

【2021 全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

高中（職）組成果報告表單

題目名稱： 垃圾做音響

一、摘要：

從網路上簡易的手機音響 DIY 觸發引起動機，利用聲音的共鳴原理，應用在手機音響的製作中，進而探討紙捲材質、紙捲長短與直徑寬度對於聲音共鳴效果的影響，期望可以達到最高效能，並進一步探討波形的比對，探討除了音量大小的效果外，頻率的失真程度與影響，未來便能用最小的成本甚至生活隨手可得的材料製作出滿意的手機音響。

二、探究題目與動機

在選修課上，老師給予我們動手做簡易式音響的課程，過程中，我發現到大家播放出來的音量大小不盡相同，於是找來幾個同學做的不同的音響，用我的手機播放同樣的音樂與相同的音量，發現到原來音響的不同也會影響播放的結果，所以我開始以找到播放聲音能夠放大較多倍的音響的製作方向探討。

三、探究目的與假設

由於共鳴是指發聲體受到其固有頻率(或稱共振頻率)的外力驅動時，會比被其他頻率外力驅動時吸收更多能量。因此我們假設，認為材質愈薄質量較輕，應該相同能量振幅比較容易產生共鳴。並且假設直徑愈大愈寬的管柱，因為空間比較大，聲波容易擴散，共振的能量應該比較小，聲音共鳴分貝值較小。最後為了驗證紙捲愈長是否會因為反射產生駐波的諧音數目變多，所以容易產生高頻的共鳴效果，設計三組實驗——驗證結果。

1. 利用音量大小(分貝 dBA)驗證紙捲長短對於共鳴效果的影響。
2. 測量紙捲寬度(直徑大小)對於共鳴效果(分貝 dBA)的影響。
3. 利用音量大小(分貝 dBA)驗證紙捲材質(厚薄 300P 與 500P)對於共鳴效果的影響。

四、探究方法與驗證步驟

(一)實驗大綱架構

我們整體實驗的架構與大綱如下圖所示。

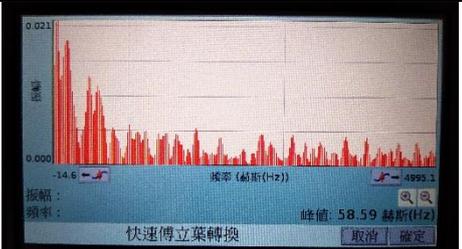


圖一：實驗變因與整體架構圖

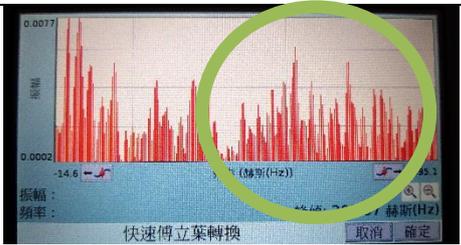
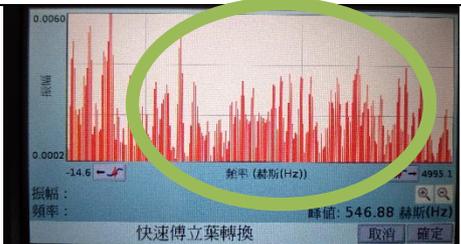
(二)實驗步驟

藉由觀察共鳴現象的分貝值，測量紙捲長短、直徑大小與材質厚薄對於共鳴音量大小的影響。並且透過波形傅立葉轉換後，觀察紙捲長短、直徑大小與材質厚薄對於音色(頻率)的影響。

我們首先選取一段固定的音樂，測量出波形與分貝值(此段音樂分貝數的最大值)作為比較的基礎。

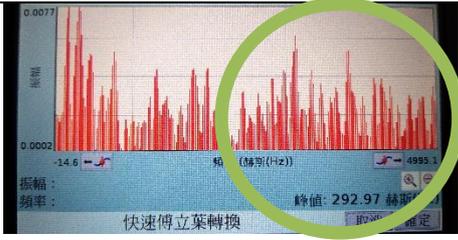
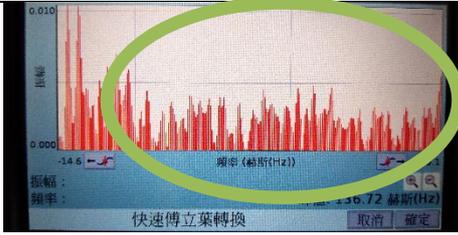
	分貝 dBA	波形
原始	83.6	

- 實驗一：控制變因有紙捲材質厚度、紙杯種類材質、直徑寬度(直徑 3 cm)。改變紙捲長短，進行觀察。

操縱變因	分貝 dBA	波形
<p>長(27.4cm)</p> 	92.9	
<p>短(13.2cm)</p> 	92.4	

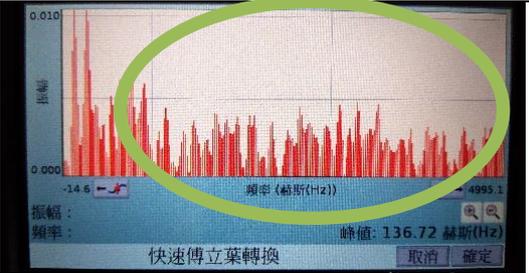
結果發現，分貝數值明顯增加，而且在高頻的地方會呈現更多振幅。尤其紙捲愈短，振幅分布在各頻率上會更平均。

- 實驗二：控制變因有紙杯種類材質、直徑寬度(直徑 3 cm)、紙捲長短(27.4 cm)。改變紙捲材質厚度，進行觀察。

操縱變因	分貝 dBA	波形
300p 	92.9	
500p 	90.1	

結果發現，分貝數值明顯增加，而且同樣在高頻的地方會呈現更多振幅。尤其紙捲厚度愈薄，振幅分布在高頻率上會更明顯。

實驗三：控制變因有紙杯種類材質、紙捲材質厚度(500P)、紙捲長短(27.4cm)。改變紙捲直徑寬度，進行觀察。

操縱變因	分貝 dBA	波形
直徑 3 cm 	90.1	
直徑 4.5 cm 	86.8	

表一：手機音響各項變因交叉比對

分貝值	較長(27.4cm)	較短(13.2cm)
300P	92.9	92.4
500P 寬度(直徑 3 cm)	90.1	
500P 寬度(直徑 4.5 cm)	86.8	

結果發現，分貝數值明顯增加，而且。尤其紙捲厚度愈薄，以及長度較長和寬度較窄，振幅較大，共鳴效果較好。

五、結論與生活應用

一般而言，共鳴箱能放大音量的原理是「許多樂器都會加裝共鳴箱來增強聲音的響度，這是因為兩個發音體若產生的頻率是相同的，彼此就會有共鳴現象，且聲音的共振體會有一個以上的共振頻率，尤其頻率是最低頻整數倍（通常把這樣頻率的聲音稱為諧音）共振強度最強。亦即當一個含各種頻率的波動（例如：脈衝波、噪音等）傳至共振體，共振體會過濾掉除了共振頻以外的頻率。而我們在實驗中發現

1. 透過共鳴箱，音量即聲波的振幅明顯有放大的效果。
2. 從這個實驗中發現手機共鳴效果與紙捲長度有關，長度較長時，透過紙杯的材質共鳴，高頻率的部分較明顯，較短時振幅分布在各頻率上會更平均。
3. 另外，共鳴效果與紙捲材質有關，可能因為材質愈厚，振幅被吸收，共鳴無法起到最大功效。
4. 直徑愈大愈寬的管柱，可能因為聲波擴散，彼此互相抵銷，共振的能量反而比較小。因此倘若下次我們在戶外練習舞蹈需要音響時，但是突然壞掉或是忘記帶，只需要兩杯飲料，約 300P 厚度的紙捲，長度如洋芋片罐，寬度不需要太大，適中的寬度更適合聲波的反射與共鳴，加上一些小工具就可以解決問題了，進一步我們也希望將來驗證更多數據與趨勢。

參考資料

1. 聲音的共振-共鳴(Acoustic Resonance) 取自 <https://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=19239>
2. 駐波(維基百科) 取自 <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%A7%90%E6%B3%A2>
3. 駐波-科學 Online 取自 <https://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=1358>

註：

1. 報告總頁數以 6 頁為上限。
2. 除摘要外，其餘各項皆可以用文字、手繪圖形或心智圖呈現。
3. 沒按照本競賽官網提供「表單」格式投稿，不予錄取。

4. 建議格式如下

- 中文字型：微軟正黑體；英文、阿拉伯數字字型：Times New Roman
- 字體：12pt 為原則，若有需要，圖、表及附錄內的文字、數字得略小於 12pt，不得低於 10pt
- 字體行距，以固定行高 20 點為原則
- 表標題的排列方式為向表上方置中、對齊該表。圖標題的排列方式為向圖下方置中、對齊該圖