

竹蟬與鋁棒的原理及演示步驟

竹蟬方面：

竹蟬：

當我們在轉動竹蟬時，棒子與線相互摩擦產生振動，藉由繩子傳到鼓皮（竹蟬），因而發出聲音。由於我們判定聲音由竹蟬部分發生，我們假定鼓皮的種類、管子的長度、管口的大小和發出的聲音有關係：

1. 長度基本上和頻率負相關；即當長度越長則頻率會越低，而聲響的部份則是正相關，為長度越長則聲響越大(因為長度的關係儲存更多能量)。
2. 管口以往的觀念來說並不影響頻率，是因為我們只考慮縱向的聲波，但實際上不僅有縱向波，尚有橫向的波存在，因此造成管口越大則頻率越低而聲音越低沉。

頭殼耳機：

頭殼是共鳴箱。利用頭殼耳機跟來參觀的人，展示頭殼也是很好的共鳴箱。比較人的耳朵跟頭殼聲音聽起來有何不同

動手玩玩看：

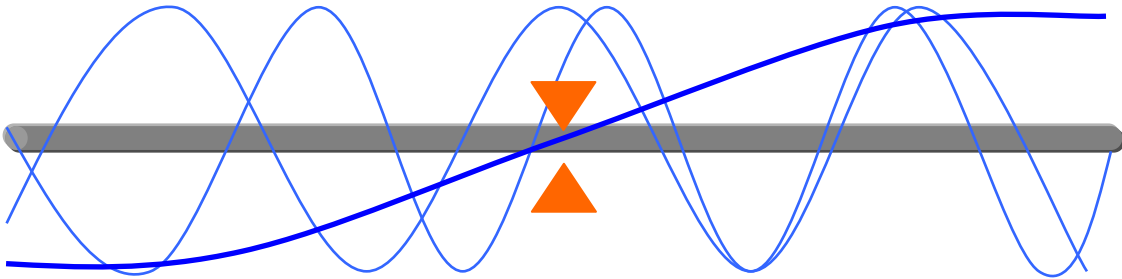
1. 改變管子的長度，其餘皆相同。轉動並觀察其聲音有何不同。
2. 改變管口的大小，其餘皆相同。轉動並觀察其聲音有何不同。
3. 改變頭殼耳機擺放位置，比較人耳跟頭殼耳機聲音聽起來有何不同。



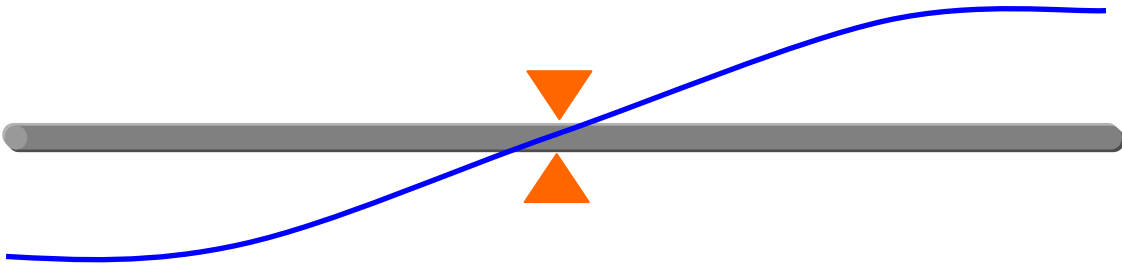
鋁棒方面：

鋁棒：

當金屬鋁棒震動時，會產生出許多的震盪波，而這些震盪波會在金屬鋁棒內部產生許多不同頻率的震盪波形，如下圖二所示。而這些震盪波在金屬鋁棒內震動時，最後會只剩下兩開口端為波峰，中間為節點的波形會在金屬鋁棒內產生”駐波”，除了此駐波的能量之外，其餘頻率之波形皆會被抵銷掉，如圖三，而在經由不斷的摩擦震動會不斷的加強駐波的能量，因此我們能聽到駐波的聲響。



圖二：為起初摩擦金屬鋁棒時，金屬鋁棒內部所產生不同頻率震動之波形。



圖三：金屬鋁棒震動時，起初內部會產生很多雜亂的波形，這些因為其節點不定，所以能量不足已發出讓我們聽到的聲音。而因為我們壓住正中央，所以使得中央無法震動，形成節點〈圖中紅色三角形處〉。而以中間為節點的最高頻率波，恰好是兩端為波峰的波形，所以除了此波行外，其餘不穩定的波便會被抵銷掉。

動手試試看：

1. 在用手指摩擦金屬鋁棒前，首先要先在手指頭上抹上松香粉以增加摩擦力。
2. 而要開始拉金屬鋁棒時，其支撐金屬鋁棒之手指頭要捏在金屬鋁棒之中點，因為此點為金屬鋁棒內部駐波之中點，壓住便會成為節點。但是力道不能太大，這樣才不會使得駐波的能量被支撐的手指頭給抵銷掉。
3. 負責摩擦的那個手指，在摩擦時不用太用力，並且在拉至鋁棒的末端時，手指要稍微鬆開，以免壓掉了產生的振動。
4. 而在摩擦出聲音之後，隨著速度的快慢，可以調整聲音之大小。

鋁棒奏鳴曲：

鋁棒的發聲原理其實與吉他並無太大差異，所以當我們知道聲音在鋁棒中的傳遞速度，便可以藉由改變波長，來控制我們所想要的頻率及音階。聲音在鋁棒中傳遞的速率為 5000 (m/s)，而如果要產生高三個八度的D₀時，我們就必須產生 $262 \times 8=2096$ 赫茲的頻率。將上列的數字帶入 $V = f \times \lambda$ 的公式中，我們就可以得知，波長必須要達到 238.5 公分，而一支鋁棒的長度恰為其發出振動的半長，所以當一支鋁棒的長度為 119.3 公分時，並可以發出高三個八度的D₀了

由此原理來說，我們要用鋁棒彈奏出一首曲子也非不可能的事了！

