

2025 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

國中組 普高組 技高組 成果報告格式

題目名稱：自然與環保的平衡-比較頭髮、植物纖維與報紙的隔音效果

一、摘要

我們發現頭髮、麻繩及報紙因難以回收再利用，造成環保問題。因此，本研究探討這些材料製成隔音板的可行性，並與市售吸音棉進行比較。我們使用明膠與甘油作為隔音保黏合劑，將頭髮、植物纖維與報紙製成隔音板，並測試不同頻率與距離下的隔音效果。結果顯示，報紙的隔音效果與吸音棉相近，而頭髮則較不適合作為隔音材質。此外，高頻音與較遠距離的音源隔音效果較佳。我們期望進一步研究不同排列方式對隔音效果的影響，以提升效能。此外，頭髮、報紙及麻繩具可再生與生物分解特性，若能回收製成隔音板，將有助於減少資源浪費，降低環境污染，並響應 SDGs 第十二項目標，透過減量、回收與再利用，減少廢棄物產生。

二、探究題目與動機

我們發現剪下來的頭髮以及處理過後的麻繩很難回收再利用，而且若不當處理，頭髮廢棄物可能會產生有害的環境副產物。而許多報紙內加入了非紙質的材料，造成回收的不便。因此，我們希望能夠利用回收的頭髮、麻繩以及報紙來改善一些生活中的不便問題。



三、探究目的與假設

(一)目的

我們想了解植物纖維（如麻纖維）、報紙與頭髮的隔音效果哪一個較為優越，並探討聲音頻率對不同隔音材質的影響，以及探究隔音板到音源的距離遠近對隔音效果的影響。為了更深入探討，我們也希望了解為什麼頭髮會具有吸收聲音以及防止聲音反射的特性。最

後，我們計劃比較頭髮、植物纖維（麻）、報紙和市面上常見的吸音棉在吸音效果上的差異，進一步了解它們在隔音領域中的應用潛力。

(二) 假設

假設報紙、麻繩和頭髮作為隔音材料會有不同的效果。預計報紙的多層結構與多孔性纖維將有效吸收聲波，特別對中高頻噪音具有較好的隔音效果，可能接近吸音棉。麻繩的隔音效果預計介於報紙和頭髮之間，並且若編織更緊密，效果可能會進一步提升。雖然頭髮的隔音效果較差，但作為天然材料，其可再生和生物分解特性符合環保需求，並且有助於降低噪音和提升室內舒適度。

四、探究方法與驗證步驟

一、實驗過程

(一) 明膠與甘油混和膠製作

將 30 克的明膠放入 10 克水中，泡約 10 分鐘，讓明膠充分吸水並膨脹。接著，加入剩餘的 80 克水，並用火加熱，同時緩慢攪拌，直到明膠完全溶解，形成濃稠的液體。



圖(四)明膠與甘油混和膠的製作

(二) 隔音板製作

首先，收集植物纖維（如麻繩）、報紙及吸音棉。首先，清洗頭髮，確保其乾淨且無油。將報紙撕碎並泡入水中 15 小時。接著，將這些隔音材料（頭髮和麻繩）與環保黏合劑（由明膠和甘油混合製成的膠水）充分混合，確保黏合劑均勻覆蓋纖維。將混合好的材料裝入模具中，使隔音材料充分定型並乾燥。



圖(五)頭髮



圖(六)麻繩



圖(七)報紙

二、實驗方法

(一)實驗一、頭髮、植物纖維、報紙及隔音棉的比較

在實驗中，操縱變因是不同的隔音材質。在測試區域（紙箱內）固定音源，利用音響播放穩定音量的聲音（本實驗使用 900Hz 的聲音作為穩定音源）。然後，在每塊隔音板的另一側，使用手機內的分貝計測量聲音通過材料後的大小。

測量前，需要將頭髮隔音板和其他材料放置在相同位置，並分別進行測試。最後，進行比較並分析數據。

(二)實驗二、不同聲音頻率對頭髮植物纖維、報紙及隔音棉隔音之比較

在這個實驗中操縱變因是音源頻率的高低。我們將隔音板設置在距離音源 8cm 處，所使用的音源頻率分別是 500HZ、900HZ、2000HZ。測量前，將頭髮隔音板和其他材料擺放在相同位置，並分別進行測試。實驗過程中，透過不同頻率高低的聲音，記錄頭髮植物纖維、報紙隔音板的隔音效果與頻率之間的關聯。

(三)實驗三、隔音位置距離遠近對對於不同隔音材質的影響

此實驗中，操作變因是隔音板和音源的距離，我們將音源頻率固定在 900hz。將頭髮、麻繩、報紙等隔音材質，依序放置在距離音源 5cm、8cm、11cm，紀錄隔音後吸音的效果，並觀察其中的關聯。



圖(八)麻繩隔音裝置



圖(九)頭髮隔音裝置



圖(十) 吸音棉隔音裝置

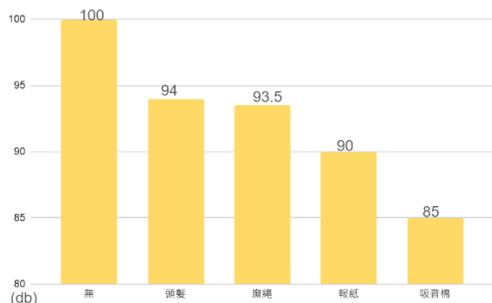


圖(十一) 報紙隔音裝置

五、結論與生活應用

一、實驗一:頭髮、植物纖維、報紙及隔音棉的比較

實驗結果顯示，市售隔音棉的隔音效果最佳，能吸收 15dB 的聲音，其次是報紙 (10dB)、麻繩 (6.5dB)，而頭髮的效果最差 (6dB)。報紙的纖維結構多孔且可形成小型空氣腔，能有效吸收聲波並減少回音，因此適合作為隔音材料。頭髮因密度較低且排列不規則，即使疊加仍有許多空隙，使聲波容易穿透，導致隔音效果較差。麻繩由植物纖維構成，密度比頭髮高，能吸收部分聲波，但仍不及壓縮後的報紙。若麻繩編織更緊密，則可形成多層結構，提高隔音效果。

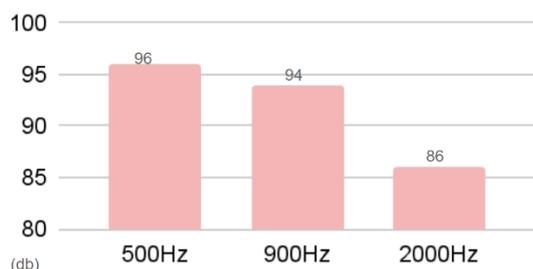


圖(十二)頭髮、植物纖維、報紙及隔音棉的比較圖

二.實驗二:不同聲音頻率對頭髮、植物纖維、報紙及隔音棉隔音之比較

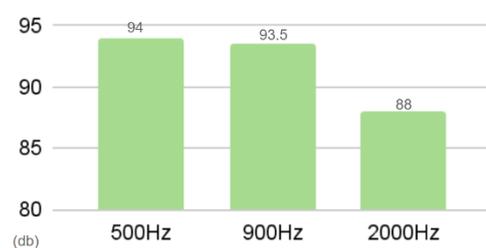
根據圖(十三、十四、十五)之實驗結果，聲音頻率越高，吸音效果越好。高頻率的聲音，波長較短，聲波容易被材料內部縫隙吸收和分散，比較容易被多孔性材料吸收。而低頻率的聲音波長較長，穿透能力強，且更容易繞過障礙物，因此隔音效果較差。

頭髮



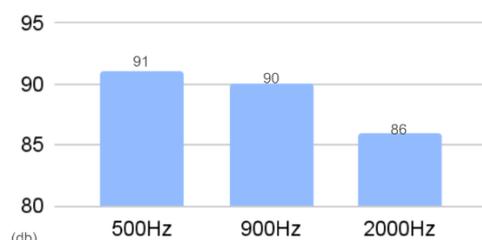
圖(十三)不同聲音頻率對頭髮之比較圖

麻繩



圖(十四)不同聲音頻率對麻繩之比較圖

報紙

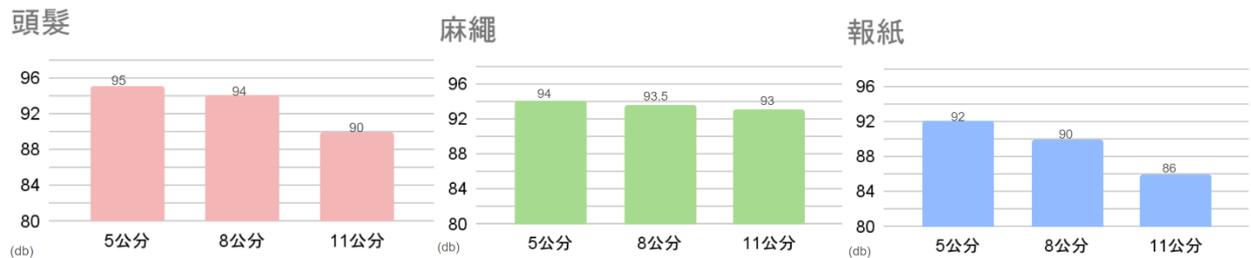


圖(十五)不同聲音頻率對報紙之比較圖

三、實驗三:隔音位置距離遠近對於不同隔音材質的影響

根據圖(十三、十四、十五)實驗結果，頭髮和報紙都是在 11 公分處隔音效果最佳，因此我們推算頭髮、麻繩和報紙皆是距離越遠，隔音效果越佳。當隔音板放在較遠距離時，聲波已經經過一定的距離衰減，聲能減弱，這使得隔音板需要吸收或反射的聲能較少，因此整

體隔音效果相對較佳。相較之下，當隔音板靠近音源時，聲波能量強，穿透的可能性較大，減少材料的隔音效果。



圖(十六、十七、十八)隔音位置距離遠近對於頭髮、麻繩與報紙的影響

二、未來展望與生活應用

近期目標

(一) 隔音板的排列方式對隔音效果的影響

探討頭髮、麻繩與報紙在不同排列方式（垂直、水平、交錯）下的隔音效果，測量聲音減弱程度。預計平鋪方式因密度低，隔音效果較差；疊加可增加密度，提升隔音能力；交錯排列則可能透過聲波散射達到中等效果。此外，交替排列頭髮與麻繩可能協同提升吸音與散射效果，進一步增強隔音性能。

(二) 孔洞大小對吸音效果的影響

探討不同材質的孔洞大小與吸音關聯，未來將使用顯微鏡驗證。頭髮孔徑約 0.1-0.5mm，能吸收中高頻聲音；麻繩孔徑約 1-5mm，有助於捕捉與分散聲波；報紙孔徑約 1-3mm，適合吸收聲波且避免聲音穿透。此外，對比泡水與未泡水的報紙，分析孔隙結構對隔音效果的影響。

遠期目標

(三) 頭髮、麻繩與報紙的混合效果

探討不同材料混合的隔音效果，測試兩種或三種材質搭配的吸音效果。頭髮可吸收高頻聲音，麻繩捕捉低頻，報紙則提供反射與額外吸音能力。預計報紙占比稍高，有助於最大化隔音效能。

(四) 把噪音轉成能源

這個實驗的目的是想看看如何把噪音變成有用的電能。我們會使用壓電材料，這種材料能夠把聲音的震動轉換成電。實驗中，我們會設計一個裝置來收集噪音，然後讓噪音震動壓電材料，測量它產生的電壓和電流。預計結果是，音量大、頻率高的噪音能轉換出更多的電，這些電能可能用來點亮 LED 燈或驅動一些小型設備。如果我們使用一些專門的裝置來集中噪音，可能會讓能量轉換效率更高，這樣噪音就能變成有用的能源。

由於頭髮、麻繩、報紙作為隔音材料，具有多方面的優勢，因此我們統整出他們在生活中的影響效益。首先，它能有效降低噪音，因為頭髮纖維和植物纖維的結構以及報紙多孔洞的特性使其能夠吸收聲波，尤其是中高頻噪音，從而有效減少噪音的傳播。此外，環保的

隔音板在音樂或錄音環境中也能改善音質，減少聲波反射，從而提升聲音的清晰度和質感。在改善室內舒適度方面，頭髮隔音板能減少噪音污染，提升空間的隱私性，並增強居住或工作環境的舒適感。這不僅有助於創造更安靜的室內環境，還能提高人們的專注力和生活品質。

參考資料

- 一、科技家居(2023.6.23)吸音棉原理是什麼？認識吸音係數及材料，學會正確安裝吸音棉
- 二、華康動物膠(2010.12.6)明膠品質的區分
- 三、黃馬琍天然美學(2017.4.5)認識頭髮的結構
- 四、大耀網(2018.3.19)麻纖維有哪幾種？其物化性能與棉纖維有何主要區別，其加工特點是什麼？