

簡易摺紙光譜儀

游大立

國立彰化高級中學



本教具榮獲 2006 思源 E-Teaching:金獅獎-高中優良科學教案徵選物理科金牌

壹、源起

每當我們對著光看光碟片時，總會看到如同彩虹般的繽紛色彩。彩虹的色彩排列其實是可見光的光譜按照波長排列的特徵。光碟片會有如此的現象，與光碟片紀錄資料的原理有關。

大學剛畢業進入高中任教時，有幸獲得傅學海老師所贈予的光柵。這些光柵是利用雷射全像射影術所製作的，由於數量有限，因此只能少量地製作成幾組光。雖然當時很想多製作幾組光譜儀，但是並未積極進行。在課堂實驗時，是以分組方式來進行，學生共用一組光譜。當然也無法在課後進一步地拿著光柵光譜儀日常生活

中常見光源的光譜。當光碟片開始大量成為日常生活常見的廢棄物時，光碟片似乎成為隨手可得的光柵材料，讓學生製作一個光譜儀帶回家使用的理想，有了無限的希望。

大學物理實驗室中，因為需要進行定量的光譜實驗，最常使用光柵製作的光譜。其中幾種常見的光柵材料有利用雷射全像攝影術製作的光柵、使用高解析度的雷射印表機列印平行線於投影片上等方法均可行。另外一種在資訊科技時代的常見材料—光碟，也是一種日常生活中隨處可得的材料。在明倫高中所製作的地球科學學習加油站上，吳昌任與林詩怡發表簡易

光譜儀的製作與教學，詳細地介紹的如何利用 CD 片自製光譜儀，並且利用於天文教學上。他們的製作方式以切割光碟片放入牙膏盒中的方式製作光譜儀。

在考量到課堂活動如何使用少量工具以及大量製造的理念，激發筆者思考如何在不使用膠水，不切割光碟片的前提下，設計一個簡單製作的光譜儀。同時也可以避免切割光碟片的動作與切割後的光碟片均可能發生實驗室意外。

貳、原理簡介

一般普通物理學或高中物理即有詳細介紹，在此不再贅述，僅就重要結論提出來介紹。利用光碟片製作簡易光譜儀，其主原是利用反射光柵的原理。光碟片的鍍膜中，有一面反光層，而資料是燒錄或壓製在基板上。因此當雷射光打在資料層時，會因為反射的與否，得到 0 與 1 的訊號，這是資料記錄在光碟的方法。CD(Compact Disc)光碟片是將資料記錄在間距 1.6 微米，槽寬 0.5 微米，數位洞的洞寬 0.9 微米、1.2 微米至 3.3 微米不等，螺旋型排列於基板上。

如果教師只是要定性地介紹光譜，而不打算進一步地介紹定量的測量，則本文所介紹的方法，將可以輕易地讓每一位同學以最簡易的步驟來製作簡易摺紙光譜。

參、設計理念

一、製作過程簡單

因應課堂教學的需要，我們常需要大

量製教具，因此簡化製作過程，簡少使用工具，甚至不使用膠水黏貼，再加上材料準備容易，可以大量製造，都將會是準備一堂豐富實驗課的基本要素。『選擇光源』是光譜儀最基本的要件，首先要能遮蔽背景光源，其次是讓待測光源進入光譜儀。選擇不透光的可以輕易地大量製造的材料—厚紙板。

二、容易大量製作

運用摺紙的卡榫技巧，可以不使用膠水。這在 DIY 過程中，能不使用膠水，意味著做好就可以使用，不用特別準備膠水或是膠帶。以電腦製圖設計好的紙模型圖檔，可以透過網路及印表機，大量複製於學校教學環境中。

三、操作使用方便

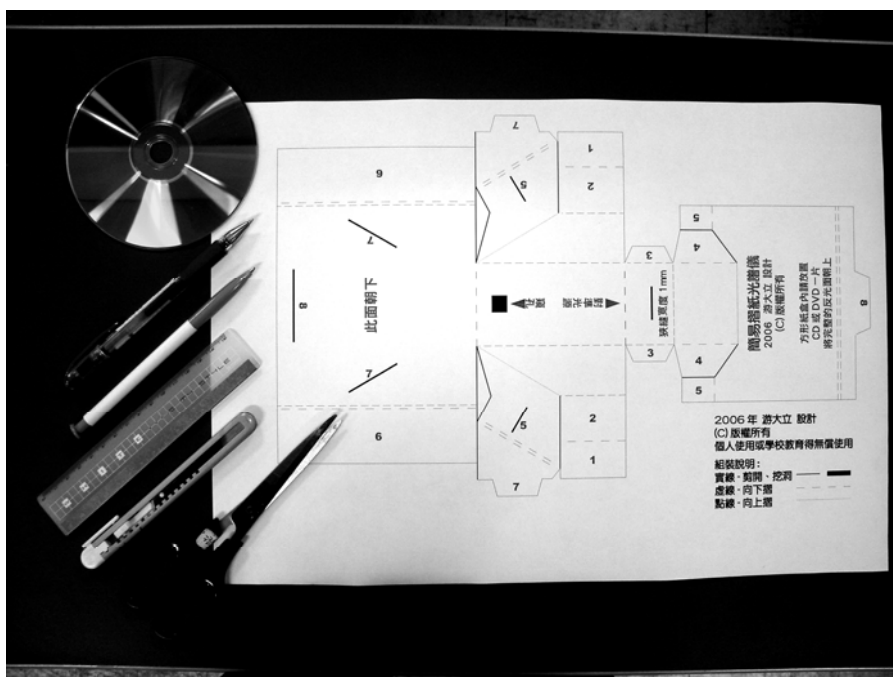
自製簡易摺紙光譜儀，可以隨身攜帶使用，不用暗袋或遮光環境。

肆、製作簡易摺紙光譜儀，所需要的工具與材料如下：

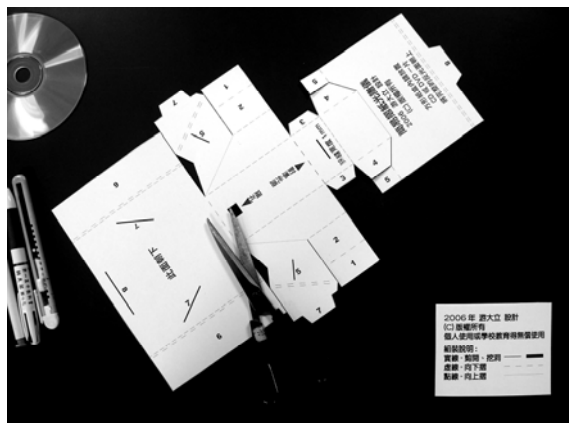
1. 簡易摺紙光譜儀的展開圖檔案
spectrometer_96dpi_zh_TW.png
2. A3 (或者 4 開) 規格的厚紙板 一張
3. 剪刀 一把
4. 美工刀 一把
5. 15 公分直尺 一把
6. 切割墊或玻璃墊 一片
7. 紅色原子筆與藍色原子筆 各一支
8. 廢棄的 CD 或 DVD 一片

伍、製作過程：

1. 取得簡易摺紙光譜儀的展開圖檔案 spectrometer_96dpi_zh_TW.png。這個圖形檔可以從彰化高中地球科學網站 (<http://eslab.chsh.chc.edu.tw>) 或是筆者的 Blog (<http://www.wretch.cc/blog/dahlih>) 下載 或是 e-mail 向筆者所索取 (dahlih_you@yahoo.com.tw)，信件標題請註明【索取簡易摺紙光譜儀展開圖】
2. 將 spectrometer_96dpi_zh_TW.png 檔案以 96dpi 解析度，列印在厚紙板上，圖檔所需列印尺寸為 36 公分 x 25 公分。請勿放大或縮小列印，否則會無法放入光碟片。每一部簡易摺紙光譜儀需使用一張厚紙板，因此數量可以依照上課的需求而增加列印。
3. 使用剪刀沿著實線處小心地剪開。若紙板較厚者，可以剪除掉實線的部
- 份，以方便稍後的組裝。
4. 將紙板放在切割墊上，使用美工刀，以直尺輔助，將紙板內的窺孔、狹縫以及編號 5, 7, 8 處的實線挖開。
5. 完成所有剪切動作後，使用藍筆，以直尺輔助，將虛線處描繪一次。再以紅筆，以直尺輔助，將點線處描繪一次。這個動作將有助於接下來的摺紙動作。
6. 依照實線(藍線)往下摺，點線(紅線)往上摺，先將所有的摺線處都先以直尺輔助將紙摺一下。
7. 按照紙板上的編號部位，將光譜儀依序摺起來並且完成組裝。
8. 完成到第 7 個組裝部位時，再放入光碟片，完整的反光面朝上放入。
9. 放入光碟片後，將第 8 個組裝部位摺好，就完成簡易摺紙光譜儀的製作。



1. 準備好所有的工具



2. 沿著實線剪開



5. 用藍筆將所有的虛線---輕描一次



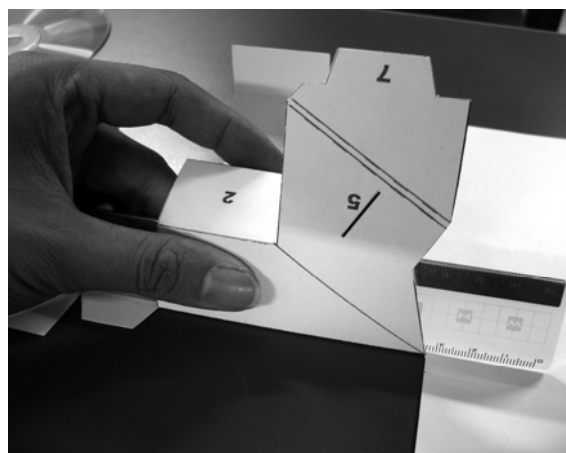
3. 利用美工刀將內部的實線或塗黑區切開



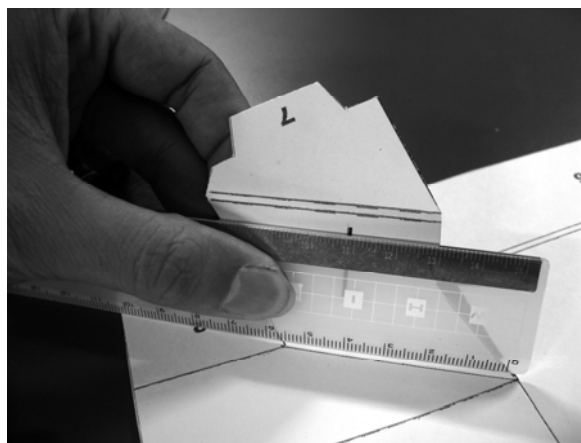
6. 用紅筆沿著 3 條點線...輕描一次



4. 特別是窺孔與狹縫要輔以尺來切割



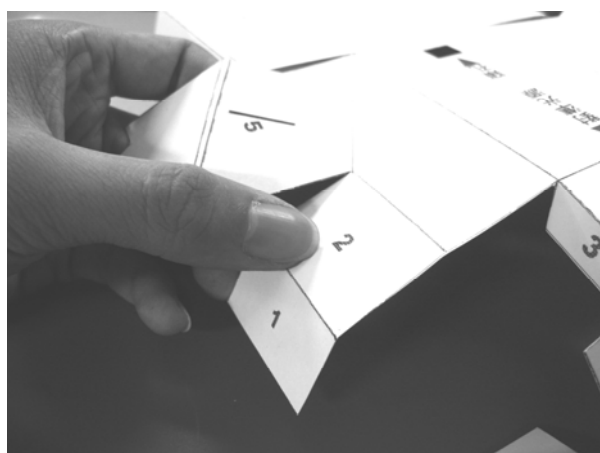
7. 沿著藍線輔以尺往下摺



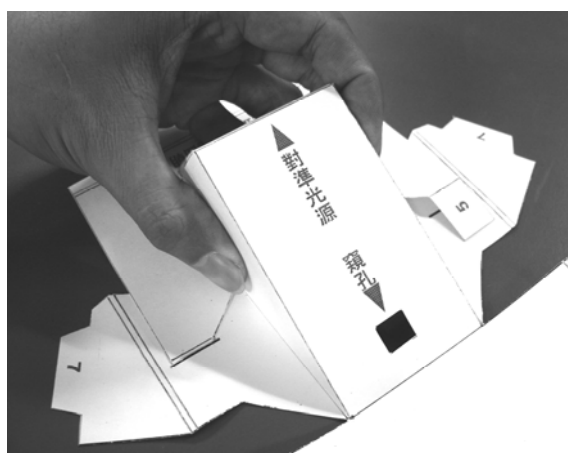
8. 沿著紅線輔以尺向上摺



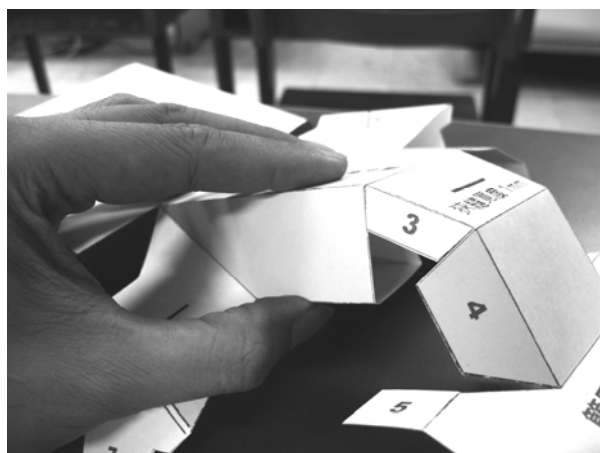
11. 將區塊3插入區塊1與區塊2所圍的空隙



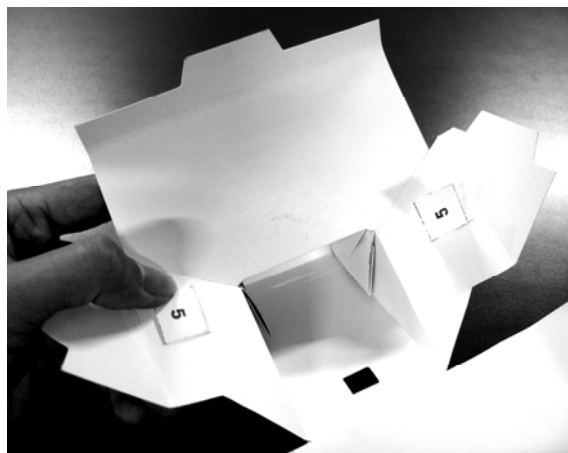
9. 將區塊1往下摺靠向區塊2



12. 將區塊4隨著區塊3摺入形成盒子的形狀



10. 將區塊2連同區塊1再一起摺入



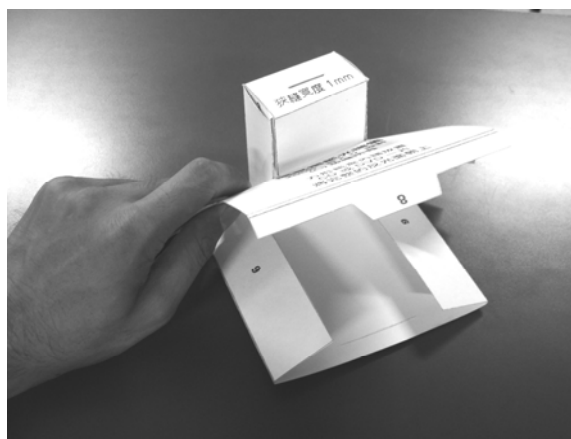
13. 將區塊5插入縫隙5



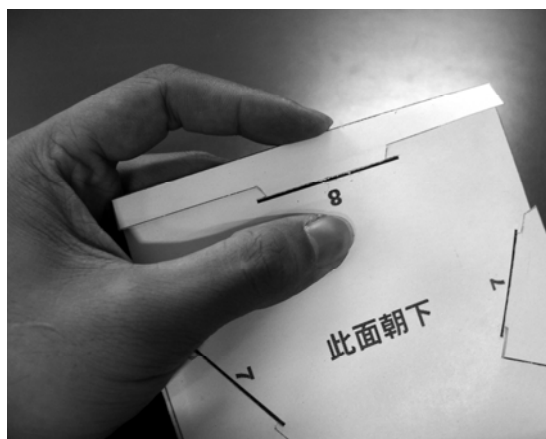
14. 翻回正面，摺出 CD 盒的外形



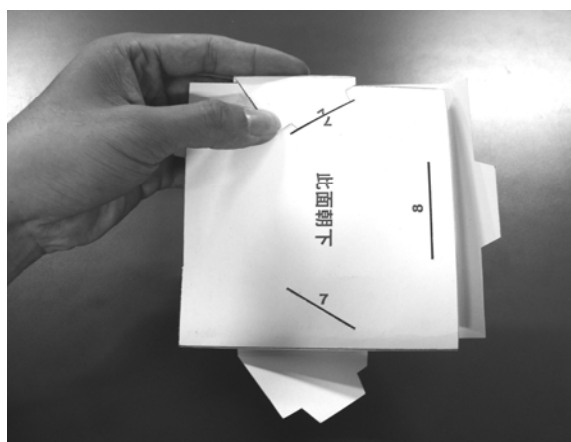
17. 放入一張光碟片，資料面朝上



15. 將區塊 6 向內摺



18. 將區塊 8 向後摺入縫隙 8



16. 將區塊 7 向後摺插入縫隙 7



19. 簡易摺紙光譜儀完成



20. 狹縫端對準光源，眼睛從窺孔往下看。

操作方法：

1. 將狹縫對準待測光源，眼睛由窺孔往內看，視線方向大致垂直光碟片的方法前後調整視線，直到能看到長條形的如彩虹一般的條紋，就是待測光源的可見光光譜。



2. 可以比較下列幾種常見的光源，觀察它們的譜線特徵：

日光燈

白熾燈

霓虹燈

各色的 LED(發光二極體)

電腦顯示器的白光與紅、綠、藍三原色的光源

不要直接看太陽，以觀察太陽旁邊的天空背景光源是觀察太陽光譜的安全做法

3. 以下介紹幾個利用簡易摺紙光譜儀所看到的光譜條紋。(見封底)

參考資料：

- 自製光譜儀，吳昌任與林詩怡，
http://content.edu.tw/senior/earth/tp_ml/astra/spectrum/index.htm。
- 臺灣 2004 年國際科學展覽會物理科佳作作品，利用雷射光碟(CD)做光的繞射實驗國立嘉義高級中學李柏青
- 教學用光譜儀之改良，周鑑恆與朱士群，科學教育月刊，第 245 期，中華民國九十年十二月。
- 第 26 期 中華民國九十一年三月，科學教育研究與發展季刊，光學實驗：CD—ROM 的繞射現象，李偉與陳惠玉
- 第 32 期 中華民國九十二年九月，科學教育研究與發展季刊，物理之美-與光碟片共舞，李偉與石裕誠。