

中華民國第42屆中小學科學展覽會

::: 作品說明書 :::

國小-物理科

科 別：物 理 科

組 別：國 小 組

作品名稱：竹蟬是胡琴的老祖宗

- 探究弦樂器的構造、發聲方式及製作簡易絃樂器 -

關 鍵 詞：

編 號：080109

學校名稱：

臺中市西區忠孝國民小學

作者姓名：

李祐君、呂立中、馬漢威、張晏溶、林育萱、方翊安

指導老師：

陳文英、洪淑娥



一、摘要

竹蟬是胡琴的老祖宗



- - 探討絃樂器的構造、發聲方式及製作簡易絃樂器 - -

鄉土教材
當年教材

竹蟬是我們喜愛的童玩之一。由玩竹蟬的遊戲，我們發現它是自然課本有關「聲的現象」探討的好教材。「聲的現象」佔一至六年級自然課本 4/78 (5.1 %)；顯示它是特別重要的題材，因此我們決定深入研究。

主題收集與
主題相關參考資料

首先，我們收集與主題相關的參考資料，發現在第 37 屆全國科學展覽會中有研究「竹蟬變聲術」的作品。經過了解，它的作品內容探討範圍很小，只針對「竹蟬材質和聲音的關係」作研究。在實驗過程中，祇準備 13 個用竹子鋸成 2.5 公分的竹筒和紙筒 13 段，而我們共準備了上百個各種竹蟬，同時變因控制也較客觀（規格一致），他們製作的有些材質的竹蟬實驗極限圈數，只有 1 圈或 5 圈，就在十多種材質中，比出高低頻順序，實在難以叫人信服。於是，我們擴大研究範圍：

- （一）先針對發聲原理 - - 探討發音的方法和發音的特性。
- （二）再藉由它來尋找絃樂器的發音特性。
- （三）進而利用它來自製簡單絃樂器 - - 胡琴。

實驗過程中，我們採用較實際明確的方法 - - 創新的聽判法（二分法）噪音測量器；同時，各種材質的竹蟬實驗極限圈數，都必須 60 圈以上。

經過我們對竹蟬、胡琴深入研究後，發現：

- （一）竹蟬和胡琴的發聲方式與發音特性相同。
- （二）不同的是：胡琴可以用手指壓住絃的位置，控制它的高低頻，奏出美妙的歌曲。竹蟬就是無法隨心控制它的高低頻，因此無法奏出美妙的歌曲。

依據以上的實驗歸納，由無法控制高低頻的竹蟬，進步到可以控制高低頻的胡琴。

我們可以說：竹蟬是胡琴的老祖宗。

發現

竹蟬是胡琴的老祖宗

- 探究弦樂器的構造、發聲方式及製作簡易絃樂器 -

壹、研究動機

- 1、老師帶我們到民俗公園做戶外教學，特地送我們每個人竹蟬一隻做紀念。
- 2、在校內一起玩竹蟬的時候，我們發現叫聲噙！噙！怎麼不一樣？
- 3、自然課：樂器的聲音（製作簡易樂器及樂器演奏）更引起大家對聲的現象，發生興趣。

貳、研究目的

- 1、認識竹蟬及簡易弦樂器。
- 2、國小自然課本一至六年級有關「聲的現象」教材了解與整理。
- 3、探究竹蟬噙噙叫的秘笈。
- 4、研究了解拉弦或撥弦是如何發出大小及高低不同的聲音，發音方式及發音的特性。
- 5、利用弦樂器發音的特性製作簡易弦樂器。

參、研究器材

- 1、竹蟬。
- 2、製作竹蟬材料及工具。
- 3、絃樂器（胡琴、小提琴）。
- 4、製作簡易絃樂器材料及工具。
- 5、噪音器。

肆、研究過程

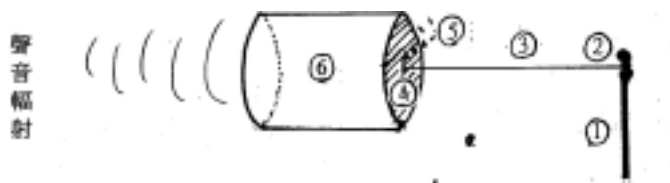
研究一、認識童玩竹蟬及簡單絃樂器。

實驗一 認識竹蟬

甲、方法：1、購童玩竹蟬，觀察其外形，並藉玩竹蟬了解其發聲情形。

2、分別給竹蟬各部位命名。

乙、結果：1、竹蟬各部位命名共分六個部位。



- | | |
|------------|---------|
| (一) 音源 - | ⊙ 支 桿 |
| (二) 音傳遞 - | ⊙ 支桿套線處 |
| | ⊙ 傳 聲 線 |
| | ⊙ 共 鳴 皮 |
| | ⊙ 音 架 |
| (三) 共鳴放大 - | ⊙ 共 鳴 箱 |

- 2、竹蟬的發聲方式是藉由 3 傳聲線和 2 支桿上的松膠摩擦，使 3 傳聲線產生振動，使 4 共鳴皮上的 5 音架發出不同音程的聲音，再藉 6 共鳴箱的共鳴作用，把聲音增大，比原音優美悅耳。

實驗二 認識絃樂器、吉他、胡琴……

甲、方法：1、觀察各種弦樂器，並用手拉弦或撥弦。

乙、結果：1、小提琴、胡琴是利用拉弦方式發生的樂器。

小提琴有四根弦，有粗細鬆緊之別，因此可以發出高低不同的聲音。胡琴發聲方式和竹蟬發聲方式很類似。

2、吉他、琵琶是用撥弦方式發聲的樂器。

吉他有四根弦，他們的粗細鬆緊也不同，是用手指撥弦發出聲音的。

3、弦樂器都有共鳴箱，它可以使聲音增大，聽起來比原音優美悅耳。

研究二、國小一~六年級自然課本有關「聲的現象」教材的了解整理。

甲、方法：1、從校內圖書館借到自然科 1~12 冊自然科教學指引。

2、研討教學指引有關「聲的現象」加以分析統計。

乙、結果：1、現在國小自然科課程，係採用由不同領域的若干小單元，組合成跨領域的統整大單元。

2、一~十二冊單元架構與概念發展教材綱要分析表。

教材領域	教材內容	單元內容	單元數及 %	有關聲音的現象單元佔全部的百分比
1 生命現象	省略	省略	25 (32 %)	
2 物質與能	聲的現象	一下發聲遊戲 二上我聽到聲音了 四下聲音的奧妙 五上樂器的發音	35 (44.9 %)	5.1 %
3 地球環境	省略	省略	18 (23 %)	

研究三、探究竹蟬嗡嗡叫的秘笈。

(一) 大家來製作竹蟬。

實驗三 探究製作竹蟬的材料。

甲、方法：1、利用各種材料製作竹蟬。

2、比較哪一種材料製作的竹蟬最會叫。

乙、結果：各種竹蟬發聲效果比較表

竹蟬別	竹子蟬	紙杯蟬	塑膠蟬	橡膠蟬	木材蟬	鐵管蟬
發聲效果	1	5	3	4		2
比較名次	1	5	3	4		2
備註	很難取得筒身大小、長度、厚度相同的材料，因此控制變因有瑕疵。					

丙、分析：共鳴箱（蟬身）的材質會影響竹蟬發出聲音的效果及高低。

（二）竹蟬支桿和叫聲的關係探究。

實驗四 支桿的粗、細、長、短不同和叫聲的關係實驗。

甲、方法：1、分別利用粗、細、長、短的支桿，而其他部分不變的竹蟬做發聲實驗。

2、比較各種竹蟬嗡嗡叫聲。

乙、結果：支桿和叫聲關係實驗紀錄表

竹 蟬 別	支 桿 粗	支 桿 細	支 桿 長	支 桿 短
叫 聲 情 形	聲 音 大	聲 音 小	叫 聲 一 樣	叫 聲 一 樣
備 註				

丙、分析：支桿粗細和叫聲有關，粗桿聲音大；長短和叫聲無關。

（三）竹蟬支桿套傳聲線處和叫聲的關係探究。

實驗五 影響支桿套線處摩擦震動的因素實驗。

甲、方法：1、支桿套線處分別用 ① 不加塗東西 ② 加塗松膠 ③ 加塗腊燭等竹蟬做發聲實驗。

2、比較各竹蟬嗡嗡叫聲。

乙、結果：影響支桿套線處摩擦振動的因素實驗紀錄表

竹 蟬 別	（1） 不 加 東 西	（2） 加 松 膠	（3） 加 腊 燭
叫 聲 情 形		聲 音 最 大	聲 音 最 小 聲
名 次	2	1	3
備 註	比較名次：1 表示最大		

丙、分析：支桿套線處加松膠增加傳聲線和支桿的摩擦而影響叫聲。

（四）竹蟬傳聲線和叫聲的關係探究。

實驗六 傳聲線粗、細不同和叫聲的關係實驗。

甲、方法：1、分別利用粗、細的傳聲線，而其他部分相同的竹蟬做發聲實驗。

2、比較各竹蟬嗡嗡叫聲。

乙、結果：1、大家利用各種材料製作蟬身（共鳴箱）不同的 ① 用竹材 ② 用紙筒 ③ 用塑膠管 ④ 用橡膠管 ⑤ 用木材 ⑥ 用金屬管各種竹蟬。

2、搖的結果，發生我們作的實驗用竹蟬有的叫聲很小，有的不會叫。因此開始研究它，結果所得的結論是重量不夠（太輕）。

（詳細研究過程請看附件。）

3、各種竹蟬發聲效果比較紀錄表

粗細傳聲線和叫聲關係實驗紀錄表

竹		蟬	別	線	細	線	中	線	粗
叫 聲 情 形	大、小聲			1		2		3	
	高、低頻			1		2		3	
備 註				比較順序：1 代表最大、最高					

丙、分析：傳聲線越粗，叫聲越低。

實驗七 傳聲線長、短不同和叫聲的關係實驗。

甲、方法：1、分別利用長、短的傳聲線，而其他部分相同的竹蟬做發聲實驗。

2、比較各種竹蟬嗡嗡叫聲。

乙結果：長短聲線和叫聲關係紀錄表

竹 蟬 別		線長 (18.5) 公分	線短 (9) 公分
叫 聲 情 形	大、小聲	2	1
	高、低頻	2	1
備 註		比較順序：1 代表最大、最高。	

甲、分析：傳聲線越長，叫聲越低。

實驗八 傳聲線材質和叫聲關係的實驗。

甲、方法：1、分別利用 ① 棉線 ② 麻線 ③ 馬尾 ④ 尼龍線 ⑤ 毛線 ⑥ 塑膠線 ⑦ 細鐵絲 ⑧ 漆包線 ⑨ 釣魚線 ⑩ 橡皮筋做傳聲線的竹蟬做發聲實驗。

2、比較各竹蟬嗡嗡叫聲。

乙、結果：傳聲線材質和叫聲關係的紀錄表

竹蟬別		棉繩	麻線	馬尾	尼龍	毛線	塑膠	細鐵絲	漆包線	釣魚線	橡皮筋
叫聲情形	大、小聲	8	7	1	6	9	5	3	4	2	10
	高、低頻	8	7	1	5	9	6	2	3	4	10
備註		棉線、毛線、麻線由各種布取得，無法取到粗細相同的線，控制變因有瑕疵。 比較順序：1 代表最大、最高。									

實驗九 傳聲線受到阻礙物時和叫聲的關係實驗。

甲、方法：1、分別利用傳聲線 ① 打結 ② 夾 (綁) 東西 ③ 使傳聲線轉彎等做的竹蟬發聲實驗。

2、比較竹蟬嗡嗡叫聲。

乙、結果：傳聲線阻礙物和叫聲關係實驗紀錄表

竹 蟬 別		㉑ 打 結	㉒ 夾 (綁) 東西	㉓ 使傳聲線轉彎	㉔ 都沒有東西
叫聲情形	大、小聲	3	4	2	1
	高、低頻	3	1	2	4
備 註		比較順序：1 表示最大、最高。			

(五) 共鳴皮和叫聲關係探究。

實驗十 共鳴皮材質和叫聲關係實驗。

- 甲、方法：1、分別利用木材、塑膠、紙類、布料、皮革、金屬等製作各種共鳴皮竹蟬。
2、比較各竹蟬嗡嗡叫聲。

我們認為胡琴的琴皮便是竹蟬的共鳴皮。

重要性：琴皮是決定二胡音色好壞最主要的一個因子。

厚薄：厚薄鬆緊要適中，過厚聲音呆悶，過薄音色單薄而易發雜音；鬆音色低頻，緊音色高頻。

乙、結果：共鳴皮材質和叫聲關係實驗紀錄表

竹蟬別		木材		塑膠類				紙類			布料			皮革			金屬
		㉑ 硬木	㉒ 軟木	軟質		硬質		㉓ 厚紙板	㉔ 牛皮紙	㉕ 白報紙	㉖ 棉布	㉗ 尼龍	㉘ 毛織	㉙ 薄鼓皮	㉚ 厚鼓皮	㉛ 蛇皮	㉜ 金屬片
				㉑ 薄	㉒ 厚	㉓ 薄	㉔ 厚										
叫聲情形 (各類比較順序)	大 小聲	1	2	2	1	2	1	3	1	2	2	1	3	3	2	1	
	高低頻	1	2	1	2	1	2	1	3	2	2	1	3	1	3	2	
比較順序	大 小聲	4		3				2			6			1			5
	高低頻	5		2				4			6			3			1
備註		比較順序：1 表示最大、最高。															

- 丙、分析：1、共鳴皮材質會影響竹蟬叫聲大、小聲、高、低頻。
2、同一類共鳴皮以材質硬；薄的頻率高。

實驗十一 共鳴皮厚度和叫聲關係實驗。

- 甲、方法：1、利用牛皮紙膠帶一層、二層、三層分別做共鳴皮厚度不同的竹蟬做發聲實驗。
2、比較各竹蟬嗡嗡叫聲。

乙、結果：共鳴皮厚度和叫聲關係實驗記錄表

竹 蟬 別		共 鳴 皮 一 層 薄	共 鳴 皮 二 層 中	共 鳴 皮 三 層 厚
叫聲情形	大、小聲	3	2	1
	高、低頻	1	2	3
備 註		比較順序：1 表示最大、最高。		

丙、分析：共鳴皮厚度愈薄，叫聲愈大、頻率愈高。

實驗十二 共鳴皮大小和叫聲關係實驗。

甲、方法：1、利用牛皮紙膠帶製作共鳴皮大小不同的竹蟬。

2、比較各竹蟬嗡嗡叫聲。

乙、結果：共鳴皮大小和叫聲關係實驗記錄表

竹 蟬 別		共 鳴 皮 大	共 鳴 皮 中	共 鳴 皮 小
叫聲情形	大、小聲	1	2	3
	高、低頻	3	2	1
備 註		本實驗和實驗十三道理相同 比較順序：1 表示最大、最高。		

丙、分析：共鳴皮面積愈大，叫聲愈大、頻率愈低。

實驗十三 共鳴皮缺口和叫聲關係實驗。

甲、方法：1、利用牛皮紙膠帶製作共鳴皮有大小洞的竹蟬。

2、比較竹蟬嗡嗡叫聲。

乙、結果：共鳴皮有缺口和叫聲關係實驗記錄表。

竹 蟬 別		缺 口 小	缺 口 中	缺 口 大
叫聲情形	大、小聲	1	2	3
	高、低頻	3	2	1
備 註		比較順序：1 表示最大、最高。		

丙、分析：共鳴皮有缺口（孔洞）時頻率改變、聲音變小或無聲。

（六）共鳴箱與叫聲關係探究。

實驗十四 共鳴箱大小（長相同、大小不同）和叫聲關係實驗。

甲、方法：1、分別利用共鳴箱長相同、大小不同的竹蟬做發聲實驗。

2、比較竹蟬嗡嗡叫聲。

我們認為胡琴的琴筒便是竹蟬的共鳴箱。
胡琴的琴筒體積 形狀與音色音量皆有關係。
體積：琴筒大的音色較濃厚，小的琴筒發音較量。
形狀：形狀有圓形 六角形 八角形、橢圓形、六角圓形混合型。
音量：圓形音量較大，八角形次之，角形再次之。
音色：圓形聲音量而脆，六角形較柔和。

乙、結果：共鳴箱大小和叫聲關係實驗記錄表

竹 蟬 別		共 鳴 箱 大	共 鳴 箱 中	共 鳴 箱 小
叫聲情形	大、小聲	1	2	3
	高、低頻	3	2	1
備 註		比較順序：1 表示最大、最高。		

丙、分析：共鳴箱體積大聲音大、低頻；體積小聲音小、高頻。

實驗十五 共鳴箱長短（大小相同、長度不同）和叫聲關係實驗。

甲、方法：1、分別利用共鳴箱大小相同長度不同的竹蟬做發聲實驗。

2、比較各竹蟬嗡嗡叫聲。

乙、結果：共鳴箱長短和叫聲關係實驗紀錄表

竹蟬別		共鳴箱長	共鳴箱中長	共鳴箱短
叫聲情形	大、小聲	1	2	3
	高、低頻	3	2	1
備註		比較順序：1 表示最大、最高。		

丙、分析：共鳴箱長聲音大、低頻；共鳴箱短聲音小、高頻。

實驗十六 共鳴箱厚度和叫聲關係實驗。

甲、方法：1、製作共鳴箱厚度不同的竹蟬。

2、比較各竹蟬嗡嗡叫聲。

乙、結果：共鳴箱厚度和叫聲關係實驗紀錄表

竹蟬別		共鳴箱厚	共鳴箱中	共鳴箱薄
叫聲情形	大、小聲	1	2	3
	高、低頻	3	2	1
備註		比較順序：1 表示最大、最高。		

丙、分析：共鳴箱厚，叫聲大、頻率低。

實驗十七 共鳴箱塞滿（實心）和叫聲關係實驗。

甲、方法：1、用紙黏土將共鳴箱 1 塞滿 2 塞一半（空心小）的竹蟬做發聲實驗。

2、比較各竹蟬嗡嗡叫聲。

乙、結果：共鳴箱實心和叫聲關係實驗紀錄表

竹 蟬 別		共鳴箱空間大	共鳴箱塞一半	共鳴箱塞滿
叫聲情形	大、小聲	1	2	3
	高、低頻	3	2	1
備 註		比較順序：1 表示最大、最高。		

丙、分析：共鳴箱空間愈大，聲音愈大、低頻。

實驗十八 共鳴箱缺口（孔洞）和叫聲關係實驗。

- 甲、方法：1、製作共鳴箱缺口大小不同的竹蟬。
2、比較各竹蟬嗡嗡叫聲。

我們認為胡琴的傳音窗便是竹蟬的共鳴箱尾端的圓蓋。

位置：胡琴的傳音窗是安置於琴筒尾端，鋸有很多小孔，與琴皮箱對的木窗。

作用：聲音輻射的一個通道並與音色亦有關係。

音色：取下傳音窗，音色將較開朗；裝上傳音窗，音色略含著而渾厚，傳音窗蓋住，音色灰暗音量也自然減小。

乙、結果：共鳴箱缺口大小和叫聲關係實驗紀錄表

竹 蟬 別		無缺口	孔洞 1 個	孔洞 2 個	孔洞 3 個	孔洞 4 個	全 開
叫聲情形	大、小聲	大小聲差距很小、很難排名次					
	高、低頻	6	5	4	3	2	1
備 註		比較順序：1 表示最大、最高。					

丙、分析：共鳴箱缺口（孔洞）大小和叫聲有關係。

實驗十九 共鳴箱缺口（孔洞）位置和叫聲關係實驗。

- 甲、方法：1、製作共鳴箱位置不同的竹蟬。
2、比較各竹蟬嗡嗡叫聲。

乙、結果：共鳴箱缺口位置和叫聲關係實驗紀錄表

竹 蟬 別		一 邊 有 孔 洞			兩 邊 有 孔 洞		
		前 面	後 面	左右側面	前 後	前 側	後 側
叫聲情形	大、小聲	大小聲差距很小，很難排名次。					
	高、低頻	2	2	2	1	1	1
備 註		比較順序：1 表示最大、最高。 本實驗可利用實驗十八的竹蟬。					

丙、分析：

(七) 音架（音橋）和叫聲的關係探究

實驗二十 音架材質和叫聲關係實驗。

甲、方法：1、製作音架材質不同的竹蟬。
2、比較各竹蟬翁翁叫聲。

我們認為胡琴的琴橋便是竹蟬的音架。
重要性：胡琴的琴橋是胡琴音色好壞的重要因素。
材料：可用竹、塑膠、紙、高粱桿、松節、軟木等。
音色：竹製發音響亮而粗糙，紙製發音柔軟，鋼製音色空冷，松節音略帶悶。
形狀：形狀對音色亦有關係。

乙、結果：音架材質和叫聲關係實驗紀錄表

竹 蟬 別		沒有音架	布 料		紙 類		塑 膠 類		竹 片	鐵 片	陶 瓷
			毛織	棉織	軟	硬	軟	硬			
叫聲情形	大、小聲	10	9	8	7	5	6	2	1	3	4
	高、低頻	10	9	9	7	5	6	2	3	1	4
備 註		比較順序：1 表示最大：最高。									

丙、分析：1、音架以硬的材質效果較佳，軟的會吸收振動的物質較差。

2 音架是傳遞及振盪工具，是發聲最關鍵的東西，為一般人所忽略。

研究四、研究了解拉弦或撥弦樂器是如何發出大小聲高低不同聲發音方式及發音的特性。

實驗二十一 弦樂器發音方式及特性探究。

甲、方法：藉由拉動或彈撥各種弦樂器的琴弦，使琴弦產生振動，發出聲音，再詳細探究為何發出不同音程的聲音原因。

乙、結果：1、由於不同琴弦即發出不同的音程的聲音。

2、琴音的音調是根據弦的長度、粗細或重量，以及張力（鬆緊程度）而有所不同。

研究五、利用弦樂器發音的特性製作簡單弦樂器。

實驗二十二 製作能發出大小、高低不同聲音的簡易弦樂器。

- 甲、方法：
- 1、運用研究四所得「聲音的特性」及「廢物」製作簡易弦樂器。
 - 2 我們對自製的弦樂器不斷的彈或拉探究其發生結果來改進自己製作的成品。
 - 3 利用各種不同材質及形狀的空盒子架在自製弦樂器上比較聲音有什麼不同。

- 乙、結果：
- 1、成果如下：(相片)
 - 2、愈長的弦，所發出的聲音愈低。
愈短的弦，所發出的聲音愈高。
愈粗的弦，所發出的聲音愈低。
愈細的弦，所發出的聲音愈高。
愈鬆的弦，所發出的聲音愈低。
愈緊的弦，所發出的聲音愈高。
 - 3、有空盒子，也可以讓聲音發出來更大聲更好聽；如果沒有空盒子，只有一塊紙板，那聲音就小得多了。
 - 4、自製樂器的音階往往不準或不穩定。

伍、討論

討論一 從進入小學自然科學對「聲的現象」，學習了多少？

結論：小學各年級學習「聲的現象」百分比統計表

項目 年級別		各年段 單元數		單 元 內 容	單元數	佔各年段 單元數 %	佔 6 個學年 單元數 %
低年級	一年級	11	23	一下發聲遊戲	2	2/23	2/78
	二年級	12		二上我聽到聲音了		8.7 %	2.6 %
中年級	三年級	15	29	四下聲音的奧妙	1	1/29	1/78
	四年級	14		0.3 %		1.3 %	
高年級	五年級	15	26	五上樂器的發音	1	1/26	1/78
	六年級	11		0.3 %		1.3 %	
備 註		小學自然科共有 78 個單元。 有關「聲的現象」共有 4 個單元佔 5.1 %。					

發現：有關「聲的現象」單元佔自然科的百分比相當大，(5.1 %) 可證明對它相當重視。

討論二 如何應用聲音的特性來製作自製樂器。

結論：我們在低年級時已經有「聲音可以透露很多訊息」、「物質發聲時會震動」以及「聲音可以藉著物質傳播」等概念，中年級時又學到有關聲音的特

性，因此我們變藉由以前的舊經驗了解樂器發音的方式及發音的特性，利用這些特性自製樂器 - - 簡單弦樂器。

討論三 利用自製的樂器可以演奏音樂嗎？

結論：1、請音樂老師指導我們演奏自製的簡單樂器。

2、自製樂器的音階往往不準或不穩定，不容易演出完整的樂曲，演出時可以利用真正的樂器吹奏主旋律（如直笛、風琴、鋼琴）而自己製作的簡易樂器就擔任伴奏的角色。

陸、結論

一、竹蟬支桿套傳聲線，由於傳聲線的支桿和松脂摩擦產生振動，為發聲的機動源，簡稱音源。

二、發生的動源（音源），靠傳聲線、共鳴皮及音架（琴橋）傳遞到共鳴箱（音傳遞），藉共鳴作用，把聲音增大，變成比原音更優美、悅耳（共鳴放大）。

三、竹蟬實驗結果：（竹蟬叫聲秘笈）

（一）音源

1、① 支桿粗細不同，粗桿搖動時摩擦面大，聲音大。

細桿搖動時摩擦面小，聲音較小。

2、① 支桿長短不同，不影響竹蟬叫聲，但會影響手勢。

（二）音傳遞

1、① 支桿套線處加塗物質不同結果也不同，以會增加摩擦的松膠效果最佳。塗松膠 > 未塗 > 塗蠟燭。

2、②

傳 聲 線	├	ㄅ、粗細：粗線聲音低，細線聲音高。
	├	ㄆ、長線搖轉週期大，搖的速度慢，叫聲比較低。 短線搖轉週期小，搖的速度快，叫聲比較高。
	├	ㄏ、材質：以不吸收振動者聲音較大，叫聲。
	└	ㄏ、有阻礙物聲音小，頻率，無阻礙物聲音大，頻率。

3、③

共 鳴 皮	├	ㄅ、材質：材質不同，會影響竹蟬叫聲的大小及高低頻。
	├	ㄆ、大小：共鳴皮面愈大，叫聲愈大，頻率愈低。 共鳴皮面愈小，叫聲愈小，頻率愈高。
	├	ㄏ、厚薄：共鳴皮愈薄叫聲愈大，頻率愈高。 共鳴皮愈厚叫聲愈小，頻率愈低。
	└	ㄏ、孔洞：有孔洞時頻率改變聲音變小或無聲。

4、④ 音架（琴橋）是傳遞及振盪工具，是共鳴箱及拉弦之音傳遞的橋樑，也是發聲最關鍵的東西。

(三) 共鳴放大

5、 6

共鳴箱
(蟬身)

- ㄅ、大小：共鳴箱的大小可以控制頻率及聲音之放大。
音箱大，空間大，叫聲大，頻率低。
音箱小，空間小，叫聲小，頻率高。
- ㄆ、長短：共鳴箱長，叫聲大，頻率低。
共鳴箱短，叫聲小，頻率高。
- ㄇ、厚薄：共鳴箱厚，叫聲大，頻率低。
共鳴箱薄，叫聲小，頻率高。
- ㄋ、材質：材質愈硬的叫聲愈大，頻率愈高。
材質愈軟的叫聲愈小，頻率愈低。
- ㄋ、缺口：音箱缺口的大小和形狀，可以控制輻射傳遞的效率。

- 四、竹蟬的 ① 支桿 ② 支桿套線處 ③ 傳聲線 ④ 共鳴皮 ⑤ 音架 ⑥ 共鳴箱等六個部位，任何一個因素改變，都會影竹蟬叫聲的大小。
- 五、只要有空的容器具有共鳴箱的功能，加上一個或某些孔，裝上了線成為弦，便可發出聲音，這便是簡易樂器的雛形。
- 六、我們經對竹蟬發聲的研究，進而探索聲音的特色，進而認識絃樂器的種類，並研究其發音的構造，最後再加以應用，利用廢物製作了簡單的弦樂器。
- 七、竹蟬與胡琴（弦樂器）最大的不同點：
胡琴（弦樂器）可由手指壓住弦的位置改變頻率。
竹蟬（童玩）則無法控制。
- 八、弦樂器發音奏出美妙的歌曲是：
ㄅ、胡琴、小提琴是利用手指按住弦的位置來控制高低頻。
ㄆ、古箏也是和胡琴相同原理。
ㄇ、撥、拉、彈的力量大小是控制音量的大小，成正比。
- 九、自製樂器（胡琴）音階往往不準或不穩定，不容易演出完整的樂曲，演出時可以利用真正的樂器吹奏主旋律，而自製的簡易樂器就擔任伴奏的角色。
- 十、我們從探討竹蟬和胡琴發音方式及發音特性，製作簡單弦樂器胡琴，到學習演奏，這個過程真是愉快的音樂饗宴。

柒、參考書籍

- 1 國小自然課本第一、三、八、九冊及教學指引。
- 2 全國科展作品專輯 - - - 國立科學館編
- 3 弦樂器之研究：鄭德淵 1980，樂韻出版社。
- 4 樂器圖解：菅原明朗著，李哲洋譯 1994，大陸書店。
- 5 觀念物理 IV：休伊特著，陳可崗譯，2001，天下文化書坊。
- 6 科學勞作：聲光機械篇，鄒紀萬，1995，美勞教育出版公司。

- 7 小牛頓兒童科學園地：第八期，聲音，1984，86—93 頁。
- 8 牛頓研習百科：物理、井川憲明、聲音的世界，1993，64~73 頁，牛頓出版公司。
- 9 物理馬戲團 II：沃克著、葉偉文譯，2000，天下文化書坊。

(第三名)

1. 科學方法適切，分析細膩具鄉土性
2. 表達生動活潑有重點。