

2024年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

國中組 成果報告表單

到底吸不吸？探討市售吸音棉吸音效用與隔音效果

一、摘要

創造安靜空間或是隔音空間是市場或生活中相當重要的聲學技術，也因為市場的龐大需求，導致市面上充斥著各式的吸音棉販售通路，但吸音棉真的適用在任何情境嗎？為了瞭解此問題，本次實驗中我們購買不同厚度的吸音棉，以探討吸音棉厚度與吸音效果及隔音效果的關係，在本次實驗中我們發現吸音棉厚度會針對不同頻率有不同的吸音效果，並且在特定頻率下吸音棉會出現隔音棉的效果，因此市售的吸音棉應註明其吸音與隔音對應的音頻關係，以利消費者能清楚辨別商品需求。

二、探究題目與動機

我喜歡聽音樂、唱歌和彈琴，但是媽媽常說我太吵了，鄰居也會來抱怨。噪音已經是現代人生活中的一大困擾，我喜歡的聲音別人卻不喜歡，要怎麼辦呢？為了解決這個問題，市面上可以看到各式各樣的吸音棉與隔音棉，有厚的有薄的，有大的有小的，還有上面刻成不同花紋的，但怎樣的吸音棉適合用於甚麼情境呢？在查找文獻後我們發現吸音和隔音是截然不同的東西，使我們不禁好奇市售的吸音棉真的有吸音效果嗎？因此我們想藉由這次的研究探討吸音棉厚度是否會影響吸音棉的吸音效果與隔音效果，還有廠商那些標榜的吸音棉是否真的有吸音的效果，還是其實他是隔音效果還是它根本沒效果呢？

三、探究目的與假設

(一) 探討不同厚度吸音棉是否會影響吸音棉內部的分貝大小。

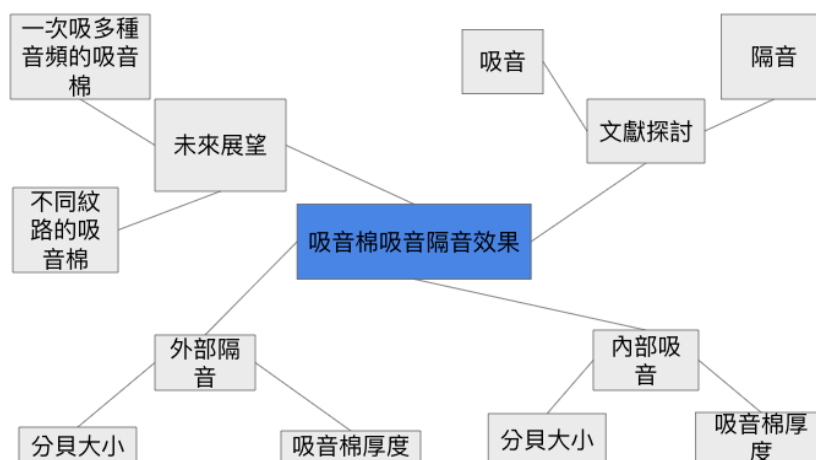
假設：吸音棉越厚吸音效果越好，分貝越小

(二) 探討不同厚度吸音棉是否會影響吸音棉外部隔音的分貝大小。

假設：吸音棉越厚隔音效果越好，分貝越小

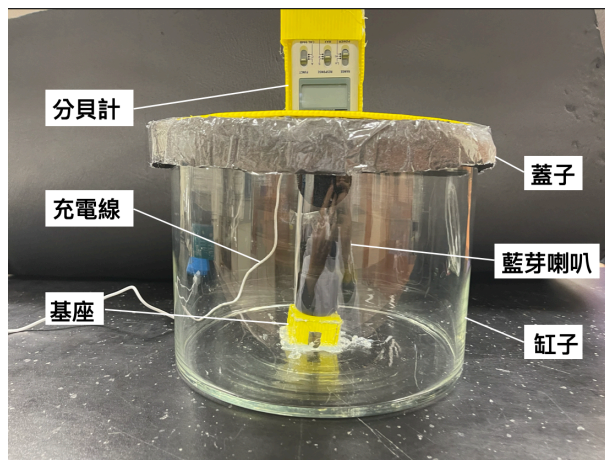
四、探究方法與驗證步驟

(一) 實驗架構



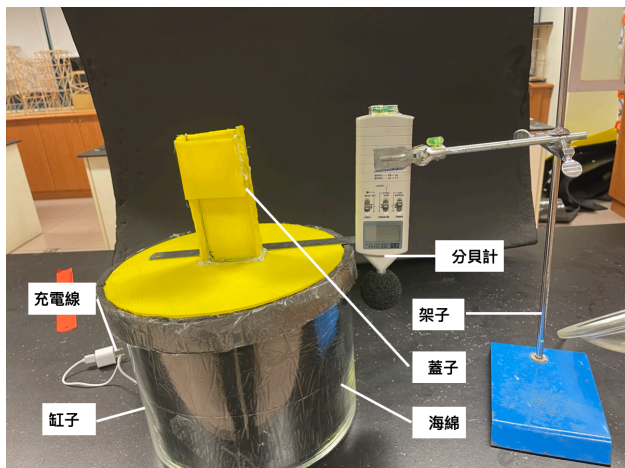
(二)實驗架設

1.探討不同厚度吸音棉是否會影響吸音棉內部的分貝大小



圖(一)

2.探討不同厚度吸音棉是否會影響吸音棉外部隔音的分貝大小



圖(二)



圖(三)

(三)實驗步驟

1. 探討不同厚度吸音棉是否會影響吸音棉內部的分貝大小。

(1)開啟藍芽喇叭，並架設器材如圖一

(2)打開phyphox，將藍牙喇叭連接程式，利用聲調產生器分別調整至125、250、500、1000、2000、4000赫茲，並調整手機音量至相同大小

(3)待分貝計上數據穩定後，記錄吸音後的分貝大小

(4)將1公分厚的海綿捲曲成空心柱狀放入缸子裡，貼著內壁，塑膠保護面朝外，並重複步驟3~4

(5)將海綿分別換成1.5、2、2.5、3公分厚的海綿，並重複步驟4~6

2. 探討不同厚度吸音棉是否會影響吸音棉外部隔音的分貝大小。

(1)將分貝計拿出，架設如圖二

(2)固定分貝計與腔室距離，如圖三所示

(3)重複實驗一步驟2~5，多次記錄隔音後的分貝大小

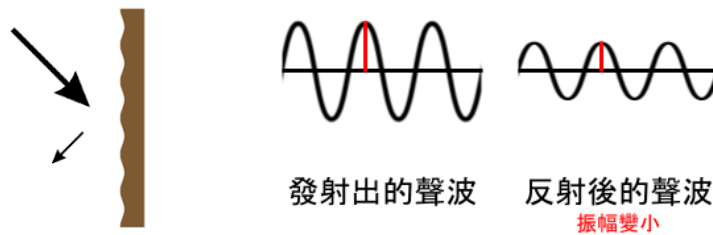
(四)實驗原理

1. 聲波

當一個物質震動時，會使周圍的空氣被壓縮，產生密部和疏部，形成縱波。此時，空氣是介質，幫助傳遞能量，傳到耳中就是我們所聽到的聲音。其中，聲音的響度（大小聲）是由振幅的大小所決定的，音頻是由振動頻率所控制，而當能量散失時，振幅會變小，則聲音變小。

2. 吸音原理v.s.隔音原理：

吸音

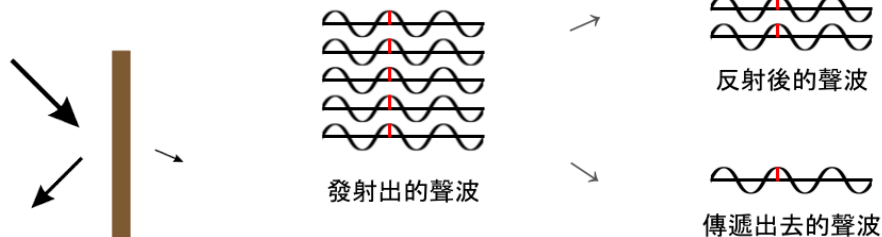


圖（四）

圖（五）

吸音綿內有許多孔洞，當聲音穿過吸音綿時，聲波會在孔洞裡反射。反射時會因為摩擦力導致能量散失，導致被反射回去的聲波的振幅變小，如圖四與圖五所示，而當吸音棉的厚度越大，會使聲波在孔洞裡反射的機率增加，使聲音不易反射回腔體內部，使音量減少。

隔音



圖（六）

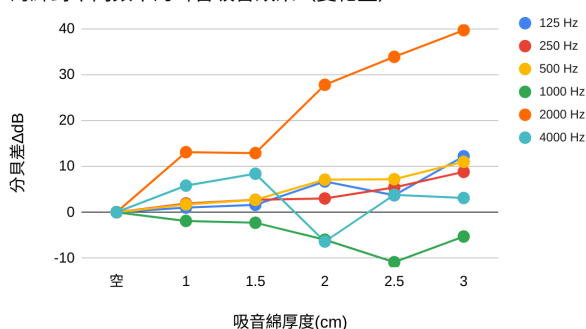
圖（七）

隔音棉表面會較吸音棉光滑，因此當聲波發出，碰到其表面時，會把大部分的聲波反射回去，而少部分聲波會透射至隔音物質內部，如圖六所示，並在隔音物質中被吸收聲波能量，最終使透射波震幅降低，減少隔音棉外部的音量，如圖七所示。同時，因為大部分的聲波會被反射回去使內部的音量提升。

(五)實驗數據與討論

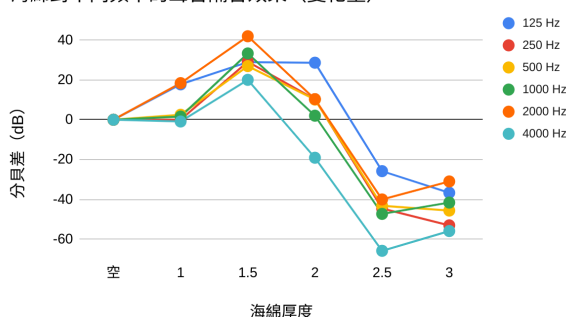
我們把實驗一中的增加海綿後的分貝值減去無海綿的分貝值後得出分貝的變化量，接著，用變化量與海綿厚度繪製成圖八，藉由在內部所測到分貝值的差異量來展現海綿的吸音效果。再來，我們用相同的計算方式處理實驗二的數據結果，並用變化量繪製成圖九，藉由在外部所測到分貝值的差異量來展現海綿的隔音效果。

海綿對不同頻率的聲音吸音效果 (變化量)



圖(八)

海綿對不同頻率的聲音隔音效果 (變化量)



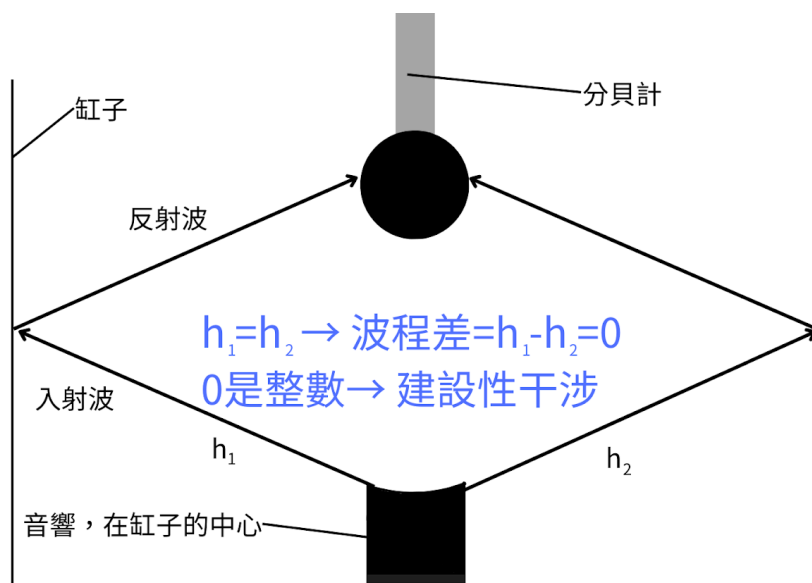
圖(九)

從兩張圖可以看出以下幾點：

1. 125、250、500 Hz的變化量中，圖(八)的較無明顯的差異，只有微幅上升。這可能是因為這些低頻率聲音的波長較長，在海綿孔洞內反射時能量吸收的比例效果介於所有頻率中間，因此部分反射部分被吸收，但又因海綿厚度增加，導致腔體內體積減少，反射波路徑變少的情況下使得傳遞時損耗的能量減少，導致內部測得的分貝會微幅增加。
2. 1000 Hz最容易被吸收，有吸音的效果，可以發現此吸音棉對於該頻率吸音效果最佳。
3. 2000 Hz不易被吸收，導致內部的分貝很大，尤其是2 cm以上時內部反射聲波的效果相當明顯。綜合圖(九)的結果，2cm以內的吸音與隔音效果不明顯，但在2 cm以上的隔音效果很好，這可以解釋圖(八)中測量到的聲音很多是反彈回來的，因此，2000 Hz對於此海綿的效果並非吸音，而應是隔音。
4. 厚度 2 cm 對4000 Hz的聲音吸收及隔絕程度中，圖(八)、圖(九)的變化量均變

小，符合吸音效果，吸收掉大部分的聲音讓內部、外部的音量均變小。因此，我們認為厚度 2 cm 對 4000 Hz 的聲音吸收程度特別好。

5. 2 cm 厚度以上的海綿的變化量中，圖（八）有上升趨勢，圖（九）則有響度變小的現象。這符合隔音的作用，把大部分的聲波反彈而較少被傳遞出去，而其反射的聲波會因為圓形腔體的對稱性，導致各方向的聲波反射後產生建設性干涉，如圖（十）所示，導致內部聲音變大聲而外部變小。因此，我們推測厚度 2 cm 以上的海綿隔音效果很好。這可能是因為吸音棉越厚，聲波就越難穿透過去，也同時在穿透時被吸收能量。



圖（十）

五、結論與生活應用

（一）結論

1. 對於音頻較低的聲波，本實驗吸音棉吸收效果有限，並隨吸音棉厚度增加，腔體空間減少，使內部音量增加。
2. 1000 Hz 吸音效果好，而 2000 Hz 的隔音效果較好。
3. 2 cm 厚度的海綿對 4000 Hz 音頻的聲音吸收效果為佳。
4. 厚度 2 cm 以上的海綿內部反射音量大，外部音量小，故其效果較接近隔音棉，而非吸音棉。

（二）未來展望

經過我們的研究成果我們發現一種厚度的吸音棉只能針對一種音頻做吸音或隔音，我們希望未來我們可以製作出可以做出一次可以吸多種音頻的吸音棉，或許是因為這樣吸音棉上才要有不同的紋路，有不同紋路就可以產生一次有多種厚度的效果。

參考資料

González, A. E. (2019). How do acoustic materials work? In *IntechOpen eBooks*.

<https://doi.org/10.5772/intechopen.82380>

What is the difference between sound-absorbing cotton and insulation cotton? (n.d.).

http://www.1st-acoustics.com/knowledge/What_is_the_difference_between_sound-absorbing_cotton_and_insulation_cotton.html

PanSci. (n.d.). 音響室進階班: 乾濕適中完美放送—《音響入門誌》 - *PanSCI 泛科學*. PanSci 泛科學. <https://pansci.asia/archives/106340>