

中華民國 第 49 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 物理科

佳作

080108

『肚』裡乾坤，不同凡『響』

學校名稱：臺南市中西區協進國民小學

作者：	指導老師：
小六 邱劭亭	鄭育杰
小六 蔡菀珊	侯秀雯

關鍵詞：音箱、音量、不同形狀

摘要

有一次，我們看到社會老師在彈吉他，一看到吉他有著葫蘆狀的大肚子，我們就想說，為什麼吉他是葫蘆狀呢？難道不能其他的形狀嗎？因此，我們就想要來研究肚裡有什麼奧秘。

透過不同的形狀、體積、厚度、材質、開洞的大小及位置、蜂鳴器力道、骨棒排列方式等實驗中，瞭解這些因素對音箱會有不同的影響力。

親手作音箱，了解原來樂器的肚子裡蘊藏許多不為人知的秘密，我們發現不同形狀的音箱都有它們專屬的聲音特性，改變其中一個變因，音箱的組合就會有所不同，也會呈現出另一種樂器的風貌。

壹、研究動機

有一次，我們看到社會老師在彈吉他，一看到吉他有著葫蘆狀的大肚子，我們就想說，為什麼吉他是葫蘆狀呢？難道不能有其他形狀嗎？於是我們請老師來指導我們研究這個問題。

貳、研究目的

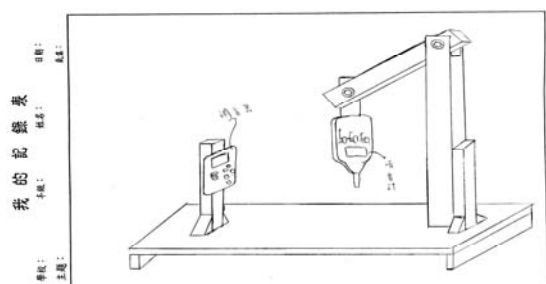
- 一、了解音箱的發音方式及發音的特性。
- 二、探究不同形狀音箱的哪些因素會影響聲音的變化。

參、研究器材

器材名稱	器材圖片	製作過程
噪音架		1.做一個長 55.5cm、寬 16cm，高 6cm 底座。 2.底座上釘兩隻長、短角木（長角木：有三段木頭，分別是 73.5、42、27.5cm，用螺母將三段木頭固定，第三段木頭固定分貝計；短角木 19.5cm，主要固定調音器） 3 在一端固定電池。
分貝計		測量聲音的高低。
蜂鳴器		當作樂器發聲固定的音量。
木棒		長 30cm、寬 2cm、高 2cm，用來調整分貝計是否垂直。
調音器		在噪音架的另一端，調音器後用魔鬼粘固定住。
收音麥克風		架在洞口收音。
Audacity 軟體		透過麥克風進行錄音，觀察波形。
螺帽		三個螺帽所組成，共重 49 克，控制蜂鳴器的力道。
電池		使用 9v 的電池，提供蜂鳴器電源使用。

電線、鯊魚夾		設計電流通路，控制通路斷路。
壓克力中心板		長 13cm 寬 11cm 的透明壓克力板，上面畫了半徑 1cm、2cm、3cm 的圓，控制分貝計的位置。

肆、實驗裝置



伍、研究問題

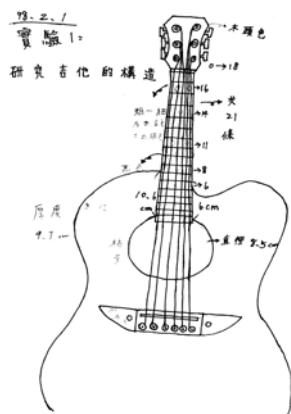
- 一、不同形狀的音箱會有什麼差異？
- 二、不同大小的音孔對音箱有什麼影響？
- 三、不同體積的音箱有什麼不同？
- 四、形狀、體積與音孔對音箱有什麼影響？
- 五、不同形狀的梯形音箱有什麼差別？
- 六、不同位置的開孔音箱對聲音有什麼影響？
- 七、不同厚度的梯形對音箱會不會有影響？
- 八、不同材質的梯形對音箱會不會有影響？
- 九、面板的厚薄對音箱會不會有影響？
- 十、改變蜂鳴器的力道對音箱會不會有影響？
- 十一、骨棒排列的不同對音箱會不會有影響？
- 十二、音箱的共鳴情形？

陸、研究過程與結果

一、實驗一：認識弦樂器（吉他）

（一）方法：老師特地買了一把吉他來讓我們觀察，藉由觀察外形並了解它的發音情形。

（二）描繪吉他：



（三）討論：

1. 吉他有六根弦，它的粗細鬆緊都不同，是用手撥弦發出聲音的。
2. 弦樂器都有不同的肚子，彈奏起來非常優美悅耳，我們覺得吉他的肚子長的像葫蘆狀，能不能有其他的形狀呢？
3. 每次在撥弦的時候，都很難控制力道大小，我們想了很久，想到利用生活中的鬧鐘，裡面的發音器（蜂鳴器）來當作固定的發聲體。
4. 每一次撥弦，吉他面板會跟著震動，遮住洞口，發現產生的結果也會不同。

二、實驗二：容量相同、形狀不同的音箱會不會影響聲音的大小和高低？

(一) 保持不變變因：

- | | |
|-----------------------|---------------------|
| 1.材質(夾板厚度 0.3 公分) | 2.音箱體積(1000 立方公分) |
| 3.音箱高度(10 公分) | 4.開洞位置(中心點) |
| 5.開洞半徑 1 公分 | 6.同一個的操作者 |
| 7.壓力(放置螺帽 49g) | 8.噪音架的位置(地上) |
| 9.地點(視聽教室) | 10.蜂鳴器的位置(離洞口 4 公分) |
| 11.分貝計位置(洞口上方 0.3 公分) | |

(二) 改變變因：形狀不同〈三角、正方、長、梯、五、六、七、八、圓形〉

(三) 實驗器材：音箱、噪音架、蜂鳴器、分貝計、調音器、螺帽、魔鬼粘、老虎鉗、電池、木條(垂直)、壓克力板(對中心)、麥克風、電腦

(四) 實驗步驟：

- 1.先以正方形體積 1000 立方公分為基準，決定出正方形體積的長 10cm、寬 10cm、10cm，固定所有形狀的高皆為 10cm，再由底面積 100 平方公分，依序算出不同形狀的大小。

三角形：底 $\times$ 高 $\div 2 = 100$ 我們反推底跟高 $100 \times 2 = 200$ 再用短除法配出 底 20 cm 高 10 cm

長方形：長 $\times$ 寬 $= 100$ 用短除法推出長 20cm 跟寬 5cm。

梯形：(上底+下底) $\times$ 高 $\div 2 = 100$ 反推上底、下底跟高 $100 \times 2 = 200$ 再用短除法配出上底 3 cm 和下底 7 cm 高 20 cm。

圓形：半徑 $\times$ 半徑 $\times 3.14 = 100$ 反推半徑 $100 \div 3.14 \div 31.84$ ，31.84 的開根號約是 5.6，半徑是 5.6cm。

五邊形：底 $\times$ 高 $\div 2 \times 5 = 100$ 所以底 $\times$ 高 $= 40$ 先假設半徑 5.6 cm 畫圓，算出來的底面積不到 100 所以半徑要再加數字，最後找出半徑 6.7 所畫出的五邊形面積 102 平方公分最接近 100 平方公分。

六邊形：底 $\times$ 高 $\div 2 \times 6 = 100$ 所以底 $\times$ 高 $\div 33.3$ 先假設半徑 6 cm 畫圓，算出來的底面積不到 100，所以半徑要再加數字，最後找出半徑 6.3 所畫出的六邊形面積 100.044 平方公分最接近 100 平方公分。

七邊形：底 $\times$ 高 $\div 2 \times 7 = 100$ 所以底 $\times$ 高 $\div 28.6$ 先假設半徑 6 cm 畫圓，算出來的底面積不到 100，所以半徑要再加數字，最後找出半徑 6.1 所畫出的七邊形面積 102.2 平方公分最接近 100 平方公分。

八邊形：底 $\times$ 高 $\div 2 \times 8 = 100$ 所以底 $\times$ 高 $= 25$ 先假設半徑 6 cm 畫圓，算出來的底面積不到 100 所以半徑要再加數字，但是加了數字後，沒有比加了數字前更接近 100 平方公分，所以最後找出半徑 6 cm 所畫出的八邊形，面積 96 平方公分最接近 100 平方公分。

- 2.在厚度 0.3cm 的木板上畫出各形狀的尺寸並且把要組裝時木板厚度考慮進去。
- 3.請老師幫我們用線鋸機切割木板，再用砂紙把木板磨平。
- 4.用白膠先把木片底面及側邊組裝起來，等音箱牢固了把裡面接縫處用白膠封住。
- 5.在蓋子的中心位置畫半徑 1cm 的圓，並且請老師幫我們開洞。
- 6.最後再黏上蓋子，把外面接縫處用白膠封住，防止聲音外漏。
- 7.逐一將不同形狀的音箱〈三角形、正方形、長方形、梯形、五邊形、六邊形、七邊形、八邊形、圓形〉放在噪音架上，調整分貝計位置(用壓克力板調整在洞口上方 0.3 cm，用木條量垂直)，蜂鳴器位置放在離洞口 4cm 的位置上，用螺帽壓住，在另一端用魔鬼粘固定調音器。
- 8.將鱷魚夾子接上電源通路，測量音量及音高並紀錄下來。

體積為 1000 cm^3 (單位：公分)

三角形
20
10
10
1000

	正方形
邊長	10
邊長	10
柱高	10
總體積	1000

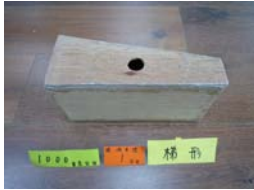
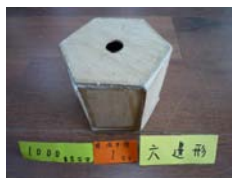
	長方形
長	20
寬	5
柱高	10
總體積	1000

	梯形
上底	3
下底	7
高	20
柱高	10
總體積	1000
斜邊	21

	五邊形	六邊形	七邊形	八邊形
半徑	6.7	6.3	6.1	6
外面的邊	7.7	6.3	5.3	4.6
內三角的高	5.5	5.4	4.8	4
柱高	10	10	10	10
總體積	1020.25	1000.44	1022	960

	圓形
半徑	5.6
柱高	10
總體積	984.7

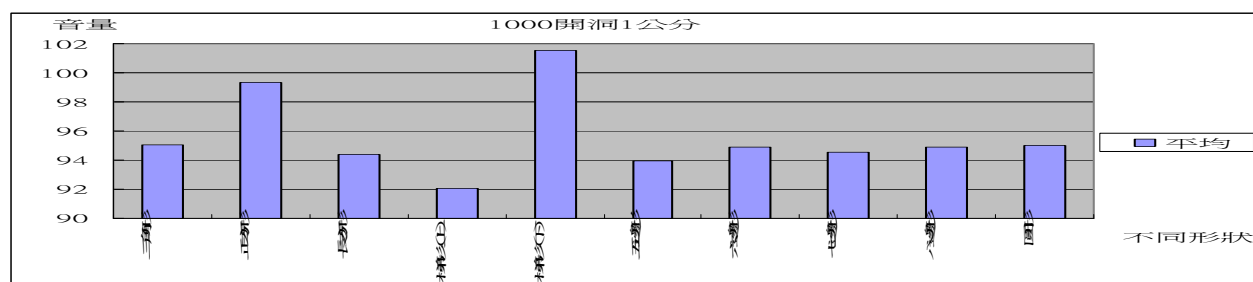
體積 1000 立方公分開洞 1 公分

				
三角形	正方形	長方形	梯形	五邊形
				
六邊形	七邊形	八邊形	圓形	

(六) 實驗結果：

1. 音量 (1000 開洞 1 公分)

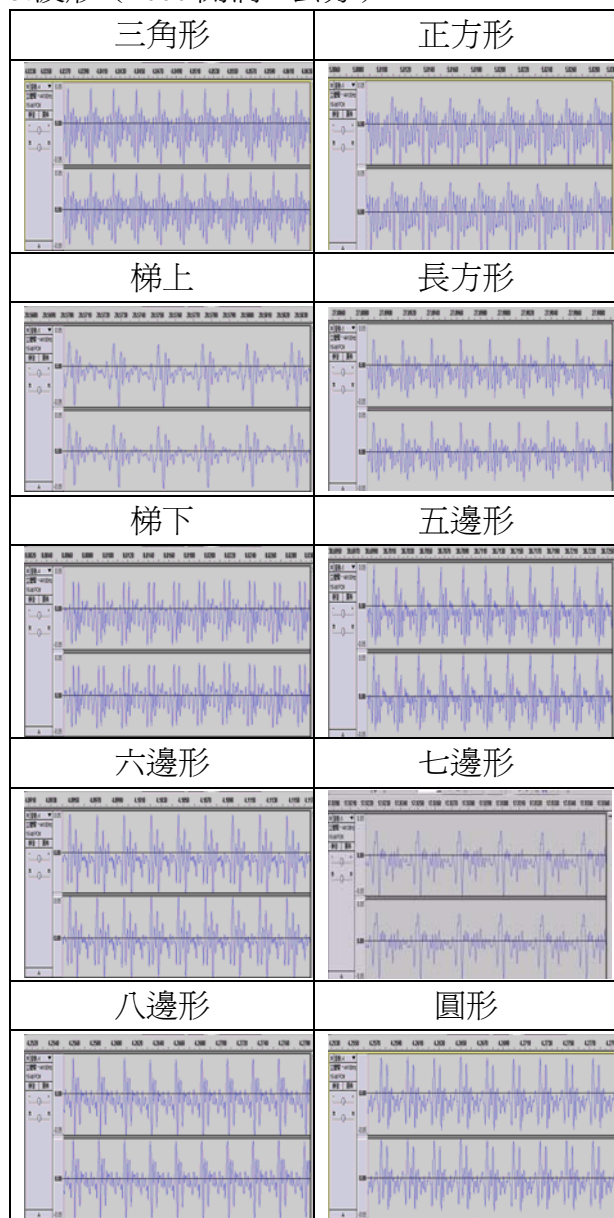
	三角形	正方形	長方形	梯(上)	梯(下)	五邊形	六邊形	七邊形	八邊形	圓形
1	95.3	99.5	94.4	91.9	101.5	94	94.9	94.3	95.3	95.2
2	94.8	99.3	94.4	92.3	101.6	93.9	95	94.6	94.9	94.9
3	95.3	99.3	94.3	92.2	101.5	93.9	94.9	94.6	95	94.9
4	94.9	99.3	94.5	92	101.7	94	94.9	94.6	95	94.9
5	94.9	99.4	94.5	91.9	101.5	93.9	94.8	94.7	95.1	95.2
平	95.04	99.36	94.42	92.06	101.56	93.94	94.9	94.56	94.9	95.02



2.音高 (1000 開洞 1 公分)

次數	三角形	正方形	長方形	梯 (上)	梯 (下)	五邊形	六邊形	七邊形	八邊形	圓形
1	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4G	4G	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b
2	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4G	4G	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b
3	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4G	4G	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b
4	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4G	4G	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b
5	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4G	4G	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b

3.波形 (1000 開洞 1 公分)



(七) 討論與發現：

- 實驗發現相同體積，不同形狀音箱的音高幾乎是 4A^b，只有梯形是 4G，音高偏低，而且所呈現的波形每個都不同。
- 相同體積，不同形狀音箱的音量都不一樣。梯（上）最小聲，同樣是梯形，上底和下底的數據卻差很多（上底:92.06,下底:101.56），梯（下）最大聲，跟吉他的構造很像，是否跟蜂鳴器所在位置的面積有關，但梯形(上、下)的音高卻是一樣（4G），所以音量跟音高沒有直接關係。
- 除了梯（下）跟長方形音量比較高之外，其他音量都差不多，而且多邊形數據都很接近（五邊形 93.94，六邊形 94.9，七邊形 94.56，八邊形 94.9，圓形 95.02），因為常常看到六邊形、八邊形及圓形的樂器，我們本來覺得愈接近圓形，應該會愈大聲，結果卻不是。
- 多邊形的五邊形跟七邊形聲音變小聲，而且形狀不對稱、不穩固、不美觀，我們想可能是因為這些原因，所以沒有樂器選用五邊形跟七邊形當音箱。

三、實驗三：不同大小音孔的音箱對音量和音高會不會有影響？

(一) 保持不變變因：

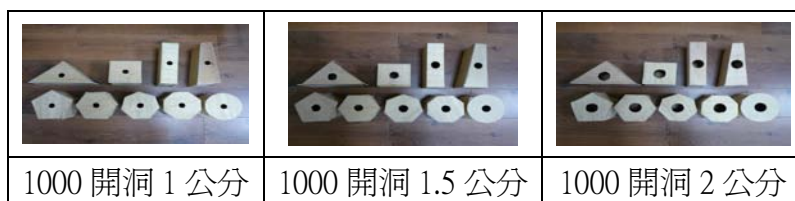
- | | | |
|-------------------|---------------|---------------------|
| 1.容量體積（1000 立方公分） | 2.同一個操作的人 | 3.噪音架的位置（地上） |
| 4.洞的位置（中心點） | 5.地點(視聽教室) | 6.蜂鳴器位置（離洞中心 5 cm） |
| 7.壓力（放置螺帽 49g） | 8.木板厚度（0.3cm） | 9.分貝計位置(洞口上方 0.3mm) |

(二) 改變變因：洞的大小（半徑 1、1.5、2cm）

(三) 實驗材料：音箱、噪音架、蜂鳴器、分貝計、調音器、螺帽、魔鬼粘、老虎鉗、電池木條（垂直）、壓克力板（對中心）、麥克風、電腦

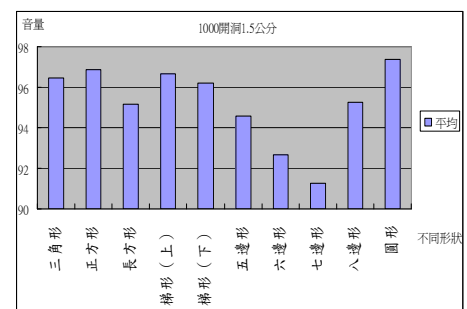
(四) 實驗步驟：

- 1.以相同體積 1000 立方公分為基準，在厚度 0.3cm 的木板上畫出各形狀的尺寸並且要將組裝時木板厚度考慮進去，請老師幫我們用線鋸機切割木板。
- 2.用白膠先把木片底面及側邊組裝起來，等音箱牢固了把裡面接縫處用白膠封住。
- 3.將蓋子在中心位置畫圓，開洞半徑 1.5 公分，2 公分，最後再黏上蓋子，把外面接縫處用白膠封住。
- 4.接下來逐一將不同形狀的音箱〈三角形、正方形、長、梯、五、六、七、八、圓形〉放在噪音架上調整位置。(壓克力板調整分貝計在洞口上方 0.3 cm 對準音箱中心及用木條調整分貝計垂直壓克力板)，蜂鳴器位置放在離開洞口圓心 5cm 的位置上，用螺帽壓住，同時在另一端用魔鬼粘固定調音器。
- 5.將鱷魚夾子接上電源，測量音量及音高並紀錄下來。



(五) 實驗結果： 1.音量（1000 開洞 1.5 公分）

	三	正	長	梯上	梯下	五	六	七	八	圓
1	96.5	96.9	95.2	96.8	96.1	94.7	92.7	91.2	95.4	97.4
2	96.6	96.8	95.4	96.8	96.3	94.6	92.7	91	95.1	97.3
3	96.3	96.7	95.2	96.6	96.1	94.5	92.8	91.4	95.2	97.4
4	96.4	96.8	95.1	96.6	96.1	94.4	92.5	91.4	95.1	97.4
5	96.4	97.1	95	96.6	96.4	94.7	92.6	91.3	95.5	97.4
平	96.44	96.86	95.18	96.68	96.2	94.58	92.66	91.26	95.26	97.38

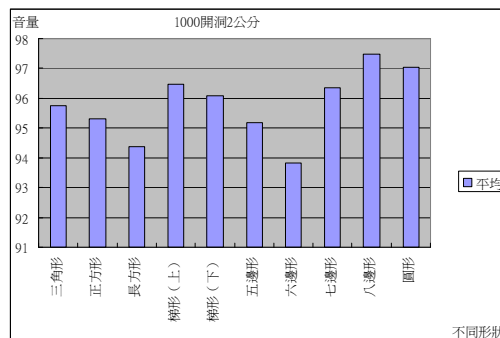


音高（1000 開洞 1.5 公分）

	三	正	長	梯上	梯下	五	六	七	八	圓
1	4A ^b	4G	4A ^b	4A ^b	4A ^b	5A ^b	4G	4B ^b	4A ^b	4A ^b
2	4A ^b	4G	4A ^b	4A ^b	4A ^b	5A ^b	4G	4B ^b	4A ^b	4A ^b
3	4A ^b	4G	4A ^b	4A ^b	4A ^b	5A ^b	4G	4B ^b	4A ^b	4A ^b
4	4A ^b	4G	4A ^b	4A ^b	4A ^b	5A ^b	4G	4B ^b	4A ^b	4A ^b
5	4A ^b	4G	4A ^b	4A ^b	4A ^b	5A ^b	4G	4B ^b	4A ^b	4A ^b

2.音量（1000 開洞 2 公分）

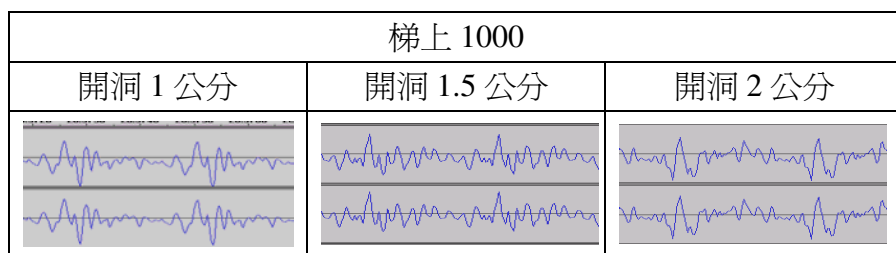
	三	正	長	梯上	梯下	五	六	七	八	圓
1	95.8	95.1	94.4	96.3	95.8	95	93.9	96.7	97.6	97.3
2	95.7	95.4	94.3	96.4	96.2	95.2	93.9	96.5	97.6	97.2
3	95.8	95.4	94.4	96.5	96.1	95.2	93.8	96.3	97.5	96.2
4	95.7	95.3	94.3	96.7	96.1	95.2	93.8	96.2	97.4	97.2
5	95.7	95.3	94.5	96.4	96.2	95.3	93.7	96.1	97.3	97.3
平均	95.74	95.3	94.38	96.46	96.08	95.18	93.82	96.36	97.48	97.04



音高（1000 開洞 2 公分）

	三	正	長	梯上	梯下	五	六	七	八	圓
1	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4G	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b
2	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4G	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b
3	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4G	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b
4	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4G	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b
5	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4G	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b

波形



（六）討論與發現：

- 1、音孔變大，各形狀之間的音量或音高沒有呈現一定的變大或變小，像正方形、梯形（下）洞越大音量越小；五邊形、八邊形洞越大，音量越大，音高卻相同。音量變化最多的八邊形（相差 2.58），最小的是長方形（相差 0.8）。在開洞 1 公分實驗中，最大聲是梯（下）（101.56），最小聲是梯（上）（92.06）。開洞 1.5 公分最大聲是圓形（97.38），最小聲是七邊形（91.26）。開洞 2 公分最大聲是八邊形（97.48），最小聲是六邊形（93.82）。三種開洞的音箱中，梯（下）開洞 1 公分最大聲。
- 2、開洞 1 公分洞的音箱因形狀不同，音量大不相同，開洞 1.5 和 2 公分的音量數據則比較接近，表示相同體積當洞開越大，形狀的影響愈小。（只開到 2 公分是有些形狀無法再開大一點的洞繼續討論下去）。
- 3、開不同洞體積 1000 的音箱大部份音高都是 4A^b（除了開 1 公分梯形是 4G；開 1.5 公分正方形與六邊形音高 4G，五邊形 5A^b，七邊形 4B^b；開 2 公分梯（下）的音高 4G）。
- 4、不同形狀音箱開不同洞所呈現的波形皆不一樣，但是同一形狀不同洞的音箱波形雖然不一樣，但是似乎有些相似。

實驗四：不同體積的音箱對音量和音高會不會有影響？

(一) 保持不變變因：

- 1.木頭(0.3 公分) 2.壓力(螺帽 49g) 3.相同的操作者 4. 開洞位置(中心點)
- 5.地點 (視聽教室) 6.分貝計位置 (洞口上 0.3mm) 7. 蜂鳴器的位置 (離洞口 4cm)

(二) 改變變因：容量(1000、2000、3000 立方公分)

(三) 實驗器材：木板、噪音架、蜂鳴器、分貝計、調音器、螺帽、魔鬼粘、老虎鉗、電池
木條 (垂直)、壓克力板 (對中心)、麥克風、電腦

(四) 實驗步驟：

1.算出音箱的長、寬、高

(1)以正方形體積 2000 立方公分為基準，決定正方形體積的長 12.6cm、寬 12.6cm、高 12.6cm，固定所有形狀的高皆為 12.6cm，算出底面積 158.7 平方公分，依序算出。

三角形:底 $\times$ 高 $\div 2=158.7$ 反推底跟高 $158.7 \times 2=317.4$ 再用短除法配出 底 25 cm 高 12.7 cm

長方形:長 $\times$ 寬 $=158.7$ 用短除法推出長 20.5cm 跟寬 8cm。

梯形:(上底+下底) $\times$ 高 $\div 2$ 反推上底、下底跟高 $158.7 \times 2=317.4$ 再用短除法配出上底 5 cm 和下底 10.8 cm高 20.1 cm。

圓形:半徑 $\times$ 半徑 $\times 3.14=158.7$ 反推半徑 $158.7 \div 3.14 \div 50.54$ ，50.54 的開根號約是 7.1，半徑是 7.1cm。

五邊形:底 $\times$ 高 $\div 2 \times 5=158.7$ 所以底 $\times$ 高 $=63.48$ 先假設半徑 7.1 cm 畫圓，算出來的底面積不到 158.7，所以半徑要再加數字，最後找出半徑 8.1 所畫出的五邊形面積 156.75 平方公分最接近 158.7 平方公分。

六邊形:底 $\times$ 高 $\div 2 \times 6=158.7$ 所以底 $\times$ 高 $=52.9$ 先假設半徑 7.1 cm 畫圓，算出來的底面積不到 158.7，所以半徑要再加數字，最後找出半徑 8 所畫出的六邊形面積 159.12 平方公分最接近 158.7 平方公分。

七邊形:底 $\times$ 高 $\div 2 \times 7=158.7$ 所以底 $\times$ 高 $=45.34$ 先假設半徑 7.1 cm 畫圓，算出來的底面積不到 158.7，所以半徑要再加數字，最後找出半徑 7.5 所畫出的七邊形面積 161.8 平方公分最接近 158.7 平方公分。

八邊形:底 $\times$ 高 $\div 2 \times 8=158.7$ 所以底 $\times$ 高 $=39.675$ 先假設半徑 7.1 cm 畫圓，算出來的底面積不到 158.7，所以半徑要再加數字，最後找出半徑 7.6 所畫出的八邊形面積 159.6 平方公分最接近 158.7 平方公分。

2000 cm^3 (單位：公分)

		三				正				長				梯形				五		六		七		八				圓	
底	25	邊長	12.6	長	20.5	上底	5	半徑	8.1	8	7.5	7.6	半徑	7.1	下底	10.8	外邊	9.5	7.8	6.9	5.7	柱高	12.6	總	1994.42				
高	12.7	邊長	12.6	寬	8	高	20.1	內高	6.6	6.8	6.7	7			高	20.1	內高	6.6	6.8	6.7	7								
高	12.6	高	12.6	高	12.6	柱高	12.6	柱高	12.6	12.6	12.6	12.6			柱高	12.6	柱高	12.6	12.6	12.6	12.6								
總	2000.25	總	2003.76	總	2005.92	總	2000.75	總	1975.05	2004.91	2038.74	2010.96			斜邊	21.6													

1.以正方形體積 3000 立方公分爲基準，決定正方形體積的長 14.4cm、寬 14.4cm、高 14.4cm，固定所有形狀的高皆爲 14.4cm，算出底面積 208.3 平方公分，依序算出。

三角形:底 $\times$ 高 $\div 2=208.3$ 我們反推底 $\times$ 高 $208.3\times 2=416.6$ 再用短除法配出 底 26 cm 高 16 cm

長方形:長 $\times$ 寬 $=208.3$ 用短除法推出長 26cm 跟寬 8cm。

梯形:(上底+下底) $\times$ 高 $\div 2$ 反推 (上底+下底) $\times$ 高 $208.3\times 2=416.6$ 再用短除法配出上底 11 cm和下底 15 cm高 16 cm。

圓形:半徑 $\times$ 半徑 $\times 3.14=208.3$ 反推半徑 $208.3\div 3.14\div 66.33$ ，66.33 的開根號約是 8.15，半徑是 8.15cm。

五邊形:底 $\times$ 高 $\div 2\times 5=208.3$ 所以底 $\times$ 高 $=83.32$ 先假設半徑 8.15 cm 畫圓，算出來的底面積不到 208.3，所以半徑要再加數字，最後找出半徑 9.4 所畫出的五邊形面積 209.15 平方公分最接近 208.3 平方公分。

六邊形:底 $\times$ 高 $\div 2\times 6=208.3$ 所以底 $\times$ 高 $=69.4$ 先假設半徑 8.15 cm 畫圓，算出來的底面積不到 208.3，所以半徑要再加數字，最後找出半徑 9 所畫出的六邊形面積 210.6 平方公分最接近 208.3 平方公分。

七邊形:底 $\times$ 高 $\div 2\times 7=208.3$ 所以底 $\times$ 高 $=59.5$ 先假設半徑 8.15 cm 畫圓，算出來的底面積不到 208.3，所以半徑要再加數字，最後找出半徑 8.8 所畫出的七邊形面積 209.44 平方公分最接近 208.3 平方公分。

八邊形:底 $\times$ 高 $\div 2\times 8=208.3$ 所以底 $\times$ 高 $=52.075$ 先假設半徑 8.15 cm 畫圓，算出來的底面積不到 208.3，所以半徑要再加數字，最後找出半徑 9 所畫出的八邊形面積 208.8 平方公分最接近 208.3 平方公分。

3000 cm^3 (單位:公分)

	三	正	長	梯形	五	六	七	八	圓形
底	26	邊 14.4	長 26	上底 11	半徑 9.4	9	8.8	9	半徑 8.15
高	16	邊 14.4	寬 8	下底 15	外邊 8.9	7.8	6.8	5.8	柱高 14.4
柱高	14.4	柱高 14.4	柱高 14.4	高 16	柱高 14.4	14.4	14.4	14.4	底面 208.57
總體	2995.2	總體 2985.95	總體 2995.2	柱高 14.4	底面 209.15	210.6	209.44	208.8	總體 3003.3
				總體 2995.2	總體 3011.76	3032.64	3015.94	3006.72	

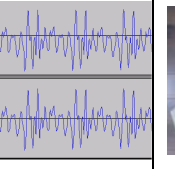
2.在厚度 0.3cm 的木板上，畫出各形狀的尺寸並且要將組裝時木板厚度考慮進去。

3.請老師幫我們用線鋸機切割木板。用白膠先把木片底面及側邊組裝起來，等音箱牢固了，再把裡面接縫處用白膠封住，將蓋子在中心位置畫圓，開洞。

4.最後再黏上蓋子，把外面接縫處用白膠封住。

5.逐一將不同形狀的音箱〈三角形、正方形、長方形、梯形、五、六、七、八邊形、圓形〉放在噪音架上，調整分貝計位置（用壓克力板調整在洞口上方 0.3 cm，用木條量垂直），蜂鳴器位置放在離洞口中心 5cm 的位置上，用螺帽壓住，同時在另一端用魔鬼粘固定調音器。

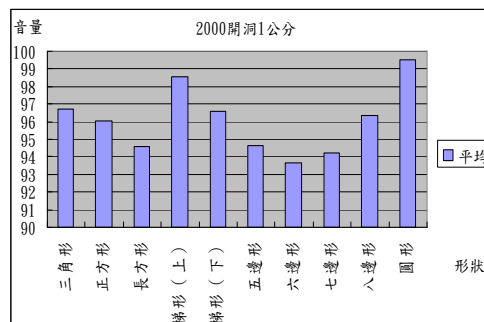
6.將鱷魚夾子接上電源，測量音量及音高並紀錄下來。

	梯形		梯形		梯形
1000 開洞 1 公分		2000 開洞 1 公分		3000 開洞 1 公分	

(五) 實驗結果：

1. 音量 (2000 開洞 1 公分)

	三	正	長	梯上	梯下	五	六	七	八	圓
1	96.8	96	94.5	98.6	96.5	94.6	93.9	94.1	96.4	99.5
2	96.8	96	94.5	98.8	96.7	94.6	94.1	94.1	96.4	99.6
3	96.8	96.1	94.6	98.5	96.4	94.9	93.7	94.2	96.3	99.5
4	96.5	96	94.6	98.4	96.7	94.6	93.8	94.3	96.2	99.4
5	96.5	96.2	94.6	98.4	96.6	94.5	93.8	94.4	96.3	99.6
平均	96.68	96.06	94.56	98.54	96.58	94.64	93.68	94.22	96.32	99.52



音高 (2000 開洞 1 公分)

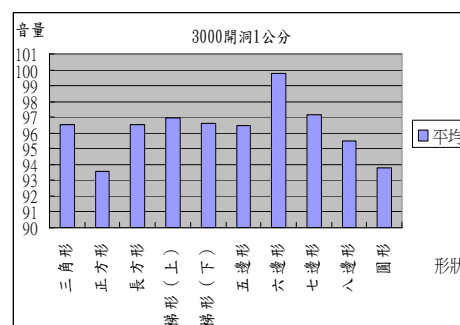
	三	正	長	梯上	梯下	五	六	七	八	圓
1	4G	4G	4G	4G	4G	4G	5E ^b	5B ^b	4G	4G
2	4G	4G	4G	4G	4G	4G	5E ^b	5B ^b	4G	4G
3	4G	4G	4G	4G	4G	4G	5E ^b	5B ^b	4G	4G
4	4G	4G	4G	4G	4G	4G	5E ^b	5B ^b	4G	4G
5	4G	4G	4G	4G	4G	4G	5E ^b	5B ^b	4G	4G

2000 開洞 1 公分：

1. 除了六邊形 5E^b、七邊形 5B^b 音高變高，其他形狀都較低。
2. 圓形最大聲，最小聲是六邊形，從梯上到六邊形的音量持續下降，從六邊形之後的多邊形音量越來越大聲，呈現 U 字形。

2. 音量 (3000 開洞 1 公分)

	三	正	長	梯上	梯下	五	六	七	八	圓
1	96.6	93.5	96.6	94.2	96.8	96.5	99.8	97.4	95.4	93.8
2	96.6	93.7	96.7	94	96.5	96.5	99.8	97	95.5	94
3	96.5	93.6	96.6	93.8	96.6	96.4	99.8	97.2	95.6	93.9
4	96.6	93.6	96.4	93.9	96.7	96.5	99.8	97.2	95.3	93.5
5	96.5	93.5	96.4	93.8	96.4	96.5	99.7	97.1	95.6	93.8
平均	96.56	93.58	96.54	96.94	96.6	96.48	99.78	97.18	95.48	93.8



音高 (3000 開洞 1 公分)

	三	正	長	梯上	梯下	五	六	七	八	圓
1	4A ^b	4G	4G	4A ^b	4A ^b	4G	4A ^b	4G	4G	4G
2	4A ^b	4G	4G	4A ^b	4A ^b	4G	4A ^b	4G	4G	4G
3	4A ^b	4G	4G	4A ^b	4A ^b	4G	4A ^b	4G	4G	4G
4	4A ^b	4G	4G	4A ^b	4A ^b	4G	4A ^b	4G	4G	4G
5	4A ^b	4G	4G	4A ^b	4A ^b	4G	4A ^b	4G	4G	4G

3000 開洞 1 公分：

- 1、最大聲六邊形，最小聲正方形，六邊形之後的多邊形音量越來越小聲。
- 2、三角形、梯(上)、梯(下)、六邊形音高都是 4A^b，其餘都是 4G。
- 3、三角形、長方形、梯上、梯下、五邊形數據都很接近。

(六) 討論與發現：

- 1.開洞 1 公分不同體積的音箱中，最大聲的是梯（下）。
- 2.正方形隨著體積變大聲音變小，五邊形及長方形隨著體積變大聲音變大。
- 3.三角形、梯形（上）、八邊形、圓形都是體積 2000 比較大聲。六邊形、七邊形都是體積 3000 時最大聲，2000 時最小聲。不同形狀對體積改變所呈現的效果是不同的。
- 4.體積的變化會造成聲音的變化，但因實驗時，不同形狀為了控制其他變因的一致，只有正方形長、寬、高等比例放大。當等比例放大時，正方形隨著體積變大，音量變小。
- 5.多邊形 2000 跟 3000 的最大聲跟最小聲的形狀剛好相反。
- 6.開洞 1 公分不同體積的音箱 1000 的音高大部分是 4A^b；2000、3000 的音高大部份都是 4G，所以體積變大大部分形狀音高跟著變低。

五、實驗五：不同形狀的三種體積與三種開洞的大小對聲音有沒有影響？

(一) 保持不變變因：

- 1.木板厚度（0.3 公分）
- 2.同一個操作者
- 3.音箱的位置
- 4.洞的位置（中心點）
- 5.噪音架的位置（地上）
- 6.蜂鳴器的位置（洞口中心 5 公分）
- 7.地點(視聽教室)
- 8.壓力（跟螺帽重量相同）
- 9.分貝計位置（洞口上方，垂直）

(二) 改變變因：形狀不同〈三角形、正方形、長方形、梯形、五、六、七、八邊形、圓形〉、洞的大小（1、1.5、2 公分）體積（1000、2000、3000）

(三) 實驗器材：音箱、噪音架、蜂鳴器、分貝計、調音器、螺帽、魔鬼粘、老虎鉗、電池木條（垂直）、壓克力板（對中心）、麥克風、電腦

(四) 實驗步驟：

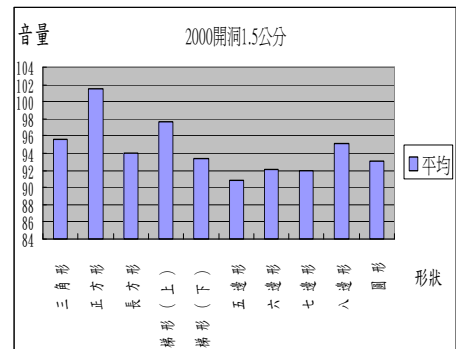
- 1、以前面尺寸在厚度 0.3cm 的木板上再畫出兩組組體積 2000 跟 3000 立方公分的不同形狀共四組，並且要將組裝時木板厚度考慮進去。請老師幫我們用線鋸機切割木板。
- 2、用白膠先把木片底面及側邊組裝起來，等音箱牢固了把裡面接縫處用白膠封住。
- 3、將蓋子在中心位置畫圓，開洞半徑 1.5、2 公分。
- 4、最後再黏上蓋子，把外面接縫處用白膠封住。
- 5、接下來逐一將不同形狀的音箱〈三角形、正方形、長方形、梯形、五、六、七、八邊形、圓形〉放在噪音架上調整位置。（壓克力板調整分貝計在洞口上方 0.3 cm 對準音箱中心及用木條調整分貝計垂直壓克力板），蜂鳴器位置放在離開洞口圓心 5cm 的位置上，用螺帽壓住，同時在另一端用魔鬼粘固定調音器。
- 6、將鱷魚夾子接上電源，測量音量及音高並紀錄下來。

1000 開洞 1 公分		1000 開洞 1.5 公分		1000 開洞 2 公分	
2000 開洞 1 公分		2000 開洞 1.5 公分		2000 開洞 2 公分	
3000 開洞 1 公分		3000 開洞 1.5 公分		3000 開洞 2 公分	

(五) 實驗結果：

1. 音量 (2000 開洞 1.5 公分)

	三	正	長	梯上	梯下	五	六	七	八	圓
1	95.7	101.9	94	97.4	93.2	90.7	92.4	92	95.1	93
2	95.5	101.3	94	97.7	93.2	90.9	92	91.8	95.1	93
3	95.6	101.2	94.1	97.8	93.3	91	92	91.9	95.1	92.9
4	95.5	101.2	94	97.7	93.5	90.9	92	91.9	95.1	93.1
5	95.6	101.8	94.1	97.8	93.5	90.9	92	91.9	95.2	93.1
平	95.58	101.48	94.04	97.68	93.34	90.88	92.08	91.9	95.12	93.02



音高 (2000 開洞 1.5 公分)

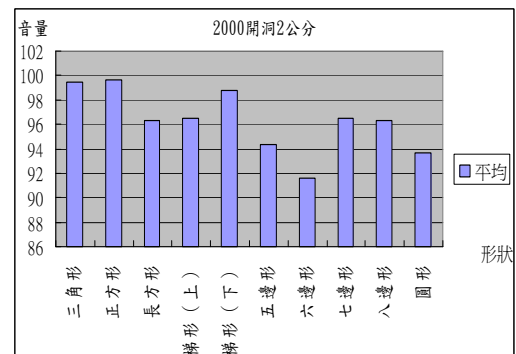
	三	正	長	梯上	梯下	五	六	七	八	圓
1	4G	4G	4G	4G	4G	4G	4G	4G	4G	4G
2	4G	4G	4G	4G	4G	4G	4G	4G	4G	4G
3	4G	4G	4G	4G	4G	4G	4G	4G	4G	4G
4	4G	4G	4G	4G	4G	4G	4G	4G	4G	4G
5	4G	4G	4G	4G	4G	4G	4G	4G	4G	4G

2000 開洞 1.5 公分：

- 1、最大聲是正方形，最小聲是五邊形。
- 2、全部音高都是 4G，多邊形的音量都較低。

2. 音量 (2000 開洞 2 公分)

	三	正	長	梯上	梯下	五	六	七	八	圓
1	99.7	99.8	96.5	96.5	98.8	94.4	91.8	96.5	96.3	93.7
2	99.4	99.8	96.6	96.5	98.8	94.3	91.7	96.4	96.3	94
3	99.5	99.8	96.2	96.5	98.8	94.4	91.5	96.5	96.3	93.7
4	99.5	99.5	96	96.5	98.8	94.3	91.4	96.6	96.2	93.4
5	99.3	99.4	96.3	96.5	98.8	94.3	91.4	96.5	96.2	93.7
平	99.48	99.66	96.32	96.5	98.8	94.34	91.56	96.5	96.26	93.7



音高 (2000 開洞 2 公分)

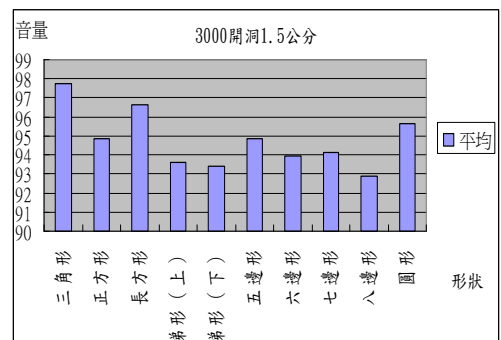
	三	正	長	梯上	梯下	五	六	七	八	圓
1	4G	4G	4G	4G	4G	4A ^b	4A ^b	4B ^b	4G	4G
2	4G	4G	4G	4G	4G	4A ^b	4A ^b	4B ^b	4G	4G
3	4G	4G	4G	4G	4G	4A ^b	4A ^b	4B ^b	4G	4G
4	4G	4G	4G	4G	4G	4A ^b	4A ^b	4B ^b	4G	4G
5	4G	4G	4G	4G	4G	4A ^b	4A ^b	4B ^b	4G	4G

2000 開洞 2 公分：

- 1、五、六邊形音高是 4A^b，七邊形 4B^b，其餘形狀都是 4G。
- 2、正方形最大聲 (99.66)，六邊形最小聲 (91.56)。

3. 音量 (3000 開洞 1.5 公分)

	三	正	長	梯上	梯下	五	六	七	八	圓
1	97.7	94.9	96.4	93.6	93.5	94.9	94.1	94.4	93	95.4
2	97.8	94.7	96.4	93.5	93.6	95	93.9	94.1	92.7	95.7
3	97.7	94.7	96.8	93.6	93.6	95	93.9	94	92.8	95.6
4	97.7	95	96.8	93.7	93.2	94.6	94	94.1	92.8	95.7
5	97.7	95	96.9	93.6	93.3	94.7	93.9	94.2	93	95.7
平	97.72	94.86	96.66	93.6	93.44	94.84	93.96	94.16	92.86	95.62



音高（3000 開洞 1.5 公分）

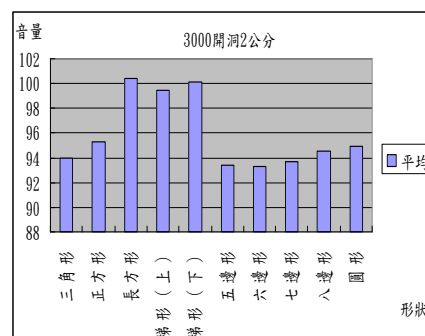
	三	正	長	梯上	梯下	五	六	七	八	圓
1	4A ^b	4G	4G	4G	4A ^b	4G	4G	4G	4B ^b	4G
2	4A ^b	4G	4G	4G	4A ^b	4G	4G	4G	4B ^b	4G
3	4A ^b	4G	4G	4G	4A ^b	4G	4G	4G	4B ^b	4G
4	4A ^b	4G	4G	4G	4A ^b	4G	4G	4G	4B ^b	4G
5	4A ^b	4G	4G	4G	4A ^b	4G	4G	4G	4B ^b	4G

3000 開洞 1.5 公分：

- 1、最大聲三角形（97.72），
最小聲八邊形（92.86）。
- 2、三角形、梯（下）音高是
4A^b，八邊形 4B^b，其他
形狀都是 4G。

4. 音量（3000 開洞 2 公分）

	三	正	長	梯上	梯下	五	六	七	八	圓
1	93.9	95.2	100.5	99.4	100.2	93.6	95.3	93.7	94.8	94.9
2	93.9	95.4	100.4	99.5	100.2	93.4	95.3	93.8	94.7	94.9
3	94	95.4	100.4	99.5	100.1	93.5	95.2	93.8	94.4	94.9
4	94.1	95.1	100.3	99.5	100	93.3	95.3	93.6	94.6	94.8
5	94	95.3	100.3	99.4	100	93.3	95.3	93.7	94.3	94.9
平	93.98	95.28	100.38	99.46	100.1	93.42	93.28	93.72	94.56	94.88



音高（3000 開洞 2 公分）

	三	正	長	梯上	梯下	五	六	七	八	圓
1	4A ^b	4G	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4G	4G	4A ^b	4G	4G
2	4A ^b	4G	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4G	4G	4A ^b	4G	4G
3	4A ^b	4G	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4G	4G	4A ^b	4G	4G
4	4A ^b	4G	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4G	4G	4A ^b	4G	4G
5	4A ^b	4G	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4G	4G	4A ^b	4G	4G

3000 開洞 2 公分

- 1、三角形、長方形、梯（上）、
梯（下）、七邊形音高都是
4A^b，其餘形狀都是 4G。
- 2、最大聲長方形（100.38），
最小聲六邊形（93.28）。

梯下開洞 1 公分					
體積 1000		體積 2000		體積 3000	
梯下開洞 1.5 公分					
體積 1000		體積 2000		體積 3000	
梯下開洞 2 公分					
體積 1000		體積 2000		體積 3000	

(六) 討論與發現：

- 1、 體積 2000 開洞 1 公分的曲線跟 1000 開洞 1.5 公分很相似。
- 2、 所有製作音箱不同形狀最大聲，三角形最大聲是 2000 開洞 2 公分 (99.48)，正方形最大聲 2000 開洞 1.5 公分 (101.48)，長方形最大聲 3000 開洞 2 公分 (100.38)，梯 (上) 最大聲 3000 開洞 2 公分 (99.46)，梯 (下) 最大聲 1000 開洞 1 公分 (101.56)，五邊形最大聲 3000 開洞 1 公分 (96.48)，六邊形最大聲 3000 開洞 1 公分 (99.78) 七邊形最大聲 3000 開洞 1 公分 (97.18)，八邊形最大聲 1000 開洞 2 公分 (97.48)，圓形最大聲 2000 開洞 1 公分 (99.52)
- 3、 大部分形狀體積變大，音高變低；孔洞開大，音高也會變低。
- 4、 所有形狀最大聲梯形 1000 立方公分開洞 1 公分，因此想要進一部探討 1000 立方公分開洞 1 公分的梯形。
- 5、 相同形狀的不同開洞及不同體積的音箱所產生的波形比較，發現同一形狀的音箱波形相似，其中體積對波形的影響較小，音孔的大小對波形的影響較大。

六、實驗六：不同形狀的梯形音箱對音量和音高會不會有影響？

(一) 保持不變變因：

- | | | |
|------------------------|--------------------|--------------|
| 1.木板 (厚度 0.3mm) | 2.音箱體積 (1000 立方公分) | 3.同一個操作者 |
| 4.分貝計位置 (洞口上方 0.3mm) | 5.蜂鳴器位置 (離洞口 4 公分) | 6.螺帽重量 |
| 7.音箱高度一樣 (10 公分) | 8.開洞半徑 1 公分 | 9.開洞位置 (中心點) |
| 10.梯形上底下底的和都一樣 (10 cm) | | |

(二) 改變變因：上底和下底 (1-9, 2-8, 3-7, 4-6) 的組合

(三) 實驗器材：音箱、噪音架、蜂鳴器、分貝計、調音器、螺帽、魔鬼粘、老虎鉗、電池木條 (垂直)、壓克力板 (對中心)

(四) 實驗步驟：

- 1、 在厚度 0.3cm 的木板上畫出各種形狀的梯形尺寸並且要將組裝時木板厚度考慮進去。

1-9：上底 1 公分，下底 9 公分，由右邊垂直一次一公分偏向左邊垂直，共可分 9 個梯形。

2-8：上底 2 公分，下底 8 公分，由右邊垂直一次一公分偏向左邊垂直，共可分 7 個梯形。

3-7：上底 3 公分，下底 7 公分，由右邊垂直一次一公分偏向左邊垂直，共可分 5 個梯形。

4-6：上底 4 公分，下底 6 公分，由右邊垂直一次一公分偏向左邊垂直，共可分 3 個梯形。

- 2、 請老師幫我們用線鋸機切割木板，用白膠先把木片底面及側邊組裝起來，等音箱牢固了把裡面接縫處用白膠封住，將蓋子在中心位置畫圓，開洞。
- 3、 最後再黏上蓋子，把外面接縫處用白膠封住。逐一將不同形狀的梯形音箱放在噪音架上，調整分貝計位置 (用壓克力板調整在洞口上方 0.3 cm，用木條量垂直)，蜂鳴器位置放在離洞口 4cm 的位置上，用螺帽壓住，同時在另一端用魔鬼粘固定調音器。
- 4、 將鱷魚夾子接上電源，測量音量及音高並紀錄下來。

3-7 的梯形



1-1



1-2



1-3



1-4



1-5

4-6 的梯形



2-1



2-2



2-3



全部

2-8 的梯形



3-1



3-2



3-3



3-4



3-5



3-6



3-7



全部

1-9 的梯形



4-1



4-2



4-3



4-4



4-5



4-6



4-7



4-8



4-9



全部

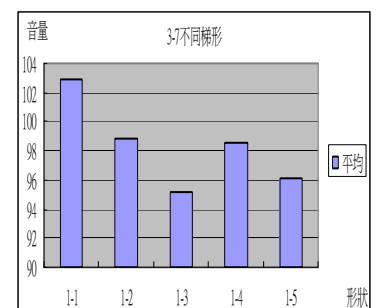
(五) 實驗結果：

1. 第 1 組 (3-7) 音量

	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5
1	103.1	98.7	95.3	98.5	96.2
2	103	98.8	95	98.7	96.2
3	103.1	98.8	95	98.6	96.2
4	102.8	98.7	95.1	98.4	96.2
5	102.9	98.9	95.1	98.3	96.1
平均	102.98	98.78	95.1	98.5	96.18

第 1 組 (3-7) 音高

	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5
1	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b
2	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b
3	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b
4	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b
5	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b

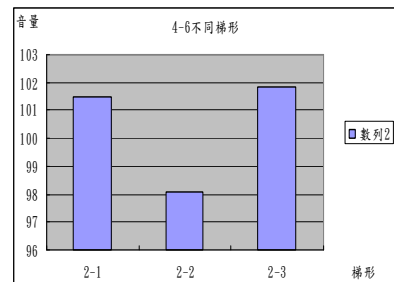


2.第2組(4-6) 音量

	2-1	2-2	2-3
1	101.4	98.2	101.9
2	101.4	98.1	101.9
3	101.5	98.1	101.9
4	101.5	98	101.8
5	101.7	98.1	101.6
平	101.5	98.1	101.82

第2組(4-6) 音高

	2-1	2-2	2-3
1	4G	6D ^b	4A ^b
2	4G	6D ^b	4A ^b
3	4G	6D ^b	4A ^b
4	4G	6D ^b	4A ^b
5	4G	6D ^b	4A ^b

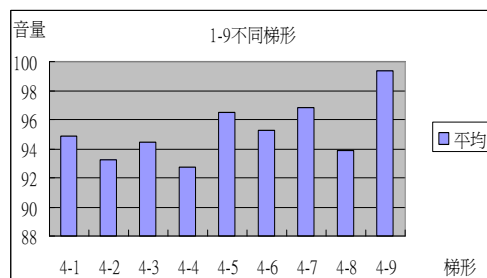
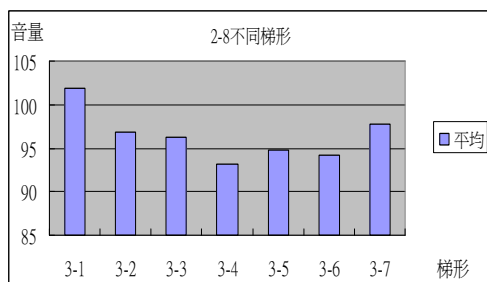


3.第3組(2-8) 音量

	3-1	3-2	3-3	3-4	3-5	3-6	3-7
1	101.7	96.8	96.3	93.2	94.8	94	97.7
2	102.1	96.8	96.1	93.1	94.7	94.2	97.5
3	102.1	96.9	96.3	93.1	94.7	94.2	98.1
4	101.9	97.1	96.2	93.4	94.7	94.4	98
5	101.7	97	96.1	93.2	94.8	94.4	97.7
平	101.9	96.92	96.2	93.2	94.74	94.24	97.8

第3組(2-8) 音高

	3-1	3-2	3-3	3-4	3-5	3-6	3-7
1	5D	4G	4G	4B ^b	4A ^b	6C	4A ^b
2	5D	4G	4G	4B ^b	4A ^b	6C	4A ^b
3	5D	4G	4G	4B ^b	4A ^b	6C	4A ^b
4	5D	4G	4G	4B ^b	4A ^b	6C	4A ^b
5	5D	4G	4G	4B ^b	4A ^b	6C	4A ^b

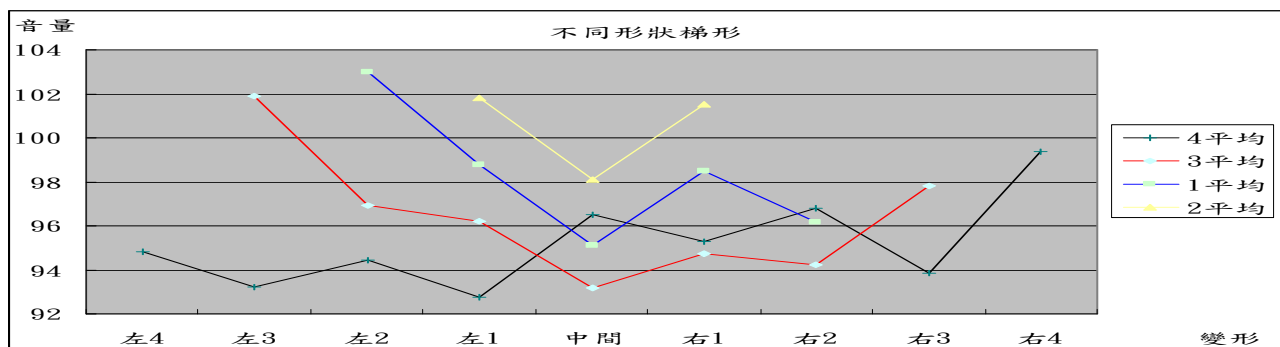


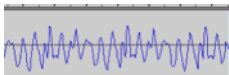
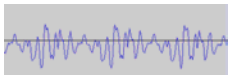
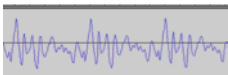
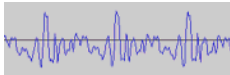
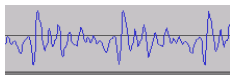
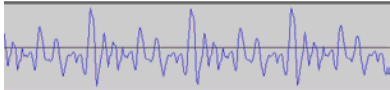
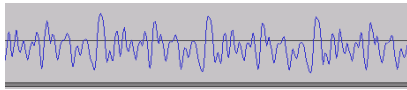
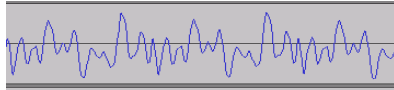
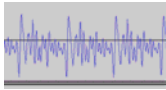
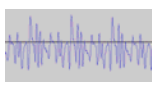
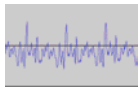
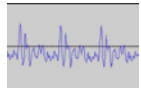
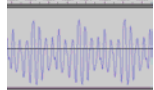
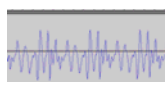
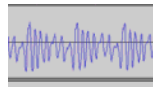
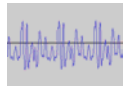
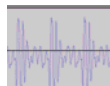
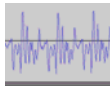
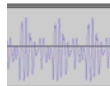
4.第4組(1-9) 音量

	4-1	4-2	4-3	4-4	4-5	4-6	4-7	4-8	4-9
1	94.7	93.5	94.6	92.6	96.2	95.2	96.7	93.8	99.2
2	94.9	93.2	94.3	92.6	96.8	95.6	96.6	93.6	99.3
3	94.9	93.3	94.3	92.9	96.5	95.2	97.1	93.8	99.5
4	94.9	93	94.4	92.9	96.5	95.3	96.9	93.9	99.3
5	94.7	93.2	94.6	92.8	96.6	95.2	96.7	94.1	99.6
平	94.82	93.24	94.44	92.76	96.52	95.3	96.8	93.84	99.38

第4組(1-9) 音高

	4-1	4-2	4-3	4-4	4-5	4-6	4-7	4-8	4-9
1	4G	4A ^b	4G	4G	4B ^b	4G	5G	4A ^b	4B ^b
2	4G	4A ^b	4G	4G	4A ^b	4B ^b	5G	4A ^b	4B ^b
3	4G	4A ^b	4G	4G	4A ^b	5G	5G	4A ^b	4B ^b
4	4G	4A ^b	4G	4G	4B ^b	6F	5G	4A ^b	4B ^b
5	4G	4A ^b	4G	4G	4B ^b	5D ^b	5G	4A ^b	4B ^b



3-7 梯形								
1-1	1-2	1-3	1-4	1-5				
								
4-6 梯形								
2-1	2-2		2-3					
								
2-8 梯形								
3-1	3-2	3-3	3-4	3-5	3-6	3-7		
								
1-9 梯形								
4-1	4-2	4-3	4-4	4-5	4-6	4-7	4-8	4-9
								

(六) 討論與發現：

*各組的發現

- 1.我們想吉他都是對稱形（像等腰梯形），但是實驗結果卻是第一組（3-7）的梯形 1-3 等腰最小聲，跟我們所想的結果不一樣。第一組（3-7）的梯形音高都是 $4A^b$ ，音量大小好像以等腰兩邊有對稱性。第一組（3-7）最大聲是 1-1（102.98）。
- 2.第二組（4-6）的梯形 2-1 最大聲（101.82），梯形 2-2 等腰是最小聲（98.1），音量大小似乎以等腰兩邊有對稱性，三種不同梯形音高都不一樣。
- 3.第三組（2-8）的梯形音量最大聲 3-1（101.9），梯形 3-4 等腰音量最小聲（93.2），我們也發現第三組（2-8）的梯形以 3-4 等腰梯形為分界兩邊似乎呈現對稱且 3-1 跟 3-6 的音高忽然飆高（3-1：5D；3-6：6C）。
- 4.第四組（1-9）的梯形 4-9 最大聲，梯形 4-4 最小聲。5-7 的音高忽然飆高 5G。
- 5.每一組音箱都有其特別的波形，同一組波形形狀相似。

*組間比較

- 1、1.2.3 組的等腰梯形隨著上底的長度縮短下底長度，使形狀趨近三角形時，音量變小。
- 2、1.2.3 組的梯形形狀中，最大聲的都是各組的第一個，直角靠近左邊。
- 3、1.2.3 組最小聲的都是等腰梯形，我們原本以為最接近等腰梯形會最大聲，結果卻是愈接近等腰梯形的反而愈小聲,除了（4-5）。
- 4、1.2.3 組音量皆有從等腰梯形呈現兩邊對稱的關係。
- 5、第一組 3-7 組合的音箱音高最一致都是 $4A^b$ ，最高的是 2-2 等腰梯形 $6D^b$ 。
- 6、全部四組梯形 1-1 最大聲（102.98）。

七、實驗七：不同位置的開孔音箱對音量和音高會不會有影響？

(一) 保持不變變因：

- 1.木板 (厚度 0.3mm) 2.音箱體積 (1000 立方公分) 3.相同的操作者
- 4.螺帽重量 5.分貝計位置 (洞口上方 0.3mm) 6.開洞半徑 1 公分
- 7.蜂鳴器位置 (離洞口 4 公分) 8. 取梯形 (1-1)，上底下底的和都一樣 (10 cm)

(二) 改變變因：不同開洞位置

(三) 實驗器材：音箱、噪音架、蜂鳴器、分貝計、調音器、螺帽、魔鬼粘、老虎鉗、電池木條 (垂直)、壓克力板 (對中心)、麥克風、電腦

(四) 實驗步驟：

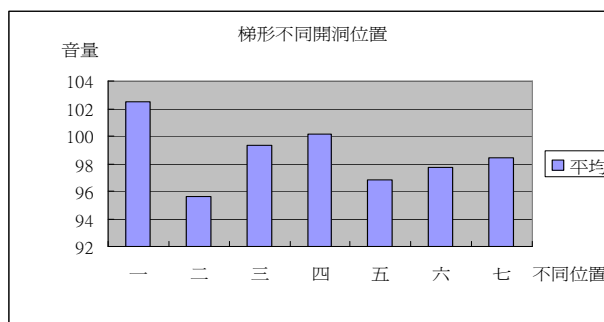
- 1、在厚度 0.3cm 的木板上畫出梯形的尺寸，請老師幫我們用線鋸機切割木板，用白膠先把木片底面及側邊組裝起來，等音箱牢固了把裡面接縫處用白膠封住。
- 2、將蓋子在不同位置畫圓【中心點 (4)，中心點往上 8cm (1)，往上 5.5cm (2)，往上 3cm (3)，往下 8cm (6)，6 號洞水平往左一半 (5)，往右水平一半 (7)】，開洞。
- 3、最後再黏上蓋子，把外面接縫處用白膠封住。
- 4、逐一將不同開洞位置的音箱放在噪音架上，調整分貝計位置 (用壓克力板調整在洞口上方 0.3 cm，用木條量垂直)，蜂鳴器位置放在離洞口 4cm 的位置上，用螺帽壓住，同時在另一端用魔鬼粘固定調音器。
- 5、將鱷魚夾子接上電源，測量音量及音高並紀錄下來。

七個開洞位置			
			
一	二	三	四
			
五	六	七	一~七

(五) 實驗結果：

1.音量 (梯形不同洞的位置)

	一	二	三	四	五	六	七
1	102.8	95.6	99.1	100.4	96.8	97.9	97.6
2	102.4	95.4	99.3	99.9	96.9	97.8	98
3	102.4	95.7	99.4	99.9	96.9	97.7	98.3
4	102.4	95.7	99.3	100.4	96.7	97.7	98.9
5	102.5	95.8	99.5	100	97	97.7	99.2
平	102.5	95.64	99.32	100.12	96.86	97.76	98.4



2. 音高（不同開洞位置）

形狀	1	2	3	4	5	6	7
1	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b
2	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b
3	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b
4	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b
5	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b

（六）討論與發現：

1. 開洞在上底最上方的 1 號洞，音量最大，2 號位置音量變最小聲，洞越往下開，又逐漸變大聲。
2. 底下 5、6、7 號三個開洞越接近垂直邊的洞音量越大（ $96.86 < 97.76 < 98.4$ ），音高都是 4A^b。

八、實驗八：不同厚度的梯形音箱對音量和音高會不會有影響？

（一）保持不變變因：

1. 開洞位置（1-1）
2. 相同的操作者
3. 開洞半徑 1 公分
4. 梯形高度一樣（10 公分）
5. 木板材質
6. 音箱體積（1000 立方公分）
7. 分貝計的位置（洞口上方 0.3mm）
8. 蜂鳴器的位置（離洞口 4 公分）

（二）改變變因：不同木板厚度（0.3、0.5、0.7、0.9、1.1 cm）

（三）實驗器材：木板、噪音架、蜂鳴器、分貝計、調音器、螺帽、老虎鉗、電池、木條（垂直）、壓克力板（對中心）、麥克風、電腦

（四）實驗步驟：

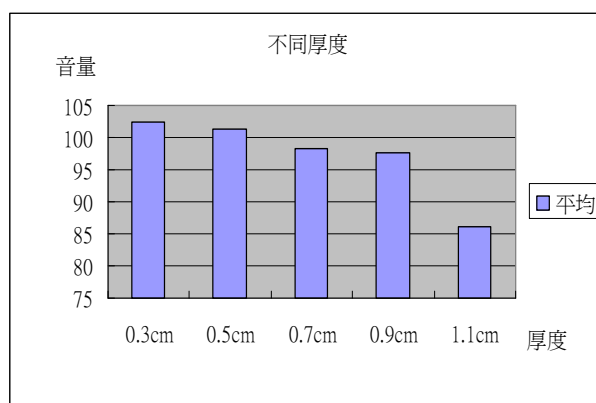
- 1、在厚度 0.3cm 的木板上畫出梯形的尺寸，請老師幫我們用線鋸機切割木板，用白膠先把木片底面及側邊組裝起來，等音箱牢固了把裡面接縫處用白膠封住。
- 2、將蓋子在中心位置畫圓，開洞 1 公分，最後再黏上蓋子，把外面接縫處用白膠封住。
- 3、逐一將不同厚度的音箱〈0.3，0.5，0.7，0.9，1.1cm〉放在噪音架上，調整分貝計位置（用壓克力板調整在洞口上方 0.3 cm，用木條量垂直），蜂鳴器位置放在離洞口 4cm 的位置上，用螺帽壓住，同時在另一端用魔鬼粘固定調音器。
- 4、將鱷魚夾子接上電源，測量音量及音高並紀錄下來。

				
0.3cm	0.5cm	0.7cm	0.9cm	1.1cm

（五）實驗結果：

1. 音量

厚度	0.3	0.5	0.7	0.9	1.1
1	102.8	101.3	98.5	97.9	86.3
2	102.4	101.3	98.5	97.8	86
3	102.4	101	98.1	97.5	86
4	102.4	101.2	98	97.6	85.9
5	102.5	101.5	98.4	97.4	85.9
平	102.5	101.26	98.3	97.64	86.02



2.音高

厚度	0.3	0.5	0.7	0.9	1.1
第一次	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b
第二次	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b
第三次	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b
第四次	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b
第五次	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b

(六) 實驗發現:

- 1.最大聲是厚度 0.3cm，最小的聲音是厚度 1.1cm。
- 2.厚度越厚音量越小聲，可能是因為木板太厚聲音不容易震進音箱。
- 3.不同厚度的音箱，音高都相同。

九、實驗九：不同材質的梯形音箱對音量和音高會不會有影響？

(一) 保持不變變因：

- 1.相同的厚度（0.3 公分）
- 2.音箱體積（1000 立方公分）
- 3.音箱高度（10 公分）
- 4.開洞位置（1-1）
- 5.開洞半徑 1 公分
- 6.相同的操作者
- 7.分貝計位置（洞口上方 0.3 公分）
- 8.蜂鳴器位置（離洞口 4 公分）
- 9.地點（視聽教室）
- 10.噪音架的位置（地上）

(二) 改變變因：材質不同〈壓克力、珍珠板、厚紙板、紙箱瓦楞紙、模型飛機木、塑膠瓦楞板、不鏽鋼〉

(三) 實驗器材：音箱（壓克力、珍珠板、厚紙板、紙箱瓦楞紙、模型飛機木、塑膠瓦楞板、不鏽鋼）、噪音架、蜂鳴器、分貝計、調音器、螺帽、魔鬼粘、老虎鉗、電池、木條（垂直）、壓克力板（對中心）

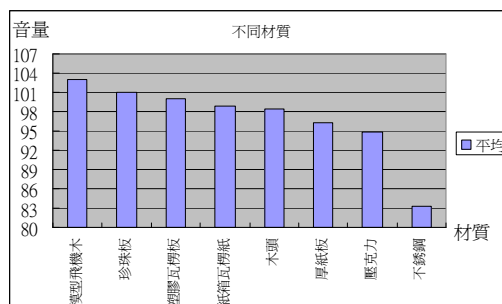
(四) 實驗步驟：

- 1、在厚度 0.3cm 的不同材質（壓克力、珍珠板、厚紙板、紙箱瓦楞紙、模型飛機木、塑膠瓦楞版、不鏽鋼）上畫出各形狀的尺寸並且要將組裝時的厚度考慮進去。
- 2、利用線鋸機切割壓克力板、小刀切割其他材質（不鏽鋼材質請工廠裁切、挖洞）。
- 3、用白膠先把底面及側邊組裝起來，等音箱牢固了把裡面接縫處用白膠封住。
- 4、將蓋子在中心位置畫圓，開洞。
- 5、最後再黏上蓋子，把外面接縫處用白膠封住。
- 6、逐一將不同材質的音箱放在噪音架上，調整分貝計位置（用壓克力板調整在洞口上方 0.3 cm，用木條量垂直），蜂鳴器位置放在離洞口 4cm 的位置上，用螺帽壓住，同時在另一端用魔鬼粘固定調音器。
- 7、將鱷魚夾子接上電源，測量音量及音高並紀錄下來。

(五) 實驗結果：

1、音量（不同材質）

材質	飛機木	珍珠板	塑膠板	紙箱	木頭	厚紙板	壓克力	不銹鋼
1	103.1	101.2	99.9	98.9	98.4	96.2	94.6	83
2	102.8	101	100	98.8	98.4	96.3	94.8	83.5
3	102.9	101	100	98.9	98.5	96.5	94.9	83.5
4	102.9	100.9	100.1	98.9	98.5	96.3	94.9	83.1
5	103.2	101	100	99	98.4	96.2	95	83.5
平	102.98	101.02	100	98.9	98.44	96.3	94.84	83.32

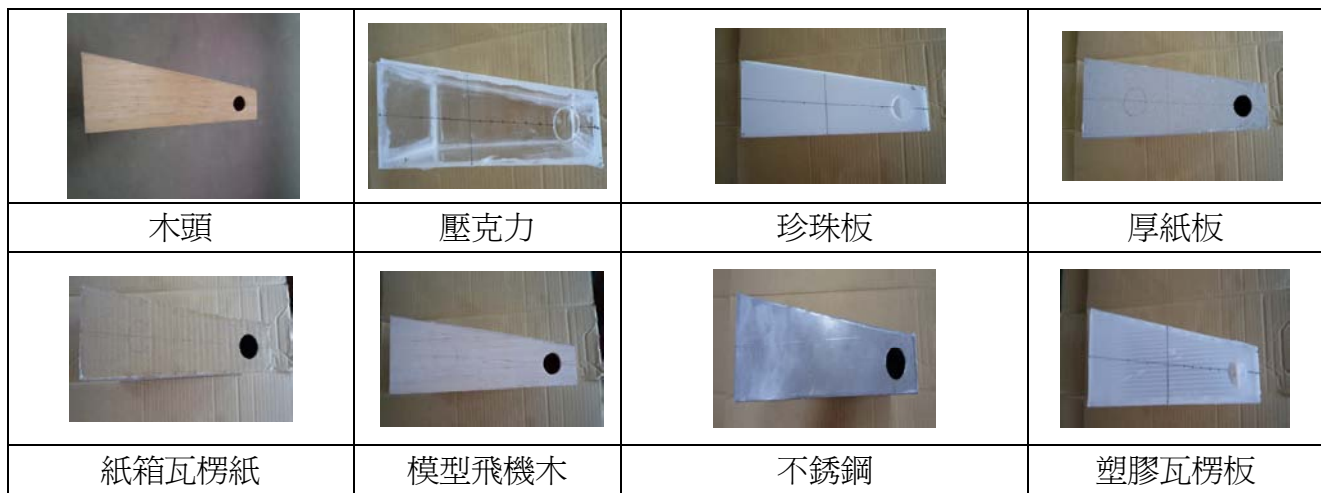
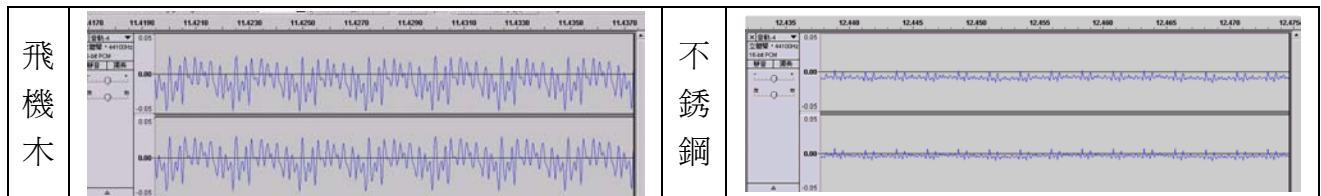


2.音高

	飛機木	珍珠板	塑膠板	紙箱	木頭	厚紙板	壓克力	不銹鋼
1	4G	4G	4G	4G	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4B
2	4G	4G	4G	4G	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4B
3	4G	4G	4G	4G	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4B
4	4G	4G	4G	4G	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4B
5	4G	4G	4G	4G	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4B

(六) 討論與發現：

- 1.不同材質所呈現的音量不同，發現越輕的材質，聲音都比較大聲，飛機木最大聲，不銹鋼最小聲，而不同材質所呈現的音高都很接近。
- 2.由波形發現不銹鋼的波形的振動幅度最小。



十、實驗十：不同面板厚度的梯形音箱對音量和音高會不會有影響？

(一) 保持不變變因：

- 1.相同材質（模型飛機木）
- 2.音箱體積（1000 立方公分）
- 3.音箱高度（10 公分）
- 4.開洞位置（1-1）
- 5.開洞半徑 1 公分
- 6.相同的操作者
- 7.地點（視聽教室）
- 8.蜂鳴器位置（離洞口 4 公分）
- 9.噪音架的位置（地上）
- 10.分貝計位置（洞口上方 0.3 公分）

(二) 改變變因：不同的面板厚度（0.1、0.2、0.3 公分）

(三) 實驗器材：音箱（不同面板厚度）、噪音架、蜂鳴器、分貝計、調音器、螺帽、魔鬼粘、老虎鉗、電池、木條（垂直）、壓克力板（對中心）

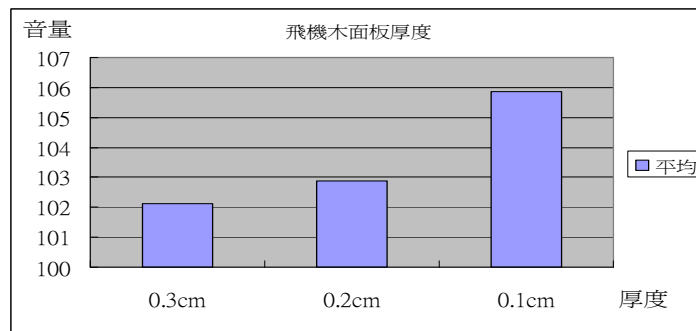
(四) 實驗步驟：

- 1.製作不同面板厚度（0.1 公分、0.2 公分、0.3 公分）的飛機木音箱。
- 2.逐一將不同面板厚度的音箱放在噪音架上，調整分貝計位置（用壓克力板調整在洞口上方 0.3 cm，用木條量垂直），蜂鳴器位置放在離洞口 4cm 的位置上，用螺帽壓住，同時在另一端用魔鬼粘固定調音器。
- 3.將鱷魚夾子接上電源，測量音量及音高並紀錄下來。

（五）實驗結果：

1.音量（飛機木不同厚度）

厚度	0.3cm	0.2cm	0.1cm
1	102.2	103	106
2	102.1	102.8	105.8
3	102.1	102.8	105.9
4	102.1	102.7	105.8
5	102.1	103.1	105.8
平均	102.12	102.88	105.86



2.音高

厚度	0.3	0.2	0.1
第一次	4G	4G	4G
第二次	4G	4G	4G
第三次	4G	4G	4G
第四次	4G	4G	4G
第五次	4G	4G	4G

（六）實驗發現:

- 1.最大聲是面版厚度 0.1cm，最小的聲音是厚度 0.3cm。
- 2.厚度越薄音量越大聲，可能是因為木板厚度越薄，聲音比較容易震動面版。
- 3.面版厚度對音量是有影響的，厚度越薄，聲音比較大聲。但是對音高是沒有影響的，三種不同厚度音高都是 4G。

十一、實驗十一： 改變控制蜂鳴器的力道對音量和音高會不會有影響？

（一）保持不變變因：

- 1.相同材質（模型飛機木）
- 2.音箱體積（1000 立方公分）
- 3.音箱高度（10 公分）
- 4.開洞位置（1-1）
- 5.開洞半徑 1 公分
- 6.相同的操作者
- 7.分貝計位置（洞口上方 0.3 公分）
- 8.蜂鳴器位置（離洞口 4 公分）
- 9.地點（視聽教室）
- 10.噪音架的位置（地上）

（二）改變變因：不同的螺帽數（3-9 顆）

（三）實驗器材：音箱（0.1 面版的飛機木）、噪音架、蜂鳴器、分貝計、調音器、螺帽、魔鬼粘、老虎鉗、電池、木條（垂直）、壓克力板（對中心）

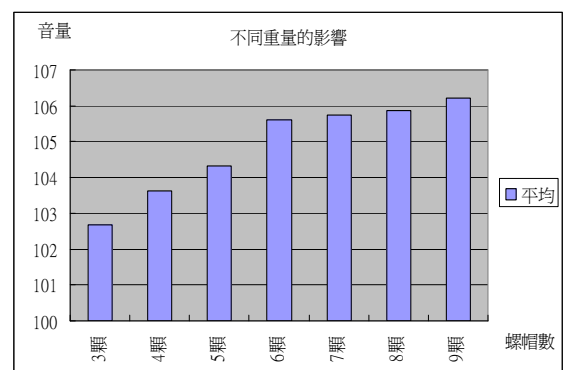
（四）實驗步驟：

- 1.將面版厚度 0.1 公分的飛機木音箱放在噪音架上，調整分貝計位置（用壓克力板調整在洞口上方 0.3 cm，用木條量垂直），蜂鳴器位置放在離洞口 4cm 的位置上，分別用 3-9 顆的螺帽壓住，同時在另一端用魔鬼粘固定調音器。
- 2.將鱷魚夾子接上電源，測量音量及音高並紀錄下來。

（五）實驗結果：

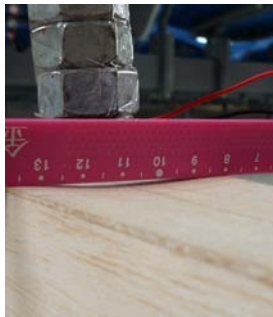
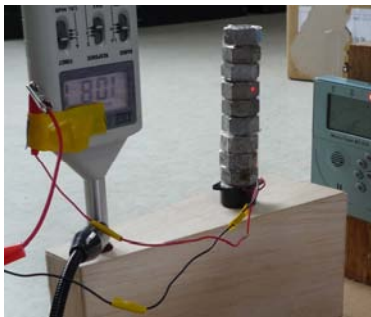
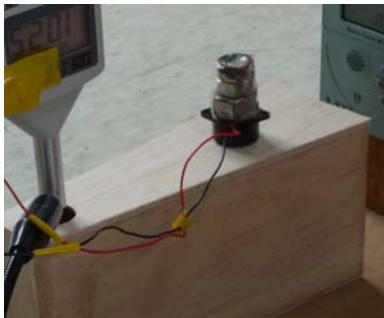
1.音量

顆數	3 顆	4 顆	5 顆	6 顆	7 顆	8 顆	9 顆
1	102.6	103.8	104.2	105.7	105.9	105.9	106.2
2	103	103.6	104.3	105.7	105.7	105.9	106.2
3	102.7	103.7	104.4	105.6	105.7	105.7	106.2
4	102.5	103.5	104.3	105.5	105.6	105.8	106.1
5	102.6	103.6	104.4	105.6	105.8	106.1	106.3
平	102.68	103.64	104.32	105.62	105.74	105.88	106.2



2.音高

	3 顆	4 顆	5 顆	6 顆	7 顆	8 顆	9 顆
1	4G	4G	4G	5A	6G ^b	6F	6F
2	4G	4G	4G	5A	6G ^b	6F	6F
3	4G	4G	4G	5A	6G ^b	6F	6F
4	4G	4G	4G	5A	6G ^b	6F	6F
5	4G	4G	4G	5A	6G ^b	6F	6F



(六) 實驗發現：

- 1.螺帽數量對音量是有影響的，數量越多，聲音比較大聲。9 顆最大聲，3 顆最小聲。
- 2.螺帽越多聲音越大聲，可能是因為螺帽數量就好像彈弦的力道，螺帽越多越容易使蜂鳴器的聲音振動到音箱內，但是重量越重（6 顆之後），對面板凹陷程度就越嚴重，感覺面板很不耐用，聽吉他師父說：『骨棒可以支撐面板，以及分散弦對面板的張力』，所以我們嘗試增加骨棒，看看對音箱會怎麼樣。
- 3.螺帽數量對音高是有影響的，在一定範圍內的力道呈現接近的音高，表示彈琴時的不恰當的力道會造成面板震動產生出不同的音高，越多螺帽越大力呈現較高的音高。

十二、實驗十二：不同骨棒排列的情形對音量和音高的影響？

(一) 保持不變變因：

- 1.相同材質（模型飛機木）
- 2.音箱體積（1000 立方公分）
- 3.音箱高度（10 公分）
- 4.開洞位置（1-1）
- 5.開洞半徑 1 公分
- 6.相同的操作者
- 7.分貝計位置（洞口上方 0.3 公分）
- 8.蜂鳴器位置（離洞口 4 公分）
- 9.地點（視聽教室）
- 10.噪音架的位置（地上）

(二) 改變變因：不同的骨棒排列（垂直、水平、右上、左上）、螺帽數量（6 顆、9 顆）

(三) 實驗器材：音箱（0.1 面板的飛機木）、噪音架、蜂鳴器、分貝計、調音器、螺帽、魔鬼粘、老虎鉗、電池、木條（垂直）、壓克力板（對中心）

(四) 實驗步驟：

- 1.在面板上用三根音棒排列，製做垂直、水平、右上（斜 45 度）、左上（斜 45 度）四種不同骨棒面板的音箱。
- 2.逐一將不同骨棒排列面板的音箱放在噪音架上，調整分貝計位置（用壓克力板調整在洞口上方 0.3 cm，用木條量垂直），蜂鳴器位置放在離洞口 4cm 的位置上，用螺帽壓住，同時在另一端用魔鬼粘固定調音器。
- 3.將鱷魚夾子接上電源，測量音量及音高並紀錄下來。

(五) 實驗結果：

1.音量 (6 顆)

	垂直	水平	右上	左上
1	105.6	102.4	102.3	105.2
2	105.8	102.3	102.1	105.2
3	105.7	102	102.1	105.1
4	105.7	102	102.1	105.1
5	105.7	102	102.2	105
平均	105.7	102.14	102.16	105.12

2.音高

排列	垂直	水平	右上	左上
1	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b
2	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b
3	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b
4	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b
5	4A ^b	4A ^b	4A ^b	4A ^b

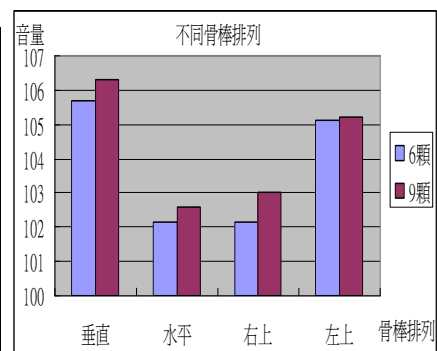


1.音量 (9 顆)

	垂直	水平	右上	左上
1	106.3	102.5	103	105.2
2	106.3	102.8	102.9	105.3
3	106.3	102.5	103.1	105.1
4	106.3	102.5	103	105.2
5	106.4	102.5	103.1	105.2
平均	106.32	102.56	103.02	105.2

2.音高

排列	垂直	水平	右上	左上
1	6G	4A ^b	5A ^b	5A ^b
2	6G	4A ^b	5A ^b	5A ^b
3	6G	4A ^b	5A ^b	5A ^b
4	6G	4A ^b	5A ^b	5A ^b
5	6G	4A ^b	5A ^b	5A ^b



(六) 實驗發現：

- 1、6 顆螺帽時，不同骨棒排列都有相同的音高。
- 2、9 顆螺帽時，垂直的骨棒排列的音高 6G，比 6 顆時音高變高，水平骨棒排列的音高與 6 顆相同，斜的排列音高也變高 5A^b，但不管斜左斜右音高都一樣。
- 3、四種骨棒排列，都可以改善面板凹陷程度，其中垂直面板，不管施加 6 顆或 9 顆螺帽重量，它的凹陷程度都是最大的，音量卻也是最大聲。
- 4、雖然水平骨棒排列很堅固，凹陷程度最少，卻會降低音箱的音量，是四種排列中最小聲的。
- 5、因此想要讓音箱又大聲又堅固，所以做了下一種骨棒排列，有直的也有斜的骨棒，斜的是配合梯形的斜邊。

十三、實驗十三：組合的鼓棒排列對音量和音高的影響？

(一) 保持不變變因：

- 1.相同材質 (模型飛機木)
- 2.音箱體積 (1000 立方公分)
3. 相同的操作者
- 4.開洞位置 (1-1)
- 5.地點 (視聽教室)
6. 噪音架的位置 (地上)
- 7.分貝計位置 (洞口上方 0.3 公分)
- 8.蜂鳴器位置 (離洞口 4 公分)

(二) 改變變因：組合的骨棒排列 (兩根垂直一根斜邊)、螺帽數量 (6 顆、9 顆)

(三) 實驗器材：音箱 (0.1 面版的飛機木)、噪音架、蜂鳴器、分貝計、調音器、螺帽、魔鬼粘、老虎鉗、電池、木條 (垂直)、壓克力板 (對中心)

(四) 實驗步驟：

- 1.在面板上用三根音棒排列 (順著斜邊跟高貼兩根骨棒，在通過圓心黏一根垂直的骨棒)，製做綜合骨棒面板的音箱。
- 2.將音箱放在噪音架上，調整分貝計位置 (用壓克力板調整在洞口上方 0.3 cm，用木條量垂直)，蜂鳴器位置放在離洞口 4cm 的位置上，用螺帽壓住，同時在另一端用魔鬼粘固定調音器，將鱷魚夾子接上電源，測量音量及音高並紀錄下來。

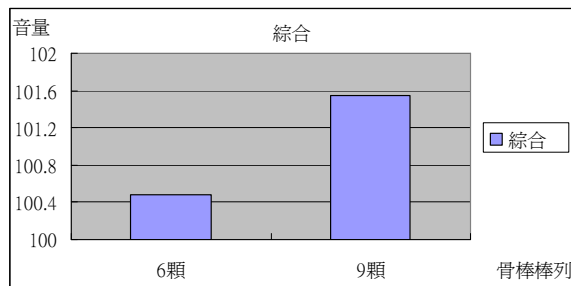
(五) 實驗結果：

1.音量

排列	6 顆	9 顆
1	100.7	101.6
2	100.5	101.5
3	100.4	101.6
4	100.5	101.5
5	100.3	101.5
平均	100.48	101.54

2.音高

排列	6 顆	9 顆
1	4G [#]	4G [#]
2	4G [#]	4G [#]
3	4G [#]	4G [#]
4	4G [#]	4G [#]
5	4G [#]	4G [#]



(六) 實驗發現：

- 1、實驗發現這樣的骨棒排列面板比單純垂直排列的面板堅固。
- 2、呈現出的音量，雖然 9 顆的音量比 6 顆大，卻都反而比原先沒有骨棒的音箱音量小，但是比較前一個實驗，6 顆時所有的音箱音高都是 4A^b，這樣的排列骨棒卻出現實驗中不曾出現的音高 4G[#]。

十四、實驗十四：測量音箱的共鳴

- (一) 問題：音量大聲，就一定是好的音箱嗎？於是我們就去請教吉他師父，由於我們的音箱上用蜂鳴器放在琴橋的位置模擬弦震動的狀態，想要知道我們做的這些音箱它們的共鳴效果好不好呢？

吉他師父回答：建議用左右手手掌捧起音箱，嘴對準音孔唱“啊”的聲音，持續發聲，由低音到高音或高音到低音，當手掌感覺到音箱振動最大時，定住此聲音，對準調音器唱出此頻率的聲音，調音器會顯示出此頻率的音調，音叉的頻率是 440HZ（高音 La，A 的聲音，中央 La 是 220HZ），如果是調音器顯示出的音調（C，D，E，F，G，A，B）其中包括升降半音）是 A 的話，表示此音箱共鳴效果最好的頻率是 A 的聲音，音箱的厚薄或內容積或音孔的大小都會影響共鳴頻率的變化。

(二) 實驗方法：

- 1.把調音器的發聲孔貼在音箱的音孔上。
- 2.從 4C~5B 開始發音，4C→4C[#]→4D…….5A[#]→5B，用雙手放在音箱兩側感覺。
- 3.感覺哪一個音震動最強，然後記錄在紙上。（測兩次）

(三) 實驗結果：

面板	0.1	0.2	0.3	垂直	水平	右上	左上	綜合
1	4B	5E	4G [#]	4B	4B	4A [#]	4B	4A [#]
2	4A [#]	5E	4G [#]	4B	4A [#]	4A [#]	4B	4A [#]



(四) 實驗發現：

- 1.實驗發現不同音箱對任何一個音高皆會震動，但是會有某一音高出現時產生特別大的震動，這個音就是音箱的共鳴頻率。表示當這個音出現時，音箱會產生特別大震動，產生比較大的音量。
- 2.如果在樂器音箱的製作上，應該避免讓音箱的共鳴頻率是在音樂常用的音高上，否則在演奏上會干擾到其他音高的表現。

柒、結論：

一、從親手做肚子音箱實驗中，了解到聲音是利用震動音箱表面，而使音箱中的空氣產生振動壓縮空氣，產生聲波傳到我們的耳朵。

二、實驗結果與實際應用的比較：（影響音箱的因素可以針對底下幾項條件進行歸納）

（一）音箱的形狀：不同形狀都有特殊專屬的波形，所產生的音量與音高也有不同的組合，彼此之間沒有直接關係。梯形實驗中，我們發現音量與形狀呈現對稱性，聲音最大聲的是有直角的梯形，而不是等腰梯形，平常樂器會設計成對稱形可能是因為美觀。不同形狀的音箱，音量最大聲的是梯形，類似吉他的葫蘆狀，並非我們所以為越接近圓形或弧形音量越大。

（二）開洞的大小：不同形狀都有它們適合的開洞大小，洞開越大，形狀間的影響差異就愈小。音孔變大時，音量因各形狀不同而有差異，當洞開越大時，形狀間對音量的影響愈小，並沒有像我們想的因為洞變大聲音比較容易出來，所以比較大聲。

（三）體積的大小：體積變化會造成聲音的變化，不同體積的音箱所產生的音量都不同，體積越大，音高也就跟著變低。像大提琴的聲音聽起來就比小提琴渾厚低沉，實驗時，不同形狀為了控制變因一致，只有正方形長、寬、高等比例放大，隨體積變大，音量變小。

（四）開洞的位置：開洞越接近上底的音量越大。

（五）音箱的厚度及材質：越薄越輕的音箱音量越大，可能是比較容易使音箱內的空氣震動，但相對的容易毀壞，因此也要考慮它的實用性。

（六）琴橋和弦的張力與面板厚薄的關係：面板越薄，聲音越大聲，但必須可以承受琴橋及弦所傳送的震動，像小提琴面板 0.1 公分，吉他面板也是 0.1 公分，大提琴面板卻是 0.4 公分

（七）骨棒排列：骨棒排列可以改善面板的凹陷程度，對音高也有影響，不論吉他或提琴面板皆有骨棒，至於骨棒的排列仍是一門深奧的學問。

（八）音箱共鳴：不同音箱對不同音高都會震動，但每個音箱都有它們專屬頻率，當此頻率出現時，會使音箱本身產生比其他聲音更大的震動，演奏時會造成干擾其他聲音的呈現。因此，在音箱的製作上應該避免音箱的專屬頻率是樂音常用的頻率。

三、從這次親手做音箱的過程中，讓我們了解音箱發出聲音的主要原因是利用震動音箱表面，而使音箱中的空氣產生振動壓縮空氣，產生聲波傳到我們的耳朵。影響肚子音箱的變因很多，也很複雜，各個環節都會互相影響到，只要改變其中一個變因，音箱的組合就會有所不同，也就是另一種樂器的呈現效果。所以市面上的音箱肚子也沒有絕對的好或不好，只能說『肚』裡乾坤，變化莫測，都有它們自己獨特的音量與音高。手拿著自己做的音箱不僅有趣，也從樂趣『響』出許多科學道理。

捌、參考資料：

- 一、黃國棟著，吉他震動特性與模態分析，中華民國音響學會第十七屆論文集
- 二、官原明朗著，樂器圖解，李哲洋譯 1994，大陸書店。
- 三、鄭德淵著，弦樂器之研究，聲韻出版社。
- 四、井川憲明，牛頓研習百科，聲音的世界，1993，64-73 頁，牛頓出版公司
- 五、音箱上重要構造特點 <http://www.phys.unsw.edu.au/music/guitaracoustics/construction.html>
- 六、聲波的波形與頻率的關係 <http://www.phy.ntnu.edu.tw/demolab/teacher/sound/index.html>

【評語】 080108

- 1、 傳達能力頗佳。
- 2、 變因很多，統整可以再加強些。