

# 屏東縣第 60 屆國中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：物理科

組 別：國小組

作品名稱：靜敲敲

關鍵詞：介質、震動、音高（最多三個）

編號：

製作說明：

1. 說明書封面僅寫科別、組別、作品名稱及關鍵詞。
2. 編號：由承辦學校統一編列。
3. 封面編排由參展作者自行設計。

靜敲敲

## 摘要

生活中常常有悅耳的聲音，到底聲音是如何發生的呢?樂器有弦樂、管樂還有看似沒有音高的打擊樂器，樂器的發聲原理究竟是甚麼呢?我們將學習到的知識，利用周遭環境可利用的容器，製作出擁有音高的打擊樂器，研究容器面積跟音高之間的關係，及多少毫升對應多少音高。

## 壹、研究動機

我們的導師是主修音樂，對於音樂有很多研究，因此我們班也很喜歡音樂課。其次，我們全校學生皆學習小提琴，音樂課上我們也學習直笛，所以對於管樂及弦樂的演奏也都略知一二，唯獨對於打擊樂器，我們小組的印象大約是鼓類的樂器，對於打擊樂器知道不多。

於是我們詢問老師關於打擊樂器上的分析，發現，原來打擊樂器也有音高上的變化，例如:定音鼓、木琴、鐵琴等有音高的打擊樂器，於是我們小組發現，這些打擊樂器改變體積及長度就可以改變音高。

當我們知道這個定律時，我們想研究打擊樂器跟體積之間的關係，老師提供我們一個簡易的樂器製作，就是在玻璃杯裡裝水，看水量和音高會有甚麼樣的變化，於是我們小組想再做進階的研究，以及是否可以準確的知道一個音高準確來說需加多少水量。

我們小組想的是，不同的容器有不同的比例對應不同音高，我們應研究幾組不同容器(玻璃杯)，跟水量及音高的差別，再用同一組容器製作出一個八度的音階，再用製作的樂器錄製簡單的兒歌，輸入至剪輯軟體，

## 貳、研究目的





- 一、研究打擊樂器的音高。
- 二、研究不同玻璃杯是否有不同音高。
- 三、研究不同玻璃杯加水的音高變化。
- 四、研究不同玻璃杯加等量水的音高變化。
- 五、選定同性質玻璃杯容器，加水測量一個八度的音高。
- 六、可演奏一個八度的歌曲，如:小星星、真善美等歌曲，利用電腦軟體 Audacity，將演奏出來的音樂做出頻譜。



## 參、研究設備及器材

### 一、節拍器總類

	型號	圖片
1.	Amt-500	

### 二、玻璃杯總類(品牌Ocean)

	玻璃杯編號	容積	圖片
1.	30322刻度花杯	625毫升	
2.	B19F06香檳杯	185毫升	
3.	BG12高腳水杯	345毫升	
4.	B7811咖啡杯	320毫升	




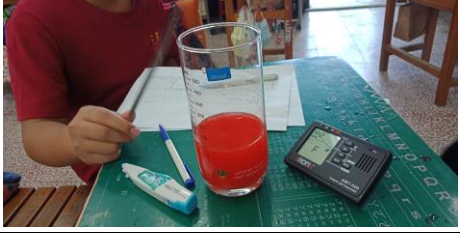


5.	B0313冰咖啡杯	370毫升	
6.	B0416波霸杯	480毫升	





## 肆、研究過程或方法

- 一、 測量上述所敘之玻璃杯。
  - (一) 研究目的：研究不同玻璃杯是否有不同音高。
  - (二) 過程：將每個玻璃杯做實驗，加入固定的水量，水的顏色為藍色，方便測量，測量增加水量之音高。
- 二、 確定以 B19F06香檳杯、BG12高腳水杯為容器(因容器足夠一個八度的測量)，測驗音高為多少毫升。
  - (一) 研究目的：選定同玻璃杯容器，加水測量一個八度的音高，
  - (二) 過程：以 B19F06香檳杯、BG12高腳水杯為容器，以E大調為主，以Mi為基準，尋找一個八度，八度音為：Mi、#Fa、#Sol、La、Ci、#DO、#Re、mi。
- 三、 將一個八度音階尋找出來後，演奏歌曲，將歌曲匯入 Audacity，產生出整段音樂的頻譜。

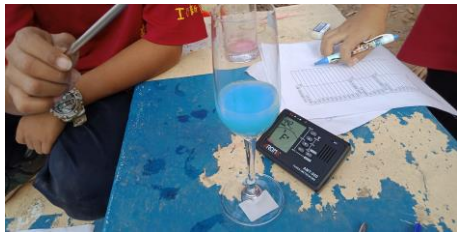


## 伍、研究結果

### 一、30322刻度花杯(625毫升)







水量(單位:毫升)	音高	圖片
50毫升	#F	
100毫升	#F	
150毫升	#F	
200毫升	F	
250毫升	F	
300毫升	E	

350毫升	E	
400毫升	#D	
450毫升	#D	
500毫升	#C	

二、B19F06香檳杯(185毫升)


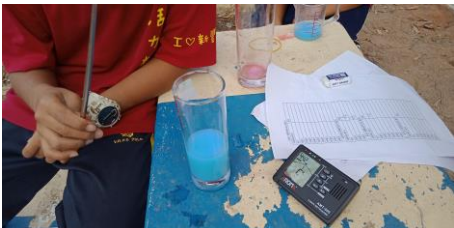




水量(單位:毫升)	音高	圖片
50毫升	#F	
100毫升	E	
150毫升	#D	

三、BG12高腳水杯(345毫升)


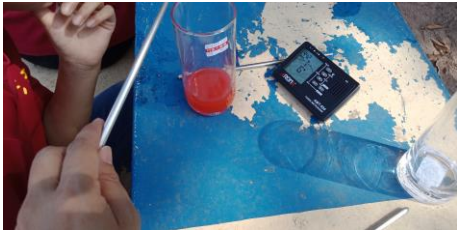

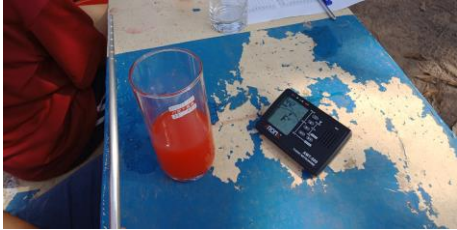



水量(單位:毫升)	音高	圖片
50毫升	B	
100毫升	B	
150毫升	#A	
200毫升	#G	
250毫升	#F	
300毫升	#D	




三、B7811咖啡杯(320毫升)



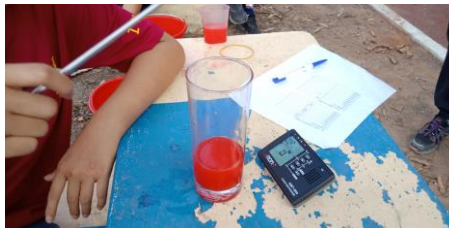



水量(單位:毫升)	音高	圖片
50毫升	#C	
100毫升	#C	
150毫升	C	
200毫升	B	
250毫升	A	
300毫升	#G	





四、B0313冰咖啡杯(370毫升)

水量(單位:毫升)	音高	圖片
空杯	#A	
50毫升	#G	
100毫升	#F	
150毫升	#F	
200毫升	F	
250毫升	E	
300毫升	D	



350毫升	C	
-------	---	--






五、B0416波霸杯(480毫升)


水量(單位:毫升)	音高	圖片
空杯	#F	
50毫升	F	
100毫升	D	
150毫升	#C	
200毫升	B	
250毫升	#G	

300毫升	G	
350毫升	#F	
400毫升	F	
450毫升	#D	

七、30322刻度花杯音高實驗

音高	毫升	圖片
E	BG12高腳水杯: 284毫升	
#F	BG12高腳水杯: 237毫升	

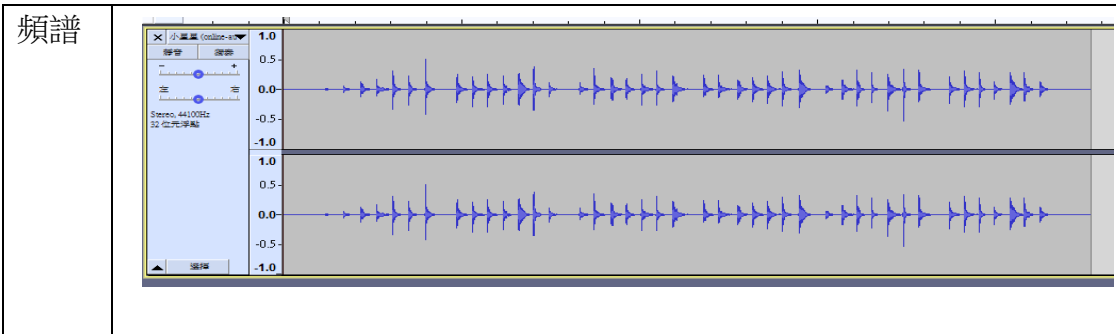
#G	BG12高腳水杯: 187毫升	
A	BG12高腳水杯: 180毫升	
B	B19F06香檳杯: 162毫升	
#C	B19F06香檳杯: 130毫升	
#D	B19F06香檳杯: 120毫升	

E	B19F06香檳杯: 110毫升	
---	---------------------	--

八度全圖

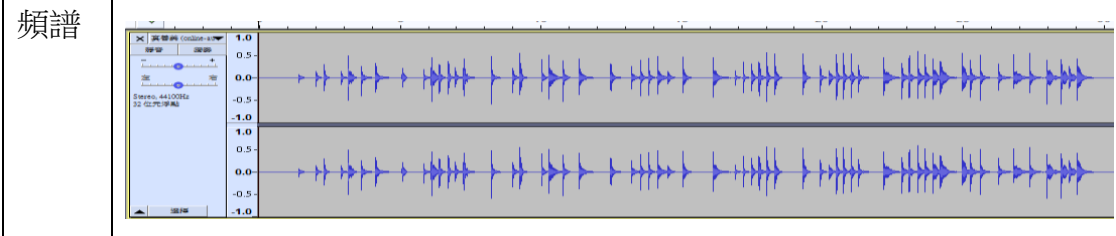


八、頻譜



音高	<p>E<sup>#</sup>B<sup>#</sup>C<sup>#</sup>C<sup>#</sup>B AA<sup>#</sup>G<sup>#</sup>G<sup>#</sup>F<sup>#</sup>F<sup>#</sup>E BBAA<sup>#</sup>G<sup>#</sup>G<sup>#</sup>F<sup>#</sup> BBAA<sup>#</sup>G<sup>#</sup>G<sup>#</sup>F<sup>#</sup></p> <p>E<sup>#</sup>B<sup>#</sup>C<sup>#</sup>C<sup>#</sup>B AA<sup>#</sup>G<sup>#</sup>G<sup>#</sup>F<sup>#</sup>F<sup>#</sup>E</p>
----	---

小星星頻譜圖



音高	<p>E<sup>#</sup>F<sup>#</sup>G<sup>#</sup>E<sup>#</sup>G<sup>#</sup>E<sup>#</sup>G<sup>#</sup> F<sup>#</sup>G<sup>#</sup>AA<sup>#</sup>G<sup>#</sup>FA<sup>#</sup> #GAB<sup>#</sup>GB<sup>#</sup>GB AB<sup>#</sup>C<sup>#</sup>CBA<sup>#</sup>C</p> <p>BE<sup>#</sup>FAB<sup>#</sup>C<sup>#</sup> C<sup>#</sup>F<sup>#</sup>GAB<sup>#</sup>C<sup>#</sup>D<sup>#</sup>D<sup>#</sup>GAB<sup>#</sup>C<sup>#</sup>DE E<sup>#</sup>D<sup>#</sup>CA<sup>#</sup>DBE EEE</p>
----	--

真善美頻譜圖

## 陸、討論

首先，我們尋找不同的玻璃杯，我們發現不同的玻璃杯，其空杯的音律皆是不一樣的。所以我們小組討論結果為，玻璃杯會因為材質、空杯高度的不同，所發的音高皆不同。

接下來，我們將每一個玻璃杯放置水量相同，以每區間五十毫升為設定，發現音律改變的幅度是不一樣的，所以我們得出結論，玻璃杯會因為底面積的不同，導致音高幅度變化不同，但音高會隨著水量的增加，導致音高降低。

我們小組做這實驗時，是希望玻璃杯可以敲出一個八度的音階，可以演奏出美妙的音樂，但是做這實驗時，有很多困難的地方，第一，要測音高時，發現環境很容易影響測量結果，如果環境有很多混雜的音律，會很難測到敲擊聲。第二、我們發現每次敲擊時，調音器上的音高不會馬上顯現，或是每次測量都不是很相同的音高，這時，老師給我們解答是，敲擊物體時會產生泛音，這泛音的意思是物體在經過震動時，會在基音上發出的微弱的音，所以在測量時，會有很多難題。

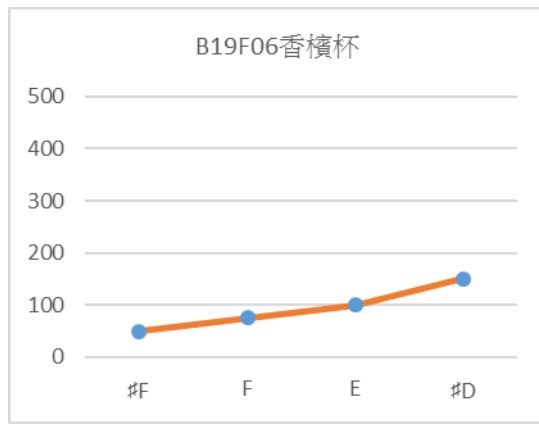
最後我們利用 **Audacity** 軟體教學觀看頻譜，頻譜是聲音訊號，可以看出大小聲，和發聲的物品總類，而我們是製作的樂器是屬於敲擊樂器，所以在頻譜中，才會一個一個的樣子。

## 柒、結論

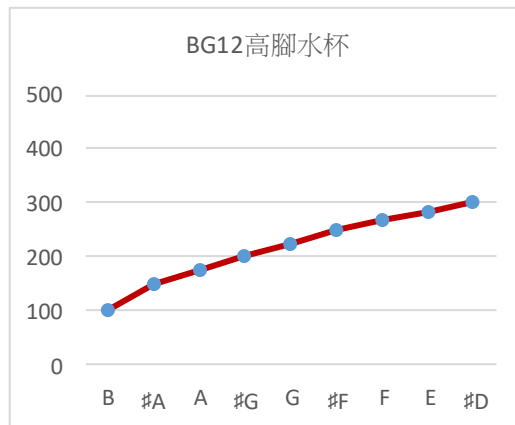
- 一、空杯音高:我們發現空杯的音高皆不相同，有可能是因為材質、空杯深度所造成。
- 二、測量每一個玻璃杯音高幅度變化:利用圖表中的折線圖，將每個水杯倒入相同區間的水量，及音高做運算。

玻璃杯型號	直線圖														
30322刻度花杯	<table border="1"><caption>30322刻度花杯</caption><thead><tr><th>音高</th><th>數值</th></tr></thead><tbody><tr><td>#F</td><td>150</td></tr><tr><td>F</td><td>250</td></tr><tr><td>E</td><td>350</td></tr><tr><td>#D</td><td>450</td></tr><tr><td>D</td><td>480</td></tr><tr><td>#C</td><td>500</td></tr></tbody></table>	音高	數值	#F	150	F	250	E	350	#D	450	D	480	#C	500
音高	數值														
#F	150														
F	250														
E	350														
#D	450														
D	480														
#C	500														

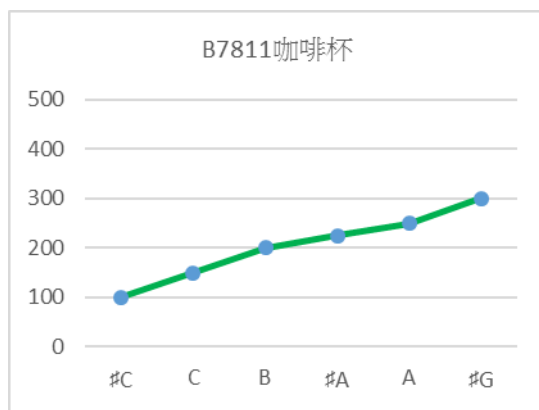
B19F06香檳杯



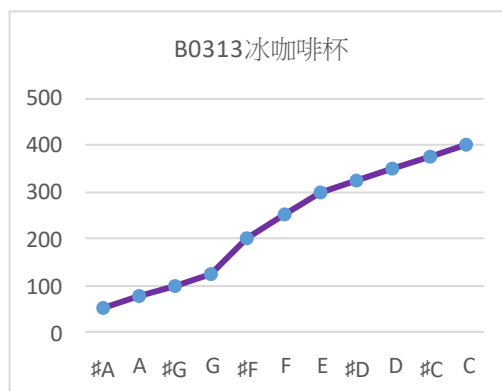
BG12高腳水杯



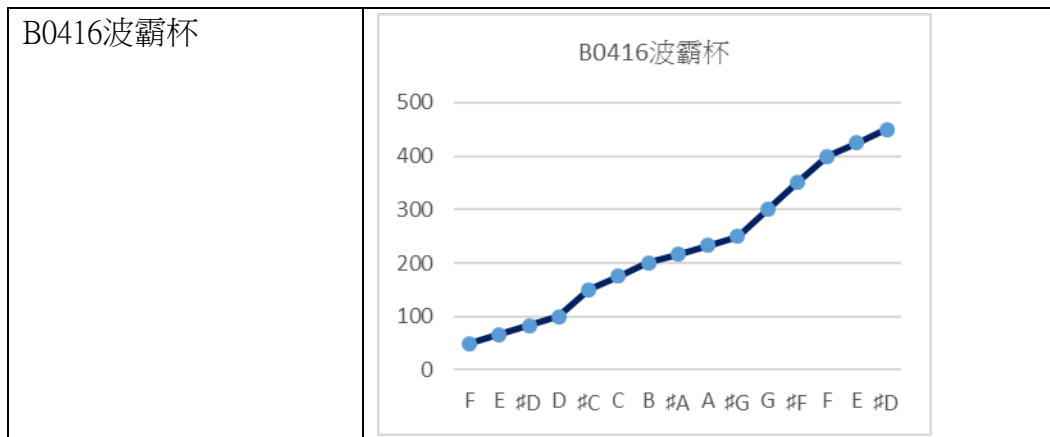
B7811咖啡杯



B0313冰咖啡杯







結論:我們小組發現，音高變化的圖形皆不相同，不同玻璃杯到入相同水量，但音高幅度變化皆不一樣，但每個玻璃杯，加入水後，音高皆會下降。

三、頻譜製作:我們利用Audacity軟體，將我們敲打的音樂輸入至軟體，軟體呈現出的頻譜，讓我們看到音的樣子，我們發現，如果音敲打的比較大聲，頻譜的樣子就會出現比較長和大，因為我們是敲擊玻璃杯，所以頻譜的樣子，就會呈現一個一個的狀態，即是因為敲擊的聲音無法延續，沒有殘響。

四、延伸作品:下一次科展，我們想自製弦類的樂器，利用紙箱或木板，或尋找可以共鳴的物體，製作弦類樂器。

## 捌、參考資料及其他

翰林版本六年級 108 年度上學期第二單元

<https://blog.xuite.net/yh96301/blog/51283520-Audacity+2.0.3%E5%89%AA%E8%BC%AF%E9%9F%B3%E6%A8%82> Audacity 軟體教學

<https://kknews.cc/zh-tw/digital/928q6zj.html> 聲學現象

<https://www.youtube.com/watch?v=01CTqPCavEU> excel 折線圖製作