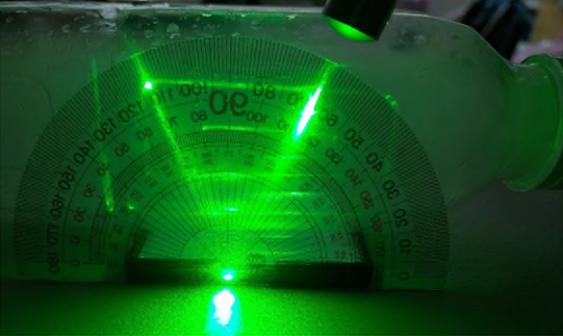
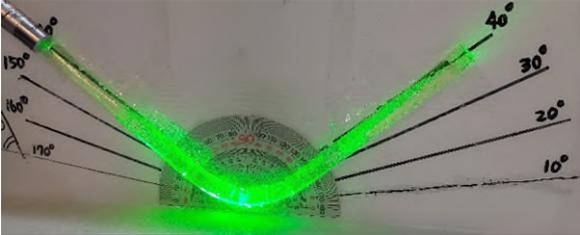
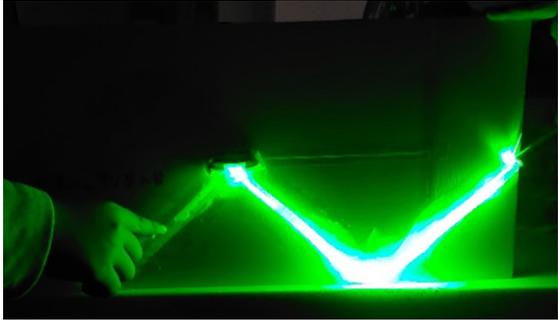
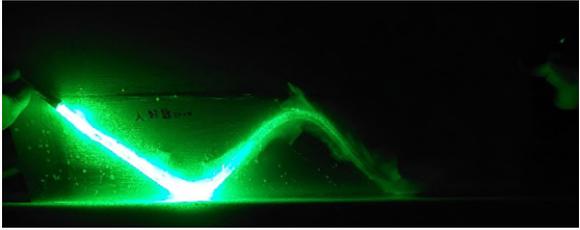


臺北市第 58 屆中小學科學展覽會
作品說明書

	
光的反射(寶特瓶內有煙霧) (寶特瓶下方有平面鏡)	光的反射(水管內有水)
	
入射距離 20cm 雙 V 型水管照光	入射距離 20cm W 型水管照光

科別：物理科

組別：國小組

作品名稱：蟲見光明～導光水管之研究

關鍵詞：雷射綠光、反射、導光水管

編號：

目錄

摘要-----	P.1
壹、前言(含研究動機、目的、文獻回顧)-----	P.1
貳、研究設備及器材-----	P.3
參、研究過程或方法-----	P.4
一、研究架構圖-----	P.4
二、觀察雷射綠光照射有煙霧的寶特瓶之反射現象-----	P.5
三、固定雷射光照射水管與鉛垂線的夾角 60° 時，照射市售雷射 三種光源，測量最遠的光照距離。-----	P.6
四、固定照射市售雷射綠光，變化水管與鉛垂線的三種夾角， 測量最遠的光照距離。-----	P.8
五、固定照射市售雷射綠光和夾角 50° 時，變化水管入口到最低 彎曲處的三種入射距離，測量最遠的光照距離。-----	P.10
六、固定照射市售雷射綠光、夾角 50° 和入射距離 20cm 時，變化 二種導光水管形狀，測量最遠的光照距離。-----	P.13
肆、研究結果-----	P.15
伍、討論-----	P.20
陸、結論-----	P.21
柒、參考文獻資料-----	P.22

摘要

家裡夜晚停電，找不到蠟燭或手電筒沒電，是否可使用雷射光照射導光水管讓牆上發光照明呢?本研究使用市售雷射筆的三種光源、水管與鉛垂線的三種夾角、水管入口到最低彎曲處的三種入射距離、二種的導光水管形狀來測量最遠的光照距離。結果發現：一、使用市售雷射筆的綠光照射導光水管，光照距離最遠。二、雷射綠光照射水管與鉛垂線的夾角 50° 時，光照距離最遠。三、入射距離 20cm，光照距離最遠。四、導光水管形狀是入射距離 20cm W 型水管，光照距離最遠。我們將導光水管裝置貼在牆上測試發光照明，未來還要增加停電雷射筆自動發光裝置，雷射綠光就可射入 W 型導光水管來發光照明，相信我們的導光水管裝置容易組裝，適合家庭推廣使用。

壹、前言

一、研究動機

啊!夜晚停電了，家裡找不到蠟燭，手電筒也沒電，怎麼辦?我們想起學校自然課做過光的反射實驗，那麼我們是否可以使用雷射光照射導光水管讓牆上發光照明呢?因此，我們看了「生活裡的科學-光的反射」影片，啟發了我們研究「導光水管」的興趣。

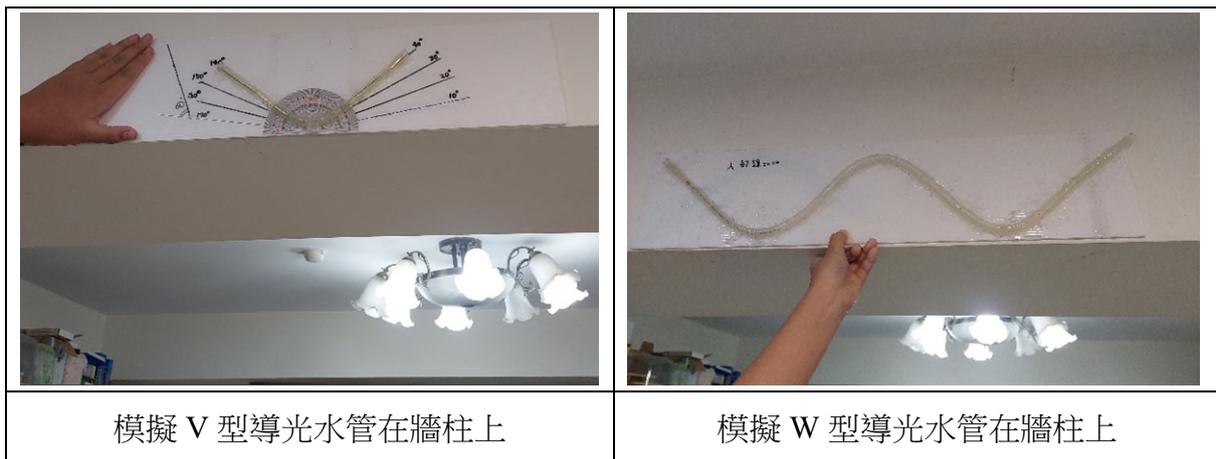


圖 1-1-1:模擬導光水管在牆柱上

二、研究目的

(一)觀察雷射綠光照射有煙霧的寶特瓶之**反射現象**

(二)固定雷射光照射水管與鉛垂線的**夾角 60°** 時，照射**市售雷射三種光源**，測量最遠的光照距離。

(三)固定照射**市售雷射綠光**，變化水管與鉛垂線的**三種夾角**，測量最遠的光照距離。

(四)固定照射**市售雷射綠光**和**夾角 50°** 時，變化水管入口到最低彎曲處的**三種入射距離**，測量最遠的光照距離。

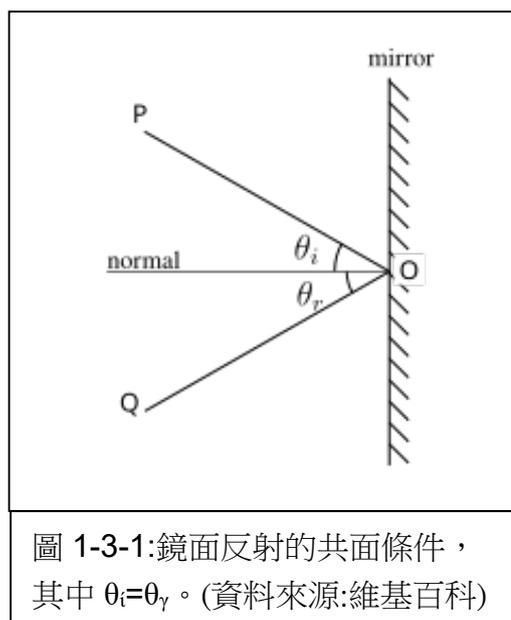
(五)固定照射**市售雷射綠光**、**夾角 50°** 和**入射距離 20cm**時，變化**二種導光水管形狀**，測量最遠的光照距離。

定義:當雷射光射入導光水管，在背景環境暗時，用人眼可看出導光水管發光的水管長度，定義為「**最遠的光照距離**」。

三、文獻回顧

(一)鏡面反射

根據維基百科資料查詢，**反射定律**指出，光線的**反射角等於入射角**，入射方向、表面法線和反射方向為共面。(θ_i 為入射角， θ_r 為反射角。)



(二)導光材質的研究及其在生活當中的創意設計和應用

根據中華民國第 45 屆中小學科學展覽會作品說明書，結論說明：

- 1.同樣容積的**水又要比空氣及冰導光好**。而混濁度愈高的水，愈不透明，其導光度愈差。因此，水是最便宜、最親近我們的導光材質。
- 2.觀察可透光的物質時，可以看見光線會從觀察物的側面發散出來，這是光線折射的結果。
- 3.研究結果主要是針對塑膠光纖和玻璃光纖進行比較分析和應用。

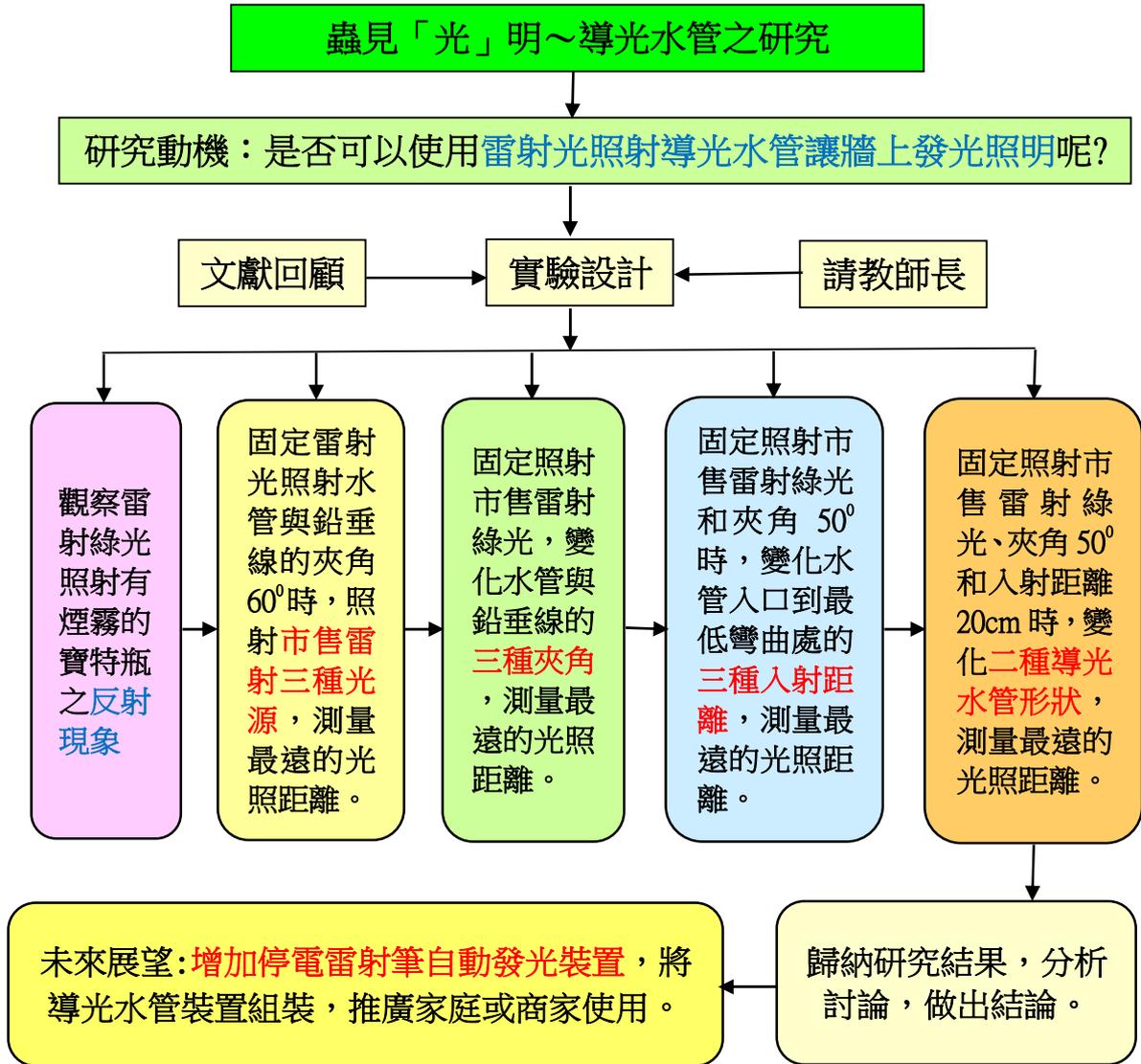
由於塑膠光纖和玻璃光纖的成本較高，因此，**我們嘗試未使用過的「塑膠水管」來裝水，並用雷射光來照射，成為導光水管來進行研究。**

貳、研究設備及器材

- 一、研究設備：市售紅雷射筆(波長 650nm 可見光/雷射輻射之最大輸出<0.39mW)、市售綠雷射筆(波長 501nm 可見光/雷射輻射之最大輸出<1mW)、市售藍雷射筆(波長 405nm 可見光/雷射輻射之最大輸出<100mW)、平面鏡。
- 二、研究材料：外徑 1cm 塑膠軟水管、透明膠帶、白色塑膠板、寶特瓶、線香、打火機、量角器、泡棉膠、剪刀、直尺、黑色奇異筆、水。

參、研究過程或方法

一、研究架構圖



二、觀察雷射綠光照射有煙霧的寶特瓶之反射現象

(一)模擬「生活裡的科學-光的反射」影片實驗

我們想測試綠雷射光，照射有煙霧的寶特瓶，瓶底下有鏡子，觀察雷射光的反射情形，以及使用量角器來測量，是否入射角會等於反射角呢？

(入射角是入射線和垂直法線的夾角，反射角是反射線和垂直法線的夾角。)

(二)實驗步驟

1. 點燃線香，將煙霧充滿寶特瓶內，蓋緊瓶蓋，瓶身橫放，底下放一面鏡子。
2. 將雷射筆的綠光斜照瓶身，當雷射綠光經過瓶子底下的鏡子時，使用量角器觀察雷射綠光的行徑路線和反射現象。

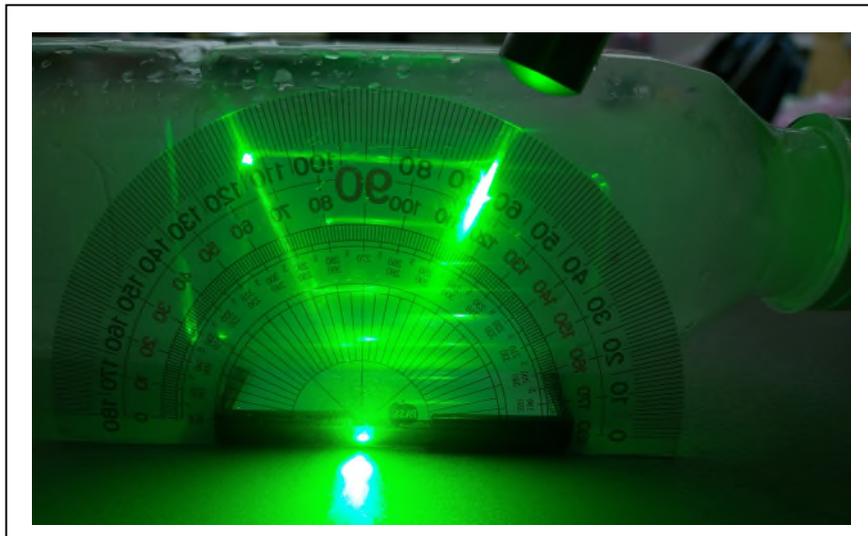


圖 3-2-1:觀察雷射綠光的行徑路線和反射現象

三、固定雷射光照射水管與鉛垂線的夾角 60° 時，照射市售雷射三種光源，測量最遠的光照距離。

(一)操縱變因:市售雷射三種光源

控制變因:雷射光照射水管與鉛垂線的夾角 60°

(二)實驗步驟

- 1.將量角器固定在白塑膠板上，將 15cm 軟水管分別固定在量角器左側水管與鉛垂線的夾角 60° ，以及量角器右側水管與鉛垂線的夾角 60° 上，形成 V 字型。
- 2.軟水管內裝水，照射市售紅、綠、藍三種雷射光，測量最遠的光照距離。

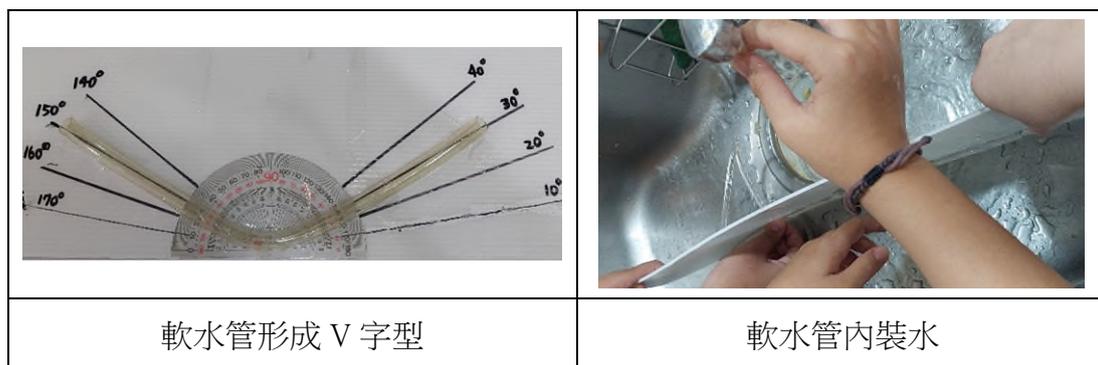


圖 3-3-1:固定軟水管，裝水測試。

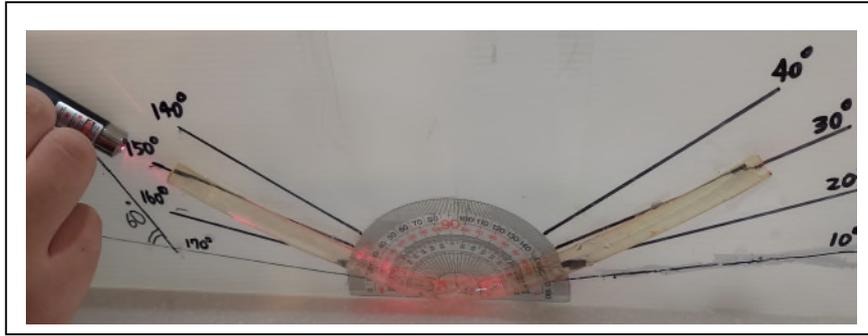


圖 3-3-2:照射市售雷射紅光，測量最遠的光照距離。

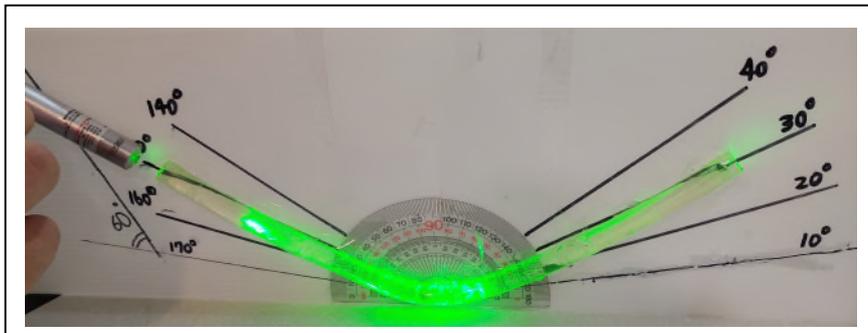


圖 3-3-3:照射市售雷射綠光，測量最遠的光照距離。

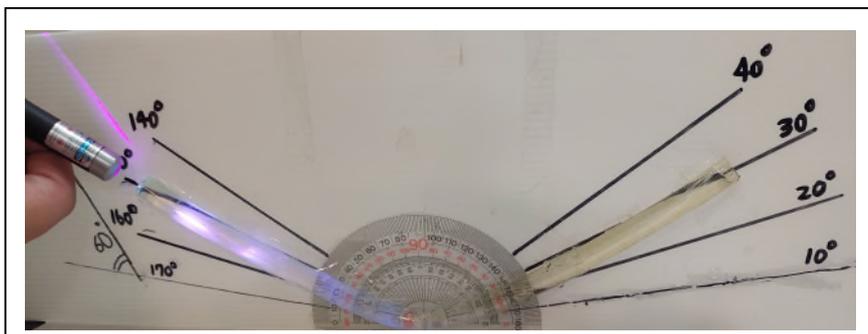


圖 3-3-4:照射市售雷射藍光，測量最遠的光照距離。

四、固定照射市售雷射綠光，變化水管與鉛垂線的三種夾角，測量最遠的光照距離。

(一)操縱變因:水管與鉛垂線的三種夾角

控制變因:市售雷射綠光

(二)實驗步驟

- 1.將量角器固定在白塑膠板上，將 15cm 軟水管分別固定在量角器左側水管與鉛垂線的夾角 50° ，以及量角器右側水管與鉛垂線的夾角 50° 上，形成第一個 V 字型。
- 2.將量角器固定在白塑膠板上，將 15cm 軟水管分別固定在量角器左側水管與鉛垂線的夾角 60° ，以及量角器右側水管與鉛垂線的夾角 60° 上，形成第二個 V 字型。
- 3.將量角器固定在白塑膠板上，將 15cm 軟水管分別固定在量角器左側水管與鉛垂線的夾角 70° ，以及量角器右側水管與鉛垂線的夾角 70° 上，形成第三個 V 字型。
- 4.三個 V 字型軟水管內裝水，分別照射市售雷射綠光，測量最遠的光照距離。

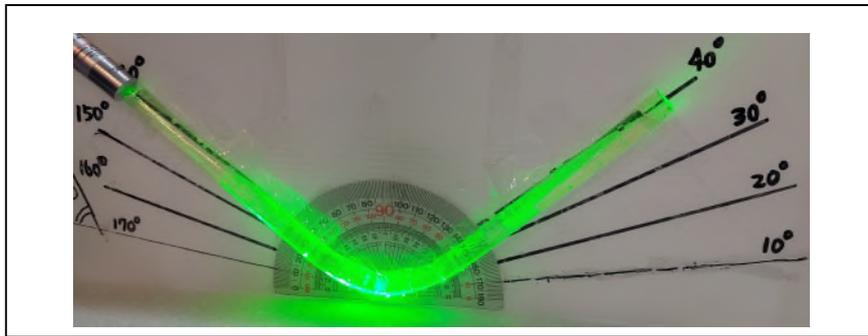


圖 3-4-1:市售雷射綠光照射水管與鉛垂線的夾角 50° ，測量最遠的光照距離。

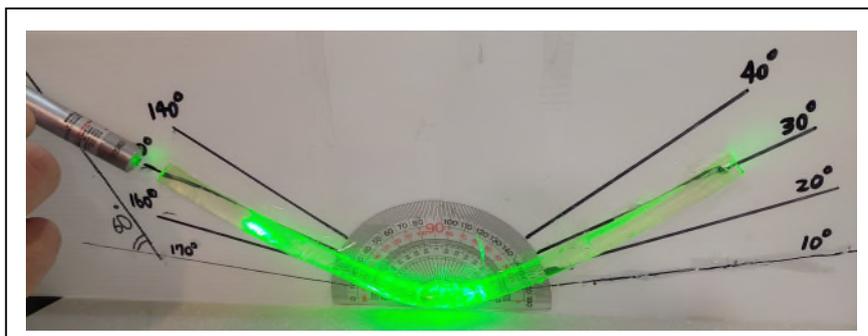


圖 3-4-2:市售雷射綠光照射水管與鉛垂線的夾角 60° ，測量最遠的光照距離。

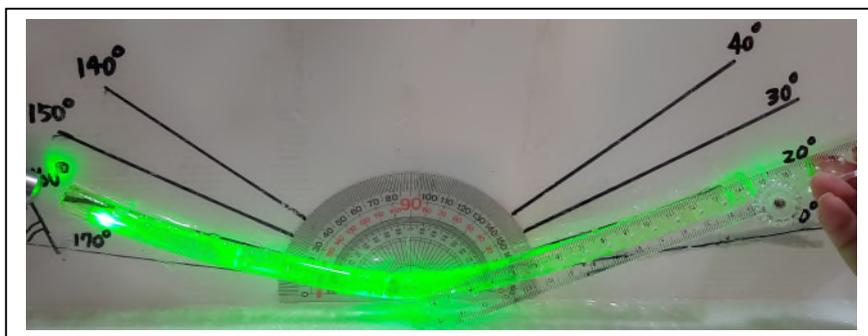


圖 3-4-3:市售雷射綠光照射水管與鉛垂線的夾角 70° ，測量最遠的光照距離。

五、固定照射市售雷射綠光和夾角 50° 時，變化水管入口到最低彎曲處的三種入射距離，測量最遠的光照距離。

(一)操縱變因:水管入口到最低彎曲處的三種入射距離

控制變因:市售雷射綠光和夾角 50°

(二)實驗步驟

- 1.在三片長條白塑膠板上，分別使用量角器畫出夾角 50° 的線條。
- 2.取一條軟水管，每 10cm 軟水管分別固定在左側水管與鉛垂線的夾角 50° ，以及右側水管與鉛垂線的夾角 50° 上，那麼 100cm 的軟水管可以連續形成五個 V 字型。
- 3.另取一條軟水管，每 15cm 軟水管分別固定在左側水管與鉛垂線的夾角 50° ，以及右側水管與鉛垂線的夾角 50° 上，那麼 90cm 的軟水管可以連續形成三個 V 字型。
- 4.再取一條軟水管，每 20cm 軟水管分別固定在左側水管與鉛垂線的夾角 50° ，以及右側水管與鉛垂線的夾角 50° 上，那麼 80cm 的軟水管可以連續形成二個 V 字型。
- 5.三種入射距離的軟水管內裝水，分別照射市售雷射綠光，測量最遠的光照距離。

	
<p>黏貼軟水管 1</p>	<p>黏貼軟水管 2</p>
	
<p>黏貼軟水管 3</p>	<p>軟水管連續形成五個 V 字型</p>
	
<p>軟水管連續形成三個 V 字型</p>	<p>軟水管連續形成二個 V 字型</p>

圖 3-5-1:三種入射距離的軟水管製作過程

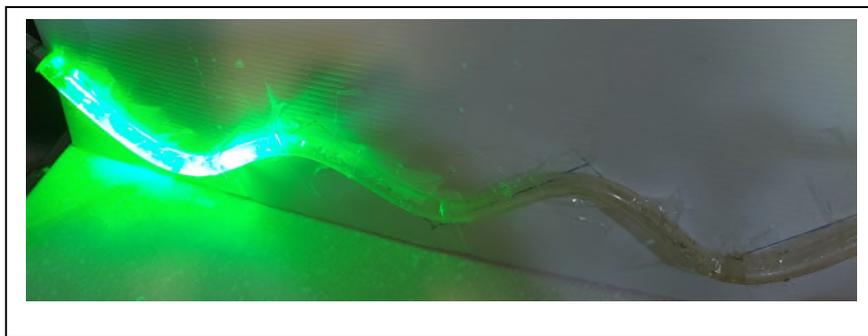


圖 3-5-2:水管入口到最低彎曲處的人射距離 10cm，測量最遠的光照距離。

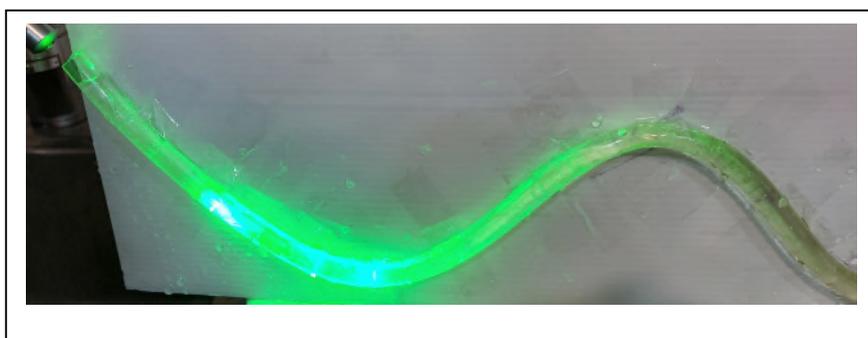


圖 3-5-3:水管入口到最低彎曲處的人射距離 15cm，測量最遠的光照距離。

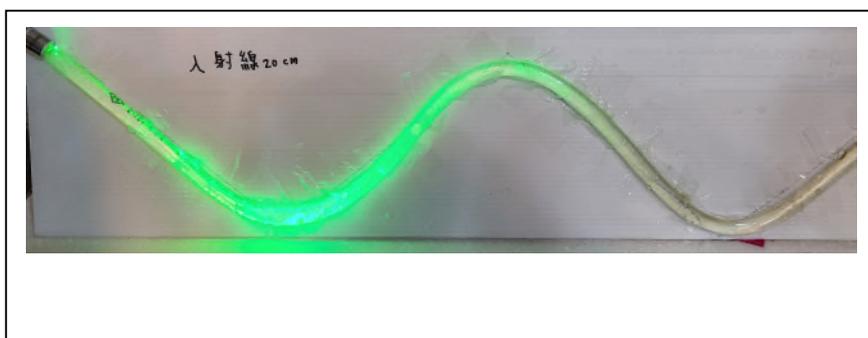


圖 3-5-4: 水管入口到最低彎曲處的人射距離 20cm，測量最遠的光照距離。

六、固定照射市售雷射綠光、夾角 50° 和入射距離 20cm 時，變化二種導光水管形狀，測量最遠的光照距離。

(一)操縱變因:二種導光水管形狀

控制變因:市售雷射綠光、夾角 50° 和入射距離 20cm

(二)實驗步驟

- 1.在二片長條白塑膠板上，分別使用量角器畫出夾角 50° 的線條。
- 2.取一條軟水管，每 20cm 軟水管分別固定在左側水管與鉛垂線的夾角 50° ，以及右側水管與鉛垂線的夾角 50° 上，那麼 40cm 的軟水管可以形成一個 V 字型。
- 3.另取一條軟水管，水管入口和第一個 V 字型水管出口觸碰，並每 20cm 軟水管分別固定在左側水管與鉛垂線的夾角 50° ，以及右側水管與鉛垂線的夾角 50° 上，那麼 40cm 的軟水管又可以形成第二個 V 字型。
- 4.在第一個 V 字型水管出口和第二個 V 字型水管入口的前方，使用泡棉膠黏貼，架設直立的平面鏡，完成「雙 V 型導光水管裝置」。
- 5.再取一條軟水管，每 20cm 軟水管分別固定在左側水管與鉛垂線的夾角 50° ，以及右側水管與鉛垂線的夾角 50° 上，那麼 80cm 軟水管可以形成一個 W 字型的導光水管，就完成「W 型導光水管裝置」。
- 6.二種形狀的導光水管內裝水，分別照射市售雷射綠光，測量最遠的光照距離。



圖 3-6-1: 完成「雙 V 型導光水管裝置」

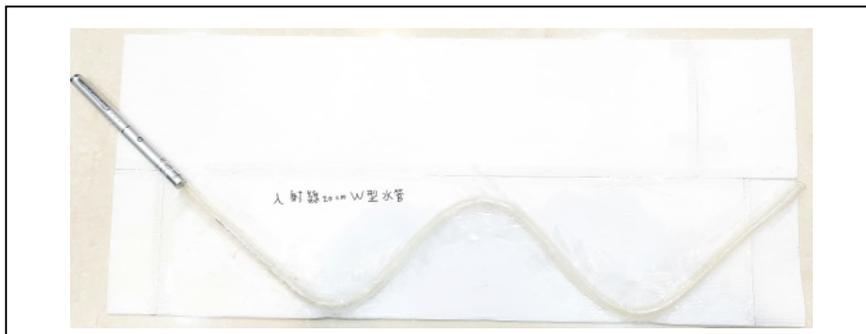


圖 3-6-2: 完成「W 型導光水管裝置」

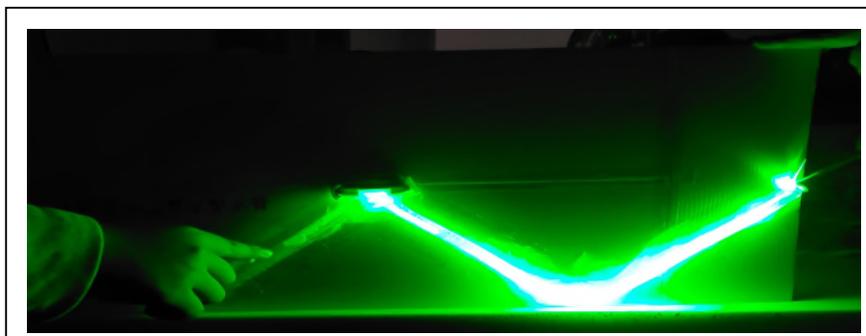


圖 3-6-3: 測量「雙 V 型導光水管裝置」最遠的光照距離

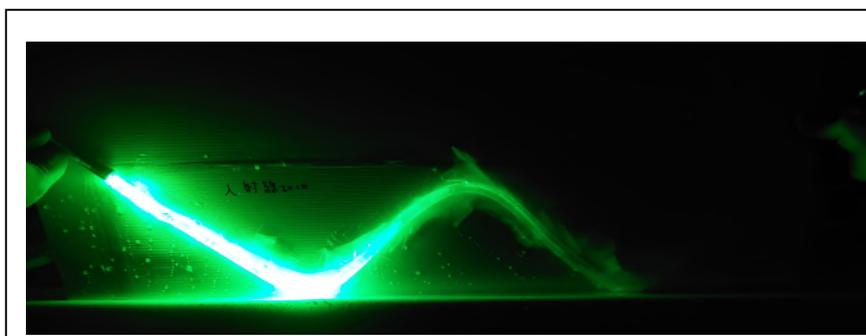


圖 3-6-4: 測量「W 型導光水管裝置」最遠的光照距離

肆、研究結果

一、觀察雷射綠光照射有煙霧的寶特瓶之反射現象

(一)結果發現：

- 1.有煙霧的寶特瓶內，可以看見雷射綠光是直線前進的，那是因為雷射綠光照射到煙霧顆粒反射到眼睛的結果。而且當雷射綠光照射到光滑的平面鏡後，雷射綠光的行進路線會改變，行進路線呈現 V 字型。
- 2.雷射綠光照射到鏡子後會反射，用量角器測量入射角(入射線和法線的夾角)是 23° ，用量角器測量反射角(反射線和法線的夾角)也是 23° ，觀察到入射角=反射角，這就是光的反射原理，和維基百科文獻記載的相同。

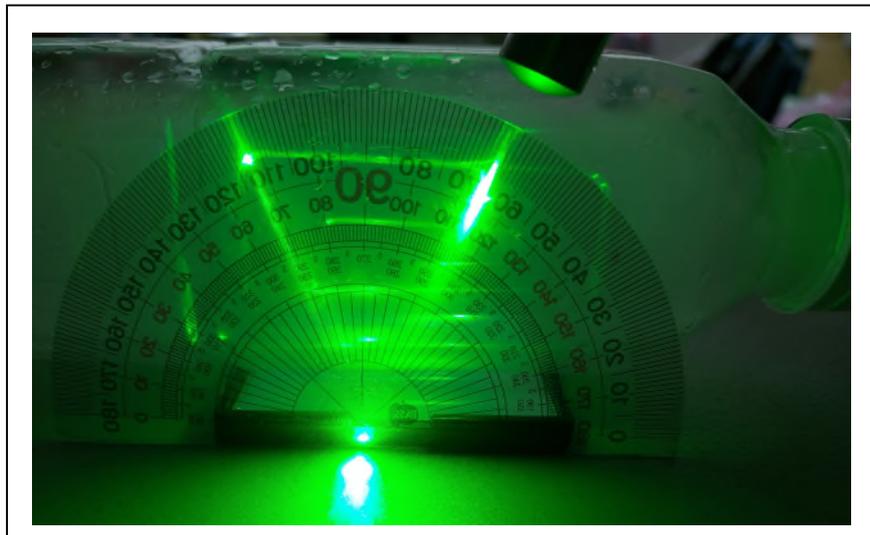


圖 4-1-1:照射市售雷射光，觀察到入射角=反射角。

二、固定雷射光照射水管與鉛垂線的夾角 60° 時，照射市售雷射三種光源，測量最遠的光照距離。

表 4-2-1: 照射市售雷射光，測量最遠平均光照距離。

光源 \ 次數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
雷射紅光	20.6	20.7	20.7	20.7	20.6	20.7	20.6	20.7	20.6	20.7	20.66
雷射綠光	32	32.1	32.2	32.2	32	32.1	32.1	32.2	32.1	32.1	32.11
雷射藍光	15.1	15.3	15.2	15.2	15.1	15.1	15.2	15.3	15.3	15.2	15.2

(最遠平均光照距離單位:cm)

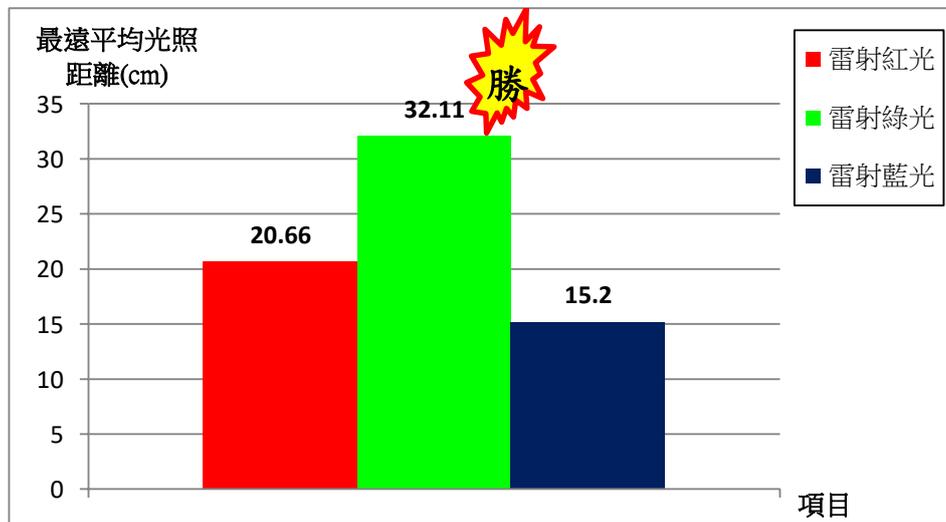


圖 4-2-1: 照射市售雷射光，測量最遠平均光照距離。

(一)結果發現：

1.照射市售雷射綠光的導光水管之最遠平均光照距離為 32.11cm 最遠。

三、固定照射市售雷射綠光，變化水管與鉛垂線的三種夾角，測量最遠的光照距離。

表 4-3-1:照射市售雷射綠光在水管與鉛垂線的三種夾角，測量最遠平均光照距離。

夾角 \ 次數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
50°	33.6	33.7	33.7	33.7	33.6	33.7	33.7	33.7	33.7	33.7	33.68
60°	32	32.1	32.2	32.2	32	32.1	32.1	32.2	32.1	32.1	32.11
70°	32	32	32	32.1	32	32	32.1	32	32.1	32	32.03

(最遠平均光照距離單位:cm)

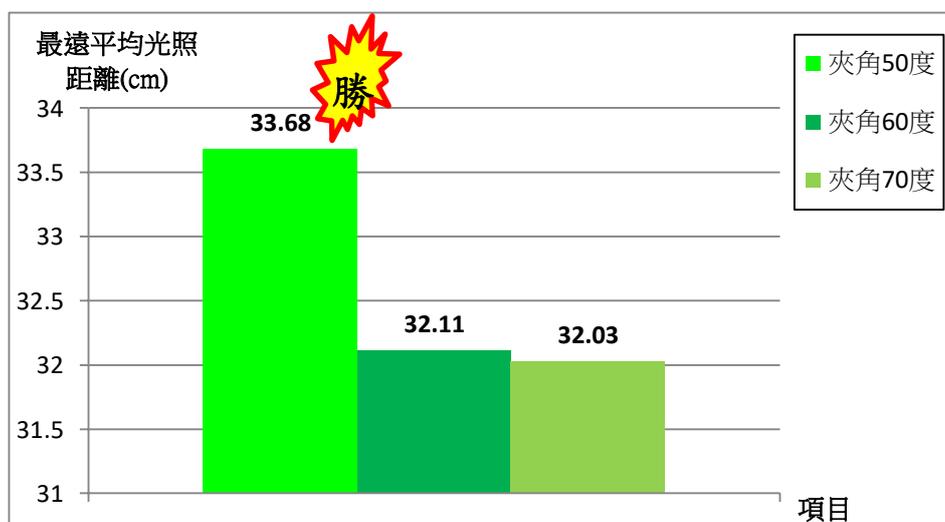


圖 4-3-1:照射市售雷射綠光在水管與鉛垂線的三種夾角，測量最遠平均光照距離。

(一)結果發現：

- 1.照射市售雷射綠光在水管與鉛垂線的夾角 50°時，導光水管之最遠平均光照距離為 33.68cm 最遠。

四、固定照射市售雷射綠光和夾角 50° 時，變化水管入口到最低彎曲處的三種入射距離，測量最遠的光照距離。

表 4-4-1:三種入射距離軟水管內裝水，照射市售雷射綠光，測量最遠平均光照距離。

入射距離 \ 次數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
10 cm	35.7	35.8	35.8	35.7	35.8	35.8	35.7	35.7	35.7	35.8	35.75
15 cm	40.3	40.2	40.2	40.3	40.2	40.2	40.3	40.3	40.2	40.3	40.25
20 cm	48.8	48.9	48.9	48.9	48.9	48.8	48.9	48.9	48.9	48.9	48.88

(最遠平均光照距離單位:cm)

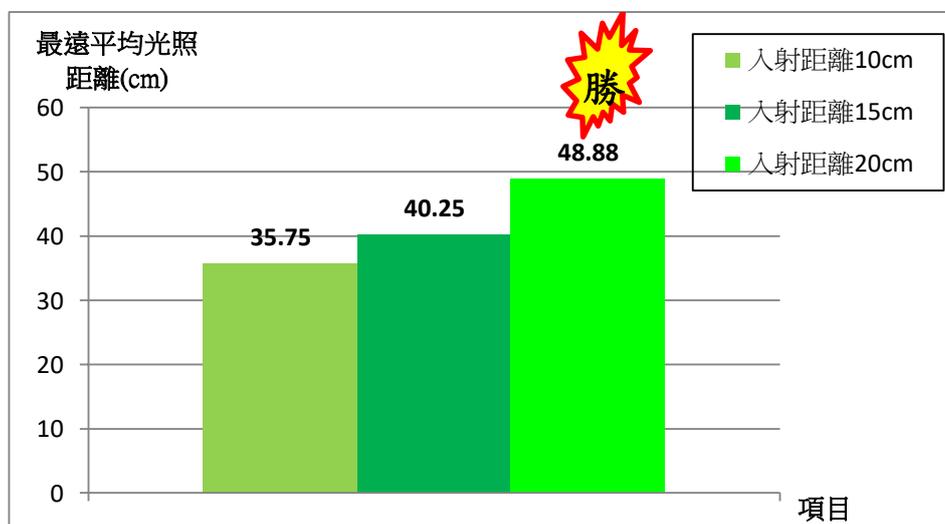


圖 4-4-1:三種入射距離軟水管內裝水，照射市售雷射綠光，測量最遠平均光照距離。

(一)結果發現：

- 1.照射市售雷射綠光在水管與鉛垂線的夾角 50° 時，入射距離 20cm 的導光水管之最遠平均光照距離為 48.88cm 最遠。

五、固定照射市售雷射綠光、夾角 50° 和入射距離 20cm 時，變化二種導光水管形狀，測量最遠的光照距離。

表 4-5-1: 二種導光水管內裝水，照射市售雷射綠光，測量最遠平均光照距離。

次數 形狀	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
雙 V 型	50.7	50.8	50.6	50.6	50.8	50.8	50.7	50.6	50.8	50.8	50.72
W 型	60.5	60.7	60.4	60.8	60.8	60.5	60.5	60.7	60.7	60.5	60.61

(最遠平均光照距離單位:cm)

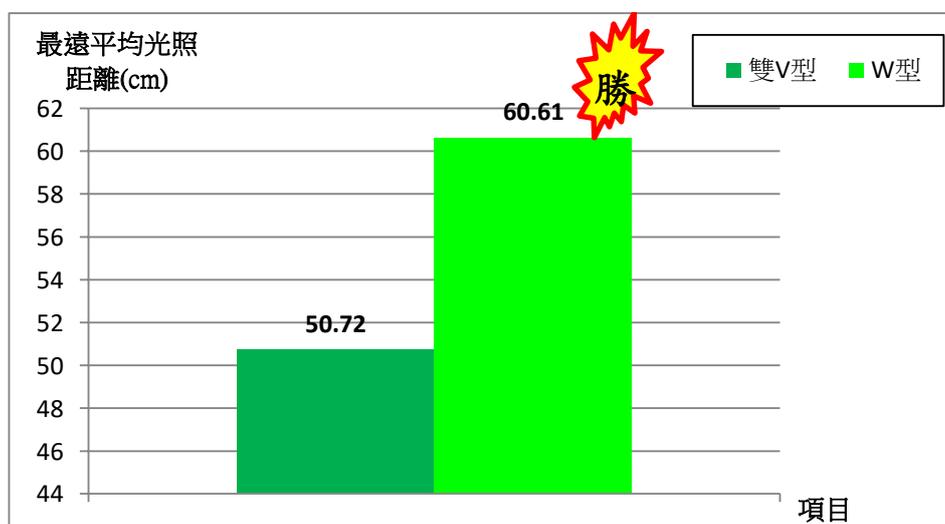


圖 4-5-1: 二種導光水管內裝水，照射市售雷射綠光，測量最遠平均光照距離。

(一)結果發現：

- 1.照射市售雷射綠光在水管與鉛垂線的夾角 50° 時，入射距離 20cm 的 W 型導光水管之最遠平均光照距離為 60.61cm 最遠。

伍、討論

一、為什麼沒有選擇使用塑膠光纖和玻璃光纖進行研究?

除了塑膠光纖和玻璃光纖成本較高以外，目前市面上的產商也已經有了開發的商品，因此我們想嘗試未使用過的「塑膠水管」來裝水，並用雷射光來照射，成為導光水管來進行研究。因為水管彎曲的形狀像「蟲」，所以我們把研究的題目訂為：蟲見「光」明～導光水管之研究。

二、為什麼沒有選擇使用 LED 燈來照明?

我們查詢了電子市售產品發現，大多數的 LED 燈都需要搭配插座供電，一旦停電了就無法使用。另外使用 3 顆 1.5V 電池的 LED 燈，燈泡彼此之間的距離較遠，光源只有一點點且分散，沒辦法像雷射綠光光束強而直，雷射綠光的光源較集中。因此，雷射綠光的照明效果確實比 LED 燈的照明效果來得好。

三、為什麼綠雷射光的照明效果比較好?

我們查詢了資料發現，人眼感光細胞對於相同功率強度下的雷射光，綠色光較敏感。因此雖然用儀器偵測藍光較強，但對人眼細胞感受仍為綠光較強，所以在人眼感受上綠雷射光的照明效果比較好。

四、為什麼綠雷射光照射 W 型導光水管，測量的光照距離最遠?

我們發現導光水管內的水充滿時，雷射綠光比較容易前進而不中斷。雖然雙 V 型的導光水管中間有平面鏡可以反射綠雷射光，但是因為第一個 V 字型的水管出口和第二個 V 字型的水管入口中斷，水沒有辦法流通，反而導光的效果受影響。所以研究發現綠雷射光照射 W 型導光水管，測量的光照距離最遠。

陸、結論

- 一、雷射綠光照射到鏡子後會反射，**入射角=反射角**，這就是**光的反射原理**。
- 二、固定雷射光照射水管與鉛垂線的**夾角 60°** 時，照射**市售雷射綠光**，導光水管測量的光照距離最遠。
- 三、固定照射**市售雷射綠光**，當水管與鉛垂線的**夾角 50°** 時，導光水管測量的光照距離最遠。
- 四、固定照射**市售雷射綠光**和**夾角 50°** 時，當水管入口到最低彎曲處的**入射距離是 20cm**時，導光水管測量的光照距離最遠。
- 五、固定照射**市售雷射綠光**、**夾角 50°** 和**入射距離 20cm**時，當**導光水管形狀是 W 型**，導光水管測量的光照距離最遠。
- 六、我們將**導光水管裝置**貼在牆上測試發光照明，**未來還要增加停電雷射筆自動發光裝置**，雷射綠光就可射入 W 型導光水管來發光照明，相信我們的導光水管裝置容易組裝，**適合家庭推廣使用，有實用價值**。

柒、參考文獻資料

- 一、生活裡的科學/光的反射，網址：<https://www.youtube.com/watch?v=zgR0ZsInjjw&t=1s>。
- 二、國小自然科學康軒版四上。第三單元：有趣的聲光現象。
- 三、鏡面反射，維基百科，網址：<https://zh.wikipedia.org/wiki/鏡面反射>。
- 四、洪靖婷、莊楚雯、林高生、楊皓晴、游承儒、何宇培，導光材質的研究及其在生活當中的創意設計和應用，中華民國第 45 屆中小學科學展覽會作品說明書，國小組生活與應用科學科，臺北市萬華區龍山國民小學。
- 五、感光細胞，維基百科，網址：<https://zh.wikipedia.org/wiki/感光細胞>。