

中華民國第 55 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國中組 物理科

030114

曙光乍現

學校名稱：新竹縣立自強國民中學

作者： 國二 黃建翔 國二 賴煒達 國二 鍾彥綸	指導老師： 蔡鈴珍 徐天琦
---	-----------------------------

關鍵詞：光的反射、折射、干涉

摘要

在一次科學活動中，我們以綠色雷射光照射玻璃瓶底，出現了特殊的干涉圖紋，我們對這種美麗圖紋形成的原因感到好奇，我們想要探討其形成的原因原理、現象及時機，進而試著找出形成圖紋的規律性。

一開始我們先從引起我們注意的玻璃瓶底開始著手，之後用了玻璃圓盤上的各種圖形，用雷射光照射，所形成的干涉圖紋當作探討，接著試著找尋其他物質是否可以取代玻璃罐，過程中發現光所照出的形狀似乎與材料有關，所以試著進而找固、液、氣三種物質經雷射光反射跟折射的圖紋，能不能模擬玻璃罐照出我們要的形狀，最後再用能較能自如控制形狀的熱熔膠在載玻片上塑形來進行光的實驗找出特別的連續曲面、折射及干涉圖紋，希望能利用這些方法找出一些規則。

壹、研究動機

我們在國中有學到一些光線的折射及反射定律，在一次學校安排的創意專題演講中，老師以綠色雷射光照射玻璃瓶底部浮凸的部分，竟然會依瓶底花紋的不同，照射出各種令人驚艷的美麗圖形，對此現象感到好奇的我們，想利用各種形態來模擬玻璃瓶底花紋並且以雷射光照出類似的光線，於是我們開始進行一系列的實驗。

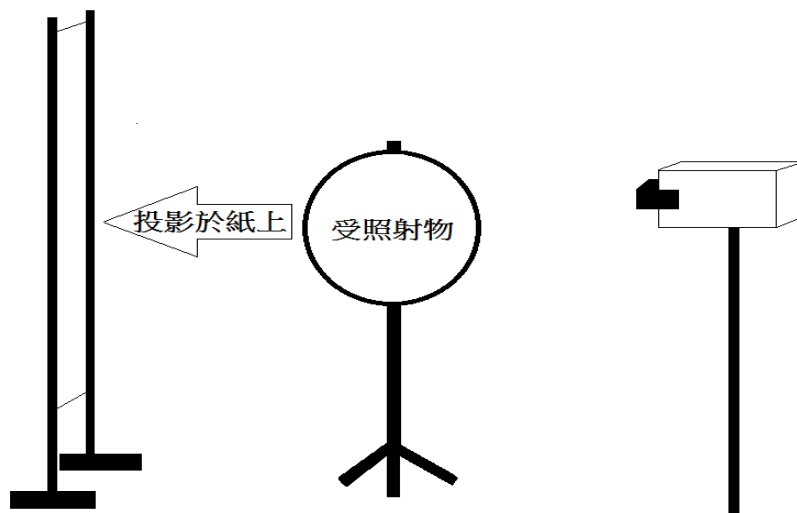


貳、研究目的

- 一、利用雷射光照射不同花紋形狀的玻璃罐底以及玻璃蓋，藉由改變光照角度，試著得出不同的變化圖形。
- 二、試著改變溶液中的三態，再以雷射光照射，觀察是否與玻璃罐底部照出的效果相同會。
- 三、試著利用熱熔膠條，塑形出各種形狀，以模擬玻璃瓶上的形狀，並且試著找出規律性及變化。

四、探討水滴在鏡面、玻璃片上，觀察雷射光經過時會產生哪些不同的干涉圖紋。

參、基本架設



肆、研究過程與方法

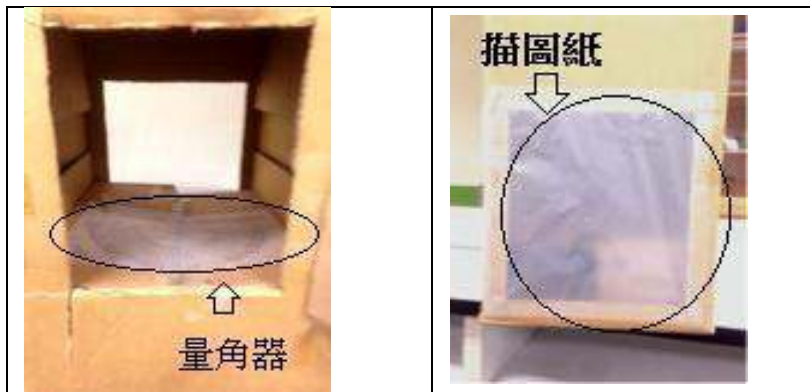
一、黑箱製造

(一)原因:由於實驗環境的光害實在是太多了，所以我們決定製作一個製作一個特製箱子，以避免光線干擾讓我們方便觀察及拍攝。

(二)方法及步驟

- 1.我們先將特製紙箱以直立的方向挖了一個方型的開口
- 2.接著我們在特製紙箱裡架上其他可塞進特製紙箱內的其他小箱子，當作一個小檯子使我們可以將雷射筆架設於上面方便照射。
- 3.在試照過光線過後，確定效果非常的好，但不便利於拍攝，所以我們在開口另一端在挖一個開口並貼上描圖紙或白紙。
- 4.最後我們在箱子內部的檯子上貼上我們用描圖紙上描的量角器。

箱子完成圖	
a.正面	b.反面



二、玻璃瓶底實驗


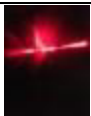














(一)原因:我們決定從玻璃瓶開始著手，因為玻璃瓶有希望能從玻璃紋路所照出的光線變化找出一些規律。









(二)步驟:

1.把玻璃瓶放入箱子內。

2.瓶身固定不動，瓶身下放置量角器，用紅色雷射光以不同的角度照射並拍照。

(三)在各角度以紅雷射光照射玻璃瓶底的實驗

受 照 射 物 角 度	75 度	80 度	85 度	90 度	95 度	100 度	105 度
A 瓶 							
	向上尖刺型的發散 加一條橫線	一個不規則形周圍有多邊形的干涉光	一個光點旁邊有一個三角形的光暈	集中於一點	集中於一點	向外旋的發散光	類似不規則流體的形狀
B 瓶 							
	一個長條形的散射	一個菱形的立方體被箭頭穿過	三個塊狀的光暈	集中於一點	一個箭頭形的光暈跟一個弧形的干涉光重疊	一個三角形的光暈，其下半部較明顯	兩個光點加一個現段的散射

C 瓶 							
	一個 V 字型的干涉光	一個翼型的散射光	一個倒三角上方有放射形的干涉光	一個剪刀形的散射	一個線形的散射尾端有分岔	像一顆流星	像一根向左倒的蠟燭

(四)小結:

- 1.在圖案中發現光線正中間光線較集中，可以直接穿過。
- 2.在玻璃瓶上的圖案因為有厚薄差異，所以在照射時若是平滑面，光線會成直線
- 3.雷射經過圖案後，若是經過周圍細微尖端會有明暗光線干涉圖紋出現，這與反射、折射有所不同。

三、玻璃蓋實驗

(一)原因:經由上個實驗後，我們又找了玻璃糖果盒蓋，發現有別於瓶底的圖形，所以我們分別就於我們看到的不同點加以分類及照射，試著找出不同之處。



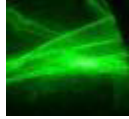


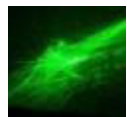
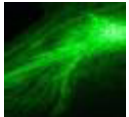
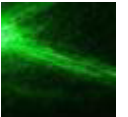
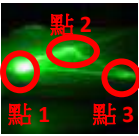
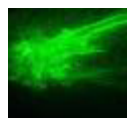
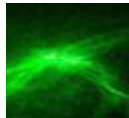
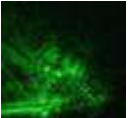

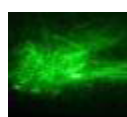
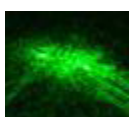





(二)步驟:

- 1.將玻璃蓋立起，使之與桌面平行
- 2.以雷射光用五個角度分別在不同的點上照射


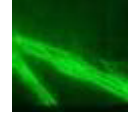



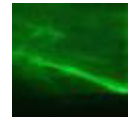
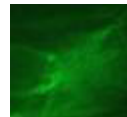



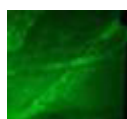
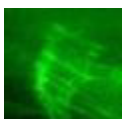

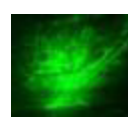

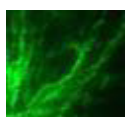

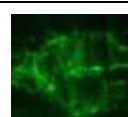

(三)下圖為受照射的各點



1. 菱形

特寫點 角度	特寫點 1	特寫點 2	特寫點 3
30 度 			
	一條線	斜直線	倒 Z 形
45 度 			
	箭頭形	燕尾+光團	迴力鏢
60 度 			
	不規則	山形	迴力鏢
75 度 			
	不規則	山形	三角形
90 度 			
	骷髏頭	山形	不規則

2. 長條狀

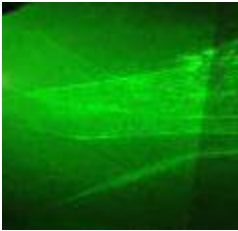
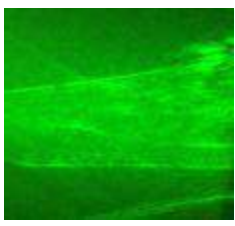

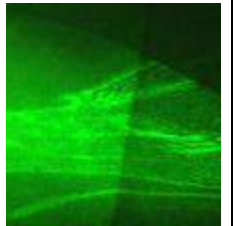
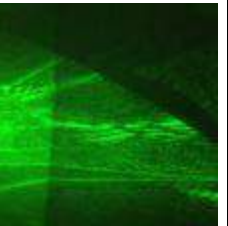
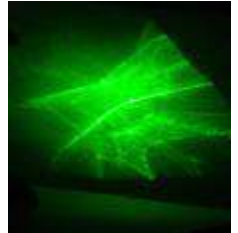
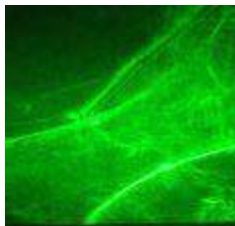
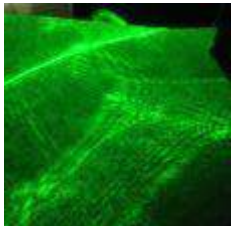
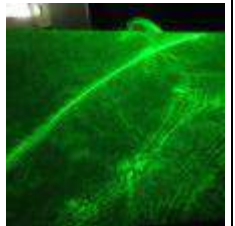
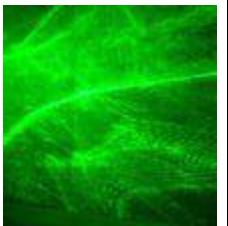
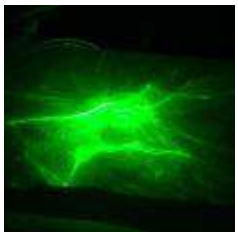
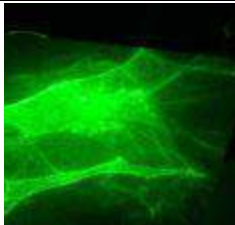
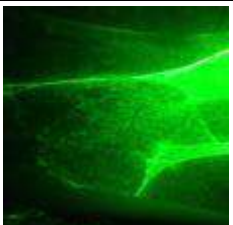
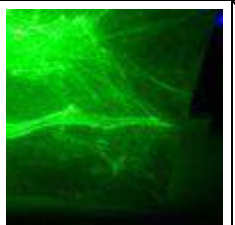
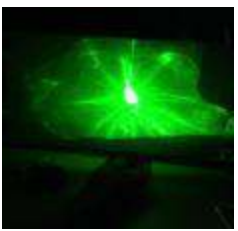
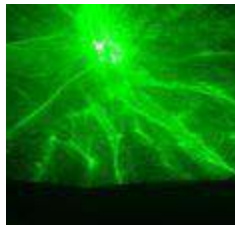
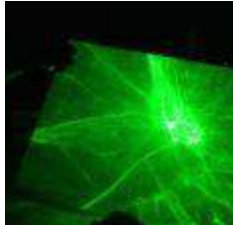

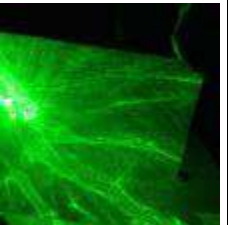

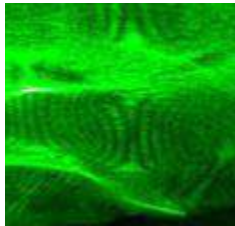
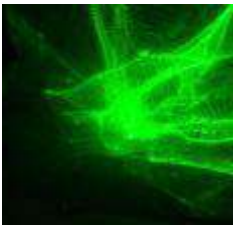
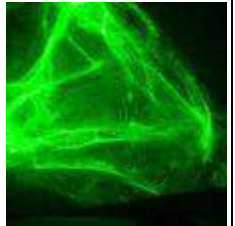
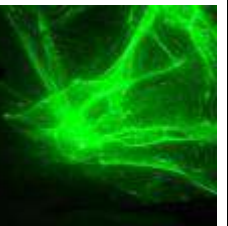
特寫點 角度	特寫點 1	特寫點 2	特寫點 3
30 度 			
	迴力鏢	斜直線	鈍角
45 度 			
	Z 字形	海星形	噴射狀
60 度 			
	噴射狀	兩條曲線交錯	水母
75 度 			
	邪惡笑容	格狀	枝狀
90 度 			
	猴頭	飛貓狀	

小結:

1 菱形:在高低起伏落差較大處出現明顯干涉圖紋，且當雷射光經過後出現不同干涉交接。在 75 度之後射出現山峰狀干涉圖紋。

2 長條形:在 75 度之後，會同時出現反射、折射，造成有部分對稱干涉圖形出現。


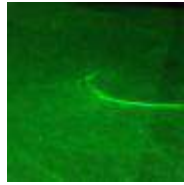
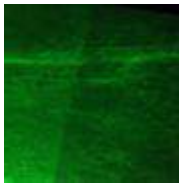
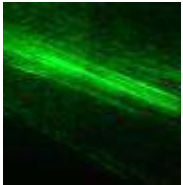
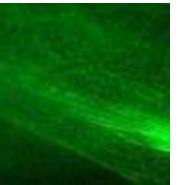
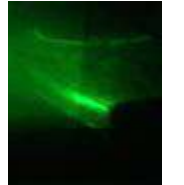

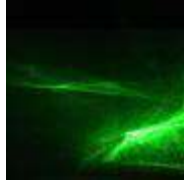
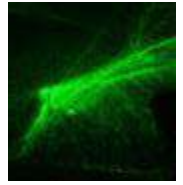
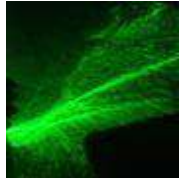
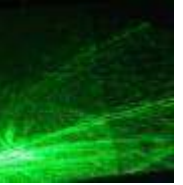
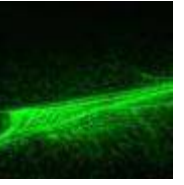
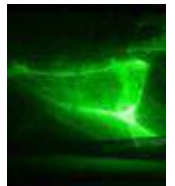
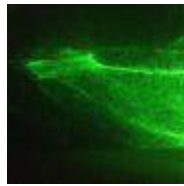
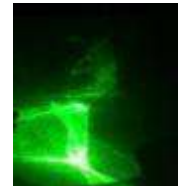
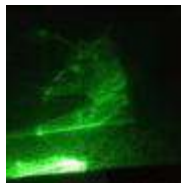
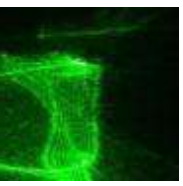
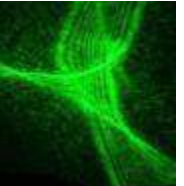
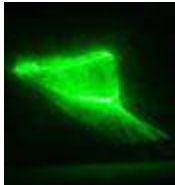
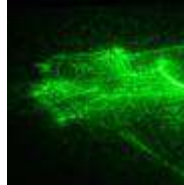
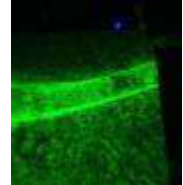
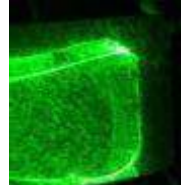
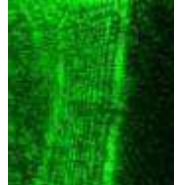
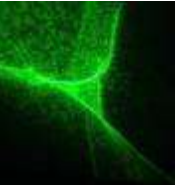
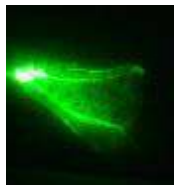
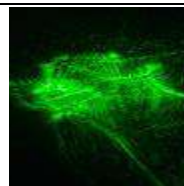
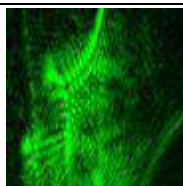
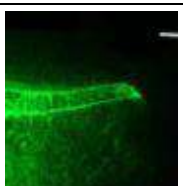
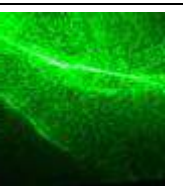
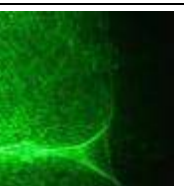
3.小圓球

特寫點 角度	特寫點 1	特寫點 2	特寫點 3	特寫點 4
30 度 				
	粗線	三角形	噴射狀	噴射狀
45 度 				
	翼龍	一條線+迴力鏢	上直下彎的兩條線	噴射狀
60 度 				X
	不規則	不規則	不規則	
75 度 				
	光芒狀	光芒狀	光芒狀	光芒狀
90 度 				
	重疊弧形	枝狀	枝狀	枝狀

小結:

- 1.在 45 度之後出現多處山峯干涉圖紋，在交接處出現的干涉紋路很清楚。
- 2.在 90 度出現內凹四邊形，多處干涉圖紋出現。

4.花瓣

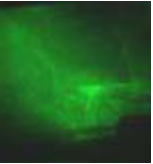
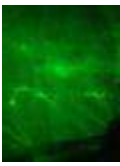
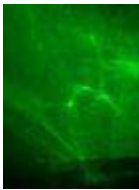
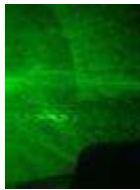
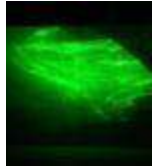
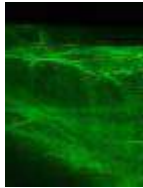
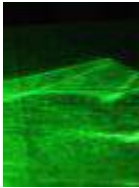
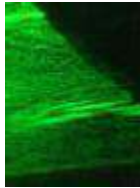
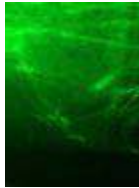
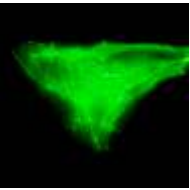
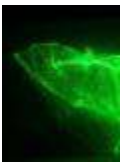
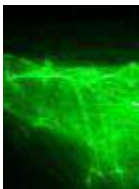
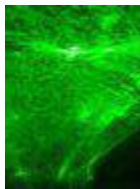
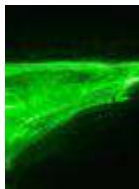

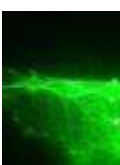
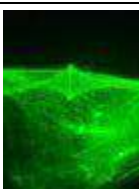
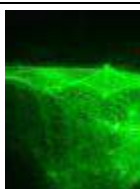
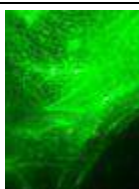

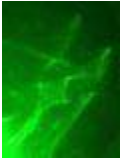
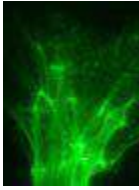
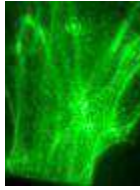
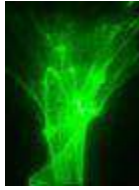
特寫點 角度	特寫點 1	特寫點 2	特寫點 3	特寫點 4	特寫點 5
30 度 	 賽車跑道	 馬路形	 一條線	 一條線	 不規則
45 度 	 迴力鏢	 扁三角	 彗尾	 彗尾	 扁三角
60 度 	 船首	 一束花	 燈籠魚	 卷狀地圖	 鐵塔狀
75 度 	 船首	 矩形	 方形	 長條狀	 鐵塔狀
90 度 	 船首	 網狀	 四邊形	 扇形	 鐵塔狀

小結:

1.在邊沿處容易出現干涉圖紋。

2.75 度之後出現多角形干涉圖紋很明顯，尤其 90 度射，其干涉有多重方向。

5.三角凸出點

特寫點 角度	特寫點 1	特寫點 2	特寫點 3	特寫點 4
30 度 	 煙火	 煙火	 不規則+小同心圓	
45 度 	 噴射狀	 長條狀	 梯形	 不規則+小同心圓
60 度 	 龜首	 粗迴力鏢	 不規則	 船首
75 度 	 翅膀	 翅膀+四邊形	 翅膀+四邊形	 多爪狀
90 度 	 剪刀頭+長矛	 枝狀+小同心圓	 枝狀+小同心圓	 分岔狀

小結:













- 1.原本是三角凸出點，所以形狀是趨近於山角形。
- 2.在 75、90 度之後出現多層干涉三角形。

四、三態共存實驗

(一)原因:再照射玻璃罐時，會發現厚薄、粗細、拉絲等不同情況造成不同圖案出現，所以我們推想若可以製作不同態或有顆粒狀，是否有不同或新的圖案出現。

(二)方法:利用在溶液中三種態共存的狀態，用雷射光照，我們採用的是純水、糖水、食鹽水等不同溶液，加熱到沸騰，有翻滾的狀態出現，再以綠雷射照射溶液，試著找出在不同溶液下，其照射出的光線是否如期?

(三)實驗照片

水	滾水(有氣泡)	飽和食鹽水 (有懸浮)	飽和食鹽水 (無懸浮)	過飽和糖溶液(未冷卻)	過飽和糖溶液 (剛冷卻)
					
					
集中於一點	集中於一點，有些干涉光	包圍於一點的煙火型散射，有一點干涉	有些散射，也出現一些射線	類似無懸浮飽和食鹽水	有點散射，出現明顯不規則干涉光

小結:

- 1.當只有氣或液體一態存在時，其折射和干涉光較不明顯，
- 2.只要瓶中有固體存在，光線就會有明顯的折射和反射。
- 3.較特殊的是:飽和冰糖溶液，因為要加入的糖非常多，溶液中的顆粒相對之下應該很多，但在溶液形成流沙狀流動，中間參夾一些小氣泡，在這種情況之下，中間可以大量光經過，但是周圍的光線非反射、折線的情況了，而是明察交雜，形成干涉的圖形。










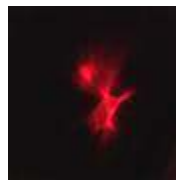



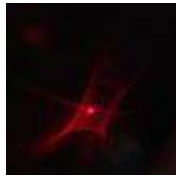
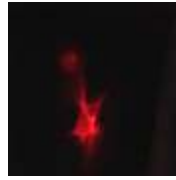


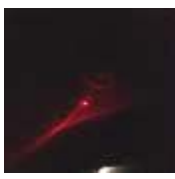


五、熱熔膠實驗

(一)目的:由上述實驗中，我們得出一個規則，要有小縫隙或滾動中才會出現干涉情形，但是飽和溶液的現象較無法像其他種類或可以方便控制角度，所以我們想用熱熔膠(加熱時液態，冷卻時固態，中間拉絲過程有可能出現小泡或空隙)模擬這樣的情形，但是用熱熔槍擠出時比較無法控制計量及厚薄，較難以控制且會牽絲會影響實驗，所以我們決定使用先將熱溶膠剪成細絲再排出形狀利用加熱器加熱，使得膠絲成型。

(二)實驗步驟:

- 1.把熱熔膠剪成細條，並在載玻片上排出形狀
- 2.以加熱器均勻加熱播片，使熱熔膠定型
- 3.把玻片以支架立在量角器上，並以雷射光照射

(三)以熱熔膠排列所照出的各種形狀

角 度 形 狀	30 度	60 度	120 度	150 度
直線 				
三線段 				
十字 				
五線段 				

小結

- 1.經過這次的實驗，我們經由觀察已經大概了解其成像規律，推測除非照到的位

置不同，否則不會改變圖形。







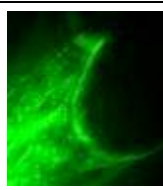

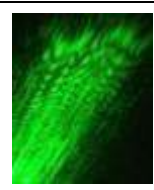

2.入射角不同會讓圖形產生有些許的彎曲(繞射現象)，這個圖形是先前實驗中沒有出現的，應該與熱溶膠絲處點有多處縫隙有關。

(四)原因:在上述的實驗中試著找出一些規律:即 X 條線段相連能照出 X 邊形之後，我們試圖找出成像原因，我們便以三條大小粗細不同交疊放於載玻片上加熱再以不同角度來觀察，找出成像的方式。



小結:經由觀察這三張圖片，再加上之前已得知經折射後能照出大約與照射物垂直的像，我們推測在一點上同時照到多個線段，垂直的像重疊之後形成多邊形。

六、我們以十字形當範本，照射不同位置來觀察熱溶膠細微部分的規律。

位置				
				
成像				
				

小結:

- 1.照射線段一樣能照出與原物垂直的光，較細較尖的點會有較明顯的散射，而有弧型的邊緣會出現明顯的干涉光，其干涉光邊緣的起伏和照射物邊緣的不平整有關
- 2.在末端、拉絲狀處最容易出現干涉、繞射的現象。
- 3.照射表面平滑面時，容易造成光直接集中或直線過去，中間會出現折射、反射情況居多。

七、擴充實驗---熱溶膠條實驗

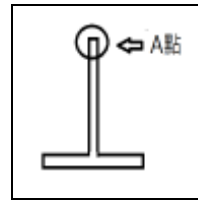
(一)原因:因上述中實驗發現，光線的確會受到材質厚薄、末端拉絲、彎曲等現象影響光產生的圖形，所以我們想再做更多玻片佐證並且改變光照角度，試著得出不同變化

(二)分類依據


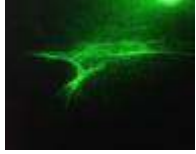
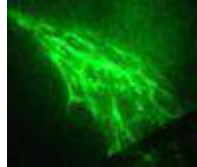
從自製熱溶膠的玻片上三、四、五線段中各挑出較完整且具代表性的三片，以不同角度照射各個形狀類似但不同位置，希望能找出在形狀類似但不完全相同(厚度、粗細...等)時的不同變化，變試著找出較特殊的圖形或與預期不同的變化及原因。

(三)「三線段 A 點」的實驗

- 1.選出三線段長邊末端的圖案，照射相同的一點
- 2.原因:線段黏著時，尾巴有時因加熱而加厚，有時會分散成絲狀，所以選擇這三片皆是三線段，但明顯尾部不同



玻片 角 度	三線段(1)		三線段(2)		三線段(3)	
	編 號	圖	編 號	圖	編 號	圖
30 度						
		尖 嘴		觸 角		彗尾+ 光團
60 度						
		長 條狀		蝠 翼		網狀
90 度						
		光 團		彗 尾		網狀
120 度						
		長條 狀		手 掌		網狀

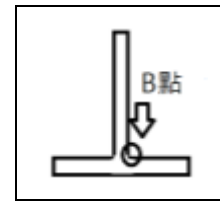
150 度		手掌		三 凹		網狀
-------	---	----	---	--------	---	----




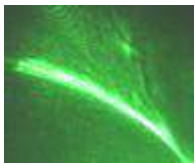
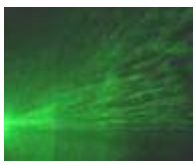
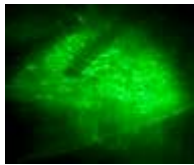

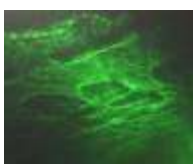
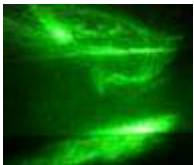
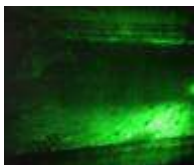
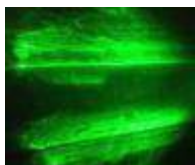
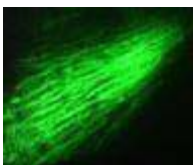
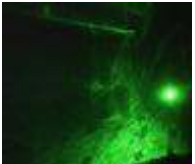
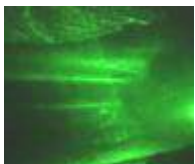
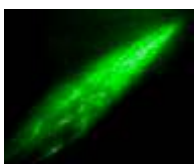
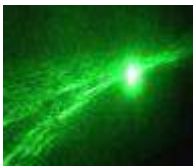
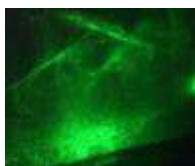
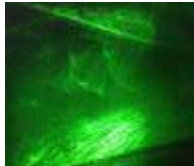
小結:

- 1.大致上每個線段和位置在角度不同下照出類似圖形，也能由三線段(1)、(2)、(3)中比較出較厚的位置能照出明顯的網狀圖形，其邊緣也出現干涉光。
- 2.較細微的尾部出現折射、反射很明顯，但是干涉情形少些。
- 3.三線段(3)幾乎整各尾部都是肥厚的，照出光線圖案明案交接線向十分明顯，不論各種角度。

(四)「三線段 B 點」的實驗

- 1.三線段交接處可能有些許的細縫，所以試著照此地方
- 2.交接處有時也會產生增厚情形或彎曲現象



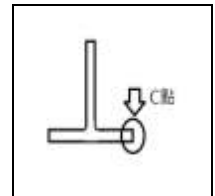
玻 片 編 號 角 度	三線段(1)	三線段(2)	三線段(3)			
						
30 度		彗尾		彗尾		噴射狀
60 度		噴射狀		噴射狀		噴射狀
90 度		噴射狀		噴射狀		彗尾
120 度		噴射狀		噴射狀		彗尾
150 度		彗尾		噴射狀		噴射狀




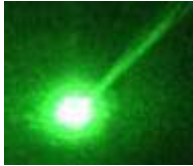
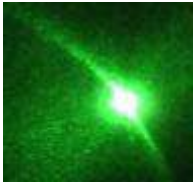
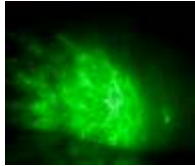
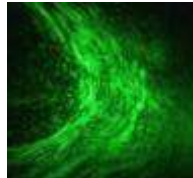

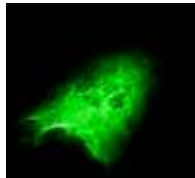
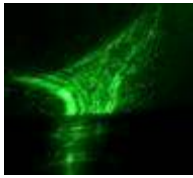
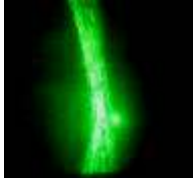
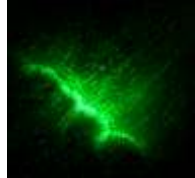
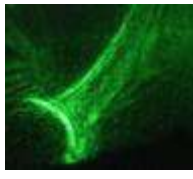
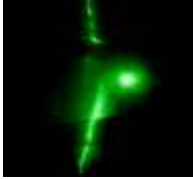
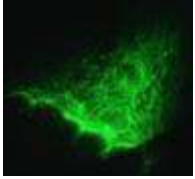
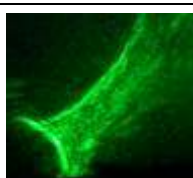
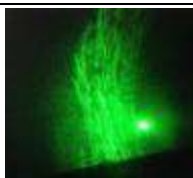
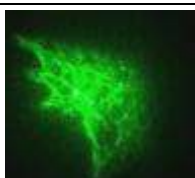
小結:

- 1.在交會處出現大量噴射狀圖形。經比較後，發現隨著厚度的增加，圖形漸成較明顯的慧尾，而兩種圖形邊緣皆出現干涉光。
- 2 交接處若有彎曲如(1)圖案，其光線也容易呈現彎曲線條產生，同樣在(1)的情形可能縫隙較多，所已出現暗灰區很多。
- 3.由這三個玻片得知彎曲處容易出現干涉現象。

(五)「三線段 C 點」的實驗

- 1.取三線段短邊尾端
- 2.在加熱時，短邊容易受熱後收縮變短，此處可能出現間歇性小氣泡，是肉眼看不到的。






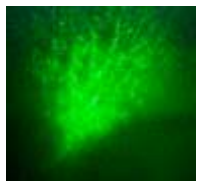
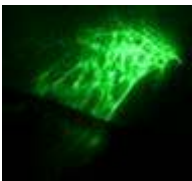
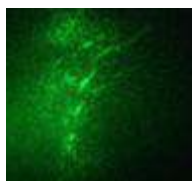
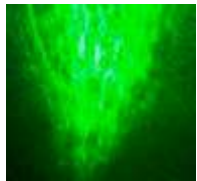

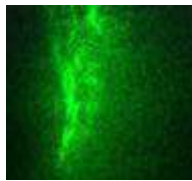
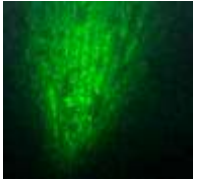
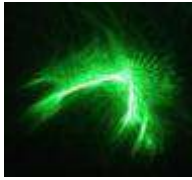
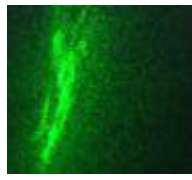
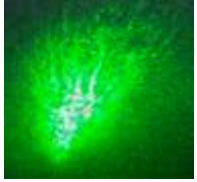

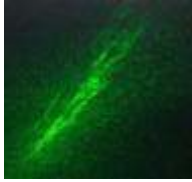
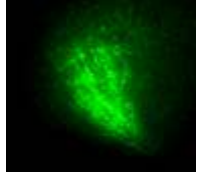

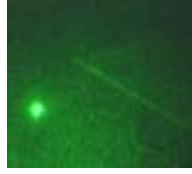
玻片 編 號 角 度	三線段(1)		三線段(2)		三線段(3)	
						
30 度		光點		光點		網狀
60 度		網狀		草叢		網狀
90 度		尖嘴		長條狀		蝠翼
120 度		尖嘴		長條狀		網狀
150 度		尖嘴		草叢		網狀

小結:

- 1.在此位置三線段(1)有大量的尖嘴圖形出現，三線段(3)則是網狀，情形和 A 點類似，但三線段(2)以折射和散射所造成的草叢及長條圖形為主，經觀察後發現是因為三線段(2)的厚薄變化不明顯所致。
- 2.相同位置不同角度常常可以檢查出有無干涉現象出現。

(六)「四線段 A 點」的實驗

- 1.在製作過程是將二線段交疊在一起，二線段在加熱時容易拉扯變彎，所以在拉扯過程中可能會斷裂或氣泡產生是肉眼看不到。
- 2.加熱過成依然會出現末端變厚或拉絲情況出現。




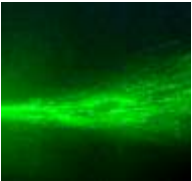
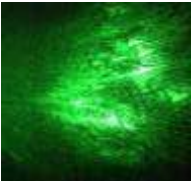
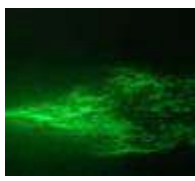
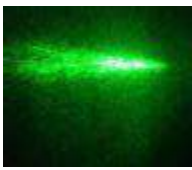
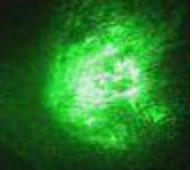
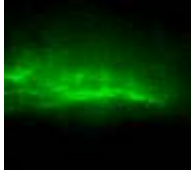
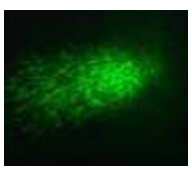
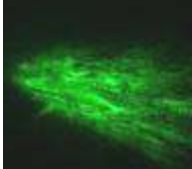
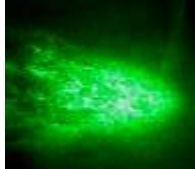

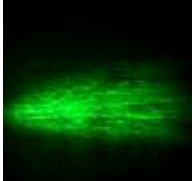
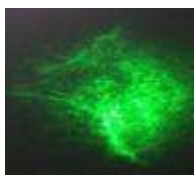

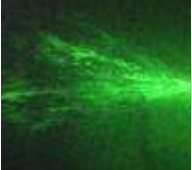
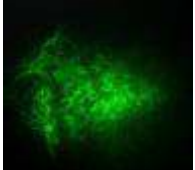
玻片編號 角度	四線段(1)	四線段(2)	四線段(3)
30 度			
60 度			
90 度			
120 度			
150 度			
150 度			

小結:

- 1.四線段(1)皆是類似網狀的圖形，但干涉光並不明顯，而四線段(2)出現了大量且有明顯干涉光的迴力鏢圖形，四線段(3)的尖端因為由粗至細，所以呈散射明顯的長條狀。
- 2.(1)、(2)的情況經觀察後，發現(1)是由厚薄變化不明顯所造成的，(2)則是可能有氣泡造成照射後周圍有明顯干涉出現。

(七)「四線段 B 點」的實驗




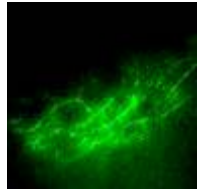
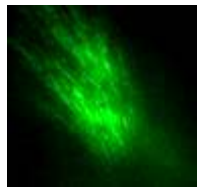
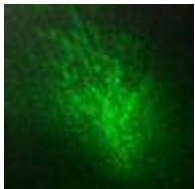
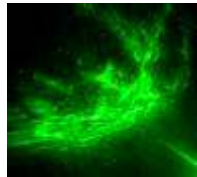
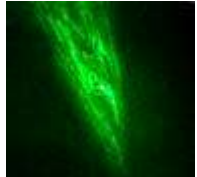
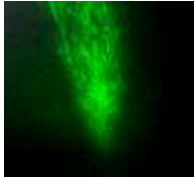
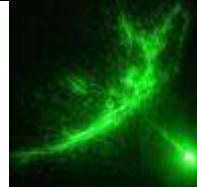
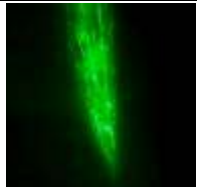
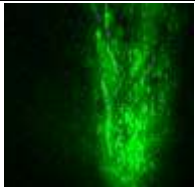
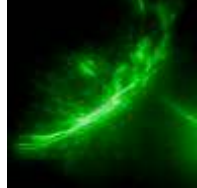
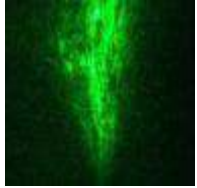
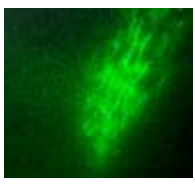
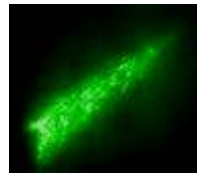
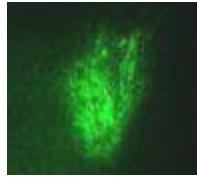
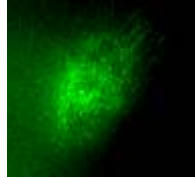
二線段交疊處，可能彎曲或拉拔現象出現。

玻片編號 角度	四線段(1) 	四線段(2) 	四線段(3) 
30 度	 彗尾	 彗尾	 彗尾
60 度	 彗尾	 光團	 光團
90 度	 光團	 彗尾	 彗尾
120 度	 彗尾	 彗尾	 光團
150 度	 彗尾	 彗尾	 光團

小結:

在 B 點的四線段(1)、(2)、(3)主要會產生彗尾和光團的圖形，但(1)、(2)的干涉光較明顯，而(3)的大多模糊，在參考過各資料及觀察後，發現是因為材質太過均勻，所以干涉光才會較不明顯。

(八)「四線段 C 點」的實驗




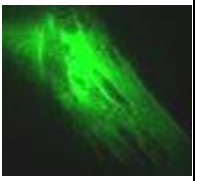
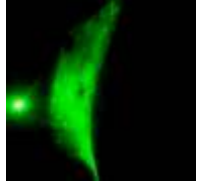
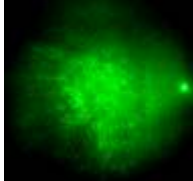
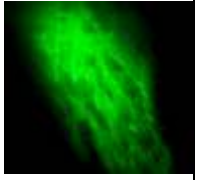
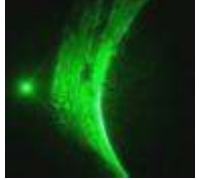
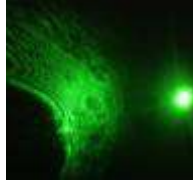
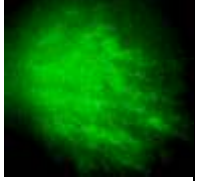


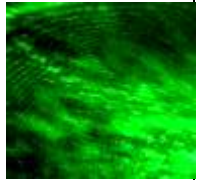

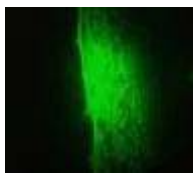
玻片編號 角度	四線段(1) 	四線段(2) 	四線段(3) 
30 度	 不規則	 光團 + 洞	 光團
60 度	 不規則	 彗尾	 長條 + 洞
90 度	 不規則	 彗尾	 長條 + 洞
120 度	 不規則	 彗尾	 彗尾
150 度	 長條 + 洞	 光團 + 洞	 光團

小結:

- 1.四線段(1)、(2)在照射 C 點時皆出現干涉光，但因為(1)的邊緣較不平整，導致圖形也較不規則，
- 2.(2)則是經典的光團和彗尾
- 3.(3)則因過於均勻所以無明顯大範圍的干涉光，則是可能因為材質間的分子空隙過大所致。

(九)「五線段 A 點」的實驗




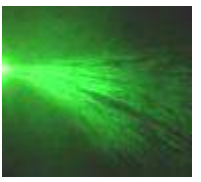
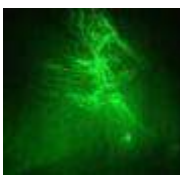
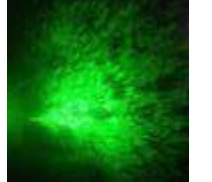

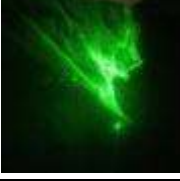
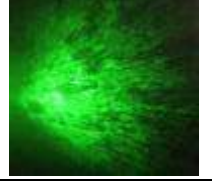



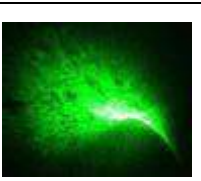
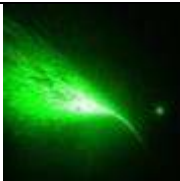
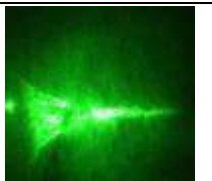
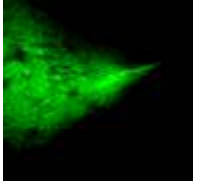
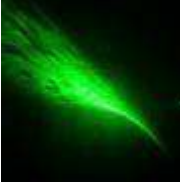
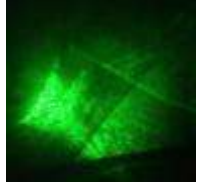
1. 取各圖形的左端線段末端照射
2. 因為五線段是分開放上去加熱，加熱時線段末端不易受熱彎曲影響

玻片編號 角度	五線段(1)	五線段(2)	五線段(3)
30 度	 尖嘴	 長條狀	 年輪
60 度	 洞+長條	 尖嘴	 光團
90 度	 洞+長條	 尖嘴	 尖嘴
120 度	 光團	 光團	 長條狀
150 度	 年輪	 年輪	 洞+長條

小結:

1. 五線段的三片玻片在照射 C 點時，皆出現了干涉圖紋且圖形也都相差不遠，但(3)較尖細，所以呈現的圖形也有些許不同。
2. 中央處容易出現黑色陰影處，表示其內有孔隙存在。




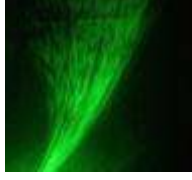

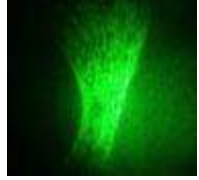
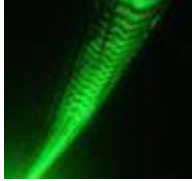

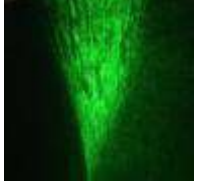
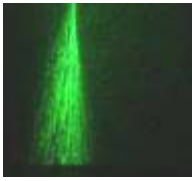
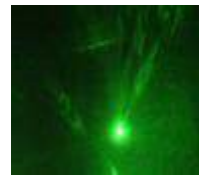

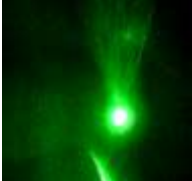
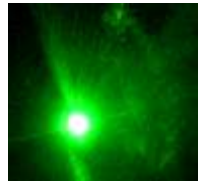
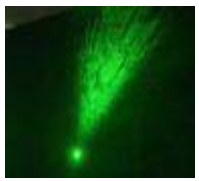
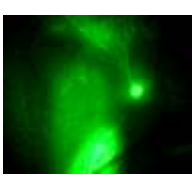
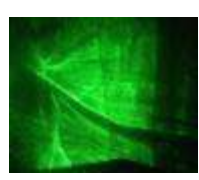
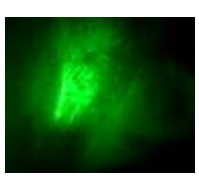
(十)「五線段 B 點」的實驗
取線段間彎曲處照射

玻片編號 角度	五線段(1) 	五線段(2) 	五線段(3) 			
30 度		彗尾		不規則		光團
60 度		彗尾		彗尾		光團
90 度		彗尾 +三 角形		彗尾		彗尾
120 度		彗尾		彗尾		三角 形
150 度		彗尾		尖嘴		噴射 狀

小結:

由於五線段交會的位置較狹窄，所以在照射 B 點時出現了三角形，但也因為形狀較複雜，所以在較小或較大的角度照射時易受其他位置干擾，也未能臻至完美。

(十一)「五線段C點」的實驗
取二線段彎曲處照射

玻片編號 角度	五線段(1)		五線段(2)		五線段(3)	
						
30 度		彗尾		彗尾		長條狀
60 度		彗尾+ 年輪		彗尾		彗尾
90 度		彗尾		光點		彗尾
120 度		光點+ 彗尾		光點		彗尾
150 度		光點+ 噴射狀		噴射狀		光團

小結:

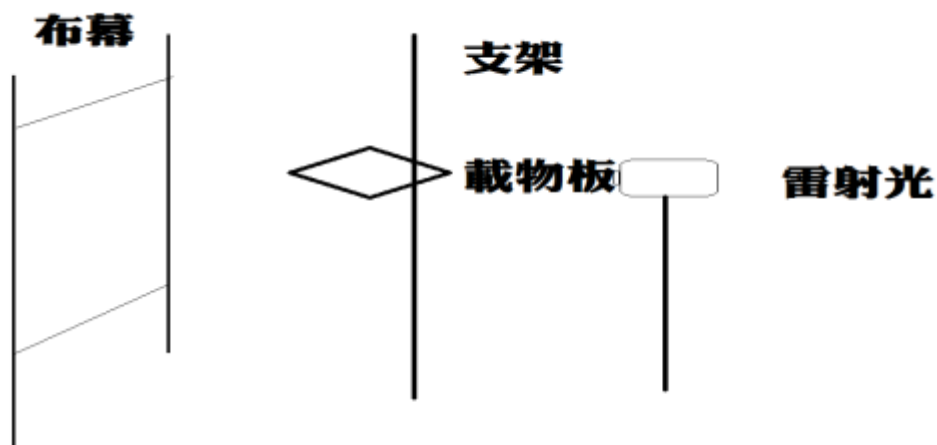
五線段的三片玻片在照射 C 點時皆大量的彗尾及干涉光的圖形，而五線段(1)、(2)有出現光點干涉光和彗尾不明顯所導致的，五線段(3)的光團也有不明顯的噴射狀圖形，但基本上皆能看出干涉圖紋。

八、擴充實驗---水滴實驗

(一)目的:在以上熱熔膠實驗中,可由圖形得知因材質關係(冷卻速度不同)圖形容易出現斑駁,所以我們嘗試用水珠在平面上,再用雷射光照射,竟然也出現各種干涉圖紋,於是將水滴滴在鏡面與玻璃上二種不同材質上進行觀察。

(二)方法:

- 1.架構圖如繪製圖。
- 2.載物板分別放上玻璃、鏡面,控制板子與水平線夾角角度保持在 10° 內,方便讓水滴型成微傾斜狀況,製作出有水滴掛著趨勢,再從鏡面上選取我們所需要的水滴照射。

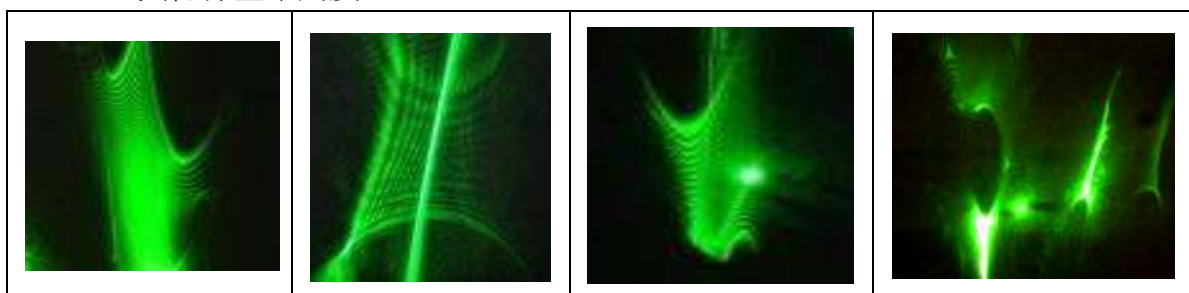


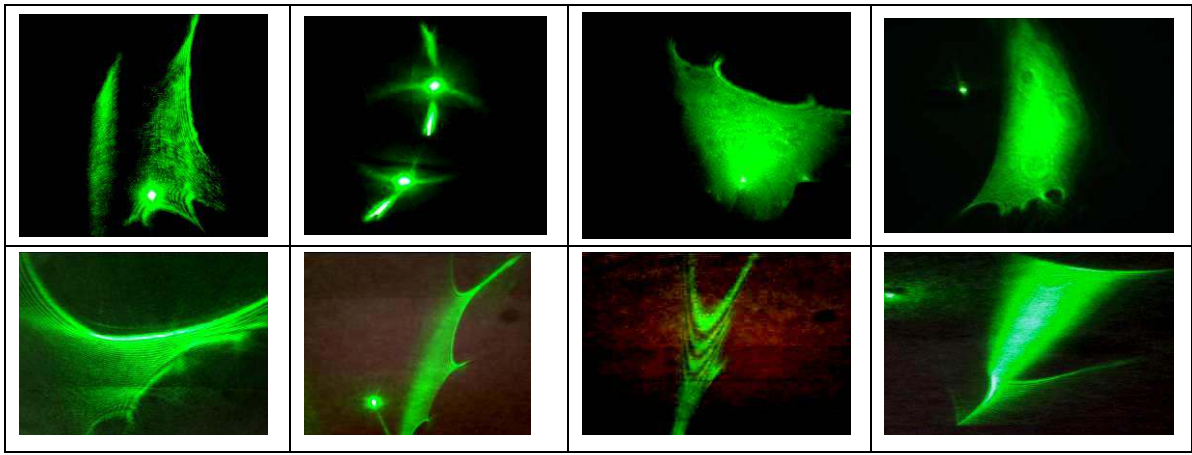
(三)玻璃上的水滴

1.基本圖

角度	50 度	80 度	90 度	100 度	130 度

2.其他非基本角度





小結:

- 1.因為水滴在玻璃上，玻璃上雜質較多，所以容易出現較**多邊形**的干涉現象。
- 2.因為玻璃是透明物體，所以雷射光經過水滴時，容易產生直接穿透、由玻璃底下折射穿過，所以所照出的圖形很容易有**對稱形狀**出現。
- 3.水在玻璃上，斥水性較強，所以水滴部易形成曲度較小的水滴，大都是一攤水的形狀。所以我們採用是從邊緣處照射較容易得到干涉、繞射的圖形。
- 4.從非基本角度表格中，照射位置全部都在接觸點，由此可知，圖案能反映水滴原本的形狀。

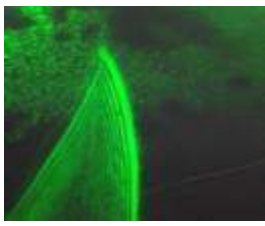

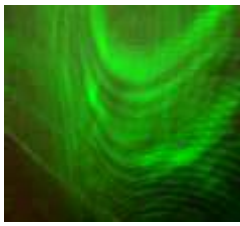
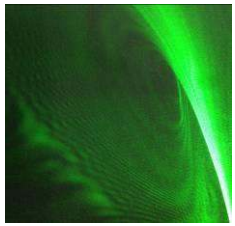
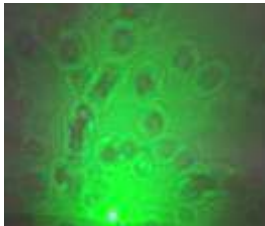
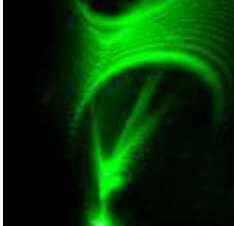
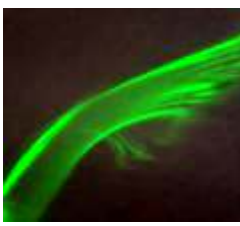
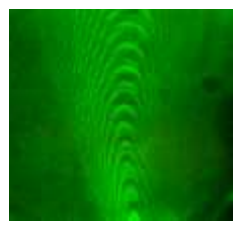
(四)鏡面水滴

1.基本形

角 度 大 小	50 度	80 度	90 度	100 度	130 度
大顆水 滴					
中顆水 滴					
小顆水 滴					

2.非固定角度

圖形				
位置	一顆圓水珠的接觸點	一顆水滴的側面接觸端	一顆扁水滴的接觸點	擦過兩顆交錯水珠的側面

圖形				
位置	連續打過兩顆水珠	一顆扁水滴的側邊	通過三顆水珠	扁水滴側面照射
圖形				
位置	一顆圓水珠的正中央	擦過多顆水滴的側邊	一顆扁水滴的側邊	一顆超小扁水滴的接觸點

小結:

- 1.因鏡面材質關係，所以水滴在鏡面上，容易形成曲面水滴不會散去，雷射光射照後容易在邊緣出現干涉、繞射圖形，若中間經過光線是直線，其經過摻聲的牛頓環是工整，若有壓縮造成牛頓環變形。
- 2.水滴越扁平干涉圖紋越明顯，其原因是曲度較小、水滴較薄，容易出現干涉、繞射圖形
- 3.圖形中有出現黑影處是凹陷處。
- 4.從非固定角度表格中，發現主要的特殊圖形都是通過連續曲面造成的，而向上的連續干涉會慢慢向內縮小，其原因為水滴過小，會慢慢蒸發，導致圖形慢慢縮小。

伍、實驗結果

一、在玻璃瓶底實驗中照出許多特殊圖形，會發現瓶底花紋的厚薄、線條、末端有否變化而造成照射時出現不同的形狀。

二、在溶液實驗中:

- 1.若以液體為主要狀態的溶液時，皆是光點產生。
- 2.如果含有固體就會產生反射、折射現象出現。
- 3.若在加上流動或滾動，就會造成發散光，尤其在冰糖水溶液中，正在激烈滾動中變化不是很清楚，但是在剛冷卻時，照射會在周圍會出現干涉圖紋。

三、有幾個線段相連就能照出幾邊形，例如三線段就能照成三邊形。

(一)相同位置，但照射角度不同也會讓圖形有所變化。

(二)相同線段，在加熱過程中若有拉扯，會造成光線彎曲。

(三)末端有分三或拉絲狀容易產生干涉現象。

(四)在加熱過程中若因為加熱而變厚，其產生明暗干涉圖紋反而明顯。

四、有些外表形狀看起來類似，但厚薄的不同會讓圖形有所變化，而干涉明不明顯則是因為材質均勻度、厚薄度沒明顯變化造成或分子間空隙的太大。

五、在水滴實驗中，鏡面與玻璃片二種不同材質的介面造成不同曲度水滴，玻璃片上的水滴容易經雷射光照後產生反射、折射，形成上下對稱圖。

六、在鏡面上的水滴會因為載物板傾斜，造成有些微厚度差異而造成牛頓環的圖紋扭曲造成不同扭曲面，若在加上角度則容易出現扭曲面變化圖。

陸、討論

一、操作過程討論:

在實驗室中光線的干擾嚴重加上綠雷射光較強，而且要量角度，所以我們做了一個特殊紙箱輔助實驗，效果也很好。

二、溶液實驗中我們為了觀察溶液中三種態(固:物體結晶、液:水、氣:滾動時冒泡)間出現干涉光的差異，製作了不同狀態的溶液，雖然順利，在飽和食鹽中，因受顆粒的干擾，在冷卻後照射(過飽和溶液)是出現放射狀光線。

1.在飽和冰糖溶液中，在滾動時出現折射、反射較明顯，但是剛冷卻時卻在照射承線圖周圍出線條紋狀表示在不滾動但卻是三種態同在一杯溶液時會出現干涉現象很明顯。

2.溶液中有顆粒可以幫助反射、折射，甚而發散，但大多的溶液較不會像飽和容易有干涉現象出現，表示干涉要有空隙但又不能大。

三、熱溶膠條的實驗:

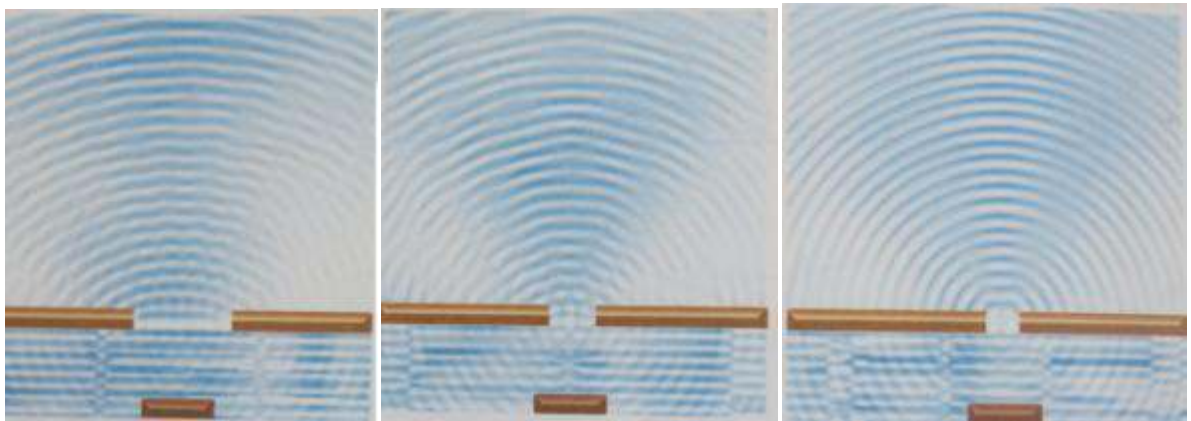
(一)中間有孔隙時，在小的孔隙才會出現干涉的現象。如參考圖形



所以在熱溶膠實驗中，加熱過程中若有小縫隙時，其出線的光線就會是因影細紋出現，若部縫隙則會出現整片陰影。

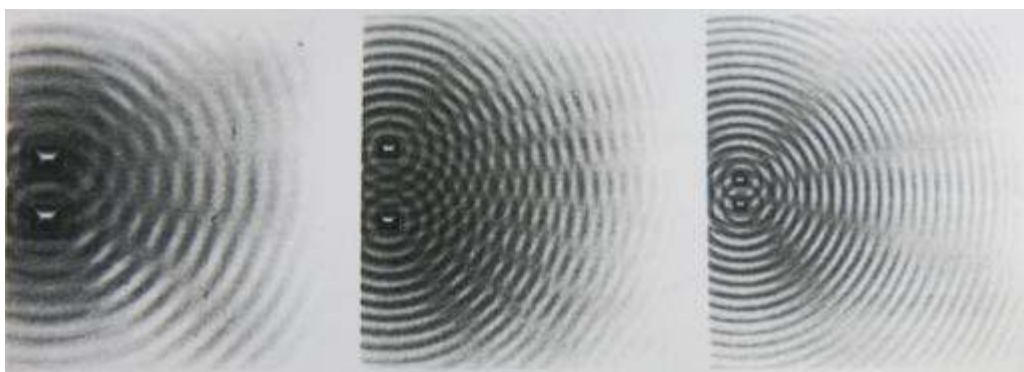
(二)光經過孔隙時，若孔隙越小則會出現的光線越彎曲

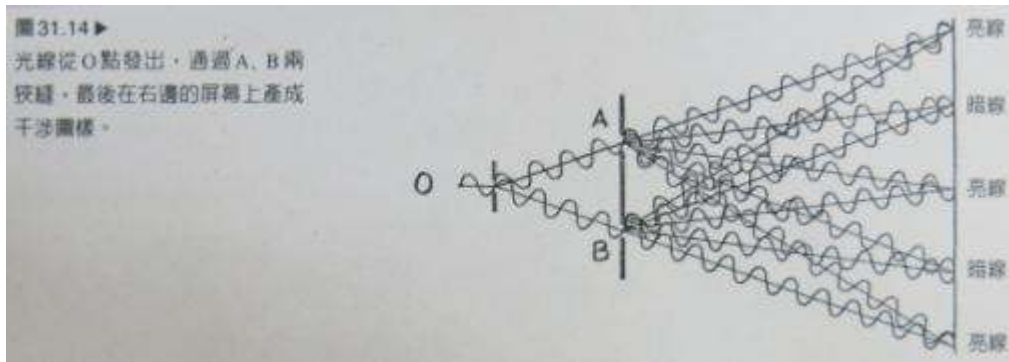
- 1.在熱溶膠條實驗中，肉眼看物到隙縫小空隙，但在經過照射後出現彎曲現象，尤其是在非 90 度時更明顯，尤其是在 30、150 度時，光線彎曲現象最明顯。
- 2.光前進時遇到障礙產生反射，不同介質時產生折射，在實驗中出現彎曲現象，正明了光性質非只有這二種。
- 3.光以波方式前進才會出現繞射現象。



四、在擴充實驗中有些形狀類似但照片圖形相差較大的情形，經過參考文獻和觀察討論後，我們發現跟厚薄度、空隙有極大的關係。

- 1.在熱溶膠實驗中，發現在不均勻或線段末端非常容易出現明暗條紋，推測應該是光同時進入不同縫隙時造成不同波原，造成波之間會產生相長及相消的情形，因此形成明暗。
- 2.如參考圖:





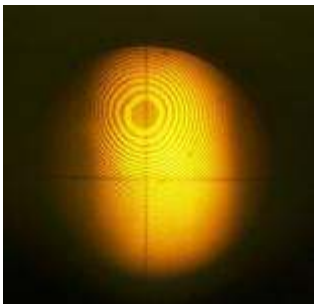
3.當光線進入不同厚薄時，會產生與形狀互補的圖形出現

在熱溶膠條實驗中，會發現膠條的側面或相交處可能是先凸後凹，而照出的光線會與形狀相反，再出現明暗的情形。

五、在水滴實驗中

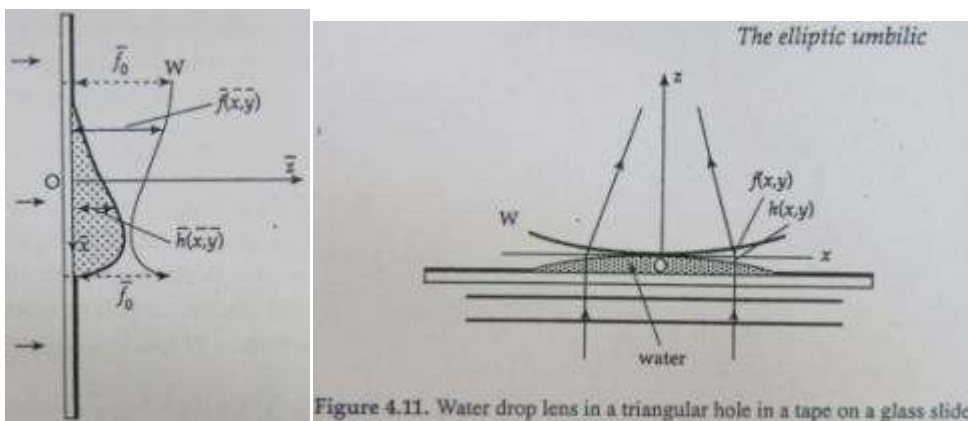
(一)鏡面討論

1.鏡面上的水滴若是光滑曲面時，容易出現牛頓環現象，此點證明了水滴也可以製作出凸透鏡效果。(如附圖)



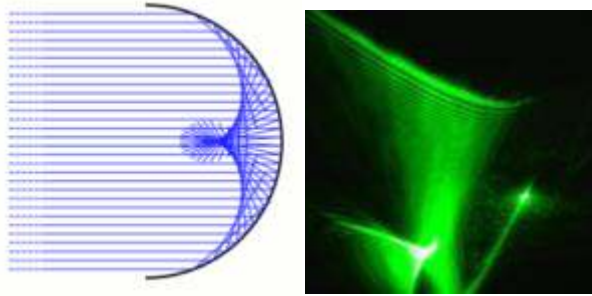
2.鏡面若是平擺，出現圖紋是工整的圓形牛頓環，但若是載物板傾斜造就厚薄不均，容易出現與水滴相反的圖紋，牛頓環也會產生扭曲，出現干涉、繞射情狀更明顯。

(如附圖)



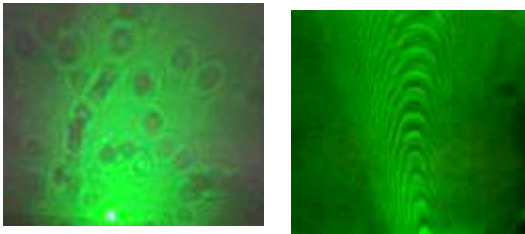
3. 空間中的光線經反射或折射後，無法集中於一點，而各自相交，相交的點之軌跡

為一曲面，稱為**焦散曲面**。焦散面與任一平面的截線稱為**焦散曲線**。光線經過水滴後出現山峯的圖形，即焦散曲線。有時會因角度不同造成山峯形狀數增多或變形。(如附圖)



(二)玻璃討論

- 1.因玻璃片上原本有較多肉眼看不到的灰塵或刮痕，所以照射後容易出現陰影區。
- 2.牛頓環較容易出現且變形。(如附圖)



柒、結論

- 一、在玻璃瓶底實驗中照出許多特殊圖形，會發現厚薄、線條、末端有否變化而造成不同的形狀。
- 二、在溶液實驗中:
 - 1.若以液體為主要狀態的溶液時，皆是光點產生。
 - 2.如果含有固體就會產生反射、折射現象出現。
 - 3.若在加上流動或滾動，就會造成發散光，尤其在冰糖水溶液中，正在激烈滾動中變化不是很清楚，但是在剛冷卻時照社會周圍會出現明暗光線圖形。
- 三、有幾個線段相連就能照出幾邊形，例如三線段就能照成三邊形。
 - (一)相同位置，但照射角度不同也會讓圖形有所變化。
 - (二)相同線段，在加熱過程中若有拉扯，會造成光線彎曲。
 - (三)末端有分散或拉絲狀容易產生干涉現象。
 - (四)在加熱過程中若因為加熱而變厚，其產生明暗現象反而明顯。
- 四、有些外表形狀看起來類似，但厚薄的不同會讓圖形有所變化，而干涉明不明顯則是

因為材質均勻度、厚薄度沒明顯變化造成或分子間空隙的太大。

五、在形狀類似的條件下，厚度越厚的圖形越偏向網狀和彗尾，而干涉光會出現在厚薄變化較明顯的位置，而分子間的空隙也不能太大，否則會形成坑洞。

六、而照出的光線會與形狀相反，再出現明暗的情形，即出現干涉現象。

七、在厚與薄的比較上在條件單純的情況下越薄干涉光越明顯，但厚薄變化是否恰到好處才是關鍵。

八、在熱溶膠條的實驗中，線段末端有空隙或縫隙，肉眼雖看不到，也是容易出現干涉情況。

九、在水滴實驗中：

(一)鏡面材質：

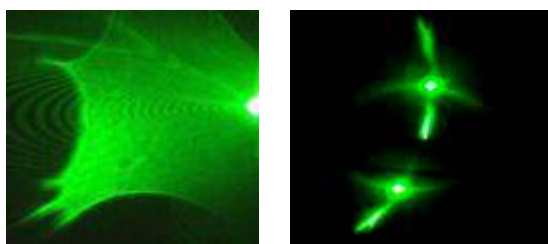
1.當雷射光經過水滴時，容易產生反射，造成干涉、繞射圖紋，出現牛頓環的圖形也會因為鏡面是否微傾而造成牛頓環是否扭曲。

2.水滴越小滴、越薄、曲面越小越容易干涉圖紋。

3.水滴中若有孔隙，在圖紋鐘就會出現黑影。

(二)玻璃材質

1.水不易在玻璃上聚成一顆光滑圓曲的面，所以照出的圖紋常常會是多角形的圖紋產生多處干涉圖紋。兩兩相交處形成山峯形狀。較亮處相長干涉，暗處是相消干涉處。(如下附圖)



2.因為玻璃可透光，所以當雷射光照過水滴時，容易造成光線直射及折射情形出現在過程中出現對稱圖紋。(如上附圖)

捌、參考資料

一、桑子老師教你 123 學波動

二、觀念物理

三、中華民國第 50 屆中小學科展-網開一面

四、A.D. McIntosh 1990 Phsy. Educ. 25 171-173

【評語】 030114

以雷射穿透物體，依物體結構討論不同的有趣投影圖案是本作品的主要工作，雖然同學們都很努力，但受限於研究的題材，未能發揮創意是很可惜的。