

作品說明書內文

作品名稱：「紙」揮聲音

摘要：

利用最不可能隔音的紙張作實驗，成為一項隔音的實驗器材，並探討不同紙張種類或張數對隔音的影響力，根據實驗，我們完成了隔音的實驗設備，且發現紙張種類不同對於隔音效果不同，影印紙與報紙紙張越多隔音效果越好。

壹、研究動機

上課時，常常傳來汽機車行駛聲與廣告車的大聲公，讓我們上課不能專心，容易受到影響，就算關了窗戶也可以聽到聲音，但有一次為了使用單槍播放影片，因為教室的光線太亮，我們就關上窗戶，並把紙箱拆開擋住窗戶的光線，結果聲音好像有變小，可是問了周圍的同學，感受都不同，有的說好像有，有的說沒感覺，有的說不可能，他們覺得紙張那麼薄與柔軟，不可能有效果，所以我們想要了解各種紙張的材質或厚度對隔音的效果。上學期老師在聲音的單元教我們隔音的原理，也告訴我們分貝計的數字代表，這讓我們有信心完成這天馬行空的實驗~「紙」揮聲音。

貳、研究目的

- 一、尋找簡便就能做隔音實驗的架設方式。
- 二、探討不同種類的紙張對隔音的影響。
- 三、探討紙張的厚度對隔音的效果。

參、研究設備及器材

各式紙類(報紙、宣紙、圖畫紙、毛邊紙、影印紙、廣告紙、雲彩紙、瓦楞紙)、置物櫃、影印紙(500張原包裝)、尺、平板電腦(含分貝計APP)、紙箱、喇叭、美工刀、剪刀、長尾夾。

肆、 研究過程或方法

一、尋找簡便就能做隔音實驗的架設方式。

(一)測量工具與發聲設備

經過大家討論，現在平板電腦可以做很多事，可能平板電腦中有適合的程式可以測分貝，因此我們向老師借了平板電腦，並請老師教我們程式的下載與安裝，老師說要方便大家使用的，因此要免費的，這樣以後想實驗的人才能方便免費下載，因此我們輸入關鍵字「分貝計」、「db」與「Noies Meter」找出了一款可以記錄一段時間的分貝計~Noise Meter 2.4，這一款分貝計可以測出連續分貝數、最大與最小值，並能統計平均，因此我們決定用它來測量。

老師說問我們要決定用哪一個值來當紀錄，我們說全部，但老師告訴我們這樣會受環境音量的影響，可能平均數與最小值在每一次做起來都不一樣，我們和老師討論後，決定只用最大值來當實驗紀錄，並在平板電腦下方放置海綿避免桌下聲波的干擾，測量工具就這樣找到。

至於發聲設備，我們一開始就想到電腦，但要將兩個喇叭放到箱子中，有極大的困難，老師告訴我們，電腦可以調單一聲道，因此我們就可以只放入一邊喇叭，並使用單一聲的鐘聲做實驗，等器材架好，把聲音放到最大，我們第一次測量到了數值 89.3db，我們完成撤量與發聲設備這一件事。

(二)隔音實驗設備

1. 天馬行空隔音設備

我們最原始討論，如果有一個箱子，想到的是置物箱可以用抽屜及左右的塑膠當隔音，而抽拉式的抽屜部分可以放紙張改變我們所要變的變因，因此開始使用置物櫃當隔音牆的原型，我們用瓦楞紙剪裁拼湊，想把箱子多一層隔音，並用棉花堆在其中吸音。

但一直無法讓之間的空隙變小，在加上測試效果，就算放上紙張隔音，有時候分貝數測起來還比沒有隔音的時候還要多，因此我們決定放棄這樣的裝置，再找另一種。

2. 找方型的紙盒當隔音箱

老師告訴我們，聲音如果沒有被擋住，可以透過各種介質穿透，因此現階段有一種氣密窗的原理，那就是將窗戶的空隙做到最小，讓聲音的穿透不要透過空氣而穿透出來。

因此我們在實驗室就找了很多的盒子，剛好看到教具的簽桶，符合我們想要的，只要將簽桶周遭的空隙黏起來，而單一面開一個洞，這樣就可以成為我們的實驗器材，因此我們很高興著手這一件事。但我們又一次失敗了，量出來的數據也是很高，原來要找隔音的物品那麼困難，

3. 偶然機會發現大包的紙張當隔音牆


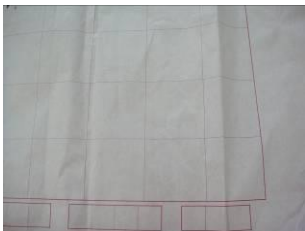

老師告訴我們不要灰心，要我們找網路上的資料當作參考，也可以找歷屆科展看看有沒有類似的實驗，我們找到了第 49 屆全國科展的資料發現有一篇~忍氣吞聲很適合我們參考，他們使用陶土和混凝土當作隔音的材料，因此興沖沖找老師討論我們也想這樣做，但老師告訴我們，要方便大家使用，因此必須要快速搭建並容易取得才行。就這樣，我們的科展又停擺了，但老師告訴我們，看看生活中或學校裡的材料吧，再找找，一定會找到。







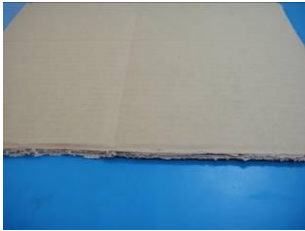

有一天，我們到辦公室找老師，剛好影印機沒有紙，老師告訴我們到角落拿一包紙給他，我們搬紙的時候突然想到，如果我們把這些紙包堆疊起來，或許可以成為不錯的隔音牆。我們拿了第二代紙箱放內部當第一層隔音，四周（包括頂端）也用了五百張的影印紙包做阻擋，聲音的大小則是用分貝計測量，分貝計的下面放了兩個海綿以吸收些聲音，為了預防聲音的漏洞，我們還用手扶著影印紙，減少聲音從其他地方流失，當我們放上不同種類紙在前方測量的時候，我們發現數據不同，並有減小，我們知道我們成功了。

二、探討不同種類的紙張對隔音的影響。

實驗步驟：將不同的紙張放置於隔音牆的缺口，開始測量分貝數。

共測得樣本有：

瓦楞紙	宣紙	粉彩紙
		

廣告紙	毛邊紙	月曆紙
	寫書法用的練習紙	
圖畫紙	牛皮紙	銅版紙
		
考卷紙	紙箱紙	1cm 木板
		

三、探討紙張的厚度對隔音的效果。

(一)影印紙的厚度研究

實驗步驟：將不同厚度的影印紙放置於隔音牆的缺口，開始測量分貝數。

測得樣本有：

10-100 張	110-200 張	210-300 張	310-400 張	410-500 張
每 10 張為一單位而增加				

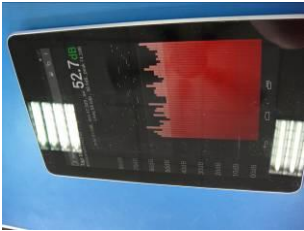
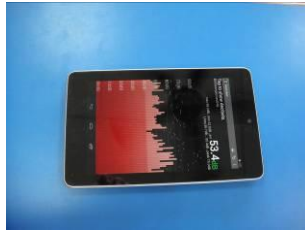
(二)報紙的厚度研究

10-50	60-100	110-150	160-200
每 50 張為一單位增加			

伍、研究結果

一、尋找簡便就能實驗的架設方式：




1. 發聲與測量工具：電腦+喇叭+平板電腦

喇叭 	電腦 	播放(調單聲道) 
平板電腦 	Noise Meter (安卓系統) 	偵測的畫面 

2. 隔音器材

根據研究過程敘述，我們的歷代的實驗隔音進程與測得音量是：

不隔音的分貝數：89.3 (在每一代前方放上圖畫紙，測得音量)

第一代 	第二代 	第三代 
89.4db	89.5db	88.6db

最終的第三代就是以五百張影印紙包裝隔絕上、下、左、右、後的聲音流出。
只留下前方可以改變紙張的地方。如下圖：

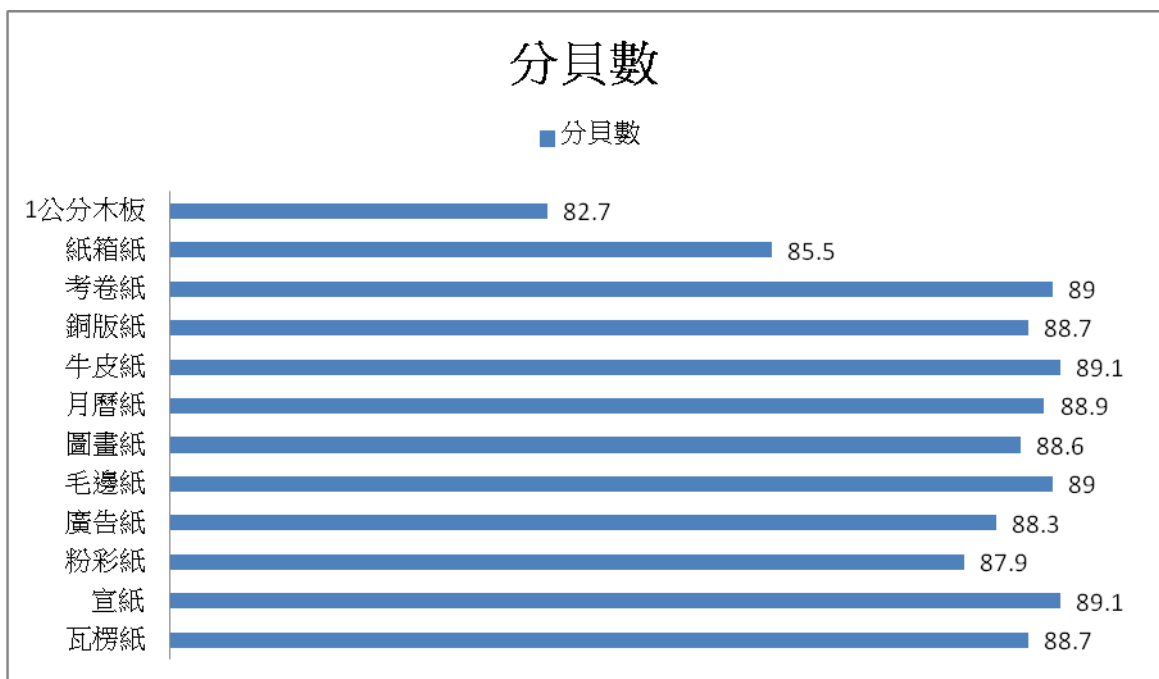
		
---	---	---

二、探討不同種類的紙張對隔音的影響：

※將不同的紙張放置於隔音牆的缺口，測得分貝數(最高分貝)為：

瓦楞紙	宣紙	粉彩紙
88.7db	89.1db	87.9db
廣告紙	毛邊紙	月曆紙
88.3db	89db	88.9db
圖畫紙	牛皮紙	銅版紙
88.6db	89.1db	88.7db
考卷紙	紙箱紙	1cm 木板
89db	85.5db	82.7db

比較圖表



三、探討紙張的厚度對隔音的效果：原始未隔音的數據為 89.3db

(一)影印紙的厚度研究

實驗步驟：將不同厚度的影印紙放置於隔音牆的缺口，開始測量分貝數(最高分貝)。

測得樣本有：(單位為 db)

紙張數	分貝 1	分貝 2	分貝 3	平均
10	88.4	88.4	88.5	88.43
20	87.8	87.9	87.8	87.83
30	86.3	86.4	86.5	86.40
40	86.8	86.7	86.6	86.70
50	85.7	86	85.6	85.77
60	85.1	86	86.1	85.73
70	84.1	85.1	85	84.73
80	85.1	86.1	85.3	85.50
90	85	85.2	85.3	85.17
100	82.6	86	86.8	85.13
110	85.6	84.5	83.5	84.53
120	83.3	84.3	84.4	84.00
130	84.8	82.8	84	83.87
140	84.8	82.8	84	83.87
150	82.1	83.7	83.5	83.10
160	83.2	83.9	83.9	83.67
170	83.2	83.9	83.9	83.67
180	82.7	84	83.8	83.50
190	82.6	81.9	82.5	82.33
200	81.8	82	82	81.93
210	81.7	81.9	82.2	81.93
220	81.6	81.6	81.7	81.63
230	81.5	81.4	81.5	81.47
240	81	81.4	81.3	81.23
250	81.3	81.1	81.3	81.23
260	81.2	81.3	81	81.17
270	81.7	80.2	80.8	80.90
280	80.9	80.9	81.1	80.97
290	80	79.8	79.3	79.70
300	78.8	78.5	79.6	78.97
310	78.7	78.6	79	78.77
320	78	78	77.4	77.80
330	77.9	77.6	77.4	77.63
340	77.3	77	77.2	77.17
350	76	77.5	78.3	77.27
360	77.1	77.1	77.2	77.13
370	77	77	77.2	77.07
380	77	76.9	76.8	76.90
390	76.4	76.3	76.2	76.30
400	76	76	75.5	75.83
410	75.4	75.3	75.5	75.40
420	75	74.9	74.8	74.90
430	74	74.1	73.4	73.83
440	71	71.5	72	71.50
450	70.9	71.9	71.9	71.57
460	70	71	71.6	70.87
470	70	71.2	71.2	70.80
480	71	69.8	70	70.27
490	69.6	69.8	71	70.13
500	69.3	68.8	70.1	69.40

(二)報紙的厚度研究




實驗步驟：將不同厚度的影印紙放置於隔音牆的缺口，開始測量分貝數(最高分貝)。

測得樣本有：(單位為 db)

報紙	分貝 1	分貝 2	分貝 3	平均
50	85.5	85.3	85.3	85.37
100	81.9	81.6	81.1	81.53
150	74.5	74.1	75.2	74.60
200	71.3	72.1	72.3	71.90

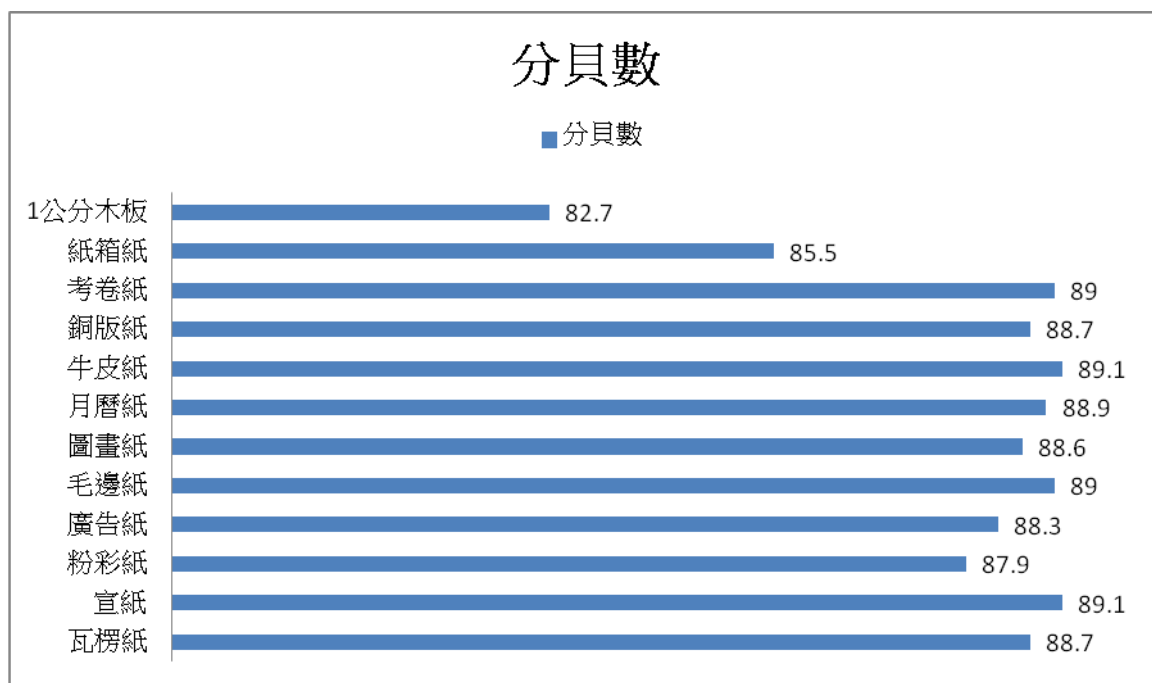
陸、討論

一、尋找簡便就能做隔音實驗的架設方式：

第一代	第二代	第三代
		
89.4db	89.5db	88.6db

1. 實驗過程中發現，第一個塑膠整理箱，因空隙多而讓聲音容易從空隙流出，所以在教室門窗緊閉的回音加成下，反而音量變大了。
2. 在紙箱當隔音的第二個實驗，紙箱的厚度與密度疑似比塑膠還差，反而音量更大，根據第49屆科展的實驗，它們做窗簾實驗即用到水泥來做隔音，可知隔音與密度有關，但我們是以「紙」為主體要找簡易的隔音器材，所以只能在這方向繼續進行。
3. 偶然的發現，我們使用500張影印紙包裝來隔音，效果出奇的好，想必是厚度夠才能造成這樣的效果，這也促使我們研究紙張厚度對隔音的影響。

二、探討不同種類的紙張對隔音的影響：

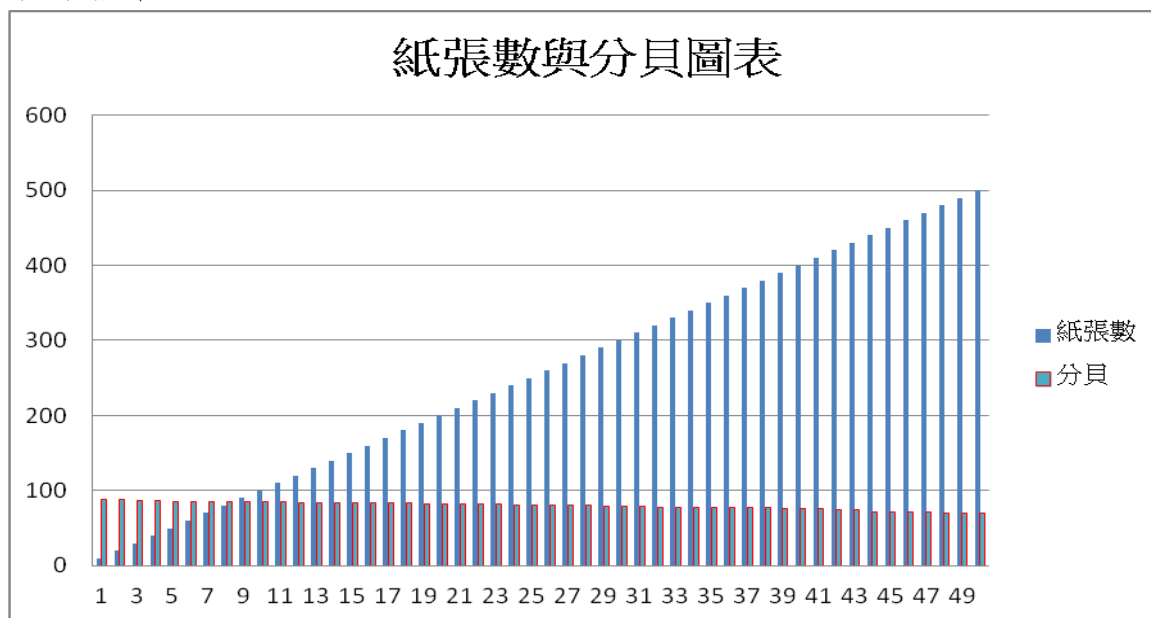


1. 從圖表可以看出，不同種類紙張的隔音效果可能一樣，如牛皮紙和宣紙，且在較薄的紙張中，其厚薄影響隔音並不大。
2. 我們大膽嘗試拿木板來阻隔聲音，的確達到很好的效果，還有紙箱裁出來的紙，果然在音量有明顯下降。

3. 實驗過程中，我們覺得音量大幅下降，但測出的數據變化不大，經查證發現原來每差一分貝就相差 1.259 倍的能量，而且是連續相乘，也就是 10 分貝就相差 10 倍能量，20 分貝就相差 100 倍的能量，人的耳朵對於音量算靈敏，所以才會有極大差異。

三、探討紙張的厚度對隔音的效果：

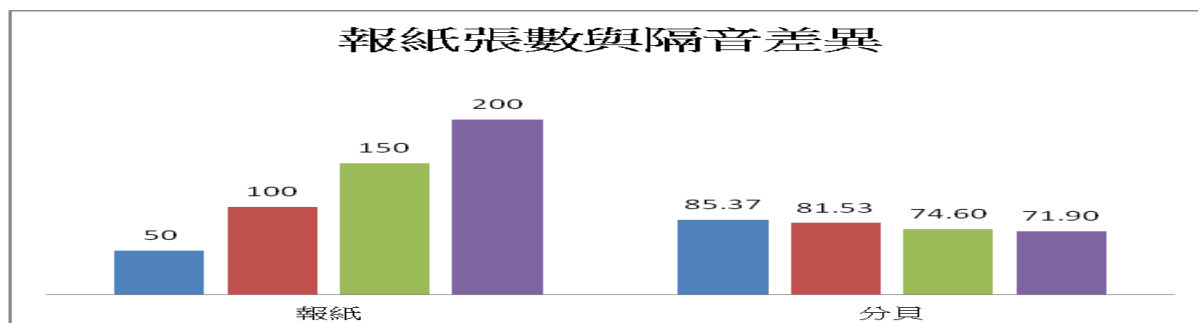
(一) 影印紙



0 張	100 張	200 張	300 張	400 張	500 張
89.3 db	85.13 db	81.93 db	78.97 db	75.83 db	69.40 db

1. 從圖表可以看出，紙張多寡對於隔音有效，越多紙張隔音越好，再從數據可看出來，我們讓音量從 89.3 db 降到 69.40 db，也就是能量相對減少了 100 倍。
2. 但實驗過程中發現，紙張越多，我們手操控越難，可能多少會出現縫隙而讓聲音外流，造成數據的誤差，因此每一次測試前我們都仔細檢查是否有縫隙才開始實驗。

(二) 報紙



1. 我們大膽嘗試報紙是否有相同效果，結果效果較好，只是報紙因較舊，之間又多了空氣阻隔，在 200 張就幾乎減少了 100 倍能量的聲音，達到 71.9db，這也證實我們在課堂聽到的，隔音牆中有某些空間是可以消除音量。

柒、結論

- 一、尋找簡便就能做隔音實驗的架設方式是可以在每間學校完成，只要有影印紙包與電腦和平板電腦就可以有簡易隔音設備的實驗，但如果是要追求更精準的，必須在縫隙上多下點功夫。
- 二、探討不同種類的紙張，我們發現在厚度較薄的紙張中，單一紙張厚度並不能決定隔音的程度，但堅硬的紙質隔音較好，因其密度較高。還有當紙張厚度達到大約 0.3 公分以上(紙箱紙)，就會對隔音有影響，因此在教室若要隔絕光線與噪音，紙箱可以是一簡便的選擇。
- 三、探討紙張的厚度對隔音的效果中，我們發現越多層的紙張，隔音效果越好，再進一步實驗則發現，紙張之間若有空隙，也可以增加隔音的效果。不過最後的空隙需要進一步的實驗才能加以說明。
- 四、總結：「紙」揮掉聲音的程度有限，但確實有作用，紙張也可以做為隔音甚至成為實驗的好工具，但只能簡便使用。

捌、參考資料及其他

1. 中華民國第 49 屆中小學科學展覽會。國小組。向忍「氣」吞「聲」說 NO——探討教室通風與隔音的兩難問題。
2. <http://zh.wikipedia.org/wiki/分貝>。維基百科