

# 嘉義縣國民中小學 科學展覽會作品說明書

屆 別：62

科 別：物理

組 別：國中組

作品名稱：氣球吉他

關 鍵 詞：自然頻率 共鳴 受迫振動

編 號：A209

# 氣球吉他

## 摘要

此研究以簡單的方法來驗證吉他音箱同時會因受迫振動及共鳴來加大響度。不管吉他弦的振動頻率為何，都可因音箱受迫振動而放大響度。但若弦的振動頻率和音箱的自然頻率相同，響度的放大可以更明顯。

## 壹、研究動機

在中小學的教科書中說到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。但是就有人提出『音叉的”共鳴箱”可使音叉發出的聲音與之產生”共鳴”，那麼吉他的共鳴箱是如何跟不同頻率的音調產生共鳴？』

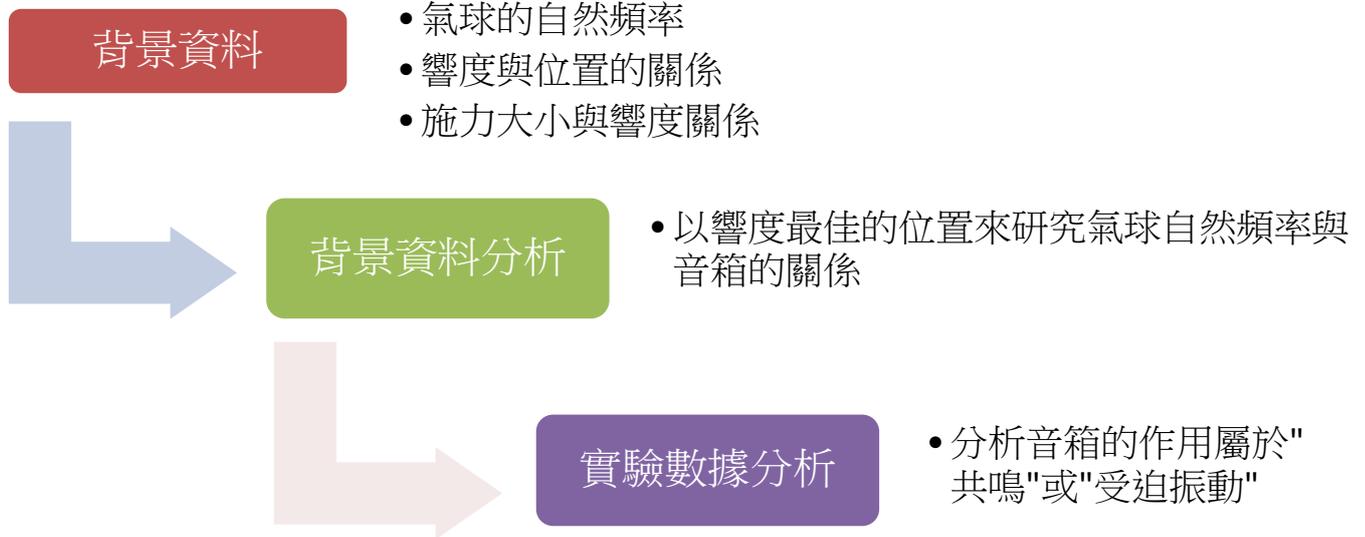
文獻 1 的解釋為，『由於弦樂器是以弦的振動來發聲，但是弦樂器的弦很細，表面積很小，因此它們的振動不足以使周圍空氣強烈振動起來，亦即其向周圍空氣發散的聲音很弱，難以將樂音直接送入人耳。因此為了增強空氣分子的振動，才會將弦扣在板或盒上，當樂器上的弦振動起來時，離弦非常近的“共鳴箱”就會隨之做受迫振動，這種強迫性的振動頻率等於弦的振動頻率（但不必等於箱體的自然頻率），整個木板振動就能提高發聲體與空氣分子碰撞的接觸面積，從而提高了向周圍空氣輻射聲能的效率，這就是“共鳴箱”的作用。』

文獻 2 這麼解釋，『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』。

而文獻 4 的實驗報告提到，『峰值聲音頻率係弦之振動自然頻率有關』，那就符合文獻 1 的說法。但也提到，『104Hz、179Hz 非吉他弦之振動自然頻率的聲音峰值，確是音箱所產生出來之結構頻率』，這表示文獻 2 的說法也是影響因素。

綜合文獻 5 的解釋，”共鳴”及”受迫振動”二者都是吉他音箱的作用，但”受迫振動”的影響較大。此研究想要利用國立科學工藝博物所研發聲音教具『氣球吉他』(文獻 6) 來驗證是否如此？！

## 貳、研究目的、流程



### 一、氣球內氣體量與自然頻率關係

- (一)、探討同一品牌、同一規格氣球，不同填充氣體量與自然頻率關係
- (二)、探討同一品牌、不同規格氣球，填充相同氣體量與自然頻率關係
- (三)、探討不同品牌、同一規格氣球，填充相同氣體量與自然頻率關係

### 二、探討響度與位置的關係

### 三、施力大小與氣球音箱的響度關係

- (一)、未加氣球，施力大小與響度之間關係
- (二)、加上氣球，施力大小與響度之間關係

### 四、頻率與氣球音箱的響度關係

- (一)、未加氣球，頻率大小與響度之間關係
- (二)、加上氣球，頻率大小與響度之間關係

## 參、研究設備與器材

彈簧、手機(安裝 phyphox)、支撐架、打氣筒、氣球、保特瓶、電子秤、夾子

## 肆、研究過程與方法

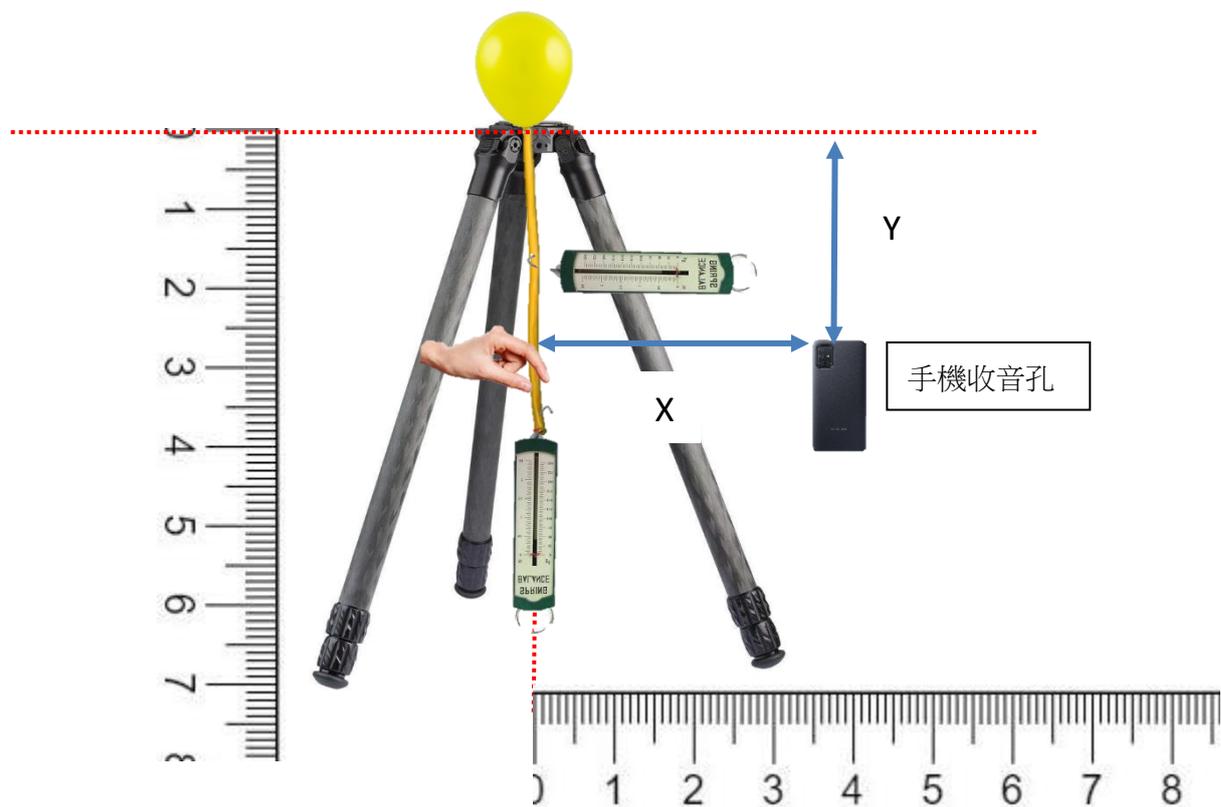
### 一、氣球吉他製作

- 1、長條氣球尾端打上兩個結，且兩個結需重疊在一起，如圖表 1。
- 2、將長條氣球打結處從圓形氣球開口處塞入氣球內，需塞至圓形氣球底端，如圖表 2
- 3、用手同時抓住圓形氣球底端及長條氣球打結處，利用橡皮筋綁緊固定，如圖表 3
- 4、將圓形氣球自開口端由內向外翻，使氣球整個翻面，橡皮筋變成在氣球內部，長條氣球在圓形氣球底端外側，如圖表 4、圖表 5
- 5、以打氣筒將圓形氣球充氣至所需大小後，用手捏緊開口處避免漏氣，並打結綁緊，如圖表 6



※以上文字及圖片取自國立工藝博物館 youtube 的氣球吉他影片

## 二、實驗裝置圖



圖表 7

## 三、實驗步驟

### (一) 氣球內氣體量與自然頻率關係

- 1、將品牌 A 的 8 吋氣球以打氣筒打氣 5 下。利用繩子讓氣球自然下垂，並把手機收音孔對準氣球中間，手指以大約相同間隔彈氣球 5 次，並利用 phphox 的聲譜功能記錄數據。
- 2、將品牌 A 的 8 吋氣球以打氣筒打氣 10 下。利用繩子讓氣球自然下垂，並把手機收音孔對準氣球中間，手指以大約相同間隔彈氣球 5 次，並利用 phphox 的聲譜功能記錄數據。
- 3、將品牌 A 的 10 吋氣球以打氣筒打氣 5 下。利用繩子讓氣球自然下垂，並把手機收音孔對準氣球中間，手指以大約相同間隔彈氣球 5 次，並利用 phphox 的聲譜功能記錄數據。
- 4、將品牌 A 的 10 吋氣球以打氣筒打氣 10 下。利用繩子讓氣球自然下垂，並把手機收音孔對準氣球中間，手指以大約相同間隔彈氣球 5 次，並利用 phphox 的聲譜功能記錄數據。

- 5、將品牌 A 的 15 吋氣球以打氣筒打氣 5 下。利用繩子讓氣球自然下垂，並把手機收音孔對準氣球中間，手指以大約相同間隔彈氣球 5 次，並利用 phphox 的聲譜功能記錄數據。
- 6、將品牌 A 的 15 吋氣球以打氣筒打氣 10 下。利用繩子讓氣球自然下垂，並把手機收音孔對準氣球中間，手指以大約相同間隔彈氣球 5 次，並利用 phphox 的聲譜功能記錄數據。
- 7、將品牌 A 的 15 吋氣球以打氣筒打氣 15 下。利用繩子讓氣球自然下垂，並把手機收音孔對準氣球中間，手指以大約相同間隔彈氣球 5 次，並利用 phphox 的聲譜功能記錄數據。
- 8、將品牌 B 的 10 吋氣球以打氣筒打氣 5 下。利用繩子讓氣球自然下垂，並把手機收音孔對準氣球中間，手指以大約相同間隔彈氣球 5 次，並利用 phphox 的聲譜功能記錄數據。
- 9、將品牌 B 的 10 吋氣球以打氣筒打氣 10 下。利用繩子讓氣球自然下垂，並把手機收音孔對準氣球中間，手指以大約相同間隔彈氣球 5 次，並利用 phphox 的聲譜功能記錄數據。

(二) 探討響度與位置的關係(如實驗裝置圖，但沒有圓形氣球)

- 1、拉伸長形氣球，利用彈簧秤測得 200gw 後固定氣球長度。再將手機收音孔放在  $X=5\text{cm}$ 、 $Y=5\text{cm}$  的地方。以彈簧施力 70gw 撥彈長條氣球來產生聲音，並利用 phphox 的聲音振幅記錄其響度。
- 2、重複步驟 1 四次。
- 3、拉伸長形氣球，利用彈簧秤測得 200gw 後固定氣球長度。再將手機收音孔放在  $X=10\text{cm}$ 、 $Y=5\text{cm}$  的地方。以彈簧施力 70gw 撥彈長條氣球來產生聲音，並利用 phphox 的聲音振幅記錄其響度。
- 4、重複步驟 3 四次。
- 5、拉伸長形氣球，利用彈簧秤測得 200gw 後固定氣球長度。再將手機收音孔放在  $X=15\text{cm}$ 、 $Y=5\text{cm}$  的地方。以彈簧施力 70gw 撥彈長條氣球來產生聲音，並利用 phphox 的聲音振幅記錄其響度。
- 6、重複步驟 5 四次。
- 7、拉伸長形氣球，利用彈簧秤測得 200gw 後固定氣球長度。再將手機收音孔放在  $X=5\text{cm}$ 、 $Y=10\text{cm}$  的地方。以彈簧施力 70gw 撥彈長條氣球來產生聲音，並利用 phphox 的聲音振幅記錄其響度。
- 8、重複步驟 7 四次。

9、拉伸長形氣球，利用彈簧秤測得 200gw 後固定氣球長度。再將手機收音孔放在  $X=5\text{cm}$ 、 $Y=15\text{cm}$  的地方。以彈簧施力 70gw 撥彈長條氣球來產生聲音，並利用 phphox 的聲音振幅記錄其響度。

10、重複步驟 9 四次。

11、拉伸長形氣球，利用彈簧秤測得 200gw 後固定氣球長度。再將手機收音孔放在  $X=5\text{cm}$ 、 $Y=20\text{cm}$  的地方。以彈簧施力 70gw 撥彈長條氣球來產生聲音，並利用 phphox 的聲音振幅記錄其響度。

12、重複步驟 11 四次。

13、拉伸長形氣球，利用彈簧秤測得 200gw 後固定氣球長度。再將手機收音孔放在  $X=5\text{cm}$ 、 $Y=25\text{cm}$  的地方。以彈簧施力 70gw 撥彈長條氣球來產生聲音，並利用 phphox 的聲音振幅記錄其響度。

14、重複步驟 13 四次。

### (三) 施力大小與氣球音箱的響度關係(如實驗裝置圖，但沒有圓形氣球)

1、將手機收音孔放在  $X=5\text{cm}$ 、 $Y=15\text{cm}$  的地方，拉伸長形氣球，利用彈簧秤測得 200gw 後固定氣球長度。以彈簧施力 170gw 撥彈長條氣球來產生聲音，並利用 phphox 的聲音振幅記錄其響度。

2、重複步驟 1 四次。

3、將手機收音孔放在  $X=5\text{cm}$ 、 $Y=15\text{cm}$  的地方，拉伸長形氣球，利用彈簧秤測得 200gw 後固定氣球長度。以彈簧施力 240gw 撥彈長條氣球來產生聲音，並利用 phphox 的聲音振幅記錄其響度。

4、重複步驟 3 四次。

5、將手機收音孔放在  $X=5\text{cm}$ 、 $Y=15\text{cm}$  的地方，拉伸長形氣球，利用彈簧秤測得 200gw 後固定氣球長度。以彈簧施力 300gw 撥彈長條氣球來產生聲音，並利用 phphox 的聲音振幅記錄其響度。

6、重複步驟 5 四次。

7、將手機收音孔放在  $X=5\text{cm}$ 、 $Y=15\text{cm}$  的地方，拉伸長形氣球，利用彈簧秤測得 200gw 後固定氣球長度。以彈簧施力 400gw 撥彈長條氣球來產生聲音，並利用 phphox 的聲音振幅記錄其響度。

8、重複步驟 7 四次。

(四) 施力大小與氣球音箱的響度關係(如實驗裝置圖，10 吋圓形氣球，打氣 10 下)

- 1、將手機收音孔放在 X=5cm、Y=15cm 的地方，拉伸長形氣球，利用彈簧秤測得 200gw 後固定氣球長度。以彈簧施力 120gw 撥彈長條氣球來產生聲音，記錄其響度。
- 2、重複步驟 1 四次。
- 3、將手機收音孔放在 X=5cm、Y=15cm 的地方，拉伸長形氣球，利用彈簧秤測得 200gw 後固定氣球長度。以以彈簧施力 200gw 撥彈長條氣球來產生聲音，記錄其響度。
- 4、重複步驟 3 四次。
- 5、將手機收音孔放在 X=5cm、Y=15cm 的地方，拉伸長形氣球，利用彈簧秤測得 200gw 後固定氣球長度。以以彈簧施力 300gw 撥彈長條氣球來產生聲音，記錄其響度。
- 6、重複步驟 5 四次。
- 7、將手機收音孔放在 X=5cm、Y=15cm 的地方，拉伸長形氣球，利用彈簧秤測得 200gw 後固定氣球長度。以以彈簧施力 400gw 撥彈長條氣球來產生聲音，記錄其響度。
- 8、重複步驟 7 四次。

(五)氣球音箱固定方法與響度關係

- 1、將手機收音孔放在 X=5cm、Y=15cm 的地方，拉伸長形氣球，利用彈簧秤測得 200gw 後固定氣球長度。以彈簧施力 170gw 撥彈長條氣球來產生聲音，氣球放置鐵環上不固定，並利用 phphpox 的聲音振幅記錄其響度
- 2、重複步驟 1 四次
- 3、將手機收音孔放在 X=5cm、Y=15cm 的地方，拉伸長形氣球，利用彈簧秤測得 200gw 後固定氣球長度。以彈簧施力 170gw 撥彈長條氣球來產生聲音，氣球利用無痕膠帶黏在鐵架的鐵條上，並利用 phphpox 的聲音振幅記錄其響度
- 4、重複步驟 3 四次



圖表 8



圖表 9

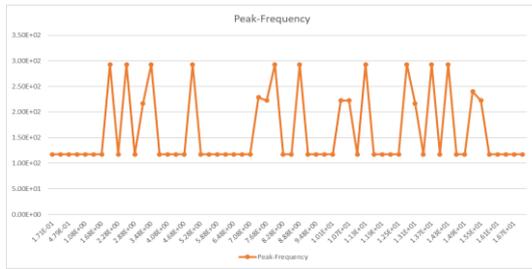
(六) 頻率與氣球音箱的響度關係(如實驗裝置圖，10 吋圓形氣球，打氣 10 下)

- 1、拉伸長形氣球，利用彈簧秤測得 200gw 後固定氣球長度。將手機收音孔放在 X=5cm、Y=15cm 的地方，以彈簧施力 200gw 撥彈長條氣球來產生聲音，利用 phphox 的聲譜功能記錄數據。
- 2、重複步驟 1 四次。
- 3、拉伸長形氣球，利用彈簧秤測得 250gw 後固定氣球長度。將手機收音孔放在 X=5cm、Y=15cm 的地方，以彈簧施力 200gw 撥彈長條氣球來產生聲音，利用 phphox 的聲譜功能記錄數據。
- 4、重複步驟 3 四次。
- 5、拉伸長形氣球，利用彈簧秤測得 300gw 後固定氣球長度。將手機收音孔放在 X=5cm、Y=15cm 的地方，以彈簧施力 200gw 撥彈長條氣球來產生聲音，利用 phphox 的聲譜功能記錄數據。
- 6、重複步驟 5 四次。
- 7、拉伸長形氣球，利用彈簧秤測得 350gw 後固定氣球長度。將手機收音孔放在 X=5cm、Y=15cm 的地方，以彈簧施力 200gw 撥彈長條氣球來產生聲音，利用 phphox 的聲譜功能記錄數據。
- 8、重複步驟 7 四次。
- 9、拉伸長形氣球，利用彈簧秤測得 400gw 後固定氣球長度。將手機收音孔放在 X=5cm、Y=15cm 的地方，以彈簧施力 200gw 撥彈長條氣球來產生聲音，利用 phphox 的聲譜功能記錄數據。
- 10、重複步驟 9 四次。

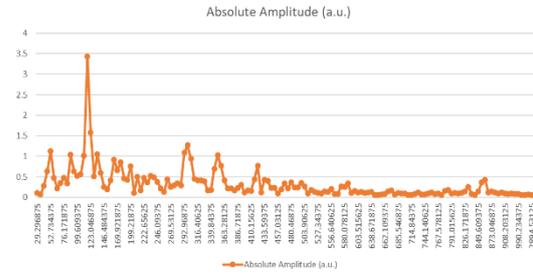
## 伍、研究結果

### 一、氣體量與自然頻率的實驗數據與關係圖

#### (一) 品牌 A 的 8 吋氣球以打氣筒打氣 5 下



圖表 10

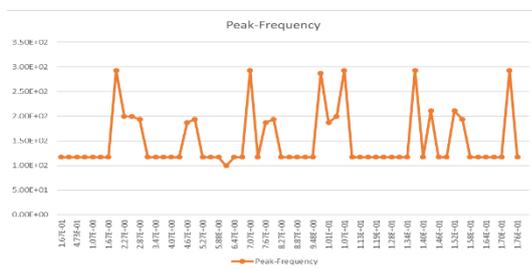


圖表 11

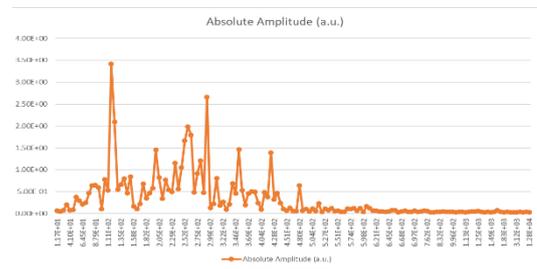
從 phphox 的聲譜功能取得的數據有時間(T)-高峰頻率(f)關係(如圖表 10)及頻率(f)-響度(a.u)關係(如圖表 11)。氣球的自然頻率，結果以在時間(T)-高峰頻率(f)關係中出現次數超過 5 次以上，且頻率(f)-響度(a.u)相對大的數據為其自然頻率。

“品牌 A 的 8 吋氣球以打氣筒打氣 5 下”的自然頻率為，117、293Hz。

#### (二) 品牌 A 的 8 吋氣球以打氣筒打氣 10 下



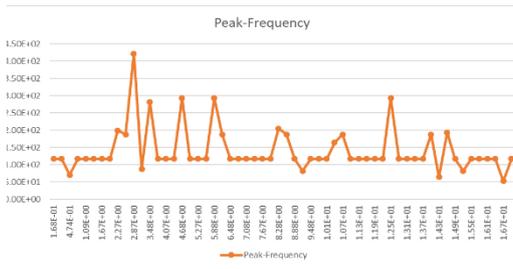
圖表 12



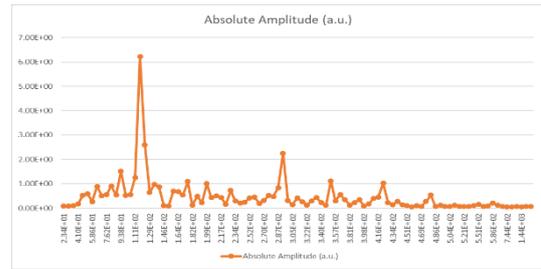
圖表 13

“品牌 A 的 8 吋氣球以打氣筒打氣 10 下”的自然頻率為，117、293Hz

(三) 品牌 A 的 10 吋氣球以打氣筒打氣 5 下



圖表 14

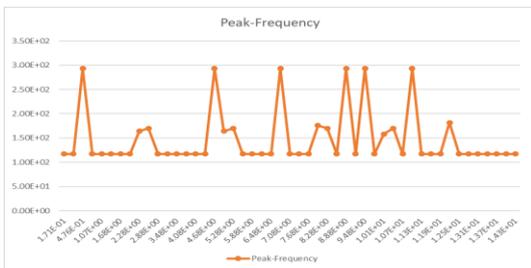


圖表 15

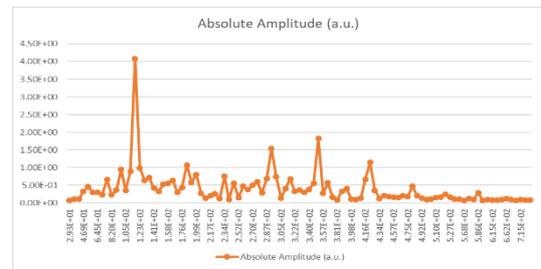
“品牌 A 的 10 吋氣球以打氣筒打氣 5 下” 的時間(T)-高峰頻率(f)關係中出現次數超過 5 次以上的頻率有 117Hz 及 188Hz，而 293Hz 只有 3 次，但 188Hz 的響度(a.u)為 0.48a.u，卻遠比 293Hz 的 2.25a.u 小。

所以，暫列“品牌 A 的 10 吋氣球以打氣筒打氣 5 下” 的自然頻率為為 117Hz、188Hz 及 293Hz

(四) 品牌 A 的 10 吋氣球以打氣筒打氣 10 下



圖表 17

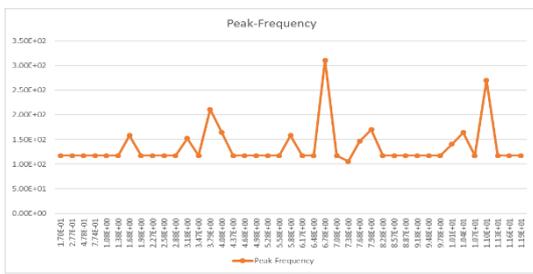


圖表 16

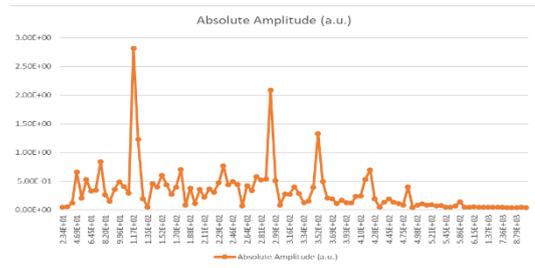
“品牌 A 的 10 吋氣球以打氣筒打氣 10 下” 的時間(T)-高峰頻率(f)關係中出現次數超過 5 次以上的頻率有 117Hz 及 293Hz，但 170Hz 卻也有 4 次。不過，170Hz 的響度(a.u)只有 0.3a.u，卻遠比 117Hz 的 4.09a.u 及 293Hz 的 1.54a.u 小。

暫列“品牌 A 的 10 吋氣球以打氣筒打氣 10 下” 的自然頻率為為 117Hz、170Hz 及 293Hz

(五) 品牌 A 的 12 吋氣球以打氣筒打氣 5 下



圖表 18

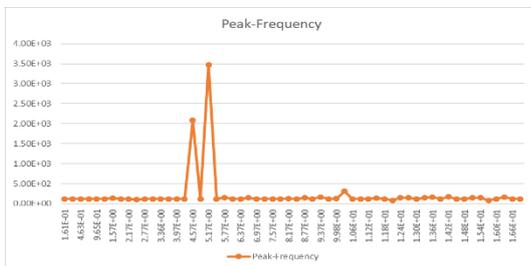


圖表 19

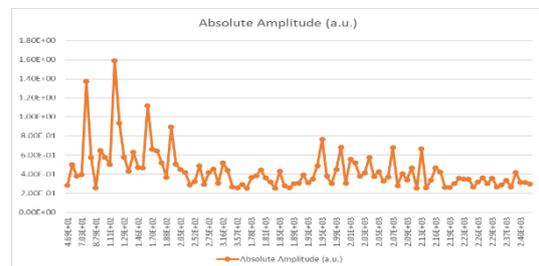
“品牌 A 的 12 吋氣球以打氣筒打氣 5 下” 的時間(T)-高峰頻率(f)關係中出現次數超過 5 次以上的頻率只有 117Hz(2.82a.u)。但是 293Hz 的響度卻有 2.09a.u。

暫列 “品牌 A 的 10 吋氣球以打氣筒打氣 5 下” 的自然頻率為為 117Hz。

(六) 品牌 A 的 12 吋氣球以打氣筒打氣 10 下



圖表 20

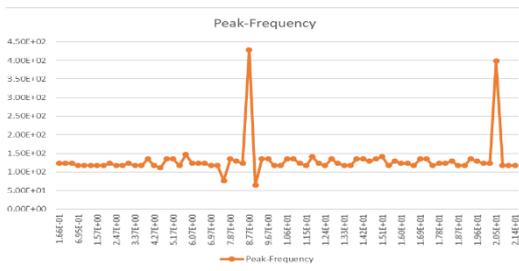


圖表 21

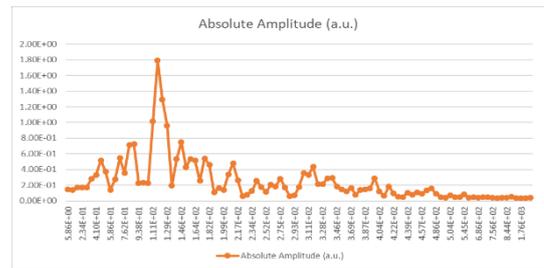
“品牌 A 的 12 吋氣球以打氣筒打氣 10 下” 的時間(T)-高峰頻率(f)關係中出現次數超過 5 次以上的頻率有 117Hz、146Hz，而 164Hz 出現 3 次。但 117Hz、146Hz、164Hz 的響度(a.u)分別為 1.59、0.47、1.12。

暫列 “品牌 A 的 12 吋氣球以打氣筒打氣 10 下” 的自然頻率為為 117Hz、146Hz、164Hz。

(七) 品牌 A 的 12 吋氣球以打氣筒打氣 15 下



圖表 22

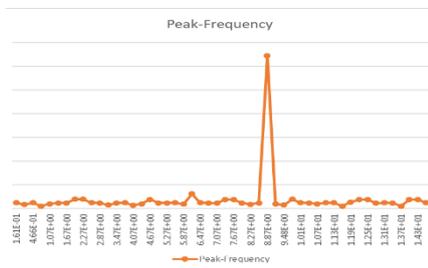


圖表 23

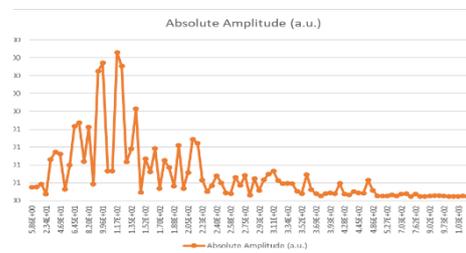
“品牌 A 的 12 吋氣球以打氣筒打氣 15 下” 的時間(T)-高峰頻率(f)關係中 117、123、129、135Hz 分別出現次數 27、18、5、15 次。而 117、123、129、135Hz 的響度(a.u)分別為 1.79、1.29、0.96、0.19。

暫列 “品牌 A 的 12 吋氣球以打氣筒打氣 15 下” 的自然頻率為 117、123、129、135Hz。

(八) 品牌 B 的 10 吋氣球以打氣筒打氣 5 下



圖表 24

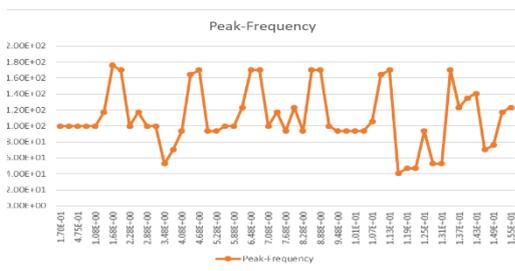


圖表 25

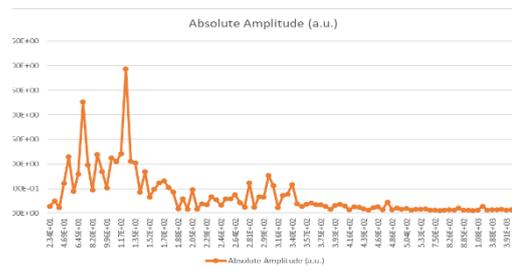
“品牌 B 的 10 吋氣球以打氣筒打氣 5 下” 的時間(T)-高峰頻率(f)關係中頻率 117、123、99.6Hz 出現次數分別為 13、13、4 次。117、123、99.6Hz 響度分別為 1.66、1.51、1.54a.u。

暫列 “品牌 B 的 10 吋氣球以打氣筒打氣 5 下” 的自然頻率為 117、123、99.6Hz

(九) 品牌 B 的 10 吋氣球以打氣筒打氣 10 下



圖表 26



圖表 27

“品牌 B 的 10 吋氣球以打氣筒打氣 10 下” 的時間(T)-高峰頻率(f)關係中頻率 93.8、99.6、117、123、170Hz 出現次數分別為 10、12、4、4、8 次。頻率 93.8、99.6、117、123、170Hz 響度分別為 0.848、0.516、1.21、2.93、0.659a.u。

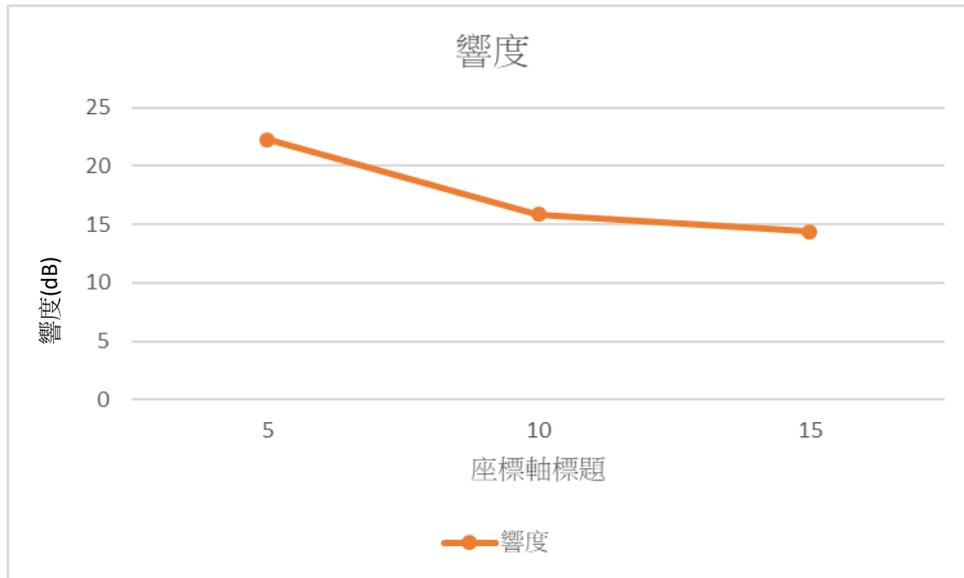
暫列“品牌 B 的 10 吋氣球以打氣筒打氣 10 下” 的自然頻率為 117、123、99.6Hz

二、響度與位置的實驗數據與關係圖(數據取得方式如備註 1)

(一)水平距離與響度

表格 1

控制	張力 200gw，施加 70gw，垂直距離 Y=5cm 的地方														
應變	X=5					X=10					X=15				
次數	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
分貝	23.16	21.9	20.44	24.95	20.82	17.22	14.85	14.77	13.72	18.82	12.91	13.13	16.58	15.85	13.43
平均	22.254					15.876					14.38				

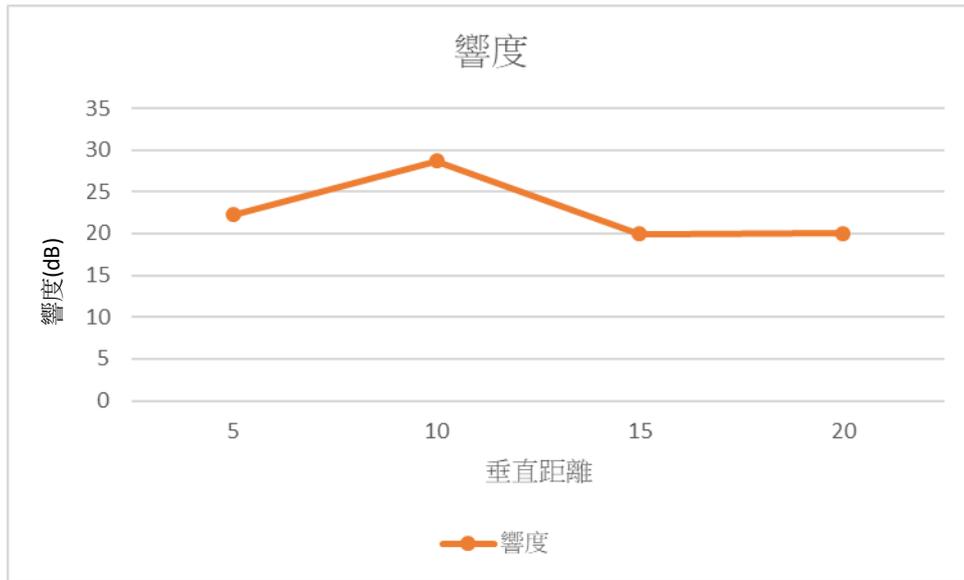


圖表 28

(二)垂直距離與響度

表格 2

控制	張力 200gw，施加 70gw，水平距離 X=5cm 的地方														
應變	Y=5					Y=10					Y=15				
次數	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
分貝	23.16	21.9	20.44	24.95	20.82	29.44	31.82	27.71	26.66	27.78	16.52	17.31	20.57	21.26	24.22
平均	22.254					28.682					19.976				
應變	Y=20														
次數	1	2	3	4	5										
分貝	17.24	21.96	18.84	20.52	21.56										
平均	20.024														

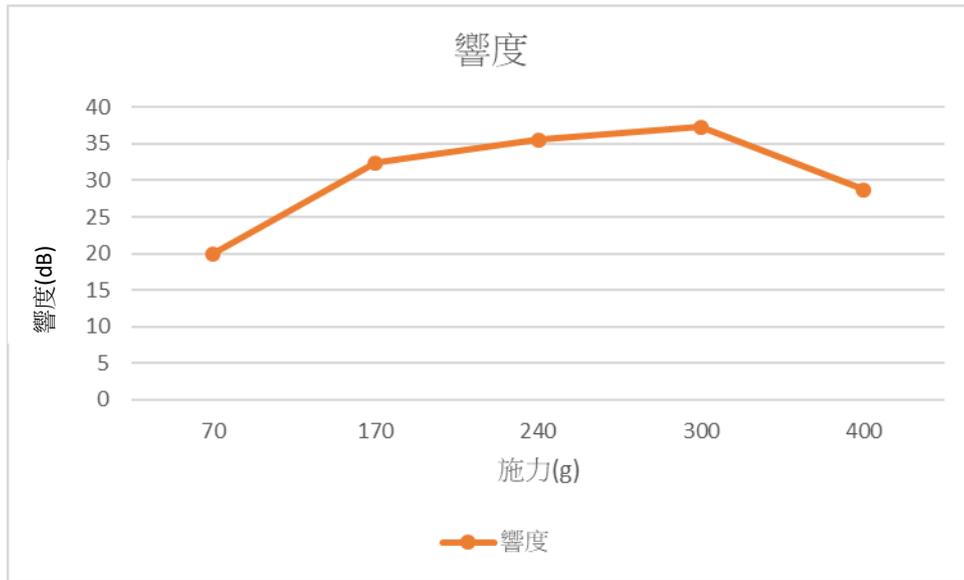


圖表 29

三、施力大小(沒有氣球音箱)與響度

表格 3

控制	張力 200gw，水平距離 X=5cm、垂直距離 15cm 的地方														
應變	F=70					F=170					F=240				
次數	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
分貝	16.52	17.31	20.57	21.26	24.22	32.08	37.81	33.04	28.04	31.18	36.81	25.84	41.46	38.56	35.12
平均	19.976					32.43					35.558				
應變	F=300					F=400									
次數	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
分貝	38.72	39.01	35.98	37.55	35.29	23.98	30.53	31.28	30.3	27.59					
平均	37.31					28.736									

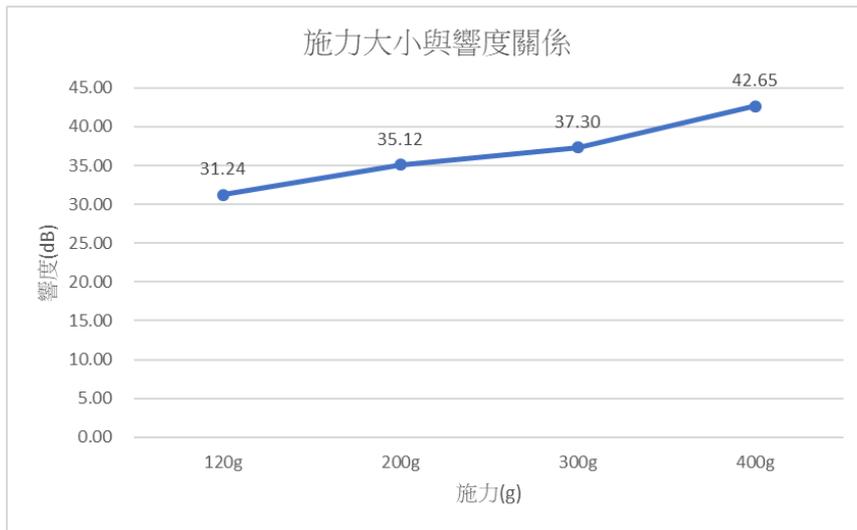


圖表 30

四、施力大小(有氣球音箱)與響度

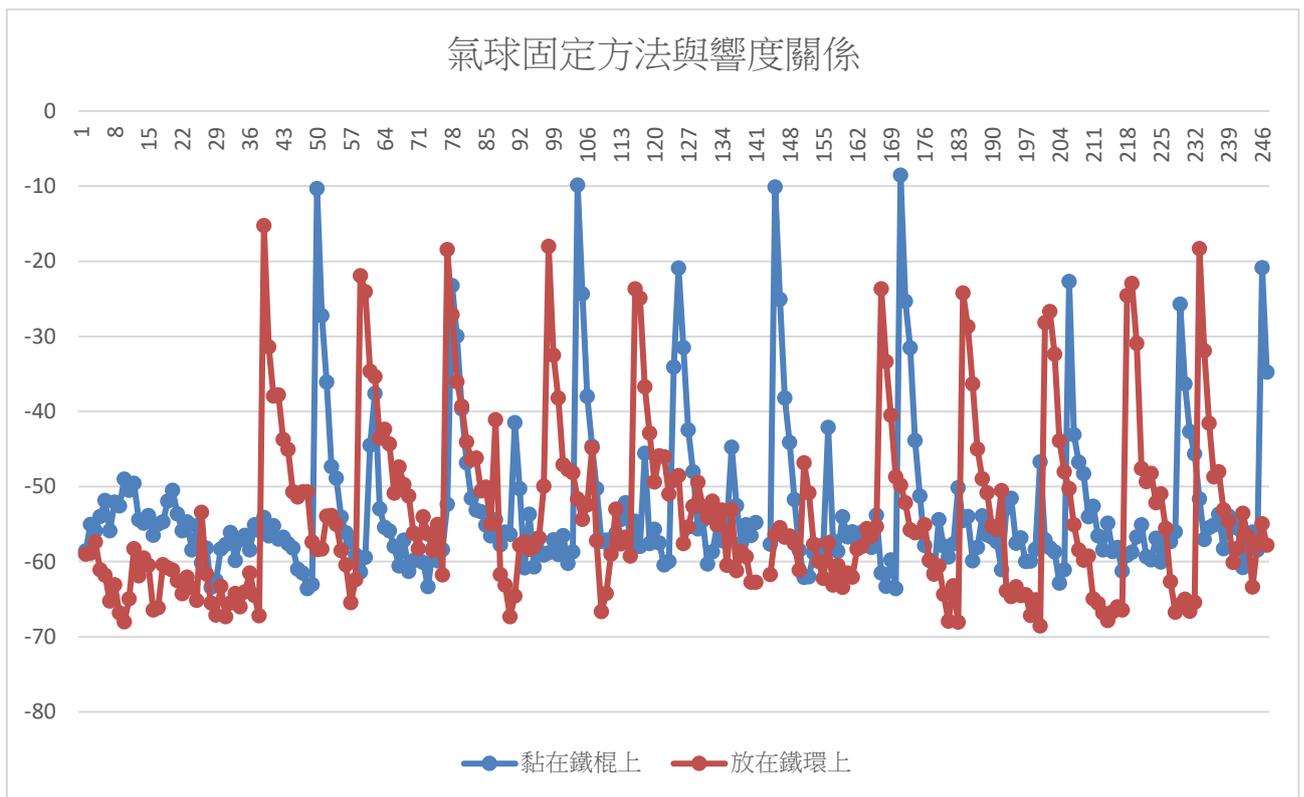
表格 4

控制	張力 200gw，水平距離 X=5cm、垂直距離 15cm 的地方														
應變	F=120					F=200					F=300				
次數	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
分貝	33.73	32.37	30.59	30.05	29.45	36.71	35.89	34.86	34.39	33.74	41.99	40.01	36.82	34.35	33.36
平均	31.24					35.12					37.30				
應變	F=400														
次數	1	2	3	4	5										
分貝	45.05	44.86	43.36	42.57	37.40										
平均	42.65														



圖表 31

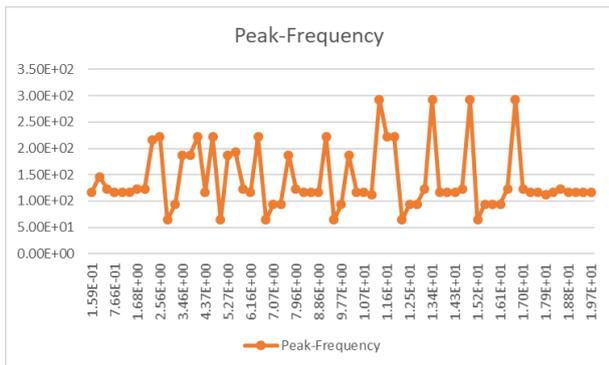
### 五、氣球音箱固定方法與響度



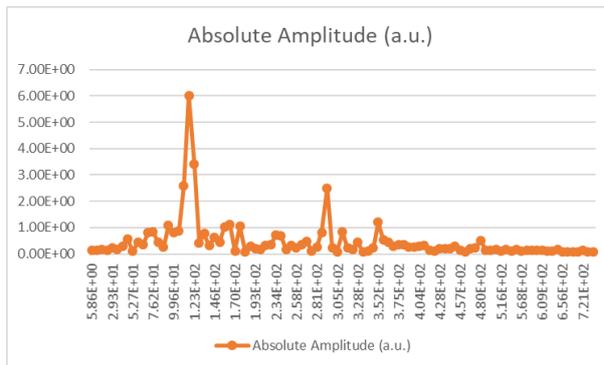
圖表 32

## 六、頻率(張力)與氣球音箱的響度

### (一)張力 200gw



圖表 33

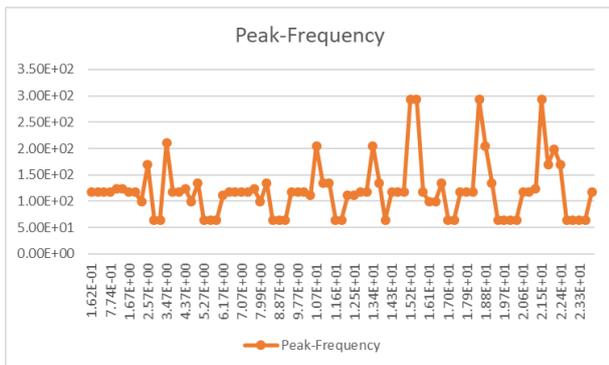


圖表 34

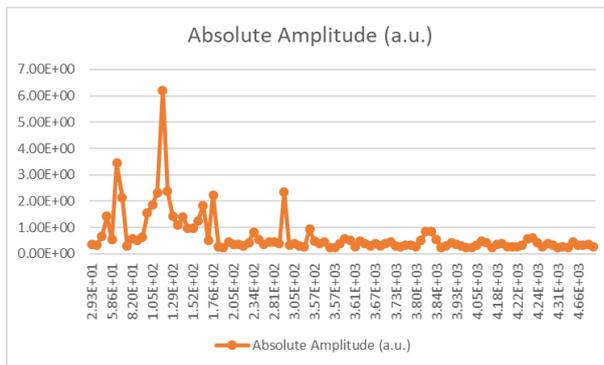
“張力 200gw” 的時間(T)-高峰頻率(f)關係中頻率 64.5、93.8、117、123、188、223Hz 出現次數分別為 6、9、21、10、5、7 次。頻率 64.5、93.8、117、123、188、223Hz 響度分別為 0.342、1.08、6.03、3.40、0.301、0.330a.u。

暫列“張力 200gw” 頻率為 117、93.8、123Hz

### (二)張力 250gw



圖表 35

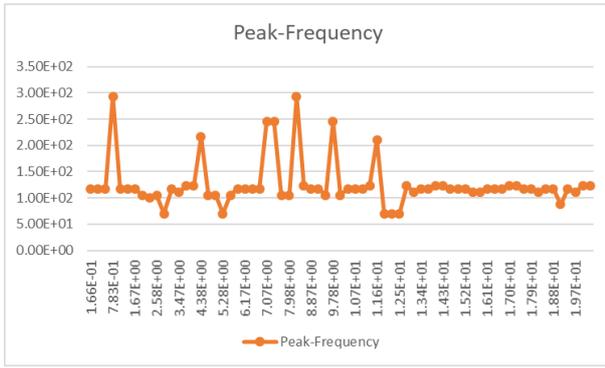


圖表 36

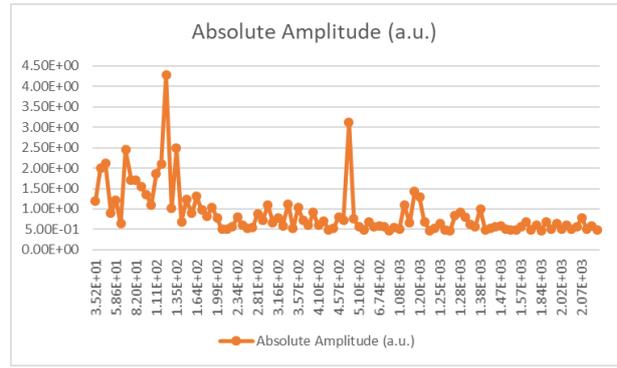
“張力 250gw” 的時間(T)-高峰頻率(f)關係中頻率 64.5、99.6、117、123、135Hz 出現次數分別為 21、5、27、5、7 次。頻率 64.5、99.6、117、123、135Hz 響度分別為 3.44、1.55、6.21、2.37、1.08a.u。

暫列“張力 250gw” 頻率為 64.5、99.6、117、123、135Hz

(二)張力 300gw



圖表 37

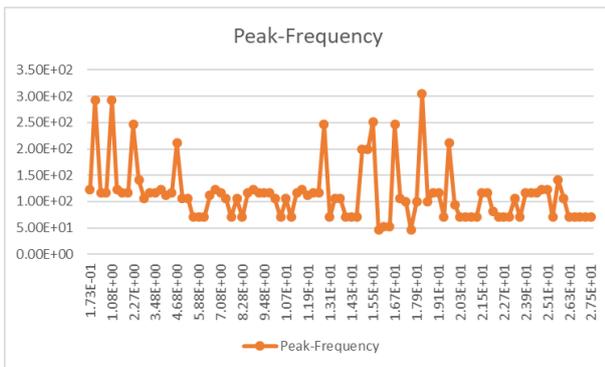


圖表 38

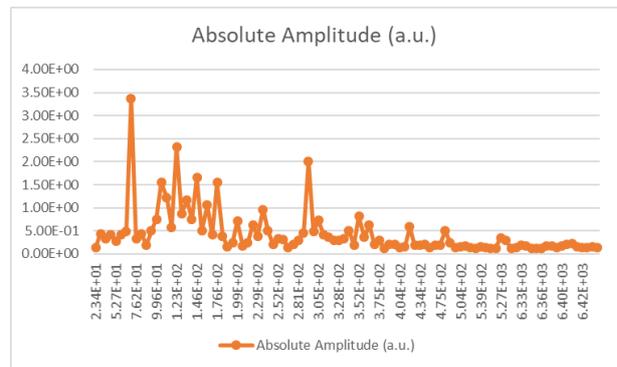
張力 300gw” 的時間(T)-高峰頻率(f)關係中頻率 70.3、105、111、117、123Hz 出現次數分別為 5、9、6、29、11 次。頻率 70.3、105、111、117、123Hz 響度分別為 2.45、1.10、1.87、2.09、4.27a.u。

暫列“張力 300gw” 頻率為 70.3、105、111、117、123Hz

(二)張力 350gw



圖表 39

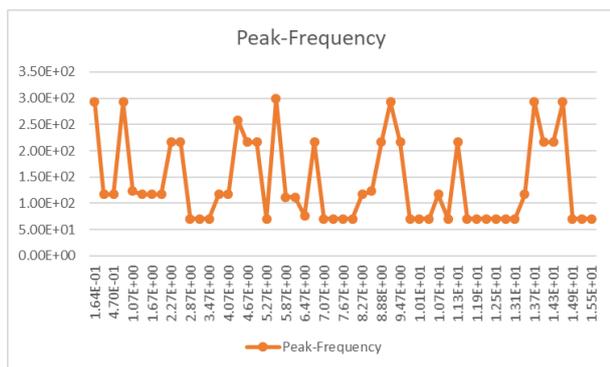


圖表 40

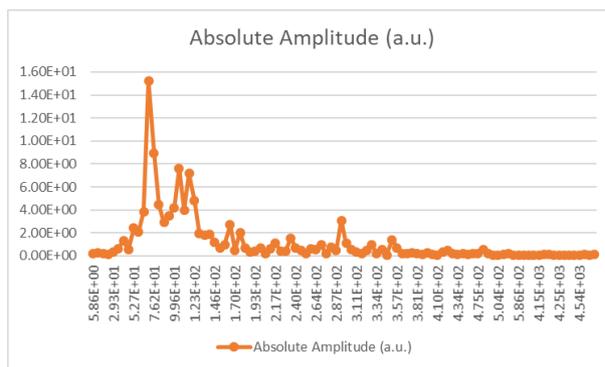
張力 350gw” 的時間(T)-高峰頻率(f)關係中頻率 70.3、105、117、123Hz 出現次數分別為 26、12、22、8 次。頻率 Hz 響度分別為 3.37、1.55、0.575、2.33a.u。

暫列“張力 350gw” 頻率為 70.3、105、123Hz

(二)張力 400gw



圖表 41



圖表 42

張力 400gw” 的時間(T)-高峰頻率(f)關係中頻率 70.3、117、217、293Hz 出現次數分別為 21、10、10、6 次。頻率 Hz 響度分別為 15.2、7.18、1.12、3.06a.u。

暫列“張力 400gw” 頻率為 70.3、117、217、293Hz

## 陸、討論

一、 氣球內氣體量與自然頻率的關係中，將各項數據整理如下表格：

表格 5

品牌	A 牌				
規格	8 吋		10 吋		
氣體量	5 下	10 下	5 下	10 下	
自然頻率	117、293	117、293	117、188、293	117、170、293	
品牌	A 牌			B 牌	
規格	12 吋			10 吋	
氣體量	5 下	10 下	15 下	5 下	10 下
自然頻率	117、(293)	117、146 164	117、123 129、135	117、123 99.6	117、123 99.6

(一)不管何種品牌的氣球，都有一個共同的自然頻率 117Hz，或許這是因為氣球的製作的過程的材料或程序有共同方法。

(二)A 牌的氣球不管其氣體填充量多寡，都沒有 B 牌氣球 99.6Hz 這個頻率的出現，表示二種品牌還是存在著一些差異。

(三)不管 A 牌或 B 牌氣球，氣體填充量的多寡並不影響其中一個頻率，這可能跟氣球的材質關係較大，與氣體填充量無關。而少量的氣體填充影響自然頻率不大，需要氣體量多一點時才開始改變自然頻率。

## 二、響度與位置的關係

此實驗只有使用長形氣球當做發音體，是為了最後在探討頻率對音箱的影響中固定量測響度的位置。如常識，由圖表 28 知，離發音體愈遠(水平距離)，響度就會愈小。

長形氣球的上下兩端是固定的，其響度在兩端是最小的，如圖表 29。這應該是因為兩端固定，所以其振動是最小的原因。

由此實驗結果，接下來的實驗量測響度的位置將為水平距離  $X=5\text{cm}$ 、垂直距離  $15\text{cm}$  的地方。

## 三、施力大小與響度關係

(一)在沒有音箱(圓形氣球)下要探討施力大小與響度關係時，必須將弦(長形氣球)二端固定。在實驗時，當施力大到一個程度後，現場就覺得似乎音量變小，經檢測數據，如圖表 30，果然音量到一個程度後會下降。這可能因為長形氣球已經超過其彈性負荷範圍，變得振動幅度不規則了。

(二)在有音箱(圓形氣球)下要探討施力大小與響度關係時，因為弦(長形氣球)連接音箱(圓形氣球)這端並未完全固定不動，而是振動時帶動音箱一起振動。實驗結果顯示，如圖表 31，施力愈大，音量也愈大。

(三)由前述二項實驗結果，因此多探討音箱固定方法與音量的關係，如下個實驗結果。

## 四、氣球音箱固定方法與響度，結果如圖表 32。

將圓形氣球放在鐵環上時，當施力愈大，氣球卡在鐵環的力量也愈大，愈不容易振動，其音量相對黏在鐵棍上小一些。此可能是因黏在鐵棍上時，弦振動後帶動氣球振動，而鐵棍也會稍微振動。

此結果或許可以說明“共鳴箱”是因受迫振動而增加響度。

## 五、頻率(張力)與氣球音箱的響度

因為實驗裝置要調整弦的頻率剛好符合音箱的自然頻率很困難，所以以漸進加大張力來改變弦的振動頻率，看“是否”剛好因為弦的頻率改變而影響音箱響度，其結果整理如下表格。

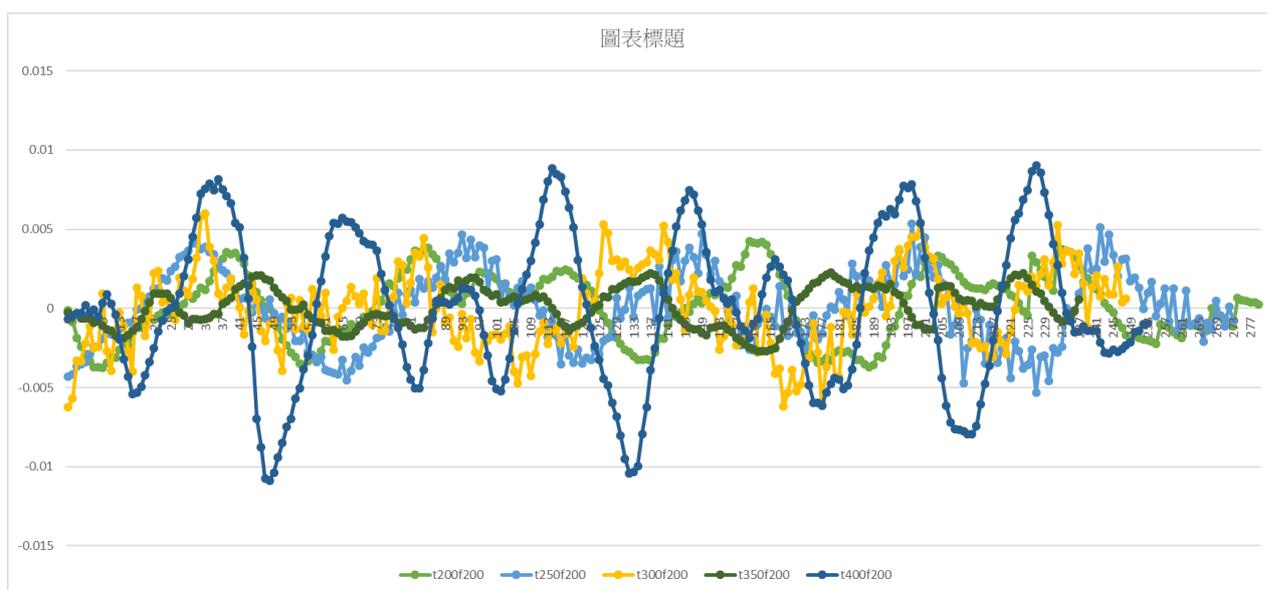
表格 6

張力	200gw	250gw
頻率	64.5、93.8、117、123、188、223	64.5、99.6、117、123、135
次數	6、9、21、10、5、7	21、5、27、5、7
響度(a.u)	0.342、1.08、6.03、3.40、0.301、0.330	3.44、1.55、6.21、2.37、1.08
張力	300gw	350gw
頻率	70.3、105、111、117、123	70.3、105、117、123
次數	5、9、6、29、11	26、12、22、8
響度(a.u)	2.45、1.10、1.87、2.09、4.27	3.37、1.55、0.575、2.33
張力	400gw	10吋氣球 10下氣體
頻率	70.3、117、217、293	自然頻率
次數	21、10、10、6	117、170、293
響度(a.u)	15.2、7.18、1.12、3.06	

※表格中以紅色標出的數字為氣球吉他的頻率

(一) 填充 10 下氣體的 10 吋氣球的自然頻率為 117、170、293Hz。其中 117Hz，除了張力 350gw 在振動時沒有出現之外，其他的張力都有出現。而 170Hz 全部都沒有出現。但，293Hz 只出現在張力 400gw 中。張力 350gw 的振動頻率皆和 10 吋氣球的自然頻率皆不同。

(二) 將 5 次張力(頻率)與響度(a.u)實驗的響度與時間關係繪在同一圖表中，如下圖表 43。可以發現張力 200、250、300gw 的響度大小相似，而 400gw 最大，350gw 最小。這或許可以證明音箱的響度放大和”共鳴”也有關係。

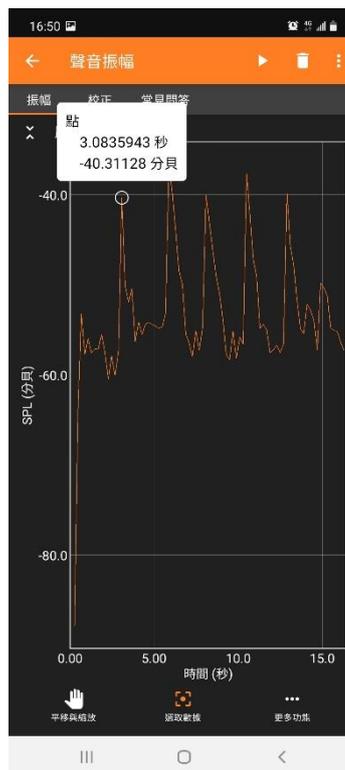
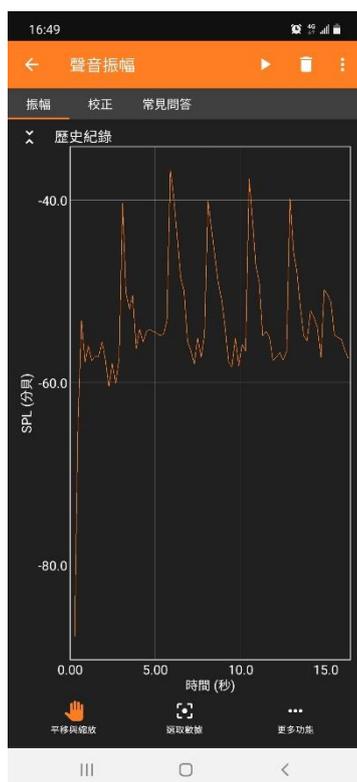


圖表 43

## 柒、結論

- 一、氣球的製作過程應該存在相似的材質或過程，所以，不管氣球尺寸及品牌都有相似的自然頻率。
- 二、氣球內的氣體填充量要夠多才會影響其自然頻率。
- 三、離氣球吉他愈遠，其響度必然變小。但和吉他距離相同時，會存在一些位置，響度是較大的。
- 四、音箱因弦而受迫振動是可以協助增加響度的，所以，音箱的固定方法是對響度有影響的。
- 五、音箱放大弦振動的響度和共鳴也有關係的。當弦的振動頻率和音箱的自然頻完全不同時，音箱放大響度的效果就會變差，若有更多頻率相同，放大響度效果就會好很多。
- 六、此研究是用國中實驗室及文具行拿的到器材做實驗，並沒有太嚴謹，所以結果尚需其他更好的方法來驗證。

備註 1：利用 phyphox 測量五次數據如下圖左。以排除 5 次高峰的所有數據平均為背景響度，再將每次的測量結減掉背景響度為該次數數據。如下圖右 $(-40.31)-(-53.22)=12.91\text{dB}$



## 捌、參考文獻資料

1. <http://www.masters.tw/147/%E5%85%B1%E9%B3%B4%E7%AE%B1%E6%98%AF%E8%97%89%E7%94%B1%E5%85%B1%E6%8C%AF%E4%BE%86%E5%A2%9E%E5%BC%B7%E8%81%B2%E9%9F%B3%E7%9A%84%E9%9F%BF%E5%BA%A6>
2. <https://higwhscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=19239>
3. <https://kknews.cc/zh-tw/culture/gw99av3e.html>
4. <http://www.acoustics.org.tw/committee/2006/pdf/A7.pdf>
5. <https://www.phy.ntnu.edu.tw/demolab/phpBB/viewtopic.php?topic=878>
6. <https://slc.nstm.gov.tw/Teachingw/Details.aspx?Parser=99,4,26,,,269>