

中華民國第 52 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 物理科

最佳團隊合作獎

080108

天籟之音～超級煙囪叭！叭！叭！

學校名稱：苗栗縣公館鄉公館國民小學

| | |
|--------|-------|
| 作者： | 指導老師： |
| 小五 邱冠昇 | 謝祥宏 |
| 小五 謝祥俊 | 范碧玉 |
| 小五 鄭凱文 | |
| 小五 羅大易 | |

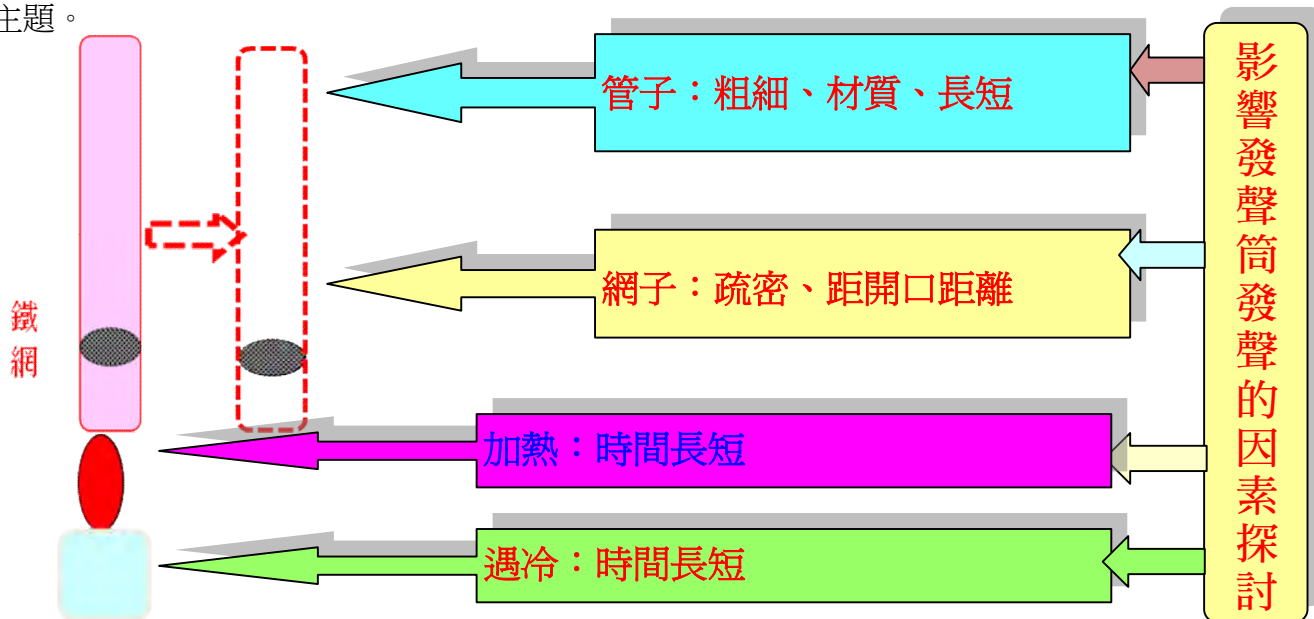
關鍵詞：聲音、黎開管、振動

天籟之音～超級煙囪叭叭叭

摘要：本研究源於自然課時，老師拿出一根管子，加熱過後管子發出像大船發動時的嗚～嗚～嗚聲。向老師借了那根神奇的管子，發現管子中有一面鐵絲網，自此引發一連串的探究實驗。**研究結果發現：**一、加熱時間越長，管子產生聲音越短二、管子越粗聲音越大，管子越細聲音越小。管子越粗，頻率越小；管子越細，頻率越高。管子越粗振幅越大，管子越細振幅越小。三、較長的白鐵管發出的聲音大，聲音較長(持續較久)。四、不同材質加熱後，聲音大小、頻率與持續時間大致相同。五、白鐵管和鋁管，隨著網子位置距離開口越遠，所產生之頻率越小、振幅越大。六、用酒精燈加熱管子產生的聲音比放入液態氮較大聲，但，放入液態氮管子產生的聲音較持久。

壹、研究動機

本研究源於自然課時，老師拿出一根管子，加熱過後管子發出像大船發動時的嗚～嗚～嗚聲，令我們感到很驚奇。下課時，我和老師借了那根神奇的管子，發現管子中有一面鐵絲網，讓我們不禁懷疑，是不是有網子就會產生聲音？管子粗細會不會影響聲音大小？...一連串的問題在我們心中產生，所以我們就進行了一連串的實驗。因此，就變成了這次科展研究主題。



圖一：研究方向思考圖

貳、研究目的

我們利用鐵架、多功能鐵夾，架設實驗裝置，並以Gold Wave軟體錄製聲音及分析頻率與振幅。研究問題如下：

- 一、探討管子加熱時間的長短，對聲音大小及長短的關係？
- 二、探討管子的粗細，對聲音大小、長短、頻率及振幅的影響？
- 三、探討管子的長短，對聲音大小、長短、頻率及振幅的影響？
- 四、探討不同材質的管子，對聲音大小、長短、頻率及振幅的影響？
- 五、探討網子位置，對聲音大小、長短、頻率及振幅的影響？
- 六、探討網子疏密，對聲音大小、長短、頻率及振幅的影響？
- 七、探討管子致冷，對聲音大小、長短、頻率及振幅的影響？

參、研究設備及器材

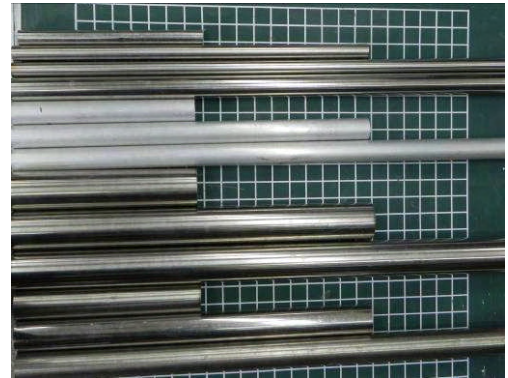
(一)器材：酒精燈、三角架、紅外線測溫器、鐵網子（粗、細）、分貝器、錄音筆、碼表、鐵尺、剪刀



照片：實驗器材

(二)管子：

| 管子 | | 30cm | 60cm | 90cm |
|----|---|------|------|------|
| 鋁管 | 中 | ✓ | ✓ | ✓ |
| | 粗 | ✓ | ✓ | ✓ |
| 白鐵 | 中 | ✓ | ✓ | ✓ |
| | 細 | ✓ | ✓ | ✓ |
| | 粗 | ✓ | ✓ | ✓ |



照片：各種實驗管子

(三)實驗裝置圖

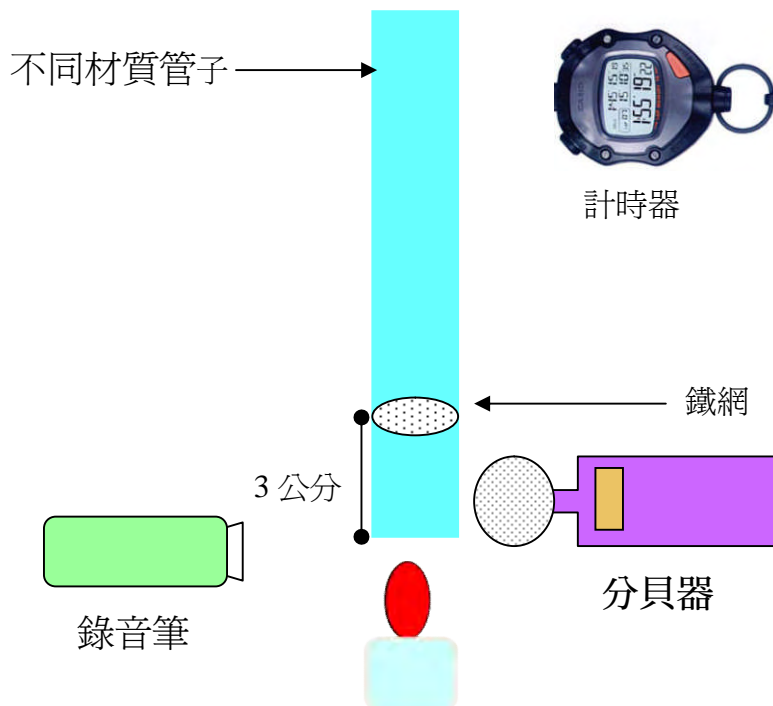


圖 1：發聲筒實驗裝置圖



照片：實驗裝置圖

肆、研究過程與研究結果

問題一：探討管子加熱時間的長短，對聲音大小及長短的關係？

【研究方法】：準備直徑 2.5 公分、長 30 公分白鐵管，距離開口 3 公分處，放入鐵網。

【實驗步驟】：

1. 準備直徑 2.5 公分、長 30 公分白鐵管，距離開口 3 公分處，放入鐵網。
2. 用酒精燈，分別加熱 20 秒、10 秒、5 秒、2 秒。
3. 用分貝器測量產生聲音大小，並用錄音筆錄音紀錄整個實驗過程中聲音變化。
4. 將實驗結果記錄，並畫成表格、變化圖。

【研究發現】：

1. 加熱時間長短不同，但聲音的大小幾乎相同。
2. 加熱時間較短白鐵管，聲音持續時間較長；加熱時間較長的白鐵管，聲音持續時間反而較短。
3. 加熱時間並不是越長聲音越大，而是有一定的時間，超過就沒有效果，同樣，加熱時間太短，也不會有聲音。
4. 結果如表 1~4；圖 2、3。

表 1：加熱 20 秒，發聲筒產生聲音大小一覽表

| 項目\次 別 | 第1次 | 第2次 | 第3次 | 第4次 | 第5次 | 平均 |
|-----------|------|------|------|------|------|-------|
| 最大音量 (分貝) | 86.6 | 89.7 | 64.2 | 41.9 | 89.7 | 88.67 |
| 時間持續 (秒) | 1.56 | 2 | 1.29 | 1.5 | 2.3 | 1.73 |

※刪除誤差最大值再求平均。

表 2：加熱 10 秒，發聲筒產生聲音大小一覽表

| 項目\次 別 | 第1次 | 第2次 | 第3次 | 第4次 | 第5次 | 平均 |
|-----------|------|------|------|-----|------|------|
| 最大音量 (分貝) | 57 | 88.1 | 86 | X | 86.3 | 86.8 |
| 時間持續 (秒) | 2.41 | 3.4 | 3.31 | X | 3.06 | 3.05 |

※刪除誤差最大值再求平均。

表 3：加熱 5 秒，發聲筒產生聲音大小一覽表

| 項目\次 別 | 第1次 | 第2次 | 第3次 | 第4次 | 第5次 | 平均 |
|-----------|------|------|------|-----|-----|-------|
| 最大音量 (分貝) | 83.8 | 85.2 | 88.7 | 90 | X | 86.93 |
| 時間持續 (秒) | 3.22 | 2.53 | 3.54 | 4.7 | X | 3.50 |

※刪除誤差最大值再求平均。

表 4：加熱 2 秒，發聲筒產生聲音大小一覽表

| 項目\次 別 | 第1次 | 第2次 | 第3次 | 第4次 | 第5次 | 平均 |
|-----------|------|------|------|------|-----|-------|
| 最大音量 (分貝) | 87.8 | 86.6 | 89.2 | 89.1 | X | 88.18 |
| 時間持續 (秒) | 2.8 | 3.34 | 3.6 | 3.65 | X | 3.35 |

※刪除誤差最大值再求平均。

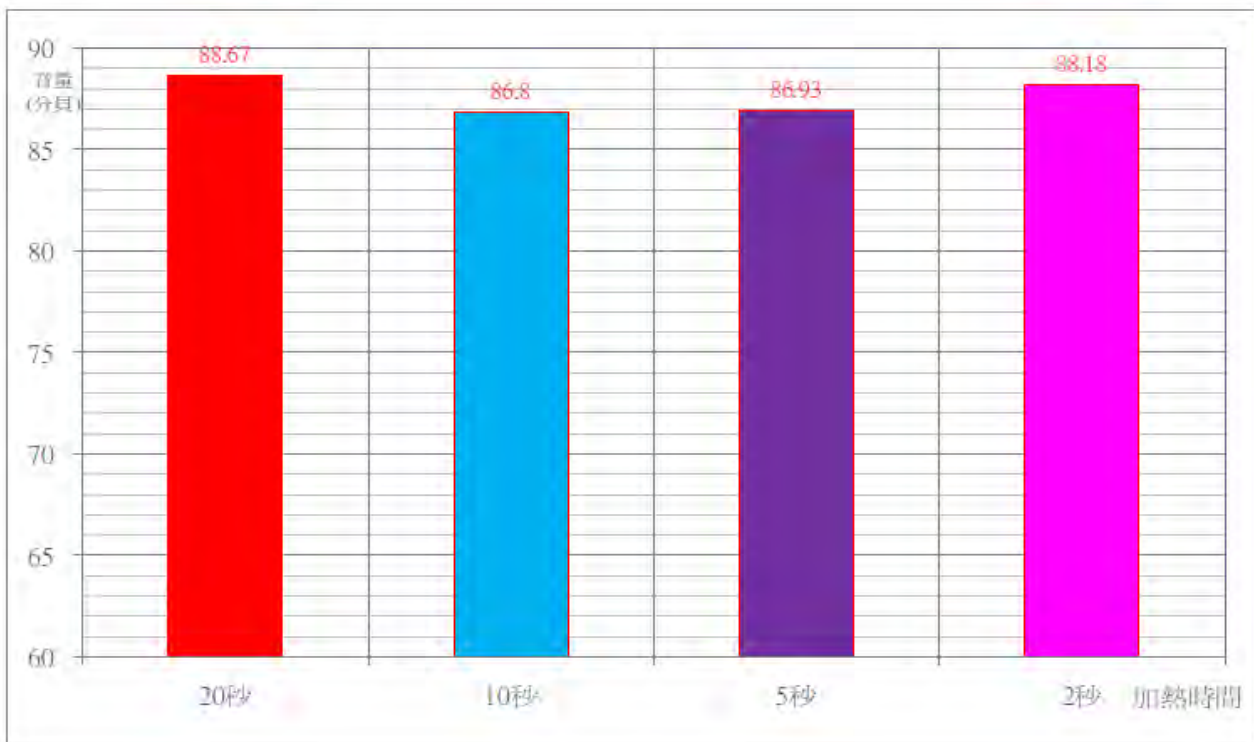


圖 2：發聲筒不同加熱時間，對產生聲音大小比較圖

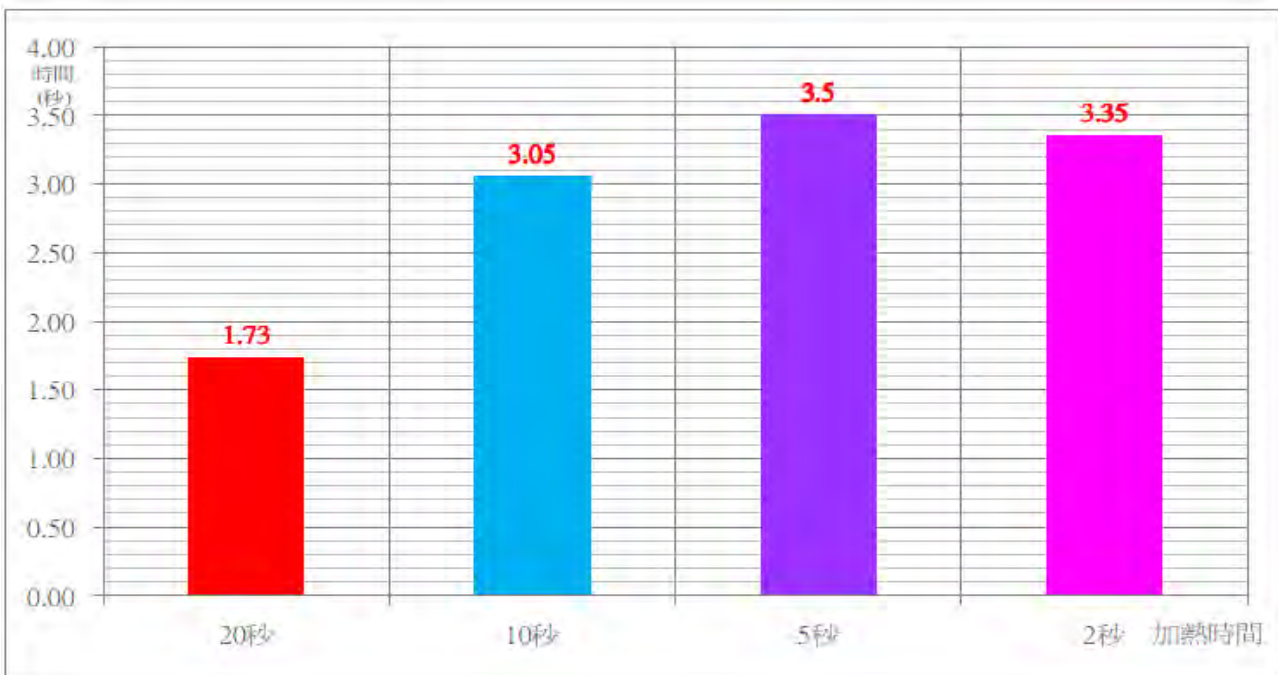


圖 3：發聲筒不同加熱時間，對聲音產生長短比較圖

問題二：探討管子的粗細，對聲音大小、長短、頻率及振幅的影響？

【研究方法】：先準備不同粗細的白鐵管，再把不同粗細的管子，在同一長度位置塞入同樣的鐵網，加熱同樣時間後，測聲音大小、頻率與振幅。

【實驗步驟】：

- 1.準備三支長 90 公分，直徑分別為 2.5 公分、3.5 公分、5 公分、6 公分長的白鐵管。
- 2.三支管子底部，距離開口 22.5 公分處，放入細鐵網。
- 3.用酒精燈，於管子開口處分別加熱 20 秒。
- 4.用分貝器測量產生聲音大小，並用錄音筆錄音紀錄整個實驗過程中聲音變化。
- 5.重複實驗步驟 2~步驟 4，3 次，將實驗結果記錄於實驗日誌。
- 6.利用 Gold Wave 分析聲音的頻率與振幅。
- 7.將實驗日誌資料，整理、分析，並畫成表格、變化圖。

【研究發現】：

- 1.管子越粗，聲音越大；管子越細，聲音越小。
 - 2.管子太粗或太細聲音持續都不長，直徑 3.5 公分的中管子發出的聲音最久。
 - 3.管子越粗，頻率越小(低音)；管子越細，頻率越大(高音)。
 - 4.管子越粗，振幅越大；管子越細，振幅越小。
- 3.結果如表 5；圖 4~9。

【推測可能原因】：

- 1.管子越細，內部的空氣就會越少，被加熱的空氣也會較少，所發出的聲音就會較小；管子越粗，內部空氣就會越多，被加熱的空氣也會較多，所發出的聲音就會較大
- 2.管子太粗，空氣分散，能量不足，因此聲音持續較短，管子太細，空氣儲存量不足，因此聲音也持續較短，而中管子不會空氣分散也不會儲存量不足，因此發出聲音持續較久。

表 5：不同粗細管子對聲音影響

| 項目\管子粗細 | 細 (直徑 2.5cm) | 中 (直徑 3.5cm) | 粗 (直徑 5cm) | 最粗 (直徑 6cm) |
|-----------|--------------|--------------|------------|-------------|
| 最大音量 (分貝) | 79.70 | 86.87 | 90.93 | 92.97 |
| 持續時間 (秒) | 17.03 | 28.27 | 26.87 | 20.00 |
| 開始溫度 (°C) | 32.17 | 31.83 | 31.33 | 31.67 |
| 加熱溫度 (°C) | 92.67 | 93.33 | 93.00 | 92.33 |
| 頻率大小 (Hz) | 815 | 805 | 780 | 780 |
| 振幅大小 (格) | 2 | 2.5 | 3 | 3.5 |

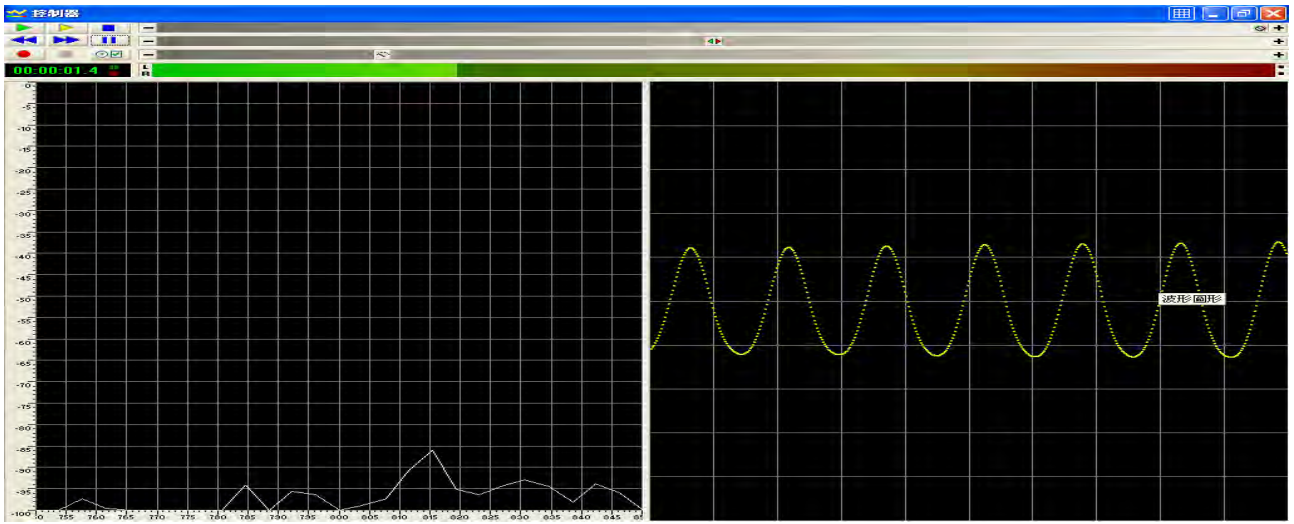


圖 4：不同粗細管子對聲音頻率與振幅影響(2.5cm 白鐵管)

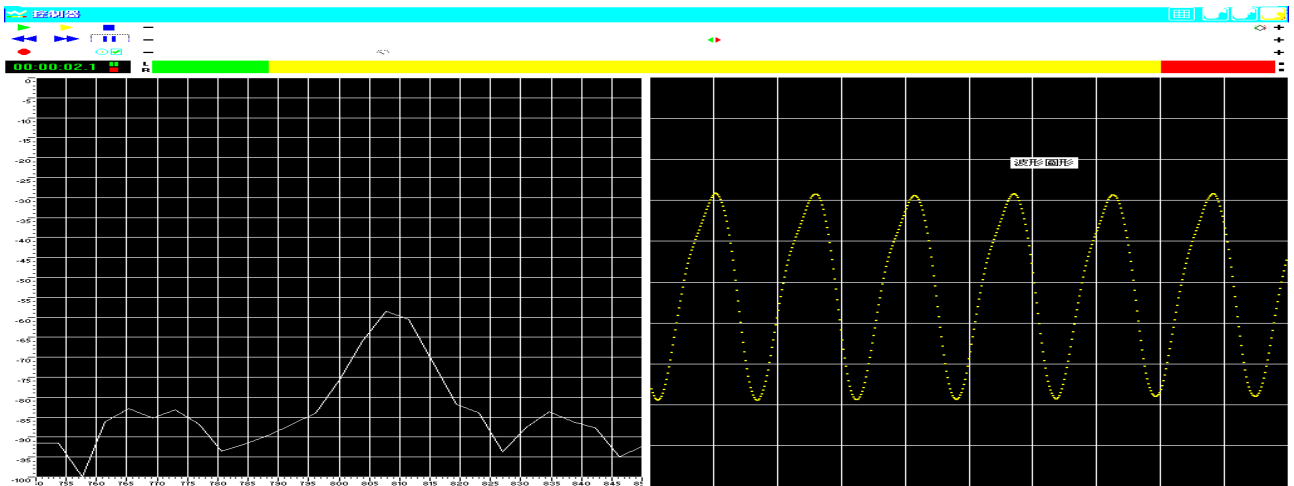


圖 5：不同粗細管子對聲音頻率與振幅影響(3.5cm 白鐵管)

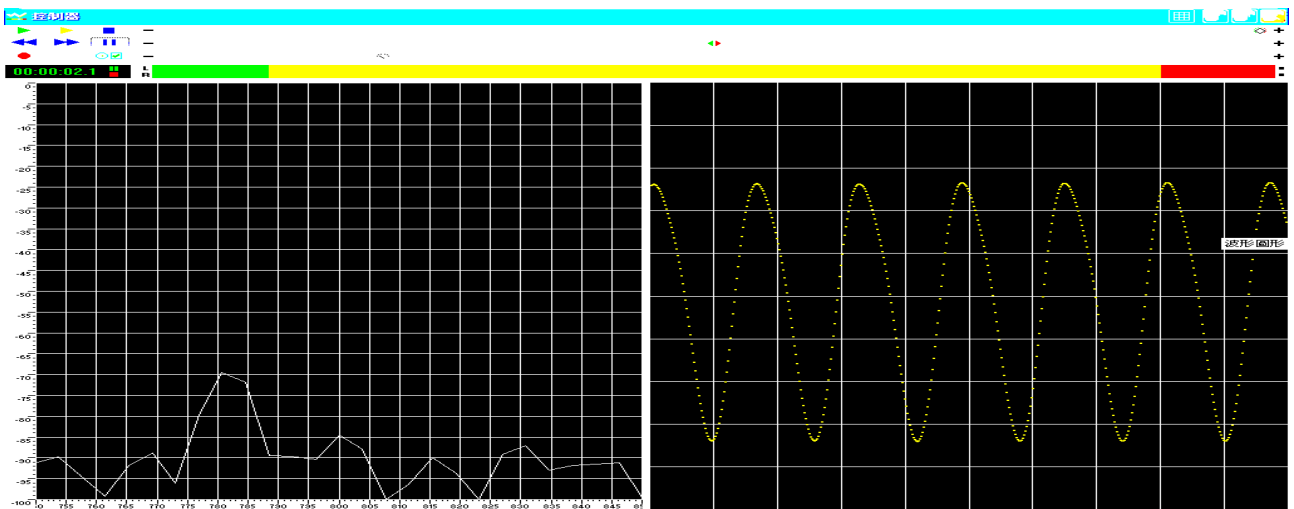


圖 6：不同粗細管子對聲音頻率與振幅影響(5cm 白鐵管)

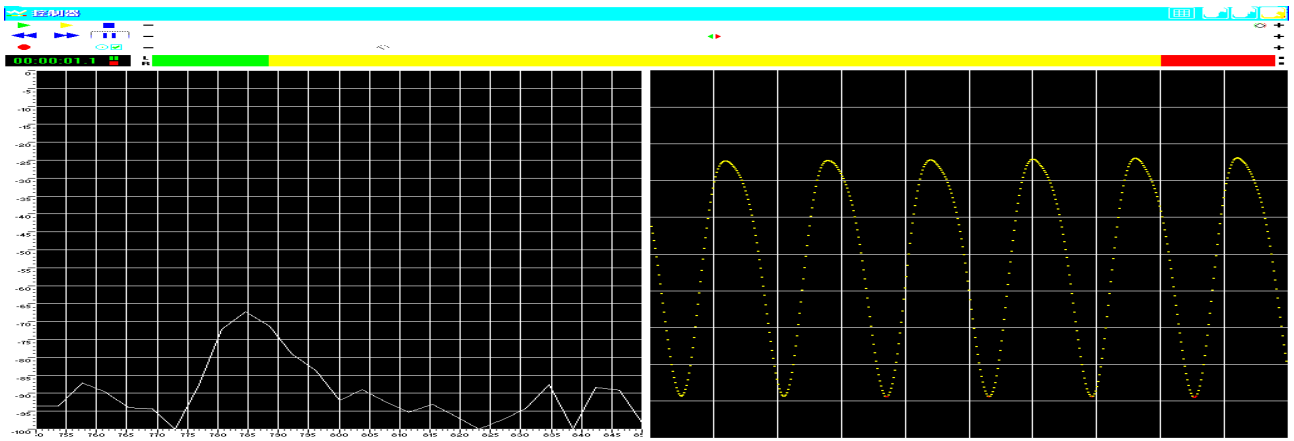


圖 7：不同粗細管子對聲音頻率與振幅影響(6cm 白鐵管)

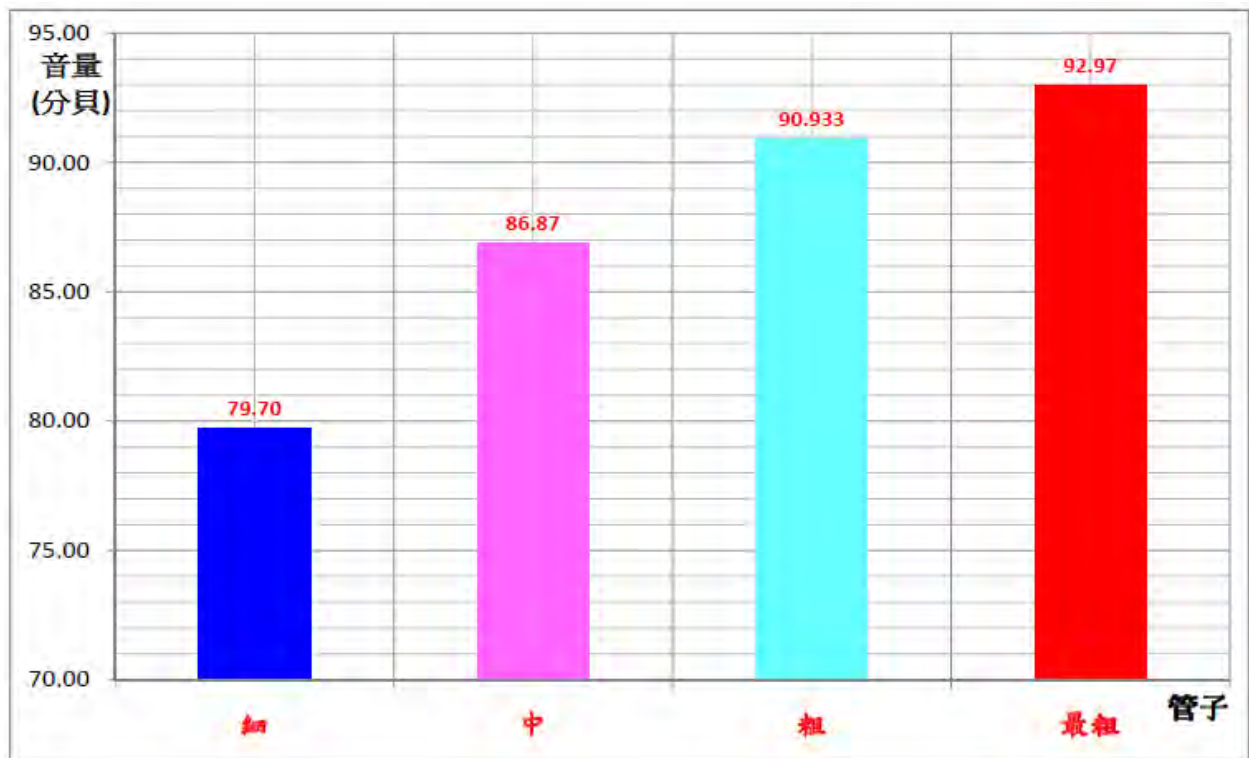


圖 8：不同粗細管子對聲音產生大小比較圖

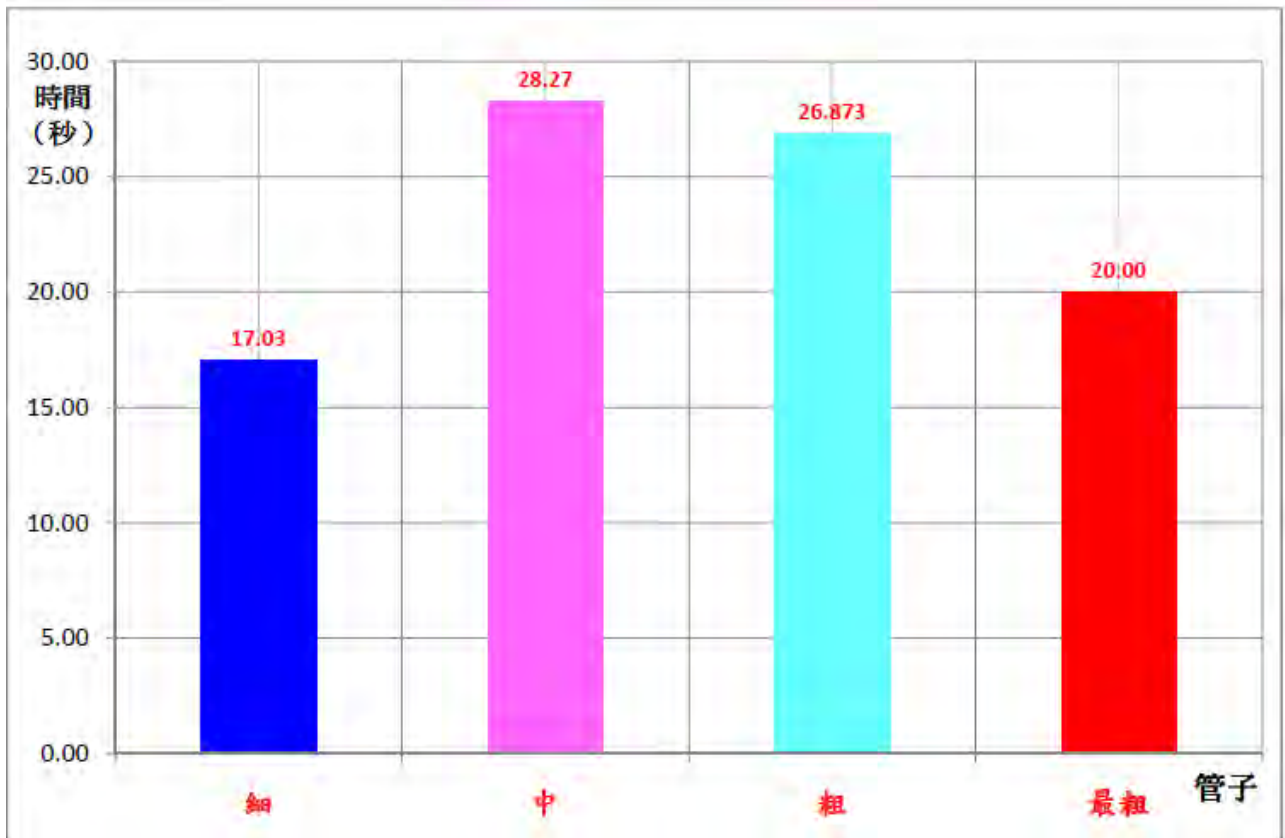


圖 9：不同粗細管子對聲音持續長短比較圖

問題三、探討管子的長短，對聲音大小、長短、頻率及振幅的影響？

【研究方法】：先把不同長短的白鐵管裡面塞鐵網，加熱一段時間後，測聲音大小。

【實驗步驟】：

1. 準備直徑 5 公分，長度分別為 30 公分、60 公分及 90 公分白鐵管，距離開口 1/4(22.5cm) 處，放入鐵網。
2. 用酒精燈，分別加熱 20 秒。
3. 用分貝器測量產生聲音大小，並用錄音筆錄音紀錄整個實驗過程中聲音變化。
4. 重複實驗步驟 2~步驟 3，3 次，將實驗結果記錄於實驗日誌。
5. 利用 Gold Wave 分析聲音的頻率與振幅。
6. 將實驗結果記錄，並畫成表格、變化圖。

【研究發現】：

1. 長度 60cm 的白鐵管，發出的聲音較大，但最短的白鐵管卻發不出聲音。
2. 長度 60cm 的白鐵管，發出的頻率較高。
3. 長度 60cm 的白鐵管，產生的振幅較大。
4. 結果如表 6；圖 10、11。

表 6：不同長短白鐵管對聲音影響

| 項目 材質 | 最大音量 (分貝) | 持續時間 (秒) | 開始溫度 ($^{\circ}\text{C}$) | 加熱溫度 ($^{\circ}\text{C}$) | 頻率大小 (Hz) | 振幅大小 (格) | 備註 |
|----------|--------------|-------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------|-------------|----|
| 長 90cm | 92.83 | 17.66 | 32.67 | 92.33 | 735.00 | 0.50 | |
| 中 60cm | 94.50 | 24.49 | 32.33 | 89.00 | 805.00 | 1.00 | |
| 短 30cm | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |

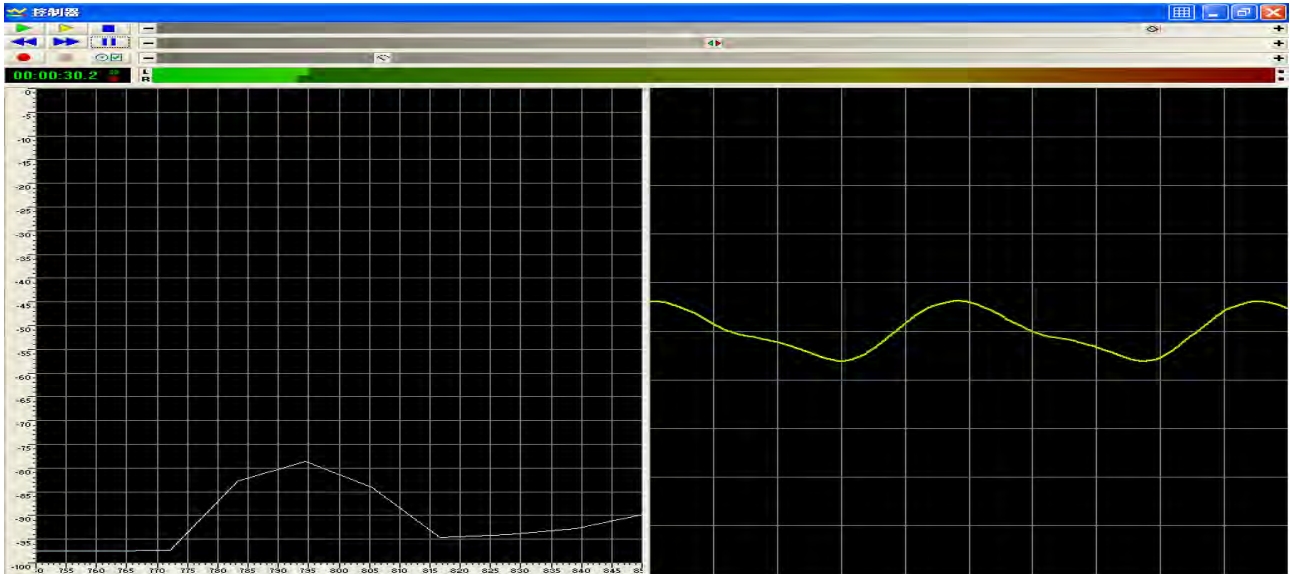


圖 10：長白鐵管產生聲音頻率及振幅圖

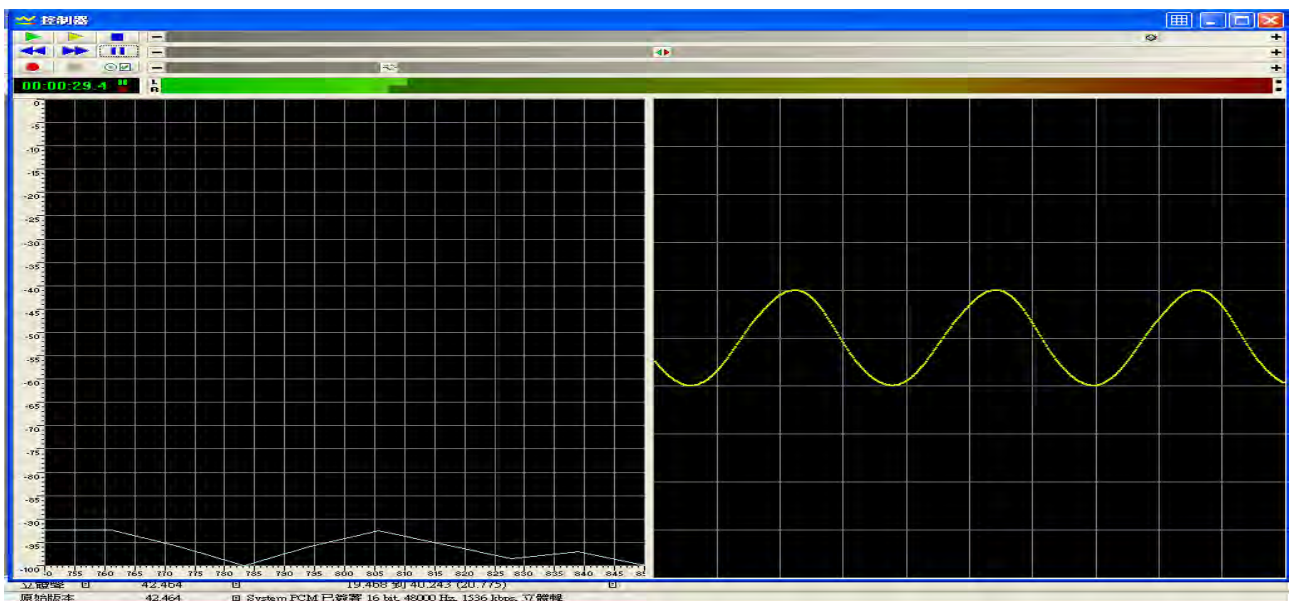


圖 11：中白鐵管產生聲音頻率及振幅圖

問題四、管子的材質，對於聲音大小、持續時間的長短有何影響？

【研究方法】：先把不同材質的管子裡面塞鐵網，加熱一段時間後，測聲音大小。

【實驗步驟】：

- 1.以長度 90cm 為管子長度。但因找不到完全相同口徑鋁管、白鐵管，以鋁管直徑 4cm、白鐵管 3.5cm、白鐵管 5cm，於距離開口 3 公分處，放入同樣鐵網進行測試。
- 2.用酒精燈，分別加熱 20 秒。
- 3.用分貝器測量產生聲音大小，並用錄音筆錄音紀錄整個實驗過程中聲音變化。
- 4.利用 Gold Wave 分析聲音的頻率與振幅。
- 5.將實驗日誌資料，整理、分析，並畫成表格、變化圖。

【研究發現】：

- 1.白鐵管、鋁管在加熱時，發出的聲音大小、與持續時間，都是白鐵管產生聲音較大、較久。
- 2.白鐵管、鋁管在加熱時，發出的聲音頻率相同，但振幅以白鐵管較大。
- 3.結果如表 7、圖 12、13。

表 7：不同材質管子對聲音影響表

| 項目 材質 | 最大音量 (分貝) | 持續時間 (秒) | 開始溫度 (°C) | 加熱溫度 (°C) | 頻率大小 (Hz) | 振幅大小 (格) | 備註 |
|-----------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------------|----|
| 白鐵(3.5cm) | 86.87 | 28.27 | 31.83 | 93.33 | 805.00 | 2.50 | |
| 鋁管(4cm) | 83.07 | 25.90 | 30.83 | 93.33 | 805.00 | 0.70 | |
| 白鐵(5cm) | 90.93 | 26.87 | 31.33 | 93.00 | 780.00 | 3.00 | |

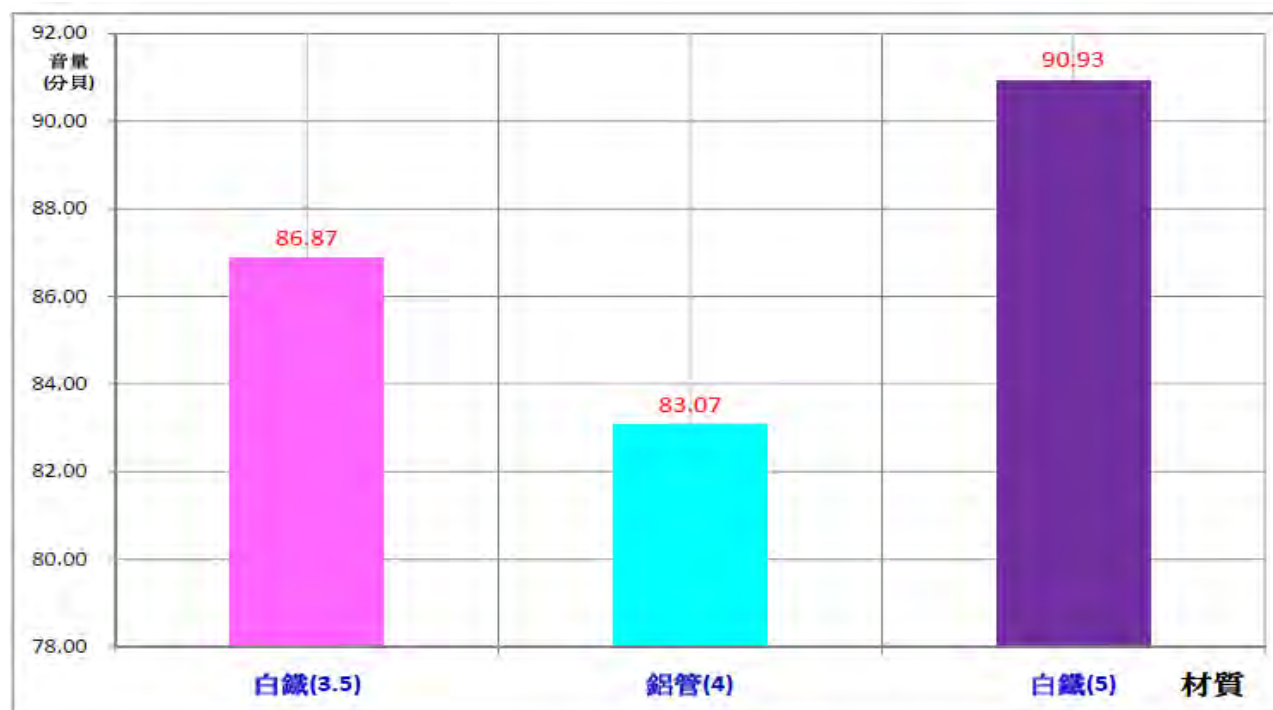


圖 12：不同材質對聲音產生音量比較圖

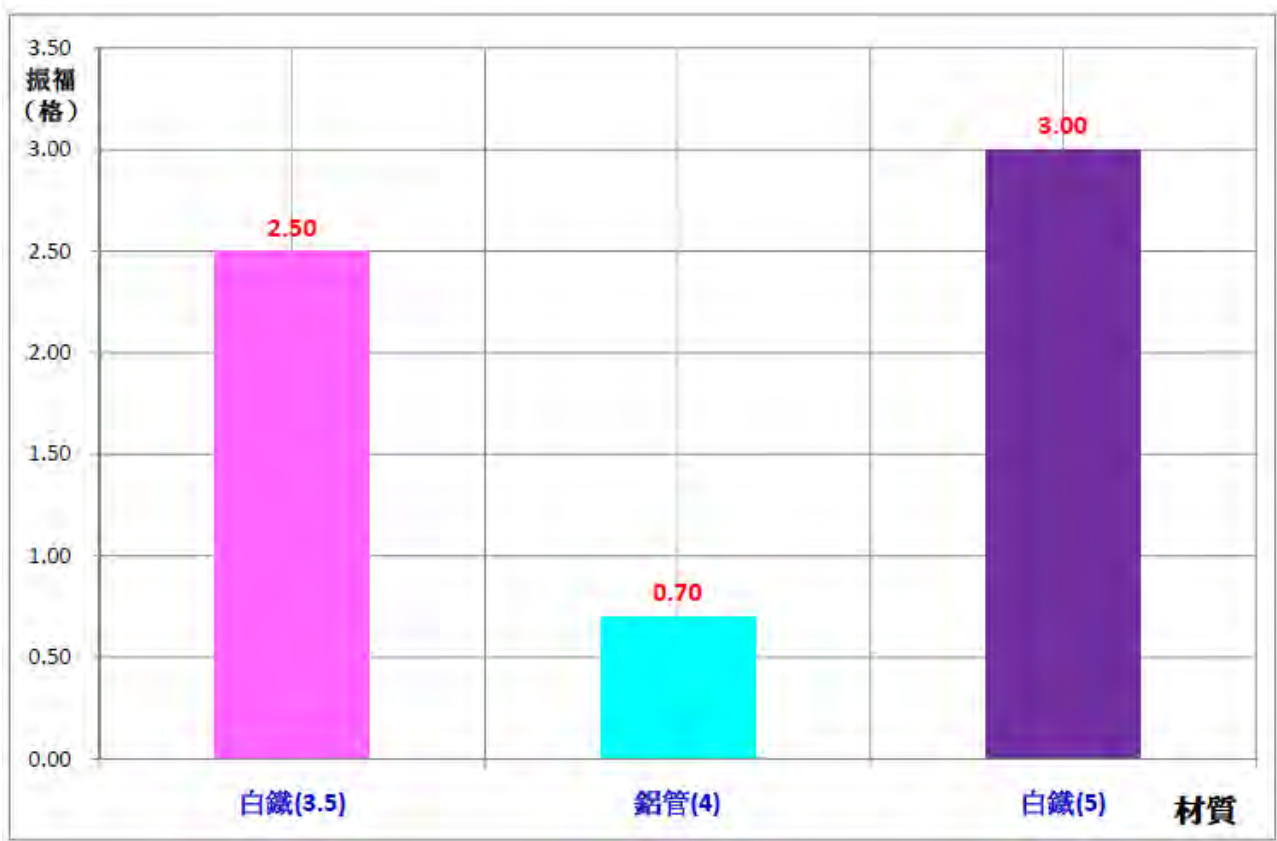


圖 13：不同材質對聲音產生振幅比較圖

問題五：探討網子位置，對聲音大小、長短、頻率及振幅的影響？

【研究方法】：把鐵網塞在管子裡，分別為管子長度 1/4(22.5cm), 1/2(45cm), 3/4(67.5cm)位置，再加熱一段時間後，就可以測聲音大小。

【實驗步驟】：

- 1.準備長度為 90 公分的白鐵管子，把鐵網塞在管子裡，距離底部為管子長度 1/4(22.5cm), 1/2(45cm), 3/4(67.5cm)位置。
- 2.加熱 20 秒後，將酒精燈移走。測量管子發出聲音的大小。
- 3.改用 90 公分鋁管，重複步驟 1.~2.。
- 4.將實驗結果記錄於實驗日誌。
- 5.將實驗日誌資料，整理、分析，並畫成表格、變化圖。

【研究發現】：

- 1.網子放在白鐵管時，距開口 1/4、3/4 音量大小差不多，但在距開口 1/2 時完全沒聲音。
- 2.網子放在鋁管管時，不管放在那個位置都有聲音，但網子在 1/2 時聲音較小。
- 2.網子放在白鐵管 3/4 位置時聲音最大，但是聲音持續卻最短。
- 3.不管是鋁管或白鐵管，網子放在距離開口 3/4 位置時，一開始放入酒精燈加熱時就有聲音。但加熱一段時間，聲音持續變小，而且持續時間小於 20 秒。
- 4.白鐵管和鋁管，隨著網子位置距離開口越遠（由 1/4~3/4），所產生之頻率越小。
- 5.白鐵管和鋁管，隨著網子位置距離開口越遠（由 1/4~3/4），所產生之振幅越大。
- 6.結果如表 8、9；圖 14~21。

【推想可能原因】：

- 1.距開口 1/4 能量聚集在下方，聲音大，持續時間也長。
- 2.距開口 1/2 上下溫差不大，空氣不易流通，因此聲音不大，持續時間也不長。

表 8：白鐵管中網子不同位置對聲音產生影響

| 項目/網子位置 | 距開口 1/4(22.5cm), | 距開口 1/2(45cm), | 距開口 3/4(67.5cm) |
|-----------|------------------|----------------|-----------------|
| 最大音量 (分貝) | 83.87 | 無聲 | 86.57 |
| 持續時間 (秒) | 28.24 | 無聲 | 8.67 |
| 開始溫度 (°C) | 30.50 | 30.50 | 31.00 |
| 加熱溫度 (°C) | 92.67 | 92.67 | 92.33 |
| 頻率大小 (Hz) | 785 | 無聲 | 760 |
| 振幅大小 (格) | 0.8 | 無聲 | 1 |

表 9：鋁管管中網子不同位置對聲音產生影響

| 項目/網子位置 | 距開口 1/4(22.5cm), | 距開口 1/2(45cm), | 距開口 3/4(67.5cm) |
|-----------|------------------|----------------|-----------------|
| 最大音量 (分貝) | 83.07 | 54.80 | 81.90 |
| 持續時間 (秒) | 25.90 | 0.85 | 10.22 |
| 開始溫度 (°C) | 30.83 | 29.83 | 30.83 |
| 加熱溫度 (°C) | 93.33 | 93.00 | 93.00 |
| 頻率大小 (Hz) | 805 | 775 | 760 |
| 振幅大小 (格) | 0.7 | 0.8 | 1 |

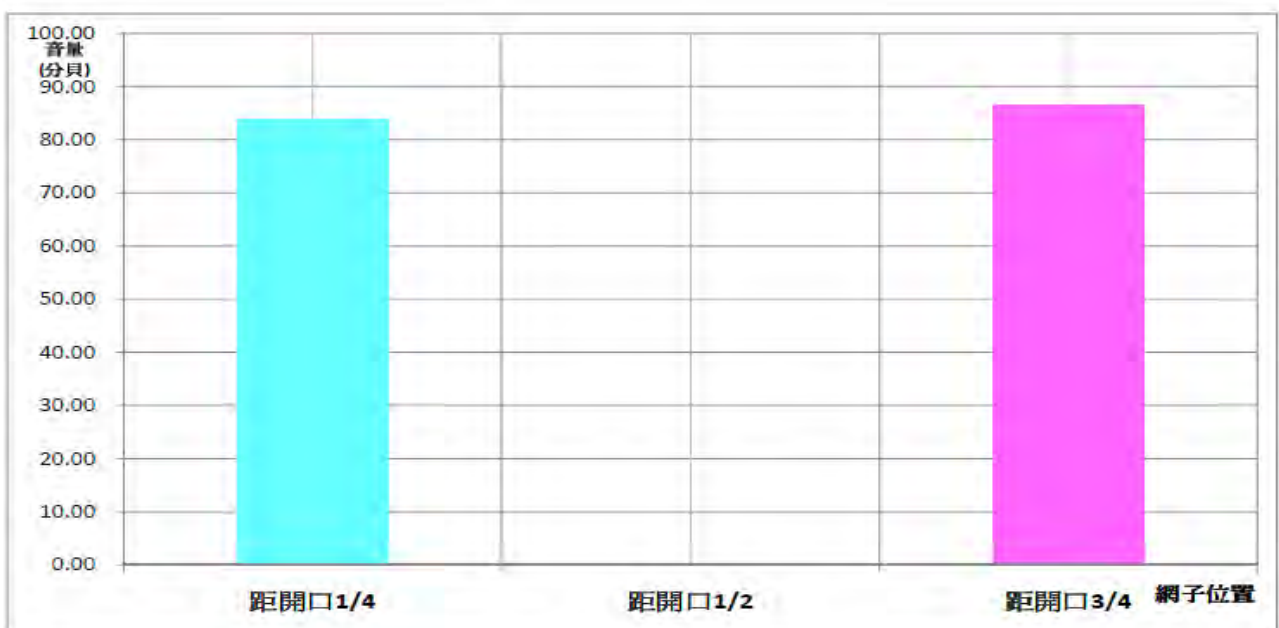


圖 14：白鐵管中網子位置對產生聲音大小比較圖

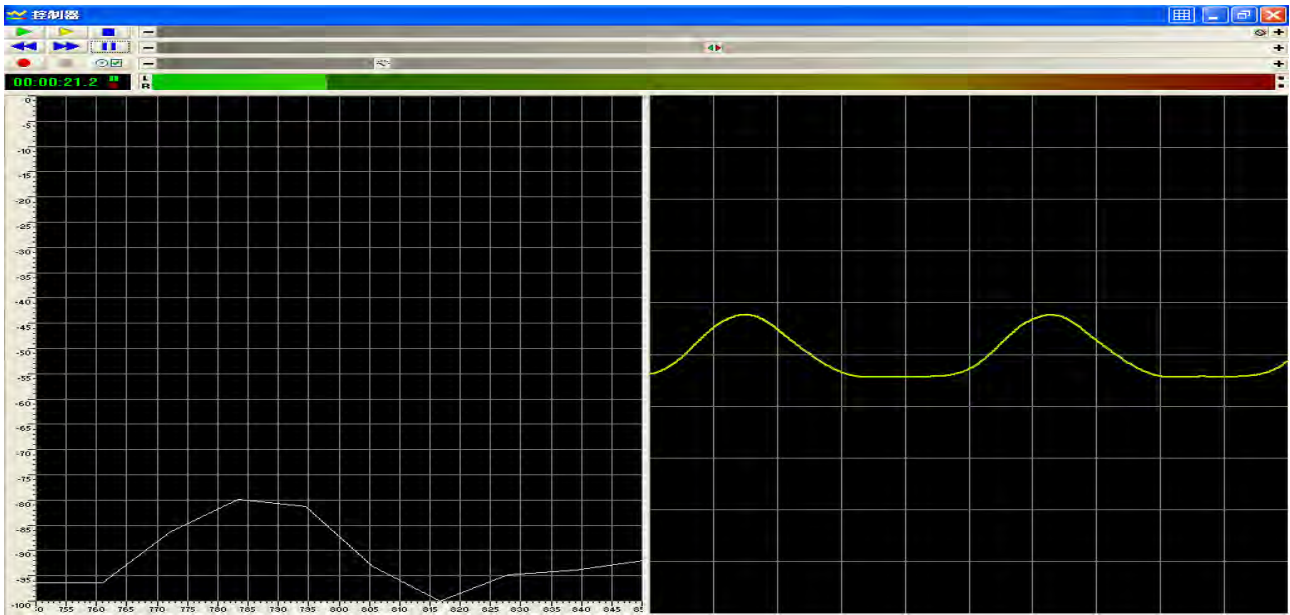


圖 15：白鐵管中網子位置對產生聲音頻率及振幅圖(開口 3/4)

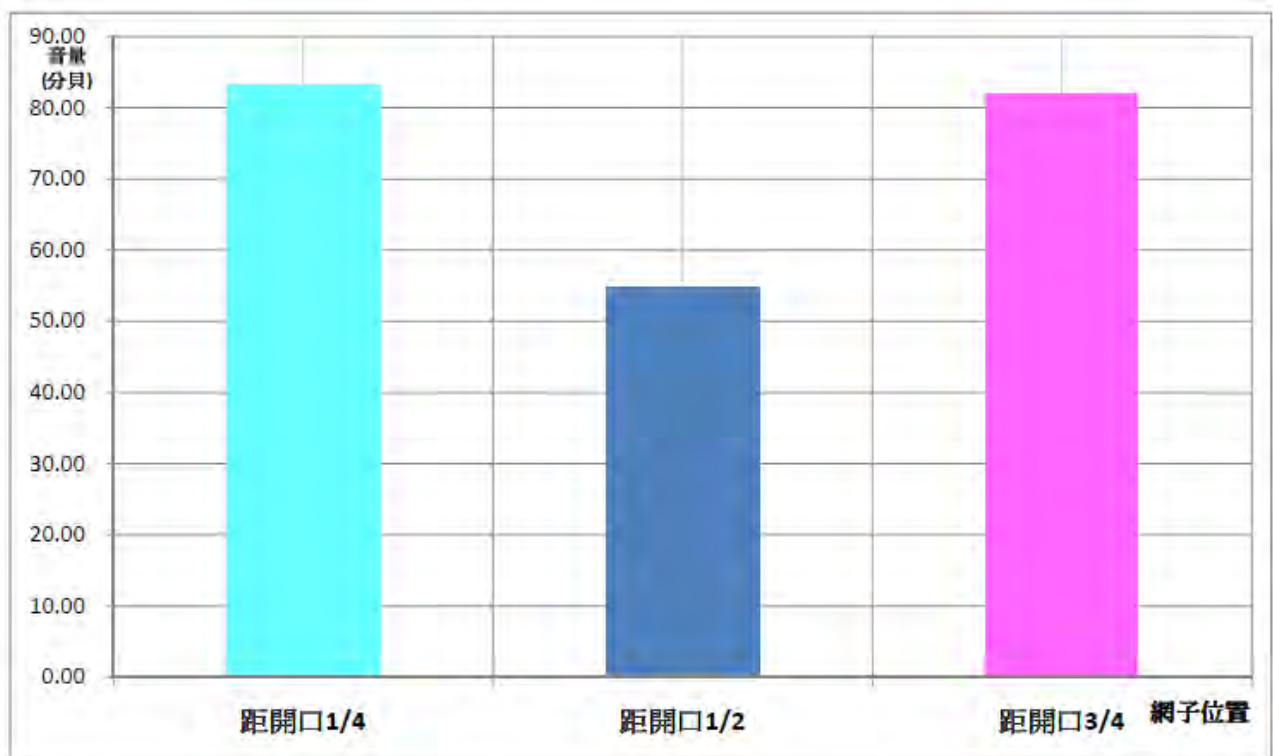


圖 16：鋁管中網子位置對產生聲音大小比較圖

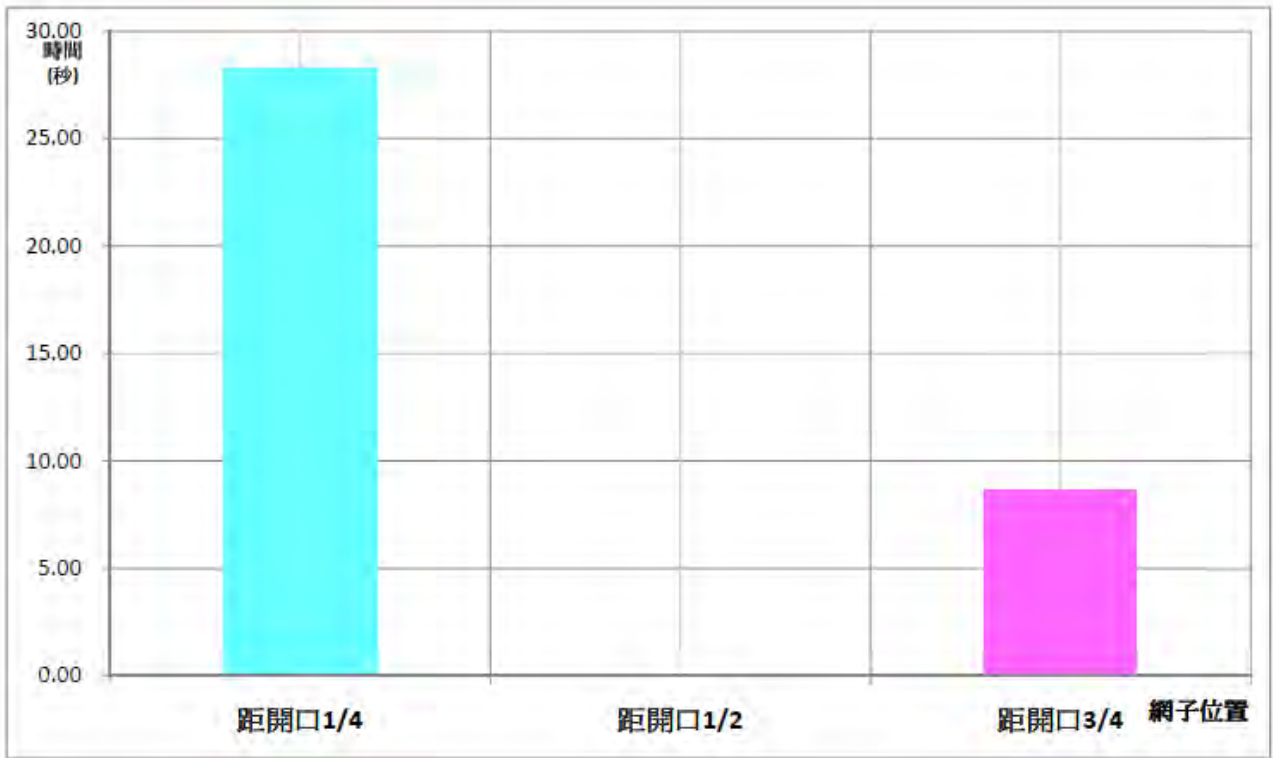


圖 17：白鐵管中網子位置對產生聲音長短比較圖

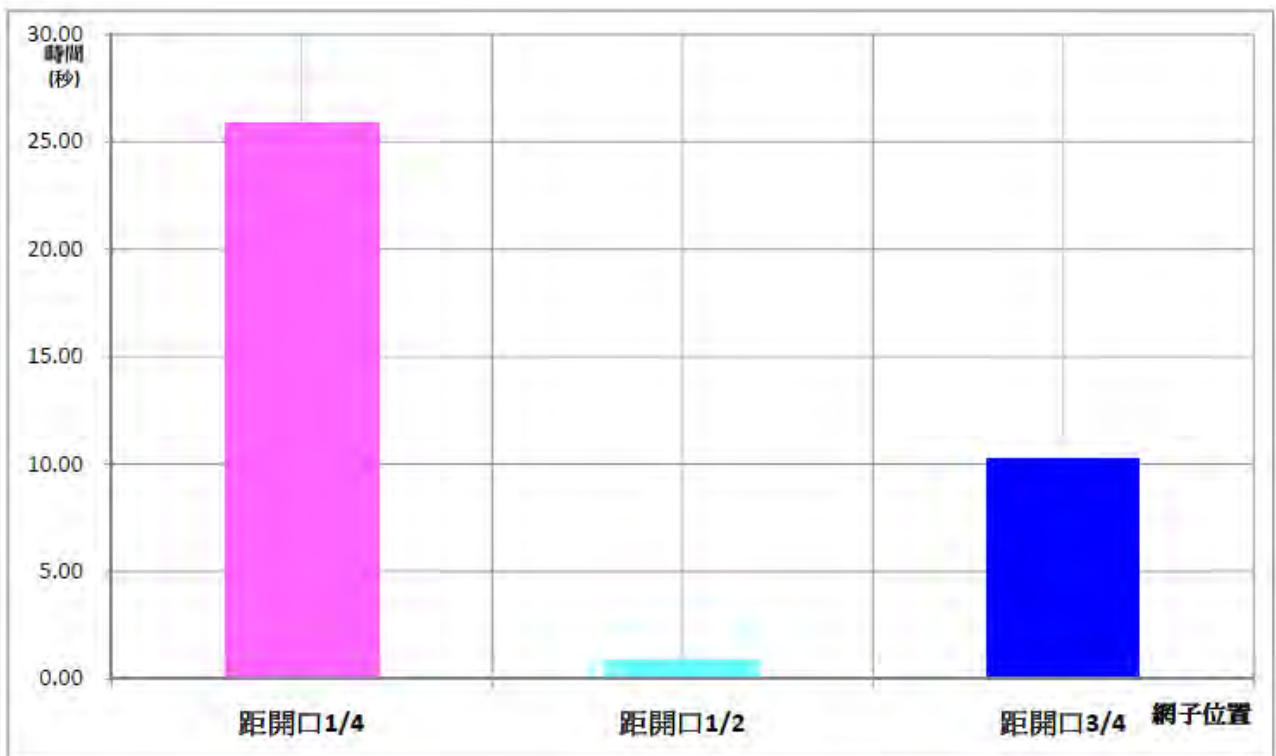


圖 18：鋁管管中網子位置對產生聲音長短比較圖

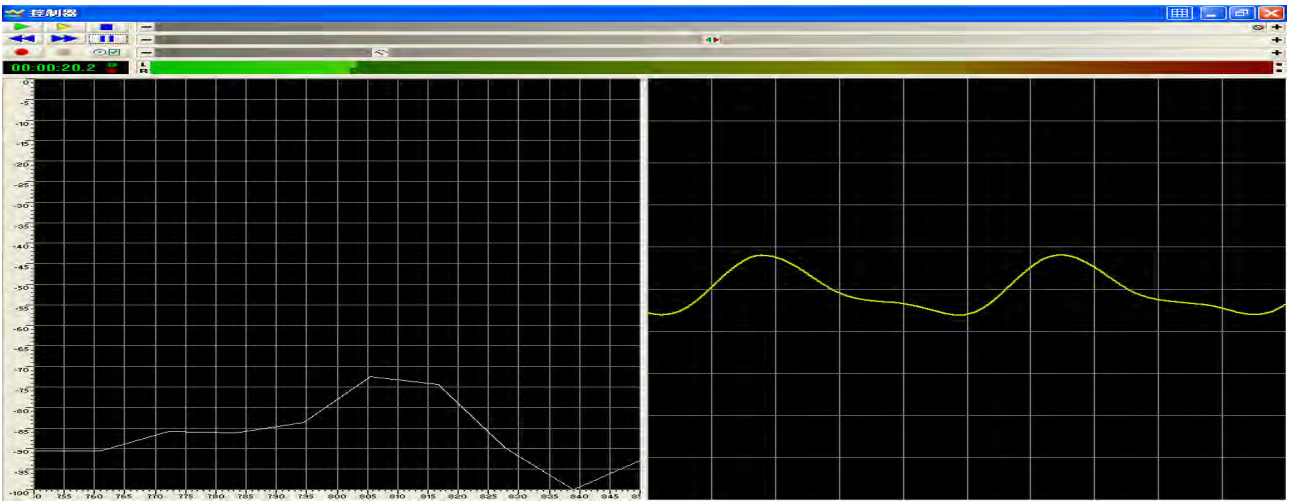


圖 19：鋁管中網子位置對產生聲音頻率及振幅比較圖(1/4)

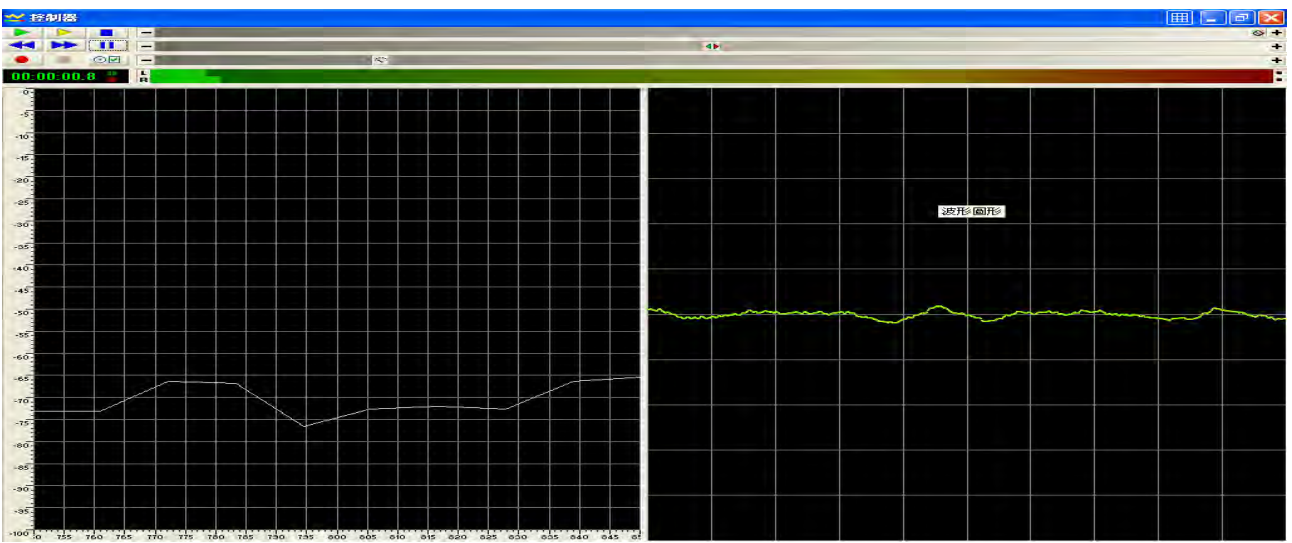


圖 20：鋁管中網子位置對產生聲音頻率及振幅比較圖(1/2) (檔案 895)

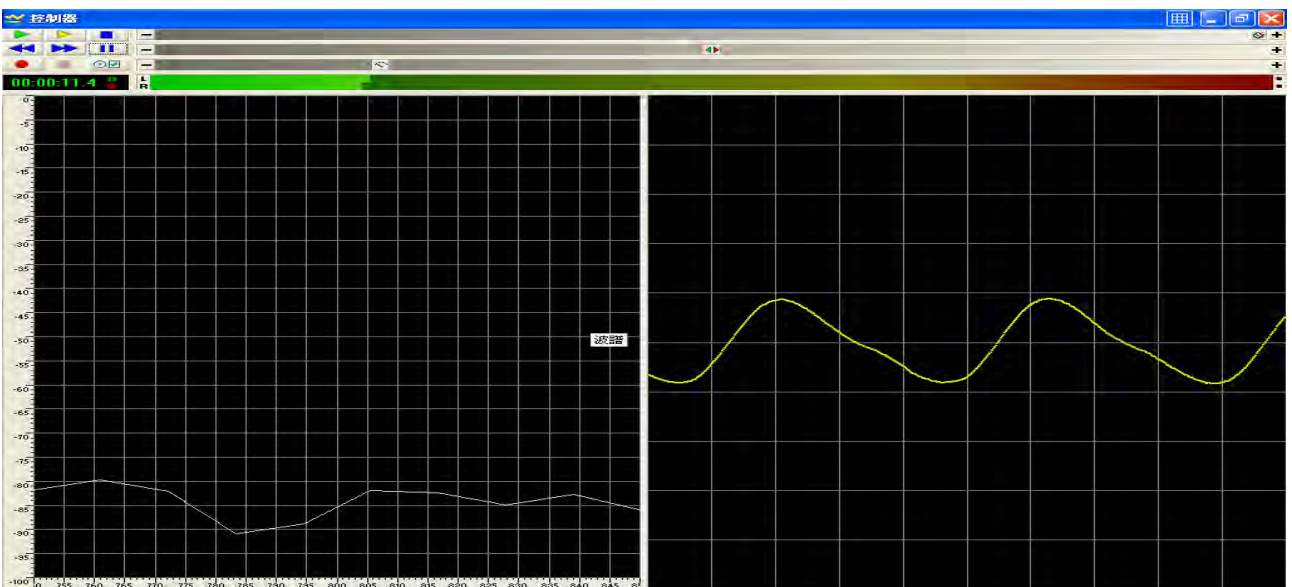


圖 21：鋁管中網子位置對產生聲音頻率及振幅比較圖(3/4) (檔案 897)

問題六：探討網子疏密，對聲音大小、長短、頻率及振幅的影響？

【研究方法】：網子疏密，對於聲音大小、持續時間的長短有何影響？我們先測試不同粗細網子，對於聲音之影響；接著在根據結果探討不同層數網子的影響。

問題6-1：白鐵管放入不同疏密的網子，對產生聲音影響。

【不變因素】：白鐵管長90cm，直徑4cm，酒精燈加熱20秒

【改變因素】：網子疏密：疏、中、密

【研究發現】：

- 1.白鐵管長 90cm、直徑 4cm，網子放 22.5cm，酒精燈加熱 20 秒，結果放入疏網、中網時沒有聲音。
- 2.白鐵管長 90cm、直徑 4cm，網子放 22.5cm，酒精燈加熱 20 秒，結果放入密網有聲音。
- 3.詳見實驗日誌。
- 4.結果如表 4、圖 22。

【研究想法】：

由上面的實驗發現，網子密的才有聲音。因此，就用密的網子，進行網子 1 層、2 層、4 層的實驗。

表 10：網子疏密對聲音產生影響

| 項目/網子 | 粗網 | 中網 | 密網 |
|----------|-----|-----|-------|
| 最大音量（分貝） | 無聲音 | 無聲音 | 78.03 |
| 持續時間（秒） | 無 | 無 | 4.83 |
| 開始溫度（℃） | 無 | 無 | 33.83 |
| 加熱溫度（℃） | 無 | 無 | 92.67 |
| 頻率大小（Hz） | 無 | 無 | 200 |
| 振幅大小（格） | 無 | 無 | 1.5 |

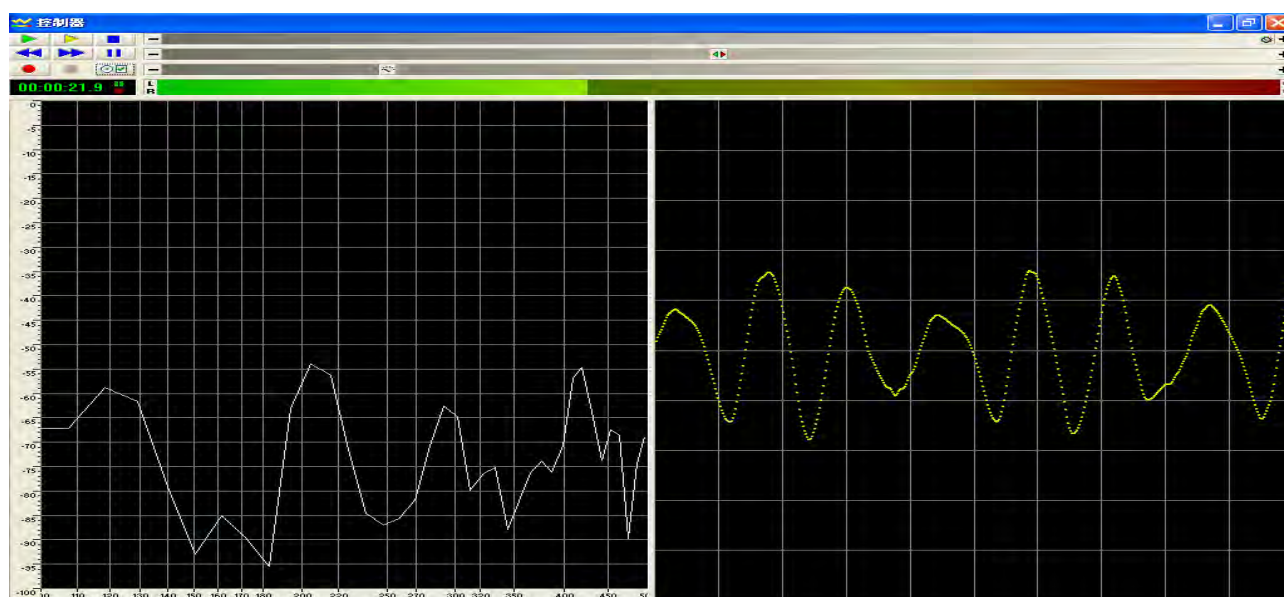


圖 22：密網子對產生聲音頻率及振幅比較圖

問題6-2：網子層數，對管子產生聲音影響。

【不變因素】：白鐵管長90cm，直徑4cm，酒精燈加熱20秒

【改變因素】：網子層數：密網1層、密網2層、密網4層

【研究發現】：

1.放入兩層網子時聲音最大，振幅也最大。

2.網子越多層，聲音的持續時間越長。

3.網子越多層，頻率越高。

4.網子的層數變為 2 層、4 層時，波形變為兩個大的波峰，中央夾雜兩個小波峰。與一層網子時單一波峰明顯不同。

5.詳見實驗日誌。

6.結果如表 11、圖 23。

表 11：網子層數對聲音產生影響

| 項目/網子層數 | 1 層 | 2 層 | 4 層 |
|-----------|-------|-------|-------|
| 最大音量 (分貝) | 78.03 | 80.47 | 76.50 |
| 持續時間 (秒) | 4.83 | 16.44 | 33.29 |
| 開始溫度 (°C) | 33.83 | 34.17 | 34.00 |
| 加熱溫度 (°C) | 92.67 | 92.67 | 93.33 |
| 頻率大小 (Hz) | 200 | 200 | 400 |
| 振幅大小 (格) | 1.5 | 3 | 2 |

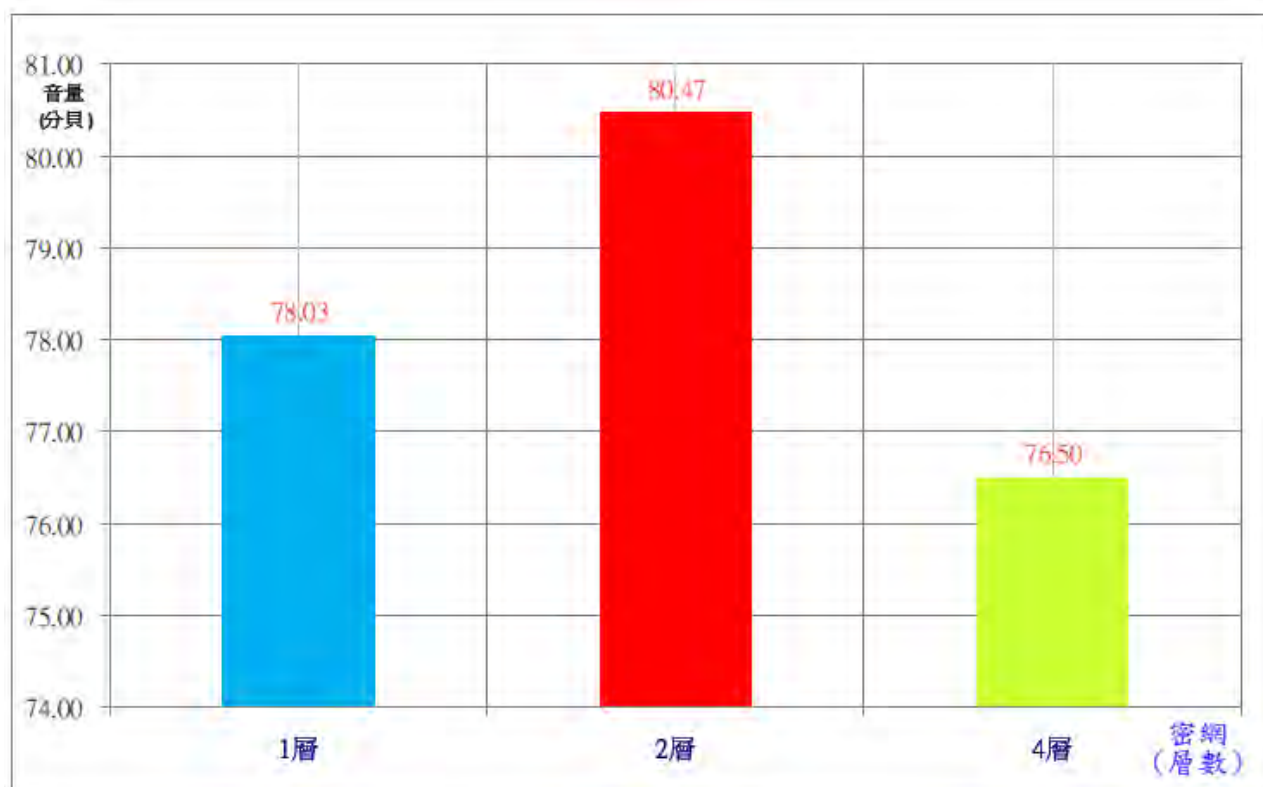


圖 23：不同層數網子對產生聲音大小比較圖

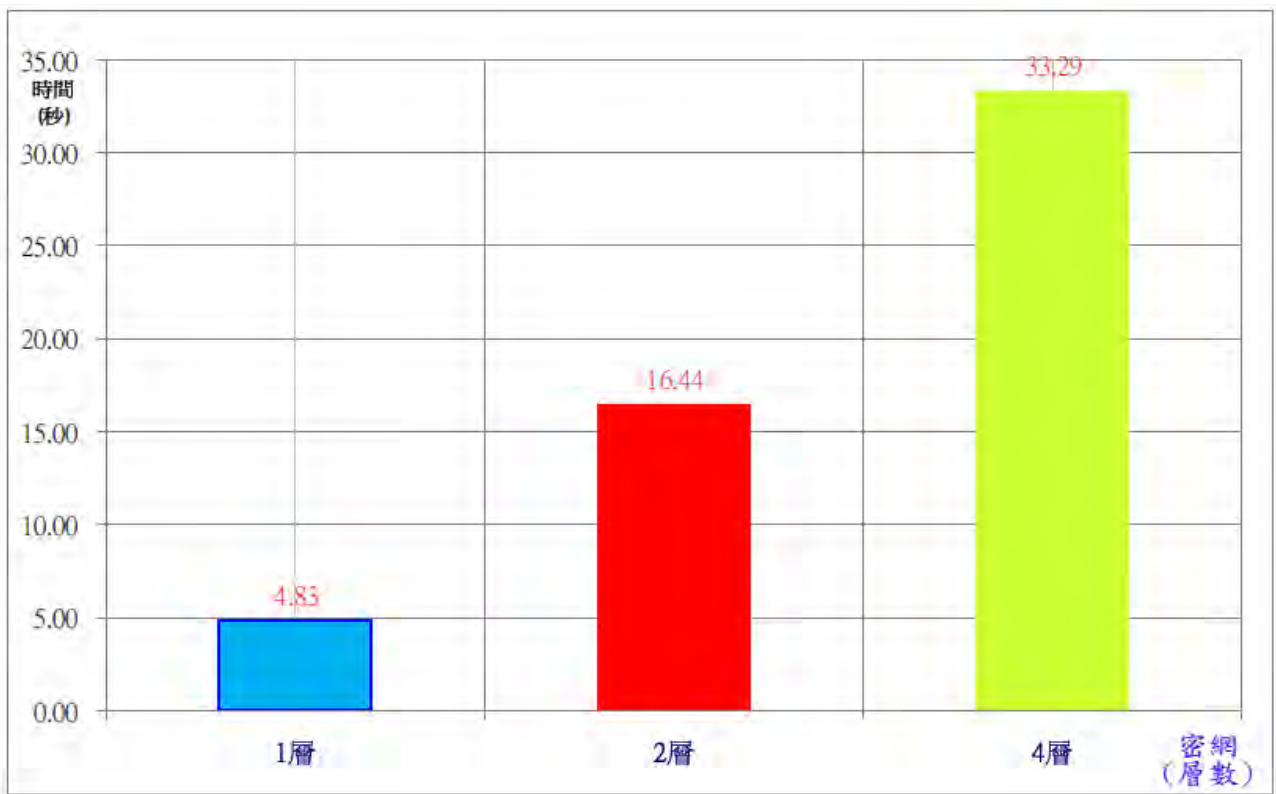


圖 24：不同層數網子對產生聲音時間長短比較圖

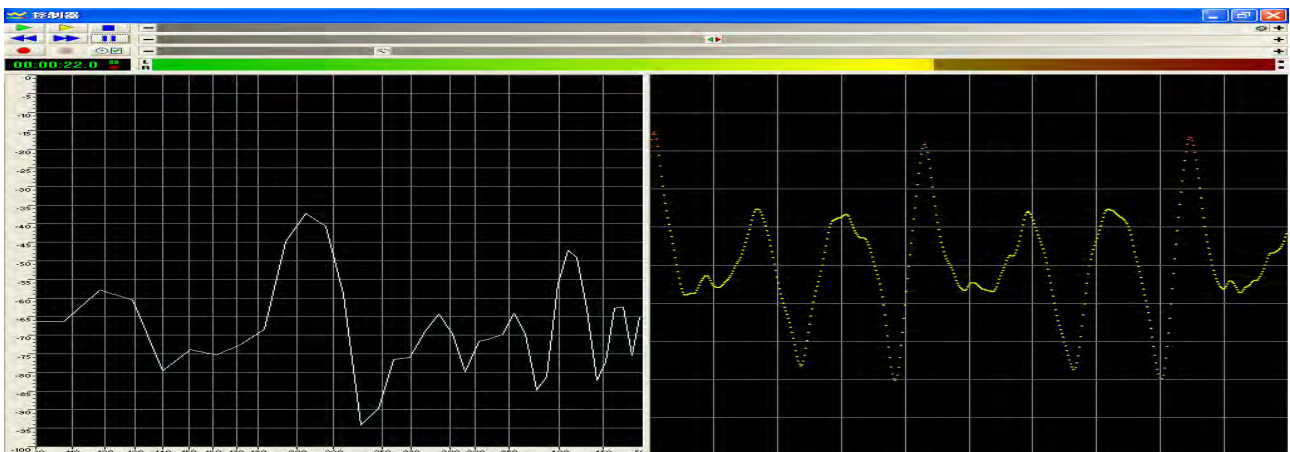


圖 25：密網子 2 層對產生聲音頻率及振幅比較圖

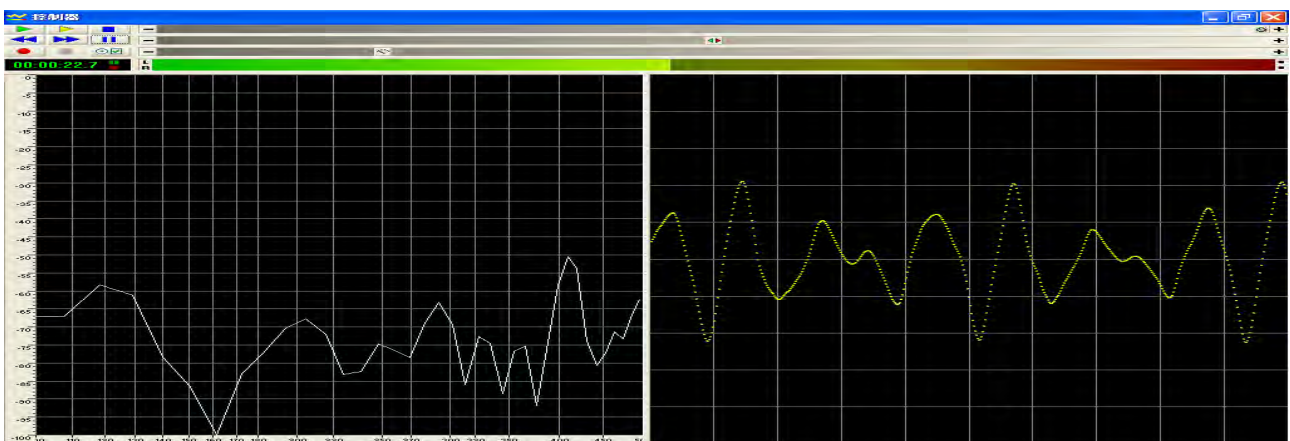


圖 26：密網子 4 層對產生聲音頻率及振幅比較圖

問題七：探討管子致冷，對聲音大小、長短、頻率及振幅的影響？

【研究方法】：用酒精加熱管子，可以產生聲音。如果將管子接觸低溫，會不會產生聲音？因此，將原先用酒精燈加熱，探討管子材質、粗細、長短、網子位置等對產生聲音影響之因素，全部改放入液態氮致冷 20 秒後，探討影響產生聲音大小、持續時間。

問題7-1：將鋁管放入液態氮中，探討不同網子位置對產生聲音影響。

【不變因素】：鋁管長90cm，直徑4cm，放入液態氮致冷20秒

【改變因素】：網子位置距離開口為22.5cm、45cm、67.5cm

【研究發現】：

1.鋁管長 90cm、直徑 4cm，網子放 22.5cm，放入液態氮致冷 20 秒，結果有聲音！

2.鋁管長 90cm、直徑 4cm，網子放 45cm，放入液態氮致冷 20 秒，結果無聲音！

3.鋁管長 90cm、直徑 4cm，網子放 67.5cm，放入液態氮致冷 20 秒，結果無聲音！

4.詳見實驗日誌。

5.結果如表 12。

表 12：不同網子位置對鋁管放入液態氮產生聲音影響

| 項目/次別 | 第 1 次 | 第 2 次 | 第 3 次 | 平均 |
|----------|-------|-------|-------|-------|
| 最大音量(分貝) | 71.6 | 65.8 | 70.4 | 69.27 |
| 持續時間(秒) | 9.47 | 8.5 | 11.34 | 9.77 |
| 開始溫度(°C) | 26 | 26 | 27 | 26.33 |
| 致冷溫度(°C) | 22 | 24 | 23 | 23.00 |

問題7-2：將白鐵管放入液態氮中，探討不同網子位置對產生聲音影響。

【不變因素】：白鐵管長90cm，直徑5cm，放入液態氮致冷20秒

【改變因素】：網子位置距離開口22.5cm、45cm、67.5cm

【研究發現】：

1.白鐵管長 90cm、網子放 22.5cm，放入液態氮致冷 20 秒，結果無聲音！

2.白鐵管長 90cm、網子放 45cm，放入液態氮致冷 20 秒，結果無聲音！

3.白鐵管長 90cm、網子放 67.5cm，放入液態氮致冷 20 秒，結果無聲音！

4.詳見實驗日誌。

問題7-3：將不同粗細白鐵管放入液態氮中，探討對產生聲音的影響。

【不變因素】：白鐵管長90cm，網子位置距離開口22.5cm，放入液態氮致冷20秒

【改變因素】：白鐵管直徑5cm，4cm，3.5cm

【研究發現】：

1.白鐵管長 90cm、白鐵管直徑 5cm、網子放 22.5cm，放入液態氮致冷 20 秒，結果無聲音！

2.白鐵管長 90cm、白鐵管直徑 4cm、網子放 22.5cm，放入液態氮致冷 20 秒，結果無聲音！

3.白鐵管長 90cm、白鐵管直徑 3.5cm、網子放 22.5cm，放入液態氮致冷 20 秒，結果無聲音！

4.詳見實驗日誌。

問題7-4：將不同長短白鐵管放入液態氮中，探討對產生聲音影響。

【不變因素】：白鐵管直徑5cm，網子位置距離開口22.5cm，放入液態氮致冷20秒

【改變因素】：白鐵管長90cm，60cm，30cm

【研究發現】：

- 1.白鐵管長 90cm、白鐵管直徑 5cm、網子放 22.5cm，放入液態氮致冷 20 秒，結果無聲音！
- 2.白鐵管長 60cm、白鐵管直徑 5cm、網子放 22.5cm，放入液態氮致冷 20 秒，結果無聲音！
- 3.白鐵管長 30cm、白鐵管直徑 5cm、網子放 22.5cm，放入液態氮致冷 20 秒，結果無聲音！
- 4.詳見實驗日誌。

問題7-5：將不同長短鋁管放入液態氮中，探討對產生聲音影響。

【不變因素】：鋁管直徑4cm，網子位置距離開口22.5cm，放入液態氮致冷20秒

【改變因素】：鋁管長90cm，60cm，30cm

【研究發現】：

- 1.白鐵管長 90cm、鋁管直徑 4cm、網子放 22.5cm，放入液態氮致冷 20 秒，結果有聲音！
- 2.白鐵管長 60cm、鋁管直徑 4cm、網子放 22.5cm，放入液態氮致冷 20 秒，結果無聲音！
- 3.白鐵管長 30cm、鋁管直徑 4cm、網子放 22.5cm，放入液態氮致冷 20 秒，結果無聲音！
- 4.詳見實驗日誌。

補充實驗：將白鐵管、鋁管直接讓網子浸泡液態氮中，探討對產生聲音影響。

【不變因素】：網子位置距離開口22.5cm，浸泡液態氮致冷20秒

【改變因素】：鋁管90cm、白鐵管90cm

【研究發現】：

- 1.白鐵管、鋁管都有聲音。

2.詳見實驗日誌。

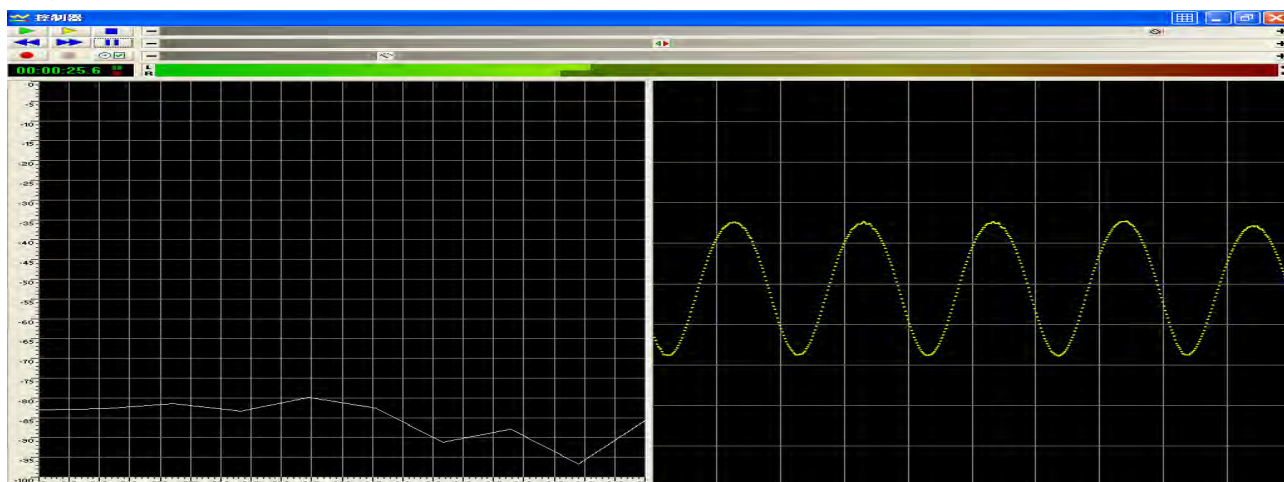


圖 27：直接將鋁管浸泡液態氮產生聲音頻率及振幅圖

【小 結】：由問題七研究獲得以下小結論

1. 長度 90cm 鋁管，網子放在 22.5cm 時，會產生聲音。
- 2 白鐵管中網子位置不同，放入液態氮中，都沒有聲音產生。
3. 不同長短白鐵管，放入液態氮中，都沒有聲音產生。
4. 不同長短鋁管，放入液態氮中，只有在長度 90cm 時會有聲音產生，其餘長度都沒有聲音。
5. 在補充實驗中發現，將白鐵管、鋁管中的網子，直接浸泡在液態氮中，可以產生聲音，這是令我們感到驚奇的發現！！

伍、討論

一、管子加熱時間的長短，對聲音大小及長短的關係？

由【問題一】的結果發現，加熱時間越長，聲音越短；加熱時間越短，聲音越長。加熱時間長，管子上下溫差小；加熱時間短，管子上下溫差大。因此，管子上下溫差大，振動頻率高，造成加熱時間短，聲音長的結果。因此，加熱時間有一定長短範圍，加熱時間太長、太短，都不能得到較大聲的效果。

二、管子的粗細，對於聲音大小、持續時間的長短有何影響？

由【問題二】的結果發現，管子越粗，聲音越大；管子越細，聲音越小。管子越粗，頻率越小(低音)；管子越細，頻率越大(高音)。管子越粗，振幅越大；管子越細，振幅越小。推想可能是在加熱一定的狀況下，管子越粗，加熱到的空氣越多，產生的振動越大（振幅大），聲音也就越大。反之，管子越細，加熱到的空氣越少，產生的振動越小，聲音也就越小。

三、管子的長短，對於聲音大小、持續時間的長短有何影響？

由【問題三】的結果發現，較長的白鐵管發出的聲音大，較短的白鐵管發出的聲音較小；較長的白鐵管發出的聲音持續時間較長。較長的管子上、下兩端溫差大，以致於產生聲音。

四、管子的材質，對於聲音大小、持續時間的長短有何影響？

由【問題四】的結果發現，不同材質加熱後，白鐵管、鋁管在加熱時，發出的聲音大小、頻率與持續時間大致相同，但振幅以白鐵管較大。可能與不同材質，傳熱快慢有關，有些材質吸熱快傳熱快，以致於管子上下兩端溫差不足，以致於無法產生聲音。

五、網子位置，對聲音大小、長短、頻率及振幅的影響？

由【問題五】發現，網子放在白鐵管、鋁管距開口 1/4、3/4 聲音大小差不多，但在距開口 1/2 時，白鐵管完全沒聲音，但鋁管有一點聲音。網子放在白鐵管 3/4 位置時聲音最大，但是聲音持續卻最短。而且，網子放在距離開口 3/4 位置時，一開始放入酒精燈加熱時就有聲音。白鐵管和鋁管，隨著網子位置距離開口越遠（由 1/4~3/4），所產生之頻率越小、振幅越大。推想網子距離開口越遠，中間有一段距離，而這段距離空氣會比較多，加熱後，發出的音量也就會比較大；網子距離開口越近，中間的距離就比較短，空氣也會較少，發出的音量就會比較小。

六、探討網子疏密，對聲音大小、長短、頻率及振幅的影響？

由【問題六】的結果發現，用網子密的才有聲音。再進一步，以密網的層數加以實驗，結果在【問題 6-2】發現兩層網子時聲音最大，振幅也最大；網子越多層，頻率越高，聲音的持續時間也越長。可能的原因是，網子密的空氣較不流通，空氣因受熱碰撞產生振動，因而產生聲音；反之，較少層的網子，空氣較不易受到碰撞產生振動，因而較小聲。但是，層數太多空氣不易通過，空氣劇烈碰撞，反而造成聲音較小。

七、管子致冷，對聲音大小、長短、頻率及振幅的影響？

由【問題七】的結果發現，鋁管長 90cm、直徑 4cm，網子放 22.5cm，放入液態氮致冷 20 秒結果有聲音。這個結果，是唯一在用液態氮致冷時產生聲音的實驗。其餘不管管子材質、粗細、長短、網子位置，均無法產生聲音。推測可能和材質有關。

陸、結論

- (一) 加熱時間越長，管子產生聲音越短；加熱時間越短，管子產生聲音越長。
- (二) 管子越粗，聲音越大；管子越細，聲音越小。管子越粗，頻率越小(低音)；管子越細，頻率越大(高音)。管子越粗，振幅越大；管子越細，振幅越小。
- (三) 較長的白鐵管發出的聲音大，較短的白鐵管發出的聲音較小。較長的白鐵管發出的聲音較長(持續較久)。
- (四) 不同材質(白鐵管、鋁管)加熱後，聲音大小、頻率與持續時間大致相同，但振幅以白鐵管較大。
- (五) 白鐵管和鋁管，隨著網子位置距離開口越遠(由 $1/4 \sim 3/4$)，所產生之頻率越小、振幅越大。
- (六) 用酒精燈加熱管子產生的聲音比放入液態氮較大聲，但是，放入液態氮管子產生的聲音較持久。

柒、應用與建議

一、應用

由研究中發現，燃燒加熱時會產生聲音，請教大學教授，提及這種現象類似於輪船出發時發出嗚！嗚！的聲音，也類似焚化爐燃燒產生振動、飛機引擎發動時產生振動發出聲音。因此，應用此研究發現，若要減少燃燒後，聲音產生的音量，煙囪之攔截網應該裝置於煙囪長度的 $1/2$ 處；如果希望產生較大聲響(例如輪船)，攔截網設於煙囪長度的 $1/4, 3/4$ 。

二、建議

- (一) 網子在實驗時，常常一加熱就掉下來，未來在實驗時可以加以改善。或許將網子加大一些，將網子卡住管子，就不致掉下來。
- (二) 實驗過程，利用液態氮致冷，具潛在危險性(怕手凍傷)。感謝附近大學協助，讓我們的研究得以順利完成。

捌、參考資料

- 1.中華民國第四十三屆中小學科學展覽會(2003)。知音難尋、相遇則鳴。
- 2.中華民國第四十六屆中小學科學展覽會(2006)。弦機妙算。
- 3.中華民國第四十七屆中小學科學展覽會(2007)。拍出旋律-自製號笛管樂器研究。
- 4.劉嘉俊(2008)。熱聲效應。2012年3月20日，取自
<http://tw.myblog.yahoo.com/jw!IK9j2eudGwei3Zm.HubYzA--/article?mid=86&prev=-1&next=82>
- 5.劉嘉俊(2008)。黎開管的原理。2012年3月20日，取自：
<http://tw.myblog.yahoo.com/jacobliu66/article?mid=7117&next=7116&l=a&fid=1>

後記：

心得1

經過了一番跌跌撞撞之後，終於在縣賽時受到評審們的推薦和青睞，得到了全國賽的參賽資格，這之中的挫折不是簡簡單單、一、兩句話就可以交代過去的！

剛開始，因為一直找不到材料，走到可能要換主題的地步，幸好爸爸伸出援手，困境才得以化解。使我們組員和組員之間的那股凝聚力更強了！後來，不知是管子還是網子不爭氣，好幾次都發不出聲音來，還好組員們的配合加上老師無私的付出與犧牲，讓我們了解遇到事情要選擇正面迎向它，而不是一再的逃避！

總之，感謝老師和爸爸的協助，才得以化解危機，也幸好組員之間時間上的配合，同志們！向全國賽加油吧！

心得2:

經過重重考驗下，組員們終於在這次的全縣科展，獲得評審的青睞，榮獲「生活應用科學組」第一名，並入選參加全國科展，深感光榮。

回想剛開始之時，組員們曾一度因找不著合適之材料而灰心喪志，經過大家同心協力彼此加油打氣及指導老師熱心指導之下，終於完成了這一件獨一無二的作品。

很榮幸能代表全縣角逐全國科展，在強敵環伺之下，組員們戰戰兢兢利用假日及空暇之餘，做妥各項賽前準備，期待迎接來自全國各地菁英的挑戰。

無論最終成績如何，我要感謝指導老師的協助，因為有他無怨無悔的付出，才有今日的我們，同時也要感謝家人一直以來鼎力支持，讓我無後顧之憂，在科學領域闖出一片天。

心得3：

經過了好一段時間，好不容易才進入全國展，幸好有評審支持我們，並引導我們一些方向，讓我們做專題輕鬆了一些。

由於某些實驗的設備不足，我們特地請假到鄰近的大學去做液態氮的實驗，不知不覺，我們竟然從早上做到了中午，回去時大家早已午睡，飯也涼了，經過這次實驗，雖然滿頭大汗、餓著肚子做實驗，但卻讓我們得到了液態氮寶貴的實驗結果，蔗讓我們的主題內容變的更新奇、更有創意，也讓我們辛苦做的實驗，沒有白白浪費！

我們發現了做實驗前，把網子塞入管中總會覺得有點困難，於是我們先把網子放置管口處，在網子上放細細的棒子，再用鐵鎚慢慢的把棒子敲進去，網子自然也會進去了，這些發現讓我們做實驗不用把時間浪費再這裡，可以做更多的題目。

我們很感謝評審的支持，讓我們去參加全國展，而我們也要把握好這難得的機會，努力的去做好專題，締造好成績！

【評語】 080108

1. 能針對各種不同變因，探究金屬管一端受熱（或冷卻），而發出聲音，創意佳。
2. 能使用電腦聲音分析軟體，進行分析不同條件下之發聲響度。
3. 建議對於操作之軟體，可以加強對於版面上所顯示之各項資訊。
4. 對於變因的掌控及結果的呈現可以更明確，例如加熱時間不同，所顯示的真正意義。