

「融光煥發」

探討不同顏色光線在熱融膠中所產生的散射現象

指導老師

簡崇真 老師

組員

1 呂亭瑾 7 洪仔辰 12 楊琦 16 劉蕃熙

• 實驗目的

以白光的小燈泡和不同顏色的雷射筆照射熱熔膠一端，觀察熱熔膠所顯現的顏色變化，藉而研究光在介質中的散射現象。

• 研究動機

在物理課時，老師讓我們用手電筒照射不同品牌、材質的熱融膠條，並記錄所觀察到的現象。其中我們觀察到最主要的變化是顏色及亮度。發現在照射熱融膠條的一端時，光會讓熱融膠條從白色逐漸變黃變暗。

這讓我們好奇到：如果不再是手電筒的白光，而是利用雷射筆產生不同顏色的光，是否也有類似的結果，而雷射光的顏色是否對實驗結果有所影響。

參考資料:

<https://web.phys.ntu.edu.tw/gphyslab/modules/smartsection/itemc2b4.html?itemid=38>

• 原理

在連續波長白光中，有不同波長的光，如藍光與紅光。而在空氣或介質中，因含有雜質，而發生瑞利散射。

一般來說藍光散射現象較明顯，因此衰減較快；而紅光則具有較遠的「穿透力」。因此會呈現藍色與紅色的差異。

• 操作變因

光源顏色

• 控制變因

熱熔膠條長度、品牌（使用多種品牌，但僅與相同品牌比較）、環境光線、雷射筆品牌及型號（同色）

• 應變變因

射散長度、顏色變化

• 程式

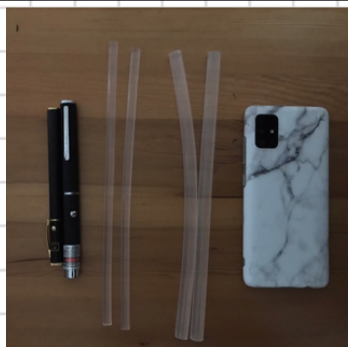
Lumu Light Meter



• 材料

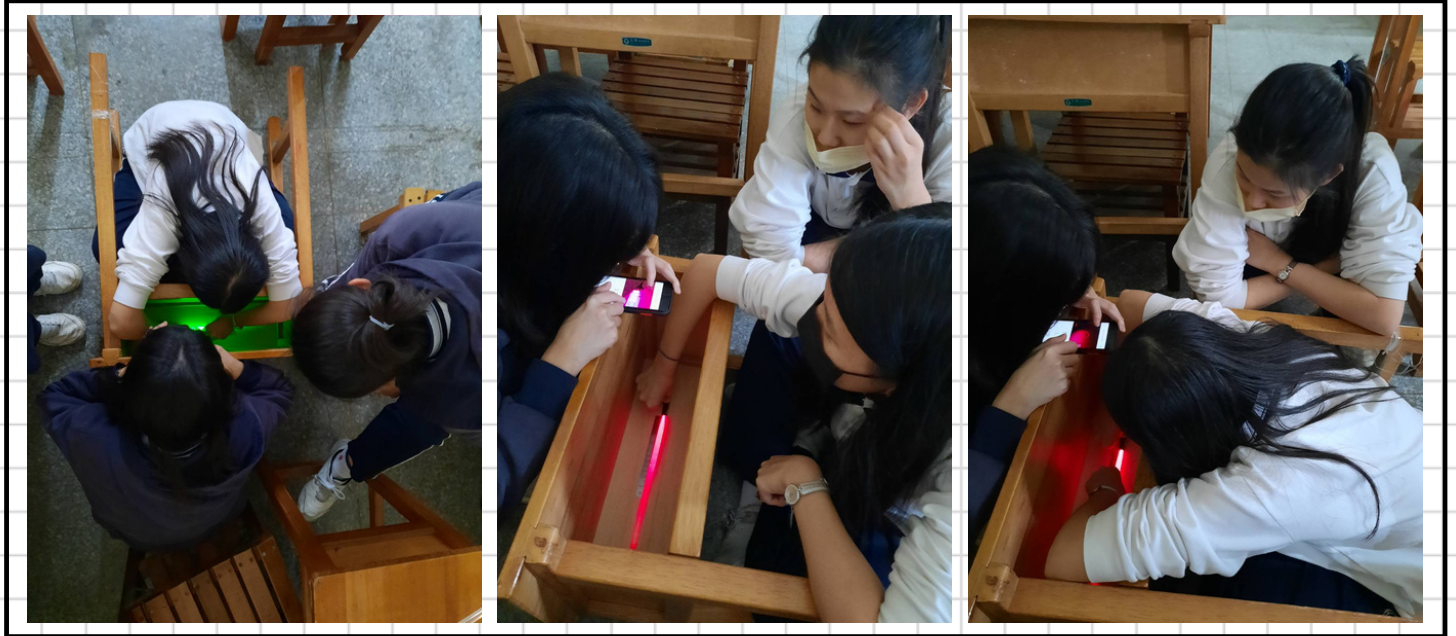
熱熔膠條(青島牌粗、A class級細、雜牌)

手機手電筒(白光)、
雷射筆(紅光、綠光)



• 實驗步驟

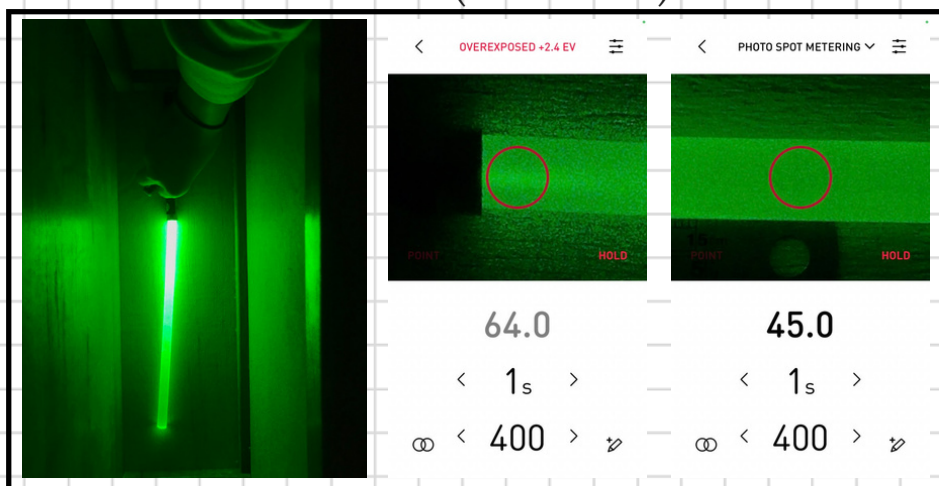
1. 在盡量無其他光線干擾的環境，我們選擇在空曠暗教室，將窗簾拉下，燈光關閉，再將一張桌子抽屜朝天花板平放著，然後在抽屜裡進行實驗。
2. 依序用手電筒(白光)、雷射筆(紅綠)照射粗和細的熱熔膠條。
3. 使用APP(Lumu Light Meter)照射並觀察亮度之數值。
4. 紀錄、討論並做比較。



• 實驗結果 綠色

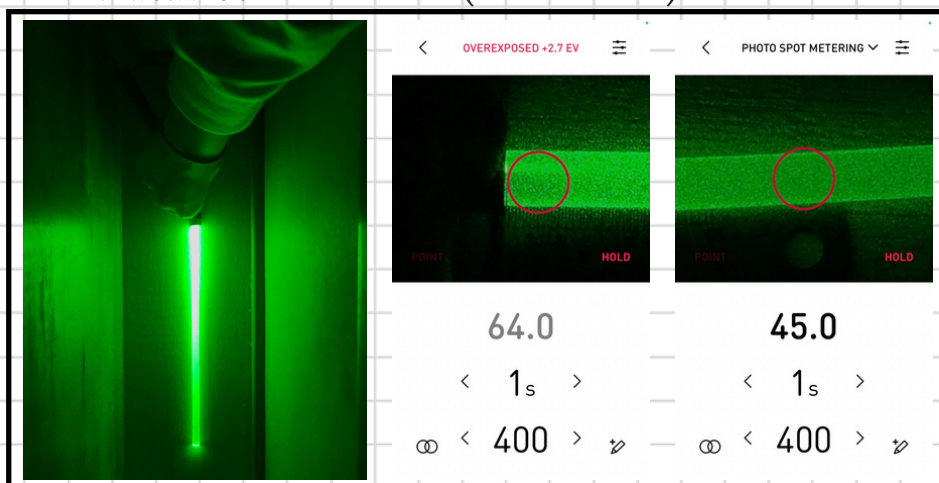
◦ 粗熱熔膠條

$$b = (64.0 - 45.0) / 64.0 = 0.297$$



◦ 細熱熔膠條

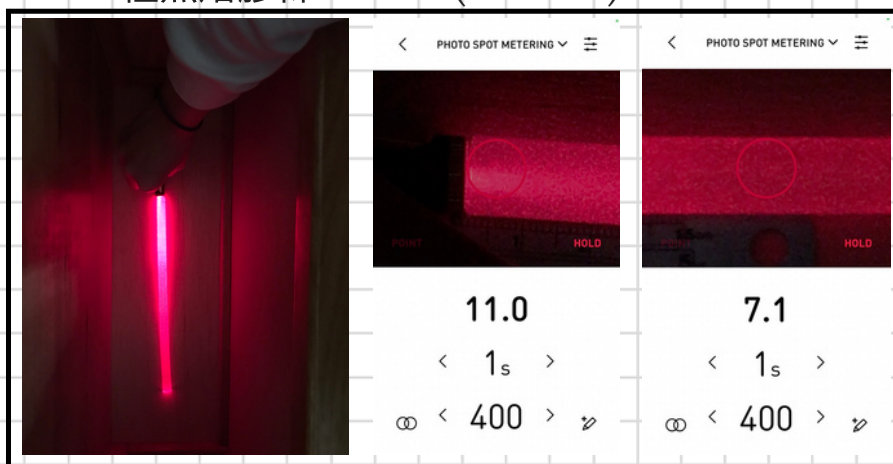
$$b = (64.0 - 45.0) / 64.0 = 0.297$$



紅色

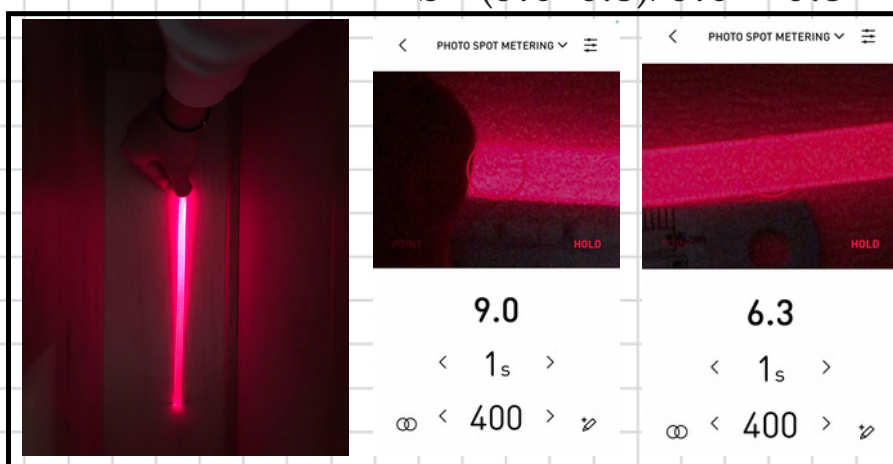
○ 粗熱熔膠條

$$b = (11.0 - 7.1) / 11.0 = 0.354$$



○ 細熱熔膠條

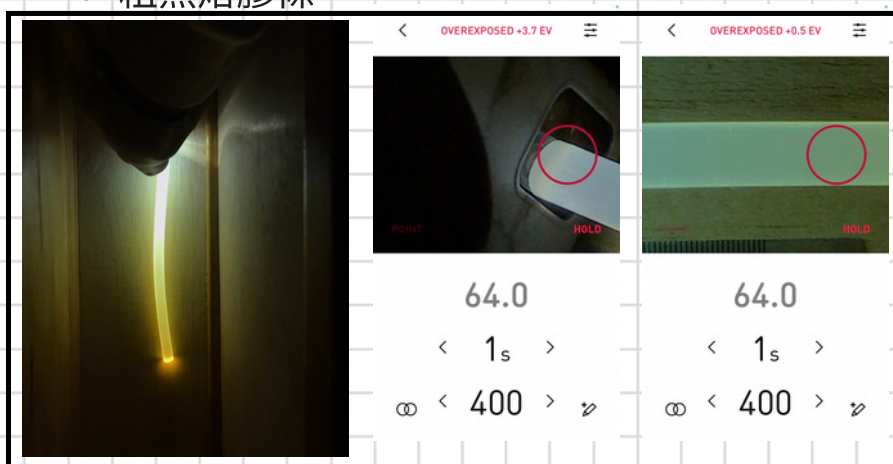
$$b = (9.0 - 6.3) / 9.0 = 0.3$$



手機的手電筒

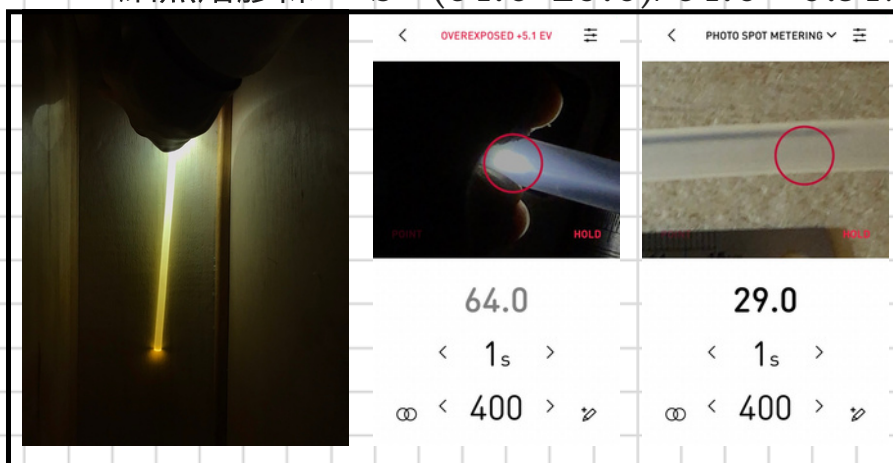
○ 粗熱熔膠條

$$b = (64.0 - 64.0) / 64.0 = 0$$



○ 細熱熔膠條

$$b = (64.0 - 29.0) / 64.0 = 0.547$$



實驗結果表格

雷射光顏色	熱融膠條粗細	光源端亮度	16cm處亮度	亮度變化比
綠色	粗	64.0	45.0	0.297
紅色	粗	11.0	7.1	0.354
手電筒	粗	64.0	64.0	0.0
綠色	細	64.0	45.0	0.297
紅色	細	9.0	6.3	0.3
手電筒	細	64.0	29.0	0.547

實驗結論:

- 光在粗熱熔膠中的穿透力：手電筒>綠光>紅光
- 光在細熱熔膠中的穿透力：綠光>手電筒>紅光
- 整體亮度：粗>細

理論情況：

綠光因波長較短而衰減速度較快，因此其亮度變化比應大於紅色雷射筆。

誤差來源：

- 測量亮度使用的程式最高亮度為64.0，但因綠光與白光較量，因此在熱融膠條光源端亮度大於等於64.0，無法定期起始亮度，造成數據不準確。
- 綠色雷射筆亮度不穩定
- 每種顏色的光功率不同
- 環境非完全黑暗

• 討論

1. 為什麼雷射筆的顏色會影響

在空氣或介質中，因含有尺寸小於光波長的雜質，而發生瑞利散射(Rayleigh scattering)，一般來說波長較短光線的瑞利散射現象會較為明顯。

因此綠光衰減較快，而紅光則具有較遠的「穿透力」。因此在熱熔膠條實驗時，其兩端呈現出綠色與紅色的差異。

瑞利散射

是指半徑比光或其他電磁輻射的波長小很多的微小顆粒（例如單個原子或分子）對入射光束的散射。

瑞利散射在光通過透明的固體和液體時都會發生，但以氣體最為顯著。此現象發生在大氣中，太陽光的瑞利散射會導致瀰漫天空輻射，是天空為藍色和太陽偏黃色的原因。

參考資料:

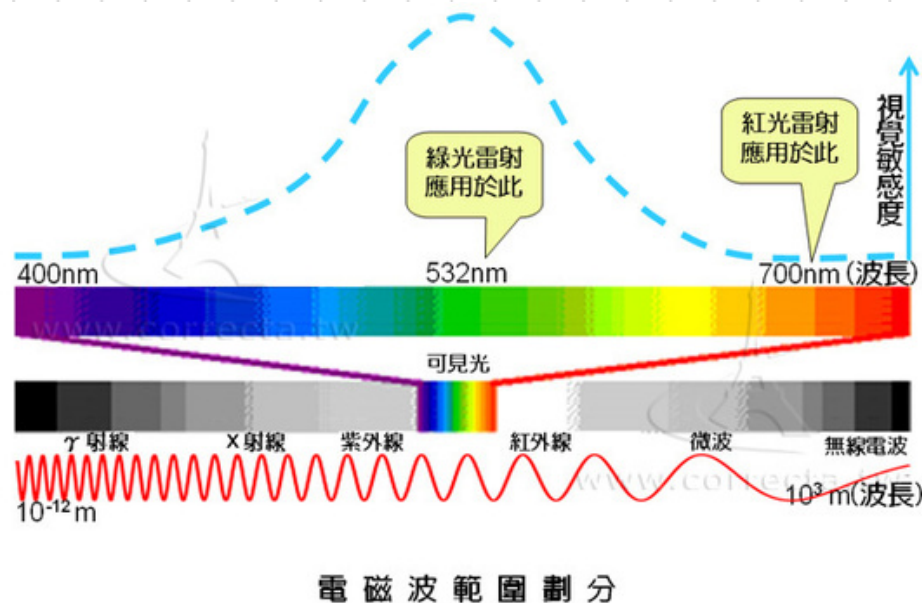
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/d/df/Light_Amplification_by_Stimulated_Emission_of_Radiation.jpg/220pxLight_Amplification_by_Stimulated_Emission_of_Radiation.jpg



2. 為何肉眼看來綠光雷射筆特別亮

雷射筆照射出光點的表觀亮度不僅取決於雷射的功率和表面反射率等影響實際亮度的因素，還取決於人眼的色覺。

由於人眼對可見光譜中波長為495-570nm的綠光最敏感，對更紅或者更藍的波長敏感性下降，所以相同功率下用肉眼看綠光會感覺比其它顏色亮。



電磁波範圍劃分

3. 為什麼綠光雷射筆的亮度飄忽不定

第一種可能因素是綠光雷射筆比較耗電，導致其雷射輸出極不穩定，使其亮度飄忽不定。因此盡量保持雷射筆電量充足時實驗，並在除實驗時間外關閉電源，可使實驗更加準確。

第二種可能因素則是利用類似黃光的DPSS技術，使雷射筆不穩定且低效率，隨溫度變化導致輸出功率的改變，影響雷射筆亮度。

參考資料:

<https://web.phys.ntu.edu.tw/gphyslab/modules/smartsection/itemc2b4.html?itemid=38>

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%BF%80%E5%85%89%E7%AC%94>

http://www.correcta.com.tw/images/radio-range_600.jpg

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%91%9E%E5%88%A9%E6%95%A3%E5%B0%84>

實驗心得

楊琦：

我們這次所探討的主題是不同顏色的光照不同粗細熱融膠的光度差異，在實驗過程中也有遇到一些困難例如如何找到一個全暗的空間做實驗，一開始我們是利用紙箱，但後來發現教室的光線還是會透入，於是我們該用在暗的教室內用課桌的抽屜進行實驗，這樣就能避免其他光線干擾實驗結果。在程式測亮度時，我們發現用手電筒和綠雷射筆所測出的最大亮度都是64.0，因此我們推測這兩種光已超過程式可以測得的最大光度，所以有誤差。在這次的實驗中，也認識到瑞利散射，瑞利散射提到綠光因波長較短所以衰減較快，而紅光則有較強的穿透力，但我們做出的結果是綠光在熱融膠的穿透力大於紅光，我們推測是因為光源的功率不一致以及用APP所測出的結果不準所以造成誤差。

這次的實驗雖然並沒有多複雜的理論，但在做實驗時仍因一些疏忽而造成實驗誤差。這次的實驗，雖然並沒有做出理論所說的結果，但也因為這樣我們才得以反思有哪些地方可能造成誤差，這是一個可貴的經驗，也希望之後的實驗我能夠更加細心，並抱著實事求是的態度去完成每一個實驗。

呂亭瑾：

藉由以手電筒照射熱融膠條為出發點做思考，延伸出此專題來研究將手電筒改成紅色和綠色雷射筆以及手機的手電筒來照射熱融膠條，並探討各個研究項目的亮度變化量。剛開始做實驗時，原本想說在紙箱這個環境就可以做出來，但沒想到紙箱比我們想像中還要亮，所以之後我們改成在教室將窗簾和電燈全數拉下以及關閉，並在抽屜做實驗，讓環境和之前的紙箱相比更暗許多。雖然在抽屜裡做實驗沒辦法有效的固定燈光，讓它能完全的照射在熱融膠條上，但我們認為這是最能夠減少實驗上的誤差。

經過這次的整個從實驗一開始想要做什麼和熱融膠相關的實驗到最後完成實驗，讓我了解到原來不同光線照射相同的熱融膠條會有不一樣的亮度變化量。雖然我們所做的實驗和瑞利散射所說的有所誤差，應該是要綠光的變化量為最大，但我們卻做出紅光的變化量比綠光大，我們覺得可能是因為APP程式的問題，要將它的光圈調低才有可能測出更精準的變化量。

洪仔辰：

我們做的實驗是關於以不同顏色種類的光照射熱融膠，觀察熱融膠的顏色變化，藉而研究光在介質中的散射現象。這是我第一次試著自己從一張白紙開始發想問題，設計實驗操縱、控制變因，決定實驗目的。其實並沒有我想像中複雜，卻要細心注意一些變項。像是場地的選擇，一開始我們在空紙箱中進行實驗，卻沒想到紙箱中還是太多光線干擾且實驗空間太小，而後我們改在了光線干擾少又空曠的教室進行實驗。而實驗過程中遇到了不同雷射光線亮度不一且綠色雷射光的亮度不定的問題，還有程式的光圈沒調整好，這些是我們沒有預料到的實驗變項而影響到我們最後的實驗結果與一開始所預料的不符。

這次的實驗不僅讓我學到了瑞利散射等原理也讓我更了解如何正確地透過實驗假設問題答案並且驗證，需要更嚴格控制實驗條件並盡量避免變項產生，才能讓實驗結果更精確。

實驗心得

劉蕃熙：

這次實驗是從手電筒照熱融膠條並用肉眼觀察其顏色及亮度變化之實驗做延伸，嘗試使用綠色及紅色的雷射筆照射熱融膠條，並利用程式來記錄亮度變化，以觀察光線的顏色是否對實驗結果有所影響。而最終的實驗步驟與我們一開始設置的並不相同，我們原本是要用紙箱來遮蔽光線，以達到阻隔其他光源的功能，但在實驗時，我們發現兩個問題，一是紙箱內部的亮度還是太大，二是紙箱內空間太小，同時實驗及測量量度難以進行，因此我們就改至全黑的教室並拉上窗簾實驗，並將書桌平躺，在抽屜內實驗。

我們的實驗結果指出，在光源端與16公分處，紅色的亮度變化量比綠色大。這代表紅色雷射筆的散逸速度比綠色快，但就瑞利散射之理論可知，波長短的光線瑞利散射會更為明顯，與我們的實驗結果不符。因此我們討論了實驗中的誤差來自哪，主要歸為以下三點：一，兩種眼色的雷射筆並非相同品牌、相同功率，因此在其原始亮度上就有所差異，雖我們比較的是變化比例，但仍有所影響。二，路瑟雷射筆的亮度飄忽不定。三，程式測量出的亮度最大值為64.0，這倒是我們無法知道亮度顯示為64.0的區域其實際亮度是否有所差距，而這也是我們認為影像最大者。因此我們希望可以在未來減少上述幾項誤差，做出更準確的實驗，並向液體、氣體方面常識。另外，實驗過程中我學到了事先規劃步驟的重要性，雖過程或許會有預料之外的情形，但還是可以減少錯誤發生，提升實驗效率與準確度。