

設計一個吸音的馬戲團帳篷

Designing a Sound-Absorbing Circus Tent

Description

Apply knowledge of how sound travels and how materials affect sound absorption to solve a real-world problem through the engineering design process. Students will design, test, and improve a circus-tent prototype using common materials, enhancing their understanding of soundproofing through hands-on problem solving.

Production

Tsui Wai Sum Winsome
Chemistry Teacher

Consultant

Dr Leung Kin Yi Promail
Principal Lecturer,
Faculty of Education, HKU

This project is supported by Quality Education Fund (Project No. 2023/0515)

The Trustee of the Quality Education fund is the owner of the copyright of this product. Any reproduction of this product for commercial purposes is strictly prohibited unless prior written consent has been obtained from the Trustee of the Quality Education Fund.

簡介

運用對聲音如何傳播及材料如何影響吸音的知識，透過工程設計流程解決真實世界問題。學生將以日常材料設計、測試及改良一個馬戲團帳篷原型，並在動手解難的過程中，加深對隔音／吸音效果的理解。

製作

徐慧心
化學科老師

顧問

梁健儀 博士
香港大學教育學院
首席講師

**此計劃由優質教育基金贊助
(計劃編號 2023/0515)**

此計劃產品版權屬優質教育基金擁有，未經許可，不得翻印以作商業用途。

小學科學科探究活動 設計一個吸音的馬戲團帳篷

學生版本
Student Version

一 引言：

一個世界知名的馬戲團計劃在香港一個熱鬧的社區舉行戶外表演。表演區四周有住宅大樓和商店。在綵排期間，發現響亮的音樂、鼓聲和歡呼聲可能會打擾／吵到附近的居民。

作為馬戲團的學生設計小組一員，你的任務是製作一個小型馬戲團帳篷，測試如何幫助減少聲音傳到四周的街道，例如想一想不同的材料或設計如何幫助把噪音留在帳篷內。你的目標是既讓表演精彩有趣，又不會打擾附近的居民。



一心

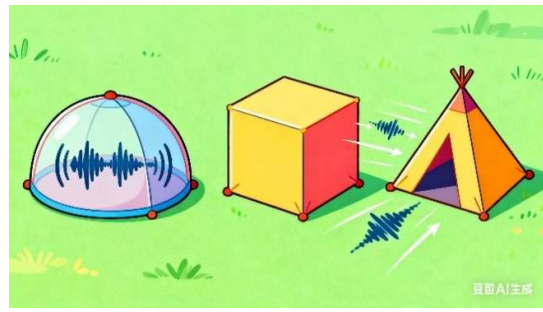
馬戲團來到香港了！大家一定會很享受演出。不過，表演的聲音很大，附近的居民可能會覺得很煩擾。

沒錯，大聲的聲音的確會打擾人！我看到音樂室牆上有一些隔音板，有些是礦棉做的，有些是泡棉做的。加一層吸音材料會不會更好呢？

允行

思賢

我在想，不同的材料會不會有不同的減聲效果？把兩種材料放在一起，會不會更能減少聲音傳出去呢？



同學們決定透過科學探究找出答案。

二 探究問題：

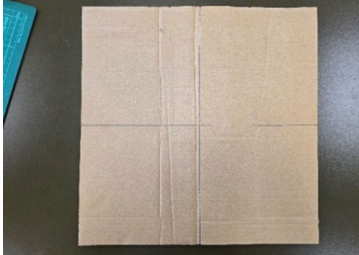



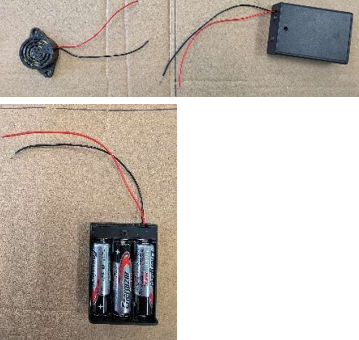
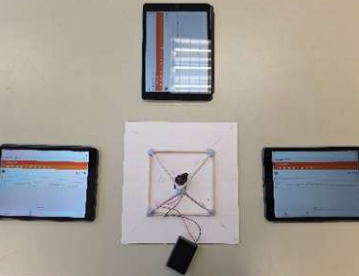


學生在探究甚麼？寫下探究的問題。

三 假說：


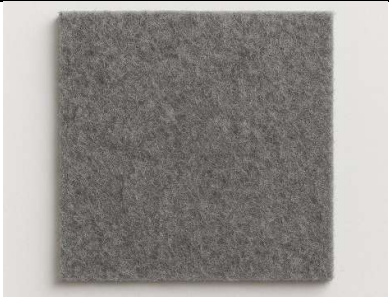
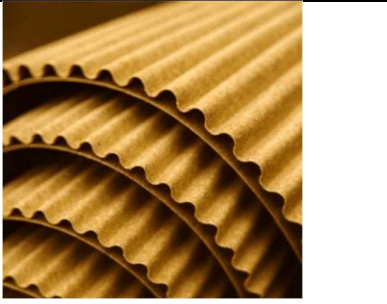



根據思賢的想法寫出一個假說。

四 材料及步驟：

材料：

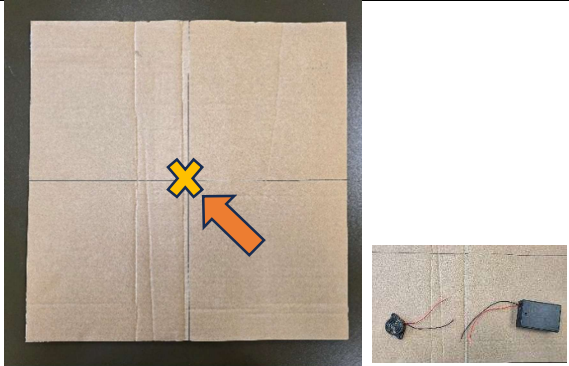
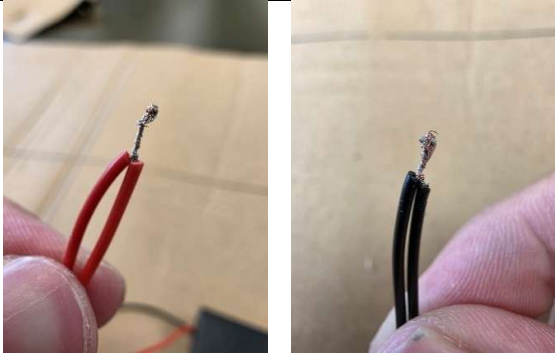
		
<p>1. 40 × 40 cm 硬卡紙底板 (×1)</p>	<p>2. 木筷子 15 cm (×4)</p>	<p>3. 木筷子 19.5 cm (×4)</p>
		
<p>4. 藍丁膠 (Blu-Tack) (×1 包)</p>	<p>5. 蜂鳴器 + 電池盒 (3 枚 AA；帶開關) (×1)</p>	<p>6. 流動裝置 (安裝分貝量度 App，如 Arduino Science Journal) (×3)</p>
		
<p>7. 直尺 (×1)</p>	<p>8. 美紋紙膠帶 (×1)</p>	

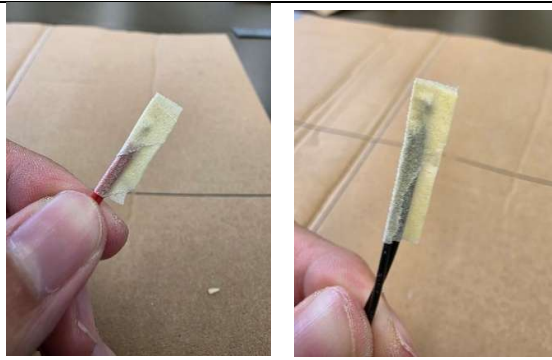
9. 材料

		
泡棉板（厚度：10 mm）	絨布	單瓦楞紙板
		
泡泡紙	軟木片（厚度：3 mm）	棉花

步驟：

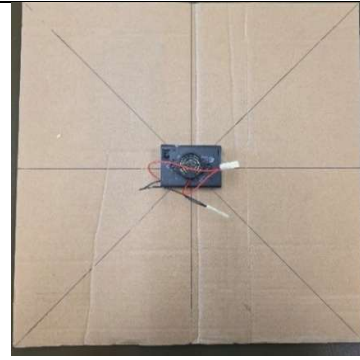
1. 在硬卡紙底板上搭建小型馬戲團帳篷的骨架。

	
i) 找出中心點（蜂鳴器位置） 在 40 × 40 cm 硬卡紙底板上，畫出兩條互相垂直的直線，找出中心點。把該位置清楚標示為蜂鳴器與電池盒的位置。	ii) 連接蜂鳴器與電池盒 小心把露出的金屬線端互相扭緊連接（按顏色／正負極正確對應）。

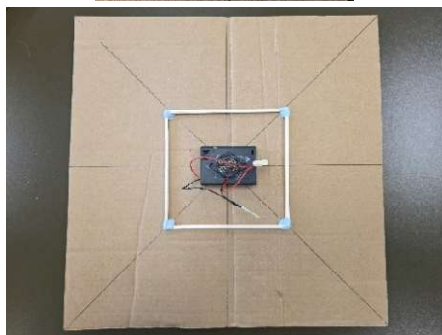


iii) 用膠帶做絕緣

在教師監督下，優先使用電工膠帶把接駁位包好（沒有電工膠帶時，可用美紋紙膠帶代替）。確保接駁位沒有露出任何金屬線。

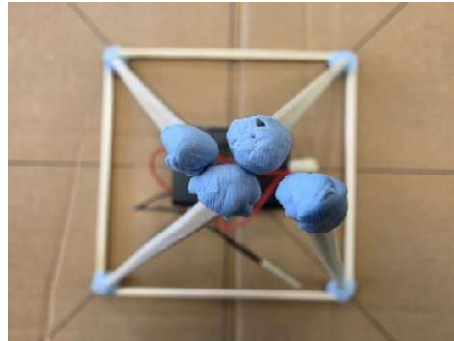
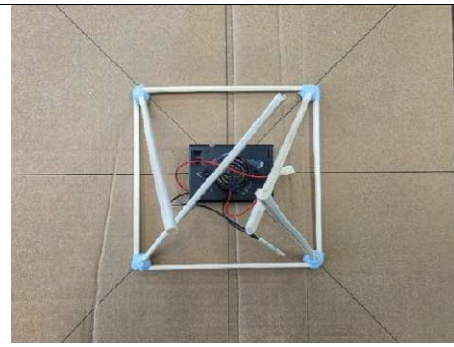


iv) 把蜂鳴器與電池盒固定在中心點
用藍丁膠或雙面膠紙把兩個元件固定在已標示的中心位置，避免它們在測試期間移動。



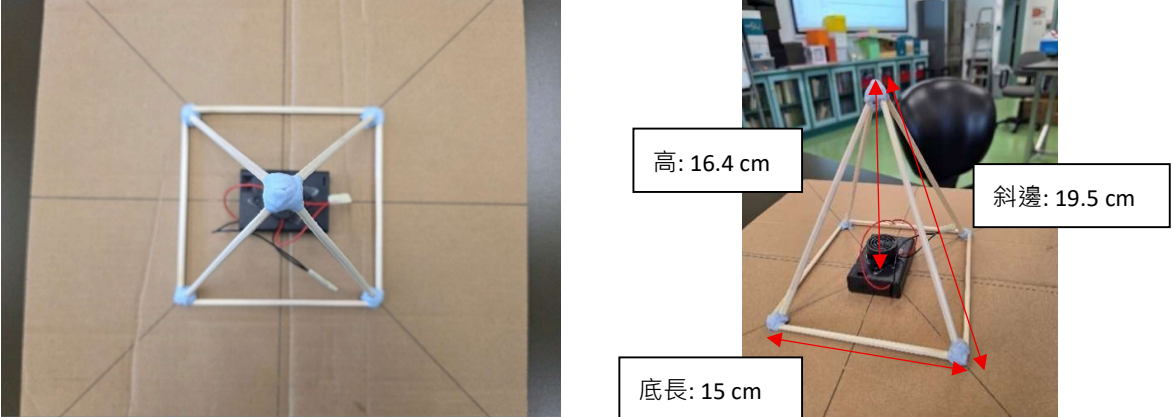
v) 組成底部框架

在每個角位使用藍丁膠，把四支 15 cm 木筷子（由 19.5 cm 木筷子裁切而成；先把尖端磨鈍）固定在底板上，圍成 15 × 15 cm 的正方形，並以中心點為正中。



vi) 安裝立柱

準備四支 19.5 cm 木筷子作為立柱。在底框四個角位各放一小團藍丁膠，把立柱按壓固定其上，並讓立柱向中心內傾。

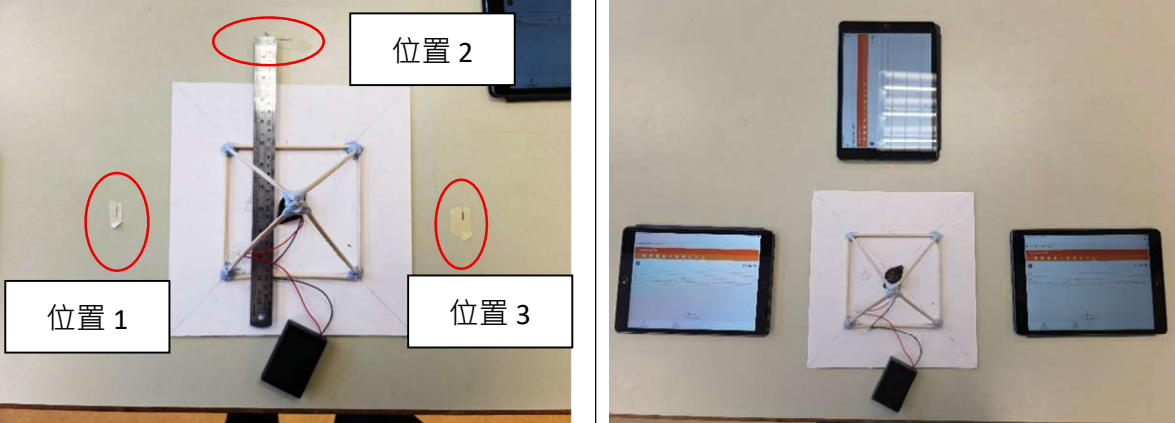


vii) 建立尖點（帳篷頂）

把四支立柱在頂端匯合，用一團藍丁膠把它們黏合成一個節點，形成方錐形骨架。選擇其中一面作為入口，並保持完全開放（此面不鋪任何材料）。

骨架示例

2. 設置量度裝置



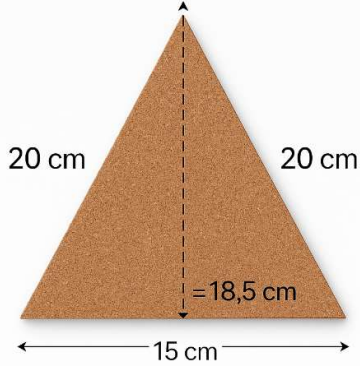

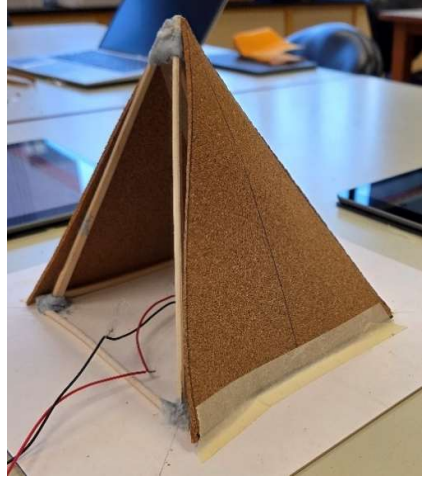
i) 標示量度點

由骨架的中心向左（位置 1）、後（位置 2）及右（位置 3）方向各量 20 cm，在桌面或底板上標示這三個量度點。

ii) 擺放流動裝置

把三部手機／平板電腦（已安裝 **Arduino Science Journal** 分貝量度 App）放在已標示的量度點上。

3. 實驗設置

 <p>i) 切割面板 每種材料各裁出三塊等腰三角形：底邊 15 cm、另外兩邊各 20 cm。這個尺寸可剛好完全覆蓋帳篷的三角形側面。</p>	 <p>ii) 連接面板（做成活動鉸位） 用美紋紙膠帶把三塊三角形的長邊連接起來，做成可彎折的三連面板，用來覆蓋左、後、右三個側面。前方面保持開放，不需鋪設任何材料。</p>
	<p>iii) 安裝以進行測試 把材料直接固定在骨架上（在木筷子上用少量美紋紙膠帶或藍丁膠）。 進行層疊測試時，按你要論證的層序，在外面再加上第二（或第三）個三連面板。盡量減少邊緣的縫隙。</p>

4. 進行測試

i) 階段 I — 背景音量（無材料）

- 開啟蜂鳴器。
- 在每部裝置上開啟 Arduino Science Journal（或同類 App）。
- 同時（盡量）在三部裝置上錄製 10 秒。
- 停止錄製，然後關掉蜂鳴器。
- 計算「平均讀數（Average reading）」。這將作為「平均背景音量（Average Background Sound Level）」。

ii) 階段 II — 單一材料篩選（一次只測一種材料）

- 只安裝一組材料面板。
- 重覆進行 10 秒量度。
- 記錄左（位置 1）／後（位置 2）／右（位置 3）的讀數，並計算平均讀數（Average reading）。
- 計算「聲音減幅（Sound Reduction）」 = 平均背景音量 - 平均讀數。
- 移除該材料，然後測試下一種材料。

iii) 階段 III — 層疊設計測試

- 選出在篩選中表現最佳的兩至三種材料。
- 按你選定的層序安裝（例：下層 → 上層）。
- 重覆進行 10 秒量度。
- 計算平均讀數（Average reading）。
- 計算聲音減幅（Sound Reduction） = 平均背景音量 - 平均讀數。
- 在筆記中說明你選用的層序與理由。

五 記錄：

1. 請記錄你的小型馬戲團帳篷。
2. 把探究結果記錄在下表內：

階段 I — 背景音量

測試條件	左 (dB) (位置 1)	後 (dB) (位置 2)	右 (dB) (位置 3)	平均 (dB)
無材料				

階段 II — 單一材料篩選 (一次只測一種材料)

測試條件	左 (dB) (位置 1)	後 (dB) (位置 2)	右 (dB) (位置 3)	平均 (dB)	聲音減幅 (dB)
泡棉板					
絨布					
單瓦楞紙板					
泡泡紙					
軟木片					
棉花					

階段 III — 層疊設計（你選定的材料）

測試條件	左 (dB) (位置 1)	後 (dB) (位置 2)	右 (dB) (位置 3)	平均 (dB)	聲音減幅 (dB)
a. _____ (上層)					
b. _____ (下層)					
a. _____ (上層)					
b. _____ (下層)					

六 結果：

i) 根據篩選（階段 II）結果，表現最佳的三種單一材料為：

_____、_____和_____

ii) 我的層疊設計（次序）：

雙層（上→下）：_____（上層）+ _____（下層）

iii) 為你的層疊設計提供理據：

iv) 哪一個條件帶來最大的減幅？

最佳條件為上層用_____，下層用_____。

其聲音減幅為_____dB，是所有測試條件中最大的。

七 結論：

探究結果支持/不支持 我們

「

_____」的假說。

解釋結果的科學概念：

我在這次科學探究中的其他發現：

根據你的發現，畫出一個改良設計：

~~~~~ 完 ~~~~~

小學科學科工程設計過程  
設計一個吸音的馬戲團帳篷

老師版本  
Teacher Version

|           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 範疇        | 物質、能量和變化                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 課題        | 聲音的特性與相關現象                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 年級        | 五年級                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 學習重點      | 運用對聲音如何傳播及材料如何影響吸音的知識，透過工程設計流程解決真實世界問題。學生將以日常材料設計、測試及改良一個馬戲團帳篷原型，並在動手解難的過程中，加深對隔音／吸音效果的理解。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 學習目標      | <p><b>知識：</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 說明聲音由振動產生，並可在空氣及各種材料中傳播。</li> <li>2. 描述材料性質（密度、孔隙度、層疊／層序）如何影響吸音與聲音反射。</li> <li>3. 辨識真實世界的噪音控制應用（例如：吸音帳篷、隔音屏障）。</li> </ol> <p><b>過程技能：</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 規劃並繪製設計草圖，在圖上標示最多四款選用的填充材料。</li> <li>2. 以提供的底座、支撐、外殼與填充材料搭建帳篷原型。</li> <li>3. 進行公平測試（fair test）：運用三部流動裝置（在帳篷原型後方、左側、右側）同時進行一次量度，計算平均值，並計算聲音減幅。</li> <li>4. 分析數據，比較不同材料、組合與擺放方式的效果。</li> <li>5. 運用 PDIR 步驟——Plan（計劃）、Do（製作與測試）、Improve（改良）、Review（匯報與反思）。</li> </ol> <p><b>態度與價值觀：</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 培養對工程如何解決社區噪音問題的好奇心。</li> <li>2. 欣賞在娛樂（馬戲）與友善鄰里設計之間取得的平衡。</li> <li>3. 遵守安全規則與公平測試守則以示範負責任的態度。</li> </ol> |
| 活動的特徵與獨特性 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 縮尺模型情境：以迷你「馬戲團帳篷」連結香港本地活動與社區噪音關注。</li> <li>● STEAM 融合：結合科學探究、動手工程製作、數學（平均值計算）與創意設計。</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

- 學生的已有知識：
- 2MB1 知道聲音是由物體振動產生的
  - 2MB2 知道物體振動愈大，產生的聲量愈大
  - 3MB1 知道電能可以轉化為其他形式的能量（例如：熱能、光能、聲能）
  - 3MB2 列舉電在日常生活的用途
  - 5MB3 知道聲音可以在不同的媒介中傳播
  - 5MB5 認識噪音形成的原因和應對方法
  - 5MB7 認識測量聲量大小的方法，以及常用單位（分貝）

# 小學科學科工程設計過程 設計一個吸音的馬戲團帳篷

工程設計

## 1. 情境：

一個世界知名的馬戲團計劃在香港一個熱鬧的社區舉行戶外表演。表演區四周有住宅大樓和商店。在綵排期間，發現響亮的音樂、鼓聲和歡呼聲可能會打擾／吵到附近的居民。

作為馬戲團的學生設計小組一員，你的任務是製作一個小型馬戲團帳篷，測試如何幫助減少聲音傳到四周的街道，例如想一想不同的材料或設計如何幫助把噪音留在帳篷內。你的目標是既讓表演精彩有趣，又不會打擾附近的居民。

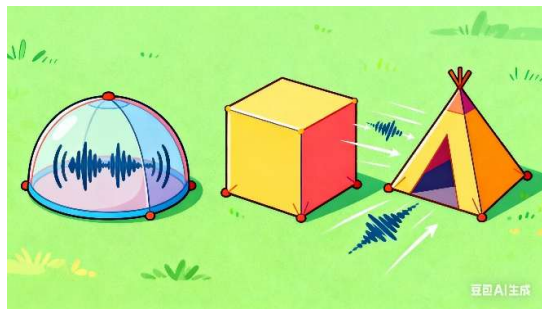


**一心**：馬戲團來到香港了！大家一定會很享受演出。不過，表演的聲音很大，附近的居民可能會覺得很煩擾。

沒錯，大聲的聲音的確會打擾人！我看到音樂室牆上有一些隔音板，有些是礦棉做的，有些是泡棉做的。加一層吸音材料會不會更好呢？

**允行**

**思賢**：我在想，不同的材料會不會有不同的減聲效果？把兩種材料放在一起，會不會更能減少聲音傳出去呢？



同學們決定透過科學探究找出答案。

## 2. 探究問題：

學生在探究甚麼？寫下探究的問題。

如何運用不同材料及層疊排列，以減少聲音從小型馬戲團帳篷傳到四周的環境？

建議教師與學生討論：

- 「材料會如何影響聲音的傳播？」  
答案：「材料若較密實／孔隙較少，可反射／阻擋部分聲音；若材料較柔軟／多孔，可吸收聲音。」

## 3. 假說：

根據思賢的想法寫出一個假說。

如果小型馬戲團帳篷的外圍包上能吸音並阻擋聲音的填充材料，傳到四周環境的噪音就會較少，因為這些材料有助把聲音留在帳篷內。

建議教師與學生討論：先一起商量如何搭建實驗裝置，確保學生明白假說的意思。

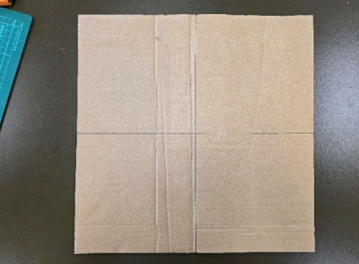



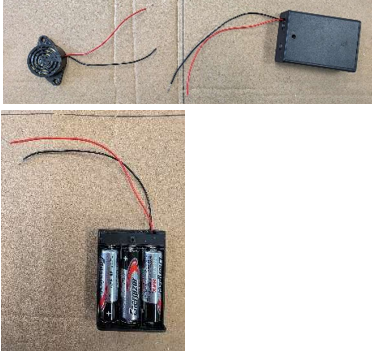
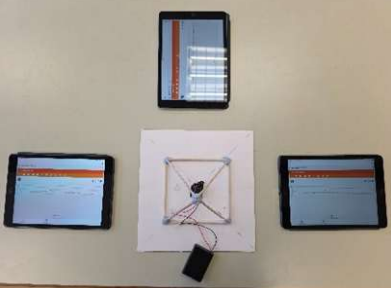


- 重要詞彙
  - 背景音量（Background sound level）：沒有加任何材料時，以App量度到的平均聲音讀數。
  - 聲音強度（Sound intensity level）：每部裝置量度到的分貝（以dB顯示）。
  - 分貝（dB）（Decibel, dB）：聲音量度音量的單位；分貝數值愈高，聲音愈響。
  - 聲音減幅（Sound reduction）：平均背景音量－平均讀數。
- 「在測試這個假說前，我們必須已知道甚麼？」  
答案：先從單一材料篩選找出兩至三種「表現最佳」的材料（聲音減幅最高），之後再測試它們的層序（先後次序）。
- 「根據假說，哪些裝置／設置是必需的？每一個的作用是甚麼？」  
答案：
  - 背景音量（無材料）：作為計算聲音減幅的參考基準。
  - 單一材料（篩選）：看到每一種材料各自的效果。
  - 層疊設計測試：看到不同層疊設計的效果。
- 「你預測哪一種層序可以更有效減少聲音傳到四周環境？（哪種材料放在外層？哪種放在內層？為甚麼？）」  
答案：預期把較密實／孔隙較少的材料放在內層（內側），先反射／阻擋聲音；把多孔／較柔軟的材料放在外層（外側），吸收穿過內層的聲音。學生需以篩選時觀察到的材料性質來解釋。

註：以上答案屬於一般情況下的預期解釋；然而，實際操作時，教師或學生有機會發現「柔軟／多孔材料在外層、較密實材料在內層」反而錄得較低的分貝。這正好說明本活動中的測試未必是完全公平的比較——例如各層材料的厚度、覆蓋範圍、與蜂鳴器及量度裝置的距離、帳篷是否有縫隙，以及搭建方式等變量，都


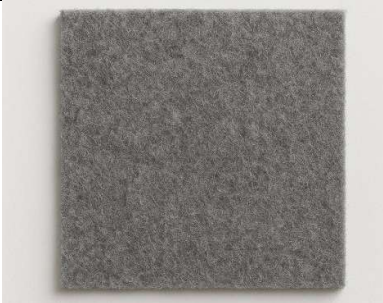
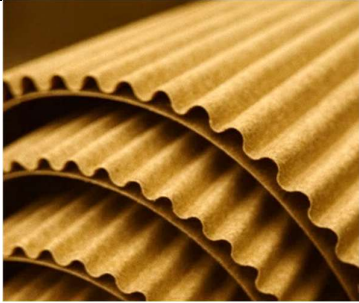



可能同時影響結果。教師可引導學生思考：我們其實只是比較了「這兩個具體設計組合」，可是比較並不是在完全受控的情況下進行，只能純粹比較「密實外層＋柔軟內層」和「柔軟外層＋密實內層」這兩種原理。教師亦可順勢帶出更深入的概念：不同頻率的聲音與材料互動的方式不同，同一種材料對高音及低音的吸收／反射能力可以有很大差異，因此在真實情況下，哪一種層序「最有效」減少聲音，往往會因聲源的頻率分佈、音量及所選材料特性而改變；教師可按學生程度，適度點出這些限制和延伸思考，讓學生明白科學結論都是建基於特定條件之上。

4. 材料及步驟：

材料：

|                                                                                     |                                                                                     |                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|   |    |    |
| <p>1. 40 × 40 cm 硬卡紙底板 (×1)</p>                                                     | <p>2. 木筷子 15 cm (×4)</p>                                                            | <p>3. 木筷子 19.5 cm (×4)</p>                                                            |
|  |  |  |
| <p>4. 藍丁膠 (Blu-Tack) (×1 包)</p>                                                     | <p>5. 蜂鳴器 + 電池盒 (3 枚 AA; 帶開關) (×1)</p>                                              | <p>6. 流動裝置 (安裝分貝量度 App, 如 Arduino Science Journal) (×3)</p>                           |
|  |  |                                                                                       |
| <p>7. 直尺 (×1)</p>                                                                   | <p>8. 皺紋紙膠帶 (×1)</p>                                                                |                                                                                       |

9. 建議可用作測試的填充材料

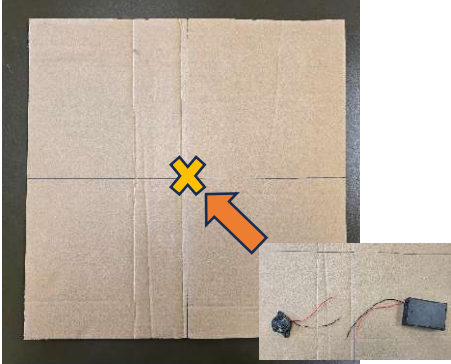
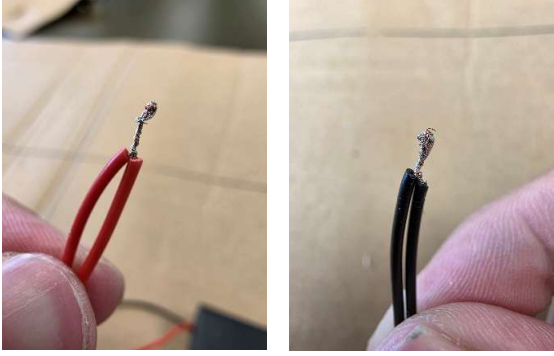
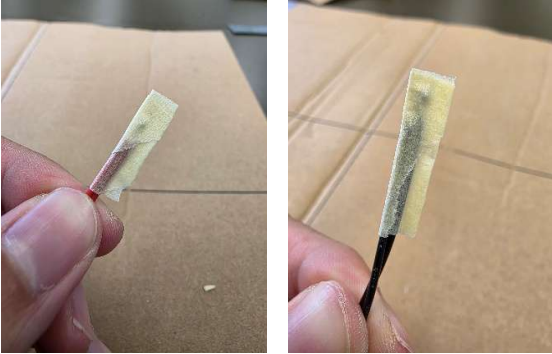
|                                                                                   |                                                                                   |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |
| <p>泡棉板（厚度：10 mm）</p>                                                              | <p>絨布</p>                                                                         | <p>單瓦楞紙板</p>                                                                        |
|  |  |  |
| <p>泡泡紙</p>                                                                        | <p>軟木片（厚度：3 mm）</p>                                                               | <p>棉花</p>                                                                           |

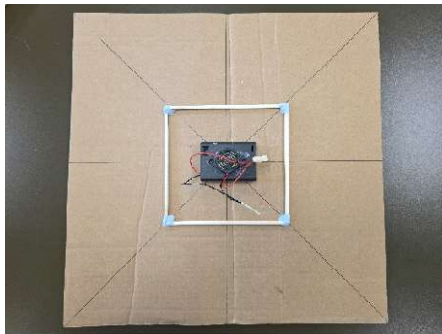
建議師生討論：

- 為確保公平測試，我們需要：
  - 蜂鳴器的音量與音調保持不變。
  - 三個流動裝置的位置保持不變，與蜂鳴器之間保持 20 cm 距離。
  - 帳篷的形狀與大小保持不變。
  - 每個設置都保留開放式入口。
  - 每部裝置只量度一次讀數。
  - 每次使用三個讀數的平均值。

步驟：

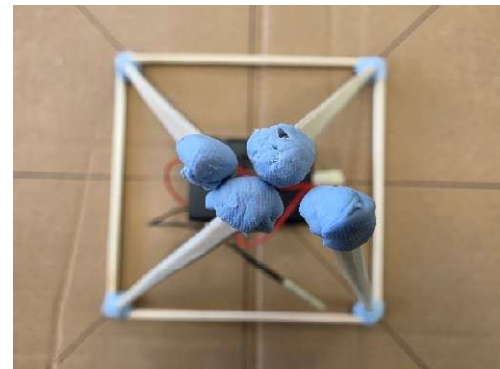
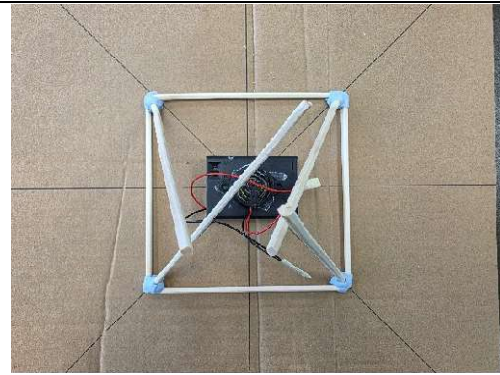
1. 在硬卡紙底板上搭建小型馬戲團帳篷的骨架。

|                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>i) 找出中心點（蜂鳴器位置）<br/>在 <math>40 \times 40</math> cm 硬卡紙底板上，畫出兩條互相垂直的直線，找出中心點。把該位置清楚標示為蜂鳴器與電池盒的位置。</p> |  <p>ii) 連接蜂鳴器與電池盒<br/>小心把露出的金屬線端互相扭緊連接（按顏色 / 正負極正確對應）。</p>             |
|  <p>iii) 用膠帶做絕緣<br/>在教師監督下，優先使用電工膠帶把接駁位包好（沒有電工膠帶時，可用美紋紙膠帶代替）。確保接駁位沒有露出任何金屬線。</p>                        |  <p>iv) 把蜂鳴器與電池盒固定在中心點<br/>用藍丁膠或雙面膠紙把兩個元件固定在已標示的中心位置，避免它們在測試期間移動。</p> |



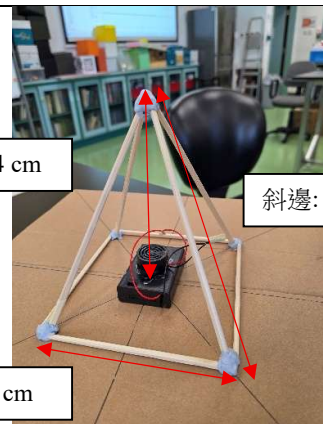
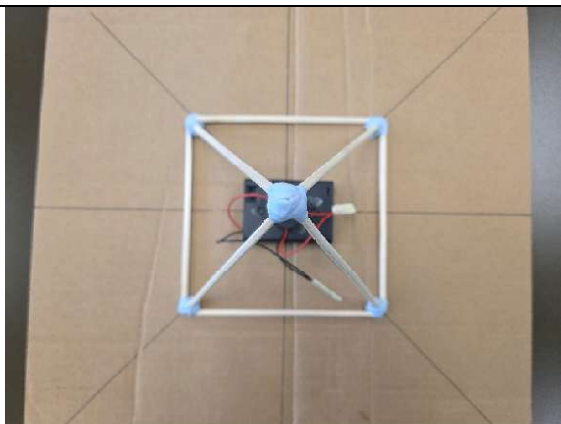
v) 組成底部框架

在每個角位使用藍丁膠，把四支 15 cm 木筷子（由 19.5 cm 木筷子裁切而成；先把尖端磨鈍）固定在底板上，圍成 15 × 15 cm 的正方形，並以中心點為正中。



vi) 安裝立柱

準備四支 19.5 cm 木筷子作為立柱。在底框四個角位各放一小團藍丁膠，把立柱按壓固定其上，並讓立柱向中心內傾。



高: 16.4 cm

斜邊: 19.5 cm

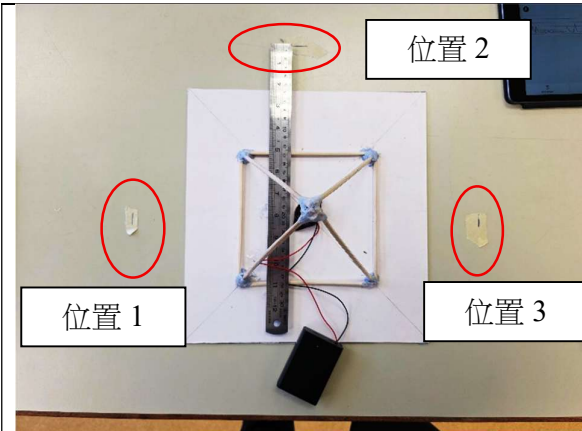
底長: 15 cm

骨架示例

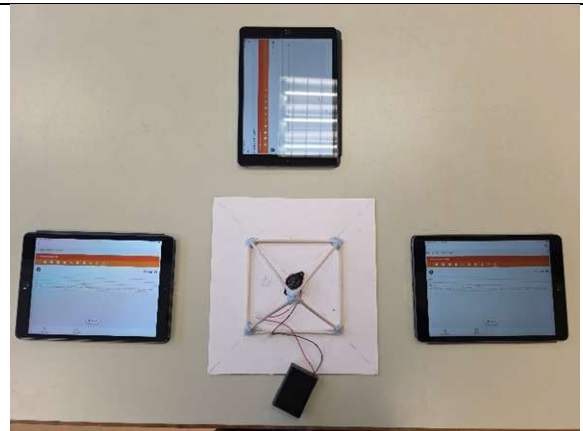
vii) 建立尖點（帳篷頂）

把四支立柱在頂端匯合，用一團藍丁膠把它們黏合成一個節點，形成方錐形骨架。選擇其中一面作為完全開放的入口，此面將不會鋪設任何材料。

2. 設置量度裝置

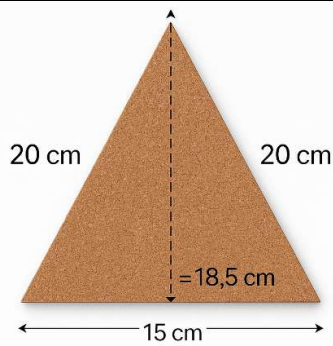


- i) 標示量度點  
由骨架的中心向左（位置 1）、後（位置 2）及右（位置 3）方向各量 20 cm，在桌面或底板上標示這三個量度點。

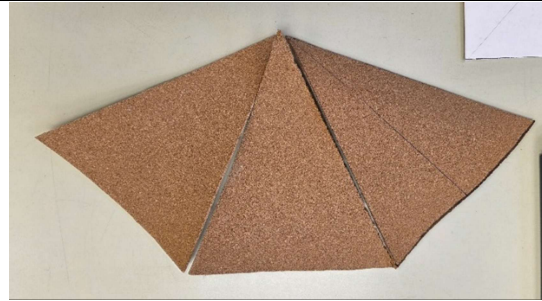


- ii) 擺放流動裝置  
把三部手機／平板電腦（已安裝 Arduino Science Journal 分貝量度 App）放在已標示的量度點上。

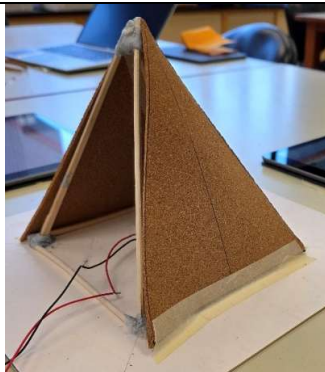
3. 實驗設置



- i) 切割面板  
每種材料各裁出三塊等腰三角形：底邊 15 cm、另外兩邊各 20 cm。這個尺寸可剛好完全覆蓋帳篷的三角形側面。



- ii) 連接面板（做成活動鉸位）  
用美紋紙膠帶把三塊三角形的長邊連接起來，做成可彎折的三連面板，用來覆蓋左、後、右三個側面。前方面保持開放，不需鋪設任何材料。



- iii) 安裝以進行測試  
把材料直接固定在骨架上（在木筷子上用少量美紋紙膠帶或藍丁膠）。進行層疊測試時，按你要論證的層序，在外面再加上第二（或第三）個三連面板。盡量減少邊緣的縫隙。

## 4. 進行測試

**i) 階段 I — 背景音量（無材料）**

- 開啟蜂鳴器。
- 在每部裝置上開啟 Arduino Science Journal（或同類 App）。
- 同時（盡量）在三部裝置上錄製 10 秒。
- 停止錄製，然後關掉蜂鳴器。
- 計算「平均讀數（Average reading）」。這將作為「平均背景音量（Average Background Sound Level）」。

**ii) 階段 II — 單一材料篩選（一次只測一種材料）**

- 只安裝一組材料面板。
- 重覆進行 10 秒量度。
- 記錄左（位置 1）／後（位置 2）／右（位置 3）的讀數，並計算平均讀數（Average reading）。
- 計算「聲音減幅（Sound Reduction）」 = 平均背景音量 - 平均讀數。
- 移除該材料，然後測試下一種材料。

**iii) 階段 III — 層疊設計測試**

- 選出在篩選中表現最佳的兩至三種材料。
- 按你選定的層序安裝（例：下層 → 上層）。
- 重覆進行 10 秒量度。
- 計算平均讀數（Average reading）。
- 計算聲音減幅（Sound Reduction） = 平均背景音量 - 平均讀數。
- 在筆記中說明你選用的層序與理由。

## 建議教師與學生討論：

- 「我們在測試中，改變甚麼（自變量），又在量度甚麼（因變項）？」  
答案：  
改變（自變量）：材料的層疊排列（用哪幾種材料，以及次序：上／下或上／中／下）。  
量度（因變量）：帳篷外面的平均聲音讀數（dB），以及聲音減幅。
- 「為了公平測試，哪些因素（控制變量）一定要保持不變？」  
答案：蜂鳴器音量／音調；量度裝置與中心點 20 cm 的距離；三個量度裝置的固定位置；帳篷大小／形狀與前方面保持開放；每次試驗只錄 10 秒；室內要安靜；鋪設的材料要緊貼骨架並封邊（沒有多餘縫隙）。
- 「為甚麼要在三個位置各取一次讀數，然後用平均值？」  
答案：帳篷周圍的聲音不平均；取平均值可以減少局部差異，得到較公平的整體外部聲音水平。
- 「如果兩組用一樣的材料，但結果不同，我們首先該檢查甚麼？」  
答案：檢查量度裝置與中心點的距離是否相同（20 cm）；裝置是否朝向帳篷；邊緣是否封好、沒有縫隙；量度時間是否相同；環境是否安靜。

- 「你在不同小組的結果之間看見了甚麼共通點？」  
答案：留意趨勢：外層多孔、內層較密實通常表現較好；材料較厚或層數較多在封邊良好時通常更有效；有縫隙會使效果變差。

## 5. 記錄：

1. 請記錄你的小型馬戲團帳篷。

教師可要求同學把他們設計的小型馬戲團帳篷的照片上傳到網上學習平台（如 Padlet）作紀錄，並讓學生看見其他同學的結果。

2. 把探究結果記錄在下表內：

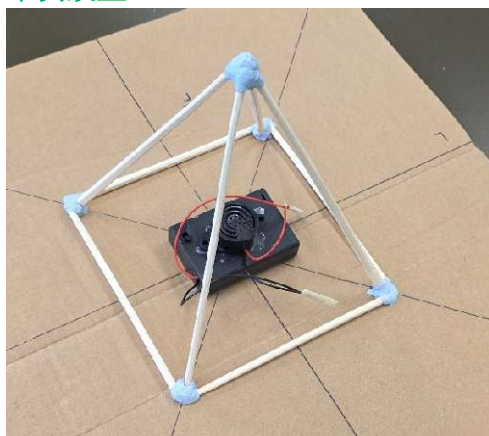
## 階段 I — 背景音量

| 測試條件 | 左 (dB)<br>(位置 1) | 後 (dB)<br>(位置 2) | 右 (dB)<br>(位置 3) | 平均 (dB) |
|------|------------------|------------------|------------------|---------|
| 無材料  |                  |                  |                  |         |

## 示例測試結果

| 測試條件 | 左 (dB)<br>(位置 1) | 後 (dB)<br>(位置 2) | 右 (dB)<br>(位置 3) | 平均 (dB) |
|------|------------------|------------------|------------------|---------|
| 無材料  | 71               | 69.8             | 72               | 70.9    |

## 示例設置



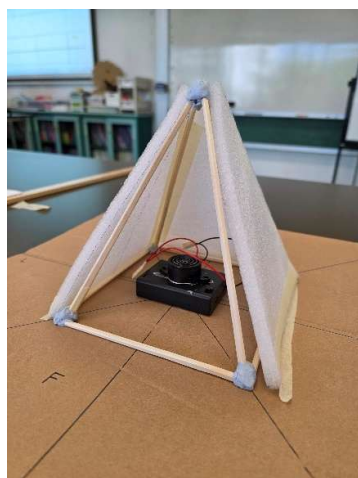
**階段 II — 單一材料篩選（一次只測一種材料）**

| 測試條件  | 左 (dB)<br>(位置 1) | 後 (dB)<br>(位置 2) | 右 (dB)<br>(位置 3) | 平均<br>(dB) | 聲音減幅<br>(dB) |
|-------|------------------|------------------|------------------|------------|--------------|
| 泡棉板   |                  |                  |                  |            |              |
| 絨布    |                  |                  |                  |            |              |
| 單瓦楞紙板 |                  |                  |                  |            |              |
| 泡泡紙   |                  |                  |                  |            |              |
| 軟木片   |                  |                  |                  |            |              |
| 棉花    |                  |                  |                  |            |              |

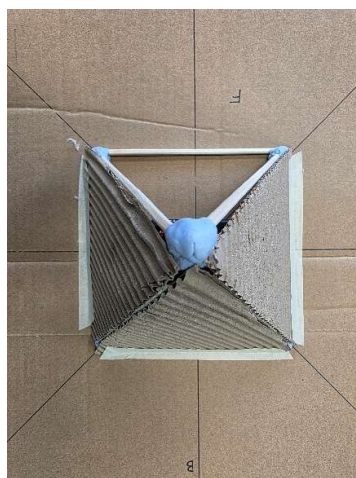
**示例測試結果**

| 測試條件  | 左 (dB)<br>(位置 1) | 後 (dB)<br>(位置 2) | 右 (dB)<br>(位置 3) | 平均<br>(dB) | 聲音減幅<br>(dB) |
|-------|------------------|------------------|------------------|------------|--------------|
| 泡棉板   | 61.1             | 55.2             | 61.5             | 59.3       | 11.6         |
| 絨布    | 66.0             | 62.5             | 65.8             | 64.8       | 6.1          |
| 單瓦楞紙板 | 66.2             | 51.6             | 65.2             | 61.0       | 9.9          |
| 泡泡紙   | 62.5             | 55.4             | 62.1             | 60.0       | 10.9         |
| 軟木片   | 66.3             | 40.8             | 65.6             | 57.6       | 13.3         |
| 棉花    | 67.3             | 65.8             | 67.8             | 67.0       | 3.9          |

**示例設置**



i) 使用泡棉板



ii) 使用單瓦楞紙板



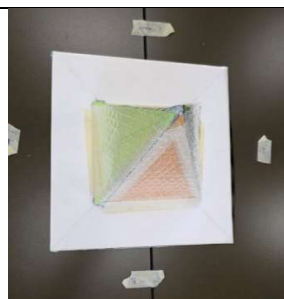
iii) 使用棉花

**階段 III — 層疊設計測試 (你選定的材料)**

| 測試條件          | 左 (dB)<br>(位置 1) | 後 (dB)<br>(位置 2) | 右 (dB)<br>(位置 3) | 平均<br>(dB) | 聲音減幅<br>(dB) |
|---------------|------------------|------------------|------------------|------------|--------------|
| a. _____ (上層) |                  |                  |                  |            |              |
| b. _____ (下層) |                  |                  |                  |            |              |
| a. _____ (上層) |                  |                  |                  |            |              |
| b. _____ (下層) |                  |                  |                  |            |              |

**示例測試結果**

| 測試條件                  | 左 (dB)<br>(位置 1) | 後 (dB)<br>(位置 2) | 右 (dB)<br>(位置 3) | 平均<br>(dB) | 聲音減幅<br>(dB) |
|-----------------------|------------------|------------------|------------------|------------|--------------|
| 絨布 (上層) + 單瓦楞紙板 (下層)  | 62.9             | 44.1             | 59.0             | 55.3       | 15.6         |
| 絨布 (上層) + 泡泡紙 (下層)    | 68.1             | 51.1             | 61.8             | 60.3       | 10.6         |
| 泡泡紙 (上層) + 絨布 (下層)    | 65.3             | 54.9             | 63.0             | 61.1       | 9.8          |
| 單瓦楞紙板 (上層) + 絨布 (下層)  | 63.7             | 45.4             | 63.8             | 57.6       | 13.3         |
| 泡泡紙 (上層) + 單瓦楞紙板 (下層) | 60.4             | 48.0             | 59.5             | 56.0       | 14.9         |
| 單瓦楞紙板 (上層) + 泡泡紙 (下層) | 61.5             | 56.1             | 61.5             | 59.7       | 11.2         |



i) 泡泡紙 (上層) + 絨布 (下層)



ii) 單瓦楞紙板 (上層) + 絨布 (下層)

## 6. 結果：

1. 根據篩選（階段 II）結果，**表現最佳**的三種單一材料為：  
**軟木片**、**泡棉板**和**泡泡紙**。

## 示例測試結果

| 測試條件  | 左 (dB)<br>(位置 1) | 後 (dB)<br>(位置 2) | 右 (dB)<br>(位置 3) | 平均<br>(dB) | 聲音減幅<br>(dB) |
|-------|------------------|------------------|------------------|------------|--------------|
| 泡棉板   | 61.1             | 55.2             | 61.5             | 59.3       | 11.6         |
| 絨布    | 66.0             | 62.5             | 65.8             | 64.8       | 6.1          |
| 單瓦楞紙板 | 66.2             | 51.6             | 65.2             | 61.0       | 9.9          |
| 泡泡紙   | 62.5             | 55.4             | 62.1             | 60.0       | 10.9         |
| 軟木片   | 66.3             | 40.8             | 65.6             | 57.6       | 13.3         |
| 棉花    | 67.3             | 65.8             | 67.8             | 67.0       | 3.9          |

2. 我的層疊設計（次序）：

雙層（上→下）：**泡泡紙**（上層）+ **軟木片**（下層）

學生應根據篩選（階段 II）的結果自行提出設計。

3. 為你的層疊設計提供理據：

---



---

示例答案：

把泡泡紙放在上層，可阻擋聲音傳播；把軟木片放在下層，可吸收聲音。這個組合能減少聲音從帳篷內部傳播至四周的環境。

4. 哪一個條件帶來最大的減幅？

最佳條件為上層用**絨布**，下層用**單瓦楞紙板**。

其聲音減幅為 **15.6 dB**，是所有測試條件中最大的。

| 示例測試結果                |                  |                  |                  |            |              |
|-----------------------|------------------|------------------|------------------|------------|--------------|
| 測試條件                  | 左 (dB)<br>(位置 1) | 後 (dB)<br>(位置 2) | 右 (dB)<br>(位置 3) | 平均<br>(dB) | 聲音減幅<br>(dB) |
| 絨布 (上層) + 單瓦楞紙板 (下層)  | 62.9             | 44.1             | 59.0             | 55.3       | 15.6         |
| 絨布 (上層) + 泡泡紙 (下層)    | 68.1             | 51.1             | 61.8             | 60.3       | 10.6         |
| 泡泡紙 (上層) + 絨布 (下層)    | 65.3             | 54.9             | 63.0             | 61.1       | 9.8          |
| 單瓦楞紙板 (上層) + 絨布 (下層)  | 63.7             | 45.4             | 63.8             | 57.6       | 13.3         |
| 泡泡紙 (上層) + 單瓦楞紙板 (下層) | 60.4             | 48.0             | 59.5             | 56.0       | 14.9         |
| 單瓦楞紙板 (上層) + 泡泡紙 (下層) | 61.5             | 56.1             | 61.5             | 59.7       | 11.2         |

## 7. 結論：

本次結果 支持 / 不支持我們的假說：「如果小型馬戲團帳篷的外圍包上能吸音並阻擋聲音的填充材料，傳到四周環境的噪音就會較少，因為這些材料有助把聲音留在帳篷內。」

解釋結果的科學概念：

---



---



---



---

示例答案：

我們的帳篷表現較好，因為內層較密實，先阻擋 / 反射部分聲音；外層較柔軟 / 多孔，吸收穿過內層的聲音；另外我們把縫隙封好，因此到達量度裝置的聲音變少。

我在這次科學探究中的其他發現：

---



---



---



---

示例答案：

- 聲音是由物體振動產生的，由聲源經空氣傳到我們的量度裝置。
- 堅硬／較密實的材料（例如：單瓦楞紙板、軟木片）能阻擋或反射部分聲音。
- 柔軟／多孔的材料（例如：絨布、棉花、泡棉）會在細小孔隙與纖維內吸收聲音。
- 層疊有效，因為不同層有不同工作（先阻擋、後吸收），而且聲音必須穿過更多材料。
- 封邊可減少縫隙，避免聲音外漏。
- 每次相同的設置（相同的蜂鳴器音量、相同的量度距離）令結果更公平、更易比較。

根據你的發現，畫出一個改良設計：

示例：

- 加上封邊（例如藍丁膠／膠帶）以減少縫隙；
- 更換外層吸音材料（例如把絨布換成更厚的吸音布）；
- 調整層序（例如先密實後多孔）；
- 嘗試弧形面板，以減少聲音直線外傳。

#### 8. 延伸討論：

- 對於高能力班別，教師可允許學生設計擁有最多三層隔音/吸音材料的小型帳篷，並為其選材與層序提出理據。
- 「如果加上第三層，應該放在哪裏？為甚麼？」  
答案：「一般來說，把密實的材料放在最下面，可以先阻擋或反射聲音；中間層用泡棉或含氣室的材料製成，能減慢並打散聲音；上層用毛氈或布料製成，能吸收聲音。這種排列通常最能減少噪音。」
- 參考說明：  
如果我們為了加強降噪而加入第三層，最佳的放置方式遵循「先擋一再散一後吸（block-scatter-absorb）」的原則——這與聲音的傳播方向一致（由內部聲源傳向外部空間）。以下是標準的三層排列及其原因：

下層（內層）：密實、堅硬的材料（例如：金屬、厚塑膠、密實木板）。放在最前（面向噪音來源）能阻擋或反射大部分入射聲波，形成一道物理屏障，防止聲音穿透結構。

中層：多孔、低密度材料（例如：泡棉、氣室保溫材料、玻璃纖維）。位於上層與下層之間，能減慢並打散穿過下層的聲波。材料中的多孔結構會困住空氣、擾亂聲音的傳播，並降低其能量。

上層（外層）：柔軟、具吸收性的材料（例如：毛氈、吸音布、泡棉墊）。放在最後（面向需要安靜的空間）可吸收殘餘聲音與回聲，進一步減少空間感覺到的噪音。

這個三層次序之所以有效，是因為它在聲音傳遞的每一個階段發揮作用：先阻擋初始穿透、再消散剩餘能量、最後消除回聲。若顛倒次序（例如把柔軟材料放在最內層），則會使屏障失去作用——柔軟材料不擅長阻擋，而密實材料不擅長吸收回聲。

#### 高能力班別追加挑戰：

教師可允許學生在帳篷前方（入口處）額外放置一部流動裝置，量度前方的噪音水平。

注意：此讀數不可計入平均讀數，而是用來與背景音量作比較。

這樣可加深學生對聲音性質的理解（吸音 vs 反射）。

#### 示例測試結果

| 測試條件  | 左 (dB)<br>(位置 1) | 後 (dB)<br>(位置 2) | 右 (dB)<br>(位置 3) | 平均<br>(dB)   | 聲音減幅<br>(dB) | 正面 (dB)<br>(入口前方) |
|-------|------------------|------------------|------------------|--------------|--------------|-------------------|
| 無材料   | 71               | 69.8             | 72               | 70.9         | -----        | 67.8              |
| 泡棉板   | 61.1             | 55.2             | 61.5             | 59.3<br>(較低) | 11.6         | 71.5<br>(較高)      |
| 絨布    | 66.0             | 62.5             | 65.8             | 64.8<br>(較低) | 6.1          | 73.2<br>(較高)      |
| 單瓦楞紙板 | 66.2             | 51.6             | 65.2             | 61.0<br>(較低) | 9.9          | 73.3<br>(較高)      |
| 泡泡紙   | 62.5             | 55.4             | 62.1             | 60.0<br>(較低) | 10.9         | 75.2<br>(較高)      |
| 軟木片   | 66.3             | 40.8             | 65.6             | 57.6<br>(較低) | 13.3         | 69.8<br>(較高)      |
| 棉花    | 67.3             | 65.8             | 67.8             | 67.0<br>(較低) | 3.9          | 69.1<br>(較高)      |

由於聲音反射，入口前方的聲音讀數總是高於位置 1-3 的平均聲音讀數。

## 9. 教師參考：

小學工程設計過程技能縱向發展架構:

依據科學（小一至小六）課程指引文件（2025），工程設計強調讓學生通過設計模型／產品，了解科學與科技與日常生活的連繫，以及其為改善人類生活所帶來的好處，同時培養學生的創造力和創新思維。教師可以透過「界定問題和規劃」（Plan）、「建立模型和測試」（Do）、「改良設計」（Improve）和「表達和反思」（Review）四個步驟（PDIR），引導學生設計模型／產品。

基於此活動，教師可以利用小學工程設計過程技能縱向發展架構文件，對整個班級或不同小組的表現提供回饋，以達到持續改進的目的。

| 學生能夠                                                  | 能夠？ | 如何改進？ |
|-------------------------------------------------------|-----|-------|
| 界定問題和規劃（Plan）                                         |     |       |
| - 因應教師或學生自行界定的問題、條件限制和成功準則，運用生活經驗和已有知識，提出設計模型／產品的方案   |     |       |
| - 比較不同的設計方案，就各種因素（例如：成本、可行性、美感、效能、環保等）作綜合考慮，選擇合適的設計方案 |     |       |
| - 繪畫草圖，清楚顯示模型／產品的結構（包括主要部份的尺寸大小和位置），以及不同部分的功能和所採用的物料  |     |       |
| 建立模型和測試（Do）                                           |     |       |
| - 選用適當的物料、工具或數碼設備（例如：單板電腦、微控制器）製作模型／產品                |     |       |
| - 使用量度工具和科學儀器測試模型／產品的效能，蒐集數據並作重複測試，以標準單位記錄            |     |       |
| - 使用表格、圖像、相片、影片或文字，記錄測試數據                             |     |       |
| 改良設計（Improve）                                         |     |       |
| - 運用測試數據檢視模型／產品能否解決所界定的問題，以及滿足相關的條件限制和成功準則            |     |       |

|                                                                   |  |  |
|-------------------------------------------------------------------|--|--|
| - 基於測試數據，歸納出影響效能的因素，針對性地提出提升模型／產品效能的改良方案                          |  |  |
| 表達和反思 (Review)                                                    |  |  |
| - 以口頭、書面報告等不同方式，完整描述設計與製作的過程和模型／產品的特色，清楚闡述物品的操作方式，以及使用科學語言解釋其工作原理 |  |  |
| - 反思設計與製作的過程，指出模型／產品的限制或不足之處，以及可以進一步改良或發展的可能                      |  |  |

~~~~~ 完 ~~~~~



優質教育基金
Quality Education Fund

2023/0515




Faculty of Education
The University of Hong Kong
香港大學教育學院

小學科學工程設計

吸音馬戲團帳篷

範疇二：物質、能量和變化
課題：聲音的特性與相關現象
級別：小五
工程設計

1




小學科學工程設計過程

設計一個吸音的馬戲團帳篷

| | |
|------|--|
| 範疇 | 物質、能量和變化 |
| 課題 | 聲音的特性與相關現象 |
| 年級 | 五年級 |
| 學習重點 | 運用對聲音如何傳播及材料如何影響吸音的知識，透過工程設計流程解決真實世界問題。學生將以日常材料設計、測試及改良一個馬戲團帳篷原型，並在動手解難的過程中，加深對隔音／吸音效果的理解。 |

小學科學探究活動 設計一個吸音的馬戲團帳篷 範疇二：物質、能量和變化 課題：聲音的特性與相關現象 級別：小五

2




小學科學工程設計過程

設計一個吸音的馬戲團帳篷

| | |
|------|---|
| 學習目標 | <p>知識：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 說明聲音由振動產生，並可在空氣及各種材料中傳播。 2. 描述材料性質（密度、孔隙度、層疊／層序）如何影響吸音與聲音反射。 3. 辨識真實世界的噪音控制應用（例如：吸音帳篷、隔音屏障）。 |
|------|---|

小學科學探究活動 設計一個吸音的馬戲團帳篷 範疇二：物質、能量和變化 課題：聲音的特性與相關現象 級別：小五

3



小學科學工程設計過程

設計一個吸音的馬戲團帳篷

| | |
|------|---|
| 學習目標 | <p>過程技能：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 規劃並繪製設計草圖，在圖上標示最多四款選用的填充材料。 2. 以提供的底座、支撐、外殼與填充材料搭建帳篷原型 3. 進行公平測試（fair test）：運用三部流動裝置（在帳篷原型後方、左側、右側）同時進行一次量度，計算平均值，並計算聲音減幅。 4. 分析數據，比較不同材料、組合與擺放方式的效果。 5. 運用 PDIR 步驟——Plan（計劃）、Do（製作與測試）、Improve（改良）、Review（匯報與反思）。 |
|------|---|

小學科學探究活動 設計一個吸音的馬戲團帳篷 範疇二：物質、能量和變化 課題：聲音的特性與相關現象 級別：小五

4

小學科學工程設計過程 設計一個吸音的馬戲團帳篷



學習目標

態度與價值觀：

1. 培養對工程如何解決社區噪音問題的好奇心。
2. 欣賞在娛樂（馬戲）與友善鄰里設計之間取得的平衡。
3. 遵守安全規則與公平測試守則以示範負責任的態度。

小學科學探究活動 設計一個吸音的馬戲團帳篷

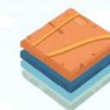
範疇二：物質、能量和變化

課題：聲音的特性與相關現象

級別：小5

5

學生的已有知識



- 2MB1 知道聲音是由物體振動產生的
- 2MB2 知道物體振動愈大，產生的聲量愈大
- 3MB1 知道電能可以轉化為其他形式的能量（例如：熱能、光能、聲能）
- 3MB2 列舉電在日常生活的用途
- 5MB3 知道聲音可以在不同的媒介中傳播
- 5MB5 認識噪音形成的原因和應對方法
- 5MB7 認識測量聲量大小的方法，以及常用單位（分貝）

小學科學探究活動 設計一個吸音的馬戲團帳篷

範疇二：物質、能量和變化

課題：聲音的特性與相關現象

級別：小6

6

流程

- 一.引言
- 二.探究問題
- 三.假說
- 四.材料及步驟
- 五.記錄
- 六.結果
- 七.結論



小學科學探究活動 設計一個吸音的馬戲團帳篷

範疇二：物質、能量和變化

課題：聲音的特性與相關現象

級別：小7

7

一 情境：

一個世界知名的馬戲團計劃在香港一個熱鬧的社區舉行戶外表演。表演區四周有住宅大樓和商店。在綵排期間，發現響亮的音樂、鼓聲和歡呼聲可能會打擾／吵到附近的居民。



小學科學探究活動 設計一個吸音的馬戲團帳篷

範疇二：物質、能量和變化

課題：聲音的特性與相關現象

級別：小8

8

一 情境：

作為馬戲團的學生設計小組一員，你的任務是製作一個小型馬戲團帳篷，測試如何幫助減少聲音傳到四周的街道，例如想一想不同的材料或設計如何幫助把噪音留在帳篷內。你的目標是既讓表演精彩有趣，又不會打擾附近的居民。



小學校科學探究活動 設計一個吸音的馬戲團帳篷 範疇二：物質、能量和變化 課題：聲音的特性與相關現象 級別：19c

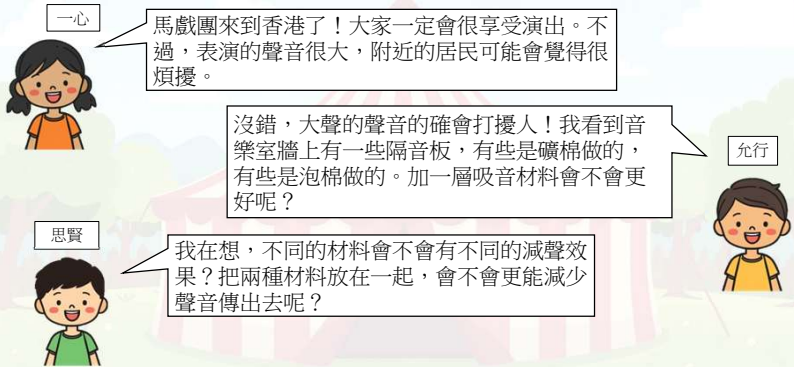
9

一 情境：

一心：馬戲團來到香港了！大家一定會很享受演出。不過，表演的聲音很大，附近的居民可能會覺得很煩擾。

允行：沒錯，大聲的聲音的確會打擾人！我看到音樂室牆上有一些隔音板，有些是礦棉做的，有些是泡棉做的。加一層吸音材料會不會更好呢？

思賢：我在想，不同的材料會不會有不同的減聲效果？把兩種材料放在一起，會不會更能減少聲音傳出去呢？



小學校科學探究活動 設計一個吸音的馬戲團帳篷 範疇二：物質、能量和變化 課題：聲音的特性與相關現象 級別：19c

10

一 情境：


一心：馬戲團來到香港了！大家一定會很享受演出。不過，表演的聲音很大，附近的居民可能會覺得很煩擾。

允行：沒錯，大聲的聲音的確會打擾人！我看到音樂室牆上有一些隔音板，有些是礦棉做的，有些是泡棉做的。加一層吸音材料會不會更好呢？

思賢：我在想，不同的材料會不會有不同的減聲效果？把兩種材料放在一起，會不會更能減少聲音傳出去呢？

學生在探究甚麼？寫下探究的問題。

如何運用不同材料及層疊排列，以減少聲音從小型馬戲團帳篷傳到街上？



小學校科學探究活動 設計一個吸音的馬戲團帳篷 範疇二：物質、能量和變化 課題：聲音的特性與相關現象 級別：19c

11

討論（一）：

1. 材料會如何影響聲音的傳播？



- 材料若較密實／孔隙較少，可反射／阻擋部分聲音
- 若材料較柔軟／多孔，可吸收聲音。

小學校科學探究活動 設計一個吸音的馬戲團帳篷 範疇二：物質、能量和變化 課題：聲音的特性與相關現象 級別：19c

12

二 探究問題：

學生在探究甚麼？寫下探究的問題。

如何運用不同材料及層疊排列，以減少聲音從小型馬戲團帳篷傳到四周的環境？

13

三 假說：

思賢



我在想，不同的材料會不會有不同的減聲效果？把兩種材料放在一起，會不會更能減少聲音傳出去呢？



根據思賢的想法寫出一個假說。

如果小型馬戲團帳篷的四周包上能吸音並阻擋聲音的層疊材料，傳到周圍街道的噪音就會較少，因為這些材料有助把聲音留在帳篷內。

14

討論（二）：

1. 重要詞彙的定義：背景音量、聲音強度、分貝（dB）、聲音減幅
2. 在測試這個假說前，我們必須已知道甚麼？
3. 根據假說，哪些裝置／設置是必需的？每一個的作用是甚麼？
4. 你預測哪一種層序可以更有效減少聲音傳到四周環境？（哪種材料放在外層？哪種放在內層？為甚麼？）

15


討論（二）

1. 重要詞彙的定義：背景音量、聲音強度、分貝（dB）、聲音減幅

- **背景音量（Background sound level）：**
沒有加任何材料時，以App量度到的平均聲音讀數。
- **聲音強度（Sound intensity level）：**
每部裝置量度到的分貝（以dB顯示）。
- **分貝（dB）（Decibel, dB）：**
聲音量度音量的單位；分貝數值愈高，聲音愈響。
- **聲音減幅（Sound reduction）：**平均背景音量－平均讀數。

16

討論 (二) - 建議答案




2. 在測試這個假說前，我們必須知道甚麼？

先從單一材料篩選找出兩至三種「表現最佳」的材料（聲音減幅最高），之後再測試它們的層序（先後次序）。

小學科學探究活動 設計一個吸音的馬戲團帳篷 範疇二：物質、能量和變化 課題：聲音的特性與相關現象 級別：17

17

討論 (二) - 建議答案




3. 根據假說，哪些裝置／設置是必需的？每一個的作用是甚麼？

- **背景音量（無材料）**：作為計算聲音減幅的參考基準。
- **單一材料（篩選）**：看到每一種材料各自的效果。
- **層疊設計測試**：看到不同層疊設計的效果。

小學科學探究活動 設計一個吸音的馬戲團帳篷 範疇二：物質、能量和變化 課題：聲音的特性與相關現象 級別：18

18

討論 (二) - 建議答案



4. 你預測哪一種層序可以更有效減少聲音傳到四周環境？（哪種材料放在外層？哪種放在內層？為甚麼？）

預期把較密實／孔隙較少的材料放在內層（內側），先反射／阻擋聲音；把多孔／較柔軟的材料放在外層（外側），吸收穿過內層的聲音。學生需以篩選時觀察到的材料性質來解釋。


小學科學探究活動 設計一個吸音的馬戲團帳篷 範疇二：物質、能量和變化 課題：聲音的特性與相關現象 級別：19

19

四 材料及步驟：



材料：

| | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
| 1. 40 × 40 cm 硬卡紙底板 (×1) | 2. 木筷子 15 cm (×4) | 3. 木筷子 19.5 cm (×4) |

小學科學探究活動 設計一個吸音的馬戲團帳篷 範疇二：物質、能量和變化 課題：聲音的特性與相關現象 級別：20

20

四材料及步驟：

材料：



| | | |
|---|---|--|
|  |  |  |
| 4. 藍丁膠 (Blu-Tack) (×1包) | 5. 蜂鳴器 + 電池盒 (3 枚 AA; 帶開關) (×1) | 6. 流動裝置 (安裝分貝量度 App, 如 Arduino Science Journal*) (×3)
<small>*詳情可參閱簡報附錄</small> |

小學科學科探究活動 設計一個吸音的馬戲團帳篷 範疇二：物質、能量和變化 課題：聲音的特性與相關現象 級別：23

21

四材料及步驟：

材料：



| | |
|---|---|
|  |  |
| 7. 直尺 (Ruler) (×1包) | 8. 皺紋膠紙 (×1卷) |


小學科學科探究活動 設計一個吸音的馬戲團帳篷 範疇二：物質、能量和變化 課題：聲音的特性與相關現象 級別：22




22

四材料及步驟：

材料：

9. 建議可用作測試的填充材料



| | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
| 泡棉板 (厚度：10 mm) | 絨布 | 單瓦楞紙板 |

小學科學科探究活動 設計一個吸音的馬戲團帳篷 範疇二：物質、能量和變化 課題：聲音的特性與相關現象 級別：23

23

四材料及步驟：

材料：

9. 建議可用作測試的填充材料



| | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
| 泡泡紙 | 軟木片 (厚度：3 mm) | 棉花 |

小學科學科探究活動 設計一個吸音的馬戲團帳篷 範疇二：物質、能量和變化 課題：聲音的特性與相關現象 級別：24

24

四 材料及步驟：

步驟：1. 在硬卡紙底板上搭建小型馬戲團帳篷的骨架。



i) 找出中心點（蜂鳴器位置）
在 $40 \times 40 \text{ cm}$ 硬卡紙底板上，畫出兩條互相垂直的直線，找出中心點。把該位置清楚標示為蜂鳴器與電池盒的位置。


ii) 連接蜂鳴器與電池盒
小心把露出的金屬線端互相扭緊連接（按顏色／正負極正確對應）。

小學科學探究活動 設計一個吸音的馬戲團帳篷 範疇二：物質、能量和變化 課題：聲音的特性與相關現象 級別：25

25

四 材料及步驟：

步驟：1. 在硬卡紙底板上搭建小型馬戲團帳篷的骨架。



iii) 用膠帶做絕緣
在教師監督下，優先使用電工膠帶把接駁位包好（沒有電工膠帶時，可用美紋紙膠帶代替）。確保接駁位沒有露出任何金屬線。

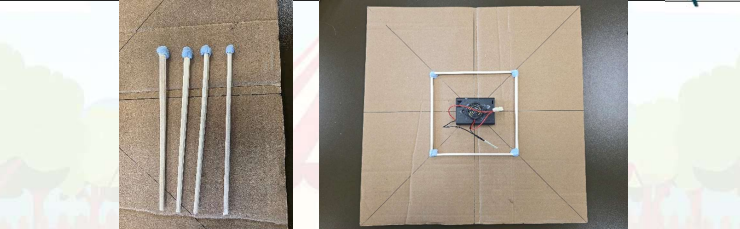
iv) 把蜂鳴器與電池盒固定在中心點
用藍丁膠或雙面膠紙把兩個元件固定在已標示的中心位置，避免它們在測試期間移動。

小學科學探究活動 設計一個吸音的馬戲團帳篷 範疇二：物質、能量和變化 課題：聲音的特性與相關現象 級別：26

26

四 材料及步驟：

步驟：1. 在硬卡紙底板上搭建小型馬戲團帳篷的骨架。



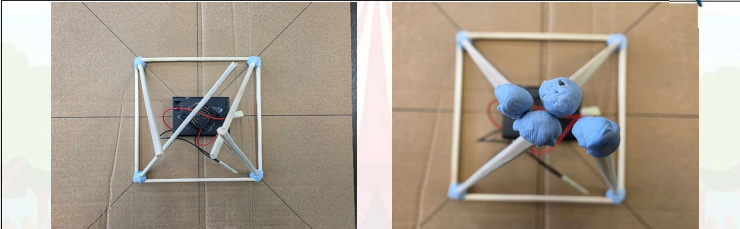
v) 組成底部框架
在每個角位使用藍丁膠，把四支 15 cm 木筷子（由 19.5 cm 木筷子裁切而成；先把尖端磨鈍）固定在底板上，圍成 $15 \times 15 \text{ cm}$ 的正方形，並以中心點為正中

小學科學探究活動 設計一個吸音的馬戲團帳篷 範疇二：物質、能量和變化 課題：聲音的特性與相關現象 級別：27

27

四 材料及步驟：

步驟：1. 在硬卡紙底板上搭建小型馬戲團帳篷的骨架。



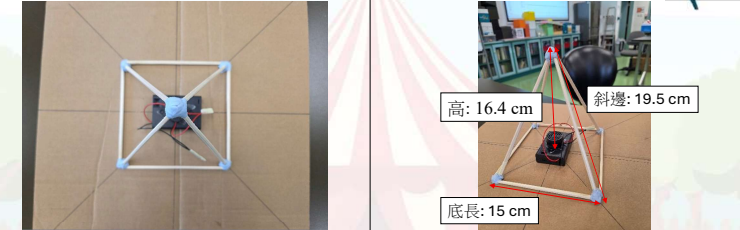
vi) 安裝立柱
準備四支 19.5 cm 木筷子作為立柱。在底框四個角位各放一小團藍丁膠，把立柱按壓固定其上，並讓立柱向中心內傾。

小學科學探究活動 設計一個吸音的馬戲團帳篷 範疇二：物質、能量和變化 課題：聲音的特性與相關現象 級別：28

28

四 材料及步驟：

步驟：1. 在硬卡紙底板上搭建小型馬戲團帳篷的骨架。



高: 16.4 cm
斜邊: 19.5 cm
底長: 15 cm

vii) 建立尖點（帳篷頂）
把四支立柱在頂端匯合，用一團藍丁膠把它們黏合成一個節點，形成方錐形骨架。選擇其中一面作為完全開放的入口，此面將不會鋪設任何材料。

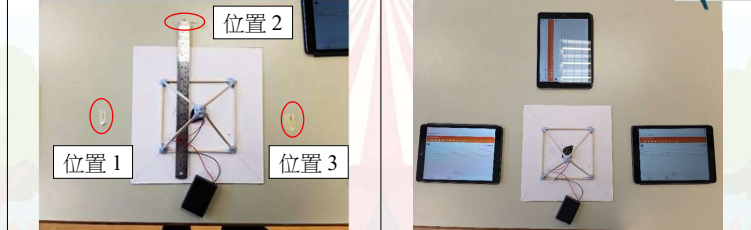
骨架示例

小學科學探究活動 設計一個吸音的馬戲團帳篷 範疇二：物質、能量和變化 課題：聲音的特性與相關現象 級別：29

29

四 材料及步驟：

步驟：2. 設置量度裝置



位置 1
位置 2
位置 3

i) 標示量度點
由骨架的中心向左（位置1）、後（位置2）及右（位置3）方向各量 20 cm，在桌面或底板上標示這三個量度點。

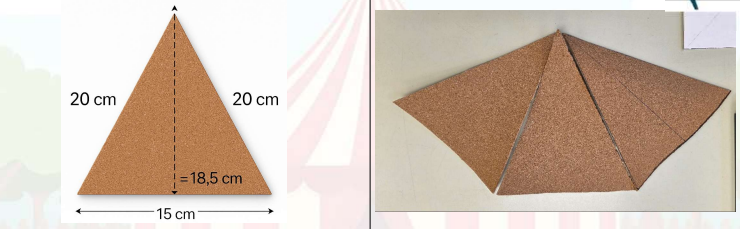
ii) 擺放流動裝置
把三部手機／平板電腦（已安裝 Arduino Science Journal 分貝量度 App）放在已標示的量度點上。

小學科學探究活動 設計一個吸音的馬戲團帳篷 範疇二：物質、能量和變化 課題：聲音的特性與相關現象 級別：30

30

四 材料及步驟：

步驟：3. 實驗設置



20 cm
20 cm
15 cm
= 18.5 cm

i) 切割面板
每種材料各裁出三塊等腰三角形：底邊 15 cm 另外兩邊各 20 cm。這個尺寸可剛好完全覆蓋帳篷的三角形側面。

ii) 連接面板（做成活動鉸位）
用美紋紙膠帶把三塊三角形的長邊連接起來，做成可彎折的三連面板，用來覆蓋左、後、右三個側面。前方面保持開放，不需鋪設任何材料。

小學科學探究活動 設計一個吸音的馬戲團帳篷 範疇二：物質、能量和變化 課題：聲音的特性與相關現象 級別：31

31

四 材料及步驟：

步驟：3. 實驗設置

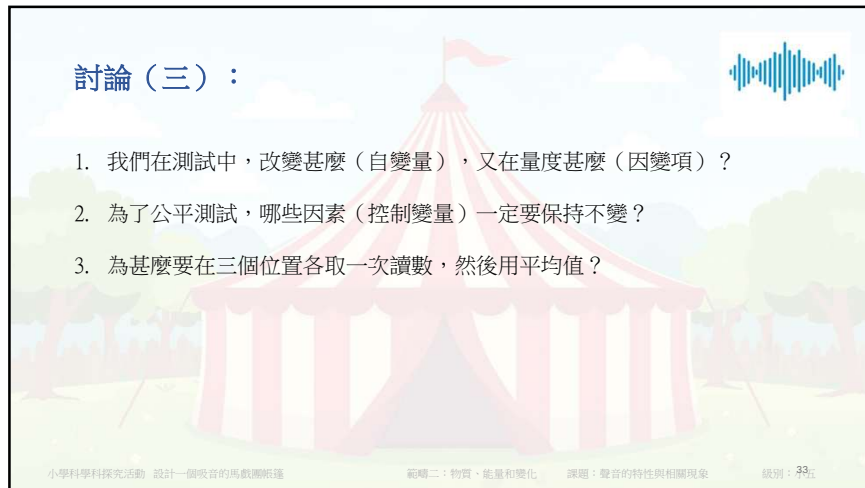


iii) 安裝以進行測試
把材料直接固定在骨架上（在木筷子上用少量美紋紙膠帶或藍丁膠）。
進行層疊測試時，按你要論證的層序，在外面再加上第二（或第三）個三連面板。盡量減少邊緣的縫隙。

小學科學探究活動 設計一個吸音的馬戲團帳篷 範疇二：物質、能量和變化 課題：聲音的特性與相關現象 級別：32

32

討論 (三) :

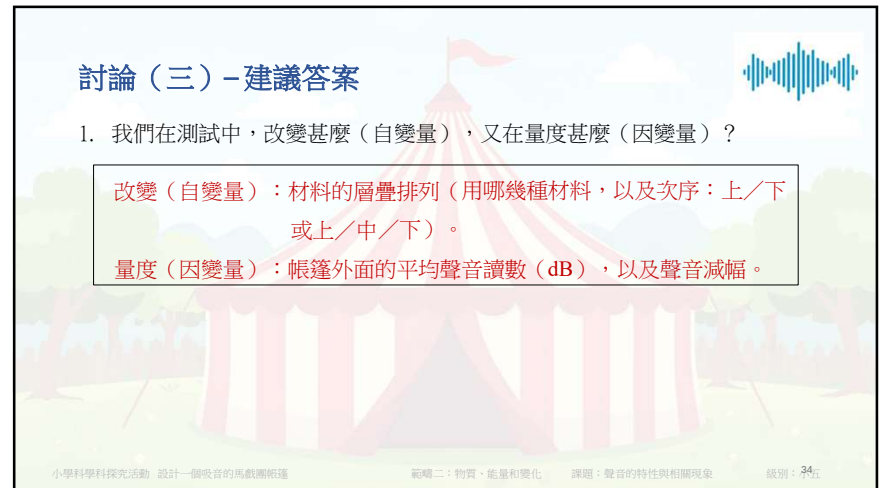


1. 我們在測試中，改變甚麼（自變量），又在量度甚麼（因變項）？
2. 為了公平測試，哪些因素（控制變量）一定要保持不變？
3. 為甚麼要在三個位置各取一次讀數，然後用平均值？

小學科學科探究活動 設計一個吸音的馬戲團帳篷 範疇二：物質、能量和變化 課題：聲音的特性與相關現象 級別：33

33

討論 (三) - 建議答案



1. 我們在測試中，改變甚麼（自變量），又在量度甚麼（因變量）？

改變（自變量）：材料的層疊排列（用哪幾種材料，以及次序：上／下或上／中／下）。

量度（因變量）：帳篷外面的平均聲音讀數（dB），以及聲音減幅。

小學科學科探究活動 設計一個吸音的馬戲團帳篷 範疇二：物質、能量和變化 課題：聲音的特性與相關現象 級別：34

34

討論 (三) - 建議答案



2. 為了公平測試，哪些因素（控制變量）一定要保持不變？

- 蜂鳴器音量／音調
- 量度裝置與中心點 20 cm 的距離
- 三個量度裝置的固定位置
- 帳篷大小／形狀與前方面保持開放
- 每次試驗只錄 10 秒
- 室內要安靜
- 鋪設的材料要緊貼骨架並封邊（沒有多餘縫隙）

小學科學科探究活動 設計一個吸音的馬戲團帳篷 範疇二：物質、能量和變化 課題：聲音的特性與相關現象 級別：35

35

參考：輸入指令 (Prompt)

(Bot: Gemini 3 Pro/ ChatGPT 5.2/ Claude Sonnet 4.5 via POE)

請製作一個 HTML / JavaScript 拖放配對遊戲。
畫面上有三個方框，分別標示為：
因變量（我們測量的結果），**自變量**（我們刻意改變的條件），**控制變量**（我們保持不變的條件）

學生需要將下列項目拖放到正確的方框中：
帳篷外面的平均聲音讀數（dB），聲音減幅，材料的層疊排列（用哪幾種材料，以及次序），蜂鳴器設定（音量／音調），量度方法（距離、位置、時間相同），帳篷結構與實驗環境（大小、形狀、安靜、材料緊貼）


配對答案參考
因變量：
帳篷外面的平均聲音讀數（dB）、聲音減幅
自變量：
材料的層疊排列
控制變量：
蜂鳴器設定、量度方法、帳篷結構與實驗環境

https://poe.com/Noise_Variables_Chi



36

四 材料及步驟：



警告

- 蜂鳴器會發出**響亮的高頻率聲音**。
- 老師須留意有SEN的學生，可能會對蜂鳴器的聲音較為敏感。
- 老師可作以下提示：「我們將開啟蜂鳴器，如果**感到不適**，可以站在較遠的地方觀察。」

小學科學科探究活動 設計一個吸音的馬戲團帳篷 範疇二：物質、能量和變化 課題：聲音的特性與相關現象 級別：37

37

四 材料及步驟：

步驟：4. 進行測試

階段 I — 背景音量（無材料）

- 開啟蜂鳴器。
- 在每部裝置上開啟 Arduino Science Journal。
- 同時（盡量）在三部裝置上錄製 10 秒。
- 停止錄製，然後關掉蜂鳴器。
- 計算「平均讀數」。這將作為「平均背景音量」。

小學科學科探究活動 設計一個吸音的馬戲團帳篷 範疇二：物質、能量和變化 課題：聲音的特性與相關現象 級別：38

38

四 材料及步驟：

步驟：4. 進行測試

階段 II — 單一材料篩選（一次只測一種材料）

- 只安裝一組材料面板。
- 重覆進行 10 秒量度。
- 記錄左（位置 1）／後（位置 2）／右（位置 3）的讀數，並計算平均讀數。
- 計算「聲音減幅」= 平均背景音量 - 平均讀數。
- 移除該材料，然後測試下一種材料。

小學科學科探究活動 設計一個吸音的馬戲團帳篷 範疇二：物質、能量和變化 課題：聲音的特性與相關現象 級別：39

39

四 材料及步驟：

步驟：4. 進行測試


階段 III — 層疊設計測試

- 選出在篩選中表現最佳的兩至三種材料。
- 按你選定的層序安裝（例：下層 → 上層）。
- 重覆進行 10 秒量度。
- 計算平均讀數。
- 計算聲音減幅 = 平均背景音量 - 平均讀數。
- 在筆記中說明你選用的層序與理由。

小學科學科探究活動 設計一個吸音的馬戲團帳篷 範疇二：物質、能量和變化 課題：聲音的特性與相關現象 級別：40

40

討論 (三) - 建議答案



3. 為甚麼要在三個位置各取一次讀數，然後用平均值？

帳篷周圍的聲音不平均，取平均值可以減少局部差異，得到較公平的整體外部聲音水平。

小學科學探究活動 設計一個吸音的馬戲團帳篷 範疇二：物質、能量和變化 課題：聲音的特性與相關現象 級別：43

41

五 記錄：

1. 請記錄你的小型馬戲團帳篷。



小學科學探究活動 設計一個吸音的馬戲團帳篷 範疇二：物質、能量和變化 課題：聲音的特性與相關現象 級別：42

42

五 記錄：

2. 把探究結果記錄在下表內：

階段 I - 背景音量

| 測試條件 | 左 (dB)
(位置 1) | 後 (dB)
(位置 2) | 右 (dB)
(位置 3) | 平均 (dB) |
|------|------------------|------------------|------------------|---------|
| 無材料 | | | | |

小學科學探究活動 設計一個吸音的馬戲團帳篷 範疇二：物質、能量和變化 課題：聲音的特性與相關現象 級別：43

43

五 記錄：

2. 把探究結果記錄在下表內：

階段 II - 單一材料篩選 (一次只測一種材料)

| 測試條件 | 左 (dB)
(位置 1) | 後 (dB)
(位置 2) | 右 (dB)
(位置 3) | 平均 (dB) | 聲音減幅 (dB) |
|-------|------------------|------------------|------------------|---------|-----------|
| 泡棉板 | | | | | |
| 絨布 | | | | | |
| 單瓦楞紙板 | | | | | |
| 泡泡紙 | | | | | |
| 軟木片 | | | | | |
| 棉花 | | | | | |

小學科學探究活動 設計一個吸音的馬戲團帳篷 範疇二：物質、能量和變化 課題：聲音的特性與相關現象 級別：44

44

五 記錄：

2. 把探究結果記錄在下表內：

階段 III 一層疊設計測試（你選定的材料）

| 測試條件 | 左 (dB)
(位置 1) | 後 (dB)
(位置 2) | 右 (dB)
(位置 3) | 平均
(dB) | 聲音減幅
(dB) |
|------------------|------------------|------------------|------------------|------------|--------------|
| a. _____
(上層) | | | | | |
| b. _____
(下層) | | | | | |
| a. _____
(上層) | | | | | |
| b. _____
(下層) | | | | | |

小學科學探究活動 設計一個吸音的馬戲團帳篷

範疇二：物質、能量和變化

課題：聲音的特性與相關現象

級別：45

45

六 結果：

1. 根據篩選（階段 II）結果，表現最佳的三種單一材料為：

_____、_____和_____。

2. 我的層疊設計（次序）：

雙層（上→下）：_____（上層）+ _____（下層）

3. 為你的層疊設計提供理據：

小學科學探究活動 設計一個吸音的馬戲團帳篷

範疇二：物質、能量和變化

課題：聲音的特性與相關現象

級別：46

46

六 結果：

4. 哪一個條件帶來最大的減幅？

最佳條件為上層用_____，下層用_____。

其聲音減幅為_____dB，是所有測試條件中最大的。

小學科學探究活動 設計一個吸音的馬戲團帳篷

範疇二：物質、能量和變化

課題：聲音的特性與相關現象

級別：47

47

七 結論：

1. 探究結果支持/不支持我們

「_____」的假說。

2. 解釋結果的科學概念

3. 我在這次科學探究中的其他發現：

小學科學探究活動 設計一個吸音的馬戲團帳篷

範疇二：物質、能量和變化

課題：聲音的特性與相關現象

級別：48

48

七 結論：

4. 根據你的發現，畫出一個改良設計：

小學科學科探究活動 設計一個吸音的馬戲團帳篷 範疇二：物質、能量和變化 課題：聲音的特性與相關現象 級別：49

49

延伸討論：

1. 如果兩組用一樣的材料，但結果不同，我們首先該檢查甚麼？
2. 你在不同小組的結果之間看見了甚麼共通點？
3. 如果加上第三層，應該放在哪裏？為甚麼？

小學科學科探究活動 設計一個吸音的馬戲團帳篷 範疇二：物質、能量和變化 課題：聲音的特性與相關現象 級別：50

50

延伸討論 – 建議答案

1. 如果兩組用一樣的材料，但結果不同，我們首先該檢查甚麼？

- 檢查量度裝置與中心點的距離是否相同 (20 cm)
- 裝置是否朝向帳篷
- 邊緣是否封好、沒有縫隙
- 量度時間是否相同
- 環境是否安靜

小學科學科探究活動 設計一個吸音的馬戲團帳篷 範疇二：物質、能量和變化 課題：聲音的特性與相關現象 級別：51

51

延伸討論 – 建議答案

2. 你在不同小組的結果之間看見了甚麼共通點？

- 留意趨勢：
 - 外層多孔、內層較密實通常表現較好；
 - 材料較厚或層數較多在封邊良好時通常更有效；有縫隙會使效果變差。

小學科學科探究活動 設計一個吸音的馬戲團帳篷 範疇二：物質、能量和變化 課題：聲音的特性與相關現象 級別：52

52

延伸討論－建議答案

3. 如果加上第三層，應該放在哪裏？為甚麼？

一般來說，把密實的材料放在最下面，可以先阻擋或反射聲音；中間層用泡棉或含氣室的材料製成，能減慢並打散聲音；上層用毛氈或布料製成，能吸收聲音。這種排列通常最能減少噪音。」

小學科學科探究活動 設計一個吸音的馬戲團帳篷

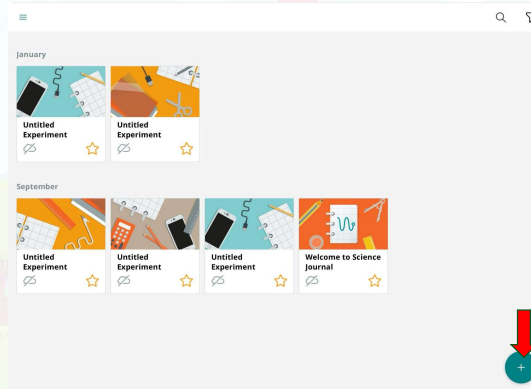
範疇二：物質、能量和變化

課題：聲音的特性與相關現象

級別：53

53

附錄：如何使用Arduino Science Journal



小學科學科探究活動 設計一個吸音的馬戲團帳篷

範疇二：物質、能量和變化

課題：聲音的特性與相關現象

級別：54

54



小學科學科探究活動 設計一個吸音的馬戲團帳篷

範疇二：物質、能量和變化

課題：聲音的特性與相關現象

級別：55

55



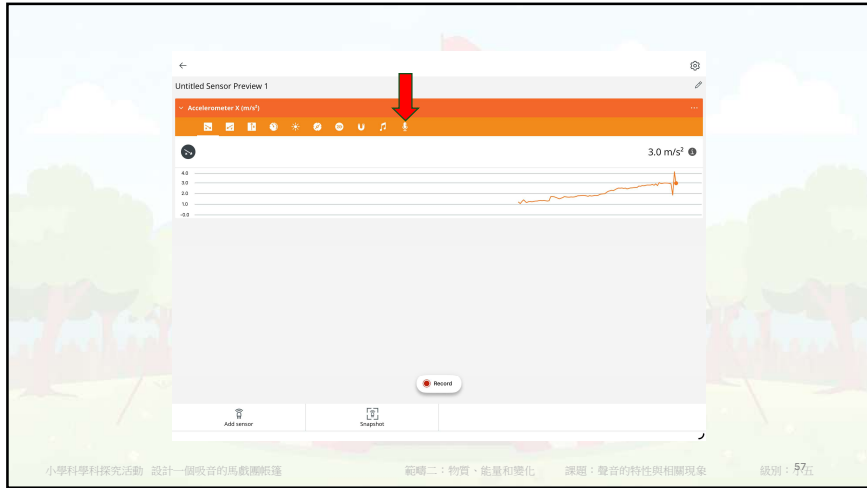
小學科學科探究活動 設計一個吸音的馬戲團帳篷

範疇二：物質、能量和變化

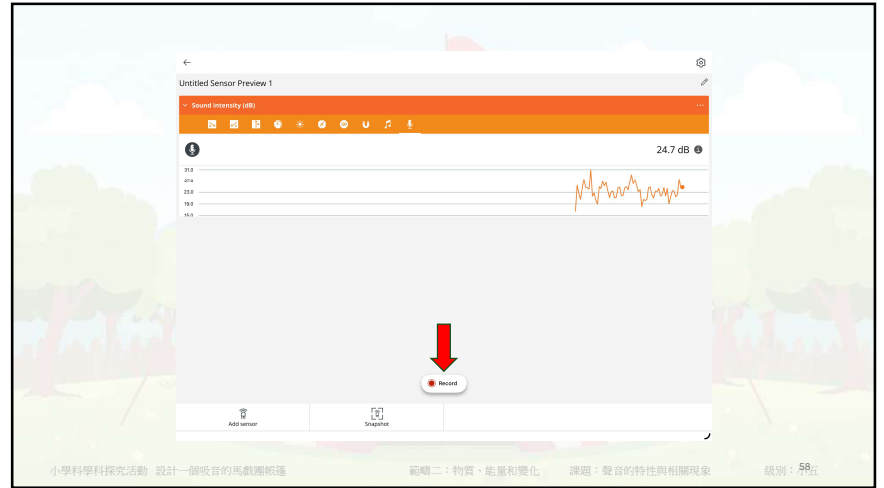
課題：聲音的特性與相關現象

級別：56

56



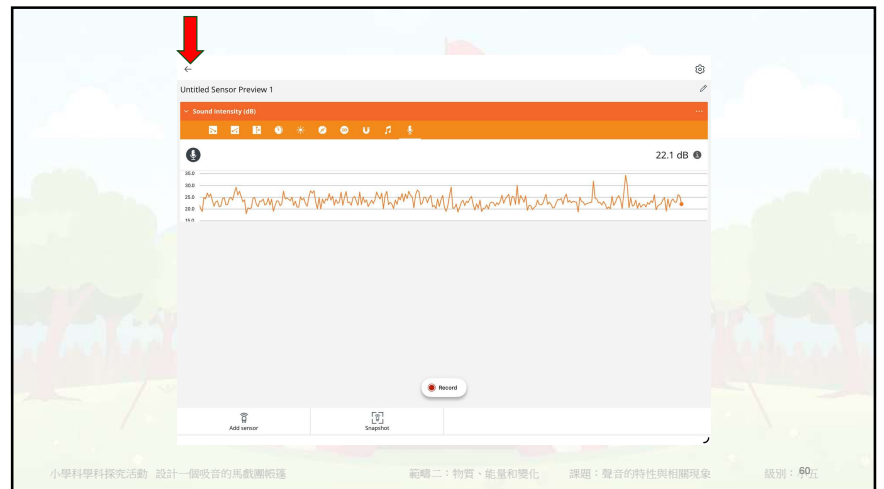
57



58



59



60



61



62



63



64