

2016/2017 學年小學生動手做研究計劃

# 快樂的音階

學校：聖家學校



研究員：何 綽 丁昶鈞 隋佳妍 孫甄彤

指導老師：李瑞棋 李燕珊

報告完成日期：2016年5月30日

## 摘要

利用一些簡單的生活材料如吸管、一次性塑膠碗，加上簡單的氣球皮膜，便能製作出能發聲的樂器。在研究過程中，我們發現每個自製樂器發出來的聲音都時高時低，很不穩定。於是我們便上網尋找原因，發現氣球皮膜的鬆緊會影響聲音的頻率高低。氣球皮膜繃得愈緊，震動速度較快，聲音愈高，反之聲音則愈低。為了解決氣球皮膜使自製樂器發出不穩定的聲音，我們決定改良成品，選用一些較穩定的材料。於是同學們參照排笛的操作和發聲原理來製作樂器，按比例把吸管剪成 8 種不同的長度，把三枝相同長度的吸管組合成一組，每組吸管的一端裝上利用 3D 打印的「吹笛口」，另一端利用黏土把吸管的洞封好。

我們的研究主要利用簡單的生活用品做出一套能具備八個音調組成的音階，並能奏出歌曲的自製樂器。利用研究實驗法，透過搜集及分析資料、提出想法、動手製作實物、多次改良和進行測試。同學們把第二次的製成品進行測試，發現製成品都能發出較穩定的音調，形成有規律的音階。最後，同學們成功製作出一個能具備八個音調的自製樂器，同學把它命名為「吸管哨子」。

同學們帶著成功的喜悅感，又在網上參考了一些樂器的制作方法，探究影響樂器的音調的因素，再製成了銅管琴，水管琴和水管笛等樂器。

## 目錄

摘要	1
第一章緒論	3
一、研究動機	3
二、研究目的	3
三、待答問題	3
四、名詞界定	3
五、研究方法	4
六、研究進程	4
七、實驗流程圖	5
第二章研究過程	6
一、搜集資料及分析資料	6
二、研究製作實物	7
製作一	7
製作一實驗測試	9
三、動手製作實物及改量	11
成品介紹	12
改量製作實驗測試	12
第三章研究結論與建議	19
一、研究結論	19
二、研究建議	19
三、研究後感想	20
附錄：文獻參考	21

## 第一章 緒論

### 一、研究動機

學生在網上觀看了一集科學電視節目，節目的內容介紹了利用一些生活材料如吸管、一次性塑膠碗和氣球等簡單的材料製作出能發聲的樂器。同學們動手製作後，覺得很有趣，便引發他們想嘗試製作一套能奏出歌曲的自製樂器。

### 二、研究目的

能透過研究，利用簡單的生活用品做出一套能具備八個音調，能形成有規律，並能奏出歌曲的自製樂器。

### 三、待答問題

1. 有哪些因素會影響所製作樂器的音調？
2. 有哪些因素會影響所製作樂器的聲音大小？

### 四、名詞界定

1. 音階：音階就是以全音、半音以及其他音程順次排列的一串音。
2. 音程：音程是指兩個音的高低關係，或兩音之間的音高差距。

## 五、研究方法

1. 資料蒐集法
2. 實驗研究法

## 六、研究進程

2016 年 12 月 3 日：老師與學生進行會議，擬定研究題目及研究方案。

2016 年 12 月 12 日-2017 年 1 月 6 日：搜集相關資料。

2017 年 1 月 7-14 日：進行會議，商討如何製作能奏出歌曲的自製樂器。

2017 年 1 月 15-20 日：收集所需的製作材料。

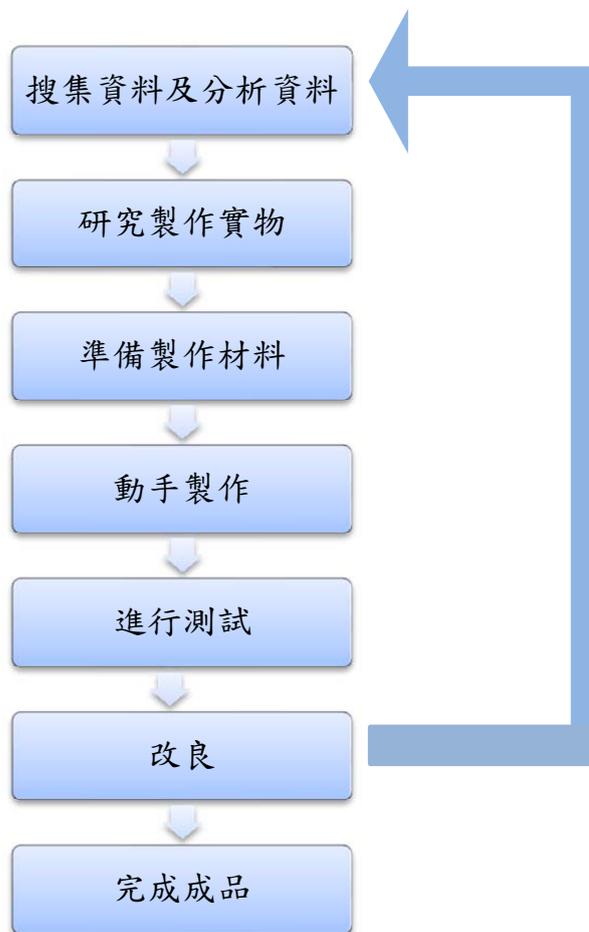
2017 年 1 月 21 日-2 月 25 日：進行製作及實驗。

2017 年 2 月 27 日-3 月 31 日：改良並進行測試。

2017 年 4 月 3 日-5 月 31 日：整理資料。

2017 年 6 月 2 日：遞交報告。

## 七、實驗流程圖



## 第二章 研究過程

### 一、搜集資料及分析資料：

在開始動手做研究之前，同學們在網上觀看了一集科學電視節目，節目的內容介紹了利用一些生活材料如吸管、一次性塑膠碗和氣球等簡單的材料便能製作出能發聲的樂器(圖一)。

同學們便在網上搜查導致該自製樂器能發聲的原理。發現該樂器能發聲的原因是因為人把氣體吹進一個空間內，導致氣球因為受到震動而發出聲響。

於是同學們便決定嘗試利用簡單的生活用品做出一套能具備八個音組成的音階，並能奏出歌曲的自製樂器。



(圖一)

## 二、研究製作實物：

### 製作一：

製作材料：



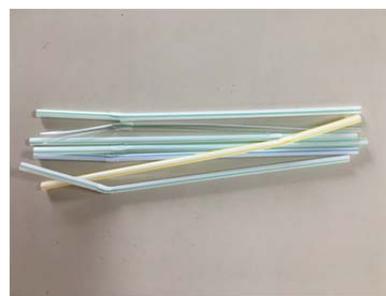
不同大小的塑膠碗共 7 個



氣球 7 個



粗吸管 7 枝



幼吸管 7 枝

製作過程:



- 1) 同學們觀看了一集科學電視節目所介紹的自製樂器後，便跟著準備材料。  
他們回收了不同大小的塑膠碗、吸管和氣球。
- 2) 同學們跟著電視節目所介紹的步驟進行製作。
- 3) 同學們製作了 7 個不同大小的自製樂器，便開始進行探討影響樂器發出音調的研究。

**製作一實驗測試**

**實驗測試材料:**



平板調音軟件--<<雅調>>



7 個已製作好的自製樂器

測試 實物	<p><b>實驗測試結果:</b></p> 
	音調
測試實物(A)	C
測試實物(B)	F
測試實物(C)	F
測試實物(D)	G
測試實物(E)	G
測試實物(F)	D
測試實物(G)	A

同學們利用調音軟件--<<雅調>>來為成品進行音調測試，把 7 個成品按體積的大小編上編號，從編號 A-G，成品體積最大的把編號命名為 A，最小的是 G。每個成品進行三次的音調測試。同學們用口向幼吸管的位置把氣體吹入塑膠碗，由於被

氣球密封的塑膠碗被吹入的氣體填滿了，導致氣球脹大時，因震動而發出聲音。

把這動作重複操作三次。

### 三、動手製作實物及改良

由於要構成一段有規律的音階前題是要確保了樂器所發出不同音調的穩定性，因此同學們在製作樂器時，要先確保樂器所發出的每個音調的穩定性。

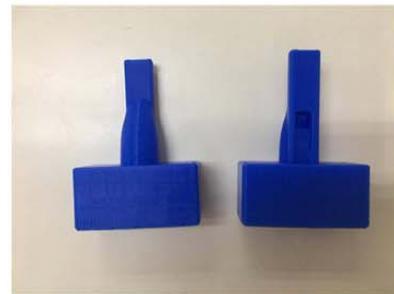
透過實驗測試一，同學們發現要保持所製作的樂器能發出穩定的音調，所製作樂器的發音原理和材料都應是容易掌握控制和穩定的，同學經過討論後，認為可以參考排笛的操作和發聲原理來制作樂器，於是便開始第二次的動手嘗試。

#### 改良製作一：

製作材料：



8 款不同長短的吸管



8 個利用 3D 打印的吹笛口



24 顆大小一樣的黏土

成品：



因為同學們要製作出能發出 8 個音調並能組成一個完整音階的樂器，所以把影響樂器發出音調的部份(即吸管)，按比例把吸管剪成 8 種不同的長度，把三枝相同長度的吸管組合成一組，每組吸管的一端裝上利用 3D 打印的吹笛口，另一端利用黏土把吸管的洞封好。完成 8 個音組後，把各個音組再進行測試，看看是否能排列成完整的音階。

### 改良製作實驗測試

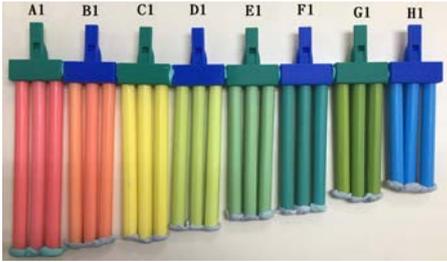
實驗測試材料：



平板調音軟件--<<雅調>>



已製作好 8 個音組的自製樂器

測試 實物	<b>實驗測試結果：</b> 
	音調
測試實物(A1)	C
測試實物(B1)	D
測試實物(C1)	E
測試實物(D1)	F
測試實物(E1)	G
測試實物(F1)	A
測試實物(G1)	B
測試實物(H1)	C

同學們把改量後的實物進行測試，從測試中發現每個音組所發出的音調都較穩定，能夠滿足形成有規律的音階的條件，於是同學們便把 8 個獨立的音組合併起來，形成一個能具備八個音調組成的音階的樂器，並把它命名為「吸管哨子」。

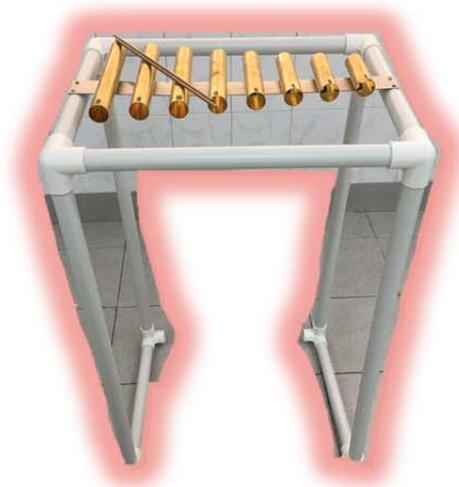
此樂器的發聲原理是由口吹氣至吹口的窄管，窄管的氣撞到尖板，令空氣震盪產生聲音。影響樂器音調和頻率的因素是吸管的長短，吸管愈短，音調越高。

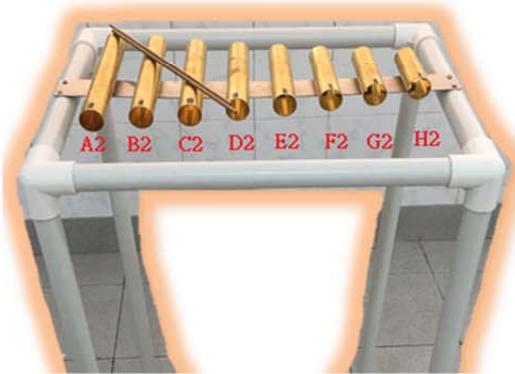
**改良製作二:**

同學們帶著成功的喜悅感，又在網上參考了一些樂器的製作方法，探究影響樂器的音調的因素，再製成了下列樂器。

**成品二:**

利用 8 枝不同長短的銅管，釘在一個架上，做出「銅管琴」，8 枝銅管的長度按長至短排列是 24cm、22cm、20cm、18cm、16cm、14cm、12cm、10cm。



<p>測試 實物</p>	<p><b>實驗測試結果:</b></p> 
	<p>音調</p>
<p>測試實物(A2)</p>	<p>C</p>
<p>測試實物(B2)</p>	<p>D</p>

測試實物(C2)	E
測試實物(D2)	F
測試實物(E2)	G
測試實物(F2)	A
測試實物(G2)	B
測試實物(H2)	C

同學們利用一根銅棒分別向不同長度的空心銅管敲打，空心銅管因為受到外物敲打，使物體因受到撞擊而發出聲音。

同學們分別向不同長度的空心銅管敲打各三次，利用調音軟件--<<雅調>>來為進行音調測試，從測試中發現每根空心銅管所發出的音調都較穩定，能夠滿足形成有規律的音階的條件，影響樂器音調和頻率的因素是空心銅管的長短，空心銅管愈短，音調越高。

**改良製作三：**

成品三：

利用 8 枝不同長短的水管安裝在一個木架上，同學們把製成品命名為「水管琴」，8 枝水管的長度按長至短排列是 45cm、55cm、65 cm、75 cm、85 cm、95 cm、105cm、115cm。



測試 實物	實驗測試結果： 
	音調
測試實物 (A3)	C
測試實物 (B3)	D
測試實物 (C3)	E
測試實物 (D3)	F
測試實物 (E3)	G

測試實物 (F3)	A
測試實物 (G3)	B
測試實物 (H3)	C

同學們利用像膠拖鞋，向打水管的開口拍入空氣，空氣與水管產生共鳴因而發出聲音。

同學們分別向不同長度的空心水管敲打各三次，利用調音軟件--<<雅調>>來為「水管琴」進行音調測試，從測試中發現每根水管所發出的聲音能夠滿足形成有規律的音階的條件，而水管的長短會影響樂發出的音調和頻率。

#### 改良製作四：

##### 成品四：

同學們參考了牧童笛的發聲原理，在一枝長 20cm 的水管上分別做出 8 個大小和間距相同的小孔，製作出的自製樂器叫「水管笛」。每個小孔的圓心到下一個小孔的圓心距離是 1.5cm，而每個小孔的大小為 0.8cm。



測試 實物	<b>實驗測試結果：</b>  
	音調
測試實物(A4)	C
測試實物(B4)	D
測試實物(C4)	E
測試實物(D4)	F
測試實物(E4)	G
測試實物(F4)	A
測試實物(G4)	B
測試實物(H4)	C

同學們用口吹氣至吹口，空氣撞到尖板令空氣震盪會產生聲音，水管上的間孔會影響樂器發出的音調。

同學們利用調音軟件--<<雅調>>來為「水管笛」進行音調測試，從測試中發現每個小孔所發出的聲音都相對穩定，而且也能夠奏出 8 個不同的音調，形成有規律的音階。

## 第三章研究結論與建議

### 一、研究結論

通過本次的研究探索，同學們發現了影響聲音產生的有以下幾點：

1. 聲音所發出的音調的穩定性與製造樂器的材料有關，導致發聲的材料在發音時越容易控制，所發出的音調則越穩定。
2. 要使所製造的樂器能構成具有規律的音階，需注意製造樂器的材料中導致發出不同音調的部分之間的關係，如材料大小按比例的不同、質量的不同等都會導致發出不同的音調。

### 二、研究建議

聲音與空氣和物體的振動有關，我們根據這個原理，利用了簡單的生活用品做出了一套具備八個音階的自製樂器。對於我們的發明品，我們有以下的建議，可作為日後改善的方向：

1. 選用穩定性較高的材質。一開始使用氣球皮膜作為材質時，發現了它的鬆緊會影響聲音的頻率高低。氣球皮膜繃得愈緊，震動速度較快，音調愈高，反之則愈低，因此我們較難控制所發出的聲音。後來選用了吸管作為材質時，聲音較為穩定。
2. 日後可選用多樣化的材質，以奏出不同的音色。我們的發明品是利用吸管來奏出聲音，日後可隨自己的需要，更換材質，透過不同的材質，奏出不同的音色。
3. 改良「吹笛口」的形狀。我們添加的「吹笛口」，可奏出較尖銳的音色，若想奏出不同的音色，可以研究改良「吹笛口」的形狀，讓自製樂器的音色更多變。

### 三、研究後感想

#### **何緯同學的感想：**

我認為研究和發明的過程讓我覺得很開心，因為在研究的過程中，我發現了很多新知識，例如不同的樂器的聲音是如何產生的，樂器所發出的音調的穩定性與製造樂器的材料有關等。

#### **丁昶鈞同學的感想：**

在這次活動中，我體會到同學們為同一目標一起合作是多麼好的事情，從與同學交流討論的過程，能豐富我的想法和幫助我的思考，感謝老師和同學能做我的學習伙伴。

#### **孫甄彤同學的感想：**

通過這次的活動，我認識到不同樂器的發聲的原理，還發現了原來日常生活中簡單的用品都可以用來做樂器發聲的材質。只要我們多動動腦，動動手，就可以做出很多有趣的樂器。

#### **隋佳妍同學的感想：**

我參加了「小學生動手做研究」後，讓我在過程中學會了很多的知識。過程中我們遇到了不少的困難，製作自製樂器時會有一些不完善的地方，我們會盡力想辦法去完善它。當完成製成品時，我們都很開心。

## 附錄：文獻參考

-科學電視節目影片-----<<超級小英雄>>

<https://www.youtube.com/watch?v=bVt6T2QtsSQ&t=397s>

-音階的定義

<https://www.zhihu.com/question/19697448/answer/102502638>

-音程的定義

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E9%9F%B3%E7%A8%8B>

-PVC instrument

<https://www.youtube.com/watch?v=6VaqtCPSTA0>