

# 中華民國第 53 屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

---

國小組 生活與應用科學科

080815

上課了，誰還有聲音？是「它」！

～利用環保材質，減少椅腳噪音的方法

學校名稱：臺南市善化區大成國民小學

|        |       |
|--------|-------|
| 作者：    | 指導老師： |
| 小六 胡愷娣 | 黃招華   |
| 小六 蘇健嘉 | 周芳瑤   |
| 小六 王紹儒 |       |
| 小六 蘇莞庭 |       |
| 小六 陳佩仔 |       |
| 小五 彭怡仁 |       |

關鍵詞：噪音、摩擦力、環保材質

## 摘要

教室是我們學習的主要場所，卻因為椅子的拉動產生噪音，影響我們的學習。藉由此實驗，了解椅子拉動時所產生的噪音值，由一張椅子的 80 分貝，到全班產生的 100 分貝。而椅子拉動的方式不同，包含往前推、往後拉或是翹腳腳拉動，所產生的噪音大小都不同。椅子往前推時所產生的噪音最大，往後拉較小，若椅腳翹起來時，噪音值更小。為了建立更佳的學習環境，因此利用環保材質來包覆椅腳，減少噪音。單層包覆後，以網球的效果最佳，噪音值 61.1 分貝，布類的效果也很好，比對照組的 89.3 分貝低很多。在多層包覆中，都可降到 60 分貝左右，和市售的減噪墊片效果差不多。所以包覆物質愈厚愈柔軟、愈粗糙都能有效減少噪音的產生，且這些都是廢物利用，經濟實用。

## 壹、 研究動機

「起立」「敬禮」「老師好」每天的上課，總是在同學拉動桌椅的「ㄐ—ㄐ—」聲音中揭開序幕，課堂中偶爾會傳來椅子的移動聲打擾我們上課，而最恐怖的莫過於午睡時，正當大家已昏昏沉沉進入夢鄉時，突然傳來「ㄐ— ………」尖銳又刺耳的摩擦聲，常讓大家從睡夢中驚醒，埋怨的眼神就像一支支銳利的箭，紛紛射向那位無辜的同學——「我」的身上，其實我只是輕輕拉一下椅子，怎知會造成如此巨響呢？為了避免再吵到同學，我想到五年級時自然課學到有關「聲音與樂器」、「力與運動」的單元，所以我們找老師討論有關椅腳發出擾人噪音的問題，希望可以得到減少噪音的方法。

## 貳、 研究目的

- 一、 想了解我們的椅子在教室地板摩擦所產生的噪音音量大小。
- 二、 比較椅子在不同材質的地板上摩擦所產生音量的大小。
- 三、 想了解椅子所承受的重量與所產生的噪音音量大小的關聯。
- 四、 想了解我們拉動椅子的角度不同，對噪音音量大小是否有影響。
- 五、 比較椅子經過不同材質包覆後所產生音量的大小。
- 六、 比較市售椅腳保護墊減少噪音的效果。
- 七、 比較不同材質包覆的耐用程度。























## 參、 研究設備及器材

### 一、使用器材:

分貝計、計算機、磅秤、滑輪組、鉛球（2.7kg、3.3kg）、1公斤水瓶、大型量角器、大型三角板、美工刀、剪刀、椅子、彈簧秤、捲尺、30公分直尺、雙面膠、膠帶、砝碼、軟墊、照相機、錄音筆、電腦、軟墊

| 實驗用分貝計  | 第一代滑輪組  | 第二代滑輪組   |
|---|---|--|
|  |  |  |

### 二、包覆物質與市售減噪墊片

| 環保包覆物質 |   |   |   |  |   |   |
|--------|---|---|---|--|---|---|
| 物品     | 襪子  | 棉布  | 泡棉  | 水果網套   | 海綿  | 氣泡布   |
| 照片     |   |   |   |   |   |   |
| 物品     | 瓦楞紙   | 厚紙版   | 銅板紙   | 影印紙  | 鋁箔包   | 牛奶盒   |
| 照片     |  |  |  |  |  |  |
| 物品     | 網球  | 塑膠蓋   | 透明膠帶  | 泡棉雙面膠  | 厚海綿   |   |
| 照片     |  |  |  |  |  |   |
| 市售減噪墊片 |   |   |   |  |   |   |
| 物品     | 全毛氈   | 地毯保護墊片  | 黑色泡棉保護墊片  | 透明塑膠片  | 防滑墊   |   |
| 照片     |  |  |  |  |  |   |

## 肆、研究過程與結果

一、環境描述：我們的教室地板是貼瓷磚，瓷磚面積為 20\*20 之正方形，椅子在拉動時經過瓷磚的接縫，會產生「ㄎㄨㄎㄨ」的聲響。為避免外在音響影響測量結果，實驗皆在週三下午（只有少數社團學生留校）的上課時間進行，並固定在同一間教室，同一個區域的地板進行。實驗進行中關閉門窗，並隨時注意背景音量。

研究一、我們的椅子在教室地板摩擦所產生的噪音音量大小。

實驗一：測量一張椅子在移動時所產生的噪音值

想法：當小朋友站著移動椅子時，不同的拉動方式所產生的噪音值會有所差別嗎？

（一）、研究過程：

- 1.分別找兩位同學，站著手扶椅背處模擬平常往前推椅子及往後拉椅子的情況，比較其所產生的噪音值？
2. 噪音計放在離椅子 20 公分處，在噪音持續產生時，取噪音值最高兩次之數據的平均值。
- 3.為避免誤差，測量十次取平均值。

（二）、研究結果

| 地板材質        | 甲生   |      | 乙生   |      |
|-------------|------|------|------|------|
| 拉動方式<br>噪音值 | 前推椅子 | 後拉椅子 | 前推椅子 | 後拉椅子 |
| 1           | 88   | 78   | 89   | 76   |
| 2           | 92   | 73   | 87   | 77   |
| 3           | 88   | 71   | 86   | 80   |
| 4           | 90   | 71   | 85   | 74   |
| 5           | 88   | 71   | 85   | 70   |
| 6           | 89   | 72   | 86   | 71   |
| 7           | 87   | 74   | 88   | 70   |
| 8           | 89   | 76   | 86   | 69   |
| 9           | 89   | 70   | 89   | 71   |
| 10          | 89   | 72   | 86   | 70   |
| 平均          | 89   | 73   | 87   | 73   |

（三）、研究發現

- 1.甲乙兩人椅子往前推的噪音值相近，兩人椅子往後拉的噪音值也相近。
- 2.往前推的噪音值為 87-89 分貝，往後拉的噪音值為 73 分貝，將椅子往前推的噪音值明顯較高。
- 3.我們在移動椅子時發現往前推較吃力，所出的力量較大，噪音值較高，有時還有「ㄎㄨㄎ」的聲音；往後拉較輕鬆，噪音值較低。

實驗二：測量一個班級在拉動椅子時所產生的噪音值

想法：一個人移動椅子，噪音值就有 80 分貝以上，若全班一起拉動椅子，噪音值是否會高到嚇人？

(一)、研究過程：

1. 選定四年級與六年級各一班級，分別測量拉動不同數量的椅子時，所產生的噪音值。為避免誤差，測量三次取平均值。
2. 分別採取坐著往前平拉，與站在椅子後方雙手扶在椅背上，往前平推的方式。
3. 採平推或平拉方式，避免椅子翹起落地時產生的撞擊聲響影響實驗結果。
4. 噪音計放在學生座位中間，在噪音持續產生時，取噪音值最高兩次之數據的平均值。

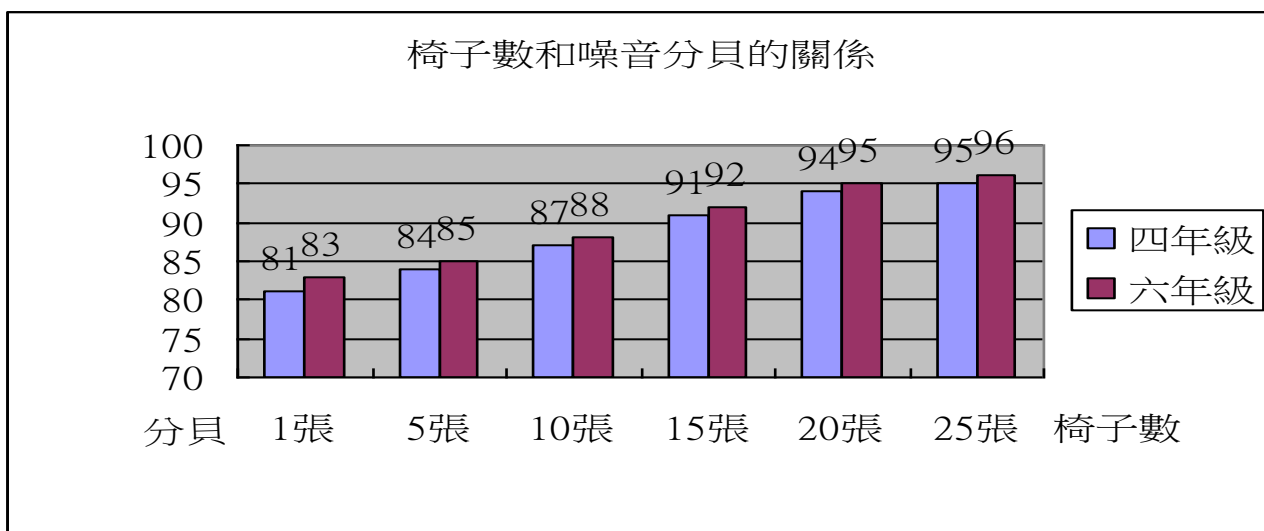
(二)、研究結果

5-2-1 小朋友坐著平拉椅子的噪音值

| 椅子數 \ 噪音值 | 1 張 | 5 張 | 10 張 | 15 張 | 20 張 | 25 張 |
|-----------|-----|-----|------|------|------|------|
| 1         | 80  | 85  | 86   | 92   | 93   | 94   |
| 2         | 82  | 83  | 87   | 90   | 95   | 95   |
| 3         | 81  | 83  | 88   | 91   | 94   | 96   |
| 平均        | 81  | 84  | 87   | 91   | 94   | 95   |

| 椅子數 \ 噪音值 | 1 張 | 5 張 | 10 張 | 15 張 | 20 張 | 25 張 |
|-----------|-----|-----|------|------|------|------|
| 1         | 81  | 83  | 88   | 89   | 95   | 97   |
| 2         | 84  | 88  | 87   | 93   | 94   | 95   |
| 3         | 85  | 85  | 89   | 93   | 96   | 95   |
| 平均        | 83  | 85  | 88   | 92   | 95   | 96   |

圖 5-2-1 坐著平拉，椅子數與噪音值的關係【四年級、六年級】



5-2-2 小朋友站在椅子後面，往前平推椅子的噪音值

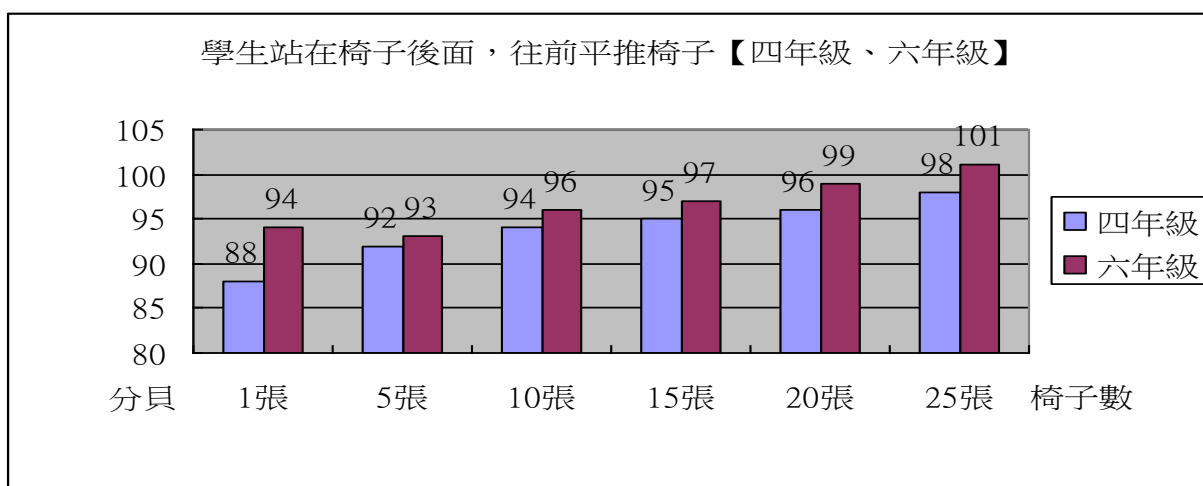
表 5-2-2-a 站椅後往前平推，椅子數與噪音值的關係【四年級】背景值：46-48 分貝（dB）

| 椅子數 \ 噪音值 | 1 張 | 5 張 | 10 張 | 15 張 | 20 張 | 25 張 |
|-----------|-----|-----|------|------|------|------|
| 1         | 88  | 90  | 92   | 92   | 93   | 97   |
| 2         | 86  | 94  | 96   | 97   | 96   | 100  |
| 3         | 89  | 93  | 93   | 95   | 98   | 98   |
| 平均        | 88  | 92  | 94   | 95   | 96   | 98   |

表 5-2-2-b 站椅後往前平推，椅子數與噪音值的關係【六年級】背景值：46-48 分貝（dB）

| 椅子數 \ 噪音值 | 1 張 | 5 張 | 10 張 | 15 張 | 20 張 | 25 張 |
|-----------|-----|-----|------|------|------|------|
| 1         | 94  | 94  | 94   | 97   | 97   | 101  |
| 2         | 93  | 94  | 97   | 98   | 99   | 101  |
| 3         | 94  | 92  | 97   | 97   | 100  | 100  |
| 平均        | 94  | 93  | 96   | 97   | 98.7 | 101  |

圖 5-2-2 小朋友站在椅子後面，往前平推椅子的噪音值【四年級、六年級】



(三)、研究發現：

1. 當小朋友坐著平拉椅子時，椅子張數愈多，噪音值愈高。但噪音值並沒有隨著椅子數等比例增加。
2. 當小朋友坐著平拉椅子時，六年級所產生的噪音值又比四年級高，可能是六年級的體重較重的緣故。
3. 當小朋友站在椅子後面，往前平推椅子時，椅子張數愈多，噪音值也愈高。六年級所產生的噪音值又比四年級高，可能是六年級所推的力氣較大的緣故。
4. 當小朋友站在椅子後面，手扶椅背往前平推椅子時，所產生的噪音值比小朋友坐著平拉椅子時還要高，且發現往前推時，較費力，需較大的力量。噪音值增加可能是力量增加，加大摩擦力的緣故。
5. 無論坐著平拉椅子或是站著平推椅子，一張椅子所產生的噪音值都在 80-94 之間，隨著椅子數增加，若以全班 25 張椅子來測，噪音值高達 94-101 之間，都是屬高噪音值的環境，小朋友在此高噪音環境下是不利學習的。

研究二、小朋友的椅子在不同材質的地板上摩擦所產生音量的大小。

實驗三：測量一張椅子在不同材質的地板移動時所產生的噪音值。

想法：小朋友在不同材質的地板移動椅子時，不同拉動方式所產生的噪音值會有所差別嗎？

(一)、研究過程：

- 1.分別在瓷磚地板、拼裝木頭地板、及窗臺的水泥地板，手扶椅背處模擬平常往前推椅子及往後拉椅子的情況，比較他們所產生的噪音值大小？
- 2.噪音計放在離椅子 20 公分處，在噪音持續產生時，取噪音值最高兩次之數據的平均值。
- 3.為避免誤差，測量十次取平均值。

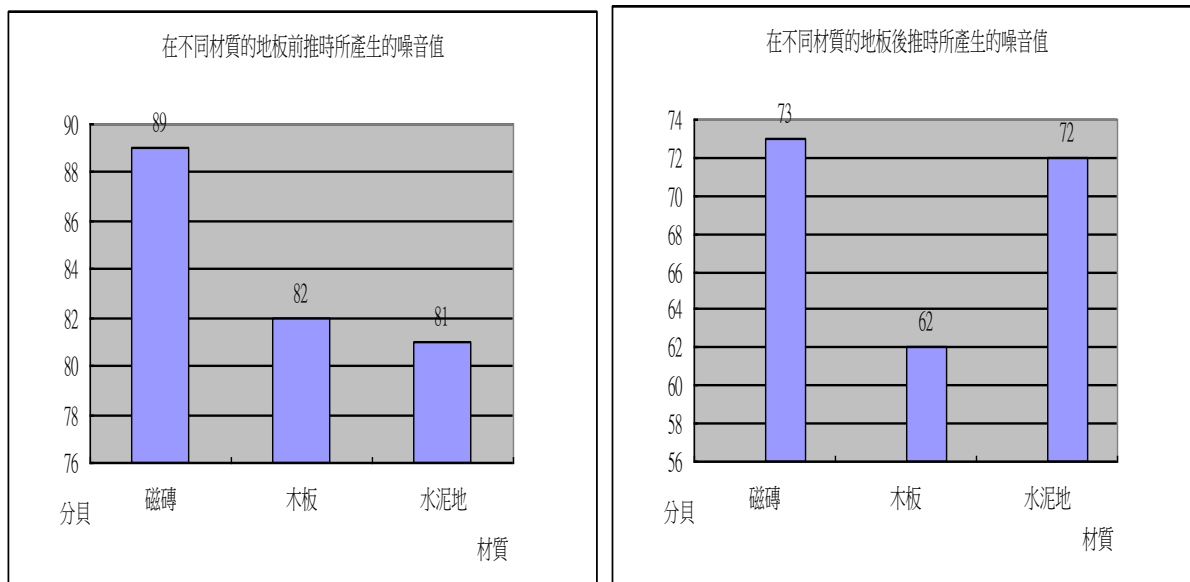
照片 5-3：椅子在不同材質的地板上移動



(二)、研究結果

| 表 5-3 椅子在不同材質的地板移動時所產生的噪音值 背景值：45-46 分貝 (dB) |        |    |     |        |    |     |
|--|--------|----|-----|--------|----|-----|
| 拉動方式   | 1.前推椅子 |    |     | 2.後拉椅子 |    |     |
| 地板材質   | 磁磚     | 木板 | 水泥地 | 磁磚     | 木板 | 水泥地 |
| 平均噪音值  | 89     | 82 | 81  | 73     | 62 | 72  |

圖 5-3 椅子在不同材質的地板移動時所產生的噪音值



(三)、研究發現

- 1.當椅子往前推時，在木板與水泥地的噪音值有比瓷磚稍微低一點，但噪音值都在 80 分貝以上。
- 2.當椅子往後拉時，木板地噪音值最低，水泥地次之，瓷磚最高。
- 3.在木質地板移動椅子，不論前推或後拉，都會在木質地板上造成刮痕。

研究三、椅子所承受的重量與所產生的噪音音量大小的關聯。

實驗四：測量椅子承受不同重物時，所產生的噪音值？

想法：在上一個實驗中發現，當小朋友坐著平拉椅子時，六年級所產生的噪音值又比四年級高，是否是因為椅子所承受的重量較重的緣故？

(一)、研究過程：

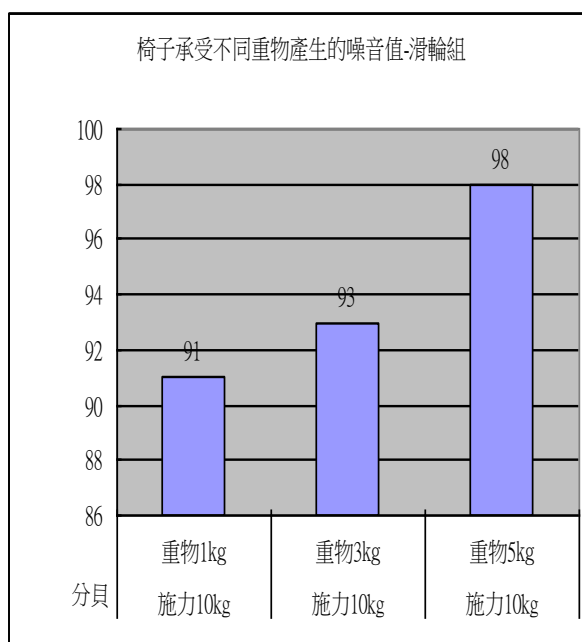
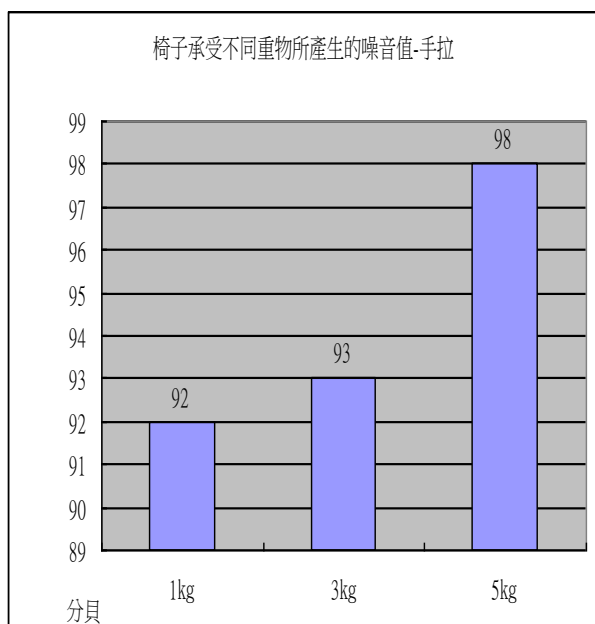
- 1.在椅子（重 4.36 kg）上分別放置 1 kg、3 kg、5 kg 的重物，並用手拉動椅子往前移動，記錄實驗結果。
- 2.為避免每次施力不一致，因此設計一組用三個滑輪組成的滑輪組。下面垂掛 10 kg 重物，當重物自然下降時，藉由滑輪組來拉動分別放置 1 kg、3 kg、5 kg 重物的椅子，。
- 3.將分別放置 1 kg、3 kg 重物的椅子改為 6 kg、8 kg 的重力拉。
- 4.噪音計放在離椅子 20 公分處，在噪音持續產生時，取噪音值最高兩次之數據的平均值。
- 5.為避免誤差，測量五次取平均值。

(二)、研究結果

| 施力 | 1. 手 拉 |      |      | 2. 利用滑輪組施力 10 kg |      |      |      |      |      |
|----|--------|------|------|------------------|------|------|------|------|------|
| 重物 | 1 kg   | 3 kg | 5 kg | 1 kg             | 移動秒數 | 3 kg | 移動秒數 | 5 kg | 移動秒數 |
| 總重 | 5.36   | 7.36 | 9.36 | 5.36             |      | 7.36 |      | 9.36 |      |
| 1  | 92     | 92   | 97   | 97               | 1    | 93   | 1.24 | 99   | 1.75 |
| 2  | 97     | 98   | 97   | 91               | 0.98 | 94   | 1.77 | 95   | 1.41 |
| 3  | 93     | 93   | 98   | 90               | 0.93 | 88   | 1.72 | 96   | 2.08 |
| 4  | 90     | 90   | 99   | 91               | 1    | 95   | 1.25 | 98   | 1.94 |
| 5  | 90     | 93   | 98   | 85               | 1.22 | 96   | 1.32 | 104  | 1.57 |
| 平均 | 92     | 93   | 98   | 90.8             | 1.03 | 93.2 | 1.46 | 98.4 | 1.75 |

\* 移動秒數為滑輪組上的重物降到地面的時間，也等於椅子移動的時間。

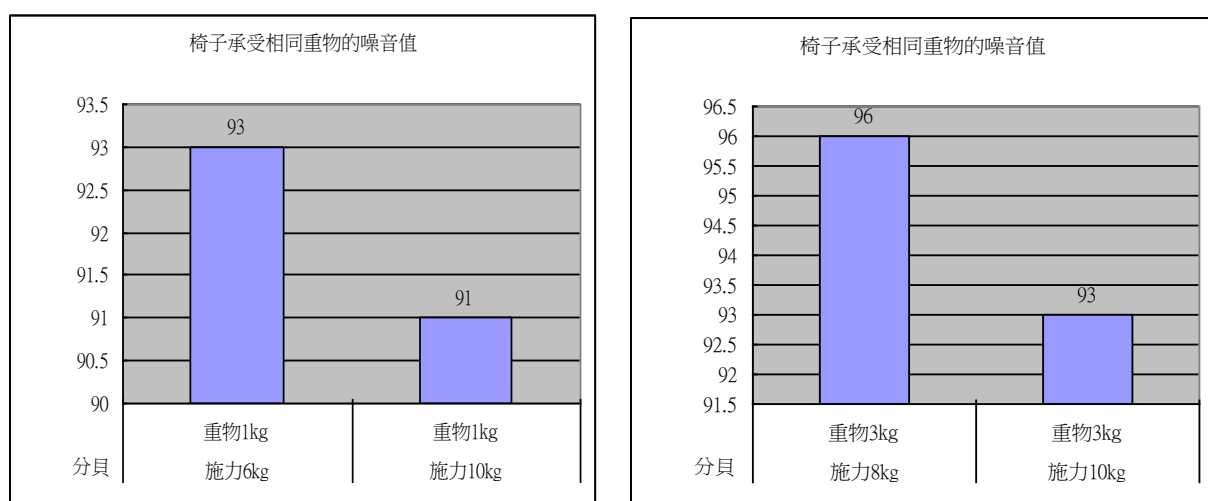
圖 5-4-1 椅子承受不同重物時，所產生的噪音值





| 重物 | 1 kg                    |      |       |      | 3 kg                    |      |       |      |
|----|-------------------------|------|-------|------|-------------------------|------|-------|------|
| 總重 | 5.36 kg (含 4.36 kg的椅子重) |      |       |      | 7.36 kg (含 4.36 kg的椅子重) |      |       |      |
| 施力 | 6 kg                    | 移動秒數 | 10 kg | 移動秒數 | 8 kg                    | 移動秒數 | 10 kg | 移動秒數 |
| 1  | 96                      | 2.16 | 97    | 1    | 96                      | 2.19 | 93    | 1.24 |
| 2  | 94                      | 2.06 | 91    | 0.98 | 97                      | 2.28 | 94    | 1.77 |
| 3  | 95                      | 2.02 | 90    | 0.93 | 94                      | 2.20 | 88    | 1.72 |
| 4  | 91                      | 2.12 | 91    | 1    | 97                      | 2.36 | 95    | 1.25 |
| 5  | 91                      | 2.02 | 85    | 1.22 | 94                      | 2.20 | 96    | 1.32 |
| 平均 | 93.4                    | 2.08 | 90.8  | 1.03 | 95.6                    | 2.25 | 93.2  | 1.46 |

圖 5-4-2 椅子承受相同重物，施力不同，所產生的噪音值



(三)、研究發現：

- 1.採用手拉時，發現隨著重物增加，噪音值也跟著增加，但因為缺少實驗器材，無法測量每次手拉所施的力量，因此改用可固定施力的滑輪組來拉動椅子。
- 2.採用滑輪組，施力 10 kg來拉動時，重物愈重，噪音值愈大，但移動速度愈慢。
- 3.在椅子上置 1 公斤重物，總重 5.36 kg，拉力分別為 6 kg與 10 kg時，拉力增加時移動速度也變快，但噪音值也因而降低少許。而重物 3 kg，拉力分別為 8 kg與 10 kg時也有相同的結果。



研究四、拉動椅子的角度不同，對噪音音量大小是否有影響。

實驗五：測量椅子斜拉時與地面呈現不同角度，所產生的噪音值？

想法：在拉動椅子時，有時會將腳椅翹起，此時所產生的噪音值是否不同？

(一)、研究過程：

1. 將後腳翹起，控制椅腳角度，分別在椅腳處黏貼不同角度的紙版，角度分別為 5 度、10 度、15 度，採用滑輪組拉力為 6 kg 來拉動，將椅子往前拉。(施力點在椅子前方中間)
2. 同 5-5-1 過程，改為翹前腳，往後拉。椅子往後拉時，施力點在椅座處。
3. 噪音計放在離椅子 20 公分處，在噪音持續產生時，取噪音值最高兩次之數據的平均值。
4. 為避免誤差，測量五次取平均值。

(二)、研究結果

| 表 5-5-1 翹後腳往前拉，背景值：46 分貝 |      |      |      | 表 5-5-2 翹前腳往後拉，背景值：46 分貝 |      |      |      |      |
|--------------------------|------|------|------|--------------------------|------|------|------|------|
| 斜拉角度                     | 5 度  | 10 度 | 15 度 | 斜拉角度                     | 5 度  | 10 度 | 15 度 | 0 度  |
| 1                        | 76   | 83.5 | 79.5 | 1                        | 72   | 73.5 | 73   | 91   |
| 2                        | 88   | 82.5 | 81   | 2                        | 73   | 73.5 | 74   | 89.5 |
| 3                        | 79.5 | 78.5 | 83.5 | 3                        | 73   | 74.5 | 79.5 | 91   |
| 4                        | 81.5 | 80   | 83.5 | 4                        | 79   | 67.5 | 77.5 | 91.5 |
| 5                        | 86   | 83.5 | 80   | 5                        | 76.5 | 76   | 79.5 | 83.5 |
| 平均                       | 82.2 | 81.6 | 81.5 | 平均                       | 74.7 | 73   | 76.7 | 89.3 |

圖 5-5-1 椅子翹後腳往前拉，所產生的噪音值

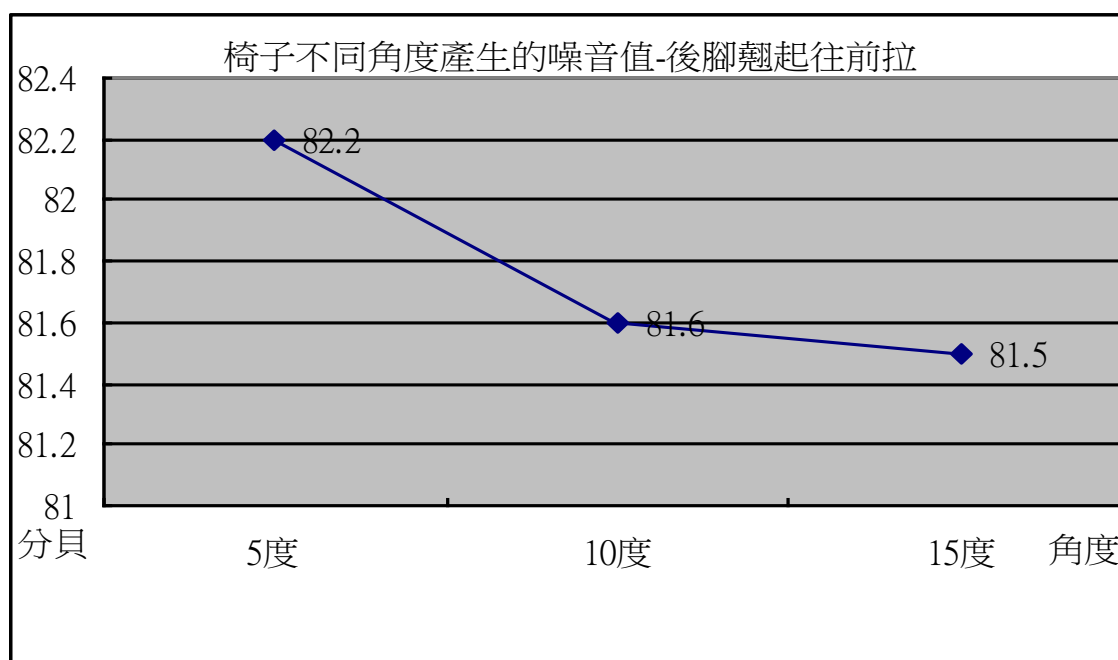
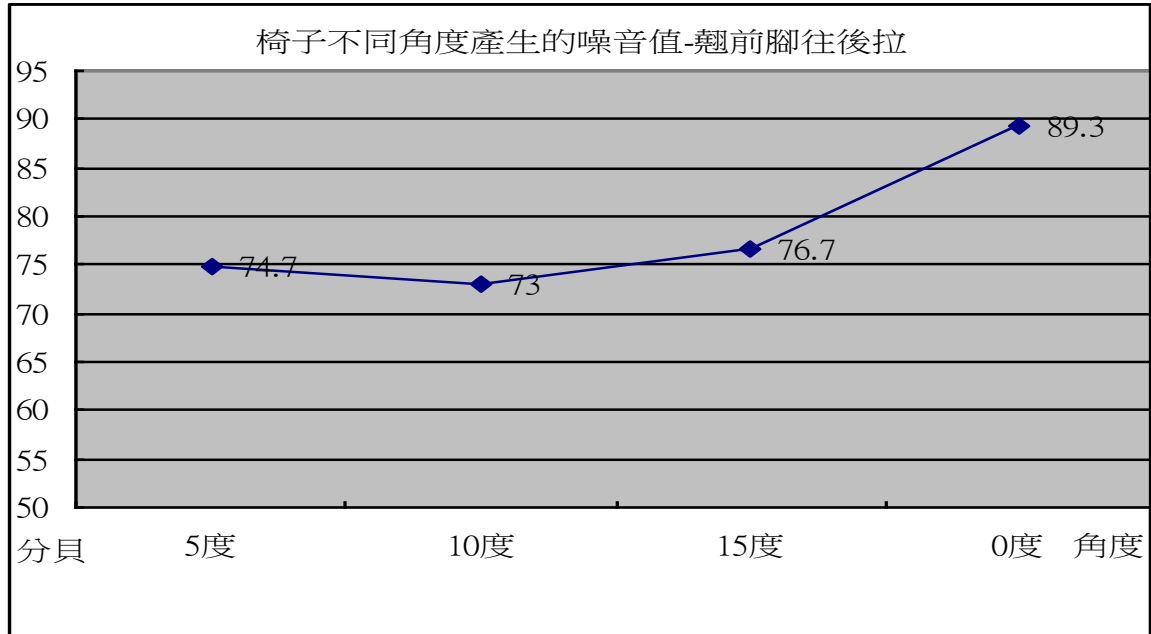


圖 5-5-2 翹前腳往後拉，所產生的噪音值



(三)、研究發現

1. 將椅子往前傾，後腳翹起並維持固定角度前進，手拉不太容易維持固定角度，因此在後腳下面墊 $\square$ 形紙版固定角度。(前腳翹起情況也相同)儘量減少紙版所產生的噪音。
2. 翹後腳往前拉時，噪音值在 81---83 之間，翹前腳往後拉時，噪音值在 73---77 之間，發現翹後腳往前拉的噪音值較高。
3. 椅腳翹起時的噪音值都比椅子平拉時還要低，也就是當椅腳翹起時只剩兩支腳摩擦地面，噪音值降低。



研究五、椅腳經過不同材質包覆後所產生音量的大小。





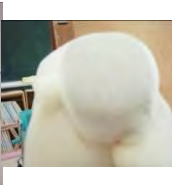






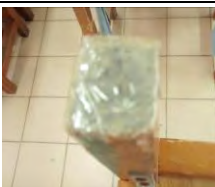


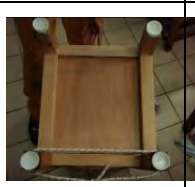
實驗六：測量椅腳包覆不同材質時所產生的噪音值？

想法：在【實驗三】中發現，當小朋友拉椅子時，噪音值都很高，因此嘗試在椅腳上包覆不同物質，來減低椅腳所產生的噪音值。

(一)、研究過程：

- 1.利用週遭的回收物質，尋找適合的材質作為椅腳包覆物，包覆在椅腳上。
- 2.大家討論之後依性質將包覆物分為幾類：布類（舊襪子、舊棉衣）、泡棉類（水果包裝泡棉、氣泡泡棉、水果網套、厚海綿）、紙類（瓦楞紙、厚紙版、銅板紙、影印紙、鋁箔包、牛奶盒）、其他（泡棉雙面膠、透明膠帶、網球、塑膠瓶蓋）等
- 3.分別在椅腳上包覆上述物質，利用自製的滑輪組來拉動椅子，施力 6 kg，施力點在椅子座位處，將椅子往後平拉，測量噪音值。
- 4.噪音計放在離椅子 20 公分處，在噪音持續產生時，取噪音值最高兩次之數據的平均值。
- 5.為避免誤差，測量十次取平均值。

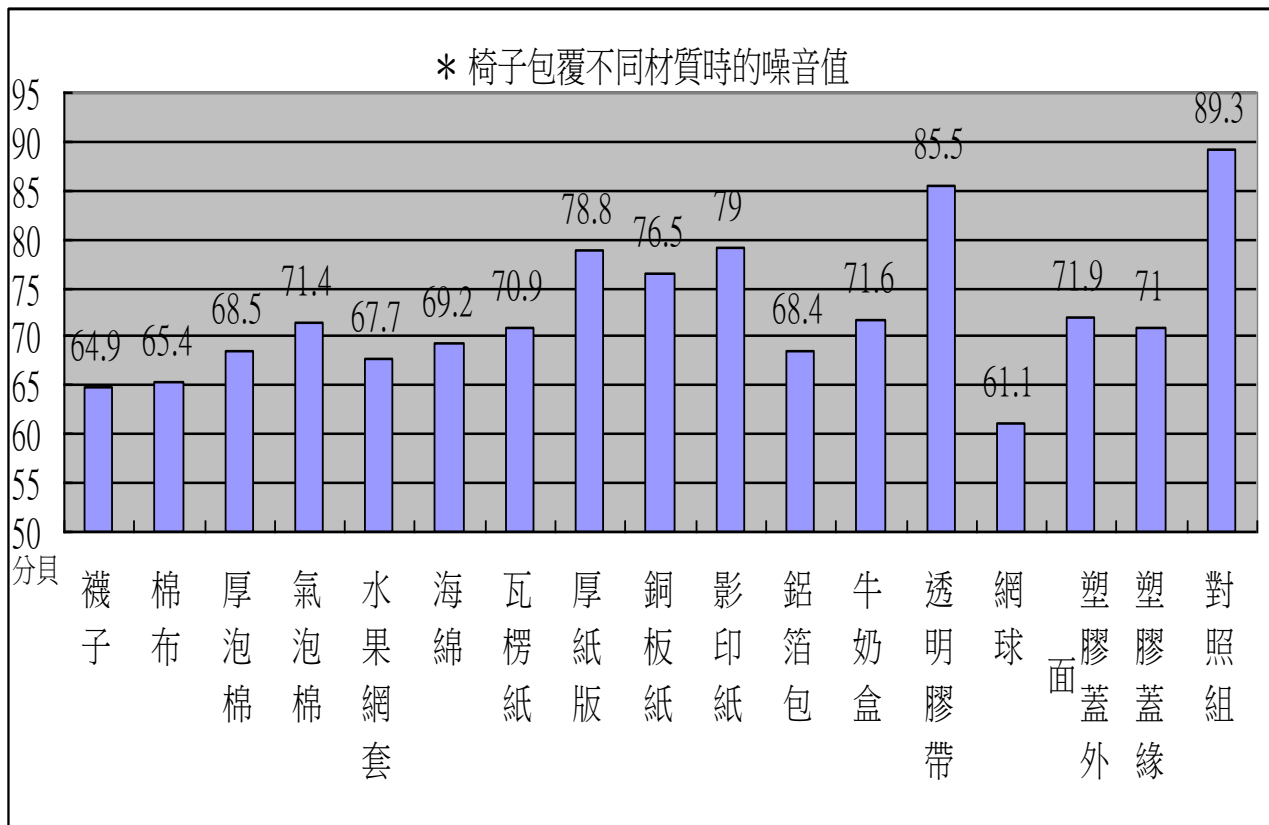
照片 5-6-1 椅腳包覆不同材質的物品

| 襪子  | 棉布  | 泡棉  | 水果網套   | 氣泡棉   | 海綿  |
|---|---|---|--|---|---|
|   |   |   |   |   |   |
| 瓦楞紙   | 厚紙版   | 銅板紙   | 影印紙  | 鋁箔包   | 牛奶盒   |
|  |  |  |  |  |  |
| 透明膠帶  | 網球  | 塑膠蓋外面   | 塑膠蓋緣   |   |   |
|  |  |  |  |   |   |

(二)、研究結果

| 類別   | 布類   |      |      |      | 泡棉   |      |      |      | 紙類   |      |      |      | 其他   |      |       |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|
| 材料   | 襪子   | 棉布   | 厚泡棉  | 氣泡棉  | 水果網套 | 海綿   | 瓦楞紙  | 厚紙版  | 銅板紙  | 影印紙  | 鋁箔包  | 牛奶盒  | 透明膠帶 | 網球   | 塑膠蓋外面 | 塑膠蓋緣 | 對照組  |
| 平均   | 64.9 | 65.4 | 68.5 | 71.4 | 67.7 | 69.2 | 70.9 | 78.8 | 76.5 | 79.0 | 68.4 | 71.6 | 85.5 | 61.1 | 71.9  | 71.0 | 89.3 |
| 減音排序 | 2    | 3    | 6    | 10   | 4    | 7    | 8    | 14   | 13   | 15   | 5    | 11   | 16   | 1    | 12    | 9    |      |
| 平均秒數 | 1.29 | 1.29 | 1.57 | 1.47 | 1.81 | 2.48 | 1.26 | 1.25 | 1.36 | 1.20 | 1.39 | 0.98 | 1.07 | 1.17 | 1.15  | 1.28 | 1.11 |

圖 5-6-1 椅腳包覆不同材質時的噪音值



### (三)、研究發現

- 1.依減少噪音效果排序來看，網球的效果最佳，因網球的球心內部是一層橡膠，外層的原料是羊毛與尼龍混紡成的毛線 再加上棉線一同織成襯底，形成毛茸茸的表面，因此與地面摩擦時噪音值降至 61 分貝。
- 2.布類中的襪子與舊棉布減少噪音效果也很好。
- 3.防止水果碰撞的泡棉、水果網套都有不錯的減音效果。
- 4.紙類中以鋁箔包及瓦楞紙效果最佳，牛奶盒次之，厚紙版、銅板紙、影印紙的減音效果則較差。
- 5 瓶裝水的塑膠蓋減音效果不錯，塑膠蓋的外側圓面接觸地面或內側圓週接觸地面，兩者的噪音值相近，因此與地面摩擦接觸面積的大小似乎和噪音值大小無關。
- 6.銅板紙與透明膠帶表面光滑，但減音效果有限，不像柔軟的襪子與棉布或網球效果那麼好。所以物質的柔軟性較能減少噪音的產生。

實驗七：測量椅子包覆材質的厚度與所產生的噪音值是否有關係？

想法：在【實驗六】中發現，在椅腳上包覆不同物質，椅腳所產生的噪音值也有不同，但包覆物本身的厚度不一致，是否因厚度不同而影響噪音值？

(一)、研究過程：

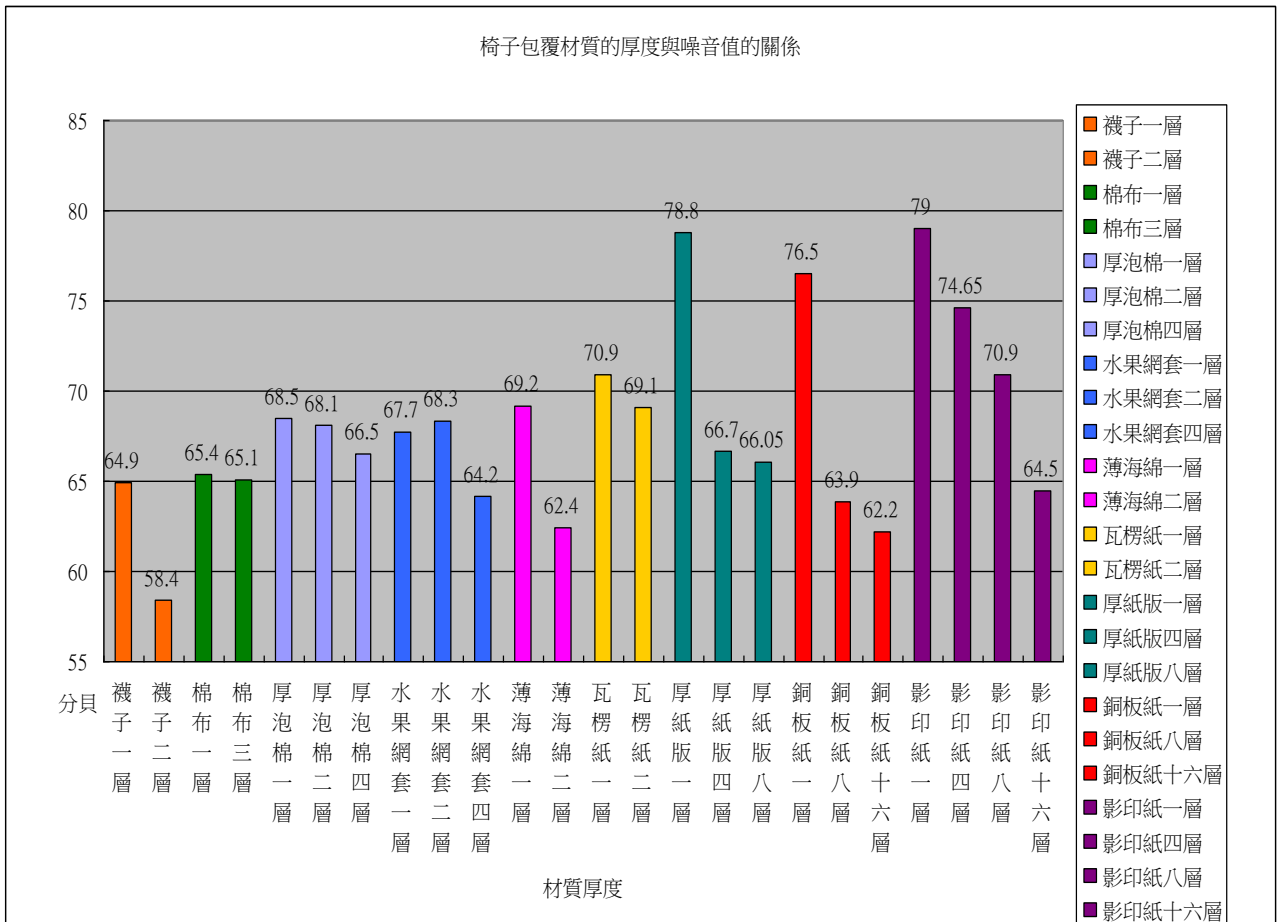
- 1.分別在椅腳上包覆襪子、棉布、泡棉、水果網套、厚海綿、瓦楞紙、厚紙版、影印紙、銅板紙等包覆物，並包以不同層數。
- 2.椅腳包覆後，施力 6 kg，施力點在椅子座位處，將椅子往後平拉，測量噪音值。
- 3.噪音計放在離椅子 20 公分處，在噪音持續產生時，取噪音值最高兩次之數據的平均值。
- 4.為避免誤差，測量五次取平均值。

(二)、研究結果

| 類別 | 材料     | 厚度 (cm) | 平均噪音值 (dB) | 移動狀況描述        |
|----|--------|---------|------------|---------------|
| 布類 | 襪子一層   | 0.2     | 64.9       | 移動速度快         |
|    | 襪子二層   | 0.4     | 58.4       | 移動速度快         |
|    | 棉布一層   | 0.1     | 65.4       | 移動速度快         |
|    | 棉布三層   | 0.3     | 65.1       | 移動速度快         |
| 泡棉 | 厚泡棉一層  | 0.2     | 68.5       | 移動速度比布類慢      |
|    | 厚泡棉二層  | 0.4     | 68.1       | 移動時會有《一》的聲音   |
|    | 厚泡棉四層  | 0.8     | 66.5       | 不易移動改手拉，摩擦後破損 |
|    | 水果網套一層 | 0.4     | 67.7       | 移動速度比布類慢      |
|    | 水果網套二層 | 0.8     | 68.3       | 移動時會有《一》的聲音   |
|    | 水果網套四層 | 1.6     | 64.2       | 不易移動改手拉，摩擦後破損 |
|    | 海綿一層   | 3.8     | 69.2       | 移動緩慢          |
|    | 海綿二層   | 7.6     | 62.4       | 移動緩慢          |
| 紙類 | 瓦楞紙一層  | 0.35    | 70.9       | 移動速度快         |
|    | 瓦楞紙二層  | 0.7     | 69.1       | 移動時會有沙沙聲      |
|    | 厚紙版一層  | 0.025   | 78.8       | 移動速度快         |
|    | 厚紙版四層  | 0.1     | 66.7       | 移動速度快         |
|    | 厚紙版八層  | 0.2     | 66.05      | 移動速度快         |
|    | 銅板紙一層  | 0.02    | 76.5       | 移動速度快         |
|    | 銅板紙八層  | 0.16    | 63.9       | 移動速度快         |
|    | 銅板紙十六層 | 0.32    | 62.2       | 移動速度快         |
|    | 影印紙一層  | 0.01    | 79.0       | 移動速度快         |
|    | 影印紙四層  | 0.04    | 74.65      | 移動速度快         |
|    | 影印紙八層  | 0.08    | 70.9       | 移動速度快         |
|    | 影印紙十六層 | 0.16    | 64.5       | 移動速度快         |

\* 紅字部分為效果最佳者

圖 5-7 椅腳包覆材質的厚度與噪音值的關係



(三)、研究發現

- 1.在布類、泡棉與紙類中，包覆物愈厚，減音效果愈佳，都可降到 70 分貝以下。
- 2.紙類在單層時，噪音值都在 70 分貝以上，加厚後噪音質降到 60 分貝左右。
- 3.包覆物變厚，布類和紙類移動速度較不受影響，泡棉類則明顯變慢甚至有卡住情形，並發出《一》的聲響。

研究六、比較市售椅腳保護墊減少噪音的效果。

實驗八：分析市售減少噪音物質的效果

想法：市售減少噪音材質的效果是否有比較佳？

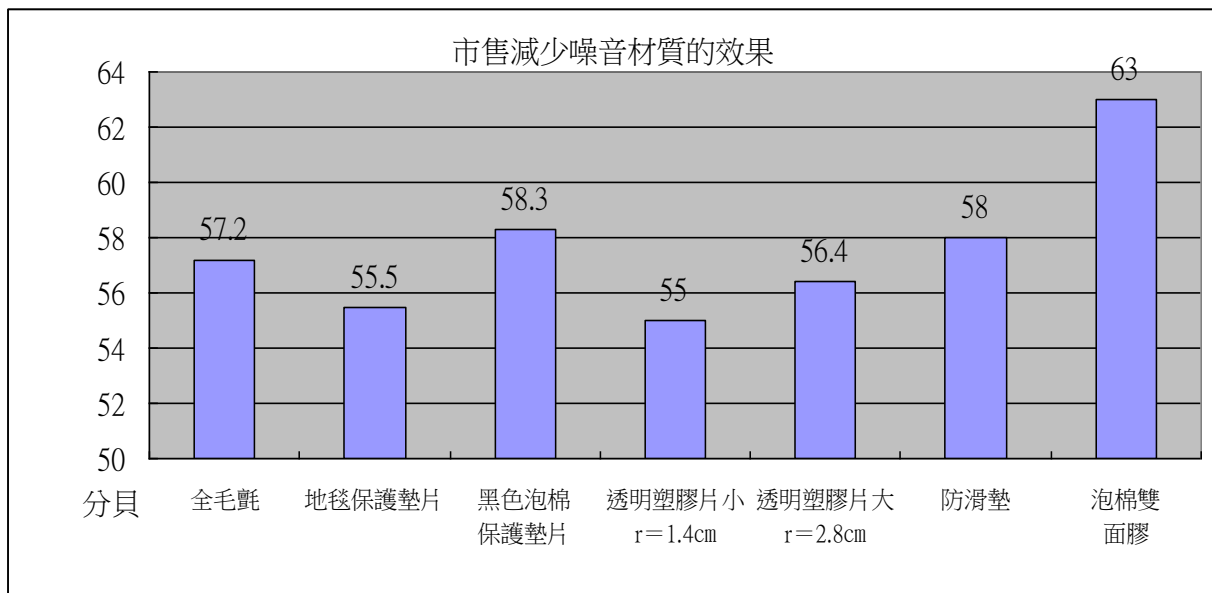
(一)、研究過程：

- 1.到五金百貨賣場尋找減少噪音的物質或椅腳保護墊。
- 2.分別在椅腳上貼全毛氈、地毯保護墊片、黑色泡棉保護墊片、小透明塑膠片、大透明塑膠片、防滑墊、泡棉雙面膠。
- 3.施力 6 kg (若不易移動改為手拉)，施力點在椅子座位處下方，將椅子往後平拉，測量噪音值。
4. 噪音計放在離椅子 20 公分處，在噪音持續產生時，取噪音值最高兩次之數據的平均值。
- 5.為避免誤差，測量五次取平均值。

(二)、研究結果

| 包覆材料 | 全毛氈  | 地毯保護墊片 | 黑色泡棉保護墊片 | 透明塑膠片小 r=1.4 cm | 透明塑膠片大 r=2.8 cm | 防滑墊  | 泡棉雙面膠 |
|------|------|--------|----------|-----------------|-----------------|------|-------|
| 1    | 58   | 54.5   | 63       | 54.5            | 56.5            | 57.5 | 61.5  |
| 2    | 56.5 | 55.5   | 63       | 56.5            | 54.5            | 62.5 | 65.5  |
| 3    | 58.5 | 56.5   | 53.5     | 54.5            | 58              | 56   | 66.5  |
| 4    | 58.5 | 54     | 57       | 56.5            | 57.5            | 62.5 | 57.5  |
| 5    | 54.5 | 57     | 54.5     | 53              | 55.5            | 51.5 | 61.5  |
| 平均   | 57.2 | 55.5   | 58.3     | 55.0            | 56.4            | 58.0 | 63.0  |
| 厚度   | 0.6  | 0.4    | 0.4      | 0.5             | 0.5             | 0.2  | 0.4   |

圖 5-8 分析市售減少噪音物質的效果



(三)、研究發現

- 1.所有市售材質以 6 kg重力來拉皆不易拉動，需改用手拉。
- 2.勉強移動時也因摩擦力過大，造成椅子翻覆，將施力點改為椅子下方，才能順利移動。
- 3.所有市售的保護墊片的共同特色是「厚」與「軟」，噪音質皆在 55---60 分貝左右，比本實驗所找的包覆物噪音值為 60 左右，效果略佳。
- 4.全毛氈和地毯墊表面粗糙，摩擦時有輕微的沙沙聲，少了椅子的刺耳聲。全毛氈較易拉動，聲音也稍大。地毯保護墊片用手拉動時，比全毛氈的摩擦力更大，更不易前進，聲音也較小。
- 5.泡棉雙面膠移動時因接觸面是紙類，沙沙聲較大，但它主要是黏貼椅子與保護墊的介質，因本身柔軟，所以也有減低噪音的效果。
- 6.從大小透明塑膠片發現，接觸面積大小與噪音值似乎無關。(實驗六的瓶蓋也有此發現)





實驗九：椅腳面積大小不同時，噪音值有何差異

想法：在實驗六與實驗八都發現，接觸面積大小與噪音值似乎無關，想進一步做確認。

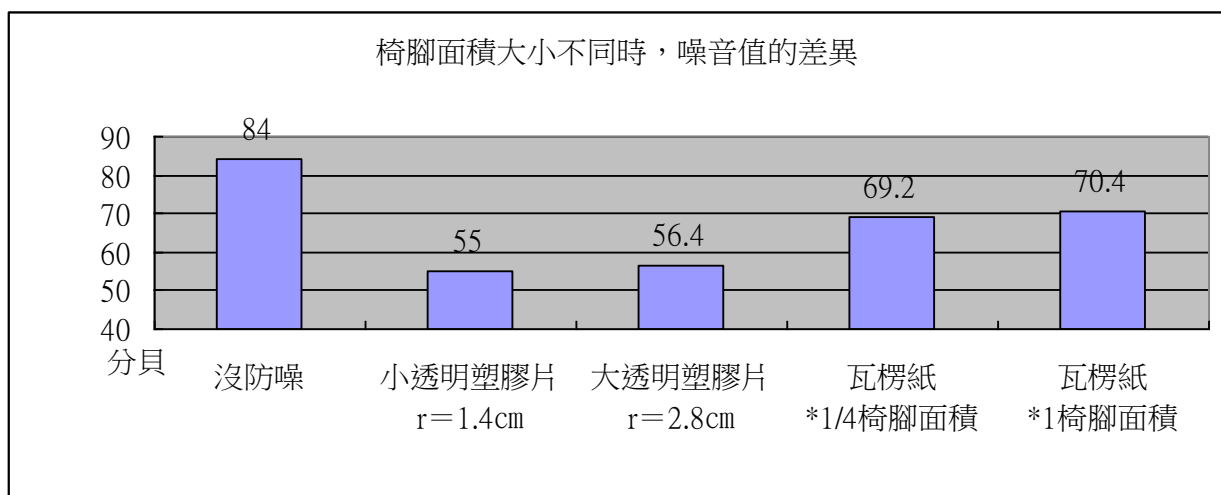
(一)、研究過程：

- 1.取防噪音最佳的材質來做實驗，分別在腳椅黏貼大小不同面積的防噪物品。
- 2.施力 6 kg，施力點在椅子座位處，將椅子往後平拉，測量噪音值。
- 3.噪音計放在離椅子 20 公分處，在噪音持續產生時，取噪音值最高兩次之數據的平均值。
- 4.為避免誤差，測量五次取平均值。

(二)、研究結果：

表 5-9 椅腳面積大小不同時，噪音值的差異      背景值： 45-46 分貝 (dB)

| 椅腳面積 | 沒防噪 | 小透明塑膠片<br>r=1.4 cm | 大透明塑膠片<br>r=2.8 cm | 瓦楞紙<br>*1/4 椅腳面積 | 瓦楞紙<br>*1 椅腳面積 |
|------|-----|--------------------|--------------------|------------------|----------------|
| 1    | 84  | 54.5               | 56.5               | 69.5             | 70             |
| 2    | 86  | 56.5               | 54.5               | 68.5             | 72             |
| 3    | 91  | 54.5               | 58                 | 68               | 70.5           |
| 4    | 81  | 56.5               | 57.5               | 71               | 68.5           |
| 5    | 80  | 53                 | 55.5               | 69               | 71             |
| 平均   | 84  | 55.0               | 56.4               | 69.2             | 70.4           |



(三)、研究發現

- 1.從大小透明塑膠片與瓦楞紙板發現，同類物質，面積雖不同但噪音值差異不大。
- 2.實驗中也有測量泡棉，但實驗過程中會發出「一」的聲響，影響實驗的正確性，因此實驗數據不採計。

研究七、比較不同材質包覆的耐用程度。

實驗十：椅腳包覆環保材質的耐用情形



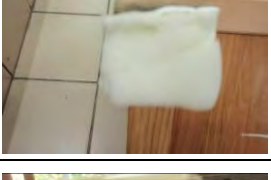


想法：依據（實驗六）我們找出減低噪音效果較佳的包覆物，在班級實際使用一週，觀察紀錄使用情況，供後續長期使用。

（一）、研究過程：

- 1.減音包覆物依方便取得及包覆容易為優先考量。
- 2.參考（實驗六）研究結果，取防噪音效果較佳的材質來做實驗，黏貼在椅腳下，觀察紀錄使用情形。
- 3.為方便實驗分析，先測試一週，觀察紀錄使用狀況，寫觀察單並拍照紀錄。
- 4.再做長期觀察，紀錄包覆物使用壽命，至少一個月以上。

（二）、研究結果

| 包覆物質 | 表面質地分析   | 移動方便性與效果分析 | 使用說明                             |
|------|----------|------------|----------------------------------|
| 襪子   | 凹凸、柔軟    | 移動方便，無雜音   | 直接套上方便不易脫落                       |
| 厚泡棉  | 光滑、柔軟    | 不易移動，偶有雜音  | 用橡皮筋綁緊或膠帶黏緊，直接貼在椅腳下面的易脫落，一週就破損。  |
| 水果網套 | 一條條網狀、柔軟 | 不易移動，偶有雜音  | 延伸包覆住椅腳側面，用橡皮筋綁緊或膠帶黏緊，一週後有些斷裂破損。 |
| 海綿   | 粗操、柔軟    | 移動方便，無雜音   | 若只黏貼底部，常移動會脫落。                   |
| 瓦楞紙  | 粗操、較硬    | 移動方便，偶有雜音  | 方便黏貼或綁緊，稍有壓扁。                    |
| 鋁箔包  | 粗操、堅硬    | 移動方便，偶有雜音  | 方便黏貼或綁緊，不易磨損。                    |
| 網球   | 粗操、柔軟    | 移動方便，無雜音   | 在球面上割開一個十字，椅子直接套入很方便。不易脫落磨損。     |

| 5-10-2 椅腳包覆物質的耐用情形 |   |   |  |
|--------------------|---|---|--|
| 包覆物                | 包覆方式  | 一週後   | 使用情形與改進  |
| 襪子                 |    |    | 直接套在椅腳上，不易脫落。<br>襪子完整無破損。<br>一個月後襪子都還完好無破損。                        |
| 厚泡棉                |    |    | 剪長條直接綁在椅腳下，不易脫落，<br>但一週後已有破損的情形。<br>改進：增加厚度，減低因摩擦所造成的破損。           |
| 水果網套               |    |    | 將水果網套抓緊直接包覆住椅腳。用橡皮筋綁緊，一週後有些條狀泡棉斷裂。一個月換兩次，加厚後更耐用。<br>改進：增加厚度，讓它更扎實。 |
| 海綿                 |   |   | 直接包住椅腳，用橡皮筋綁緊。<br>海綿被壓扁，不易拉動。<br>一週後沒有破損。<br>一個月後海綿變扁但沒有破損。        |
| 瓦楞紙                |  |  | 剪長條直接綁在椅腳下，不易脫落。<br>一週後沒有破損，只有稍微壓扁。<br>一個月後稍扁但沒有破損。                |
| 鋁箔包                |  |  | 一個鋁箔包對剪成兩個，依椅腳大小緊緊包覆住，用膠帶黏緊，不易脫落。移動狀況佳，防噪效果佳。<br>一個月後沒有破損。         |
| 網球                 |  |  | 在球面上割開一個十字，椅子直接套入很方便。不易脫落磨損。<br>移動狀況佳，防噪效果佳。<br>一個月後沒有破損。          |

### (三)、研究發現

- 1.實際使用過程中，泡棉類的包覆物經過一週就有磨損情形，其它則很堅固。
- 2.只貼椅腳下與地面接觸的那一小面積時，包覆物常因移動而易使雙面膠脫落。若包覆物延伸包覆住椅腳側面，較耐用，不易脫落或磨損。
- 3.實驗中的物質皆是回收物，襪子為個人的舊襪子，泡棉類為水果包裝材質，午餐水果常有出現，瓦楞紙為裝書的紙箱；另外學校旁就是網球協會的練習球場，可向他們索取練習後不要的網球。
- 3.因回收物取得方便，若有破損可馬上更換，經濟方便。
- 4.包覆物的減音效果佳，椅子不再有噪音了。

## 伍、研究討論

- 一、聲音的產生，是因為物體振動的關係，物體振動會產生一種波，我們把它叫做「聲波」。聲波具有能量，可以藉由空氣或其他物質向外傳送出去。
- 二、一般我們把聲音的高低（音調）、強弱（響度）、音色，稱為聲音三要素。
- 三、凡是人所不喜歡、覺得不悅耳或音量過大的聲音，都可以稱為噪音。形成噪音的要素：
  1. 聲波波形呈現規律變化的是樂音；聲波波形呈現不規則變化是噪音。
  2. 音量太大（分貝數太高）→聽起來不舒服→是噪音；音調太高（聲音尖銳）→聽起來不舒服→是噪音。
- 四、對於噪音的標準，每個人感受不同，若以數據來判定，通常音量在 50 分貝以下，人會感到舒適；在 50-70 分貝之間，則會引起些微的不舒服，音量在 70 分貝以上，已經屬於讓人感到不舒服的噪音，血管會開始收縮，血壓開始上升，讓人產生焦慮不安，注意力會降低。
- 五、決定做噪音研究時，除了考慮聲音的大小外，聲音的頻率也是我們好奇的部分，但學校都沒有任何相關設備，詢問鄰近的國中高中也沒有，後來向成功大學借到分貝計，但音頻器一直沒借到，所以本實驗沒有對頻率做分析，希望以後有機會能再做相關的研究。
- 六、研究過程中，測量的時間與地點是最困擾的地方，因為若在上課時間，可能有隔壁班教室傳來的聲音，或是樓上班級學生拉椅子的聲音。後來決定利用週三下午全校放學後，實驗教室週遭沒有學生上課，並避開下課時間，社團的學生在外面嬉戲的聲音。在實驗中門窗緊閉，並隨時注意背景音量。
- 七、在實驗三探討「測量一張椅子在不同材質的地板移動時所產生的噪音值」時，因為教室都是貼瓷磚，找不到水泥地板教室，至於木頭地板教室雖然有電腦教室，但考慮環境週遭的物品也會影響實驗數據，因此改採拼裝木板並將它固定，在實驗室中操作，至於水泥地板則以教室窗臺的水泥面來代替，至少維持所有實驗都在同一間教室操作。
- 八、在實驗中為了控制椅子拉動的力量固定，由最先的手拉，後來用一個滑輪設計了一個拉動裝置，再經過改良設計成三個滑輪組成的重物拉動裝置，解決了拉力的問題。
- 九、在實驗五「測量椅子斜拉時與地面呈現不同角度，所產生的噪音值？」角度的控制是最大的問題，由原先的手拉後來改用紙版墊高固定角度，再經改良設計減少紙版的摩擦，與原先手拉的數據相比較，差異不大，才確定實驗。

## 陸、研究結論

- 一、無論坐著平拉椅子或是站著平推椅子，一張椅子所產生的噪音值都在 80-95 之間，隨著椅子數增加，噪音值就更高，但噪音值並沒有隨著椅子數等倍增加。若以全班 25 張椅子來測，噪音值高達 95-101 之間，都是屬高噪音值的環境，學生在此高噪音環境下是不利學習的。
- 二、我們在移動椅子時發現往前推較吃力，噪音值較高；往後拉較輕鬆，噪音值較低。
- 三、當椅子往前推時，在木板與水泥地的噪音值都比瓷磚稍微低一點，但噪音值都在 80 分貝以上；當椅子往後拉時，木板地噪音值最低，水泥地次之，瓷磚最高。在木質地板移動時會有刮痕。
- 四、椅子上所置重物愈重，移動速度愈慢，噪音值也就增加。但拉力增大時移動速度變快，噪音值降低少許。
- 五、椅腳翹起時的噪音值比椅子平拉時還要低。
- 六、椅腳經過不同材質單層包覆後，依減少噪音效果排序來看，網球的效果最佳，所產生的噪音值只有 61.1 分貝，布類中的襪子（64.9 分貝）與舊棉布（65.4 分貝）的效果也很好。都比對照組的 89.3 分貝低很多。
- 七、在多層包覆的實驗中發現，布類、泡棉與紙類，包覆物愈厚，減音效果愈佳，都可降到 60 分貝左右。椅腳包二層舊襪子後甚至可降至 58.4 分貝，和市售的減噪音墊片效果一樣佳。所以包覆物質愈厚愈柔軟、愈粗糙都能有效減少噪音的產生。
- 八、所有市售的保護墊片的共同特色是「厚」與「軟」，摩擦力變大，更不易前進，但噪音也變小。
- 九、從市售的大小透明塑膠片與回收的瓦楞紙板發現，同類物質，摩擦面積雖不同但噪音值差異不大。
- 十、教室中因椅子移動所產生的噪音，對身體有害且不利學習，若能採用生活中的回收物來減少噪音，不僅經濟實惠，更有助學習能力提升，因此值得在校園推廣。

## 柒、參考資料

- 一、康軒出版股份有限公司 五上第五冊 第四單元 力與運動
- 二、康軒出版股份有限公司 五下第六冊 第四單元 聲音與樂器
- 三、行政院環境保護署 噪音管制資訊網 取自 <http://ivy1.epa.gov.tw/noise/BB/B-04-01.htm>
- 四、黃小林。噪音危害預防。嘉南藥理科技大學職業安全衛生系。  
取自<http://www.tcftu.com/news1/noice-danger-protect.pdf>
- 五、黃福坤。摩擦力與運動。國立台灣師範大學物理系。  
取自<http://www.phy.ntnu.edu.tw/oldjava/friction/index.html>
- 六、黃福坤。聲音的三要素——響度、音調、音品。國立台灣師範大學物理系。  
取自 <http://www.phy.ntnu.edu.tw/oldjava/friction/index.html>

## 【評語】 080815

本作品與生活環保相結合，實驗資料豐富，惟第 50 屆(99 年)有類似作品，建議將相關作品放入參考文獻並進行比較與討論(如差異性、優劣等)。