

聲動視界：看見聲波狂想曲

學校：高雄市大仁國中

指導老師：黃美華、李澤民

壹、活動設計理念

本活動以「聲波如何被看見？」為主軸，將「駐波節線形成、摩擦週期性黏滑共振、聲波駐波排列」轉化為三種可見的聲學現象。參與者完成三個實體研究關卡後，將原本只能「聽見」的聲音，透過科學操作將其「視覺化」，培養觀察力、實作能力，並了解振動、共振與頻率在生活中的應用。

貳、活動目標

1. 理解聲音是由物體振動所產生，且需要介質傳遞。
2. 觀察物體在特定頻率下產生共振時，振動型態在二維平面上的變化。
3. 理解手指摩擦產生週期性「黏與滑」效應，進而引發金屬自然頻率共振。
4. 觀察聲波在封閉管內形成駐波時，節點與腹點造成的物理排列變化。
5. 透過預測、操作、觀察、解釋，理解「振動」是所有聲學現象的共同核心。

參、活動流程

第一關 【聲紋魔法陣】 Chladni Patterns

- **科學概念：**
 1. **金屬板共振與自然頻率：**當以琴弓摩擦金屬板邊緣時，輸入的能量若接近金屬板的自然頻率，金屬板會產生強烈的共振。
 2. **節線（Node line）與腹點：**在二維平面的共振中，金屬板表面會形成駐波。某些區域振動幅度最大（腹點），而某些線狀區域幾乎完全靜止不動，這些靜止的線稱為「節線」。
 3. **粉末聚集現象：**撒在金屬板上的細粉，會受到振動的影響，從振幅大的區域被彈開，最終自動聚集並停留在幾乎不動的節線上，形成肉眼可見的幾何圖騰（克拉尼圖形）。
- **科學核心：**振動、共振、節線。
- **操作方式：**民眾先預測粉末變化，接著拿起琴弓，依照指示拉動金屬板邊緣，觀察金屬板上粉末如何自動排列成幾何圖案。

第二關【金屬美聲唱】Singing Metal Tube

- **科學概念：**

1. **黏滑效應（Stick-Slip Phenomenon）：**當手指（沾有些微松香增加摩擦力）沿著金屬管滑動時，並非平順滑過，而是經歷微觀下的「黏住（靜摩擦力）—滑開（動摩擦力）」週期性快速交替。
2. **縱波振動：**這種連續快速的黏滑牽引，會激發金屬管產生縱向的振動。
3. **共振發聲：**當這種摩擦激發的振動頻率，剛好吻合這根金屬管本身的自然頻率時，金屬管便會產生強烈共振，將微小的振動放大成響亮且持續的聲音。

- **科學核心：**摩擦、振動、自然頻率共振。

- **操作方式：**民眾手指沾取少量松香粉，沿著金屬管表面輕輕滑動摩擦，感受手指的黏滑感，並聆聽金屬管發出的持續共振聲。

第三關【赫茲狂想舞池】Sound Wave Tube

- **科學概念：**

1. **聲波的傳遞：**藍牙喇叭播放特定頻率（Hz）的聲音，聲波進入透明塑膠管內。
2. **聲波反射與駐波形成：**聲波在管底或管口反射回來，前進波與反射波互相干涉，在特定頻率下會形成穩定的「駐波（Standing wave）」。
3. **節點與腹點的物理效應：**駐波波形中有空氣分子振動最劇烈的「腹點」，以及空氣分子幾乎不移動的「節點」。
4. **保麗龍球的視覺化：**質量極輕的保麗龍球會受到空氣分子劇烈擾動（腹點）而被推開，聚集在空氣平靜（節點）的位置。因此改變頻率，就能看到保麗龍球呈現不同波長與排列形狀。

- **科學核心：**頻率、聲波、駐波。

- **操作方式：**民眾操作平板介面，改變藍牙喇叭發出的聲音頻率，觀察管內保麗龍球如何隨著不同頻率改變跳動位置與排列波形。

第四關 核心解密與成果認證

- 完成前三關的觀察後，民眾需回答終極問題：「三個關卡的現象看起來完全不同，但它們背後共同的核心概念是什麼？」
- **答案解密：**引導民眾回答出「振動」。理解聲音是由振動產生，且能透過介質的變化（粉末、金屬管、保麗龍球）被我們看見。
- 完成解答後，由學生關主在學習單上蓋上專屬闖關章，完成聲波魔法探究。