

利用系列光點強弱變化測定星等之方法

國中組地球科學科第一名

台北市立螢橋國民中學

作者：羅中泉

指導教師：蘇芷芬

一、研究動機

約半年前，我發現單一光點斜向進入普通平面玻璃鏡面後在玻璃介質內會發生多次折射反射現象，在該鏡面上形成一系列可見之光點。且自第二光點以後亮度逐漸減弱。又該系列中光點個數與光源強弱成正相關。故聯想到若將普通天文望遠鏡中之天頂稜鏡換裝成該種（普通）平面玻璃鏡後，應有相同效果，即可用來判別星等。——經試行改裝後，在普通天文望遠鏡中觀測任一星體均可見一系列之光點。且光點數確與星體亮度成正相關，即較亮之星體在望遠鏡中分散成可見之光點較多，較暗之星體可見光點較少。

二、研究目的

提供一種利用普通天文望遠鏡（其中天頂稜鏡須換裝成普通平面玻璃鏡，塗銀面在下）及一遮光附件（遮蓋光源）觀測星等之方法。其法又細分為兩等級，一為普通法，一為精密法。普通法約可判別整數位星等（如：1 等星、負 2 等星）。精密法約可判別十分位星等（如：1.2 等星、負 2.6 等星）。

三、研究設備器材

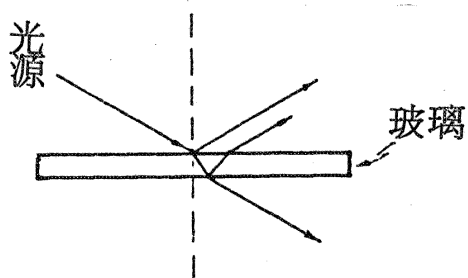
名 稱	說 明	數 量
天文望遠鏡	折射式（ $D = 65\text{mm}$ ， $F = 1000\text{mm}$ ）	1 架
平面玻璃鏡	用於天頂稜鏡殼內	1 片

人造星光	可變亮度之電燈泡	1 個
遮蓋光源	可變亮度之電燈泡	1 個
測光表	ANA- 500	1 隻
硬紙箱	人造星光用	1 個

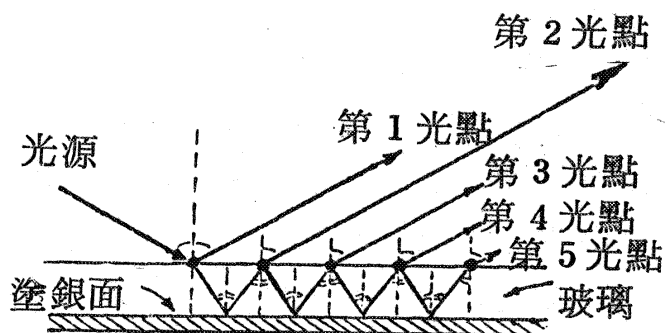
四、研究方法

(一)理論根據

一光源側向進入一平面玻璃片時，在玻璃介質內外經折射反射後，在玻璃表面僅可見到兩個分開的光點(1)，如下圖一所示。但本試驗改用普通平面玻璃鏡（塗銀面在下），而可得到一系列之光點，如下圖二所示：



圖一 玻璃面光點分散圖



圖二 鏡面光點分散圖

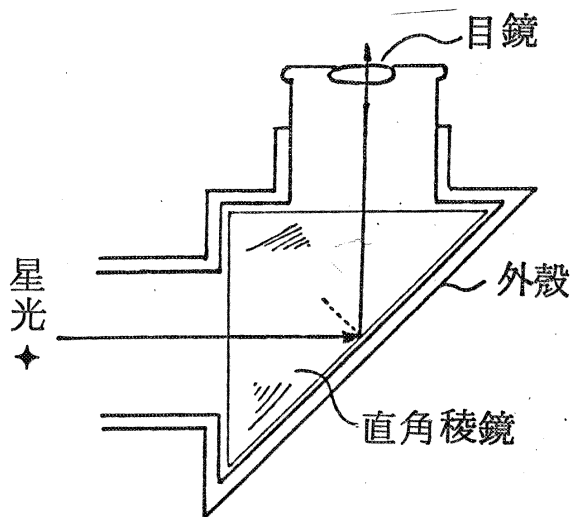
由圖二中可知可見的第1光點係光線第一次觸及玻璃上表面時，由玻璃上表面直接反射，反射量不大，故光點弱。大部分光線由此進入玻璃內部，至底面（塗銀面）經反射及折射後大部分逸出玻璃上表面外，成為可見的第2光點，故其亮度最強。另一小部分再由玻璃上表面之內部反射回底面（塗銀面），經再次反射和折射後，成為可見的第3光點。同理可得可見的第4、第5...光點。

(二)觀測裝置

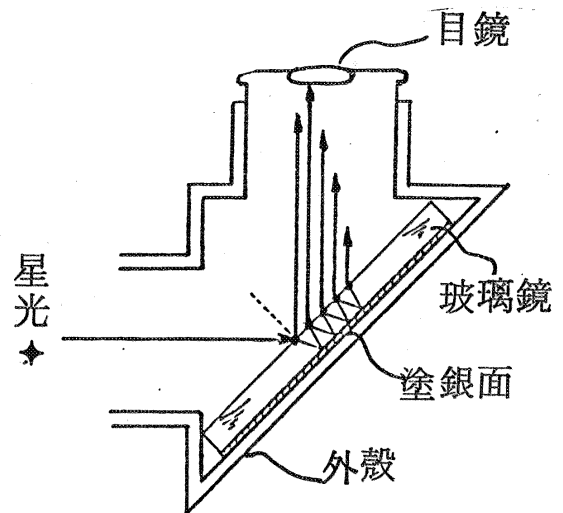
1 改裝天頂稜鏡

一般天文望遠鏡中的天頂稜鏡多是一直角稜鏡。光線在其中作一次全反射而改變行進方向（如圖三）。但本實驗為了得

到前述系列性可見的光點，便把該直角稜鏡換成平面玻璃（塗銀面在下）如圖四。



圖三 天頂直角稜鏡



圖四 天頂平面玻璃鏡

2 人造星光

為配合理論性之研究，需一可控制亮度（見後附照片 1 中第 5 點）之光源，模擬各等星。

在一紙箱中放一亮度可變化之電燈泡，又在紙箱壁上適當地方鑽一小孔，形成可模擬各等星的人造星光（見後附照片 1 中第 3 點）。

3. 遮蓋光源

就一光度可變化的電燈泡，在其變化開關（見後附照片 1 中第 4 點）上依光度由最大到最小分為 8 等分（分為其它等分亦可）。以「刻度」為單位，1 刻度最暗，8 刻度最亮。然後將此燈泡安置在一普通天文望遠鏡物鏡左前方約 5 公分處，與鏡軸同高（但剛好不遮擋望遠鏡之視野），成為可變光度的遮蓋光源，專用於「精密光點分析法」中（見後附照片 1 中第 1 點）。

（二）觀察星等方法

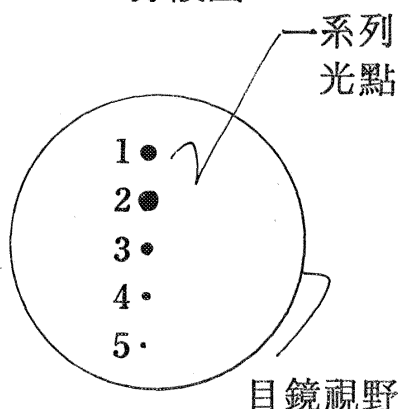
1 普通光點分析法

(1) 在一較長（10 公尺左右或以上）的暗室中，一端擺設人造

星光，另一端架設天文望遠鏡（天頂稜鏡已換成平面玻璃鏡，塗銀面在下）。將望遠鏡對準人造星光，即可在目鏡視野中見到數個光點（如圖五（參照圖四））。其亮度順序如下：2、1、3、4、5……。星光強時，視野中的光點亮，數目多。星光弱時，則光點暗，數目少。見後附照片2～5。該照片係利用普通照像機，對準並極靠近該天文望遠鏡之目鏡攝得，此種拍攝方法雖不十分理想，但已足夠證明在普通天文望遠鏡中原天頂直角稜鏡改裝成平面玻璃鏡後，確可將單一光源，分散成一系列之光點。

(2)經多次反復變光觀測後，可得人造星光亮度的強弱和望遠鏡中的光點數間之關係，作成下表（表一）：

圖五 改裝後光點分散圖



表一 星等光點表

星等	光點數
0	5 個
1	4 個
2	4 個（第 4 光點很弱）
3	3 個
4	3 個（第 1、3 兩光點很弱）
5	1 個

(3)上表中「5 等星」之亮度係一假定值。利用測光表按照每一星等亮度相差 2.512 倍(2)(3)之倍數定出 4～0 等星。因本實驗觀測所用之小型測光表（ANA- 500）精密度不高，故上表中之實驗數據可能有誤，不能用來實際觀測，僅作理論性之說明。但由上表中仍可查知光源亮度與目鏡視野中之光點數目有一定關係，由此關係即可判定星等。

2. 精密光度分析法

(1)仿前第一條「普通光點分析法」。人造星光可固定在任一星等上，再開啓前述之遮蓋光源，讓光線由暗到明射入望遠鏡中，使目鏡視野（即目鏡鏡面）逐漸變亮，可依次遮蓋視野

中之各光點。即先遮蓋最弱之光點（如第 5 光點），最後遮蓋最強之第 2 光點（見後附照片 6～8）。

(2)現經多次實驗求得遮蓋各星等中各光點所需遮蓋光源光度（下稱遮蓋光度）之關係。如下表二所示：

表二 星等光點遮蓋光度表

星等 光點數		遮蓋各光點所需之遮蓋光度（刻度）				
		第 5 光點	第 4 光點	第 3 光點	第 2 光點	第 1 光點
0	5	W	0.8	4	N	6
1	4		0.5	1.5	N	2.5
2	4		W	0.8	7.5	1.5
3	3			0.75	5.5	1
4	3			0.5	2	0.75
5	1				1	

註：①W：光點太弱，本實驗所用人造光源設備無法測出遮蓋光度。

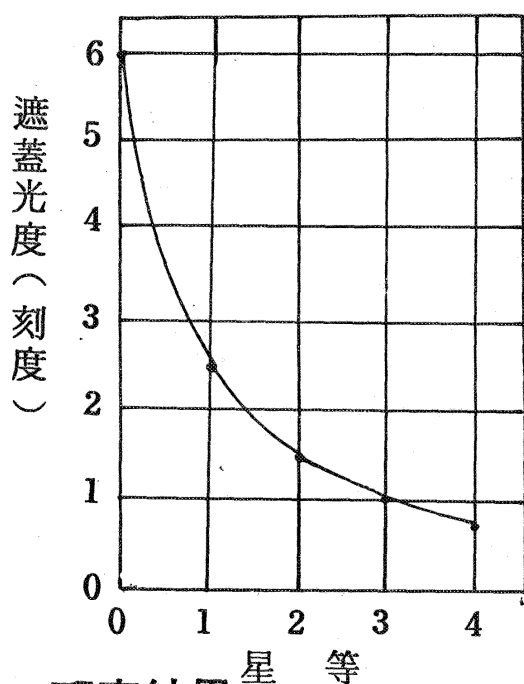
②N：光點太強，本實驗所用之人造光源不足以遮蓋。

③見「普通光點分析法」中第(3)條說明。

(3)由上表中可看出任一星等中，遮蓋較強之光點，需要較強之遮蓋光度。而星光亮度越強，遮蓋同一光點的遮蓋光度也越強。將遮蓋光度（縱座標）與星等（橫座標）繪成關係曲線圖。根據此圖應可測得十分位之星等（如：0.7 星等、負 2.4 星等）現以表二中的第 1 光點為例：

將第 1 光點的遮蓋光度（最右一欄）與星等（最左一欄）之相關性點繪成圖，如圖六。

如有一未知星等之星體，其第一光點的遮蓋光度為 2.0 刻度時，查圖六便可知其星等為 1.4 等。



圖六 遮蓋光度（刻度）與星等關係曲線圖

五、研究結果

根據上節研究過程，可獲得兩種測定星等之新方法。一為普通光點分析法，可測得整數位之星等。一為精密光點分析法，可測得十分位之星等（參見第二節「研究目的」）。

六、討 論

- (一)前表一及表二所列各數據，僅係利用人造星光所作理論性之推演。而在其它情況下（如滿目薄雲的夜晚，或換一地點）欲觀測星體亮度時便需就當時情況利用幾個已知星等的星體，測其光點或遮蓋光度，重製表一或表二及其關係曲線圖（可只繪某一光點的曲線圖），再觀測欲測星體之光點或遮蓋光度，反查重製的表一或表二的關係曲線圖，即可求得欲測星體的星等。
- (二)觀測星體時，應找和欲測天體色澤相同或相近的已知星等的星體為標準星，來測量其光點或遮蓋光度，以免因人肉眼對各色光的感覺不同而發生誤差(4)。
- (三)待測星體與待測標準星體（已知星等）亮度很強時，宜選擇較弱的第3或第4光點來觀測遮蓋光度，以免強光刺眼。而待測星體和待測標準星體亮度很弱時，宜選擇亮度適中之第1或第2光點來觀測遮蓋光度，較為清晰。因為所求者為欲測星體與標準星體

相對亮度之比較，故無論某同一光點作觀測，並無差別。另外，在觀測較弱之星體時，亦可用未經改裝之普通天文望遠鏡中的單一光點，再配合本文中所述之遮蓋光源，進行觀測。

(四)圖二中，若用厚玻璃鏡片，則光點數較少，各光點間距離稀。若用薄玻璃鏡片，則光點數多，各光點間距離較密。在選用玻璃鏡片時，其厚度必須適當。

七、結 論

(一)本文中所討論觀測星等的兩種方法，其特點各有不同，如下表三所示：

表三 本文所論觀測星等各法比較表

方 法 \ 項 目	器材（望遠鏡除外）	精 密 度	方 法 難 易
普通光點 分 析 法	普通平面玻璃鏡	可測得整 數位星等	快、簡易
精密光點 分 析 法	普通平面玻璃鏡，遮蓋光源	可測得十 分位星等	慢、較繁複

(二)因為實驗儀器及設備不夠精確，以至有此實驗數據誤差很大，尚待利用精密儀器作進一步的研究。

(三)因台北天候不佳，光害又強，且受時間限制，故在本文截稿時僅及攝得天狼星分散成三光點之實際照片數張，現選出其中二張附後（見圖九、圖十）。就此第一次利用本文前述之天頂稜鏡改裝後之小型天文望遠鏡所攝得之照片組而言，應已足可證明本法確可實際用來觀測星等。

八、參考資料

(一)吳友仁：高中物理（自然科組）下冊P.96 Fig 17—13，68年東華書局。

(二)蔣得勉：天文學編序教本，P 87～93，73年，國立編譯館。

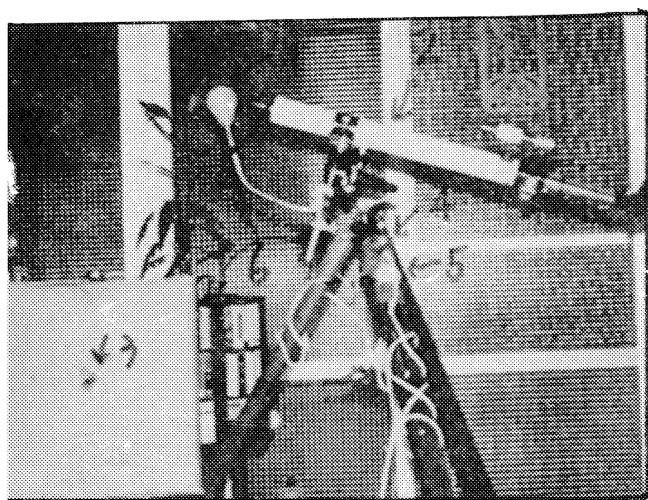
(三) 自然科學文庫會：自然科學知識叢書第一冊，P 48 ~ 49，北一出版社。

(四) 孫一之：怎樣觀測星星，P 86 ~ 87，73 年，星光出版社。

1. 遮蓋光源 2. 普通天文望遠鏡
3. 人造星光 4. 遮蓋光源變光開關
5. 人造星光變光開關 6. 硬紙箱

評 語

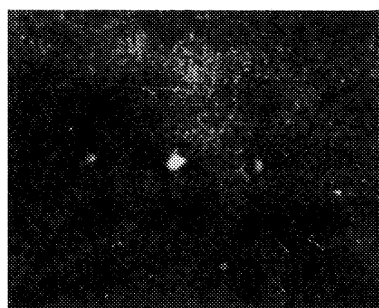
利用簡單的物理觀念設計出實際可行的測定星等的方法，並在實驗應用時作適切的改進，對一個國中生而言相當不易，值得獎勵。



↑(-)本試驗裝備

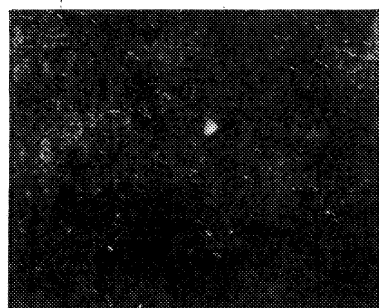


↑(二)五個光點 (普通法)



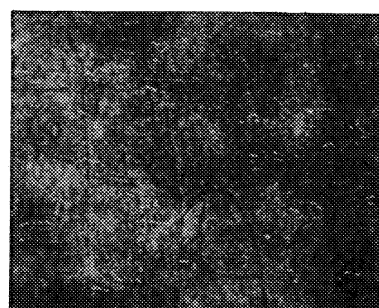
↑(三)四個光點

(普通法)



↑(四)三個光點

(普通法)



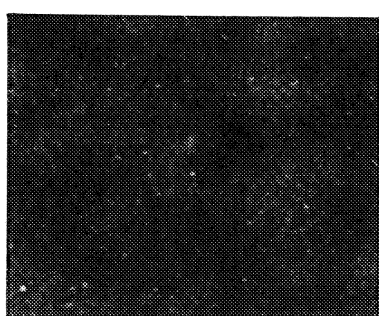
↑(五)無光點

(普通法)



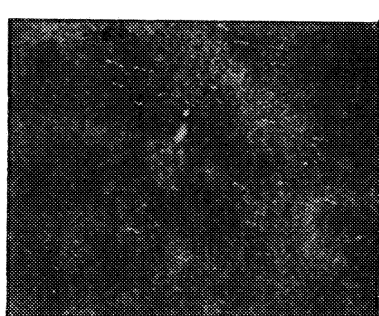
↑(六)四個光點

(精密法)



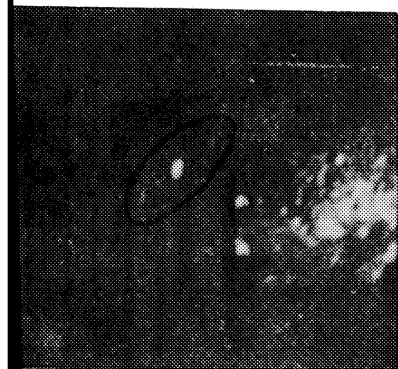
↑(七)三個光點

(精密法)

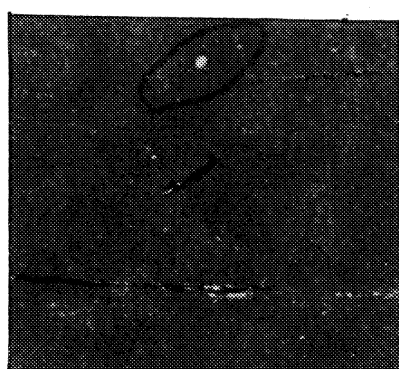


↑(八)一個光點

(精密法)



↑天狼星三個光點



↑(十)天狼星三個光點