

中華民國第四十四屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組物理科

080119

臺東縣臺東市卑南國民小學

指導老師姓名

陳振新

李仕萌

作者姓名

侯佳玟

張逸帆

張怡婷

何冠穎

黃耀震

竹炮音量控制之研究：

中華民國第四十四屆中小學科學展覽會

作 品 說 明 書

科 別：物理科

組 別：國小組

作品名稱：竹炮音量控制之研究

關 鍵 詞：音爆、共鳴

編 號：

竹炮音量控制之研究

壹、摘要

我們在課堂上學過燃燒的要素與產物，也學過聲音的振動與音量大小；同時在許多新聞報導與慶典活動中，我們可見到竹炮的蹤影；雖然網路上可以查詢到的相關資訊很多但仍覺得不真實，於是我們實地探訪操作竹炮，親身經驗聲音的震撼，使我們興奮不已但也使我們產生一些好奇想法：如何才能製造出最炫最大聲的竹炮？

經過一連串資料搜尋與探討，我們以音爆、共鳴為主體發展一系列實驗，驗證在特定材質、口徑、高度與特定的氣體量時，可以獲得最大的音爆與共鳴值。

貳、研究動機

從有關竹筒炮的新聞(2004.02.19 中國時報「竹筒炮結合觀光 一鳴驚人」)，吸引我們的注意；第四十三屆全國科展時一篇「電光竹炮介紹」，及實地前往龍田村親自操作過以後，才知它的樂趣所在，而竹筒炮環保、經濟、製程簡單，若能推廣使用並解說其物理原理與特性，將發揮它最大教育價值。

自然課(康軒 83 年新課程版)第七冊第四單元介紹氧和二氧化碳，我們知道燃燒產生高熱；第九冊第七單元介紹聲音組成要素，我們知道聲音的振動。那麼要如何改變聲音組成要素才能製造出最炫最大聲的竹炮？成為本次科學實驗的研究主題。

參、研究目的

- 一、探討竹筒與 PVC 管對音量大小的影響？
- 二、電土加水反應時間對音量大小的影響？
- 三、探討竹筒口徑、高度對音量大小的影響？

肆、研究設備及器材

- 一、各種口徑、高度之孟宗竹、PVC 管若干支
- 二、碳化鈣(電土)若干、水、自製火把、打火機、捲尺、紀錄紙筆
- 三、噪音計

伍、研究過程與結果

一、蒐集資料與分析

(一) 竹炮的製作過程

1. 整支竹筒一端打穿，另一端保留不打穿。每節竹段之間的關節也打通，即將整支竹筒打穿為中空的狀態。

竹炮音量控制之研究：



竹炮一端打穿為炮口



一端不打穿為炮底

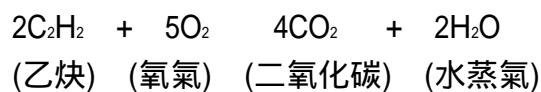
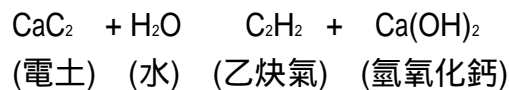


在竹筒未打穿端竹節上方二公分處鑿直徑約四公分圓孔

2. 在竹筒未打穿之一端，距離尾端竹節約二公分處，在竹面上鑿一個圓孔，圓孔直徑約四公分。此洞作為放置電土、放水、點火處。
3. 為求竹筒之耐用，可在竹子關節處綁上鐵絲固定，增加竹筒強度。
4. 竹炮完工後，以腳架支撐將炮筒傾斜四十五度方式裝上。

(二) 竹炮燃放原理

1. 電土又稱電石，電土的成分是碳化鈣(CaC_2)，竹炮燃放的基本原理是利用電土加水的化學反應。水與電土化學反應式如下：



2. C_2H_2 就是氣體乙炔，竹炮燃放時是將乙炔與竹筒內空氣(氧氣)混合點火，產生二氧化碳氣體、水蒸氣及大量的熱量使竹筒內氣體急速膨脹，並再點燃內部其他乙炔氣體，連鎖反應的結果，造成多次高熱氣體在竹筒裡劇烈碰撞，因而產生音爆。最後留下的白色粉末則是用來泡製澄清石灰水的氫氧化鈣 (Ca(OH)_2)。

(三) 聲音共鳴

1. 演奏樂器時，以小提琴來說明：小提琴的弦線振動發出一定音調(頻率)的音，但聲音極小，幾乎聽不出來，通過琴馬、音柱把振動傳到音箱的上下面板，使弦線與琴板產生共鳴，才能發出我們聽到的小提琴樂耳聲。
2. 竹炮音爆聲與竹筒產生共鳴，產生巨大響聲。

二、形成假設：

- (一) 不同材質的竹筒會產生不同的聲音效果。
- (二) 電土加水反應時間決定音爆大小。
- (三) 不同竹筒口徑、高度會產生不同共鳴效果。

三、實驗準備：

竹炮音量控制之研究：

- (一) 購買 PVC 管若干支；依竹炮的製作規格訂購「孟宗竹」若干支，截取不同口徑(取 6.5、6.2、5.5、4、3.5、2.5 公分)及不同長度(取 100、125、150、175、200、225、250 公分長)孟宗竹若干支。
- (二) 洽詢商借所需儀器(請老師行文環保局商借噪音計，以客觀紀錄每次燃放音量)，製作各式紀錄表格、採購相關材料(電土、孟宗竹、PVC 管、打洞、火把、封口)

四、實驗驗證

(一) 可能變因：竹筒材質、口徑、高度，電土量，加水量，電土與水反應時間

(二) 控制變項一：竹筒材質

1. 固定變項：竹筒口徑 5cm；電土 20g；水 6c.c.；反應時間 7 秒)，
2. 實驗日期：93.04.30 時間：15:00 地點：操場 天氣概況：晴
3. 實驗數據：(噪音計與竹炮距離固定為 7.5M)

| 材質 音量(分貝) | 孟宗竹 150cm | PVC 管 150cm | 孟宗竹 200cm | PVC 管 200cm |
|--------------|--------------|----------------|--------------|----------------|
| 次序 1 | 93 | 62 | 85 | 67 |
| 次序 2 | 84 | 55 | 104 | 54 |
| 次序 3 | 73 | 68 | 115 | 64 |
| 次序 4 | 80 | 50 | 105 | 71 |
| 次序 5 | 109 | 61 | 104 | 52 |
| 最大值 | 109 | 68 | 115 | 71 |

4. 我們發現：孟宗竹的共鳴效果比 PVC 管好很多。

(三) 控制變項二：反應時間

1. 固定變項：孟宗竹；竹筒口徑 6cm、高度 200cm；電土 20g；水 6c.c.
2. 實驗日期：93.04.30 時間：16:00 地點：操場 天氣概況：晴
3. 實驗數據：(噪音計與竹炮距離固定為 7.5M)

| 時間 音量(分貝) | 5 秒 | 6 秒 | 7 秒 | 8 秒 | 9 秒 | 10 秒 |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 次序 1 | 75 | 87 | 85 | 66 | 57 | 87 |
| 次序 2 | 68 | 72 | 104 | 102 | 89 | 57 |
| 次序 3 | 97 | 67 | 115 | 97 | 87 | 82 |
| 次序 4 | 71 | 84 | 105 | 57 | 68 | 91 |
| 次序 5 | 68 | 79 | 104 | 67 | 79 | 84 |
| 最大值 | 97 | 87 | 115 | 102 | 89 | 91 |

竹炮音量控制之研究：

4. 我們發現：反應時間以七秒鐘最佳。

(四) 控制變項三：竹筒口徑

1. 固定變項：孟宗竹；竹筒高度 200cm；電土 20g；水 6c.c.；反應時間 7sec

2. 實驗日期：93.05.01 時間：08:30 地點：操場 天氣概況：晴

3. 實驗數據：(噪音計與竹炮距離固定為 7.5M)

| 口徑 音量(分貝) | 6.5cm | 6.2cm | 5.5cm | 4cm | 3.5cm | 2.5cm |
|--------------|-------|-------|-------|-----|-------|-------|
| 次序 1 | 110 | 69 | 95 | 85 | 90 | 57 |
| 次序 2 | 78 | 65 | 78 | 61 | 77 | 66 |
| 次序 3 | 86 | 72 | 108 | 66 | 55 | 61 |
| 次序 4 | 97 | 100 | 86 | 51 | 64 | 75 |
| 次序 5 | 86 | 91 | 97 | 92 | 87 | 60 |
| 最大值 | 110 | 100 | 108 | 92 | 90 | 75 |

4. 我們發現：竹筒口徑以 6.5cm 最佳。

(五) 控制變項四：竹筒高度

1. 固定變項：孟宗竹；竹筒口徑 6.5cm；電土 20g；水 6c.c.；反應時間 7sec

2. 日期：93.05.01 時間：09:30 地點：操場 天氣概況：晴

3. 實驗數據：(噪音計與竹炮距離固定為 7.5M)

| 高度 音量(分貝) | 100cm | 125 cm | 150 cm | 175 cm | 200 cm | 225 cm | 250 cm |
|--------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 次序 1 | 68 | 88 | 93 | 81 | 85 | 97 | 70 |
| 次序 2 | 53 | 90 | 84 | 53 | 104 | 80 | 89 |
| 次序 3 | 56 | 89 | 73 | 91 | 115 | 82 | 103 |
| 次序 4 | 89 | 93 | 80 | 69 | 105 | 69 | 89 |
| 次序 5 | 75 | 91 | 109 | 87 | 104 | 81 | 82 |
| 最大值 | 89 | 93 | 109 | 91 | 115 | 97 | 103 |

4. 我們發現：竹筒高度以 200cm 最佳。

竹炮音量控制之研究：



不同高度竹筒



不同口徑竹筒



竹筒與 PVC 管



電土



加水



反應時間以濕布掩蓋

竹炮音量控制之研究：



向 環保局商借『噪音計』



計時



點火



點火



紀錄



量測電土重量

陸、討論

- 一、直筒狀容器，要夠大的取得不易，所以本實驗只以孟宗竹筒與 PVC 管作為材質不同之探討，更詳細之研究可留待下次實驗。而孟宗竹的共鳴效果比 PVC 管好很多。
- 二、電土的成分是否夠純，影響乙炔氣體產生的速度與數量，因此本實驗採用同一批購買之電土(20g)，使其可能產生之誤差降至最低。
- 三、加水量也可能影響乙炔氣體產生的速度與數量，因此本實驗每次固定加同量的水(6CC)，以確保每次產生氣體之速率。
- 四、實驗失敗的次數很多，探究原因應是乙炔氣與空氣混合不均所造成，同一系列實驗，我們採測量所得之最大值，以反映實驗可能產生誤差之情形。
- 五、過長或太細的竹筒，較容易失敗(只有火焰沒有音爆)可能是因為乙炔與空氣混合不均，無法產生劇烈空氣碰撞。

柒、結論

- 一、孟宗竹的共鳴效果比 PVC 管好很多。
- 二、反應時間以七秒鐘共鳴效果最佳。
- 三、竹筒口徑以 6.5cm 共鳴效果最佳。
- 四、竹筒高度以 200cm 共鳴效果最佳。

捌、參考資料及其他

- 一、邵惠琴 2004.02.19 中國時報 C1 「竹筒炮結合觀光 一鳴驚人」
- 二、張萬生口述，黃銘廷整理、製作，2003，第四十三屆全國科展「電光竹炮介紹」。
- 三、音爆：
 - (一)[http://www.life-tech.idv.tw/student/三年級生活科技/空氣槍/氣爆原理簡介\(空氣槍\).htm](http://www.life-tech.idv.tw/student/三年級生活科技/空氣槍/氣爆原理簡介(空氣槍).htm)
 - (二)<http://groups.msn.com/pvm924/page24.msnw>
- 四、共鳴：<http://pei.cjjh.tc.edu.tw/wwwboard/messages/8.html>

評語

080119 國小組物理科

竹炮音量控制之研究

1. 內容不深入，缺乏創意。
2. 有鄉土性及探究精神。
3. 沒有較明顯之發現或發明。