

水球透鏡於光通訊之研究

許峻維 鍾牧辰 林漢宇 林亞欣 高崇芬 鍾志輝 王章霞

國立路竹高中

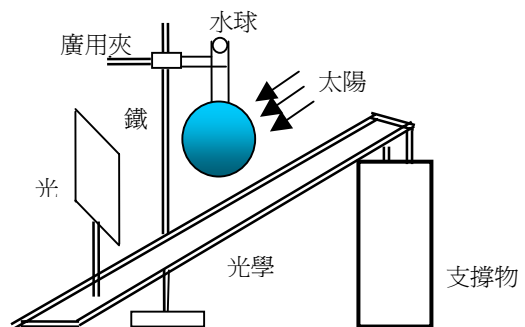
摘要

圓底燒瓶內裝水，能將光線會聚或是發散導致成像，稱之為水球透鏡。光是一種電磁波，而通訊是傳遞電磁波，因此可以利用水球透鏡聚光的特性，來調節通訊距離。結果是 1.水球透鏡的焦距隨著水球透鏡半徑的變大而變大。2.利用水球透鏡的特性，調節光的聚焦程度，可以改良通訊距離，二個水球透鏡的通訊距離 > 一個水透鏡鏡的通訊距離 > 沒有水球透鏡的通訊距離。3.影響水球透鏡通訊距離的變因有水球透鏡半徑越大，通訊距離越遠。液體濃度越大，通訊距離越短。光經過有顏色的水時，會縮短通訊距離，而其中綠色的水，通訊距離最遠。水溫度越高，通訊距離越短。不同種類的介質對光的吸收與散射程度有所不同，因此通訊距離也不同。

一、前言：

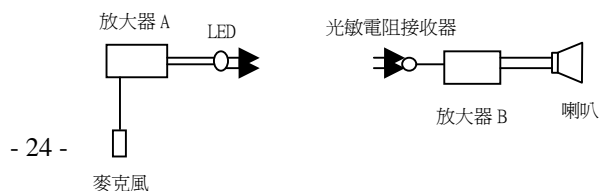
圓底燒瓶內裝水，能將光線會聚或是發散導致成像，稱之為水球透鏡。光是一種電磁波，而通訊是藉著電磁波來傳遞訊號，藉由水球透鏡匯聚光線的特性，應用於通訊距離的調節應是可行的方法，本研究主要是在探討水球透鏡與通訊距離的關係。據此研究目的有 1.探討水球透鏡的大小與焦距的關係。2.水球透鏡的個數對距離的影響。3.水球透鏡遠距離的光通訊。4.影響水球透鏡遠距離光通訊的變因。

1.測量焦距



圖一 測量焦距裝置示意圖

2.通訊裝置

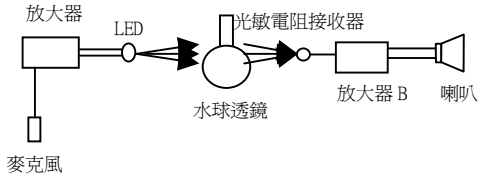




麥克風

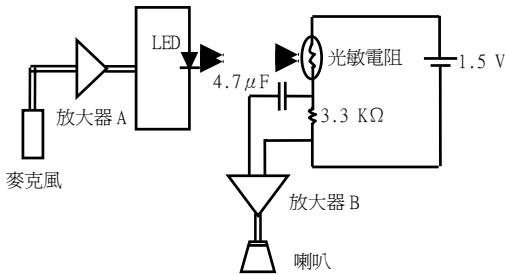
圖二 通訊裝置示意圖

3.加入一個水球透鏡通訊裝置



圖三 加入一個水球透鏡通訊裝置示意圖

4.通訊電路



圖四 通訊電路示意圖

註：電容器：消除直流訊號。

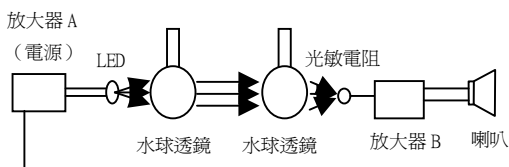
LED：發光二極體。

光敏電阻：接收光的訊號（特性：光線越強，光敏電阻的電阻值越小）。

萬能電路板：方便接線路。

放大器：將聲音訊號放大。

5.加入二個水球透鏡通訊裝置



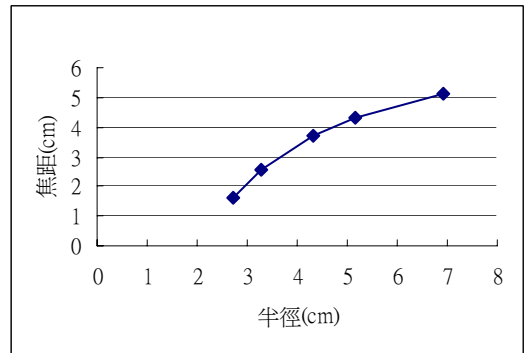
圖五 加入二個水球透鏡通訊裝置示意圖

三、實驗主要器材

- 1.平底試管：一個（半徑 1cm，長 14.7cm）
- 2.不同半徑的圓底燒瓶：5 個（半徑 2.70cm、3.27cm、4.33cm、5.15cm、6.92cm）
- 3.圓形水槽：一個（半徑 16cm，長 20cm）。
- 4.LED：RW-0.5PG
- 5.光敏電阻：CD5558
- 6.電容：47 μ F
- 7.音頻訊號放大器：2 台（300W）

四、實驗結果

（一）水球透鏡的大小與焦距的關係。



圖六 焦距與水球透鏡半徑的關係

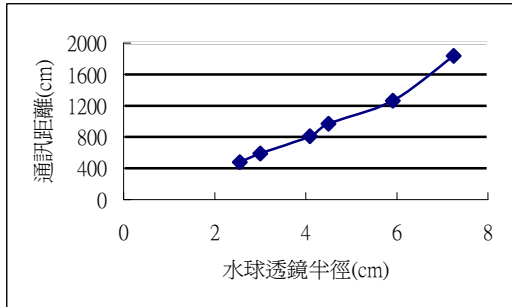
（二）水球透鏡的個數對距離的影響及水球透鏡遠距離的光通訊。

表一 水球透鏡個數對距離的

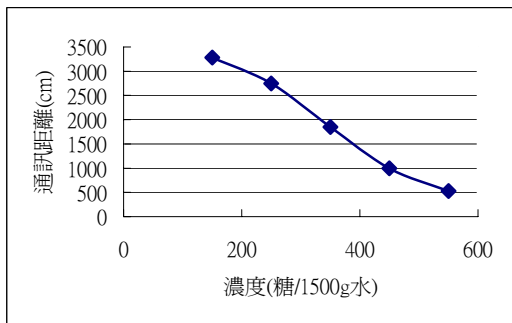
無水球透鏡	\times	186.3	205.2	204.7	198.7 \pm 12.4
-------	----------	-------	-------	-------	------------------

一個水球透鏡	3.57	650.3	656.3	698.1	668.2±29.9
二個水球透鏡	3.57	1778.5	1836.3	1789.5	1801.4±34.9

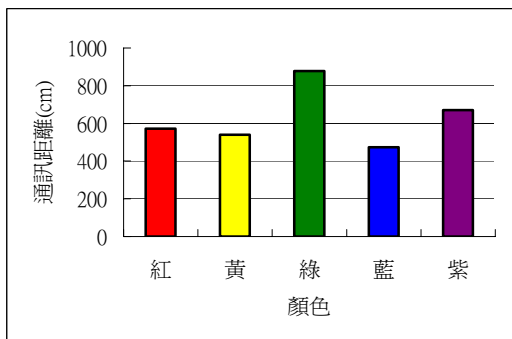
(三) 影響水球透鏡遠距離光通訊的變因



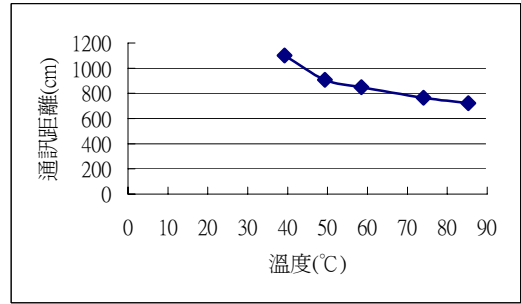
圖七 水球透鏡半徑與通訊距離關係圖



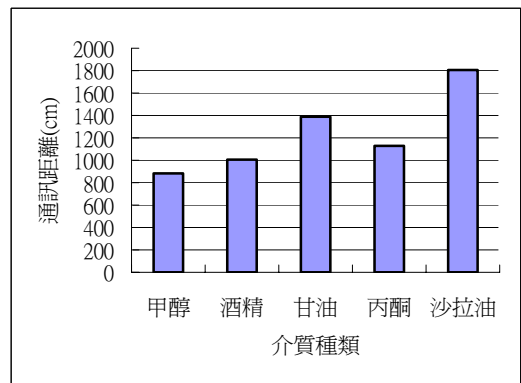
圖八 濃度與通訊距離關係圖



圖九 顏色與通訊距離關係圖



圖十 溫度與通訊距離關係圖



圖十一 不同介質的通訊距離關係圖

(四) 討論

- 1.由圖五知水球透鏡半徑越大，焦距越大。因為半徑大，水球透鏡彎曲度小，光線的偏折程度小，焦距越長。
- 2.將太陽光聚集一點（焦點），找出焦點與透鏡的距離，將小燈泡放在焦點上，則射出的光線經水球透鏡後成平行光，可傳播很長距離且仍保持強度。當我們對麥克風輸入信號時，聲音的音頻電訊號經過放大器 A 放大，使燈泡發出閃爍的光線，這種閃爍的光線就是已調制的光訊號，其光強度與通過燈泡的聲波電訊號近似成比例，當已被調制的光線，經過水球透鏡聚焦後，射到光敏電阻接

收器接收，光訊號將轉換成電訊號，再由放大器 B 放大後傳送到喇叭，還原成聲音的音頻電訊號，達到通話的目的。由表一知加入水球透鏡後，很明顯的距離增加了 469.5 公分，可見添加一個水球透鏡後，接收距離變遠了。

3. 由表一知兩個水球透鏡時因透鏡之間是以平行光行進，所以通訊距離變得很長。距離長接收時較不容易對準，故需隨時調整位置。
4. 改變兩個水球透鏡的大小，由圖七知水球透鏡半徑越大，通訊距離越遠，通訊距離與半徑有接近線性的關係，這是因為水球透鏡越大，接收光面積越大，傳送光量越多，所以通訊距離較遠。
5. 改變水球透鏡內的液體濃度來測量通訊距離如圖八，結果顯示液體濃度越大，接收訊號距離越短。減短通訊距離的原因有吸收和散射，濃度大代表溶質的粒子較多，光線受到粒子散射及吸收的機會較大，因此會縮短通訊距離。
6. 改變水球透鏡內的液體顏色來測量通訊距離如圖九，結果顯示光經過有顏色的水時，最遠的接收距離約 4.7m~8.8m，這與透明的水通訊距離可達 12m 相比較，有明顯的縮短，這是因為有顏色的水會增加對光的吸收與散射效應，因此減短通訊距離。根據所查得的資料，發現綠光在海底通訊時傳輸的距離最遠，而本實驗結果發現綠色的水，其通訊距離較紅色、黃色、藍色、紫色的水來得遠，這顯示兩者之間有某種程度的相關。或其中介質的種類及狀態。
7. 改變水球透鏡內的水溫來測量通訊距離如圖

十，結果顯示水溫度越高，接收訊號的距離越短。溫度代表液體分子運動的速度變快，分子在激烈的擾動狀態下，較易引起光散射效應，因此會縮短通訊的距離。

8. 改變較易取得的材質如圖十一，結果發現通訊距離的大小是：沙拉油 > 甘油 > 丙酮 > 酒精 > 甲醇。其中丙酮、酒精、甲醇的差異不大。因不同種類的介質對光的吸收與散射程度有所不同，因此通訊距離也不同。

四、結論

- (一) 水球透鏡的焦距隨著水球透鏡半徑的變大而變大。
- (二) 利用水球透鏡的特性，調節光的聚焦程度，可以改良通訊距離，結果是：
二個水球透鏡的通訊距離 > 一個水透鏡的通訊距離 > 沒有水球透鏡的通訊距離。
- (三) 影響水球透鏡通訊距離的變因：
 - (1) 水球透鏡半徑越大，通訊距離越遠。
 - (2) 液體濃度越大，通訊距離越短。
 - (3) 光經過有顏色的水時，會縮短通訊距離，而其中綠色的水，通訊距離最遠。
 - (4) 水溫度越高，通訊距離越短。
 - (5) 不同種類的介質對光的吸收與散射程度有所不同，因此通訊距離也不同。

六、參考資料

1. 張大同、楊介信 (1997)：中學物理實驗大全。凡異出版社。p1234-p1247。

(下轉第 43 頁)

2. 休伊特著、陳可崗譯（2001）：觀念物理 IV
。天下文化。
3. 耿繼業、何建娃（1991）：幾何光學。全新
資訊。P159-P197。
4. 方鴻輝、劉貴興（1999）：創造性物理實驗
。上海科學普及出版社。P291-300
5. http://sealevel2.jpl.nasa.gov/jr_oceanographer/oceanographer-williams.html