

中華民國第四十六屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

國小組 自然科

佳作

081506

『隔隔』不入之汽車防熱

學校名稱：桃園縣桃園市慈文國民小學

|   |                  |
|---|------------------|
| 作者：<br>小五 徐毓庭<br>小五 林嫻翊<br>小五 卓冠瑜<br>小五 莊昀澄<br>小五 劉家豪<br>小五 甘祐嘉 | 指導老師：<br>蕭秀萍、陳美玲 |
|---|------------------|

關鍵詞：隔熱、溫室

# 「隔隔」不入之汽車防熱

## 壹、摘要

我們以四個研究過程來了解汽車車廂溫度上升的原因，經由研究過程一：探討影響車廂內溫度上升的原因，我們了解汽車車廂溫度上升的原理其實和溫室的原理是一樣的，而影響汽車廂內溫度的因素包含了：1.汽車停放在太陽下的時間；2.太陽照射的角度；3.汽車的材質；4.當天的氣溫。經由研究過程二：探討不同的材質對車廂隔熱的效果，我們發現若要有效的隔熱就必須要針對汽車不同的位置與材質以適當的材質作隔熱，例如玻璃處須以可以阻隔、反射光的材質作為隔熱，如鋁箔；鋼板則以可以隔絕鋼板熱傳導的物質，如保麗龍，才能有最好的隔熱效果。經由研究過程三、四：探討顏色對隔熱的影響，我們發現顏色對隔熱的影響並是不明顯，隔熱物質本身的性質對隔熱果的影響較大，如任何顏色的棉質布效果都比玻璃紙好。






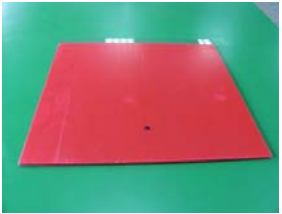


## 貳、研究動機



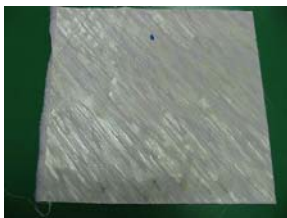





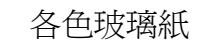
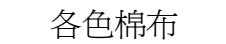
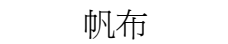
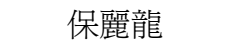
我們發現夏天時將車子停放在太陽下，經過一段時間後要進入車子內就會覺得很悶熱，讓人覺得像是一個大烤箱，而開車時也會因車廂溫度太高需要將冷氣打開，使得油耗增加浪費能源，甚至還發生過娃娃車因車廂溫度太高悶死幼稚園小朋友的不幸事件。在學過「太陽」和「熱傳播」的課程後，我們很好奇想了解造成車子內溫度上升的原因是什麼呢？要怎麼做才能讓車廂內的溫度不會升高太多了？爲了了解這些的疑問，我們便開始進行這次車廂溫度探討的實驗。

## 參、研究目的：

- 一、探討影響車廂內溫度上升的原因。
- 二、探討日常生活中不同材質對汽車車廂隔熱的影響。
- 三、探討不同的顏色對車廂內溫度的影響。
- 四、尋找出適合應用在車廂內隔熱的方式。

## 肆、研究設備及器材：

|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
|  |  |  |  |
| 0.3 cm玻璃  | 0.3 cm鋼板  | 500w 鹵素登   | 1500w 電熱器   |
|  |  |  |  |

|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
| 溫度計   | PP 板  | 月曆紙(含膜)  | 鋁箔  |
|  |  |  |  |
| 瓦楞紙(紙箱)   | 珍珠板   | 窗簾布  | 有防日布的窗簾   |
|  |  |   |  |
| 各色玻璃紙   | 各色棉布  | 帆布   | 保麗龍   |
|  |  |   |   |
|   |   |  | 報紙  |

## 伍、研究過程或方法：

爲了一一解開上面的疑問，我們收集了一些熱傳導的資料並模擬太陽照射車子使車廂溫度上升的情形，希望能藉由實驗尋找出適合應用在車廂內隔熱的方式。

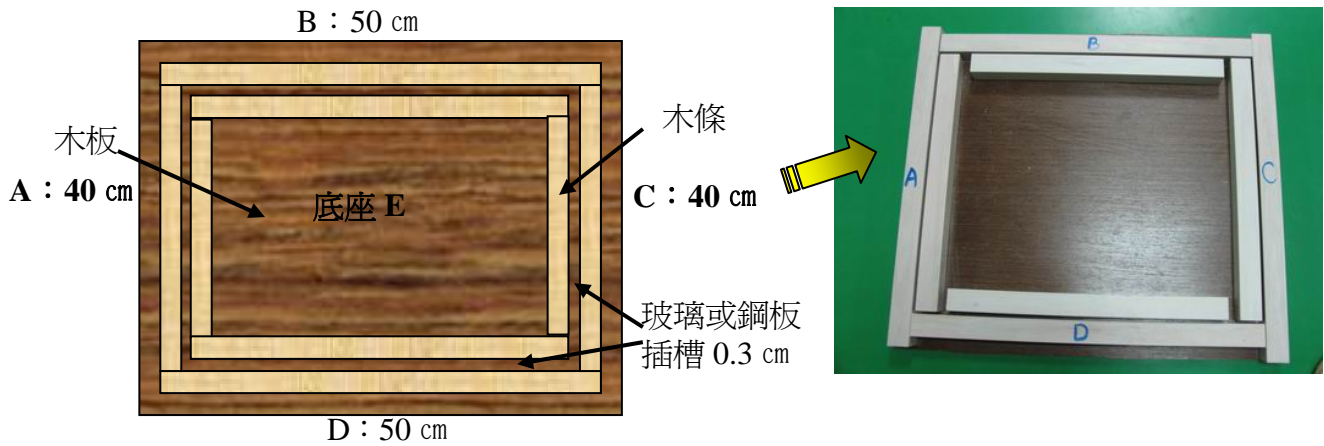
### 研究過程一：探討影響車廂內溫度上升的原因

#### 研究方法(一)：以實驗模擬汽車停放在太陽下車廂中溫度上升情形

##### 1.實驗方法與裝置：

- (1).模擬汽車車廂：以木條和木板自製底座用以鑲嵌玻璃及鋼板，模擬的汽車車廂大小爲 40 cm×50 cm×40 cm，爲方便紀錄將各個位置標以代號表示，其四個邊分別爲 A、B、C、D，底座爲 E，車頂上蓋爲 F，其底部示意圖如下圖一。分別在 A、C 鑲嵌處插入 40 cm×40 cm 的玻璃，B、D 鑲嵌處插入 50 cm×40 cm 的玻璃、F 爲 54 cm×44 cm 的鋼板。
- (2).模擬太陽照射情形：以 500W 鹵素燈由上方照射，其位置距離車頂上蓋 27 cm 處。
- (3).溫度計設置說明：
  - ①分別將溫度計黏貼在 A、B、C、D 內面，其液囊距離地面 10 cm 處，用以測量車廂內四個面的溫度。
  - ②在 E(底部)正中央黏貼一支溫度計，以測量車廂底部溫度。
  - ③在 F(車頂上蓋)內外正中央各黏貼一支溫度計，用以量測車頂內外的溫度。
  - ④在車廂正中央設置一支溫度計，用以測量車廂內空氣的溫度。
  - ⑤車廂外距離 10 cm 處設置一支溫度計，用以測量車廂外空氣溫度的變化。
- (4).每隔五分鐘紀錄各處溫度上升的情形。
- (5).爲了解汽車主要材質(鋼板及玻璃)在太陽光照射下對車廂內溫度的影響，因此將 A、B、C、D、F 材質做更動，分別再以上面的方法實驗裝置二：A、B、

C、D、F 皆為玻璃；裝置三：A、B、C、D、F 皆為鋼板；裝置四：A、B、C、D、為鋼板，F 為玻璃等三種不同設置。  
 (6).每個裝置分別實驗三次。



圖一：底座各位置代號



圖二：裝置一，A、B、C、D 為玻璃，F 為鋼板



圖三：裝置二，A、B、C、D、F 皆為玻璃



圖四：裝置三，A、B、C、D、F 皆為鋼板



圖五：裝置四，A、B、C、D、為鋼板，F 為玻璃

### 研究方法(二)：收集熱傳播方式、保溫、隔熱的資料

1. 由大家分工合作找尋與熱傳播方式、保溫、隔熱的資料
2. 分享收集到的資料，增加大家對研究题目的認識。



### (三)實驗結果：

表一：裝置一各處溫度隨時間改變上升的情形(A、B、C、D 為玻璃，F 為鋼板的裝置)。

| 溫度計位置 |      | 時間(分)  | 0    | 5    | 10   | 15   | 20   | 25   | 30   | 35   | 40 |
|-------|------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|----|
|       |      | 溫度(°C) |      |      |      |      |      |      |      |      |    |
| 外面    | 第一次  | 21     | 21   | 21   | 21   | 21   | 21   | 21   | 21   | 21   | 21 |
|       | 第二次  | 21     | 21   | 21   | 21.5 | 21.5 | 21.5 | 22   | 22   | 22   |    |
|       | 第三次  | 21.5   | 21.5 | 21.5 | 22   | 21.5 | 22   | 22   | 22   | 22   |    |
|       | 平均   | 21.2   | 21.2 | 21.2 | 21.5 | 21.3 | 21.5 | 21.7 | 21.7 | 21.7 |    |
|       | 上升溫度 | 0      | 0    | 0    | 0.3  | 0.1  | 0.3  | 0.5  | 0.5  | 0.5  |    |
| F 外   | 第一次  | 21     | 37   | 46   | 52   | 55   | 58   | 58.5 | 60   | 60.5 |    |
|       | 第二次  | 21     | 37   | 47   | 53   | 56   | 60   | 63   | 65   | 68   |    |
|       | 第三次  | 19.5   | 36   | 48   | 54   | 60   | 60   | 63   | 63   | 64   |    |
|       | 平均   | 20.5   | 36.2 | 47   | 53   | 57   | 59.3 | 61.5 | 62.7 | 64.2 |    |
|       | 上升溫度 | 0      | 15.7 | 26.5 | 32.5 | 36.5 | 38.8 | 41   | 42.2 | 43.7 |    |
| F 內   | 第一次  | 20     | 32   | 41   | 48   | 53   | 55   | 57   | 58   | 60.5 |    |
|       | 第二次  | 21     | 32   | 43   | 50   | 55   | 57.5 | 59   | 62   | 62   |    |
|       | 第三次  | 19.5   | 32   | 43   | 51   | 55.5 | 58   | 60   | 62   | 62   |    |
|       | 平均   | 20.2   | 32   | 42.3 | 49.7 | 54.5 | 56.8 | 58.7 | 60.7 | 61.5 |    |
|       | 上升溫度 | 0      | 11.8 | 22.1 | 29.5 | 34.3 | 36.6 | 38.5 | 40.5 | 41.3 |    |
| 中間    | 第一次  | 20.5   | 21.5 | 22   | 23   | 24   | 26   | 26   | 26.5 | 27   |    |
|       | 第二次  | 19.5   | 20.5 | 22   | 22   | 24   | 24.5 | 25.5 | 27.5 | 27.5 |    |
|       | 第三次  | 21     | 20.5 | 21   | 22.5 | 24.5 | 25   | 26   | 26.5 | 27   |    |
|       | 平均   | 20.3   | 20.8 | 21.7 | 22.5 | 24.2 | 25.2 | 25.8 | 26.8 | 27.2 |    |
|       | 上升溫度 | 0      | 0.5  | 1.4  | 2.2  | 3.9  | 4.9  | 5.5  | 6.5  | 6.9  |    |
| A     | 第一次  | 20     | 21   | 22   | 23   | 23   | 24   | 25   | 25   | 25   |    |
|       | 第二次  | 21     | 21   | 22   | 23   | 24   | 25   | 25   | 25   | 26   |    |
|       | 第三次  | 21     | 22   | 22   | 22   | 23   | 24   | 25   | 25   | 26   |    |
|       | 平均   | 20.7   | 21.3 | 22   | 22.7 | 23.3 | 24.3 | 25   | 25   | 25.7 |    |
|       | 上升溫度 | 0      | 0.6  | 1.3  | 2    | 2.6  | 3.6  | 4.3  | 4.3  | 5    |    |
| B     | 第一次  | 21     | 22   | 22   | 22   | 23   | 24   | 25   | 25   | 25   |    |
|       | 第二次  | 21     | 22   | 23   | 24   | 24   | 23.5 | 25   | 25   | 25   |    |
|       | 第三次  | 20     | 21   | 21.5 | 23   | 23   | 24   | 24   | 25   | 25   |    |
|       | 平均   | 20.7   | 21.7 | 22.2 | 23   | 23.3 | 23.8 | 24.7 | 25   | 25   |    |
|       | 上升溫度 | 0      | 1    | 1.5  | 2.3  | 2.6  | 3.1  | 4    | 4.3  | 4.3  |    |
| C     | 第一次  | 21     | 22   | 22   | 23   | 23   | 25   | 25   | 25   | 25   |    |
|       | 第二次  | 22     | 22   | 23   | 25   | 25   | 24   | 26   | 26   | 27   |    |
|       | 第三次  | 21     | 22   | 22   | 24   | 24   | 24   | 25   | 25   | 25.5 |    |
|       | 平均   | 21.3   | 22   | 22.3 | 24   | 24   | 24.3 | 25.3 | 25.3 | 25.8 |    |
|       | 上升溫度 | 0      | 0.7  | 1    | 2.7  | 2.7  | 3    | 4    | 4    | 4.5  |    |
| D     | 第一次  | 20     | 20   | 22   | 23   | 23   | 24   | 25   | 25   | 25   |    |
|       | 第二次  | 21     | 21   | 22   | 23   | 23   | 25   | 24   | 25   | 25   |    |
|       | 第三次  | 20.5   | 21   | 21   | 24   | 24   | 24   | 25   | 25   | 25.5 |    |
|       | 平均   | 20.5   | 20.7 | 21.7 | 23.3 | 23.3 | 24.3 | 24.7 | 25   | 25.7 |    |
|       | 上升溫度 | 0      | 0.2  | 1.2  | 2.8  | 2.8  | 3.8  | 4.2  | 4.5  | 5.2  |    |
| 底部    | 第一次  | 20     | 21   | 21.5 | 22.5 | 22.5 | 22.5 | 23   | 24   | 24   |    |
|       | 第二次  | 19     | 20.5 | 22   | 23   | 23   | 23.5 | 24   | 25.5 | 25.5 |    |
|       | 第三次  | 20.5   | 21   | 21.5 | 23.5 | 23.5 | 23.5 | 24.5 | 25   | 25   |    |
|       | 平均   | 19.8   | 20.8 | 21.7 | 23   | 23   | 23.7 | 23.8 | 24.8 | 24.8 |    |
|       | 上升溫度 | 0      | 1    | 1.9  | 3.2  | 3.2  | 3.9  | 4    | 5    | 5    |    |

表二：裝置二各處溫度隨時間改變上升的情形(A、B、C、D、F 為玻璃的裝置)。

| 溫度計位置 |      | 時間(分)  | 0    | 5    | 10   | 15   | 20   | 25   | 30   | 35   | 40   |
|-------|------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|       |      | 溫度(°C) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 外面    | 第一次  | 17.5   | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.8 | 17.8 | 18   | 18   | 18   | 18   |
|       | 第二次  | 18     | 19   | 19   | 19   | 19   | 19   | 19   | 19   | 19   | 19   |
|       | 第三次  | 18.5   | 19.2 | 20   | 20   | 20   | 20   | 20   | 20   | 20   | 20.1 |
|       | 平均   | 18     | 18.6 | 18.8 | 18.8 | 18.9 | 18.9 | 19   | 19   | 19   | 19   |
|       | 上升溫度 | 0      | 0.6  | 0.8  | 0.8  | 0.9  | 0.9  | 1    | 1    | 1    | 1    |
| F 外   | 第一次  | 17     | 28   | 32   | 36   | 39   | 41   | 42   | 42   | 42   | 42   |
|       | 第二次  | 16     | 26   | 32   | 36   | 39   | 41   | 41   | 43   | 45   | 45   |
|       | 第三次  | 18     | 26.9 | 32   | 36.9 | 38   | 41.5 | 41.5 | 42   | 42   | 42   |
|       | 平均   | 17     | 27   | 32   | 36.3 | 38.7 | 41.2 | 41.5 | 42.3 | 43   | 43   |
|       | 上升溫度 | 0      | 10   | 15   | 19.3 | 21.7 | 24.2 | 24.5 | 25.3 | 26   | 26   |
| F 內   | 第一次  | 17     | 23   | 28   | 32   | 35   | 38   | 39   | 40   | 40   | 40   |
|       | 第二次  | 17     | 24   | 31   | 33.5 | 36   | 38   | 39   | 40   | 40   | 40   |
|       | 第三次  | 18     | 25   | 30   | 35   | 37   | 40   | 40.5 | 41.5 | 42.5 | 42.5 |
|       | 平均   | 17.3   | 24   | 29.7 | 33.5 | 36   | 38.7 | 39.5 | 40.5 | 40.8 | 40.8 |
|       | 上升溫度 | 0      | 6.7  | 12.4 | 16.2 | 18.7 | 21.4 | 22.2 | 23.2 | 23.5 | 23.5 |
| 中間    | 第一次  | 17     | 21   | 23   | 24.5 | 26   | 27   | 27.5 | 28   | 28.5 | 28.5 |
|       | 第二次  | 17     | 21   | 23   | 24.5 | 26   | 26   | 28   | 28   | 27   | 27   |
|       | 第三次  | 18     | 23   | 25   | 26.5 | 27.5 | 29   | 29.5 | 30   | 30.5 | 30.5 |
|       | 平均   | 17.3   | 21.7 | 23.7 | 25.2 | 26.5 | 27.3 | 28.3 | 28.7 | 28.8 | 28.8 |
|       | 上升溫度 | 0      | 4.4  | 6.4  | 7.9  | 9.2  | 10   | 11   | 11.4 | 11.5 | 11.5 |
| A     | 第一次  | 18     | 20   | 22   | 22   | 23   | 24   | 25   | 25   | 25   | 25   |
|       | 第二次  | 17     | 19   | 21   | 22   | 24   | 24.5 | 25   | 26   | 25.5 | 25.5 |
|       | 第三次  | 19     | 21   | 23   | 25   | 25.5 | 27   | 27   | 28   | 28   | 28   |
|       | 平均   | 18     | 20   | 22   | 23   | 24.2 | 25.2 | 25.3 | 26.3 | 26.3 | 26.3 |
|       | 上升溫度 | 0      | 2    | 4    | 5    | 6.2  | 7.2  | 7.3  | 8.3  | 8.3  | 8.3  |
| B     | 第一次  | 17     | 20   | 21   | 22   | 24   | 26   | 26   | 28   | 28   | 28   |
|       | 第二次  | 17     | 20   | 21   | 23   | 25   | 26   | 27   | 26   | 25   | 25   |
|       | 第三次  | 19     | 21   | 23   | 25   | 25   | 26   | 26   | 27   | 28   | 28   |
|       | 平均   | 17.7   | 20.3 | 21.7 | 23.3 | 24.7 | 26   | 26.3 | 27   | 27   | 27   |
|       | 上升溫度 | 0      | 2.6  | 4    | 5.6  | 7    | 8.3  | 8.6  | 9.3  | 9.3  | 9.3  |
| C     | 第一次  | 17     | 20   | 22   | 24   | 25   | 25   | 26   | 26   | 26   | 26   |
|       | 第二次  | 17     | 21   | 21   | 23   | 25   | 26   | 24   | 25   | 25   | 25   |
|       | 第三次  | 19     | 21   | 23   | 26   | 25   | 27   | 28   | 28.5 | 29   | 29   |
|       | 平均   | 17.7   | 20.7 | 22   | 24.3 | 25   | 26   | 26   | 26.5 | 26.7 | 26.7 |
|       | 上升溫度 | 0      | 3    | 4.3  | 6.6  | 7.3  | 8.3  | 8.3  | 8.8  | 9    | 9    |
| D     | 第一次  | 18     | 20   | 21   | 22   | 23   | 24   | 24   | 24   | 24   | 25   |
|       | 第二次  | 17     | 20   | 21   | 24   | 24.5 | 25   | 25.5 | 25.5 | 25   | 25   |
|       | 第三次  | 18     | 22   | 23   | 25   | 25.5 | 26   | 27   | 28   | 28   | 28   |
|       | 平均   | 17.7   | 20.7 | 21.7 | 23.7 | 24.3 | 25   | 25.5 | 25.8 | 26   | 26   |
|       | 上升溫度 | 0      | 3    | 4    | 6    | 6.6  | 7.3  | 7.8  | 8.1  | 8.3  | 8.3  |
| 底部    | 第一次  | 16.5   | 20.5 | 22.5 | 23   | 25   | 25.5 | 26.5 | 27.5 | 27   | 27   |
|       | 第二次  | 16     | 20   | 21   | 23.5 | 25   | 25   | 25.5 | 26   | 27   | 27   |
|       | 第三次  | 17     | 21   | 23.5 | 25   | 26   | 27   | 27.5 | 28   | 29   | 29   |
|       | 平均   | 16.5   | 20.5 | 22.3 | 23.8 | 25.3 | 25.8 | 26.5 | 27.2 | 27.7 | 27.7 |
|       | 上升溫度 | 0      | 4    | 5.8  | 7.3  | 8.8  | 9.3  | 10   | 10.7 | 11.2 | 11.2 |

表三：裝置三各處溫度隨時間改變上升的情形(A、B、C、D、F 為鋼板的裝置)。

| 溫度計位置 |      | 時間(分)  | 0    | 5    | 10   | 15   | 20   | 25   | 30   | 35   | 40   |
|-------|------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|       |      | 溫度(°C) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 外面    | 第一次  | 17     | 18   | 22   | 23   | 25   | 26   | 26   | 26   |      |      |
|       | 第二次  | 18     | 17   | 17   | 17   | 17   | 17   | 17   | 17   | 17   | 17   |
|       | 第三次  | 17.5   | 18   | 18   | 18   | 18   | 18   | 18   | 18   | 18   | 18   |
|       | 平均   | 17.5   | 17.7 | 19.0 | 19.3 | 20.0 | 20.3 | 20.3 | 20.3 | 20.3 | 17.5 |
|       | 上升溫度 | 0      | 0.2  | 1.5  | 1.8  | 2.5  | 2.8  | 2.8  | 2.8  | 2.8  | 0    |
| F 外   | 第一次  | 17     | 33   | 44   | 50   | 54   | 55   | 56   | 57.5 |      |      |
|       | 第二次  | 17     | 33   | 43   | 50   | 54   | 56   | 58   | 61   | 61   | 61   |
|       | 第三次  | 17     | 29   | 46   | 53   | 56   | 60   | 60   | 60   | 60   | 60.5 |
|       | 平均   | 17.0   | 31.7 | 44.3 | 51.0 | 54.7 | 57.0 | 58.0 | 59.5 | 59.5 | 60.5 |
|       | 上升溫度 | 0      | 14.7 | 27.3 | 34   | 37.7 | 40   | 41   | 42.5 | 42.5 | 43.5 |
| F 內   | 第一次  | 18     | 30   | 40   | 47   | 52   | 55   | 56   | 57.5 |      |      |
|       | 第二次  | 16     | 29   | 40   | 47   | 51   | 53   | 55   | 58   | 58   | 58   |
|       | 第三次  | 17     | 27   | 37   | 44   | 50   | 54   | 54   | 55   | 55   | 56   |
|       | 平均   | 17.0   | 28.7 | 39.0 | 46.0 | 51.0 | 54.0 | 55.0 | 56.8 | 56.8 | 57   |
|       | 上升溫度 | 0      | 11.7 | 22   | 29   | 34   | 37   | 38   | 39.8 | 39.8 | 40   |
| 中間    | 第一次  | 17     | 17.5 | 19   | 20   | 21   | 22   | 22   | 23   |      |      |
|       | 第二次  | 16     | 17   | 19.5 | 20   | 21   | 22   | 23   | 23.5 | 24   | 24   |
|       | 第三次  | 17     | 18   | 19   | 20.5 | 22   | 22.5 | 24   | 24   | 24   | 24.5 |
|       | 平均   | 16.7   | 17.5 | 19.2 | 20.2 | 21.3 | 22.2 | 23.0 | 23.5 | 23.5 | 24.3 |
|       | 上升溫度 | 0      | 0.8  | 2.5  | 3.5  | 4.6  | 5.5  | 6.3  | 6.8  | 6.8  | 7.6  |
| A     | 第一次  | 18     | 18   | 19   | 20   | 21   | 22   | 22   | 22   |      |      |
|       | 第二次  | 17     | 18   | 19   | 20   | 20   | 21   | 22   | 22.5 | 23   | 23   |
|       | 第三次  | 17     | 19   | 19.5 | 19   | 20   | 22   | 22   | 22.5 | 23   | 23   |
|       | 平均   | 17.3   | 18.3 | 19.2 | 19.7 | 20.3 | 21.7 | 22   | 22.3 | 22.3 | 23   |
|       | 上升溫度 | 0      | 1    | 1.9  | 2.4  | 3    | 4.4  | 4.7  | 5    | 5    | 5.7  |
| B     | 第一次  | 18     | 18   | 19   | 20   | 21   | 22   | 22   | 23   |      |      |
|       | 第二次  | 17     | 17   | 18   | 19   | 20   | 21   | 22   | 22   | 23   | 23   |
|       | 第三次  | 17     | 17   | 18   | 19   | 20   | 21   | 22   | 23   | 23   | 22   |
|       | 平均   | 17.3   | 17.3 | 18.3 | 19.3 | 20.3 | 21.3 | 22.0 | 22.7 | 22.7 | 22.5 |
|       | 上升溫度 | 0      | 0    | 1    | 2    | 3    | 4    | 4.7  | 5.4  | 5.4  | 5.2  |
| C     | 第一次  | 17     | 18   | 20   | 20   | 21   | 22   | 22   | 22   |      |      |
|       | 第二次  | 17     | 18   | 18   | 19   | 20   | 21   | 22   | 22   | 22   | 22   |
|       | 第三次  | 17     | 18   | 19   | 19   | 20   | 21   | 21   | 23   | 23   | 23   |
|       | 平均   | 17.0   | 18.0 | 19.0 | 19.3 | 20.3 | 21.3 | 21.7 | 22.3 | 22.3 | 22.5 |
|       | 上升溫度 | 0      | 1    | 2    | 2.3  | 3.3  | 4.3  | 4.7  | 5.3  | 5.3  | 5.5  |
| D     | 第一次  | 17     | 18   | 19   | 20   | 21   | 22   | 22   | 22   |      |      |
|       | 第二次  | 18     | 18   | 18   | 19   | 19.5 | 20   | 21   | 22   | 22   | 22   |
|       | 第三次  | 18     | 17   | 18   | 20   | 21   | 22   | 22   | 22.5 | 22   | 22   |
|       | 平均   | 17.7   | 17.7 | 18.3 | 19.7 | 20.5 | 21.3 | 21.7 | 22.2 | 22.2 | 22   |
|       | 上升溫度 | 0      | 0    | 0.6  | 2    | 2.8  | 3.6  | 4    | 4.5  | 4.5  | 4.3  |
| 底部    | 第一次  | 16     | 17   | 18   | 18.5 | 21   | 21.5 | 21.5 | 22   |      |      |
|       | 第二次  | 15     | 16   | 18.5 | 19   | 18.5 | 20   | 20.5 | 22   | 22   | 22   |
|       | 第三次  | 16.5   | 17   | 16   | 18   | 19   | 20   | 22.5 | 22   | 22   | 23   |
|       | 平均   | 15.8   | 16.7 | 17.5 | 18.5 | 19.5 | 20.5 | 21.5 | 22.0 | 22.0 | 22.5 |
|       | 上升溫度 | 0      | 0.9  | 1.7  | 2.7  | 3.7  | 4.7  | 5.7  | 6.2  | 6.2  | 6.7  |

表四：裝置四各處溫度隨時間改變上升的情形(A、B、C、D 為鋼板，F 為玻璃的裝置)。

| 溫度計位置 |      | 時間(分)  | 0    | 5    | 10   | 15   | 20   | 25   | 30   | 35   | 40   |
|-------|------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|       |      | 溫度(°C) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 外面    | 第一次  | 18.5   | 19   | 19   | 19.5 | 19.5 | 19.5 | 19.5 | 20   | 20   | 20   |
|       | 第二次  | 19     | 19   | 19   | 19.5 | 19.5 | 20   | 20   | 20   | 20   | 20   |
|       | 第三次  | 20     | 20.5 | 20.5 | 21   | 21   | 21   | 21   | 21.5 | 21.5 | 21.5 |
|       | 平均   | 19.2   | 19.5 | 19.5 | 20.0 | 20.0 | 20.2 | 20.2 | 20.5 | 20.5 | 20.5 |
|       | 上升溫度 | 0      | 0.3  | 0.3  | 0.8  | 0.8  | 1    | 1    | 1.3  | 1.3  | 1.3  |
| F 外   | 第一次  | 17     | 29   | 34   | 38   | 39   | 42   | 43   | 44   | 45   | 45   |
|       | 第二次  | 18     | 29   | 32   | 36   | 40   | 42   | 43   | 45   | 45   | 45   |
|       | 第三次  | 20     | 30   | 36   | 40   | 43   | 44   | 46   | 47   | 47   | 47   |
|       | 平均   | 18.3   | 29.3 | 34.0 | 38.0 | 40.7 | 42.7 | 44.0 | 45.3 | 45.7 | 45.7 |
|       | 上升溫度 | 0      | 11   | 15.7 | 19.7 | 22.4 | 24.4 | 25.7 | 27   | 27.4 | 27.4 |
| F 內   | 第一次  | 17     | 26   | 31   | 36   | 39   | 41   | 42   | 43   | 43   | 43   |
|       | 第二次  | 18     | 28   | 31   | 35   | 39   | 41   | 42   | 44   | 44   | 44   |
|       | 第三次  | 21     | 25   | 31   | 35   | 38.5 | 41   | 42   | 43   | 43   | 44   |
|       | 平均   | 18.7   | 26.3 | 31.0 | 35.3 | 38.8 | 41.0 | 42.0 | 43.3 | 43.7 | 43.7 |
|       | 上升溫度 | 0      | 7.6  | 12.3 | 16.6 | 20.1 | 22.3 | 23.3 | 24.6 | 25   | 25   |
| 中間    | 第一次  | 18     | 20   | 25   | 27   | 29   | 30.5 | 31   | 32   | 33   | 33   |
|       | 第二次  | 18     | 23   | 26   | 27   | 30   | 31   | 32   | 33   | 33   | 35   |
|       | 第三次  | 20     | 23.5 | 27   | 29   | 31   | 32   | 33   | 33.5 | 33   | 33   |
|       | 平均   | 18.7   | 22.2 | 26.0 | 27.7 | 30.0 | 31.2 | 32.0 | 32.8 | 33.7 | 33.7 |
|       | 上升溫度 | 0      | 3.5  | 7.3  | 9    | 11.3 | 12.5 | 13.3 | 14.1 | 15   | 15   |
| A     | 第一次  | 18     | 21   | 22   | 25   | 28   | 29   | 29   | 30   | 30   | 30   |
|       | 第二次  | 19     | 21   | 24   | 25.5 | 27   | 29   | 30   | 31   | 32   | 32   |
|       | 第三次  | 19.5   | 22.5 | 26   | 27   | 30   | 30   | 32   | 32   | 34   | 34   |
|       | 平均   | 18.8   | 21.5 | 24.0 | 25.8 | 28.3 | 29.3 | 30.3 | 31.0 | 32.0 | 32.0 |
|       | 上升溫度 | 0      | 2.7  | 5.2  | 7    | 9.5  | 10.5 | 11.5 | 12.2 | 13.2 | 13.2 |
| B     | 第一次  | 19     | 22   | 24   | 26   | 29   | 29   | 29   | 31   | 33   | 33   |
|       | 第二次  | 18     | 21   | 26   | 26   | 28   | 29   | 31   | 31   | 33   | 33   |
|       | 第三次  | 20     | 24   | 25   | 27   | 29   | 30   | 31   | 32   | 34   | 34   |
|       | 平均   | 19.0   | 22.3 | 25.0 | 26.3 | 28.7 | 29.3 | 30.3 | 31.3 | 33.3 | 33.3 |
|       | 上升溫度 | 0      | 3.3  | 6    | 7.3  | 9.7  | 10.3 | 11.3 | 12.3 | 14.3 | 14.3 |
| C     | 第一次  | 18     | 21   | 23   | 25   | 28   | 30   | 30   | 31   | 32   | 32   |
|       | 第二次  | 19     | 22   | 25   | 26   | 28   | 29   | 30   | 31   | 32   | 32   |
|       | 第三次  | 20     | 24   | 25   | 27   | 29   | 30   | 31   | 32   | 34   | 34   |
|       | 平均   | 19.0   | 22.3 | 24.3 | 26.0 | 28.3 | 29.7 | 30.3 | 31.3 | 32.7 | 32.7 |
|       | 上升溫度 | 0      | 3.3  | 5.3  | 7    | 9.3  | 10.7 | 11.3 | 12.3 | 13.7 | 13.7 |
| D     | 第一次  | 18.5   | 21.5 | 24   | 26   | 29   | 29   | 30   | 32   | 32   | 32   |
|       | 第二次  | 19     | 20.5 | 22   | 25   | 27   | 28   | 30   | 30.5 | 31   | 31   |
|       | 第三次  | 18     | 22   | 25   | 26.5 | 29   | 30.5 | 32   | 33   | 35   | 35   |
|       | 平均   | 18.5   | 21.3 | 23.7 | 25.8 | 28.3 | 29.2 | 30.7 | 31.8 | 32.7 | 32.7 |
|       | 上升溫度 | 0      | 2.8  | 5.2  | 7.3  | 9.8  | 10.7 | 12.2 | 13.3 | 14.2 | 14.2 |
| 底部    | 第一次  | 17     | 21   | 23   | 25   | 26   | 28   | 28   | 28   | 29   | 29   |
|       | 第二次  | 18     | 22   | 25   | 26   | 28   | 28   | 29.5 | 30   | 32   | 32   |
|       | 第三次  | 19     | 23   | 26   | 28   | 29   | 30   | 31   | 31.5 | 35   | 35   |
|       | 平均   | 18.0   | 22.0 | 24.7 | 26.3 | 27.7 | 28.7 | 29.5 | 29.8 | 32.0 | 32.0 |
|       | 上升溫度 | 0      | 4    | 6.7  | 8.3  | 9.7  | 10.7 | 11.5 | 11.8 | 14   | 14   |

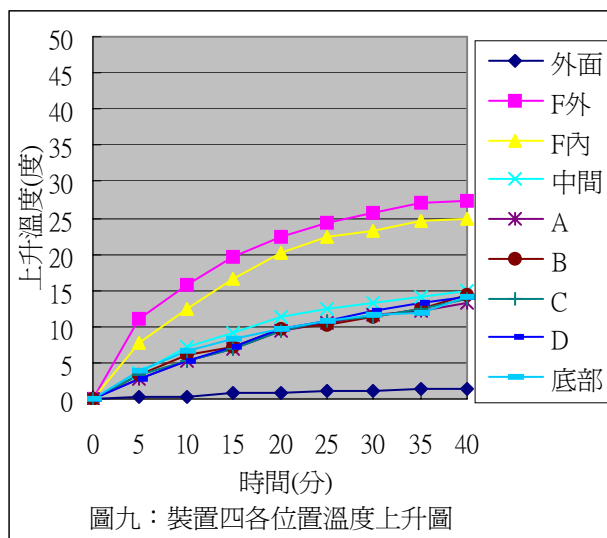
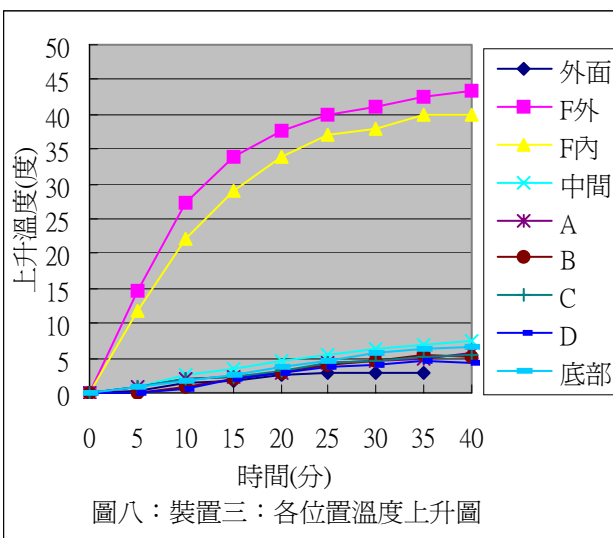
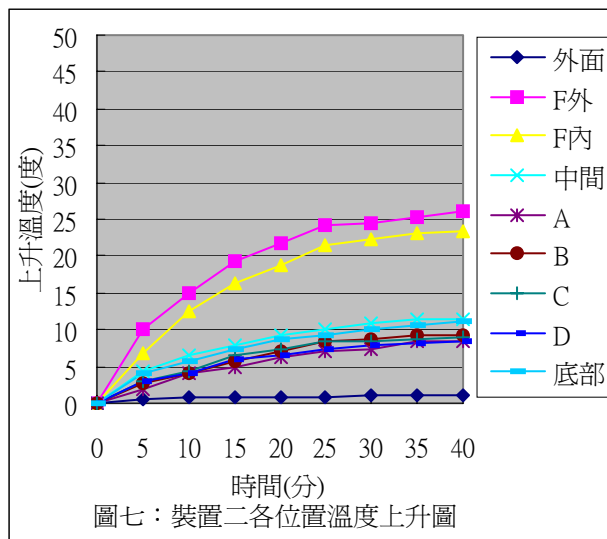
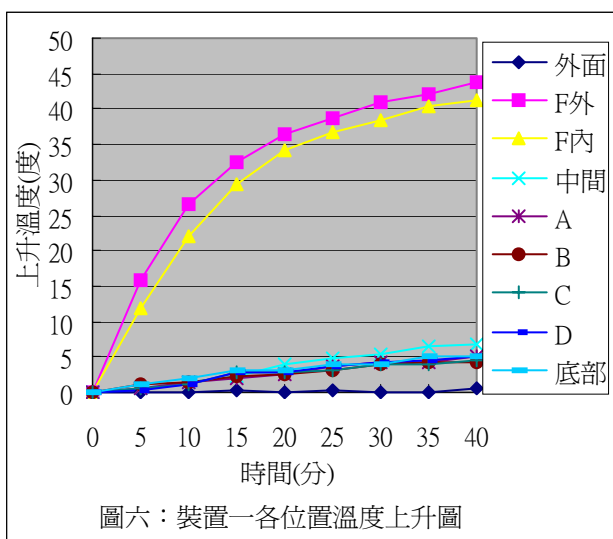
備註：因為每支溫度計的開始溫度有差異，所以我們以各時間的溫度－開始的溫度＝各時間上升的溫度作為比較。



#### (四)、發現與討論：

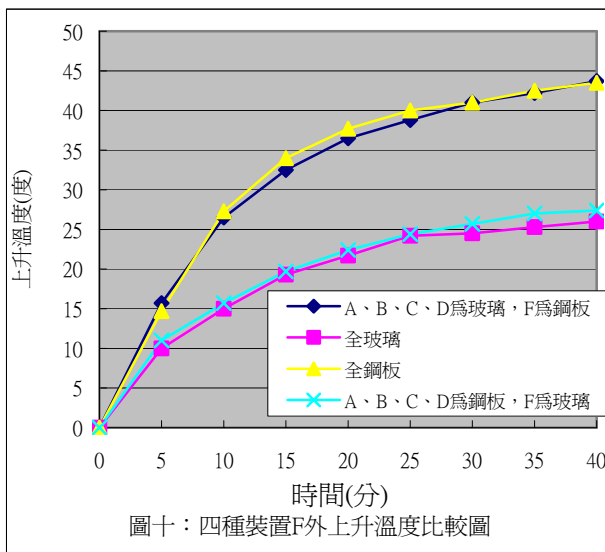
由實驗數據我們將四種裝置隨時間增加各位置溫度上升的情形分別化製成圖六至圖九，由這四個圖與實驗數據我們有以下發現：

1. 不論何種裝置每一處的溫度都會隨時間增加而升高，加熱的前五分鐘溫度上升最快，加熱 20 分鐘後溫度上升的速度變慢了。所以我們認為將車子停在大太陽下，車廂內的溫度在 20 分鐘內就以已經很高了。
2. 比較後發現不論何種裝置大概都是以車廂外空氣的溫度是上升最少的，車廂上蓋 F 外側因最接近熱源所以溫度最高，車廂中以車廂上蓋最高溫，車廂四面 A、B、C、D 和底部溫度都很接近為溫度較低的位置，這和我們學過太陽高度角越高被照射的位置溫度會越高的相同，因鹵素燈對車頂的高度角為 90 度，所以車頂的位置溫度高，而 A、B、C、D 因高度角接近 0 度，所以溫度比較低。車廂中的空氣溫度則比 A、B、C、D 和底部溫度稍微高一些。
3. 比較表一至表四較各個位置開始和結束的溫度發現，開始溫度越高，結束時升高的溫度也越高，跟夏天時氣溫高所以經過一段時間照射後車廂內氣溫會特別高；冬天時因氣溫較低，車廂經過一段時間照射後氣溫也不會很高。

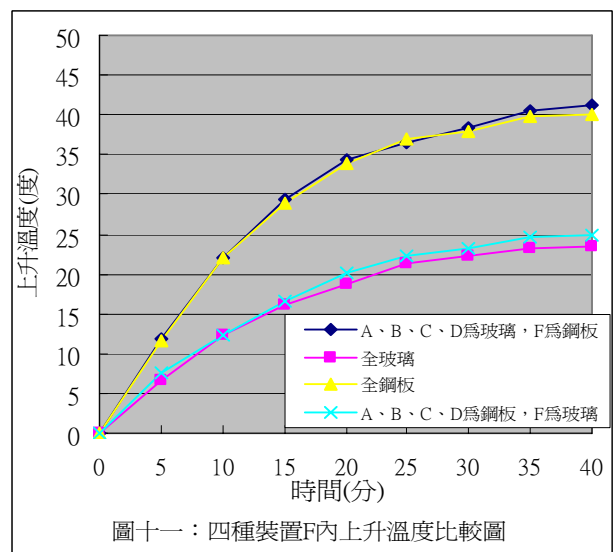


由實驗數據我們再比較四種裝置的 F 外側、F 內側、車廂中空氣、A 處四個位置隨時間增加溫度上升的情形分別化製成圖十至圖十三，我們有以下發現：

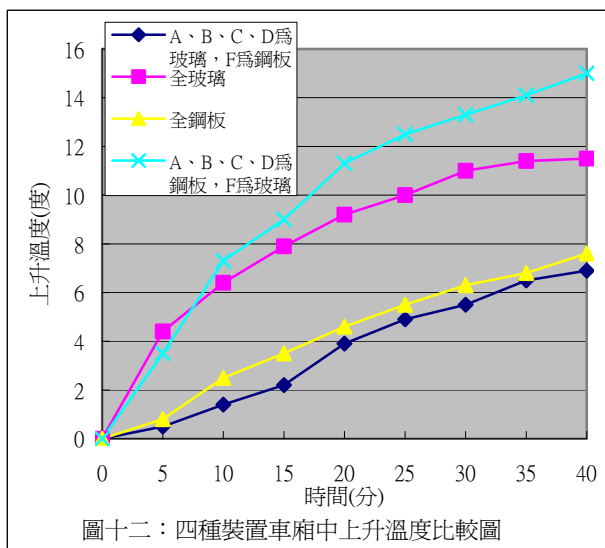
1. 由圖十、圖十一比較四種裝置中車頂內、外側(F 內、外側)溫度上升情形發現，裝置一(A、B、C、D、為玻璃，F 為鋼板)和裝置三(A、B、C、D、F 皆為鋼板)溫度較高；裝置二(A、B、C、D、F 皆為玻璃)和裝置四(A、B、C、D、為鋼板，F 為玻璃)溫度較低。我們發現在車頂位置裝設鋼板的比玻璃的溫度高，這和我們查到的資料符合，因為鋼板熱傳導的速度比玻璃快，容易吸熱，所以在車頂上方內外測鋼板溫度都比玻璃高。
2. 由圖十二、圖十三比較四種裝置中造成車廂內空氣溫度和 A 處(汽車側面)溫度上升情形發現，裝置四的溫度最高，裝置二其次，裝置一和裝置三的溫度卻是比較低的。結果我們發現造成汽車車廂中的溫度上升主要汽車材質應該是玻璃，而不是熱傳導效果較好的鋼板。



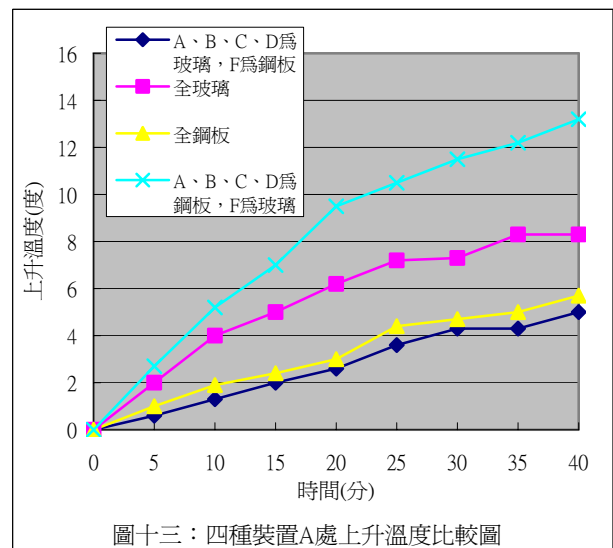
圖十：四種裝置F外上升溫度比較圖



圖十一：四種裝置F內上升溫度比較圖



圖十二：四種裝置車廂中上升溫度比較圖



圖十三：四種裝置A處上升溫度比較圖

經由實驗結果與查到資料的對照，我們將熱傳導的方式與汽車材料對汽車車廂中溫度的影響以表五說明，並有以下幾點發現：

1. 熱是由高溫傳到低溫，熱的傳播方式包含輻射、對流、傳導三種。

2. 因材質的不同三種熱傳播方式的效果也會有所差異。
3. 保溫和隔熱都是利用隔絕或降低熱傳播的方式來達到保溫或隔熱的效果，如保溫瓶會在雙層材質中抽真空使熱無法對流、傳導，瓶子內側會很光亮，並會鍍上一層銀膜以減少熱輻射；碗裝泡麵大都是以保麗龍為材質以降低熱的傳導，碗蓋內側則都是以鋁箔為材質以減少熱輻射；四種裝置中裝置四因為上蓋為玻璃容易讓光進入，而 A、B、C、D 處為鋼板所以減少了熱輻射出去，使得裝置四中的車廂溫度是最高的。
4. 由表五的說明我們知道，其實造成車廂內溫度上升的主要熱傳播方式是輻射，其次是傳導，對流的方式的最小。也因此玻璃才是造成汽車車廂溫度上升的主要汽車材質。
5. 資料收集時，我們發現其實車廂和建造用來種植農作物的溫室的原理很像，都是密閉的，有透明的玻璃或採光罩，熱以輻射方式進入車廂或溫室中，但是因被阻隔，熱無法完全反射出去，因此造成車廂和溫室的溫度上升。

表五：熱傳播的方式與車廂內溫度上升的關係

| 傳播的方式 | 傳遞方式      | 介質特性   | 對車廂溫度的影響  |
|-------|-----------|--|---|
| 傳導    | 介質本身不動    | 主要為固體，一般物體傳熱的快慢順序如下：金屬 > 陶瓷 > 玻璃 > 水 > 木材 > 空氣             | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 汽車車體中的鋼板為金屬熱傳導速度快，所以溫度高，玻璃熱傳導較慢，溫度較鋼板低。</li> <li>2. 因為空氣熱傳導的速度很慢，而且一般汽車車頂內側都會黏貼上保麗龍隔熱，所以熱很難以熱傳導方式由玻璃和鋼板將熱傳給空氣，使車廂溫度上升。</li> </ol> |
| 對流    | 介質本身帶著熱流動 | 主要是流體(液體或氣體)，如空氣、水，利用流體受熱後溫度升高，體積膨脹密度變小而上升，溫度低的流體則因密度小而下沉。 | 因車廂為密閉空間，熱無法經由對流方式傳入車廂空氣中。  |
| 輻射    | 不需要介質     | 深色粗糙的物體比較容易吸熱，平滑光亮的物質不易吸熱，輻射可被阻擋，但可以穿透玻璃和水。                | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 熱輻射會被鋼板吸收使鋼板溫度上升，但鋼板會阻熱隔輻射進入車廂中。</li> <li>2. 熱以輻射方式穿透過玻璃進入車廂中，使車廂中空氣升溫，形成溫室的效果。</li> </ol>  |

由上面四種裝置的實驗，我們知道其實造成車廂內溫度上升的主要原因包含了：時間(汽車停放在太陽下的時間)、照射的角度、材質及當時的氣溫。若要改善汽車車廂的高溫和悶熱，我們就必須針對這四個原因來找出解決方法，但是太陽照射的角度和當時的氣溫是我們無法改變的，汽車停放的時間也不可能都不停超過 5 分鐘，所以我們決定由造成車廂內溫度上升的材質—玻璃來下手，並試著應用一些日常生活中常用的物品來達到汽車隔熱的效果。


## 研究過程二：探討日常生活中不同的材質對車廂隔熱的效果

由研究過程一中的資料我們發現 1. 只用 500W 鹵素燈加熱車廂內的溫度大約只上升了 10

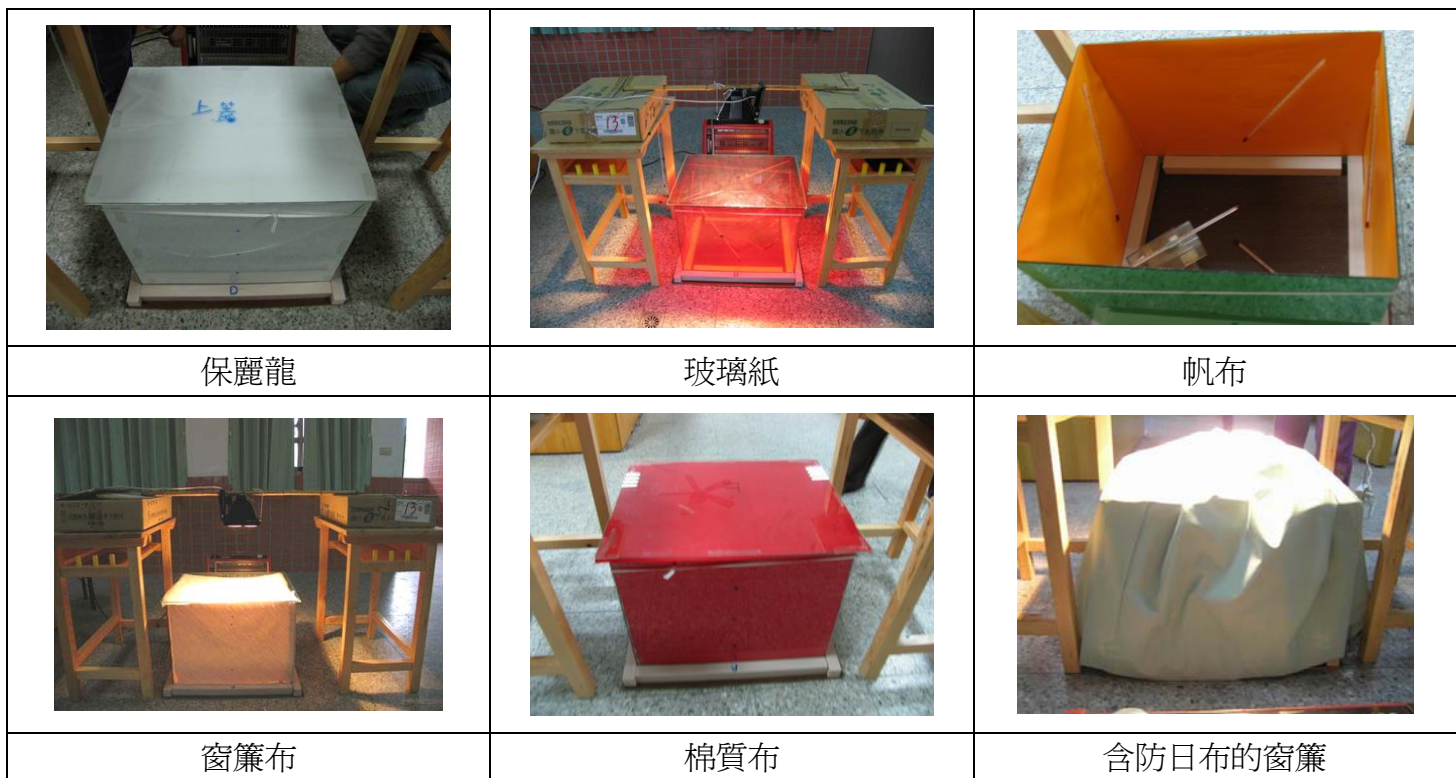
度左右，我們認為需要再增加熱源(1500W 的鹵素燈電熱器)和縮短 500W 鹵素燈和上蓋 F 的距離來提高車廂內的溫度，才能比較清楚的比較出不同材質隔熱效果的好壞。2.因為玻璃對車廂內溫度的影響比鋼板大，所以我們以裝置二(A、B、C、D、F 皆為玻璃)進行以下不同材質的實驗。3.因車廂溫度大約經過 20 分鐘後上升的就不多了，所以我們直接紀錄開始和 30 分鐘後各種材質的溫度。以下為研究過程二的方法與實驗結果：

### (一)、方法：

1. 架設實驗裝置二(A、B、C、D、F 皆為玻璃)。
2. 模擬太陽照射情形：以 500W 鹵素燈由上方照射，其位置距離車頂上蓋 15 cm 處；1500W 的鹵素燈電熱器放置在距離 B 處 40 cm 處。
3. 溫度計設置說明：
  - (1)分別將溫度計黏貼在 A、B、C、D 內面，其液囊距離地面 10 cm 處，用以測量車廂內四個面的溫度。
  - (2)在 F(車頂上蓋)內外正中央各黏貼一支溫度計，用以量測車頂內外的溫度。
  - (3)在車廂正中央設置一支溫度計，用以測量車廂內空氣的溫度。
  - (4) 車廂外距離 10 cm 處設置一支溫度計，用以測量車廂外溫度的變化。
4. 紀錄各處開始溫度及 30 分鐘後的溫度。
5. 裁剪 12 種不同材質的物品(報紙、含膜月曆紙、鋁箔、瓦楞紙、珍珠板、PP 板、保麗龍、玻璃紙、帆布、窗簾布、棉質布、含防日布的窗簾)，將每種材質黏貼在 A、B、C、D、F 五片玻璃上，實驗時因為各種材質之間的厚薄不一致，所以可能會造成實驗結果的差異，但我們希望是能由日常生活中的材質來做隔熱物質，所以我們仍是以各材質一般常見的厚薄來進行實驗。
6. 每個材質的物品分別實驗三次。

|   |  |   |
|---|--|---|
|  |  |  |
| <p>報紙</p>   | <p>含膜月曆紙</p>   | <p>鋁箔</p>   |
|  |  |  |
| <p>瓦楞紙</p>  | <p>珍珠板</p>   | <p>PP 板</p>   |





## (二)、實驗結果：

表六：不同材質各位置前後溫度變化 1

| 溫度計位置  |      | 外面   |      | F 內  |    | 中間   |      | A    |      | B    |      | C    |    | D    |      |
|--------|------|------|------|------|----|------|------|------|------|------|------|------|----|------|------|
| 時間 (分) |      | 0    | 30   | 0    | 30 | 0    | 30   | 0    | 30   | 0    | 30   | 0    | 30 | 0    | 30   |
| 無黏貼材質  | 第一次  | 22   | 24   | 23.5 | 75 | 21.5 | 44.5 | 22   | 39   | 21   | 45   | 23   | 40 | 21   | 39   |
|        | 第二次  | 21.5 | 24   | 19.5 | 78 | 23   | 45   | 21   | 35   | 21   | 46   | 21   | 41 | 20   | 37   |
|        | 第三次  | 21.5 | 24   | 20   | 78 | 21   | 44.5 | 21.5 | 40.5 | 21   | 48   | 21   | 45 | 21   | 42   |
|        | 平均   | 21.7 | 24   | 21   | 77 | 21.8 | 44.7 | 21.5 | 38.2 | 21   | 46.3 | 21.7 | 42 | 20.7 | 39.3 |
|        | 前後溫差 | 2.3  |      | 56   |    | 22.9 |      | 16.7 |      | 25.3 |      | 20.3 |    | 18.6 |      |
| 報紙     | 第一次  | 23   | 24.5 | 23   | 76 | 23   | 45   | 23   | 38   | 25   | 45   | 22   | 45 | 24   | 41   |
|        | 第二次  | 23   | 26   | 21   | 78 | 22   | 43   | 21   | 46   | 21   | 48   | 22   | 45 | 22   | 45   |
|        | 平均   | 23   | 25.3 | 22   | 77 | 22.5 | 44   | 22   | 42   | 23   | 46.5 | 22   | 45 | 23   | 43   |
|        | 前後溫差 | 2.8  |      | 55   |    | 21.5 |      | 20   |      | 23.5 |      | 23   |    | 20   |      |

因鹵素燈和電熱器距離玻璃太近，加熱過快造成玻璃裂開，因此模擬太陽照射情形修正為：以 500W 鹵素燈由上方照射，其位置距離車頂上蓋 26 cm 處；1500W 的鹵素燈電熱器放置在距離 B 處 45 cm 處，加熱時間縮短為 25 分鐘，並加測底部的溫度，再繼續進行其他 11 種材質的實驗。由上面的實驗可以看出以報紙作為隔熱物質效果並不好。

表七：不同材質各位置前後溫度變化 2

| 溫度計位置  |     | 外面  |      | F 內  |      | 中間   |      | A    |    | B    |    | C  |    | D    |      | 底部   |      |
|--------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|----|------|----|----|----|------|------|------|------|
| 時間 (分) |     | 0   | 25   | 0    | 25   | 0    | 25   | 0    | 25 | 0    | 25 | 0  | 25 | 0    | 25   | 0    | 25   |
| 無黏貼材質  | 第一次 | 22  | 26.5 | 21.5 | 55   | 22   | 39.5 | 22   | 35 | 22   | 38 | 23 | 36 | 22   | 34   | 21.5 | 33   |
|        | 第二次 | 22  | 25.5 | 23   | 52   | 24   | 39.5 | 24   | 36 | 23   | 39 | 23 | 34 | 24   | 36   | 22   | 34.5 |
|        | 第三次 | 22  | 26.5 | 22   | 53   | 23   | 39   | 22   | 34 | 22   | 40 | 23 | 32 | 22   | 30   | 21.5 | 34   |
|        | 平均  | 22  | 26.2 | 22.2 | 53.3 | 23   | 39.3 | 22.7 | 35 | 22.3 | 39 | 23 | 34 | 22.7 | 33.3 | 21.7 | 33.8 |
|        | 溫差  | 4.2 |      | 31.1 |      | 16.3 |      | 12.3 |    | 16.7 |    | 11 |    | 10.6 |      | 12.1 |      |



|       |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 含膜月曆紙 | 第一次 | 22   | 25   | 22   | 58   | 22.5 | 36   | 22   | 32   | 23   | 38   | 22   | 32   | 22   | 31   | 21.5 | 27.5 |
|       | 第二次 | 21.5 | 24   | 22   | 59   | 22.5 | 31.5 | 22   | 32   | 23   | 39   | 22   | 32   | 22   | 31   | 23   | 29   |
|       | 第三次 | 22.5 | 26   | 21.5 | 58   | 22   | 35   | 23   | 32   | 22   | 39   | 21   | 31   | 21.5 | 30.5 | 21   | 27   |
|       | 平均  | 22   | 25   | 21.8 | 58.3 | 22.3 | 34.2 | 22.3 | 32   | 22.7 | 38.7 | 21.7 | 31.7 | 21.8 | 30.8 | 21.8 | 27.7 |
|       | 溫差  | 3    |      | 36.5 |      | 11.9 |      | 9.7  |      | 16   |      | 10   |      | 9    |      | 5.9  |      |
| 鋁箔    | 第一次 | 20   | 23   | 20.5 | 51   | 20   | 25   | 19   | 22   | 19   | 35   | 19   | 22   | 19   | 22   | 19   | 20.5 |
|       | 第二次 | 22   | 23   | 18.5 | 50   | 20   | 25   | 20   | 23   | 19   | 36   | 19   | 22   | 20   | 23   | 19   | 20   |
|       | 第三次 | 21.5 | 23   | 22   | 54   | 21   | 26   | 22   | 24   | 21   | 37   | 21   | 24   | 22   | 24   | 20   | 21.5 |
|       | 平均  | 21.2 | 23   | 20.3 | 51.7 | 20.3 | 25.3 | 20.3 | 23   | 19.7 | 36   | 19.7 | 22.7 | 20.3 | 23   | 19.3 | 20.7 |
|       | 溫差  | 1.8  |      | 31.3 |      | 5    |      | 2.7  |      | 16.3 |      | 3    |      | 2.7  |      | 1.3  |      |
| 瓦楞紙   | 第一次 | 21   | 24   | 19.5 | 55   | 21.5 | 34   | 22   | 32   | 18.5 | 32   | 21   | 32   | 21   | 30   | 20   | 25.5 |
|       | 第二次 | 19   | 21   | 18   | 56   | 18   | 31.5 | 19   | 30   | 19   | 31   | 19   | 28   | 18   | 28   | 18   | 24   |
|       | 第三次 | 19   | 20.5 | 17.5 | 57   | 18.5 | 32.5 | 19   | 31   | 21   | 34   | 19   | 29   | 19   | 29   | 17.5 | 23   |
|       | 平均  | 19.7 | 21.8 | 18.3 | 56   | 19.3 | 32.7 | 20   | 31   | 19.5 | 32.3 | 19.7 | 29.7 | 19.3 | 29   | 18.5 | 24   |
|       | 溫差  | 2.1  |      | 37.7 |      | 13.4 |      | 11   |      | 12.8 |      | 10   |      | 9.7  |      | 5.5  |      |
| 珍珠板   | 第一次 | 20   | 23   | 18.5 | 47   | 19.5 | 32.5 | 19   | 31   | 19   | 35   | 19   | 32   | 20   | 32   | 19   | 28   |
|       | 第二次 | 21   | 23   | 21   | 46   | 21   | 33.5 | 21   | 32   | 21   | 34   | 21   | 32   | 21   | 31   | 20   | 28.5 |
|       | 第三次 | 19   | 20   | 18   | 47   | 19   | 33   | 20   | 34   | 19   | 34   | 19   | 31   | 18   | 30   | 19.5 | 28   |
|       | 平均  | 20   | 22   | 19.2 | 46.7 | 19.8 | 33   | 20   | 32.3 | 19.7 | 34.3 | 19.7 | 31.7 | 19.7 | 31   | 19.5 | 28.2 |
|       | 溫差  | 2    |      | 27.5 |      | 13.2 |      | 12.3 |      | 14.6 |      | 12   |      | 11.4 |      | 8.7  |      |
| P P 板 | 第一次 | 20   | 24   | 19.5 | 52   | 20   | 38   | 20   | 35   | 20   | 41   | 20   | 32   | 20   | 33   | 19   | 32   |
|       | 第二次 | 21   | 24.5 | 19   | 52   | 20   | 37.5 | 19   | 34   | 20   | 38   | 20   | 33   | 20   | 32   | 19.5 | 32   |
|       | 第三次 | 22   | 24   | 21   | 57   | 22.5 | 38   | 20   | 35   | 21   | 41   | 23   | 36   | 22   | 35   | 23   | 34   |
|       | 平均  | 21   | 24.2 | 19.8 | 53.7 | 20.8 | 37.8 | 19.7 | 34.7 | 20.3 | 40   | 21   | 33.7 | 20.7 | 33.3 | 20.5 | 32.7 |
|       | 溫差  | 3.2  |      | 33.8 |      | 17   |      | 15   |      | 19.7 |      | 12.7 |      | 12.6 |      | 12.2 |      |
| 保麗龍   | 第一次 | 21   | 23   | 19   | 43   | 19   | 29.5 | 20   | 30.5 | 20   | 33   | 20   | 28   | 20   | 29   | 19   | 27   |
|       | 第二次 | 20   | 22   | 20   | 43   | 20   | 32   | 20.5 | 30   | 20   | 36   | 20   | 28   | 20   | 30   | 19   | 25   |
|       | 第三次 | 21   | 26   | 18   | 42   | 21   | 32   | 20.5 | 30   | 20   | 34   | 20   | 28   | 20   | 29   | 20   | 27   |
|       | 平均  | 20.7 | 23.7 | 19   | 42.7 | 20   | 31.2 | 20.3 | 30.2 | 20   | 34.3 | 20   | 28   | 20   | 29.3 | 19.3 | 26.3 |
|       | 溫差  | 3    |      | 23.6 |      | 11.2 |      | 9.9  |      | 14.3 |      | 8    |      | 9.3  |      | 7    |      |
| 紅色玻璃紙 | 第一次 | 20   | 24   | 20   | 50   | 20   | 33.5 | 20   | 32   | 20   | 35   | 21   | 31   | 20   | 32   | 20.5 | 34   |
|       | 第二次 | 20   | 23   | 18   | 50   | 19   | 32   | 20   | 31   | 20   | 36   | 20   | 31   | 20   | 31   | 19   | 32   |
|       | 第三次 | 20   | 24   | 19   | 48   | 20   | 35.5 | 20   | 32   | 20   | 35   | 20   | 31   | 20   | 31   | 20.5 | 32.5 |
|       | 平均  | 20   | 23.7 | 19   | 49.3 | 19.7 | 33.7 | 20   | 31.7 | 20   | 35.3 | 20.3 | 31   | 20   | 31.3 | 20   | 32.8 |
|       | 溫差  | 3.7  |      | 30.3 |      | 14   |      | 11.7 |      | 15.3 |      | 10.7 |      | 11.3 |      | 12.8 |      |
| 帆布    | 第一次 | 21   | 23   | 20   | 53   | 20   | 36   | 20.5 | 31   | 20.5 | 41   | 20   | 31   | 20.5 | 31   | 20.5 | 31   |
|       | 第二次 | 20   | 21   | 22   | 58   | 21.5 | 38   | 20   | 31   | 22   | 43   | 23   | 34   | 21   | 32   | 22   | 31.5 |
|       | 第三次 | 20   | 21   | 18.5 | 49   | 19.5 | 38.5 | 18.5 | 27.5 | 19   | 39   | 20   | 30   | 18.5 | 29   | 19   | 32.5 |
|       | 平均  | 20.3 | 21.7 | 20.2 | 53.3 | 20.3 | 37.5 | 19.7 | 29.8 | 20.5 | 41   | 21   | 31.7 | 20   | 30.7 | 20.5 | 31.7 |
|       | 溫差  | 1.4  |      | 33.1 |      | 17.2 |      | 10.1 |      | 20.5 |      | 10.7 |      | 10.7 |      | 11.2 |      |
| 窗簾布   | 第一次 | 20   | 24   | 18.5 | 52   | 19   | 34.5 | 18   | 29   | 18   | 38   | 20   | 30   | 18   | 29   | 19   | 26   |
|       | 第二次 | 19   | 21   | 19   | 52   | 19   | 34.5 | 18   | 29   | 19   | 40   | 18   | 29   | 18   | 30   | 19   | 28.5 |
|       | 第三次 | 21   | 22   | 22   | 52   | 20.5 | 36   | 20   | 31   | 23   | 40   | 20   | 29   | 20   | 31   | 20.5 | 31   |
|       | 平均  | 20   | 22.3 | 19.8 | 52   | 19.5 | 35   | 18.7 | 29.7 | 20   | 39.3 | 19.3 | 29.3 | 18.7 | 30   | 19.5 | 28.5 |
|       | 溫差  | 2.3  |      | 32.2 |      | 15.5 |      | 11   |      | 19.3 |      | 10   |      | 11.3 |      | 9    |      |

|         |     |      |      |      |    |      |      |      |      |      |      |      |    |      |      |      |      |
|---------|-----|------|------|------|----|------|------|------|------|------|------|------|----|------|------|------|------|
| 棉質布     | 第一次 | 16   | 19   | 16   | 49 | 18   | 34   | 17   | 30.1 | 16   | 36   | 17   | 29 | 18   | 28   | 17.5 | 28   |
|         | 第二次 | 17.5 | 19   | 16   | 51 | 17   | 33   | 17   | 28   | 17   | 37   | 16.5 | 28 | 17   | 28   | 17   | 27   |
|         | 第三次 | 17   | 20   | 21   | 56 | 18   | 35.5 | 18   | 30   | 20   | 39   | 20   | 30 | 18   | 30   | 18   | 29.5 |
|         | 平均  | 16.8 | 19.3 | 17.7 | 52 | 17.7 | 34.2 | 17.3 | 29.4 | 17.7 | 37.3 | 17.8 | 29 | 17.7 | 28.7 | 17.5 | 28.2 |
|         | 溫差  | 2.5  |      | 3.43 |    | 1.65 |      | 12.1 |      | 19.6 |      | 11.2 |    | 11   |      | 10.7 |      |
| 有防日布的窗簾 | 第一次 | 20   | 22   | 21   | 45 | 20   | 25   | 20.5 | 24   | 20   | 28   | 20.5 | 24 | 20   | 23   | 20   | 22.5 |
|         | 第二次 | 19.5 | 21   | 21   | 42 | 20   | 26.5 | 20.5 | 25   | 19.5 | 27   | 19.5 | 25 | 19.5 | 24   | 20   | 24   |
|         | 第三次 | 20   | 22   | 21   | 48 | 20   | 25.5 | 21   | 25   | 20   | 30   | 20   | 23 | 20.5 | 23.5 | 20.5 | 23   |
|         | 平均  | 19.8 | 21.7 | 21   | 45 | 20   | 25.7 | 20.7 | 24.7 | 19.8 | 28.3 | 20   | 24 | 20   | 23.5 | 20.2 | 23.2 |
|         | 溫差  | 1.8  |      | 2.4  |    | 5.7  |      | 4    |      | 8.5  |      | 4    |    | 3.5  |      | 3    |      |

### (三)、發現與討論：

1. 由實驗的資料我們將各位置的各種材質隔熱的效果整理成表八，發現各種材質在車廂中各處的隔熱效果並不一致，例如：瓦楞紙、鋁箔等，在接近熱源的地方(上蓋 F 和車廂側面 B 處)和車廂中、車底部的位置效果是不同的，很難找到在每個位置隔熱效果是一致的。
2. 人進入車廂中感覺到的是空氣中的悶熱，並不是車頂或車廂玻璃等的溫度，因此我們以汽車廂中空氣及底部的溫差作為隔熱效果好壞的判斷，我們可以將十二種材質大致分 (1)有隔熱效果的，包含鋁箔、有防日布的窗簾、保麗龍、含膜的月曆紙、珍珠板、瓦楞紙等 6 種；(2)不具隔熱效果的，包含窗簾布、玻璃紙、棉質布、帆布、PP 板、報紙等 6 種。
3. 由表八我們發現在最接近熱源的地方(上蓋 F 和車廂側面 B 處)以保麗龍和有防日布的窗簾隔熱效果最好，因此我們認為汽車製造商會在車頂鋼板的內側貼上保麗龍也是因為保麗龍對車頂的隔熱效果最好，而且鋼板很容易吸熱造成溫度上升，若有黏貼保麗龍，也可以減少鋼板傳熱到空氣中。
4. 由表八和表九我們發現有些材質不但沒有隔熱的效果，甚至於還讓車頂或 B 處會有增溫的效果，如 PP 板、棉質布。
5. 鋁箔在 F 內側和 B 處並無隔熱效果，但在對底部及車廂中的隔熱效果卻是最好的，我們認為這應該是因十二種材質中只有鋁箔是金屬和我們在實驗過程一中以鋼板作為車頂時，雖然金屬(鋼板、鋁箔)本身因吸熱快溫度上升很快，但因會阻隔輻射進入車廂內，所以車廂中的溫度反而是比最低的。
6. 不同材質間的隔熱效果好壞和厚薄並沒有明顯的關係，例如鋁箔是其中最薄的，但是隔熱的效果卻比 3mm 的 PP 板好；同樣是 3mm 的 PP 板、瓦楞紙、珍珠板隔熱效果也不一致，因此我們認為隔熱的材質比厚薄對隔熱效果的影響大。
7. 若要有效的隔熱必須要針對不同的汽車位置、汽車材質以適當的材質作隔熱，例如玻璃處要以有反光、可以阻擋光的材質較佳，如鋁箔、有防日布的窗簾，鋼板部分則以可以阻隔鋼板傳熱的，如保麗龍，這樣才能有最好的隔熱效果。

表八：不同材質各處隔熱效果比較表

| 位置   | 隔熱效果比較                                       |                                       |                         |
|------|--|---------------------------------------|-------------------------|
|      | 具有隔熱效果的材質                                    | 不具隔熱效果的材質                             | 具有增溫效果的材質               |
| F 內側 | 保麗龍 > 有防日布的窗簾 > 珍珠板                          | 玻璃紙 > 沒有黏貼任何物質 > 報紙 > 鋁箔 > 窗簾布        | 帆布 > PP 板棉質布含膜月曆紙 > 瓦楞紙 |
| B 處  | 有防日布的窗簾 > 瓦楞紙 > 保麗龍 > 珍珠板                    | 玻璃紙 > 含膜月曆紙 > 鋁箔 > 報紙 > 沒有黏貼任何物質      | 窗簾布 > 棉質布 > PP 板 > 帆布   |
| 中間   | 鋁箔 > 有防日布的窗簾 > 保麗龍 > 含膜月曆紙 > 珍珠板 > 瓦楞紙 > 玻璃紙 | 窗簾布 > 報紙 > 沒有黏貼任何物質 > 棉質布 > PP 板 > 帆布 |                         |
| 底部   | 鋁箔 > 有防日布的窗簾 > 瓦楞紙 > 含膜月曆紙 > 保麗龍 > 珍珠板 > 窗簾布 | 棉質布 > 帆布 > 沒有黏貼任何物質 > PP 板 > 玻璃紙      |                         |

備註：各材質的隔熱效果都是與裝置二(沒有黏貼任何物質)相比較，各位置的各材質須溫差有低於裝置二 2°C 以上才算有隔熱效果，高於 2°C 則列為有增溫效果。

由研究過程二我們知道不同材質對車廂的隔熱效果是有差別的，並須選擇合適的材質才能夠有效的降低車廂中的溫度，但是不同的顏色對汽車隔熱的結果會有影響嗎？因此我們進行研究過程三探討不同顏色物質對汽車隔熱的影響。




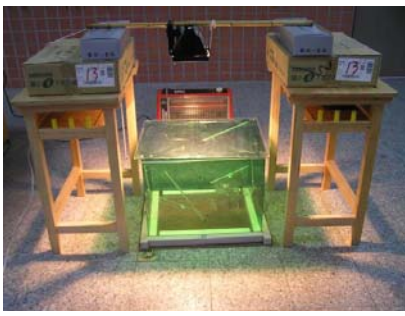

### 研究過程三：不同顏色物質對車廂隔熱的影響







爲了要了解不同顏色物質對汽車車廂的隔熱效果，我們選了顏色種類較多的兩種材質—玻璃紙及棉布來進行實驗，針對這兩種物質我們分別在進行下面實驗作為比較。

#### (一)方法：

1. 架設實驗裝置二(A、B、C、D、F 皆為玻璃)。
2. 擬太陽照射情形：以 500W 鹵素燈由上方照射，其位置距離車頂上蓋 33 cm 處；1500W 的鹵素燈電熱器放置在距離 B 處 60 cm 處。
3. 溫度計設置說明：
  - (1)分別將溫度計黏貼在 A、B、C、D 內面，其液囊距離地面 10 cm 處，用以測量車廂內四個面的溫度。
  - (2)在 F(車頂上蓋)內外正中央各黏貼一支溫度計，用以量測車頂內外的溫度。
  - (3)在車廂正中央設置一支溫度計，用以測量車廂內空氣的溫度。
  - (4)車廂外距離 10 cm 處設置一支溫度計，用以測量車廂外溫度的變化。
4. 紀錄各處開始溫度及 10 分鐘後的溫度。
5. 裁剪 2 種不同材質的各種顏色，並黏貼在 A、B、C、D、F 五片玻璃上。
6. 每個材質的各種顏色分別實驗三次。



|   |  |   |
|---|--|---|
|  |   |  |
| 紅色玻璃紙   | 藍色玻璃紙  | 紫色玻璃紙   |
|  |  |   |
| 綠色玻璃紙   | 黃色玻璃紙  |   |

|   |   |   |
|---|---|---|
|  |  |  |
| 紫色棉布  | 紅色棉布  | 藍色棉布  |
|  |  |  |
| 綠色棉布  | 黃色棉布  | 黑色棉布  |

(二)、實驗結果：

表九：不同顏色玻璃紙對車廂的隔熱效果

| 溫度計位置 |      | 外面   |      | F 內  |      | 中間   |      | A    |      | B    |      | C    |      | D    |      | 底部   |      |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|       |      | 0    | 10   | 0    | 10   | 0    | 10   | 0    | 10   | 0    | 10   | 0    | 10   | 0    | 10   | 0    | 10   |
| 紅色玻璃紙 | 第一次  | 21   | 23   | 21   | 36   | 21   | 30   | 21   | 28   | 21   | 32   | 22   | 29   | 21   | 27   | 19.5 | 28   |
|       | 第二次  | 23   | 25   | 22   | 36   | 22   | 30.5 | 22   | 28   | 22   | 32   | 22   | 29   | 23   | 28   | 21   | 29.5 |
|       | 第三次  | 20   | 22   | 22   | 36   | 22   | 30.5 | 22   | 28   | 21   | 32   | 20   | 30   | 21   | 27   | 20   | 26.5 |
|       | 平均   | 21.3 | 23.3 | 21.7 | 36   | 21.7 | 30.3 | 21.7 | 28   | 21.3 | 32   | 21.3 | 29.3 | 21.7 | 27.3 | 20.2 | 28   |
|       | 前後溫差 | 2    |      | 14.3 |      | 8.6  |      | 6.3  |      | 10.7 |      | 8    |      | 5.6  |      | 7.8  |      |
| 紫色玻璃紙 | 第一次  | 21   | 23   | 21   | 36   | 21   | 29   | 20   | 29   | 20   | 32   | 19   | 27   | 19   | 28   | 21.5 | 27   |
|       | 第二次  | 19   | 23   | 20.5 | 34.5 | 19.5 | 28.5 | 20   | 28   | 19   | 30   | 20   | 26   | 19   | 28   | 19.5 | 26   |
|       | 第三次  | 21   | 24   | 21   | 35   | 21.5 | 29.5 | 22   | 28   | 20   | 32   | 22   | 27   | 21   | 29   | 21.5 | 27   |
|       | 平均   | 20.3 | 23.3 | 20.8 | 35.2 | 20.7 | 29   | 20.7 | 28.3 | 19.7 | 31.3 | 20.3 | 26.7 | 19.7 | 28.3 | 20.8 | 26.7 |
|       | 前後溫差 | 3    |      | 14.4 |      | 8.3  |      | 7.6  |      | 11.6 |      | 6.4  |      | 8.6  |      | 5.9  |      |
| 綠色玻璃紙 | 第一次  | 21   | 23   | 20   | 34   | 21.5 | 29.5 | 21   | 27   | 20   | 32   | 20   | 26   | 21   | 27   | 21.5 | 27   |
|       | 第二次  | 19   | 23   | 19.5 | 33   | 20   | 28.5 | 19.5 | 27   | 19.5 | 30   | 19   | 25   | 19   | 25   | 20   | 26   |
|       | 第三次  | 21   | 24   | 21   | 35   | 21.5 | 30   | 22   | 28   | 21   | 33   | 21   | 27   | 21   | 27   | 22   | 27.5 |
|       | 平均   | 20.3 | 23.3 | 20.2 | 34   | 21   | 29.3 | 20.8 | 27.3 | 20.2 | 31.7 | 20   | 26   | 20.3 | 26.3 | 21.2 | 26.8 |
|       | 前後溫差 | 3    |      | 13.8 |      | 8.3  |      | 6.5  |      | 11.5 |      | 6    |      | 6    |      | 5.6  |      |
| 藍色玻璃紙 | 第一次  | 20   | 24   | 21   | 35   | 20   | 29   | 23   | 28   | 20   | 30   | 22   | 24   | 22   | 26   | 20   | 27.5 |
|       | 第二次  | 21   | 23   | 22   | 36   | 21.5 | 30.5 | 22   | 28   | 20   | 30   | 22   | 28   | 23   | 29   | 22   | 28.5 |
|       | 第三次  | 19   | 23   | 19   | 36   | 19.5 | 29.5 | 19.5 | 27   | 19   | 31   | 19   | 27   | 20.5 | 27   | 19   | 28   |
|       | 平均   | 20   | 23.3 | 20.7 | 35.7 | 20.3 | 29.7 | 21.5 | 27.7 | 19.7 | 30.3 | 21   | 26.3 | 21.8 | 27.3 | 20.3 | 28   |
|       | 前後溫差 | 3.3  |      | 15   |      | 9.4  |      | 6.2  |      | 10.6 |      | 5.3  |      | 5.5  |      | 7.7  |      |
| 黃色玻璃紙 | 第一次  | 19.5 | 20.5 | 19.5 | 33   | 19.5 | 28   | 19   | 26   | 19   | 30   | 21   | 26   | 18.5 | 25   | 19.5 | 26   |
|       | 第二次  | 19   | 23.5 | 20   | 33   | 20   | 27.5 | 19   | 26   | 20   | 30   | 20   | 25   | 20   | 26   | 20   | 26   |
|       | 第三次  | 20   | 24   | 22   | 35   | 20   | 30   | 22   | 28   | 20   | 30   | 23   | 28   | 23   | 28   | 21.5 | 28   |
|       | 平均   | 19.5 | 22.7 | 20.5 | 33.7 | 19.8 | 28.5 | 20   | 26.7 | 19.7 | 30   | 21.3 | 26.3 | 20.5 | 26.3 | 20.3 | 26.7 |
|       | 前後溫差 | 3.2  |      | 13.2 |      | 8.7  |      | 6.7  |      | 10.3 |      | 5    |      | 5.8  |      | 6.4  |      |



表十：不同顏色棉質布對車廂的隔熱效果

| 溫度計位置  |      | 外面   |      | F 內  |      | 中間   |      | A    |      | B    |      | C    |      | D    |      | 底部   |      |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 時間 (分) |      | 0    | 10   | 0    | 10   | 0    | 10   | 0    | 10   | 0    | 10   | 0    | 10   | 0    | 10   | 0    | 10   |
| 紫色棉布   | 第一次  | 18   | 21.5 | 17   | 32   | 17   | 25.5 | 18   | 23   | 18   | 30   | 19   | 24   | 18   | 22   | 18.5 | 23.5 |
|        | 第二次  | 19   | 21.5 | 19.5 | 33   | 18   | 27.5 | 20   | 25   | 20   | 30   | 18   | 24   | 20   | 25   | 16.5 | 23   |
|        | 第三次  | 17   | 20   | 16.5 | 31   | 18.5 | 25   | 18   | 22   | 17   | 29   | 18   | 22   | 17   | 22   | 17   | 22   |
|        | 平均   | 18   | 21   | 17.7 | 32   | 17.8 | 26   | 18.7 | 23.3 | 18.3 | 29.7 | 18.3 | 23.3 | 18.3 | 23   | 17.3 | 22.8 |
|        | 前後溫差 | 3    |      | 14.3 |      | 8.2  |      | 4.6  |      | 11.4 |      | 5    |      | 4.7  |      | 5.5  |      |
| 紅色棉布   | 第一次  | 19.5 | 22   | 20.5 | 32   | 17.5 | 24   | 18   | 23   | 19   | 29   | 20   | 25   | 18.5 | 23   | 18   | 24   |
|        | 第二次  | 18   | 20   | 16   | 31   | 17   | 24   | 16   | 21   | 15   | 30   | 17   | 22   | 16   | 21   | 16.5 | 22   |
|        | 第三次  | 18   | 23   | 17.5 | 33.5 | 18   | 26   | 18   | 21   | 17   | 29   | 18   | 23   | 18.5 | 23   | 17   | 23   |
|        | 平均   | 18.5 | 21.7 | 18   | 32.2 | 17.5 | 24.7 | 17.3 | 21.7 | 17   | 29.3 | 18.3 | 23.3 | 17.7 | 22.3 | 17.2 | 23   |
|        | 前後溫差 | 3.2  |      | 14.2 |      | 7.2  |      | 4.4  |      | 12.3 |      | 5    |      | 4.6  |      | 5.8  |      |
| 綠色棉布   | 第一次  | 19   | 22   | 18   | 33   | 18.5 | 25   | 19   | 24   | 19   | 32   | 18   | 22   | 18   | 23   | 18   | 22   |
|        | 第二次  | 20   | 22   | 20.5 | 33   | 19   | 26   | 21   | 22   | 20   | 31   | 20   | 22   | 19   | 23   | 19   | 24   |
|        | 第三次  | 18   | 23   | 17.5 | 33.5 | 18   | 26   | 17.5 | 23   | 16.5 | 29   | 19   | 24   | 19   | 23   | 20   | 22   |
|        | 平均   | 19   | 22.3 | 18.7 | 33.2 | 18.5 | 25.7 | 19.2 | 23   | 18.5 | 30.7 | 19   | 22.7 | 18.7 | 23   | 19   | 22.7 |
|        | 前後溫差 | 3.3  |      | 14.5 |      | 7.2  |      | 3.8  |      | 12.1 |      | 3.7  |      | 4.3  |      | 3.7  |      |
| 藍色棉布   | 第一次  | 19   | 22   | 17   | 32   | 19   | 26   | 18   | 23   | 20   | 31   | 19   | 23   | 19   | 23   | 20   | 23   |
|        | 第二次  | 19.5 | 20   | 18   | 34   | 20   | 27   | 18   | 24   | 20   | 30   | 18   | 24   | 18   | 23   | 19   | 23   |
|        | 第三次  | 18.5 | 22   | 18   | 34   | 18   | 26.5 | 16   | 23   | 19   | 32   | 18   | 24   | 20   | 23   | 18   | 24   |
|        | 平均   | 19   | 21.3 | 17.7 | 33.3 | 19   | 26.5 | 17.3 | 23.3 | 19.7 | 31   | 18.3 | 23.7 | 19   | 23   | 19   | 23.3 |
|        | 前後溫差 | 2.3  |      | 15.6 |      | 7.5  |      | 6    |      | 11.3 |      | 5.4  |      | 4    |      | 4.3  |      |
| 黃色棉布   | 第一次  | 19.5 | 22.5 | 19.5 | 34   | 20   | 27   | 19   | 24   | 20   | 29   | 20   | 25   | 19   | 24   | 19   | 23   |
|        | 第二次  | 19.5 | 22.5 | 18   | 32   | 19   | 28   | 18   | 24   | 18   | 28   | 20   | 25   | 18   | 23   | 19   | 24   |
|        | 第三次  | 19.5 | 21   | 19   | 30.5 | 20   | 26   | 20   | 25   | 19   | 27   | 19   | 24   | 19   | 23   | 20   | 24   |
|        | 平均   | 19.5 | 22   | 18.8 | 32.2 | 19.7 | 27   | 19   | 24.3 | 19   | 28   | 19.7 | 24.7 | 18.7 | 23.3 | 19.3 | 23.7 |
|        | 前後溫差 | 2.5  |      | 13.4 |      | 7.3  |      | 5.3  |      | 9    |      | 5    |      | 4.6  |      | 4.4  |      |
| 黑色棉布   | 第一次  | 19.5 | 20   | 19.5 | 33   | 18   | 26   | 19   | 24   | 19   | 31   | 19   | 24   | 18   | 23   | 18   | 22   |
|        | 第二次  | 18.5 | 23   | 20   | 34   | 18   | 26   | 21   | 25   | 20   | 30   | 20   | 25   | 20   | 25   | 20   | 23   |
|        | 第三次  | 18.5 | 23   | 18.5 | 33   | 19   | 26   | 19   | 24   | 20   | 30   | 19   | 24   | 19   | 24   | 19   | 23   |
|        | 平均   | 18.8 | 22   | 19.3 | 33.3 | 18.3 | 26   | 19.7 | 24.3 | 19.7 | 30.3 | 19.3 | 24.3 | 19   | 24   | 19   | 22.7 |
|        | 前後溫差 | 3.2  |      | 14   |      | 7.7  |      | 4.6  |      | 10.6 |      | 5    |      | 5    |      | 3.7  |      |

### (三)、發現與討論：

1. 由實驗的數據我們整理出兩種材質不同顏色在車廂中各位置隔熱的效果如表十一、表十二，結果發現兩種材質的隔熱效果差不多，在靠近熱源的位置 F 內側和 B 處都是以黃色隔熱效果比較好一點，車廂中及車底兩處則是以綠色、黑色隔熱效果稍微好一些。
2. 從實驗數據中我們發現其實每個顏色隔熱效果的差異並不大，不論在哪個位置隔熱效果最好和最壞的溫差大約都只有 2 度，所以其實很難判斷出顏色對汽車車廂隔熱的影響。

因為這次的實驗結果差異不大，無法以明確的判定哪種顏色的隔熱效果較好，我們認為應該是我們都只以一層的材質進行實驗，光很容易就可以透過，對兩個車廂都形成

相同的溫室效果，所以無法明顯的比較出不同顏色的影響(如研究過程二中玻璃紙和棉質布)。因此我們想將棉質布和玻璃紙多加幾層，再試試看不同顏色物質的隔熱效果，看看是否能找出顏色與隔熱的關係。

表十一：不同顏色玻璃紙對車廂各處隔熱效果比較表

| 車廂中位置 | 不同顏色玻璃紙隔熱效果排名                      |
|-------|------------------------------------|
| F 內側  | 黃(13.2°C) > 綠 > 紅 > 紫 > 藍(15°C)    |
| B 處   | 黃(10.3°C) > 藍 > 紅 > 綠 > 紫 (11.6°C) |
| 中間    | 紫=綠(8.3°C) > 紅 > 黃 > 藍(9.4°C)      |
| 底部    | 綠(5.6°C) > 紫 > 黃 > 藍 > 紅(7.8°C)    |

表十二：不同顏色棉質布對車廂各處隔熱效果比較表

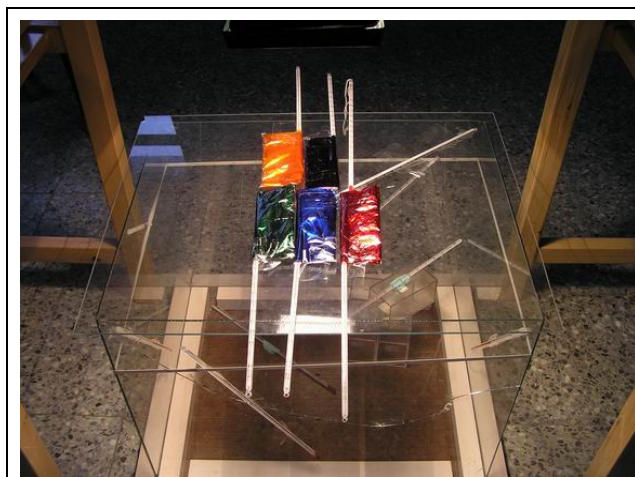
| 車廂中位置 | 不同顏色玻璃紙隔熱效果排名                         |
|-------|---------------------------------------|
| F 內側  | 黃(13.4°C) > 黑 > 紅 > 紫 > 綠 > 藍(15.6°C) |
| B 處   | 黃(9°C) > 黑 > 藍 > 紫 > 綠 > 紅 (12.3°C)   |
| 中間    | 紅=綠(7.2°C) > 黃 > 藍 > 黑 > 紫(8.2°C)     |
| 底部    | 綠=黑(3.7°C) > 藍 > 黃 > 紫 > 紅(5.8°C)     |

#### 研究過程四：探討不同顏色的隔熱效果

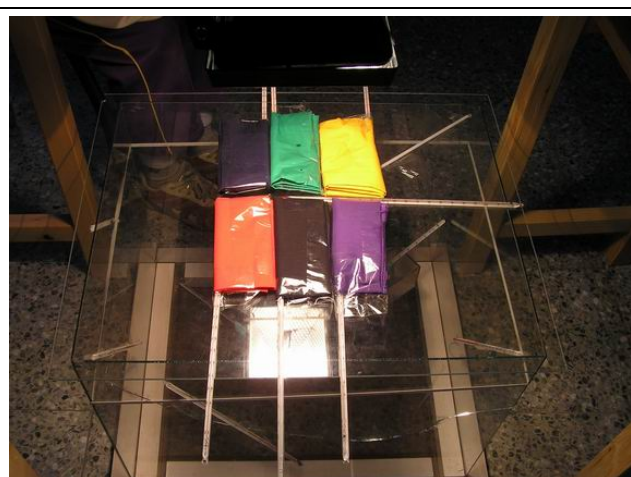
我們仍以玻璃紙及棉布兩種材質來進行實驗下面實驗作為比較。

##### (一)、方法：

1. 將各色的玻璃紙及棉布裁剪成 40 cm×40 cm大小。
2. 在溫度計外面分別包上以相同的方式摺疊的各顏色玻璃紙。
3. 將溫度計同時放至於 500W 鹵素燈下 26 cm處，每隔一分鐘紀錄溫度，至 10 分鐘後停止。
4. 進行三次實驗以求平均。
5. 改以各種顏色的棉質布進行上述實驗。



五種顏色玻璃紙隔熱效果實驗



六種顏色棉質布隔熱效果實驗

## (二)、實驗結果：

表十三：不同顏色玻璃紙的隔熱效果

| 玻璃紙<br>顏色  | 實驗次數<br>與平均 | 時間 (分) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------------|-------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|            |             | 0      | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
| 無包裹<br>玻璃紙 | 第一次         | 19.5   | 23   | 26   | 27   | 28   | 29   | 30   | 31   | 32   | 33.5 | 34.5 |
|            | 第二次         | 19.5   | 23   | 25   | 27   | 28   | 29.5 | 31   | 32   | 33   | 34   | 35   |
|            | 第三次         | 20.5   | 26   | 29   | 32   | 34   | 36   | 37   | 38   | 39   | 40   | 40.5 |
|            | 平均          | 19.8   | 24   | 26.7 | 28.7 | 30   | 31.5 | 32.7 | 33.7 | 34.7 | 35.8 | 36.7 |
|            | 上升溫度        | 0      | 4.2  | 6.9  | 8.9  | 10.2 | 11.7 | 12.9 | 13.9 | 14.9 | 16   | 16.9 |
| 紅色         | 第一次         | 20     | 23   | 28   | 29.5 | 31.5 | 34   | 35.5 | 38   | 38   | 39   | 40   |
|            | 第二次         | 20     | 23   | 25   | 31   | 34   | 36   | 38.5 | 40   | 42   | 43   | 45   |
|            | 第三次         | 21     | 26   | 31   | 35   | 38   | 40   | 42   | 43   | 45   | 47   | 48   |
|            | 平均          | 20.3   | 24   | 28   | 31.8 | 34.5 | 36.7 | 38.7 | 40.3 | 41.7 | 43   | 44.3 |
|            | 上升溫度        | 0      | 3.7  | 7.7  | 11.5 | 14.2 | 16.4 | 18.4 | 20   | 21.4 | 22.7 | 24   |
| 綠色         | 第一次         | 20     | 25   | 29   | 30   | 32   | 34   | 35   | 38   | 40   | 42   | 42   |
|            | 第二次         | 20     | 23   | 26   | 28   | 29   | 30   | 32   | 33   | 35   | 36   | 37   |
|            | 第三次         | 20     | 25   | 29   | 35   | 35   | 37   | 39   | 40   | 42   | 43   | 44   |
|            | 平均          | 20     | 24.3 | 28   | 31   | 32   | 33.7 | 35.3 | 37   | 39   | 40.3 | 41   |
|            | 上升溫度        | 0      | 4.3  | 8    | 11   | 12   | 13.7 | 15.3 | 17   | 19   | 20.3 | 21   |
| 藍色         | 第一次         | 21.5   | 24   | 27   | 29.5 | 32   | 34   | 36   | 37   | 39.5 | 41   | 42   |
|            | 第二次         | 20.5   | 23   | 25   | 31   | 34.5 | 38.5 | 40.5 | 43   | 45   | 47   | 49   |
|            | 第三次         | 20     | 23   | 27   | 32   | 36   | 39.5 | 42.5 | 44   | 46   | 48   | 49   |
|            | 平均          | 20.7   | 23.3 | 26.3 | 30.8 | 34.2 | 37.3 | 39.7 | 41.3 | 43.5 | 45.3 | 46.7 |
|            | 上升溫度        | 0      | 2.6  | 5.6  | 10.1 | 13.5 | 16.6 | 19   | 20.6 | 22.8 | 24.6 | 26   |
| 紫色         | 第一次         | 20.5   | 23.5 | 27   | 28.5 | 31   | 33   | 34   | 35.5 | 37   | 38.5 | 39.5 |
|            | 第二次         | 20     | 23   | 26   | 28   | 31   | 33   | 35   | 36   | 37   | 39   | 40   |
|            | 第三次         | 21     | 25   | 29   | 32   | 34   | 36   | 37   | 38   | 39   | 40   | 41   |
|            | 平均          | 20.5   | 23.8 | 27.3 | 29.5 | 32   | 34   | 35.3 | 36.5 | 37.7 | 39.2 | 40.2 |
|            | 上升溫度        | 0      | 3.3  | 6.8  | 9    | 11.5 | 13.5 | 14.8 | 16   | 17.2 | 18.7 | 19.7 |
| 黃色         | 第一次         | 19.5   | 23   | 27   | 27   | 30   | 32   | 33.5 | 35   | 36   | 37   | 38   |
|            | 第二次         | 19     | 22   | 24.5 | 27   | 29   | 31   | 34   | 34   | 35.5 | 37   | 38   |
|            | 第三次         | 20.5   | 25   | 30   | 33   | 37   | 40   | 42   | 44.5 | 46   | 48   | 49   |
|            | 平均          | 19.7   | 23.3 | 27.2 | 29   | 32   | 34.3 | 36.5 | 37.8 | 39.2 | 40.7 | 41.7 |
|            | 上升溫度        | 0      | 3.6  | 7.5  | 9.3  | 12.3 | 14.6 | 16.8 | 18.1 | 19.5 | 21   | 22   |

表十四：不同顏色玻璃紙的隔熱效果

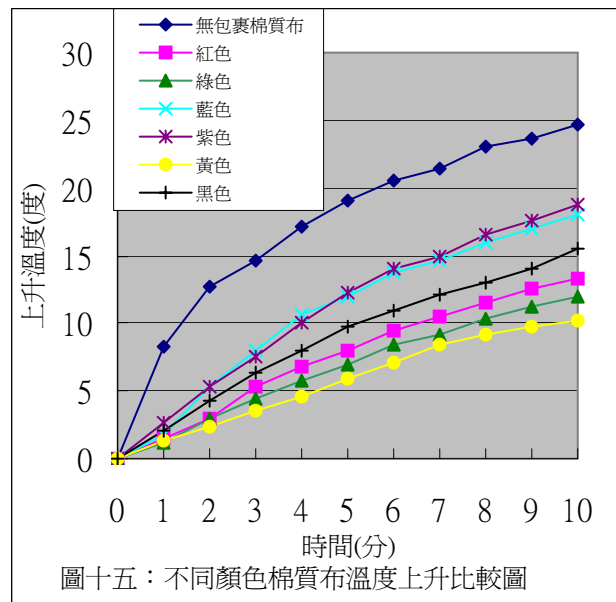
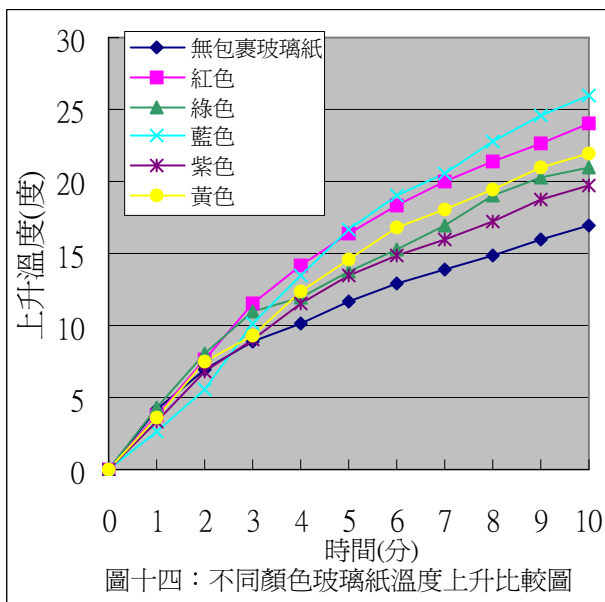
| 棉布<br>顏色   | 實驗次數<br>與平均 | 時間（分） |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------------|-------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|            |             | 0     | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
| 無包裹<br>棉質布 | 第一次         | 21.5  | 30   | 33   | 34   | 36   | 37   | 38   | 38   | 39.5 | 40   | 41   |
|            | 第二次         | 21    | 30   | 37   | 41   | 43.5 | 47   | 49.5 | 51   | 53   | 54   | 55   |
|            | 第三次         | 20.5  | 28   | 31   | 32   | 35   | 36   | 37   | 38.5 | 39.5 | 40   | 41   |
|            | 平均          | 21    | 29.3 | 33.7 | 35.7 | 38.2 | 40   | 41.5 | 42.5 | 44   | 44.7 | 45.7 |
|            | 上升溫度        | 0     | 8.3  | 12.7 | 14.7 | 17.2 | 19   | 20.5 | 21.5 | 23   | 23.7 | 24.7 |
| 紅色         | 第一次         | 24    | 25   | 26   | 29   | 29.5 | 30.5 | 33   | 33   | 34.5 | 35   | 36   |
|            | 第二次         | 21.5  | 23   | 25   | 27   | 30   | 31   | 32   | 34   | 35   | 36.5 | 37   |
|            | 第三次         | 20.5  | 22.5 | 24   | 26   | 27   | 29   | 29.5 | 30.5 | 31   | 32   | 33   |
|            | 平均          | 22    | 23.5 | 25   | 27.3 | 28.8 | 30   | 31.5 | 32.5 | 33.5 | 34.5 | 35.3 |
|            | 上升溫度        | 0     | 1.5  | 3    | 5.3  | 6.8  | 8    | 9.5  | 10.5 | 11.5 | 12.5 | 13.3 |
| 綠色         | 第一次         | 22.5  | 23   | 23.5 | 24.5 | 24.5 | 25.5 | 27.5 | 28   | 29   | 29.5 | 30.5 |
|            | 第二次         | 20    | 21.5 | 23.5 | 25.5 | 27.5 | 29   | 30.5 | 31.5 | 33   | 34   | 35   |
|            | 第三次         | 18.5  | 20   | 22.5 | 24.5 | 26   | 27   | 28   | 29   | 30   | 31   | 31.5 |
|            | 平均          | 20.3  | 21.5 | 23.2 | 24.8 | 26   | 27.2 | 28.7 | 29.5 | 30.7 | 31.5 | 32.3 |
|            | 上升溫度        | 0     | 1.2  | 2.9  | 4.5  | 5.7  | 6.9  | 8.4  | 9.2  | 10.4 | 11.2 | 12   |
| 藍色         | 第一次         | 24    | 25   | 27   | 30   | 32   | 34   | 35   | 36   | 37   | 38   | 39   |
|            | 第二次         | 22    | 24   | 29   | 30   | 34   | 35   | 37   | 38   | 40   | 41   | 42   |
|            | 第三次         | 20    | 22   | 26   | 30   | 32   | 33   | 35   | 36   | 37   | 38   | 39   |
|            | 平均          | 22    | 23.7 | 27.3 | 30   | 32.7 | 34   | 35.7 | 36.7 | 38   | 39   | 40   |
|            | 上升溫度        | 0     | 1.7  | 5.3  | 8    | 10.7 | 12   | 13.7 | 14.7 | 16   | 17   | 18   |
| 紫色         | 第一次         | 25    | 26   | 29   | 30.5 | 32.5 | 34.5 | 36   | 37   | 38   | 39   | 40.5 |
|            | 第二次         | 22    | 25   | 28   | 30   | 33   | 35   | 37   | 38   | 40   | 41   | 42   |
|            | 第三次         | 21    | 25   | 27   | 30.5 | 33   | 35.5 | 37   | 38   | 40   | 41   | 42   |
|            | 平均          | 22.7  | 25.3 | 28   | 30.3 | 32.8 | 35   | 36.7 | 37.7 | 39.3 | 40.3 | 41.5 |
|            | 上升溫度        | 0     | 2.6  | 5.3  | 7.6  | 10.1 | 12.3 | 14   | 15   | 16.6 | 17.6 | 18.8 |
| 黃色         | 第一次         | 23    | 24   | 24   | 24.5 | 24.5 | 25.5 | 27   | 28   | 28.5 | 29   | 29.5 |
|            | 第二次         | 21.5  | 23   | 25   | 27   | 29   | 31   | 32   | 34   | 35   | 36   | 37   |
|            | 第三次         | 20.3  | 22   | 23   | 24   | 25   | 26   | 27   | 28   | 28.5 | 29   | 29   |
|            | 平均          | 21.6  | 23   | 24   | 25.2 | 26.2 | 27.5 | 28.7 | 30   | 30.7 | 31.3 | 31.8 |
|            | 上升溫度        | 0     | 1.4  | 2.4  | 3.6  | 4.6  | 5.9  | 7.1  | 8.4  | 9.1  | 9.7  | 10.2 |
| 黑色         | 第一次         | 22    | 22.5 | 24   | 24   | 25.5 | 28   | 29   | 30   | 30.5 | 31.5 | 32.5 |
|            | 第二次         | 20.5  | 23   | 26   | 29   | 31   | 32.5 | 34   | 35.5 | 36.5 | 37.5 | 39   |
|            | 第三次         | 19.5  | 22.5 | 25   | 28   | 29.5 | 31   | 32   | 33   | 34   | 35.5 | 37   |
|            | 平均          | 20.7  | 22.7 | 25   | 27   | 28.7 | 30.5 | 31.7 | 32.8 | 33.7 | 34.8 | 36.2 |
|            | 上升溫度        | 0     | 2    | 4.3  | 6.3  | 8    | 9.8  | 11   | 12.1 | 13   | 14.1 | 15.5 |

### (三)、發現與討論：

- 1.由實驗數據繪製成圖十四，我們發現玻璃紙不論何種顏色溫度都比沒有包裹玻璃紙的溫度計溫度高，我們認為這和玻璃紙可以透光造成溫室的效果有關。
- 2.由圖十四，發現五種顏色的玻璃紙中以藍色、紅色上升的溫度較多，紫色上升

最少，實驗結束後十分鐘我們還發現其他顏色的溫度計都回復到室溫了，但是包裹藍色玻璃紙的溫度計溫度仍比室溫高 5°C 左右，可見藍色的玻璃紙是最不容易散熱的。

3. 不論何種顏色的棉質布溫度都比沒有包裹布的溫度計溫度低，棉質布都有不錯的隔熱效果，和在研究過程二中發現棉質布並無明顯的隔熱效果不同，討論後我們認為因為研究過程二的實驗棉質布只有一層，光很容易透過，所以會在車廂中形成溫室的效果，這次實驗我們則是將棉布反覆折了好幾層，光不易透過，所以棉質布也可以將熱隔絕在外。
4. 由圖十五發現，六種顏色的棉質布中以紫色、藍色上升的溫度最多，隔熱效果最不好；黃色溫度上升最少，隔熱效果最好，和研究過程三中黃色的隔絕效果較好相似，和一般我們認為淺色的衣服可以防熱，深色衣服可以隔熱相同。
5. 我們發現實驗用兩種不同材質比較不同顏色的隔熱效果，結果卻因為材質不同，效果完全相反，棉質布不論何種顏色都是可以隔熱的，但玻璃紙卻因為可以讓光透過造成和溫室一樣的效果，所以不論何種顏色溫度反而都是上升了，因此我們認為隔熱物質材質的影響遠比顏色重要。



## 陸、結論與建議

### 一、結論

綜合上面四個研究過程我們有以下幾點發現，當車子停放在大太陽下不啟動時：

1. 車廂中空氣溫度上升的熱傳導方式主要是以輻射的方式進入車廂中，因空氣的熱傳導效果很差，很難藉由傳導方式使空氣升溫，而車廂是密閉的比較難以對流方式和外界傳熱。所以汽車車廂內溫度會上升的原因其實和種植農作物所建造的溫室或地球可以維持固定範圍溫度的溫室效應原理是一樣的，都是因為光或熱輻射進入車廂、溫室、地球後無法完全散出，使得熱會殘留造成溫度的上升。
2. 造成車廂內溫度上升的主要汽車材質是玻璃，而不是傳熱較快的鋼板。因為鋼板雖然傳熱效果好，可以造成鋼板部分溫度很高，但是因為鋼板會阻隔光和熱輻射進入



車廂中，反而不是讓車廂溫度上升的主要材質，玻璃雖然熱傳導的效果不好但是可以讓光和熱輻射透過，形成溫室的環境，才是主要影響車廂溫度的汽車材質。

3. 因汽車材質的不同若要有有效的隔熱就必須要針對不同的位置與汽車材質以適當的材質作隔熱，例如玻璃須要以可以阻隔、反射光的材質作為隔熱，如鋁箔、有防日布的窗簾；鋼板部分則需要以可以隔絕鋼板熱傳導的物質，如保麗龍，才能有最好的隔熱效果。
4. 物質本身的材質比厚薄、顏色對車廂內隔熱的影響大，例如鋁箔好雖然很薄隔熱效果卻很好、不論何種顏色的棉質布隔熱效果都比玻璃紙好。

## 二、建議

1. 下面三個圖是現在汽車中有的隔熱設備，是汽車廠商設計以捲軸的方式讓乘客在乘坐汽車時可以拉起來遮日又不會影響到視野，但這種以網狀黑色的布作為隔熱的材質，在車子停放在太陽下時對降低汽車車廂內溫度的效果並不大，我們建議也可以這種方式改用鋁箔或有防日布的窗簾來作為隔熱的材質，或者以含有防日布的窗簾當汽車的防塵套，效果應該會不錯。
2. 玻璃才是讓汽車車廂溫度上升的主要材質，因此我們建議可以在不影響駕駛員視野的情形下將汽車玻璃的面積減少。
3. 因為我們進行實驗時都不是在夏天，氣溫不夠高，我們無法實際以太陽、汽車進行實驗，所以可能會因我們設計與車子的不同而有些差別，所以未來我們希望可以在酷熱的夏天再進行有關汽車隔熱的實驗。



## 柒、參考資料

1. 康軒文教事業(民 94)。自然與生活科技五上教師手冊。台北市：康軒文教事業股份有限公司。
2. 康軒文教事業(民 95)。自然與生活科技五下教師手冊。台北市：康軒文教事業股份有限公司。
3. 台灣師大物理系教學示範實驗室－物理與生活應用衣服與絕熱：  
<http://www.phy.ntnu.edu.tw/demolab>

評 語

081506 『隔隔』不入之汽車防熱

1. 實驗器材製作有創意。
2. 表達能力待加強。
3. 實作良好。