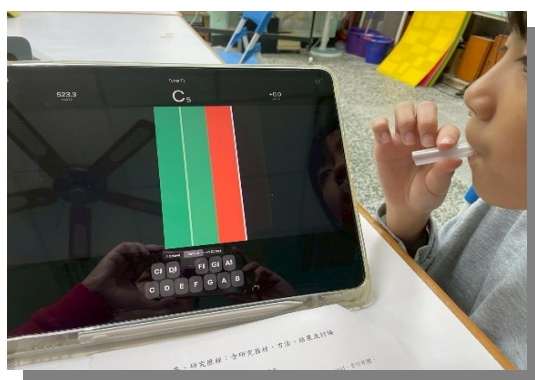


花蓮縣第65屆國民中小學科學展覽會 作品說明書



科 別：物理科

組 別：國 小 組

作品名稱：月桃笛發想—聲音的高、低音及響度探討

關 鍵 詞：振動、音頻、響度

編 號：

月桃笛發想—聲音的高、低音及響度測試

摘要

透過月桃笛遊戲體驗，引發我們研究、探討吸管的粗細以及吸管的長短等各項變因，是否會對吸管笛所發出的音階及響度產生影響。我們透過不同吸管的粗細及長短進行吹奏，吹奏出來的音聲再與響度及音調(音頻)軟體進行比對後記錄下來。

發現吸管(空氣柱)的長短跟音頻的關係是越長音頻越低；吸管(空氣柱)的粗細跟音頻的關係是越細音頻越高，而在響度上，吸管(空氣柱)粗的比細的響；但響度在吸管的長短上，並沒有出現規律性的變化，響度並不會隨著吸管的長度越長而越大聲。

透過這個研究我們學到了紀錄的方法，也解決我們對吹奏樂器聲音的初步了解，希望藉由我們的研究，能提供給大家我們使用的響度及音調(音頻)軟體，方便大家日後利用。

【關鍵詞】：笛音、音調、響度

研究主題：月桃笛發想—聲音的高、低音及響度測試（國小組 生活與應用科學科）

內 文：

壹、研究動機

上學期期末的時候，老師帶我們進行月桃笛的遊戲體驗，透過月桃笛的製作，我們發現到聲音是透過吹嘴葉片的震動傳出聲音，大家吹出來的聲音，很相近但又不是很一樣，這引起我們的好奇心。於是我們利用吸管代替月桃葉進行實驗探討，想了解：怎麼樣吹出不同的高、低音(音調)？聲音的高、低音怎麼製作出來的？聲音的響度也會有變化嗎？

貳、研究目的

- 一、不同口徑的吸管粗細與高低音的關係為何？
- 二、相同口徑的吸管但不同長短與高低音的關係為何？
- 三、不同口徑的吸管粗細與響度的關係為何？
- 四、相同口徑的吸管但不同長短與響度間的關係為何？

參、研究歷程：含研究器材、方法、結果及討論

研究一、不同口徑吸管(口徑粗、細)與高低音的關係

(一) 研究器材：直徑0.6cm長10.5cm吸管1支、直徑1.2cm長10.5cm吸管1支、剪刀、直尺、ipad(平板電腦)、音頻軟體Tuner T1。

(二) 研究方法：

1.將直徑0.6cm長及直徑1.2cm的吸管(如圖一)，都裁剪成10.5公分的長度，如圖二。

2.將吸管的一端壓扁後，在2公分吹嘴的部分剪成三角形，如圖三。

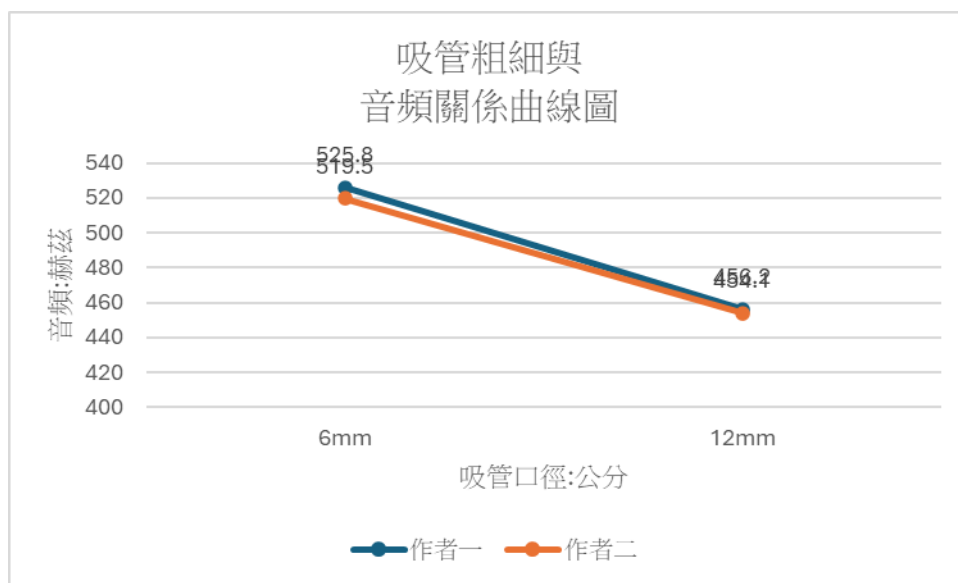
3.進行吹響後，與ipad下載的Tuner T音調(音頻)軟體比對其音調（圖四）後記錄，如表一、圖五。

(三) 研究結果：

表一：音頻數值紀錄表

（單位：赫茲）

記 錄 項 目		第1次	第2次	第3次	第4次	第5次	第6次	第7次	第8次	第9次	第10次	平均
作者一	直徑0.6cm 吸管	513.5	526.3	523.4	536.7	525.5	524.0	516.8	526.0	527.7	538.3	525.8
	直徑1.2cm 吸管	470.4	470.4	454.1	460.4	465.0	457.7	457.7	445.6	433.4	448.0	456.3
作者二	直徑0.6cm 吸管	496.9	510.5	531.5	514.4	515.0	550.0	500.8	519.0	538.4	518.7	519.5
	直徑1.2cm 吸管	448.3	443.1	447.1	447.1	447.1	447.1	447.1	494.9	465.1	454.4	454.1



圖五：吸管粗細與音頻關係曲線圖

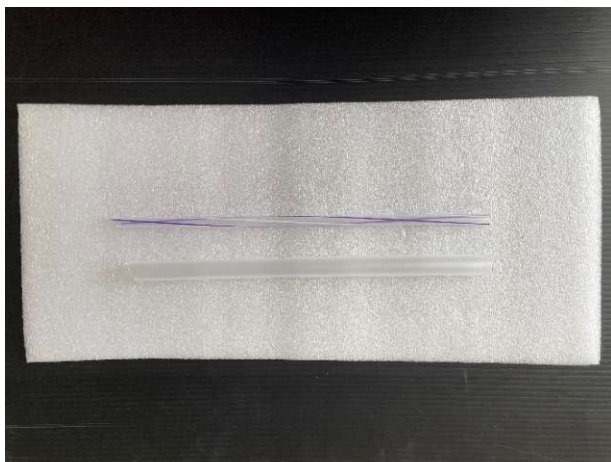
(四)討論發現：

- 1.要先熟練吹出聲音後，比較能快速比對吸管笛音的音頻數值。
- 2.在吹吸管時，角度不同對音頻會有很大的影響，因此，在測試數值時，吸管保持水平吹響。
- 3.每次吹出來的數據有時候不一樣，為了要較準確地找出音頻，我們重複地吹奏10次，並算出平均值，就定義是它的音頻。
- 4.發現不同的口徑的吸管笛，吹出的音頻不同，口徑小的音頻高，口徑大的音頻低。

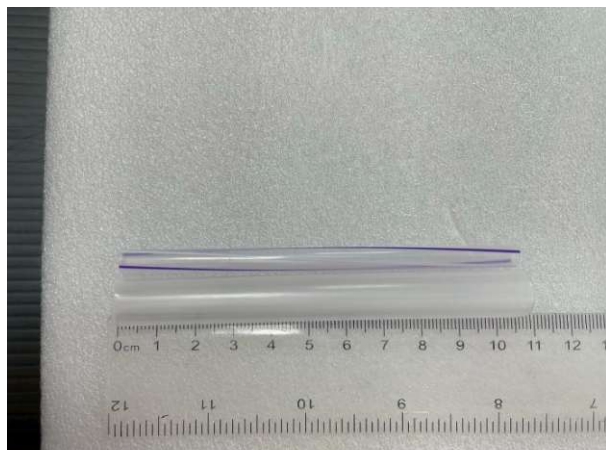
(五)誤差分析：

- 1.每次吹響的時候,吹出的氣流速度及力量大小很難控制，會產生不同數值的差異。
- 2.使用直尺量測吸管管長的最小刻度只有公厘(mm)，公厘以下必須人為估計，會造成誤差。

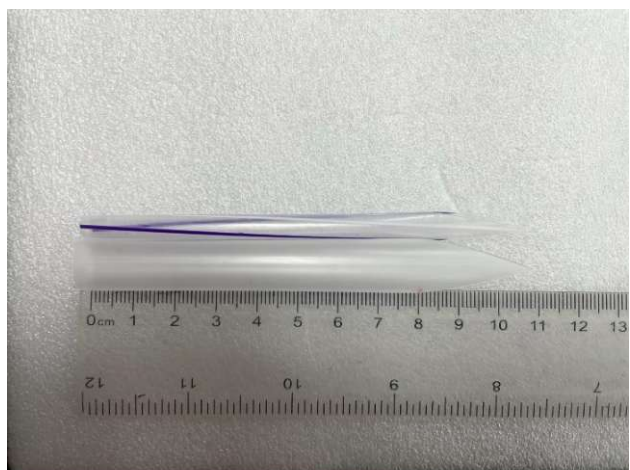
圖二、不同口徑(6mm及12mm)的吸管



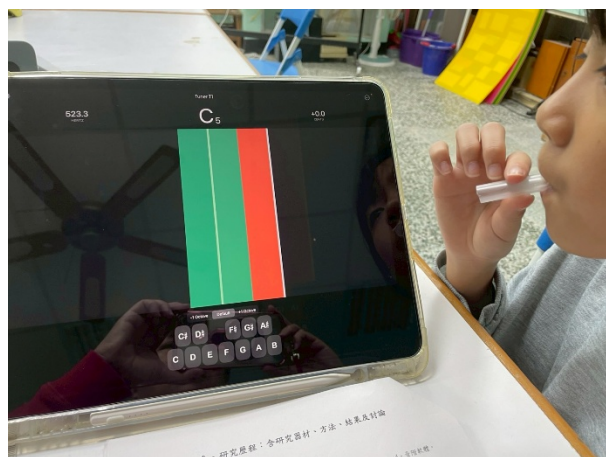
圖三、不同口徑(6mm及12mm)吸管，都剪成10.5公分長的吸管長度



圖四、一端的2公分處剪成三角形的吹嘴



圖五、與Tuner T音調(音頻)軟體比對其音頻後記錄



研究二、相同口徑不同長短的吸管與高低音的關係為何?

(一) 研究器材：直徑0.6cm長的吸管4支、剪刀、直尺、ipad(平板電腦)、音頻軟體Tuner T1。

(二) 研究方法：

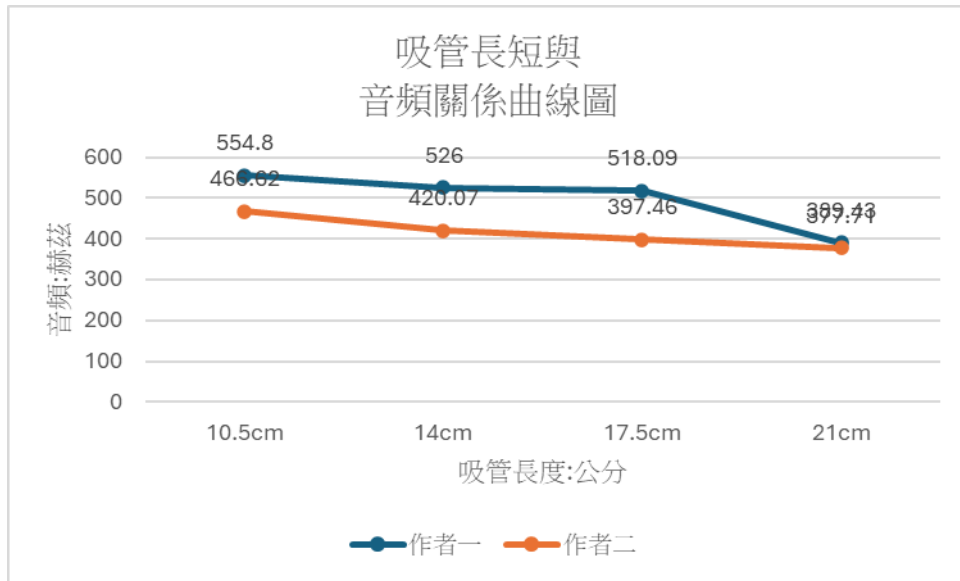
- 1.準備好口徑0.6cm長的吸管，並將吸管分別剪出10.5cm、14cm、17.5cm、21cm等不同長度的四根吸管，如圖六。
- 2.分別將不同長度的四根吸管剪出吹嘴。先將吸管的一端壓扁後，在2公分吹嘴的部份剪成三角形，就完成吹嘴的製作，如圖七。
- 3.接著分別將不同長度的四根吸管逐一吹響後，與ipad下載的Tuner T音調(音頻)軟體比對其音頻（圖八），並記錄它的音頻數值如表二、圖九。

(三) 研究結果：

表二：音頻數值紀錄表

（單位：赫茲）

記 錄 項 目		第1次	第2次	第3次	第4次	第5次	第6次	第7次	第8次	第9次	第10次	平均
作者一	長10.5cm吸管	536.8	544.0	528.2	563.0	558.2	534.4	552.6	528.4	533.14	529.3	554.8
	長14cm吸管	523.0	536.2	520.5	524.1	531.2	519.8	523.8	525.2	522.7	533.5	526.0
	長17.5cm吸管	518.4	519.4	519.4	523.1	523.1	515.5	515.5	515.5	515.5	515.5	518.09
	長21cm吸管	384.6	384.3	383.3	391.4	390.8	389.3	389.3	393.6	388.1	399.6	389.43
作者二	長10.5cm吸管	493.5	481.1	468.7	455.4	452.1	468.4	458.8	464.5	453.0	470.7	466.62
	長14cm吸管	432.6	415.6	417.7	411.8	411.6	420.4	426.6	418.4	425.6	420.4	420.07
	長17.5cm吸管	393.8	400.2	392.3	393.3	403.7	406.6	393.8	395.8	399.6	395.5	397.46
	長21cm吸管	395.7	387.6	393.6	382.2	382.2	373.7	364.2	376.0	361.6	360.1	377.71



圖九：吸管長短與音頻關係曲線圖

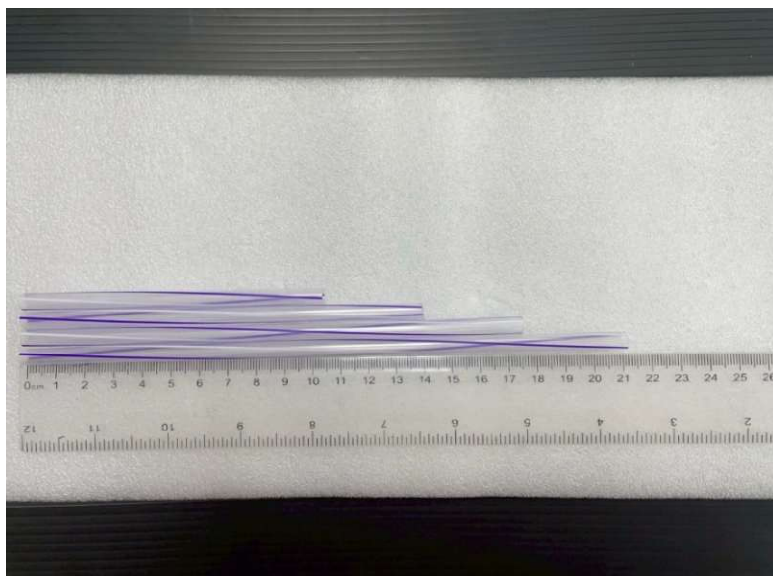
(四) 討論發現：

- 1.熟練吹出聲音後，即比對吸管笛音的音頻數值。
- 2.每次吹出來的數值有時候不一樣，為了要較準確地找出音頻，我們重複地吹響10次且吸管保持水平吹響，並算出平均值，就定義是它的音頻。
- 3.發現口徑相同，不同長短的吸管，吹出來的音頻不同，短的吸管音頻高，長的吸管音頻低。

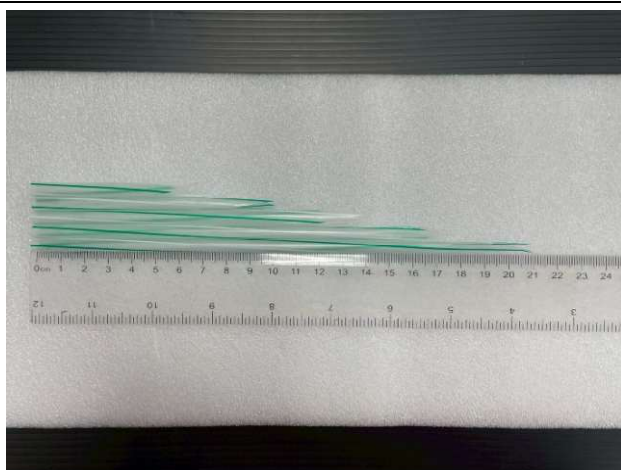
(五) 誤差分析：

- 1.每次用嘴吹的時候,吹出的氣流速度及力量大小很難控制，產生數值會變化。
- 2.使用直尺量測吸管的管長的最小刻度只有公厘，公厘以下必須人為估計，會造成誤差。

圖六、將口徑0.6cm長的吸管，並將吸管剪成10.5cm、14cm、17.5cm、21cm等不同長度的四根吸管。



圖七、分別將不同長度的四根吸管剪出吹嘴。



圖八、逐一吹響不同長度的四根吸管，並記錄它的音頻數值。



研究三、不同口徑吸管(口徑粗、細)與聲音響度的關係為何?

(一) 研究器材：直徑0.6公分吸管1支、直徑1.2公分吸管1支、剪刀、直尺、ipad(平板電腦)、聲級計軟體（分貝軟體）。

(二) 研究方法：

1. 將直徑0.6cm長及直徑1.2cm的吸管(圖十)，都裁剪成10.5公分的長度，如圖十一。

2. 將吸管的一端壓扁後，在2公分吹嘴的部分剪成三角形，如圖十二。

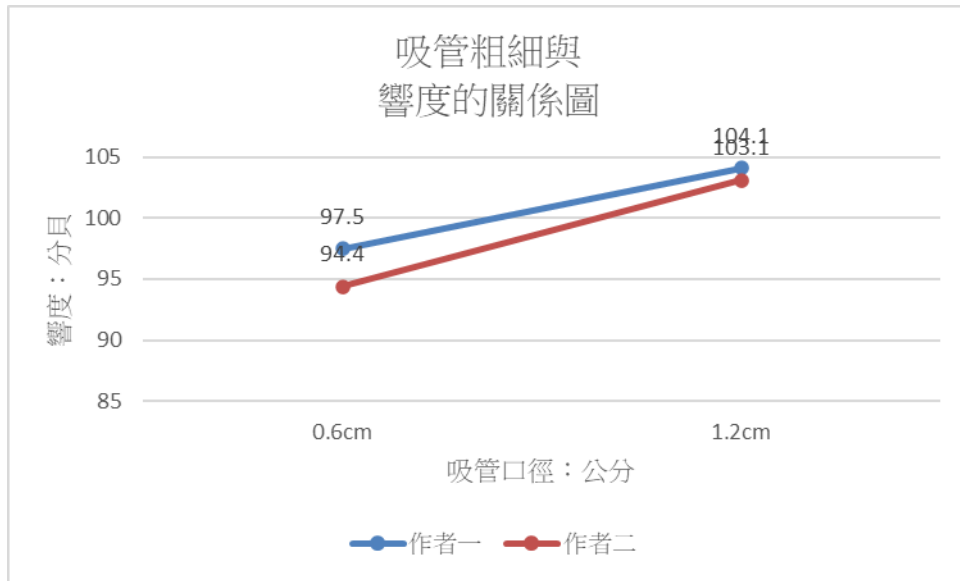
3. 進行吹響響後與ipad下載的聲級計軟體比對其響度（圖十三），並記錄它的響度數值，如表三、圖十四。

(三) 研究結果：

表三：響度數值紀錄表

（單位：分貝）

記 錄 項 目		第1次	第2次	第3次	第4次	第5次	第6次	第7次	第8次	第9次	第10次	平均
作者一	直徑6mm 吸管	94	96	101	99	92	101	93	104	105	93	97.8
	直徑12mm 吸管	104	102	106	107	105	104	104	102	104	103	104.1
作者二	直徑6mm 吸管	91	100	88	99	95	95	94	91	98	93	94.4
	直徑12mm 吸管	100	98	103	107	102	100	99	101	104	102	103.1



圖十四：吸管長短與音頻關係曲線圖

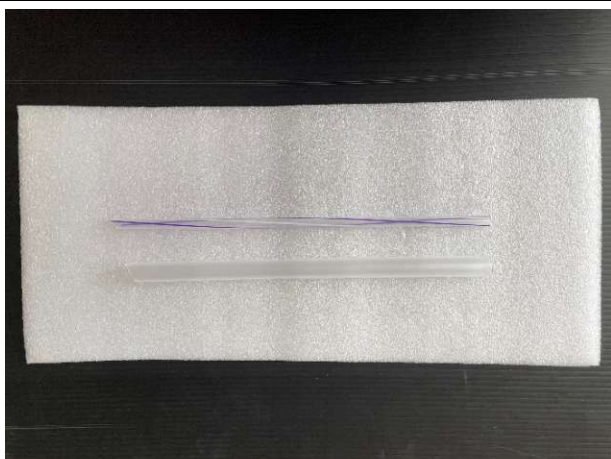
(四)討論發現：

- 1.要先穩定地吹出聲音後，再進行吸管笛音的響度紀錄。
- 2.為了要得到較準確的響度數據，我們一樣重複地吹響10次且吸管保持水平吹響，並算出響度的平均值，就定義是它的響度。
- 3.發現相同長短、口徑不同的吸管，吹出來的響度不同，口徑小的吸管(細吸管)響度較小，口徑大的吸管(粗吸管)響度較大。

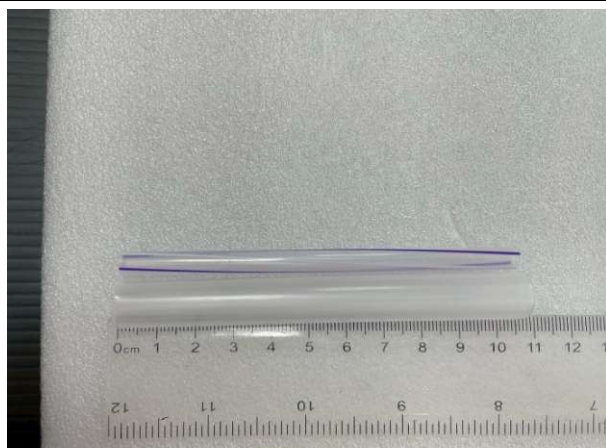
(五)誤差分析：

- 1.每次用嘴吹的時候,吹出的氣流速度及力量大小很難控制，產生數值會變化。
- 2.使用直尺量測吸水管長的最小刻度只有公厘，公厘以下必須人為估計，會造成誤差。

圖十、不同口徑(6mm及12mm)的吸管。



圖十一、不同口徑(6mm及12mm)吸管，都剪成7公分長的吸管長度。



圖十二、吹嘴的部分剪成三角形。



圖十三、吹響後與聲級計(響度)軟體比對其響度後記錄。



研究四、相同口徑吸管不同的長短與聲音響度的關係為何？

(一) 研究器材：直徑0.6cm長的吸管4支、剪刀、直尺、ipad(平板電腦)、聲級計軟體。

(二) 研究方法：

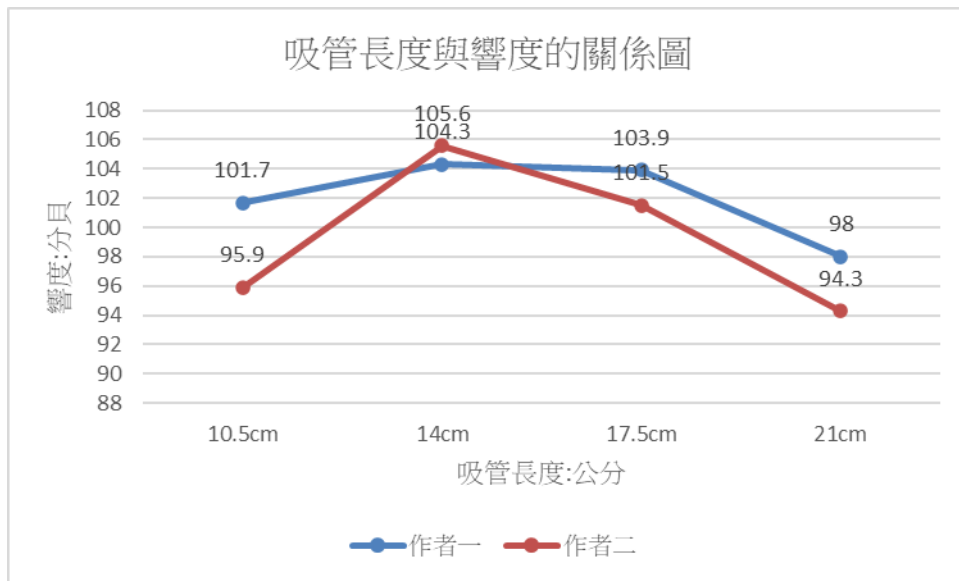
- 1.準備好口徑0.6cm長的吸管，並將吸管剪成10.5cm、14cm、17.5cm、21cm等不同長度的四根吸管，如圖十五。
- 2.分別將不同長度的四根吸管剪出吹嘴。先將吸管的一端壓扁後，在2公分吹嘴的部分剪成三角形，就完成吹嘴的製作，如圖十六。
- 3.接著分別將不同長度的四根吸管逐一吹響後與ipad下載的聲級計軟體比對其響度（圖十七），並記錄它的響度數值，如表四、圖十八。

(三) 研究結果：

表四：響度數值紀錄表

（單位：分貝）

記 錄 項 目		第1次	第2次	第3次	第4次	第5次	第6次	第7次	第8次	第9次	第10次	平均
作者一	長10.5cm吸管	105	106	97	107	105	98	100	97	101	101	101.7
	長14cm吸管	111	103	105	100	102	105	104	100	108	105	104.3
	長17.5cm吸管	102	106	102	104	111	101	99	107	100	107	103.9
	長21cm吸管	106	98	97	98	104	100	102	91	95	89	98.0
作者二	長10.5cm吸管	99	90	92	97	101	98	92	92	98	100	95.9
	長14cm吸管	108	100	103	110	112	105	108	107	102	101	105.6
	長17.5cm吸管	103	101	100	103	101	102	104	103	99	99	101.5
	長21cm吸管	99	97	95	95	94	95	94	90	93	91	94.3



圖十八：吸管長短與響度關係曲線圖

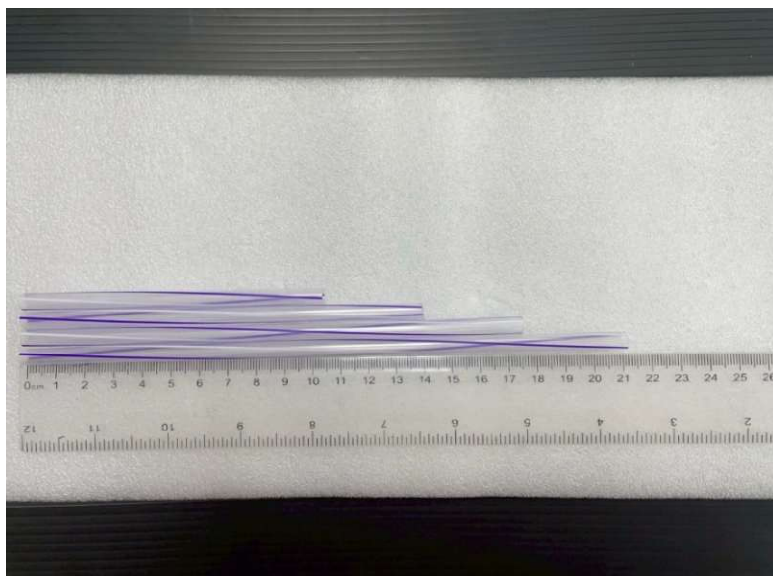
(四) 討論發現：

1. 熟練吹出聲音後，較容易比對吸管笛音的響度數值。
2. 每次吹出來的數據有時候不一樣，為了要較準確地找出音頻，我們重複地吹響10次且吸管保持水平吹響，並算出平均值，就定義是它的響度。
3. 發現口徑相同，不同長短的吸管，吹出來的音頻不同，響度會逐漸升高，但吹到到14公分長的吸管時，響度達到最高點，之後隨著吸管的長度越長，響度逐漸降低。

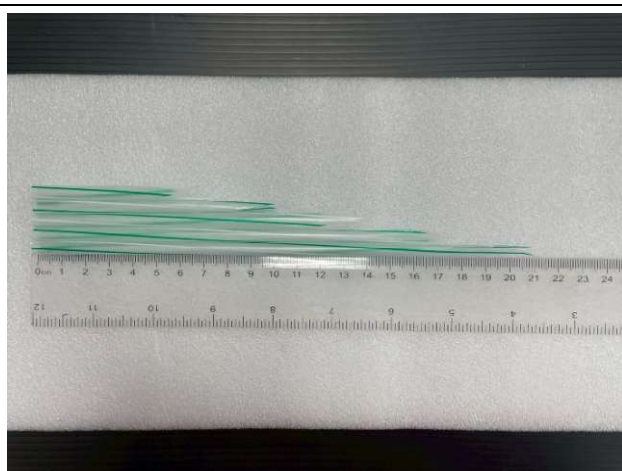
(五) 誤差分析：

1. 每次用嘴吹的時候，吹出的氣流速度及力量大小很難控制，產生數值會變化。
2. 使用直尺量測吸管的管長的最小刻度只有公厘，公厘以下必須人為估計，會造成誤差。

圖十五、將口徑0.6cm長的吸管，並將吸管剪成10.5cm、14cm、17.5cm、21cm等不同長度的四根吸管。



圖十六、分別將不同長度的四根吸管剪出吹嘴。



圖十七、逐一吹響不同長度的四根吸管，並記錄它的音頻數值。



肆、結論

一、研究發現

這個研究讓我們了解吸管笛的震動原理與笛音變化的因素，以下是我們的研究發現：

- (一) 透過課本的學習，我們知道聲音是因為物質產生振動，所以發出聲音發現，我們透過吸管的試驗，發現吸管笛的振動來源是吹嘴剪成三角形的簧片。
- (二) 吹嘴的三角形部分，兩片三角形尖尖的就像雙簧管的簧片一樣，在吹氣時讓簧片快速的振動與吸管內的空氣柱產生共鳴，於是產生聲音。
- (三) 吸管本身就是空氣柱，空氣柱的長短不一樣，就能產生不一樣的音調。當空氣柱越短，我們的音調（音頻）就會越高；空氣柱越長，我們的音調（音頻）就會越低。
- (四) 空氣柱的長短不一樣，產生的響度也不一樣。從我們的實驗可以知道，並不是空氣柱越長，響度就會越大；空氣柱越長響度會逐漸變大，但到達一個長度後，空氣柱越長響度便開始下降。
- (五) 空氣柱的角度會影響音頻的數值，因此，我們在進行音頻數值測試時，吸管必須是保持水平的狀態。
- (六) 若要製作可以吹奏不同音階的吸管笛，需要在吸管的長短上進行不同長短空氣柱的製作就可以做出一個有音階的吸管樂器。

二、未來發展

除了以上研究，我們還有一些未完成的想法，想在未來改進、繼續努力：

- (一) 研究怎樣製作出一個有音階的吸管樂器。
- (二) 研究空氣柱的長度為什麼不是越長聲音的響度就越大？

(三) 研究吸管吹嘴及空氣柱的角度對陰平的影響如何?

(三) 研究什麼樣的吸管笛能輕鬆地吹出樂曲。

三、建議

依我們研究的心得，在此提供一些意見，給想進行吸管笛研究的人參考：

(一) 在測量聲音的音階時，我們找了很多的軟體，例如：Sonic Tool、Tuner Lite、線上調音器等，都不好操作比對，建議使用Tuner T1音頻軟體。

(二) 了解吸管音頻的規律性變化，讓我們知道空氣柱在傳遞聲音上的多元性，因此可以製作出不同材質的笛子。

(三) 就實驗結果的曲線圖時，我們發現到一個有趣的現象，同一個實驗女生測出的數據較高，而男生測出的數據較低，針對這一點，可以再進行研究探討。

(四) 了解要吹奏管樂器，必須要有很好的肺活量，因此大家要多多鍛鍊自己的肺活量。

伍、參考資料

李慧菁等 (2024)・國民小學自然科課本 第三冊(四上)・臺南市：康軒文教事業股份有限公司。

科學學習中心 (2014)・波動與聲音・<https://slc.nstm.gov.tw/Teaching/Details.aspx?Parser=99,4,26,,,,,233>高雄市：國立科學工藝博物館。