

中華民國第四十七屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

國小組 自然科

081571

太陽的光和熱

學校名稱：臺北市內湖區明湖國民小學

作者： 小六 蘇柏恩 小六 王思翰 小六 張彤瑄 小六 連劭謙 小六 陳劭學 小六 張薰方	指導老師： 林吟玲 陳暉翔
---	---------------------

關鍵詞：光 熱 遞延現象

# 太陽的光和熱

## 摘要

我們的研究分為太陽光的顏色變化及太陽的熱對地球溫度的影響兩部份。

太陽因為位置的不同有時照耀著強烈的白光，有時看起來紅紅橘橘的；有時更衍生出燦爛的彩霞與晚霞，我們除了欣賞它的美麗外，更進一步探究其形成的原因。

熱的部分我們側重於遞延現象的研究。當地球上某一地區接收太陽的熱比散去的熱還多時，熱便開始累積，溫度上升。當這一地區接收太陽的熱開始減少時，若散去的熱仍比接收的熱還少，溫度仍持續上升，直到接收的熱與散失的熱達到平衡點時溫度達到最高，然後才開始下降。因此最高點溫度產生的時間，與吸收熱源最多的時間，並不一致，而產生遞延現象。反之，最低氣溫的出現，也有遞延的現象。

## 壹、研究動機

和煦的朝陽，使我們有舒服的感覺；鵝黃色的夕陽更增添幾分詩意。”  
她”雖然美麗多姿，但在中午前後，往往又強又熱，令人不舒服。什麼原因讓太陽這麼多變呢？

## 貳、研究問題

- 一、太陽的觀測與探討
- 二、為什麼旭日和夕陽看起來不是白色而是橘紅色的？
- 三、大氣層中哪些成分會影響太陽呈現紅黃色？彩霞和夕陽有何關聯？

四、太陽給予地球的熱能？

五、各季節一天中氣溫的變化？

六、低點氣溫的出現也有遞延現象嗎？

### 參、研究器材

投射燈、各種燈泡、茶葉罐、瓦楞紙箱、塑膠盒、溫度計、白道林紙、鐵絲、棉花、砂石

### 肆、研究內容：

研究一、太陽的觀測與探討。

#### 1、觀測：

(1) 日出觀測：

①我們位處於台北盆地，因此從樓頂觀測到的太陽是日出東山，日落西山。

②我們從5月6日至5月28日所做的觀察：太陽出離山頂的時間為5點16分至5點28分。平均約為5點22分。此時的太陽又紅又大，之後太陽慢慢爬升，顏色由紅轉為橘紅，再轉橘黃。這時的陽光已轉強了，為了保護眼睛，不可正視太陽。我們利用有雲的時候觀察陽光投射在薄雲上面的顏色（朝霞的顏色）去比對太陽的顏色，陽光漸漸由橘黃轉白色的時間約為6點36分至6點48分，平均約為6點42分。

(2) 日落觀察：

比照觀測日出的方法，利用陽光投射到薄雲的顏色（晚霞的顏色），發現陽光由白色漸漸轉為橘黃的時間約為 17 點 10 分至 17 點 22 分平均約為 17 點 16 分。此後由橘黃轉為橘紅再轉為暗紅，日落時間約為 18 點 34 分至 18 點 46 分，平均約為 18 點 40 分。

2、結果：

(1) 日出的變化（如圖一）：

①顏色：由紅轉橘紅、橘黃，再轉白。

②亮度：由暗漸次轉亮。

時間	5 : 22	5 : 49	6 : 16	6 : 42
變化				

圖一：日出後一段時間太陽的各種變化（其變化是漸進的，四個時段只是變化中的代表）

(2) 日落的變化（如圖二）：

①顏色：由白轉橘黃、橘紅，再轉紅。

②亮度：由亮漸次轉暗。

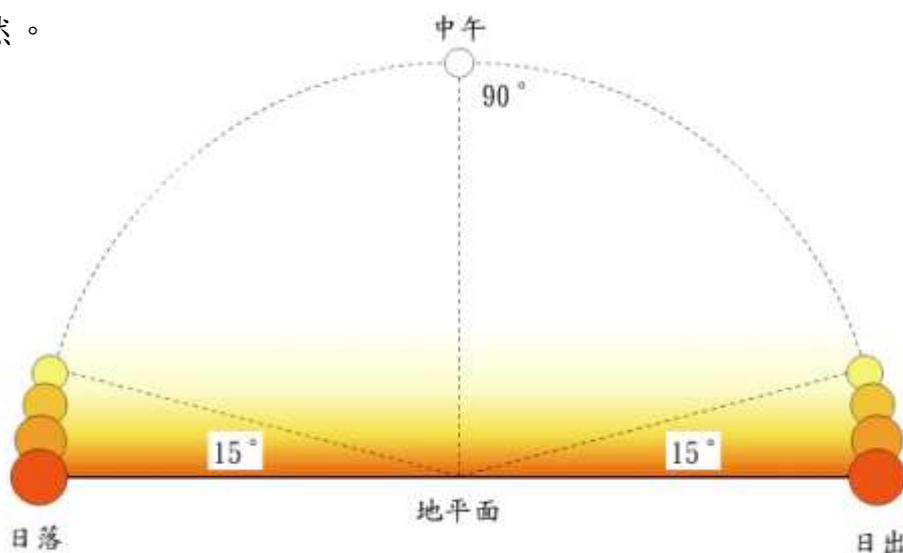
③大小：由小漸次轉大。

時間	17:16	17:44	18:12	18:40
變化				

圖二：日落前一段時間太陽的各種變化

### 3、討論：

- (1) 在圖一中，6點42分左右，陽光由橘黃轉白時的仰角（太陽的高度角）約為15度。在圖二中17點16分左右陽光由白轉橘黃時的仰角也約為15度。也就是仰角15度以下，才有明顯的日出與日落現象的變化。而上述的時間如果是在冬季，不是太陽早已下山，就是太陽根本還沒出來。因此決定日出日落各種景象變化的因素，不是固定的某一個時間，而是太陽高度角。圖三的圖解讓我們更一目了然。



圖三：日出日落太陽的各種變化

- (2) 日出與日落各種變化相似，但變化的方向相反。也就是圖一的太陽排列順序與圖二的太陽排列順序恰好相反。

## 研究二、為什麼旭日和夕陽看起來不是白色而是紅黃色的？

### 1、實驗：遮光及白光轉紅光實驗

(1) 將投射燈夾在椅背上，使燈光從圓筒的洞口射入，投射在白道林紙上。

(2) 分次在圓筒內分別裝入 1 至 13 個塑膠盒，觀察道林紙上所呈現的光。



### 2、結果：

(1) 未放入塑膠盒時道林紙上顯現出一輪白色明亮的光，看起來像太陽。但此時投射燈的光很強，不能直接從筒外往投射燈看，就像陽光很強時我們不能直接看太陽一樣。



(2) 放入一個塑膠盒時，道林紙上的光圈感覺暗了一點點，顏色也黃了一點。放入二個時光線更暗了一些，顏色也黃了點。陸續放入到了第六個時，光圈漸漸由黃轉為橘紅，就像晴天太陽要西落時的顏色。此時可以從筒外回看投射燈，且可以看到類似晨晚時太陽美麗的橘紅色。放入到第九個時，光圈已由紅轉為暗紅。

(3) 為了方便敘述，我們把這一系列的明亮度與顏色分為 1—11 級如表一。

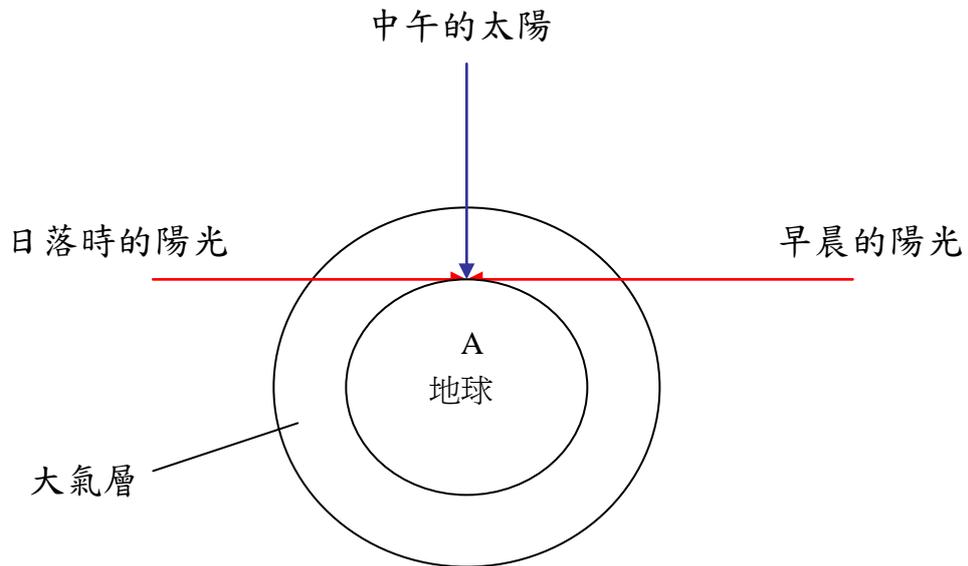
表一：內置塑膠盒個數、光圈明亮度與顏色的關係對照表

塑膠盒個數	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	13
明亮度(級)	1(最亮)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11(最暗)
顏色	白			黃		橘紅		紅		暗紅	黑



### 3、討論：

- (1) 瑞利散射的原理是白光通過大氣層時，白光中的藍靛紫，這部分的光一波長較短，容易被散射，紅橙黃這部分因波長較長，不易被散射，而保留原進行的方向。充分被散射過的陽光便呈現橘紅色。
- (2) 中午前後因太陽穿過的大氣層較薄，散射較少，所以看起來是白色的太陽，晨晚太陽近地平線時穿過的大氣層較厚（如圖四），且穿過的是懸浮微粒（塵埃）較濃密，接近地面的大氣層。藍靛紫等光散射較多，剩下來的紅光、黃光則相對較多，所以太陽就變成紅色或黃色了。



圖四：中午及晨晚時太陽穿過大氣層的厚度比較  
A 點的人，晨晚看到的太陽是黃紅色，其餘的  
時間是白色

- (3) 我們用半透明塑膠板二層或三層隔開太陽看過去，白色的太陽會轉成橘紅色。以同樣的方法觀看較亮的白雲，白雲也會轉為橘紅色。再以同樣的方法觀看接近白光的投射燈，投射燈也會轉為橘紅色。我們研判半透明塑膠盒包含透明及不透明兩部分。在透明部分的空間裡散佈著無數不透明的微小粒子。這些微小粒子對白光能產生散色效果，因此我們利用投射燈與半透明塑膠盒來做實驗，以驗證日出日落的各種景象的變化。
- (4) 在戚啟勳教授編著，明文出版社出版的「地球科學」這本書，第一章提到“為什麼日出及日落時太陽看起來特別大？”書中的答案是“眼睛的錯覺，什麼原因不清楚”。而我們在利用塑膠板觀測太陽的

操作中卻發現隔著幾層塑膠板看到的太陽，除了顏色變橘紅以外，太陽似乎也變大了一些。我們推估：陽光轉成橘紅色，應該是藍靛紫這部分光散射的關係。而紅橙黃這部分光也稍有偏折，所以陽光的光束擴大了一些，因此看到的太陽也變大了。日出日落的太陽看起來較大是否也是這原因，值得我們探討。

### 研究三：大氣層中哪些成分會影響太陽呈現紅黃色？彩霞和夕陽有何關聯？

#### 1、說明：

- (1) 大氣層有空氣、水（包含水蒸氣、小水滴）及塵埃等。
- (2) 我們用透明度較高的壓克力盒模擬大氣層中的空氣，壓克力盒內加滿水，模擬天空中有雲。
- (3) 用半透明塑膠盒，模擬大氣層中的塵埃。

#### 2、實驗：

- (1) 將投射燈夾在椅背上，使燈光從圓筒的洞口射入，投射在白道林紙上。
- (2) 將圓筒內分別放入 1 至 9 個空的壓克力盒，觀察其顏色的變化。
- (3) 將圓筒內分別放入 1 至 9 個裝滿水的壓克力盒，觀察其顏色的變化。



- (4) 將圓筒內分別放入 1 至 9 個空的塑膠盒，觀察並算出投射燈穿過不同厚度的空塑膠盒的殘餘亮度。
- (5) 將圓筒內分別放入 1 至 9 個裝水的塑膠盒，觀察並算出投射燈穿過不同厚度的裝水塑膠盒的殘餘亮度。

### 3、結果：

- (1) 空壓克力盒這組幾乎沒變化
- (2) 壓克力裝滿水這組顯現微黃的變化，但程度極為有限。
- (3) 穿過空塑膠盒及裝滿水的塑膠盒的投射燈光其顏色及亮度都有不同的變化，且其顏色的變化與亮度具有正相關性。我們以亮度的變化推算其顏色變化的程度：
- (a) 將投射燈投射出來的白光的亮度設為 1，穿過 9 個空透明塑膠盒的亮度已很微弱約為原來亮度的  $5/100$ ，則估算出半透明空的塑膠盒透光率為 70%，亦即該白光每穿過一個空的塑膠盒，亮度便衰減 30%，其關係如表二。

表二：投射燈光穿過不同厚度的空塑膠盒的殘餘亮度。

內置空塑膠盒個數	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
殘餘亮度百分比	100	70	49	34	24	17	12	8	6	4

- (b) 在置入 8 個裝水的塑膠盒時其亮度及顏色就和 9 個空塑膠盒的亮度及顏色大約相同，(與空塑膠盒那一組在道林紙上同時呈

現對照)。由此現象換算出來的透光率大約是 68%，亦即該白光每透過一個裝水塑膠盒，亮度便衰減 32%。其關係如表三

表三：投射燈光穿過不同厚度的裝水塑膠盒的殘餘亮度。

內置裝水塑膠盒個數	0	1	2	3	4	5	6	7	8
殘餘亮度百分比	100	68	46	31	21	15	10	7	4



#### 4、討論：

(1) 由透明壓克力盒及裝水壓克力盒這組實驗的結果推估，大氣層中的空氣及小水滴對於陽光由白轉橘紅的影響甚微。

(2) 由半透明塑膠盒所模擬的塵埃應為陽光由白轉橘紅的重要物質，原因如下：

(a) 裝滿水的塑膠盒與空塑膠盒其質量之比約為 30：1，亦即加了 30 倍的質量其透光率僅減少 2%，且其白光轉紅的情況也沒明顯的增加，僅遮光率增加了些許。亦即水相對於塑膠盒的單位遮光率比僅為 1：450。其算法如下：

① 質量比

$$\text{水：塑膠盒} = 30 : 1 = 30$$

②單位遮光率比：

a、原實驗遮光率比： $2\% : 30\% = 2 : 30 = 1/15$

b、加計質量後遮光率比為： $1/15 \div 30 = 1/15 \times 1/30 = 1/450$

即水相對於塑膠盒的單位遮光率比為  $1/450$ 。

(b) 我們把實驗中的水視為大氣層中的空氣和小水滴(薄雲.霧)的濃縮；把半透明的塑膠盒視為大氣層中塵埃的濃縮。則由 (a) 項結果，那麼大比例的水，僅能增加一點點遮光率，且對於白光轉紅，幾乎沒有貢獻，因此我們認為促使白色的陽光轉為黃橙色的重要物質應該是大氣中的塵埃。

(c) 為了探討雲是否有散射效果，我們觀察許多雲背後有陽光的狀況 (如照片 1)，發現如果雲層較薄，白色陽光透過薄雲，我們看到的薄雲是白色陽光投射上去的光，仍然是白色的。(照片中白色的部分) 若雲層太厚，陽光大部分被雲層吸收，我們看到的雲是烏雲 (照片中黑色的部份)，惟獨看不到橘紅色的雲，證實雲沒有散射的效果，也和裝水塑膠盒這組實驗的結果相互印證。



照片 1：雲層較薄，看不到彩霞

(4) 若夕陽附近有薄雲，經散射後的橘紅色陽光投射在薄雲上面，我們可以看見美麗燦爛的彩霞。如雲層太厚，陽光大部分被遮住，就像表一的第 11 級呈現最暗的黑色一樣，彩霞變成烏雲。其關係如表四及照片。

照片 2：晴天只見到夕陽。

照片 3：可看到美麗的彩霞。

照片 4：只看到烏雲。



照片 2：晴天只見到夕陽

表四 雲量與彩霞的關係

空氣中水含量的狀況	晴天	小水滴積成薄雲	雲層太厚
有無彩霞產生	只見到夕陽	可看到美麗的彩霞	只看到烏雲



照片 3：有薄雲可看到美麗的彩霞

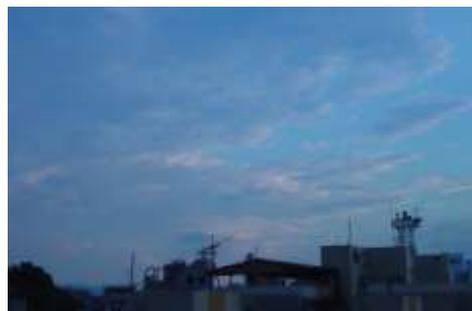


照片 4：雲層太厚，只能看到烏雲

(4) 我們仔細的觀察彩霞之後發現，除了東方有朝霞西方有晚霞之外，其餘的方位也都有彩霞，只是沒那麼燦爛而已。若西方有晚霞（如照片 5）則北東南三方低仰角的天空也會有彩霞（如照片 6 的南方天空），但沒有西方的晚霞那麼明亮燦爛。離西方晚霞越遠的地方越暗。因此東方的彩霞最暗。而此時中高仰角的天空看到的不是彩霞而是白雲（而是照片 7 上半部天空），因為投射到高仰角位置的陽光較沒貼近地平線散射較少，陽光仍是白色的。被白光投射到的雲，看起來也是白色的。仰角越高的白雲，轉成彩霞的時間越晚，有時要等到太陽下山以後一段時間才顯現。其關係如圖五及照片 8。5 月 24 日 17 點 30 分時，AA' 線以下位置（低仰角天空）可看到彩霞。18 點 20 分時，BB' 線以下位置（中仰角天空）可看到彩霞。19 點 40 分時太陽已下山，CC' 以下（也就是全部天空）都可看到彩霞。



照片 5: 西方天空有燦爛的彩霞  
5/28 17:40



照片 6: 南方天空可看到較紅較暗的彩霞（幾乎與照片 4 同時拍攝）

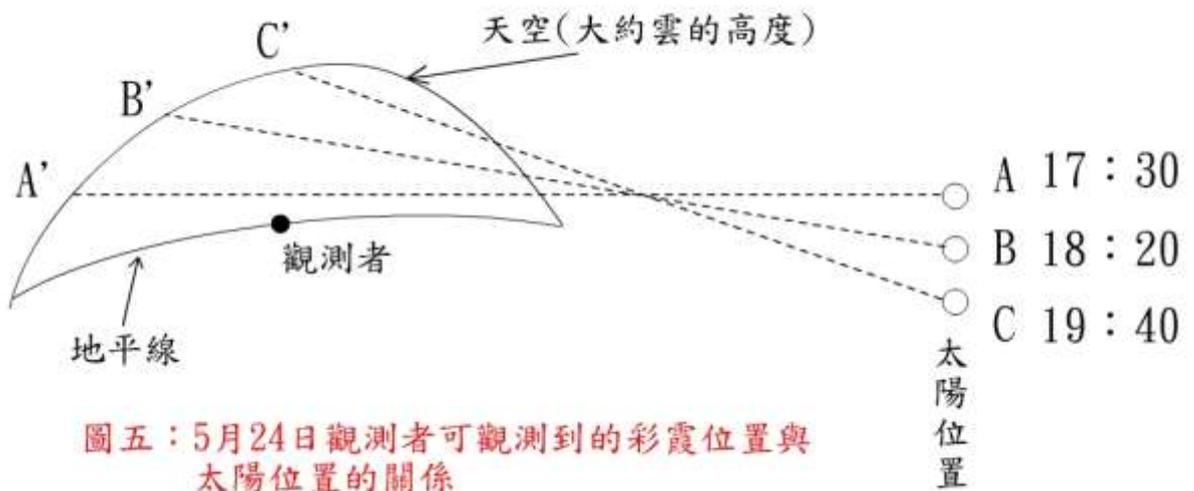


照片 7：上方為高仰角的天空，只能看到白雲



照片 8：天頂（仰角 90 度）位置的雲，已接收到散射後陽光的投射，呈現暗紅的彩霞

(5) 朝霞的情況，其道理與晚霞相同，不贅述。



#### 研究四、太陽給予地球的熱能

##### 1、說明：

(1) 在無雲的狀況下，太陽的光和熱穿過大氣層到達地面，被大氣層吸收的並不多，而是大部分被地面附近的砂石、泥



土、樹木、建築物等吸收再反應到當天氣溫的升降。這個氣溫的升降指的是大氣層最底層（對流層）的溫度變化。

(2) 製作一個長 50 cm，寬 40 cm，高 50 cm

的瓦楞紙箱模擬大氣層，下層模擬對流

層，上層模擬其餘各層。水族箱底鋪滿



砂石模擬地面。上層裝置 10W、20W、40W、60W 四盞燈泡模

擬一天中不同強度的太陽。晨晚太陽較弱用低瓦數模擬，中午最

強，用高瓦數模擬。溫度計置於下層，以測定氣溫。未進行實驗測

試之前的溫度，我們把它稱為基礎溫度。各季節的基礎溫度當然有

所不同，我們在做實驗之前，先用箱內的電燈調整成適合的基礎溫

度。

## 2、實驗：

(1) 基礎溫度 17 度。

(2) 各時段用不同電燈照射情形如表五。

(3) 每 5—15 分鐘測量一次溫度。



表五：各時段所使用電燈的瓦數

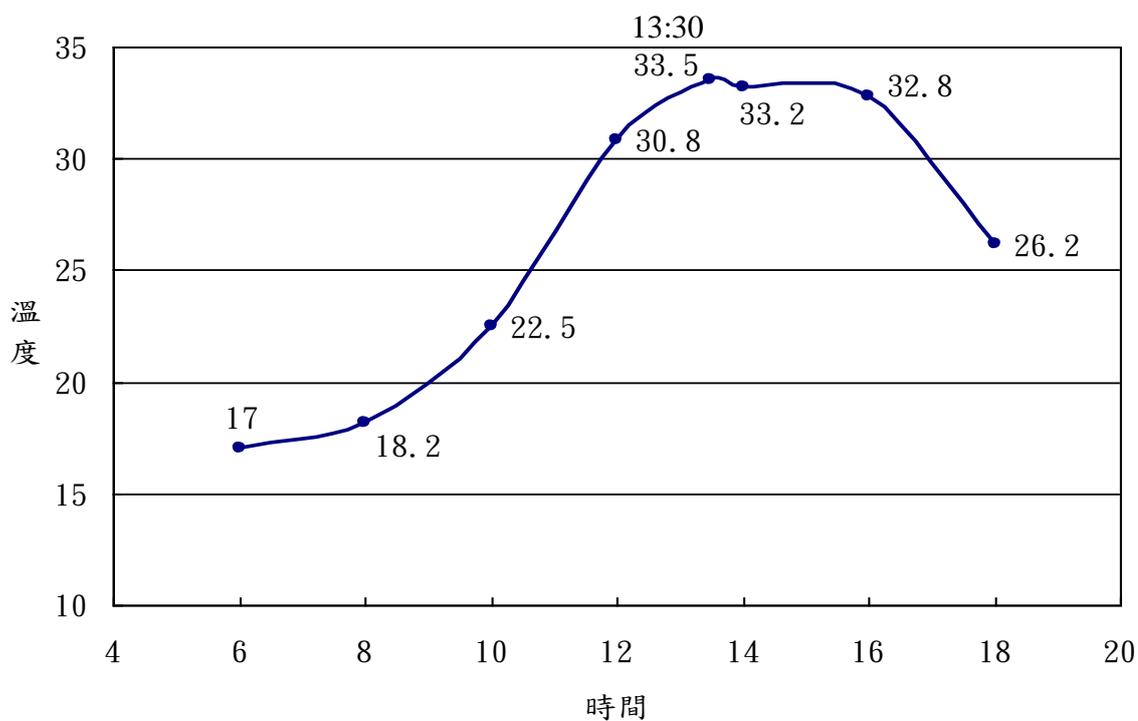
時間	6—8 時	8—10 時	10—12 時	12—14 時	14—16 時	16—18 時
瓦數	20W	40W	60W	40W	20W	熄燈

### 3、結果：

如表六、圖六所示，一天之中溫度變化非常大。

表六：日照模擬實驗溫度紀錄表

時間	6	8	10	12	14	16	18	最高溫時間
溫度	17	18.2	22.5	30.8	33.2	32.8	26.2	13：30 33.5°



圖六：模擬實驗溫度變化圖

### 4、討論：

- (1) 一開始用 20W 的燈泡熱量不高，基礎溫度又很低，因此氣溫上升得很慢。

- (2) 8 時以後改用 40W 燈泡熱量提高了，且箱內已累積了不少溫度，因此溫度上升較快。
- (3) 10 時箱內溫度累積更多，且改用 60W 燈泡，溫度急劇上升。
- (4) 12 時以後燈泡雖然降為 40W，但累積的溫度短時間仍未散去，溫度仍持續上升，13 時 30 分溫度達到最高，然後緩慢下降。
- (5) 14 時以後改用 20W 燈泡，溫度加速下降。
- (6) 16 時以後熄燈，溫度急劇下降。
- (7) 地球接受太陽的熱與本實驗相類似，但季節的不同，以及天空雲量的多寡，都會影響其結果有所不同，待研究四時再做相關論述。

## 研究五：各季節一天中氣溫的變化。

### 1、說明：

- (1) 一年之中台灣冬天的平均氣溫約  $17^{\circ}\text{C}$  左右，有時高至  $22^{\circ}\text{C}$  左右。若寒流來襲可低至  $10^{\circ}\text{C}$  左右。我們就以  $17^{\circ}\text{C}$  作為冬天的實驗基礎溫度。春秋兩季氣溫類似，我們以  $23^{\circ}\text{C}$  作為實驗基礎溫度，而夏季則定為  $29^{\circ}\text{C}$ 。
- (2) 夏季太陽較強，日照時間也最長。我們從 6 時開始進行實驗。春秋及冬季使用的燈泡及實驗進行時間也都盡量配合實際狀況。

## 2、實驗：

(1) 夏季模擬實驗：基礎溫度 29°C，燈照情形如表七

表七：夏季模擬實驗燈照情形

時間	6-8 時	8-10 時	10-12 時	12-14 時	14-16 時	16-18 時
瓦數	20W	40W	60W	40W	20W	10W

(2) 春秋兩季模擬實驗：基礎溫度 23°C 燈照情形如表八

表八：春、秋兩季模擬實驗燈照情形

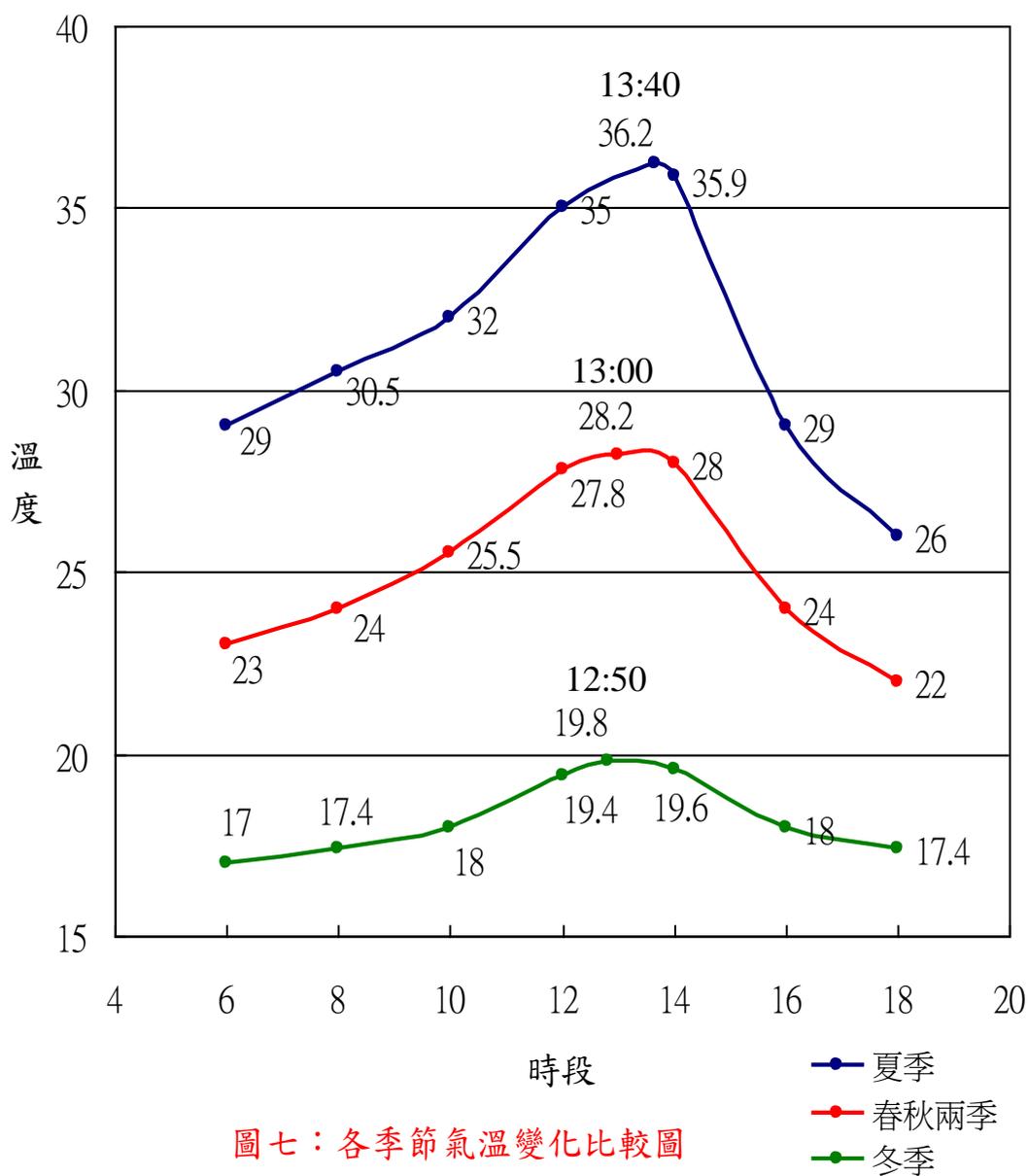
時段	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18
燈泡瓦數	10W	20W	40W	20W	10W	熄燈

冬季模擬實驗：基礎溫度 17°C 燈照情形如下表九

表九：冬季模擬實驗燈照情形

時段	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18
燈泡瓦數	10W	10W	20W	10W	10W	熄燈

3、結果：如表十，圖七



圖七：各季節氣溫變化比較圖

表十：各季節氣溫紀錄表

時間	6	8	10	12	14	16	18	最高溫時間
								溫度
夏季	29	30.5	32	35	35.9	29	26	13 : 40 36.2°C
春秋兩季	23	24	25.5	27.8	28	24	22	13 : 00 28.2°C
冬季	17	17.4	18	19.4	19.6	18	17.4	12 : 50 19.8°C

## 4 討論

- (1) 從基礎溫度上升到最高溫度，其溫差在夏季約  $7.2^{\circ}\text{C}$ ，春秋兩季約  $5.2^{\circ}\text{C}$ ；冬季約  $2.8^{\circ}\text{C}$ ，其上升下降的狀況看似相近，其實各有不同。分述於後。
- (2) 各季節都在 12 時轉換為低一等級的燈泡，但最高溫度都不是出現在 12 時。也就是在 12 時把燈泡的溫度降低，氣溫仍持續上升。夏季最高溫約在 13 時 40 分的  $36.2^{\circ}\text{C}$ 。也就是最高溫出現的時間與熱源最強的時間並不一致，而產生遞延的現象。我們稱之為高點氣溫的遞延效應。
- (3) 一天之中，高點氣溫出現時間的遞延現象以夏季最長約 1 時 40 分左右，春秋次之，約 1 時左右；冬季最短約 50 分鐘左右。
- (4) 高點氣溫出現時間之所以會遞延是因為地面的砂石及附近的樹林、建築物等（以紙箱及內置之砂石模擬），吸收熱源的熱累積下來的，當熱積到一定數量時，雖把熱源的溫度降低，但累積的熱仍持續的輻射到空氣中，因此氣溫沒有馬上下降，且持續緩慢上升一段時間，因而產生遞延現象。
- (5) 高點氣溫遞延效應，最短從一天的變化，最長到季節的變化都會出現。北半球的夏至是每年的 6 月 21 日，這天是北半球日照最強且最長的一天。但夏季的最高溫往往出現在 7 月或 8 月，這是季節高點氣溫出現時間的遞延效應的結果。

## 研究六：低點氣溫的出現也有遞延效應嗎？

### 1、說明：

- (1) 研究四討論到最高點氣溫的出現會遞延，而最低點氣溫的出現是否也會遞延呢？我們先用 60w 高瓦數燈泡將箱內溫度快速提高，然後逐步降低熱源溫度到零，再逐步提高熱源溫度，觀察箱內氣溫的變化。

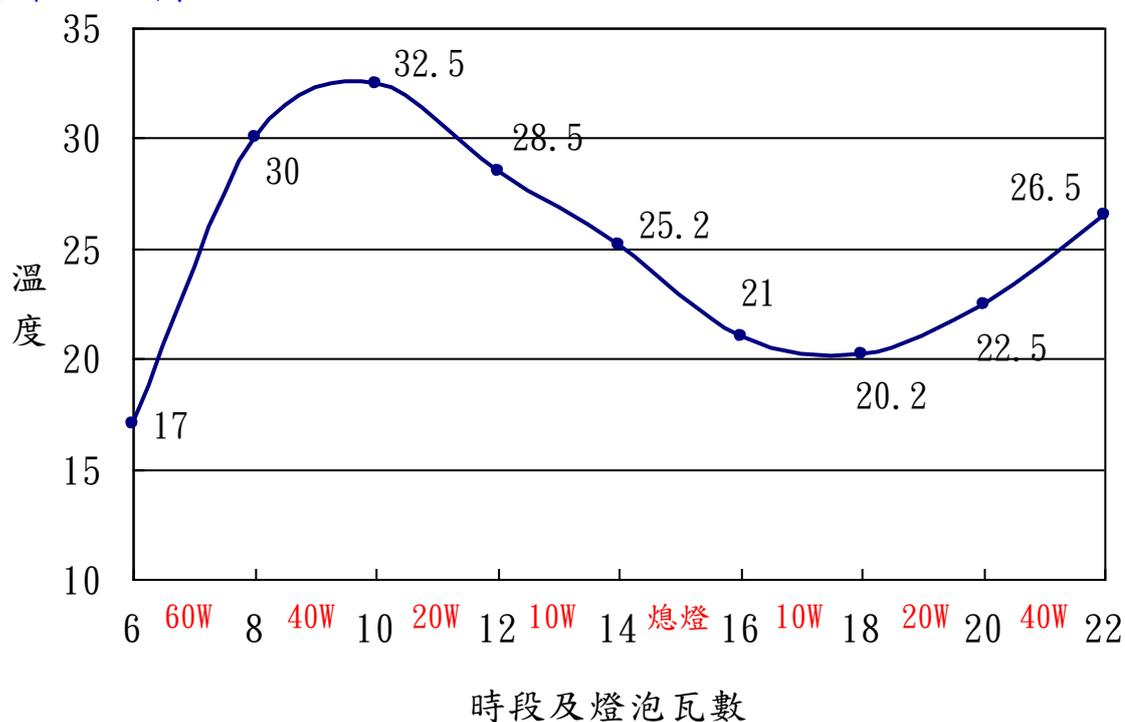
### 2、實驗：

- (1) 基礎溫度 17°C (箱外室溫 17°C)，各時段燈照情形如表十一

表十一：各時段燈照情形

時段	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22
燈泡瓦數	60W	40W	20W	10W	熄燈	10W	20 W	40 W

### 3、結果：如圖八



圖八、低點氣溫出現的時間也有遞延現象

#### 4、討論：

- (1) 6~8 時使用 60W 燈泡氣溫爬升很快。
- (2) 8 時改用 40W 燈泡高點氣溫的出現仍有遞延現象，約 10 時出現最高溫（約  $32.5^{\circ}\text{C}$ ）。
- (3) 14 時關燈氣溫仍持續下降。
- (4) 16 時雖點亮 10W 燈泡，氣溫還是持續下降，18 時改用 20W 燈泡後，18 時 10 分氣溫才開始回升。低點氣溫的出現遞延約 1 時 10 分左右。

#### 研究七：雲量會影響氣溫嗎？

##### 1、說明：

- (1) 出太陽時若天空有雲則太陽的熱只有一部分到達地面，其餘的部分會被雲所吸收。雲就是小水滴，小水滴就是水。水的特性是吸熱慢，散熱慢，對氣溫可能會有影響。



- (2) 將定量的棉花裝入透明塑膠袋中，並注入 200C.C. 的水，包裝成長 40 cm 寬 10 cm 的含水棉花共 4 片。分別從 0 片到 4 片（5 種狀況）平均置於 40W 燈泡正下方的鐵絲架上。



## 2、實驗：

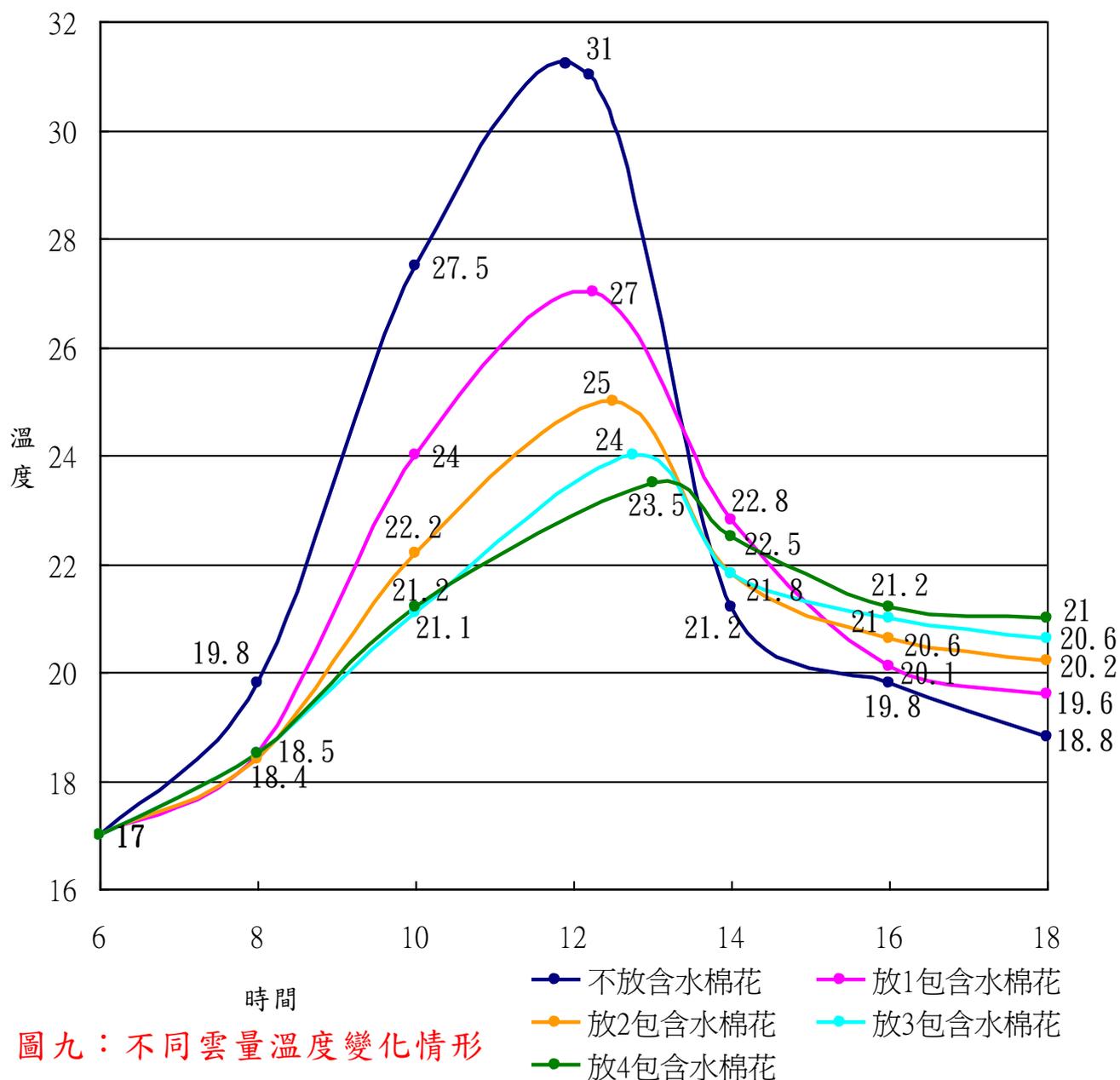
(1) 基礎溫度 17°C (箱外室溫 17°C)

(2) 各組控制變因如表十二

表十二：模擬不同雲量的燈照情形

燈 照 時 段	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18
組 別						
不放含水棉花包	40W	40W	40W	熄燈	熄燈	熄燈
放 1 包含水棉花	40W	40W	40W	熄燈	熄燈	熄燈
放 2 包含水棉花	40W	40W	40W	熄燈	熄燈	熄燈
放 3 包含水棉花	40W	40W	40W	熄燈	熄燈	熄燈
放 4 包含水棉花	40W	40W	40W	熄燈	熄燈	熄燈

### 3、結果：如圖九



圖九：不同雲量溫度變化情形

### 4、討論：

(1) 由實驗數據得知各組溫差情況如下：

- ① 第一組實驗沒有放置含水棉花包氣溫爬升最快，最高溫約 31°C，最低溫 18.8°C，溫差 12.2°C。

②第二組放 1 單位的棉花包，最高溫約 27°C，最低溫 19.6°C，溫差 7.4°C。

③第三組放 2 單位的棉花包，最高溫約 25°C，最低溫 20.2°C，溫差 4.8°C。

④第四組放 3 單位的棉花包，最高溫約 24°C，最低溫 20.6°C，溫差 3.4°C。

⑤第五組放 4 單位的棉花包，最高溫約 23.5°C，最低溫 21°C，溫差 2.5°C。

(3) 由上發現含水棉花包每增加一個單位溫差便減少一些，但不是每次減的一樣多，而是呈等比例的遞減。如表十三

表十三：各組溫差變化情況

	溫差	後一組溫差與前一組溫差之比	溫差變化率
1. 沒放棉花	12.2°C	~	
2. 放 1 包棉花	7.4°C	$7.4 : 12.2 = 60\%$	40%
3. 放 2 包棉花	4.8°C	$4.8 : 7.4 = 64\%$	36%
4. 放 3 包棉花	3.4°C	$3.4 : 4.8 = 70\%$	30%
5. 放 4 包棉花	2.5°C	$2.5 : 3.4 = 73\%$	27%

(3) 由表十三知，含水棉花包每增加一包，溫差變化量僅為前一組的 60%~73%，溫差變化率分別為 40%、36%、30%、27%，呈現有規則的一次遞減。

## 伍、結論：

- 一、太陽的高度角約 15 度以下，才有日出日落明顯的特殊景象變化。包括顏色、明亮度、大小。(研究一)
- 二、日出時太陽顏色由紅而橘紅而橘黃，再漸漸轉白。亮度由暗轉亮，大小由大轉小。日落時變化則剛好相反。(研究一)
- 三、日出日落時，太陽看起來較大，可能是因為那時候陽光藍靛紫的部分大部分散射掉了，紅橙黃的部分，光線亦稍有偏折，所以陽光的光束向外擴大了些，越接近地平線時塵埃等微小粒子越密集，偏折越厲害，太陽看起來就更大了。(僅以此就教於師長們)(研究二)
- 四、大氣中的雜質、塵埃、小水滴，都有可能使白色的太陽光產生散射。在一般白天陽光穿過的大氣層不夠厚，影響散色的塵埃等物質的量不夠多，因此太陽看起來還是白色的。仰角 15 以上的陽光散射較少，因此薄雲經過陽光照射呈現白色。但如果雲層太厚，陽光難以穿越，我們就只能看到烏雲了。晨、晚太陽穿過的大氣層較厚，散射的效果最好，而能看到黃橙色的太陽。(研究二)
- 五、雜質、塵埃的散射效果大於水，因此大氣中的塵埃散射的效果大於小水滴，也就是我們看到美麗的黃橙色夕陽與朝陽，最大的功臣是空氣中的塵埃。(研究三)
- 六、如果夕陽附近有薄雲，雲縫中可以看到夕陽，散射後的橘紅色陽光投射於薄雲上面，此時我們不但能看到美麗的夕陽，更能欣賞到燦爛的

晚霞。但如果雲層太厚，陽光難以穿越，我們就只能看到十分沒情調的烏雲了。(研究三)

七、美麗的晚霞在西方出現時，北東南三方位的低仰角天空也可以看到較暗一點的彩霞。若高仰角天空也要出現彩霞，則時間需更晚，有時要等到太陽下山之後。朝霞的情況也類似。但時間相反，也就是要看到高仰角天空的彩霞需在日出之前。(研究三)

八、由模擬地面受熱的實驗，證明地球接受太陽的熱出現最高氣溫的時間有遞延現象。(研究四)

九、各季節在一天中出現最高溫時間都不在中午十二時，而有遞延現象。但遞延的時間都不太相同，夏季約 1 小時 40 分，春秋兩季約 1 小時，冬季約 50 分鐘。(研究五)

十、季節性的高溫出現的時間也有遞延現象，夏季最高溫度往往出現在夏至後一個多月左右。(研究五)

十一、低點氣溫的出現也有遞延的現象。這個現象證明冬季的最低溫常常出現在冬至後一個多月左右，是很有道理的。(研究六)

十二、在研究六的 5 組實驗中，後一組實驗的溫差為前一組實驗溫差的 60%~73%，其溫差變化率呈現有規則的依次遞減，分別為 40%、36%、30%、27%。

十三、一天中的溫差與熱源地面間所隔的水分多寡成反比。也就是水分越多，越能調節溫度。空中的雲是小水滴（也就是水），雲量越多越能

調節氣溫。臺灣的冬天，北部經常是陰天，而中南部經常是晴天。北部的日夜溫差因而比中南部小得多。如果不下雨，北部的天氣應該比中南部舒適得多。(研究七)

#### 陸、參考資料：

- 1、王國和（民88年）。自然科學圖鑑。臺北市：哲志出版社。
- 2、戚啟勳編著（民86年）。地球科學。臺北市：明文出版社。
- 3、戚啟勳編譯（民87年）。地球科學精華。臺北市：明文出版社。
- 4、郭奕玲譯（民94年）。天文學與地球科學。臺北市：成陽出版社。

【評語】 081571 太陽的光和熱

1. 題材對象雖是太陽，但較偏向光學特性之探討，若改以太陽仰角，大氣層污染物厚薄來探討，必能更切合(主題明確)。
2. 模擬太陽光和熱造成地表溫度延遲現象，以實際狀況進行觀測會更好。