

攔截聲音

高小組物理科第一名

台北市東門國民小學

作者：王俊權

指導教師：王素慧 蘇淑嬌

一、研究動機

通風和隔音，是互相衝突的。在生活中，存在各種噪音，若要新鮮空氣，就得打開門窗，但噪音就傳進來，使我們不能得到安寧的生活和讀書環境。故要做此研究，解決通風和隔音的兩難問題。

二、研究目的

研究各種頻率聲音經各種形式隔板，通過之百分率。

(一)單層隔板開洞：改變洞的大小及數目

(二)雙層隔板開洞：每層隔板各開一洞；兩洞；兩洞以上；改變洞之位置及隔板間距離。

(三)三層隔板開洞：每層隔板各開一洞；中央層變兩洞；變三洞；改變洞的位置；改變空腔長度。

(四)隔音板上鑽許多小洞：使用保力龍板；瓦楞紙板；改變兩層板間距離；在有洞兩層板間插入兩鑽小洞瓦楞紙板。

(五)塑膠布當窗簾：改變層數；改變距離。

(六)有孔隙的牆壁之模擬：材質使用一小石子、玻珠、綠豆、安南子、小木塊、塑膠短管、橡皮筋。

綜合以上六部分的研究結果，找出通風而隔音的最佳途徑。

三、研究設備

(一)木頭 7 根 ($2.7 \times 0.9 \times 180$ 公分)，細木頭 4 根。

(二)壓克力箱 1 個 ($18 \times 28 \times 16$ 公分)，脫脂棉花 1 盒。

(三)數位三用表 1 個 (靈敏度 0.1 毫伏 AC)，麥克風、錄音機帶各 1。

(四)瓦楞紙、塑膠布、保力龍、紗網。

(五)玻珠、小木塊、橡皮筋、安南子、塑膠短管、綠豆、小石子。

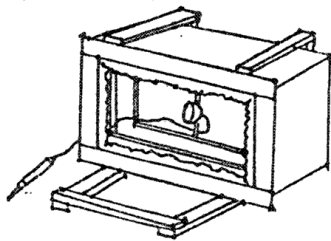
四、研究過程

(一)測音箱的製作：

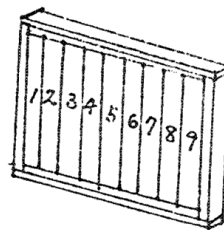
1. 將粗木條製成矩形木框，套在壓克力箱口，並做成一支架支撐之。
2. 將脫脂棉平鋪在壓克力箱內壁，以細木條固定之。
3. 在箱底黏一木條支撐麥克風於中心。如特圖一。

(二)隔音板的製作：

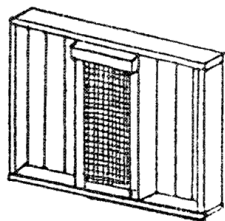
1. 將粗木條鋸成長 28.5 公分、寬 18.9 公分的矩形木框 4 個，並將粗木條鋸成長 16.9 公分，共 33 條，使每 9 條恰可排入 1 個木框中，又將細木條鋸成長 26.4 公分，共 12 條，以便將上述在框中的木條固定，而卻能隨意拆下或裝上，以便改變隔音板上的開洞位置。再將粗木條鋸成 15.3 公分者 3 條及長 14.5 公分者 1 條，使恰可塞在上述框中兩細木條間，用以改變空腔長度。如特圖二。
2. 將上述之 1 木框以 6 條粗木條分兩邊各 3 條排入，在中央 3 個木條空位裝入長 16.9 公分，寬 9.8 公分之木框，此木框前後兩面，黏上紗網，構成有 1 端為開口之盒子，此盒中可隨意裝入各種材質，以模擬有孔隙的牆。如特圖三。
3. 取瓦楞紙長 29 公分，寬 19 公分的矩形 3 塊，在其中 2 塊上，每隔 4 公分鑽一洞；每 4 洞中心再鑽一洞，洞之直徑約 1 公分。又以保力龍為材質，一鑽洞，一不鑽洞，鑽洞情形同上。將塑膠布剪成箱口大小的矩形 3 塊。



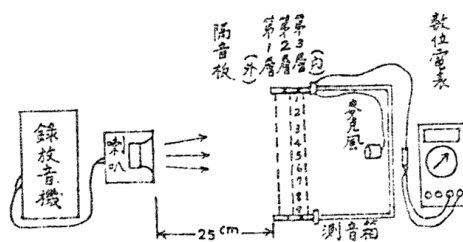
測音箱（特圖一）



隔音板（特圖二）



模擬有孔隙的牆（特圖三）



儀器安裝（特圖四）

(三)實驗儀器的安裝：

1. 將所需的隔音板套在測音箱口，放在箱底突出的兩粗木條上，在該粗木條前端黏上一細木條，視隔音板的層數為1、2、3層分別塞入2條、1條、0條之粗木條於隔音板與木條間，使隔音板下部固定。並在隔音板上方與測音箱上方，分別套上長6.7公分、9.4公分、12公分的U型木條，使隔音板上部固定。
2. 將錄音機的喇叭箱放在測音箱前方，使喇叭口對正測音箱之開口。喇叭箱前緣到隔音板外緣保持25公分不變。如特圖四。

(四)聲音的產生方法：

以錄音機在近距離錄下電子琴各種頻率的連續聲音約10秒，再放出時，便成為聲源。

(五)聲音的偵測方法：

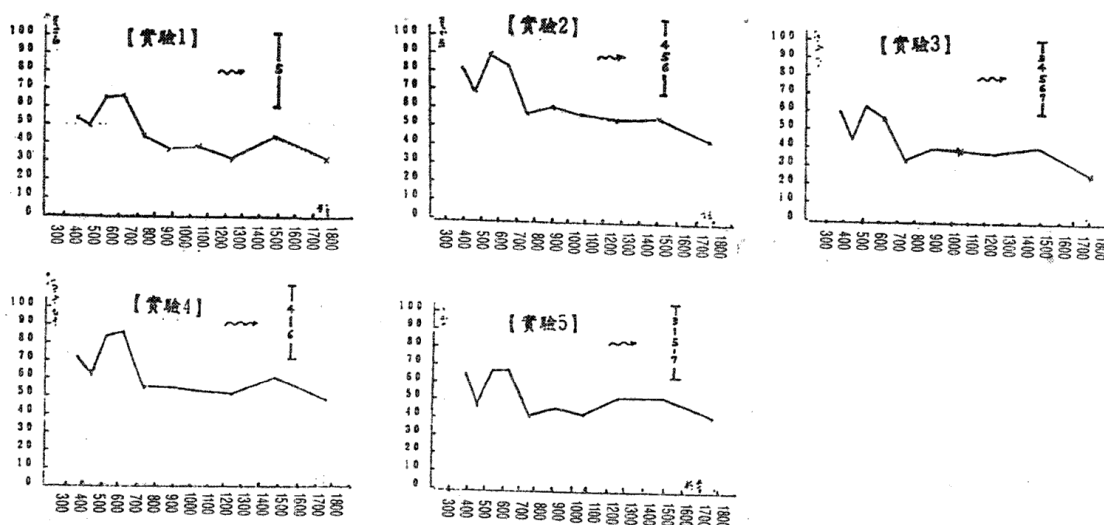
將麥克風的輸出接到數位三用表上，將此電表轉到200毫伏交流電壓檔，當聲音傳來時，讀所生電壓即可。

(六)實驗數據的處理：

1. 當箱口無隔音板時，發出聲音，讀取電壓做3次，求平均值。以此為基準，定其百分率為100%。
2. 在箱口套上各種隔音板，如上述，量其電壓除以空框在該相同頻率時之電壓，乘100便是百分率，代表聲音透過隔音板振幅的百分率。
3. 將頻率畫在方格紙的橫軸，百分率畫在縱軸，所得曲線便能描述該隔音板在各種頻率時攔截聲音的能力，曲線越低，隔音越好。

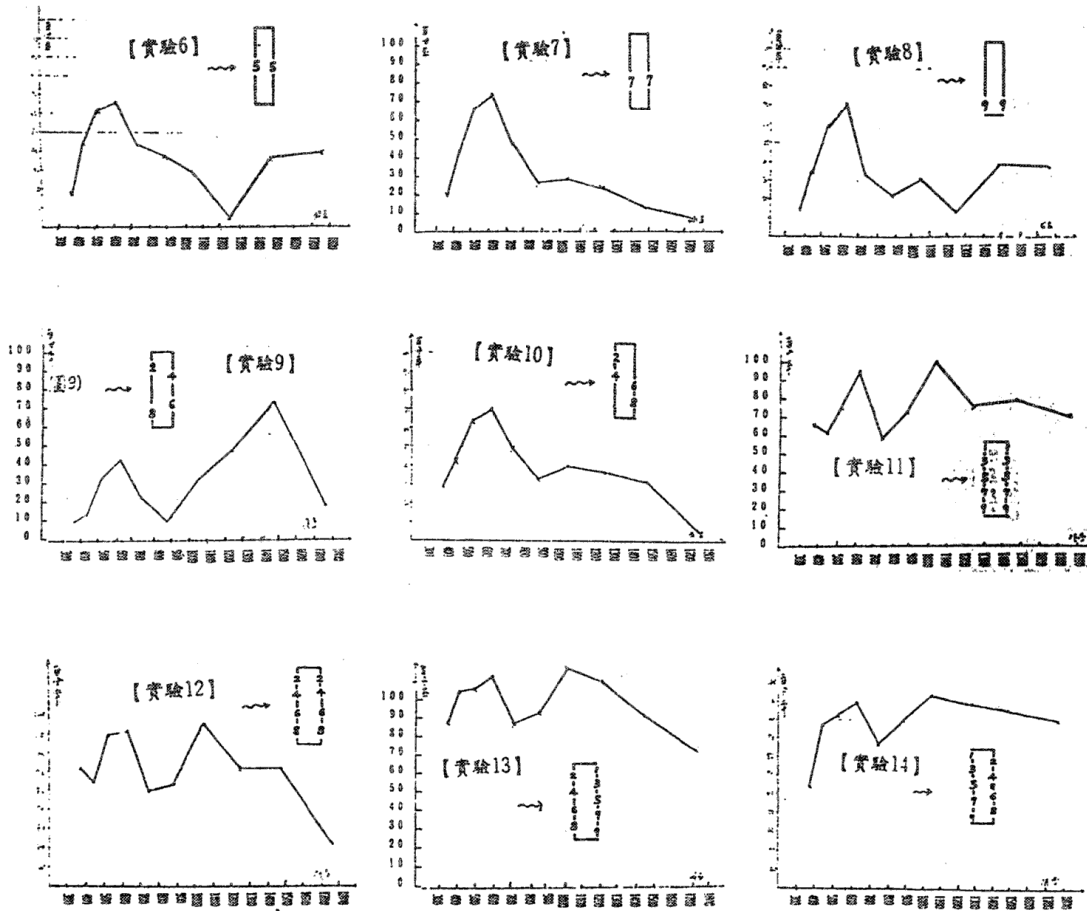
五、實驗結果

(一)單層隔板開洞：改變洞的大小及數目。



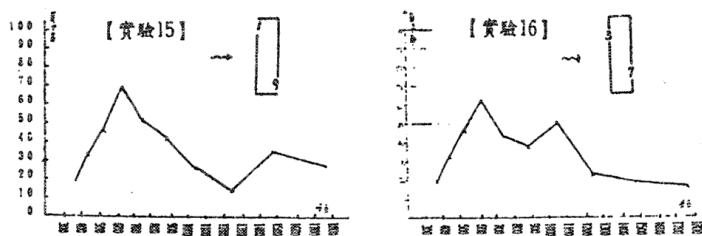
發現：洞越大，攔聲能力越小。洞越多，攔聲能力越差。

(二)雙層隔板開洞：均開1、2、多洞；改變位置，對稱與否：



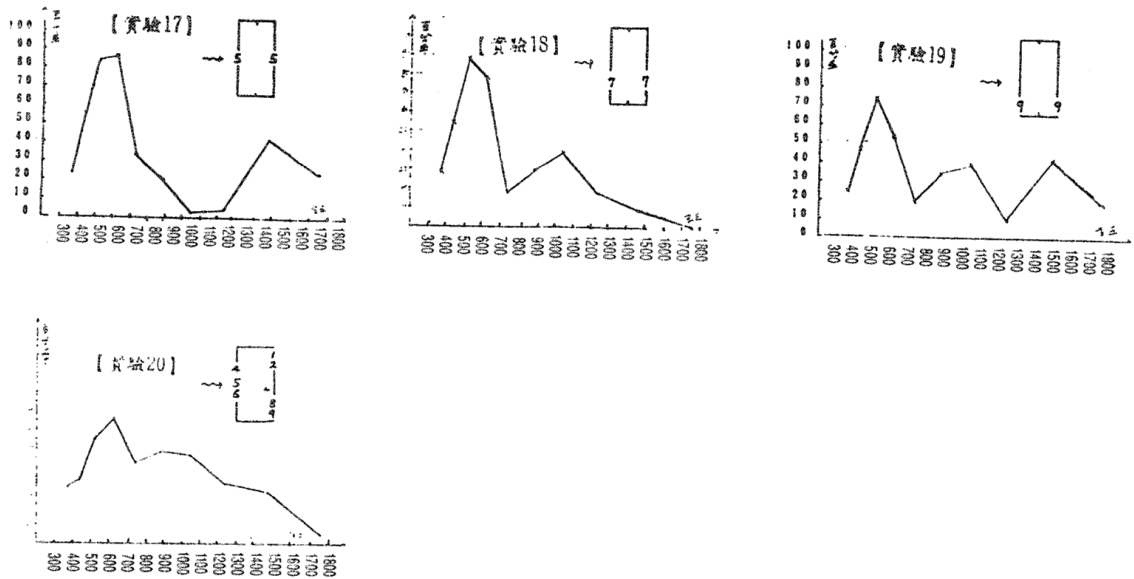
發現：均開第5洞者，在1244赫時，隔音好；均開第7洞者，在880赫以上時，隔音均佳，頻率越高越強。洞對稱者較差，不對稱者較佳。均開許多洞時，均差。縱使洞不對洞，亦差，中央均無洞，在高頻時，稍可。外層中央不開洞者，在高頻者，稍可。

均開1洞，改變兩洞距離：



發現：第1層開第1洞，第2層開第9洞時，在1244赫時，甚佳。而第1、2層分別開第3、7洞則在1760赫佳。

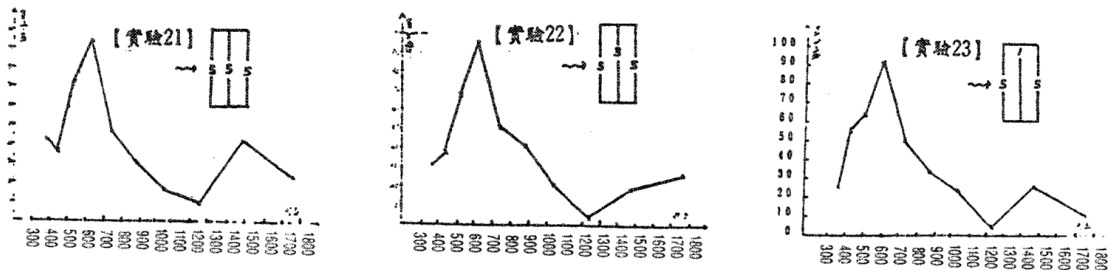
改變隔板間之距離：中央層插入一空框。



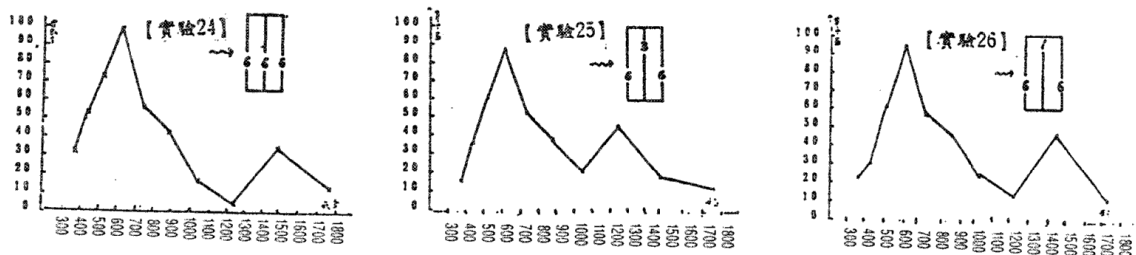
發現：距離拉開後，攔聲能力提高。(實驗 17 ~ 20)

(三) 三層隔板開洞：

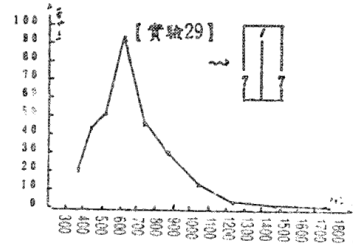
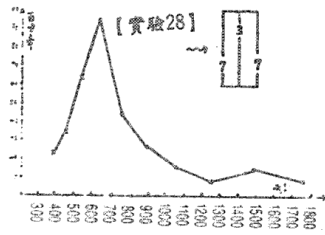
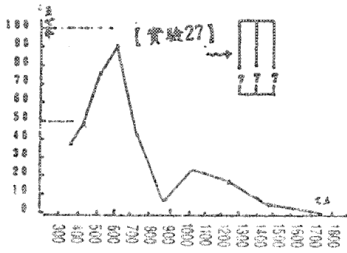
1. 每層隔板各開 1 洞：



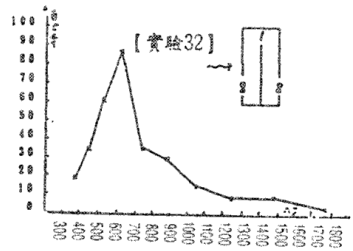
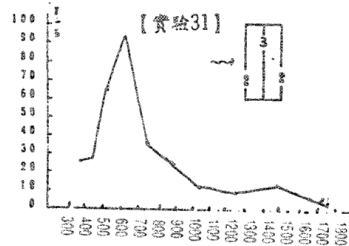
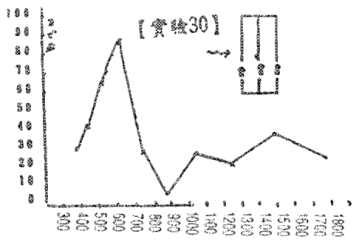
發現：第 2 層開第 3 洞者，攔聲能力較佳，在 1046 至 1480 赫間均佳。(實驗 21 ~ 23)



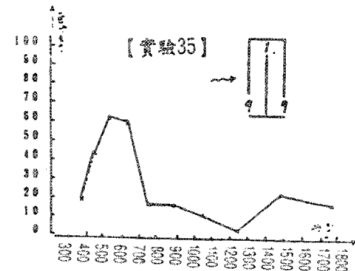
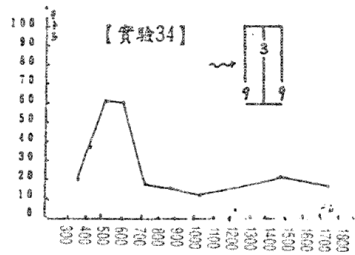
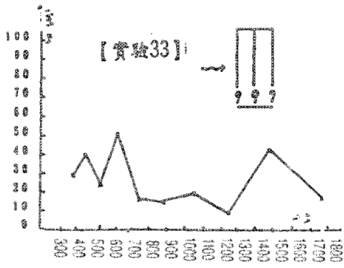
發現：第 2 層開第 3 洞者，在 1480 赫以上時，攔聲能力較佳。(實驗 24 ~ 26)



發現：第2層開第1洞者，在1046赫以上時，攔聲能力均甚佳。（實驗27 ~ 29）

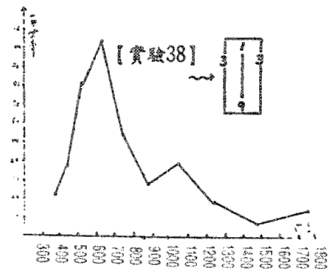
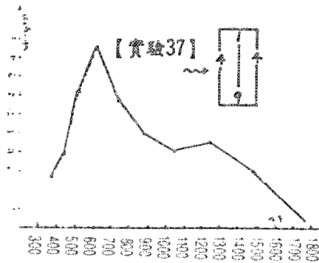
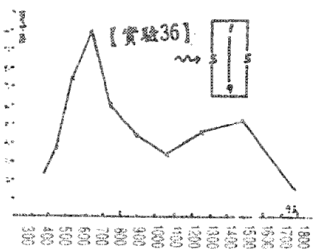


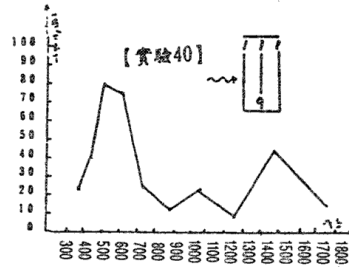
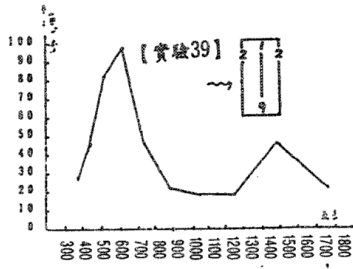
發現：第2層開第1洞者，在1244赫以上時，攔聲能力甚佳。（實驗30 ~ 32）



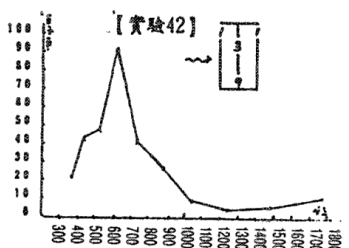
發現：此三種安排在740赫至1244赫間，攔聲能力均佳。（實驗33 ~ 35）

2. 內外層各開一洞，中央層開兩洞：



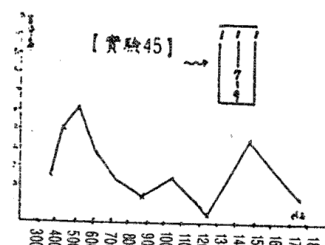
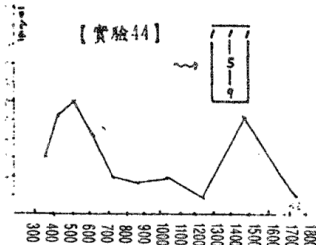
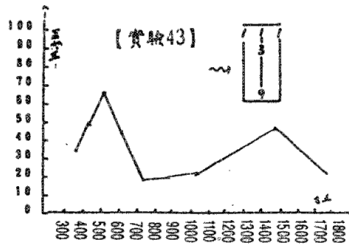


發現：內外層開第 1 洞者，較適用於 740 赫至 1244 赫間；內外層開第 3 洞者，較適用於 1244 赫以上。（實驗 36 ~ 40）

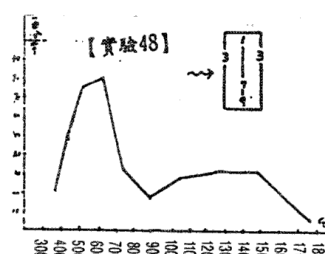
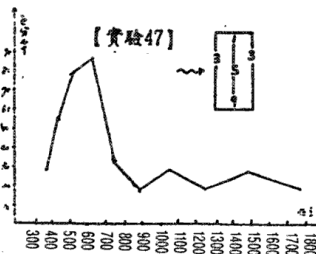
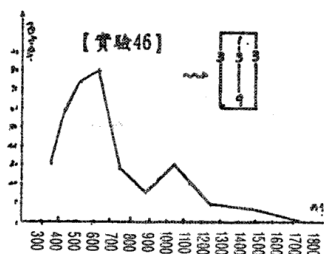


發現：中央層開第 9 洞者，在 1046 赫以上時，攔聲能力均甚佳。（實驗 41、42）

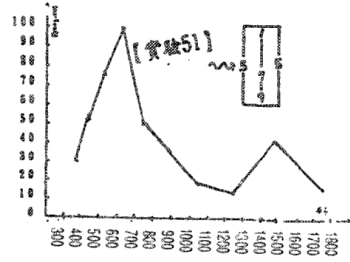
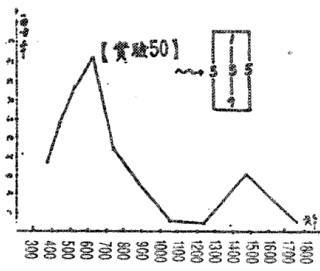
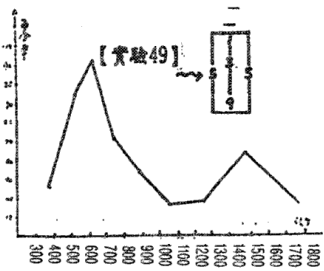
3. 內外層各開一洞，中央層開 3 洞：（實驗 43 ~ 45）



發現：740 至 1244 赫間，均佳。

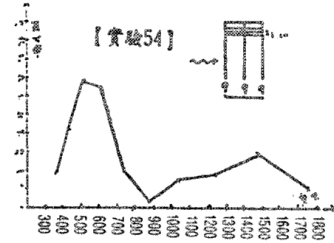
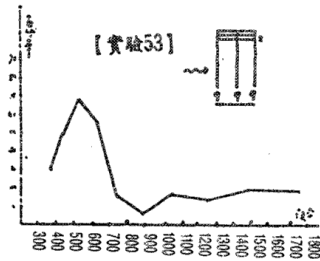
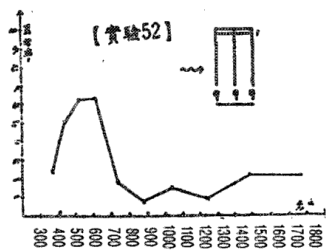


發現：中央層開第 1、3、9 洞時，在 1244 赫以上時，攔聲能力甚強。（實驗 46 ~ 48）

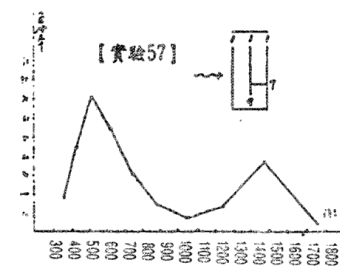
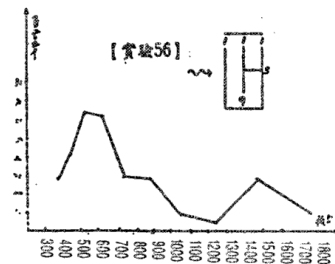
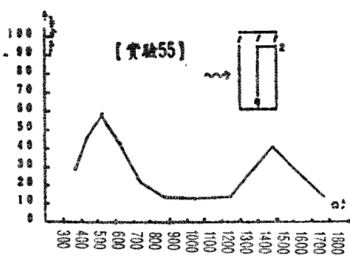


發現：中央層開第 1、5、9 洞者，可用於 1046 赫至 1244 赫之間。（實驗 49 ~ 51）

4. 改變空腔長度：



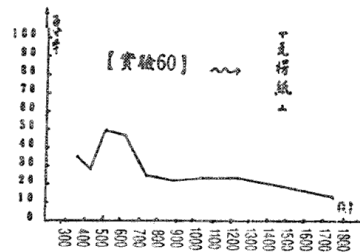
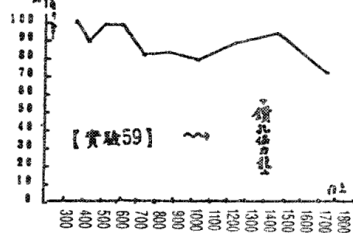
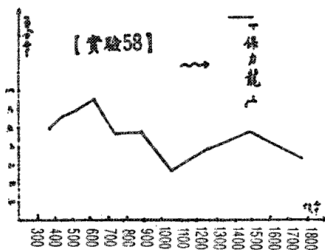
發現：空腔長度縮短 7.2 公分時，在 880 赫之攔聲能力甚佳。（實驗 52 ~ 54）

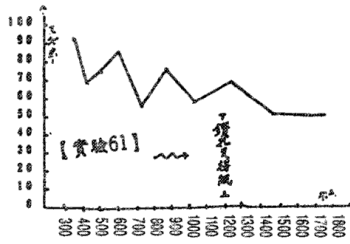


發現：長空腔者，在低頻率攔聲能力佳。（實驗 55 ~ 57）

(四) 隔音板上鑽許多小洞：

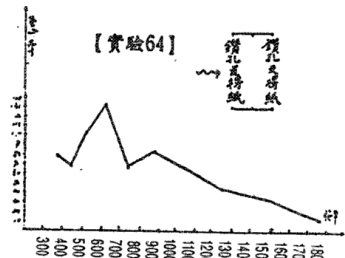
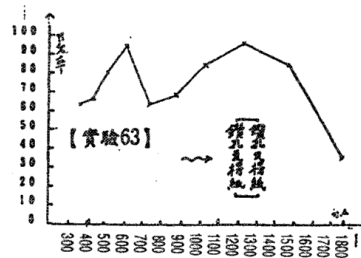
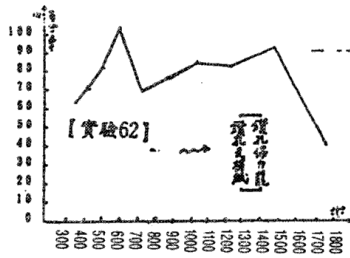
1. 保力龍板及瓦楞紙板鑽洞與否：





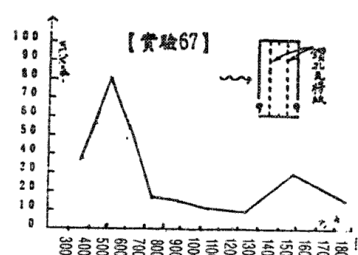
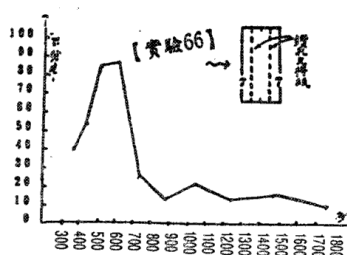
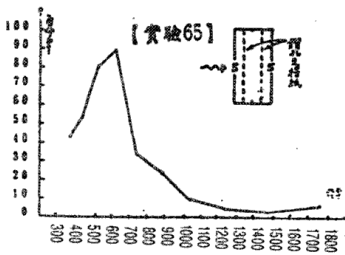
發現：無論鑽洞與否，瓦楞紙較保力龍板攔聲能力強。

2. 兩層鑽洞隔板間距離變化：



發現：鑽洞瓦楞紙距離加大時，低頻時變差；高頻時變好。（實驗 62 ~ 64）

3. 在有洞的內外兩隔板間插入兩鑽小洞的瓦楞紙板：

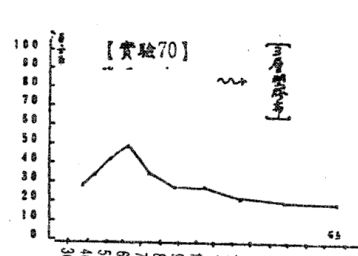
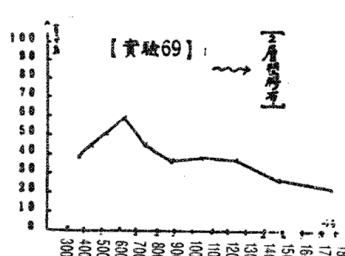
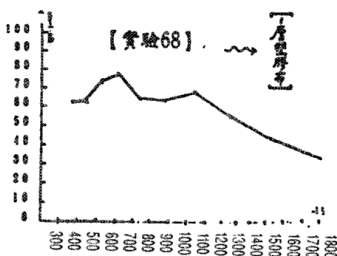


發現：開第 9 洞者較適低頻；開第 5 洞者較適高頻，1046 赫以上甚佳。（實驗 65）

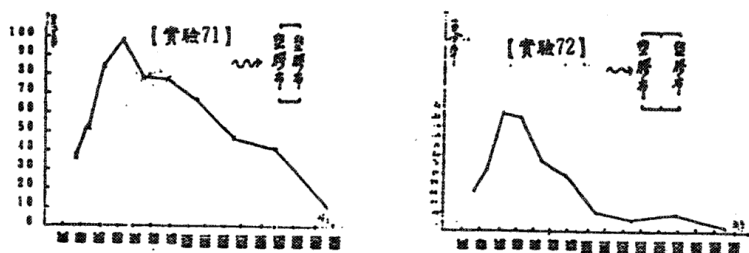
(五) 塑膠布當窗簾：

1. 改變層數：

發現：窗簾數由一層變為兩層時，攔聲能力增強甚多；由兩層再增為三層時，攔聲能力只稍為增加。（實驗 68 ~ 70）

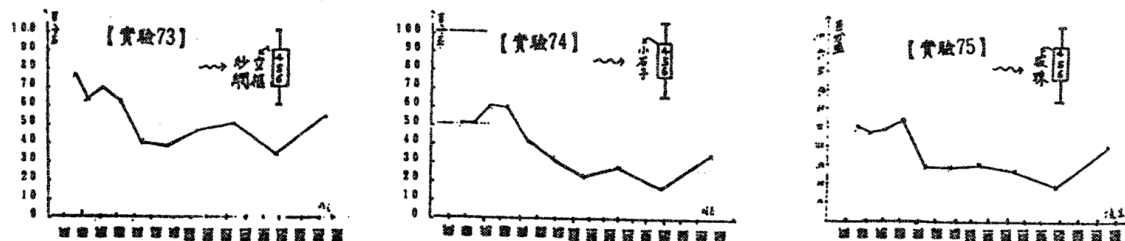


2. 改變距離：

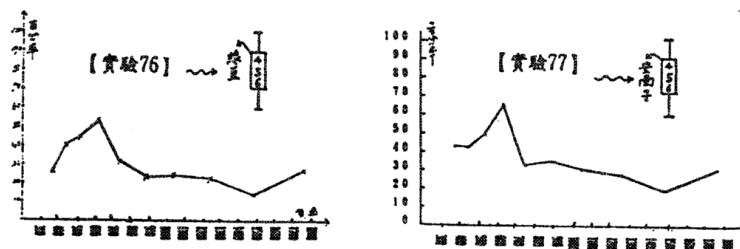


發現：與實驗 69 比較，知塑膠布由密接變為分離一空框距離時，其攔聲能力在低頻時變差；其距離由一空框變為二空框時，其攔聲能力在低頻時，變得更差，但在高頻時卻變好。

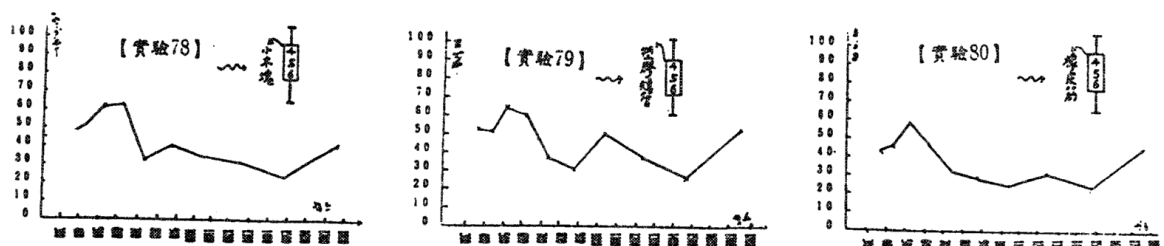
(六)有孔隙的牆壁之模擬：



發現：以玻璃珠填入者，在低頻時，攔聲能力較小石子者強；在高頻時，小石子較佳。



發現：小又均勻的綠豆，其攔聲能力高於大又不均勻的安南子，但其通風性，則較低。



發現：在低頻時，橡皮筋者，攔聲能力最佳；在高頻時，塑膠短管者，攔聲能力最差。

六、討論

- (一)因爲聲音的能量，是和它的振幅的平方成正比，也就是和所產生的電壓的平方成正比。所以如果所設計的構造能使所生的電壓降至 20 % 以下，其能量已降至 4 % 以下，已具有攔截聲音的實用性；若所生電壓降至 10 % 以下，其能量便已降至 1 % 以下，其攔截聲音的能力堪稱優良；若所生電壓竟能降至 5 % 以下，則聲音的能量，已降至 0.25 % 以下，其攔聲能力，可謂極優。
- (二)在實用上可參酌噪音的頻率範圍及通風性的要求程度，同時也考慮經濟上的費用，在以上各種設計構造中，挑選最適宜者用之。
- (三)以上實驗僅爲模型，其空腔尺寸較小。若空腔尺寸放大數倍，則其適用之頻率當可降低爲原有的數分之一，亦即控制空腔長度即可使以上設計構造用於各種頻率範圍。
- (四)在以上 80 個實驗中，可見許多設計都有攔聲能力，適當地使用有孔隙牆、窗簾以及隔音板，可達通風又攔聲的目的。

七、結論

本實驗中，對於通風而隔音的各種設計，其對各種頻率聲音的攔聲能力，已測量而有各種發現，其結果已在各實驗中詳述。爲實用所需，特將較有特色之設計列於以下【綜合表】中，其在各頻率電壓百分率，分別以：

“△”號代表百分率爲 10 % 到 20 %，攔聲能力“可”。

“○”號代表百分率爲 5 % 到 10 %，攔聲能力“優”。

“○○”號代表百分率爲 5 % 以下，攔聲能力“極優”。

【綜合表】

實驗	構造	適用頻率					
		740	880	1046	1244	1480	1760
17				○○	○○		
18					△	○	○○
29				△	○○	○○	○○
32				△	○	○	○○
34		△	△	△	○○	△	△
35		△	△	△	○○		△
42					○	○○	○
43		△	△	△	○○		
46			△		○	○	○○
50				○○	○○		
52		△	○	△	○	△	△
54		△	○○	△	△		△
57			△	○	△		○○
65				○	○○	○○	○○
66			△	△	△	△	○
67		△	△	○	○		△
*	註：(△爲10%~20%)，(○爲5%~10%)，(○○爲5%以下)。						

評語

討論單隔板上開設洞孔的大小，數目，兩層及數層隔板開設數個洞孔之大小、數目、分布與隔板間距等因素對聲音通過率的影響，變因之掌握正確詳細，研究方法正確。