

投稿類別：物理類

篇名：

星芒成像與光源距離及凹凸透鏡之關係淺論

作者：

李子筠。國立蘭陽女子高級中學。高一十三班  
陳育榕。國立蘭陽女子高級中學。高一十三班  
黃瑋棻。國立蘭陽女子高級中學。高一十三班

指導老師：

賴奕如老師

## 壹、前言

### 一、研究動機

入冬過後，天色總是暗得快，路燈也早早亮起，放學時候走出校門，路燈除了照亮道路以外，抬頭仔細觀察，燈光還出現了尖刺狀的光芒，變化無窮，吸引了我的注意。在好奇心驅使之下，我和同學經查詢資料過後，發現這個現象稱為「星芒」(asterism)，和我們物理課程中的繞射現象相關，經過多次小組的討論之後，我們決定自己做出光柵製造星芒並在不同變因下加以觀察。

### 二、研究目的

- (一) 討論不同形狀光柵分別產生的繞射現象與星芒數量。
- (二) 討論不同形狀光柵在距離雷射光發射器不同距離時星芒成像的差異。
- (三) 討論凹凸透鏡在不同距離對不同形狀光柵星芒成像的影響與差異。

### 三、研究方法

透過實驗和比較討論不同形狀的光柵與距離、凹凸透鏡對星芒成像的影響與關係。

### 四、研究器材

雷射光產生器、電工膠帶、光碟片、圓形光柵片、捲尺、塑膠衣夾、凹透鏡、凸透鏡、成像屏、粉筆盒。

## 貳、正文

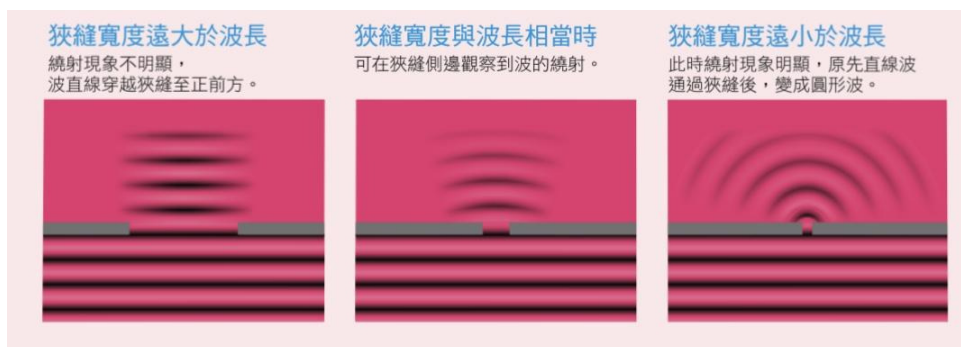
### 一、瞭解繞射與星芒現象

#### (一) 繞射現象 (diffraction)

波在通過障礙物、障礙物邊緣或是狹縫時，其波前形狀發生變化，導致行進方向改變的現象，稱為繞射(如圖一)。

日常生活中，我們也經常觀察到光的繞射現象，其中最常見到的例子便是大氣層。我們所處的地球其大氣層是由許多微小的粒子所組成，因此

出現了微小的縫隙，當空間光源(例如太陽)穿過時，便在大氣層中發生繞射，進而形成了光環。



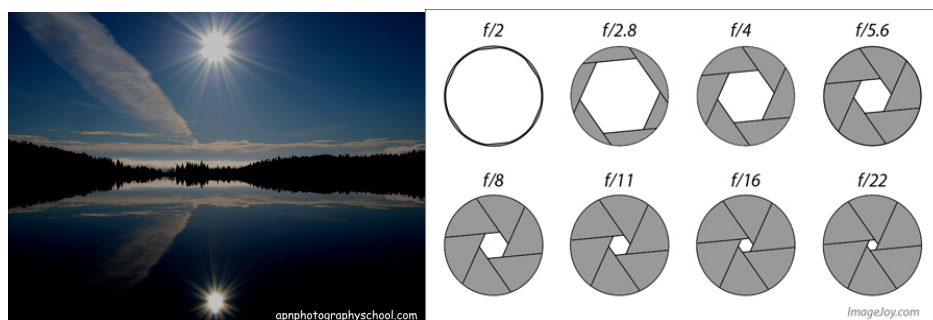
圖一：繞射現象示意圖

(圖一資料來源：普通型高級中學 物理)

## (二) 星芒現象 (asterism)

在不同形狀、大小的光柵中，光線穿過後出現繞射現象和星芒現象，當光柵越小，繞射現象越明顯，星芒也就越清晰(如圖二)。

通常使用在相機光圈上，光圈以葉片組成，越多葉片，形成多邊形，則產生的星芒數不同，而光圈越小，繞射現象越明顯，星芒越清晰(如圖三、四)。

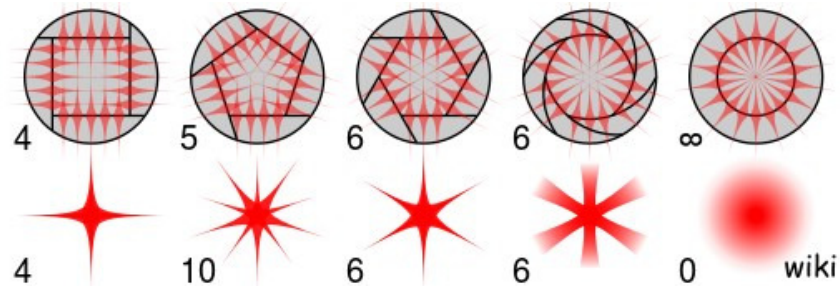


圖二(左)：星芒現象

(圖二資料來源：跟著鄭大師玩科學\_為什麼星星看起來有星芒)

圖三(右)：相機光圈

(圖三資料來源：什麼是光圈？您真的懂麼?)



圖四：相機光圈所形成的星芒


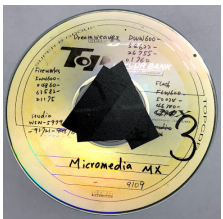
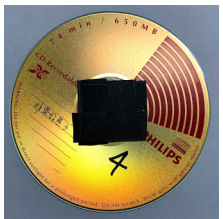
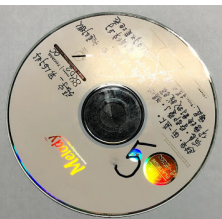
(圖四資料來源：跟著鄭大師玩科學\_為什麼星星看起來有星芒)

## 二、實驗流程

### (一) 製作實驗器材

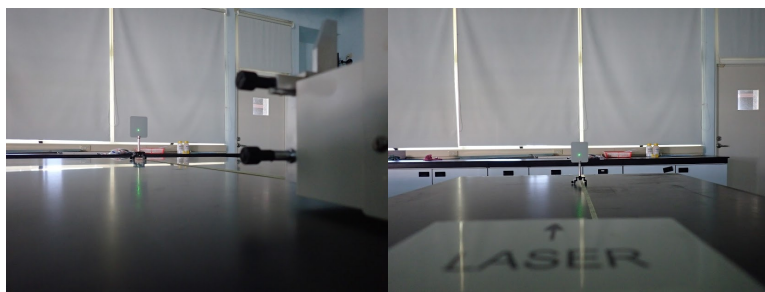
使用電工膠帶在每片光碟片中間的圓孔貼出三角形、四邊形、五邊形的微小光柵，再加上干涉實驗組中的圓形光柵片，來進行實驗(如表一)。

表一：不同形狀的光柵

			
圓形	三角形	四邊形	五邊形

### (二) 初步架設實驗器材

於實驗室的桌面以電工膠帶固定捲尺，在捲尺 20 公分處放上雷射光產生器，並在 130 公分處放置成像屏，即完成初步架設(如圖五、六)。



圖五(左)、圖六(右)：實際架設情況

### (三) 調整至符合各項變因的實驗條件

先調整光碟片與雷射產生器的距離後聚焦光線，使星芒成像在成像屏上以便觀察，再針對距離、凹凸透鏡等變因進行調整。

### 三、實驗記錄

#### (一) 雷射光束在不加入任何變因時 (如圖七)

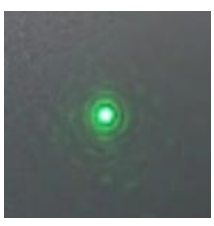





圖七：雷射光束的原始狀態

#### (二) 觀察不同形狀光柵所產生的星芒數量 (如表二)

在捲尺 75 公分處(位於成像屏與雷射產生器的中央)分別放置三角形、四邊形、五邊形光柵的光碟片，只有圓形光柵片因符合雷射光產生器本身具有的放置槽，所以放置於捲尺 23 公分處。架設完成且成像成功後，對產生的星芒進行觀察。




表二：不同形狀光柵所產生的星芒

			
圓形光柵	三角形光柵	四邊形光柵	五邊形光柵
星芒數量：0	星芒數量：6	星芒數量：4	星芒數量：10




#### (三) 不同形狀光柵與光源距離長短對星芒成像造成的影響 (如表三、四、五)

使用三角形、四邊形、五邊形光柵的光碟片，並將光碟片分別置於距離光源 55 公分、75 公分及 95 公分，成像成功後，對產生的星芒進行觀察。




表三：三角形光柵與光源距離不同時對星芒成像造成的影響

變因：距離	距光源 55 公分	距光源 75 公分	距光源 95 公分
三角形光柵			
星芒數量	6	6	6

表四：四邊形光柵與光源距離不同時對星芒成像造成的影響

變因：距離	距光源 55 公分	距光源 75 公分	距光源 95 公分
四邊形光柵			
星芒數量	4	4	4

表五：五邊形光柵與光源距離不同時對星芒成像造成的影響







變因：距離	距光源 55 公分	距光源 75 公分	距光源 95 公分
五邊形光柵			
星芒數量	10	10	5

(四) 經繞射過後再穿過凹凸透鏡對星芒產生的影響 (如表六、七)

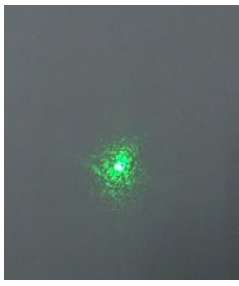





使用三角形、四邊形、五邊形光柵的光碟片，將光碟片置於距離光源 75 公分處，再將凹、凸透鏡分次置於距離光源 85 公分和 105 公分處，成像成功後，對產生的星芒進行觀察。

表六：不同形狀光柵經繞射過後再穿過凸透鏡對星芒產生的影響

變因：凸透鏡	三角形光柵	四邊形光柵	五邊形光柵

距離光源 85 公分處			
星芒數量	0	0	0
距離光源 105 公分處			
星芒數量	6	4	0

表七：不同形狀光柵經繞射過後再穿過凹透鏡對星芒產生的影響

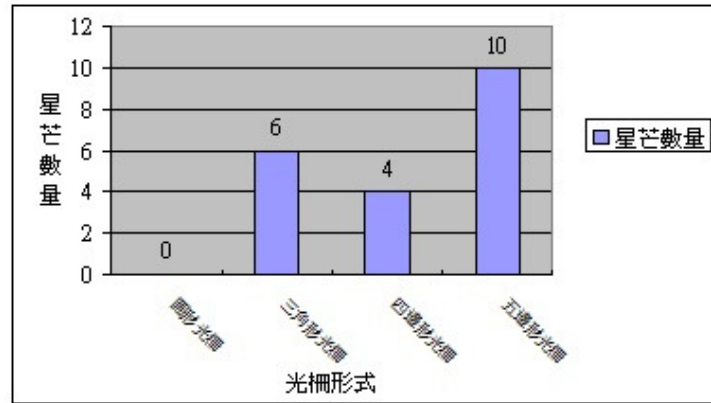
變因：凹透鏡	三角形光柵	四邊形光柵	五邊形光柵
距離光源 85 公分處			
星芒數量	0	0	0
距離光源 105 公分處			
星芒數量	0	0	0

#### 四、實驗結果分析

由上表格圖片可分別分析得知下列幾點：

(一) 表二：不同形狀光柵所產生的星芒

從實驗的觀察中，我們做出了一個統計圖 (如圖八)。



圖八：星芒數量統計圖

結果分析:

實驗中包含了圓形與多邊形的光柵，在原先的想法中，我們推測圓形光柵能產生最多星芒。

而在實驗中，我們觀察到，圓形光柵其實並不如我們所想的會產生更多條星芒，而是只產生產生光斑；反而奇數邊形的光柵產生的星芒是光柵本身圖形邊數的兩倍，比如：三邊形，產生 6 條星芒；五邊形，產生 10 條星芒；而偶數邊形的光柵產生的星芒條數會與光柵本身圖形的邊數相同，比如：四邊形，則產生 4 條星芒。

(二) 表三、四、五：光柵與光源距離不同時對星芒成像造成的影響

結果分析:

不論哪種形狀的光柵，產生的星芒長度及明顯度皆受到距離的影響。從實驗當中觀察，當光柵距離雷射筆光源在中間距離(75 公分)時，星芒的明顯度較佳，星芒長度也較長，甚至因繞射現象顯著，產生了單孔繞射現象所出現亮暗條紋；而光柵距離雷射筆光源越遠時，星芒明顯變模糊，且長度縮短，只剩下中心的光點清晰。

(三) 自表六、七：雷射光經光柵繞射過後再穿過凹、凸透鏡對星芒產生的影響

結果分析:



實驗中，凸透鏡在任何形狀下，距離雷射光源較近時都可以產生星芒，三角形和四邊形在凸透鏡距離原點較遠時還是可以產生星芒，但五邊形產生的現象極為不明顯，仔細觀察後，斷定沒有星芒出現；而凹透鏡在任何形狀下都無法產生星芒，只觀察到密集的光斑。

## 參、結論

### 一、結論

- (一)光柵邊數越多產生星芒數量越多
- (二)光柵位於中間距離時星芒比較清晰
- (三)使用凸透鏡較使用凹透鏡時能取得更佳成像

### 二、未來展望

- (一) 凸透鏡焦距對於星芒成像的影響
- (二) 探討產生星芒之光柵邊數的限制
- (三) 光強度對於星芒成像的影響
- (四) 光柵與光源距離對於星芒成像的最佳距離

## 肆、引註資料

- 一、林秀豪 (2019)。普通型高級中學 物理(116)。台北市：龍騰文化
- 二、Fotónica Aplicada a la Informática (FAI)。2019年11月17日，取自 <https://reurl.cc/Naz28p>
- 三、Diffraction-Wikipedia。2019年11月09日，取自 <https://en.wikipedia.org/wiki/Diffraction>
- 四、Diffraction Grating。2019年11月17日，取自 <https://reurl.cc/mdepbM>
- 五、跟著鄭大師玩科學\_為什麼星星看起來有星芒。2020年12月30日，取自 <https://www.masters.tw/175061/diffraction-spike>
- 六、維基百科\_光孔。2020年2月1日，取自， <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%85%89%E5%9C%88>
- 七、什麼是光圈？您真的懂麼？。2020年2月29日，取自 <https://www.imagejoy.com/article.php?id=379>