

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 自然科

第三名

081553

大氣光象初探-大氣折射

臺北縣永和市永平國民小學

作者姓名：

小六 丘家丞 小五 吳冠勳 小五 杜彥霆
小六 陳宜文 小五 蔡松聿 小六 伍家慧

指導老師：

劉振魁 游素珠

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
作品說明書

大氣光象初探——大氣折射



Refraction by the atmosphere makes the sun oval. Photo cLes Cowley

此圖出處的 原始網頁：www.sundog.clara.co.uk/atoptics/sunflat.htm

科 別：自然科

組 別：國小組

作品名稱：大氣光象初探 大氣折射

關 鍵 詞：大氣折射

編 號：

目 次

摘 要	P.1
壹、研究動機	P.2
貳、研究目的	P.2
參、研究設備及器材	P.3
肆、實驗內容	P.3
伍、總結論	P.12
陸、參考資料	P.12
柒、實驗活動紀錄	P.13

大氣光象初探 大氣折射

< 摘要 >

本文從模擬太陽光在大氣層中折射開始，我們利用玻璃水族箱盛食鹽水，從箱底到液面，食鹽水濃度由飽和到稀薄呈連續性漸層變化，由於這種介質與大氣折射環境類似，成功觀察到呈現弧形的太陽光，再由太陽光這種連續折射的情形，導引了太陽光在大氣層中色散的模擬實驗，以及透過大氣層觀看太陽的模擬實驗。

太陽光在大氣層中色散的模擬實驗中，發現了物體影子具有彩色輪廓的現象，解析這種現象時，發現相同概念可以解釋黃昏天色所以偏紅的原因。透過大氣層觀看太陽的模擬實驗中，以測量值檢視了視覺位置與實際位置的不同。

最後是利用傳統照相機拍攝太陽在晨、午、昏時的照片，從照片中太陽大小的差異，推論大氣折射的影響。

壹、研究動機

大氣是地球的最外層，愈向外愈稀薄，延綿伸向浩瀚的宇宙，沒有明顯的界限。自然課本提到大氣對人類的重要性有以下幾點：一是防止地球日夜溫差過大；二是吸收 99 % 的太陽紫外光，避免地面生物受到傷害；三是攔截落向地球的隕石，使它受到摩擦變為火流星而汽化。實際上，大氣對人類的重要性不僅如此，自然老師說過，如果地球突然沒有大氣，由於失去氣壓，人們不必等到窒息，就已七竅流血而亡了！我們當時聽了，感到非常驚訝，深深體認到關心大氣和探討大氣的必要性。

當太陽光射向地球時，先行經大氣層，不但引起變幻莫測的天氣現象，而且引發豐富多采的大氣光象。由於大氣科學深奧複雜，而我們只是見少識淺的初學者，嘗試性對大氣科學進行初步探索，因此探討的主題局限於大氣光象中的一小部分，而且是大氣光象中相對於大氣折射的部分，牽涉太陽光漫射、繞射以及太陽帶電粒子衝擊大氣而發生的大氣光象，不在我們的探討範圍之內。

我們打算利用玻璃水族箱盛食鹽水，從箱底到液面，食鹽水濃度由飽和到稀薄呈連續性漸層變化，然後利用自製的限光器讓光束入射，以模擬太陽光行經大氣層時連續折射的現象，這個模擬實驗如果堪稱理想，就以這個模擬實驗為基礎，繼續規劃其它的折射實驗，進行一系列大氣折射的探討。

貳、研究目的

- 一、模擬太陽光行經大氣層時連續折射的現象，觀察太陽光行經的路徑是否呈現弧形。
- 二、模擬太陽在地平線附近時，視線位置與實際位置的差異，探討太陽在人們視覺之下是否有「上浮」與「前靠」的現象。
- 三、利用「大氣層模型」進行太陽光色散的實驗：實際讓太陽光斜射「大氣層模型」，檢視是否有紅光「拉長」，藍光「偏失」的情形，藉以解析日出和日落時天色偏紅的景象；檢視是否有彩虹形成，觀察偏折程度是否紫光最大，紅光最小。

- 四、利用傳統照相機拍攝太陽在晨、午、昏時的照片，固定焦距、光度，固定地點，在同一天拍照，然後比較照片中太陽在晨、午、昏時的大小是否真的有差異，推論造成差異的影響因素是否就是大氣折射。

參、研究設備及器材

一、太陽光行經大氣層時的現象

- | | | |
|-----------|------------|-----------|
| (一) 自製限光器 | (二) 升降台 | (三) 玻璃水族箱 |
| (四) 食鹽 | (五) 尺 | (六) 奇異筆 |
| (七) 寶特瓶 | (八) 冰箱隔層棚架 | |

二、太陽在地平線附近時「上浮」與「前靠」的視覺現象

- | | | |
|-------------|---------|----------|
| (一) 自製大氣層模型 | (二) 升降台 | (三) 自製木尺 |
| (四) 仰角觀測器 | (五) 尺 | (六) 三腳架 |
| (七) 海綿球 | (八) 黑紙 | (九) 棉線 |

三、大氣折射與太陽光色散現象

- | | | |
|-------------|---------------|-------|
| (一) 自製大氣層模型 | (二) 自製屏幕 | (三) 尺 |
| (四) 奇異筆 | (五) 水族箱專用的虹吸器 | |

四、現代版「小兒辯日」

- | | | |
|---------------|----------|---------|
| (一) 傳統照相機 | (二) 減光濾鏡 | (三) 三腳架 |
| (四) 感度 100 底片 | (五) 天平 | |

肆、實驗內容

一、太陽光行經大氣層時的折射現象

(一) 目的

在玻璃水族箱內裝置具有密度漸層改變的介質，從箱底到液面由大到小連續變化，以模擬大氣層，限光器發出的光模擬太陽光，觀察太陽光入射大氣層時的折射現象，太陽光行經的路徑是否呈現弧形。

(二) 方法

1、我們找來一個長 55 cm 寬 45 cm 高 90 cm 的玻璃水族箱，洗淨後倒入 35 cm 深的飽和食鹽水。

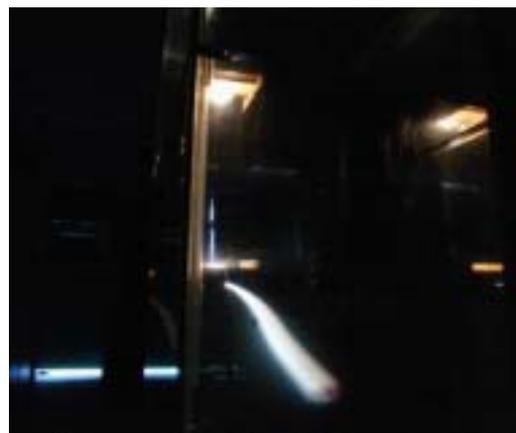
2、用鑷子夾住小鐵釘，在酒精燈火焰中燒成紅熱，利用燒紅的小鐵釘將寶特瓶底刺出小孔，寶特瓶裝水時，水會一直滴出來。

3、冰箱內的隔層棚架正好可以平放在水族箱上面，將上述裝水的寶特瓶放在棚架上，水就可以滴入水族箱內，可以使用好幾個寶特瓶一起滴水，水位逐漸升高時，混入水中的鹽分愈來愈少，因此食鹽水密度愈來愈小，當總水位達 70 cm 時，停止滴入清水。這時透過水族箱看過去，水族箱後面的景物扭曲變形。請參照下圖：



4、夜色來臨時，打開自製限光器，讓光束以不同角度入射水族箱內，我們看到了會「轉彎」的光。自製限光器是將遠照燈放入木板釘成的木盒而成，釘製木盒時需設計成遠照燈正好放入，以定位遠照燈，燈光射出時要先經過三道（兩道也可以）排成一直線的小圓孔，形成擴散性很小的光束。

5、用奇異筆在水族箱器壁表面由下而上點出六個成一直線的點，相鄰兩點的距離相等，當光束從這些點垂直入射時，這些點會投影到對面器壁上，投影之處即光束出射之處，用尺測量相鄰投影點的距離。請參照下圖：



（三）結果

相鄰兩點的間隔	第一個間隔	第二個間隔	第三個間隔	第四個間隔	第五個間隔	第六個間隔
相鄰兩點的距離 (cm)	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
相鄰投影點的距離 (cm)	7.05	9.10	11.60	1.95	6.15	7.25

（四）討論

1、發自限光器的光束垂直進入水族箱之後，也會產生連續性折射現象，由於發自限光器的光束仍有一點擴散性，光束上方從光密介質到光疏介質，光束下方從光疏介質到光密介質，因此光束上下方折射情形不同，光束上方有向下壓的趨勢，而光

束下方有向下墜的趨勢，因此在水族箱內形成弧形光束。

2、實驗數據中，相鄰投影點的距離並不相等，數據顯示的意義是光線起了偏折，數據中第三到第四個間隔的測量值忽然由大變小，起了轉折，這個區域食鹽水密度變化最大，光束行經此處的折射程度最大。

3、實驗中發現，限光器的光束斜射也好，垂直入射也好，光束在水族箱內都會彎曲，這現象使我們聯想到兩件事：既然光束會彎曲，是否會有色散現象？根據文獻，燈光不易做出彩虹，必須直接用太陽光做做看，此其一；另外文獻也提到夕陽西下時，雖然還能看到橘紅色的太陽，其實太陽真正的位置已經在地平線之下了，這現象也和光的彎曲有關，此其二。後續的實驗將針對這兩件事來進行。

二、太陽在地平線附近時「上浮」與「前靠」的視覺現象

(一) 目的

裝有食鹽水密度漸層變化的水族箱作為大氣層的模型，我們找了一個黃色海綿球懸吊在照相機用的三腳架上，作為太陽的模型，利用視差法測量視線位置的高度與距離，並與實際位置的高度與距離做比較，由二者的差異了解太陽在地平線附近時「上浮」與「前靠」的情形。

(二) 方法

1、前述實驗中，裝有食鹽水密度漸層變化的水族箱作為大氣層的模型，將一個黃色海綿球懸吊在照相機用的三腳架上，作為太陽的模型，海綿球距離水族箱玻璃器壁一公尺。

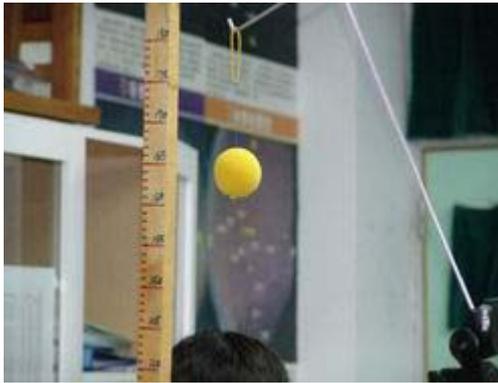
2、在水族箱另外一側玻璃器壁前設置仰角觀測器，仰角觀測器可以放在升降台上，方便調整高度，先選定一個仰角，例如 20 度，一直到實驗完成，仰角的大小不得變動。

3、仰角觀測器只能平移或調整高度，使眼睛從仰角觀測器的觀測筒能夠看到玻璃水族箱後面的黃色海綿球。

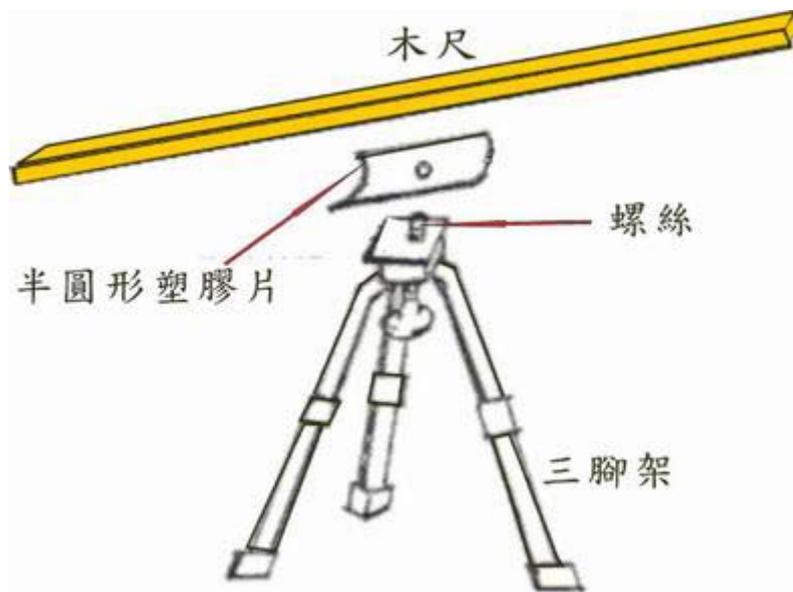
4、當眼睛從仰角觀測器的觀測筒看到黃色海綿球時，將仰角觀測器平移到水族箱旁邊，此時從仰角觀測器的觀測筒看出去的視線不再穿越水族箱。請參照下圖：



5、在黃色海綿球的旁邊豎立一根木尺，木尺為自製，上面的刻度以公分為單位，刻度線必須很清楚。再一次從仰角觀測器的觀測筒看出去，看到的木尺刻度即為海綿球的視線高度。請參照下圖：



6、在黃色海綿球等高的平面橫放一根木尺，木尺可用另一具照相機用的三腳架支撐，如圖，木尺指向仰角觀測器，再一次從仰角觀測器的觀測筒看出去，看到的木尺刻度即為海綿球的視線距離。請參照下圖：



7、分別將海綿球與水族箱玻璃器壁的距離改為二公尺、三公尺、四公尺與五公尺，重複步驟 2~6。

(三) 結果

實際距離 (cm)	0	100	200	300	400	500
實際高度 (cm)	100.0	102.0	104.0	106.1	112.1	113.2
視線距離 (cm)	-26.0	-24.0	-14.5	1	15.3	18.5
視線高度 (cm)	110.0	134.0	155.0	177.0	207.0	250.0
「前靠」距離	26.0	124.0	214.5	299	384.7	481.5
「上浮」高度	10.0	32.0	51.0	70.9	94.9	136.8

(四) 討論

1、做完實驗，太陽遠在天邊，不過看起來好像在雲層後面似的；透過實驗所用的水族箱看窗外的景物，遠處的大樓好像近在眼前。做完上述模擬實驗，更進一步以數字體驗了海綿球「上浮」與「前靠」的程度，比我們當初想像的還要大得多。

2、實驗所用的仰角觀測器，設定的仰角可能因移動而變動，可以在水族箱視線經過的器壁上黏貼黑紙，限定視線都要從黑紙上緣經過，視線以下被黑紙遮蔽，如果從仰角觀測器看出去，視線沒有從黑紙上緣經過的話，就表示仰角變動了，需要調整回來。實驗設定的仰角不宜太大，否則有些視線高度可能超過天花板，無法測量。

三、大氣折射與太陽光色散現象

(一) 目的

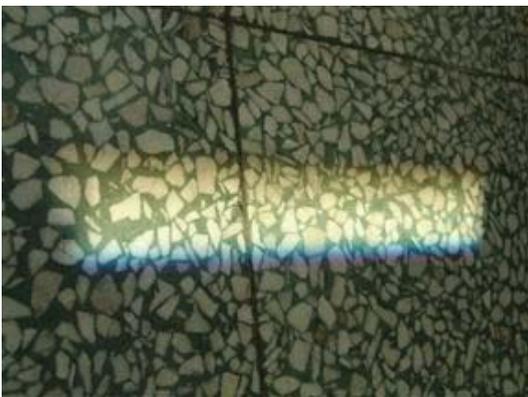
既然限光器發出的光入射密度漸層改變的食鹽水時，光行經的路徑呈現弧形！於是我們聯想到太陽光的色散，何不直接讓太陽光入射「大氣層模型」，觀察是否有彩虹之類的色散現象？

(二) 方法

1、選擇教室內太陽光可以斜射進來的地方，將清空的玻璃水族箱移到窗邊的桌子上。

2、如同前面實驗所述的方法，重新在水族箱內裝好密度漸層變化的食鹽水。

3、遇到晴朗的天氣，把握機會觀察太陽光斜射進入水族箱的情形，入射的太陽光進入水族箱後發生連續性折射（一部分太陽光發生反射），然後從水族箱折射出來，設置一座白色屏幕，讓折射出來的太陽光投射在屏幕上。請參照下圖：



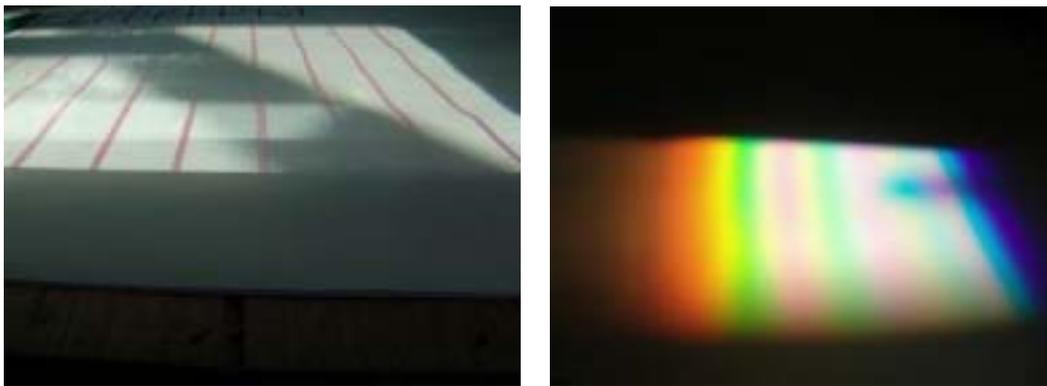
4、我們實驗所用的屏幕是自製的，買木板和木條，鋸好後釘成 L 型，表面黏上白

紙而成，屏幕寬 55 cm，長 90 cm。

5、利用直尺和奇異筆在水族箱玻璃器壁上畫十幾道橫向條紋，相鄰兩條紋的間隔都相等，都是 2.80 cm。太陽光從水族箱折射出來會穿過這十幾道橫向條紋，當折射出來的太陽光投射在屏幕上時，屏幕上也清晰可見這十幾道橫向條紋的影子，測量條紋影子和條紋影子間的距離。請參照下圖：



6、利用虹吸管導出玻璃水族箱內的食鹽水，清洗水族箱後改裝清水，仍放置原處，此時的水族箱不再是「大氣層模型」，重複步驟 3-5，目的是使用清水作為「大氣層模型」的對照實驗。



(三) 結果

(表一) 太陽光從密度漸層變化的食鹽水中折射後照射條紋

相鄰條紋的間隔	第一個間隔	第二個間隔	第三個間隔	第四個間隔	第五個間隔	第六個間隔
相鄰條紋的距離 (cm)	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80
水平面上相鄰條紋投影線的距離 (cm)	2.10	2.20	2.28	2.40	2.80	3.05
垂直面上相鄰條紋投影線的距離 (cm)	3.35	3.00	2.75	2.70	2.55	2.50

(表二) 太陽光從清水中折射後照射條紋

相鄰條紋的 間隔	第一個 間隔	第二個 間隔	第三個 間隔	第四個 間隔	第五個 間隔	第六個 間隔
相鄰條紋的 距離 (cm)	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80
水平面上相 鄰條紋投影 線的距離 (cm)	4.10	4.10	4.10	4.10	4.10	4.05
垂直面上相 鄰條紋投影 線的距離 (cm)	2.75	2.80	2.80	2.80	2.85	2.80

(四) 討論

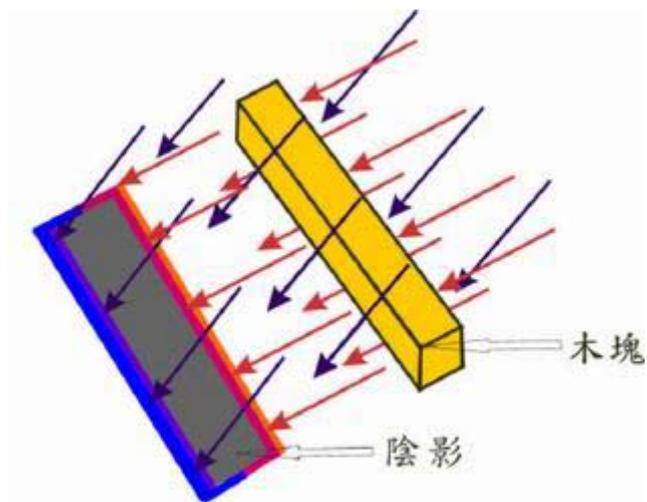
1、中午過後，太陽光開始斜射水族箱，就有景象發生，這時的太陽高度角比較大，因此太陽光從一面器壁入射，折射光碰到水族箱底，反射到另一面器壁，在折射而出，投射到天花板上，形成彩虹。彩虹的面積由小變大，再變小，最後消失。

2、當天花板上的彩虹面積逐漸變小時，地板接著有景象出現，這時的太陽高度角比較小，因此太陽光從一面器壁入射，經過連續折射後，從對面器壁折射而出，然後投射到地板，，形成彩虹，不過這個彩虹不是七彩的，而是前緣橘紅，後緣藍紫，中央一大片橘黃。我們在水族箱玻璃器壁上畫橫向線條，然後用屏幕將彩虹攔截下來，在屏幕上測量線條影子間的寬度，而得前面的數據表。地板上彩虹的面積愈來愈大，顏色也愈來愈淡，直到看不清楚。

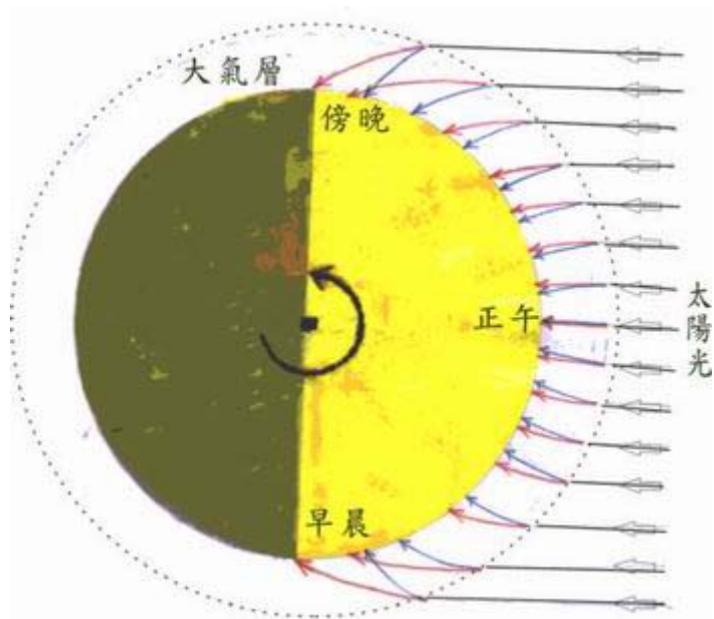
3、實驗數據（表一）中，相鄰條紋投影線的距離並不相等，表示太陽光中各成分色光在水族箱內偏折的情形不同，此外，水族箱內的食鹽水雖然密度漸層變化，但是變化並不均勻，因此太陽光入射水族箱時，器壁上入射點高低位置不同的太陽光，在水族箱內偏折的情形也會不同，折射後的光線以剛離開水族箱時的方向繼續前進。

4、將水族箱內的食鹽水換成清水後，當太陽光從一面器壁入射，從相對的一面器壁折射而出，然後投射在屏幕上，屏幕上只有一區亮區而沒有彩虹，此時相鄰條紋投影線的距離相等，如實驗數據（表二）。如果太陽光從一面器壁入射，卻從相鄰的一面器壁折射而出，此時屏幕上可能出現彩虹，但是這是由於類似三稜鏡折射的現象，和大氣層折射的情形並不相同，和空氣中水滴經由二次折射一次全反射形成彩虹的情形也不相同。

5、當地板出現彩虹時，將一根木條橫在彩虹前面，木條的影子雖然是黑的，但是黑影的輪廓卻是彩色的，一半橘紅色，一半藍紫色，這是什麼原因呢？由於藍光和紫光偏折程度比較大，紅光偏折程度比較小，因此木條上方的紅光被木條阻擋，而藍或紫光從旁邊偏折進來，所以木條影子的上方呈藍紫色，木條下方相反，從旁邊偏折過來的藍或紫光被阻擋，而紅光從木條下方邊緣通過，所以木條影子的下方呈紅色。



6、黃昏時的天色偏紅，道理和上述木條影子具有彩色輪廓的原因類似，由於黃昏時太陽對地面入射角比較大，這時紫、藍、綠等色光不是被阻擋，而是在大氣層中逐一偏折而去，剩下紅光到達地面，於是看向天空，天色偏紅。



四、現代版「小兒辯日」

(一) 前言

當年孔子率弟子自齊返魯，途經泰山山麓，遇上小孩在爭辯，青衣小兒說：「晨昏時辰，山邊的太陽看起來又紅又大，所以晨昏時的太陽比中天時的太陽距離我們近。」白衣小兒搶白說：「不對，不對，中天的太陽令人酷熱難耐，所以中天的太陽比時晨昏的太陽距離我們近。」他們爭論不下，請求孔子代為解答，孔子躑躅半天，回答不出來。

晨昏時的太陽看起來又紅又大，但是光度比中天時的太陽小，如果光度相等，晨昏時的太陽還會比中天時的太陽大嗎？

(二) 方法

1、上網查明最近幾天的天氣預報，選擇一個晴朗的日子，選擇一處空曠的地點或樓宇的露天頂樓。

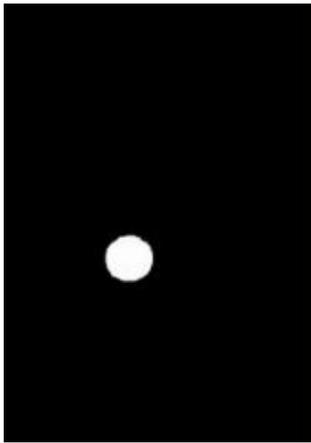
2、使用三腳架固定照相機，使用傳統照相機，使用 100 感度底片，固定焦距 300 mm，固定快門 1000，調整光圈拍照，盡可能讓各張照片光度相當，分別在早晨、中午、傍晚各拍幾張，由於太陽光強烈，鏡頭必須鎖上濾光鏡，尤其中午時分拍照，鏡頭更要鎖上四或五重濾光鏡。



3、照片洗出來後，晨、午、昏各挑選效果好的一張，影印放大同樣倍率，然後將太陽的影像剪下，用天平秤出質量，就可以比較晨、昏、午時的太陽大小了。

(三) 結果

太陽影像拍照時間	早上	中午	下午
原始照片 3*5 放大倍數	x800x200	x800x200	x800x200
太陽的質量 (g)	1.95	1.86	1.95
太陽影像面積比	1.05	1	1.05



早上 8:00



中午 12:00

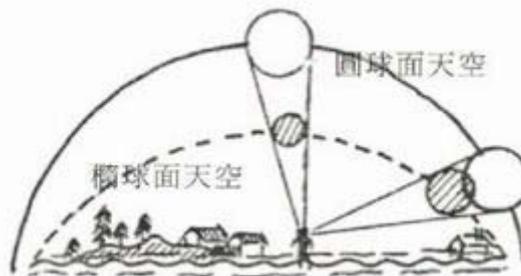


下午 4:00

(四) 討論

1、根據文獻，太陽距離我們約一億五千萬公里，相對於這個數字，地球自轉造成我們與太陽之間距離的改變，可以說是微乎其微，因此，太陽大小在晨、午、昏時，看起來有那麼一點差異，並不是距離因素所引起，而是由大氣折射所引起。

2、有些天文入門書籍會提到天空看起來並不是圓球形，而是稍微扁的橢球面，這是由於大氣折射所引起。太陽在橢球面上視運動的軌跡參看如下示意圖，所以太陽在地平線附近時，看起來比再中天時大。



伍、總結論

- 一、利用食鹽水在水族箱內建構濃度連續變化，密度漸層改變的介質，它在光的折射性質上類似大氣層，可藉它模擬大氣層，探討太陽光在大氣層的折射現象。
- 二、當太陽光行經大氣層時，由於發生連續折射，使太陽光呈現弧形。此外，由於大氣折射，使得人們在視覺上可以看到剛剛日落西山的太陽；也使得人們在視覺上感受黃昏偏紅的天色；還使得人們感覺晨、昏時的太陽看起來比中午時的大。這些折射現象，可以藉助於器材實際觀測，或實驗模擬，作進一步探討。
- 三、大氣折射除了使太陽光呈現弧形外，也會伴生色散現象，太陽光在大氣層中色散的模擬實驗中，發現了物體影子具有彩色輪廓的現象，由於藍光和紫光偏折程度比較大，紅光偏折程度比較小，因此物體上方的紅光被物體阻擋，而藍或紫光從旁邊偏折進來，所以物體影子的上方呈藍紫色，物體下方相反，從旁邊偏折過來的藍或紫光被阻擋，而紅光從物體下方邊緣通過，所以物體影子的下方呈紅色。這個概念也可應用在黃昏時的天色偏紅的解析，由於黃昏時太陽對地面入射角比較大，這時紫、藍、

綠等色光不是被阻擋，而是在大氣層中逐一偏折而去，剩下紅光到達地面，於是看向天空，天色偏紅。

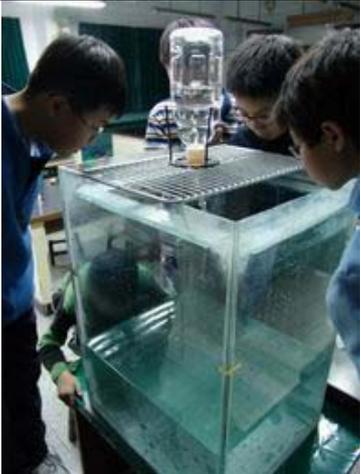
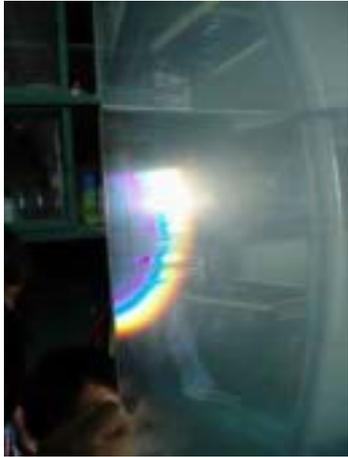
- 四、透過大氣層觀看太陽的模擬實驗中，以測量值檢視了視覺位置與實際位置的不同，驗證太陽在地平線附近時，太陽在人們視覺之下「上浮」與「前靠」的現象。。
- 五、從傳統照相機拍攝太陽在晨、午、昏時的照片看來，太陽大小在晨、午、昏時有那麼一點差異，這種現象並不是距離因素所引起，而是由大氣折射所引起。

陸、參考資料

- 一、虹霓現象的形成：<http://www.phy.ntnu.edu.tw/java/Rainbow/index.html>
- 二、科學史上光概念的發展：
<http://memo.cgu.edu.tw/yun-ju/CGUWeb/SciKnow/PhyStory/OpticHistory.htm#C>
- 三、從水溫的漸層變化看大氣層的折射現象：
<http://www.chhs.tp.edu.tw/teach/b050/doc/%A5%FE%B0%EA41%A9%A1%A6a%AC%EC.doc>
- 四、天色：<http://www.lib.ncu.edu.tw/~hong/atmhmpg/optics/skycolor.htm>
- 五、大氣奇景與光：<http://science.yam.com/weather/light/index.html>
- 六、Barbara Taylor (曹培熙審訂), 光 (台北市：理科出版社，民國 85 年)，頁 4-9，頁 14-21。
- 七、張敏，太陽壯觀 (台北市：銀禾文化印行，民國 84 年)，頁 1-21。

柒、實驗活動紀錄：如附件一

附件一：

		
<p>上圖表示：不同濃度的鹽水混合。</p>	<p>上圖表示：利用罐子戳洞慢速滴水以減少清水混合食鹽水。</p>	<p>上圖表示：以自製限光器照射穿透不同濃度鹽水測折射點。</p>
		
<p>上圖表示：光透過混合食鹽水後產生的折射效果。</p>	<p>上圖表示：光透過混合的食鹽水慢慢改變、偏折。</p>	<p>上圖表示：陽光照射到魚缸上，產生彩虹。</p>
		
<p>上圖表示：利用虹吸原理，把飽和食鹽水抽掉一半。</p>	<p>上圖表示：清水與飽和食鹽水互相攪拌均勻。</p>	<p>上圖表示：不同濃度鹽水照光後的折射變化。</p>



上圖表示：限光器通過不同濃度食鹽水的折射情形。



上圖表示：「太陽浮升」實驗，以球代替太陽。



上圖表示：觀測太陽浮升用的仰角器。



上圖表示：透過不同濃度的鹽水，觀看太陽的浮升位置。



上圖表示：以木棒尺量太陽浮升高度。



上圖表示：從遠處透過不同濃度鹽水看太陽浮升的位置。



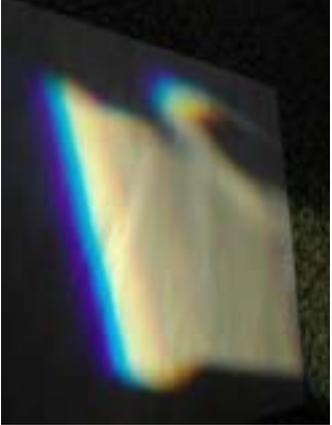
上圖表示：利用自製望遠觀測筒觀測早、中、晚太陽大小。



上圖表示：利用濾鏡及望遠觀測筒，定點定時測太陽的大小



上圖表示：定時、定點拍攝太陽的大小並記錄。

		
<p>上圖表示：下午 2 點陽光透過梯度鹽水在牆壁產生的折射</p>	<p>上圖表示：照在天花板上的折射現象。</p>	<p>上圖表示：下午 4 點陽光透過梯度鹽水產生折色現象。</p>
		
<p>上圖表示：藍天和晚霞。</p>	<p>上圖表示：量出魚缸上刻畫線條透過光折射後的面積。</p>	<p>上圖表示：把光線擋住，影子上下出現不同的霞光和藍天</p>
		
<p>上圖表示：在仔細瞧瞧影子下的藍天和晚霞。</p>	<p>上圖表示：黃昏時，太陽的大小。</p>	<p>上圖表示：夥伴手工繪圖加油！</p>

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
評 語

國小組 自然科

第三名

081553

大氣光象初探-大氣折射

臺北縣永和市永平國民小學

評語：

探究太陽光線行經大氣層的折射現象，設計出可行、簡易的測量方式，並由其數據探求相對應之現象，實屬可貴！