

聲音與音樂的物理

實驗名稱：

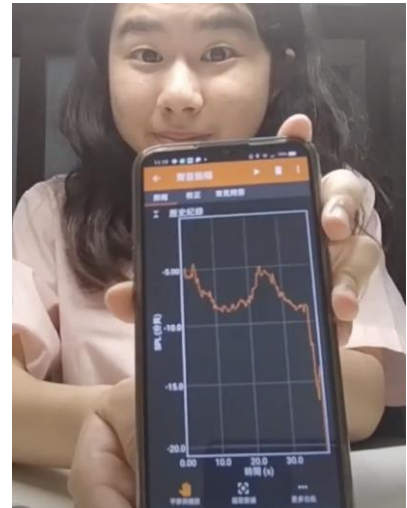
A. 空氣柱的共振。(量化實驗)

實驗原理：

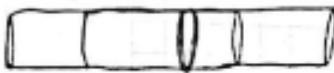
利用聲波在空氣柱內形成駐波，
測量發生共振時的管長變化，計算聲速。

實驗器材：

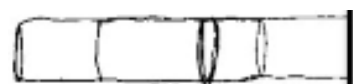
四張以上的A4紙、四條以上的橡皮筋、手機、
app〈phyphox〉(需與電腦連動)、直尺。



實驗步驟A(兩端開口)：



1. 將兩張A4紙捲起來，形成一個紙筒，中間用橡皮筋束起來。製作兩個紙筒，並且將他們用同軸的方式套在一起。
2. 一人開啟手機 app〈phyphox〉頻率產生器，設定於1000赫茲。
3. 另一人開啟手機 app〈phyphox〉，測量聲音的強度。
4. 放置一長尺於畫面中的紙筒前面，拉長或縮短紙筒的長度，觀察並記錄兩次聲音最大時(發生共振)紙筒的管長(要用phyphox 紀錄兩次共振的強度變化、尖峰圖形)。



實驗步驟B(一端開口一端閉口)：

1. 仿實驗步驟A-1，用一個硬物擋助紙筒底部，形成一端閉口。
2. 一人開啟手機app〈phyphox〉頻率產生器，設定於750赫茲。
3. 如同實驗步驟A-3、4，測量聲音的強度、管長，並紀錄兩次共振的強度變化、尖峰圖形。



檢驗項目：

1. *影片為橫向拍攝、有字幕。影像清晰，有使用麥克風錄音。
2. *影片中有自製《原理講解圖板》。
3. *影片中有說明這一組的創意與創新。
4. 影片中有自製空氣柱的過程、講解空氣柱共振的原理
5. 影片中需畫出空氣柱中的波形(需與實驗結果的管長及波長對應)。
6. 影片中需後製上螢幕錄影phyphox呈現的聲音強度變化，並附上截圖。
7. 影片中需呈現 量測紙筒長度變化，並呈現 計算波長及聲速的過程。

聲音與音樂的物理

實驗名稱：

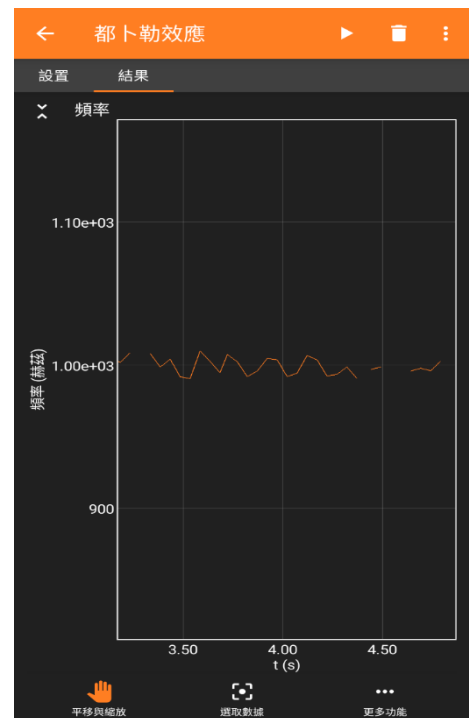
B. 都卜勒效應。(量化實驗)

實驗原理：

當波源和觀察者有相對運動時，觀察者所接收到的頻率將與波源的速度有關。

實驗器材：

布袋或塑膠袋(需堅固、手機不會掉出來，袋子不會發出聲音、而且能讓聲音放出來)、橡皮筋、手機、app〈phyphox〉(需與電腦連動)。

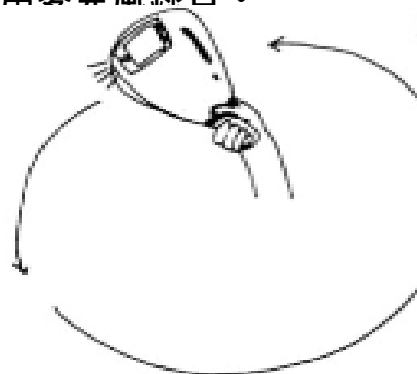


實驗步驟：

1. 將手機下載 app〈phyphox〉。
2. 手機產生一個1000赫茲的頻率並放進袋子中。
3. 甩動袋子，讓手機做圓周運動，半徑越大越好（最好能夠將手伸直），轉速越快越好，讓觀測者明顯的聽到的聲音頻率變化。
4. 另一人開啟 phyphox，測量聲音的頻率變化圖形（此時應盡量避免噪音，減少誤差），並截圖。
5. 計算靠近和遠離時的頻率差、靠近和遠離時的速度、手的轉動頻率。

檢驗項目：

1. *影片為橫向拍攝、有字幕。影像清晰，有使用麥克風錄音。
2. *影片中有自製《原理講解圖板》。
3. *影片中有說明這一組的創意與創新。
4. 影片中需講解都卜勒效應。
5. 影片中需後製上螢幕錄影phyphox呈現的聲音頻率變化，並特寫截圖，且截圖中應有連續五個以上類似正弦波的週期。



聲音與音樂的物理

實驗名稱：

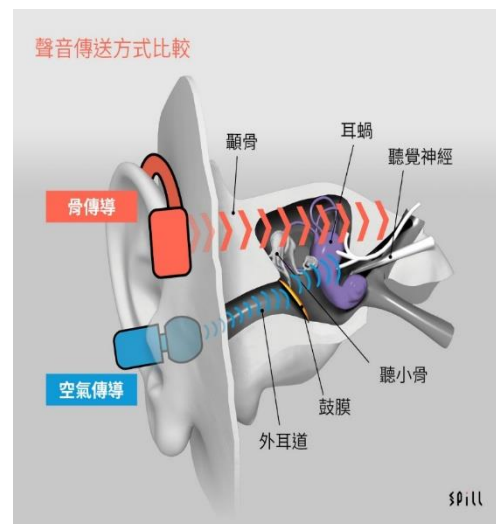
C. 用頭殼聽音樂。

實驗原理：

聲波會在頭殼內產生共鳴。
耳朵和頭殼都是共鳴箱。

實驗器材：

手機錄音程式、預先下載音樂。



實驗步驟A：

1. 一人先用兩隻手將耳朵蓋起來，儘量不要聽到外界的聲音。
2. 另一人用手機播放音樂，並將手機靠住頭殼上不同的位置，觀察聲音隨位置的變化。

實驗步驟B：

1. 開啟手機錄音程式對著手機講三次: 這是我的聲音、這是我的聲音、這是我的聲音。
2. 將聲音播放出來，聽手機放出來的聲音。
3. 觀察手機播放的聲音和自己講話時的聲音有何不同。

檢驗項目：

1. *影片為橫向拍攝、有字幕。影像清晰，有使用麥克風錄音。
2. *影片中有自製《原理講解圖板》。
3. *影片中有說明這一組的創意與創新。
4. 影片中需講解以頭殼聽到的聲音與耳朵聽到的聲音之間的差異。
5. 影片中需講解骨傳導耳機（頭殼耳機）的物理原理。

聲音與音樂的物理

實驗名稱：

1. 空氣柱的共振。

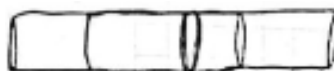
實驗原理：

利用聲波在空氣柱內形成駐波，
測量發生共振時的管長變化，計算聲速。

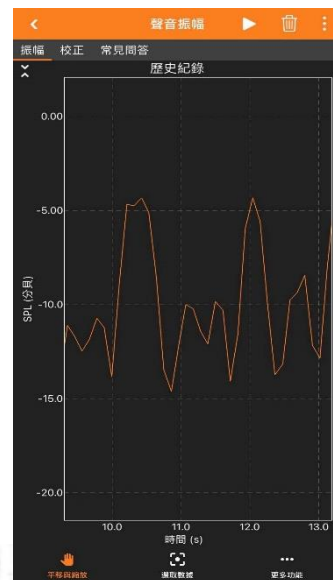
實驗器材：

四張以上的A4紙、四條以上的橡皮筋、手機、
app〈phyphox〉、直尺。

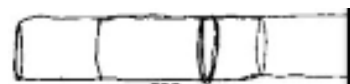
實驗步驟A(兩端開口)：



1. 將兩張A4紙捲起來，形成一個紙筒，中間用橡皮筋束起來。製作兩個紙筒，並且將他們用同軸的方式套在一起。
2. 一人開啟手機 app〈phyphox〉頻率產生器，設定於1000赫茲。
3. 另一人開啟手機 app〈phyphox〉，測量聲音的強度。
4. 拉長或縮短紙筒的長度，測量兩次聲音最大時(發生共振) 紙筒的全長 (要用phyphox 紀錄兩次共振的強度變化圖形)。



實驗步驟B(一端開口一端閉口)：



1. 仿實驗步驟A-1，用一個硬物擋助紙筒底部，形成一端閉口。
2. 一人開啟手機app〈phyphox〉頻率產生器，設定於750赫茲。
3. 如同實驗步驟A-3，測量聲音的強度。
4. 如同實驗步驟A-4，紀錄兩次共振的強度變化圖形。

檢驗項目：

1. *影片為橫向拍攝、有字幕。影像清晰，有使用麥克風錄音。
2. *影片中有自製《原理講解圖板》。
3. 影片中有自製空氣柱的過程。
4. 影片中有講解空氣柱共振的原理。
5. 影片中呈現及特寫 聲音強度的變化過程，並附上phyphox的截圖。
6. 影片中需呈現 量測紙筒長度變化，並呈現 計算波長及聲速的過程。
7. 影片中有說明這一組的創意與創新。

聲音與音樂的物理

實驗名稱：

2. 都卜勒效應。

實驗原理：

當波源和觀察者有相對運動時，觀察者所接收到的頻率將與波源的速度有關。

實驗器材：

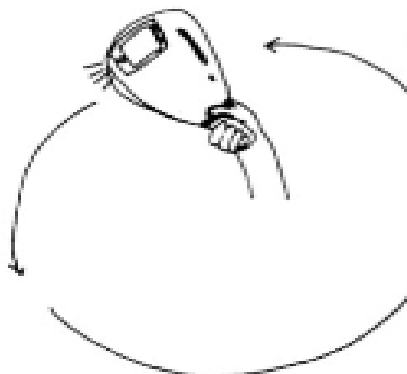
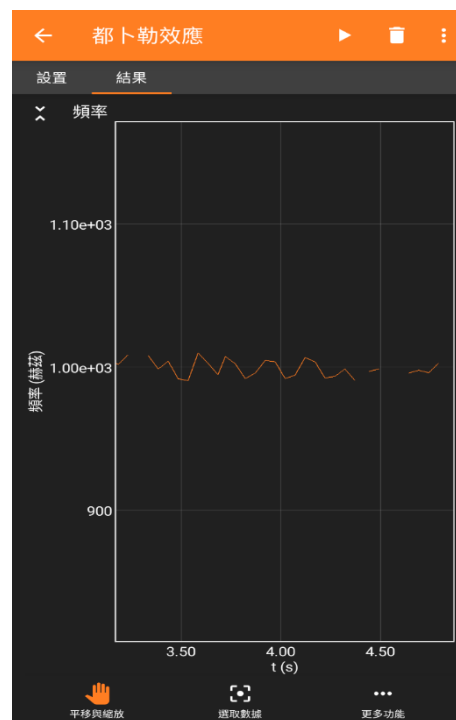
布袋或塑膠袋(需堅固、手機不會掉出來，袋子不會發出聲音、而且能讓聲音放出來)、橡皮筋、手機、app〈phyphox〉。

實驗步驟：

1. 將手機下載 app〈phyphox〉。
2. 手機產生一個1000赫茲的頻率並放進袋子中。
3. 甩動袋子，讓手機做圓周運動，半徑越大越好，轉速越快越好，讓觀測者明顯的聽到的聲音頻率變化。
4. 另一人開啟 phyphox，測量聲音的頻率變化圖形，並截圖。

檢驗項目：

1. *影片為橫向拍攝、有字幕。影像清晰，有使用麥克風錄音。
2. *影片中有自製《原理講解圖板》。
3. 影片中需講解都卜勒效應。
4. 影片中呈現 聲音頻率的變化，並特寫 phyphox的 截圖。
5. 影片中有說明這一組的創意與創新。



聲音與音樂的物理

實驗名稱：

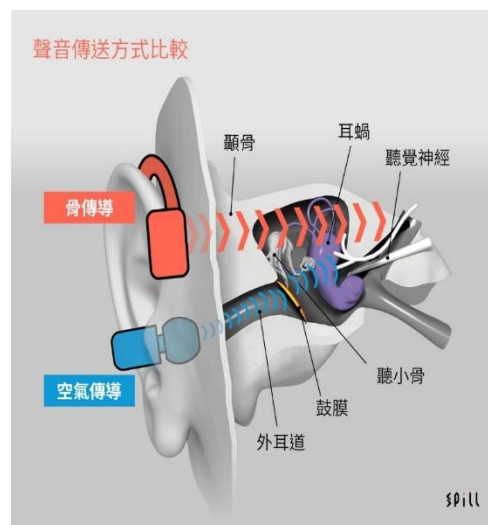
3. 用頭殼聽音樂。

實驗原理：

聲波會在頭殼內產生共鳴。
耳朵蛋頭殼都是共鳴箱。

實驗器材：

手機錄音程式、預先下載音樂。



實驗步驟A：

1. 一人先用兩隻手將耳朵蓋起來，儘量不要聽到外界的聲音。
2. 另一人用手機播放音樂，並將手機靠住頭殼上不同的位置，觀察聲音隨位置的變化。

實驗步驟B：

1. 開啟手機錄音程式對著手機講三次: 這是我的聲音、這是我的聲音、這是我的聲音。
2. 將聲音播放出來，聽手機放出來的聲音。
3. 觀察手機播放的聲音和自己講話時的聲音有何不同。

檢驗項目：

1. *影片為橫向拍攝、有字幕。影像清晰，有使用麥克風錄音。
2. *影片中有自製《原理講解圖板》。
3. 影片中需講解骨傳導耳機的原理。
4. 影片中需講解手機播放的聲音與自己聽到的聲音為何不同。
5. 影片中有說明這一組的創意與創新。

聲音與音樂的物理

高中生物理演示

一、空氣柱的共振:

Tube Resonance - Standing Sound Waves

<https://www.youtube.com/embed/bHdHaYNX4Tk>

聲音的共振，由聲速在空氣中之傳播速率為 $V = 331(\text{m/s}) + 0.6T(^{\circ}\text{C})$ 且當時實驗室內之溫度約為 21°C 得知當時之理論聲速應約為 343.6m/s 而由聲速等於波長與頻率的乘積 $V = f \cdot \lambda$ ，而閉管之頻率與管長 L 與聲速 V 之關係為 $f = n \cdot V / 4L$ ($n = 1, 3, 5, 7, 9 \dots$)，開管為 $f = n \cdot V / 2L$ ($n = 1, 2, 3, 4, 5 \dots$)

113 級王志謙

二、都卜勒效應:

What is the Doppler Effect?

<https://www.youtube.com/embed/rbcvPEXiWWo>

都卜勒效應是波源和觀察者有相對運動時，觀察者接受到波的頻率與波源發出的頻率並不相同的現象。

113 級 王志謙

三、頭殼耳機（共鳴現象）：

Physics - 26.3 Natural Frequency and Resonance

<https://www.youtube.com/embed/XwlZBJIp1AA>

共鳴是指發聲體受到其共振頻率的外力驅動時，會比被其他頻率外力驅動時吸收更多能量。共鳴就是振動頻率在人聽覺範圍內的共振現象。

113 級 王志謙



國立中山大學 物理系 生活物理演示 服務市民



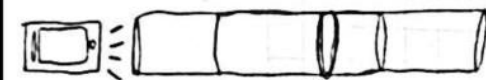
聲音及音樂的物理

行動演示-1：空氣柱的共振

高中生準備事項：手機・app

“frequency sound generator”

兩端開口端：← →



頻率取 1000Hz $\frac{n}{2L} = \lambda$

閉口開口端：← →



頻率取 750Hz $\frac{m}{4L} = \lambda$

移動捲紙的組合長度來調整適當管長在另一端撥放特定頻率

$v = f \lambda$ 聲速取 340m/s

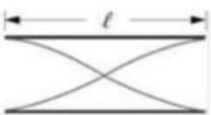
行動演示-2：都卜勒效應

高中生準備事項：手機・app” 科學日誌”



行動演示-2：唱歌的鋁棒

手指固定端用力壓住鋁棒中心，僅以大拇指與食指（以縮小節點的範圍）

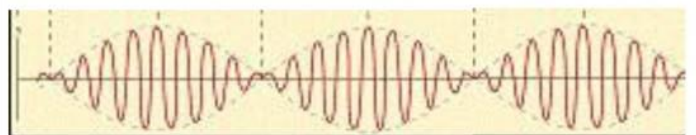


移動端僅以大拇指與食指出力摩擦

行動演示-2：波的干涉與拍頻

高中生準備事項：手機・app”

frequency sound generator & 科學日誌”

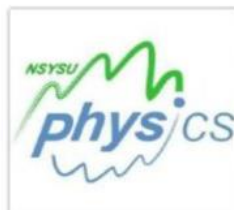


再播放 1000Hz

對上 1001Hz



國立中山大學 物理系 生活物理演示 服務市民



聲音及音樂的物理

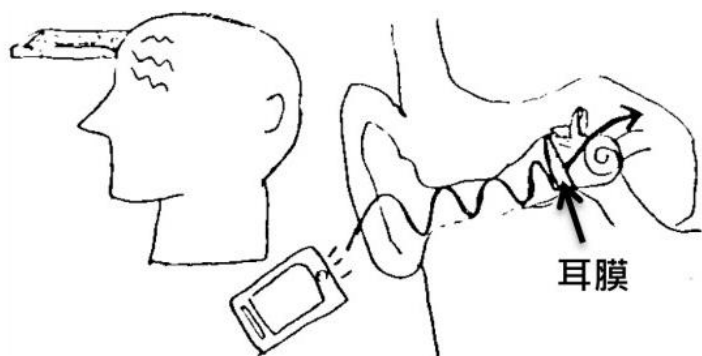
帳篷演示-1：用頭殼聽音樂

準備事項：

手機錄音程式 預先下載音樂卡農。

將手機發聲道貼近額頭頭骨

頭殼內部共振 vs 耳部薄膜震動



帳篷演示-1：唱歌的鋁棒

手指固定端用力壓住鋁棒中心，僅以大拇指與食指（以縮小節點的範圍）



移動端僅以大拇指與食指出力摩擦

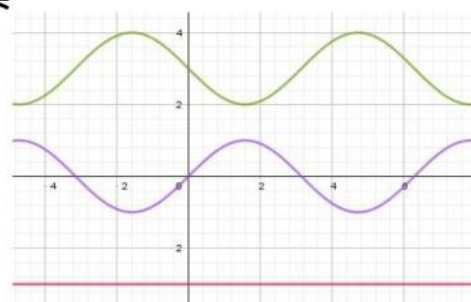
帳篷演示-1：鋸琴

改變彎曲程度



帳篷演示-1：降噪耳機原理

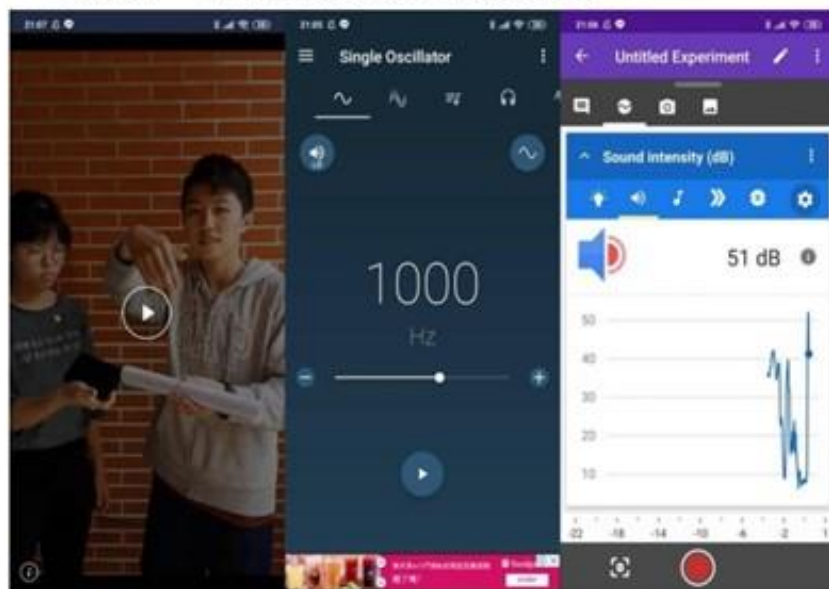
利用電子電路可產生和噪音音波相位相反之訊號的原理，產生時破壞性干涉消除噪音。以此特性改變電路板設定值調整撥放音樂的正反波型，恰改變波最大最小值出現之處；移動位置可聽見明顯大小聲差異。



物理演示-聲音的物理

一、空氣柱的共振

1. 實驗內容:觀察空氣柱共振時的現象。
2. 器材:A4 紙*2、橡皮筋、手機*2(下載頻率發聲器、科學日誌)
3. 步驟:
 - a.將兩張 A4 紙捲成紙筒狀用橡皮筋束起。
 - b.用頻率產生器撥放 1000Hz 音頻，並對準紙筒開口處。
 - c.將紙筒拉長並用科學日誌觀察音量大小變化。
 - d.將其中一端堵住重複上面步驟觀察閉管。



二、都卜勒效應

1. 實驗內容:觀察都卜勒效應。
2. 器材:塑膠袋、橡皮筋、手機*2(下載頻率產生器、科學日誌)
3. 步驟:
 - a.使用頻率產生器發出 1000Hz 音頻。
 - b.將手機放入塑膠袋中用橡皮筋固定。
 - c.開始甩動塑膠袋並用科學日誌觀察頻率變化。



三、頭殼耳機

1. 實驗內容:觀察不同聲音接收方式的不同。
2. 器材:手機
3. 步驟:
 - a.隨意撥放音樂，並請一人將發聲孔壓在頭上，搗住雙耳感受和平常聽有什麼不同。
 - b.用手機錄一段自己的音頻，並撥放，感受是否和自己想的聲音有所不同。