

# 東扯西扯一（扯鈴的研究）

初小組物理科第一名

台北縣興南國民小學

作者：蔣懷德、寸永麟

王撫中、鍾菱

指導教師：劉耿銘、張政義



## 一、研究動機

前些日子，我在操場上玩的時候，無意間聽到一陣“嗡嗡”的聲音，我覺得很好奇，於是我就到處尋找這個聲音的來源，我東找找西找找，結果被我發現，原來在校園的一角，有一群三年級的學生正在玩扯鈴，使我很疑惑，為什麼扯鈴會發出聲音呢？因此激發了我的興趣，想去學學扯鈴的玩法，我學了一段時間以後，更發覺了很多的疑問，於是我便和同學一起討論這些問題，尋找答案，可是卻始終無法討論出結果，所以我們便去請教老師，並以這個題目和同學開始研究實驗，探尋其中的奧秘。

## 二、研究目的

- (一)了解扯鈴是怎樣發出聲音的，並找出影響它發聲的變因。
- (二)探討繩子對扯鈴的影響，及如何使它扯動的更好。
- (三)從遊戲中加以觀察、比較、研究、記錄、綜合、分析、整理，激發科學的精神及細心耐心的態度。

### 三、研究設備及器材

- (一)各種扯鈴（大小不同的木鈴及塑膠鈴），各種鈴繩（韓國紗、麻紗、棉線、毛線、跑馬繩、尼龍繩、棉紗）。
- (二)量角器、砝碼、鈴軸心、門扣、木板、木條、鋸子、鐵釘。
- (三)鈴嘴、秤、標籤、尺、夾子、剪刀、厚紙板。
- (四)熱熔膠、熱熔器、錄音帶、錄音機。
- (五)噪音測量器（分貝器）、照相機。

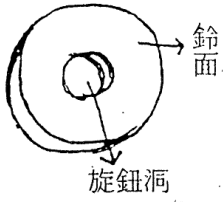
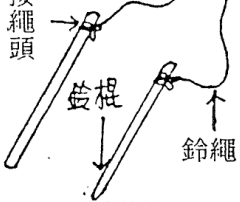
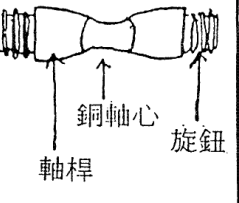
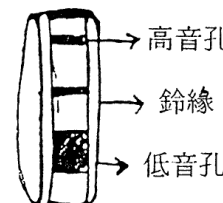

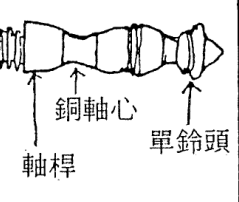
### 四、研究過程或方法

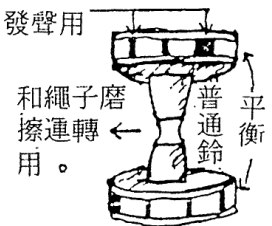
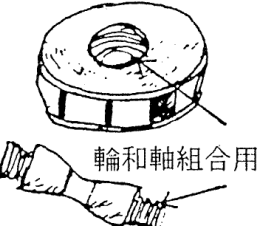
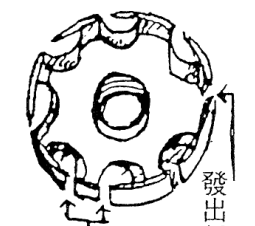
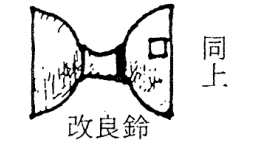
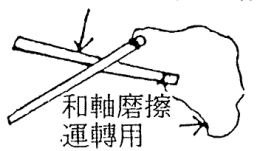
(一)分析扯鈴構造的功用並加以命名。

#### 1.方法：

- (1)分解扯鈴的各個部份，並分別討論其功能
- (2)依各個部位的功能加以命名，以方便研究

#### 2.結果：

構造名稱			
			

	全圖	分解圖	剖面圖
功能說明			
			

(二)調查市面上各種不同的扯鈴的種類和規格。

1.方法：

- (1)搜集市面上各種不同的扯鈴。
- (2)依照它的輪面直徑、鈴長、重量、輪厚、孔的不同、軸長、鈕的直徑及質料，加以測量後，記錄如下圖，並比較之。

2.結果發現：

- (1)所有的扯鈴，鈴面都是圓的，而且也有適合小朋友玩的改良鈴（鈴面是半圓體，且比其他鈴輕）。
- (2)啞鈴和其他鈴不同，在於它沒有發聲孔，不能出聲。
- (3)市面上一般扯鈴，重量為 200~300 公克，輪直徑為 10~11 公分鈴長 14~15 公分，大孔為  $1.5 \times 1.5$ ，小孔為  $1.5 \times 0.3$  公分。

(三)扯鈴是利用什麼原理轉動的？

1.方法：

- (1)首先由同學操作，使扯鈴轉動。
- (2)由同學觀察扯鈴為什麼會轉動，並參考收集的相關資料。

2.結果：

- (1)扯鈴之所以會運轉，是槓桿原理及滑輪、輪與軸原理的應用。
- (2)拉動繩子的作用力使扯鈴轉動。
- (3)鈴繩與鈴軸之間的摩擦力使鈴轉動。

(四)扯鈴是利用什麼原理發聲的？

1.方法：

- (1)由一位同學分別扯動啞鈴與有孔鈴。
- (2)觀察啞鈴與有孔鈴運轉後有何不同，並參考收集的資料。

2.結果：

- (1)啞鈴無孔洞不會發聲，而有孔鈴有孔洞會發ㄉㄨㄨ的聲音。
- (2)扯鈴之所以能發聲，是因為旋轉後空氣進入孔洞產生空氣振動的緣故。（與四上自然課本中第四單元所述原理相同）

(五)扯鈴的孔為什麼有大有小？

1.方法：

- (1)收集一個有大孔也有小孔的扯鈴，分別封住大孔與小孔。
- (2)請一位同學朝著孔吹氣，再用錄音機將聲音錄下來作比較。

## 2. 結果：

我們發現大孔發出“ㄉ× ㄉ×”的聲音，很像鋼琴的“ㄉㄛ或ㄉ×ㄎ”而小孔發“ㄉ-”的聲音，很像鋼琴的“ㄉ-”

(六) 扯鈴發出聲音是不是有一定的規律？

### 1. 方法：

- (1) 拿六種孔洞數量不同的扯鈴，由一位同學分別將鈴扯動。
- (2) 分別扯 10 下，20 下 30 下及扯出最大聲音。
- (3) 再由其他同學聽聽看聲音，並用注音符號記錄在表上。
- (4) 把測量結果都和八孔大鈴作比較，為求得精確，每項作三次。

### 2. 結果發現：

扯鈴發聲是先發出ㄉ×的聲音，後發出ㄉ×的聲音，最後發出ㄉ×ㄉ×的聲音，也就是先出低音，再出高音，最後一起出聲。

(七) 孔洞的多寡對聲音大小有影響嗎？

### 1. 方法：

- (1) 首先拿一個八孔大鈴（一大孔，七小孔），再用膠帶分別封住孔洞的多寡，以分貝器來測量最大音貝。
- (2) 使用熱熔膠將兩組鈴輪分別連在兩個扯鈴上，做出兩個子母鈴，（一個孔洞對齊，一個沒對齊）以分貝器測量最大分貝。
- (3) 分別測量五次，求取平均值，再作比較。

### 2. 發現結果：

- (1) 在同一個扯鈴中，孔的數目越多，聲音越大。
- (2) 八孔子母鈴的組合，不會比八孔大鈴聲音大。
- (3) 八孔子母鈴，孔不對齊時比孔對齊時聲音大。

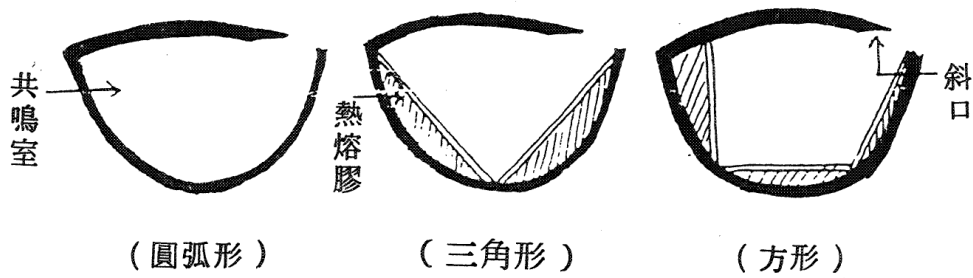
(八) 共鳴室的形狀對聲音的大小有影響嗎？

### 1. 方法：

- (1) 首先我們將一個已經鬆開的鈴輪（五孔中鈴）打開來。
- (2) 再用熱熔膠將它內部的圓弧形共鳴室分別改成方形、三角形和圓弧形。
- (3) 分別先封住三角形、方形及圓弧形的其中兩個孔洞，再請一位同學來扯動，並測量五次，求取最大音貝的平均值作比較。

### 2. 結果發現：

- (1) 小孔與大孔的共鳴室都是隔開的，且共鳴室都只有一個出口。
- (2) 圓弧形的共鳴室聲音最大，三角形其次，方形的聲音最小。



(v) 扯鈴的旋轉方向對聲音大小有影響嗎？

1. 方法：

- (1) 分別收集八孔大鈴、九孔大鈴及金鈴等三種不同扯鈴及剖面鈴。由一位同學以（甲）、（乙）不同的面的方向來扯，並觀察剖面。
- (2) 扯至最大聲時，用分貝器測量出音貝，並加以記錄。

2. 結果發現：

旋轉方向只對八孔大鈴有影響，因為它的共鳴室斜口都是朝同一個方向的，若是朝這個方向扯動，聲音會最大。

(vi) 鈴輪內裝鈴嘴是否會比較大聲？

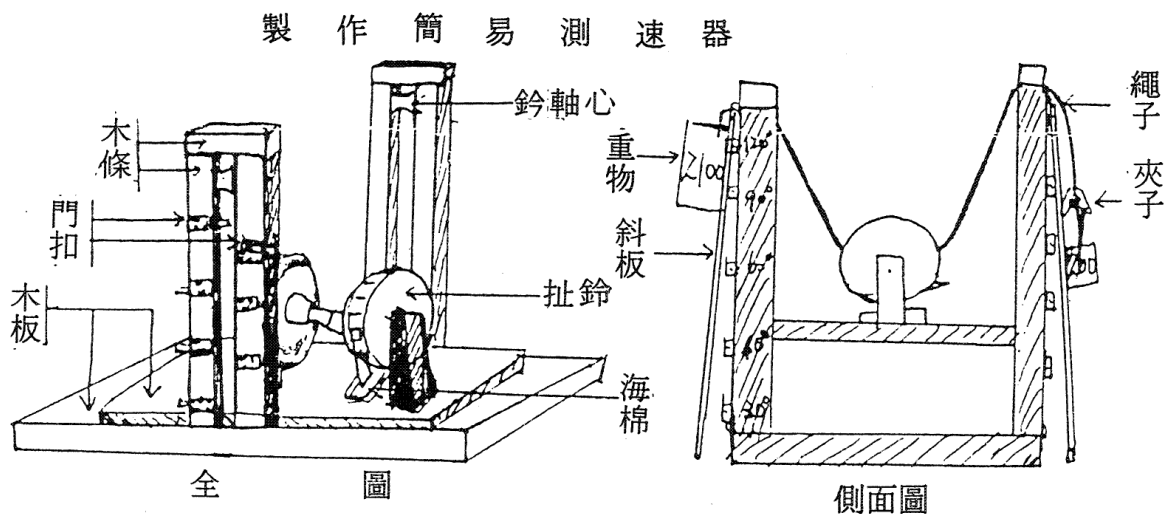
1. 方法：

- (1) 拿一個鈴輪內放有鈴嘴的扯鈴來扯，用分貝器記錄最大分貝。
- (2) 再將鈴嘴取出來，以同樣方法來扯，記錄其最大分貝作比較。

2. 結果發現：

鈴輪內若是放有鈴嘴時，聲音會比較小聲。

(製作簡易測速器)



方法：

- (1)首先收集一個長 51 公分，寬 37 公分及長 45 公分，寬 28 公分的木板和 5 支木條、10 個門扣、扯鈴、軸心，做成簡易測速器。
- (2)掛上繩子後，在滑輪的兩端吊上 2100 公克及 200 公克的重物，其中 200 公克的重物用夾子夾在繩上。
- (3)當 2100 公克重物下滑時，會拉動繩子，扯動扯鈴，200 公克的重物撞到滑輪後會彈開，而 2100 公克重物會繼續拉完繩子。
- (4)我們便依照木片刮海棉的聲音，來判斷扯鈴共轉幾圈。

(㉔)鈴繩的長短對鈴運轉速度有影響嗎？

1.方法：

- (1)取一條長 170 公分的麻紗，以繞鈴的方式，製於自製測速器上。
- (2)鈴以同角度固定住，並在繩子的兩端綁上 2100 克及 200 克重物。
- (3)當 200 克重物彈開滑輪後，開始記算扯鈴旋轉的圈數。
- (4)為求取準確度，由四位同學做觀察，求平均值並反覆十次。
- (5)以繩子垂出右滑輪長度為準，分別測量不同長度的旋轉次數。

2.結果發現：

鈴繩越長扯鈴速度越快，但以適合自己兩手側平展開的長最好。

(㉕)鈴繩的粗細對鈴運轉速度有影響嗎？

1.方法：

- (1)分別取一條長 170 公分，但粗細不同的韓國紗。
- (2)以繞鈴方式，置於測速器上，測量方法同十一題之(2)(3)(4)。

2.結果發現：

以目前市面上軸心的大小而言，鈴繩的粗細最好使用 0.1 ~ 0.15 公分，太細會因無法負荷鈴重，易斷或脫線。

(㉖)鈴繩的質料對鈴運轉速度有影響嗎？

1.方法：

- (1)取各種質料不同但粗細相同的繩子，置於簡易測速器上。
- (2)測量方法同第十一題之(2)(3)(4)。

2.結果發現：

鈴繩質料宜選用棉紗繩，最適合且耐用。

(㉗)鈴繩的夾角角度對鈴運轉速度有影響嗎？

1.方法：

- (1)取棉紗繩以繞鈴方式置於測速器上，測量方法同第十一題。
- (2)改變不同高度使角度成爲 30 ， 60 ， 45 ， 90 ， 120 度做測量比較。
- (3)爲使實驗施力長度一致，每次都將伸出滑輪的長定爲 10 公分。

## 2.結果發現：

- (1)運鈴夾角角度約爲 90 度時速度最快。
- (2)角度太小時會影響雙手活動範圍，角度太大時左右力會抵消。

### (五)鈴繩的乾濕對於鈴運轉速度有影響嗎？

#### 1.方法：

- (1)取一條乾的棉紗繩，以繞鈴的方式，置於簡易測速器上。
- (2)再將繩子弄濕後，以第十一題的測量方法作測量並比較之。

#### 2.結果發現：

使用乾的鈴繩來扯，速度比較快。

### (六)鈴繩套鈴方式不同對鈴運轉速度有影響嗎？

#### 1.方法：

- (1)取一條棉紗繩，分別用開線，交叉及繞鈴方式來作測量。
- (2)置於測速器上後，以第十一題的方法來測量。

#### 2.結果發現：

繞線運鈴的速度最快，其次是交叉運鈴，開線運鈴速度最慢。

### (七)握鈴棍的位置不同，對鈴運轉速度有何影響？

#### 1.方法：

- (1)拿一雙鈴棍，在棍上分別量出 10 、 20 、 30 及 35 公分的位置。
- (2)再握著不同的距離以繞線運鈴方式，扯十五下後開線，讓鈴順其自然的停下來，並用碼錶記錄時間（每種反覆做五次）。

#### 2.結果發現：

以我們四年級而言，握在距繩頭結約 20 公分的位置時最快。

## 五、討論

(一)由實驗(五)、(六)、(七)發覺，扯鈴的孔在發聲時，因爲共鳴室都只有唯一的出口，因此發音是獨立的，孔數越多，聲音越大，但對組合的子母鈴而言，若孔與孔不對齊，聲音會較大，因爲出聲的時間不同，反而增加音量。

- (二)由實驗(八)、(九)發覺，共鳴室若用圓弧形，空氣流動時順暢，聲音會比三角形，四角形大聲，另外扯動鈴時，若朝斜口方向旋轉，因為空氣進出不受阻礙，聲音會更大聲。
- (三)由實驗(十)發覺，扯鈴內放鈴嘴，不緊佔空間，增加重量，有時更會阻礙出聲的洞口，影響空氣流暢，使聲音較小聲。
- (四)由鈴繩的實驗中發覺，用繞鈴方式及夾角越大，速度都比較快因為這樣會增加鈴軸與繩子的接觸面積，像冬天天冷時，摩擦手掌的感覺，同樣的次數，若只摩擦掌心或手掌下，都不如手掌完全摩擦來的溫暖。
- (五)由實驗(七)中發覺，握在適當的鈴棍位置，不僅可較省力，更可使幅度大，增加鈴運轉速度。
- (六)在我們做實驗的過程，一不小心容易受傷，因為當鈴快速轉動時，一絞繩，我們很自然會把手往內縮，而鈴就容易擦及臉部，因此當發生絞繩時，一定要把手往前伸直頭朝上，避免受傷。

## 六、結論

- (一)扯鈴之所以能發出很大的聲音是因為：
- 1.大孔與小孔的共鳴室都是有隔開的，不會互相干擾，而且每個共鳴室都只有一個出口。
  - 2.鈴旋轉時都朝與斜口方向相同。
  - 3.大孔（低音）與小孔（高音）的總數越多，共鳴聲音越大。
  - 4.孔洞沒有對齊排列，因發聲時間不同，會更大聲。
  - 5.共鳴室採用圓弧形。
  - 6.扯鈴內沒有鈴嘴等東西影響發聲。
- (二)扯鈴之所以能快速旋轉是因為：
- 1.扯鈴時的夾角角度大（約為 90 度）
  - 2.鈴繩粗細以 0.1 公分— 0.15 公分。
  - 3.使用乾的鈴繩來扯動。
  - 4.以繞線方式運鈴，且右手出力，左手自然擺動。
  - 5.鈴繩長度以自己兩手側平展開的長度為主。
  - 6.握鈴棍的位置，以距離繩頭結約 20 公分處最好。
- (三)扯鈴的運轉原理是滑輪，輪軸原理的應用，藉著手拉動鈴繩，與鈴軸之間產生磨擦力，而帶動鈴加速運轉。
- (四)扯鈴的發聲原理是因為鈴運轉後，空氣進入孔洞內 1，產生空氣振動的緣



故。

- (五)在玩扯鈴時遇到絞繩，一定要快速將兩手向前伸直，頭抬高，避免鈴撞及臉部而受傷。
- (六)鈴面及共鳴室之所以都用圓形或圓弧形，就像跑車採用流線形一樣，目的是要避免不必要的空氣阻力，增加速度。
- (七)使用繞鈴方式及角度加大來運鈴，主要目的是讓繩子和鈴軸接觸面積增多，使速度增快。
- (八)從這次的研究，我們覺得利用扯鈴轉動及發聲原理，可應用在
  - 1.把升旗臺的滑輪增加為兩個，可以使升降旗更方便。
  - 2.如簡易測速器一樣，把固定扯鈴的鐵釘改成馬達，把木片改成小刀，如此便可做成簡易碎紙機。
  - 3.把許多扯鈴連接在一起，並包上一層布，加上馬達做成簡易運送器。
  - 4.把簡易運送器上的其中一個扯鈴，每個孔都裝上電眼，通電後，當測量出有走私物品時，鈴馬上下降，並快速旋轉，發出聲音，如此幫助海關檢驗走私。

## 七、參考資料

- (一)四年級上學期自然課本第四單元聲音的大小高低（國立編輯館）
- (二)哥白尼 21 世紀第 63 期（哥白尼科學雜誌社）
- (三)民俗運動叢書，扯鈴玩法（華馨綜合工業公司 黃介川著）

## 評語

對扯鈴轉速快慢及發音大小高低所牽涉的諸項問題能作週詳、完整的考慮並作有系統的逐步分析，尤其對扯鈴發音的解剖分析，頗為踏實且具創意。學生現場操作純熟，能生動表達研究構思與結論。