

伽利略的春天—透鏡的應用

(2000 年台北地區國中學生科學創意競賽決賽試題)

張俊彥 董家莒

國立臺灣師範大學 地球科學系所

一、活動目標

1. 學生能夠瞭解透鏡的基本構造，及其光學性質。
2. 學生能夠嘗試各種透鏡的組合，並尋求其實用性。
3. 學生能夠學習自己動手製作簡易的望遠鏡。

二、活動器材

凸透鏡（不同焦距、不同大小）	6 個／組
B4 厚紙板（白色）	3 張／組
B4 西卡紙（黑色）	3 張／組
雙面膠帶	1 捲／組
透明膠帶	1 捲／組
剪刀	1 把／組
手電筒	1 支／組
直尺（30 公分）	1 支／組
白膠	1 罐／組
原子筆	1 支／組
組別標籤	1 張／組
競賽評分單	1 張／組（附件一）

三、活動背景

當我們抬頭仰望漆黑的夜空時，可以看見鑲在深暗夜空帷幕上有許多閃爍的星星，其實人類早在好幾千年前就一直眺望著天空中的閃亮星光，也對此充滿著無限的好奇和幻想，因此開始編織了許多綺麗的故事和動人的神話。

隨著天文科技的發展，人類窺探星空的範圍愈來愈遠，因此對宇宙的瞭解也就愈來愈多。例如：最早，人們相信，地球是宇宙的中心，所有的天體都繞著地球運轉；後來又相

信，太陽是宇宙的中心；而至近代才知道，原來所有的星星都是圍繞著宇宙的中心在轉動，太陽僅是其中極渺小的一員。

其實，太空中還有太多的『??』等著你去探索、等著你去尋求解答。當然，天文望遠鏡，必定是你探索宇宙時不可或缺的重要工具，相信在不久的將來，你會成爲一名優異的天文小尖兵！

四、活動過程

每組拿到活動的器材後即可開始隨意組合，整個活動並不限制所使用的透鏡數以及透鏡種類，只需要在活動時間內將該組自製完成的望遠鏡陳列，再將組別標籤貼於作品上，並指派一名代表進行下一階段的辨字大賽即可。

五、活動時間

製作望遠鏡時間爲 30~60 分鐘

辨字大賽時間爲 30 分鐘

六、評分標準【共分為三部分】

評分標準分爲三部分：(一)造型及創意得分；(二)製作望遠鏡時間的得分；(三)辨字大賽的得分。

【造型及創意部分】

滿分爲 10 分。由評審委員根據望遠鏡整體造型的美觀性及是否具有特殊創意和整體結構是否堅固等項給予適當得分。

【製作望遠鏡時間部分】

滿分爲 30 分。製作望遠鏡的時間最長爲一小時，三十分鐘內完成者爲最佳之完成時間，故給予滿分。但從第三十一分鐘開始，每多花費一分鐘則倒扣一分，一小時內仍未完成作品者以淘汰論，因此各組同學在完成作品並確定無誤後，請立即向八樓的評審老師報到，以爭取「製作望遠鏡時間」項下之最佳成績，並進入下一階段的競賽—辨字大賽。

【辨字大賽部分】

主要考驗該組成品的實用性（包括放大率、鑑別率及解析度），各組派一位組員站立於距看板十公尺處，看板上有以電腦列印之文字（附件二），競賽人員在以望遠鏡觀看後，將所見之文字記錄於評分表中（注意：請依照答案的順序填寫）。辨字大賽共分爲六個關卡，並不限制參賽者一定要從第一關看起。每個關卡字體大小不同，但關卡內的文字大小相同，每個關卡共有五個字，每字 2 分，合計共 60 分。

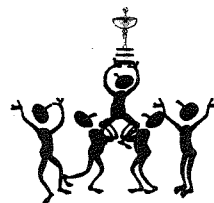
在每一階段皆給予實得之分數，最後合計三部分的總分，以分數的高低來作為評比的標準。

補充資料：有關望遠鏡的理論

望遠鏡的主要功能為：1.將影像放大。2.使影像顯得明亮。3.使影像變得清晰，增強解析力。望遠鏡的放大倍率當然是愈大愈好，但它卻是有限制的，因為當放大倍率變大時，影像就會顯得較暗而且較不清晰，所以你必須有所取捨！

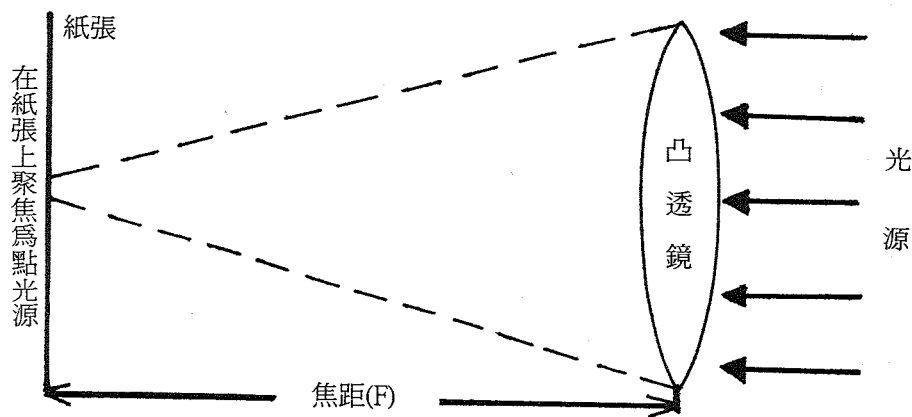
放大率與透鏡的焦距有關，一般而言：

$$\text{放大倍率} = \text{物鏡焦距} / \text{目鏡焦距}$$



同學們：

發揮你們的創意！好好加油！！



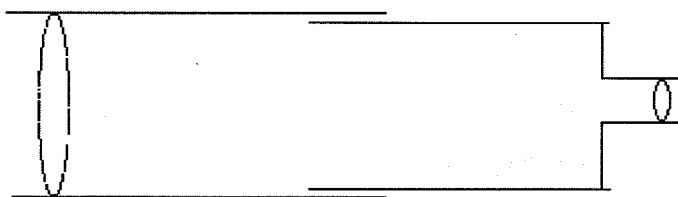
後記：有關這次的比賽.....

本次科學創意競賽，學生如果能掌握以下要點，則競賽時應當會有不錯的表現：

- 1.望遠鏡之放大率：放大率 = 物鏡焦距 / 目鏡焦距。學生若能依照附件的說明，分別量測出各透鏡之焦距，則可以很輕鬆且正確地求得最大放大倍率的組合。
- 2.紙張的選擇：競賽材料包括黑色及白色的西卡紙，一般而言，鏡筒之材料使用黑色紙較佳，因為黑紙較不容易反光，且容易將雜光排除掉，故較不會影響望遠鏡的視覺品質。同學自己製作時若能在望遠鏡筒內貼上絨毛紙，則可以消除反光，效果更佳。
- 3.鏡筒的設計：鏡筒的設計以兩截式的較為理想，因為兩截式的鏡筒可以當作焦距調節器，可適應不同的目標距離及不同學生的近視度數，唯製作過程較為繁瑣，學生應小心製作。

4.成品的精準：在製作望遠鏡時學生應以細心為宜，隨時注意到透鏡鏡片的固定是否有偏離不正、鏡筒長度與透鏡焦距的關係、鏡筒是否有歪斜、物鏡與目鏡的中心是否有在同一直線上等細節，如此才能確保成品整體製作的完善與精準性。

此次比賽的關鍵在於能夠先利用研究材料中的手電筒及黑色西卡紙，量測出每一透鏡的焦距，再按照資料中所提供的公式，計算求出此六個透鏡中放大倍率的最大組合為半吋與三吋透鏡，其中前者當作目鏡，後者作為物鏡使用。接下來面臨的主要問題是如何能將此大小差異甚巨的兩個透鏡，適切地組合成可以伸縮並調整焦距的望遠鏡（因為可調焦的功能才可以適用於不同距離的景物），其中還要注意到兩個透鏡中心軸的精準吻合。當然，兩透鏡大小差異愈大，則焦距的清楚範圍愈小；透鏡軸的精準度也愈不易掌控，這是競賽學生所必須取捨的。我們以此理念製作出的望遠鏡結構如下圖所示，此望遠鏡在競賽當時的條件下，是可以清楚的看見「辨字大賽」中第六關的試題。



從這次的科學創意競賽中我們發現，藉由補充資料的說明，參賽學生在製作望遠鏡時，若干組能利用補充資料進行焦距的量測，但多數組別仍是使用嘗試錯誤的方法；而在結構的製作上，部分組別發揮了獨特的創造力，目鏡部分使用圓椎筒的方式有效地克服了透鏡直徑差異的問題，相當難得，但此種結構在調整焦距時較不易維持透鏡主軸的平行，可能影響望遠鏡的效能；另外，透鏡與紙製鏡筒的結合因材料性質差異甚大，亦是製作過程中較難以克服的地方，部分組別以結構的力量將透鏡卡緊，是較不理想的方法，在裁判評分的過程中即有多片透鏡滑落，因而無法達到完整性的要求。在此建議將接合處以雙面膠帶加強應能克服此一困難。特別值得一提的是，有一組參賽者利用鏡筒的紙質材料製作成卡榫，其中兼顧了外型的美觀與結構的堅固性，獲得評審一致的好評與加分，實在值得稱許。綜觀此次學生製作出的望遠鏡，我們可以大致分為實用派與唯美派兩大類，實用派的學生較著重在「辨字大賽」，有的組試著先找出最大放大率的透鏡組合，有的組將所有透鏡都帶到「辨字大賽」現場再一一嘗試，因而在此項目獲得較佳的成績。至於唯美派的學生則是將望遠鏡的外觀作了許多很有創意的造形設計，雖然無法在辨字大賽中有較佳的表現，但拿起這樣的望遠鏡實在令人愛不釋手。但不論是實用派或唯美派，我們深深覺得這次參

與決賽的國中學生在創意上的表現都相當令人激賞。

附件一：創意趣味競賽 伽利略的春天—透鏡的應用評分表

第 _____ 組 辨字人員： _____

評分項目		滿分	實得分數
造型創意		10	
使用時間		30	
辨 字 大 賽	第一關	10	
	第二關	10	
	第三關	10	
	第四關	10	
	第五關	10	
	第六關	10	

總分：

等第：

辨字大賽答案卷

請將自製望遠鏡內所看見的「文字」，「依照順序」寫在下列的答案空格中，最後並交由評分人員核對，答案為正確者，每字得分為 2 分。

第一關：

第二關：

第三關：

第四關：

第五關：

第六關：

附件二：科學創意競賽【辨字大賽六個關卡】試題

核 現 續 開 氣 (字型大小 18 點)

題 候 特 識 僅 (字型大小 24 點)

連 夠 推 量 整 (字型大小 28 點)

獲 需 答 段 理 (字型大小 36 點)

發 較 南 記 案 (字型大小 48 點)

降 真 原 季 題 (字型大小 72 點)