉤緊<sup>2</sup>（圖十），能產生很大的拉力。這種魔術貼每一平方厘米能夠產生的極限拉力約為  $6.4 \text{ kg}$ ，一塊  $22 \text{ cm} \times 22 \text{ cm} = 484 \text{ cm}^2$  的魔術貼能產生的極限拉力便約為三公噸，即使實際上可產生的拉力比極限值為小，也足可以鈎起一輛一公噸多的汽車（圖十一）！



圖十：(a) 傳統的魔術貼的結構。  
(b) 「蘑菇扣」魔術貼的結構。

圖片鳴謝：3M Hong Kong Ltd.



圖十一：利用一塊細小的「蘑菇扣」魔術貼就可鈎起一輛1.2公噸的汽車。

儀器鳴謝：3M Hong Kong Ltd.

## 從空氣炮到飛機

同一科學原理，可以出現在一些看似毫不相干的情況中，這是科學最有趣而又最神奇的地方。空氣炮是一個有趣的玩意，它的製作方法簡單，只需要用一個大膠樽（可用垃圾筒製造大型的空氣炮），從中間位置切開，取有樽口的一邊，把氣球套進切開處，並以膠紙縛緊，拉扯氣球再釋放，一道頗強烈的氣流便從樽口沖出，吹到很遠（圖十二）。

這是因為氣球回彈，把樽內的空氣推出來，當氣流經過狹窄的樽頸，速度便會增加。如果在樽內放一些煙霧，便會發現氣流形成一個煙圈（圖十三）。這是因為不同速度的空氣層之間有磨擦力（正確來說是粘滯力，**viscosity**），帶動了空氣旋轉，產生小型的旋渦。



圖十二：利用膠樽自製的小型空氣炮。



圖十三：利用垃圾筒製造的大型空氣炮，釋放出煙圈。

Author: Chocolateoak

Distributed under CC-BY-SA-3.0 license

<sup>2</sup> 這種魔術貼是3M 有限公司出品，名為Dual-Lock™ Reclosable Fastener。

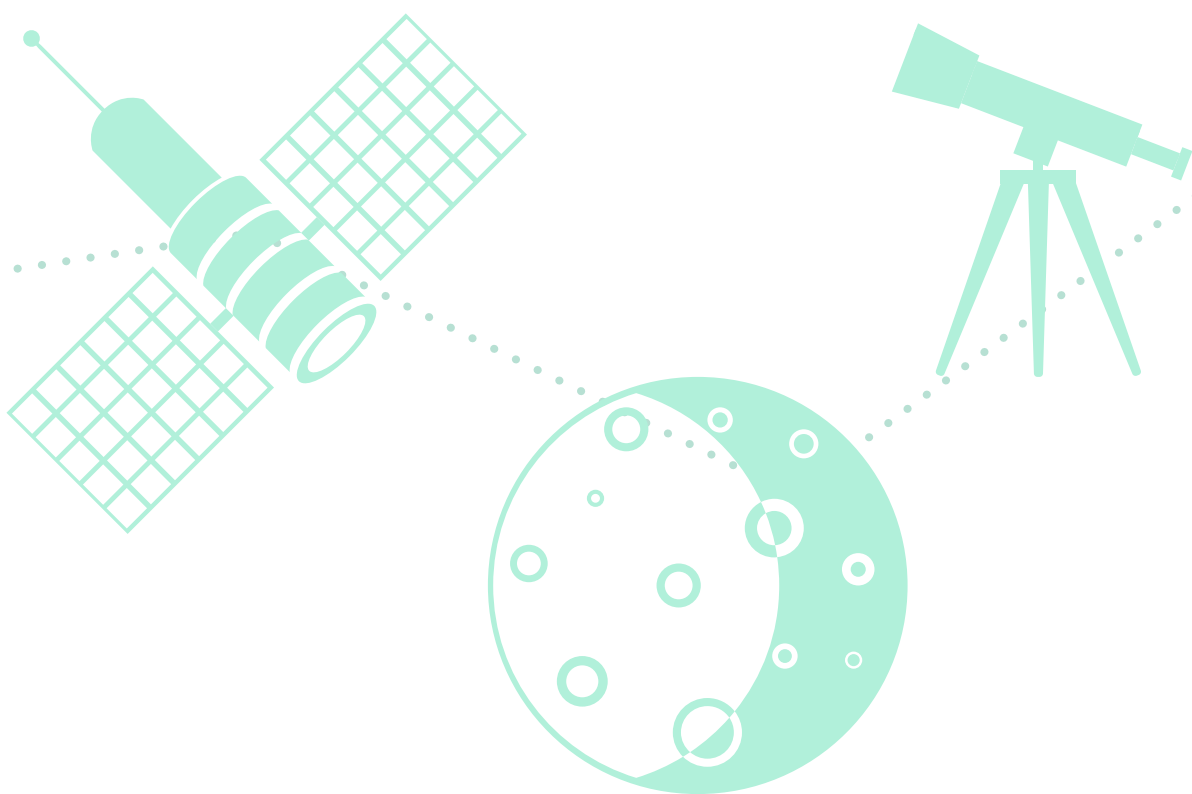


我們知道，飛機之所以能夠飛起，是因為機翼上下氣流的速度不同，導致氣壓的差異，機翼下面氣壓較高，上面氣壓較低，造成一鼓升力，承托起飛機的重量。然而，氣流在經過機翼之後，不同流速的空氣在粘滯力的帶動下，亦會形成湍流，簡單來說，即空氣中的旋渦。湍流的研究對於改善飛行的安全和效率相當重要，是流體力學的重要課題。

## 創科需從學習科學原理開始

在進行創科或是STEM活動時，大家都會把著眼點放在「創意」之上。但即使有了很好的想法，也必需利用適當的方法，才可付諸實行。無可否認，實驗是一個好方法，透過公平測試，我們能找出有效的方法達成目標。但問題是，不是每一樣事物我們都有機會去嘗試、去做實驗，我們亦沒有那麼多資源和時間這樣做。假設一個問題有十個變數，研究每個變數的影響需要測試十次，加起來便總共需要測試一百次了，這樣無的放矢地亂試，恐怕永遠得不出成果，即使偶然嘗試成功，但之後一旦出了問題，也不知道如何修正。所以，單單做實驗是不夠的，最重要的，還是學習科學原理。明白了基本的原理，便能作出推論，大致可推測實驗的可能結果，大大縮窄了嘗試的範圍，增加成功的機會，遇到問題時，也知道原因，能迅速修正。讀書、學習科學，就是為了掌握這些重要的基本原理。

創科和STEM活動不但需重視創意，更重要的是在落手嘗試之後，明白箇中的科學原理。學習科學原理並不困難，以上的舉例，是為了讓大家明白，學習科技並非一開始便要從高深的、小學生無法明白的學問開始。相反，大家可以從日常生活例子出發，學習基本、簡單的原理，並應用在不同的情況，享受學習的樂趣。



## 我的科學探究失敗史

香港大學理學院 麥嘉慧博士

位於清水灣的香港科技大學（圖1）依山面海，我的讀書生涯與海洋也有很大關連。有句話叫「從失敗中學習」，而在我八年的科大學習歷程中就當然充滿了失敗。每當實驗失敗，我都會鼓起勇氣再接再厲，重複實驗多兩次，因為這樣我的失敗才算「統計上可信」啊（說笑）！

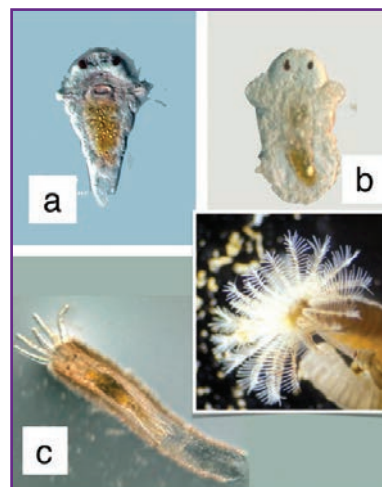


圖一：科大校園面向西貢牛尾海，筆者的畢業研究習作就需要出海採集細菌樣本。

### 充滿挑戰的研究習作

大三時同學們都有機會到系內教授的研究實驗室做「FYP」，即final year project畢業研究習作。而我的研究題目是要從海洋中搜集細菌樣本，然後測試各個菌種對一種海洋管蟲幼蟲蛻變成蟲的影響。實驗步驟是先將細菌培養液加在直徑只有5厘米的培養碟中，過了一天後細菌在培養碟內便形成一層生物膜(biofilm)，這時將預先孵化了的管蟲幼蟲放進培養碟並蓋上培養碟蓋，然後放在培養箱再多一天看結果。

華美盤管蟲（學名：*Hydroides elegans*，圖2）是本港海域常見的小型管蟲，它的幼蟲是游泳健將，用顯微鏡觀察它們在細小的培養碟內游來游去也挺有趣的。幼蟲的天性是要找個適合長期「定居」的地方，然後蛻變成蟲，成年管蟲會長出如石頭般堅硬，長約2.5厘米、直徑0.1厘米的管狀外殼，管蟲本身的管就是自己永久的家了。要判斷哪處是適合「建屋」定居的地方，幼蟲需要在環境中接收化學訊號。而在培養碟中這短短24小時內，各種細菌會因為各有不同的「生化作用」，將不同的化學訊號釋放到海水中，而可能使幼蟲作出不同的反應，如：加快或減慢蛻變、發育成管蟲，或者是不蛻變等等。



圖二：華美盤管蟲  
(a) 游動中的幼蟲、  
(b) 幼蟲開始蛻變、  
(c) 成蟲。  
(來源：網上圖片)

要做好FYP必需要夠勤力和分秒必爭。所以我安排每次實驗都要處理很多隻培養碟和幼蟲：每個菌種會有五隻培養碟，每隻培養碟中要加入十隻幼蟲。試想像一下如何從水中，用定量吸管(pipette)捕捉小於1毫米而又會游動的幼蟲？每組實驗至少會測試五至六個菌種，還有必不可少的對照組。簡單一算，每次實驗就要在一、兩小時內把總共四十隻培養碟和四百隻管蟲幼蟲處理好。第二天便要更費精神的工作：用顯微鏡逐隻培養碟觀察，數一數開始蛻變發育的幼蟲數量。而開始蛻變的幼蟲會在培養碟底部「建屋」，比較容易觀察。



一天，我如常回實驗室去「數蟲蟲」，但是很奇怪地，其中一組樣本的五隻培養碟內，全部的幼蟲都不見了！莫非我昨天不小心，忘記把幼蟲加進培養碟內？我花了幾分鐘自責，再整理好其他樣本的幼蟲數據之後，便把握時間預備下一次實驗。要知道，由種菌、孵化幼蟲，把它們加進培養碟培養，到最後觀察和處理數據，整個過程如果順利的話就是連續五、六天的功夫。當時我真的希望不會再犯錯，浪費心機和時間……

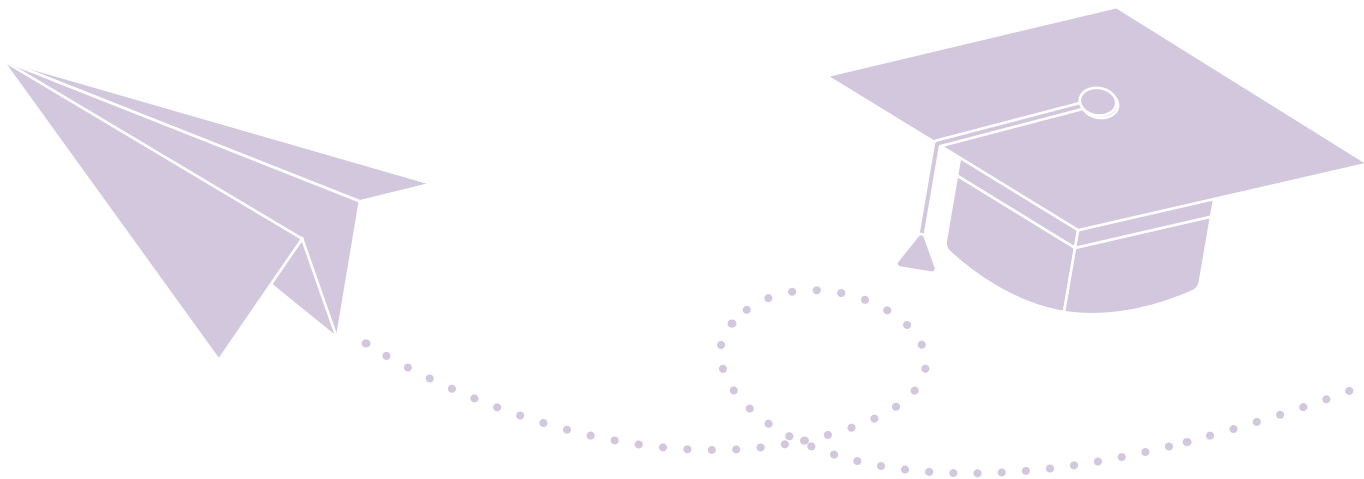
不幸地，接下來的兩個星期，培養碟內幼蟲不翼而飛的挫折再三重現！與此同時，在實驗室負責細菌化學分析的博士後開始催促我「交功課」，追問怎麼忽然間少了其中一個細菌樣本的實驗數據。這時我只好把暗自鬱悶了三個星期，做不好又想不通的實驗結果向博士後和盤托出。身經百戰的博士後聽了我的剖白並沒有責備我，反而理性分析幼蟲「不見了」的可能原因，或許是有神秘物質殺滅了幼蟲？

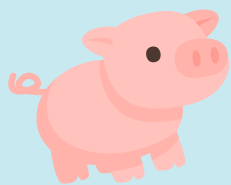
於是，為了確定我之前是「失魂」做錯，還是真的有「滅蟲新發現」，我拜託了實驗室一位師兄來監督我每個實驗步驟。並花了幾天時間討論幼蟲不見了的可能性。終於，來到要看結果的時候，我心情很緊張地坐在顯微鏡前觀察培養碟，昨天在師兄監督下我放進在培養碟內的十隻幼蟲不見了，那我真的發現了滅蟲細菌嗎？這時，師兄不慌不忙地過來顯微鏡前坐下，比平常花了起碼雙倍的時間，將培養碟翻來翻去，又不斷調教對焦。他冷冷地哼了一聲，似乎他真的找到幼蟲不見了原因，說如果幼蟲真的是死了，我應該會看到培養碟內的幼蟲屍體呀，怎麼會全部不見了？他把培養碟用了一個特別的角度放置在顯微鏡下，然後着我慢慢扭動對焦小心觀察。

謎底終於解開了，原來所有幼蟲都「爬」到培養碟邊緣被碟蓋遮擋着的位置，加上培養碟本身的厚度，如果我只用慣常的角度來觀察培養碟底一面，而完全忽略整個培養碟內其他角落，我便什麼都看不見了！因為不夠細心而浪費了差不多一個月的時間和心機，在博士後和師兄面前，我只有傻笑來掩飾我的失敗。

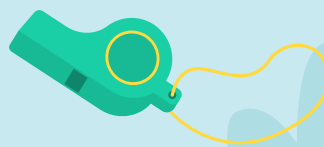
## 從FYP學曉做人道理

我的畢業研究習作到最後總算如期完成了，現在回想起，發覺原來做FYP好比做人：凡事要多角度觀察和思考，遇到困難不要獨自發愁，應該多與人溝通和盡快找幫助，做事要細心，不要遺漏每個微少的步驟，還有時間管理都很重要啊！





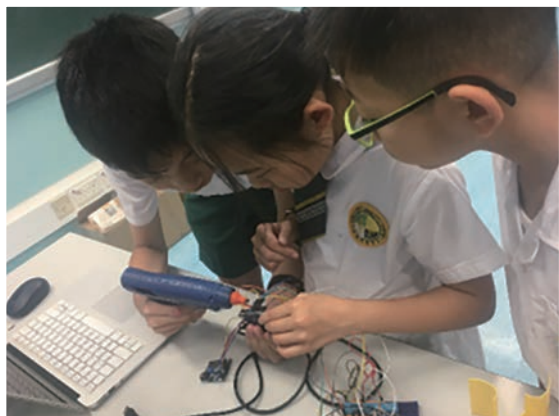
# 豬豬



學校：世界龍岡學校劉德容紀念小學

組員：黃奕瑜同學、黃子軒同學、張皓程同學、謝俊寶同學

教師：趙福誠老師、黃佩恩老師、林婷婷老師



## STEM原理

我們利用Arduino接駁超聲波測距器，來測出距離豬豬一米、兩米、三米、四米、五米的範圍內有沒有人經過。在這些範圍內，當有人經過，他會發出不同分貝(dB)大小的聲音，來提示人們不要再接近廟宇的門口，因為廟宇關門了。豬豬還會發出預先錄製的人聲提示「關門了，明天請早」和「不要再行前，我會報警」等等的訊號來提醒人們。同時它身上LED燈也會亮著作警告信號的。

## 探究背景

看見一些舊玩具，想把它們結合來玩耍，看看會否更加有趣。同時亦想引起別人的興趣，和我一起分享我喜愛的玩具。還可在玩玩具的同時學習編程，又不需要浪費金錢買新玩具。

有一隻豬豬玩具，我們在它身上按一下，它就會發出豬叫的聲音，相當似真的叫聲。如果把它改造成當有人行過便自動發出叫聲，這是可以作為守護工具。人們常用豬作為祭品，如果在廟宇門前擺放個玩具豬豬，嘗試把豬發出的叫聲在夜晚作為守護廟宇的聲音，這樣玩具豬豬便可以成為有用的保安了。

## 測試器材與材料

玩具豬豬一隻、Arduino UNO 一塊、超聲波測距器一個、麪包板一塊、伺服馬達一個、LED燈三個、發聲底板一塊、電腦編程、拉尺一把、分貝機、電線數條，sim card喇叭一隻及電池一片。

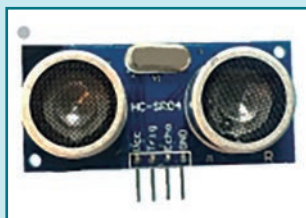






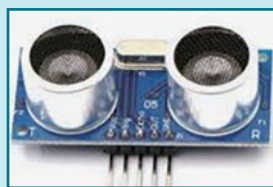
超聲波測距器

圖片來源：HK STEM Club



Arduino UNO

圖片來源：Trossen Robotic



超聲波測距器



最遠距離  
400cm



## 測試二：

用人手按壓豬豬，使其發出叫聲，不同的力度，產生不同的分貝(dB)大小，我們嘗試用分貝機App去測試，發現有以下結果：

測試	力度	分貝(dB)	威嚇程度
1	小力	50	♫
2	中力	70	♫♫
3	大力	90	♫♫♫



玩具豬豬



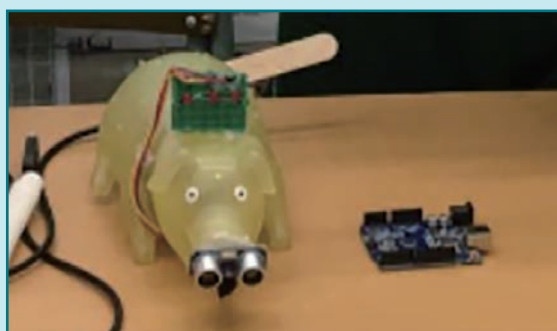
分貝機App

豬豬能發出叫聲，全因它有一個哨子，這個哨子在不同速度的氣流經過而產生不同的聲音。最後我們把按壓豬豬發出來的聲音錄製成音效檔放在發聲電路板內，利用電腦編程開啟，就可以控制產生不同分貝(dB)的聲音了。

接下來我們把以上兩個測試結合為一，即是在不同的距離產生不同的分貝大小和燈號提示人們不要接近豬豬。因廟宇已關門，這樣我們便可把一個玩具豬豬變為一個守護豬豬。距離與分貝大小和燈號數目的關係如下：

測試	超聲波與人的距離(cm)	LED燈亮起的數目	分貝(dB)
1	300 - 400	1	50
2	100 - 300	2	70
3	50 - 100	3	90

利用Arduino UNO連結麵包版的LED燈，伺服馬達，聲音底板。加上電腦編程，當有人們出現的時候，LED燈會亮起。人們與豬豬的距離愈近，亮起LED燈的數目愈多（由一個變成三個），同時預先錄製的聲音，也會發出愈大的聲響（由60dB到80dB分貝），提醒人們不要再走近，在非常近距離（50cm）的時候，它就會發出人聲，提醒人們要離開了。



## 測試過程及結果

### 測試一：

首先我們利用Arduino板連結麵包版上的LED燈，利用簡單的編程測試燈號。然後再接上超聲波測距器來控制亮起的LED燈數目，測試如下：

測試	超聲波與人的距離(cm)	LED燈亮起的數目
1	50 - 100	3
2	100 - 300	2
3	300 - 400	1

以上測試，目的是利用編程來設計出超聲波距離人們愈近，亮着的LED數目愈多，最多為三盞，來提示人們不要接近。我們發現了超聲波發出的訊號大於400cm時，這款超聲波測距器未能接收到它的反射訊號，所以這是超聲波的極限。

當超聲波測距器探測到有人在2m範圍內經過，裝置會供電給泡泡機噴泡6秒，同時開啟發聲晶片播放預先錄好的豬叫聲。最初的3秒是大約60分貝，3秒過後如果還有人，分貝會達至80分貝。來吸引人按壓一下小豬豬，發出有趣的聲音。我們也會作訪問，比較一下在合併玩具和沒有合併玩具的趣味性，最後作數據分析。

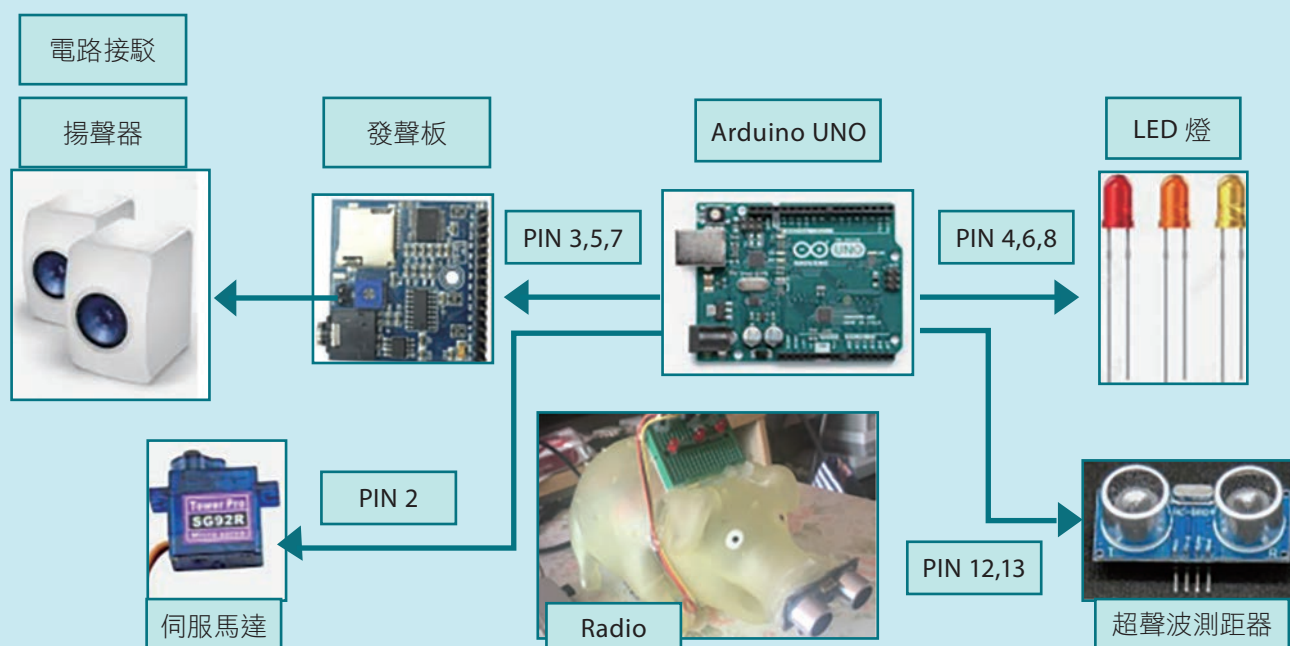
## 探究過程

### 電路接駁及編程：

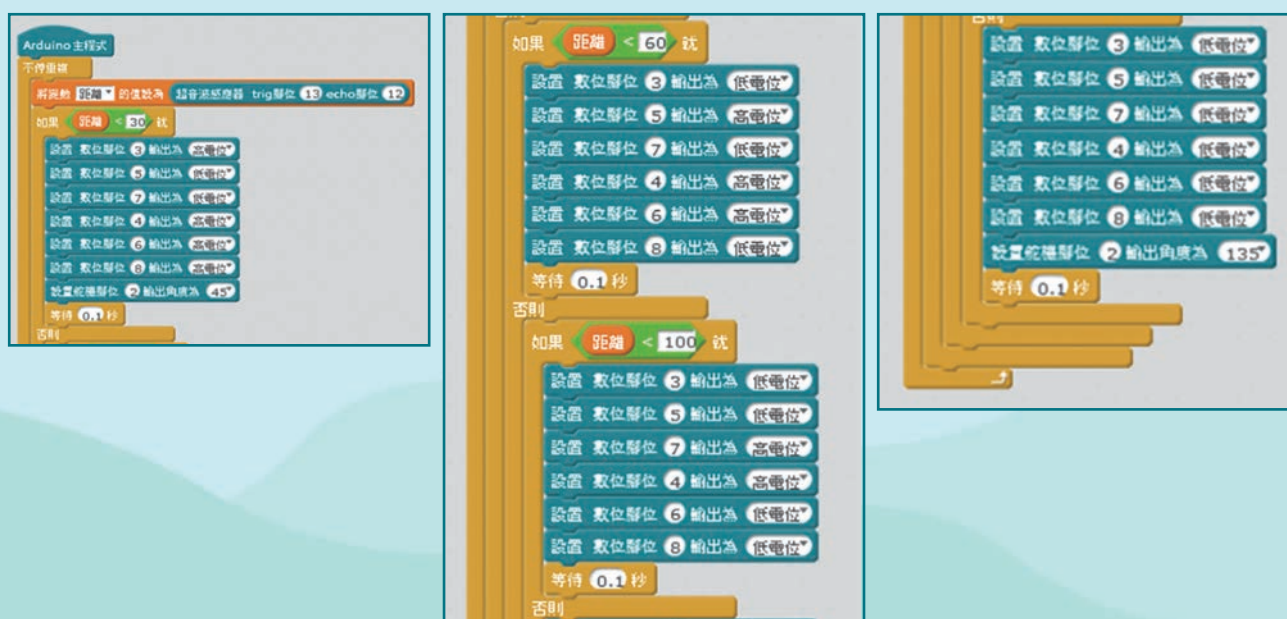
1米發聲：Arduino PIN 3, to 發聲板 PIN 3(50dB), Arduino PIN 4: 第一盞豬頭燈

0.6米發大聲：Arduino PIN 5, to 發聲板 PIN 5(70dB), Arduino PIN 6: 第一二盞豬頭燈

0.3米長發聲：Arduino PIN 7, to 發聲板 PIN 7(90dB), Arduino PIN 8: 第一二三盞豬頭燈及Arduino PIN 2: servo to (SHOW 999)



### 電腦編程：





以上是利用mblock來編程：

當人物與豬豬的距離大於100cm時，豬豬只會亮著一盞LED燈和發50分貝的叫聲提示人們不可接近。

在距離小於100cm但大於60cm時則亮著兩盞LED燈和發70分貝的叫聲提示人們不可接近。

在距離小於30cm時則亮著三盞LED燈，發90分貝的叫聲，發出打999文字及人聲提示人們要離開。

### 小貼士

學生運用了環保概念，探討如何處理舊玩具到將其升級再造。在同儕中見潛力，加油。

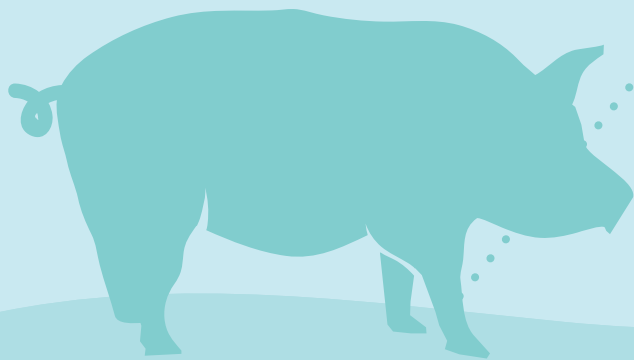
### 感想

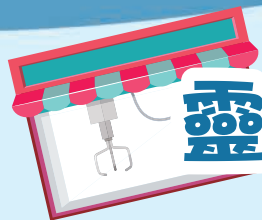
**黃奕瑜同學：**在製作會發聲音的豬豬是相當困難的。因為要把相關電路版和電線放進空間狹小的豬豬體內。但當完成製作，最後把熱溶膠封好時，就有非常的滿足感。

**黃子軒同學：**在製作的過程，電路往往接駁錯了。當正確地接好時再放進豬豬的體內，因容易鬆脫而需要重新接駁，這個挑戰相當大。

**張皓程同學：**在製作和實驗的過程中，我學會了很多科學知識，同時認識到聲音的大小的單位是分貝 (dB)，令我相當喜歡學習科學。

**謝俊寶同學：**原來舊玩具可以將其翻身成為一個更好玩的玩具，玩具豬豬本身只會發出聲音。現在我們可以把它變成一個守護神之類的玩具，可以幫助人們做守護工作，相當有趣和實用。





# 靈機一捉 Hydraulic Blitz

學校：英華小學

組員：駱志森同學、文柏天同學、霍祁志同學、應昊志同學、簡宇謙同學、趙汝穎同學

教師：徐凱盈老師、吳國銘老師



## 探究意念

近年流行「夾公仔」這種玩意，大家可以看到大小型商場內均有「夾公仔」機供人實體「夾公仔」，而近期亦有熱烘全城的線上「夾公仔」遊戲，這些「夾公仔」遊戲都需要用錢進行，而線上「夾公仔」遊戲畫面及操控亦會有所延遲，所以「夾公仔」最好是實體進行較為好玩。我們開始構思如何滿足人實體「夾公仔」的意慾，又能免費進行這個遊戲，再者若果能加入二人對戰等遊戲元素又能否增加刺激感，令遊戲更富挑戰性。於是我們就決定自製一部名為「靈機一觸」的二人對玩的「夾公仔」機。

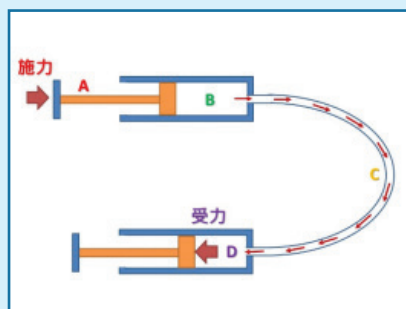
## 科學原理

### 科學及工程原理部分：

#### 帕斯卡原理 (Pascal's principle)：

在密閉容器中靜止流體的某一部分發生的壓力變化，會毫無損失地傳遞至流體的各個部分和容器壁。

例如從圖一：當施力到活塞 A，會使膠針筒 B 內受到壓力，而膠針筒 B 所受的壓力會傳到膠管 C 內，再傳至膠針筒 D 內，實際上 B、C 和 D 所受的壓力是相同的。



圖一：帕斯卡原理中施力與受力的關係

根據計算壓力的公式

$$P = \frac{F}{A}$$

P=Pressure 壓力；F=Force 力；A=Area 面積

#### 槓桿原理 (levers)：

槓桿是一種簡單機械，它由一根不易折斷的直桿和一個支點所組成的。槓桿的主要用來改變力的大小和方向。根據各種槓桿上支點、力點（施力位置）和重點（負荷位置）的不同位置，可分成以下三大類。

	圖例	特點	功用
第一類		支點在重點和力點之間	改變施力的大小和方向
第二類		重點在力點和支點之間	移動較大的負荷，亦即是省力。
第三類		力點在重點和支點之間	用力較為方便



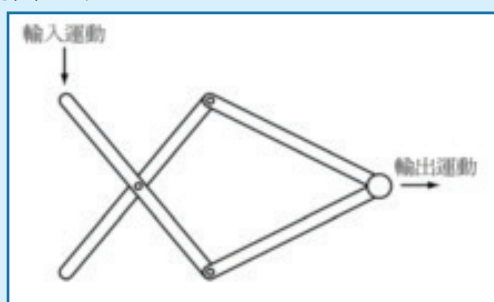
機構 (mechanism):

機構是機器內機件的組合，當其中的一個機件受到外界所施加的運動，便能依次傳遞經過所有組成的機件，到達最後一個機件，並能產生預期目的運動。

連杆：

連桿機構是由一組直桿接合而成的，它主要用來傳送運動和改變運動方向。連桿可以分為平行運動、反向運動、直角運動和旋轉運動等四大類。

直角運動連桿機構把輸入運動改變為垂直方向的輸出運動



黏度(Viscosity):

黏度是液體受力而產生抗拒流動或形變的一種量度。黏度等於零的流體稱做理想流體、不黏滯流體。

對於黏度大於零的液體在管中流動，接近軸心的部分流動的速度最快，靠近管壁速度最慢。對於黏度為零的液體，則沒有這種效應。

### 不同液體的黏度：

液體	黏度(mPa/s)
水	0.894
丙酮	0.306
橄欖油	81
糖漿	5,000-10,000

## 展品中所實踐的科學、科技、工程及數學 (STEM) 概念：

### 液壓液的選擇：

液壓液是液壓系統的工作介質，主要作用是傳遞或轉換液壓能量。在選擇液壓液時需要考慮以下條件：

### A. 液體黏度

選擇黏度較小液體，避免因液體通過針筒時因受力而產生了阻力，影響速度。

### B. 化學穩定性

選擇的液體不會與膠管或膠針筒產生化學反應。

C. 最低的毒性

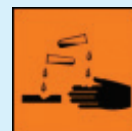
選擇的液體不會對身體造成的任何影響，  
例如：



有毒  
(Toxicity)



有害  
(Harmful)



腐蝕性  
(Corrosion)

## D. 清潔度

避免使用難以清潔的液體，例如：油、糖漿等。

### 剪叉式臂架：

### A. 四邊形不穩定性

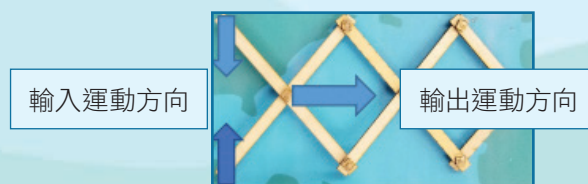
四邊形即使各邊長固定，它的形狀和大  
小仍有其他的可能性（例如：正方形與菱  
形），因此四邊形沒有穩定性這個特性。

在製作伸縮臂架時，在分開或併攏時，膠條與膠條連接成的兩個平行四邊形正的形狀會產生變化，這正是利用平行四邊形的不穩定性原理，使整個機構通過收縮和伸展，來控制臂架前後（或左右）移動。



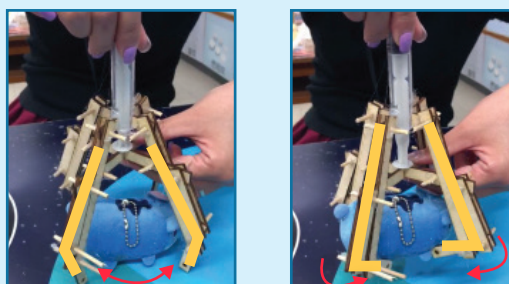
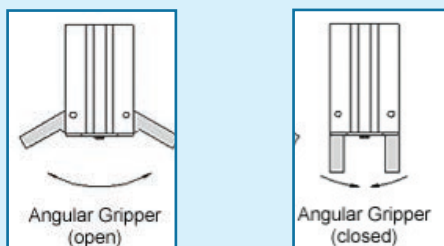
## B. 直角運動連桿機構

施力是由縱向輸入垂直改變成橫向的輸出運動方向。

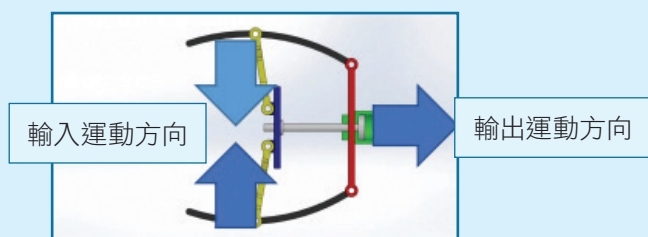


## 張角式液壓夾爪：

張角式液壓夾爪是一種以徑向方式移動鉗口開合的夾爪

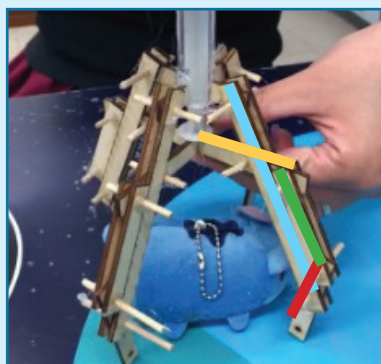


## A. 直角運動連桿機構



## B. 連杆機構

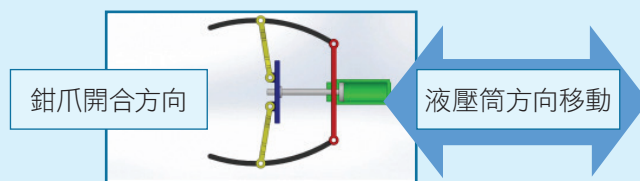
爪的部分由連桿所聯結而成連桿組，可以作出固定的相對運動，這種連桿組，便稱為運動鏈。在一個運動鏈中，不是每一支連桿至少與其他兩支連桿聯結，開口型鏈。



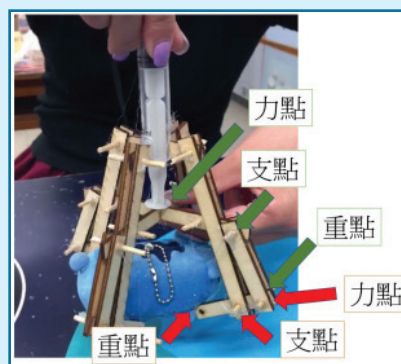
黃色桿是靜止固定的，當藍色桿運動時，則其餘連桿（紅色及綠色即隨之而動，而且各件之運動受到完全約束限制的）

## C. 帕斯卡原理

利用液壓缸打開和關閉鉗爪  
連桿連接著針筒型的液壓筒，利用推拉針筒改變液壓，從而令到鉗爪開合。



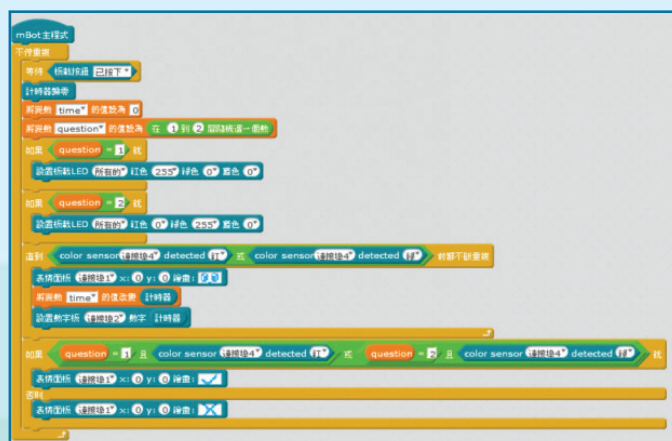
## D. 爪的槓桿原理



## 編程：計時和探色裝置



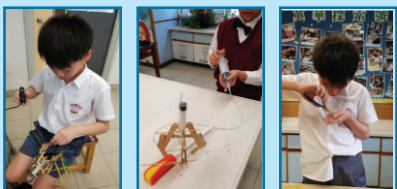

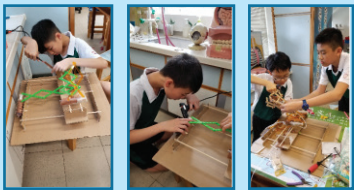


我們運用了mCore底板及編程，令靈機一捉變成可以比賽鬥快的夾公仔機。

當玩家按下板載按鈕，板載LED就會隨機亮起紅或綠燈，數字板亦會開始計時。當玩家把紅或綠色毛球放到出口時，出口的颜色偵測器會偵測到，數字板會停止計時。這時，如毛球的颜色和板載LED的颜色相同，表情面板便會顯示✓，如不便會顯示✗，這樣便可準確判斷哪位玩家較快正確完成「任務」。





## 探究過程

步驟一	利用鐳射立體切割裝置，製作所需要的木條或膠條，並預留螺絲位。 
步驟二	製作三組剪叉式臂架。 
步驟三	製作機械夾 
步驟四	用紙皮製作夾公仔機的機身 
步驟五	將剪叉式臂架及機械夾適當地安裝至機身 
步驟六	製作控制台 
步驟七	利用膠管接駁控制台的針筒和臂架、機械夾的針筒 

步驟八	用毛冷製作毛公仔 
步驟九	利用Scratch或App Inventor製作隨機抽顏色app 
步驟十	安裝探色裝置。 

## 測試過程及結果

### 測試一：膠管粗度

我們選擇了兩種內徑為 3mm 及 4mm 能接駁針筒的膠喉管，在其他所有設定相同的情況下，比較哪一種粗度的膠管能令液壓裝置較省力。

兩枝同是 30mL 針筒、針筒內的液體是水，其中一枝針筒及膠管內填滿水，然後用手提彈簧秤量度拉動沒水的針筒所需的力。

測試結果：

內徑 4mm（較粗）的膠管較省力，因此我們用這種膠管製作展叉式臂架。

### 測試二：液體選用

選用哪種液體，能令我們的液壓裝置更省力呢？我們測試了密度、稠度（流動性）不一樣的水、油和奶，放在兩枝同是 30mL 針筒內，其中一枝針筒及膠管內填滿測試液體，然後用手提彈簧秤量度拉動沒水的針筒所需的力。

水管	第一次 測試(N)	第二次 測試(N)	第三次 測試(N)
幼水管 (內徑3mm)	13	14	14
粗水管 (內徑4mm)	9	11	9

#### 測試結論：

水及「Aceton & 水」比其他密度低或稠度高的油和奶都更省力，基於液體的安全性，我們最終選用水提供液壓動力。

#### 測試結果：

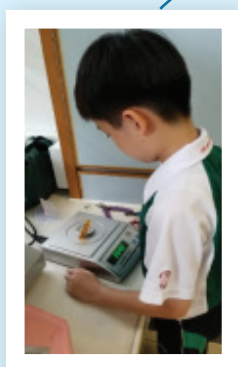
	第一次 測試(N)	第二次 測試(N)	第三次 測試(N)
水	1.41	1.3	1.2
油	42	43	42
奶 (2茶匙奶粉+ 100mL水)	41	46	45
Acetone (100%)	1.415	1.8	1.72
Acetone & 水 (50ml Acetone & 100ml水)	1.355	1.355	1.215

### 測試三：剪叉式臂架物料

由於學校有鐳射立體切割裝置，我們可採用三種物料：阿加力膠、圓孔塑料條、木條製作臂架。臂架物料必須具備三種要素：不易折斷、輕、容易伸展和收縮。

#### 堅固程度：

三種物料中，木最易折斷，阿加力膠和圓孔塑料條相當堅固。



	木條／膠條	螺絲(短) (6)	螺絲(長) (1)	絲母 (7)	平介子 (7)	總重量
阿加力	1條2.641 5條13.205	1粒0.708 6粒4.248	1粒1.26	1粒0.396	1粒0.742	23.603
膠條	1條2.622 5條13.11	1粒0.232 6粒1.392	1粒0.305	1粒0.179	1粒0.017	3.355
木條	1條1.486 5條7.43	1粒0.186 6粒1.116				8.546

輕重方面，阿加力膠（加上螺絲、螺母及平介子）最重、最輕是厚木條。





## 省力：

至於容易伸展和收縮方面，我們用了手提彈簧秤測試用三種物料製作的剪叉式臂架（兩個半交差），並測試拉出針筒所需要的力度。

	第一次 測試(N)	第二次 測試(N)	第三次 測試(N)
3mm厚阿加力膠	16	19	18
3mm厚圓孔塑料條	11	12	12
3mm厚木條	9.2	8.8	8.3

綜合而言，各種物料的優劣如下：

	不易折斷	重量	容易伸展 收縮
3mm厚阿加力膠	★★★★	★	★
3mm厚圓孔塑料條	★★★★	★★	★★
3mm厚木條	★	★★★★	★★★★

雖然木條最輕和最容易伸展收縮，但在試玩期間經常折斷。因此，我們認為最佳的物料應為圓孔塑料條。

## 測試四：液壓剪叉式臂架縮短和伸長時的長度差

長度差愈大，機械夾能移動的範圍較大，對玩家而高應更有趣。可是，如剪叉式臂架伸長時長度愈長，距離支點（固定點）愈遠，對負責左右、前後向度的針筒構成的力矩較大，更容易損毀。

為了在「趣味」和耐用方面取得平衡，我們嘗試利用圓孔塑料條製作不同交差數量的剪叉式臂架，並量度各臂架縮短和伸長時的長度差。



	縮短時 長度 (cm)	伸長時 長度 (cm)	長度差 (cm)	備註
一個半 交差	4.6	16.2	11.6	
兩個半 交差	6.5	28	21.5	比一個 半交差 增加 9.9cm
三個半 交差	11.2	36.5	25.3	比兩個 半交差 增加 4.2cm

	臂長度	縮短時 長度 (cm)	伸長時 長度 (cm)	長度差 (cm)
一個半 交差	長14cm/ 短7cm	17	20	3
兩個半 交差	長7.5cm/ 短3cm	11	17	6

我們發現，交差數量愈多，長度差的增加逐漸減少。如採用一個半交差作前後、左右向度的臂架，只有11.6cm可移動實在太少；如採用三個半交差，長度差比兩個半交差只多了4.2cm，但伸長時與支點的距離則增加了8.5cm，令支點位置（即針筒）非常容易損毀。因此，我們決定左右、前後向度採用兩個半交差的剪叉式臂架，而上下向度使用一個半交差的剪叉式臂架則已經足夠。



## 困難及改良：

在這幾個月的探究中，我們遇到不少困難，亦作出了相應的改良。

### 製作臂架的材料：

在開始時我們按照網上影片的指示用雪條棒製作臂架，就發覺有幾個問題：

- ⇒用電鑽時會容易鑽破雪條棒
- ⇒把雪條棒臂架加上針筒後，伸縮時會容易翹起來及折斷。
- ⇒以牙簽固定臂架支點是不夠力去拉動臂架伸縮

就著這幾個問題，我們把雪條棒改為鋸木，但過程十分費力，而且鋸出來的木條長度參差。最後，由於學校增添了laser cutter，我們便可以精準地切割及調校臂架的長度、寬度及鑽孔的大小，與此同時，我們亦用普通有孔膠條作測試，製作出來的臂架比以往穩固多了。

### 針筒選擇：

當我們進行了數次測試臂架的耐用度後，我們發現當每次盡拉針筒時，都會令它翹起來，最終令到針筒折斷。

後來我們調教了每次伸縮時，針筒展開的長度，盡量避免把針筒長度拉盡。

### 固定臂架支點的位置：

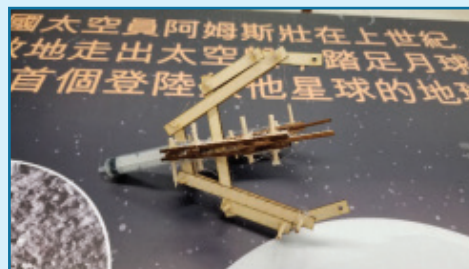
臂架伸縮時並非以直線移動，即是伸展時的支點與縮放時的支點位置不相同，如果勉強把支點固定在其中一方，會令到臂架在伸縮時嚴重翹起來，不但會影響伸縮的長度，亦會令臂架物料折斷。故此，在伸展及縮放時的支點位置之間取得平衡，並計算出最理想的伸縮長度。

### 夾爪製作：

在夾爪製作時，我們嘗試用不同爪部分的長度與及開洞比例



如果把上圖兩開孔距離太窄，會令到夾爪打不開；如果上圖兩開孔距離太闊，會令到夾爪不能收起來



上圖的木棒長度若太長，就會令到夾爪打開時沒有空間夾起物件；若長度太短，則會夾不起物件，所以製作鉗時比例要計算得準確。

## 感想

**應昊志同學：**我們的製成品「靈機一捉」終於完成了，途中我們做了很多實驗，失敗了很多次，臂架和爪子也曾不斷嘗試用不同的材料製作，最後才發現用亞加力膠條作臂架，木條作爪較佳。另外，在鑲上螺絲的位置方面，我們也是嘗試了很多次，才令臂架和爪的操作較為妥當。我們在製作的過程中學到了不少科學原理，例如柏斯卡原理，這樣「有需要」地學習令我們對這些科學知識更深刻。最後，我們也學到了做事時要永不放棄，最後才能成功。

**簡宇謙同學：**我的感想主要有兩個。第一，我發現在一件事成功之前，是必須經歷許多的困難。過程中有許多時候我們都必須絞盡腦汁想出一些對策來解決問題。在這個過程中，我學會了成功的背後都是經過很多次的失敗，並非一時三刻便能達到目標。第二，我在參加常識百搭的時候學會了許多科學知識，包括「帕斯卡原理」和槓桿原理等等。因為在製作「夾公仔機」的過程中，我能夠從中學習一些課本上沒有的科學理論，令我能「邊做邊學」，對科學有進一步了解。





**趙汝穎同學：**參加這次的常識百搭展覽令我收獲良多，不但令我學到很多不同的科學原理如液壓和帕斯卡原理等，還讓我學會做事要臨危不亂：像我們以為展叉式臂架的伸縮是一直線，但事實卻是不規則的；我們以為熱熔膠能穩固的把木條或膠條連接，但經常過一段時間後便分離。當現實和我們想像的有差別時，我學會要冷靜地嘗試，並反思過往的經驗，去克服眼前的困難，就像及後我們用索帶代替熱熔膠，效果明顯更穩固。此外，我亦感到科學探究的道路是漫長的，完成一個測試後，往往又要進行另一個測試，就像我們測試臂架「物料」時，測試木後，又會想測試不同的塑膠等；測試傳送壓力的液體時，測試油後，又會根據已有知識想測試奶、丙酮等，可見科探實在是永無止境，需要有堅毅不屈的精神才能堅持下去。

**駱志森同學：**自從我成為科學小精兵的一份子後，我和隊員一起搜集資料和討論，動腦筋構思怎樣改造玩具。在改造玩具的過程，我能夠有機會接觸和學會有趣的科學原理，透過和隊員一起合力親自動手製作每一份組件，讓我學懂在製作過程和測試時要更有耐性。記得有一次，我負責測試「伸縮臂」的尺寸和幅度，由嘗試用不同的材料和尺寸測試效果，到最後得出測試結果，我真感到很雀躍，因為可以進一步改良我們的「夾公仔機」。此外，當我負責編寫電腦程式時，在吳老師的指導和鼓勵下，我能夠克服種種困難，經過多次修改程式後，我終於能成功編寫好電腦程式，令夾公仔機的玩法變得不一樣，我獲得無比的成功感。希望大家也喜歡我們這台自家製的、破格的「夾公仔機」！

**文柏天同學：**從當初漫無目的地尋找靈感，到現在我們的「玩具」快要「出爐」了！當中經歷了許多的喜與悲，悲是很多時候製作的過程不像我們想像般順利，有時甚至要把弄了數小時的部件拆掉重新組裝，不斷考驗我們的毅力、信念和解難能力。喜是每當我們成功解決一個問題，向前踏進一小步，我都會感到非常雀躍，這是我們努力的成果。我們在探究中不斷改良作品，務求把最好的一面展現出來，雖然現在的成品並非完美，但這也是我們這幾個月來的心血結晶。

**霍祁志同學：**開學的時候，我們在各網站中尋找一些不同類型的玩具以改造，我們絞盡腦汁，發現了原來可以用液壓的方法控制夾公仔機，十分有趣。及後我們做了很多不同的實驗，也學會了很多科學知識和實際做公平測試的技巧。這次探究最困難的是我們要量度很多木條的長度，確保伸縮棍和夾公仔的爪，向前向後，打開和合起來的幅度正確，些微的差錯便會令爪無法正常操作。這些經驗令我明白做事要有堅持不懈的精神，不要放棄，才能成功。

## 參考資料

科學概論科（無日期）：《機械》，取自：  
<https://resources.hkedcity.net/downloadResource.php?rid=502336324&pid=1800067945>

香海正覺蓮社佛教梁植偉中學（無日期）：《機械原理（一）：齒輪 Gear、連桿 Linkage、曲柄 Crankshaf》，取自：  
[http://school.blcwc.edu.hk/dt/D/E/DT\\_machine\\_theory\\_1819\\_1st\\_term.pdf](http://school.blcwc.edu.hk/dt/D/E/DT_machine_theory_1819_1st_term.pdf)

Kumar Mashal(2013)：《Grippers and lifting mechanisms》，取自：  
<https://www.slideshare.net/mashalkr/grippers-and-lifting-mechanisms>

徐仁輝 (2013):《機動學》，台北：新文京開發出版。

科學 Online(2014):《黏度（或稱黏滯性）》，取自：  
<http://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=59367>

PCM(2017)：《拆解液壓機器人手臂》，取自：  
<https://www.pcmarket.com.hk/2017/02/10/%E6%8B%86%E8%A7%A3%E6%B6%B2%E5%A3%93%E6%A9%9F%E5%99%A8%E4%BA%BA%E6%89%8B%E8%87%82/>

## 小貼士

同學結合了機械設計與程式來達成問題解決，巧妙結合 STEM 各項元素，並達到遊戲競賽的趣味性。可考慮改善簡介程序，並將外觀優化。



# 陀螺方程式——轉中有電



學校：保良局馮晴紀念小學

組員：林迪朗同學、陳鎧盈同學、黃灝正同學、梁嘉麗同學、陳浩鏗同學、劉上藍同學

教師：翁力平老師、雷曉雲老師



## 科學原理

電磁感應就是線圈與磁場的相對運動引起的感應電流。

法拉第電磁感應定律是指電路及磁場的相對運動所造成的電動勢，這也是發電機背後的基本原理。

當永久性磁鐵相對於導電體運動時（反之亦然），就會產生電動勢。如果電線這時連著電負荷的話，電流就會流動，並因此產生電能，把機械運動的能量轉變成電能。

## 探究意念

陀螺是常見的一種玩具。它是中國最早的娛樂項目。陀螺也叫作陀羅，英文稱之為“spinning top”，日本語中以“獨樂”表示，稱為“KOMA”。它能圍繞中心軸旋轉，平衡於陀螺尖端的一點。

陀螺的旋轉功能是依靠陀螺儀原理。先把陀螺安裝在發射器上，然後用力拉動發射器使陀螺轉動。陀螺會先不穩定的搖晃在地面上，直到陀螺尖把陀螺撐起立直。經過直立旋轉一段時間後，陀螺的動量會因為摩擦力和空氣阻力的影響而減小，最後倒下。

在陀螺的上方安裝磁鐵，在陀螺盤的旁邊繞上銅線圈。當陀螺轉動時，陀螺上的磁鐵會轉動方向，而根據「法拉第電磁感應定律」一組以上的線圈在磁場中進行旋轉運動，會產生感應電流。

## 測試器材及材料

陀螺一盒、銅線圈一束、陀螺盤兩個、安培計一個、陀螺發射器一個、熱熔膠槍一個、圓形磁鐵五個，以及砂紙

## 測試過程及結果

1. 用銅線繞着兩個陀螺盤，分別繞 50 圈和 100 圈。
2. 用剪刀剪斷銅線圈，並貼上膠紙穩固。
3. 用電線連接銅線圈及安培計。
4. 用熱溶膠槍把 1 粒磁鐵黏在陀螺頂端。
5. 把陀螺發射在陀螺盤裏，分別拉動 1 或 3 次。
6. 用不同數目（1 粒、2 粒、3 粒）磁鐵分別做五次實驗。
7. 看看安培計的數據，並作出記錄。





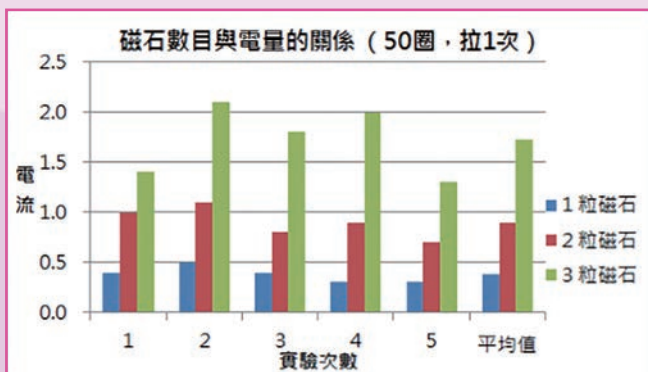
100 圈

	1st	2nd	3rd	4th	5th
1.	1.0	1.1	0.8	1.0	1.2
2.	1.6	1.9	2.1	1.8	1.4
3.	3.0	2.8	2.9	2.3	2.9

(或以上)  
4N 本重

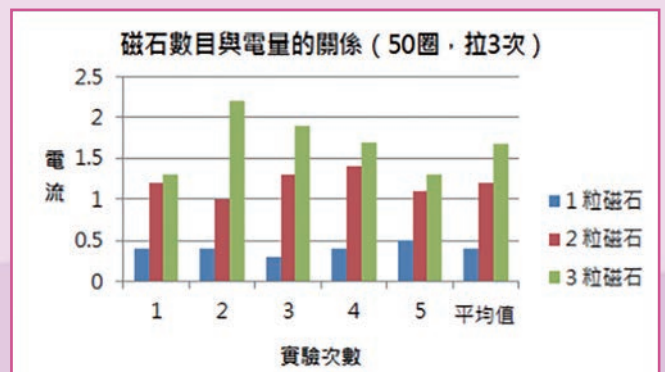
測試結果一：

銅線圈:50圈 拉動陀螺發射器:1次			
	1粒磁石	2粒磁石	3粒磁石
第一次實驗	0.4安培	1.0安培	1.4安培
第二次實驗	0.5安培	1.1安培	2.1安培
第三次實驗	0.4安培	0.8安培	1.8安培
第四次實驗	0.3安培	0.9安培	2.0安培
第五次實驗	0.3安培	0.7安培	1.3安培
平均	0.4安培	0.9安培	1.7安培



測試結果二：

銅線圈:50圈 拉動陀螺發射器:3次			
	1粒磁石	2粒磁石	3粒磁石
第一次實驗	0.4安培	1.2安培	1.3安培
第二次實驗	0.4安培	1.0安培	2.2安培
第三次實驗	0.3安培	1.3安培	1.9安培
第四次實驗	0.4安培	1.4安培	1.7安培
第五次實驗	0.5安培	1.1安培	1.3安培
平均	0.4安培	1.2安培	1.7安培



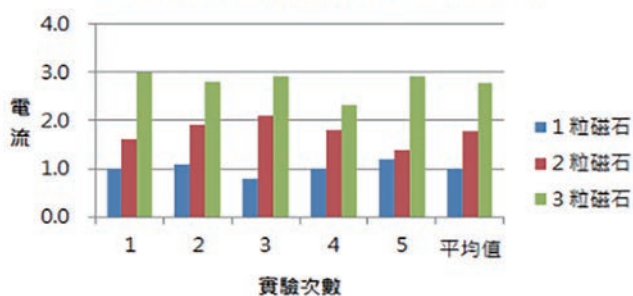
測試結果三：

銅線圈:100圈

拉動陀螺發射器:1次

	1粒磁石	2粒磁石	3粒磁石
第一次實驗	1.0安培	1.6安培	3.0安培
第二次實驗	1.1安培	1.9安培	2.8安培
第三次實驗	0.8安培	2.1安培	2.9安培
第四次實驗	1.0安培	1.8安培	2.3安培
第五次實驗	1.2安培	1.4安培	2.9安培
平均	1.0安培	1.8安培	2.8安培

磁石數目與電量的關係 (100圈·拉1次)



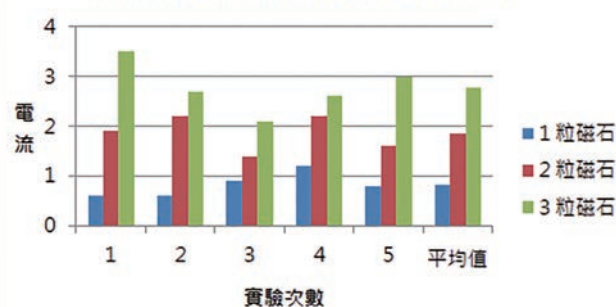
測試結果四：

銅線圈:100圈

拉動陀螺發射器:3次

	1粒磁石	2粒磁石	3粒磁石
第一次實驗	0.6安培	1.9安培	3.5安培
第二次實驗	0.6安培	2.2安培	2.7安培
第三次實驗	0.9安培	1.4安培	2.1安培
第四次實驗	1.2安培	2.2安培	2.6安培
第五次實驗	0.8安培	1.6安培	3.0安培
平均	0.8安培	1.9安培	2.8安培

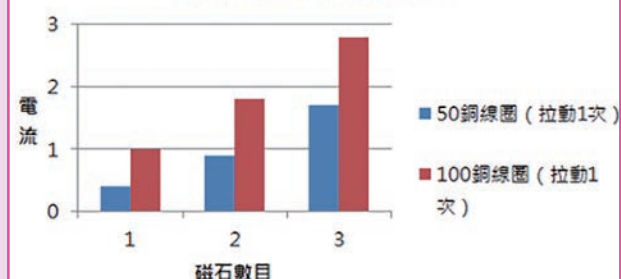
磁石數目與電量的關係 (100圈·拉3次)



測試結果五：

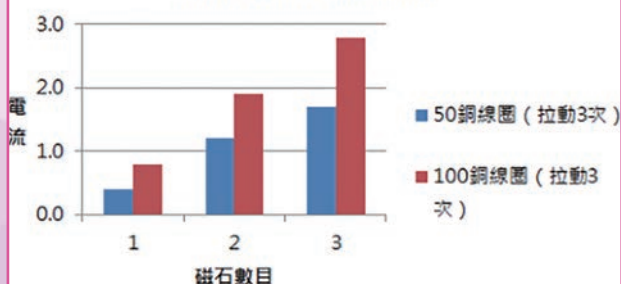
磁石數目	50銅線圈 (拉動1次) (安培)	100銅線圈 (拉動1次) (安培)
1	0.4	1.0
2	0.9	1.8
3	1.7	2.8

銅線圈數目與電流的關係



磁石數目	50銅線圈 (拉動3次) (安培)	100銅線圈 (拉動3次) (安培)
1	0.4	0.8
2	1.2	1.9
3	1.7	2.8

銅線圈數目與電流的關係

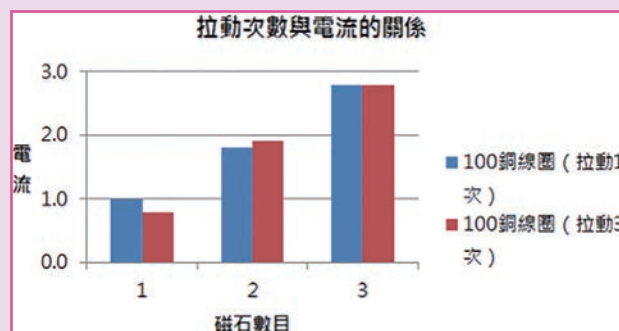
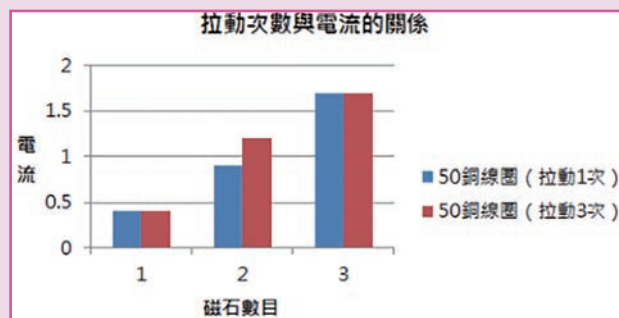




## 測試結果六：

磁石數目	50銅線圈 (拉動1次) (安培)	50銅線圈 (拉動3次) (安培)
1	0.4	0.4
2	0.9	1.2
3	1.7	1.7

磁石數目	100銅線圈 (拉動1次) (安培)	100銅線圈 (拉動3次) (安培)
1	1.0	0.8
2	1.8	1.9
3	2.8	2.8



## 測試總結：

1. 磁石的數量愈多，產生的電流愈多。
2. 銅線圈的數量愈多，產生的電流愈多。
3. 拉動次數不影響產生的電流

## 感想

**陳鑑盈同學：**今年已是我第三次參加「常識百搭」展覽。當中，我學會不同的科學知識。這次我們以「陀螺轉中有電」作標題，進行不同的實驗，找出「陀螺發電」的奧秘。實驗後，我明白到原來把磁石加在陀螺上，再把銅線圈圍繞着陀螺，就可以發電了！雖然我們在實驗中遇到不同的困難，但是十分投入活動。希望日後我還能參與類似「常識百搭」的科學探究活動。

## 困難

1. 實驗時，銅線圈會因氧化而令安培計未能探測到電流的經過。
2. 每次在陀螺發射器施力的力度不同，影響實驗結果。
3. 實驗結果的數據未必準確。

## 改善

1. 每次進行實驗前，都要先用砂紙擦銅線圈的表面，確保導電性正常。
2. 在每一個實驗期間，應讓同一同學發射陀螺，並以相同力度發射，以減少實驗結果誤差。
3. 拉動完發射器後應立即發射，不要遲疑，以免讓實驗結果出現較大誤差。
4. 拉動發射器時應以同樣角度發射，好讓陀螺能以同樣方式降落，才能確保實驗的公平性。

**林迪朗同學：**我很感恩學校給予我機會參加「常識百搭」的機會，因為這既能培養我們對於科學實驗的興趣，又能培養好奇心，一舉兩得。在未來的科技都市，我們會經常應用到「STEM」的概念，所以我們十分珍惜是次參加展覽的機會。

**黃灝正同學：**第三次參加「常識百搭」，我雖然有豐富的經驗，但在過程中難免會遇到困難。幸好我和組員的合作挺好，令我們的過程挺順利。我們今次以陀螺發電為主題，實驗過程相當有趣。我跟組員分工合作：一人負責發射陀螺；一人負責拍照；一人負責紀錄；一人負責電腦；一人負責觀察電量；一人負責其他。我也了解到原來我們在日常生活中經常玩的陀螺，居然只需要磁力和動力就可發電，我認為真是太神奇了。這類型的科學探究活動讓我們學到不少科學知識，期待上中學也能參與。

**陳浩鏗同學：**經過這一次的實驗，我明白原來動力加上磁力，會產生電力。我也很榮幸老師給我這個機會參加這次的比賽，令我獲益良多。我也十分開心，因為我能和同學一起參加比賽，我的團隊精神也變得比以前更好了。

**梁嘉麗同學：**我很感謝老師能選我參與常識百搭展覽，是非常難得的機會，因為可以在這個活動中更深入地了解到磁力、動力和電力。其間，我們要有團隊精神，互相合作，做好自己的工作，才會有成功。我希望可以再次參與此活動。

**劉上藍同學：**我十分感恩學校給我這一次的機會，令我可以嘗試怎樣去令陀螺發電，和同學合作，還有謝謝老師的指點，令我們明白當中的原理，令我們獲益良多，希望未來能多運用「STEM」。

## 參考資料

百科知識中文網（無日期）：

有趣的陀螺運動，取自 <https://www.easyatm.com.tw/wiki/%E6%9C%89%E8%B6%A3%E7%9A%84%E9%99%80%E8%9E%BA%E9%81%8B%E5%8B%95>

高苑科技大學（無日期）：

《第十九章 電磁感應》，取自 <http://teacher2.kyu.edu.tw/nstr/phx/phx19.pdf>

科學園（2011）：

高中物理（高一），Chap5-2 電磁感應，取自 <http://enjoy.phy.ntnu.edu.tw/mod/resource/view.php?id=22299>

## 小貼士

題目有適當的科學探究，應用日常生活的物料去製作一個嚴謹的實驗，唯可多加日常生活應用描述。



# 魔幻迷宮大冒險



學校：香港正覺蓮社佛教正覺蓮社學校

組員：黎梓呈同學、林偉樂同學、林子晴同學、廖天男同學、王臻慈同學、何花同學

教師：孫麗珊老師、梁穎欣老師



## 探究意念

由於現今社會的人經常玩手機，連玩遊戲也選擇手遊。我們想設計出一樣益智的、有互動性的以及可多人參與的實體玩具。我們的組員都一致認為小朋友喜愛玩迷宮，完成後我們不但有成功感還可以訓練大腦的思考能力。因此，我們想把一個平平無奇的平面迷宮升級為可變化的迷宮，令到玩家每次玩的時候，都能遇到嶄新的一關，而且我們在其中加入了不同的任務同對戰元素，令可玩性提高。

## 遊戲規則：

1. 雙方會以擲骰的方式決定移動棋子的步數（隨機 1-3 步）。
2. 去到鑰匙位置，就會隨機降下一塊圍着任務物品的板塊。
3. 拿到任務物品，比對方更快到達終點（對方的起點）就算贏。
4. 若未能取得任務物品，便需盡快到達終點（對方的起點），即為平局。

## 吸引之處：

1. 訓練大腦思考	結合了傳統迷宮的元素，玩家需要在眾多路線中找出最短的路線，以及最佳的方案。
2. 互動性高	參考了遊戲《魔塔》，在迷宮中添加了任務元素，亦會因為玩家的行動升降板塊，使最短路線隨時改變，不會乏味。
3. 具競爭性	雙人模式可使玩具更耐玩，亦更刺激有趣。
4. 加入幸運元素	玩家不僅需要智慧，更需具備運氣。因有研究指出，遊戲中加入幸福元素的話，會使遊戲更有趣味。

## 對象：

我們的對象是初小學生，因為考慮到製作的成本、技術和時間等因素，我們設計的迷宮會在 5x5 的方格內，所以路線不會太長太多選擇，而且機關也不算太多，程度正適合初小學生，我們相信他們有能力找出可行及最短的路線。而且遊戲規則不算困難，他們亦能理解及掌握獲勝的關鍵。






## 探究過程

### 迷宮設計過程：

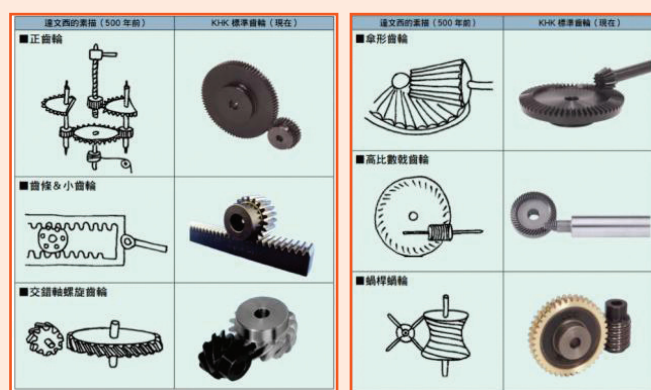
設計		優點	缺點	製作
A		<ul style="list-style-type: none"> <li>有明確的路線通往終點</li> <li>有任務</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>路線太單一</li> <li>較沒趣味</li> <li>思考性較低</li> <li>不可多人參與</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>固定板塊較多</li> </ul>
B		<ul style="list-style-type: none"> <li>可雙人玩</li> <li>部份板塊可上下移動</li> <li>有競爭成份</li> <li>鑰匙位置不一，要思考最短的路線</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>路線仍較簡單</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>板塊太多，較難製作</li> <li>面積太大</li> <li>某些空間沒有被利用</li> </ul>
C		<ul style="list-style-type: none"> <li>更有趣</li> <li>可以雙人參與</li> <li>部份板塊可上下移動</li> <li>有競爭成份</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>沒有任務</li> <li>單純到對方的起碼</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>可利用全部空間</li> <li>較易製作</li> </ul>
D 最終方案		<ul style="list-style-type: none"> <li>有鑰匙才可拿到寶物</li> <li>有寶物後又會有板塊升起阻擋路線</li> <li>路線較公平</li> <li>接受平手</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>只有一關</li> <li>要先理解遊戲規則</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>可利用全部空間</li> <li>較易製作</li> </ul>

### 移動板塊的製作方法：

我們探究了以下令板塊升降的方法，亦利用了設計循環的原則進行改良及測驗。

方法	原理	成效	圖示
磁石裝置	利用磁石同極相斥的現象令板塊推上去。	<ul style="list-style-type: none"> <li>磁石的重量</li> <li>磁極的位置</li> <li>地心吸力</li> </ul> <p>我們發現以上3種因素都影響板塊是否順利升降，幾次測試都失敗。</p>	

方法	原理	成效	圖示
手動搖槳式	人手轉動手柄，令齒輪轉動。	失去電動玩具的趣味。	
剪式升降機	壓下針筒（液壓缸）將液體的壓力能轉換為機械能，驅動負載作直線往復運動或迴轉運動。	好處： + 物件垂直運動 + 可承載較重的物件  缺點： - 體積較大 - 需人手推動	
伺服馬達	將電能轉換成動能（旋轉），並控制移動至某一位置（即角度）。	好處： + 可以控制旋轉的角度  缺點： - 電力要求較高 - 只能旋轉，不能垂直運動	



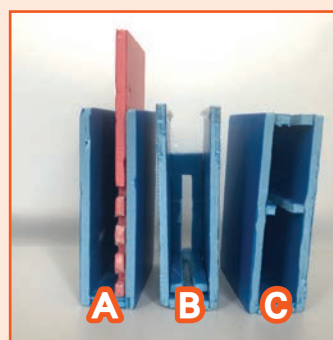
（圖片來源：KHK齒輪ABC——入門篇）

圖一：齒輪的種類

經過測試及分析，我們認為利用伺服馬達是最理想的方法。然後我們認識到原來齒輪有很多種類（見圖一），其中齒輪和齒條的組合可以使馬達旋轉的動力改變成為垂直升降的運動方式。所以，我們製作了有齒條的板塊，結合伺服馬達就可以達致可控制的升降效果。

## 移動板塊的設計及改良：

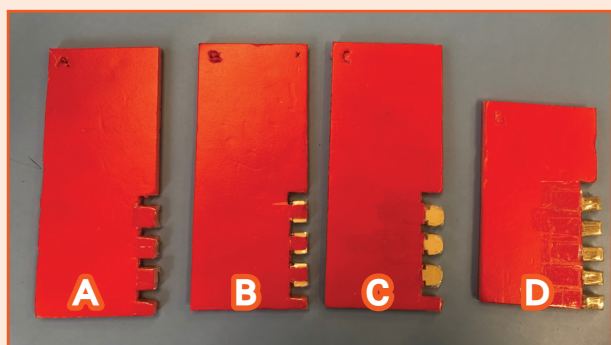
### 板塊座的設計：



- A：剛開始設計的板塊座並沒有固定的板塊，測試後發現板塊上升和下降時移位得太過份。
- B：後來加上的固定裝置及纜空設計反而令板塊升降受阻。
- C：最後採用的設計只是加上了2條固定棒，給予足夠的空間板塊搖晃及移動，亦同時控制板塊不會移位。
- D：安裝在迷宮底部前，我們利用雪條棍貼在開口處兩邊，以方便固定伺服馬達。

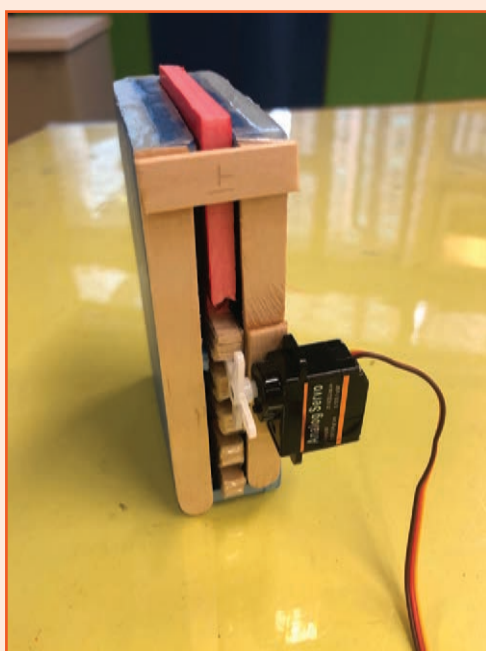


## 移動板塊的設計：

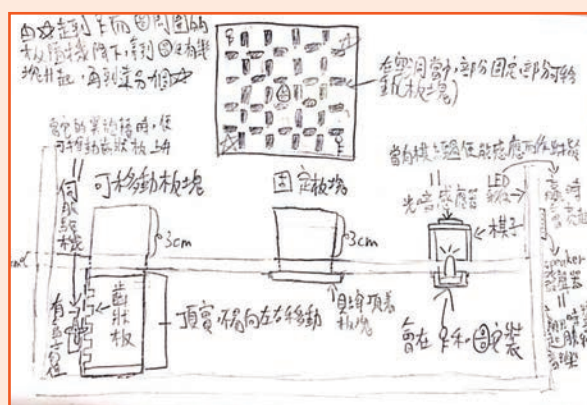


- A：只用珍珠板不夠堅硬，會在伺服馬達的扇葉轉動時損壞。用膠紙包好齒條的位置後，減少了耗損，但仍然過軟。
- B：收窄了齒狀的闊度，加了 2 塊木板保護珍珠板，及增加硬度，但仍然不夠穩定。
- C：圓形的齒輪在馬達轉動時不能契合。
- D：改為全木製作齒狀，夠堅固，表現穩定，耗損程度低。最終採用這個設計方案。

## 最終方案：



## 實體的設計：



我們的迷宮分為兩層，第一層（底層）會用編程控制一些長方形板塊的升降。所以會有數塊 Micro:bit 主板以及固定光線感應器、伺服馬達的底座。而面層會有不少長條空隙讓移動板塊穿過，方格內的正方形空隙則是讓光線感應器感應障礙物，以發出相關的指令。最後面層會立起一塊以 Micro:bit 為原型的顯示板，會顯示隨機數字，以及控制彩條。

## 編程：

### 主板A

### 主板B

### 主板C

### 主板D

### 主板E



## 改良

### 增加更多關卡：

由於時間、材料及技術關係，我們設計的遊戲暫時只有一關，希望以後增加更多關卡，令玩家有多種嘗試。

### 可拆卸的固定版：

希望能令玩家自己決定固定板的擺放位置，為對手增添難度的同時也需要思考會否影響自己的最短路線，令玩家投入度更高，也令遊戲有更多變化。

### 加大面積：

現在的迷宮面積只是 5X5，相對平日我們所玩的迷宮，現在的這個還是較簡單。但如果增加多一些格數，難度和趣味性也會同時提高，玩家人數甚至可以加至 3-4 人。

### 加入主題：

若果將任務以及裝飾都主題化（如哈利·波特、植物大戰僵屍）的話，可以更吸引玩家，也會令他們更投入。

## 小貼士

同學的設計富有探究精神，富原創性，可考慮制定一個更嚴謹的標準以分出勝者。

## 感想

**何花同學：**我認為我們應該加強溝通，主動了解不同成員正在做的工作及進度，並且積極提出方案，然後有條理地執行。而且，我們應該多搜集資料，多動手嘗試，認真對待這次活動。這個專題中，兩位指導老師給了我們很多協助，希望往後我能更謙虛向師長請教，下次我也會更努力協助師弟妹完成工作，帶動全組的氣氛，努力完成挑戰，因為任何困難、挑戰都不是不可能戰勝的！

**黎梓呈同學：**我學會了如何使用 Micro:Bit，如何製作好玩的迷宮，以及如何用編程來推動齒輪。

**林子晴同學：**在這個活動中我學會了如何運用 Micro:Bit 和如何編程。下次我會更努力！

**林偉樂同學：**我認為我們可以做得更加快，可以有更多不同的創作。

**王臻慈同學：**在這一次的迷宮製作中，我學會了團隊合作，還有如何使用簡單的材料製作玩具。我覺得最困難是如何令板塊升降。

**廖天男同學：**我認為我可以更主動學習。





# 智在救廢——一馬當先

學校：香港浸信會聯會小學

組員：冼逸希同學、錢樂融同學、黃樂熙同學、李柏霖同學、彭展朗同學、江芷睿同學

教師：黃梓冲老師



## 探究意念

我們探究題目命名為「智在救廢——一馬當先」

- 「智」 — 智慧、益智、智能
- 「在」 — 用在
- 「救」 — 拯救
- 「廢」 — 廢料

香港的垃圾分類回收問題嚴重，政府回收政策未見有效改善分類回收問題。為了減少社區的廢料，我們希望利用可回收／可再生材料設計全新玩具。玩具配合智慧工具、編程或高科技系統去開發 (Micro:bit / sensors)，令沒有用的廢料變成全新的玩樂體驗或工具。甚至將新的設計玩具增值出售，捐助有經濟困難的家庭。

## 目的

1. 測試紙皮木馬如何組合才最堅固
2. 測試 Micro:bit 中的 on shake、水平及角度感應器能否作為計分系統
3. 測試 Micro:bit 的藍牙傳送功能是否準確我們會設計一個簡單而有效的裝置，令本來毫無趣味的紙木馬變成一個有趣味的遊戲：
  - i. 令本來要隨便丟棄的紙皮煥然一新。
  - ii. 減少地球的負擔。
  - iii. 希望能推廣環保的重要性。借此機會去推廣環保。
  - iv. 我們用廢物做 DIY、並且加上 Micro:bit 去製造一個含有比賽紙木馬。

## 科學原理

底部運用了類似滾子的半圓：

- 可以能利用紙皮做的木馬搖擺＝提高可玩性
- 減少與地面的摩擦力＝搖擺的幅度以及速度可以大大提升

利用了入樁原理：

- 可以令木馬更牢固，不易在玩耍時散開
- 由於利用竹棍入樁，所以也可當作把手
- 容易拆除與拼裝＝比其他木馬更方便攜帶

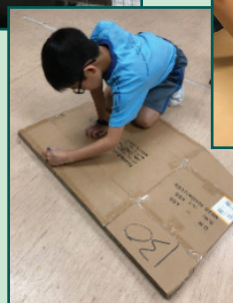
利用 Micro:bit 探測木馬的：

- 上下幅度
- 上下搖擺次數

利用 Micro:bit 藍牙系統：

- 與另外一匹開啟了藍牙系統與裝上了 Micro:bit 的木馬聯機
- 聯機後可進行比賽相等於可玩性很高

## VERSION 5.0（最終版本）:



## 鑽孔及切割



完成所有切割



### 用入榫方法把筷子插進竹裡



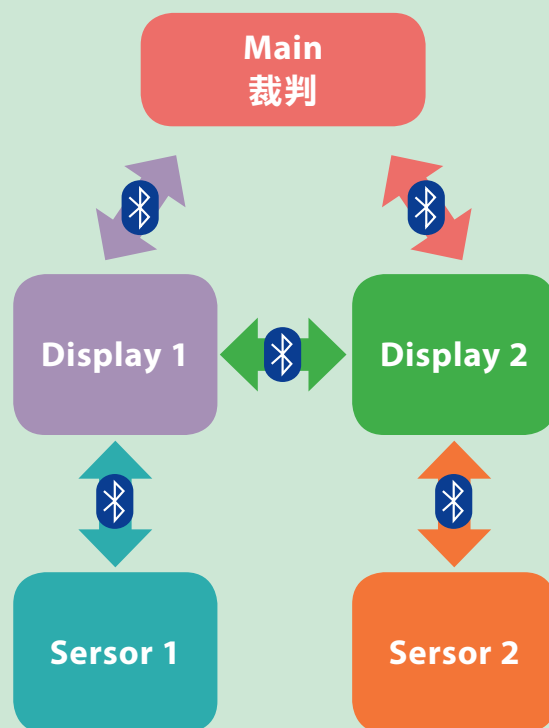
紙木馬完成








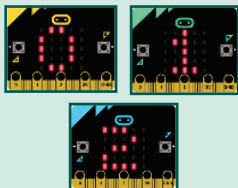
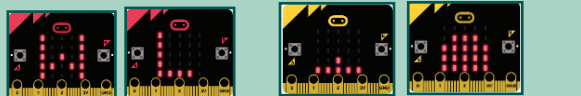
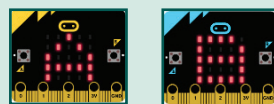
## VERSION 1.0 -4.0 :

## Coding 編程 :

VERSION	作品	缺點
1.0		<ul style="list-style-type: none"> <li>它沒有地方放入棒</li> <li>沒有地方坐</li> </ul>
2.0		<ul style="list-style-type: none"> <li>太過軟弱, 只能夠承受小小的重量</li> </ul>
3.0		<ul style="list-style-type: none"> <li>底部的弧度不夠大</li> </ul>
4.0		<ul style="list-style-type: none"> <li>木馬的底部很容易散</li> </ul>


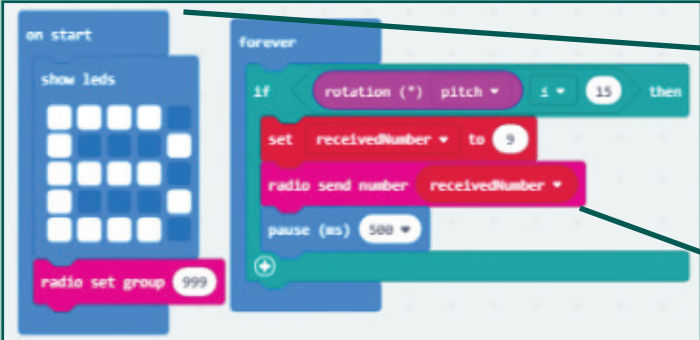


## Micro:bit 的功能 :

Main 裁判	Display 1	Display 2	Sensor 1	Sensor 2
				
<div>1. 接收到玩家的準備訊號</div> <div>2. 當有2名玩家準備好時就發出開始信號</div> <div></div>	<div>1. A按鈕 Ready</div> <div>2. B按鈕Reset</div> <div>3. 齊2人後倒數</div> <div>4. 顯示路程</div> <div>5. 顯示Win / Lose</div> <div></div>		<div>1. 偵測紙木馬的搖動幅度</div> <div>2. 顯示A、B馬</div> <div></div>	

Main 裁判(code)	功能
	開始時與display1,2同一組 (888)，以便傳送玩家準備好的訊息。
	當Main裁判收到其中一位玩家的準備訊號，Main裁判就會將變數 (count) 改變1。變數 (count) 代表玩家的數量。
	當玩家的數量是2位的時候，Main裁判會將變數 (received number) 定為66，然後將變數 (received number) 傳送
	只要玩家按下B按鈕就可以將Main 裁判重設。

Display 1 / Display 2(code)	功能
	開始時與Main裁判同一組(888)，以便傳送玩家準備好的訊息。
	當玩家按下A按鈕就可以傳送預備訊號給Main裁判。
	當玩家按下B按鈕就可以將display1/2重設。
	當display1/2接收到Main裁判傳送的變數(received number)66，display1和2就會開始倒數。並轉為與Sensor 1/2同一組(999)。
	當Sensor1/2完成了一步而傳送了變數 (received number)1/9之後， display1/2就會將LED燈點亮直至變數(step counter)是50。
	而當變數(step counter)是50時， 最快到達變數(step counter)50的display會傳送 number 50 (提示另一方的display顯示L(lose)) 和顯示W(win)，並停止所有程式。
	相反，如果接收到另一方display傳來的 number 40就會顯示L(lose)，並停止所有程式。

Sensor 1 / Sensor 2	功能
	開始時與display1同一組(999)，以便傳送訊息。
	如果Sensor1偵測到的旋轉角度是低於或等於15就會將變數(received number)定為1，並傳送給 display1。
	開始時與display1同一組(999)，以便傳送訊息。
	如果Sensor2偵測到的旋轉角度是低於或等於14就會將變數(received number)定為9，並傳送給display2。

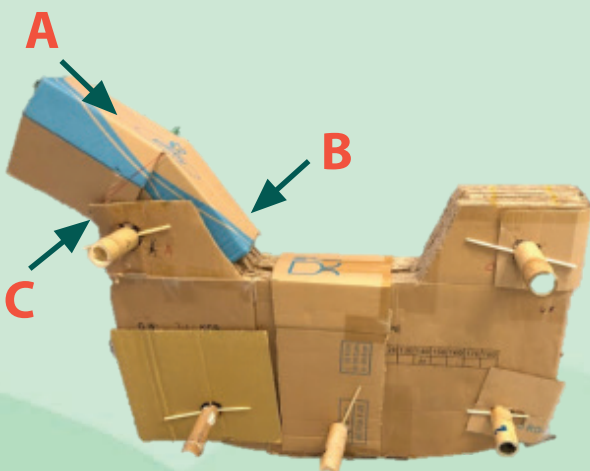
## 探究意念

### Sensor 測試：

測試一 (On Shake)：

測試目的：測試 Micro:bit 安裝在木馬上的位置 A、B、C 時，On Shake 對於上下擺動時的敏感程度。

測試結果：



	Test 1	Test 2	Test 3
位置A	X	X	X
位置B	X	X	X
位置C	X	X	X

分析：做 Micro:bit 的時候，沒有發覺 On shake 功能只能偵測到水平的搖動，所以所有的測試都不能成功令 Display1/2 收到信號。



## 測試二 (Acceleration)：

測試目的：測試 acceleration y 安裝在木馬上的位置 A、B、C 時，感應器對於上下擺動時的敏感程度。

	位置B	Test 1	Test 2	Test 3
水平位置：	680-720	X	X	X
y down：	550-620	X	X	✓
y up：	750-840	✓	X	X

分析：當 Micro:bit 的 y 讀數超過 750 後，再少於 620，為之一次，後來我們發現 xy 軸每一次啟動的時候都不一定能準確的把 y=0 定位在同一個地方，未能夠每次都可以發送信號給 Display。

## 測試三 (Rotation)：

測試目的：測試 Micro:bit 安裝在木馬上時 Rotation 對於上下擺動時的敏感程度。

	角度	Test 1	Test 2	Test 3
水平位置：	19°-21°	✓	✓	✓
down：	≤15°	✓	✓	✓

分析：當 Micro:bit 的角度讀數少於或等於 15° 後，為之為之木馬搖擺一次。3 次測試中我們能夠成功在少於或等於 15° 後發送信號給 Display。

## 困難及改良

我們在製作過程中遇到了一些困難，以下是我們的困難和解決方法。

困難	解決方法
1. 木馬不夠堅固，容易散架 	利用入樁原理，可以利用較少的材料，做出一個承托力大的骨架 
2. Micro:bit 利用了 on shake 功能，可是此功能只能在左右搖晃的情況下才能計算數量	最後決定使用量度角度來計算數量
3. 木馬有點鬆散 	最後決定使用量度角度來計算數量 
4. 一開始我們利用 x 來量度，但卻無法運作	後來發現其實 y 才是負責量度垂直的，而不是 x，我們把 x 和 y 搞混了

## 總結

我們這次探究的目標就是成功用 Micro:bit 的角度感應器功能，配合我們的手作而製造「一馬當先——紙木馬」，令同學不再認為木馬是一個「超低 B」的小朋友玩具。這個玩具不單止能自己一個人玩，還能和朋友進行比賽；除此之外，我們的「一馬當先」還跟環保有很大的關係，因為我們使用的全是回收的資源，包括：紙皮（在超市門口搬回來的）、竹（從搭棚後被棄置的）、木筷子（由小食店回收來的）。我們的「一馬當先」雖然只是一個初步的概念，但只要稍微更改一下就能為香港社會推廣環保 DIY。

## 感想

這次科學比賽，我們不是為了結果，而是為了享受過程。我們從中學習到團結的美、怎樣解決困難、怎樣堅持、怎樣互相幫助、互相包容，還豐富了我們的科學知識，更重要的是讓我們在過程中學習、成長。感謝老師給我們這個難得的機會去發揮我們的創意，並可給有需要的人作出一點點的貢獻。也體驗到大人上班開 OT 的感受。最後，我們現在如釋重負，終於完成這次探究！

## 參考資料

Makecode（無日期）：《旋轉感測值 (Rotation)》，取自

<https://makecode.microbit.org/reference/input/rotation>

MakerBay（無日期），取自

<https://www.makerbay.org/>

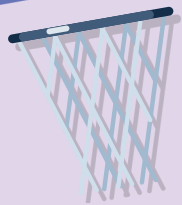
## 鳴謝

這次研習活動得以完成，有賴以下人士提供協助：

1. 黃梓冲老師
2. 各評鑑的建議

## 小貼士

同學選用了簡單容易處理的材料，製作了負重能力很高的紙皮馬，並對相關的感應器做了詳細的探究。設計具豐富 STEM 元素及編程的運用，有很強的可行性。



# 小小 NBA



學校：柴灣角天主教小學

組員：黎卓信同學、朱凱澄同學、黃定禧同學、黃定祺同學、戴千惠同學、黃卓言同學

教師：蕭卓儀老師、龍淑媛老師、陳藹慈老師、曹百堂老師



## 探究意念

「小小 NBA」是一個需動腦筋的桌上投籃遊戲。它不能單靠蠻力，而要結合科學原理，包括桿杆、拋物運動、動能轉換等多種元素才能把塑膠球投進不同距離的球籃裡。「小小 NBA」可以一人或多人組隊一起投玩，是一個益智的個人及群體活動，令參與者帶來樂趣。玩家需要利用槓桿原理把塑膠球投進不同距離和高度的球籃裡，我也透過編寫程式使遊戲設有計分功能。



## 科學原理

這個實驗的重點是在於如何設計及製作一個合適的投射器。我們所製作的投射器涉及第一類槓桿原理（支點在力點和重點之間），也涉及能量轉換。槓桿上的三個特別位置為支點（支撐槓桿的位置），重點（負荷的位置）和力點（施力的位置）。重點和支點之間的距離稱為「重臂」，而力點和支點之間的距離稱為「力臂」。投射器所涉及的槓桿原理及能量轉換，可分為以下兩種情況：

### 情況一：

我們把瓶蓋壓下，令投射器支架末端上的橡皮圈延長時，瓶蓋是力點，橡皮圈連接投射桿的一點是重點。這時候，我們所施的動能便轉換成橡皮圈所儲存的彈力勢能。

在情況一中，我們主要的考慮並非省力，而是儘量把更多能量儲存在橡皮圈。橡皮圈伸延的長度愈長，所儲存的 能量愈多。

### 情況二：

我們鬆開手指，讓橡皮圈收縮，把球投射出去時，瓶蓋是重點，橡皮圈連接投射桿的一點是力點。這時候，橡皮圈所儲存的彈力勢能便轉換成球的動能。

在情況二中，我們不單考慮施加在塑膠球上的力度大小，也考慮投射臂擺動的幅度，以及塑膠球離開塑膠蓋時的投射角度。這些因素都會影響投射距離。





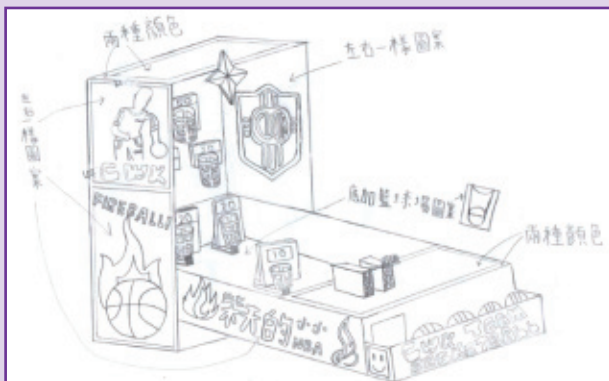
## 測試器材與材料

外殼：A3 紙盒及紙皮

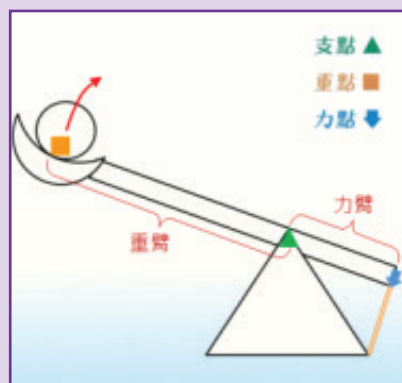
投射器及塑膠球：紙皮、牙籤、木筷子和雪條棒和橡皮圈，及較輕身的塑膠球

## 測試過程及結果

遊戲設計：

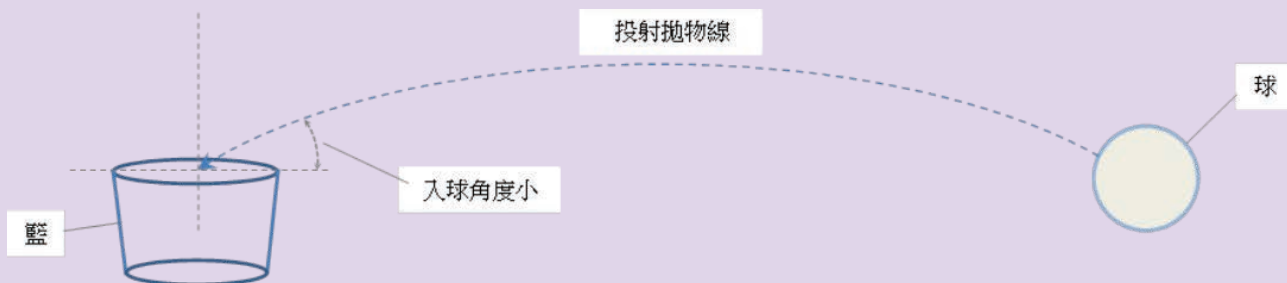


投射器設計：

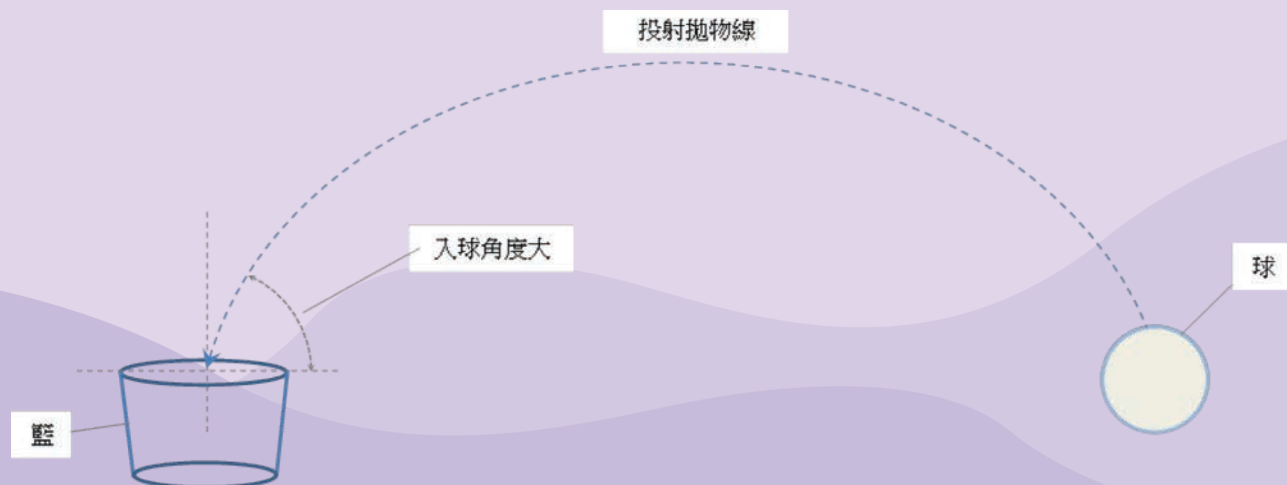


投籃遊戲命中機會高的條件包括：

由於目標（投射籃）是水平的方向投射，較難投入，因為入射角度太小（圖一）；  
如果是由高處投下，因為入射角度較大，命中的機會率會較高（圖二），所以投籃成功機會受入射角度影響。



圖一：入射角度太小，較難入球籃

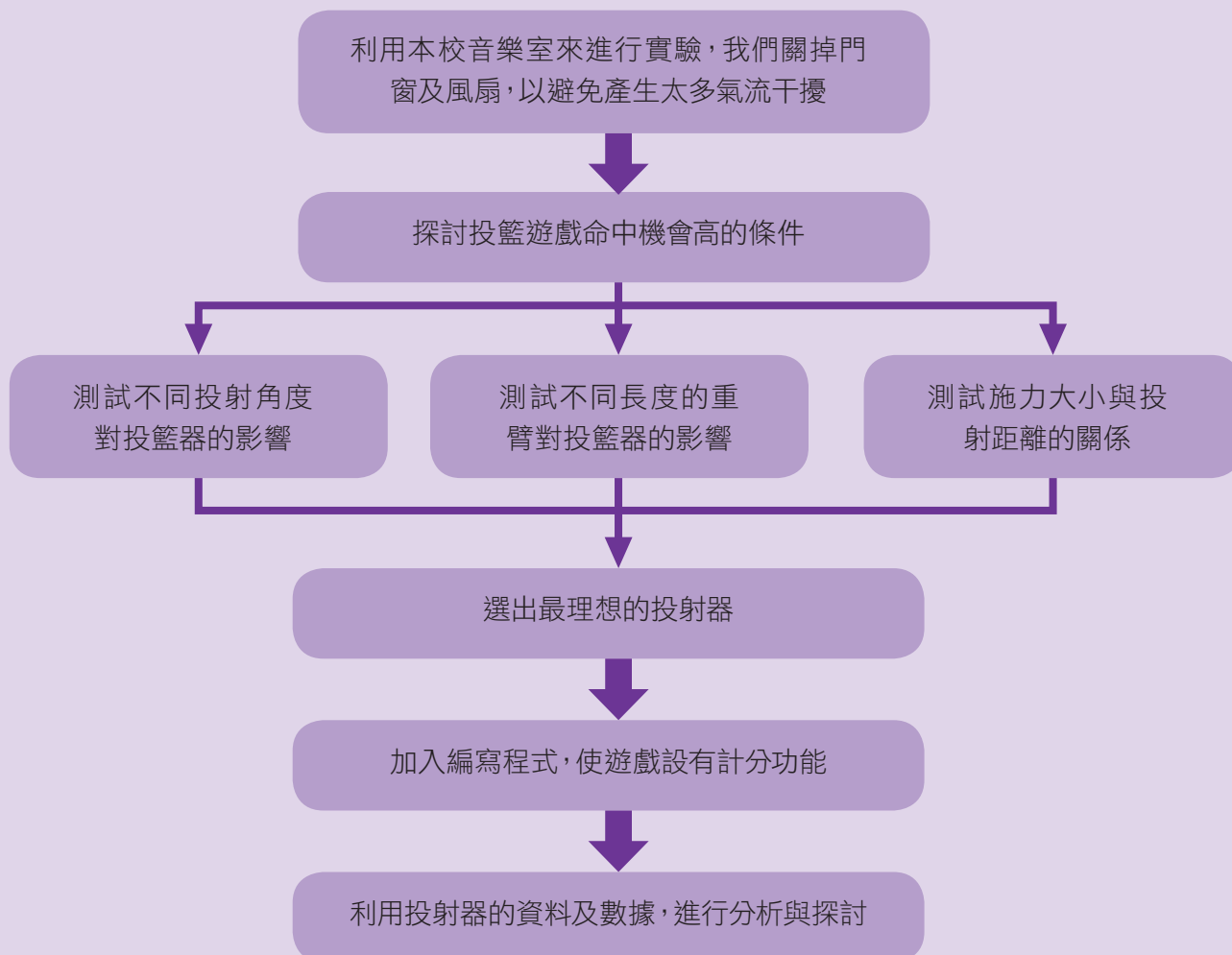


圖二：入射角度較大，較易入球籃

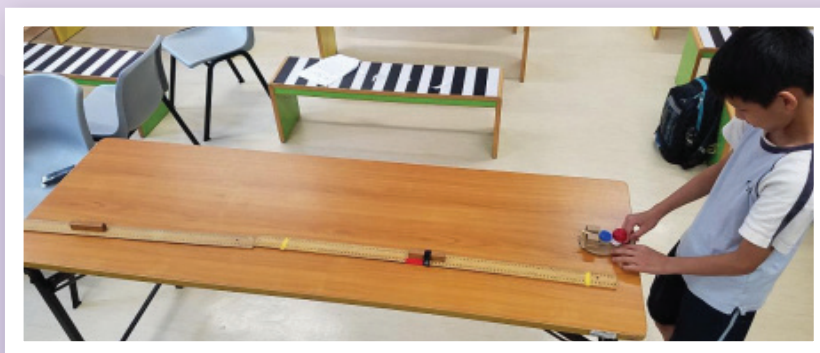
綜合上述的考慮，我們將會測試：

1. 不同的投射角度
2. 不同長度的重臂
3. 施力的大小

### 實驗流程：

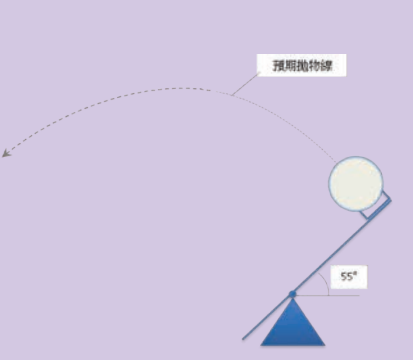
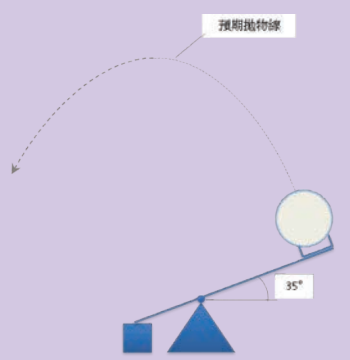
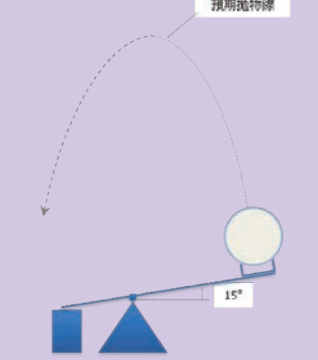
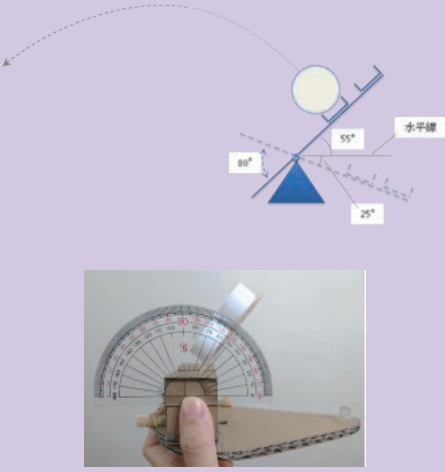
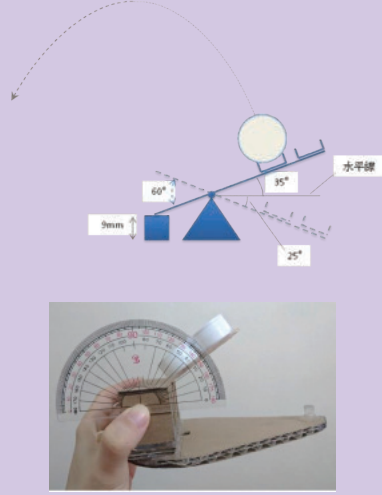
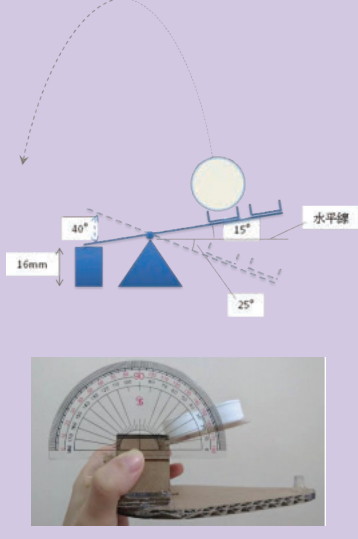


挑選 1 位學生作為投射手，實驗於一張長枱上進行，枱上放置兩把長尺用以量度塑膠球投射的距離及高度。



## 測試一：測試不同投射角度對投籃器的影響

由於投射角度，影響投射距離，所以我們透過加入不同厚度的墊片，去限制槓桿的擺動幅度，從而改變投射器的投射角度。

		
<p>投射器A</p>	<p>投射器B</p>	<p>投射器C</p>
<p>沒有加入任何墊片， 投射角度約55度</p> 	<p>加入厚約9mm的墊片， 投射角度約35度</p> 	<p>加入厚約16mm的墊片， 投射角度約15度</p> 



加入一位同學舉起長尺，當塑膠球投射出時，另一同學觀察其投射時產生的拋物線中的最高一點的位置。



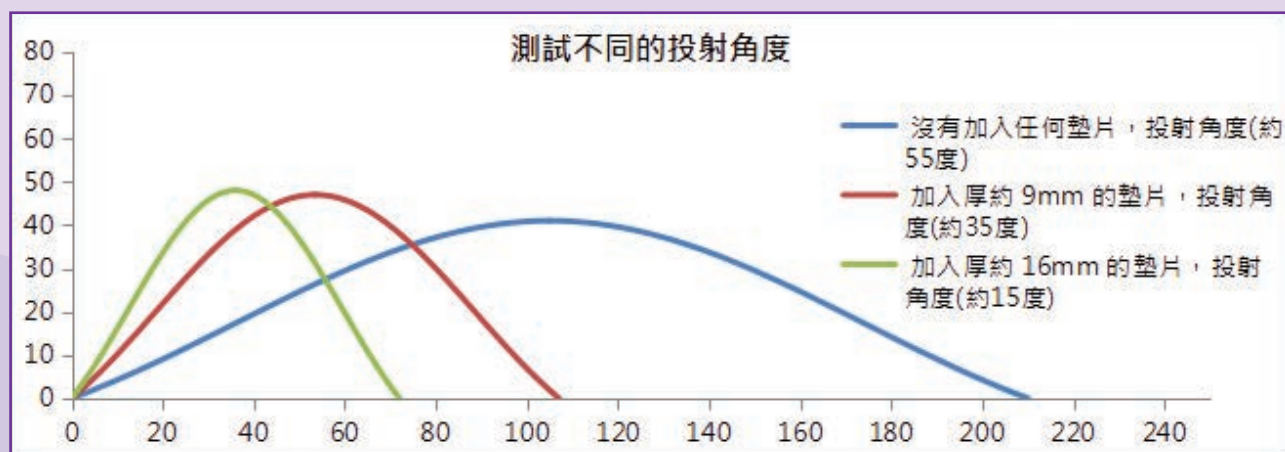
測試結果：

投射器A： 沒有加入任何墊片			投射器B 加入厚約 9mm 的墊片			投射器C 加入厚約 16mm 的墊片		
投射角度約55度			投射角度約35度			投射角度約15度		
測試次數	投射高度 (cm)	投射距離 (cm)	測試次數	投射高度 (cm)	投射距離 (cm)	測試次數	投射高度 (cm)	投射距離 (cm)
1	42	211	1	46	107	1	50	75
2	41	214	2	46	105	2	46	73
3	39	215	3	47	110	3	48	70
4	41	204	4	47	105	4	49	72
5	42	206	5	47	107	5	48	70
平均 數據	41	210	平均 數據	47	107	平均 數據	48	72

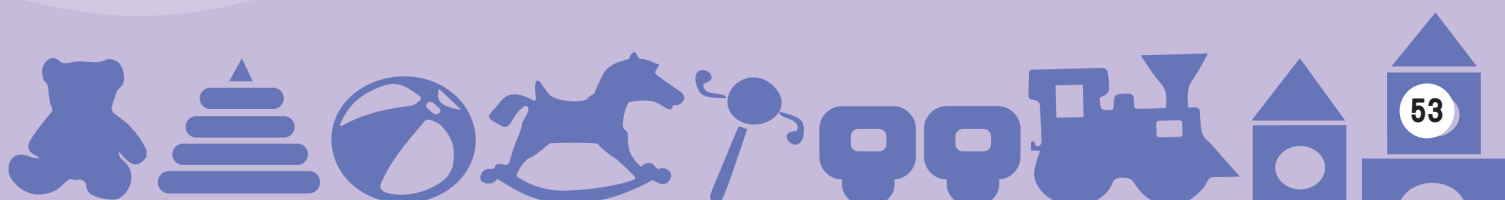
實驗分析：

觀察圖三，投射器 A 投射出來的球拋物線較扁平，不利入球。而投射器 B 和投射器 C 的拋物線相約，拋物線較高，較有利入球。由於我們所製作的投籃遊戲最遠的籃子亦不過 40cm，投射器 C 的投射範圍較適合，所以我們選擇了投射器 C 作為我們的遊戲工具。

測試結果跟我們的預期有少許出入，問題出在投射器 C 的球是偏向高處發射，理論上應是投射得最高的，可惜測試結果卻跟另兩者差不多。我們歸納原因為三個投射器的槓桿擺動幅度不一致所造成（投射器 A 擺動幅度是 80 度，投射器 B 擺動幅度是 60 度，投射器 C 擺動幅度是 40 度）。槓桿擺動幅度不同，造成橡皮圈拉長的幅度不同，橡皮圈所儲存的能量亦因而不同，導致投射力量不同。而投射器 C 擺動幅度最小，投射力量亦最小，比另兩個投射器的力度少，所以出現了實驗的誤差，雖則如此，但三個投射器的投射拋物線的形狀仍是可見清晰分辨，實驗尚算成功。

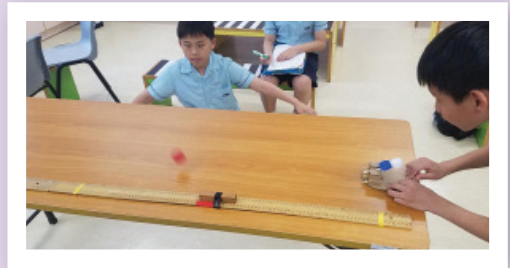


圖三

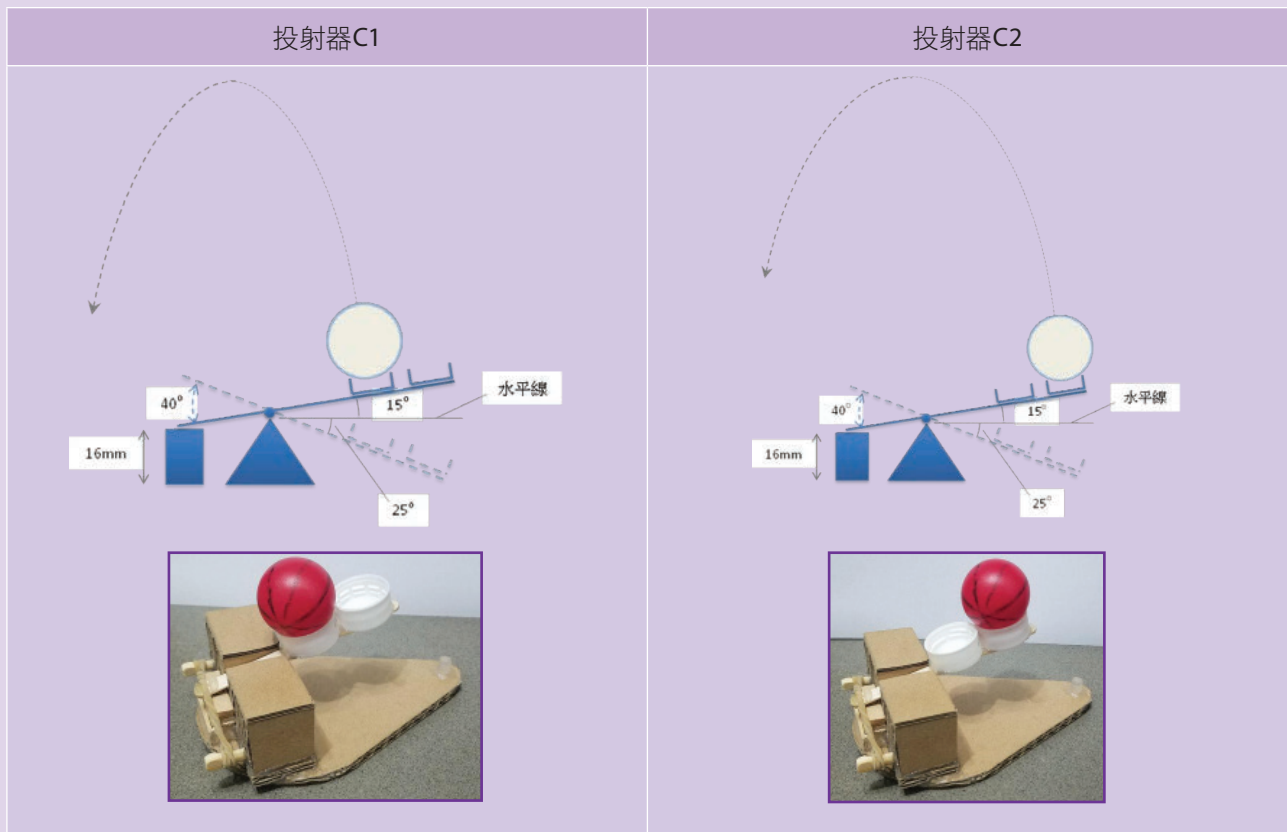


## 測試二：測試不同長度的重臂對投籃器的影響

利用投射器C，固定了支點與力點（橡皮圈）的距離（力臂），再測試兩個不同長度的重臂的投射距離和高度。  
投射器C1和C2都是都一個投射角度（15度）。

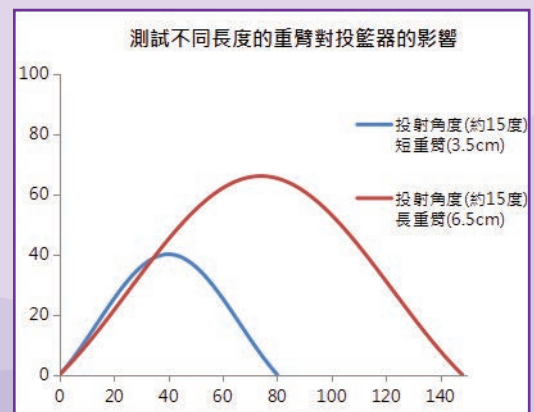


量度不同角度投射器的投射距離，另一同學作觀察並紀錄實驗結果

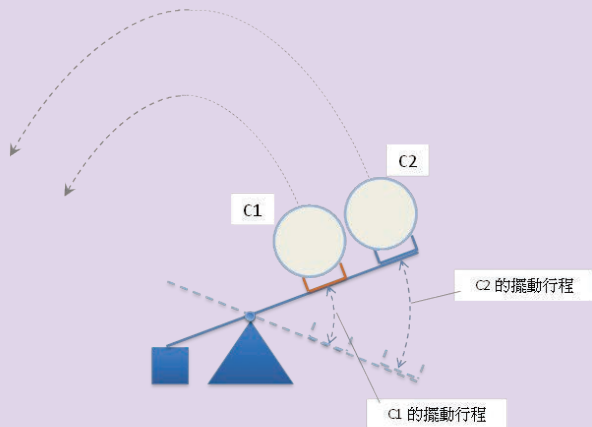


測試結果：

投射器C1： 短重臂 (3.5cm)			投射器C2： 長重臂 (6.5cm)		
投射角度約15度			投射角度約15度		
測試 次數	投射 高度 (cm)	投射 距離 (cm)	測試 次數	投射 高度 (cm)	投射 距離 (cm)
1	41	81	1	65	151
2	40	84	2	65	149
3	40	78	3	68	146
4	40	77	4	67	146
5	40	78	5	63	147
平均 數據	40	80	平均 數據	66	148



圖片解說：



實驗分析：

實驗後，我們發現，投射器 C1 和 C2 的拋物線形狀大致相同（從圖四得知），只是比例有差別。投射器 C1（較短重臂）的拋物線形狀較小，投射器 C2（較長重臂）的拋物線形狀較大。我們利用圖五觀察和分析，投射器 C2 的擺動的行程比投射器 C1 的長，我們嘗試去簡單計算兩個投射器的擺動速度。

我們將投射器 C1 的擺動行程是設定為 D，投射器 C1 的投射時間設定為 T。投射器 C1 的投射時間等於投射器 C2 的投射時間即是等於 T。而

投射器 C2 的擺動行程是投射器 C1 的擺動行程大約兩倍，即是投射器 C2 的擺動行程大約是等於 2D

$$\begin{aligned}\text{投射器 C1 的投射速度} &= \text{距離} \div \text{時間} \\ &= D \div T \\ &= \frac{D}{T}\end{aligned}$$

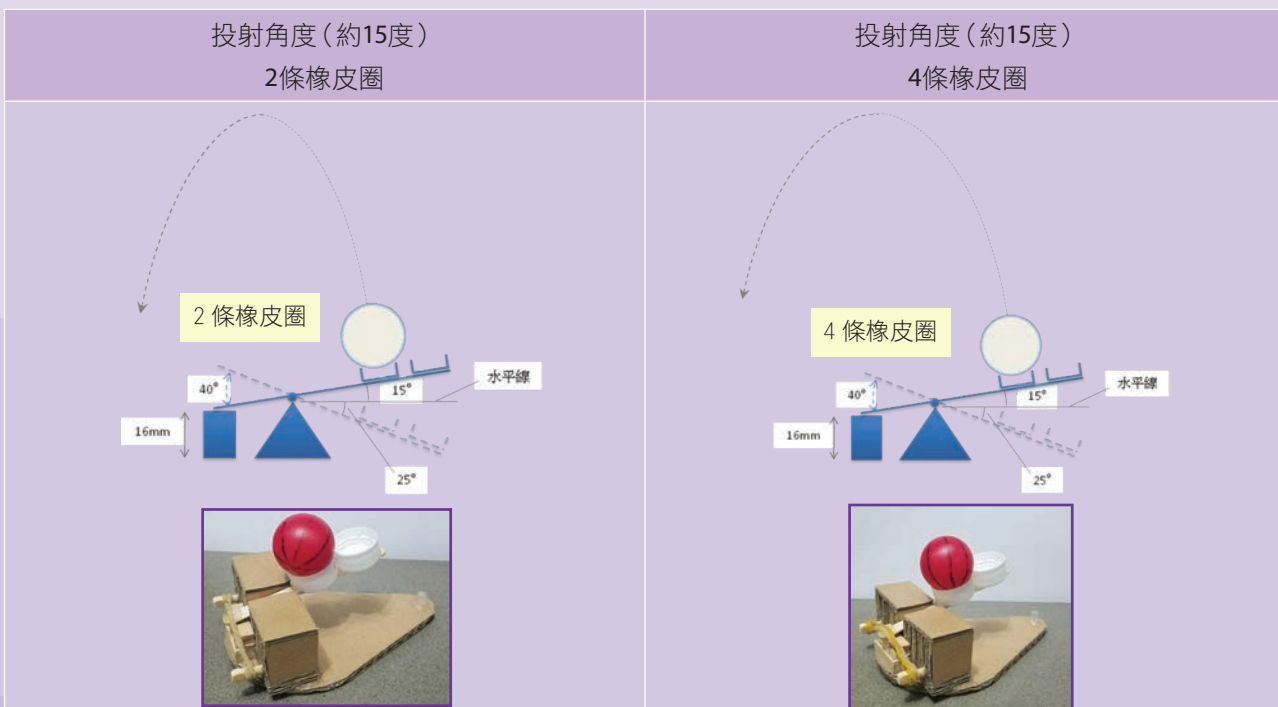
$$\begin{aligned}\text{投射器 C2 的投射速度} &= \text{距離} \div \text{時間} \\ &= 2D \div T \\ &= \frac{2D}{T} \\ &= 2 \times (\text{C1 的投射速度})\end{aligned}$$

即是投射器 C2 的投射速度是投射器 C1 的兩倍。在相同的投射時間內發射，投射器 C2 的速度（距離 ÷ 時間）會較投射器 C1 快，由於投射速度快，所產生的能量較多，拋出的球也會較高較遠。

由於投射器 C2 投射速度太快，拋出的球力度較大，會較難控制，容易令球投射得太高太遠，而且我們所製作的投籃遊戲最遠的籃子亦不過 40cm，所以我們還是選擇了投射器 C1 作為我們的遊戲工具。

### 測試三：測試施力大小與投射距離的關係

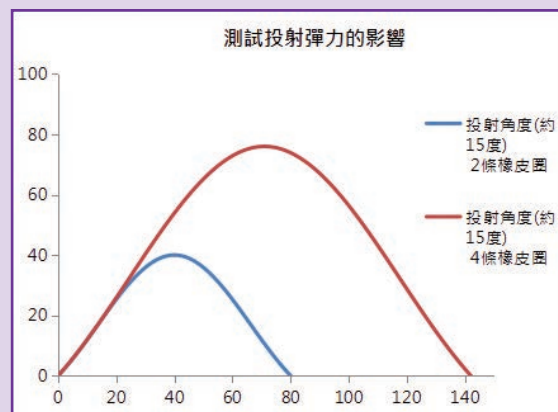
以不同數量的橡皮圈控制施力大小：以相同的投射器，在施力點分別勾住不同數量的橡皮筋（2、4 條橡皮筋），測量所投射出去塑膠球的落地距離。





測試結果：

2條橡皮圈			4條橡皮圈		
投射角度(約15度)			投射角度(約15度)		
測試次數	投射高度(cm)	投射距離(cm)	測試次數	投射高度(cm)	投射距離(cm)
1	41	81	1	77	145
2	40	84	2	75	140
3	40	78	3	74	143
4	40	77	4	79	143
5	40	78	5	77	141
平均數據	40	80	平均數據	76	142

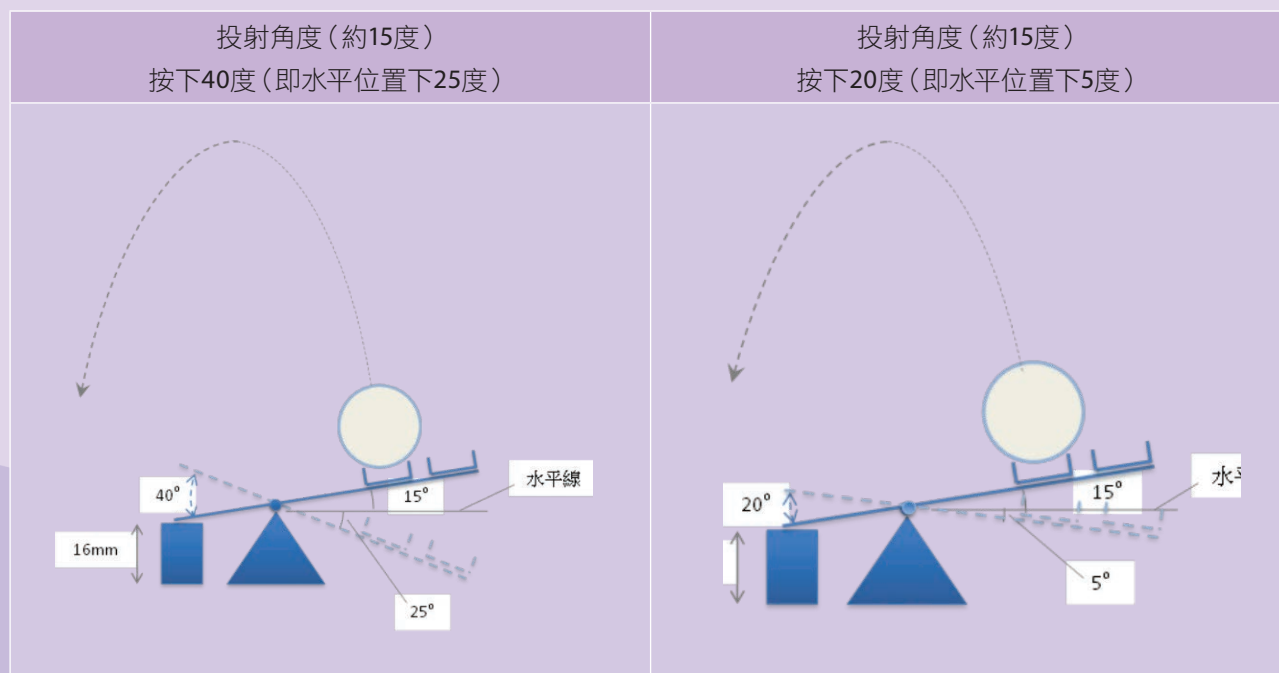


實驗分析：

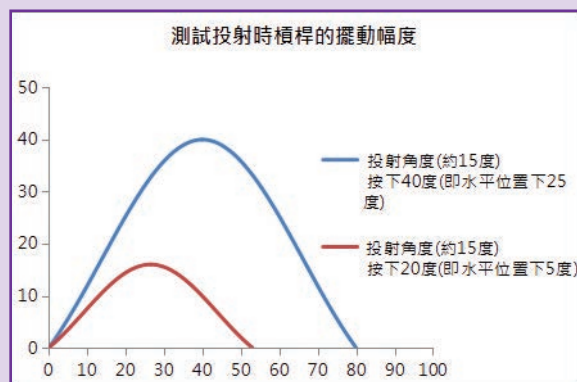
我們利用 2 條橡皮圈作測試後，利用雙倍的數量（4 條橡皮圈）作測試，我們觀察到 4 條橡皮圈的投射高度及距離都是 2 條橡皮圈的雙倍，表示橡皮圈數量愈多，橡皮圈所儲存的能量因而較多，所發射的力量較大速度也較快。

但 4 條橡皮圈的投射速度太快，拋出的球力度較大，會較難控制，容易令球投射得太高太遠，而且我們所製作的投籃遊戲最遠的籃子亦不過 40cm，所以我們選擇了 2 條橡皮圈作為我們的遊戲工具。原本投射桿是以牙籤做成，但是橡皮圈的力量太強了，牙籤承受不了，所以本次實驗改用較粗的竹筷子做投射桿。

以手指按壓重臂位置控制施力大小：以相同的投射器，量度施力點不同的角度，測量所投射出去塑膠球的落地距離。



按下40度 (即水平位置下25度)			按下20度 (即水平位置下5度)		
投射角度(約15度)			投射角度(約15度)		
測試次數	投射高度 (cm)	投射距離 (cm)	測試次數	投射高度 (cm)	投射距離 (cm)
1	41	81	1	15	51
2	40	84	2	16	53
3	40	78	3	15	54
4	40	77	4	15	53
5	40	78	5	17	54
平均數據	40	80	平均數據	16	53



### 實驗分析：

把重臂按壓至底（即水平位置下 25 度），橡皮圈拉長的幅度較大，橡皮圈所儲存的能量因而較多，所發射的力量較大速度也較快，以致投射距離較遠高度較高；相反若把重臂按壓至一半的擺動幅度（即水平位置下 5 度），橡皮圈拉長的幅度相對較小，橡皮圈所儲存的能量因而較少，所發射的力量較小速度較慢，以致投射距離較近高度較矮。

我們就是利用按壓重臂的不同的幅度，從而控制投球的距離，以對應不同距離的球籃。

### 應用

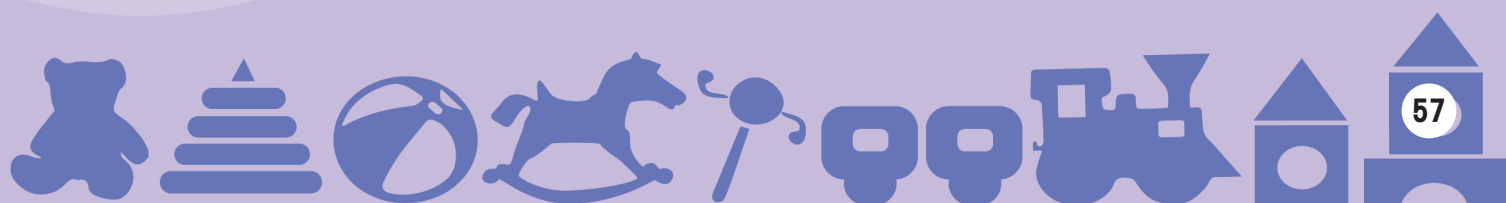
本遊戲可以一人或多人組隊一起投玩，是一個益智的個人及群體活動。另外亦適合長者參與，希望提升長者專注力，同時加強手部運動、眼球追視、手眼協調等，增進腦部活化。我們通過編寫程式使遊戲設有計分功能，並加強數據記錄系統和效能。更利用環保材料（紙皮及棄用的牙簽／木筷子）來造此玩具，可以減少浪費金錢及減少造成污染。

### 困難

- 上述所有的拋物線圖解都以 Excel 製作，未能完全表示最真實的情況。
- 在製作投射器時，原本用即棄湯匙。由於表面光滑，而末端又是低角度的邊緣，所以常常會有塑膠球滑出的情況，所以本次實驗改成利用瓶蓋為投射裝置。

### 建議

- 可加入測試不同彈力材料對投射器的準確度是否有影響，利用生活中隨手可得的物品，例如橡皮筋、髮圈等，觀察它們的力道如何
- 測試不同重量的球對投射器的準確度是否有影響，如發泡膠球、塑膠球及乒乓球等



## 應用

投射器要投得準，施力必須要很穩定，每次的施力大小、方向都要一樣。

投射的角度太小，投射出來的球拋物線較扁平；投射角度太大，導致投射出來的球拋物線太高，因球的移動力量偏重於高度過於遠方，所以槓桿的移動幅度要適中，投射角度才會理想，繼而投射出來的球拋物線較佳。

投射的力臂長度愈長，投射的距離愈遠。

施用的力量愈大（橡皮筋的數量愈多，拉力愈大），投射出去的距離愈遠。

## 感想

從這個活動中，我們學習到原來一些不起眼的廢物也能造成一件玩意，令我們增進環保意識，更可以減少浪費金錢及減少造成污染。我們還學會槓杆、拋物線原理及提高投籃遊戲命中機會的條件。如果還有一次機會的話，我們希望會造得更好。此外，我們十分感謝老師給予我們機會參加這個活動。

## 參考資料

蕭次融、施建輝、羅芳晁，謝迺岳、吳原旭、房漢彬 (1991)：《動手玩科學 2》，遠哲科學教育基金，P74-79。

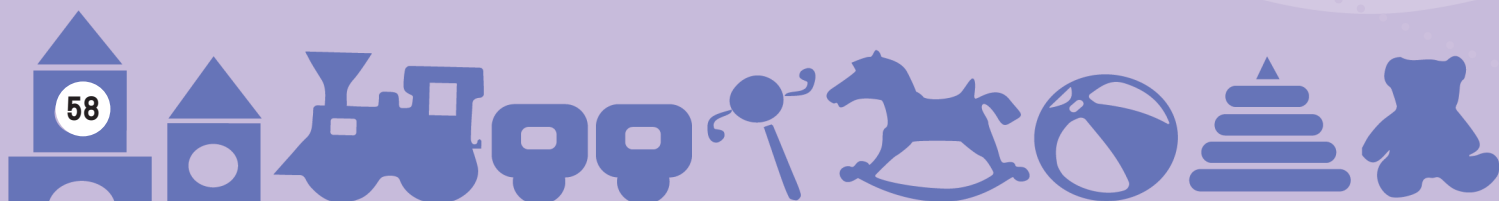
珍妮絲・派特・范克勞馥 (1987)：《不可思議的科學實驗室－物理篇》，世茂出版社，P62-64。

朗文常識（無日期），取自

<http://gs3e.ilingman.com/science-event.php?type=teacher&id=2>

### 小貼士

遊戲設計出色有趣，由過程中學習物理及蒐集數據的知識及方法。







# 「智」得其樂之「123紅綠燈」



學校：港澳信義會明道小學

組員：陳奕文同學、黎家彤同學、馮力希同學、王建文同學、陳恩浩同學、徐樂然同學

教師：鄺麗雅老師、梁玉蘭老師

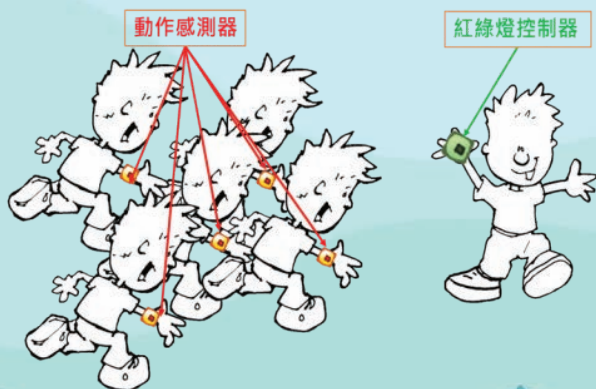
## 探究背景

「123紅綠燈」一直都受世界各地的小朋友歡迎，可是這個遊戲有不同限制，例如不可以有太多人參與，因為作「紅綠燈指令」的人很難決定誰犯規，而作「行人」的，可能在叫停後，仍然「走動」，但為了贏而不肯承認；同時，作「紅綠燈指令」的人，可能會包庇自己的朋友，在叫停後，見朋友有「走動」仍視而不見。

我們可以利用現有的科技(Micro:bit)令這遊戲變成為一個更少限制、更公平、更有趣味和更多元化的遊戲。

## STEM原理

「123紅綠燈」是利用六塊Micro:bit板，通過Micro:bit的廣播功能互相傳遞訊息，形成一個完整的遊戲系統。當中一塊Micro:bit板作為「紅綠燈人」的控制器，用作控制紅燈或綠燈時段；另外5塊Micro:bit板作為「行人」的動作感測器，通過Micro:bit板內置的加速計配合「加速度感測值強度」指令來監察晃動程度，再加上利用Micro:bit板內置的方位感測功能來監察移動狀況。



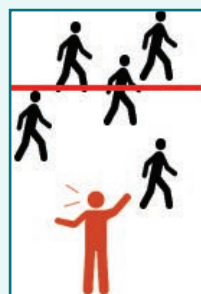
## 探究過程

### 遊戲玩法：

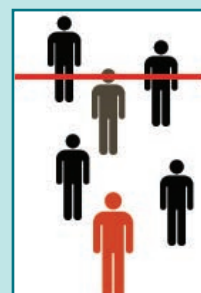
遊戲中分為紅燈及綠燈時段，行人需在綠燈期間觸碰紅綠燈人取得勝利；在紅燈期間停止所有動作；和在紅燈期間被通知已犯規後，執行犯規的懲罰。而紅綠燈人需在綠燈期間發出口號；在紅燈期間觀察各行人動作；以及在紅燈期間通知哪一位行人犯規。所有參加者要先配帶Micro:bit遊戲盒手帶。



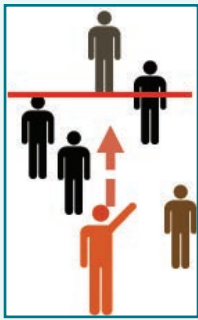
紅綠燈人同時按下控制器上的紅綠按鈕開始遊戲，同時所有遊戲盒發出遊戲開始響聲，紅綠燈人遊戲盒顯示S字及行人的遊戲盒顯示P字。



紅綠燈人按綠色按鈕進入綠燈時段，讓所有遊戲盒發出短響聲，提示進入綠燈時段。  
行人在綠燈時段可自由走動，盡快跑向紅綠燈人位置及觸碰紅綠燈人。

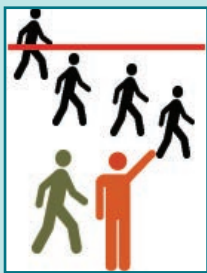


紅綠燈人按綠色按鈕後一段時間，會叫喊「123紅綠燈，過馬路要小心」。當「紅綠燈人」叫喊完「123紅綠燈，過馬路要小心」，馬上按「控制器」上的紅色按鈕，讓所有遊戲盒發出「長響聲」提示進入「紅燈時段」。



紅燈時段中，如行人的動作感測器偵測到行人的動作超過犯規標準，會在紅綠燈人及行人的遊戲盒發出犯規響聲及顯示F字。

犯規行人返回起點後，需按紅按鈕停止犯規響聲。紅綠燈人也可以通過顯示器上的F字找出犯規行人。



紅綠燈人重複綠燈時段和紅燈時段，直到有行人觸及紅綠燈人後，便完成遊戲。

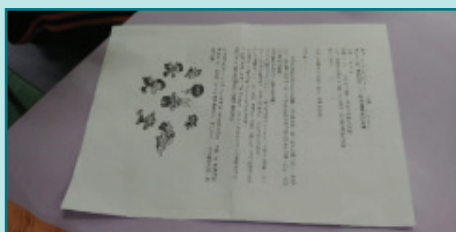
最先觸及紅綠燈人的行人，成為下一回合遊戲的紅綠燈人。

## 討論「編程」的流程：

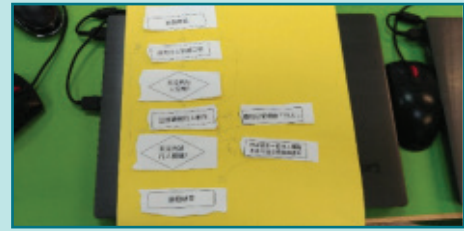
因為123紅綠燈程式中，有多個條件是需要同時判斷，因此在進行編程的初期出現了不少困難。後來經過老師指導下，我們先討論和記錄遊戲中會出現的情況，利用紙條排序弄清了遊戲規則，再設計遊戲流程，通過形像化的流程圖，用實際遊戲來模擬和測試流程圖，然後把流程再轉換成為程式。這過程需要的時間比直接編寫程式長，但通過流程圖可容易找出錯處和改正的方法。



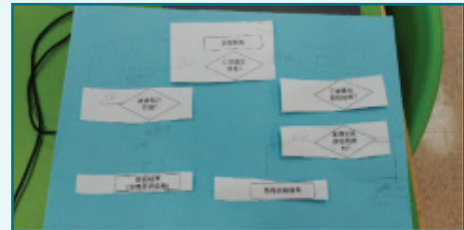
一起討論如何使用Micro:bit在遊戲過程中



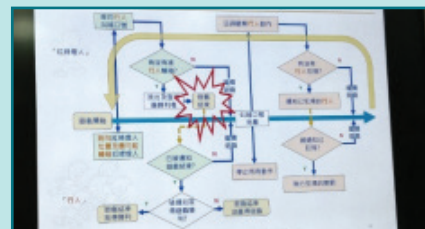
列出遊戲編程的一些重點



弄清遊戲規則(123紅綠燈人)



弄清遊戲規則(行人)



製作遊戲流程圖



選擇指令功能及製作指令編程



運用最初的編程進行測試



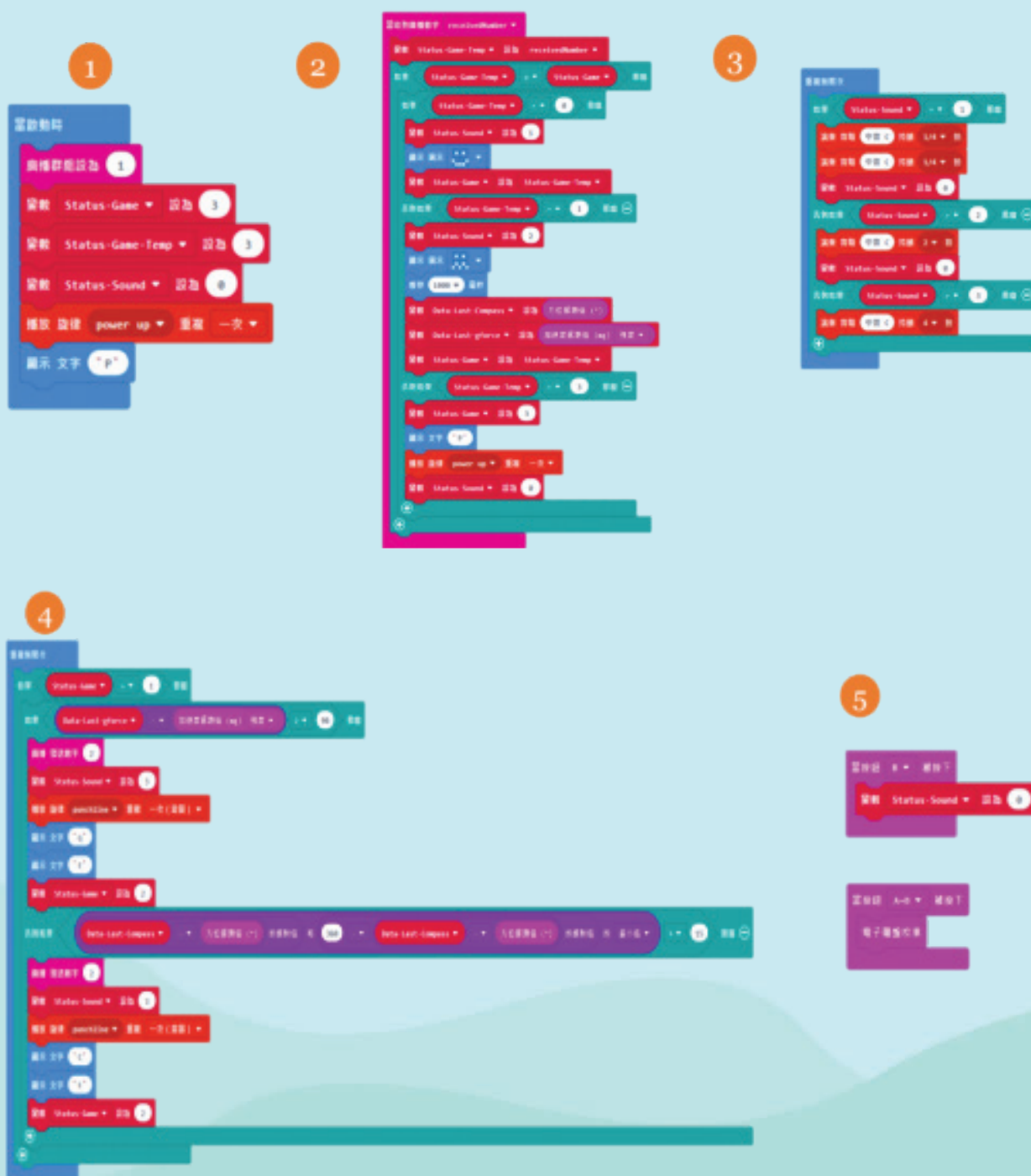
不斷討論及反思改良建議

## 編程的製作及結果：

程式一「行人動作感測器」：

「行人動作感測器」程式分為5部份，分別為：

1. 當啟動時設定變數。
2. 當接收到紅綠燈人控制器發出的廣播訊息時，設定變數通知動作感測及播放音效程式執行相關動作。
3. 根據播放音效的變數設定，執行相關的音效播放動作。
4. 根據動作感測的變數設定，執行動作偵測動作，當偵測到犯規情況後發出廣播訊息到紅綠燈人控制器及設定變數通知播放音效程式執行相關動作。
5. 偵測按鈕動作，執行靜音或電子羅盤校準動作。

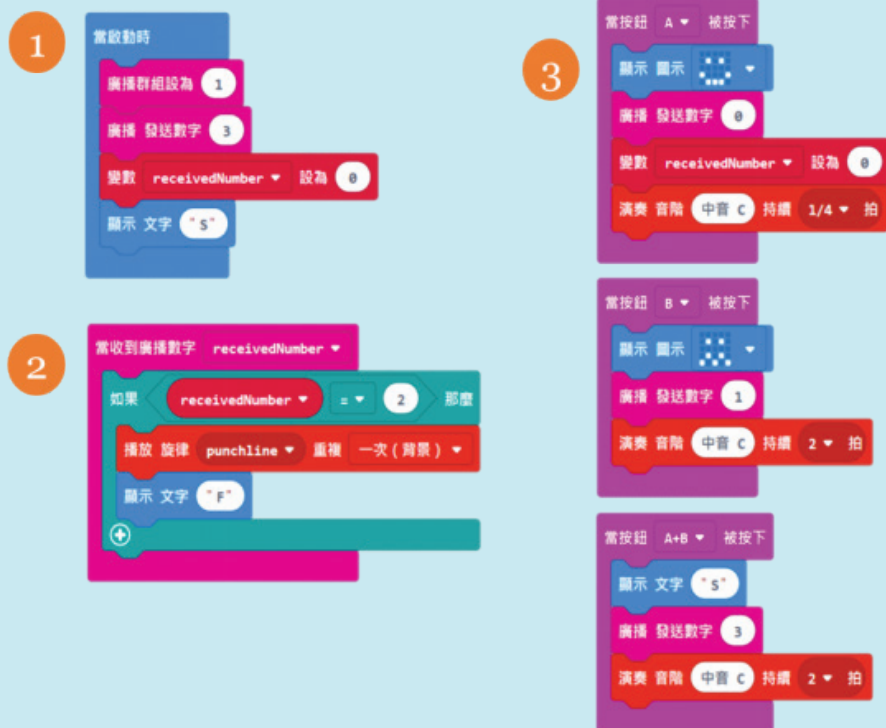




程式—「紅綠燈人控制器」：

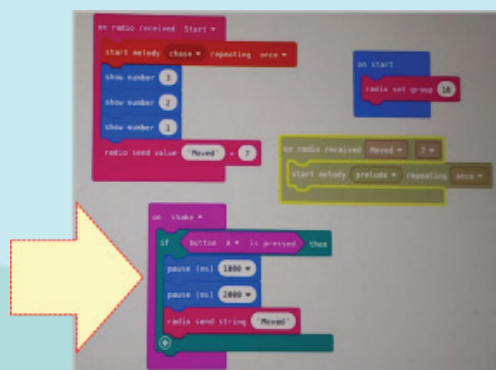
「紅綠燈人控制器」程式分為3部份，分別為：

1. 當啟動時設定變數。
2. 當接收到紅綠燈人控制器發出的廣播訊息時，設定變數通知動作感測及播放音效程式執行相關動作。
3. 根據播放音效的變數設定，執行相關的動作
4. 最後偵測按鈕動作，執行發出廣播訊息動作(開始、綠燈時段或紅燈時段)。



### 設定動作感測及犯規動作標準：

我們在設計初期是希望利用Micro:bit的加速計，配合on shake指令找出犯規的行人，但經測試後發現需要很大程度的動作才能觸發on shake指令。後來經過老師指導後，了解到on shake指令是需要2g或以上的加速度才能觸發指令，而一般細微的人體移動動作可能會遠遠低過2g。



初期利用on shake指令的程式  
g = 重力加速度(acceleration due to gravity)

### 搖擺、跌落和震動測試：

為這個解決問題，我們利用了Micro:bit的「加速度感測值」指令配合了一些自製測試器具，包括搖擺，跌落和震動測試，嘗試找出犯規動作的標準力度。由於自製的測試器具所得的數值太大，而我們移動的幅度太少，最後利用了實際遊戲中直接測試人體移動動作獲得的不同數值，再讓組員進行實際遊戲測試後，投票決定最後的犯規動作標準：加速度感測 $\geq 90\text{mg}$ 的動作會觸發犯規。

### 監察方位功能：

在測試過程中，我們也發現行人可以透過緩慢移動減低感測所偵測到的加速度，避過了觸發犯規，因此加入了監察方位功能（磁力感應器），利用「方位感測值」指令讀取方位數值(Compass)，及通過實際遊戲測試決定了犯規標準：方位移動 $\geq 15$ 度的動作會觸發犯規。

## 揚聲器：

控制器及動作感測器上各擁有一個發聲元件，用作播放一些提示聲響。

在123紅綠燈設計的初期，本來希望利用Micro:bit板上的LED顯示屏來顯示各種不同狀態，但後來發現因為行人動作感測器上的顯示屏在設計成手帶形式再加上跑動時，是不容易被看到，因此決定加入發聲元件作為提示。

初時曾經利用蜂鳴器通過Micro:bit P0引腳發聲，但發現蜂鳴器在播放音樂時的音響質量不佳；然後我們也嘗試了使用揚聲器代替蜂鳴器改善音響質量，但是出現了音量不足的問題。最後在老師指導下，利用擴音器加上揚聲器來解決了音量不足的問題，但同時可以保留較佳的音質。

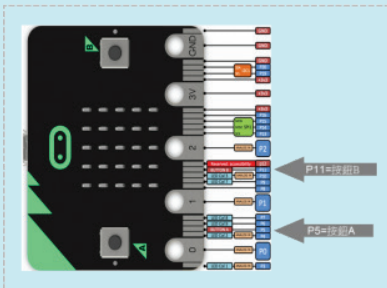
## 手帶內外觀設計：

### 擴展板：

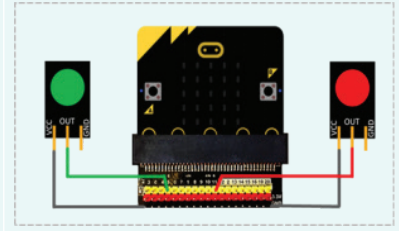
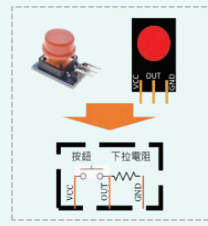
因為Micro:bit主板邊緣不方便外接電線及電線容易脫落，因此利用Micro:bit擴展板改善這些問題。

### 外接按鈕：

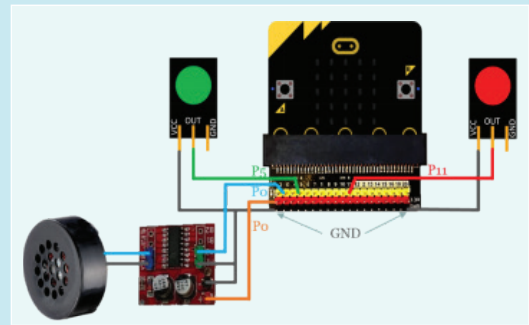
控制器Micro:bit板上A及B按鈕原計劃用作選擇紅燈或綠燈，但因為配合外觀設計，所以利用了兩顆分別為紅綠兩色的按鈕，連接上Micro:bit板上與A及B按鈕共用的P5及P11接腳。動作感測器Microbit上的B按鈕是用作「犯規聲響」消音功能。與控制器的情況相同，需要外接一個按鈕至P11引腳來配合感測器手帶的外觀設計。



我們市面上採購了一些供Micro:bit引腳指令使用的外接按鈕模組，但我們在連接線路後不能成功讓外接按鈕觸發A及B按鈕的功能，後來經過老師指導下，利用萬用電表找出外接按鈕模組上的真實接駁線路（VCC及Out腳），然後再把按鈕模組上連接按鈕的兩腳，連接Micro:bit擴展版，最後成功把A及B按鈕連接出來。



接線圖—「紅綠燈人」的「控制器」



接線圖—「行人」的「動作感測器」

## 感測器的硬件設計：

### 定出要求

- 檢閱所製定產品要求，看哪些是必要，最好有或不必要

### 設計草圖

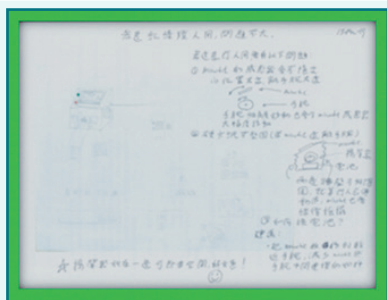
- 檢閱及改良設計圖，自能否配合所製定產品的及要求。

### 完成產品 結構圖及測試

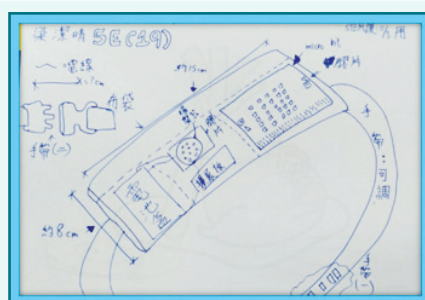
- 選擇物料
- 製造首個樣板
- 改良及製造其餘產品
- 測試（上載程式後）

## 感測器要求：

- 輕（比手錶重少許）
- 不會脫落
- 外型細（Compact design／緊密設計）
- 易戴易除
- 按鈕容易觸碰
- 可更換電池
- 可調教
- 戴於前臂
- Micro:bit可取出重用

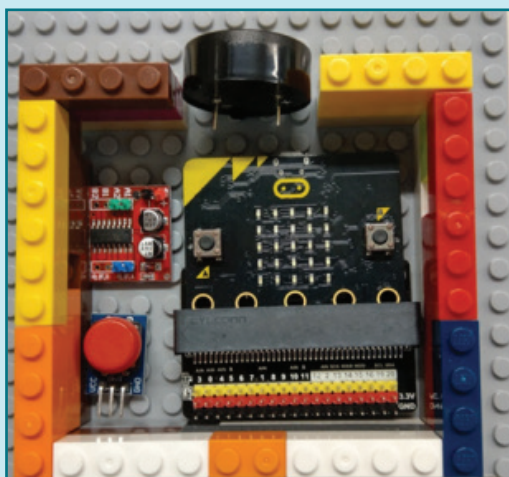


設計草圖 A



設計草圖 B

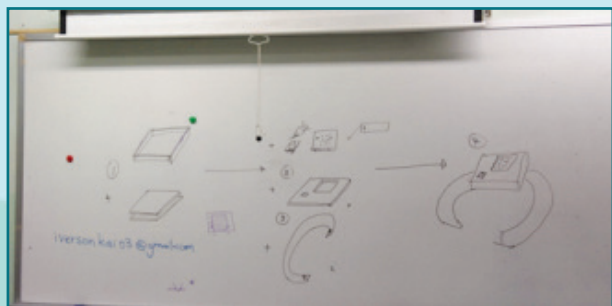
我們最後選用設計圖B，但要把元件放置更緊密。



機身主體方面，為準確量度身體移動，我們縮短手臂與Micro:bit感應器的距離和減少中間物料所造成的餘震效果，主機身的底層用兩塊硬卡紙黏貼組成加強硬度，外殼其他部分則只用一層硬卡紙。

手帶方面，我們利用舊衣物循環再造(up-cycling)，以魔術貼作固定在手腕上，所有部件以熱熔膠黏合，布帶則倚靠釘書機釘固定在機身主體上。

檢查後發覺主機身高度不足，經改良後，利用流程圖再製造其餘產品。



最後，加上外觀設計，完成感測器（手帶）的設計。



### 遊戲測試的問卷調查：

為了進一步了解「123紅綠燈」遊戲盒的效能，組員同學特別邀請其他同學一起試玩這個遊戲。每次邀請4-5位同學，重複進行6次，即是有26位同學參與。之後，我們以問卷調查模式訪問他們，以下是遊戲測試問卷調查的數據及分析：

#### 大部份人認為「123紅綠燈」（Micro:bit遊戲盒）：

1. 遊戲規則簡單清楚，容易理解
2. 能幫助找出犯規者，遊戲更具公平性。
3. 最大特色是遊戲具趣味性、有不同音響及圖畫。
4. 手帶的裝置設計是：
  - 按鈕容易操作
  - 擴音器的指令音響清晰、音量足夠
  - 手帶容易配帶
  - 用環保物料製作
  - 外觀新穎——STEM玩樂工具



## 困難及建議

	困難	可能原因及改善建議
1	距離受限制	可能電量不足，接收信息弱，建議用新電進行測試（曾量度紅綠燈人和行人可最少相距14m）
2	連接各玩家的Micro:bit板反應參差	可能電量不足，或不同的Micro:bit板的敏感度不一樣，建議找出敏感度相似的Micro:bit板才使用
3	提示聲效音量太小	受戶外嘈音影響，音響訊號難覺察得到，建議加大音量
4	手帶不穩固	每人手型及粗幼不一，可以在手帶上加海綿布料

## 總結

我們成功把Micro:bit結合「123紅綠燈」遊戲，令它變成一個更公平（能偵測到所有人的動態）、更少限制和更有趣味的遊戲。因為只要有足夠手帶，就算很多人都能同時玩，加上有聲音提示（協助盲人）、有圖畫在顯示屏出現（協助聾人）去進行遊戲。

我們期望日後有足夠時間去研究，利用Micro:bit編程和一些配件，如彈簧／伺服馬達去取代「紅綠燈人」的角色，再利用有不同快慢節奏的音樂長短聲做提示，增加遊戲刺激感。

## 總結

**陳奕文同學：**在過程中我感到很開心，因我學會了編程和STEM知識——123紅綠燈的編程。在過程中，我覺得最困難的部分是手帶的設計，並不是太理想。我克服困難，和組員合作，互相鼓勵並努力探究問題。如果再做一次，我會注意手帶的外觀。

**奕文家長心聲：**覺得很鼓舞，因為小朋友可以學習到這樣重要的知識，雖然看似是一個普通的遊戲，但看得出過程的流程一點也不簡單，已經包含了由構思、設計程式、實驗和反思等，這些經驗對未來的學習是重要的第一步，而且這是一個小組的成果，更值得紀念。

**陳家彤同學：**我感到十分感恩，因我學會了很多科學上的知識（例如：重力測試）。我最滿意的部分是我們一直都很努力，沒有放棄！這次遇到最大的困難是我們起初設定錯了某些編程，但不知如何改善。為了克服困難，我們每人提出意見，再一次改良。如果再做一次，我會更注意作品的外觀。

**家彤家長心聲：**這次的活動給予家彤一個很好的機會，可以去探索和突破自己，亦給予家彤體驗群體合作精神的機會，讓他能學習如何與同學合作，領會團隊精神。另外，123紅綠燈能讓她從有趣的科學活動中，領略科學探究精神，發掘自己對科學的興趣，亦令作為家長的我們深感安慰。家彤，加油！

**馮力希同學：**在過程中我感到很簡單，我學會了與人合作，過程中我多謝 Stanley Sir 和 Wilson Sir 的教導。雖然與同學合作感到困難，但也可以克服，因為學習要有耐心和忍耐。

**力希家長心聲：**很好的機會去學習合作和包容，辛苦老師和同學了，希望你們的勞苦有所回報。

**徐樂然同學：**我們在這次研發 123 紅綠燈 Micro:bit 手帶的過程中，都遇到不少困難和挫折，但是我們沒有氣餒，克服這些困難後，我們相信在世界上方法總比困難多。

**樂然家長心聲：**我很高興學校讓樂然可以參與這個活動，發揮所長。過程中，他學到了很多東西，亦積極地參與，留下了不少美好的回憶，相信這次寶貴的經驗，對他日後學習科學起了正面的作用。希望學校可以繼續參加這些活動，讓更多對科學有興趣的學生可以一展所長。

**王建文同學：**在過程中，我感到獲益良多，因為我學會了「合作精神」、「尊重」、「聆聽別人的意見」。

**建文家長心聲：**藉着這次活動，小兒對編程起了興趣，學會跟同學一同研究、討論和分工合作精神。

**陳恩浩同學：**在這次研習中，我發現製作編程很困難，幸得有老師指導，「遊戲盒」能夠誕生，我感到很有成功感和滿足。當中是要依賴一支團隊，一齊合力、分工合作才能完成。如果有多些時間，我想繼續研究 Micro:bit 的編程，讓它有更多發揮。

## 參考資料

Mirco:bit。維基百科。擷取至：  
[https://zh.wikipedia.org/zh-tw/Micro\\_Bit](https://zh.wikipedia.org/zh-tw/Micro_Bit)

透過 PINS 連接 Micro:bit 至其他裝置（一）  
（二）（三）。擷取至：  
<https://www.hkedcity.net/goelearning/resource/5aab36b6316e836e3b000000>

內置 Micro:bit 的輸入和輸出 Motion Sensor（動態感應器）指南針功能(Compass)。擷取至：  
<https://www.hkedcity.net/goelearning/resource/5aab3372316e83703a000000>

一二三紅綠燈。維基百科。擷取至：  
<https://zh-yue.wikipedia.org/wiki/一二三紅綠燈>

## 鳴謝

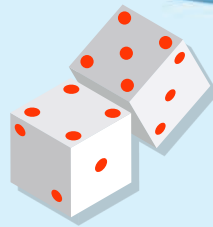
Wilson Yuen  
Stanley Hui

## 小貼士

同學們發現現今 123 紅綠燈之不足，從而改善其公平性及輔助視障人士參與。他們亦了解程式的限制，從多方面入手提升遊戲體驗。



# 玩轉腦友記



學校：基督教宣道會徐澤林紀念小學

組員：李思賢同學、謝昕希同學、孔若谷同學、魏芷菁同學、廖憫謙同學、蔡奇均同學

教師：溫家軒老師、何頌言老師、蔡詠霞老師



## 什麼是「認知訓練」：

認知訓練的目的是延緩患者的衰退速度和提升生活質素。針對早期及中期患者，訓練一般是以小組形式進行，由負責人員帶領約二至八位程度相約的腦友記參與，過程中有指定訓練目標。活動類型包括：現實導向、能力訓練、懷緬活動、感官刺激、自理活動和社交訓練，而這些活動應是富意義、無挫敗和安全，能讓患者經歷愉快滿足，避免激烈動作。

## 探究意念

玩具——不少人會聯想到與兒童的娛樂有關，但玩具是否兒童的專利？我們身邊有一些患有認知障礙症的親人，他們逐漸失去記憶和認知功能，因此他們需要定期進行藥物治療和認知訓練，幫助改善退化情況。我們留意到這些訓練趣味不大，部分使用的工具亦有改進空間（例如：使用白板筆訓練書寫，氣味會難聞）。因此，我們忽發奇想：可否為他們設計認知訓練玩具？我們將利用科學原理及 STEM 方法作出探究，設計出一套增加訓練趣味性、又能保持及強化現有訓練元素的玩具！

## 認知訓練包含什麼「認知元素」：

分析不同認知訓練計劃，我們發現它們都是針對患者受影響的能力而設計相關訓練活動，當中訓練的認知元素包括：記憶力、專注力、語言能力、數算能力、視覺感知力、辨認能力、自理能力、解難能力和社交技巧等。

## 探究過程

### 玩具定位與遊戲規則：

綜合以上背景和資料，我們決定以科學原理及 STEM 方法自製棋類活動（包括自製一個棋盤和兩個玩具套件），腦友記在下棋的過程中亦要達成一些挑戰任務，而棋盤和挑戰任務都隱藏著認知元素，讓他們寓訓練於娛樂。

這副棋可讓 2-3 個腦友記參與，另由 1 位訓練人員主持。棋盤共有 27 格（編號 1-27），類似「大富翁」和「生命之旅」遊戲的形式，沒有終點位置而是不斷繞圈。腦友記需擲骰子，按點數下棋，如果踏進「挑戰任務」格，則需要完成相關簡單任務。直至所有任務卡用完，比賽才宣告結束。完結那刻，棋子在棋盤編號最大那格的腦友記算是勝出。

## 資料搜集

### 什麼是「認知障礙症」：

認知障礙症 (dementia) 是大腦功能衰退的疾病，最常見的類型是阿茲海默症（成因未明），另外亦可能是腦中風等疾病造成。患者的記憶力、注意力、理解力、判斷力、語言、學習和計算能力、執行功能、感知和社交認知等都會受影響。65 歲以上人士或中年人均有機會患上此病，在這次探究中，我們為他們取了個新名字——「腦友記」！





## 棋盤設計與設計循環：

### 棋盤結構：

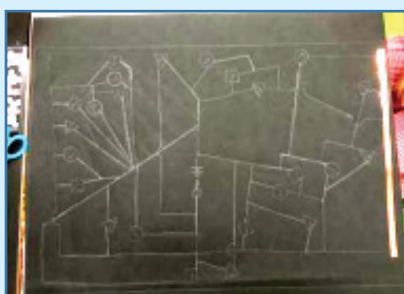
1. 為達到感官刺激的效果，在討論階段，我們原本打算設計到腦友記每下一步棋，棋盤都會發光和發聲。因此，在正式設計時，我們就決定要把棋盤分為上下兩層，上層是棋盤面板，附有多個洞孔，而下層則接駁電路，在洞孔位置電路會斷開。當導電的棋子插進洞孔時，就可以把電路閉合。
2. 我們反思過後，如果整個活動過程都不斷發光發聲，感官刺激的效果就會弱化，而且遊戲失去刺激和樂趣，因此我們作出設計上的改良，只有棋子踏進某些格數（要抽取任務卡的格數）時，才會把電路閉合，帶出驚奇的效果。

### 上層棋盤面板：

1. 我們希望在棋盤上加入視覺感知力的訓練元素，於是決定把每一格設計成三個不同形狀的洞孔（圓形、正方形、三角形）。每位腦友記拿著一個形狀的棋子（圓柱體、四角柱體或三角柱體），下棋時他需要把自己的棋子插進對應的洞孔。
2. 我們本打算用發泡膠製作，但如上設計，我們的面板就要開出每格相同大小的洞孔。靠人力根本難以短時間和準確達成目標，我們不得不放棄最初想法。再次討論時，有同學建議使用鐳射切割膠片，但一般鐳射切割機太小，配合不到我們設計的尺寸。經指導老師協助聯絡，屯門新生命教育協會平安福音中學願意提供支援，我們提交設計圖樣，由他們使用校內大型鐳射切割機切割，終於得到成品！

### 下層電路：

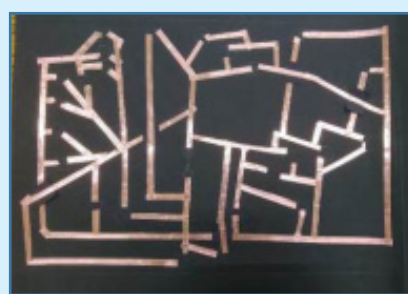
1. 電路如何接駁是我們的討論焦點。配合我們的設計，一隻導電的棋子插進洞孔就可以把電路閉合，因此我們排除了「串聯電路」的使用；「並聯電路」的每條電路電流都相同，不會影響光度或聲量，亦正好符合我們的設計目標。
2. 經過分析和公平測試（見下一部分內容），我們決定使用銅帶代替電線。我們在黑板畫出概念草圖，思考過接駁上的可行性，後來再在畫紙上按尺寸和洞孔位置畫出真實的電路圖，最後才按照電路圖貼上銅帶。



繪畫電路圖



製作電路過程



電路成品

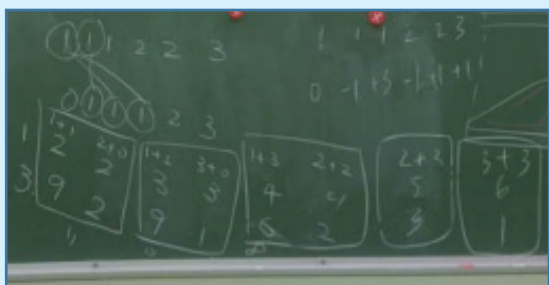
### 電路斷路方式：

1. 我們在討論時想到，棋子一直插在洞孔的話，進行任務時棋盤就一直閃燈發響，這是不合理的，我們必須想出一個斷電方法。排除了用人手把棋子挪開的選項，大概就是要應用智能工具，編寫程式讓棋子把電路閉合數秒後就斷開，這大概要花費我們數天或數星期的功夫。
2. 然而，一再討論後，有同學大膽提出一個更簡單的方式——應用「同極相拒」的科學原理！把一塊磁鐵放在電路的斷路位置，再於棋子上加上同極磁鐵。當腦友記把導電棋子插進洞孔，電路閉合；當他放手，棋子隨即因「同極相拒」的原理而稍稍彈起，形成斷路！面對這簡單而令人興奮的大膽假設，我們決定要小心求證，尋找相關材料製作及進行測試，最後成功製作出相關部件。

骰子：

1. 據我們了解，部分腦友記連基礎一位加數也算不到，故此為達到基本數算能力訓練，我們決定製作兩顆骰子（數字只有零、一、二和三），每次下棋擲骰就成為了加數的訓練，而行棋步數則是數數訓練。由於棋盤只有 27 格，每次步數不宜過多，骰子數字只有零、一、二和三亦有效限制每回步數。太小或太大的步數出現次數也不宜太多，減少個別腦友記「大落後」的機會。
2. 兩粒骰子六面的數字將是「0-1-1-1-2-3」及「1-1-1-2-2-3」，骰子數字的組合會影響不同步數出現的或然率 (Probability)，我們使用列舉法作出分析，認為步數合理：

擲骰步數	1	2		3		4		5	6
組合	0+1	1+1	0+2	1+2	0+3	1+3	2+2	2+3	3+3
出現次數	/	9	2	9	1	6	2	/	/
	3	11		10		8		3	1



運用列舉法



進行分析的過程



骰子成品

## 測試過程及結果

### 基本分析：

回應上文「下層電路」部分，我們曾就底部電路的材料使用進行討論、資料搜集及分析：

材料	導電情況	方便度	價錢	備註
電線	✓✓✓	✓	✓✓✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 使用錫線焊接 (麻煩、易斷) 或</li> <li>• 鱷魚夾 (佔大量空間)</li> <li>• 電線交疊可能做成混亂</li> </ul>
導電墨水	✓✓✓	✓✓✓	✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 價錢為電線和銅帶的50倍以上</li> </ul>
銅帶	?	✓✓	✓✓✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 同學未用過，不肯定成效</li> </ul>

經過分析，我們認為銅帶在方便度和價錢方面都表現平均、理想，但我們只曾在學校見過它，卻未使用過，不肯定其導電情況，故決定進行一些公平測試，以確定是否適用。



### 公平測試 1：

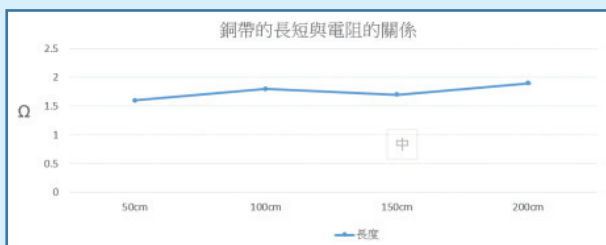
問題辨認：	銅帶的電阻會否比其他材料大？
測試設計：	在同一環境下，以不同材料製作相同長度的電路，以電阻計測量其電阻
唯一變項：	物料種類
依變項：	電阻大小

#### 測試結果：

銅帶的電阻約  $1.7\Omega$ ，與電線 ( $2\Omega$ ) 和導電墨水 ( $2\Omega$ ) 十分接近，導電性能佳，值得我們選用。為了認識更多，我們更測試實驗室中找到的不同物料電阻作為比對，例如銀鍊 ( $3.5\Omega$ )、鐵匙 ( $80\Omega$ )、鐵尺 ( $65\Omega$ )、發泡膠 ( $>200000\Omega$ )。雖然長度不同，但相信這些數字值得我們參考。雖然我們認同銅帶的導電性能，但仍想進一步認識其特性，例如其長短和粗幼對電阻的影響（一般情況，愈長和愈幼會使電阻增加），故繼續進行以下公平測試。

### 公平測試 2：

問題辨認：	銅帶的長短會否改變電阻？
測試設計：	製作50、100、150和200cm長的銅帶電路，以電阻計測量其電阻
唯一變項：	銅帶長度
依變項：	電阻大小

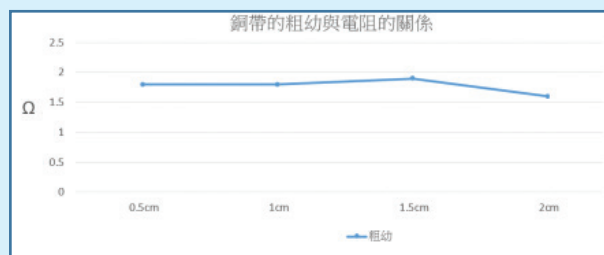


#### 測試結果：

電阻一直與  $1.7\Omega$  的水平十分接近，表明銅帶長至 200cm 對電阻大小仍無太大影響。為求準確，我們設計的電路不會長於 200cm。

### 公平測試 3：

問題辨認：	銅帶的粗幼會否改變電阻？
測試設計：	製作0.5、1、1.5和2cm闊的銅帶電路，以電阻計測量其電阻
唯一變項：	銅帶闊度
依變項：	電阻大小



#### 測試結果：

電阻仍然維持  $1.7\Omega$  左右的水平，表明銅帶幼至 0.5cm 對電阻大小仍無太大影響。為求準確，我們設計的電路不會幼於 0.5cm

### 成品測試：

在探究目標中，實用性及趣味性難以量化和用實驗室的公平測試找出客觀數據。然而我們仍能完成了以下三個層次的測試，嘗試確認玩具套能正常運作，亦具有一定實用性和趣味性，配合到探究目的：

#### 基本運作層次：

在完成電路製作後，我們先作中段測試，證實複雜的並聯電路連接正確。玩具套完成後，我們探究團隊亦親自下棋，確認每個玩具套件都正常運作。

#### 實用層次：

我們邀請專業的社工姑娘觀摩玩具套的運作並給予意見，確認玩具套能配合認知訓練、訓練元素亦充足，亦有改善和強化現有的訓練元素。



### 趣味層次：

我們的親人可能會為了鼓勵我們而順口認同我們的設計。為增加測試可信性，我們特意請了老師協助尋找其他認知障礙症患者試用玩具套。我們後來再訪問老師和患者，均認同訓練玩具套具趣味性。

為得到更具說服力的測試結果和數據，從而得到改善建議，並真實地回饋社會，我們希望稍後到老人院或接觸相關機構進行測試，讓更多腦友記使用此玩具套。我們已找駐校社工姑娘協助查詢和聯絡，而首次測試已定於展覽後兩天進行。

### 應用

由於整個下棋活動在所有任務完成才會完結，因此任務的數量不能過多，避免時間過長。經討論後，我們共設計 12 個任務，全部配合認知元素訓練。主持活動的人員（一般是社工）可以按實際情況靈活使用或增減這些任務，藉此引導腦友記進行簡單訓練。

### 活動主要分為以下 4 個大類別：

#### 任務 1-3：

- 主要是說話分享訓練，不需額外玩具套件配合
- 腦友記需向大家分享一件生活中有趣或深刻的事

#### 任務 4-6：

- 主要是自理能力訓練，同樣需配合使用自製玩具套件《腦友法寶》
- 腦友記需介紹一些指定電器的使用方法，如有忘記，可先掃描相關電器相片，得到片段指示後，再次作答

#### 任務 7-9：

- 主要是緬懷活動訓練，需配合使用自製玩具套件《腦友法寶》
- 腦友記可挑選任何一位家人的相片掃描，當畫面顯示後，向其他腦友記展示並介紹其親屬關係和與他相關的任何資料，如有忘記，可先觀看整段短片，稍作記憶後再作答

### 任務 10-12：

- 主要是各種能力訓練，需配合使用自製玩具套件《磁筆畫寫拼圖》
- 腦友記需臨摹指定的圖片，拆散後可再次併合

《腦友法寶》和《磁筆畫寫拼圖》都是充滿著 STEM 元素，亦以 STEM 方法自製而成，因字數所限，製作過程不在此詳述。

### 兩個玩具套件的簡介：

#### 《腦友法寶》：

- 應用智能工具，製作配合擴增實境 (AR) 技術的短片，短片內容為「家人自我簡介」和「家庭電器的使用簡介」，通過 AR 技術，將短片製成擴增物件
- 當開啟 AR 軟件，向著家人或電器相片掃描，就可看到預先拍攝的短片
- 製作它的目的，一方面是希望透過影片中家人的分享，協助腦友記記憶家人的相貌及與自己的關係，另一方面是訓練他們料理家務或提示他們如何使用電器，建立成就感

#### 《磁筆畫寫拼圖》：

- 由 4 塊應用「磁力」和「表面張力」而運作的小科學磁畫板芯改裝而成，4 塊小畫板合拼成 1 塊大畫板，當主持人放上印有指定圖案的膠片，「腦友記」就可在上臨摹
- 用磁筆繪圖取代現有認知訓練慣常使用的白板筆來訓練執筆力量和操控筆桿能力
- 這設計隨了減少臭味、易於書寫、容易觀察外，畫好圖案後把 4 塊板芯拆散，讓腦友記再次拼砌回剛才畫的圖像，作進一步的訓練，使訓練具延展性





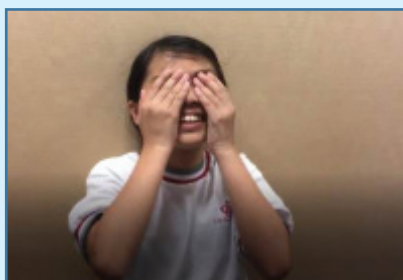
任務卡設計手稿



任務卡電子稿



任務卡製作過程



《腦友法寶》製作過程



《腦友法寶》拍攝過程



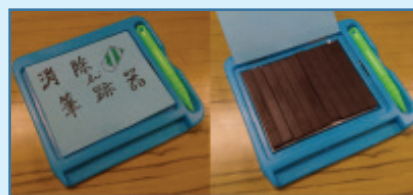
《腦友法寶》測試



《磁筆畫寫拼圖》製作過程



《磁筆畫寫拼圖》成品及膠片



消除筆跡器和內部結構

## 建議

1. 我們認為可把現有的任務卡電子化，例如應用具抽簽功能的 App。電子化的優勢是可隨時更改挑戰任務內容，去配合不同腦友記的實驗情況和訓練需要，使訓練更人性化。
2. 香港正推動「智慧城市」發展，我們認為可以把《腦友法寶》獨立抽取出來，並增加更多教導他們料理各種家務、使用電器的片段，讓腦友記在家中使用（尤其是獨居或家人需要上班的腦友記），既可作隨時訓練，亦可成為他們生活上的好拍檔，建立成就感。

## 總結

在這次探究中，我們利用科學原理及 STEM 方法製作出認知訓練玩具套，它以棋盤作為主軸，並配以兩個在挑戰任務中使用的科學科技套件。經目前測試所知，認知訓練玩具套有效提升訓練趣味性，亦能繼續保持及強化現有訓練元素。希望將來可以有更多腦友記因這玩具套而受惠。



## 感想

「讓玩樂添上價值，讓設計回饋社會」，由去年十一月左右，我們帶著使命感開展了這個具意義的探究。在製作與改良過程中，一方面我們要兼顧不同的認知元素有否遺漏，另一方面亦必須時刻關注自製玩具的趣味性是否足夠，這對我們來說有一定挑戰。另外，我們有不少 STEM 知識和能力，過程中我們嘗試靈活使用科學技能、智能科技、數學概念和設計循環等。但特別的是，在使用科學原理解決斷電方式一事上，我們發現高科技不是解決困難的唯一方法。有時我們會不知不覺把解難方式複雜化，其實一個簡單的科學原理和便宜的配件，已足以讓我們完整地解難！

## 鳴謝

新生命教育協會平安福音中學

### 小貼士

作品配合 STEM 元素及生活需要，遊戲設計有趣味性。能協助有認知障礙人士進行多元化的訓練，並能巧妙應用不同的科學原理，看見當中用心之處，實用性高！

## 參考資料

衛生署。長者健康服務網站〈認知障礙症〉。擷取自：

[https://www.elderly.gov.hk/tc\\_chi/common\\_health\\_problems/dementia/dementia.html](https://www.elderly.gov.hk/tc_chi/common_health_problems/dementia/dementia.html)

智活記憶及認知訓練中心。〈什麼是認知障礙症〉。擷取自：

<http://mlc.cfsc.org.hk/about-dementia>

衛生署。長者健康服務網站〈為認知障礙症患者選擇合適的活動〉。擷取自：

[https://www.elderly.gov.hk/tc\\_chi/carers\\_corner/dementia\\_care/activityprogramforpersonswithdementia.html](https://www.elderly.gov.hk/tc_chi/carers_corner/dementia_care/activityprogramforpersonswithdementia.html)

管家易。〈長者認知訓練計劃〉。擷取自：

[https://www.ezhome.com.hk/index.php?option=com\\_content&view=article&id=120&Itemid=518&lang=tc](https://www.ezhome.com.hk/index.php?option=com_content&view=article&id=120&Itemid=518&lang=tc)

東華三院。長者智晴坊〈智晴寶〉。擷取自：

[http://acsc.tungwahcsd.org/products\\_details.php?id=8](http://acsc.tungwahcsd.org/products_details.php?id=8)







# 喺 Bit 智能琴



學校：筲箕灣崇真學校

組員：邱博恩同學、蘇俊彥同學、黎競謙同學、周正熙同學、羅晶晶同學、吳銘升同學

教師：沈藝老師、蘇詠欣老師、何漢生老師



## STEM原理

### Micro:bit :

本研究利用 Micro:bit coding 內預設的音效積木和“IF TRUE THEN ELSE”邏輯，使用二進制方式來編寫程式，並把琴鍵中的銅片膠紙與 Micro:bit 接駁形成閉合電路，使 Micro:bit 輸出不同的音階。

### 閉合電路：

使用 Micro:bit 環孔連接器 (P3V、P1、P2) 及邊緣連接器 (P8) 來與琴鍵形成閉合電路。外插電源接駁 Micro:bit, P3V 連接器作電流的輸出通往琴鍵，琴鍵底部貼上銅片膠紙，銅片膠紙是導電體，能讓電流通過。而三條銅片膠紙 (line 0、line1 及 line2) 分別接駁着 P2、P8 及 P1 連接器。而 P0 及 GND 接駁揚聲器，使電路完整。

在程式上，P1、P2 及 P8 使用 digital input (即只有 0 或 1 的 input)。因採用二進制形式，三個 P1、P2 及 P8 digital inputs 可有  $2^3=8$  個條件輸入，利用“IF TRUE THEN ELSE”邏輯，即可產生 7 個音階及 1 個靜止狀態。

## 探究意念

昔日的玩具主要是提供娛樂給兒童。父母總覺得我們玩玩具是消磨時間，甚至浪費光陰，荒廢學業，有見及此，我們想研發新世代的玩具，來改變父母對玩具的觀念。

近來全球推行的 STEM 教育，我們認為新世代的玩具必須引入 STEM 元素，讓兒童動手製作玩具，訓練兒童解難能力和創意思維。另一方面，全球關注環境保護，大家的環保意識提高，利用廢物來升級再造新世代的玩具，使玩具更具價值。

本研究目的是研發一個結合智能 (Micro:bit 編程) 及環保 (以紙皮為製作物料) 兩大元素的「喺 Bit 智能琴」，讓兒童體驗 STEM 過程，並改變大眾對玩具的看法。

音階	Codes
靜止	000
C	001
D	010
E	011

音階	Codes
F	100
G	101
A	110
B	111

當琴鍵按下，line 0、line1 或 line2 銅片膠紙與琴鍵下的銅片膠紙接觸，讓電流通過，形成閉合電路，這是 input“1”。在 line 0、line1 及 line2 銅片膠紙上指定位置貼上白色標貼，用來阻隔琴鍵下的銅片與 line 0、line1 或 line2 銅片膠紙接觸，不能讓電流通過，這是 input“0”。

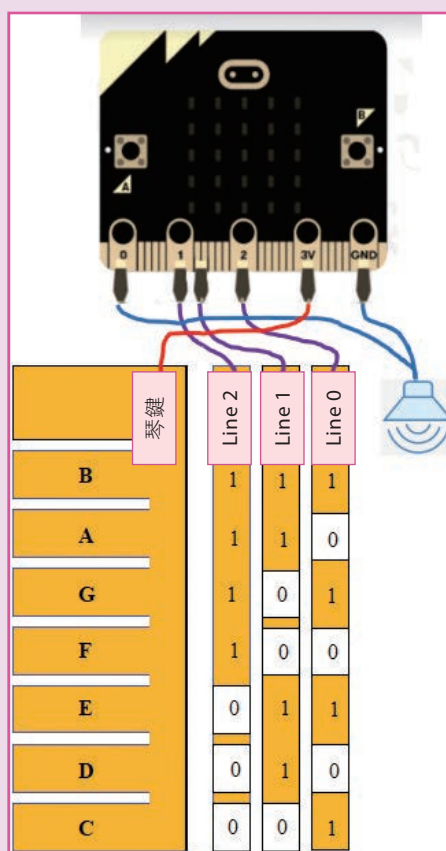
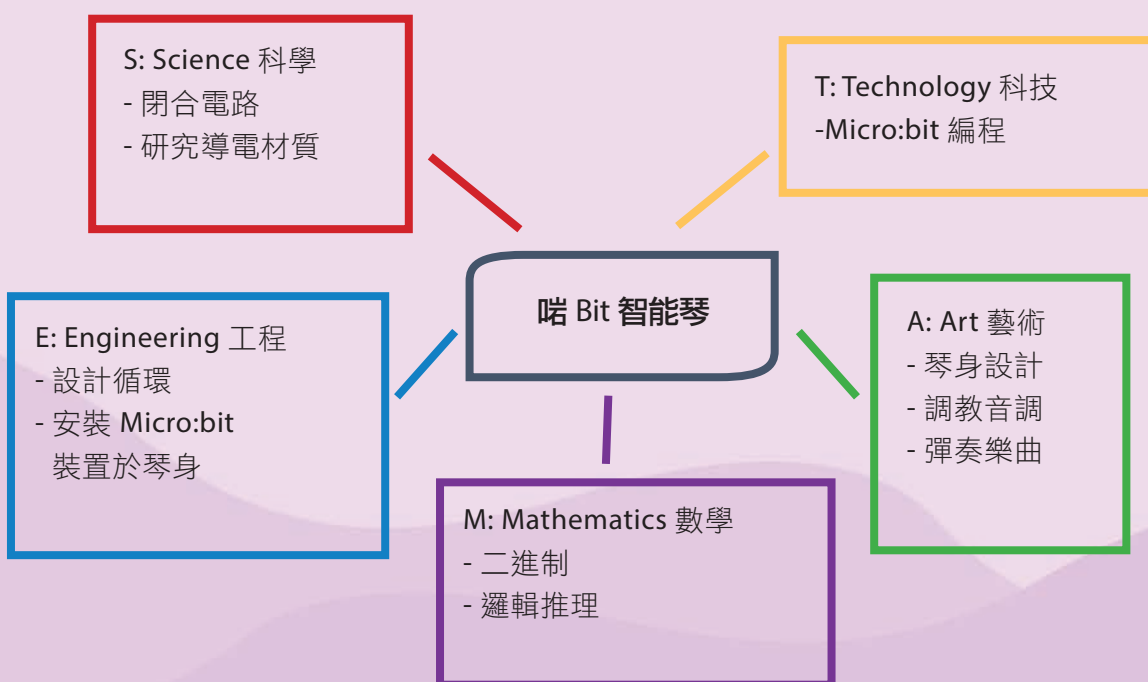


圖 1：琴鍵和 micro:bit 形成閉合電路



圖 2：Micro:bit 編程：中音



## 測試器材及材料

共有三個琴鍵，一個基本琴鍵材料如下：

1 個 Micro:bit、1 個邊緣連接器擴展板、6 條杜邦線、十數條鱷魚夾電線、3 條 1cm 闊的銅片膠紙、1 塊大銅片膠紙、數十塊白色標貼和小銅片膠紙、1 塊 A4 紙箱的紙皮等。

共有 5 個 Micro:bit，功能如下：

Micro:bit	功能
A	中音音階及Radio傳送
B	高音音階
C	低音音階
D	琴譜
E	Radio接收（通知父母）

琴身的包裝材料如下：

3 個 iPad 盒、紙皮、數條 USB 線（外置電池或家用電源）、1 個揚聲器等

利用 “Tuner T1” apps 來測試音階的準確度。

## 測試過程及結果

參考網上 coding 再用紙測試：

以 STEM 為方向構思新世代玩具，另外有見電子琴價格昂貴，我們考慮以智能琴為題，參考 Youtube 網上 Micro:bit 琴的片段及 coding，再研究可行性。以普通白紙嘗試製作（見圖 3），發現普通白紙比較軟，在有些需要與 line0、line1 和 line2 接觸以完成閉合電路發音的音調，如 B 調，琴鍵上錫紙未能完全與三點接觸，導致音調不準。於是我們嘗試用圖釘和紙皮做琴鍵，令三粒圖釘分別更準確地與 line0、line1 和 line2 接觸。但發現效果仍是不夠理想（見圖 4）。



圖 3



圖 4

由於普通白紙的比較軟，我們發現另一個問題，就是它沒有回彈性，有些琴鍵因而與 line0、line1 和 line2 接觸而出現長響的情況（見圖 5）。於是我們考慮用較硬身的材質製作琴鍵（見圖 6）。



圖 5



圖 6

轉用紙皮做琴鍵：

以紙皮嘗試製作，發現紙皮有回彈性，適合成製作材料（見圖 7）。不過，在多次測試音調後，發現錫紙有損壞、斷裂的情況，無法完整閉合電路。有見及此，我們想到兩個解決方法，第一，嘗試用較堅硬的銅片膠紙代替。第二，加厚銅片膠紙與鱷魚夾電線連接的部分，減少損壞的可能（見圖 8）。



圖 7



圖 8

琴鍵接觸不良：

在 line0、line1 和 line2 銅片膠紙上指定位置貼上白色標貼（見圖 9），有些位置要加上多一層白色標貼，因若有一絲銅片膠紙邊緣外露也會讓電流通過，導致音調不準（見圖 10）。當按下琴鍵時，琴鍵底的銅片膠紙未能同一時時接觸 line0、line1 和 line2 的銅片膠紙，於是某些音調，例：B 音（原先 codes 是 “111”）會變成 C 音（001）；A 音（原先 codes 是 110）會變成 D 音（010），因此我們在 line0 和 line1 的銅片膠紙位置不斷加厚（見圖 10），直至琴鍵接觸優良，並用 “Tuner T1” apps 來調較音調的準確性（見圖 11）。



圖 9



圖 11



加厚line0的銅片膠紙

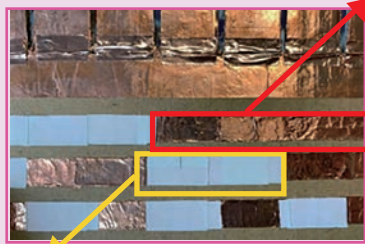


圖 10

加厚白色膠紙致完全覆蓋銅片膠紙

### P8 digital input 不準：

需將琴鍵部分用鱷魚夾電線連接至 Micro:bit，完整閉合電路發出音調，唯鱷魚夾太大，無法很精準地夾在 Micro:bit 的 P8 digital input 上（見圖 12），引致 Micro:bit 長響。於是，我們利用邊緣连接器擴展板、杜邦線和鱷魚夾連接琴鍵部分至 Micro:bit，穩定了所有 digital input 的準確性（見圖 13）。



圖 12



圖 13

### 在編程加上低音和高音：

我們期望可以製作擁有低、中、高音階的琴鍵，於是我們在參考原有的中音階，在編程加上低音和高音，令智能琴的音階更完整，以彈奏更多不同的樂曲。

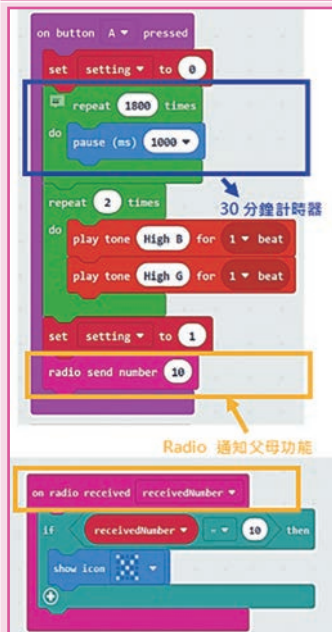
### 在編程加上了控制彈琴時間和顯示琴譜功能：

完成低、中、高音階的琴鍵部分，我們嘗試在編程上加上兩個附加功能（見圖 14），分別是控制彈琴時間和顯示琴譜功能。喺 Bit 智能琴設有家長模式，只須按下 Micro:bit A、B 和 C 的「A 按鈕」，當預設彈琴時間（例：30 分鐘）已到，Microbit A（負責中音琴鍵）會終止琴鍵的輸出音階功能，並以 radio 無線通訊傳輸到父母的 Micro:bit E，通知父母彈琴時間已過。（見表 1 和表 2）



圖 14

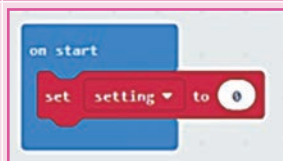
### 家長模式 (按鈕A)



Micro:bit E:Radio 接收 (父母)

(續上表)

### 基本模式

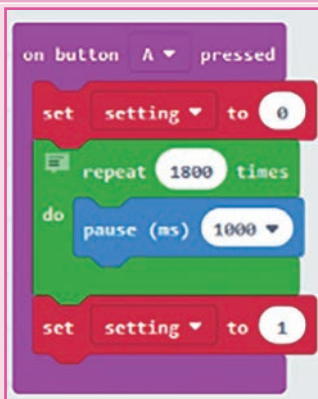


### 家長模式 (按鈕A)



表 1：喺 Bit 智能琴功能 (1)：控制彈琴時間功能  
Micro:bit A（中音）的基本模式及家長模式 coding

家長模式  
(按鈕A)



基本模式



(續上表)

家長模式 (按鈕A) 或基本模式

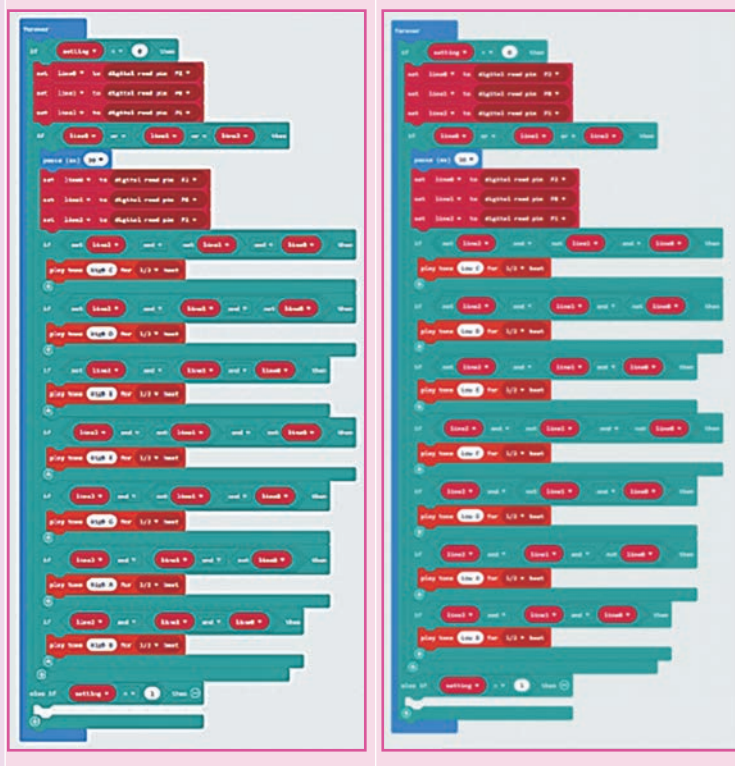


表 2：喺 Bit 智能琴功能 (1)：控制彈琴時間功能  
Micro:bit B (高音) 和 Micro:bit C (低音) 的基本模式  
及家長模式 coding

另外琴也有顯示琴譜功能，在琴譜位置的  
Micro:bit D 屏幕按節拍顯示音名，使用者只須  
跟從顯示按下琴鍵，便能彈出美妙的樂曲（見  
圖 15）。

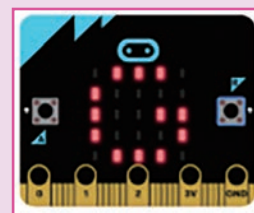
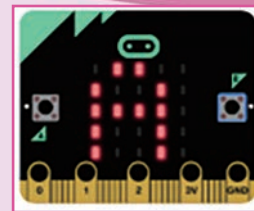
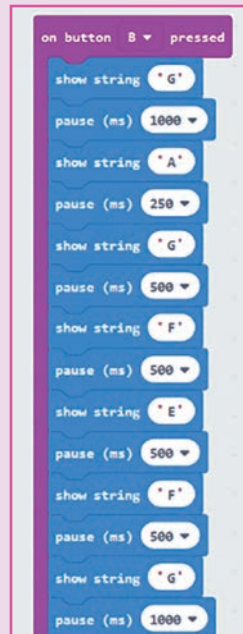


圖 15：喺 Bit 智能琴功能 (2)：顯示琴譜功能  
Micro:bit D (琴譜) 的 coding

用紙箱包裝琴身：

利用 3 個 iPad 盒、紙皮來包裝琴鍵和琴  
身，並用數條 USB 線接駁外置電池或家用  
電源及接駁揚聲器。（圖 16- 圖 22）

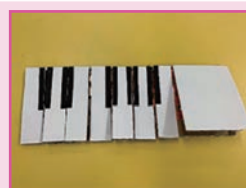


圖 16

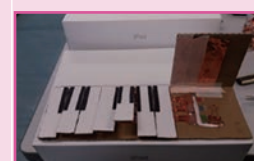


圖 17



圖 18



圖 19



圖 20



圖 21

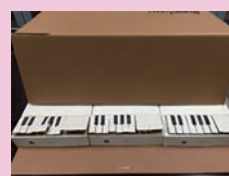


圖 22



## 總結

我們透過研發**Bit 智能琴**，結合智能（**Micro:bit** 編程）及環保（以紙皮為製作物料）兩大元素，體驗 **STEM** 過程，作為新世代玩具。

### 咁 **Bit 智能琴** 的特色：

- 琴鍵和琴身均使用環保物料（紙皮）製作。
- 價錢比普通電子玩具琴便宜（當中的 **Micro:bit** 和揚聲器可自備或另配）。
- 有低、中及高音階的琴鍵，多元化組合。
- 製作材料簡單，只包含紙皮、銅片膠紙、**Microbit** 及配件，使用者能按提供的材料包及說明書，在家自製產品。
- 添加了控制彈琴時間的功能，設有家長模式，讓家長方便控制子女彈琴時間。
- 添加了樂曲音名顯示琴譜功能，適合初學者跟着這功能彈奏美妙樂曲。

### 限制：

- 因每音階是由二進制的 **codes** 來設定，未能彈出和弦及半音階。
- 紙皮的耐用程度會因潮濕天氣或過度使用而降低。

### 延展：

- 加強琴鍵接觸位的穩定性，發出準確的音調。
- 現在分別利用三個 **micro:bit** 來彈出低、中、高三個音階，希望將來能測試到哪些 **PIN** 與 **P1**、**P2** 和 **P8** 輸入模式相同，可節省 **micro:bit** 數目。
- 我們原想把三個 **Micro:bit A**、**B** 和 **C**（分別是中、高、低三個音階）以 **radio** 無線聯繫起來，利用 **Micro:bit A**（中音）來作中央處理（一起同步計時）及接上揚聲器，可惜失敗了，希望將來能編寫這程式，優化計時器及通知父母功能，並簡化接駁揚聲器的程序。

## 小貼士

同學有適當運用編程，並以商品作目的，顧客可購買智能琴後，自行組裝智能琴，意念甚佳。另外，能夠運用簡單及環保材料自製玩具，更設計了材料包，讓其他人也能分享當中樂趣。

## 感想

**邱博恩同學：**我因為參加這次展覽而感到幸運和高興。首先，我喜愛編寫程式，因此我幫助老師編寫了部分的 **Code**，而且這次的活動增加了我與其他組員的友情及訓練大家各方面的技能，使我們獲益良多。

**蘇俊彥同學：**參與「常識百搭」活動後，我們獲益良多。我們學到分工合作的重要性，因為如果我們沒有分工合作，就沒可能無法在限期內完成作品。其次，我也增加了對「**STEM**」的認識，以便我更加順利參與其他活動。

**黎競謙同學：**我十分榮幸參加「常識百搭」製作「**咁 Bit 智能琴**」。在製作過程中，我們遇到不少困難，但在老師的教導下，順順利利地完成這個偉大的「傑作」。我不但更深入地了解「**STEM**」，以及知道團隊合作的重要性，學習到如何使用科技產物。我感到很高興以及榮幸。

**周正熙同學：**在製作這個琴的過程中，我獲益良多，我們透過跟同學合作，學會了表達自己的意見，以及接受他人的意見。我們在當中也遇到重重困難，例如編寫程式時出錯，製作的材料不穩定等。所以我十分享受這個活動。

**羅晶晶同學：**透過常識百搭展覽，我對「**STEM**」增加了認識和興趣，我們在製作過程中遇到了很多困難，但是在老師們耐心的教導和幫助下，我們都一一跨過了。最終，在我們互相幫助和合作下，成功地製作了「**咁 Bit 智能琴**」。我覺得很有成功感，因為這是我們靠自己的雙手與智慧去製作的。

**吳銘升同學：**透過常識百搭展覽，我變得更加堅強和有耐性，即使在製作過程中遇到了重重困難，我們也堅持不懈。此外我也對「**STEM**」有更深的認識。最後，我明白到要學習聆聽別人的意見，並勇於發表意見，才會有進步。

## 參考資料

**Micro:bit Paper Piano**，擷取自：[https://www.youtube.com/watch?v=6a\\_rykLIN3k](https://www.youtube.com/watch?v=6a_rykLIN3k)





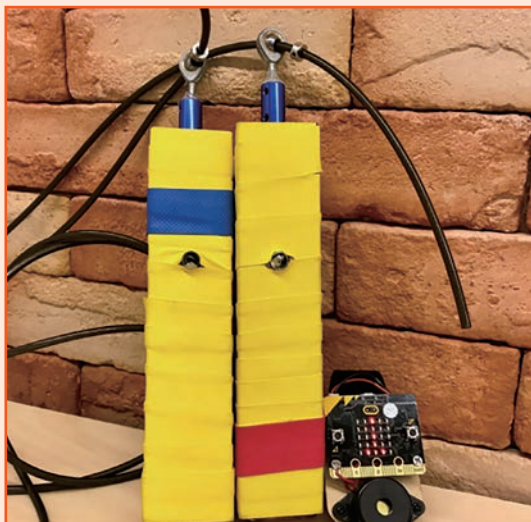
# 智能跳繩發電機



學校：九龍婦女福利會李炳紀念學校

組員：李晉傑同學、李顯勳同學、李顯熙同學

教師：許珊珊老師、彭英麟老師



## 目的

我們希望能研發一個既運動又娛樂，又能方便攜帶的發電裝置。

現時與做運動有關的發電裝置，有將動能轉換成電能並聯到市電的跑步機、發電彈床、發電單車等。例如發電單車連接至發電裝置和電池，以供電子時鐘運作。讓人除了做運動之餘，還能儲電利用。但這些裝置流動性低，攜帶不方便，未能在做運動時隨時隨地儲電。

## 探究意念

一個家庭能源開支若超出總收入 10%，便可界定為「能源貧窮」戶。

世界綠色組織最新研究發現，香港有逾 14.4 萬個家庭活於「能源貧窮線」下，即能源開支（包括電費和煤氣費）超出家庭總收入 10%，而這些家庭主要住在俗稱劏房的分間樓宇（板間房）或寮屋。

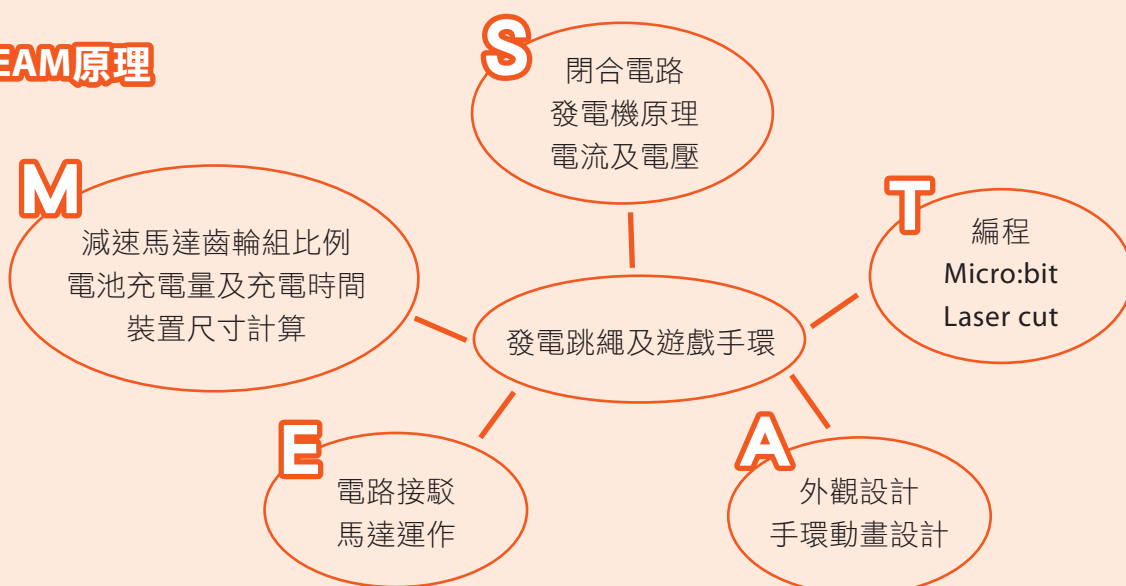
電力已是市民日常生活的基本所需，世界綠色組織最近分析 2 人家庭的用電需求，每月要用上約 400 度電（即約 400 元電費），才能維持日常基本生活需要。根據政府統計處 2012 年人口普查結果，即使計及政府向有需要市民提供社會福利（包括綜援及生果金），全港仍有逾 14.4 萬戶每月收入少於 4,000 元，其中 8.5 萬戶收入少於 2,000 元，他們基本用電開支已超出家庭總收入 10%，電費開支佔了收入很大的比重。以 2012 年全港近 237 萬個家庭計算，即每 6 個家庭，便有 1 個屬於能源貧窮，情況令人關注。

故此我們希望能設計一個環保、好玩且能發電的裝置，詳情如下：

1. 攜帶方便，能夠隨時隨地跳繩做運動及玩樂。
2. 跳繩時能發電及儲電，讓人體驗環保節能。
3. 將儲下的電能拿取用於不同用途，如 LED 光。
4. 跳繩時能自動計算跳繩的次數，與其他人作比賽，增加趣味。



## STEAM原理



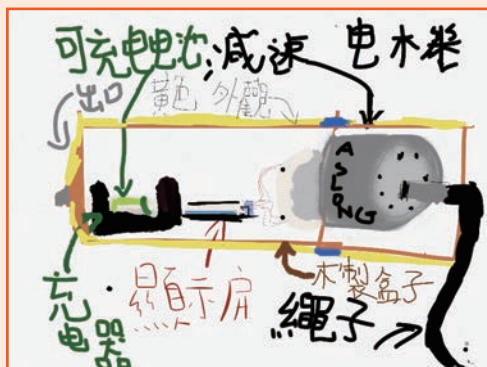
## 測試器材與材料

### 零件：

木板（裝置模型板）、Micro:bit 主控板、減速電機、USB 電壓計、LED 燈、2A 叉電器、聯軸器、鎖繩器、魚眼桿、繩子、魔術貼帶、蜂鳴器

### 智能裝置設計圖：

智能跳繩發電機使用技術：減速電機、USB 輸出穩壓器、USB 充電器、LED 燈

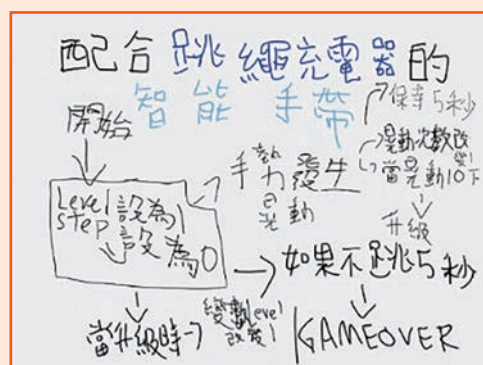


遊戲手環使用技術：Micro:bit、蜂鳴器



## 探究過程

### 裝置操作概念圖：



### 製作過程：

決定哪款馬達最適合安裝於跳繩手柄上：

透過測試每款馬達的轉動所帶動的能量。另外，網上搜集發電機資料：發電機原理是電動機的相反，當轉動馬達，當中的線圈轉動便會產生感應電流。發電機愈大愈好，愈能產生高品質的電量。但過大過重都不適合於這個設計當中。最合適的尺寸為 40mm<sup>2</sup> 內。因此，我們依所搜集的資料及測試，決定馬達的類型。





(利用USB電壓計測量不同減速電機的出電效能。)

測試如何能讓較細的馬達也能輸出理想的電流：我們會嘗試在馬達的前端安裝齒輪組，藉此提升轉動。加裝了齒輪組的馬達稱之為減速電機。

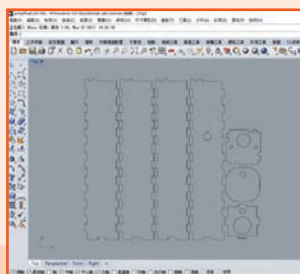
依所搜集的資料：齒輪比愈高，反向輸出的電流便會愈高，但相對需使用的動力也愈高。

最後，會利用鋼絲繩的轉動來帶動馬達轉動，並利用組件十轉動馬達進行測試馬達轉動帶動的動力。結果發現能產生的動力並不算太高，所以經過比較下，選擇齒輪比太高的減速電機的方法不太合適。

#### 製作裝置模型：

利用 CAD 圖設計軟件，將裝置模型用木板 laser cut。

裝置外盒完成後，便將所有電子元件一併安裝在內並可進行不同測試。



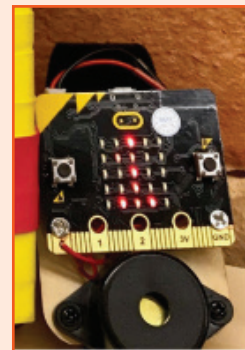
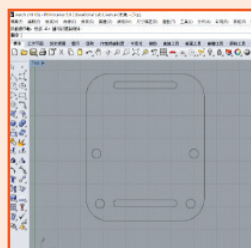
(Rhinoceros 5)



(正在銲接LED燈)

利用 Micro:bit 編程，測試計算跳繩的下數及發出提示聲：

除了跳繩發電外，為了讓使用者清楚知道自己跳繩的下數，我們會利用編程設計通關的提示，例如利用聲音提示、顏色燈作提示等，讓跳繩者得知自己跳繩的成績，增加跳繩的趣味性。

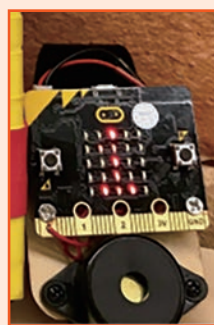


#### 測試跳繩時是否發電：

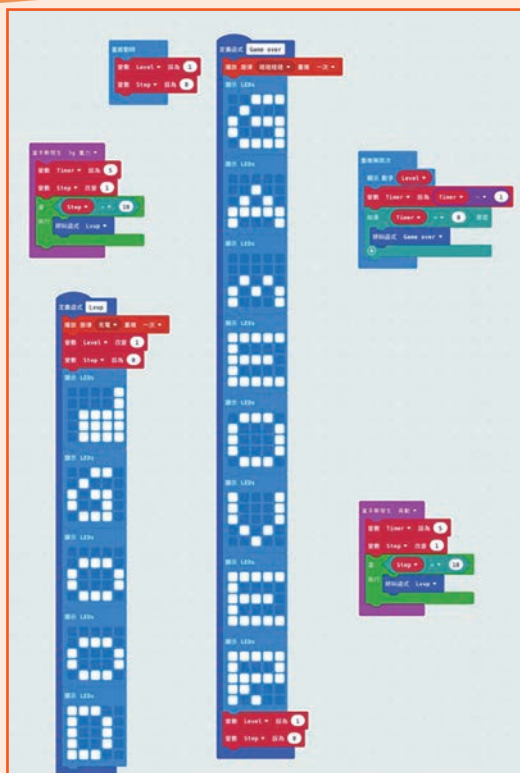
為了讓使用者清楚知道自己跳繩時繩裝置是否能發電，我們會在跳繩手柄上加上燈的提示，例如當發電時，手柄上的燈並會亮起藍燈。因此，我們會進行多次測試，試驗跳繩發電的穩定性。



#### 遊戲手環 Micro:bit 編程：







## 困難

因可用的馬達受到很大的限制，因此最終能產生的電量不算高。但若能連續充電一小時，該電量足夠讓 LED 燈照明一晚時間。

## 感想

**李顯勳同學：**在這次過程中，我學會了團結，因此我覺得很開心。這件產品是為了幫助需要用電的人，原理是借用跳繩的動力轉成電力，儲在充電池上。還有這是我的第一個作品，都是因為我們團結和在老師的指導下才完成，所以我很榮幸參加這次展覽。

**李顯熙同學：**通過這次展覽，我領會到團結的重要性。不過當然整個過程也很開心。本來我以為這個裝置會很難設計，但經過討論後，當動手製作時慢慢發現原來很簡單。希望這個發電機能幫助到有需要的人。

**李晉傑同學：**我覺得這個發電機既好玩，又可以獲得能量。我的工作是把跳繩發電機組裝好，再把它裝飾好。一開始我遇到了很多困難，但是經過老師的教導後，我就克服了。我希望這個產品可以幫到需要用電的人。

## 應用



繩子連接發電機

發電機運作時，會帶動 LED 燈發亮提示。



裝置末端置有儲電池。能取出於其他地方使用。

取出的電池能用於其他地方使用。例如 LED 燈。



## 參考資料

世界綠色組織（無日期）：

關注能源貧窮，取自 <http://thewgo.org/website/chi/energy-poverty/>

## 小貼士

製作作品具創意，並且能運用再生能源之原理，同學可繼續挑戰研究手柄之設計，使其能源效益更高。

# 可食用的鬼口水

學校：九龍城浸信會禧年（恩平）小學

組員：黃荷同學、黃融同學、鄭嘉燁同學、余家瀚同學、伍柏軒同學、楊竣翔同學

教師：陳佩玲老師、蒙智朗老師、何萬豪老師、田鎧寧老師



## 科學原理

**發粉膨發原理：**（資源來源：翰林版五上第四單元：空氣與燃燒 4-2 二氧化碳）  
小蘇打遇到水、遇到熱、遇到酸都會產生二氧化碳。

## 微波膨發原理：

微波是很長波長的電磁波，利用微波爐的電磁場使水分子轉動，利用摩擦產生熱，熱使水分子氣化，體積膨脹留下孔洞。

## 探究意念

鬼口水是現今中小學生流行的玩具，但究竟它是甚麼呢？鬼口水別名「史萊姆」、「水晶泥」。它可拉搓成不同形狀，與傳統泥膠類似。學生覺得可以把它拉長，戳下，捏下，是個很「療癒」的玩具，還可以加入色素、金片、閃粉等。鬼口水由膠水、水和硼砂混合而成。然而世衛建議，進食一克硼砂即可引致中毒，十五克可致死亡。兒童玩鬼口水後接觸口部，甚或誤服鬼口水均有機會引致上述後果。故此，我們便想利用不同可食用的材料，製作出可食用的鬼口水，讓兒童可更安全的玩鬼口水。

這次研究我們先分別把木薯粉、蕃薯粉、糯米粉及鷹粟粉與水混合，嘗試找出其特性與鬼口水相似。我們找出以木薯粉與水混合而成的混合物與市面的鬼口水最相似，並且能在室溫下玩。最後我們以梳打水代替水，讓鬼口水能放置較長時間。

## 探究過程

我們在網路上找到「加熱可食用」的三種類型「澱粉」（地瓜粉、玉米澱粉）、明膠軟糖（棉花糖、橡皮糖）、水溶性膳食纖維（洋車前子粉）」，決定測試這些配方的效果。我們採用微波爐進行加熱，因為加熱方便、安全且時間精確。以加熱每十五秒為一個單位。讓粉末可溶解在水中，微波爐加熱到覺得鬼口水成形為止。

## 網路資料：

網絡上有行多千奇百怪的方法，講述如何製作「鬼口水」，參考網上的教學可以得出製作「鬼口水」的方法大致可以分為兩種作法：「交聯作用」和「加熱可食用」。

## 互聯網上「交聯作用」的製作方法分析：

我們發現利用「交聯法作用原理」來製作的「鬼口水」一定需要加入「膠類」等物質，簡單可界定成：

「膠類＋添加物＋交聯劑」

見下表：

	網路配方	膠類	添加物	交聯劑
1	白膠加硼砂水	白膠		硼砂水
2	洗髮精加一點鹽	洗髮精		鹽
3	膠水加水，再加洗衣粉水	膠水	水	洗衣粉水

互聯網上「加熱可食用」的製作方法分析：

我們發現「加熱」的方法形成，標榜在不用加入硼砂的情況下，利用可食用材料製成可食用的「鬼口水」。綜合網絡上可食用「鬼口水」的資料，可整理成下表：

	澱粉	明膠軟糖	水溶性膳食纖維
名稱	木薯粉、玉米澱粉	棉花糖、熊仔糖	菊糖

因此我們期望測試互聯網上取代硼砂水的配方，再配合「加熱的」的方法來研究出能真正代替硼砂水的份量和配方（材料比例）。

## 測試過程及結果

我們共進行了兩次實驗：

第一次是先找出製作可食用鬼口水的基本配方；第二次是嘗試改良從前次實驗得出的配方。



## 第一次實驗：

實驗目的：

找出哪一種澱粉的配方最適宜製作「鬼口水」。

實驗材料：

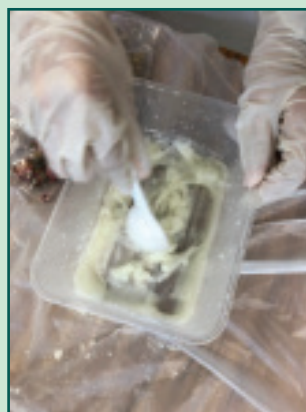
經過多方面的資料搜查，我們發現可以分別把鷹粟粉，木薯粉，番薯粉及糯米粉與砂糖混合來製作可食用的鬼口水。

溫水	45mL
砂糖	15g
鷹粟粉	15g
木薯粉	15g
番薯粉	15g
糯米粉	15g

實驗步驟：

1. 把砂糖及鷹粟粉混合。
2. 加入水然後攪拌至沒有結塊。
3. 把混合物加熱 15 秒，然後拿出來攪拌。
4. 重覆步驟 3 三次。
5. 把冷水加進混合物，直至混合物不黏手。

分別以木薯粉、番薯粉及糯米粉代替鷹粟粉重複以上實驗步驟。





實驗結果：（1 代表最低，5 代表最高）

	木薯粉	栗粉	糯米粉	番薯粉	普通市面上的鬼口水
可食用性	5	5	5	5	不可食用
黏性	2	1.5	1.5	2.5	5
彈性	3.5	1	1	2	5
延展性	4	1.5	1	3	5
安全性	5	5	5	5	0.5
味道	甜	無味	無味	有點番薯味	/

良好的鬼口水應該黏性低，彈性高，延展性高。綜合以上條件，我們發現木薯粉符合以上要求。經過多次的嘗試，我們大家一致認同利用木薯粉製作的鬼口水較好，然而這次實驗的成品放置了二十四小時後變成水。所以要進行第二次實驗以找出更良好的鬼口水。

## 第二次實驗：

我們以飽和梳打水代替水，並把三種材料的比例作調整，以製作出放置二十四小時後仍不會變水的鬼口水。

實驗目的：

製作出能放置更長時間的鬼口水

實驗材料比例：（1 代表 10g）

	木薯粉	飽和梳打水	糖
測試1	3	1	1
測試2	2	3	1
測試3	3	1	1
測試4	2	3	1

實驗步驟：

1. 把砂糖及木薯粉混合。
2. 加入梳打水然後攪拌至沒有結塊。
3. 把混合物加熱 15 秒，然後拿出來攪拌。
4. 重覆步驟 3 三次。
5. 把冷水加進混合物，直至混合物不黏手。



實驗結果：（1 代表最低，5 代表最高）

	測試1	測試2	測試3	測試4	普通市面上的鬼口水
黏性	2	4	2	3	5
彈性	3.5	4	0	4.5	5
延展性	4	4.5	2	4.5	5
味道	甜	鹹	鹹	甜	不可食用
安全性	5	5	5	5	0.5
可食用性	5	5	5	5	/

第二次實驗結果顯示測試 2 的結果最理想，即木薯粉、梳打水和糖的比例為 2:3:1。在測試 2 製成的鬼口水放置二十四小時後仍保持測試時的狀態。



### 困難

我們日常生活中較少完成一個嚴謹的實驗，所以我們在做正式實驗前，要先反覆練習技巧，包括量度材料的份量和時間的掌握。因為實驗過程中要加熱四次，每次十五秒，而每次加熱後需攪拌以致鬼口水能成形，但又不能讓鬼口水完全冷卻，故此期間的動作要迅速。

### 期望

由於現在我們所製作的鬼口水無法放置太長時間，我們希望有專家來研究延長它的保質期。此外，更希望鬼口水的顏色比以前更鮮豔和吸引。

### 總結

我們認為利用梳打水代替硼砂水、木薯粉代替膠水製成的鬼口水都比市面發售的鬼口水更安全，而且韌性和黏性都媲美以硼砂所製成的鬼口水。因此我們能成功製成可食用鬼口水，其中材料包括：木薯粉、砂糖和飽和梳打水。

### 感想

在這次展覽中，我們學會了如何製作可食用鬼口水和有關的科學原理。我們亦了解到做實驗時需抱嚴謹的態度，需仔細量度材料的份量，這樣我們的研究結果才會準確和可靠。我們發現只要多留意身邊事物，我們也能創造出更多東西幫助有需要的人。

### 參考資料

中華民國第 58 屆中小學科學展覽會（無日期）：尋找玉米黏土的真面目，取自 <https://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/58/pdf/NPHSF2018-080202.pdf>

### 小貼士

欣賞同學們以嚴謹的科學方法找出最好的「可食用的鬼口水」配方。如能夠以較客觀的方法比較各配方的黏性、彈性、延展性，會使實驗的結果更具說服力。



# 智能兒童單車



學校：元朗公立中學校友會英業小學

組員：羅熙朗同學、麥金勝同學、關偉豪同學、朱灝軒同學、李菊源同學、溫婉嫻同學

教師：何美儀老師、黃淑賢老師



步進馬達的特徵是採用開迴路控制 (Open-loop control) 處理，不需要運轉量檢知器 (sensor) 或編碼器，且切換電流觸發器的是脈波信號，不需要位置檢出和速度檢出的回授裝置，只需要通過脈波信號的操作，即可簡單實現高精度的定位，並使工作物在目標位置高精度地停止，穩定性佳。



## 探究意念

在香港，兒童踏單車的意外常常發生。例如：2017年6月2日，將軍澳男子踩單車落斜失事，頭部落地昏迷送院。<sup>1</sup> 另一意外發生於2018年7月25日，一名兒童在荃灣公園的兒童單車場撞上欄杆<sup>2</sup> 雖然該兒童有戴上頭盔，仍弄傷頭部。為了保障兒童的安全，我們欲研發智能兒童單車。

## STEM原理

### 為甚麼我們可以剎停單車？

步進馬達：

步進馬達 (Stepper motor; Step motor) 是直流無刷馬達的一種，為具有如齒輪狀突起（小齒）相契合的定子和轉子，可藉由切換流向定子線圈中的電流，以一定角度逐步轉動的馬達。

MegaPi 主控板：

MegaPi 主控板發出運轉指令，傳送需求速度以及運轉量的指令脈波信號。

驅動器：

驅動器提供電力以保證馬達按指令運轉，驅動器會隨控制器傳送來的脈波信號來控制電力，由決定的電流流通順序的來刺激磁迴路，並控制提供給馬達的電力以驅動迴路。

馬達本體：

馬達本體將電力轉化為動力，並按指令需求脈波數運轉。

<sup>1</sup> 《頭條日報》2017/06/03, <http://hd.stheadline.com/news/realtime/hk/919122/>

<sup>2</sup> 《香港 01》2018/07/25。 <https://www.hk01.com/社會新聞/214816/>





## 為甚麼我們能夠量度前方的距離？



### 超音波：

超音波的頻率超過人類耳朵可以聽到的最高閾值 20kHz (千赫)。超聲波可以在空氣中，液體或固體中振動傳送。限制是聲波會受溫度影響，溫度高聲音傳導越快。由於其高頻特性，超音波被

廣泛應用於醫學、工業等領域。另外，一些動物例如蝙蝠和海豚等都等夠發出和聽到超音波。牠們根據回聲（超音波撞到物件時會反彈）的強弱，判斷前方障礙物的遠近和大小，令蝙蝠和海豚有能力在黑夜飛行和深海的黑暗中捕獵。

### 超音波感應器：

超音波感應器配備一個發射器和接收器。發射器會發出超音波，當超音波遇到障礙物時會反彈，並由接收器接收，經過計算後，然後得出一個距離。我們使用的超音波感應器可測試的範圍是 3 厘米至 400 厘米。

## 為甚麼我們能夠取得我們的位置資訊？

### 全球定位系統 (GPS)：

由分佈在太空中 6 個軌道上的 24 顆 GPS 人造衛星，地面上的一個主控站和五個監測站的組合，加上用戶的 GPS 接收器組合而成。由 GPS 人造衛星發出訊號，利用地面衛星接收資料，並利用幾何原理求出坐標，並發送至用戶的裝置上。

## 為甚麼我們可以打電話給家長？

### VoIP Call (Voice over Internet Protocol)：

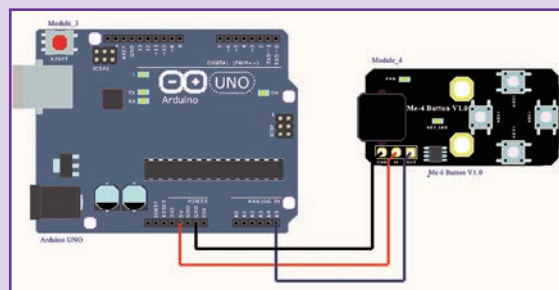
不同於一般電話，VoIP Call 是一種經由網際協議 (IP) 來達成語音通話與多媒體會議的語音通話技術。也就是說，是經由互聯網來進行通訊。

當我們按下 APP 上的按鈕時，APP 會透過 IFTTT 網站，使用 VoIP Call 技術，致電到安裝了 IFTTT 程式的家長手機，使家長能知道小童單車的位置。

## 我們可以對剎車系統的位置進行微調嗎？

### 按鈕模組：

當步進馬達的位置過緊或過鬆時，會影響到整個系統的運作，此時可以使用 4 按鈕模組，按下不同的按鈕以微調步進馬達的鬆緊，以令到系統可順利運作。

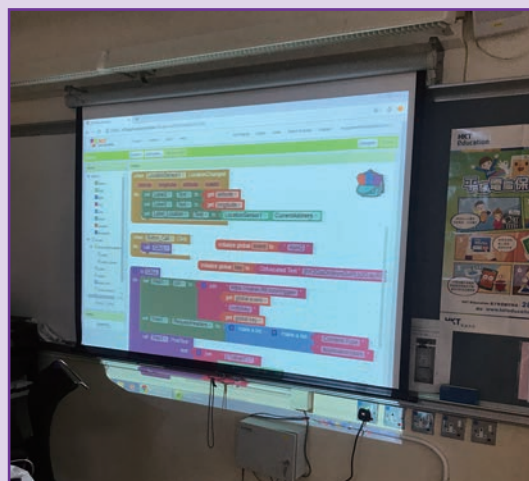


## 測試過程及結果

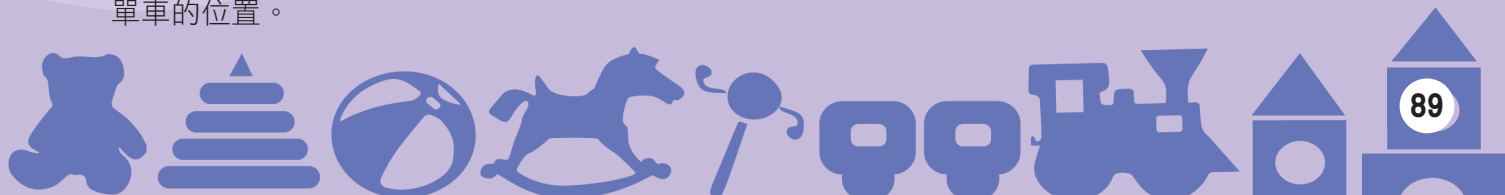
### 程式：

我們使用了 mBlock3 程式，編寫了一個剎車系統。

我們先利用安裝在車前方的超音波感應器感測單車與前方的距離，當前方有障礙物時，收到資訊的 megaPi 主控板會利用步進馬達，利用機械結構代替手動剎車系統，剎停單車的後輪。然後我們使用了 App Inventor 2 (以下簡稱 AI2) 網上編程工具作平台，編寫了一個具 GPS 功能及求救功能的程式。



當單車的位置改變時，GPS 會偵測位置，並顯示在螢幕中。當小童按下求救按鈕時，程式會以 VOIP Call 的形式打電話到家長的手機，並說出小童單車現在的位置。



## 測試：

為了得到最佳的效果，我們分別進行了三種不同的測試：

### 量度不同的對象：

在這次測試當中，我們主要測試了不同體重對象。

位置	對象 (30KG以下)	對象 (30Kg以上)
3.5米內 (10次)	成功在3.5米停下	不穩定 (在3.5 米之後才停)

### 超音波感應器的位置：

頭盔：

首先，我們把超音波感應器放到頭盔上，以車手的視點作為檢測距離的起始點。結果發現，當車手在駕駛中聽到其他人的叫喚或受聲響吸引而扭動頭部時，由於超音波感應器並不能感應車前方的障礙物，單車仍然會撞到。

軚盤：

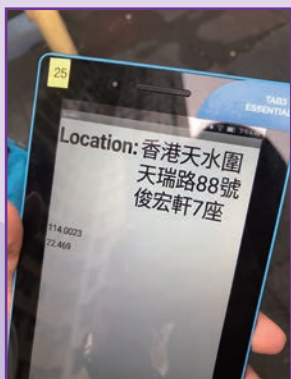
把超音波感應器放到軚盤前方，較放在頭盔上穩定。但是，當車手在轉彎或駕駛得不夠穩定，成一直線時，停車系統便不能正確地發揮作用。

軚盤與車輪中間的支架：

最後我們把超音波感應器放到軚盤與車輪中間的支架上，由於這個位置不會受車手的頭部扭動和軚盤轉動影響，令超音波感應器可以長期對着正前方，使剎車系統能穩定地運行。

### VoIP CALL:

我們分別行走了不同的位置，嘗試了使用 APP 中的 VoIP Call 功能，結果都能成功聯絡登入同樣帳號的另一部手機。



## 困難

今次製作「智能單車」過程中，我們曾經在編程上遇到困難，以致超音波感應器與步進馬達未能聯系。經過多次修訂程式，我們才能成功製成「智能單車」。科學探究是一個漫長的研發過程，需要不斷的測試，方能成功。

## 期望

### 加入限位開關：

現在我們利用 4 按鍵模組來微調步進馬達的位置，從而令剎車系統順利運作。然而，有時候使用者未能準確地調較位置，導致單車不能停下。加入限位開關可以使步進馬達在每一次開機運行時都先調較到限位開關的位置，令整個系統不論何時都可以從同一位置開始運作，提高系統的準確性。

### 使用更好更快的步進馬達：

我們的單車限制 30KG 以下的小童才可以使用。如果我們使用更大力的步進馬達，我們可以更快地把步進馬達調較至把單車剎停的位置，令我們可以把整個剎車系統放到更大的單車上。

## 感想

我們覺得在這次的探究中很有成就感，因為我們發明了一個「智能單車」，可以幫助家長照顧幼童，為這世界出一分力。雖然我們曾經遇到了一些困難，但我們最終都一起解決了問題，所以我們更體會到團體合作的重要性。

### 小貼士

本探究顯示同學們能在日常生活中發現疑難，並進一步實踐探究，運用科技嘗試解決問題。





# 多功能氣墊球枱（氣墊球 × 乒乓球 × 釣魚）



學校：仁德天主教小學

組員：黃文灝同學、周恩惠同學、鄭君灝同學、劉浚禧同學、吳卓珈同學

教師：鄭進輝老師、禰裕美老師



## 探究背景

根據環保署在2017年的數據資料顯示，香港各個堆填區每天棄置的固體廢物合共為15516公噸，單是家居廢物已經佔了約6400公噸，可見每天的垃圾量十分驚人。有見及此，香港的廢物管理政策與社會發展需要同步演進，政府遂於2005年發表了《2005年政策大綱》，確立了多管齊下的廢物管理策略，以避免和減少廢物產生。與此同時，現有的3R概念：Reuse（再用）、Reduce and Recycle（回收及循環再用）已經深深的融入社會。

政府亦同時訂立「家居廢物源頭分類計劃」，讓家居能夠分類及收集可以循環再造的物料，如：廢紙、鋁罐、塑膠和玻璃等，將它們製作成環保產品，減少浪費。2018年，香港更落實推行的「四電一腦棄置徵費」；2019年，政府亦試行「垃圾徵費」計劃，這些措施都是為了希望市民能夠善用資源，藉以減少浪費。但是，減少廢物源頭都只是廢物處理的其中一小部分，如果能培養市民改造家居垃圾，讓垃圾改造成更有價值的物件，更能善用廢物。近年流行「升級再造(Upcycling)」，其中「賽馬會升級再造中心」利用廢料設計及生產的環保產品極具特色，讓廢物提升價值。



圖 1：2007-2017 年間都市固體廢物的組成類別



圖 2：賽馬會升級再造中心產品介紹

（資料來源：立法會秘書處資料研究組，文件編號 ISSH20/18-19）





## 探究意念

我們發現學校每天印務繁重，每天棄置了很多A4紙箱，這些A4紙箱除了收集給學生作專題研習外，就沒有其他用途，因此，我們便想把這些紙箱改造為一個玩具——多功能氣墊球枱，讓同學可以在班房休息的時候都能隨時安裝的體育運動。這球枱集氣墊球、乒乓球及釣魚三樣功能，為同學提供了不同的樂趣。除此之外，我們的設計採用了「易拆式」設計，方便同學除了娛樂之外，隨時更可以將球枱變成一張書桌及餐桌。

## 科學原理

根據牛頓第一定律，移動中的物體會保持繼續移動。可是，為什麼當我們推動物件移動後，它最終會停下？這是因為摩擦力的作用令物件停下來。

摩擦力會在物件與物件的接觸面產生，這是由於物體表面微細的凹凸結構阻礙物體的滑動。而氣墊球在球枱上滑動的時候，也因為摩擦力的緣故令球不能順滑地滑動。因此，氣墊球枱上的微細出風口設計讓氣墊球與球枱之間形成一層薄薄的空氣層，將物體表面微細的凹凸結構而產生的摩擦力減到最少，讓球能夠順滑移動。



圖3：坊間的氣墊球枱機（中間的微細空洞是出氣口，利用球枱內的吹風機吹出風）

## 測試器材與材料

在製作球枱的時候，我們由選材至製作的方向都遇到了不少的困難，因此我們利用了自己所學的科學原理，排除萬難，成功利用廢料製作一個多功能的氣墊球枱。

## 材料：

A4紙箱、不同類型的風扇連電池組/火牛、接駁電線、木板、萬字夾及過膠圖片（製作釣魚）、即棄木筷子、橡筋、磁石（製作魚竿）

## 工具：

剪刀、熱熔膠槍、膠紙、大頭針（開孔用）



圖4：多功能氣墊球桌完成圖

## 探究過程

我們在製作氣墊球枱時經歷了以下的階段作優化及改良：

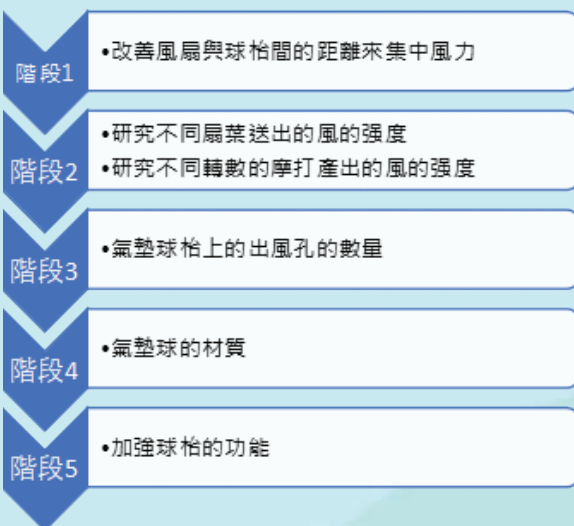


圖5：製作多功能氣墊球桌之優化流程圖

## 測試過程及結果

### 球枱的高度問題：

發現問題：風扇離球枱太遠，不能集中吹風。

改善方法：讓風扇盡量接近球枱面。

結果：風極輕微由孔送出，但不能成功減低氣墊球與球枱間的摩擦力。

### 扇葉及摩打的問題：

發現問題(1)：風扇的扇葉不集中送風。

改善方法：為確保測試達到盡量公平，我們採用了同一轉數（約3000轉）的摩打，轉換不同類型的扇葉，然後測試能否減低氣墊球與球枱間的摩擦力。

扇葉類型	紙扇	風扇仔	4扇葉	2扇葉
風力	非常弱	弱	弱	中

圖 6：不同扇葉之風力比較

結果：為求公平起見，在採用同一轉數的摩打下，我們發現2扇葉的風扇能送出較多的風，但仍不能成功減低氣墊球與球枱間摩擦力。

發現問題(2)：摩打的轉數不夠，不能送出強風。

改善方法：由於我們發現2扇葉的風扇能送出較多的風，所以我們選取了這塊扇葉（2扇葉）作測試，但換上轉數較高的摩打。

摩打轉數	約3000	約10000
風力	中	強

結果：能夠成功減低氣墊球與球枱間摩擦力，氣墊球能稍微順滑移動，但因摩打負荷太重，不夠一分鐘便過熱及產生燒焦味，非常危險。

發現問題(3)：利用強摩打的負荷太重。

改善方法：改為使用濕電推動的電腦散熱扇（約30000轉）。

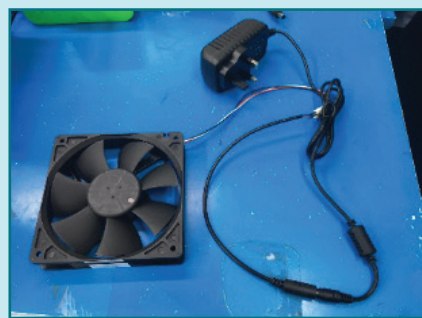


圖 7：濕電推動的電腦散熱扇

結果：風力超強，能夠成功減低氣墊球與球枱間摩擦力，氣墊球能大部分時間順滑移動。

### 氣墊球枱上的出風口數量問題：

發現問題：即使改用了濕電推動的電腦散熱扇，但仍然未能將氣墊球與球枱間產生的摩擦力減到最少。進行氣墊球遊戲時，仍然有機會感覺到摩擦力讓球不能順滑推出。

改善方法：將出風口數量變多使更多空氣送出，增加氣墊球與球枱間空氣墊的厚度

孔與孔之間的分隔	2 cm	1 cm	0.5 cm	<0.5 cm
氣墊球的順滑程度	低	低	中	高

結果：我們發現球枱上的出風口數量越多，氣墊球與球間產生的摩擦力能減到最少。



圖 8 及 9：同學正在研究氣墊球枱上孔的多少如何影響摩擦力



## 氣墊球大小與材質問題：

研究方向：日常中有很多環保物料都能用作製作氣墊球，我們把不同材質的氣墊球放上球枱邊緣，計算滑行到氣墊球枱中間(29cm)所用的時間。



圖 10：同學測試氣墊球的情況

氣墊球的直徑	材質	重量	厚度	滑行時間(平均值)
約7 cm	鋁罐底	4g	1.3mm	不能移動
	KFC 薯蓉膠蓋	1g	6mm	1.87s
	KFC 芝士膠蓋	2g	5mm	1.37s
	卡紙	1g	不足1mm	1.81s
	淮山粉蓋	1g	8mm	移動到一半停下

結果：我們發現越輕的物料較容易被空氣承托，但太輕的話，就會讓「氣墊球」滑行時不太穩定；而太重的話則不能滑行，加上接觸面越小也越能減低氣墊球與球之間碰撞而產生摩擦力的機會。在衡量各種不同材質的厚度和滑行時間之後，我們最後選用了較薄但滑行得最快的芝士醬膠蓋。

## 應用

### 加強球枱的功能：

功能一：加上一塊上下兩用的木板，一面作乒乓球桌，一面作釣魚的魚池，並可以隨時在氣墊球枱上拆下或組裝。



圖 11 及 12：乒乓球及釣魚的活動情況

功能二：加入Micro:bit自動計分裝置，並利用閉合電路原理，在氣墊球旁邊及入球處加入鋁箔紙，當氣墊球進入的時候使電路連接，通電後啟動Micro:bit，透過預設程式計分。



圖 13：Micro:bit 自動計分裝置



圖 14：Micro:bit 自動計分裝置編程

## 困難及總結

總括來說，時間不足是我們整個研究過程中的最大困難，在短短的2個月中，我們使用了很多時間去解決球枱上出風效能的問題。如果我們有更多的時間，我們必定會就所有可變因素（球的大小、出風口的數量、出風口用更有規律的排列方式等等）作詳盡的研究，讓每個因素都夠作提升，這才是科研中最重要的部分。

但是，我們一致認為這張球枱接近使用90%（除了風扇）的廢料製作非常成功，達成了升級再造的目的，加上成本僅僅只需100元就能製作一個能夠在課室進行的體育活動，真是一舉兩得。





圖 15 至 18：我們製作的過程

## 感想

**吳卓珈同學：**製作的過程，我非常開心。雖然我遇到了一些困難，但我們用積極的態度去面對。我要多謝老師和導師們，因為是他們帶領著我們。我還要感謝師兄和師姐和同學們的提點，令我們的氣墊球枱能夠製作得更完美。

**黃文灝同學：**「常識百搭」這個活動令我獲益良多，我感到很開心。因為這個活動能令我多動腦筋，也能訓練自己的邏輯思維，更能透過這個活動來增值自己。一開始，我們要構思如何製作那件作品，之後開始製作，再檢討成效，最後完成製作。我希望上到中學之後，仍可以有這樣的機會，參加同類活動，令我的知識更上一層樓。

**鄭君灝同學：**這次「常識百搭」STEM 科學探究活動，我最難忘的是我們不斷的插一些洞子和終於研究到怎樣能成功利用風扇製作氣墊球機。當中的過程既興奮，又緊張，因為時間非常緊湊。

**周恩惠同學：**在這次「常識百搭」活動裡面，我學會了很多，亦明白到團結就是力量。因為在實驗的過程中，我們經歷了失敗，有時亦會出現意見不一，但我們最終還是完成了我們的作品。我對我們的作品感到自豪，而且我在這期間內學會的東西，讓我終身受益，謝謝老師給我這個機會，也謝謝學校對我的信任。

**劉浚禧同學：**在這次「常識百搭」活動中，令我感到非常開心，同時亦得到許多人的幫助。雖然我不能在這裡一一向他們道謝，但是我也會將這份感謝默默存在心中。雖然在這次活動中遇到了很多的困難，但有了老師和師兄師姐的幫助，令我學會了團隊合作的重要性，活動亦令我學會了環保。經過我們的努力不懈，我們終於接近了完成的階段，這份成功感是不能言喻的。這次展覽令我學懂了人生道理和製作模型的技巧，希望將來也可以用得上這些技巧。

## 參考資料

立法會香港秘書處 (2019)。數據透視 都市固體廢物及廚餘回收。擷取自：

<https://www.legco.gov.hk/research-publications/chinese/1819issh20-municipal-solid-waste-and-food-waste-recovery-20190212-c.pdf>

環境保護處 (2019)。香港廢物處理及處置的統計數字。擷取自：

[https://www.epd.gov.hk/epd/tc\\_chi/environmentinhk/waste/data/stat\\_treat.html](https://www.epd.gov.hk/epd/tc_chi/environmentinhk/waste/data/stat_treat.html)

賽馬會升級再造中心 (2019)。擷取自：

<http://www.sjsrs.org/showroom/model/F0005/templateCustomWebPage.do?customWebPageId=1359530789769010930&webId=1214587239439&editCurrentLanguage=1214587239456>

教育局教育電視 (2016)。源頭減廢 升級再造。擷取自：

<https://www.hkedcity.net/etv/resource/1133702780>

## 小貼士

此次探究成果，不但可看到同學們如何動手製作一個多功能的氣墊球枱，而且展示了他們如何透過解決所涉及的工程問題〈包括界定問題、研究、構想設計、製作模型、測試模型、分析檢討、選定設計方案等步驟〉，改良及優化自己的設計。



# 神奇磁力機



學校：仁德天主教小學

組員：伍子謙同學、余健鋒同學、李嘉俊同學、何紫瑤同學、張舒蘊同學

教師：梁杏茹老師、梁珍老師



## 探究意念

科學玩具的精神所在是將一些小理論轉化成一些有趣的裝置。小朋友們能藉著製作這些玩具，瞭解一些簡單的科學概念。因此我們製作神奇磁力機，讓學生認識磁石與電磁鐵的特性。我們從中選取電磁鐵製作神奇磁力機，當中亦利用了滑輪原理。此外，藉此鼓勵同學動手做，激發同學的創意，同時提高同學廢物利用及環保意識。

## 科學原理

### 磁鐵原理：

1. 凡具有磁性，可以吸引鐵器的物體
2. 可被磁鐵吸引的物體，大部分是鐵、鈷、鎳或其合金
3. 超距力：不需要接觸物體，就可以對物體發生作用如：磁力可穿透紙張、玻璃而作用。

### 磁極：

1. 以細線綁住磁鐵中心，俟其靜止磁鐵指向南北方向，指向北方稱為『指北極』或『N 極』；指向南方稱為『指南極』或『S 極』

2. 兩極磁性最強，中央所具有的磁力則較弱

3. 同名極相斥：如 NN 或 SS 相斥

4. 異名極相吸：如 NS 相吸

### 電磁鐵原理：

電磁鐵就是利用電來生磁，使它變成磁鐵，吸住東西，要通電後才會有磁性（電磁鐵）。通的電越強，則電磁鐵的磁力也越強！電磁鐵可以藉由改變通過線圈的電流大小及線圈的匝數來控制磁性的大小。當直流電通過導體時會產生磁場，若使直流電通過由導體構成的線圈則會產生具方向性的磁場。但是單純由直流電和線圈所構成磁場不夠集中而導致產生的磁力不夠，因此會在線圈的中心加入一磁性物質以達到集中磁場的效果。

一般而言，電磁鐵所產生的磁場強度和直流電大小、線圈圈數及中心的導磁物質有關，在設計電磁鐵時會注重線圈的分佈和導鐵物質的選擇，並利用直流電的大小來控制磁場強度。然而線圈的材料具有電阻而限制了電磁鐵所能產生的磁場大小，但隨著超導體的發現與應用將有機會突破現有的限制。

### 滑輪原理：

邊緣有凹槽，能繞中心軸自由旋轉的輪，溝槽上有繩子通過以利於人工操作，稱為「滑輪」。

滑輪可分為定滑輪、動滑輪和滑輪組。生活中，有些工具是利用滑輪來做事。滑輪裝在固定的位置，稱為「定滑輪」。旗竿上裝的就是定滑輪。當搬運物品時，滑輪和物品一起移動這裡，滑輪並未固定，那些滑輪稱為「動滑輪」。

是次我們使用「定滑輪」，透過有溝槽的輪子和繩子，將一個小小的力量在很長的距離中達到放大的效果，使物體移動和用力方向相反，改變施力方向，方便做事且省時。今次使用滑輪，我們節省了拉動電磁鐵的力量和控制了拉動電磁鐵的方向，使其可以自由收放，令是次的磁力機操作上更容易。

### 滑輪和槓桿原理的應用：

滑輪的外形看起來是輪子，而滑輪和槓桿原理有關，滑輪是槓桿原理的應用。

使用定滑輪時，支點在中間，施力點和抗力點在兩邊；使用動滑輪時，抗力點在中間，支點和施力點在兩邊。

## 測試過程及結果

### 學生分組討論並設計神奇磁力機：

#### A 組：

1. 利用不同的環保物料製神奇磁力機
2. 比較普通磁鐵與電磁鐵的分別
3. 取用磁力較大的磁鐵裝置在神奇磁力機內
4. 根據測試結果，加以改良神奇磁力機的設計，令其達致最佳效能

#### B 組：

1. 運用滑輪原理設計滑輪裝置
2. 試用並測試滑輪裝置在提升物件時，能否省力
3. 根據測試結果，加以改良滑輪裝置設計，令其達致最佳效能

### 影響電磁鐵磁力的因素：

#### 測試電磁力強度的方法：

1. 將漆皮銅線繞於鐵棒上，接駁電源成電磁鐵
2. 測試電磁鐵可吸攝之大小相同的萬字夾數目
3. 可吸攝的萬字夾數目愈多，磁力就愈大

#### 實驗一：

在相同大小及長度的鐵棒上繞 100 個線圈，接駁不同數目的電芯，記錄電磁鐵可吸攝之萬字夾數目。

結果：電芯數目愈多，可吸攝的萬字夾數目愈多。

結論：電芯數目愈多磁力愈大。

#### 實驗二：

在相同大小及長度的鐵棒上繞不同數目的線圈，接駁相同數目的電芯，記錄電磁鐵可吸攝之萬字夾數目。

結果：線圈數目愈多，可吸攝的萬字夾數目愈多。

結論：線圈數目愈多磁力愈大。

#### 實驗三：

比較兩個電磁鐵可吸攝之萬字夾數目。

(i) 100 個線圈 + 1 個電芯

(ii) 200 個線圈 + 2 個電芯

結果：電磁鐵 (ii) 可吸攝的萬字夾數目較 (i) 多。

結論：增加線圈及電芯數目電磁鐵磁力增強。

### 測試結果分析：

#### 滑輪的軌跡十分重要：

滑輪裝置以環保物料製成，用粗身的扁橡筋、環保氣水蓋、竹籤、透明水樽製作而成，操作上簡單便捷，我們把直立的裝置和橫向的裝置固定在一起，形成支架支撐滑輪裝置，再運用定滑輪的原理，提起扭蛋，成功整成一部操作簡易的扭蛋機。

#### 電磁力對於提起扭蛋十分重要：

實驗結果顯示，當漆包線圈數增加、使用較粗漆包線、改用粗鐵釘、鐵釘的數量增加、採用全新電池（因電力較充足）、採用兩顆以上的電池，並採用串聯的方式可以使電磁鐵的磁力增加，令其可以負重，吸著被磁包圍著的扭蛋，扭蛋再透滑輪的軌跡滑行至落蛋位。

### 困難

#### 時間限制：

由於本次測量涉及不同的電學及力學理論，我們搜集資料及研究製作方法已花費不少時間，再加上需改良，然後再作測試，以致後期時間不足，若有更多時間，相信能作更精準的實驗。

#### 物料限制：

是次製作主要強調以環保物料作為製作素材，但在製作過程中，我們發現部份物料的承重力





度並不理想。例如滑動滾輪的繩子，需要慢慢地拉，否則很容易便會割斷。而是次的「神奇磁力機」的軌跡只可以靠攪動手把，按特定軌跡左右拉動，不可以上下拉動，是一個比較簡易的操作，亦是「神奇磁力機」的另一個限制。

### 數據限制：

本次主要就使用電磁鐵。我們需要作出數據分析，分析影響電磁鐵的吸力因素，由於影響的因素眾多，我們只能逐一試一試，看看怎樣的電磁鐵才可以有足夠的磁力吸著扭蛋。

### 操作限制：

本次測量需接駁很多電芯以增加電磁鐵之磁力，但耗電量大及電磁鐵的磁力持久性低。電磁鐵的磁力未能將磁片吸起。此外，滑輪裝置及操作欠穩定，有時更會出現前進困難的情況。

### 總結

科學玩具的精神所在便是將一些小理論轉化成一些有趣的裝置，小朋友們能藉著製作這些玩具之餘，也能瞭解一些簡單的科學概念，故製作神奇磁力機，讓學生認識磁石與電磁鐵的特性，從中選取電磁鐵製作神奇磁力機，此外，當中亦利用了滑輪原理。

透過這次探究活動，藉此鼓勵同學動手做，激發同學的創意，同時亦提高同學廢物利用及環保意識。我們參考了很多書籍及網上資料，了解的原理。在製作模型過程中，我們認識到合作的重要性，經過不斷的探究，雖然操作效果不是最理想及最穩定，但我們也很滿意現在的成果，希望神奇磁力機為孩子帶來歡樂。

### 建議

#### 軌跡：

現在的「神奇磁力機」只可在特定軌跡左右拉動，不可以上下拉動，建議下次可以作出改良，使磁力機更為有趣。

#### 計分方法：

市面上的扭蛋機通常在夾公仔的時候會配以音

樂，或者設局數計分，加強新鮮感。如果下次能夠運用編程，相信扭蛋機會更加有趣。

### 電磁鐵負重：

由於電磁鐵不能負太重的重量，所以今次的扭蛋以輕為主，未來，相信可以加以改良，例如加入編程，令扭蛋機可以吸到不同的扭蛋。

### 感想

**余健鋒同學：**我覺得這次科學探究很富挑戰性，令我知道「電磁鐵」和「滑輪」的原理，我和同學及老師一同創作，不但可以學到很多科學原理，而且還學會與別人合作及合群的重要性。雖然，我們在研究過程中遇到很多困難，但最後，那些問題大多都能解決。

**伍子謙同學：**這次展覽中，我覺得很開心。因我學會了群體精神及與人分享的重要性，我十分喜歡科學，更喜歡科學探究活動，雖然我們在探究過程中也曾試過失敗，但我相信如再花多些時間，必可領略到當中的原理。

**張舒蘊同學：**今次製作過程雖然有點辛苦，但卻十分充實，而且經過多次修改，做出來尚算成功。我們要多謝老師指導我們進行製作，我們又感謝其他同學的幫助。其實，只要我們能努力不懈，就會成功。所以我以後也會不斷努力地學習及嘗試。

**何紫瑤同學：**經過這次展覽，我覺得很有趣。我們原來可以發揮創意及思考設計玩具，既環保又好玩，若有更多時間進行測試及改良，相信會做得更好，希望下一次能成功。

### 小貼士

同學的設計善用了 STEM 元素，亦有透過探究改良設計，原創性與可行性高，也能兼顧環保元素。此外，可考慮優化設計，例如增加前後方向，以令玩家前後左右移動夾子，亦可運用編碼作計分。



# 非一般泡泡



學校：佛教陳榮根紀念學校

組員：卓嘉倩同學、張加南同學、方翹同學、陳智聰同學

教師：唐司洛老師、林偉權老師



## 探究意念

吹泡泡是很多人從小就喜歡的活動，每當泡泡吹起的時候，小朋友都會十分興奮的追逐着空中飛舞的泡泡，甚至許多大朋友的目光也在不知不覺中被吸引過去，那種歡樂的氣氛實在令人難忘。如果能利用家中的清潔劑來自製泡泡液的話，就可更方便的製造這些歡樂時光。每次吹泡泡的時候，無論我們怎麼吹，泡泡總是那麼少，而且又很快就破了。我們希望透過不同的測試，能找出清潔劑濃度的比例和加入哪種添加劑，可讓吹出來的泡泡變得更多和更持久。

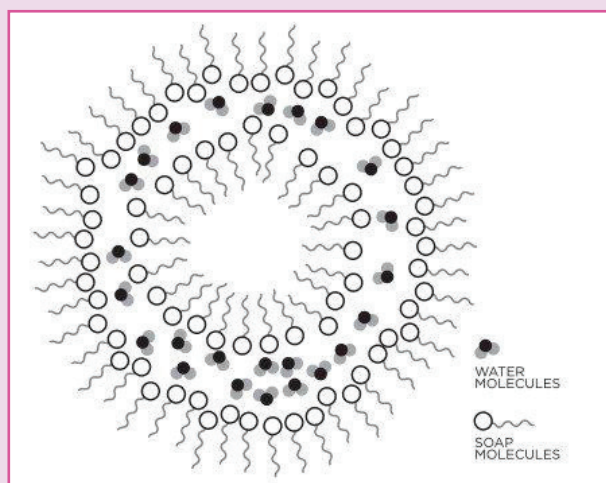
## 科學原理



(圖片摘自 <https://www.scienceworld.ca/resources/activities/catch-bubble>)

肥皂分子結構可以分成 2 個部分。一端是帶電荷呈極性（親水部位，即親水端），另一端為非極性的碳鏈（親油部位，即疏水端）。當肥

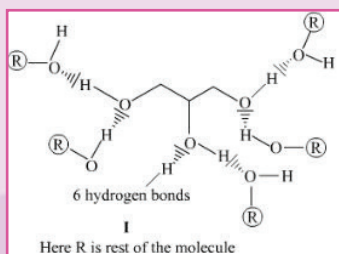
皂分子進入水中時，水分子被帶電的親水端吸引，又被肥皂的碳鏈尾巴隔離，減少了水分子間的引力，從而降低水的表面張力，亦令肥皂泡較容易產生。



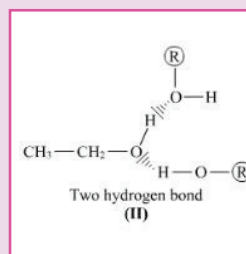
肥皂泡薄膜結構

(圖片摘自 <https://www.scienceworld.ca/resources/activities/catch-bubble>)

肥皂泡的薄膜是由內外 2 層肥皂分子，夾着中間 1 層水分子所形成。當肥皂泡形成後，薄膜中間的水分子因重力而往底部流，令兩邊的肥皂膜逐漸接近，使肥皂泡薄膜的頂部逐漸變薄，最後肥皂泡破裂。



甘油分子所產生的氫鍵



酒精分子所產生的氫鍵

肥皂泡薄膜結構

(圖片摘自 <https://images.app.goo.gl/Nh9PukAqYJoFiJpV8>)



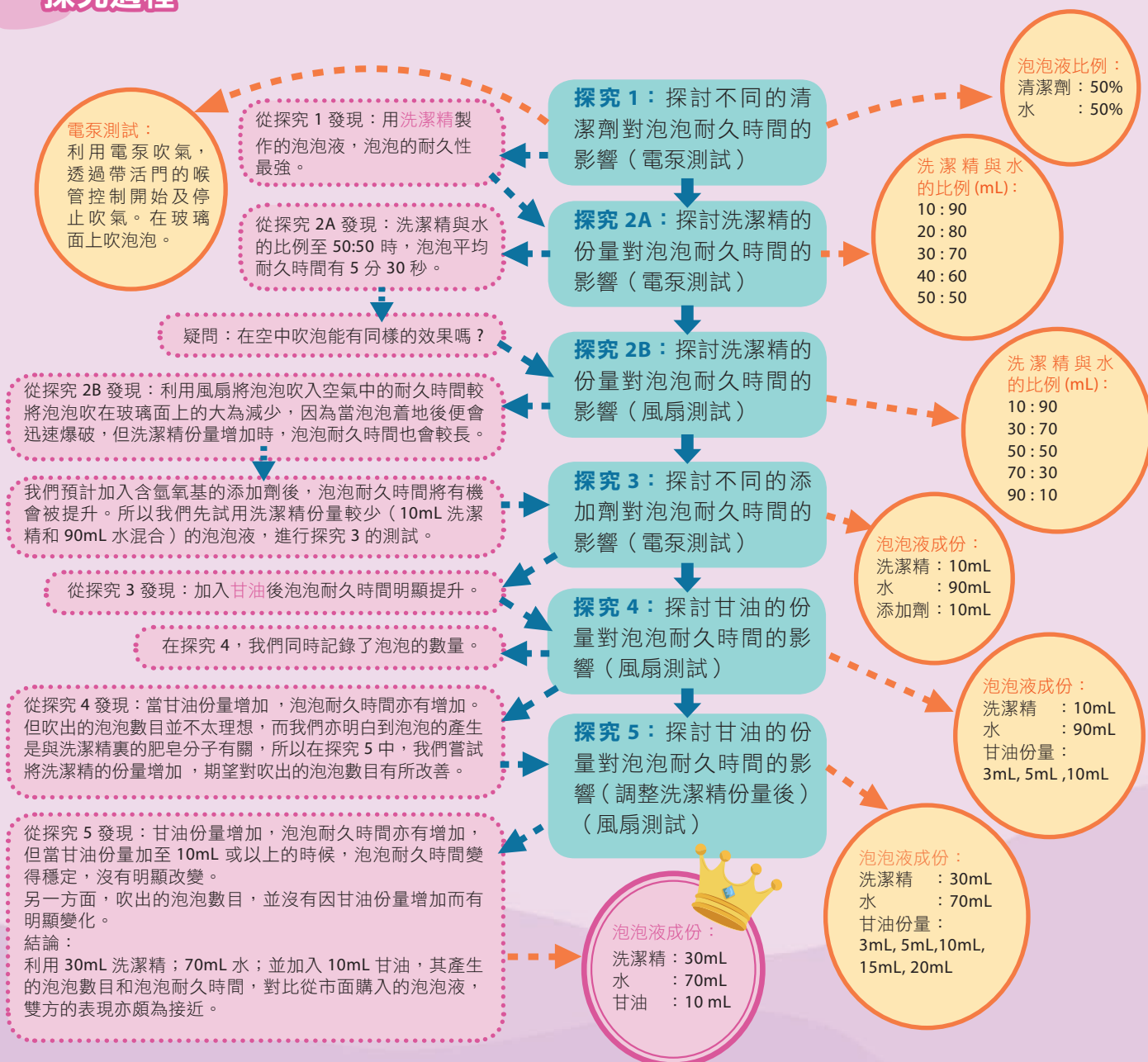
如果想增加泡泡的耐久時間，必須減慢肥皂薄膜中的水分流失。翻查資料，加入含有氫氧基 (OH) 的分子，可以增加水中的氫鍵數量，從而增加對水分子的吸引力，減少水分子向下流，使肥皂泡薄膜變薄的時間減慢，令泡泡的耐久時間增加。因此，我們揀選了酒精、甘油、蔗糖和膠水等含有氫氧基的物質作為添加劑，藉此探究這添加劑對泡泡耐久時間的影響。

## 測試器材及材料

**材料：**洗手液、洗髮乳、沐浴露、洗潔精、酒精、甘油、蔗糖、膠水

**器材：**電泵、氣喉、氣喉活門、鏡、計時器、倒數器、吹泡棒、手提風扇、針筒、小膠碗、小膠杯、攪拌棒、電筒

## 探究過程





## 測試過程及結果

### 電泵測試：

1. 將氣喉一端浸入泡泡液中，然後拿起，並確保泡泡膜已在氣喉出口處形成
2. 手持氣喉放在玻璃面上。
3. 當倒數計和計時器開始計時的時候，同時開啟氣喉上的活門。
4. 將活門調校至有標記之處，以保持輸氣量一致。
5. 當倒數計響起（10 秒時間），關閉氣喉上的活門。
6. 計時器繼續計時，直至玻璃面上的泡泡爆破為止。

### 風扇測試：

1. 先以間尺量度，再在手臂上貼上記號。
2. 手持浸滿泡泡液的吹泡棒。
3. 另一手持已開啟的風扇，並對齊手上記號，保持風扇和吹泡棒的距離一致。
4. 同時開啟倒數計和計時器。
5. 當倒數計響起（3 秒時間），將風扇拿走。
6. 計時器繼續計時，直至最後一個泡泡於空中爆破或落到地上。

### 探究 1：不同的清潔劑對泡泡耐久時間的影響（電泵測試）

測試步驟：

1. 用針筒分別抽出 50mL 洗手液和 50mL 水，並注入膠碗中，再以攪拌棒攪勻。
2. 進行「電泵測試」，並記錄泡泡耐久時間。
3. 分別用洗髮乳、沐浴露、洗潔精，重覆以上步驟。

### 探究 2A：探討洗潔精的份量對泡泡耐久時間的影響（電泵測試）

測試步驟：

1. 用針筒分別抽出 10mL 洗潔精和 90mL 水，並注入膠碗中，再以攪拌棒攪勻。
2. 進行「電泵測試」，並記錄泡泡耐久時間。
3. 分別用以下比例的泡泡液，重覆以上步驟：

洗潔精 (mL)	20	30	40	50
水 (mL)	80	70	60	50

### 探究 2B：探討洗潔精的份量對泡泡耐久時間的影響（風扇測試）

測試步驟：

1. 用針筒分別抽出 10mL 洗潔精和 90mL 水，並注入膠杯中，再以攪拌棒攪勻。
2. 進行「風扇測試」，並記錄泡泡耐久時間。
3. 分別用以下比例的泡泡液，重覆以上步驟：

洗潔精 (mL)	20	30	40	50
水 (mL)	80	70	60	50

### 探究 3：探討不同的添加劑對泡泡耐久時間的影響（電泵測試）

測試步驟：

1. 用針筒分別抽出 10mL 洗潔精、50mL 水、10mL 酒精，並注入膠碗中，再以攪拌棒攪勻。
2. 進行「電泵測試」，並記錄泡泡耐久時間。
3. 分別用甘油、蔗糖、膠水，重覆以上步驟。

### 探究 4：探討甘油的份量對泡泡耐久時間的影響（風扇測試）

測試步驟：

1. 用針筒分別抽出 10mL 洗潔精、90mL 水、3mL 甘油，並注入膠杯中，再以攪拌棒攪勻。
2. 進行「風扇測試」，並記錄泡泡耐久時間和泡泡數目。
3. 分別加入以下份量的甘油入泡泡液，重覆以上步驟：

甘油 (mL)	5	10
---------	---	----

### 探究 5：探討甘油的份量對泡泡耐久時間的影響（調整洗潔精份量後）（風扇測試）

測試步驟：

1. 用針筒分別抽出 30mL 洗潔精、70mL 水、3mL 甘油，並注入膠杯中，再以攪拌棒攪勻。
2. 進行「風扇測試」，並記錄泡泡耐久時間和泡泡數目。
3. 分別加入以下份量的甘油入泡泡液，重覆以上步驟：

甘油 (mL)	5	10	15	20
---------	---	----	----	----

## 測試結果：

### 探究 1：探究不同的清潔劑對泡泡耐久時間的影響（電泵測試）

清潔劑：50mL；水：50mL

不同的清潔劑對泡泡耐久時間的影響

次數	清潔劑			
	洗手液	洗髮乳	沐浴露	洗潔精
1	1分14秒	1分37秒	36秒	5分鐘
2	47秒	1分41秒	42秒	5分鐘
3	1分10秒	1分28秒	38秒	5分鐘
平均	1分4秒	1分35秒	39秒	5分鐘

（上限時間：5 分鐘）

結果：測試結果顯示，四種清潔劑當中，以洗潔精所產生的泡泡，其耐久時間遠超越其他三種清潔劑。由於洗潔精是最後一種測試的清潔劑，在測試過程中，我們發現其產生的泡泡耐久時間已遠超越其他三種清潔劑，為節省測試時間，我們將測試時間的上限設定為 5 分鐘。

### 探究 2A：探討洗潔精的份量對泡泡耐久時間的影響（電泵測試）

洗潔精的份量對泡泡耐久時間的影響

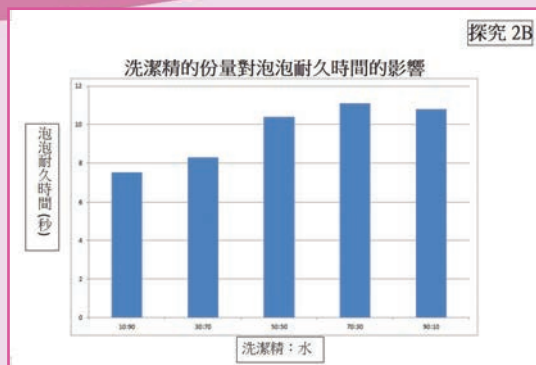
濃度 次數	洗潔精(mL)	10	20	30	40	50
	水(mL)	90	80	70	60	50
1		45秒	1分31秒	1分15秒	3分57秒	5分55秒
2		38秒	53秒	2分25秒	4分17秒	6分12秒
3		40秒	1分18秒	3分27秒	4分26秒	4分24秒
平均		41秒	1分14秒	2分22秒	4分46秒	5分30秒

結果：當洗潔精的份量增加時，泡泡耐久時間亦有所增加，當洗潔精和水的份量增加至一比一之時，更發覺泡泡耐久時間有接近 5 分半鐘。但我們也明白到泡泡是經電泵吹氣，令泡泡產生在玻璃面上。如當泡泡真正吹出在空氣中飄浮時，其泡泡耐久時間又能否保持呢？於是我們在探究 2B 中，利用風扇將泡泡吹入空氣中，再量度泡泡的耐久時間。而耐久時間就泡泡在空氣中爆破的時間或泡泡落到地面的時間。

### 探究 2B：探討洗潔精的份量對泡泡耐久時間的影響（風扇測試）

洗潔精的份量對泡泡耐久時間的影響

次數	洗潔精(mL)	10	30	50	70	90
	水(mL)	90	70	50	30	10
1		8.6秒	7.6秒	8.4秒	9.5秒	14.3秒
2		5.8秒	7.4秒	11.9秒	13.3秒	12.5秒
3		5.4秒	5.8秒	7.8秒	12.1秒	7.5秒
4		8.2秒	10.6秒	13.5秒	14.7秒	10.7秒
5		7.8秒	8.2秒	7.2秒	8.0秒	8.3秒
6		6.6秒	8.6秒	14.2秒	14.9秒	9.8秒
7		11.2秒	9.1秒	12.7秒	8.9秒	10.4秒
8		6.1秒	8.8秒	7.5秒	7.5秒	12.8秒
平均		7.5秒	8.3秒	10.4秒	11.1秒	10.8秒



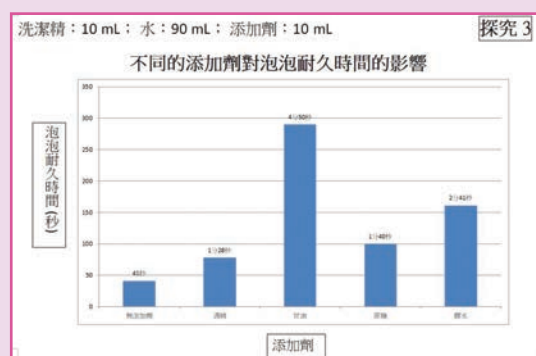
結果：結果顯示，雖然利用風扇將泡泡吹入空氣中的耐久時間較將泡泡吹在玻璃面上的大為減少，但我們亦發現當洗潔精份量增加時，泡泡耐久時間也會較長。因我們預計加入含氫氧基的添加劑後，泡泡耐久時間將有機會被提升，所以我們先試用洗潔精份量較少（10mL 洗潔精和 90mL 水混合）的泡泡液，進行探究 3 的測試。

### 探究 3：探討不同的添加劑對泡泡耐久時間的影響（電泵測試）

洗潔精：10mL；水：90mL；添加劑：10mL

不同的添加劑對泡泡耐久時間的影響

次數	對照組 (無添加劑)	添加劑			
		酒精	甘油	蔗糖	膠水
1	45秒	1分32秒	4分32秒	1分49秒	2分56秒
2	38秒	1分37秒	4分38秒	1分34秒	2分27秒
3	40秒	1分15秒	5分19秒	1分37秒	2分40秒
平均	41秒	1分28秒	4分50秒	1分40秒	2分41秒



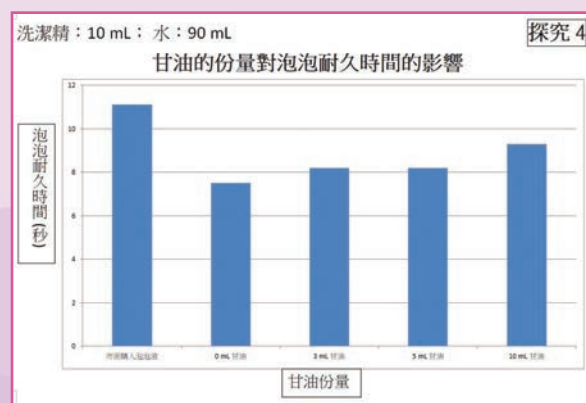
結果：分別加入四種含氧氫氧基的添加劑後，發現泡泡耐久時間都能提升，其中以加入甘油後的效果最為明顯。而在探究 4 中，我們再利用風扇將泡泡吹入空氣中，嘗試找出添加劑的份量對泡泡耐久時間的影響。

### 探究 4：探討甘油的份量對泡泡耐久時間的影響（風扇測試）

洗潔精：10mL；水：90mL

甘油的份量對泡泡耐久時間的影響

次數	對照組 (市面購入 泡泡液)	對照組 0 mL	甘油 3 mL	甘油 5 mL	甘油 10 mL
1	12.2	8.6	6.9	7.7	8.6
2	11.0	5.8	8.2	7.1	9.8
3	10.5	6.5	7.5	7.9	7.7
4	11.4	8.4	9.2	9.4	9.9
5	11.1	7.8	6.3	8.0	9.5
6	9.6	6.6	8.8	8.7	8.8
7	12.8	9.7	9.6	7.5	9.3
8	9.9	6.3	8.7	8.3	10.5
平均	11.1秒	7.5秒	8.2秒	8.2秒	9.3秒

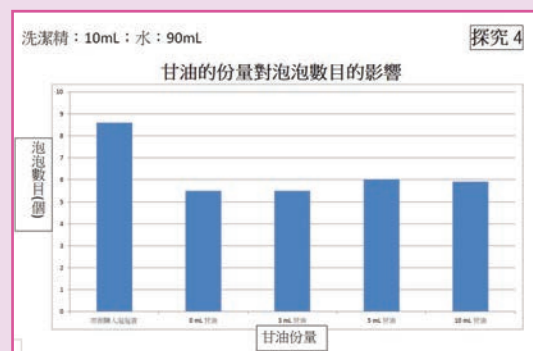




洗潔精：10mL；水：90mL

甘油的份量對泡泡數目的影響

次數	對照組 (市面購入 泡泡液)	對照組	甘油		
		0 mL	3 mL	5 mL	10 mL
1	7	5	6	7	6
2	8	6	4	8	4
3	9	4	6	5	6
4	7	6	5	6	8
5	11	7	4	5	6
6	9	6	7	7	5
7	9	4	6	5	6
8	9	6	7	5	6
平均	8.6個	5.5個	5.5個	6.0個	5.9個



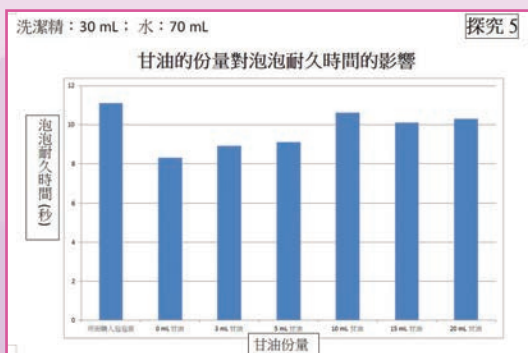
結果：當利用 10mL 洗潔精和 90mL 水混合成吹泡泡液，再加入不同份量甘油做測試，發覺當甘油份量增加，泡泡耐久時間亦有增加。而另一方面，甘油的份量對吹出的泡泡數目，並沒有造成明顯的影響。雖然甘油可以令泡泡耐久時間提升，但吹出的泡泡數目並不太理想，而我們亦明白到泡泡的產生是與洗潔精裡的肥皂分子有關，所以在探究 5 中，我們嘗試將洗潔精的份量增加，期望對吹出的泡泡數目有所改善。

探究 5：探討甘油的份量對泡泡耐久時間的影響（調整洗潔精份量後）（風扇測試）

洗潔精：30mL；水：70mL

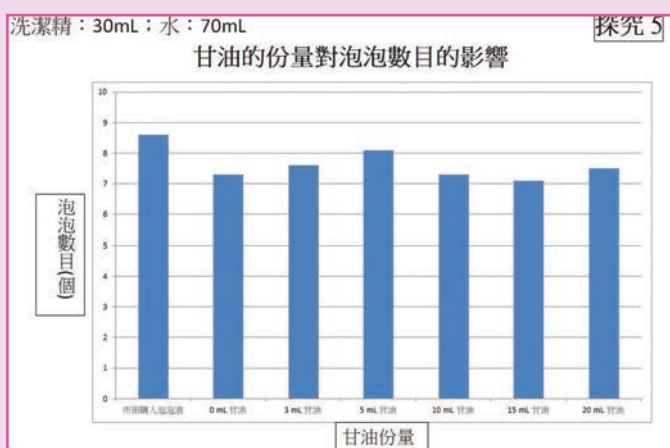
甘油的份量對泡泡耐久時間的影響

次數	對照組 (市面購入泡泡液)	對照組	甘油				
		0 mL	3 mL	5 mL	10 mL	15 mL	20 mL
1	12.2	7.6	7.8	8.8	12.3	8.6	11.4
2	11.0	7.4	11.5	7.2	8.7	12.3	10.6
3	10.5	5.8	10.3	9.3	9.5	10	11.1
4	11.4	10.6	6.4	7.9	12.2	9.4	7.8
5	11.1	8.2	8.4	9.6	13.4	7.7	12.1
6	9.6	8.6	5.9	10.1	9.8	11.2	10.9
7	12.8	9.1	11.4	9.9	10.7	11.5	8.7
8	9.9	8.8	9.4	10.3	7.8	9.8	9.5
平均	11.1秒	8.3秒	8.9秒	9.1秒	10.6秒	10.1秒	10.3秒



洗潔精：30mL；水：70mL  
甘油的份量對泡泡數目的影響

次數	對照組 (市面購入泡泡液) ok	對照組	甘油				
		0 mL	3 mL	5 mL	10 mL	15 mL	20 mL
1	7	7	7	8	6	8	7
2	8	8	6	7	7	7	9
3	9	6	8	9	7	6	7
4	7	8	7	8	8	7	8
5	11	7	7	8	7	6	7
6	9	6	9	10	8	8	8
7	9	9	8	7	7	7	7
8	9	7	9	8	8	8	7
平均	8.6個	7.3個	7.6個	8.1個	7.3個	7.1個	7.5個



結果：結果中顯示，當甘油份量增加，泡泡耐久時間亦有增加，但當甘油份量加至 10mL 或以上的時候，泡泡耐久時間變得穩定，沒有明顯改變。另一方面，吹出的泡泡數目，並沒有因甘油份量增加而有明顯變化。總括而言，利用 30mL 洗潔精；70mL 水；並加入 10mL 甘油，其產生的泡泡數目和泡泡耐久時間，對比從市面購入的泡泡液，雙方的表現亦頗為接近。

## 總結

綜合以上實驗，若要取得最長的泡泡耐久時間和最多的泡泡數目，可注意以下 3 個要點：

1. 家中常用的清潔劑裏，以洗潔精所得出的泡泡耐久時間最長，其次是洗髮乳和洗手液。
2. 以甘油作為添加劑，較有效增加泡泡耐久時間，而膠水的效果亦比酒精和蔗糖為佳。
3. 洗潔精、水、甘油的比列大約是 3:7:1，這樣的比列能得到較長的泡泡耐久時間，並產生較理想的泡泡數目

## 感想

**卓嘉倩同學：**在探究過程中，我學會了合作專注、細心和耐性的重要，沒有了其中一樣，實驗也不能順利進行。我認為合作是最不可缺少的，因為有一次，大家都想做記錄，最後老師選了我做記錄，其他同學都不甘心，於是大家都不能專注在實驗中。幸好，老師發現了我們的問題，他耐心地教導我們要全力以赴，互相合作，我們才能順利完成探究。將來我也希望能參加多一點科學常識展覽。

**方翹同學：**從探究過程中，我學會了要細心。例如要清潔曾承載過泡泡液的碗時，必須要很細心地清洗。因為就算只是有一點泡泡液剩下，都有機會影響下一次的實驗結果。除此之

外，我還學會了團隊合作的重要性。例如在做實驗的時候，計時的人不能因為一時分心而停止計時，如果不合作的話，這項實驗可能不能完成。

**張加南同學：**從探究過程中，我學會了合作和思考，做事要有耐性和要專注，我覺得專注和合作最重要，因為如果我們不認真的話，實驗就不會成功。此外，我還學會了一些科學原理。例如泡泡就像一個三文治，內和外的兩層是清潔液的分子，而中間的就是水分子，十分奇妙有趣。

**陳智聰同學：**從探究過程中，我學會了科學原理。老師說，泡泡就好像三文治，兩塊麪包就是泡泡的分子，中間就是水的分子，當水流光時，泡泡就會爆。我還學會了要專注，因為如果一個人不專注，就會拖累整個研究。我也學會了做事要有耐性，就像我在電泵吹泡泡的測試中，我負責拿着電泵的喉管，開始時，我做得很好，但過了一會，我的手有點疼，所以動了幾下，怎知泡泡就爆了，這讓我明白到耐性是非常重要的。探究過程中，不斷思考也特別重要，因為科學測試要隨機應變，就好像我們以 90 毫升水和 10 毫升洗潔精製作泡泡液時，發現了泡泡數量很少，我們便決定改用 70 毫升水和 30 毫升洗潔精來製作泡泡液，結果很理想。可見做實驗時真的要非常專注。

## 參考資料

Scinece World TELUS World of Science. (n.d.). Online Science Resource Catch a bubble. Retrieved from: <https://www.scienceworld.ca/resources/activities/catch-bubble>

Meritnation. (n.d.). Glycerol. Retrieved from: <https://images.app.goo.gl/Nh9PukAqYJoFiJPv8>

維基百科。肥皂泡。擷取自：  
<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E8%82%A5%E7%9A%82%E6%B3%A1>

## 小貼士

同學在研究過程中能作出公平測試，並透過嚴謹的量度，使實驗成品具有很強的可行性。唯未能清楚帶出探究目的，可多運用 STEM 元素探索技術上的應用，如可了解市面泡泡液的成分更佳。



# 「智得其樂」—— 智玩籃球機

學校：柏立基教育學院校友會李一譔紀念學校

組員：林聖兒同學、方詩琪同學、梁佩瑩同學、余智霖同學、黃予柵同學、梁冠顯同學

教師：仇小敏老師、鄭慧欣老師

## 探究意念

隨著全球人類對娛樂的需求快速發展，人們除了對生活有要求外，連娛樂方面的需求也不斷增加，各種玩樂工具都日新月異。由於人們貪新忘舊，並且新一代的電子產品令他們沉迷，不再「受寵」的玩具就隨年月堆積，懷舊的玩具因而逐漸式微。懷舊玩具的製作原料多來自合成金屬和五花八門的塑膠，這些物料都難以分解，裏面的電池亦可能產生化學作用，它們長期堆積在堆填區，使堆填區日漸飽和，環境污染問題繼續惡化。此外，現時十分流行用硼砂來製作一些含彈性的東西，例如俗稱「鬼口水」的物料，小朋友不知道它的危險，從而因為好奇心而吞進肚子裏，後果不堪設想。因此，為了令人們重拾對玩具的興趣，減少對堆填區的負擔以外，同時為了降低玩具的危險性，我們就嘗試用一些不含有害成分的物質製作「籃球」，並用環保物料去製作及改良懷舊玩具——籃球機，令它們能與時並進和更具娛樂性，來滿足人們對娛樂的需求。

## 科學原理

彈力球的主要成分是鹽和膠水。由於膠水是由水與具黏性的聚合物「聚乙烯醇」(PVA) 混合而成（比例約 9 比 1，或 8 比 2）。當鹽（或鹽水）加進 PVA 中的時候，鹽會與 PVA 產生一種叫交聯 (cross-link) 的化學反應，PVA 會脫離水分與鹽聚合，在鹽加進膠水混和，並搓成球的過程中，會發現擠出來的都是水分且不具黏性，這是因為膠水中具黏性的 PVA 已經和鹽聚合，與水分分離了。這時鹽與 PVA 產生的交聯反應會形成彈力，而成為彈力球。製作兩款彈射器的科學原理：第一款彈射器是大炮台彈射器，使用勢能和第一類槓桿原理，調整力臂與重臂的距離。第二款彈射器是橡皮筋彈射器，使用勢能和第二類槓桿原理，調整力臂與重臂的距離。我們主要利用橡皮筋，因為當我們按著彈射器的時候，橡皮筋便會儲存能量，當我們鬆手的時候，橡皮筋也會將這些儲存的能量發射出去，這種能量稱為勢能，從而令到彈力球能發射出去。

## 測試過程與結果

### 彈力球的製作過程及方法：

材料：

雪條棒、水樽蓋、鹽、透明膠水、水、膠杯

步驟：

1. 在容器加入符合比例的鹽、膠水和水。
2. 用雪條棒攪拌直至到混合物結塊。
3. 馬上把結塊拿起，用手搓成圓形，直至結塊表面沒有水和鹽。



## 測試一：

比較不同比例材料彈力球的彈性：

目的：用不同比例的材料製作彈力球，從而找出彈性最好的彈力球。

假設：膠水的分量越多，彈力球的彈性越好。

材料：雪條棒、水樽蓋、鹽、透明膠水、水、膠杯

步驟：根據製作彈力球的方法製作以下不同比例的彈力球（鹽、水的分量不變，只改變透明膠水分量）。各不同比例製作彈力球 2 個。

比例：1:1:0.5（鹽 1 份，水 1 份，透明膠水 0.5 份）、1:1:1 和 1:1:2。

比例	1:1:0.5	1:1:1	1:1:2
			

測試那種比例的彈力球彈性較好：

材料及設備：尺子、彈力球、iPad

測試步驟：在同一種高度 (30cm) 掉下彈力球。用 iPad 中的相機功能，以慢動作攝影下來，記錄彈力球回彈後的高度。



彈力球從 30cm 彈下



彈力球落在桌面上



觀察彈力球反彈的高度

比例	1:1:0.5 (a)	1:1:0.5 (b)	1:1:1 (c)	1:1:1 (d)	1:1:2 (e)	1:1:2 (f)
第一次測試 反彈高度	9cm	3cm	7cm	11cm	5cm	13cm
第二次測試 反彈高度	10cm	1cm	7cm	9cm	11cm	10cm
第三次測試 反彈高度	7cm	7cm	6cm	10cm	12cm	15cm
平均反彈高度	8.67cm	3.67cm	6.67cm	10cm	9.33cm	12.67cm

\* 數據取至小數後兩個位

然後我們再找相同比例的彈力球的平均反彈高度，從而找出彈性最好的比例。

比例	1:1:0.5	1:1:1	1:1:2
平均反彈高度	6.17cm	8.34cm	11cm

分析：

實驗假設獲得支持。經過測試，我們發現 1:1:2 比例的彈力球的彈性最好，它平均的反彈的高度是 11cm。可是經過 1-2 個星期後，彈力球完全乾透，失去彈性，因此我們決定用含彈性的物料包裹着它，即進行測試二。

## 測試二：

比較用橡皮筋捆綁或貼上橡皮筋碎的彈力球後的彈性：

目的：比較用橡皮筋捆綁或貼上橡皮筋碎的彈力球，它們的彈性如何。

假設：用橡皮筋捆綁彈力球的彈性比較好。

材料：橡皮筋、尺子、彈力球

步驟：首先拿出 2 個相同比例的彈力球，第 1 個彈力球用橡皮筋捆綁，第 2 個彈力球把橡皮筋碎貼上其表面。最後進行彈力測試，比較哪一個彈力球的彈性較好。



測試結果：

反彈高度	用橡皮筋捆綁的彈力球	貼上橡皮筋碎的彈力球
第一次測試	13cm	15cm
第二次測試	11cm	14cm
第三次測試	15cm	5cm
平均高度	14cm	11.33cm

\* 數據取至小數後兩個位

測試結果：

反彈高度	包裹兩層氣球的彈力球	包裹三層氣球的彈力球	包裹四層氣球的彈力球	包裹五層氣球的彈力球
第一次測試	11cm	8cm	8cm	10cm
第二次測試	12cm	11cm	9cm	13cm
第三次測試	14cm	11cm	10cm	11cm
平均高度	12.33cm	10cm	9cm	11.33cm

\* 數據取至小數後兩個位

分析：

根據測試結果，我們的實驗假設不成立，我們發現包裹兩層氣球的彈力球，它的回彈能力最高。它的平均反彈高度有 12.33cm。因此我們決定用包裹兩層氣球的彈力球進行我們的遊戲。

分析：

實驗假設獲得支持。根據測試結果，我們發現用橡皮筋捆綁彈力球的彈性比較好，它的回彈能力最高，有 14cm。但是當進行測試後，捆綁在彈力球的橡皮筋鬆散了，故影響其功能，而且捆綁橡皮筋時也不容易。因此，我們決定選用另一種物料包裹彈力球，進行測試三。

## 測試三：

比較用氣球包裹彈力球後的彈性：

目的：比較用氣球包裹彈力球後，它的彈性如何。

假設：包裹越多層氣球的彈力球彈性比較好。

材料：氣球、尺子、彈力球

步驟：首先拿出 4 個相同比例的彈力球，第 1 個彈力球用氣球包 2 層，第 2 個彈力球用氣球包 3 層，直至包了 5 層。最後進行彈力測試，比較哪一個彈力球的彈性較好。





## 不同槓桿原理彈射器製作過程及方法

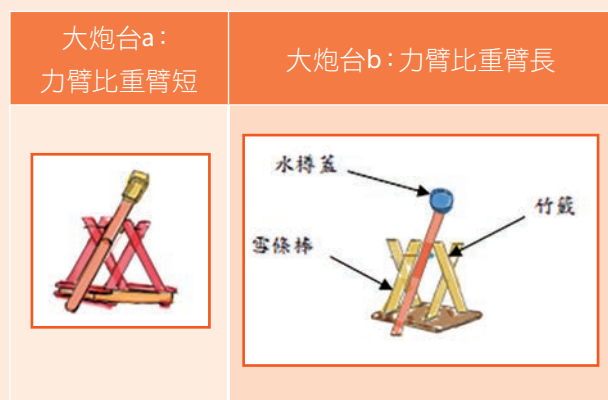
### 第一類槓桿原理的彈射器：

材料：雪條棒、熱熔膠槍、飲管、紙、白膠漿、水樽蓋、竹籤

步驟：

- 把 1 條的雪條棒折斷成兩半，然後互相黏起來變成一個交叉（重複兩次）。
- 把飲管（長度不要超過竹籤）穿在竹籤上，然後把竹籤黏在兩個交叉上。
- 把兩條完整的雪條棒互相黏起來，再把水樽蓋黏在雪條棒邊上，再把雪條棒黏在飲管上。
- 兩個交叉黏在紙皮的邊上。
- 重複步驟 a-c，製作多一個力臂和重臂的距離不同的大炮台

效果如圖示



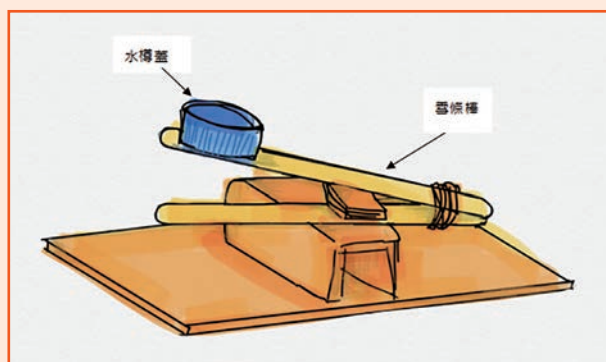
### 第二類槓桿原理的彈射器：

材料：雪條棒、熱熔膠槍、飲管、紙、白膠漿、橡皮筋

步驟：

- 把 4 條已折斷成半條的雪條棒互相黏起來。
- 把 2 條完整的雪條棒夾在的 4 條已折斷成半條的雪條棒上，然用 1-2 條橡皮筋捆綁在一邊的末端。
- 調校力臂與重臂的距離，固定位置。
- 重複步驟 a-c，製作多兩個力臂和重臂的距離不同的彈射器。

效果如圖示



## 測試四：

### 比較第一類槓桿的彈射器：

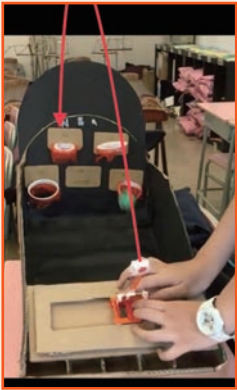
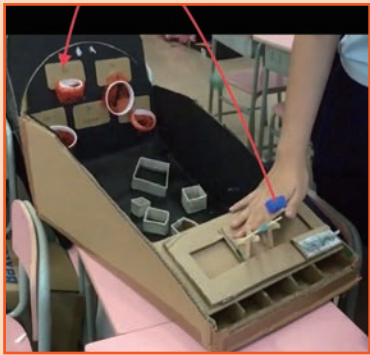
目的：找出力臂和重臂的長度最好的第一類槓桿彈射器。

假設：力臂比重臂短的第一類槓桿彈射器其射出彈力球的拋物線軌道最好。

分別製作兩個第一類槓桿彈射器，其力臂和重臂長度以及支點高度為：

第一類槓桿彈射器	大炮台a	大炮台b
重臂	9cm	6.5cm
力臂	2cm	4.5cm
支點高度	5.5cm	4.5cm

結果：

第一類槓桿彈射器	大炮台a	大炮台b
發射情況		

分析：

實驗假設獲得支持，大炮台 a（力臂比重臂短）的拋物線軌道最佳，因此最後我們會選用大炮台 a 來進行測試六。

## 測試五：

比較第二類槓桿的彈射器：

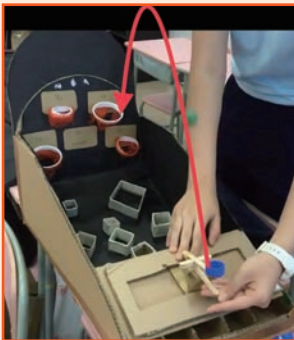
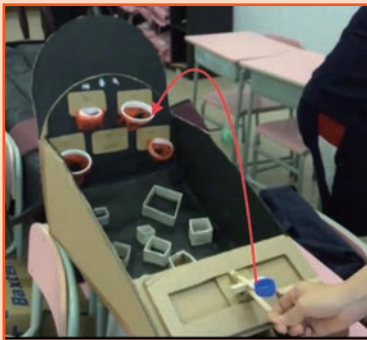
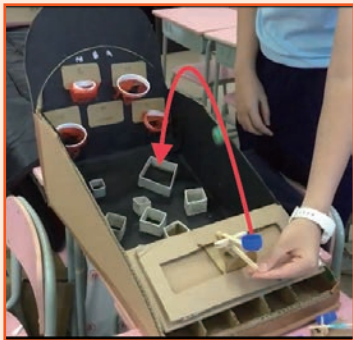
目的：找出重臂長度最好的第二類槓桿彈射器。

假設：重臂越長的第二類槓桿彈射器其射出彈力球的拋物線軌道最好。

分別製作三個第二類槓桿彈射器，其力臂和重臂長度以及支點高度為：

第二類槓桿彈射器	橡皮筋彈射器a	橡皮筋彈射器b	橡皮筋彈射器c
重臂	8.5cm	7cm	5.5cm
力臂	11.5cm	11.5cm	11.5cm
支點高度	0.9cm	0.9cm	0.9cm

結果：

第二類槓桿彈射器	橡皮筋彈射器a	橡皮筋彈射器b	橡皮筋彈射器c
發射情況			

分析：

實驗假設獲得支持，橡皮筋彈射器 a 的拋物線軌道最佳，發現重臂較長能使彈力球射出的軌道更曲，因此最後我們會選用橡皮筋彈射器 a 來進行測試六。



## 測試六：


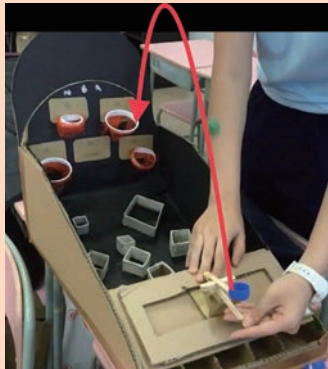
比較不同槓桿原理的彈射器：

目的：比較哪種彈射器射出彈力球的拋物線軌道最好，適合玩家玩遊戲。

假設：第一類槓桿彈射器（大炮台 a）比第二類槓桿彈射器（橡皮筋彈射器 a）射出彈力球的拋物線軌道較好。

槓桿類別	第一類槓桿 大炮台a	第二類槓桿 橡皮筋彈射器a
重臂	9cm	8.5cm
力臂	2cm	11.5cm
支點高度	5.5cm	0.9cm

結果：

	第一類槓桿 大炮台a	第二類槓桿 橡皮筋彈射器a
發射情況		

分析：

實驗假設未能獲得全部支持，我們發現大炮台 a 和橡皮筋彈射器 2 射出彈力球的拋物線軌道同樣好，因此使用哪一類槓桿原理的彈射器，要由玩家自行決定。

## 遊戲玩法

遊戲玩法：

1. 先選出認為適合你的彈力球及彈射台
2. 再把彈射台放在發射的位置，將彈力球放在汽水蓋裏準備發射
3. 如果球射中其中一個籃板，直接加上板上的分數
4. 如果球反彈在板上，即加10分，並掉進洞裡，再按洞裡的特定分數加分
5. 如果球直接反彈後溜進了其中一個近發射台的洞口，按洞口分數加分
6. 如果球反彈後，卻卡住了，那只能夠加上反彈後的分數，即10分

最好跟其他人一起玩，互相比較大家的分數，可好玩了！

由於此籃球機製作的材料全部都是用一些環保物料，而這些材料在普通家庭也能獲得的，較適合一家人共同製作。在製作的過程中，除了從中學習到不同的科學原理外，亦能發揮小朋友的創意，真是一舉兩得。



## 困難

1. 在黏貼橡筋碎時，橡筋碎未能固定貼好，而且當彈力球彈起時，橡筋碎容易掉下。
2. 製作籃球機時，需要考慮的因素很多，例如斜面的角度是否可以讓球滾動，或者是美觀性等。
3. 製作彈力球時，很難出去控制各種比例，而且使用的量度工具也要仔細挑選，不然弄出來的彈力球可能會很大，或者是很小。

## 總結

經過製作和測試後，我們發現彈力球需要用一些有彈性的物料包裹，才能保持其彈性，否則便失去其功能。其次，無論用那一種槓桿原理製作的彈射器都有其利弊，不過最重要是玩家選取一個適合自己的彈射器便可。

## 參考資料

維基百科（無日期）：拋物線。擷取自：  
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%8A%9B%E7%89%A9%E7%BA%BF>

籃球機的參考製作方法（無日期）。擷取自：  
<https://m.youtube.com/watch?v=LI18HQhaog>

自製彈彈球的方法（無日期）。擷取自：  
[https://m.youtube.com/watch?v=uAy9D1Y6a\\_g](https://m.youtube.com/watch?v=uAy9D1Y6a_g)

明報網站 (2017)：動動手：彈彈波。擷取自：  
[https://www.mingpaocanada.com/van/htm/News/20170406/HK-gfy1\\_er\\_r.htm](https://www.mingpaocanada.com/van/htm/News/20170406/HK-gfy1_er_r.htm)

### 小貼士

欣賞同學們能夠在本探究過程，展示以嚴謹的科學方法進行探究。另外，同學用環保物料製作本懷舊玩具，值得推介。

## 感想

**黃予柵同學：**在製作籃球機時雖然有點困難，但也明白到重臂和力臂，在大炮台中是決定距離的關鍵。另外，知道彈力球的大小和比例是可以決定它的彈性。

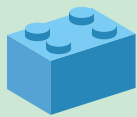
**余智霖同學：**在這次的探究活動中明白到位能越大，距離愈遠。我覺得有些困難，因為我不知道如何用橡皮筋綁或黏彈力球。

**梁佩瑩同學：**在做實驗的過程中，雖然遇到很多困難和挫折，但在組員的協助下，所以困難都能迎刃而解，讓我明白到齊心協力是最重要的。

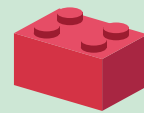
**林聖兒同學：**在整個學習過程，可以說是一個重要的旅程，像人生的道路一樣起伏，雖然有時遇到的困難單靠自己力量未必能夠解決問題，但是幸好在背後有最強的后盾——我的組員，正因如此，一切再難的問題也不成問題，這讓我真正理解什麼叫做團隊精神。

**方詩琪同學：**在這次探究活動中，除了學會有關力的知識，我認為更重要的是學會面對失敗。人生中總會有失敗的時候，有人選擇一蹶不振，而有人則會從中汲取經驗，以一個更完美的姿態捲土重來。在製作過程中，我們也面對了大大小小的困難，幸好我們決不言敗，最終籃球機就誕生了。

**梁冠顯同學：**在學習活動過程中，雖然困難重重，就例如彈力球的比例，籃球機的大小，彈射器的作法等等大大小小的問題，單憑一人之力去解決問題更是難上加難，要不是有同學們之間互相信任和扶持、老師的鼓勵和教導、以及學校所給予的協助與資源，我們應該還在失敗當中，這個籃球機恐怕也會做得一敗塗地。在製作過程中，更讓我明白到何謂「團結就是力量」，人總要學會克服困難，古語有云：「在那裏跌倒，就要在那裏站起來。最終因為我們上下一心、堅定不移，這個見證着我們跌跌撞撞，全神貫注，用我們每一個人每一滴汗與淚所做出的籃球機就誕生了。



# LEGO 愛回家



學校：荔枝角天主教小學

組員：許卓鏗同學、湯柏賢同學、蔡子為同學、湯灝倫同學、姚梓齊同學

教師：胡詠詩老師、林國偉老師、梁愷茹老師

## 探究意念

我們都很喜歡玩 LEGO，但玩 LEGO 後收拾非常費時，至少用上 5-10 分鐘，如果要分類則要 30 分鐘以上。我們玩樂的時間已經很少，平時的時間都要用於補習、興趣班和做功課，所以我們希望能製作個 LEGO 積木篩選器，自動將不同大小及顏色的 LEGO 積木分類及收拾妥當，下次我們玩 LEGO 積木就不需再花費時間了。



(圖片來源：LEGO®)

## STEM原理

首先我們希望先用 LEGO 積木的顏色進行分類。再用大小進行分類。

### 顏色分類：

利用 LEGO Boost 去把 LEGO 分類，主要利用 Colour Sensor。



(圖片來源：LEGO®)

### 大小分類：

我們會利用震動斜面的簡單科學方法製作一個 LEGO 積木大小分類斜台，先將 LEGO 積木放在斜台的位置用馬達製造震動效果，令 LEGO 自動震到 2 點邊長那一邊向斜道滑行，而在斜道的中間會開 3 個孔，黃色的是給 2X2 的 LEGO 掉落下方的盤子裡，橙色的是 2X3，綠色的是 2X4，就可以把 LEGO 分類。

## 測試過程及結果

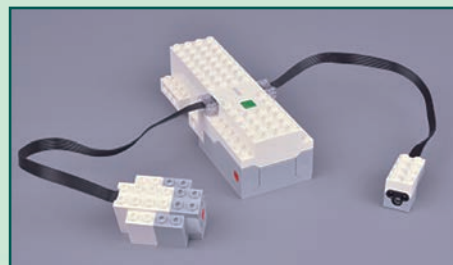
### 大小分類器：

我們會測試廢棄的發泡膠板和廢棄的紙皮製作震動器，探究那一種物料震動 LEGO 積木的效果最好，然後我們用斜台將一些 2x2、2X3、2X4 的 LEGO 分類。



### 顏色分類器：

主要利用 LEGO Boost 的 Colour Sensor 編寫程式。

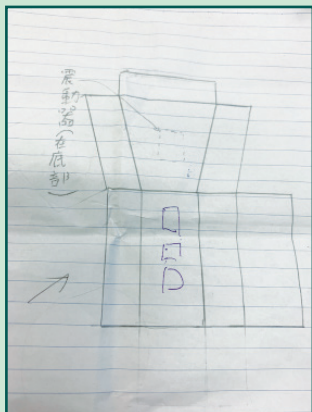


(圖片來源：FreePix)

我們考慮先以顏色先進行分類，因為 LEGO Boost 的價錢比較貴，而大小分類器比較便宜。我們會以廢棄的物品進行分類。

用 LEGO Boost Colour Sensor 的目的：

是次嘗試由於器材所限，我們暫時只分紅色和藍色，藍色 LEGO 會直接掉到分類箱，而紅色就用機器臂將它搬到另一個分類箱。



測試：

	10度	15度	20度
打橫	X sec (12cm)	0.73 sec	4.33 sec
打直	X sec (5cm)	X sec (33cm)	10.65 sec

結果：

它只是跟斜度有關，與震動無關。

### 困難

LEGO 太矮，不能達到顏色傳感器的感應範圍；

接駁的電線太容易鬆脫及太多，導致電線擺位有些混亂；

震動器容易鬆脫及有時會撞到紙板，導致停止轉動；

斜台的位置要試很多次才成功。

### 總結

我們的產品已經足夠讓 LEGO 自動分類，可以大大減少收拾 LEGO 所花的時間。我們希望以後能夠幫助到全香港，甚至全中國、亞洲，我們會繼續研究下去。謝謝各位！

### 感想

**姚子齊同學：**我們發現小孩玩 LEGO 過後，需要大量的時間收拾好，也令他們那少量的玩樂時間變得更少，所以我們便想了一些方法來增加我們的玩樂時間。我們經過這次的實驗，發現了分類的最好方法，我亦明白一組人一定要互相合作才能做好。

**湯灝倫同學：**這次比賽令我獲益良多。我學到關於數據統計和不同的科學原理，例如：如何可以令分類的物件擺橫，和如何使用電子產品以物件的顏色作分類。其實只要大家不要玩 LEGO 時弄得太亂，這樣就可以令收拾的時間減少，更可令你有更多玩樂時間。

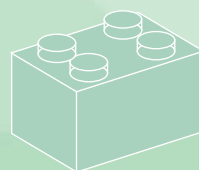
**許卓鏗同學：**透過這次 LEGO 愛回家的實驗，令我更加清楚知道如何才能處理分類時的困難，更能令我明白到合作的重要性。最後我還能幫助小孩減少分類的時間，十分有意義。

**蔡子為同學：**這次活動令我能幫助小孩減少分類的時間，我感到很開心。而且，我更了解關於分類和感應物件顏色的知識。我還明白到團體合作的精神，真是獲益良多。

**湯柏賢同學：**從這次活動中，我得知我們不可放棄，只要我們團結一致，堅持不懈便可成功。我還知道了不同知識，包括如何準確地分類物品的大小及顏色傳感器的使用方法。

### 小貼士

探究簡單但全面，並能改善現有玩具的不足，建議可多參考用家需要，改良設計。







# 遙控清潔車



學校：香港教育大學賽馬會小學

組員：何宛柔同學、李品諺同學、葉家朗同學、譚皓元同學、胡叡維同學、曾竟軒同學

教師：羅皓輿老師、李家陽老師

## 探究意念

父母下班後，仍需要為家庭工作，十分需要孩子分擔部分家務，所以我們決定為同學們打打氣，鼓勵同學們使用吸塵機去清潔家居，用科技使做家务變得更有趣。我們留意到家中有不少垃圾，特別是做功課時的橡皮擦碎屑及紙碎，所以我們選擇了吸紙屑作為測試環保吸塵機的效能，然後在舊的 mBot 中加上一個環保吸塵機，再連接手機藍芽，改裝成一個遙控吸塵車。

## 科學原理

### 閉合電路：

首先乾電池有正、負兩極，從兩極分別利用電線連接吸塵機上的馬達，電便可以通過電線和馬達的導導體（銅片），使馬達轉動。這樣形成的電路叫做閉合電路，而電只能通過完整的閉合電路。

### 負壓：

吸塵機內部扇葉轉動，抽取機內空氣，導致吸塵機內空氣少於外界。外界無處不在的大氣壓會使空氣向負壓空間湧去。所以吸塵機就是靠內部產生的負壓空間來吸取管口周圍的空氣，灰塵紙屑都是被空氣推進去的。



## 佛萊明左手定則

### (Fleming's left-hand rule):

馬達的基本運作原理是靠電流在放置在磁場內的線圈中流動，根據佛萊明左手定則原理，此時線圈會產生動力從而使其轉動，當線圈轉至與磁力線平行時，換向器會把傳來的電流掉換方向，使線圈能夠繼續轉動。線圈便能不停地在軸心上旋轉了。因此，可以得知電動機是由電流通過導體所產生磁場，稱為電流磁效應。

## 測試器材及材料



一個正常大小的膠樽、一個經切割後的膠樽、普通馬達、四驅車用的馬達、電子磅（準確至百分位）、茶葉包的濾網、隔塵棉、毛巾、鞋套

## 測試過程及結果

首先我們預測馬達的馬力會有不足，我們會嘗試轉換一個較大馬力的馬達作測試。其次我們預測膠樽的容量太大，雖然膠樽容量大能夠裝載更多紙碎，但同時令到吸力有所不足，所以我們會嘗試轉換一個容量較小的膠樽作測試。另外，在測試過程中我們發現被吸走的紙屑會阻塞馬達上扇葉的轉動，所以我們必須安裝隔塵網以減少馬達的損耗。我們預測不同的隔塵網會因為透氣度不同而影響吸塵的效能，我們會嘗試使用不同的物料作自製隔塵網以測試吸塵機的效能，我們搜集了不同的家居用品作濾網各包括茶葉包、隔塵棉、毛巾及鞋套。我們會從馬達的功效、吸塵機的容量及隔塵網的材料這三方面測試吸塵機的效能，每次只改變一個變項去作公平測試，之後量度可以吸起紙屑的重量，以得出一個最佳的改裝組合。



馬達			膠樽容量		
	原裝馬達	四驅車用的馬達 (16200RPM)		原裝膠樽 (大)	切割後的膠樽 (小)
測試後被吸 紙碎的重量	0.01 g	0.03 g	測試後被吸 紙碎的重量	0.03 g	0.32 g

自製隔塵網				
	茶葉包的濾網	隔塵棉	毛巾	鞋套
在測試後隔塵網 上紙碎的重量				
	0.32 g	~0.02 g	0 g	0.05 g

首個測試為馬達對吸塵機效能的影響，我們原裝馬達及四驅車用的馬達作比較，測試結果顯示四驅車用的馬達有助提升吸塵機的效能。其次測試膠樽容量對吸塵機效能的影響，從測試結果發現容量較小的膠樽比容量較大的膠樽明顯地提升吸塵機的效能。我們利用以上實驗結果得出一個高效能吸塵機的組合。最後測試哪一種隔塵網對吸塵機的效能影響最少，從實驗結果發現茶葉包的濾網幾乎對吸塵機的效能沒有影響。

綜合以上結果，四驅車用的馬達轉速較快，使到安裝在馬達上的扇葉高速旋轉，帶動風扇向瓶外排風，從而在切割後（容量較小）的膠樽內形成負壓。最終在膠樽嘴處產生吸力，紙屑就會被吸入膠樽內。我們會用一個馬力較大的馬達、容量較小的膠樽及用茶包袋作隔塵網以得出一個高效能組合的遙控吸塵車。



### 困難

我們在過程中遇到不同的問題，首先是馬達的接駁錯誤，使到吸塵機變成吹風機。之後發現另一個問題，由於馬達的馬力不夠導致吸力很弱，連一些紙碎都不能吸起，我們先更換了四驅車的馬達，之後我們把吸塵車的管道改短，使到吸力大增，經過不斷的改良我們製作了一部高效能遙控清潔車。

### 感想

由一開始大家討論去製作一部遙控清潔車，經過不同測試去改裝及改良成一部遙控吸塵車。雖然過程中遇到很多困難，但在改造過程中激發起我們的創意。例如在選擇隔塵網時，我們隊員之間為棉花及茶包過濾網的隔塵效果爭持不下，不過實驗數據把我們說服，我們亦發現使用遙控吸塵車除了過程有趣之外，操作上更容易清除傢俱下的塵埃。我們覺得這個科學活動能讓我們學習到許多科學知識，別具意義！

### 參考資料

香港鐵路工程中心（2001）。電動馬達的基本構造。擷取自：

<https://www.hkrailway.org/chi/motor.html>

陳坤煌，蔡益昌（無日期）：佛萊明左手 VS. 右手定則之比較。擷取自：

<https://www.shs.edu.tw/works/essay/2014/03/2014032816203311.pdf>

百度百科（無日期）：「負壓」。擷取自：  
<https://baike.baidu.com/item/%E8%B4%9F%E5%8E%8B>

### 小貼士

有公平測試考慮，及找出各變量間的關係，可更進一步加強與 mBot 的連繫與應用，延伸部分值得欣賞。



# 飲水鳥變奏曲——綠能幸福摩天輪



學校：香港普通話研習社科技創意小學

組員：呂其諾同學、麥天翔同學、許詠棋同學、陳梓澄同學、陳海陽同學、許智宇同學

教師：王文燦老師、歐陽美詩老師、馬楚宜老師



## 目的

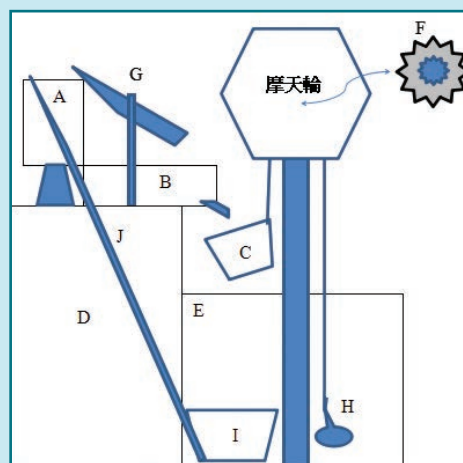
我們希望測試出最優良的毛細管物料作為「飲水鳥」的吸水媒介，並找出相同物料的不同份量對「鳥」的吸水量的分別。又因為「鳥」的擺動速度會影響其觀賞的樂趣，所以，我們嘗試找出最有利於「鳥」擺動的支點，希望藉著以上各項測試，製作出一隻快速擺動的「飲水鳥」。接著，我們希望能運用「飲水鳥」緩慢輸水的特性來存積水量，透過漸漸增加水的重量來轉化為供給另一玩具的動力，此玩具也需同樣具有緩慢轉動的特色。於是，我們想到摩天輪或升旗等事物。因此，我們會測試「鳥」的吸水量並計算所需足以拉動齒輪來帶動摩天輪/滑輪來升起旗幟的水量和輸水速度。目標是藉著毛細管現象的應用以產生最大的玩樂體驗。

## 探究意念

要讓人類生活能持續發展就需要不斷消耗能源，然而，地球資源越來越寶貴，環保也是刻不容緩的工作。所以，當我們嘗試設計玩具來玩樂時，必須合乎環保原則和使用可再生能源。基於這個動機，我們尋找能產生環保又能持續的動力能源；我們想到水力，又想到與水有關的毛細管現象。我們將嘗試運用此科學現象作為玩具的主要動力。

## 科學原理

「飲水鳥」擺動的科學原理是因為「毛細管作用」及槓桿原理的產生。當「飲水鳥」低頭「飲水」時，水會因「毛細管作用」沿着物料之間的細孔由杯子裏向上流，然後沿着測試物料向下流至「鳥」身體內累積，最後因為「鳥」身體的水達至一定重量後，「飲水鳥」便馬上抬起頭，鳥身體內的水便流出盤子。當「飲水鳥」的頭部重量高於其尾部時，它便會繼續低頭「飲水」，這樣成為了它反覆擺動「飲水」的能源動力了。



結構：

- |              |        |
|--------------|--------|
| A. 供水箱       | F. 齒輪  |
| B. 儲水箱       | G. 飲水鳥 |
| C. 小水箱       | H. 負重物 |
| D. 「飲水鳥」組合支架 | I. 儲水盤 |
| E. 小水桶穩定裝置   | J. 輸水管 |

## 運作方式：

飲水鳥從供水箱(A)吸水並透過毛細管原理把水運輸到儲水盤(B)內，然後透過儲水盤底部的出水口流入小水桶內。當小水桶的重量超過負重物的重量時就會向下拉動繩子。繩子經過摩天輪內部的齒輪時就會帶動摩天輪一同轉動，直至小水桶觸及摩天輪組底部才停止轉動。

為做到永續能源，我們設計了一個水源循環不息的系統。當小水桶負重而向下拉動至靠近底部時，小水桶底部會觸碰到一節突出的短棒，小水桶即失去平衡而把水傾流到下方的儲水盤。此時，被棉花填充的長吸管，就開始把儲水盤內的水再次透過毛細管力量送回開始的供水箱(A)內。再次供給飲水鳥吸水，形成水的循環，造成能源永續。

## 摩天輪製作過程：



表一：不同吸水物料的吸水情況

次數 吸水 物料	第1次	第2次	第3次
紙巾	膠碟內有水 (第一滴水 約7分30秒)	膠碟內有水 (第一滴水 約9分30秒)	膠碟內有水 (第一滴水 約9分30秒)
報紙	膠碟內沒有 任何水	膠碟內沒有 任何水	膠碟內沒有 任何水
棉繩	膠碟內沒有 任何水	膠碟內沒有 任何水	膠碟內沒有 任何水
化妝棉花	膠碟內沒有 任何水	膠碟內沒有 任何水	膠碟內沒有 任何水

## 測試過程：



## 測試過程及結果

### 測試一：毛細管物料測試

以不同吸水物料作為測試內容，測試其毛細管效能。

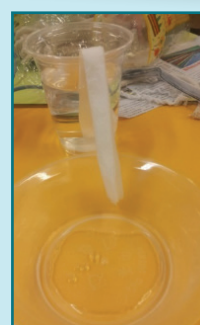
- A. 測試材料：紙巾、棉繩、報紙和棉花。
- B. 測試器材：膠杯、膠碟和量杯。

#### 細節：

1. 設定變項為不同的吸水物料。
2. 將不同吸水的物料分別置於 300 ml 的膠杯和乾的膠碟內。
3. 觀察其吸水情況，限定時間為 15 分鐘，然後紀錄各物料的吸水情況。

#### 測試一結果：

根據這次測試結果，我們發現吸水最佳的物料為紙巾。



### 測試二：飲水鳥的支點測試及製作

#### 測試材料：

粗幼吸管、鋁線、鉗、1 升量杯、大小膠碗、大小膠杯、膠匙羹、橡筋、膠紙、紙巾

### 製作測試裝置：

1. 根據第一部分毛細管現象測試結果，我們選定了「紙巾」為飲水鳥內部設計的吸水物料。
2. 將紙巾放置在整條吸管内（紙巾於吸管兩端突出約 2CM）
3. 修剪膠匙羹，用橡筋將匙羹綁在吸管一端。
4. 將 1 升量杯注滿水（直至量杯出口位置），把吸管放上。如下圖：

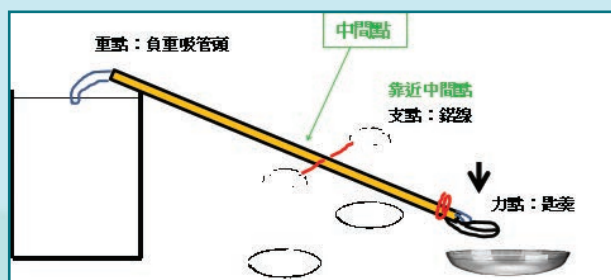


### 目標：

1. 令吸水鳥裝置能迅速吸水並推動匙羹。
2. 為使裝置更省力（用很小的水便可推動匙羹），我們使用「支點在重點和力點之間」的槓桿原理。

### 支點測試過程：

1. 為配合吸管傾斜度，支點須向力點方向移動，而不能設於中間位置。
2. 根據槓桿原理，支點離力點愈遠愈省力，愈近就愈費力；故此，我們選定靠近吸管中間點的位置為支點，讓吸管保持傾斜度。



### 支點測試結果：

供水箱的高度為 13cm，鳥的支撐架的高度為 10cm 的情況下形成吸管傾斜。我們以試誤方式找出支點的位置。從中間點移向匙羹力點約 1.5cm，我們測出吸水鳥每 40s 會推動匙羹一次，而匙羹移動幅度最為明顯。

### 製作期間遇到的困難：

1. 為了配合吸管傾斜度，我們要重新找出一個最佳支點。
2. 製作過後，我們發現自製吸水鳥推動匙羹的速度並非想像中那麼快，想必需要很長時間才可推動「綠能幸福摩天輪」，效果並不理想。若要加快輸水的速度就必須增加「鳥」的數量。然而，製作每隻飲水鳥的效果都因一些微小的變數而有差異，很難製作多個同樣高效能的飲水鳥，而且吸水量時在太慢（6 克 /10 分鐘），是我們擔憂它難以推動摩天輪。故此，我們嘗試使用成品的飲水鳥，期望高效而穩定的吸水鳥能幫助增加輸水的速度。

### 測試三：「鳥」的吸水量測試

1. 自製飲水鳥（根據支點的測試結果設定）
2. 成品飲水鳥裝置組合

### 測試材料：

1 號和 2 號飲水鳥裝置組合、電子磅、計時器

### 製作測試裝置：

在電子磅上擺放儲水盤，把儲水盤擺放在飲水鳥下方。

### 目標：

找出每 10 分鐘出水的重量。

### 吸水量測試過程：

讓飲水鳥吸水 10 分鐘，計算出水的總重量

### 測試結果 (10min)：

1. 自製飲水鳥（紙巾）6g
2. 成品飲水鳥（棉花）

由於成品飲水鳥第一次的吸水量（23g）明顯比自製吸水鳥（6g）的多，所以我們又利用成品飲水鳥的裝置重新為紙巾和棉花再做比較測試。結果如下：

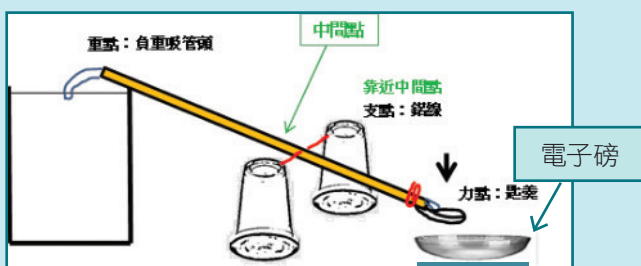
（成品鳥）

	紙巾	棉花
第一次	(自製鳥) 6g	23g(成品鳥)
第二次	(成品鳥) 11.5g	44g(成品鳥)
第三次	(成品鳥) 14g	48.7g(成品鳥)

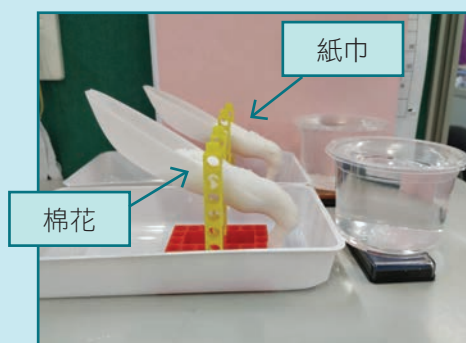


由於三次的結果都證明棉花的吸水力最強，所以我們嘗試找出為何物料測試的結果不是棉花。我們推測與輸水物料的長度有關係。物料測試中的棉花呈長條狀，棉花的輸水力可能因此受到影響，因為棉花的鎖水力也很強，要吸更大量的水才能達到飽和至流出。而成品鳥身體至有10cm，形狀也比較寬大肥厚，遠比20cm的長條狀物料短。當面花被堆積起來時，纖維間的儲水空間也比紙巾大多了，所以輸水量也較大。

1號鳥（自製）



2號鳥（成品）



#### 測試四：拉動齒輪以帶動摩天輪的水量（重量）

測試材料：

齒輪組、摩天輪支撐竿、繩子、玻璃珠、負重袋、小水桶

製作測試裝置：

1. 於支撐竿上方裝上齒輪組
2. 把繩子掛在內齒輪上
3. 繩子下垂的兩端分別掛上內有 1 粒玻璃珠（5.5 克）的負重袋及小水桶。
4. 把負重袋一邊的繩子拉到支撐竿的最底部，令小水桶被扯到貼近摩天輪位置

目標：

測量小水桶內需要放進多少玻璃珠才能拉動另一邊繩子的負重物直至升到頂部。

測試結果：

小水桶內需總共擺放 14 粒玻璃珠，即 77 克。

觀測發現：

在小水桶內時，我們發現小水桶並非如我們估計那樣隨著玻璃珠的逐步增加而同時慢慢下降。它要達到 14 粒珠子時才開始下降，而且下降的速度會越來越快。

#### 測試五：輸水速度的計算（以重量為單位，以配合計算拉動小水桶的重量）

共有五位同學參加飲水鳥的製作和測試比賽，他們要組裝成品飲水鳥並進行測試和調整，務求造出 10 分鐘內吸水最多的飲水鳥。以下是他們的成績：

（水的重量）

1號同學	24g
2號同學	28g
3號同學	22g
4號同學	20g
5號同學	11g

比賽進行情況：



結論：

5 隻飲水鳥 10 分鐘的輸水總重量：

$24g + 28g + 22g + 20g + 11g = 105g$

每分鐘飲水鳥的平均輸水重量：

$105g / 10min = 21g/min$

要拉動小水桶，5 隻飲水鳥共需時：

$77g / 21g/min = 3.7 min$ （3 分 42 秒）



為了防止小水桶因增加重量而突然驟降，我們必須增加繩子表面的阻力。因此，我們把滑順的繩子改為較粗糙的繩子，並且在繩子的表面用熱溶槍加上溶膠珠粒。

## 總結

要利用毛細管現象去推動齒輪簡直是不可能的任務。因為在製作「綠能幸福摩天輪」的過程中，我們遇到的困難比我們想像的多太多了，包括無法決定影響物料測試結果的原因、自製飲水鳥過程中的技術問題、測試支點的各项變數。此外，還有製作摩天輪時遇到自製齒輪、特製有阻力的繩子的困難…我們實在經過了許多失敗和氣餒的時刻。但是，我們在不斷嘗試解決問題的過程中，實在學到很多知識和得到許多鍛鍊意志和毅力的機會。雖然這個摩天輪的永續動能系統還有很多不完善的地方，但我們始終算是實現了我們的理想：製造出又環保又能持續的自動動能系統。

## 感想

**陳海陽同學：**我參加了常識百搭（飲水鳥毛細管原理）之後，就留校進行過兩次策劃，一次測試和一次製作，第一次策劃是進行設計，我設計了一個升旗禮，但是迴圈問題還沒解決。第二次，有一個老師對我的方案進行改進。第三次，我們進行製作了飲水鳥（簡版，無升旗製作）但是他喝得太「過癮」了，他都沒抬過頭（倒水）。第四次，我們為成品飲水鳥進行測試，結果終於成功吸水，而且頭部還會回頭不斷重複吸水。我發現原來不同位置的支點和物料的多少或前後位置都回都有影響擺動。參加常識百搭活動雖然要推遲放學時間，但是我覺得這活動還是挺好的，因為我的創意和知識都可以在這裡大顯身手，也學到了一點點教科書上沒教的知識，比如紙巾比布吸水快，但原來棉花是最好的吸水物料。另外，改進了我的動手能力，我希望有更多的這類活動供我選擇。

**麥天翔同學：**我在做幸福摩天輪的時候感覺應該會做很多東西，所以要和同學齊心合力一起做，本來以為會各自做不同部分的。結果第3次來做實驗和做飲水鳥的時候發現原來只需要大家齊心合力很快就能完成。這次在做「綠能幸福摩天輪」的過程真的讓我體會到甚麼是齊心合力！感謝老師給我這次機會去參加這展覽。

**陳紫澄同學：**I think General Studies is very funny and interesting in various aspects. In this activity, I learned a lot of things. For example, capillary phenomenon, principle of leverage and spirit of teamwork. The most difficult part is that we spent a lot of time to make the drinking birds but we failed again and again. It's really hard to find the balance point. Finally, we made successful drinking birds when the teachers provided us the experimental kits of the drinking bird! By the way, we learnt a lot from it! Thanks teachers!

**呂其諾同學：**我非常榮幸參加這次展覽，因為這一次的活動是由老師們挑選出來的。途中全因我們時間不足，才讓我們的想法沒法完美地呈現出來，但我們已經絞盡腦汁地盡量改良，途中也經過了很多挫折，但我們已經盡力在很短的時間內完成作品。我也希望能夠有更多這類的活動讓我參與。如果有機會的話，我下一次也想參加這個展覽。

## 參考資料

槓桿原理（無日期），取自 [https://market.cloud.edu.tw/content/primary/nature/ph\\_hs/phnature/addon/physical/power1.htm](https://market.cloud.edu.tw/content/primary/nature/ph_hs/phnature/addon/physical/power1.htm)

小學常識（2014）：毛細管、大作用，取自 [https://www.newasiabooks.com/subject/gc/gc\\_web/lee/page\\_20140811.htm](https://www.newasiabooks.com/subject/gc/gc_web/lee/page_20140811.htm)

## 小貼士

同學的設計創新亦具豐富的數學元素，能運用運算及數學語言表達。在對照實驗中選取了合適材料及在已有成果後改良物料的選擇，選材同時能達至環境友善，有潛能發展至環保項目，唯可多思考作品的應用性。





# 改造足球機，以磁力控制足球員



學校：宣道會葉紹蔭紀念小學

組員：陳兆鎧同學、蘇錦俊同學、李雪希同學、林佩妮同學、陳智仁同學、徐澤鋒同學、  
夏仲良同學、林煥健同學

教師：黃家豪老師

## 探究意念

我校於高年級各樓層的空地設有足球機，很多同學每逢小息便會跑往樓層空地排隊玩，可見足球機受歡迎的程度極高。然而，我們從日常生活中，觀察到使用足球機有以下問題：

- 一、部分同學沒有遵守遊戲規則或太投入活動，沒有按照入球的真實結果計分，最終引起同學之間發生爭執。
- 二、足球機的控制桿因多人使用，以引致經常破爛，若經常更換物料，一來並不環保，二來亦費時。

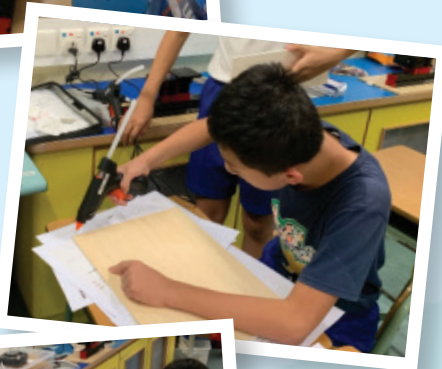
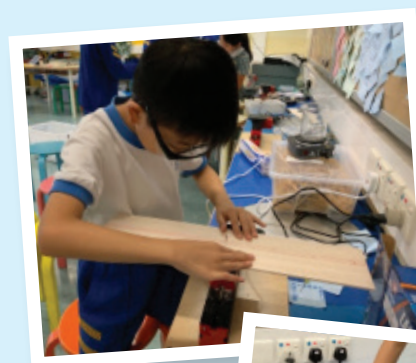
基於我們觀察到的問題，我們希望改良足球機的操作方式及現有物料，以提升足球機的環保效益及互動性，並有了以下想法：

- 一、利用編程及智能感應器，設計一個能幫助計分的程式，以增加玩家的互動性和趣味性
- 二、改以磁石作控制足球員踢球的操作方式，以減少控制桿需經常更換的情況

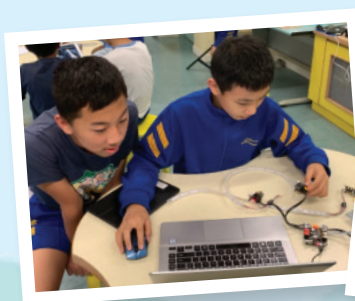
製作木工時，餘下了不少沒有用途及不規則的木屑，亦有餘下一些較大塊的木材，因此我們運用他們的剩餘物資作機身，一來環保，二來木材送往堆填區亦較快能夠分解。

## 切割及連接木材的位置：

我們使用木工機進行切割，並用熱溶膠槍來把不同木材連接。



## 探究過程



### 機身：

我們主要以飛機木來製作整個足球機。選取的原因是我們學校六年級設有木工課程，由於在





## 磁石足球機的實物圖：





## 測試過程及結果

### 磁鐵相吸相斥現象：

由於我們會利用磁鐵作操控足球員移動，因此我們想探究磁鐵相吸相斥現象，使足球員能被磁鐵操控。

### 測試過程及結果：

擺放位置	南極對北極	南極對南極
實驗結果		
分析	相吸	相斥

### 結論：

- 磁鐵有南北兩極
- 異性相吸、同性相斥
- 經過測試後，我們發現當足球員與磁鐵的擺法是以南極對北極 或 北極對南極，會較容易操控足球員，成功入球的機會亦較大

### 物料材質的摩擦力大小：

影響足球員能否在賽道上移動的速度，與足球場賽道的摩擦力有關，因此我們設計及進行了一個實驗，以測試哪種材質較適合用作平鋪整個足球場，以下是有關於探究摩擦力大小的實驗。

### 實驗步驟：

1. 選擇三種不同粗糙度的物料，分別是絨毛、砂紙及膠片
2. 把三種物料放在同一斜度上，然後放置三粒波子在斜度的最高點
3. 把波子同一時間放下，觀察哪粒波子最快向滾到下方



### 實驗結果：

	絨毛	膠片	砂紙
波子下跌的速度 (1最快、3最慢)	3	1	2

### 分析：

- 波子在膠片下跌的速度最快，絨毛下跌的速度最慢
- 這是由於膠片表面相對比絨毛平滑，摩擦力較小，使波子的阻力較少，最終下跌的速度比絨毛及砂紙最快

### 結論：

- 摩擦力是一種阻力，減慢物體移動的速度
- 物料材質與摩擦力的大小必然關係
- 物料材質越平滑，摩擦力較小，使物體移動的速度較快
- 因此，我們選用了膠片來作足球場的賽道



## 超聲波感應器：

足球機加入了計分系統，並在龍門位置加入超聲波感應器，當超聲波感應器偵測到足球（障礙物）進入龍門時，便會發出一個加分的訊息，並將分數顯示在 LED SCREEN 上。

超聲波感應器有一個接收器及發射器，用以偵測前方物體與感應器的距離，從而使感應器作出下一步指令。因此我們需要測試感應器與障礙物的距離數值，從而編寫計分程式系統。

### 測試過程及步驟：

超聲波感應器數值	可偵測到前方障礙物的範圍
<5	1-2cm
<50	15-18cm
<100	26-30cm
<150	43-46cm

### 分析：

- 當超聲波感應器數值小於 5，可偵測到前方障礙物的範圍約 1-2cm
- 當超聲波感應器數值小於 150，可偵測到前方障礙物的範圍約 43-46cm
- 因此我們發現以下規律：
- 當超聲波感應器數值越小，可偵測到前方障礙物的範圍越小。
- 當超聲波感應器數值越大，可偵測到前方障礙物的範圍越大。

### 結論：

- 由於超聲波感應器只與偵測前方範圍較窄的位置，以偵測是否入球，因此我們將超聲波感應器設為小於 5，以增加偵測入球準確性
- 只要超聲波感應器大於 10 以上，便會偵測到足球機的其他部分，因此我們最終選用數值較小的來編寫計分程式系統

## 困難

1. 磁石磁力越強，使足球員被牢牢吸住，導致難以移動，但磁石磁力太弱，又未能吸附足球員，因此在測試的過程中，頗為吃力，但最終經過多番嘗試，最終成功解決問題。
2. 拼貼木材時，拼貼後發現木板傾斜了，導致足球側向一邊，因此我們發現，在拼貼的過程中，要非常細心，用白板筆畫好需拼貼的地方才貼，以減少足球場賽道不平衡的情況。
3. 由於龍門很大，但超聲波感應器的接收及發射的位置很小，以致足球射進龍門時，卻未被超聲波感應器偵測到，因此我們在龍門加了兩條小路，引領足球進入被超聲波感應器接收的範圍。

### 小貼士

同學們能在其學校情境中找到探究題目，嘗試提出解決方法，值得加許。建議學校繼續支援學生，希望真的能夠改善學校足球機現況。





# 智醒憤怒鳥



學校：高主教書院小學部

組員：陳崇朗同學、李文嘉同學、林震宇同學、陳謙瑜同學、魏梓明同學

老師：黎迪康老師

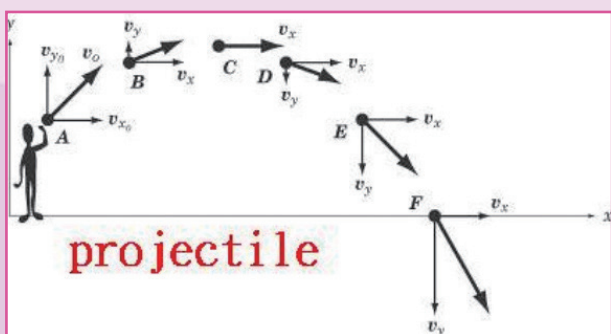
## 探究目的

智能電話遊戲憤怒鳥 (Angry Birds)，由一家芬蘭遊戲公司開發，於 2009 年誕生，推出後不久便成為最受歡迎的益智遊戲，深受小朋友及成年人愛戴。往後數年間，遊戲公司更推出不同跨媒體商品，包括遊戲機、實體玩具、電影、動畫、服飾等。

家傳戶曉的手機遊戲憤怒鳥，不單止具娛樂性，內裡至勝之道亦包含不少力學、運動學、能量傳輸等科學原理。我們將利用回收材料設計憤怒鳥玩具，並進行工程優化及科學探究，從玩樂體驗中探索科學。

## 科學原理

拋射物 (Projectile) 是指任何受到外力推進而拋射到空中的物體。當拋射物件向空中推進時，向前的動力（沿著 X 軸）跟地心吸力（沿著 Y 軸）會使飛行路線呈現拋物線形狀，此類物件的運動型式稱為動能性拋體 (Kinetic Projectile)。



相片 1：拋射物飛行路線呈現拋物線形狀  
（圖片來源：維基百科）

要成功擊中遠處的目標，拋射者需要考量多個因素，包括拋射時的水平角度、彈力的大小以及物件重量。同時，推動物件向前的動能，跟投射器的設計有關，例如橡皮筋拉扯的長度、橡皮筋數量及橡皮筋本身的彈性。本專題將會從動能性拋體力學方向出發，透過設計不同版本的憤怒鳥玩具，配合科學實驗，來探究遊戲取勝的秘訣。

## 測試過程及結果

動能性拋體是透過彈力（而非爆炸釋放的氣壓），來提供飛行時的動能。因此，拋射物能夠飛翔得多遠或多高，跟所受到的彈力多少有關。橡皮筋是我們日常生活中最常見的可提供彈力的小工具，它除了是文具的一種外，也常用於遊戲中，如丫叉彈弓。當一條橡皮筋被拉扯得越長，它能提供的彈力便會越大。我們以胡克定律 (Hooke's law) 作為基礎，量度橡皮筋拉扯長度跟彈力的關係。根據胡克定律，當具彈性的物質被拉扯時，其所受的拉力跟伸延度成正比。

### 實驗一：測試橡皮筋被拉扯長度跟可承受重力的關係

目的：為了看看我們日常所用的橡皮筋是否符合胡克定律，我們設計了以下實驗。

實驗材料：橡皮筋、三腳相架、紗網袋、三件不同重量的電池

實驗工具：電子磅、直尺







相片 2：組裝三腳相架作實驗用



相片 3：量度橡皮筋原本的伸延後的長度

#### 實驗步驟：

如相片 3 所示，我們分別把三件電池（重量分別為 72g，105g 及 141g）放入一個紗網袋內，袋口綁上一條橡皮筋，再把橡筋安放在一個三腳相架的頂部，讓物件自然地下垂，並把橡皮筋拉長。我們用直尺量度橡皮筋原本的長度，及受不同物件拉長後的長度。將橡皮筋伸延後的長度減去原本的長度，便可得出伸延長度（見表 1）。



相片 4：利用軟件 Excel 處理數據及繪圖

#### 實驗結果：

我們先收集三組不同物件的數據（表 1），再將物件重量和伸延長度以圖表形式顯出來（圖 1）。如圖 1 所見，橡皮筋被拉扯後的伸延長度，跟可承受重力成正比關係，顯示我們日常所用的橡皮筋符合胡克定律。

	重量 (g)	原本 長度 (cm)	最後 長度 (cm)	伸延 長度 (cm)
1	72	5	6	1
2	105	5	7	2
3	141	5	8	3

表 1：胡克定律

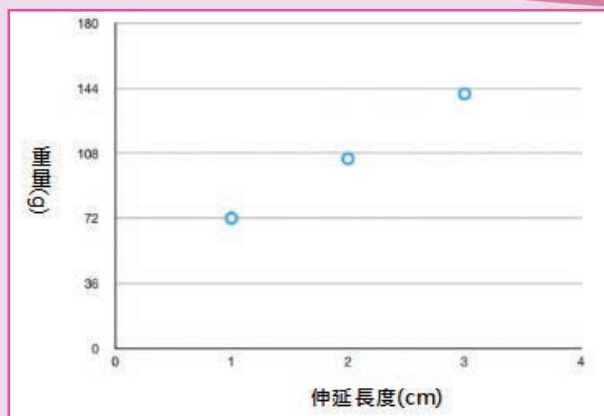


圖 1：拉扯長度跟可承受重力的關係

## 實驗二：製作及測試投射器

**目的：**為了尋找憤怒鳥遊戲的至勝方法，我們首先設計投射器

**實驗材料：**硬紙皮、發泡膠、雪條棒、木衣夾、橡皮筋、吸管、實驗室藥匙、竹筷子、本板、膠樽蓋、金屬門鉸、螺絲、熱熔膠、膠紙、報紙

**實驗工具：**電子磅、直尺

**實驗工具：**沙紙、直尺、護目鏡、電鑽、電動切割器、熱熔膠槍

#### 設計投射器：

我們參考了不同形式的投射裝置設計，包括丫叉、跳板等投射模式，以模仿憤怒鳥遊戲內的投射器。我們亦利用不同材料來製作投射器，包括硬紙皮、發泡膠、雪條棒及木衣夾等等（相片 5）。



相片 5：嘗試利用不同材料來製作投射器

## 製作過程：

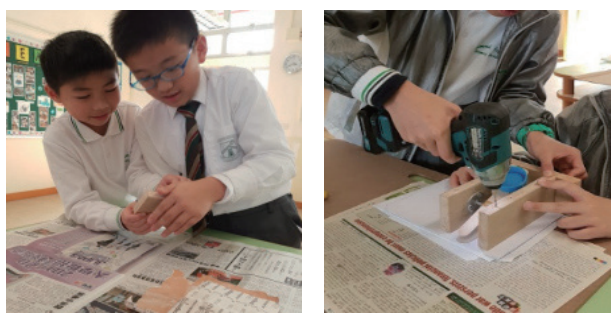
經過初步測試各個設計方案，我們選用了使用雪條棒及木衣夾來製作一個跳板形式的投射器（相片 6）。



相片 6：使用雪條棒及木衣夾製作的跳板形式投射器

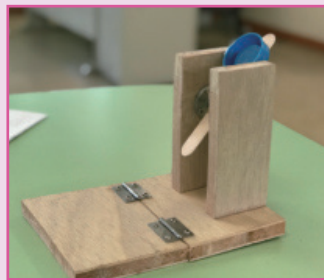
雖然這設計可以達到投射物件的效果，不過我們很快便發現它的問題。由於我們只可用膠紙及熱溶膠來固定木衣架及雪條棍的位置，經過重複使用後，投射裝置很快出現鬆脫現象。

於是我們改良設計，搜尋一些較耐用的物料製作另一個投射器。最後，我們選用了一些回收木塊，經過切割及沙紙打磨後，再用螺絲將木塊組件固定（相片 7）。

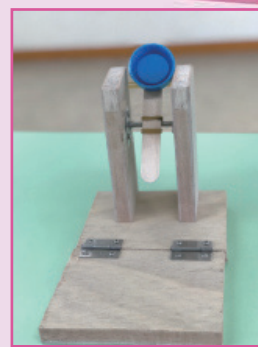


相片 7：（左）沙紙打磨經切割的回收木塊（右）利用電動工具把螺絲鑽入木塊組件

經改良後的投射器由四塊木板組成，其中兩大塊木板平放，另外兩小塊直立，再加上一條木雪條棒及一個膠樽蓋作為彈版。另外，我們亦加入了一對金屬門鉸，讓我們可以調校投射器的水平角度。



相片 8：改良板本投射器（側面）



相片 9：改良板本投射器（正面）

## 注意事項：

1. 製作投射器時候，我們需要時刻留意安全，包括帶上護目鏡，並要留心老師示範使用各種工具，以確保安全。
2. 在每次使用投射器前，我們需要調教雪條棒的位置，以確保它可固定在軸心中間位置，並且可以暢順地作轉動。
3. 為確保每次投射時都使用相同的彈力，我們每次都會把雪條棒按下至同一水平位置，以確保橡皮筋每次都伸延到同一長度。

## 投射測試：

我們將投射器擺放在枱上及地上作測試，效果理想。



相片 10：（左）在枱上測試（右）在地上測試

## 實驗三：橡皮筋數目對投射的影響

**目的：**為了探究橡皮筋的數目，對投射物著地距離及頂點高度的影響，我們設計了以下的一個實驗。

**實驗材料：**橡皮筋、橡皮擦、貼紙

**實驗工具：**投射器、直尺、水松木版（用作記錄頂點高度）





## 實驗步驟：

我們將投射器放在地上，用貼紙標記投射起點位置，再用直尺及貼紙在地上標示不同距離。我們在投射器上分別裝上一條或兩條橡皮筋，再把投射物彈出。我們將每一組實驗重複至少五次，由兩位同學分別把投射物的著地距離及頂點高度記錄低，並利用 Excel 找出平均數及標準差。



相片 11：投射前預備



相片 12：同學觀察並記錄低投射物的頂點高度



相片 13：同學用直尺及貼紙在地上標示不同距離

## 實驗結果：

我們比較了用一條或兩條橡皮筋對投射的影響，結果如下所示，多用一條橡皮筋能增加投射物的著地距離（表 2 及圖 2），同時亦大幅增加頂點高度（表 3 及圖 3）。

	橡皮筋數目：1	橡皮筋數目：2
1	194	183
2	149	220
3	195	230
4	197	241
5	203	246
平均值	187.6	224

表 2：投射物著地距離 (cm)

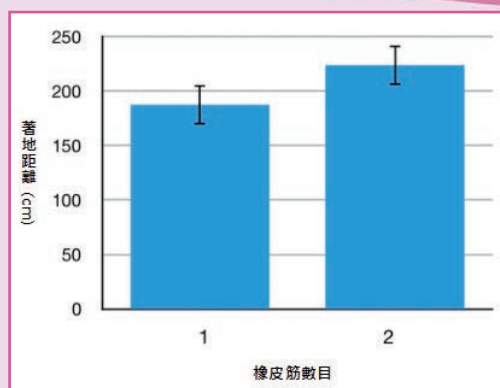


圖 2：投射物著地距離 (cm)

	橡皮筋數目：1	橡皮筋數目：2
1	49.2	80
2	49	91
3	39.2	64
4	39	78
5	38.3	102
平均值	42.94	83

表 3：投射物頂點高度 (cm)

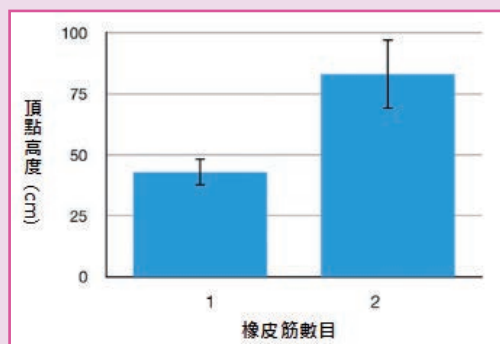


圖 3：投射物頂點高度 (cm)

## 實驗四：投射物本身重量對投射的影響

**目的：**究竟投射物越重，是否會越難投射？為了找出答案，我們選了四件重量不同的橡皮擦作為投射物，然後量度它們的著地距離及頂點高度。

**實驗材料：**橡皮筋、四件橡皮擦、貼紙

**實驗工具：**投射器、直尺、水松木版（用作記錄頂點高度）

**實驗步驟：**實驗步驟跟實驗三的基本相同，除了我們只裝上一條橡皮筋作測試。四件投射物的重量分別為 6.5g、9.2g、12.3g 及 15.1g。



### 實驗結果：

結果顯示，投射物越重，其著地距離會越短（表 4 及圖 4）。相反，投射物越重，其頂點高度卻越高（表 5 及圖 5）

	6.5g	9.2g	12.3g	15.1g
1	168.5	161	163	131
2	236	144.5	111.8	144.5
3	234.5	149	132.4	113
4	221	204.5	88.7	128.1
5	196	142	135.5	74
平均值	211.2	160.2	126.28	118.12

表 4：四件投射物的著地距離 (cm)

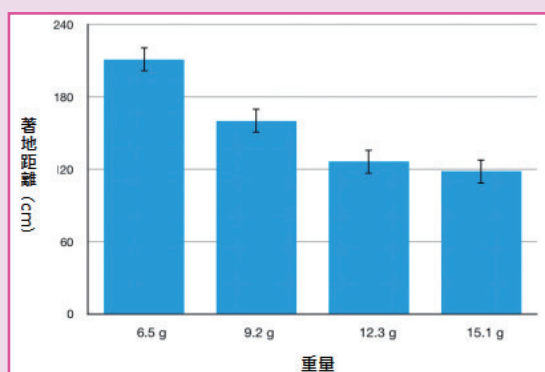


圖 4：四件投射物的著地距離 (cm)

	6.5g	9.2g	12.3g	15.1g
1	34	32.5	57.2	104.9
2	41	36	63	86.1
3	23.1	29.5	52.5	96.8
4	55.8	78	49	110.6
5	18.2	38.5	34	111.6
平均值	34.42	42.9	51.14	102

表 5：四件投射物的頂點高度 (cm)

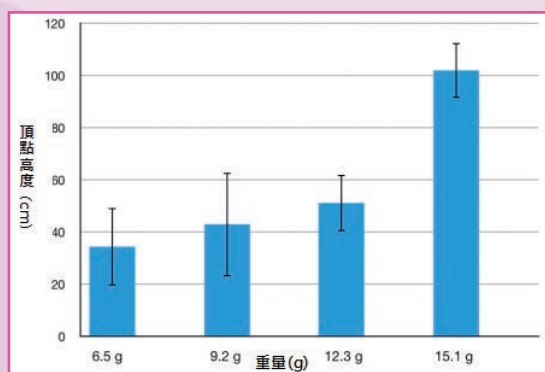


圖 5：四件投射物的頂點高度 (cm)

### 注意事項：

1. 為了提高實驗的公正性，每一組實驗都由同一位同學負責投射，並且重複投射至少五次，然後計算出平均數。
2. 每次做實驗時，我們都選用同一條橡皮筋，或是長度相近的橡皮筋，避免使用較舊及已被過分拉長的橡皮筋，因為它們的彈力較差，未必符合胡克定律。

### 動能性拋體投射模型：

根據實驗四的結果，我們提議以下的投射模型：在相同的彈力下（相同動能），較重的物件會被投射到較近的地方，而其最高點則較高（圖 6 的藍色線）。相反，較輕的物件會在較遠的地方著陸，而其最高點則較低（圖 6 的紅色線）。

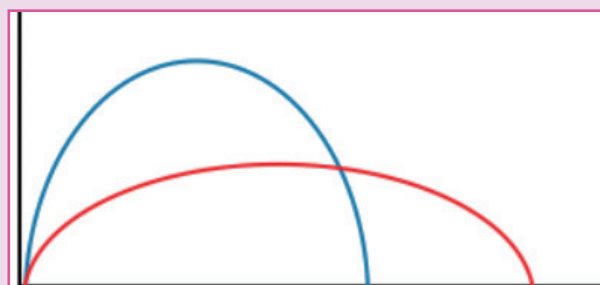


圖 6：投射模型。藍色線代表較重的投射物的飛行路徑，而紅色線代表較輕的。

### 製作憤怒鳥投射物：

為了增加遊戲的娛樂性，我們利用軟件 Tinkercad 設計一個憤怒鳥頭像，再以 3D 打印技術印製投射物，然後用顏料加上顏色。



相片 14：同學製作憤怒鳥頭像

## 困難

在實驗進行中，我們遇到不少技術問題，包括如何製作一個堅固的投射器，同時間可以提高重複性及可靠性。我們現時的投射器仍有不少缺點，包括投射角度不容易調教，亦不能安裝多於兩條橡皮筋。我們希望將來有機會利用3D打印技術設計一個更優良的投射器。

## 應用

本專題研究透過同學們熟悉的遊戲人物，以提高我們對科學的興趣，尤其是運動力學、數據分析、工程設計、3D打印技術等STEM領域。本專題研究亦提高大眾對益智電子遊戲的認識，尤其是具啟發性、有創意的虛擬遊戲，可以幫助我們認識大自然的定律，培養科學探究精神，及增加學習興趣。

我們建議香港特區政府創新科技局及教育局一起合作，設計一些活動把更多益智虛擬遊戲實體化，從而使同學們能夠於遊戲中學習。

## 總結

對科學家和工程師而言，模型是一個很有用的研究工具。因為模型可以簡化複雜的自然環境，亦可以讓我們改變不同因素，從而量度不同的反應。利用模型，我們亦可以很方便地收集數據以作分析。在這次專題探究，我們便利用木製投射器、橡皮筋等，以模仿憤怒鳥遊戲中的情景，從而探究拋物體投射的科學理論。從本專題探究的實驗結果中，我們發現憤怒鳥遊戲不單止具娛樂性，同時間也包含很多運動力學、能量轉化的科學原理。我們可以透過實驗及數學來分析，找出遊戲致勝之道，並且提出一個模型來解釋我們的實驗結果。

## 感想

**陳崇朗同學：**我在這次探究活動中學會了不少科學知識，還學懂了團體合作的重要性。

**李文嘉同學：**我在這次活動中學懂了如何記錄數據及展示數據。另外，我還學懂了利用不同的物品製作測試品，然後進行測試。

**林震宇同學：**在這次活動中，我知道有團體合作精神才能達到目標。

**魏梓明同學：**我非常高興能參加常識百搭，能代表學校參加活動。我從實驗活動中學會了胡克定律等科學原理。如有機會，我十分樂意再次參加常識百搭。

**陳謙瑜同學：**在這次活動中，我學會了團體精神及合作的重要性。在活動中，我們要透過不同的實驗進行測試活動，亦學習了如果處理數據。

## 參考資料

維基百科。憤怒的小鳥系列，擷取自：  
[zh.wikipedia.org/zh-hk/ 憤怒的小鳥系列](http://zh.wikipedia.org/zh-hk/憤怒的小鳥系列)

維基百科。拋體，擷取自：  
[zh.wikipedia.org/wiki/ 拋體](http://zh.wikipedia.org/wiki/拋體)

維基百科。胡克定律，擷取自：  
[zh.wikipedia.org/wiki/ 胡克定律](http://zh.wikipedia.org/wiki/胡克定律)

倫 blog。Projectile，擷取自：  
[xination.pixnet.net/blog/post/27203934-page-378](http://xination.pixnet.net/blog/post/27203934-page-378)

## 鳴謝

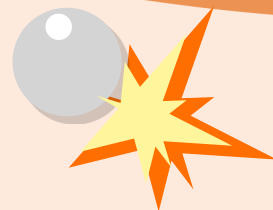
黎迪康老師和關志邦博士（校友）

## 小貼士

欣賞作品的創意，並從作品及其介紹可見STEM元素的運用，建議可對實驗數據多加分析。



# 粉公彈・跳・撞



學校：粉嶺公立學校

組員：黃文謙同學、朱易希同學、吳煒禎同學、姚子涵同學

教師：柯燕詩老師、林宇輝老師、陳倩紅老師

## 探究意念

線上彈珠台是香港人的集體回憶，隨着電子遊戲愈趨多元化，不少舊有的線上遊戲逐漸被遺忘。是次的探究希望呈現真實的彈珠台，提高玩家與遊戲的互動性，並配合環保及電子元素，讓大家都能夠重拾童年簡單又美好的回憶。

彈珠台的基本元素是彈珠、發射器、控制手板、面板上不同的障礙物等，好讓玩家透過控制彈珠經過不同的障礙物從而得分。

是次我們製作的立體彈珠台主要以實用、懷舊，同時配合一些現代化的電子元素而完成。當中我們會有磁力球、手動控制手板、以橡筋做成的障礙物，以及含有電子元素的磁力感應器，希望能夠製造出一個懷舊且創新的彈珠台。



(圖片來源：Pinkoi)

## STEM原理

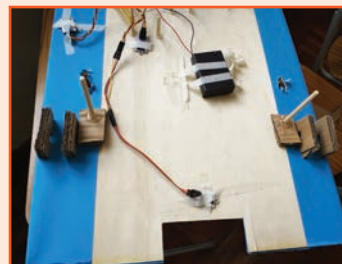
在科學 (Science) 方面，彈珠台運用了作用力和反作用力的原理，例如當我們使用發射器彈出磁力球時，這個是作用力的表現；而磁力波在彈珠台面板上跳動並撞到不同以橡筋組成的障礙物時會彈來彈去，這是反作用力的表現。此外，如何能夠令到磁力波在面板上滾動自如，面板如何放置也非常重要。磁力球需要在一個有足夠斜度的面板上才能夠滾動自如。

在科技 (Technology) 方面，我們運用了現今盛

行的 Micro:bit 簡單地加入了計分、計時及發聲等的功能於彈珠台上。另外，我們選用磁力球作為彈珠材料，這是因為我們在彈珠台面板的底下放置了一些磁力感應器，當磁力波經過這些磁力感應器時，便會發聲並取得分數，大大提高了玩樂的趣味。

在工程 (Engineering) 方面，整個彈珠台的組裝，彈珠台的本體，彈珠台的面板、發射器、控制手板等等，這些組裝的過程都與工程緊緊連繫着。

最後，在數學 (Mathematics) 方面，整個探究的過程，包括設計、組裝和改良都大大運用了數學裡的量度、計算、圖形等範疇，這樣才能準確地組裝一個美觀又堅固的



## 測試器材與材料

是次探究的測試器材及材料眾多，包括紙皮箱、木板、橡筋、雙腳釘、磁力波、磁力感應器、Micro:bit、熱熔膠槍、木棒、電腦、顏色紙等。

## 測試過程與結果

### 實驗的公平性：

為了確保是次實驗的準確和公平性，每次我們進行測試都確保器材和材料是在同一環境及條件下進行。

### 彈珠的大小：

我們總共有三顆大小一樣的磁力波，以確保測試時不會因彈珠的大小、重量不一等的情況出現而影響發射器和面板上障礙物的設計。





### 彈珠台的本體及面板：

每次測試都需要在同一個彈珠台本體裡進行，這樣才能夠確保所有器材最終能夠順利地運作。而有關面板，我們每次測試時都會以大小一樣、軟硬相近的紙皮作測試，成功後我們才在正式的本板上組裝不同的機關。

### 地點：

為了減低不同地點對實驗的影響，我們每一次進行測試及實驗時都會在同一地方完成。

### 操控手板：

操控手板我們也是以一比一的設計製作了數個用作測試用途，經過不同的測試和改良後才依照大小製作出正式的手板。

## 探究過程

我們在各個網上平台搜尋了很多有關彈珠台的資料並終於搜尋了手工彈珠台的製作方法。不過在網上搜尋的彈珠台製作方法十分簡陋，所以我們各個成員一起討論如何修改及改善某些部分。

討論完成後我們就一起畫設計圖，設計圖的每一個位置都是精心計算過和量度。準備所有器材和材料便開始動工，共同研究細微的部分。雖然經歷了許多的失敗，例如發射器的部分比原先設計圖所量度的長度少了一吋、面板上的機關突然壞掉了、磁力感應器不能感應磁力波經過而發出聲響等等，不過我們沒有因失敗而感到氣餒。我們不斷嘗試和試驗，最後終於成功。當我們不明白如何弄一些我們從沒做過的東西，我們便會一起研究和諮詢老師。



### 創意及實用性：

眾所周知，創意設計中的審美和實用，不論是在形式上還是功能上都是不可或缺的。而我們製作的彈珠台外觀看起來平平無奇，但是卻十分的實用。我們的彈珠台所使用的材料大部分都是可回收的物品，因此十分的環保。當中使用材料包括紙皮箱、木棍、Micro:bit 和橡筋等。另外，我們的彈珠台還有一個優點，就是不需要大量的金錢，而且十分堅固，在家也可以自己製作，不易變型和弄壞。

## 測試過程及結果

最終，我們製造了一個漂亮的彈珠台。彈珠台是由紙皮製成的。本體中間有一塊木板，目的是讓彈珠在足夠的斜度上能夠滾動自如。還利用了紙皮做了一個出口。當彈珠滾下來後就會跌進一個收集箱。

發射器是由雙腳釘、橡筋和紙皮製成的。我們多次嘗試發射彈珠，但都不成功。後來我們發現製作發射器的紙皮層太薄了，於是便黏貼多兩至三層紙皮，最後成功發射彈珠。另外，我們還使用不同顏色的畫紙，例如紅、綠、藍去包裝整個彈珠台，好讓它看起來更美觀。

有關手動的控制手板，只要彈珠在面板上滾下去時，就能控制左右的手板，讓彈珠回到面板上接觸不同的障礙物並取得分數。在製作這兩塊手板時，發現了手板擺放的位置會影響彈珠從發射器射出去的軌道，於是就把控制手板撥動的推動器全放在面板底下的空位，這樣問題就得以解決。

### 困難

製作這個彈珠台的時候，基本上所有的配件都製作和測試了多次才能夠成功，主要是因為我們第一次全部由自己動手做，由搜集資料到自己摸索，最後與隊友合作，達至成功。有時候



我們想得太複雜了，後來才發現原來運用最基本的原理便可以了。例如，手動控制手板我們試了多次都未能成功，經過了兩天。我們終於想到了一種方法，就是以橡皮筋、木棒製作一個個可以彈來彈去的撥子。這說明了失敗乃是成功之母，甚麼都是有可能的。只要我們不斷嘗試，便能獲取成功。

## 改善

整個製作的過程，其中需要改善的地方便是要多溝通和多做測試，由於我們每位隊員都負責不同部分的製作，有時候我們想不通如何製作時，便會自己鑽牛角尖或以為沒有其他方法，所以便做了一些失敗的模型。但後來才發現多問隊友和諮詢老師的意見便發現原來問題有很多的解決方法。所以多溝通、多諮詢、多合作，才能夠製作一件成功的製成品。

## 總結

總括而言，雖然整個彈珠台的製作面對了不少的困難，但這卻是讓我們得以成功的重要經驗。是次的彈珠台製作不是弄一個簡單的玩具，我們花了很多的心思，除了簡單的材料如紙皮、橡皮圈、木棒等，我們亦加入了一些電子和科學元素，如磁力感應器和 Micro:bit 等，希望能夠盡善盡美，把大家兒時的回憶以一個創新並結合懷舊的方式呈現出來。而且我們的製作實用和環保，鼓勵大家就地取材，製作一個屬於自己的玩具。



## 感想

**黃文謙同學：**我覺得可以參加到這個活動非常值得，因為我可以把我製造出的玩具呈現給大家，得到很大的成功感。此外，我可以投放一些想法和意見給整個製作過程，並與成員溝通和合作，一起完成彈珠台。

**朱易希同學：**我覺得常識百搭活動很好，因為它可以令我們的科學科技知識提高了。我學會了使用木工刀，還製作了發射器，感到十分高興。而且隊友間會互相合作，在此，我衷心感激他們的幫助。

**吳煒禎同學：**首先我十分喜愛製作彈珠台這個活動，因為它讓我學會了很多 STEM 原理。而且我很喜歡整個的製作過程、與隊員和老師相處的時光。然後我想感謝老師這幾天對我們的悉心照顧，我也十分期望我們製造的彈珠彈能登上獎台並為我校爭光。

**姚子涵同學：**這是我第一次參加的「常識百搭」，而這個活動讓我學會和了解許多 STEM 的知識和如何將這些知識運用到是次彈珠台的製作和運用到日常生活裡。然後我還十分感謝老師和同學們在這段時間裡互相關心和合作。最後，我也十分期望我們能夠不負眾望，再次獲得獎項。

## 參考資料

Micro:bit Countdown Timer。擷取自：  
<https://www.youtube.com/watch?v=2pybWwq5oiw>

特力屋手創空間。戰鬥彈珠台 DIY 手作。擷取自：  
<https://www.youtube.com/watch?v=bZeavEjuMUI>

製作瓦楞紙彈珠台。擷取自：  
<https://www.youtube.com/watch?v=wNZxG8Qxxrl>

推動 STEM 教育。擷取自：  
[https://www.edb.gov.hk/attachment/tc/curriculum-development/renewal/STEM/STEM%20Overview\\_cp.pdf](https://www.edb.gov.hk/attachment/tc/curriculum-development/renewal/STEM/STEM%20Overview_cp.pdf)

親師生當創客：紙箱變身彈珠台，整間教室都是我的瘋狂夜市。擷取自：  
<https://flippedu.parenting.com.tw/article/3547>

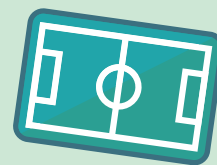
## 小貼士

同學參與度高，亦能表達彈珠機設計緣由。留意到同學能展示過程中雖有失敗，但仍繼續探索及提出改善方法，值得稱讚。





# 「足智多謀」



學校：順德聯誼總會李金小學

組員：姚焯天同學、吳心頤同學、鍾紫韻同學、李昕穎同學、王迦朗同學、黃衍臻同學

教師：黎美玲老師、江穎老師

## 探究意念

學校有蓋操場設有一部足球機，很受同學歡迎，我們留意到小息時間較短，同學花很多時間排隊使用，有時候也未能使用，失望而回。有見及此，我們很希望設計一個既環保又節省位置的智慧型足球機供同學使用，若能在每一個課室都放置一個，相信同學不用離開課室已經能享受到玩足球機的樂趣。

另外，同學有時候會玩得得意忘形，忘了計算入球數量，在計算誰勝誰負時，時有爭議。故此我們希望在智慧型足球機加入 Micro:bit 裝置用作計算入球的數量。

除此之外，我們觀察到傳統足球機的球場表面都以光滑物料製造，足球能快速在球場表面移動，只要同學轉動球員的速度夠快便能勝出。為了增加入球難度，我們在探究過程中改良足球機的玩法，加入陷阱及小機關使智慧型足球機更具趣味性及互動性。

## 科學原理

### 假設 1：使用 Micro:bit 計算入球數量

光敏電阻的電阻值受光的強弱而影響，隨着入射光強度越強則電阻值下降。利用這個特性，可以把光敏電阻放在足球機龍門下方：入球時，足球遮蓋了外來光源，光強度減弱並使電阻值下降，讓 Micro:bit 系統感應入球。

### 假設 2：增加摩擦力以減慢足球移動速度

摩擦力指兩個表面接觸的物體相對滑動時抵制它們的相對移動的力。足球與球場接觸的摩擦

力多寡決定了足球移動速度：把部分球場光滑表面換成粗糙表面，增加摩擦力藉此減慢足球移動速度，增加入球難度。

## 測試器材及材料

### 收集家中的環保物料：

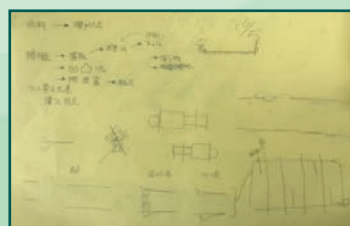
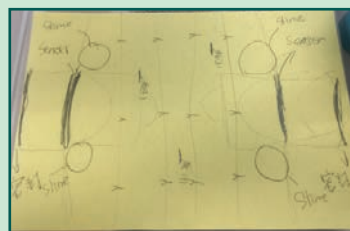
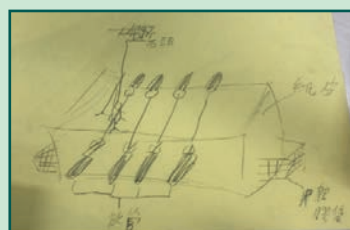
衣服膠盒、衣夾、曲奇禮盒包裝、紙皮、紙巾筒、棉花

### STEM 電子裝置：

Micro:bit、光敏電阻

## 探究過程

### 設計（圖解及設計圖）：





## 實驗、探究及製作：

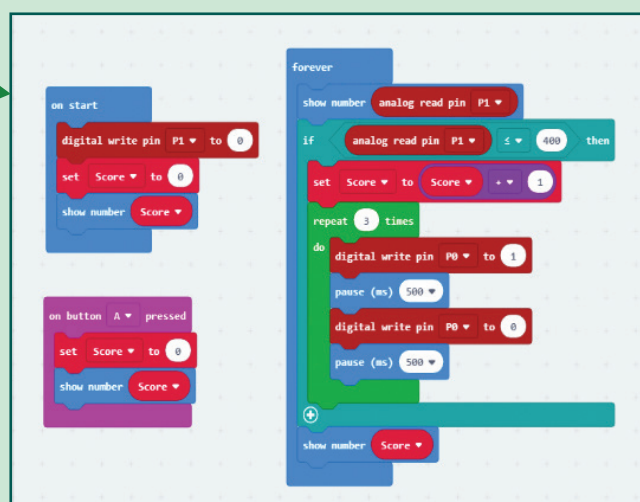
我們在家中收集了各種舊用品製作足球機，主體是以長方膠盒代替，並以竹棍子製作轉動桿及大衣夾代替足球員。

Micro:bit入球感應裝置	足球機
<ol style="list-style-type: none"><li>1. 光敏電阻先偵測到環境中的光強度。</li><li>2. 環境中的光強度介乎500-1000，視乎不同位置而定。</li><li>3. 用Micro:bit裝置設置光敏電阻在光強度偵測到低於400時作出指令。</li><li>4. 指令分為兩部份： (一)在Micro:bit顯示器上顯示分數的增加 (二)燈泡亮起作提示</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 在膠盒上量度擺放轉動桿的合適高度和間距。</li><li>2. 用鋸切斷竹子。</li><li>3. 以衣夾夾在竹子上代替足球員。</li><li>4. 測試足球機運作流暢度。</li><li>5. 加上各種陷阱並進利測試。</li></ol>

## 應用

Micro:bit 裝置可以幫助同學計算入球數量，入球時可有光效或聲效仍提示，使足球機充滿刺激感。

智慧型足球機充分使用了環保概念，以家中舊物品代替購買原材料，不同的物料增加了足球在表面的摩擦力，玩味大增！

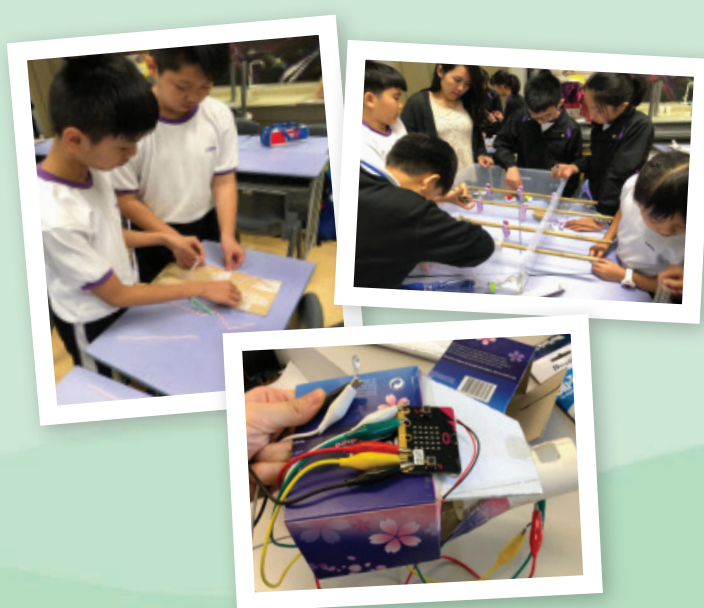


## 困難及改良

(一) 光敏電阻倚靠感測外在光源的光亮度作出反應，起初調校電阻變數時遇上很大困難，需要同一光亮度條件的環境下多次測試才能調校成功。

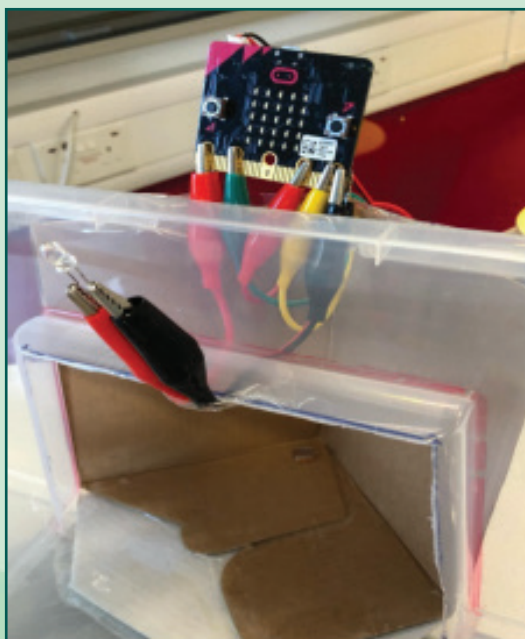
(二) 以舊物料製作整個足球機並不容易，本來打算以舊傘桿製作轉動棍，可惜只收集到一把長傘和數把短傘，不夠足球機使用，並發現傘桿太幼，轉動時手掌會很痛。後來改為使用舊竹子，因為竹子比較粗及堅固，圓柱體的結構使轉動效果比傘桿更好，又不會讓手掌痛。

(三) 竹桿子能前後自由滑動，玩得太忘形時會一不小心大力推動竹桿，容易弄傷對面同學。於是參考了傳統足球機設計，在竹子前後加上 Blu-Tack，竹子過分向前移動時大大減弱力度和阻礙前進，避免意外發生。



## 總結

綜合我們的探究，我們發現了可以利用光敏電阻的電阻值受光的強弱而影響，隨着入射光強度越強則電阻值下降。利用這個特性，可以把光敏電阻放在足球機龍門下方：入球時，足球遮蓋了外來光源，光強度減弱並使電阻值下降，讓 Micro:bit 系統感應入球。另外，我們也發現可在日常生活中可多發掘不同的環保物料去製作玩具，不但可以使玩具更具特色，也可以令我們發現更多生活中的科學原理。



## 感想

**鍾紫韻同學：**這次是我第一次參加常識百搭展覽，這個展覽十分有意義。在老師的循循善誘、耐心教導下，我學會了不同的科學原理。同學們齊心合力，製造了一個環保並加入 STEM 元素的足球機。

**李昕穎同學：**我覺得這個活動具有挑戰性，不但要有一定的科學知識，還要使用環保物料。所以，在活動期間我獲益良多，亦非常享受整個過程。

**吳心頤同學：**我覺得這是一個很有意義的活動。製作智慧型足球機期間雖然有很多困難，但經大家不斷思考和判斷，很多問題都迎刃而解。我也學會很多 STEM 的知識和深深體會到合作的重要性。

**姚焯天同學：**我認為這個活動十分有意義，在製作時即使遇到很多困難，但經過大家努力地解難，都能很快解決。我認為此活動除了可以增加我們的團隊合作之外，還可以學到很多 STEM 的原理，令我在科學知識方面更進一步。

## 參考資料

義築桃花源（無日期）：《【micro:bit】光敏電阻原理》，取自  
[http://usr.nkust.org/2018/04/15/microbit- 光敏電阻實習 /](http://usr.nkust.org/2018/04/15/microbit-光敏電阻實習/)

### 小貼士

同學能根據學校實際環境及需要，製作足球機供同學使用，可考慮結合不同設計，增加趣味，例如額外加入計時器，配合計分。足球機設計獨特，顯示同學對相關 STEM 元素的充份理解，有很強的可玩性，唯耐用性需繼續探究。



# 探索雪條棒大爆炸的威力



學校：聖士提反女子中學附屬小學

組員：洪彤菲同學、黃樂瑤同學、呂樂之同學、何恬怡同學、趙穎晞同學、陳焯之同學

教師：杜綺華老師、何美瑩老師、陳國相老師



能。每100克重量需要0.98焦耳，才能升起1米。  
(根據勢能的公式「 $\text{potential energy} = mgh$ 」)

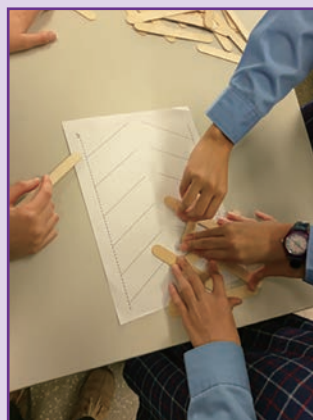
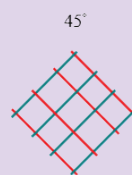
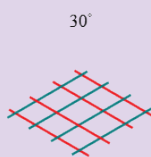
$m$ 是質量(以公斤為單位)、 $g$ 是地心吸力加速度(每平方秒9.8米)、 $h$ 是高度(以米為單位)

## 測試過程及結果

變項：

不同的角度：

一般的編織都是 45 度交叉排列。我們嘗試增加至 60 度和減少至 30 度，觀察其效果。



不同的粗幼：

我們把闊 18mm 的壓舌棒，界小成較幼來做實驗。(大約  $\frac{1}{4}$  的 5mm、 $\frac{1}{2}$  的 9mm 和  $\frac{3}{4}$  的 14mm)

不同的長度：

我們打算買不同長度的雪條棒做測試，但原來是很難編織。我們發覺是因為它們較我們之前試的壓舌棒厚(壓舌棒 1.5mm 厚，雪條棒約 2mm 厚)，較難拗彎。我們唯有把壓舌棒裁短來測試。原本打算將 15cm 裁成 14、13、12cm，但最終只有 14cm 能編織到。

## 探究意念

我們為比賽搜集資料時，無意發現一個雪條棒的玩意，是有關連鎖反應(chain)的(<https://www.youtube.com/watch?v=T5vYrxC5kmg&t=121s>)，另外有一個類似的爆炸戲法(explosion)影片(<https://www.youtube.com/watch?v=pAD0cJb6Ouo>)。

我們便嘗試按片段的指示，把數十根壓舌棒編織起來，達到一張枱的長度(約3米)，並合作按着它們。鬆手時，壓舌棒從尾至頭彈起，好似小型爆炸，場面非常壯觀。我們想深入探究這個把戲的原理，便選擇以此作比賽主題。

## 科學原理

編織壓舌棒時，需要將它們稍為拗彎，這樣就儲存了勢能(potential energy)。情況就好像拉緊了的橡筋。



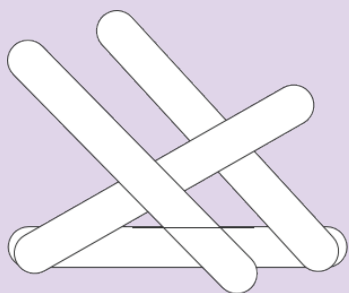
當鬆手時，能量就會釋放出來，主要的是動能(kinetic energy)。對於上升的物件，動能會逐漸轉化成勢能，直至最高點。假設沒有能量消耗(如空氣的摩擦力)，動能會轉化成相同的勢



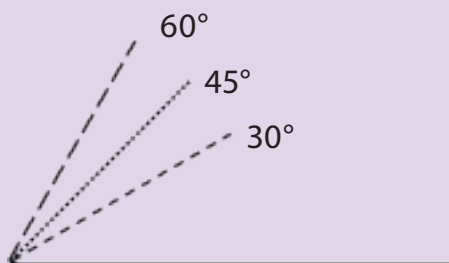
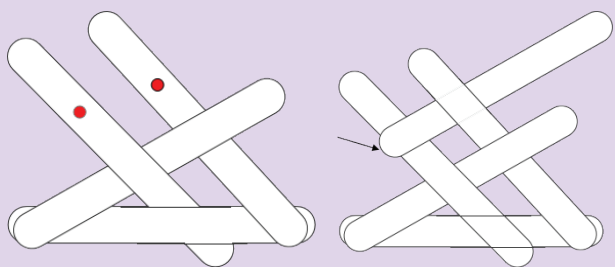


## 實驗方法：

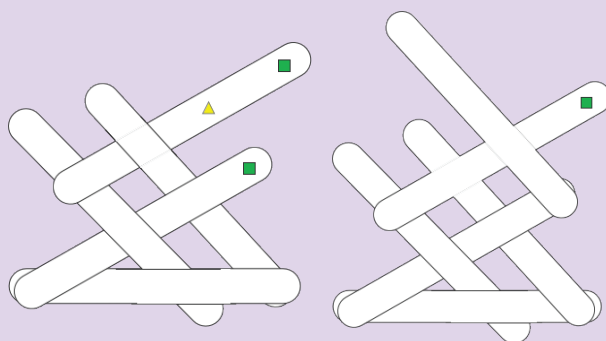
1. 預備所需要的壓舌棒，先用 4 條拼砌出如下圖的結構。



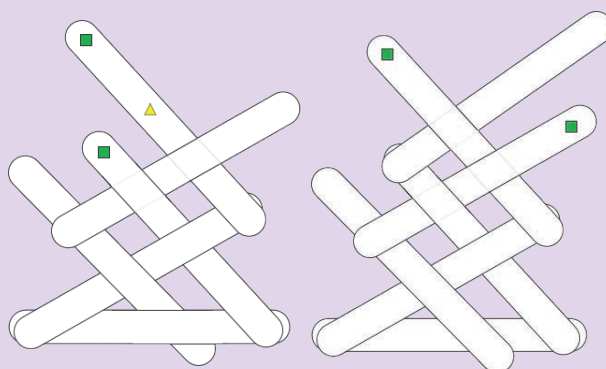
2. 然後在兩條接近平行的壓舌棒中，穿插第5條壓舌棒（圓圈位置所示）。留意要按指定的角度，而且要稍為凸出約1mm（箭咀示）。



3. 再於第5條壓舌棒和與它平行的壓舌棒，穿插第6條壓舌棒（如下圖示的正方形，我們稱為「第4點」，三角形我們稱為「第3點」，即每壓舌棒會有四點互相交錯）。



4. 繼續反覆在剛加插壓舌棒的「第3點」和與它平行的壓舌棒的「第4點」之間，穿插新的壓舌棒。它的邊緣需要凸出「第4點」約1mm。



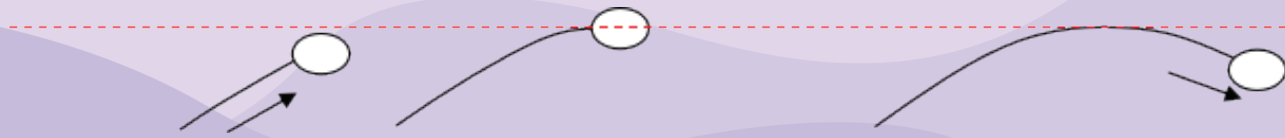
5. 一直編織直至一邊有25個交叉點，這樣就共用51條壓舌棒。完成後，必須要按着最尾位置。當鬆手時，壓舌棒就會由該處開始彈起，直至起點。

## 量度方法：

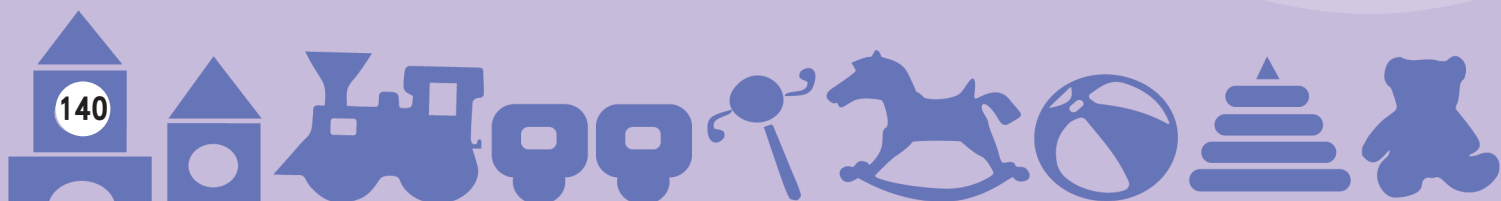
### 直尺：

我們想記錄壓舌棒的彈起高度，從而計算有多少能量釋放。方法是豎起兩把直尺（每厘米是黑白相間的，以方便觀察）。然後用手機的慢動作攝錄（規格是 120fps，普通影片是 30fps），播放時會看動態畫面較清楚。

物件向上升起時，由於受地心吸力影響（即向下加速），所以會不斷減速，直至速度是零，該一刻就會停留不動，然後就會向下落。所以逐格重播，就能找出它升到最高的位置。



由於新位置較之前位置低，就可以判斷之前位置是最高的



## 指標：

但我們發覺壓舌棒數量很多，在拍攝畫面中，很難逐條量度。所以我們想到用指標（index）的方法：將砵碼（螺絲帽）放在相隔的交叉點，這樣就只有 12 個，數起來會較容易，但我們發現亦有其缺點，這些指標未能全面反映壓舌棒的彈起狀況、砵碼滑了出來沒彈起。



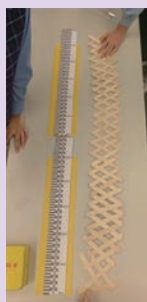
## Micro:bit：

於是，我們又嘗試用 Micro:bit 來量度，因為它有三個方向（橫、直、升降）的加速度量度，但技術上我們遇到兩個問題，一是要有電源，當我們將電池盒接駁 Micro:bit 和綁起來卻變得太重，令到它壓着壓舌棒不能彈起。我們唯有改用 USB 接線供電，但缺點是火牛要小心擺位，令 USB 線盡量不會阻礙 Micro:bit 升起。第二是未能解決記錄數據和接駁電腦傳輸的技術。



## 實驗結果：

不同的角度：



30°



45°

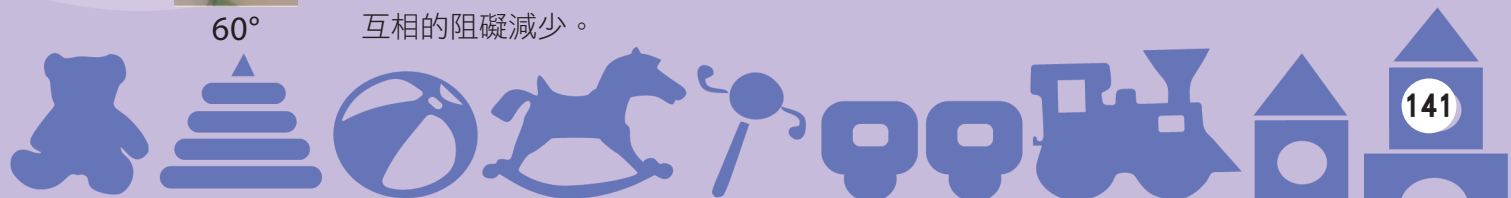


60°

		角度						
		30°	30°	45°	45°	60°	60°	60°
彈起高度 (cm)	螺絲帽1	5	10	5	9	18	11	25
	螺絲帽2	20	20	13	14	28	30	17
	螺絲帽3	32	0	23	22	38	53	58
	螺絲帽4	39	36	42	36	42	48	48
	螺絲帽5	0	33	52	49	63	60	41
	螺絲帽6	65	42	52	54	31	60	60
	螺絲帽7	24	55	63	60	70	83	82
	螺絲帽8	26	33	60	54	31	60	60
	螺絲帽9	36	42	57	55	70	83	82
	螺絲帽10	41	55	63	49	60	57	70
	螺絲帽11	21	58	41	52	65	60	68
	螺絲帽12	24	48	56	46	59	60	49
總高度		333	432	527	500	575	665	660
總能量(J)		39.2	50.8	62.0	58.9	67.6	78.2	77.6

我們的發現：

壓舌棒排列的角度越大，壓舌棒能彈起的高度越高，原因是它們展開有更多空間，互相的阻礙減少。



不同的粗幼：

		闊度					
		15mm	15mm	10mm	10mm	5mm	5mm
彈起 高度 (cm)	螺絲帽1	5	22	7	1	0	15
	螺絲帽2	20	16	17	4	1	7
	螺絲帽3	32	17	20	11	0	3
	螺絲帽4	39	21	32	9	10	8
	螺絲帽5	0	33	2	10	8	12
	螺絲帽6	65	37	1	10	12	8
	螺絲帽7	24	18	0	12	9	0
	螺絲帽8	26	26	0	12	2	0
	螺絲帽9	36	28	21	10	1	0
	螺絲帽10	41	23	42	10	2	0
	螺絲帽11	21	27	0	12	3	2
	螺絲帽12	24	11	4	0	0	3
	總高度	191	279	146	101	48	58
總能量(J)		22.5	32.8	17.2	11.9	5.6	6.8

我們的發現：

幼的壓舌棒彈力不足。就好像橡皮筋一樣，越粗的拉起時我們施力亦要越多，才可以儲存更多能量。

不同的長度：

		長度		
		18cm	17cm	17cm
彈起 高度 (cm)	Micro:bit 1	0	9	7
	Micro:bit 2	4	21	8
	Micro:bit 3	11	30	15
	Micro:bit 4	11	32	19
	Micro:bit 5	23	18	32
	總高度	49	110	81
總能量(J)		5.8	12.9	9.5

我們的發現：

我們將裁短了 1cm 的壓舌棒進行測試，發現彈起的高度較高，因為是拗彎得更厲害。但原來已趨極限，再短 1cm（即長 16cm）我們已無法編織來測試。

## 困難

### 實驗過程：

每次編織也很花時間，有時更會出現中途失手，要重頭開始。所以我們只用 51 條做每個測試。較厚的雪條棒要很大力去拗，所以我們用不到。用裁短或裁幼的壓舌棒來編織較原本尺寸更難。

### 實驗的誤差：

每次編織的結構都不能完全相同（每次測試應只有一個變項改變）、壓舌棒之間存在差異、每次編織的時間不同（我們估計擱置的時間越久，壓舌棒的彈力會減低。）

### 量度的誤差：

即使用慢動作來攝錄，也未必能影到指標物件達到頂點。再加上解象度所限，會有 1-2 厘米的誤差。另外手機鏡頭和指標物件不是水平，這樣量度就有偏差，理想的解決方法是拉遠手機，拍攝距離較遠，角度會趨向水平，但這樣又會令解象度降低。有時候，指標物件會飛出畫面外，只能以它最後蹤跡作計算。





## 總結

經過多次的測試和編織的經驗，我們可以將壓舌棒的狀況比較橡皮筋這一類的彈性物料，就可以解釋彈得高或低的原因。較粗的壓舌棒，在相同的拉扯程度下，可以儲存更多能量；較短的壓舌棒編織時，拗彎的程度也較大，所以釋放時「爆炸」的效果越厲害，若拗彎過度，會失去其回復能力甚至斷裂，當然以我們的力量，都不會達到這程度。但與橡皮筋不同，編織的材料必須是有一定的硬度，否則不能互相扣着以維持着被拉扯的情況。

## 期望

市面上並沒有其他相同厚度但尺寸不同的壓舌棒，想測試不同的尺寸只能削掉，而不能有較長／較闊的棒去測試，令我們的探究受到限制。將來希望能找到理想的大壓舌棒。另外我們想用 Micro:bit 或類似的技術去測量，增加精確度和減省時間，甚至可以思考出量度每一條壓舌棒的彈起高度，有一個更全面的結果。

## 感想

**洪彤菲同學：**在這次科學探究中，我有機會透過不同變項而了解改變勢能的因素，也能進一步提升演講和思考能力。我們非常感謝各位老師的指導。

**黃樂瑤同學：**我感到十分高興和榮幸可以再次參加常識百搭。在這次探究中，我們要令雪條棒「大爆炸」，這個探究能提升我對科學探究的精神，亦學會與同學分工合作去完成任務。參與這次探究令我獲益良多。

**呂樂之同學：**在預備參加常識百搭展覽過程中，同學們都很認真和用心地用不同的方法和途徑製作「雪條棍大爆炸」。我們在當中經歷了不少失敗和挫折，但經過屢敗屢戰，最後達至成功。

**何恬怡同學：**我覺得「雪條棍大爆炸」這個探究很有趣。我很感謝老師給我一個這麼寶貴的機會去參加「常識百搭小學 STEM 探究展覽」，我以後會多研究與科學有關的課題。

**趙穎晞同學：**我非常榮幸可以和同學參加常識百搭活動。在準備的過程中，我們先一起討論題目，再齊心協力地進行探究。我們利用不同原

理和物料作出嘗試，努力地鑽研。我們放假亦回校練習，務求做到最好。這個活動讓我學習到很多科學知識，更明白到作為一個團隊一份子，我們要無懼艱辛地達成共識。勇於嘗試和緊密合作都是非常重要的。贏固然會開心，但我覺得比起輸贏，可以享受當中過程更為難能可貴。

**陳焯之同學：**當我知道代表學校參加第二十二屆「常識百搭小學 STEM 探究展覽」時，我的心情既興奮又緊張。我在練習「雪條棍大爆炸」時，會仔細地研究其結構性、彈性及平衡拼砌的技巧。這次比賽不但豐富了我的科學知識，還增進了我和同學們的感情。我會在活動中全力以赴，做到最好，為學校爭光。



## 參考資料

Bitty Software (n.d.), Bitty Blue App, Retrieved [http://www.bittysoftware.com/apps/bitty\\_blue.html](http://www.bittysoftware.com/apps/bitty_blue.html)

Dummies (n.d.), How Positive and Negative acceleration relate to speed and velocity, Retrieved <https://www.dummies.com/education/science/physics/how-positive-and-negative-acceleration-relate-to-speed-and-velocity/>

Math is fun (n.d.), Potential and Kinetic Energy, Retrieved <https://www.mathsisfun.com/physics/energy-potential-kinetic.html>

The Week in Science (2013), How To make a Cobra weave stick bomb, Retrieved <https://www.johnnossscience.com/cobra-weave-pop-stick-bomb.html>

## 鳴謝

學校杜綺華老師、何美瑩老師、趣味科學園陳國相老師。

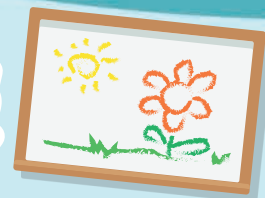
## 小貼士

實驗有趣，亦能運用不同設計，有系統地找出不同因素之影響，能充分運用 STEM 的原理。





# 腦「玩」童神奇畫板



學校：聖公會主恩小學

組員：羅梓烽同學、梁焯軒同學、葉韻芝同學、何焯謙同學、鄧恩程同學、劉曉言同學

教師：施雅茵老師、周陽陽老師



## 探究意念

香港人口老化正在急速增長，但是市場上的玩具都是以小孩及兒童為主，而適合老人家的玩具非常少。其實玩具除了適用於兒童外，亦適用於生理機能日漸衰退的長者身上，透過遊戲的過程、腦力震盪可以刺激感官系統，玩玩具同時需要手眼配合及進行不同的肢體運動，這樣可以促進反射神經的功能等。而且長者亦有喜怒哀樂的情緒表現，玩玩具可以帶給人喜悅及更多與人互動的機會。因此我們希望設計一個專為長者而設的玩具，透過進行試驗及測試設計出適合長者的玩具，長者透過神奇畫板可以訓練長者手部肌肉和腦部思考，讓他們的腦功能及肌肉可以延緩衰退。

## 目的

- 一、製作神奇畫板
- 二、設計玩具玩法
- 三、長者實作測試
- 四、畫板黏液測試
- 五、利用 Micro:bit 製作搶答工具

## 科學原理

膠水含有水以及「聚乙 烯 醇」(Polyvinyl alcohol, 簡稱 PVA)，PVA 是一種水溶性鏈狀高分子化合物，因此膠水具有黏稠性。

硼砂溶於水中會接收帶負電的氫氧根離子，它有 4 個氫氧根離子，而硼酸根離子，與膠水中的 (PVA) 上的醇基進行交聯作用，並脫去水分子，使 (PVA) 分子緊密結成有彈性的黏土狀聚合物。由於硼砂有毒，所以改用小蘇打，小蘇打一樣能分離出氫氧根離子，但只有一個，不足將各個 PVA 分子彼此交聯在一起，只能與水分的氫鍵結合幫助脫水，作用僅是增加黏性。

## 測試器材及材料

膠水、白膠漿、甘油、梳打粉、隱形眼鏡藥水、密實袋、水、紙卡、Micro:bit、LED 燈、膠盤、匙、砝碼

## 探究過程

### 製作神奇畫板：

步驟：

1. 參考製作鬼口水的方法，將膠水 (15mL)、白膠漿 (30mL)、甘油 (5mL)、隱形眼鏡藥水 (15mL) 及梳打粉水 (10mL) 混合。
2. 把所有混合物攪拌成黏液。
3. 把 4g 的黏液放進密實袋。
4. 將密實袋貼在硬卡紙上。
5. 用手指在畫板上繪畫不同的圖案，把液體掃平就可以重新繪畫不同的圖案。

### 設計玩具玩法：

步驟：

1. 二至四位長者利用神奇畫板進行遊戲比賽，一位擔任主持。
2. 主持向每位長者派發一個神奇畫板（紅、藍、黃、綠），並把圖形卡放在枱的正中央。
3. 主持抽出寫有數字的紙卡，讀出卡上的數字，並把紙卡向各位顯示。
4. 長者根據卡上的數字，在畫板上按數字用手指畫出直線。
5. 完成後舉手，最快的長者可以在枱中央取出相對的圖形卡。
6. 將圖形卡背面的數字與數字卡核對，正確的可以收起相對的圖形卡。
7. 重複遊戲至全部數字卡完成全部圖形卡，獲得最多圖形卡的長者為勝出者。

### 利用 Micro:bit 製作搶答工具：

由於長者不方便舉手，所以我們利用 Micro:bit 製作搶答工具，當長者把手放在 Micro:bit 上，會感應到光度的改變，把訊息傳到中央顯示燈，顯示燈會顯示出最快組別的顏色，讓人們得知誰是最快完成的長者。



## 測試過程及結果

### 長者實作測試：

我們到訪耆康會葵盛西長者日間護理中心，進行了 2 次畫板實作試驗，找出適合長者使用的畫板尺寸及顏色等。我們訪問了 20 位長者（70-91 歲）及邀請當中 4 位長者進行腦“玩”童神奇畫板試玩，同學向長者介紹玩法及在過程中協助長者，而且會觀察遊戲過程及訪問長者玩後感，從而取得資料改良玩具。

從過程中，我們觀察到長者能夠利用手指在畫板上繪畫不同的圖案，並找出相對的圖案卡，可以訓練長者的手部肌肉及腦部思考，畫板大小尺寸亦合適，但在進行遊戲時仍遇到不同的困難，我們從他們的問題中找出改善玩具的方法。

問題	改善方法
神奇畫板內上較難繪畫圖形，需要較大力氣	改變黏液的濃度
較難觀察繪畫出來的圖形	改變畫板的底色
長者指甲弄穿膠袋	在膠袋上加上膠片
畫板上的數字較難觀察	把數字放大
長者不便於舉手搶答	利用 Micro:bit 製作搶答工具
Micro:bit 顯示的計數字太小	改用顏色顯示



由於大部分長者的視力衰退，對顏色的敏感度降低，所以我們訪問了 20 位長者，我們在不同畫板上畫出一條直線，請長者找出哪種畫板的顏色讓他們看得最清楚。

畫板顏色	紅	藍	黃	綠
人數	9	3	3	5

結果，最多長者認為在紅色畫板上的直線最清楚，因為顏色鮮艷，對比較大。所以我們會利用紅色的畫紙作底紙，讓長者更加容易觀察畫板中的圖案。



### 畫板黏液測試：

測試方法：

把 4g 的黏液加入不同份量的清水製作濃度不同的樣本，把各樣本放入密實袋中，將膠杯及 200g 砝碼放在袋上 10 秒，觀察並比較杯子壓出的圖案。

結果：

樣本	濃度	圖案清晰程度 (1表示最高，3表示最低)
A	高	3
B	中	2
C	低	1

清晰度：C>B>A

濃度較低的黏液較容易壓出圖案，而且圖案亦較清晰。



## 總結

在各種測試中，我們發現長者能夠透過我們設計的腦“玩”童神奇畫板可以得到玩玩具的樂趣，亦能訓練手部肌肉、反應能力及腦部思考，此外加入搶答工具增加了遊戲的趣味性及刺激性。我們透過長者親身測試，再設計及改良玩具。玩具配合了長者的身體機能和需要來設計，例如用鮮艷的顏色（紅色）及大的字體製作畫板，同時利用了科技設計搶答工具又能方便行動不便的長者，利用 LED 燈顯示可讓眼睛退化的長者看得更清楚遊戲結果。

## 改良及建議

神奇畫板的玩法可以有不同的變化，配合不同的遊戲方法，增加功能性，趣味性，訓練反應、手眼協調和記憶能力等。我們亦可以運用環保物料製作，例如紙皮、報紙等，造出又有創意又環保的玩具。

## 參考資料

謝宗恩、饒 玟、黃翊豐、黃柏睿、李宛柔、陳宏盈 (2010)。中華民國第 50 屆中小學科學展覽作品 史從天降。擷取自：  
[http://science.hsjh.chc.edu.tw/upload\\_works/107/88fd1b652f3076a8358ec361f619dc0f.pdf](http://science.hsjh.chc.edu.tw/upload_works/107/88fd1b652f3076a8358ec361f619dc0f.pdf)

### 小貼士

同學的探究目的明確，設計適合長者訓練肌肉及反應力，亦有善用環保的物料，值得欣賞。

## 感想

**葉韻芝同學：**在這次訓練中，我領悟到不少道理。在過程中，我們不斷做實驗，有時成功，有時失敗，但我們還是一起努力。有時候我想還要試多少次才能成功？但當我到老人院給長者測試時就找到要改良的地方。所以我明白到做事要不斷嘗試，就會從中發現更多事情，正所謂失敗乃成功之母，而且團體合作也很重要。

**羅梓烽同學：**我很榮幸能參與常識百搭，能讓我參與不同的實驗，從中學會公平性，而且能透過 Micro:bit 去訓練邏輯思維，用邏輯思維編寫程式逐步踏上成功的階梯。

**梁焯軒同學：**非常榮幸能夠參加常識百搭，在合作過程中我們有說有笑十分和諧，雖然經常失敗但最後都能成功製造出成品，所以我們都十分開心。

**何焯謙同學：**我感到十分難忘而且學到團隊合作的精神。我們做了很多次實驗，然後到老人院做測試，在這次 STEM 的展覽中，越做越發現到探究過程有趣的地方。

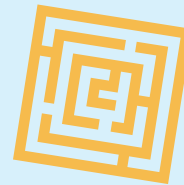
**鄧恩程同學：**在這次活動中令我學會要堅持，我們做這個畫板的靈感是來自中小學生都喜歡玩的鬼口水。我們嘗試找不同的方法來做，過程中曾想過放棄但在老師的鼓勵下最終都能堅持做到。我們到老人院讓公公婆婆試玩，他們給我們一些意見，我們再次改良畫板，我們在整個過程中也獲益良多。

**劉曉言同學：**我發現長者們的頭腦比我想像中更靈活，手眼協調得很好。另外跟他們相處原來不是很緊張，因為他們也很樂意玩我們的發明，參與我們的測試。





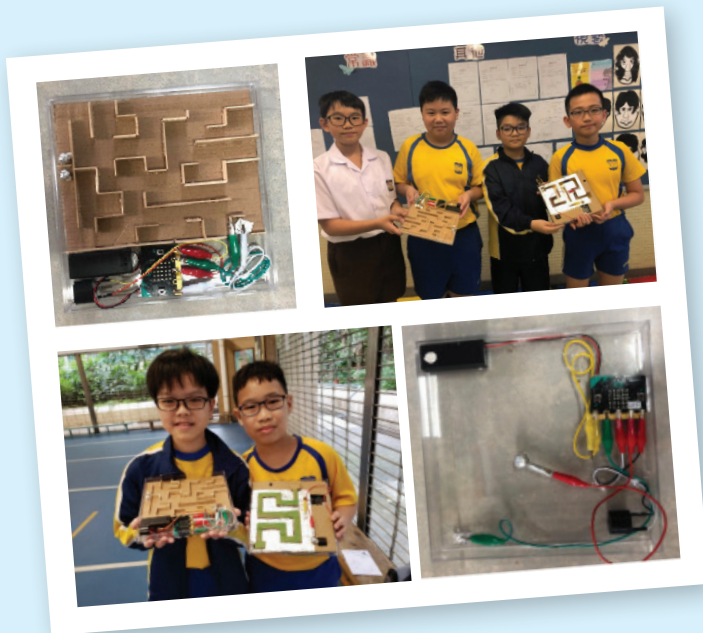
# 玩具串串串



學校：聖伯多祿天主教小學

組員：吳駿彥同學、卓君昊同學、李世龍同學、李進希同學、李朗信同學、盧建邦同學

教師：賴東巧老師、盧盈老師



## 探究意念

香港社會的貧富懸殊嚴重，有小朋友有太多玩具，有小朋友就沒有玩具。隨著科技的進步，互聯網和智能產品進入了我們的生活，線上遊戲、遊戲應用程式等是香港小朋友時常接觸的。但我們卻忘了傳統玩具的獨特性。因此，我們希望藉著動手做自己喜愛的玩具，令大家都感受到當中的樂趣，也學懂珍惜玩具。我們合力以廢棄物料製作玩具，將玩具的耐玩度和變化大大提高，也可向大家宣揚環保的概念。

## STEM原理

我們期望透過用廢棄的物料串連過電關和波子迷宮兩款玩具，並加入編程元素以豐富玩具的趣味性。

## 閉合電路：

過電關利用了閉合電路的原理。乾電池有正、負兩極，兩極分別利用電線連接一個燈泡，電便可通過電線和燈泡，使燈泡發亮，形成的閉合電路。電只能通過完整的閉合電路。能讓電通過的物體叫做導電體；不能讓電通過的物體叫做絕緣體。

## 力的作用、地心吸力：

波子迷宮利用了力的作用、地心吸力等原理。力能夠改變物件移動的方向和速度，也能令它停止。地心吸力是物體之間產生的互相吸引的作用力，其他物體所受到的地心引力方向向著地心。

## Micro:bit：

它是一個微型可寫入程式的電腦，電路板大小為 4cm × 5cm，擁有不同的傳感器、藍牙通訊和 USB 連接編程能力、LED 螢幕，按鈕等。

## 探究過程及結果

### 製作：

### 概念：

智能電話和 iPad 受歡迎的其中一個原因是它們很方便、體積很小，令人隨時隨地可以拿着玩。所以，我們希望製作一個體積小的玩具盒，令玩家能隨身攜帶。我們串連了過電關和波子迷宮這兩個傳統又受小朋友歡迎的小玩意作為我們探究的題材。另外，因為 Micro:bit 的主板很細小，就算加了感應器後仍然十分輕巧，方便攜帶。





物料：

物料	數量
食物包裝膠盒	1個
雪條棍	數十條
紙皮	數張
錫紙	數張
Micro:bit主板	2塊
蜂鳴器	2個
鱷魚夾	8條

日常生活中會製造很多廢物，我們不想因比賽而購買更多的材料，於是我們便收集不同的廢棄的物料，如紙皮、錫紙、雪條棍和食物包裝膠盒等來製造這個玩具盒以提高環保效益，也提醒自己毫不起眼的廢物也能循環再用。

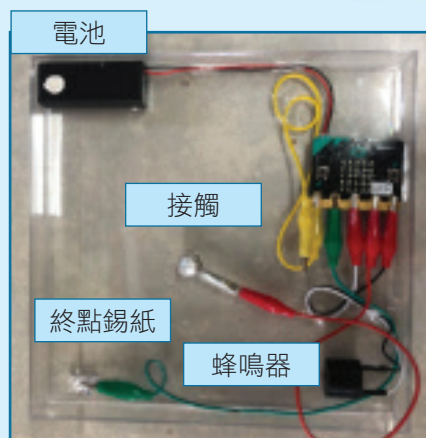
因此，除了**Micro:bit** 主板和其他接駁的工具外，所有物料都是循環再用的廢物。

過程：

食物膠盒會分成兩部分，一部分是過電關，另一部分是波子迷宮。我們利用紙皮為兩種遊戲設計了數款的路線，玩家可以隨意更換不同的路線（紙皮），便可以挑戰不同難度，從而增加遊戲的趣味性。

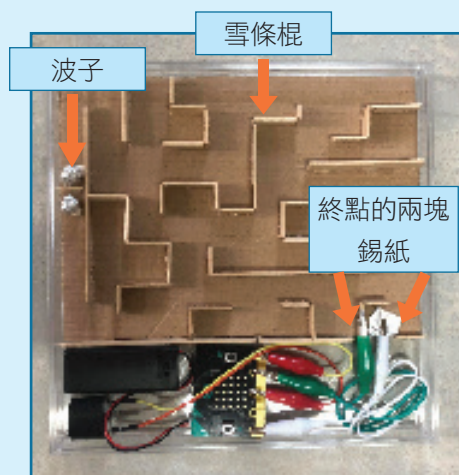
過電關：

步驟1：	在紙皮上設計路線，並剪出不需要的部分。
步驟2：	在紙皮上鋪上錫紙，根據路線裁剪錫紙，並把錫紙貼在路線的邊沿。因為錫紙是導體，所有貼有錫紙的路線能感應玩家是否有接觸，從而計算玩家的分數。
步驟3：	放上電池盒、蜂鳴器、 <b>Micro:bit</b> 主板和四個鱷魚夾，並把三者連接。
步驟4：	把紙皮放在上面，將一小張錫紙貼在食物膠盒的最底部作為記錄終點的用途。

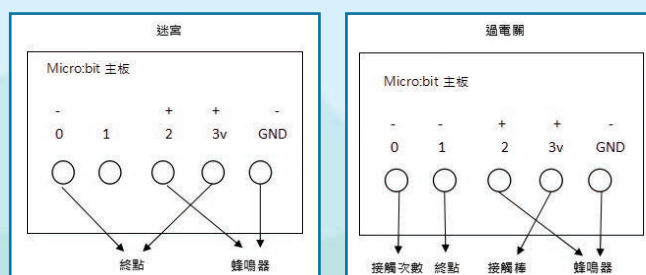


波子迷宮：

步驟1：	將雪條棍剪成多條，然後貼在紙皮上作為給波子滾動的路線。
步驟2：	在終點各自貼上兩塊錫紙，但兩塊錫紙不能碰到對方。
步驟3：	將錫紙摺成一團，作為波子。
步驟4：	在食物膠盒剩餘的位置放上電池盒、蜂鳴器、 <b>Micro:bit</b> 主板和鱷魚夾，並把三者連接。將兩隻鱷魚夾分別夾在終點的兩塊錫紙上。



接駁：



## 編程：

### 過電關：

遊戲開始和重置：

遊戲開始時，蜂鳴器會發出聲音，表示遊戲開始。Micro:bit 主板也會顯示0作為開始的接觸次數。



蜂鳴器：

- 連接Micro:bit主板引腳P2
- 數字1代表開
- 數字0代表關

顯示接觸次數(score)為0

當遊戲結束，便可按下A制重置遊戲，這樣便可以開始新的一輪遊戲。



### 勝出遊戲：

玩家有五次機會去完成過電關遊戲。如果接觸次數 $\leq 4$ ，同時在其間接觸棒接觸到終點，蜂鳴器便會響起及顯示文字Win的字眼，玩家便勝出遊戲。



如果接觸次數(score $\leq 4$ )，同時如果到達終點(goal=1)，那麼永遠到達終點(final=1)（防止繼續接觸還會扣分的情況）

蜂鳴器：

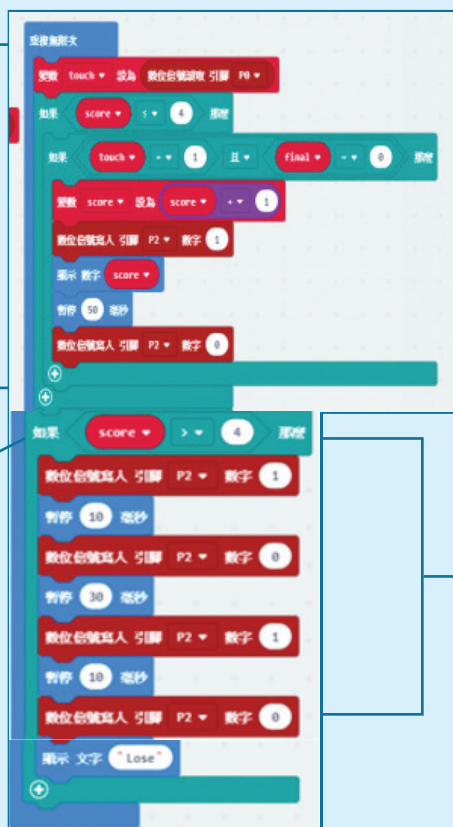
- 連接Micro:bit主板引腳P2
- 數字1代表開
- 數字0代表關

主版顯示文字Win

未能勝出遊戲：

如果接觸次數 $\leq 4$ ，同時在其間接觸棒接觸到路線的錫紙和沒有終點，接觸次數便會加1及蜂鳴器響起。

如果接觸次數(score)大於4，那麼蜂鳴器響起及顯示文字lose的字眼，玩家便輸了。



蜂鳴器：

- 連接Micro:bit主板引腳P2
- 數字1代表開
- 數字0代表關

主版顯示文字lose

波子迷宮：

遊戲開始和重置：

遊戲開始時，蜂鳴器會發出聲音，表示遊戲開始。Micro:bit主板也會顯示10作為開始的時間。



蜂鳴器：

- 連接Micro:bit主板引腳P2
- 數字1代表開
- 數字0代表關

顯示時間(score)為10

當遊戲結束，便可按下A制重置遊戲，這樣便可以開始新的一輪遊戲。





未能勝出遊戲：

玩家有10秒去完成波子迷宮遊戲。

如果時間(score)小於0，那麼蜂鳴器響起及顯示文字lose的字眼，玩家便輸了。



蜂鳴器：

- 連接Micro:bit主板引腳P2
- 數字1代表開
- 數字0代表關

主版顯示文字lose

勝出遊戲：



如果到達終(goal=1)

那麼永遠到達終點(final=1)

(防止繼續接觸還會扣分的情況)

如果時間(score)大於或等於0秒，同時波子沒有到達終點，時間便會倒數。

否則，蜂鳴器便會響起及顯示文字Win的字眼，玩家便勝出遊戲。

蜂鳴器：

- 連接Micro:bit主板引腳P2
- 數字1代表開
- 數字0代表關

主版顯示文字Win

## 困難

我們雖然在電腦課堂學了編寫 Scratch，但我們是第一次接觸 Micro:bit。幸好 Micro:bit 的編程方法與 Scratch 類似，在老師的教導下慢慢掌握。

當中最困難的是遊戲當中贏輸的邏輯。我們花了許多時間去設計遊戲的編程。

例如：我們發現到達終點後，時間竟然繼續倒數（迷宮），接觸路線還會計算錯誤的次數（過電關）。後來，我們想到到達終點只是那一刻的事情，如果沒有告訴 Micro:bit 遊戲已經結束，便會繼續計時（迷宮）和計算錯誤次數（過電關）。所以，我們要像跑步比賽衝線時，需要按下計時器的停止按鈕一樣。於是，我們便設計了另一個變數 goal，提示到達終點後變不可以繼續計時（迷宮）和計算錯誤次數（過電關）。

## 感想

**卓君昊同學：**透過今次的展覽，我發現了原來平日我們看不起的廢物，可以廢物利用變成那麼好玩的玩具。在活動中，令我感到困難的地方是編程，幸好有老師的講解和同學的協助，我才學會了編程；我也學會了團隊精神的重要性。

**李進希同學：**經過多堂的常識百搭訓練，令我對 Micro:bit 編程有了一定的認識。在第一堂訓練的時候，我感到興奮；但在第二、三堂的時候，老師要求我們設定三個變數去製作「迷宮」，當時我感到很混亂和緊張，但是我沒有放棄，繼續用心地去和隊友努力編寫程式，專心聆聽老師的講解，最後成功了，我感到很雀躍。另外，我也明白到 Micro:bit 和 STEM 中的「工程」有關，都是要預先構思好所有步驟。希望下一次再有更多關於編程的活動，訓練自己的邏輯思維。最後，在訓練中我也學到了團隊合作和聆聽的重要性。

**李世龍同學：**我十分開心能參加這個展覽。透過今次展覽，我學到了很多有關 STEM 和編程的知識。另外，我也學會了團隊合作精神，

每當我遇到困難時，老師和我的隊友都會慢慢地教我。在活動中，我遇到的最大困難是編程，例如當出現 win 之後時間會繼續倒數，我們經過多次的測試和研究，終於解決了這個問題，我感到很興奮。

**吳駿彥同學：**透過六堂科學專題的訓練，我學會了如何在日常生活中運用 STEM 元素，在賴老師和盧老師悉心的教導下，令我在短時間內學會許多 STEM 知識。當我遇到不明白的地方，老師和我的五個隊友，會熱心地幫助我去解決問題。在訓練過程中我更明白到無論得到獎項與否，只需要盡力就可以了。即使未能得獎，也能從中享受訓練的過程。

**盧建邦同學：**在今次活動中，我獲益良多，我學會了編程和在日常生活中應用 STEM。而且透過改造玩具，令我認識了各種不同的懷舊玩具都可以加入 STEM 和編程元素。另外，我和我的組員由構思、實踐、實驗和測試都是很認真。

## 參考資料

光明英來學校。閉合電路的原理。擷取自：  
[http://www.kmyls.edu.hk/html/subject/gs/P5gs\\_ss/page01.htm](http://www.kmyls.edu.hk/html/subject/gs/P5gs_ss/page01.htm)

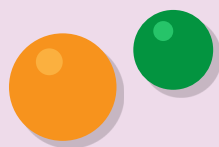
維基百科。力的原理。擷取自：  
<https://zh.wikipedia.org/zh-hk/%E5%8A%9B>

維基百科。地心吸力的原理。擷取自：  
<https://zh-yue.wikipedia.org/wiki/%E5%9C%B0%E5%BF%83%E5%90%B8%E5%8A%9B>

維基百科。Micro:bit 介紹。擷取自：  
[https://zh.wikipedia.org/wiki/Micro\\_Bit](https://zh.wikipedia.org/wiki/Micro_Bit)

## 小貼士

同學的設計整合了各種 STEM 元素，趣味性強，及具實用性，值得欣賞。

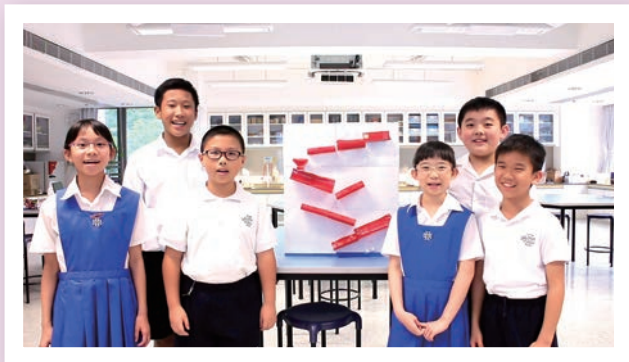


# 滾珠大激鬥

**學校：**聖保羅男女中學附屬小學

**組員：**李逸妍同學、李鴻博同學、葉景行同學、龐栢衡同學、招健熙同學、黃允祈同學

**教師：**羅振宇老師、王紀人老師



## 探究意念

這個滾珠遊戲的意念是源自一次五年級的升級再造遊戲活動，當中同學以廁紙筒製作軌道，讓滾珠落下。這活動大受歡迎，很多同學在活動後都繼續玩這玩意，因此我們決定改良這遊戲，以達致以下目標：

### 互動性：

遊戲原本是每組各自設計軌道後，再各自計時，現在我們使兩組同時比拼，增加互動性和刺激性。

### 公平性：

如果以人手放下滾珠，開始時間或會有誤差，因此我們希望利用一些機械組件，控制閘門開關。另外，雙方的背板大小、軌道組件的數量和形狀都相同，使雙方都在公平的情況下競爭。

### 耐用性：

原本的設計以廁紙筒作軌道，以膠紙固定在膠板上，但廁紙筒耐用性低，很快便損毀，而且會消耗大量膠紙，造成浪費。因此我們研究利用其他物料增強其耐用性。

## 升級再造：

我們利用升級再造的概念，部份組件利用廢物升級再造，例如軌道組件以膠樽製造，背板是廢棄的膠展板和小型白板，這些物料都很容易在學校取得，亦能達致環保原則。

## 遊戲規則：

1. 雙方於限時利用軌道組件在背板上砌出軌道，使滾珠從指定起點滾下到終點。
2. 兩組背板合併，使閘門能安裝在起點上
3. 把滾珠放置在閘門後
4. 按下開關掣，雙方閘門同時打開，滾珠同時滾下
5. 滾珠以較長時間到達終點者為勝
6. 以下情況作負：
  - 未能於限時前砌出軌道；
  - 滾珠離開了軌道；
  - 滾珠停留在軌道上，未能到達終點。

## STEM原理

### 科學：

1. 滾珠因為地心吸力沿著軌道向下滾動。
2. 滾珠經過不同斜度的軌道有不同的速度。
3. 滾珠經過不同的表面時，因磨擦力而令滾珠速度改變。
4. 在軌道組件上加上磁石，使它能穩固在鐵的背板上。

### 科技：

我們利用 Micro:bit 及編程控制起點的閘門同時打開，使兩邊滾珠同時滾下，避免因反應時間的差別使滾珠起動的時間有差別。





( Micro:bit 及編程 )

## 工程：

我們設計和製造不同的軌道組件，讓玩家砌出不同的組合。



( 同學正在製造不同的軌道組件 )

## 數學：

我們計算閘門的開關角度和時間，另外雙方的背板大小、軌道組件的數量和形狀都相同，使雙方都在公平的情況下競爭。

## 探究過程

### 第一階段：

我們先從玩具的環保及耐用程度出發，希望選用較環保而且耐用的材料。我們測試了以下物料：

### 軌道部分：

	好處	壞處
廁紙筒	學校的洗手間能輕易收集 只需剪成兩半便能使用	香港天氣潮濕，令廁紙筒容易變形，耐用程度較低
膠樽	學校的回收箱能輕易收集 不易因天氣情況而變形，耐用程度較高	膠樽較硬，不易修剪
鋁罐	學校的回收箱能輕易收集 不易因天氣情況而變形，耐用程度較高	鋁罐的切口較鋒利，容易割傷
膠喉	1. 不易因天氣情況而變形，耐用程度較高 2. 容易修剪成不同形狀	膠喉表面的膠質令滾珠難以滑落

### 背板部分：

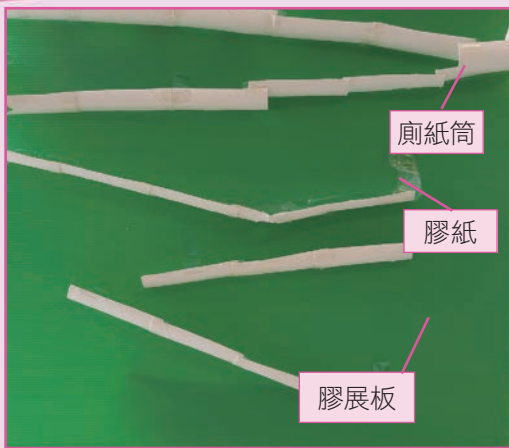
	好處	壞處
紙板	利用紙箱剪開而成，較環保	容易因天氣潮濕及重複使用而變形，耐用程度較低
膠板	利用一些舊展板加工而成 不易因天氣情況而變形，耐用程度較高	

此外，我們在第一版本使用了膠紙固定位置，會消耗大量膠紙，亦不容易改變軌道角度，而且膠紙重複黏貼幾次之後，膠紙會失去黏性，需要用新的膠紙，造成浪費。

### 結果：

我們選用了膠樽及膠喉作軌道部分，選用了膠板作背板部分。我們亦將在第二階段測試不同物料以取代膠紙將軌道貼上。





第一版本

## 第二階段：

我們主要考慮將軌道貼上背板的方法，並測試了以下材料：

	好處	壞處
魔術貼	能重複使用	需整個撕下來才能改變位置
樂高	1. 能扣緊軌道 2. 能重複使用	位置有限制，不能作微調
磁石	1. 能重複使用 2. 能輕易調較位置 3. 不用撕貼，更加耐用	磁石吸力大，使用時需小心避免磁石間產生碰撞



(同學正在測試軌道)

## 結果：

最後我們選擇了用磁石。因此，我們亦在背板部分加上了鐵板，鐵板是從舊的白磁板拆下，用來吸引磁石。

## 第三階段：

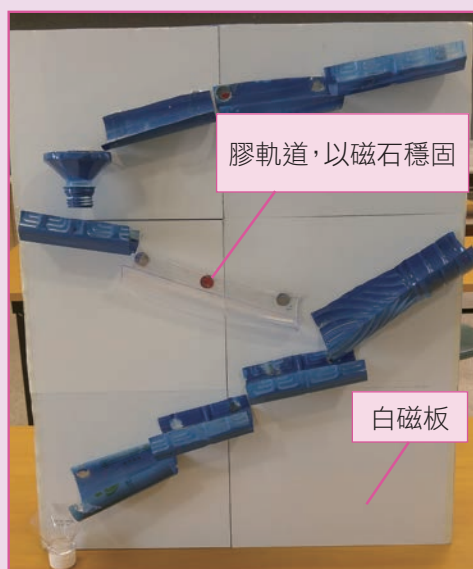
我們考慮了遊戲的趣味性及挑戰性。從第一階段的測試，我們發現膠喉的表面有膠質，令滾珠難以滑落，這一點正能增加遊戲的挑戰性，亦能讓玩家認識到不同表面的特性。我們亦由此想到可增加不同表面的軌道讓玩家選擇，並加入了以下材料作測試：

## 第三階段：

我們考慮了遊戲的趣味性及挑戰性。從第一階段的測試，我們發現膠喉的表面有膠質，令滾珠難以滑落，這一點正能增加遊戲的挑戰性，亦能讓玩家認識到不同表面的特性。我們亦由此想到可增加不同表面的軌道讓玩家選擇，並加入了以下材料作測試：

	表面特性	滾珠滑落的效果
平滑的膠樽	平滑	滾珠快速滑落
有坑紋的膠樽	凹凸不平	滾珠於有坑紋的位置有機會停下
膠喉	有膠質	滾珠滑落較慢

最後，我們亦考慮到遊戲的公平性。由於玩家二人放滾珠的時間及力度會有出入，所以我們加入了一個以 Micro:bit 製作的開關裝置，讓滾珠同時自由落下，減低誤差。



第三版本

## 感想

**黃允祈同學：**今年是我第三年參加常識百搭。三年裡，我和組員一起合作努力完成我們最滿意的作品。這年我們的主題是改良玩具或製造一個新的玩具。這主題與我們的生活十分接近，所以我們都十分投入參與。我和組員商討良久，一致決定製作滾珠大激鬥遊戲。我們在製作過程中，收集好膠瓶並洗乾淨後，用剪刀剪開膠樽，留下弧形部分為軌道。此行動有助保護地球，因為我們利用廢物重用的概念，又環保又有新意，大家都樂在其中。之後我們把迷你白

板組合成一塊大白板，然後在軌道上加上磁石貼，令軌道到能夠隨意擺放。這次常識百搭中，我學到了與同學合作的重要性，還學會了廢物重用的原理。希望以後我能夠繼續參與這種活動，有意思又有趣。在常識百搭中，我真是獲益良多呀！

**龐栢衡同學：**我在今次常識百搭比賽中學到了思考和反覆改良的重要性。一開始，準備做遊戲時，我們想了怎樣有效地給玩家任意改裝設計、用什麼物料等的多個問題。在製作時，我們發現本來用的魔術貼不容易大量使用和不可以隨意改動，所以改用磁石。再用磁石時，磁石又不夠強！面對各種小問題，我們要不斷改良和思考更好的方式。這次研究還令我體會到團隊精神呢！

**李鴻博同學：**在這次的常識百搭比賽中，我發現原來一些我們日常生活中的「廢物」也可以變成簡單而有趣的玩具，只要我們動動腦筋、加點創意，膠樽、舊展板和滾珠也能製成玩具。在製作時，我們遇到不少困難。其中我們在測試物料時，發現原來不少物料做出來的效果都不理想，需要不斷嘗試新的物料，這讓我發揮到創新和樂觀的素質，也令我明白到合作的重要性。最後，我們都能找到令我們滿意的材料！

**李逸妍同學：**常識百搭給我一個非常難得的機會，讓我發揮潛能、追求突破和學習新的科學常識。老師不厭其煩地耐心教導，加上同學們齊心合作和勇於嘗試，最終我們都能製作出一件既益智又有意義的玩具。這件玩具能讓小朋友發揮創意，令人百玩不厭，更能訓練邏輯推理和科學知識的運用，真是一件十分有趣的兒童玩物！

**招健熙同學：**這次的常識百搭非常有趣，我們可以利用不同的物料去做一件玩具。從中我學習到怎樣把一些遭丟棄的物料升級再造，變成有用的東西。我們在選擇物料時需要作很多次的測試，去找出及比較不同物料的優劣之處，選出最合適的物料，並作適當的調整。例如：我們選擇了膠樽作軌道，因膠樽耐用性較高，但有組員認為不太美觀。因此我們使用噴油上色，作出調整。這次的活動令我獲益良多，我不但學到了更多有關 STEM 的知識，更增進了和同學的友誼。

**葉景行同學：**在這次的常識百搭的過程中，我們的遊戲就是《滾珠大激鬥》。在這次製作玩具的過程中我學到很多關 STEM 的知識。例如 T，即 Technology，我們就用了 Micro:bit 來作為開門的開關，就可以避免因反應時間的差別令到滾珠滾到終點的時間有不同。又例如 E，即 Engineering，我們就找出了不同的軌道物料，例如膠樽、廁紙筒、鋁罐、膠喉令到滾珠滾下終點的時間也有不同。我對我們組員合作製造的玩具覺得很滿意，這也是大家付出的努力。總括而言，這次在常識百搭製作玩具的過程不但十分有趣，又可以激發我的思維，還可以增進我對 STEM 的認識，真是給了我很多的啟發！

### 參考資料

Microbit.org（無日期）：Makecode，取自  
<https://makecode.microbit.org/#>

會被磁鐵吸住的東西（無日期），取自  
[https://market.cloud.edu.tw/content/primary/nature/ks\\_gc/ncthemecckl01/2-5-1.htm](https://market.cloud.edu.tw/content/primary/nature/ks_gc/ncthemecckl01/2-5-1.htm)

黃妍萍 (2017)：【膠樽變變變·片】升級再造 膠樽可變保鮮器、禮物盒？，取自  
<https://www.hk01.com/%E7%A4%BE%E5%8D%80%E5%B0%88%E9%A1%8C/96880/%E8%86%A0%E6%A8%BD%E8%AE%8A%E8%AE%8A%E8%AE%8A-%E7%89%87-%E5%8D%87%E7%B4%9A%E5%86%8D%E9%80%A0-%E8%86%A0%E6%A8%BD%E5%8F%AF%E8%AE%8A%E4%BF%9D%E9%AE%AE%E5%99%A8-%E7%A6%AE%E7%89%A9%E7%9B%92>

影響摩擦力的因素（無日期），取自  
[https://www.nani.com.tw/nani/jlearn/natu/ability/ability\\_list.jsp?file=a1/4\\_a1\\_1\\_7.htm&p\\_page=ability\\_4.jsp](https://www.nani.com.tw/nani/jlearn/natu/ability/ability_list.jsp?file=a1/4_a1_1_7.htm&p_page=ability_4.jsp)

### 小貼士

能理解科學概念，作品原創性高，亦有趣。同學對每件零件的功用及性能皆有作出反覆測試，並作改善。



# 風「磁」電掣 ROLL AND GO

學校：聖保羅書院小學

組員：黎柏熙同學、李奕廷同學、吳祐晉同學、黃嘉亮同學、黃梓哲同學、黃以諾同學

教師：朱峻廷老師、周子堅老師

## 探究意念

玩玩具是我們童年生活的美好回憶。逛玩具店是我們從小到大最喜愛的節目，看到五花八門而又玩法多變的玩具，真令人流連忘返。男孩子一般喜歡玩一些比較刺激的玩具，例如我們最常玩的彈射性玩具（桌上籃球機和射龍門機等），但我們發現這類玩具有幾點問題。

首先就是槓桿和彈簧的力度不足，令彈射範圍過小，大大減低玩具的趣味性，容易令人厭倦。另外，彈射性玩具較其他玩具容易出現損毀問題，我們有同學更試過在重要關頭不小心因用力過度，而把玩具部件弄壞了。因此，我們萌生了一個意念，就是希望製作出一件既好玩又不容易損壞的彈射玩具。在網上找尋資料來構思實驗的時候，我們發現了一種不用依靠彈簧或槓桿而做彈射的設計，那就是高斯磁力炮——一種利用磁石來進行加速射出的裝置，因此我們便運用高斯磁力炮的理念及設計，取代原來的彈射零件，以提高現有彈射玩具的性能，最終希望為大家帶來更多的樂趣。

## 科學原理

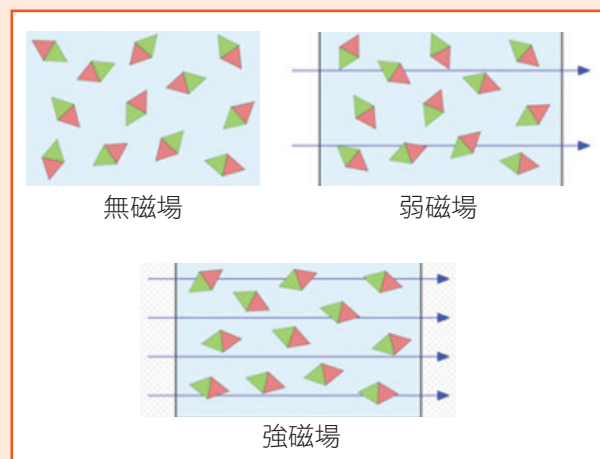
風「磁」電掣 ROLL AND GO 整件玩具主要分為兩個部分：高斯磁力炮和計分裝置，兩個部分都分別運用 STEM 元素來改善原來舊有玩具的設計，以求帶來新的玩樂體驗。

### 高斯磁力炮：

#### 磁力相吸：

磁鐵會持續產生磁場，而所有鐵磁性物質則會被磁鐵的任何一極所吸引。因此當同屬鐵磁性物質的鐵球逐漸靠近磁石的時候，即使在沒有直接接觸的情況下，鐵球受外部磁場的作用影響而磁化時，磁化方向與外加磁場相同，因此

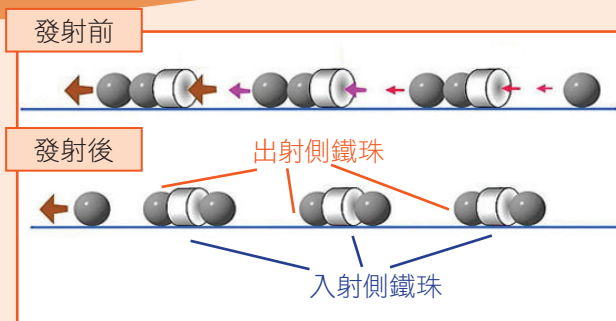
會被磁場吸引（國立台中教育大學，2010）。當鐵球距離磁石越近，受到磁場的吸引力影響便會越大，速度也會越快，最終鐵球便會加速衝向磁石，與磁石拼貼在一起。高斯磁力炮則利用放在直線管道上的磁石組，利用磁力相吸的原理把鐵球吸引，加速衝向磁石，並根據動量守恆定律把鐵球的動量傳遞至出射側的鐵球，使其以更高的速度射出。



圖一：順磁磁化過程（知乎，2017）

#### 動量守恆原則：

根據牛頓第一定律說明若沒有任何外力施加在一件物體上，那麼物體的慣性便會維持它的運動狀態不變，並且會在物體移動中保持它的趨勢，這就是動量。當管道上第一粒鐵球受磁石的吸引力影響，加速衝向磁石時，動量便有所增加。而當鐵球在衝擊後吸附在磁石的時候，鐵球的動量便會傳遞至吸附在磁石出射側的鐵球，使其射出（國立台中教育大學，2010）。在兩者的速度比較下，出射側被射出的鐵球所存有的動量較入射側的鐵球要高，因此它的速度也會比入射側的那粒要快。假如增加數組磁石組，便能做到線性加速，令管道上最後的一粒鐵球以最高的速度離開裝置。



圖二：動量傳遞過程（國立台中教育大學，2010）

### 計分裝置：

計分裝置以一個兩層的木盒作為主體，並會分作兩層，上層是分數洞口，而下層則是計分區域。玩家需利用改裝後的高斯磁力炮把鐵球射進分數洞口，我們把分數預設為三種，分別是 0 分、10 分及 50 分，洞口的大小也會隨得分多少而作調整。在鐵球穿過洞口到達下層計分區域後，下層則會利用斜板及發泡膠板把鐵球分流到裝有超音波感應器的管道。當鐵球經過超音波感應器時，利用編程記錄鐵球經過的次數，再乘以分數，便可得出並顯示出玩家所得的分數。另外我們也利用程式記錄及顯示歷來遊戲的最高分數，讓玩家可以互相進行挑戰。完成每局遊戲後，玩家可以用手遮掩光線感應器，便可以重設分數，開始新一局的遊戲。

## 測試器材及材料

### 高斯磁力炮：

膠管 10 條（直徑 2.2 厘米，長 35 厘米）、鐵球 20 粒（直徑 2 厘米）、電線膠布、圓形釹磁石 40 塊（直徑 2 厘米）、自由落體毫秒計、光電門

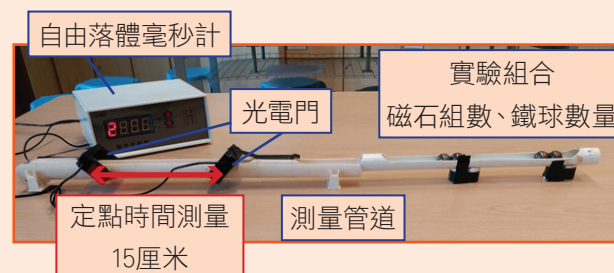
### 計分裝置：

手機架、木板、木條、發泡膠板、螺絲、顏色紙、mBot 配件（超音波感應器 2 個、光線感應器 1 個、數字顯示板 2 個）

## 測試過程及結果

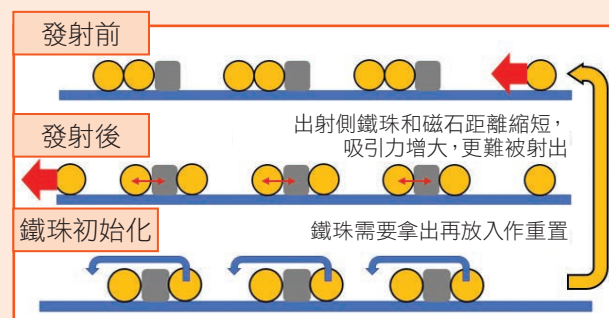
探究實驗的目的是要找出高斯磁力炮中磁石組數，以及出射側鐵球數量對鐵球離開管道時速度的影響。因此，實驗會把發射管道固定在同一長度，透過放置不同磁石組數和鐵球數量，利用另一管道承接射出的鐵球，並運用自由落

體毫秒計及光電門作定點時間測量，找出鐵球在經過指定路段時所用的時間。每個實驗組合都會進行分別 20 次的時間測量，透過算式換算找出鐵球在各組合下發射速度的平均值，從而找出最為合適的發射組合。



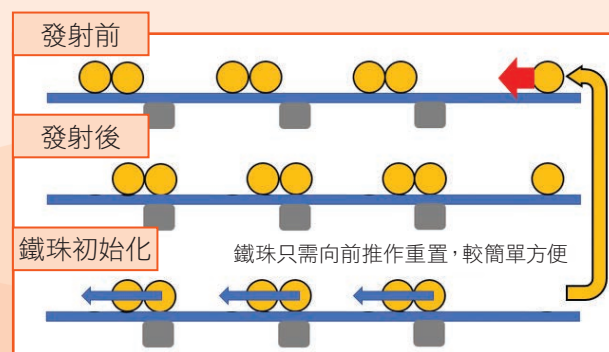
圖三：實驗設置

另一方面，現時高斯磁力炮的設計在磁石和鐵球數量重置上存有步驟多，耗費時間的問題，出射側的鐵球會因為數量減少，而令末端的鐵球和磁石距離縮短，大大增加它們之間的吸引力，令得鐵球更難被射出。因此在每次發射後，需要把入射側的鐵球拿出後，再放到出射側那邊，把鐵球的數量初始化才能達致最佳的發射效果。



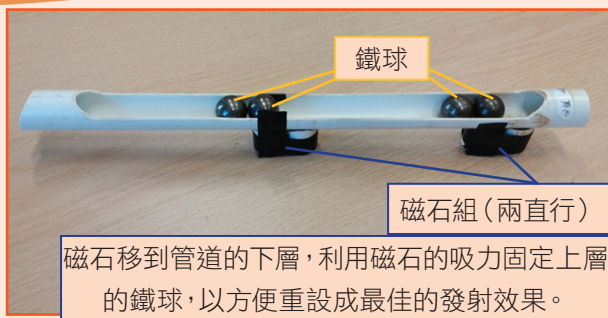
圖四：高斯磁力炮鐵珠重置過程

因此我們在新設計上並未有把磁石放在與鐵球同一水平的管道上，而是把磁石移到管道的下層，利用磁石的吸力固定上層的鐵球，新設計只需把鐵球向前推便能重設成最佳的發射效果，以減少對遊戲過程的影響。



圖五：新高斯磁力炮鐵珠重置過程





圖六：新高斯磁力炮鐵珠設置

## 測試結果：

在連接自由落體毫秒計後，光電門在相距 15 厘米的指定位置測量鐵球經過該路段所需的時間，以探究高斯磁力炮中不同磁石組數，以及出射側鐵球數量對鐵球離開管道時的速度影響。

	2組磁石			3組磁石		4組磁石
	鐵球（粒）					
	2	3	4	2	3	2
1	159.4	195.9	212.0	155.7	192.3	154.8
2	160.8	195.0	220.1	158.0	190.5	157.5
3	161.8	202.2	209.7	157.2	198.1	150.3
4	152.2	198.9	218.7	153.2	201.3	153.5
5	155.8	190.7	224.0	157.2	195.8	155.0
6	155.7	198.9	222.2	157.5	190.1	158.6
7	156.1	195.2	225.3	156.6	191.4	157.8
8	156.8	189.9	209.0	151.8	198.1	152.5
9	157.6	191.2	227.6	155.0	182.7	151.9
10	157.2	204.7	234.9	153.9	192.8	146.6
11	160.1	200.0	237.1	153.8	206.1	148.1
12	164.2	205.6	219.3	154.1	192.6	148.8
13	157.1	205.5	219.2	155.4	204.4	161.5
14	164.6	188.0	224.3	152.7	195.8	150.5
15	154.6	202.6	205.4	149.4	203.1	156.9
16	153.3	195.3	234.7	158.2	205.5	159.8
17	156.0	189.5	217.4	152.8	202.6	156.4
18	155.8	191.1	231.0	156.2	199.2	156.5
19	156.6	207.7	230.4	153.2	192.2	155.8
20	153.0	201.2	215.6	153.2	201.4	154.1
*平均所需時間（毫秒）	157.435	197.455	221.895	154.755	196.800	154.345
**平均速率（米／秒）	0.953	0.760	0.676	0.969	0.762	0.972

平均所需時間 (毫秒) = 各組合中所需時間的總和 ÷ 20

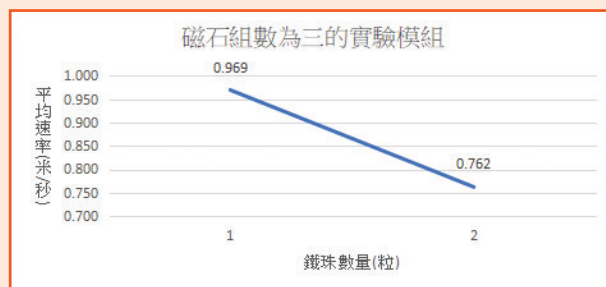
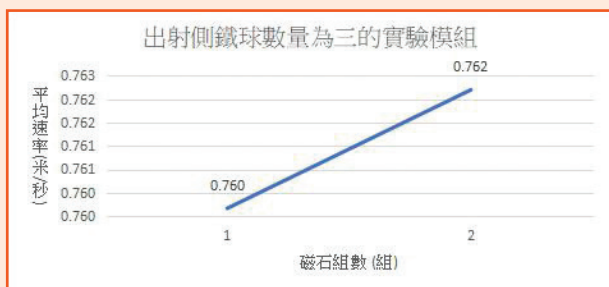
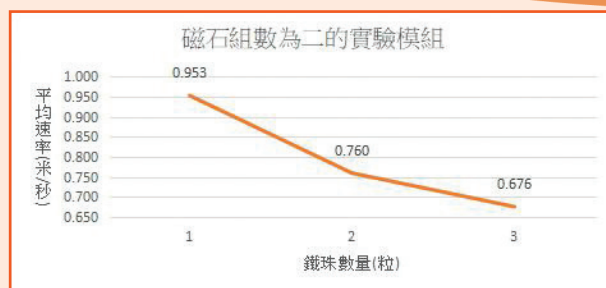
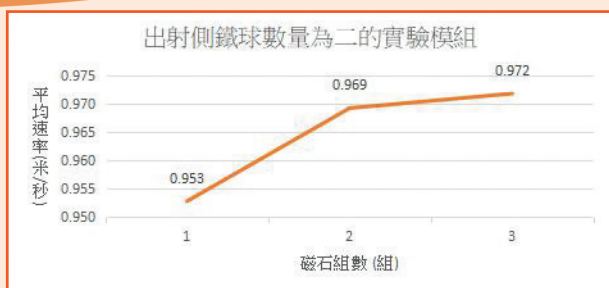
平均速率 (米/秒) = (15 厘米 ÷ 100) ÷ (平均所需時間 (毫秒) ÷ 1000)

## 測試分析：

	2粒鐵珠		
	2組磁石	3組磁石	4組磁石
平均所需時間 (毫秒)	157.435	154.755	154.345
平均速度 (米/秒)	0.953	0.969	0.972

	3組磁石	
	2粒鐵珠	3粒鐵珠
平均所需時間 (毫秒)	197.455	196.800
平均速度 (米/秒)	0.760	0.762





速度測量結果顯示鐵球射出的速度與磁石組數有直接關係，在出射側鐵球數量相同的情況下，增加使用的磁石組數會增加鐵球射出的速度，這與我們開始時的實驗預測是相互符合的。當高斯磁力炮中所使用的磁石組數越多，鐵球在經過各磁石組時所累積的動量便會越大，最終導致鐵球能以最高速度離開管道。同時，我們也發現，雖然鐵球射出的速度會隨着磁石組數的增加而增加，但在超過使用三組磁石組後，其對鐵球射出的速度增幅效能也會大大減弱。在固定了測試管道的長度限制下，速度並未能如預期中不斷提升，其中磁石組數的增加會令管道中磁石組之間的距離變得越近，也更容易出現磁場相互干擾的問題，導致整個提速效出現減弱的情況。

各項數據也顯示在不同磁石組數中，如出射側的鐵球數量越多，則會令最終鐵球射出的速度越慢。這與我們預測的結果有所不同，原本我們估計透過增加出射側的鐵球數量能增加最末側鐵球與磁石間的距離，鐵球便能用較少動量擺脫磁石的吸引力，以更高速度離開。但是考慮到新設計下，磁石被移放到管道的下層，即是鐵球衝向出射側鐵球的運動方向與磁力吸引的方向並不在同一軸線上，鐵球雖然會如常作動量的傳遞，但動量的方向則未能有助鐵球有效地抵消磁力，相反可能會被吸受，因此越多的鐵球受下方的磁石組吸力影響，便會大大減低動量在鐵球間的傳遞，最終令得鐵球離開的速度減慢。

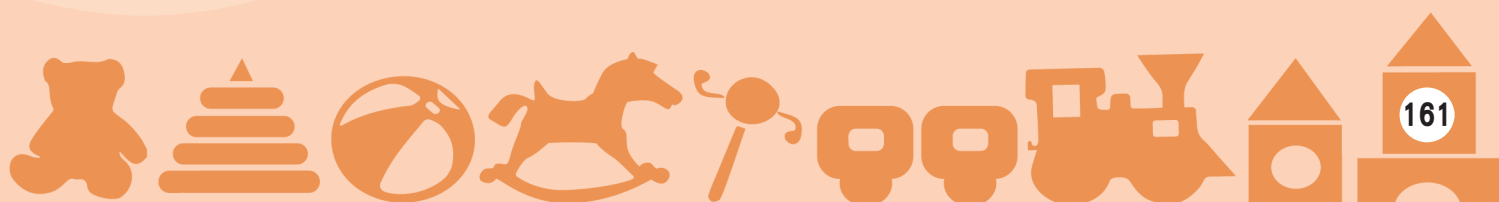
	2組磁石		
	2粒鐵珠	3粒鐵珠	4粒鐵珠
平均所需時間 (毫秒)	157.435	197.455	211.895
平均速度 (米/秒)	0.953	0.760	0.676

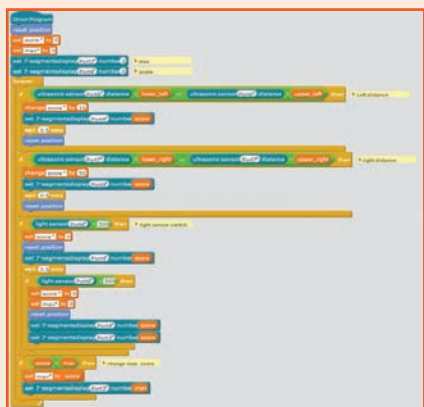
	3組磁石	
	2粒鐵珠	3粒鐵珠
平均所需時間 (毫秒)	154.755	196.800
平均速度 (米/秒)	0.969	0.762

## 探究過程

### 編程過程：

我們在編寫計分程式的時候，因為超音波感應器的靈敏度容易受到發泡膠板的震動而出現誤加分數的問題，因此我們想盡辦法希望把影響減至最低。我們不斷測量距離及震動的幅度，最終找出上下 0.5 這一個可接受的偏差範圍，讓整個計分裝置只有在鐵球經過超音波感應器時，才會進行加分。





## 困難及建議

在這次實驗中我們受制於現實中玩具大小的限制，因此實驗中使用的測試管道較短，未能提供更多不同組合的數據，以歸納出高斯磁力炮的最佳發射效能。另外，因為動量傳遞中無法將能量完全傳遞，部分能量會轉為其他形式，例如摩擦力、空氣阻力和聲音等；當中受設備所限，精準度不足，量度時間的自由落體毫秒計也可能出現誤差，導致實驗數據也未能完全反映真實結果。建議未來可選用較長測試管道來對更多的磁石組數和鐵球數量作測試，找歸納出當中的規律 以提高發射效能，同時較長的量度距離也可以減低時間誤差為實驗結果所帶來的影響，以完善整個實驗過程。

## 總結

一件成功的玩具需要經過不斷改良，才能成為小朋友的「心頭好」，而風「磁」電掣 ROLL AND GO 正正是我們為玩具改良踏出的第一步，而整個玩具改良設計是有效的，能夠改進舊玩具在環保效能、耐用性及互動性的不足，希望大家能繼續發揮創意，讓玩具繼續成為我們共同的美好回憶。

## 感想

**黎柏熙同學：**參加這個活動後，我對磁石的特性加強了認識，原來一件平凡不過的物件，善加利用，可以製成好玩的玩具。我更對高斯磁力炮感興趣，這個活動真是令我獲益良多。

**李奕廷同學：**我覺得十分榮幸可以參加這次展覽，去年我也有參加，汲取了經驗。今年我

更認真投入，不時就難題請教老師及與同學一同探討。在過程中我發現自己進步不少。

**吳祐晉同學：**我在這次展覽中獲益良多，在之前，我並不知道線性加速原理。完成之後便學會了不少 STEM 的原理，還因和朋友一起做實驗，而覺得十分高興滿足。

**黃嘉亮同學：**在整個活動中，我學會運用所學到的知識來解決問題。我希望其他小朋友可以善用這件玩具，製作屬於自己的軌道，發揮創意。

**黃梓哲同學：**這是我第一年參加「常識百搭」，讓我有機會學習並應用科學知識，例如：動能、牛頓第一定律等，並學會高斯磁力炮原理。再由高斯磁力炮的原理設計出這件玩具。從中獲益良多，亦令我體會到同學之間分工合作的重要。

**黃以諾同學：**我好開心參與這次展覽，當中遇上不少難題，但憑著老師的指導和組員合作，我們一一克服了。我最深的印象是當我們終於成功製作出作品後，我們像瘋了似的邊跑邊大叫：「成功啦！成功啦！」，做測試的過程雖辛苦，但回想起我覺得很值得。

## 參考資料

知乎 (2017) :

《順磁性》，擷取自：

<https://zhuanlan.zhihu.com/p/25912264>

國立台中教育大學 (2010):

《反磁性趣味實驗》，擷取自：

<http://scigame.ntcu.edu.tw/electric/electric-040.html>

國立台中教育大學 (2010):

《磁力砲彈》，擷取自：

<http://scigame.ntcu.edu.tw/electric/electric-032.html>

### 小貼士

同學模型製作嚴謹，能改良現有產品，結合科技元素，令產品更具效能。可考慮善用科技完善遊戲裝置，例如發射時可不先用人手調教更佳。

## 籌委會成員：

蘇詠梅教授	香港教育大學
梁致輝博士	香港教育大學
殷慧兒小姐	香港教育大學
翁慧愷小姐	香港教育大學
彭翠虹博士	香港科學館
蕭杜峯先生	香港科學館
梁見德先生	教育局資優教育組
黎永隆先生	香港教育城
劉國良校長	香港行政長官卓越教學獎教師協會
梁偉傑先生	香港行政長官卓越教學獎教師協會

## 展覽評判：

劉慶斌先生	教育局 課程發展處 資優教育組
曾天德先生	教育局 課程發展處 資優教育組
連庭傑先生	教育局 課程發展處
周嘉雯小姐	教育局 課程發展處
李鄧艷仙女士	教育局 課程發展處 幼稚園及小學組
林從敏博士	教育局 小學校本課程發展組
江雪儀女士	教育局 小學校本課程發展組
吳木嘉先生	教育局 小學校本課程發展組
李陽博士	教育局 小學校本課程發展組
陳燕君博士	香港科學館
楊君婷博士	香港科學館
陳榮洲先生	水務署
蔡軍生先生	環境保護署（社區關係）
孔繁耀先生	香港天文台
梁偉明先生	香港太空館
黃志紅老師	廣東省教科院基礎課程研究中心
陳威老師	福田區教科院
許瑛珧教授	國立臺灣師範大學
何榮逸副校長	上海新清華博世凱外國語學校
陳志強博士	香港教育大學 科學與環境學系
區嘉雯博士	香港教育大學 科學與環境學系
李凱雯博士	香港教育大學 科學與環境學系
宋燕捷博士	香港教育大學 數學與資訊科技學系
萬志宏博士	香港教育大學 課程與教學學系
麥嘉慧博士	香港大學理學院
湯兆昇博士	香港中文大學理學院物理系
吳本韓博士	香港中文大學 教育學院課程與教學學系
陳浩然教授	香港中文大學生命科學學院
陳作基博士	千里眼始創人慈善基金有限公司
陳祥發博士	千里眼始創人慈善基金有限公司
劉智豪博士	香港數理教育學會
黃志剛先生	香港數理教育學會
冼少炎女士	香港數理教育學會

麥志強博士  
黃穎心女士  
徐建中先生  
陳婉玲校長  
羅玉婷主任  
楊志強先生  
屈凱添先生  
陳嘉文校長  
蔡世鴻校長  
邱榮光博士 太平紳士  
岑健偉先生  
馮凱婷小姐  
吳宇存先生  
劉祉鋒先生, MH  
陳曉鋒先生  
蘇雋彥先生  
林崇業先生  
胡聲雄先生  
劉煒堅博士  
洪婉玲女士  
黎永隆先生  
鄭文昌先生

資深教育工作者  
慈幼英文學校  
香港聖公會何明華會督中學  
聖公會聖士提反堂中學  
漢華中學（小學部）  
元朗信義中學  
長沙灣天主教英文中學  
聖公會基愛小學  
中華基督教會協和小學（長沙灣）  
環保協進會  
香港工業總會  
嘉道理農場暨植物園  
香港青年新創見  
綠惜地球  
中國敢愛科技集團灣趣科技有限公司  
世界自然基金會香港分會  
林氏基金  
的法利科技有限公司  
明愛教育委員會  
香港教育城  
香港教育城  
香港上海匯豐銀行有限公司

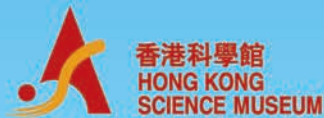
## 甄選入圍評判：

黃志剛先生  
冼少炎女士  
黃振賢先生  
黃敬樂女士  
李樹鈿先生  
何炳權先生  
楊偉樑先生  
賴富偉先生  
張澤民先生  
梁俊傑先生  
區紹聰博士  
葉偉強先生  
何家喜先生  
劉智豪博士  
呂思奇博士  
吳華彪先生  
郭展崇先生  
黃偉冠先生  
屈凱添先生  
黃穎心女士  
徐建中先生  
楊志強先生

香港數理教育學會  
香港數理教育學會  
可立中學（舊色園主辦）  
瑪利曼中學  
香港數理教育學會  
香島中學  
東華三院甲寅年總理中學  
伯裘書院  
文理書院（香港）  
青年會書院  
青年會書院  
九龍工業學校  
聖公會鄧肇堅中學  
聖公會鄧肇堅中學  
英皇書院  
張振興伉儷書院  
崇真書院  
香港教育工作者聯會黃楚標中學  
長沙灣天主教英文中學  
慈幼英文學校  
香港聖公會何明華會督中學  
元朗信義中學



## 主辦



## 贊助



ISBN 978-988-78353-8-7



9 789887 835387

政府物流服務署印