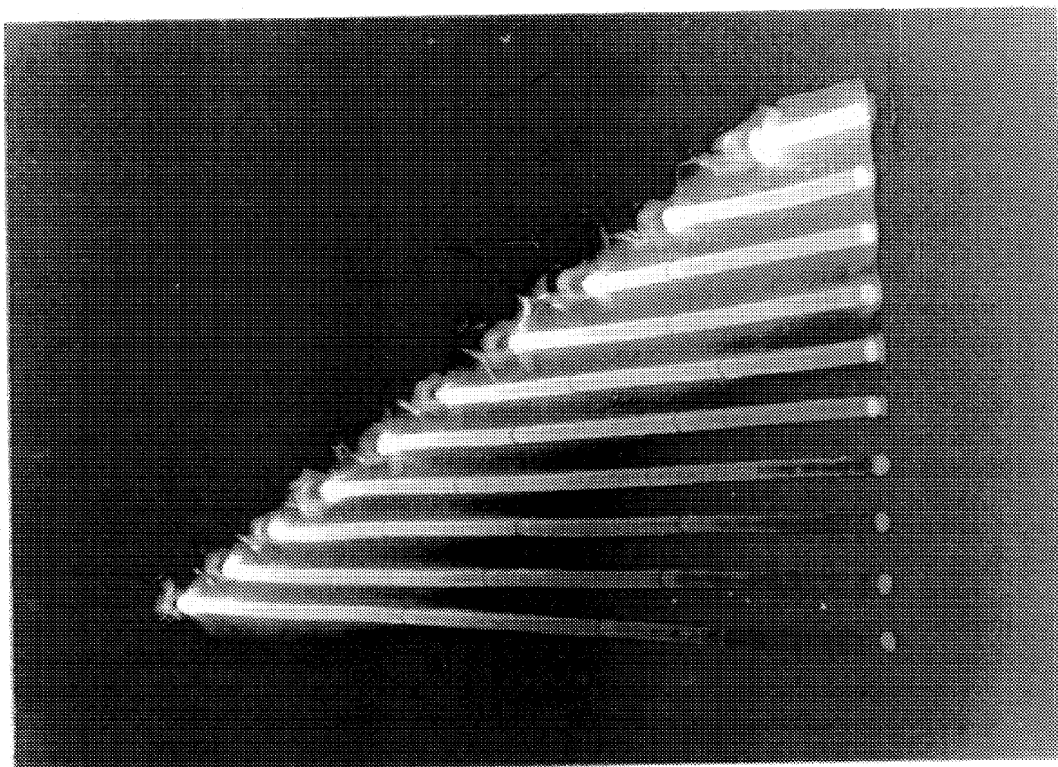


有趣的光—怎樣傳光最好

初小組物理科第一名

台北縣國光國小

作者：方嘉惠等五人
指導教師：邱重賢、林俊輝



一、研究動機

去年中秋節晚上我和弟弟跟著爸爸、媽媽到內湖國家公園去賞月，那天月亮好亮、好圓啊！我們在遊戲當中，我却發現有一個先生賣一個奇怪的東西，那是一車像釣魚線一樣的塑膠綫，約五十條，一端很整齊的綁在一起，一邊就讓他長長短短的散開，在下面把手的地方裝上手電筒，和小灯泡，當開關打開後，塑膠綫的一端就發出各色光芒。「哇！好漂亮！」弟弟大聲的叫！我却對那些綫發生興趣，為什麼塑膠繩可以發光呢？

我問老師這個問題，老師就幫我分組，並且指導我和幾位同學一

起共同研究這問題。

二、研究問題

- (一)不同的管子會影響到光綫傳送的效果嗎？
- (二)管子的長短和曲折，會影響到傳光的效果嗎？
- (三)用不同的液體來傳送光綫結果會一樣嗎？
- (四)在各種傳光的液體中，加入各種東西結果一樣嗎？
- (五)傳光的管子終點什麼形狀最好？
- (六)花玻璃上不同的顆粒構造會影響傳光效果嗎？
- (七)不同的方向燈罩對光綫的擴散有什麼不同的效果？

三、研究材料

- (一)塑膠管（各種顏色、直徑和長度）、玻璃管。
- (二)小燈泡、小電池（1.5 V）、開關。
- (三)各種液體（水、蒸餾水、沙拉油、酒精）。
- (四)各種玻璃，各種機車方向燈罩、幻灯機。

四、問題(一)

不同的管子會不會影響到光綫的傳送效果呢？

• 實驗 1

實驗比較：我們收集了許多不同的管子，分別剪成 15 公分長，然後在管子的一端接上燈泡，另一端拿測光表來測量看看，看會不會有光綫跑出來。

結果：我們發現：

- (1)愈透明的東西傳送光綫愈好。
- (2)實心的比空心的更好。
- (3)不管那一種東西傳送光綫，光度都比原來的燈泡要弱，即使第一名的實心玻璃管，光度也降低了 2290 度。

問題(二)

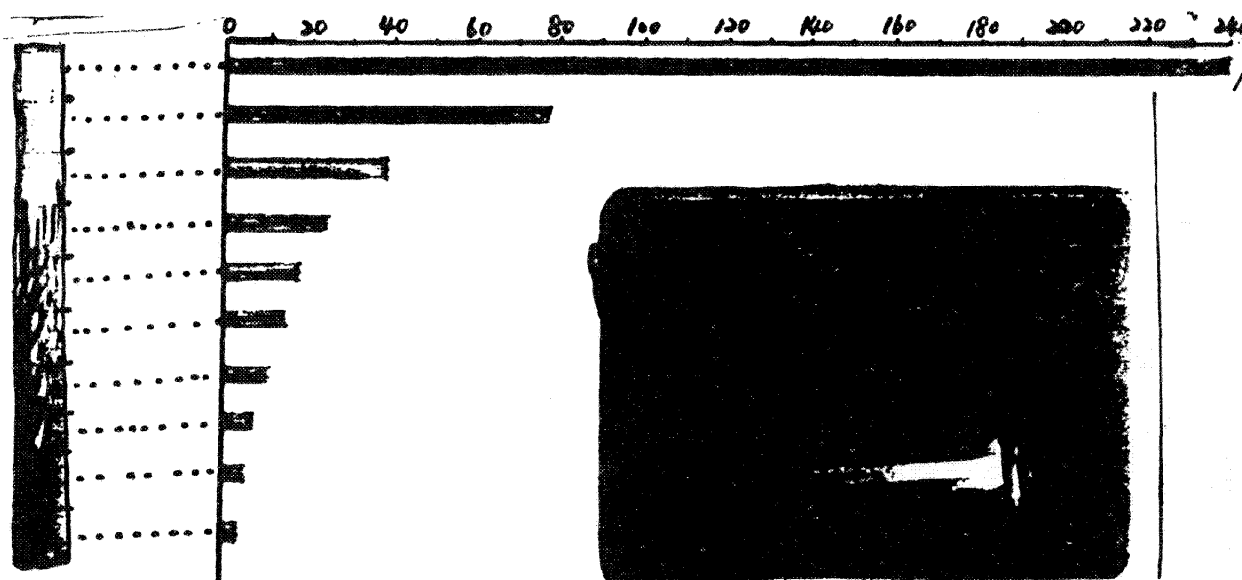
管子的曲折，長短對光綫的傳送有影響嗎？

研究方法：採用實心的透明膠管，（因為不會破，不會受傷）。

· 實驗 2

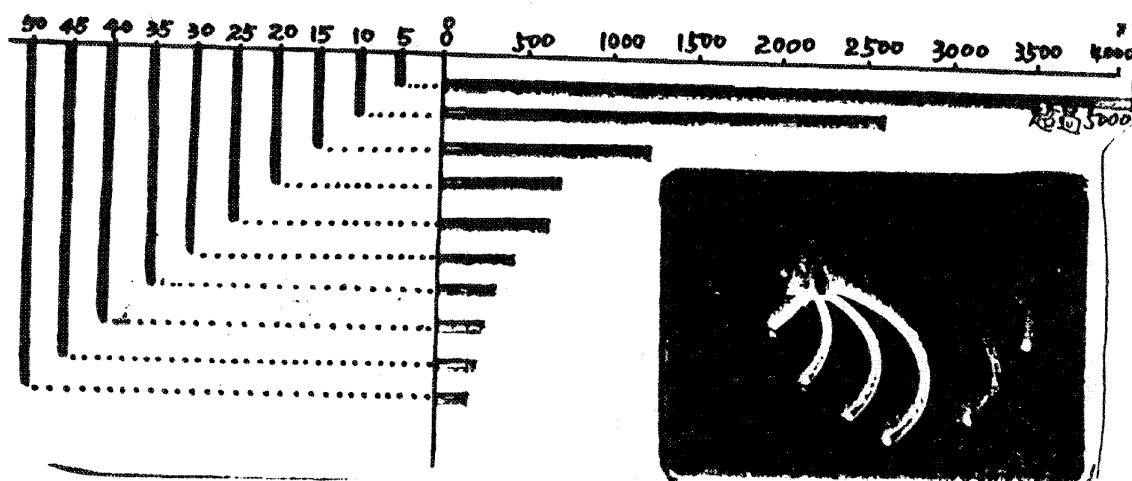
把透明塑膠管剪成 50 公分一條，在管子的一邊用灯泡照射。

結果發現：管子變得漂亮極了，愈靠近灯泡愈亮，中間橘紅，最後沒有光，用測光表測量管子側面，結果：



· 實驗 3

拿和實驗三同樣的材料剪成 5、10、15、20、25、30、35、40、45、50 公分長條共 10 條，每條的一端都各接一個灯泡，開亮以後，測量每一條管子底端的亮光度，並畫如下圖。



問題(三)

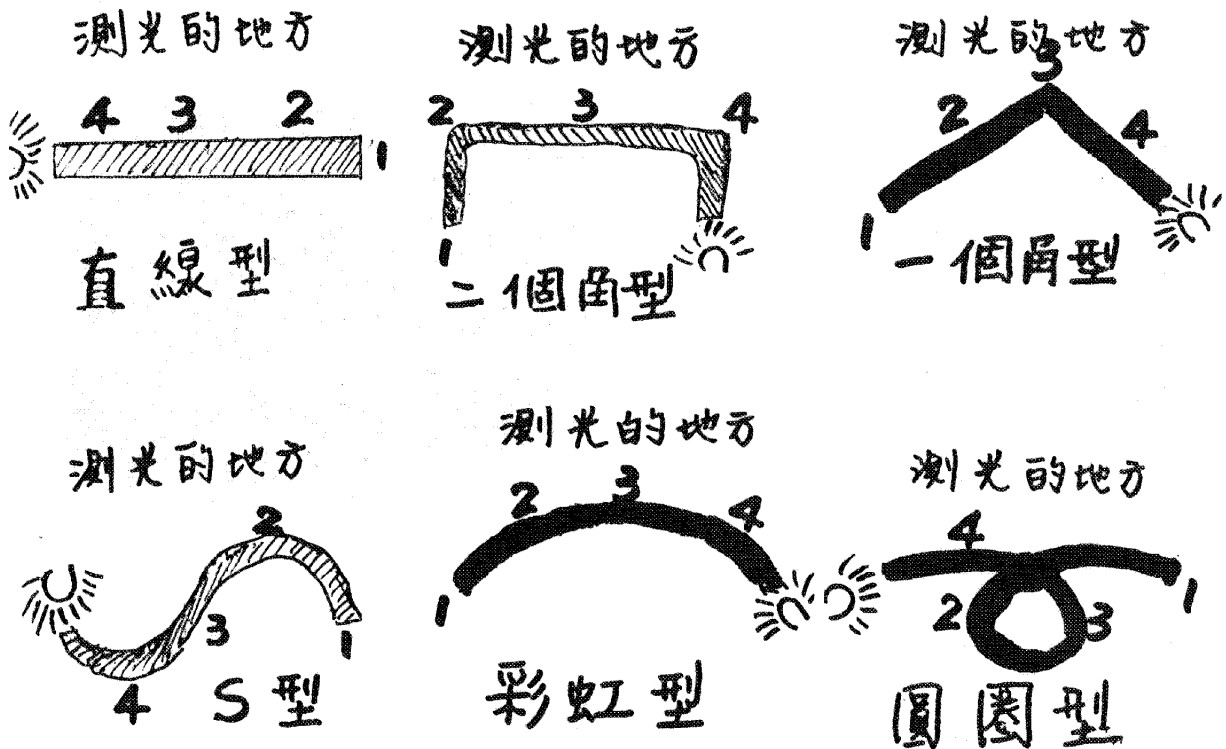
管子的曲折對光線的傳送是不是有影響？

• 實驗 4.

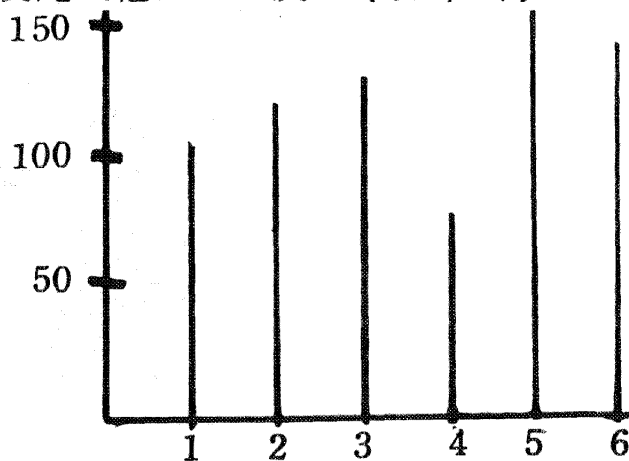
(1)將實心透明膠管剪成40公分長條，共6條。

(2)將塑膠長條彎曲成各種不同形狀，然後在一端裝電燈泡，通電使發光。

(3)測量每一種不同曲折的塑膠管的各部份亮度。



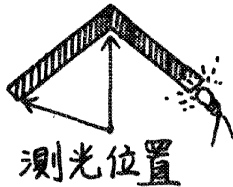
結果：我們把上面六種曲折管子的光度加起來發現有曲折的地方即 S型的 2，4，，二角型的 2，4，，彩虹型的 3，一角型的 3，他們照度比其他多 147 度。(如下圖)



問題(四)：

曲折的角度對光的傳送是不是有影響？

• 實驗 5.



1. 將實心透明膠管剪成 40 公分一段共六段。
2. 每根膠管在 20 公分處折成一個角，角度分別是 9 度，10 度，20 度，30 度，40 度，50 度，60 度，70 度，80 度，90 度，110 度，130 度，150 度，170 度。
3. 測量每個不同角度膠管的曲折地方以及末端。

結果我們又發現：

曲折後的夾角愈小（銳角）則光線愈亮。由這裏可證明，光線是跟著膠管直線進行，遇到折角地方，因為不能繼續前進而產生折射，所以特別的亮。

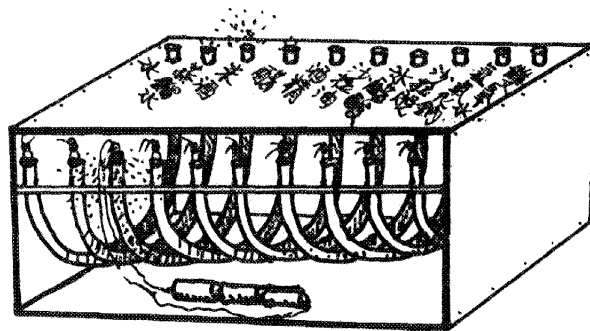
問題(五)：

不同的液體對光的傳送是不是有影響？

• 實驗 6

實驗方法：

- (1) 將空心透明塑膠管剪成 30 公分一段，共 10 條。
- (2) 自己設計一個觀察台（如下圖）
- (3) 在管中放入各種不同液體看他傳光的情形。



結果我們發現——以沙拉油的光度最高，也就是傳光的液體以沙拉油最好，最能完整傳送光線，不會有散失或者偏折現

象，可見沙拉油的液體，光線最容易通過。

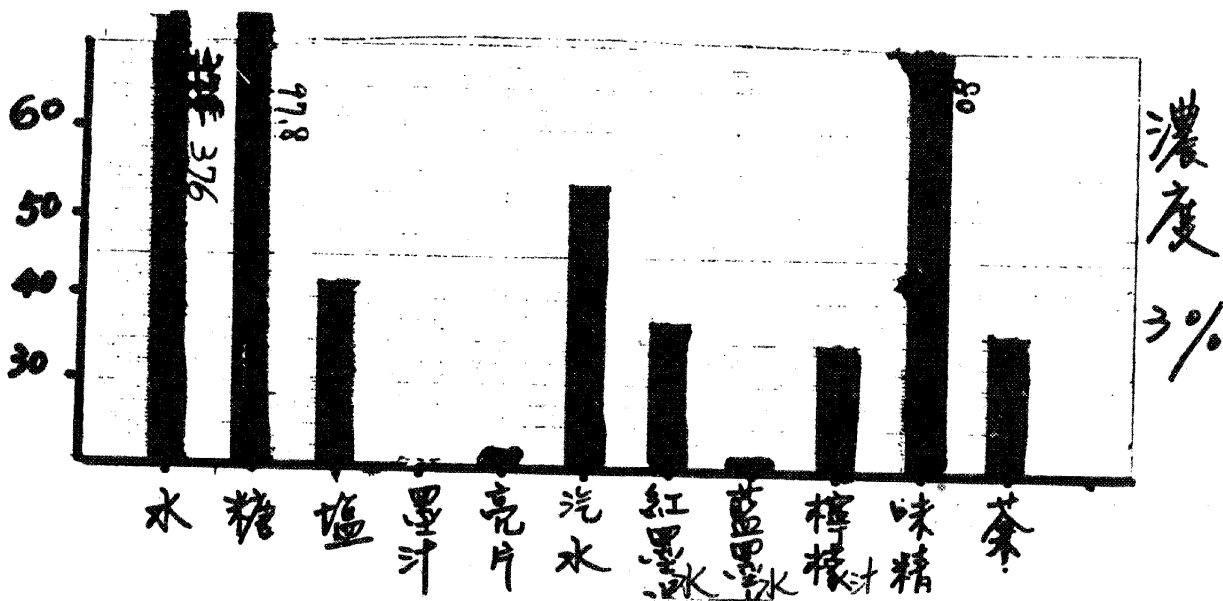
問題(六)

在一種液體中，加入不同的物質，對光的傳送是不是有影響？

• 實驗 7.

- (1)利用實驗七的觀測台，但是在各種管子中，全部放入水（比較安全）。
- (2)在膠管的水中放入各種物質，如墨汁、糖、鹽。
- (3)利用灯泡發光測出膠管另一端的光度。
- (4)記錄實驗結果，並且統計出來。（略）

結果我們發現——清水的傳光光度是 376 度，但是在加入各種不同的東西後，光度就降低得很多，可見不管任何物體對光都有阻擋前進，不良的影響，否則光度應該完全的相同。



問題(七)：

怎樣的端頭，才能使光線的傳送效果最好？

• 實驗 8.

- (1)將實心膠管裁成 15 公分一條，然後將一端的端頭切挖成各種不同的形狀。（共十種）。
- (2)把發光的灯泡裝在膠管的一端，讓光線能在另一個端頭發出。

(3)測量並記錄各種端頭的光度。(略)

結果：由實驗的統計中，我們知道：膠管的端頭以平面最好，光度 642 度，圓形端頭第二，光度 576 度。凹形端頭第三光度 501 度，而以斜面端頭最差，光度 368 度，可見：

端頭的形狀也會影響到光的傳送。

由實驗八的結果中，我們又注意到家裡的花玻璃，表面上有各種刻紋和粗細不同的顆粒，它是不是也和不同的端頭一樣會影響光線的傳送呢？

問題(八)

目前房子大部份使用那一種玻璃？

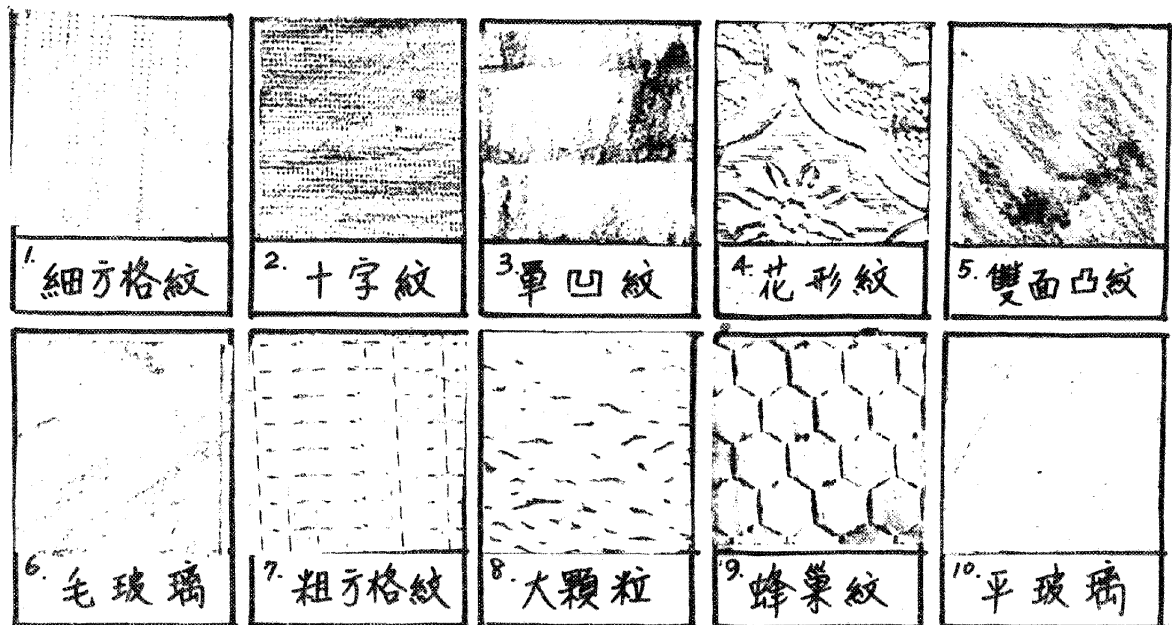
研究方法：1.請同學調查街上的公寓和商店採用的玻璃花樣。

2.請同學回家調查家裏各地方的玻璃。

3.調查鄰近學校教室所使用的玻璃。

4.到玻璃店調查玻璃種類有多少種。

依據我們到玻璃店調查的結果，玻璃的花樣大概可以分成十種。



結果：我們發現：

商店以 2 號十字紋玻璃最多，佔 32%，學校以 10 號平面玻璃最多，佔 72%，家庭以 4 號玻璃最多，佔 29%。

問題(九)

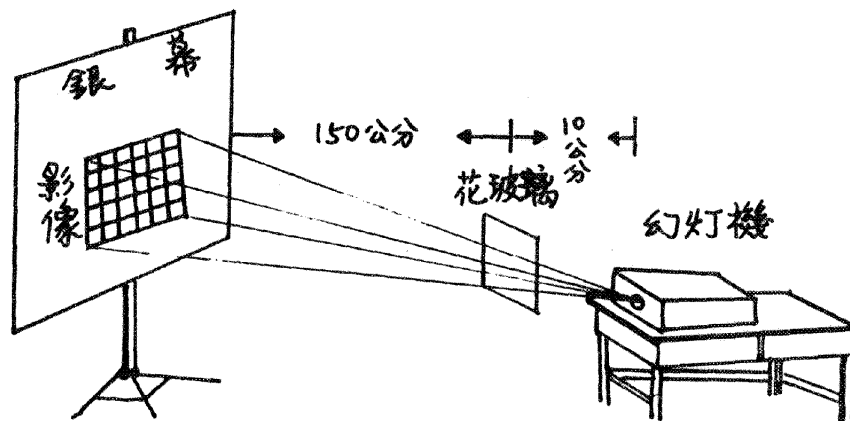
各種不同花紋的玻璃，對室內的光亮是不是有影響。

• 實驗 9.

研究方法：(1)利用幻灯機投出光線，照在銀幕上。

(2)在幻灯機中，放入畫好16個正方格的透明膠片。並測出面積和光度。

(3)在幻灯機和銀幕中放進各種不同花紋玻璃，看它形成的影像並記錄影像面積和光度。



結果我們發現——不同花玻璃的影像完全不同。

1. 號玻璃：面積放大 4.5 倍、光度為標準的 20 %。
2. 號玻璃：面積放大 2 倍、光度為標準的 20 %。
3. 號玻璃：面積放大 1.4 倍、光度為標準的 70 %。
4. 號玻璃：面積放大 2.6 倍、光度為標準的 30 %。
5. 號玻璃：面積放大 1.3 倍、光度為標準的 60 %。
6. 號玻璃：面積放大 4.4 倍、光度為標準的 10 %。
7. 號玻璃：面積放大 2.5 倍、光度為標準的 20 %。
8. 號玻璃：面積放大 1.7 倍、光度為標準的 30 %。

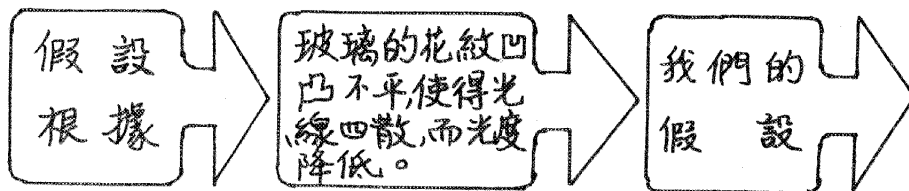
以上各種玻璃的影像都有放大的現象，而且當影像面積愈大，則光度愈弱。

為什麼影像會有放大的現象呢？我們觀察後有一個結果。

在玻璃上的凹凸顆粒，使得影像有放大的現象。

我們利用南寶樹脂塗在花玻璃上，等乾了以後，取得得到一個陰模來觀察。

但是——爲什麼在浴室洗澡時，外面看光線比較亮。



假如把凹凸不平的地方彌補起來,就會減少光線透射玻璃後的影像面積。

• 實驗10.

研究方法：將八塊花玻璃塗上沙拉油，然後用實驗九的影像形成設備，將光線照在塗油後的玻璃上，計算影像面積及光度。

結果我們發現——各種不同花紋的玻璃會產不同的影像。而影像的形成或面積和花玻璃上的顆粒大小、排列方式、溝痕的方向、深度等有密切的關係，假如我們在花玻璃上塗油，會使光度增加、影像縮小，可能是因爲沙拉油將花玻璃上的凹槽填滿，使花玻璃表面更接近平面。

問題(+)

摩托車上的方向燈罩的構造，是否影響光亮程度？

調查：

研究方法：我們到馬路上交通頻繁的地方，請各種機車的駕駛人幫忙

，停車讓我在車後 5 步的地方，測量方向燈的光度。

結果：我們發現、摩托車方向燈以雄獅 125cc 的最亮，其他的都不很亮，於是我們到摩托車器材行買它的方向燈罩，發現燈罩的後方，有許多成半圓形的顆粒外，還有許多同心圓。

• 實驗10.

研究方法：(1)購買各種不同的方向燈罩並予編號（1～24號）。

(2)利用幻灯機照射燈罩，觀察所產生的影像及光度。

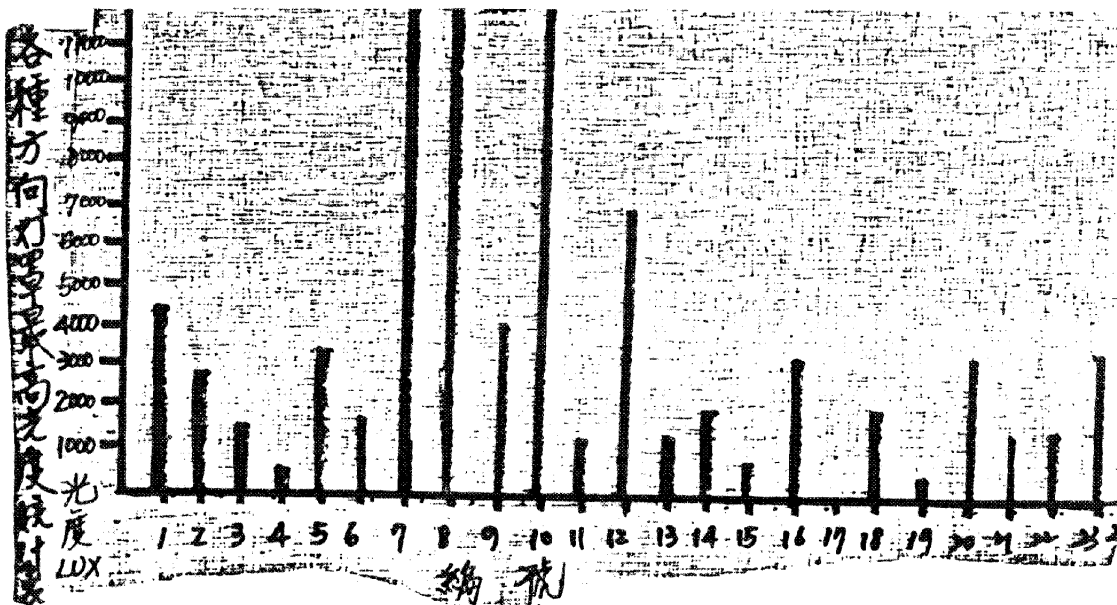
(3)因為產生影像很不規則，所以我們採用照相來計算。

控制的變因

ㄅ.相機：光圈 3

快門：2.5 焦距 52

ㄆ.光源：幻燈機。



	直射組	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1 公尺	10100	50	50	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200	1250	1300
3 公尺	700	300	250	200	150	100	50	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230
5 公尺	300	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
10 公尺	110	20	10	5	8	20	10	60	40	30	20	5	2	1	0	10	0	20	5	19	5	15	5	60	20	
15 公尺	60	10	25	25	15	5	2	20	15	10	18	15	0	1	0	1	0	0	0	3	1	0	1	1	5	
20 公尺	20	5	2	0	0	1.5	2	10	10	3	1	1	0	0.5	0	0.5	0	0	0	0.2	0	0	0	0.5	2	
25 公尺	0	2	0	0	0	1	2	3	7	1	1.5	0.4	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	
30 公尺	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
35 公尺	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
40 公尺	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

結果：上面的統計表，表

示了不同的方向燈罩所產生的光線，隨距離而減低光度的情形，我們在表中發現以8號的方向燈罩最好，光度最強。它的光度降

低情形如右圖，在距離40公尺的地方，光度仍然是標準光源的0.3%。假如以面積來看，就16號的方向燈罩最好，因為它擴散的面積是標準光源面積的4倍。為什麼？8號的燈罩光照距離最遠，而7、8、10號的光照範圍最大。

公尺	光 度	20	10
1	10000	25	7
3	700	30	1
5	450	35	0.5
10	40	40	0.3
15	15		

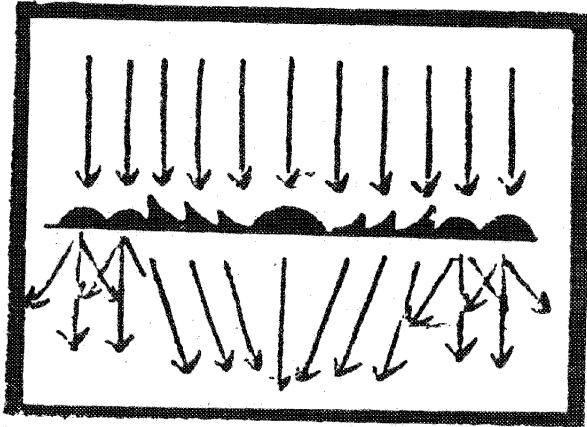
研究方法：(一) 將光照遠的1號、5號、6號、7號、8號、9號、10號編為甲組。

(二) 將光照範圍大的16號、14號、18號、12號、8號編為組。

(7) 觀察甲、乙兩組不同灯罩內部的顆粒形狀。

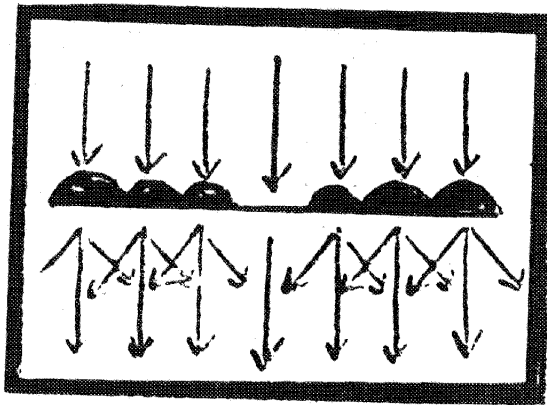
※甲組特徵：

中間有同心圓，而這些圓都是由三角形構造，有聚光的作用。



※乙組特徵：

中間沒有同心圓成一片平面，四周則是半圓形顆粒所以沒有聚光只有散光的作用。



結果：由甲、乙組的特徵當中，我們終於明白爲什麼有些灯罩聚光，而有些灯罩散光，原因是灯罩內部顆粒的形狀不同以及排列方法不同。

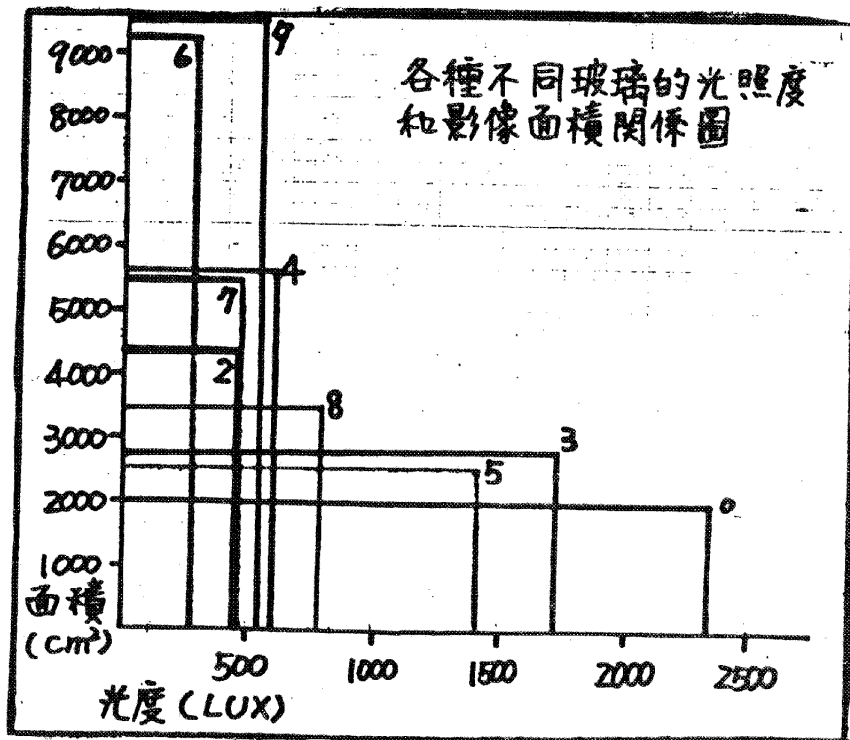
五、結果與討論

(一)由實驗二中，我們發現——光在物體中傳送的時候，愈來愈暗淡，（而且也有顏色改變的現象）所以光並不是永遠維持同樣速度不停的前進，仍然會受到阻礙而使光度降低，有消失、擴散的現象。

(二)由實驗三中，我們了解——傳送光綫的物體愈短，光度就愈強，而且在塑膠實心管內管的長度每增加一倍，光度就減少34.3

%。

- (三)由實驗四中，我們發現——傳送光線的透明膠管曲折的時候，在曲折的地方會特別地亮，我們推測是光線在這個地方運動特別厲害的關係吧！
- (四)在實驗五中，我們更證明了一——當傳光的透明膠管曲折角度愈小時；則在曲折的地方光度愈強，而在透明膠管中折角每增加一倍，光度就增加 106 %。
- (五)在實驗六中，我們發現不同的液體傳送光線的效果也不一樣，就實驗中得知，以沙拉油最強，平均 534 度，氫氧化鈉第二，蒸餾水第三。
- (六)在實驗七中，我們又證明了一——在同樣蒸餾水中，加入了不同物質，使它溶解在水中時，會影響光線的傳送，而有不同的光度顯示。其中以糖水的阻礙最小，但是光度也比純粹的水降低了 278.2 度。
- (七)由實驗八中，我們發現了一——傳送光線的端頭，對光的傳送有很大的影響，而以平面的最好，因為平面的端頭和光的前進路線呈垂直，光可以直接穿過而不會向四面八方折散，而影響了光的強度。
- (八)由實驗一中，我們知道——不同的材料，會影響光的傳送，在實驗中，以實心玻璃最好，最亮。所以我們的窗戶、門等應該用玻璃，最能傳光。
- (九)由玻璃的實驗中，給了我們很多的啟示：
- 1.我們把各類有花紋玻璃的照光度與影像面積併畫成一張統計圖，由圖裏很明顯看出，當幻燈機的光源透過花玻璃時，在銀幕上所呈的影像，光度愈強，影像面積愈小，也就是光度和面積成相反的關係。
 - 2.當光線透過有凹形長條紋的玻璃時，影像會被拉長，它拉長的方向和凹紋的方向成 90 度角交叉。
 - 3.當光線透過有正方格紋的玻璃時影像會成十字形，由此可知光線的前進和物體表面是否水平與傾斜有關。



(+)由方向燈罩的研究，也給了我們許多啟示：

1. 具有三角形條紋圍成同心圓的方向燈罩具有聚光的作用，因此光度極強，照射距離遠，但範圍小。
2. 具有半圓形顆粒構造的方向燈罩，具有擴散光線的作用，照射距離近，範圍大。

六、研究結果在生活上的應用

(-)根據所有實驗結果，設計了一個方向燈罩，設計時根據的條件：

1. 光度強有聚光作用光照傳得遠。
2. 光照範圍大有散光作用。
3. 光照不要太高，以免刺傷後面跟來的汽車駕駛人的眼睛。

(-)浴室、書房應該裝 3 號和 5 號影像面積小而光度強的花玻璃，客廳和臥室，就應該裝 9 號或 6 號影像面積大而光度弱的玻璃，如此生活才舒適。

(-)假如你的房間是長條形，就應該要裝 3 號玻璃，並將條紋橫放

，那麼形成的影像是長條形，剛好照滿整個房間，假如房間是橫條形，則玻璃就要直放。

(四)若房間是圖形則應該要用 8 號玻璃，十字形則應該要用 7 號玻璃。

(五)花紋玻璃沾上油、水等液體後，因為液體補滿了凹槽，會使光線直線進行，因此透過玻璃看東西比較清楚。所以浴室和廁所應該選擇凹槽最深的 2 : 8 號玻璃，並且將凹槽那一面朝向外面，以免蒸氣水珠使玻璃更清楚。

(六)假如你的房間是座東朝西，早晚會有太陽直射，因此要裝 8 號或 2 號光照弱而且影像面積又不大的花玻璃，以免太熱，開冷氣浪費能源。

(七)現在有很多大哥哥喜歡將方向燈罩改用藍色這是很不好的，因為它在 10 公尺以後，照度就變成了零。也就是別人無法看得清楚，非常危險。

評語：本項研究對管道內光線的傳送，在曲折、管長、管道本質等變化下，所形成的效果，闡述甚詳；且進一步研究花玻璃與不同方向燈罩的光束傳遞情況，由於題材尚屬新穎，研究過程亦頗完整，且所獲證明，亦符合原理原則，值得獎勵。