

臺北市第 56 屆中小學科學展覽會  
作品說明書封面

科 別：生活與應用科學科(二)(化學工程)

組 別：國小組

作品名稱：不見的角度~光的折射角度

關鍵詞：雷射光、折射

編 號：

# 作品名稱：不見的角度~光的折射角度

## 摘要

本研究想了解光在不同物體的折射狀況，所以用鐳射筆分別照射塑膠容器(盤子)、水、鹽水(3:1 和 7:1)等做比較。先用盒子和積木(積木固定盒子)把鐳射筆架起來射第一次當基準，再把塑膠容器放在盒子上射第二次，接著依序倒水加鹽 7:1 和 3:1 分別射第三、四、五次。結果發現，鹽加越多折射的角度就越多。

## 壹、研究動機

### 一、我們觀察到的現象

我們曾經看過一個魔術，需要把硬幣放入一個馬克杯中，接著到入水，我們卻看不到硬幣。魔術師解釋說，那是因為光照射到水面，水將光轉到其他角度。有一次在水池邊，同學在夾垃圾，但是他怎麼夾也夾起來，直到將夾子偏一邊後，才碰到垃圾，順利夾起來。

### 二、我們的疑問

- (一) 在不同的濃度的水溶液中中，光折射角度的不同？
- (二) 再三態中，光折射角度的不同？
- (三) 究竟哪些因素會影響光的折射角度？

### 三、研究背景

在實驗之前，我們先了解一下，關於光的特性、折射角度、折射率，以及影響光折射角度的原因，才可以讓我們對這個實驗有較深的認識。

#### (一) 光的特性

光是一種被眼睛看見的電磁波（可見光），而可視覺是對於可見光的知覺。可見光只是電磁波譜上的某一段頻譜，一般是定義為波長介於 400 至 700 奈米（nm）之間的電磁波，也就是波長比紫外線長，比紅外線短的電磁波。光是電磁波，而電磁波的電廠和磁場互相垂直。而且光是一種電磁波，在楊氏雙縫實驗中，顯現出波干涉的現象；光也是一束粒子流在

光電效應中，會射出基本粒子—光子。因為有著波和粒子的特性所以被稱作「波粒二象性」。

## (二) 光的各種特性

光是一種能量傳播的方式。光源所以發出光，那是因為光源原子的運動所導致，而光有三種傳播方式：熱輻射、躍遷輻射、受激輻射。前者為生活中最常見的，比如電燈和火焰；後者多應用於雷射。所以具有各種特性，有一些是我們需要知道的，因為這是實驗的前提。

### 1 直線性

光具有直線性，會走過最短的路徑，在時空中也一樣。例如：黑洞扭曲時空，連光也被黑洞轉彎了。

### 2 光路可逆原理

在忽略干涉和繞射時，從入射線射入的光線可以和反射出去的光線互換。像一條光徑，從終點方向射出，還是會通過原路徑回到起點。

## (三) 為甚麼會折射

當一道波從一個低密度物質移動到一個高密度物質，而且以某個角度接觸兩的物質的分界線，波會有一端先碰到高密度物質而減慢速度，一邊減速導致波前傾時，向先碰觸高密度物質的那邊偏轉，這就是為甚麼當波進入波速較慢的地方會向法線偏轉。如果從高密度物質進入低密度物質，先加速的一邊就是偏轉的一邊。

還有另一理解方式，就是可慮波長上的變化，因為當波從一個物質到一個物質時，波速  $v$  的速度會不一樣，但是頻率  $f$  還是會一樣，因此波長  $\lambda = \frac{v}{f}$ 。所以波速越快，波長也會越大。當波陣面和介面有夾角，則在介面時，角度與波需要變化才可以保持波陣面的完整。從這些之中，我們能推導出入射角和折射角與不同介質的關係也就是司乃爾定律，公式是：

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

## (四) 折射率

折射率是光在真空中移動的速度（光速  $c$ ），與進入介質後的向速度比，寫成功式為：

$n = \frac{c}{v}$ 。例如水的折射率是 1.33，所以光在水裡的速度乘以 1.33 就是光速了。

## 貳、研究目的

本研究透過比較不同水溶液和型態，希望回答以下問題：

- 一、光在不同的濃度水溶液的折射狀況
- 二、光在不同型態中的折射狀況。

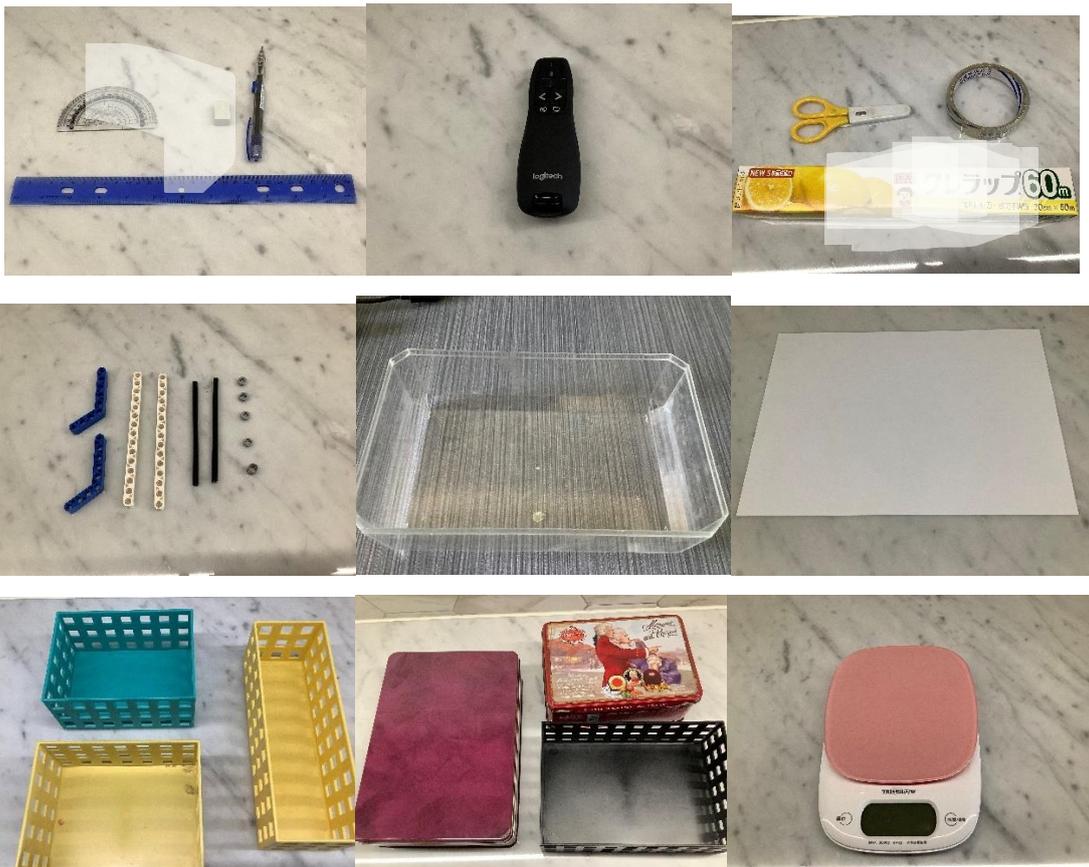
## 參、研究方法與步驟

### 一、實驗時間與地點

2023 年 2 月 23 日下午，於學校 3 樓自然教室。當天氣溫約為 18-20 度。

### 二、實驗儀器與材料

橡皮擦、自動筆、尺、雷射筆、剪刀、膠帶、保鮮膜、樂高三十二個、塑膠容器、白紙、盒子六個、電子秤、湯匙、食鹽、純水。





實驗中所使用的各種用品

### 三、實驗步驟

1 將雷射筆和各個盒子擺得像：



2 接著在調配出 1:3 鹽水、1:7 鹽水和純水，並測量、紀錄。

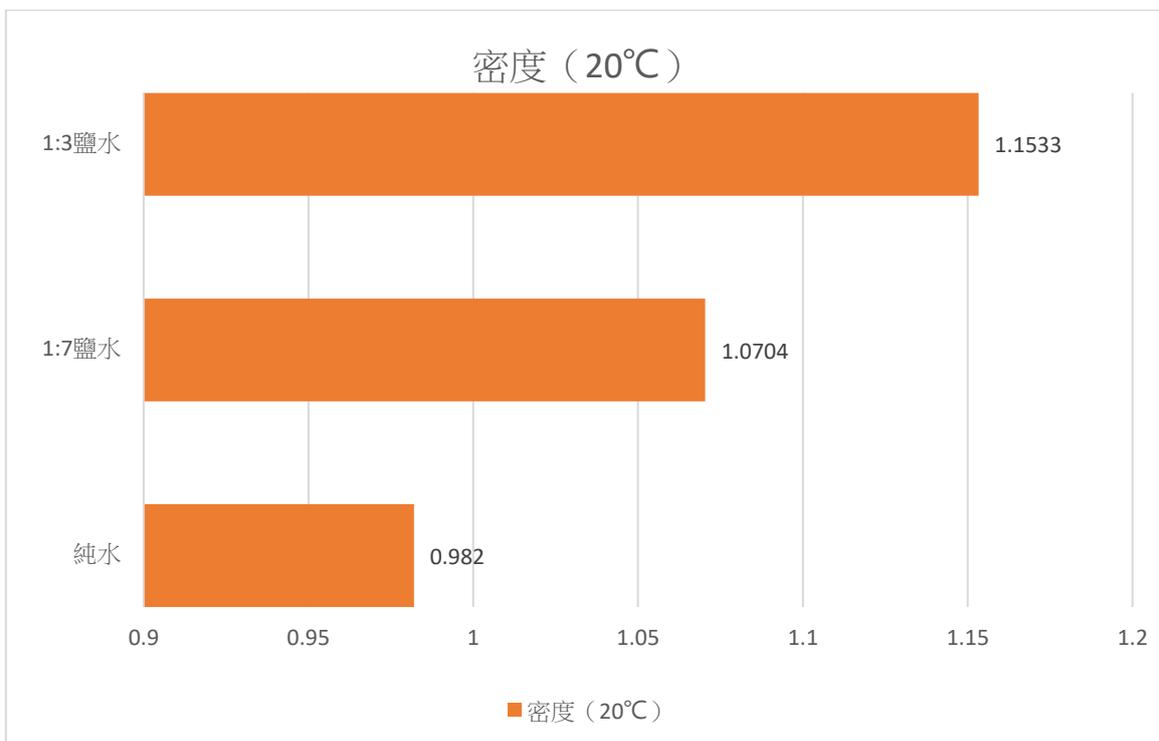
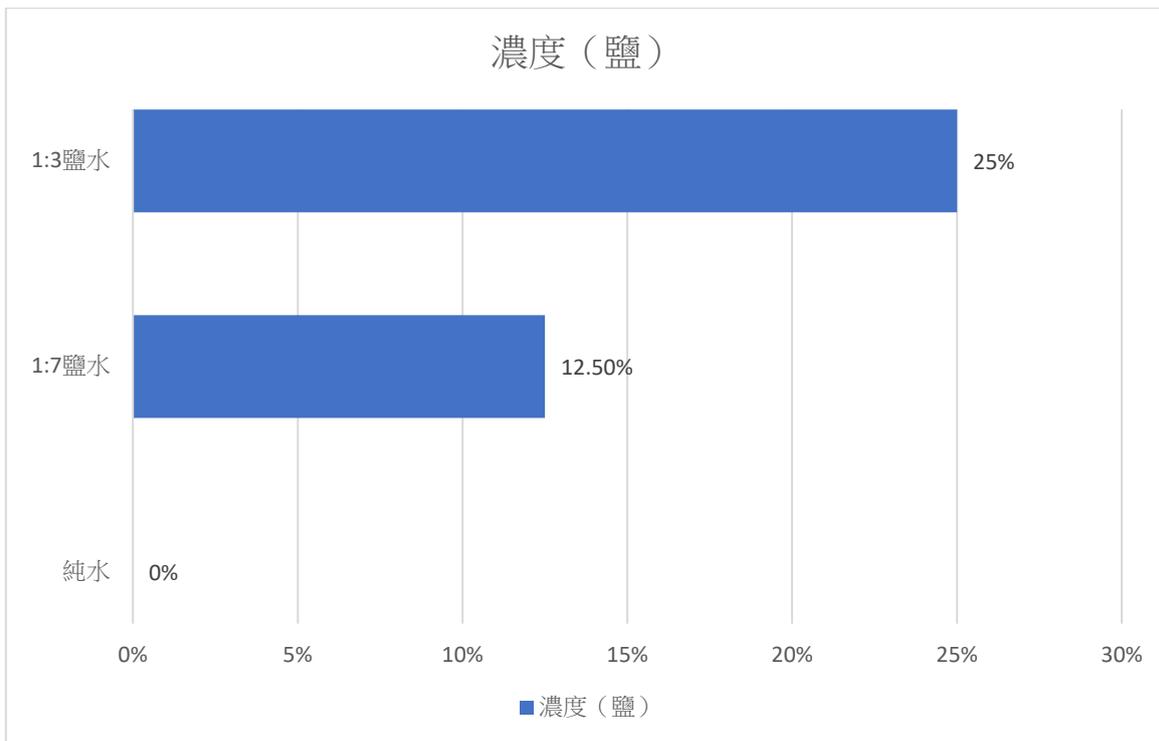
3 接著測量沒有東西和只有盒子時，並記錄。

### 肆、研究結果

#### 一、不同的濃度水溶液的折射狀況

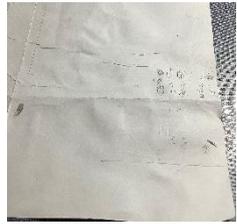
比較 1:3 鹽水、1:7 鹽水和純水之後，發現 1:3 鹽水較靠近折射點，1:7 鹽水則在中間，純水離折射點最遠，也就是說 1:3 鹽水折射角度越大，純水角度最小。詳細數據呈現於下方圖表。

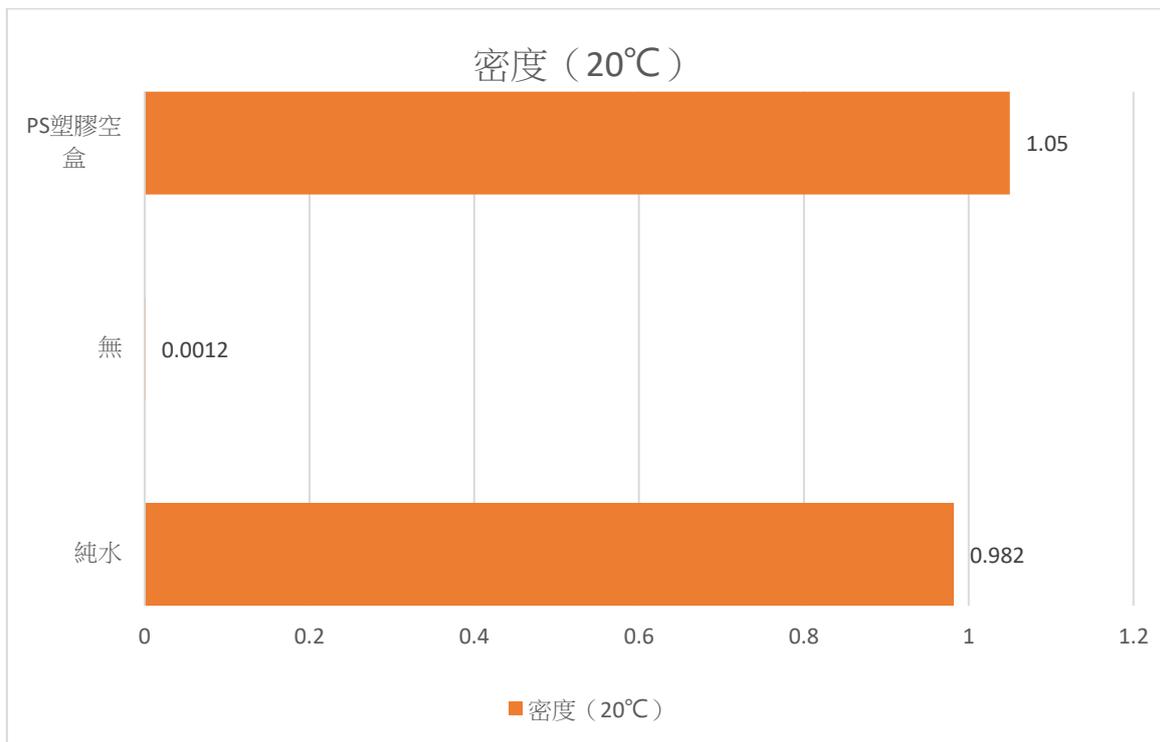
種類	濃度 (鹽)	密度 (20°C)	角度	結果 (照片)
純水	0%	0.9982	40°	
1:7 鹽水	12.5%	約 1.0704		
1:3 鹽水	25%	約 1.1533		



## 二、不同型態的折射角度比較

比較市售純水與鹼性水之後發現，純水的 pH 值 (6.0) 最低，為弱酸性，鹼性水的 pH 值均為鹼性 (其中一個廠牌為 8.0，另兩個廠牌為 9.0)；量測電阻並換算為導電度後發現，純水與舒跑鹼性水的導電度最佳，台鹽鹼性水次之，pH9.0 鹼性水的導電度最差。詳細數據呈現於下方圖表。

種類	型態	密度	角度	照片記錄
無	氣態	0.0012	40°	
純水	液態	0.9982		
PS 塑膠空盒	固態	1.0500		



## 伍、討論

### 一、解釋實驗結果

#### (一) 氣態、液態、固態的折射情況

由實驗得知，氣態（無）以接近直線前進，碰到紙張的點，折射點最遠，接著是固態（PS 塑膠盒子），離折射點最近的是液態（純水）。我們猜測也許是固體不夠厚，所以導致固體的折射點比純水還要近。

## （二）不同濃度的水溶液折射情況

根據實驗結果，我們發現濃度越高的鹽水越靠近雷射光接觸水面的地方，也就是折射點。我們推測光線射到濃度越高的水溶液之後，根據 $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$ 的公式，因為 $n_1$ 乘以 $\cos \theta_1$ 會等於 $n_2$ 乘以 $\cos \theta_2$ 。所以 $n_1$ 和 $\cos \theta_1$ 不變， $n_2$ 越大， $\cos \theta_2$ 就越小。

## （三）自來水的密度

在實驗中，我們原本用自來水當作溶劑，做到水的折射時，我們赫然發現，水折射到的地方與 1:3 鹽水折射到的地方在同一位置。我們便猜想：是自來水的密度太大了嗎？於是我們便把溶劑換成純水，再做一便實驗，這次終於有離 1:3 鹽水遠一點了。

自來水裡通常會有微生物和各種金屬，而且在過濾中會加入氯，這個消毒物質，隨然揮發的差不多了，但是還是會有殘留。所以自來水裡的各種物質與生物，就是讓自來水密度變大的主要原因。

## 二、在日常生活上的應用

由 $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$ 得知，折射不可避免，我們只能減少折射角度，是有一個辦法可以讓光線不要折射。在研究背景中曾提到，若以某個角度碰觸分界線，會向線碰觸分界線的方向偏轉。所以我們只要讓光線以垂直的方向碰觸水面，就不會有折射的情況發生了。

## 柒、結論

本研究針對 1:3 鹽水、1:7 鹽水、純水、PS 塑膠盒子和沒有東西的情況做比較，結果發現濃度較濃的物質偏離角度較大；不同型態的物質中氣態不太會讓雷射光偏轉，而厚度較薄的物質密度較大，折射的角度不會很大。同時如果要避免折射，我們可以把頭抬到要看得東西的正上方，這樣就可以避免折射了。

## 玖、參考資料

光 (light)。檢自 [光 - 維基百科，自由的百科全書](#) (2023-02-19)

折射(refraction)。檢自 [折射 - 維基百科，自由的百科全書](#)(2023-02-18)

波陣面 (wave surface)。檢自 [波陣面 - 維基百科，自由的百科全書](#)(2023-02-22)