



# 嘉義縣國民中小學 科學展覽會作品說明書



屆 別：65

科 別：物理

組 別：國小組

作品名稱：放大鏡聚焦能力

關 鍵 詞：聚焦 凸透鏡

編 號：A127



## 摘要

我們以白色影印紙製作遮光紙片，來研究凸透鏡的面積、形狀，以及不同的部位，在相同條件下的聚焦情形，觀察這些因素對聚焦能力的影響程度，我們發現凸透鏡的形狀及部位都會影響聚焦，但是其程度遠不如改變面積所造成的差異。最後，我們還測試凸透鏡和地面的距離長短對聚焦能力的影響程度，發現凸透鏡與地面的距離越接近焦距時，聚焦能力越好。

## 壹、研究動機

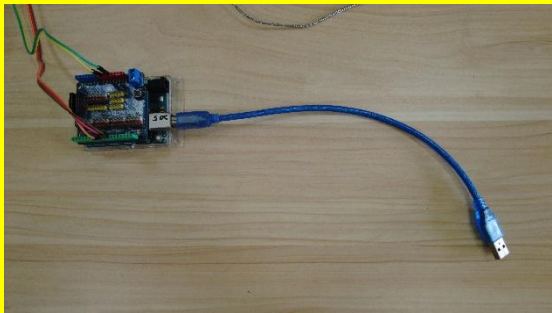
五年級的自然課有上到放大鏡可以聚集陽光產生熱，所以我們想研究不同的情況下紙張燃燒的結果有什麼不同。

## 貳、研究目的

- 一、研究改變凸透鏡的大小，對聚焦能力的影響。
- 二、研究在凸透鏡不同部位的聚焦能力。
- 三、研究改變凸透鏡的形狀，對聚焦能力的影響。

## 參、研究設備及器材

凸透鏡(焦距=39cm，直徑=7.4cm)、Arduino、MAX6675 溫度感測器（測量溫度範圍 0℃~1300℃）、筆記型電腦、白色 A4 紙

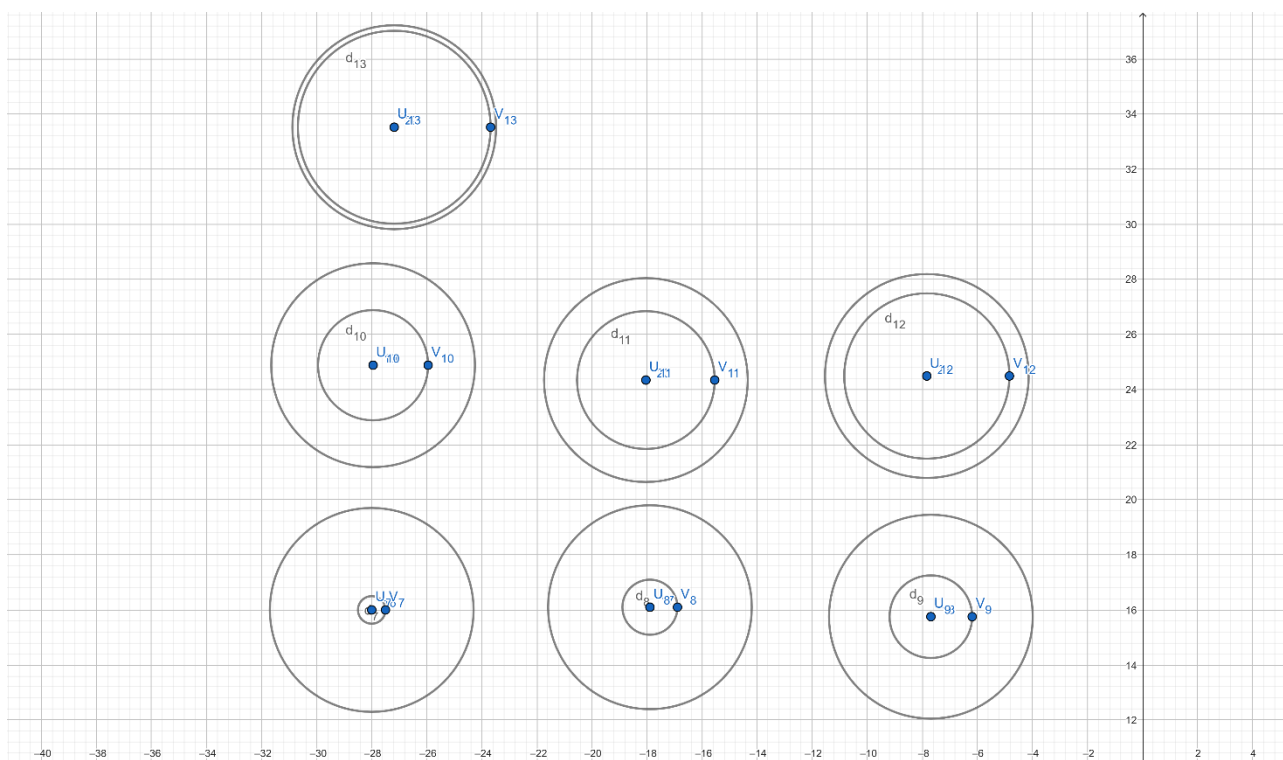
|                                                                                     |                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |
| 凸透鏡                                                                                 | MAX6675 溫度感測器                                                                        |
|  |                                                                                      |
| Arduino Uno 主機                                                                      |                                                                                      |

#### 肆、研究過程或方法

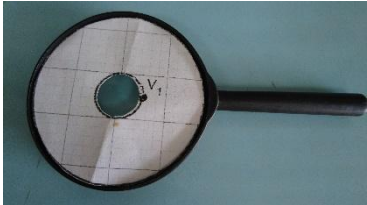
##### 一、研究改變凸透鏡的大小，對聚焦能力的影響。

(一) 為了要減少誤差，所以我們到「GeoGebra」的網站來畫出我們要的圖再印下來然後剪出我們要的。

1. 圖中外圈是直徑 7.4 公分的圓（與凸透鏡大小相同）
2. 再畫出 7 個半徑分別是 1 公分、2 公分、3 公分、4 公分、5 公分、6 公分、7 公分的小圓
3. 接著把每一個小圓跟大圓的圓心重疊
4. 然後印出來再沿著小圓的圓心剪出開孔就可以了



(二) 再將剪好的遮光紙片裝進凸透鏡(如下表)。

|                                                                                     |                                                                                     |             |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
|  |  |             |
| 1-1 直徑 1 公分                                                                         | 1-2 直徑 2 公分                                                                         | 1-3 直徑 3 公分 |

|                                                                                   |                                                                                   |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |
| 1-4 直徑 4 公分                                                                       | 1-5 直徑 5 公分                                                                       | 1-6 直徑 6 公分                                                                         |

(三) 實驗地點：我們所有的實驗都在同一個地點操作(如下圖)，以減少因為不同的地板材質所造成的誤差。



(四) 時間、溫度：我們選在下午 1：00~1：25 的午休時間

(五) 每次的測量時間是 120 秒，每隔 1 秒就紀錄一次，如下圖，開孔 1cm 的原始記錄。

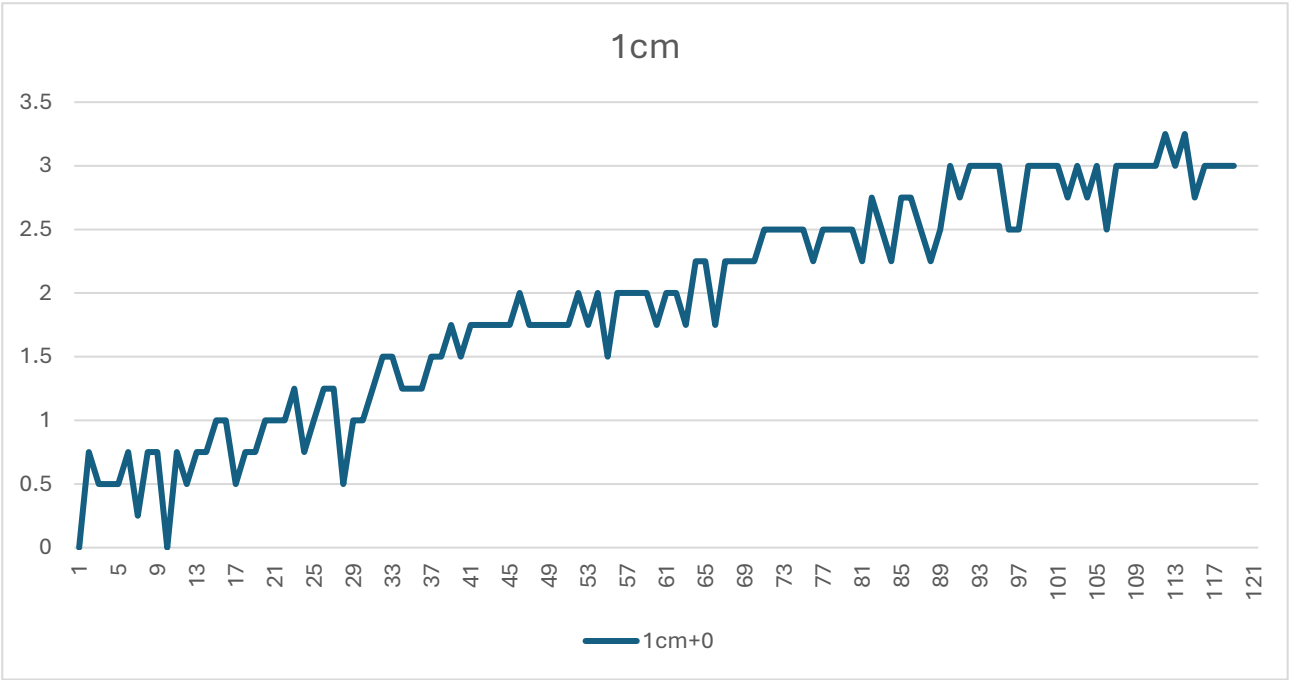
```

Deg C = 25.00 Deg F = 77.00
Deg C = 24.75 Deg F = 76.55
Deg C = 25.00 Deg F = 77.00
Deg C = 25.25 Deg F = 77.45
Deg C = 25.25 Deg F = 77.45
Deg C = 25.00 Deg F = 77.00
Deg C = 25.00 Deg F = 77.00
Deg C = 25.25 Deg F = 77.45
Deg C = 25.25 Deg F = 77.45
Deg C = 25.50 Deg F = 77.90
Deg C = 25.25 Deg F = 77.45
Deg C = 25.25 Deg F = 77.45
Deg C = 25.25 Deg F = 77.45
Deg C = 25.50 Deg F = 77.90
Deg C = 25.50 Deg F = 77.90
Deg C = 25.50 Deg F = 77.90
Deg C = 25.50 Deg F = 77.90
Deg C = 25.50 Deg F = 77.90
Deg C = 25.50 Deg F = 77.90
Deg C = 25.50 Deg F = 77.90
Deg C = 25.00 Deg F = 77.00
Deg C = 25.50 Deg F = 77.90
Deg C = 25.00 Deg F = 77.00
Deg C = 25.75 Deg F = 78.35
Deg C = 25.50 Deg F = 77.90
Deg C = 25.50 Deg F = 77.90
Deg C = 25.75 Deg F = 78.35
Deg C = 25.75 Deg F = 78.35
Deg C = 25.50 Deg F = 77.90
Deg C = 25.75 Deg F = 78.35
Deg C = 26.00 Deg F = 78.80
Deg C = 25.75 Deg F = 78.35
Deg C = 26.00 Deg F = 78.80
Deg C = 26.25 Deg F = 79.25
Deg C = 26.00 Deg F = 78.80
Deg C = 25.75 Deg F = 78.35
Deg C = 26.00 Deg F = 78.80
Deg C = 26.00 Deg F = 78.80
Deg C = 25.75 Deg F = 78.35
Deg C = 26.50 Deg F = 79.70
Deg C = 26.25 Deg F = 79.25
Deg C = 26.25 Deg F = 79.25
Deg C = 26.25 Deg F = 79.25
Deg C = 26.00 Deg F = 78.80
Deg C = 26.50 Deg F = 79.70
Deg C = 26.25 Deg F = 79.25
Deg C = 26.25 Deg F = 79.25
Deg C = 26.25 Deg F = 79.25
Deg C = 26.50 Deg F = 79.70
Deg C = 26.00 Deg F = 78.80
Deg C = 26.25 Deg F = 79.25
Deg C = 26.50 Deg F = 79.70
Deg C = 26.50 Deg F = 79.70
Deg C = 26.50 Deg F = 79.70
Deg C = 26.00 Deg F = 78.80
Deg C = 26.75 Deg F = 80.15
Deg C = 26.00 Deg F = 78.80
Deg C = 26.25 Deg F = 79.25
Deg C = 26.25 Deg F = 79.25

```

(六) 再將每 1 秒測量的溫度跟 0 秒的初始溫度相減得到上升溫度。

(七) 將這 120 筆的資料利用 EXCEL 製作成折線圖

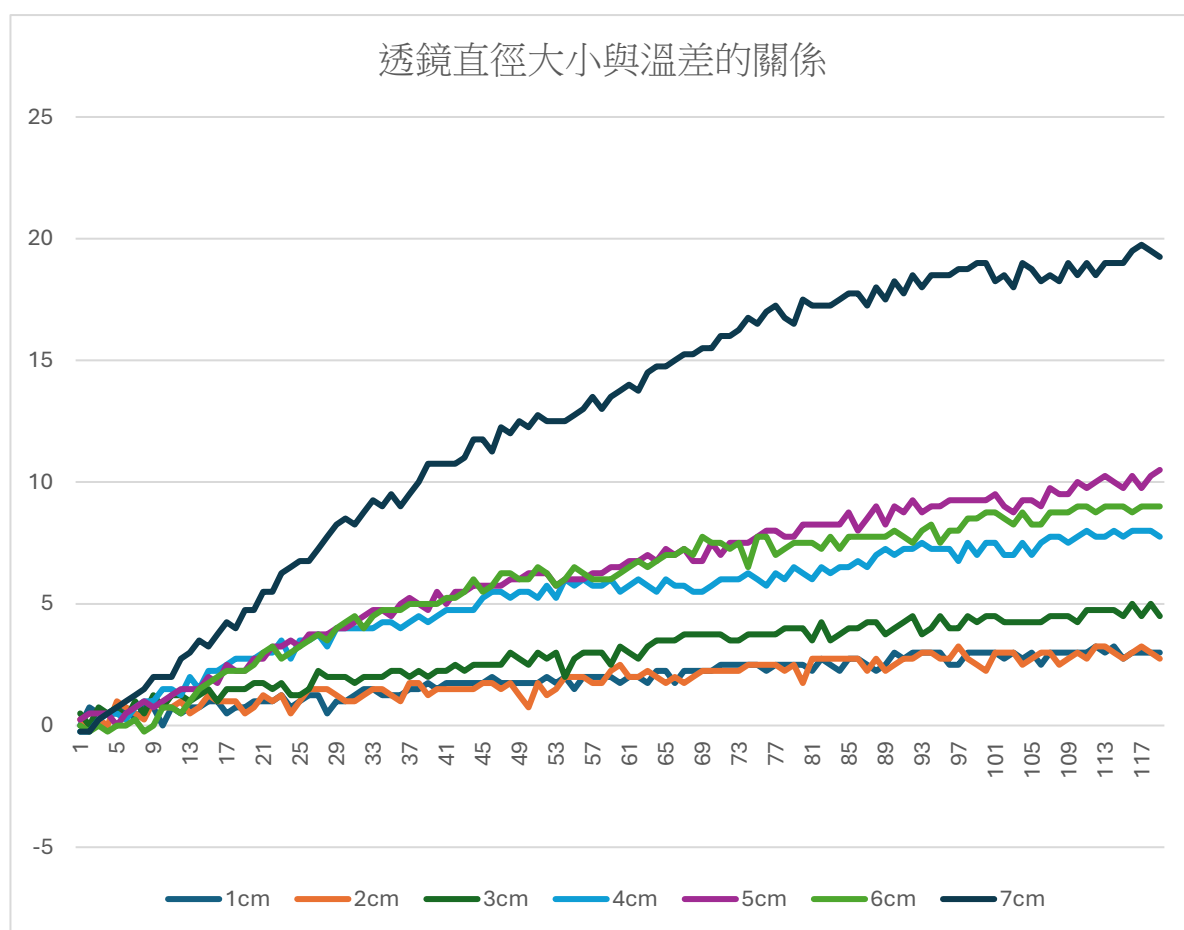


(八) 結果：節錄

|      | 1cm  | 2cm  | 3cm  | 4cm   | 5cm  | 6cm   | 7cm  |
|------|------|------|------|-------|------|-------|------|
| 1 秒  | 0    | 0.25 | 0.5  | -0.25 | 0.25 | 0     | 0.25 |
| 2 秒  | 0.75 | 0    | 0    | -0.25 | 0.5  | -0.25 | 0.5  |
| 3 秒  | 0.5  | 0.25 | 0.75 | 0.25  | 0.5  | 0     | 0.5  |
| 4 秒  | 0.5  | 0    | 0.5  | 0.5   | 0.5  | -0.25 | 0.5  |
| 5 秒  | 0.5  | 1    | 0.75 | 0.5   | 0    | 0     | 0    |
| 6 秒  | 0.75 | 0.75 | 0.25 | 0.25  | 0.5  | 0     | 0.5  |
| 7 秒  | 0.25 | 0.5  | 1    | 0.75  | 0.75 | 0.25  | 0.75 |
| 8 秒  | 0.75 | 0.25 | 0.5  | 1     | 1    | -0.25 | 1    |
| 9 秒  | 0.75 | 1    | 1.25 | 1     | 0.75 | 0     | 0.75 |
| 10 秒 | 0    | 0.75 | 0.75 | 1.5   | 1    | 0.75  | 1    |
| 11 秒 | 0.75 | 0.75 | 1.25 | 1.5   | 1.25 | 0.75  | 1.25 |
| 12 秒 | 0.5  | 1    | 1.25 | 1.25  | 1.5  | 0.5   | 1.5  |
| 13 秒 | 0.75 | 0.5  | 1    | 2     | 1.5  | 1     | 1.5  |
| 14 秒 | 0.75 | 0.75 | 1.25 | 1.5   | 1.5  | 1.5   | 1.5  |
| 15 秒 | 1    | 1.25 | 1.5  | 2.25  | 2    | 1.75  | 2    |
| 16 秒 | 1    | 1    | 1    | 2.25  | 1.75 | 2     | 1.75 |
| 17 秒 | 0.5  | 1    | 1.5  | 2.5   | 2.5  | 2.25  | 2.5  |
| 18 秒 | 0.75 | 1    | 1.5  | 2.75  | 2.25 | 2.25  | 2.25 |
| 19 秒 | 0.75 | 0.5  | 1.5  | 2.75  | 2.25 | 2.25  | 2.25 |
| 20 秒 | 1    | 0.75 | 1.75 | 2.75  | 2.75 | 2.5   | 2.75 |
| 21 秒 | 1    | 1.25 | 1.75 | 3     | 2.75 | 3     | 2.75 |
| 22 秒 | 1    | 1    | 1.5  | 3     | 3.25 | 3.25  | 3.25 |
| 23 秒 | 1.25 | 1.25 | 1.75 | 3.5   | 3.25 | 2.75  | 3.25 |
| 24 秒 | 0.75 | 0.5  | 1.25 | 2.75  | 3.5  | 3     | 3.5  |
| 25 秒 | 1    | 1    | 1.25 | 3.5   | 3.25 | 3.25  | 3.25 |
| 26 秒 | 1.25 | 1.5  | 1.5  | 3.5   | 3.75 | 3.5   | 3.75 |
| 27 秒 | 1.25 | 1.5  | 2.25 | 3.75  | 3.75 | 3.75  | 3.75 |
| 28 秒 | 0.5  | 1.5  | 2    | 3.25  | 3.75 | 3.5   | 3.75 |
| 29 秒 | 1    | 1.25 | 2    | 4     | 4    | 4     | 4    |
| 30 秒 | 1    | 1    | 2    | 4     | 4    | 4.25  | 4    |
| 31 秒 | 1.25 | 1    | 1.75 | 4     | 4.25 | 4.5   | 4.25 |
| 32 秒 | 1.5  | 1.25 | 2    | 4     | 4.5  | 4     | 4.5  |
| 33 秒 | 1.5  | 1.5  | 2    | 4     | 4.75 | 4.5   | 4.75 |
| ：    |      |      |      |       |      |       |      |
| ：    | ：    | ：    | ：    | ：     | ：    | ：     | ：    |
| ：    | ：    | ：    | ：    | ：     | ：    | ：     | ：    |

|       |      |      |      |      |       |      |       |
|-------|------|------|------|------|-------|------|-------|
| 114 秒 | 3    | 3.25 | 4.75 | 7.75 | 10.25 | 9    | 10.25 |
| 115 秒 | 3.25 | 3    | 4.75 | 8    | 10    | 9    | 10    |
| 116 秒 | 2.75 | 2.75 | 4.5  | 7.75 | 9.75  | 9    | 9.75  |
| 117 秒 | 3    | 3    | 5    | 8    | 10.25 | 8.75 | 10.25 |
| 118 秒 | 3    | 3.25 | 4.5  | 8    | 9.75  | 9    | 9.75  |
| 119 秒 | 3    | 3    | 5    | 8    | 10.25 | 9    | 10.25 |
| 120 秒 | 3    | 2.75 | 4.5  | 7.75 | 10.5  | 9    | 10.5  |

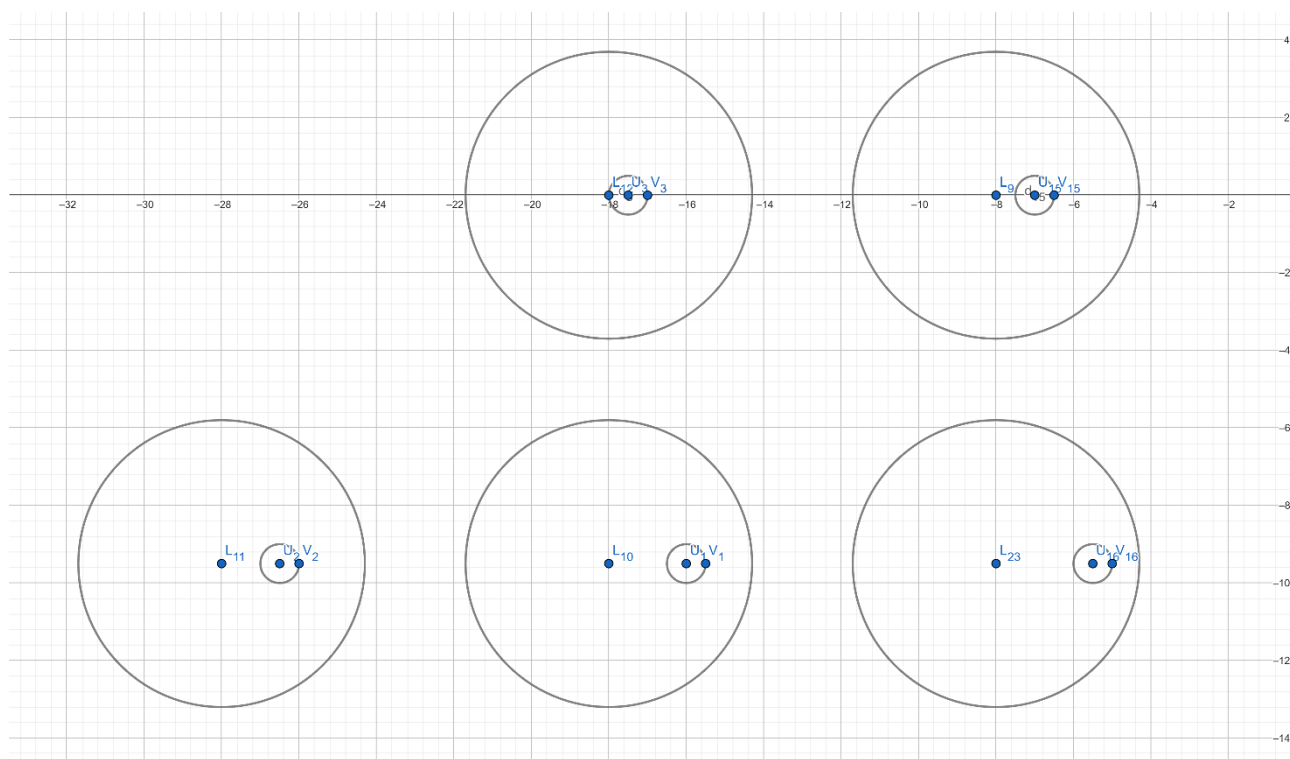
綜合比較：我們把上面各項實驗整理之後，得到以下的資料



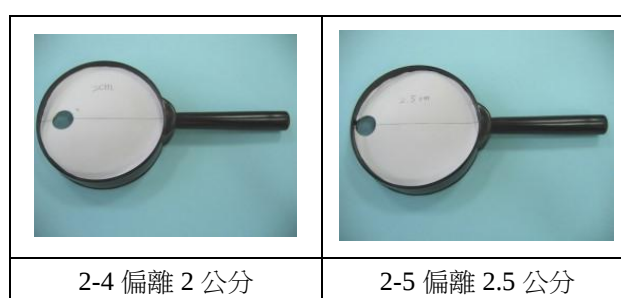
實驗結果：在相同時間內，凸透鏡的面積越大，則溫度上升越快。

二、研究在凸透鏡不同部位的聚焦能力。

(一) 我們先在 GeoGebra 網站上畫出在大圓上不同位置的小圓，再列印下來剪成數個直徑 7.4 公分的圓形紙片（與凸透鏡大小相同）。



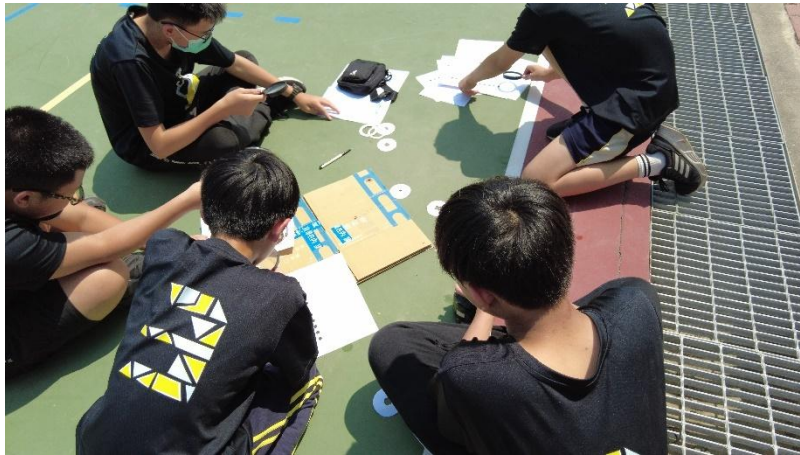
(二) 我們在圖畫紙上剪一個直徑 1cm 的圓，而這個小圓的圓心位置是偏離大圓圖畫紙圓心的 0.5cm、1cm、1.5cm、2cm、2.5cm。



(三) 實驗地點：教室的磨石子地板。

(四) 時間、溫度：我們選在中午 12 點半～1 點半的午休時間。

(五) 每次的測量時間是 120 秒，每隔 10 秒就紀錄一次。



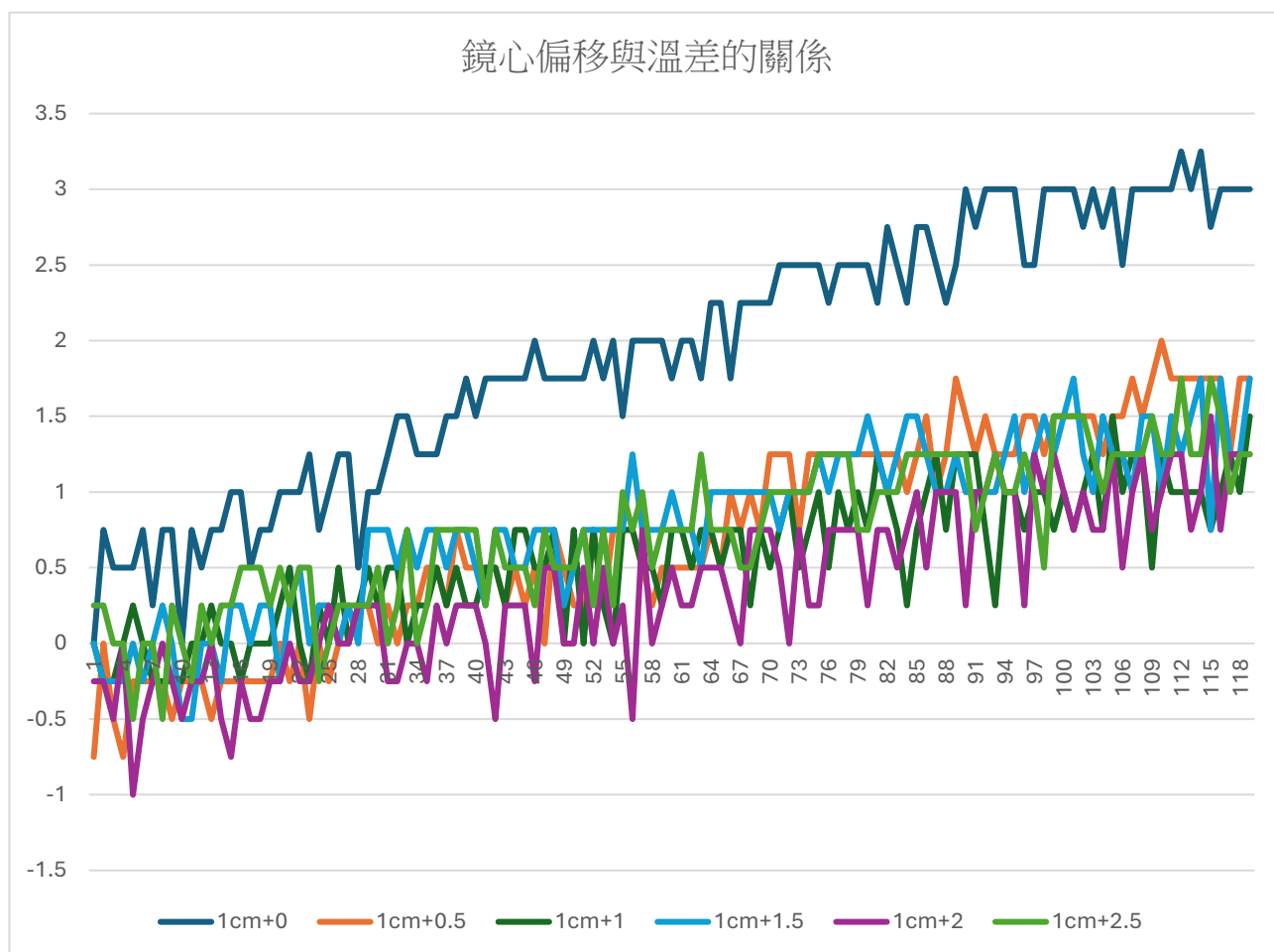
實驗情形

(六) 結果：

|      | 1cm+0 | 1cm+0.5 | 1cm+1 | 1cm+1.5 | 1cm+2 | 1cm+2.5 |
|------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|
| 1 秒  | 0     | -0.75   | 0     | 0       | -0.25 | 0.25    |
| 2 秒  | 0.75  | 0       | -0.25 | -0.25   | -0.25 | 0.25    |
| 3 秒  | 0.5   | -0.5    | -0.25 | -0.25   | -0.5  | 0       |
| 4 秒  | 0.5   | -0.75   | 0     | -0.25   | 0     | 0       |
| 5 秒  | 0.5   | -0.25   | 0.25  | 0       | -1    | -0.5    |
| 6 秒  | 0.75  | -0.25   | 0     | -0.25   | -0.5  | 0       |
| 7 秒  | 0.25  | -0.25   | -0.25 | 0       | -0.25 | 0       |
| 8 秒  | 0.75  | -0.25   | -0.25 | 0.25    | 0     | -0.5    |
| 9 秒  | 0.75  | -0.5    | -0.25 | 0       | -0.25 | 0.25    |
| 10 秒 | 0     | -0.25   | -0.25 | -0.5    | -0.5  | 0       |
| 11 秒 | 0.75  | -0.25   | 0     | -0.5    | -0.25 | -0.25   |
| 12 秒 | 0.5   | -0.25   | 0     | 0       | -0.25 | 0.25    |
| 13 秒 | 0.75  | -0.5    | 0.25  | 0       | 0     | 0       |
| 14 秒 | 0.75  | -0.25   | 0     | -0.25   | -0.5  | 0.25    |
| 15 秒 | 1     | -0.25   | 0     | 0.25    | -0.75 | 0.25    |
| 16 秒 | 1     | -0.25   | -0.25 | 0.25    | -0.25 | 0.5     |
| 17 秒 | 0.5   | -0.25   | 0     | 0       | -0.5  | 0.5     |
| 18 秒 | 0.75  | -0.25   | 0     | 0.25    | -0.5  | 0.5     |
| 19 秒 | 0.75  | -0.25   | 0     | 0.25    | -0.25 | 0.25    |
| 20 秒 | 1     | 0       | 0.25  | -0.25   | -0.25 | 0.5     |
| 21 秒 | 1     | -0.25   | 0.5   | 0.25    | 0     | 0.25    |
| 22 秒 | 1     | 0       | 0     | 0.5     | -0.25 | 0.5     |
| 23 秒 | 1.25  | -0.5    | -0.25 | 0       | -0.25 | 0.5     |
| 24 秒 | 0.75  | 0       | 0.25  | 0.25    | 0     | -0.25   |
| 25 秒 | 1     | -0.25   | 0     | 0.25    | 0.25  | 0       |
| 26 秒 | 1.25  | 0       | 0.5   | 0       | 0     | 0.25    |
| 27 秒 | 1.25  | 0       | 0     | 0.25    | 0     | 0.25    |
| 28 秒 | 0.5   | 0.25    | 0.25  | 0       | 0.25  | 0.25    |
| 29 秒 | 1     | 0.25    | 0.5   | 0.75    | 0.25  | 0.25    |
| 30 秒 | 1     | 0       | 0.25  | 0.75    | 0.25  | 0.5     |
| 31 秒 | 1.25  | 0.25    | 0.5   | 0.75    | -0.25 | 0       |
| 32 秒 | 1.5   | 0       | 0.5   | 0.5     | -0.25 | 0.25    |
| 33 秒 | 1.5   | 0.25    | 0     | 0.75    | 0     | 0.75    |
| ：    | ：     | ：       | ：     | ：       | ：     | ：       |
| ：    | ：     | ：       | ：     | ：       | ：     | ：       |
| ：    | ：     | ：       | ：     | ：       | ：     | ：       |

|       |      |      |      |      |      |      |
|-------|------|------|------|------|------|------|
| 114 秒 | 3    | 1.75 | 1    | 1.5  | 0.75 | 1.25 |
| 115 秒 | 3.25 | 1.75 | 1    | 1.75 | 1    | 1.25 |
| 116 秒 | 2.75 | 1.75 | 0.75 | 0.75 | 1.5  | 1.75 |
| 117 秒 | 3    | 1.75 | 1    | 1.75 | 0.75 | 1.5  |
| 118 秒 | 3    | 1.25 | 1.25 | 1.25 | 1.25 | 1    |
| 119 秒 | 3    | 1.75 | 1    | 1.25 | 1.25 | 1.25 |
| 120 秒 | 3    | 1.75 | 1.5  | 1.75 | 1.25 | 1.25 |

綜合比較：我們把上面各項實驗整理之後，得到以下的資料

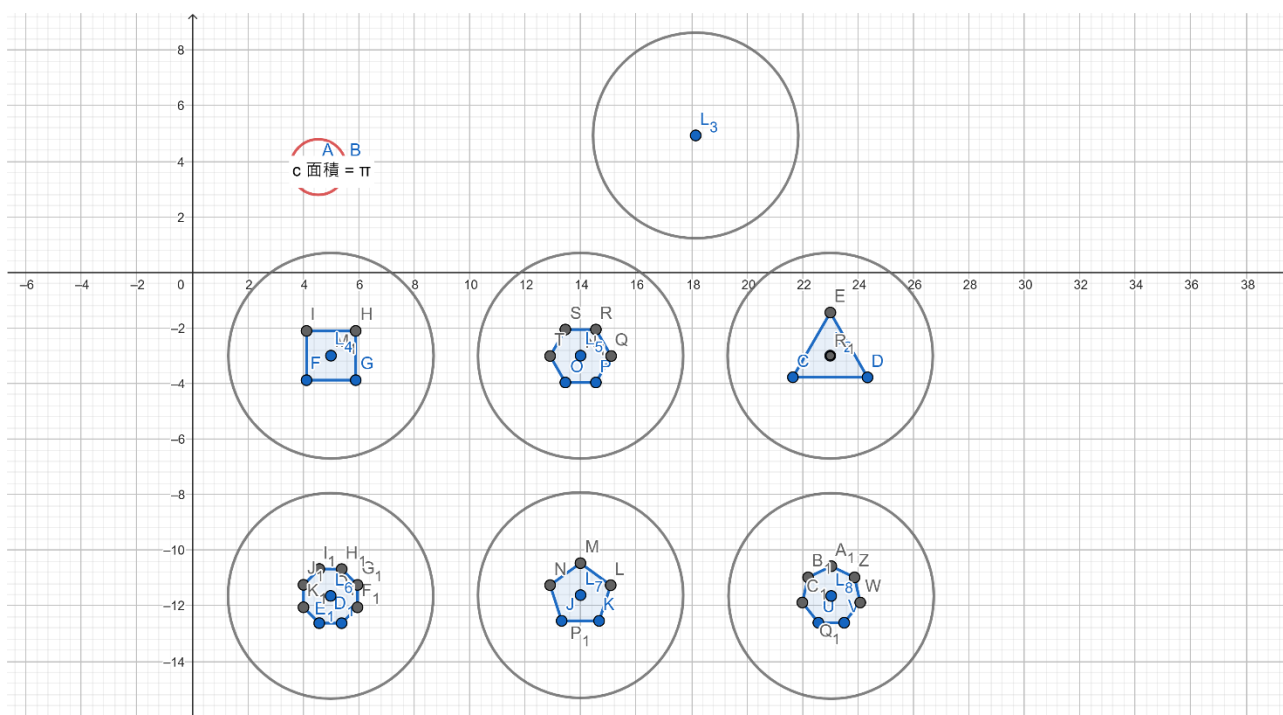


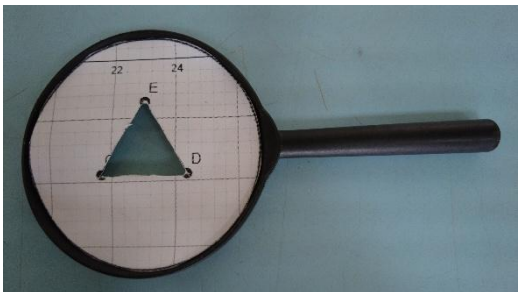
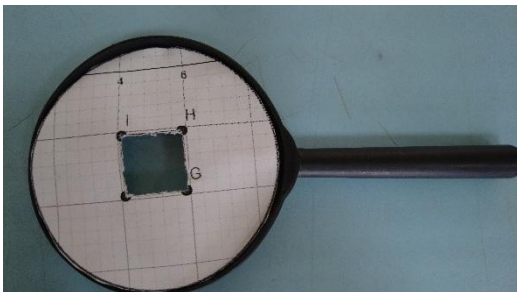
實驗結果：由於凸透鏡面積只有 0.785 平方公分，實驗時溫度上升慢，所以實驗結果非常接近。但仍可看出凸透鏡的開孔越靠近鏡心，聚焦能力越好的趨勢。

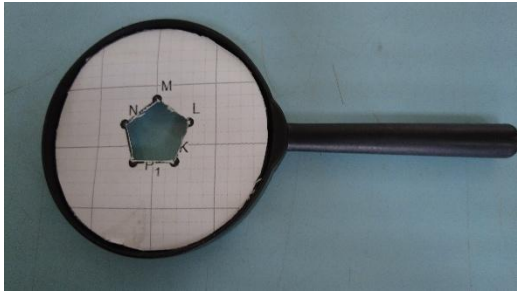
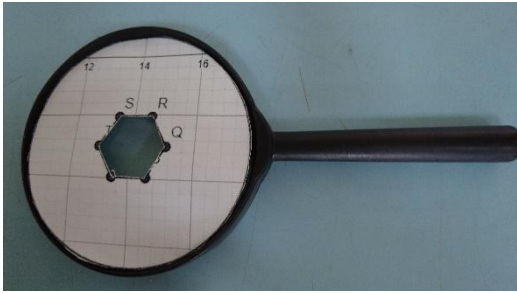
### 三、研究改變凸透鏡的形狀，對聚焦能力的影響。

(一) 為了要剪出面積相同但是形狀不同的開孔，所以我們到「GeoGebra」的網站來畫出我們要的圖再印下來然後剪出我們要的。

1. 圖中的 L3 是直徑 7.4 公分的圓（與凸透鏡大小相同）
2. 再畫出一個半徑是 1 公分的圓
3. 接著畫各種不同的正多邊形，面積大約等於 $\pi$
4. 把 L3 的大圓的圓心跟正多邊形中心點疊起來
5. 然後印出來再沿著正多邊形的邊剪出開孔就可以了



|    |                                                                                     |                                                                                      |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|    |  |  |
| 編號 | 3-1 正三角形                                                                            | 3-2 正四邊形                                                                             |

|    |                                                                                   |                                                                                    |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|    |  |  |
| 編號 | 3-3 正五邊形                                                                          | 3-4 正六邊形                                                                           |

(二) 實驗地點：教室的磨石子地板。

(三) 時間、溫度：我們選在中午 12 點半～1 點半的午休時間。

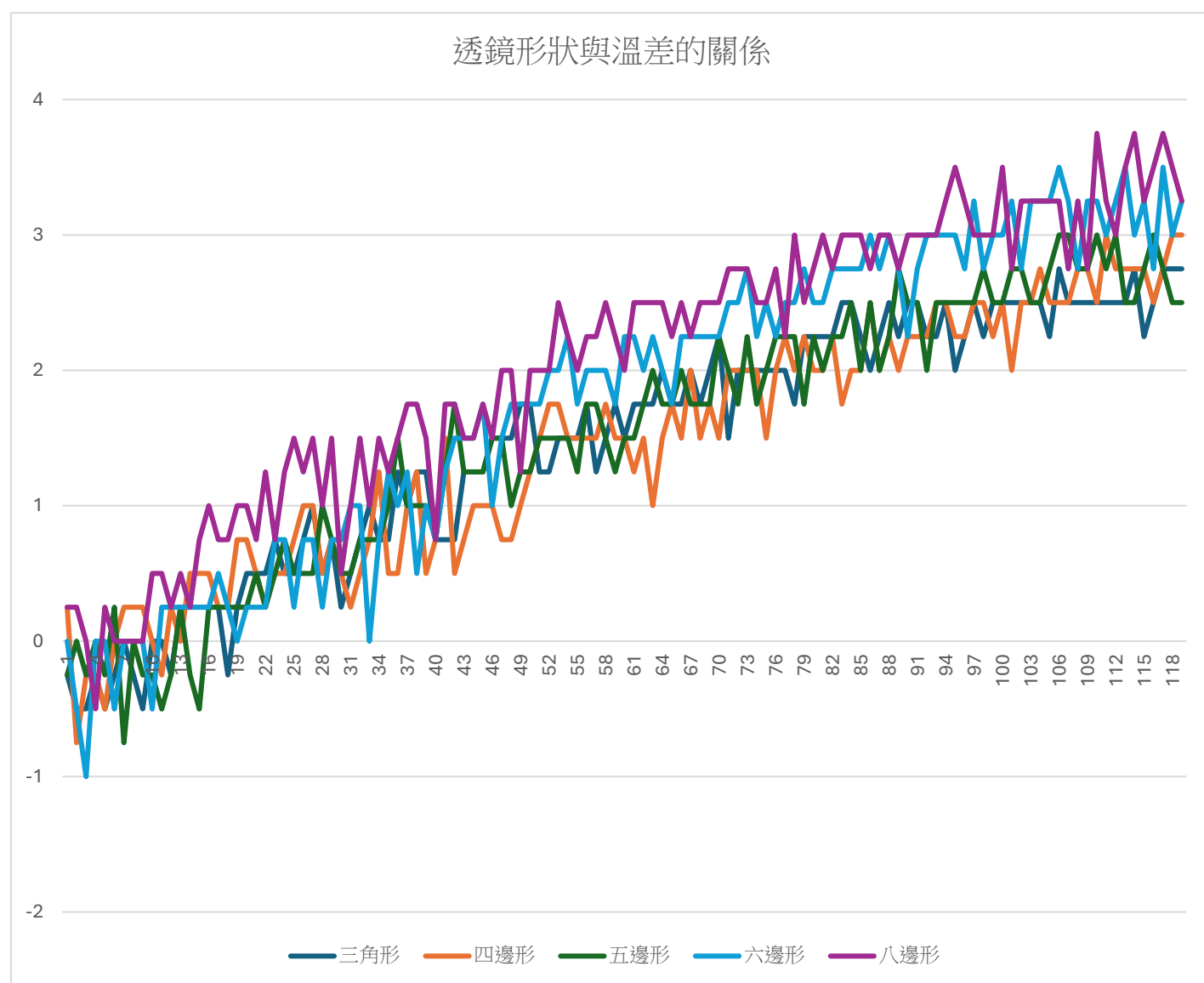
(四) 每次的測量時間是 120 秒，每隔 10 秒就紀錄一次。。

(五) 結果：不加入圓形開孔的原因是不同日期做實驗

|      | 三角形   | 四邊形   | 五邊形   | 六邊形  | 八邊形  |
|------|-------|-------|-------|------|------|
| 1 秒  | -0.25 | 0.25  | -0.25 | 0    | 0.25 |
| 2 秒  | -0.5  | -0.75 | 0     | -0.5 | 0.25 |
| 3 秒  | -0.5  | -0.25 | -0.25 | -1   | 0    |
| 4 秒  | -0.25 | -0.25 | 0     | 0    | -0.5 |
| 5 秒  | -0.5  | -0.5  | -0.25 | 0    | 0.25 |
| 6 秒  | -0.25 | 0     | 0.25  | -0.5 | 0    |
| 7 秒  | 0     | 0.25  | -0.75 | 0    | 0    |
| 8 秒  | -0.25 | 0.25  | 0     | 0    | 0    |
| 9 秒  | -0.5  | 0.25  | -0.25 | 0    | 0    |
| 10 秒 | 0     | 0     | -0.25 | -0.5 | 0.5  |
| 11 秒 | 0     | -0.25 | -0.5  | 0.25 | 0.5  |
| 12 秒 | -0.25 | 0.25  | -0.25 | 0.25 | 0.25 |
| 13 秒 | 0.25  | 0     | 0.25  | 0.25 | 0.5  |
| 14 秒 | 0.25  | 0.5   | -0.25 | 0.25 | 0.25 |
| 15 秒 | 0.25  | 0.5   | -0.5  | 0.25 | 0.75 |
| 16 秒 | 0.25  | 0.5   | 0.25  | 0.25 | 1    |
| 17 秒 | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.5  | 0.75 |
| 18 秒 | -0.25 | 0.25  | 0.25  | 0.25 | 0.75 |
| 19 秒 | 0.25  | 0.75  | 0.25  | 0    | 1    |
| 20 秒 | 0.5   | 0.75  | 0.25  | 0.25 | 1    |
| 21 秒 | 0.5   | 0.5   | 0.5   | 0.25 | 0.75 |
| 22 秒 | 0.5   | 0.25  | 0.25  | 0.25 | 1.25 |
| 23 秒 | 0.75  | 0.5   | 0.5   | 0.75 | 0.75 |
| 24 秒 | 0.5   | 0.5   | 0.75  | 0.75 | 1.25 |
| 25 秒 | 0.5   | 0.75  | 0.5   | 0.25 | 1.5  |
| 26 秒 | 0.75  | 1     | 0.5   | 0.75 | 1.25 |
| 27 秒 | 1     | 1     | 0.5   | 0.75 | 1.5  |
| 28 秒 | 0.5   | 0.5   | 1     | 0.25 | 1    |
| 29 秒 | 0.75  | 0.75  | 0.75  | 0.75 | 1.5  |
| 30 秒 | 0.25  | 0.5   | 0.5   | 0.75 | 0.5  |
| 31 秒 | 0.5   | 0.25  | 0.5   | 1    | 1    |
| 32 秒 | 0.75  | 0.5   | 0.75  | 1    | 1.5  |
| 33 秒 | 1     | 0.75  | 0.75  | 0    | 1    |
| :    | :     | :     | :     | :    | :    |
| :    | :     | :     | :     | :    | :    |
| :    | :     | :     | :     | :    | :    |

|       |      |      |      |      |      |
|-------|------|------|------|------|------|
| 114 秒 | 2.5  | 2.75 | 2.5  | 3.5  | 3.5  |
| 115 秒 | 2.75 | 2.75 | 2.5  | 3    | 3.75 |
| 116 秒 | 2.25 | 2.75 | 2.75 | 3.25 | 3.25 |
| 117 秒 | 2.5  | 2.5  | 3    | 2.75 | 3.5  |
| 118 秒 | 2.75 | 2.75 | 2.75 | 3.5  | 3.75 |
| 119 秒 | 2.75 | 3    | 2.5  | 3    | 3.5  |
| 120 秒 | 2.75 | 3    | 2.5  | 3.25 | 3.25 |
|       | -24  | 2.5  | 2.75 | 3.75 | 3.75 |

綜合比較：我們把上面各項實驗整理之後，得到以下的資料



實驗結果：不同形狀的凸透鏡，邊數越多時溫度上升越快。

## 伍、討論

一、從實驗一的結果可以發現，當凸透鏡面積越大時，溫度上升越快，因為在同樣的測量時間內，凸透鏡面積越大透過的光線越多，溫度計吸收的能量也越多。

二、由實驗一的結果，製作下表並分析凸透鏡面積與溫度的關係。

|                            | 2cm   | 3cm | 4cm    | 5cm | 6cm      | 7cm |
|----------------------------|-------|-----|--------|-----|----------|-----|
| (第 120 秒減第 1 秒的溫差)<br>除以直徑 | 1.625 | 1.5 | 2.0625 | 1.8 | 1.541667 | 1.5 |

(一) 上表為溫度變化與直徑的關係，將相同直徑 2cm 的凸透鏡在第 120 秒時的溫度，減去在第 1 秒的溫度，再除以直徑 2cm，即可得此表第二列的比值

(二) 從此表中發現，除了 4cm、5cm 誤差比較大，其餘上升的溫度與直徑的比值接近 1.6。

三、由實驗一的結果，製作另一個表並分析凸透鏡面積與溫度的關係。

|                   | 2cm  | 3cm | 4cm   | 5cm  | 6cm      | 7cm |
|-------------------|------|-----|-------|------|----------|-----|
| 除以直徑 1cm 的溫差再除以直徑 | 0.65 | 0.6 | 0.825 | 0.72 | 0.616667 | 0.6 |

(一) 上表為「不同直徑的放大鏡溫度變化與直徑 1cm 放大鏡溫度變化的倍數」與直徑的關係，將直徑 2cm 的凸透鏡在第 120 秒時的溫度，除以直徑 1cm 的凸透鏡在第 120 秒時的溫度，再除以直徑 2cm，即可得此表第二列的比值

(二) 從此表中發現，除了 4cm、5cm 誤差比較大，其餘上升的溫度與直徑的比值接近 0.6。

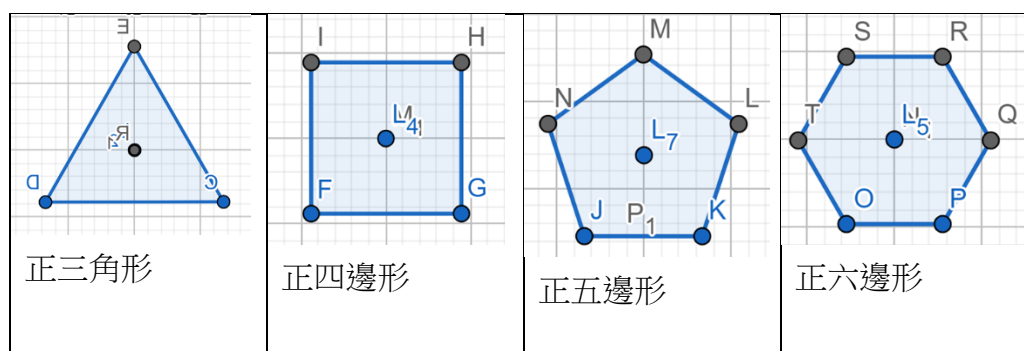
四、由實驗二的結果，製作下表並分析凸透鏡不同部位的聚焦情形

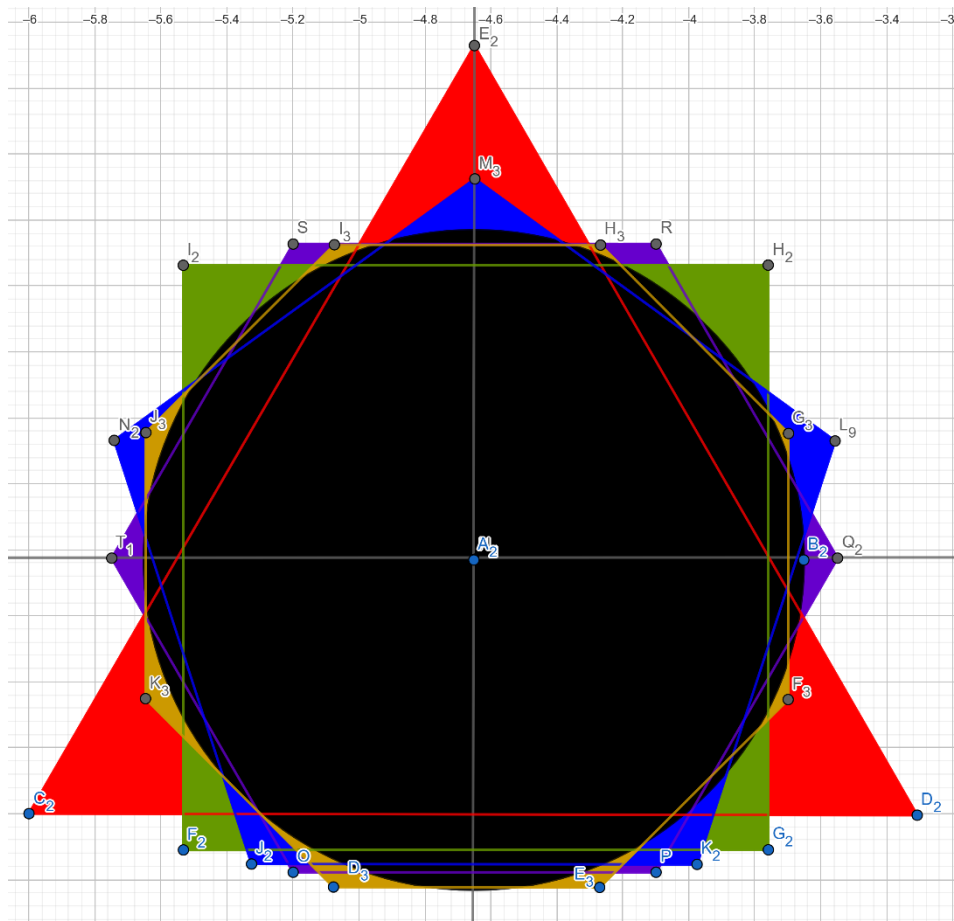
|                                  | 1cm+0.5 | 1cm+1 | 1cm+1.5 | 1cm+2 | 1cm+2.5 |
|----------------------------------|---------|-------|---------|-------|---------|
| 第 120 秒時開孔在中心的溫度差<br>減偏離中心開孔的溫度差 | 1.25    | 1.5   | 1.25    | 1.75  | 1.75    |

(一) 上表為凸透鏡不同部位開孔與開孔在中心溫度變化的關係表，以開孔在鏡心的凸透鏡為基準，計算各透鏡與此透鏡的溫度差。

五、由上表發現，溫度差再相減會接近一個數字，而這也表示越接近中心，聚熱效果越好。

六、由實驗三發現，當凸透鏡越近似圓形時，溫度上升越快。各種形狀雖然面積相等，但把它們畫在方格紙上(如下表)，用不同顏色代表不同形狀，再將它們對準圓心重疊，在由半徑延伸的直線上，可以發現正三角形包含離圓心最遠的格子，接著依序是正四邊形、正五邊形、正六邊形、圓形。這些格子的差別，代表不同形狀的凸透鏡包含不同的部位，所以造成聚焦能力的差異。





## 陸、結論

- 一、凸透鏡的面積影響溫度計吸收能量的多寡，但兩者並不是正比例關係，隨著增加的面積，有不同的影響。
- 二、凸透鏡的鏡心越偏移整個凸透鏡的中心，聚熱效果越差。
- 三、改變凸透鏡的形狀，會影響凸透鏡的聚焦能力，因為凸透鏡不同部位的聚焦能力不一樣，越靠近圓心聚焦效果越好，反之則越差。所以在改造凸透鏡形狀時，若同時要兼顧凸透鏡的聚焦能力，則接近圓形的形狀是比較好的選擇。

## 柒、參考資料及其他

- 一、GeoGebra 幾何(2024 年 12 月 09 日)。 <https://www.geogebra.org/geometry>。
- 二、吳萬來、鄭伊茹(2023)。太陽的祕密(頁 30-38)。翰林版國小自然科學 5 上第五冊。