

聽！神奇的風聲

單元名稱：鄒之風聲-風笛—探討鄒族風笛發聲原理

設計者：劉琦韻

學生對象：原住民族國中一、二年級學生

教學時間：4 小時

教學前準備：準備關於鄒族風笛製作的影片



圖 1：鄒族的風笛 (科展“鄒之風聲-風笛”的研究照片)

一、傳承傳統世界觀

(一) 主要學習概念、學習活動目標與分段能力指標

1. 主要學習概念：

- (1) 學習風笛的鄒族語
- (2) 風笛在傳統鄒族文化與生活所代表的意義
- (3) 與風笛相關的傳統故事

2. 學習活動目標：

- (1) 用鄒族語說出風笛的名稱 (Euvuvu)
- (2) 能說出風笛的文化意義
- (3) 能與他人分享有關風笛的故事

3. 分段能力指標：語 1-4-1-1 1-4-4-1 社 5-4-1-3

(二) 學習活動 (10分鐘)

1. 風笛的鄒族語：Euvuvu
老師念出風笛的鄒族語，並請學生跟著念三次
2. 與風笛相關的傳統文化意義



圖2：鄒族原住民手拿風笛 (科展「鄒之風聲-風笛」研究照片)

老師準備一則有關風笛資料的介紹，在課堂說給學生聽：

「風笛」又稱為「竹製響片 Euvuvu」，曾是台灣原住民鄒族用來傳遞訊號的工具，以前鄒族人發現有外敵侵入或異常動靜，就甩動風笛通知族人防禦或避難，透過山谷的回音，可以通知族人敵人來了，也可做為祈雨法器及趕鳥器；演變至今則做為童玩及一年一度的鄒族生命豈祭開幕儀式用，形成鄒族的傳統文化。

「風笛」是由一條繩子綁一支竹片所構成。它的構造非常簡單，但是轉動時竟然會發出聲音，且竹片會有上下飛舞的現象。風笛在轉動的過程中，響片會不斷的繞繩子自轉而拍打空氣產生聲音，這是風笛發出聲音最主要的來源。

二、表達自我世界觀

(一) 主要學習概念、學習活動目標與分段能力指標

1. 主要學習概念：
 - (1) 風笛的基本構造特徵

(2) 以圖像、文字或口語表達對風笛的看法

2. 學習活動目標：藉由課堂中的分組討論，能表達並與他人分享自己對風笛的看法與瞭解，並且對學生提出的觀點做出回應

3. 分段能力指標：社 6-4-4-1 7-4-0-1

(二) 學習活動 (30分鐘)

1. 討論對風笛的印象及看法

首先教師分享自己的經驗：去年和家人到阿里山鄉達邦旅遊時，那裡是鄒族人口最多的部落，民宿主人教我們玩「鄒族的風笛」；它是由一片薄狀的竹片綁在棉線上所構成，沒有想到揮動棍子時竟能發出「悠—悠—悠—」的聲音。國中上的課本有提到，產生聲音的條件之一是物體振動；而風笛為何會發出聲音？在怎樣的條件下會發出較大的聲音？發出較高的聲音？我很好奇用動風笛時為何它會發出聲音？在怎樣的條件下音調較大或響度較大？

接著，教師在課堂中要求學生回想自己對於風笛的印象，思考的內容包含以下幾個問題：

- (1) 自己玩風笛的經驗。
- (2) 自己對風笛的印象，風笛的構造？怎麼玩？
- (3) 是否有玩過類似風笛的玩具？分享經驗。
- (4) 是否有製作風笛的經驗？分享經驗。

請願意分享經驗的學生上台發表看法，並對上台的學生給予口頭表揚稱讚。

2. 共同思考與討論問題

教師在課堂中將學生分成3~4人一組，進行對鄒族風笛的討論，其討論的內容包含以下幾個問題：

- (1) 畫出風笛的構造圖。
- (2) 想想用動風笛時為何它會發出聲音？
- (3) 如何利用環保材料做風笛？
- (4) 何時使用風笛？

小組討論時，老師走動各小組間，觀察學生討論的情形。學生討論之後，請小組派出一位代表至講台上發表小組的心得與看法。各組發表完後，老師先不告訴學生對錯，請學生在之後的實驗中尋找答案。

三、探索世界觀

(一) 主要學習概念、學習活動目標與分段能力指標

1. 主要學習概念：

- (1) 製作風笛的材料
- (2) 鄒族風笛的製作方法與步驟

2. 學習活動目標：

- (1) 觀察鄒族製作風笛所準備的材料
- (2) 觀察並說出風笛的製作過程與步驟
- (3) 能製作完成鄒族風笛成品

3. 分段能力指標：自 2-1-3-2 2-3-5-2

(二) 學習活動 (40分鐘)

1. 播放鄒族風笛影片

首先播放影片一：<http://www.youtube.com/watch?v=gWNL9oYlQow>

在學生觀看的同時一邊講解內容：這是示範甩動風笛的方式，大家可以聽到風笛所發出的聲音，它的聲音忽大忽小，而且甩動風笛也要有技巧，才不會甩到自己。

接著播放影片二

在學生觀看的同時一邊講解內容：這是示範製作風笛方法的影片，請仔細觀察至做步驟及需注意的細節，看完後我們也要來製作屬於自己的風笛。

2. 練習製作風笛

在上課之前，請學生事先準備好製作風笛的材料：冰棒棍（文具行可購得）、細繩、筷子、剪刀或刀片、貼紙

由教師在課堂示範製作風笛的方法，在操作過程中一邊手做、一邊告訴製作所需注意的細節及步驟，每操作完一步驟，詢問學生是否有不懂的地方，請有問題的人舉手發問，讓學生都瞭解後再接續下一步驟。示範操作完畢之後，請學生依照所教的方法，嘗試練習自製風笛。

老師將下列製作過程寫在黑板上：

步驟一：將冰棒棍的兩面貼上不同顏色的貼紙。

步驟二：用剪刀或刀片在冰棒棍一端鑽個小洞(圖 3)。若不小心製做壞了，可使用另一端鑽洞或換一支冰棒棍。

步驟三：用細繩穿過冰棒棍一端的小洞並打結(圖 4)，此為風笛的響片。

步驟四：將細繩的另一邊綁在竹筷上。



圖 3：在冰棒棍一端鑽洞（劉淑惠攝） 圖 4：棉線一端綁在冰棒棍上（劉淑惠攝）

3. 完成自己製作的風笛

學生將自己製作完成的風笛寫上姓名，並請老師檢驗風笛成品是否確實完成，學生之間也互相觀摩別人的作品。接著讓學生甩甩看風笛，每人手拿著竹筷，施以圓周運動（大小圓周均可），讓風笛產生聲音。提醒學生在轉動風笛的同時，注意安全不要打到其他學生。

（三）學習評量

課堂示範製作風笛方法，學生製作自己的風笛，實際轉動風笛後，於課堂中以3到4人分為一組，分組思考與討論以下問題：

- （1）為什麼有些人所製作的風笛，轉動所發出的聲音比較大聲？
- （2）聲音與旋轉時的角度有沒有關係？
- （3）風笛轉動時響片(冰棒棍)的運動狀態為何？
- （4）在怎樣的條件下，風笛會發出較大的聲音？
- （5）在怎樣的條件下，風笛會發出較高的聲音？

四、形成新世界觀

（一）主要學習概念、學習活動目標與分段能力指標

1. 主要學習概念：

- （1）觀察風笛轉動的運動狀態
- （2）影響風笛聲音變化的因素

2. 學習活動目標：

- （1）能觀察風笛旋轉的軌跡
- （2）觀察轉速響片形狀對風笛響度的影響
- （3）觀察繩長、繩子粗細對風笛響度的影響
- （4）觀察響片形狀對風笛響度的影響

3. 分段能力指標：自 2-1-3-2 2-3-5-2 2-3-5-3 社 2-4-1

(二) 學習活動 (100分鐘)

在上課之前，請學生事先準備好實驗器具：風笛、馬達、分貝器、6種不同粗細的棉繩、刀片

將學生以3到4人分為一組，發給每組一張學習單(附錄一)，請學生依據實驗結果完成學習單，並於實驗結束後交回。

老師安排以下風笛實驗課程：

實驗一：觀察風笛轉動時，風笛及響片的運動狀態

老師在實驗前向學生說明此實驗是要觀察風笛的響片，在旋轉做圓周運動時，響片本身的運作狀態以及整支風笛的運動情形。所以提醒學生觀察響片是如何轉動。接著老師將實驗步驟寫在黑板上後，請學生開始動手做實驗。

實驗步驟如下：

1. 將製作好的響片兩面貼上不同顏色的貼紙做記號(圖5)
2. 將風笛插在馬達上(圖6)
3. 啟動馬達
4. 將整支風笛的運動情形畫在學習單上(附錄一)



圖5：兩面貼上不同顏色貼紙的響片
(科展「鄒之風聲-風笛」研究照片)



圖6：風笛插在馬達上轉轉看 (科展「鄒之風聲-風笛」研究照片)

實驗二：探討「轉速」對風笛響度的影響

老師在實驗前向學生說明此實驗是要觀察風笛旋轉時的速度，快速旋轉或者慢速旋轉所產生的聲音，在響度上有沒有影響。提醒學生用耳朵傾聽聲音大小的變化。接著老師將實驗步驟寫在黑板上後，請學生開始動手做實驗。

實驗步驟如下：

1. 將製作完成的風笛固定在馬達上
2. 啟動馬達
3. 紀錄馬達的轉動速度
4. 用分貝器測量風笛的響度，測量20秒

5. 將實驗結果記錄在學習單上
 6. 改變馬達的轉速，重複以上步驟
- 至少改變轉速5次，觀察轉速與聲音響度的關係

實驗三：探討「繩長」對風笛響度的影響

老師在實驗前向學生說明此實驗是要觀察風笛繩子的長度，在旋轉時所產生的聲音，在響度上有沒有影響，究竟是繩子長還是繩子短，所發生的聲音比較大。要求學生改變繩長做實驗，提醒學生用耳朵傾聽聲音大小的變化。接著老師將實驗步驟寫在黑板上後，請學生開始動手做實驗。

實驗步驟如下：

1. 將製作完成的風笛固定在馬達上
2. 紀錄細棉繩的長度
3. 啟動馬達
4. 用分貝器測量風笛的響度，測量20秒
5. 將實驗結果記錄在學習單上
6. 改變細棉繩的長度，重複以上步驟

將細棉繩由50公分開始做實驗，每次實驗減少5公分的長度，共做7次實驗，觀察繩長與聲音響度的關係

實驗四：探討「繩子粗細」對風笛響度的影響

老師在實驗前向學生說明此實驗是要觀察風笛繩子的粗細，在旋轉時風笛所產生的聲音，在響度上有沒有影響。要求學生選用不同粗細的繩子做實驗，提醒學生用耳朵傾聽聲音大小的變化。接著老師將實驗步驟寫在黑板上後，請學生開始動手做實驗。

實驗步驟如下：

1. 將製作完成的風笛固定在馬達上
2. 紀錄細棉繩的粗細
3. 啟動馬達
4. 用分貝器測量風笛的響度，測量20秒
5. 將實驗結果記錄在學習單上
6. 改變細棉繩的粗細，重複以上步驟

選用6種不同粗細的棉繩開始做實驗，觀察繩子粗細與聲音響度的關係。

實驗五：探討「響片形狀」對風笛響度的影響

老師在實驗前向學生說明此實驗是要觀察風笛的響片形狀，在旋轉時風笛所產生的聲音，在響度上有沒有影響。要求學生將響片(冰棒棍)的一端用刀片削成3種不同形狀，如下圖7所示，形狀分別為：(A)完整的冰棒棍(圓弧形)、(B)削成尖端0.5 cm的冰棒棍(尖端形)、(C)一端切平的冰棒棍(平切形)。用此3種響片來做

實驗做實驗，提醒學生用耳朵傾聽聲音大小的變化。接著老師將實驗步驟寫在黑板上後，請學生開始動手做實驗。



圖7：3種不同形狀的響片(科展“鄒之風聲-風笛”研究照片)

實驗步驟如下：

1. 將製作完成的風笛固定在馬達上
2. 紀錄細響片的形狀
3. 啟動馬達
4. 用分貝器測量風笛的響度，測量20秒
5. 將實驗結果記錄在學習單上
6. 選用另一種形狀的響片，重複以上步驟

分別對不同形狀的響片開始做實驗，觀察繩子粗細與聲音響度的關係

五、聯結鄒族世界觀與科學世界觀

(一) 主要學習概念、學習活動目標與分段能力指標

1. 主要學習概念：

- (1) 觀察風笛及響片的運動狀態
- (2) 探討「轉速」對風笛響度的影響
- (3) 探討「繩長」對風笛響度的影響
- (4) 探討「繩子粗細」對風笛響度的影響
- (5) 探討「響片形狀」對風笛響度的影響
- (6) 以關係圖表達實驗數據之間的關係並進行解釋分析。

2. 學習活動目標：

- (1) 依照實驗結果說出會影響風笛聲音的因素
- (2) 由實驗了解轉速、繩子長度及粗細、響片形狀對風笛響度的影響
- (3) 能以實驗數據所得的關係圖，解釋所含的意義

3. 分段能力指標：自 2-4-5-7 2-3-5-2 2-3-5-3

(二) 學習活動與學習評量 (60分鐘)

老師對實驗結果做解答及說明，針對下列五個方面：

〔以下圖及表格皆為科展“鄒之風聲-風笛”研究結果〕

1. 風笛轉動時，風笛及響片的運動狀態

將學生製作完成的冰棒棍當作風笛的響片，因已先將響片的兩面貼上不同顏色的貼紙做記號，是便於學生直接用眼睛觀察出整支風笛和響片的轉動情形，並觀察旋轉中響片的顏色變化。

老師在黑板上畫出整支風笛運動的情形(圖8)。

告訴學生風笛會有二種運動狀態，以筷子上端的水平面為基準，響片會在「水平面之下」轉動數圈後，再換到「水平面之上」轉動數圈，一直重複這樣上下交替的運動狀態。

在觀察響片的自轉也發現，經由觀察響片本身，貼紙的顏色一直有變化，也就是響片在轉的同時會不斷的翻面，我們稱此運動狀態為“自轉”(圖9)。

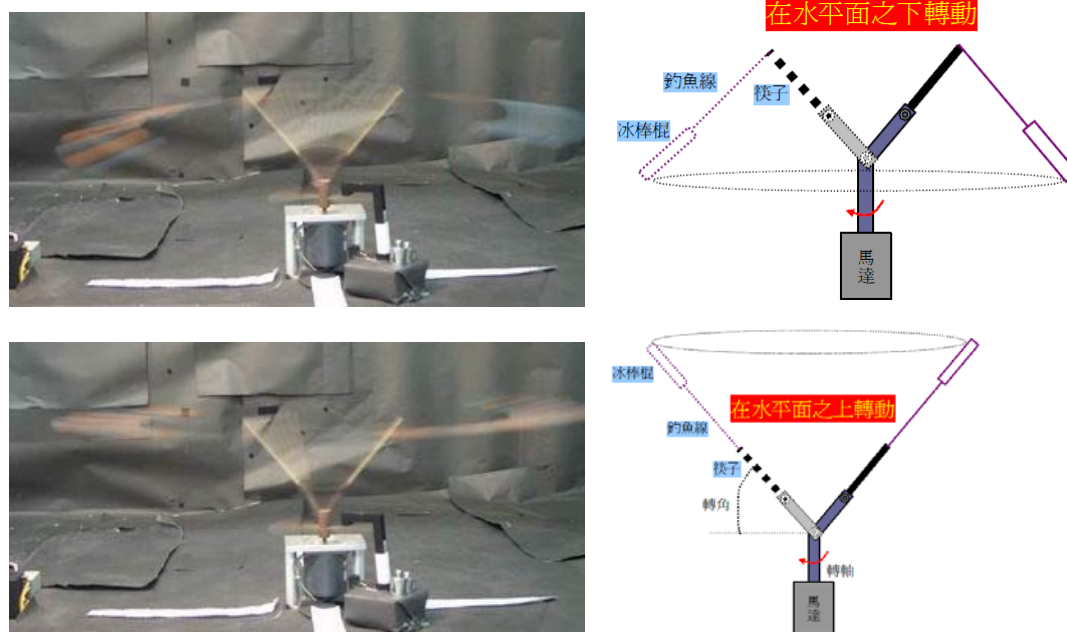


圖8：風笛轉動的情形 (A) 在水平面之下轉動 (B) 在水平面之上轉動



圖9：從風笛的上方觀察響片自轉的情形

2. 「轉速」對風笛響度的影響

在實驗中改變馬達的轉速，由實驗結果呈現在表1，將此結果畫成關係圖(圖10)。可觀察出，當轉速由3.6(秒/圈)加快到6.8(秒/圈)，分貝計測量出的響度是漸漸增加，在6.8(秒/圈)時，聲音甚至可大到90.4分貝。換句話說，轉動風笛的馬達轉速越快時，風笛所發出的聲音響度越大聲，由此可知，聲音的響度和轉風笛的速度有密切的關係，是呈正比的線性成長。

轉速(秒/圈)	第一次響度 (dB)	第二次響度 (dB)	第三次響度 (dB)	第四次響度 (dB)	平均響度 (dB)
3.6	65.4	65.1	65.3		65.3
4.0	72.8	74.6	74.2		73.9
4.8	78.7	78.0	78.7		78.5
5.2	80.9	81.1	81.2		81.1
5.6	83.6	82.4	83.0		83.0
6.2	86.3	87.8	85.5	86.0	86.4
6.8	89.2	89.1	90.4		89.6

表1：風笛在不同轉速下的平均響度

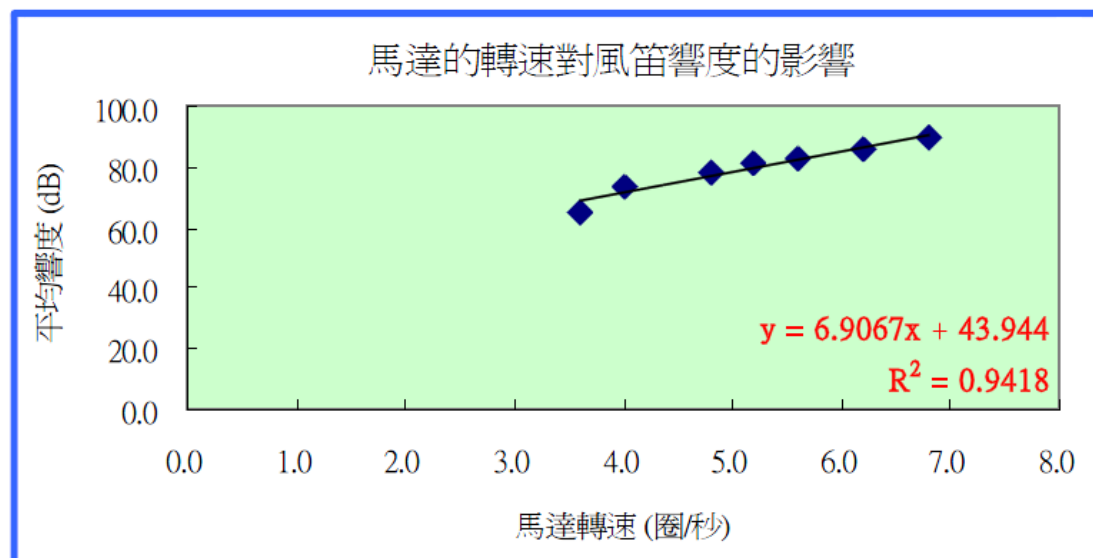


圖10：馬達轉速對風笛響度的關係圖

3. 「繩長」對風笛響度的影響

在本實驗中改變風笛細棉繩的長度，由實驗結果呈現在表2，將此結果畫成關係圖(圖11)。可觀察出，當繩長從20公分增加至50公分，分貝計測量出的響度是小幅度漸增，在繩長50公分時，聲音可到76.8分貝。雖然繩長對風笛聲音的影響不顯著，但仍由圖11中可看出繩長越長，風笛響度越大，呈線性成長。

繩長(cm)	第一次響度 (dB)	第二次響度 (dB)	第三次響度 (dB)	平均響度 (dB)
50.00	76.7	76.8	76.9	76.8
45.00	75.9	76.4	76.7	76.3
40.00	72.9	75.8	75.2	74.6
35.00	73.4	73.6	73.4	73.5
30.00	72.0	72.6	71.9	72.3
25.00	71.2	71.8	71.2	71.4
20.00	69.5	69.5	69.6	69.5

表2：繩子長度不同時風笛的平均響度

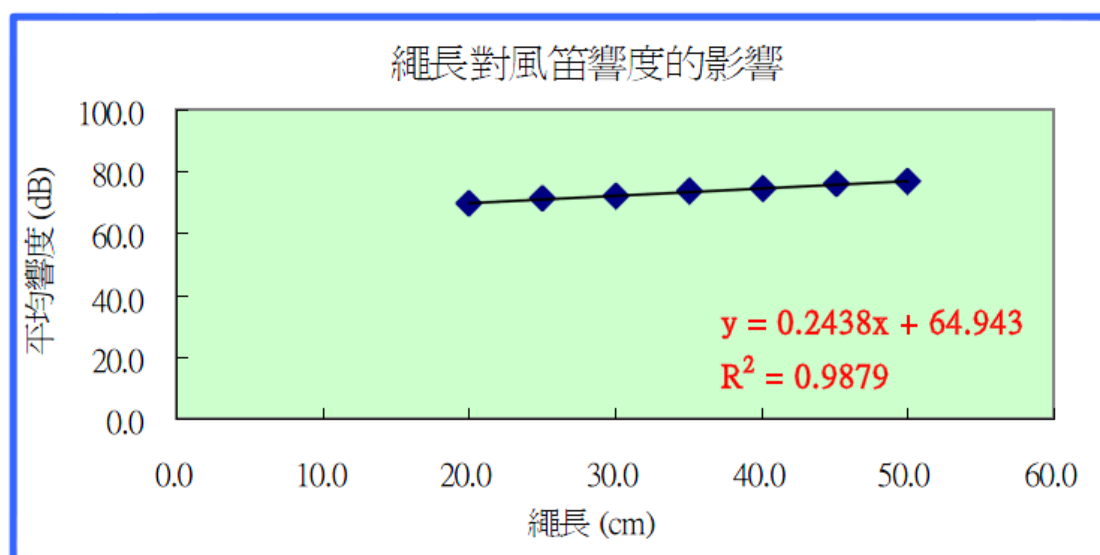


圖11：繩長對風笛響度的關係圖

4. 「繩子粗細」對風笛響度的影響

在本實驗中改變風笛細棉繩的粗細，由實驗結果呈現在表3，將此結果畫成關係圖(圖12)。可觀察出，當繩長由粗到細，分貝器測量出的響度是有些許的變化，最高可到87.4分貝。雖然繩子粗細對風笛聲音的影響不顯著，但仍由圖12中可看出在繩子粗細適中時，風笛的響度最大。

繩子粗細(mm)	第一次響度 (dB)	第二次響度 (dB)	第三次響度 (dB)	平均響度 (dB)
0.313	86.0	86.0	86.0	86.0
0.352	86.2	86.1	86.4	86.2
0.415	86.2	86.9	87.1	86.7
0.502	86.8	85.5	89.8	87.4
0.533	85.6	85.6	86.1	85.8
0.717	78.2	79.0	79.4	78.9

表3：繩子粗細不同時風笛的平均響度

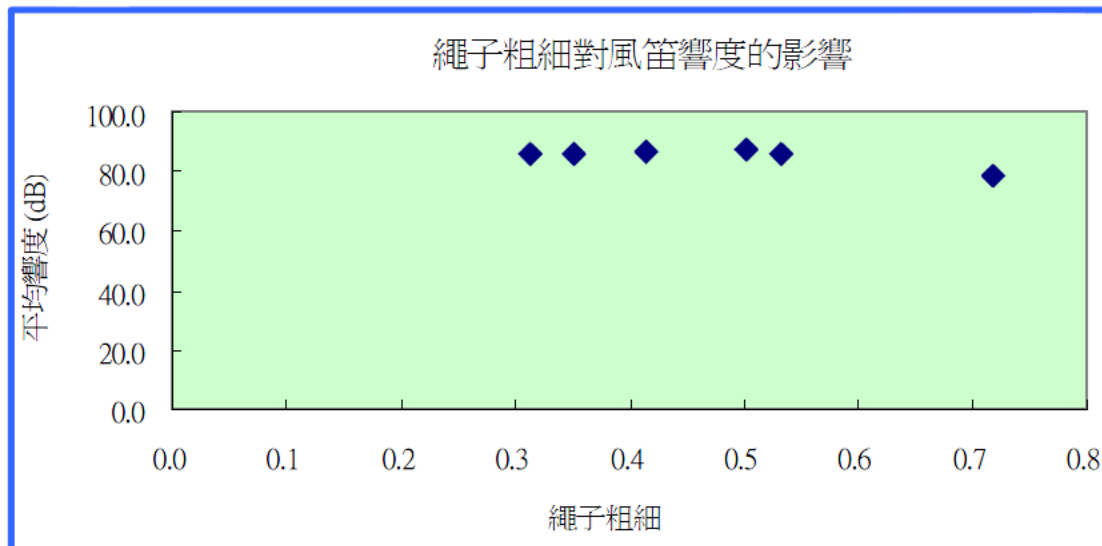


圖12：繩子粗細對風笛響度的關係圖

5. 「響片形狀」對風笛響度的影響

在本實驗中改變風笛的響片形狀，將此結果畫成關係圖，圖13是響片形狀為圓弧形與尖端形的比較，而圖14是響片形狀為圓弧形與平切形的比較。由實驗結果可觀察出，在響片一端若有弧度的話，不管是圓弧或尖端，都比起平切的響片所產生的聲音響度來的大，在圓弧形時，聲音甚至可有90.1分貝。

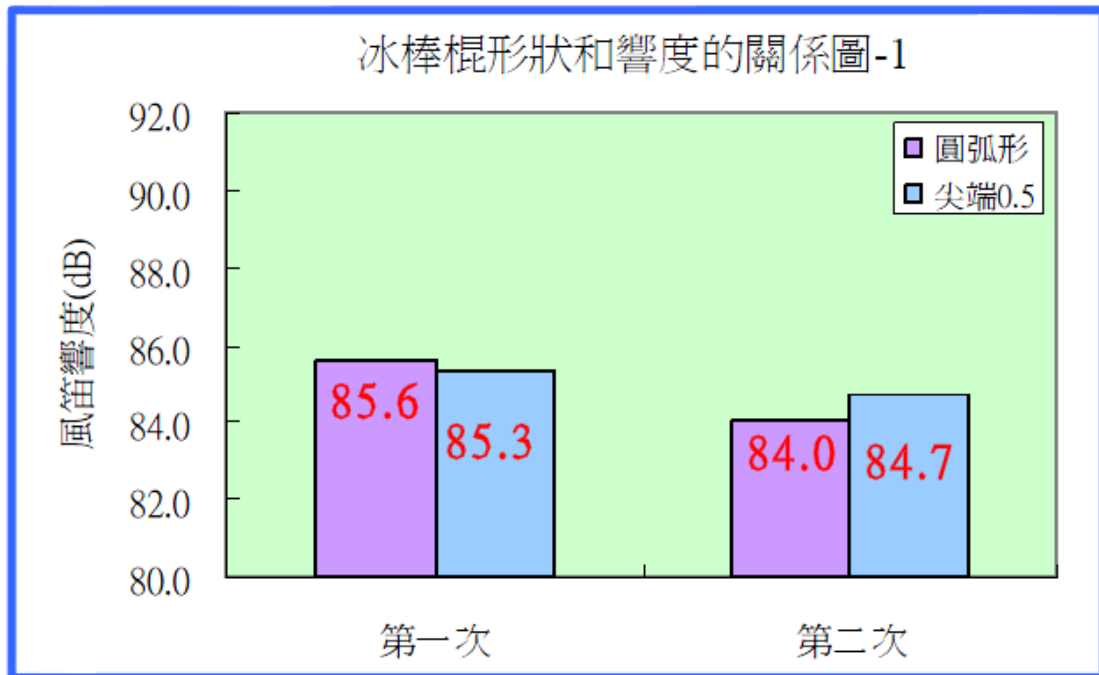


圖13：探討冰棒棍一端為「圓弧形」或「尖端」對風笛響度的影響

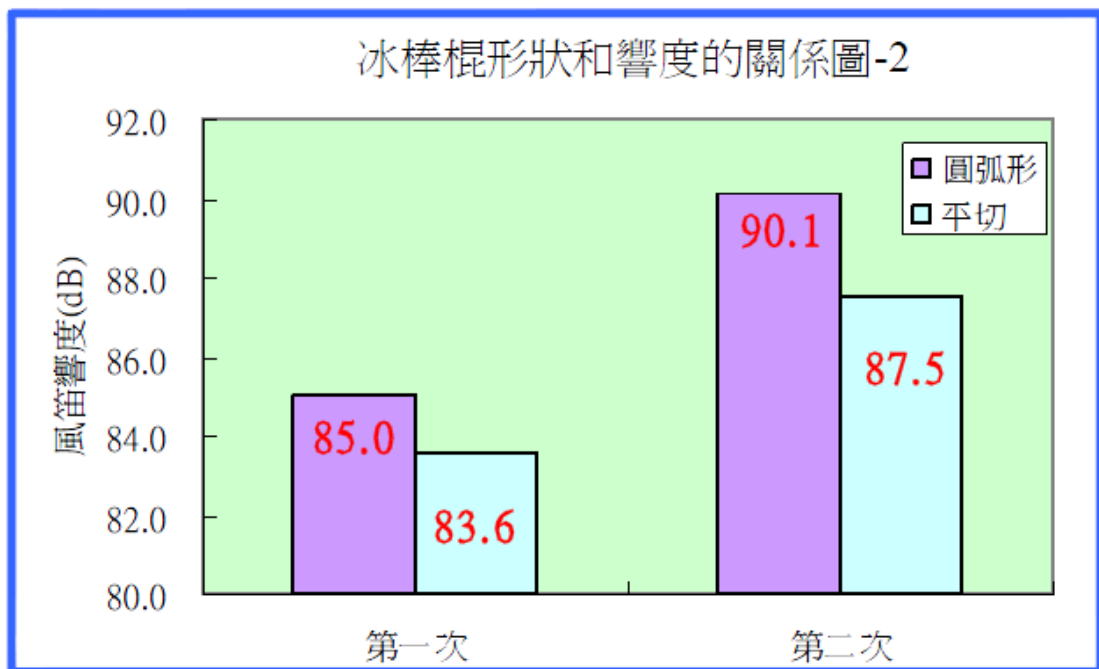


圖14：探討冰棒棍一端為「圓弧形」或「平切」對風笛響度的影響

課堂學生做完實驗後，發給每位學生一張作業單(附錄二)，將作業單上的問題討論當成回家作業，下次上課時老師解答問題。

以下為作業單的問題解答：

一、為何風笛會發出聲音？

老師說明：在風笛轉動實驗過程中，會聽到有大有小的聲音產生，為何風笛會發出聲音，其是主因是若給響片(冰棒棍)繞棉線轉動的合力矩後，因為物體具有慣性，所以它會不斷的繞釣魚線轉動而拍打空氣產生聲音，這是風笛最主要的聲音來源。

詢問學生是否對此題解答有問題，請有疑問的學生舉手發問，若沒有則進行下一題。

二、風笛在怎樣的條件下「響度」最大？

老師說明：我們在實驗中都觀察到風笛會有忽大忽小的聲音，究竟在什麼樣的條件、情形下，會讓風笛的響度最大？其實是當馬達轉速越快或者棉繩長度越長時，風笛的響度越大，呈線性成長的關係。而繩子粗細適中時，風笛的響度較大。因為太細的棉繩容易斷掉，而太粗的棉繩則不易扭轉變形，使得可以儲存的彈力位能較少，故可轉換出的聲能較少，響度較小。冰棒棍截面積較大時，響度也較大。

詢問學生是否對此題解答有問題，請有疑問的學生舉手發問，若沒有則進行下一題。

三、為何風笛會在不同的平面「上下」轉動？

老師說明：實驗過程中觀察到風笛旋轉的平面會不斷變換，是因為響片在繞棉繩轉動時，棉繩會變形而產生彈力；當彈力夠大時，會使得響片改變轉動的方向。此時根據白努力原理所產生的昇力就會改變方向(圖15、16)，使得冰棒棍會在不同平面「上下」轉動。

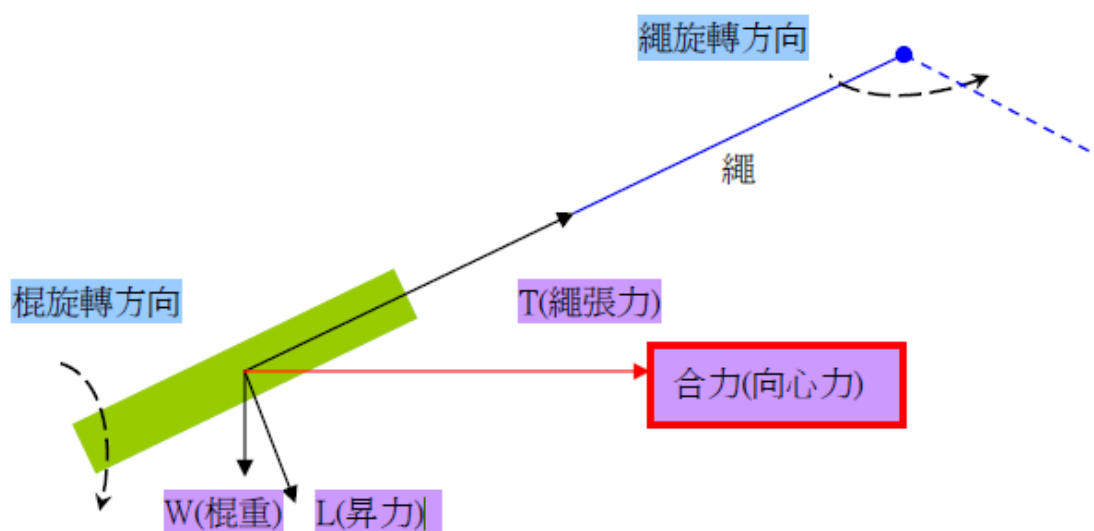


圖15：冰棒棍在水平面之下轉動時的力圖

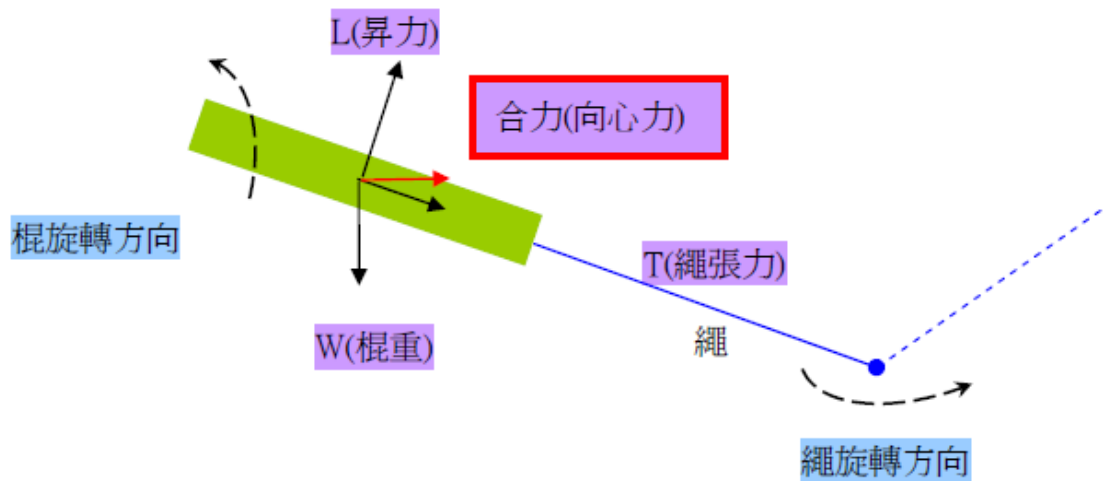


圖16：冰棒棍在水平面之上轉動時的力圖

講解完作業單上的問題後，總結實驗的結果，告訴學生：

- 一、讓風笛發出聲音的主要原因是，在轉動的過程中風笛的響片會不斷的繞棉線轉動而拍打空氣產生聲音。
- 二、在轉速越快、繩子越長、繩子粗細適中、冰棒棍截面積越大的情形下，可以要使風笛聲音的響度越大。
- 三、響片有時會在「不同平面」上下轉動，主因是響片繞著棉線轉動時，棉線會變形而產生彈力，再加上「昇力」方向的改變而產生此情形。
- 四、「風笛」是鄒族祖先用來傳遞訊息的工具，經過先民的努力，改良成目前我們所見的風笛，由實驗可以了解風笛發聲的原理以及製造可發出較大聲的風笛，原住民生活中所傳承下來的科學智慧，是不是很有趣呢！

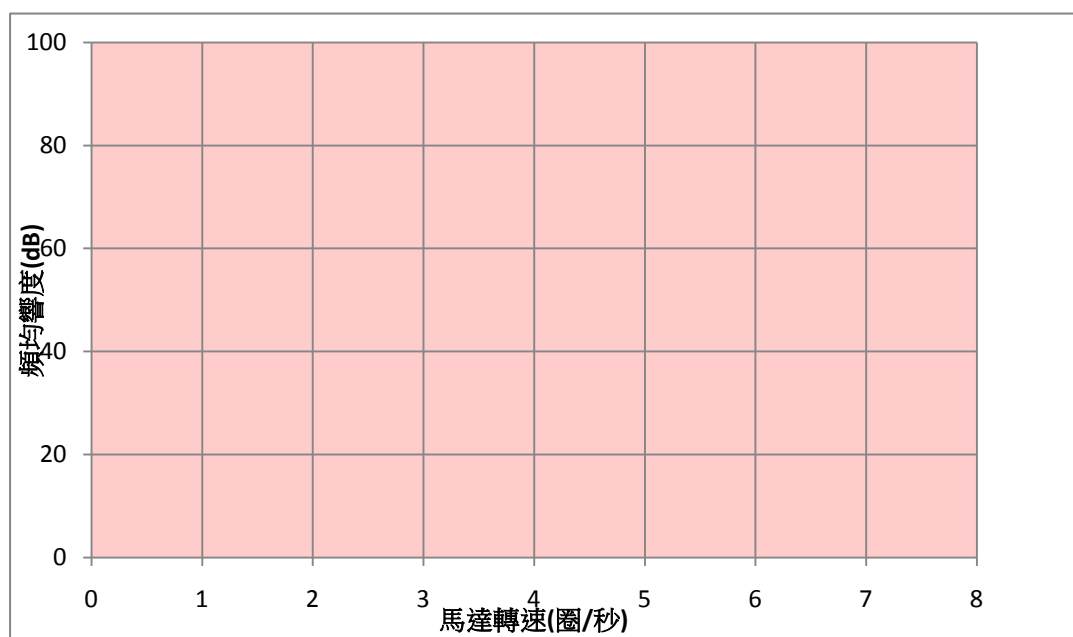
(附錄一)

學習單

一、 依據實驗結果，畫出整支風笛的運動情形，描述響片的變化

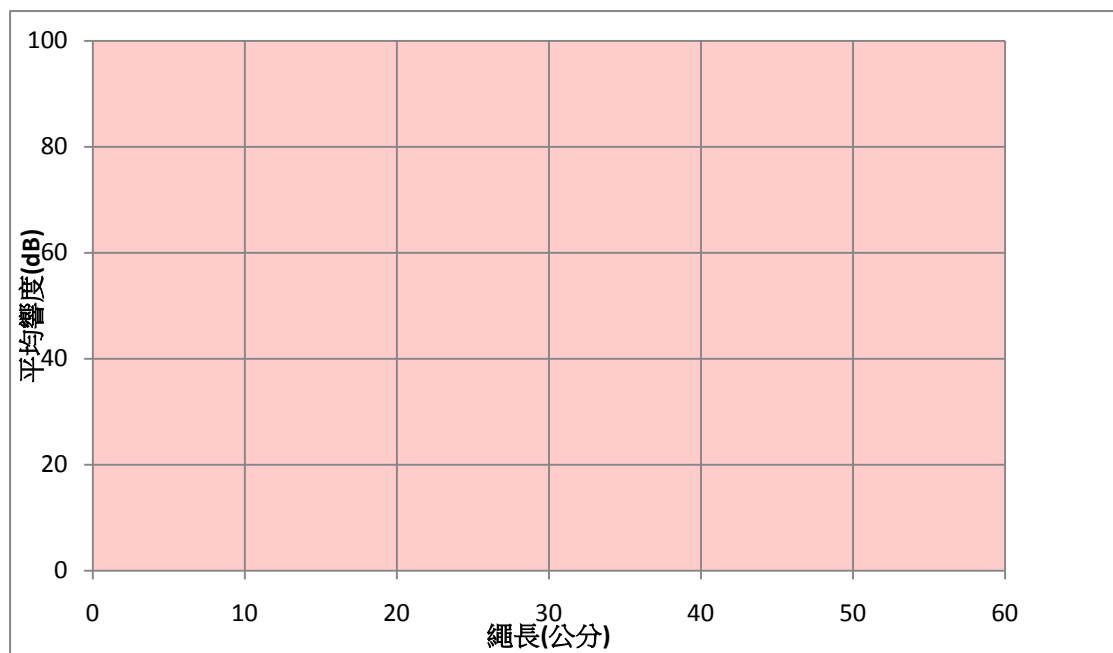
二、 紀錄風笛在不同轉速下的平均響度，並依據實驗結果完成馬達轉速對風笛響度的關係圖

轉速 (秒/圈)	第一次響度 (dB)	第二次響度 (dB)	第三次響度 (dB)		平均響度 (dB)
3.6					
4.0					
4.8					
5.2					
5.6					
6.2					
6.8					



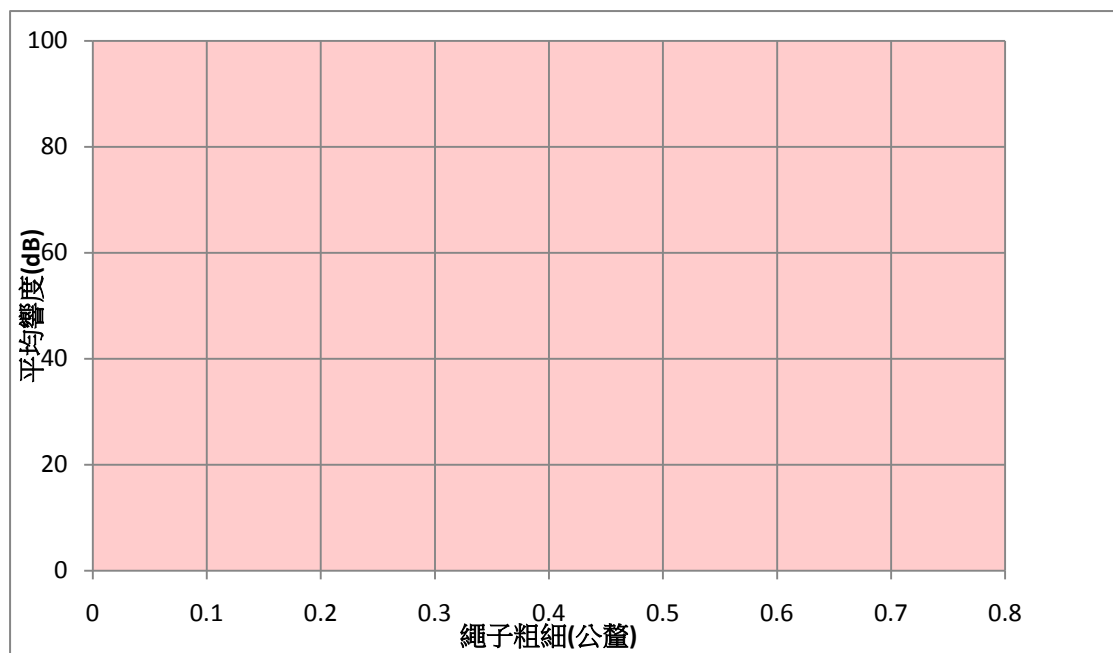
三、 紀錄風笛在繩子長度不同時的平均響度，並依據實驗結果完成繩長對風笛響度的關係圖

繩長 (公分)	第一次響度 (dB)	第二次響度 (dB)	第三次響度 (dB)		平均響度 (dB)
50					
45					
40					
35					
30					
25					
20					



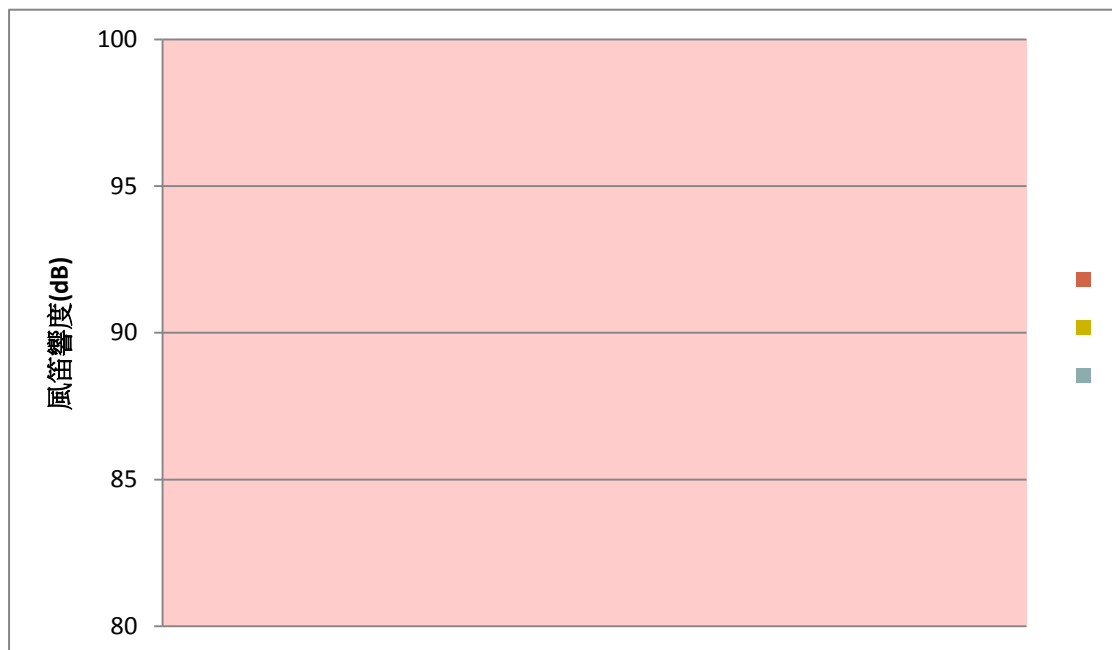
四、 紀錄風笛在繩子粗細不同時的平均響度，並依據實驗結果完成繩子粗細對風笛響度的關係圖

繩子粗細 (公釐)	第一次響度 (dB)	第二次響度 (dB)	第三次響度 (dB)		平均響度 (dB)



五、 紀錄風笛在響片形狀不同時的平均響度，並依據實驗結果完成響片形狀對風笛響度的關係圖

響片形狀	第一次響度 (dB)	第二次響度 (dB)		平均響度 (dB)
完整的冰棒棍 (圓弧形)				
削成尖端 0.5 cm 的冰棒棍 (尖端形)				
一端切平的冰棒棍(平切形)				



(附錄二)

作業單

問題討論

一、 為何風笛會發出聲音？

二、 風笛在怎樣的條件下「響度」最大？

三、 為何風笛會在不同的平面「上下」轉動？

參考資料

第46屆中小學科學展覽得獎作品「鄒之風聲-風笛」
劉淑惠，(2006)。鄒族的鄉土科學教材調查研究