

嘉義縣第 53 屆國民中小學科學展覽會

作品說明書

科 別：國小組

組 別：物理

作品名稱：聲聲入耳

關鍵詞：聲波 介質 骨傳導

編號：

作品名稱：聲聲入耳

摘要：

耳朵是用來聽聲音的聽覺器官，但若不依靠耳朵，是否也能聽得到聲音呢？本研究首先透過實驗了解聲音的聽取需要依靠介質來傳遞聲波；其次，透過在沒有介質的環境中，實驗指出，耳朵無法聽得到聲音。最後，藉由骨傳導的實驗，在未使用到耳朵的情況下，證明聲波也能透過牙齒傳遞進入大腦，不啻提供另一個聽取聲音的方式。

壹、研究動機

上音樂課的時候，老師曾經介紹音樂家貝多芬的故事。貝多芬晚年失聰，聽不見聲音，苦思之下，他用牙齒含著拐杖，將拐杖緊靠著鋼琴，藉由這樣的方法聽取到聲音，也再度為世人創造美麗的樂曲。

我們覺得非常的好奇，耳朵不是用來聽音樂的嗎？牙齒不是用來吃東西的嗎？為什麼牙齒也能聽得到聲音呢？於是我們向老師請教，老師告訴我們，平時我們能聽到聲音，是因為空氣幫我們傳遞聲波的原因。這讓我們想起以前上自然與生活科技課時，曾經用塑膠杯綁上棉線玩打電話的經驗。難道這時候是棉線幫我們傳遞聲音嗎？還有什麼東西也能傳遞聲音呢？於是我們請教老師，開始設計底下幾個實驗，來研究聲音的傳遞方式。

貳、研究目的

- 一、了解聲音傳遞的原理。
- 二、探究空氣與聲音傳遞的關係。
- 三、探討不同材質的物體傳遞聲音的情形。

參、研究設備及器材

- 一、器材：竹筷、鐵筷、塑膠筷、塑膠杯、鈴鐺、錐形瓶、酒精燈、橡皮管、橡皮塞、水箱、馬達、耳機線、陶瓷纖維網、鐵絲、三腳架、漆包線、棉線、尼龍線
- 二、工具：打火機、夾鏈袋、手機、剪刀、長尾夾、電腦

肆、研究過程或方法

- 一、文獻探討：了解聲音傳遞的原理。

經文獻探討得知，聲音是一種波動，稱為「聲波」，平時我們能聽得到人或物體所發出的聲音，是因為物體震動產生的結果。物體不分形態，固體、液體和氣體都能夠藉由震動傳遞聲波，當聲波傳遞至耳朵時，由於壓力改變，耳膜感受到壓力變化，大腦接受到此訊息，便能使我們能聽得到聲音。木頭、鐵塊、水、牛奶、空氣都能夠傳遞聲波，這類可以傳遞聲波的物質，我們稱之為「介質」。進一步探查資料發現，物體所產生的聲音大小與震動大小有關係，震動的幅度愈大，經由介質傳播，所聽到的聲音也就愈大。

此外，研究資料指出，除了耳朵以外，人類的牙齒和骨頭也能感受到物體所發出的震動，並能將此震動傳遞進入耳內，因此，貝多芬才能靠著牙齒和拐杖的緊密連結，聽到鋼琴的聲音。這樣的現象，稱之為「骨傳導」。

- 二、實驗一：探查聲音傳遞需要介質。

- (一) 實驗過程：首先播放手機的音樂，聆聽是否可聽得到聲音。再將手機放入夾鏈袋中，形成一個實驗裝置。將裝有手機的夾鏈袋放入裝水的水箱中，水面要超過夾鏈袋。此時，撥打手機，聆聽是否可聽得到手機來電的鈴聲。
- (二) 實驗結果：平時手機的音樂聲或來電聲，是透過空氣當作介質來傳遞聲波進入耳內，因此我們能夠清楚的聽到聲音。將手機放入水中後，我們一樣可以聽得到手機所發出的音樂，即是聲波透過水當作介質，傳遞其前進路線，最後進入耳內所致。



圖 1：將手機放入水中。



圖 2：手機在水中也能聽到聲音。

三、實驗二：探究空氣與聲音傳遞的關係。

- (一) 實驗過程：首先利用鐵絲繫上鈴鐺，並將線頭穿過軟木塞，使之形成一個裝置，再將軟木塞塞住錐形瓶口，使鈴鐺能吊在錐形瓶內，但不與瓶壁相互碰撞，成爲一個瓶中有鈴的實驗器材。此時搖動錐形瓶，聆聽鈴鐺是否發出聲響。接著，將錐形瓶裝水，並連接橡皮管，利用酒精燈加熱後，使瓶中的水達到沸騰。此時用長尾夾將橡皮管夾住，待冷卻後，水蒸氣趕走了空氣，瓶內成爲真空的狀態。再次搖動錐形瓶，聆聽是否能夠聽得到鈴鐺所發出的聲音。
- (二) 實驗結果：在用酒精燈加熱前，搖動錐形瓶，可清楚的聽見瓶內鈴鐺所發出來的聲音。當利用酒精燈加熱沸騰後，錐形瓶內處於真空的狀態，此時再搖動錐形瓶，鈴鐺雖有搖動，但已經聽不見鈴鐺所發出的聲音。



圖 3：鈴鐺在瓶中，搖動可聽見聲音。



圖 4：瓶中裝水，利用酒精燈加熱。



圖 5：加熱趕走空氣，形成真空狀態。 圖 6：搖動鈴鐺，此時已無聲響。

四、實驗三：探討不同材質的物體利用「骨傳導」傳遞聲音的情形。

(一) 實驗過程：將馬達連接上耳機線，將耳機線的插頭插入電腦，並播放音樂。此時將竹筷取出，一端碰觸馬達，一端用牙齒輕輕咬住，聆聽聲波是否可藉此方式傳遞至耳內。接著，再分別利用塑膠筷與鐵筷來聆聽，是否也能夠藉由牙齒傳達聲波至耳內。除此之外，也利用塑膠瓶連結馬達的簡易裝置，了解是否能夠有形成擴音機的放大音效效果。

(二) 實驗結果：使用不同材質運用於骨傳導現象的結果，發現使用的材質不論是木頭、塑膠或是鐵製，都可以傳遞聲波的前進，達成不用耳朵即可聽得到聲音的目的，其實驗結果亦如下表所陳示。
其二，利用塑膠瓶連結馬達的簡易聲音擴大機實驗，發現聲音比剛才單純用牙齒咬住筷子的骨傳導聲音還來得大聲，證明擴大機確實有其功效。

表 利用材質與骨傳導現象的關係

材質	木筷	塑膠筷	鐵筷
聽取聲音	可	可	可



圖 7：利用齒咬竹筷聆聽聲音。



圖 8：利用齒咬塑膠筷聆聽聲音。



圖 9：利用齒咬鐵筷聆聽聲音。

圖 10：利用塑膠杯來放大聲音。

五、實驗四：探討不同材質的物體傳遞聲音的情形。

- (一) 實驗過程：將長 20 公尺的漆包線、棉線及尼龍線分別繫於二個塑膠杯內，再將手機置於塑膠杯內。二位同學一人手持塑膠杯於耳朵旁聆聽聲音大小，一人手持塑膠杯使手機播放音樂。利用手機播放音樂的聲音，以固定音量來源大小，藉此了解聲音是否會因為材質的不同而有所變化，甚至聲波是否會被線的材質吸收而聽不見。
- (二) 實驗結果：在變化不同材質的過程中，發現不論是漆包線、棉線或者是尼龍線，皆能夠藉此聽得到聲音，而其中又以漆包線的傳遞效果最佳、最清楚。我們認為這是因為各種線材質的密度不同而導致。因漆包線最緊密，聲音傳遞的過程中都有小介質存在，所以漆包線的傳遞效果最好，而尼龍線較不緊密，細線與細線中有一點小空隙，因此傳遞的效果稍次於棉線與漆包線。



圖 11：將手機放入傳聲筒。



圖 12：利用漆包線當作傳聲筒的線。



圖 13：利用棉線當作傳聲筒的線。



圖 14：利用尼龍線當作傳聲筒的線。

伍、研究結果

- 一、經文獻探討及實驗一，得知物體震動而發出聲音，再透過介質而將聲波傳遞至我們的耳內。
- 二、經實驗二得知，在有空氣的狀態下，能聽得到聲音，但是處於在真空的狀態下，無法聽得到聲音。
- 三、經實驗三得知，利用骨傳導的現象，不同材質的物體傳遞聲波是可以被耳朵所接受的。
- 四、經實驗四得知，不同材質的物體皆可以傳遞聲波，而傳遞聲波的效果又以漆包線

最佳，棉線次之，尼龍線最末。

陸、討論

- 一、我們能夠聽得到聲音，是因為物體震動產生一種波動，稱為聲波。此種波動藉由物體的傳遞，進入我們的耳內，使得耳朵感受到壓力的變化，進而將變化傳遞給大腦，大腦做出判斷，因此而知覺到聲音。聲波的傳遞需要介質幫忙，此種介質不論是固體、液體或是氣體，都可以達到傳遞聲音的效果。
- 二、經由實驗發現，空氣可以傳遞聲音。但是在真空的狀態下，由於沒有空氣做為介質，聲波無法傳遞出去，因此在真空的環境中，物體發出的震動再大，我們也接收不到聲波，故而聽不到聲音。
- 三、經由實驗發現，聲波可藉由牙齒與物體的傳遞，將聲波傳至耳內。物體的材質不論是木頭、塑膠或者是鐵塊，都可以協助聲波傳遞，再透過牙齒的骨傳導現象進入耳內，終而被大腦接受此聲波訊息。
- 四、經由實驗發現，聲波可藉由不同材質的物體來傳遞。以往實驗所做的傳聲筒，其材質都是使用棉線。但是我們利用漆包線以及尼龍線來做為傳遞聲波的介質，都可以達成傳遞聲音的功效。此外，我們也首次將線的長度延伸至 20 公尺，聲波依然可以傳達，並未因為繩線過長而被吸收，此為實驗上的一大突破。

柒、結論

- 一、物體震動所發出的聲波，必須靠介質傳遞才能前進，而介質的種類不論是固體、液體及氣體皆可以。
- 二、在真空的情況下，由於沒有氣體可以當作介質，聲波無法傳遞，而使得我們聽不見聲音。
- 三、骨傳導的現象可應用在聽障朋友聽取聲音的方法上，亦可透過後續研究或發明，不必使用耳機也能聽得到聲音。
- 四、聲波的傳遞可以很遠，此後可再拉長細繩至 40 或者是 60 公尺，作為研究聲波傳遞極限的長度參考。

捌、參考資料及其他

- 一、王國銓（1989）。**物理趣談（二）：由日常生活中啟發智慧**。臺北縣：世茂。
- 二、申愛景、黃新榮、鄭智淑（2011）。**科學王：物理實驗課**。新北市：幼福文化。
- 三、林明宏（2010）。**戰勝科展：物理實驗的第一本書**。臺北市：貓頭鷹。
- 四、瀧川洋二（2003）。**70 個奇妙有趣的科學實驗**。臺北縣：世茂。
- 五、阿簡生物筆記（無日期）。**來根貝多芬的手杖，用骨導音「聽」聲音**。2013 年 1 月 21 日，取自 http://a-chien.blogspot.tw/2008/05/blog-post_21.html

