

中華民國第42屆中小學科學展覽會

::: 作品說明書 :::

國小-物理科

科 別：物 理 科

組 別：國 小 組

作品名稱：彩虹就在我身邊

關 鍵 詞：彩 虹、光的折射與反射

編 號：080107

學校名稱：

臺南縣永康市崑山國民小學

作者姓名：

葉昭緯、黃育哲、蔡安奇、洪文謙

指導老師：

張良誠、陳志明



摘 要

本研究動機由於在五年級上學期牛頓第九冊第一單元光和顏色課程，曾做過彩虹的實驗，但我們在實驗時始終無法清楚看到彩虹，於是引起了我們對彩虹研究的興趣。研究過程分四個步驟來進行：分別是（1）利用簡易的噴霧器是否能製造彩虹？（2）不同噴水量的噴霧器在太陽光底下觀察彩虹的清晰度？（3）不同顏色的背景，哪一種背景下所看到的彩虹最清晰？（4）如何營造出在教學上最易觀察到彩虹的方法？

實驗結果發現，製造出彩虹是容易的，只要具備噴霧器水量、無雲的陽光，在較暗的背景（黑色最佳）的情況下就可以很容易看到彩虹。另外便於實際教學上可以自己準備一個紙箱子，內部貼上黑色壁報紙，將箱子、觀察者與太陽方位以順時針 135 度或 225 度所觀看的角度最佳。

彩虹就在我身邊

一、研究動機

在五年級上學期牛頓第九冊第一單元光和顏色和第二單元太陽的位置，有關光的折射和反射，曾提到彩虹的實驗，然而我們始終看不到彩虹，或是偶有出現馬上又看不到，於是引起了我們對彩虹的興趣，到底如何才能很容易的看到彩虹，所以我們決定和老師討論後，進一步研究有關彩虹的實驗。

二、研究目的

- (一) 簡易噴霧器能否製造出彩虹？
- (二) 不同的噴霧器在太陽光底下，哪一種效果較好？
- (三) 不同顏色的背景，是否影響觀察彩虹的清晰度？
- (四) 如何設計營造出在教學上最易觀察彩虹的方法？

三、研究設備器材

- (1) 一般噴霧器：操作容易，噴霧量小（120c.c./分），（如圖 1-1）。
- (2) 手動噴霧器：操作容易，噴霧量大（1180c.c./分），（如圖 1-2）。
- (3) 電動農業噴霧器：操作容易，噴霧量非常大（3240c.c./分），（如圖 4-3）。
- (4) 光敏電阻：測的電阻數值和陽光強度成反比，即陽光越強，電阻越小（如圖 2-4）。
- (5) 三用電表：如圖 2-4，用來測定光敏電阻的大小。
- (6) 紅藍黑黃白色壁報紙：如圖 4-1~4-5，用來當背景的颜色。
- (7) 太陽高度角測量器：測定太陽的高度角，（如圖 5-2）。
- (8) 指北針：用來測定太陽的方位，（如圖 5-2）。
- (9) 木製圓規：用來測量觀察到彩虹時和太陽的夾角，（如圖 2-5）。

四、研究方法與過程

(一) 實驗一：利用噴霧器來觀察彩虹

1. 研究方法：

雖然一般用三稜鏡、光碟片可以看到彩虹，但是為了看到自然彩虹形成的現象，所以我們利用噴霧器在教室的四週如：走廊、洗手臺、教室、頂樓柱子旁、樹蔭下等地方噴水，讓它產生水氣並觀察在每個地方是否都可以看得到彩虹，及看到的彩虹是什麼樣子？並記錄在同一天不同時間和不同天相同時間的彩虹變化如何？

2. 研究記錄

圖 1-1 3/11 10：10 在教室頂樓柱子旁用噴霧器噴水所觀察到的彩虹

虹，看得到，但要噴到牆壁溼了才隱約看得到。

圖 1-2 3/12 13：15 在教室走廊用噴霧器噴水所觀察到的彩虹，在比較暗的地方看得到彩虹，較亮的地方不容易看到。

圖 1-3 3/06 10：10 在教室頂樓用噴霧器噴水所觀察到的彩虹，背景較亮所看到的彩虹很模糊。

圖 1-4 3/06 10：10 在教室頂樓用噴霧器噴水所觀察到的彩虹，利用黑塑膠袋當背景所看到的彩虹十分清晰。

我們將第一階段觀察彩虹的結果整理記錄在《表 1》。



圖 1-1 柱子邊隱約可看到彩虹



圖 1-2 教室走廊要在暗的地方才容易看得到彩虹



圖 1-3 與圖 1-4 比較沒有背景看不太到彩虹



圖 1-4 與圖 1-3 比較可以很容易看到彩虹

表 1 利用噴霧器來觀察彩虹在不同時刻出現的情形

日期 (91 年)	時間	地點 (向東)	是否看到彩虹	備註
2/25	08 : 40	教室走廊	×	沒看到 (沒有陽光)。
	10 : 10	頂樓柱子旁	×	沒看到 (陽光太弱，看不到彩虹)
	13 : 15	頂樓柱子旁	×	沒看到 (沒有陽光)。
3/06	08 : 40	教室走廊	○	有雲擋住，光線較弱，看得不清楚。
	10 : 10	教室頂樓	○	太亮的情況下不太容易看得到彩虹。
	10 : 10	教室頂樓	○	背景暗的情況下可以很容易看得到彩虹。
3/08	08 : 40	教室走廊	×	早上陰天看不到彩虹。
	10 : 10	樹蔭下	○	太陽光越強，水量越多，越容易看到。
	13 : 15	洗手臺	○	背景較黑則好像可以看得到。
3/11	10 : 10	教室走廊	○	有陰影的地方看到的彩虹很清楚
	10 : 10	頂樓柱子旁	○	看得到，但是要噴到牆壁的水溼了，才隱約可以看得到彩虹。
3/12	08 : 40	教室走廊	○	水量較多時，看到的彩虹較大。
	13 : 15	教室走廊	○	看到了，但發覺在走廊牆壁上有陰影較暗的地方竟然看得到，而在較下面沒有陰影的地方，則看不到。

3. 研究結果

- (1) 從實驗中，我們發現在不同的時間，我們並不一定可以很容易的觀察到彩虹。有時候我們可以在走廊上看到彩虹，但有時又不容易看到，但是突然在走廊牆壁上有陰影較暗的地方可以看到彩虹，而在較下面沒有陰影的地方，則不太容易看到。
- (2) 我們也發現不論在走廊、洗手臺、或頂樓柱子旁，如果在比較暗的地方，我們會比較容易看得到，但是也必須在某些時間下才會看到彩虹。
- (3) 在實驗中，我們也發現在頂樓噴水時，剛開始我們並沒有發覺有彩虹，但等到地面都溼了以後，我們反而容易看得到彩虹，所以我們也覺得水的多寡也和彩虹的形成有關係。
- (4) 課本說太陽在東方，彩虹會在西邊，也就是說我們要往西方噴才看得到，但我們發現噴霧器不只往西方噴才看得到，我們在偏北或偏南都可以發現。

4. 研究發現

由以上的實驗中，我們發覺彩虹的形成和太陽強度（不同時間）、水的多寡以及是不是在陰影處一定有關係，所以我們決定進一步探討太陽光的強弱和方位是否會影響彩虹的形成？

（二）實驗二：在什麼條件下，最能看到彩虹的形成？

1. 研究方法

由於上述的研究方法，我們無法發覺太陽強度是否會影響彩虹的呈現以及太陽因時間不同高度會有所不同，是否也會對彩虹有所影響？所以為了更進一步了解太陽之高度，我們利用太陽觀測器和指北針進行方位和太陽高度之確定，以了解觀看的差異性，如圖 2-1。但是太陽的強度，由於受限於儀器不易取得，所以請教專家後，決定利用光敏電阻簡單的測量太陽強度的大小，以及觀測彩虹時的清晰與否。

【由光敏電阻所測得的太陽強度，其值在 170 歐姆左右，光線強度較弱，不易看到彩虹，而在中午時，光線最強，其值大約在 100 歐姆左右，此時最容易看到彩虹。】

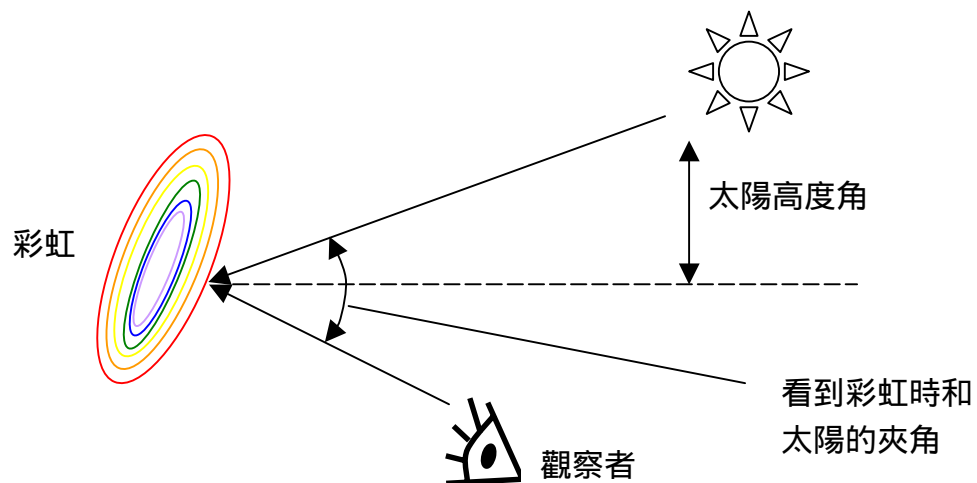


圖 2-1 觀察彩虹時，觀察者看到彩虹和太陽所成夾角與太陽高角度的相對關係

2. 研究記錄

圖 2-2 3/15 10：40 在大太陽下，用電動噴霧器可製造出非常大的水量，所看到的彩虹十分的清晰。

圖 2-3 3/15 11：30 在有陽光下，用電動噴霧器可噴出範圍很大的水量，所看到的彩虹也比較大。

圖 2-4 利用光敏電阻來界定太陽光的強弱，180 歐姆為陰天，150 歐姆為多雲，130 歐姆為少雲(陽光不大)，110 歐姆為大太陽。

圖 2-5 利用圓規張開的角度來測量所看到的彩虹和太陽所成的角度，所測得的結果太約在 42 度~57 度左右。

我們將第二階段觀察彩虹的結果整理記錄在《表 2》。



圖 2-2 水量大，彩虹越清晰



圖 2-3 水量噴灑的範圍大，看到的彩虹就比較大



圖 2-4 利用光敏電阻測出太陽強度



圖 2-5 利用圓規測量太陽和看到彩虹時所夾的角度

表 2 太陽方位角與高度角對彩虹觀測的影響

日期 91 年	時間	太陽方位 / 高度角	太陽和看 到彩虹的 夾角	太陽強度 (光敏電阻)(歐姆)	天氣 狀況	觀察結果
3/14	08 : 40	東偏南 40 度 / 30 度	×	170	陰天	陰天陽光強度很弱，看不到彩虹
	13 : 15	南偏西 30 度 / 55 度	51 度	100	大太陽	在有陰影的地方就很容易看得到彩虹
3/15	08 : 40	東偏南 45 度 / 29 度	×	180	陰天	陰天看不到彩虹
	10 : 40	東偏南 60 度 / 40 度	48 度	120	少雲	背景黑的地方一樣容易看到彩虹
	14 : 00	南偏西 20 度 / 50 度	42 度	130	少雲	背景黑的地方一樣容易看到彩虹
3/18	10 : 40	東偏南 55 度 / 42 度	48 度	110	大太陽	在有陰影的地方就很容易看得到彩虹
	13 : 15	南偏西 30 度 / 50 度	×	150	多雲	陰天陽光強度很弱，看不到彩虹
3/19	14 : 30	南偏西 35 度 / 56 度	48 度	130	少雲	陰天陽光強度很弱，看不到彩虹

3. 研究結果

- (1) 從課本的知識中，我們得知當太陽在東邊時，彩虹一定會出現在西邊，但就實驗觀察中我們發現彩虹的出現與所觀察的角度確實有影響，不一定只和實驗中的方位角和太陽高度角有關係。
- (2) 從表 2，我們發現陽光的照射會影響到彩虹的觀察，如果有雲層擋住則觀察不易。而早晚只要陽光直射無雲層擋著，都能容易觀察到彩虹。
- (3) 早上、中午、下午如果太陽沒有雲層擋住，則可以看到彩虹，但是仍然要在適當的角度，才可以看得到。
- (4) 所看到彩虹的地方有二個，一是在背景較暗的地方，一是在地上有水的時候。而向天空看時，則無法看到彩虹。
- (5) 我們從參考書上得知要觀察到彩虹必須和太陽的光線成 42° 的夾角才能看到彩虹，因此只要依循著一定的角度在上或下應該可以看到彩虹，結果從實驗中所記錄的角度也如預期的大約是 42° 左右可以看得到，但是所看到彩虹的形狀和弧度有些不同，有的偏左，有的偏右。

4. 研究發現

由以上實驗中，我們發覺水量的大小和陽光強度會影響彩虹的觀察，所以我們進一步加入水量和陽光強度的差異比較，以假設不同的噴霧器和不同的陽光強度對彩虹的觀察是否有影響？

(三) 實驗三：不同的噴霧器和不同的陽光強度下，對彩虹的產生是否有影響？

1. 研究方法

在了解陽光強度會影響彩虹的形成後，我們為了要了解水量的多寡是否也會影響彩虹的形成，所以我們決定利用大小不同噴嘴的噴霧器、農業噴霧器、電動噴水器所噴出的水量，如表在不同的陽光強度下（利用光敏電阻測得），是否都能清楚觀察到彩虹？以及哪種噴水器會比較容易看到？

表 3-1 利用塑膠袋分三次來測定一般噴霧器、農業噴霧器和電動噴霧器在 1 分鐘所噴出的水量為多少 C.C.？

次數 噴霧器	第一次 (C.C/分)	第二次 (C.C/分)	第三次 (C.C/分)	平均 (C.C/分)
一般噴霧器	115	125	120	120
農業噴霧器	1150	1210	1180	1180
電動噴霧器	3110	3270	3150	3243

2. 研究記錄

圖 3-1 利用電動噴霧器可以噴灑出比較大的範圍下，我們來回的重覆噴灑時，可以很清楚的看到彩虹呈現出一個圓弧形。

圖 3-2 我們利用相機拍下不同角度下所噴灑出的彩虹形狀，再將照片合併在一起，便可以很清楚的看到彩虹的出現會呈現出一個圓形。

圖 3-3 利用皮尺測量電動噴霧器所噴出的彩虹，它的直徑大約為 3.5 公尺。

我們將三階段觀察彩虹的結果整理記錄在《表 3-2》。



圖 3-1 彩虹的出現呈現出一個圓弧形



圖 3-2 彩虹可以看到一個圓形



圖 3-3 量出彩虹的直徑大約 3.5 公尺

表 3-2 利用不同的噴霧器來觀察所見到彩虹的清晰度

地點：教室頂樓				
日期：3/22				
時間	器材 噴霧器三枝	農業用手動 噴霧器一枝	農業用電動型 噴霧器一台	附註
10：10	模糊	較清楚但不 夠顯著	看到彩虹十分 明顯且清楚	太陽強度為 130 歐姆。 方位東偏南 34 度。
12：40	清楚	清楚	清楚且廣	太陽強度為 120 歐姆。 方位東偏南 45 度。
14：20	清楚	清楚	清楚且廣	太陽強度為 140 歐姆。 方位東偏南 60 度。

3. 研究結果

- (1) 我們發現噴出的水量對彩虹產生具有影響；水量大，彩虹較大(廣)；水量小，彩虹較小(窄)。
- (2) 我們發現陽光強度對彩虹產生具有影響；陽光越強，彩虹越易觀察，陽光較弱，彩虹越不易觀察。
- (3) 從上述關係中，我們發現電動噴水器在光敏電阻測得的陽光強度在 120 歐姆的狀況下，最易觀察到彩虹。
- (4) 從實驗中用電動噴霧器，沿著地面採全面性的噴灑，我們可以發現在中午左右，所看到的彩虹會呈現出一個直徑約 3.5 公尺左右的圓形。

4. 研究發現

我們發現在教室走廊的陰影處可以看到彩虹，而在陽光下卻看不到的情況下，似乎背景是否較暗會影響到彩虹的觀察，於是我們繼續探討在不同顏色的背景下，是否會觀察到彩虹的觀察？

（四）實驗四：不同的背景下，是否會影響到彩虹的觀察？

1. 研究方法

由上述的發現，我們接下來進行不同背景是否會影響彩虹的呈現？並且在實驗二研究結果（4）也提到向天空看時，則無法看到彩虹的問題，所以我們利用黑紅藍黃白的壁報紙等顏色為背景來探討是否會影響彩虹的觀察？然而要觀察更客觀，但受限於儀器取得不易，所以我們以學生的觀察再平均求出數值來做為觀察的參考值。

【很清楚以數字 5 表示，清楚以數字 4 表示，看得到以數字 3 表示，模糊以數字 2 表示，看不到以數字 1 表示。】

2. 研究記錄

圖 4-1 將黑色壁報紙釘在木板上，並以黑色壁報紙為背景，觀察彩虹出現的情形。

圖 4-2 將黃色壁報紙釘在木板上，並以黃色壁報紙為背景，觀察彩虹出現的情形。

圖 4-3 將藍色壁報紙釘在木板上，並以藍色壁報紙為背景，觀察彩虹出現的情形。

圖 4-4 將紅色壁報紙釘在木板上，並以紅色壁報紙為背景，觀察彩虹出現的情形。

圖 4-5 將白色壁報紙釘在木板上，並以白色壁報紙為背景，觀察彩虹出現的情形。

圖 4-6 將黑、黃、藍、紅和白色壁報紙所拍攝下的彩虹清晰度比較可以很清楚的發現黑色壁報紙所看到的彩虹最為清楚，白色最不清楚。

我們將第四階段觀察彩虹的結果整理記錄在《表 4》。



圖 4-1 黑色壁報紙所看到的彩虹

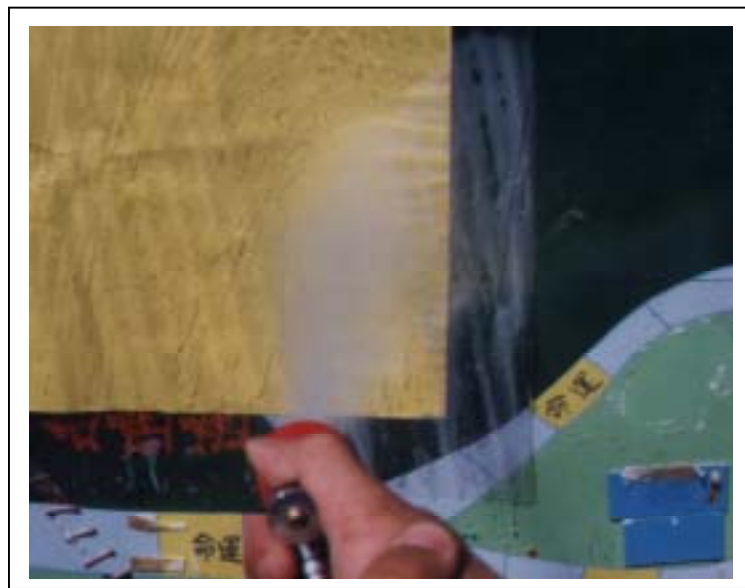


圖 4-2 黃色壁報紙所看到的彩虹



圖 4-3 藍色壁報紙所看到的彩虹



圖 4-4 紅色壁報紙所看到的彩虹



圖 4-5 白色壁報紙所看到的彩虹



圖 4-6 由以上紅黃藍黑白的背景比較,黑色的背景最易看到彩虹。

表 4 在藍、紅、黑、黃、白不同的背景下看到彩虹的清晰度

地點：教室頂樓						
日期：3/22						
時間	背景 器材	藍	紅	黑	黃	白
10：10	噴霧器	3.5	4	5	2	1
	農業用 噴霧器	3.5	4	5	2.5	2
	農業用 噴霧器	3.5	4	5	3	2
12：40	噴霧器	4	4	5	2.5	1.5
	農業用 噴霧器	4.5	4	5	3	2
	電動型 噴霧器	4.5	4	5	3	2
14：20	噴霧器	4	4	5	2.5	1.5
	農業用 噴霧器	4.5	4	5	3	2
	電動型 噴霧器	4.5	4	5	3	2
備註： <u>很清楚</u> 以數字 <u>5</u> 表示， <u>清楚</u> 以數字 <u>4</u> 表示， <u>看得到</u> 以數字 <u>3</u> 表示 <u>模糊</u> 以數字 <u>2</u> 表示， <u>看不到</u> 以數字 <u>1</u> 表示。						

3. 研究結果

- (1) 從實驗觀察中，我們發現各種背景中，所觀察出的彩虹明顯度有所不同，以黑色背景最明顯，白色最不明顯。
- (2) 我們發現如果背景是深色的時候，尤其是黑色時，不論是何種噴霧器所觀察出的彩虹都比其它顏色來得容易看到，所以可以獲得我們在觀察時為何不易看到彩虹，與背景有重要的關係，背景愈暗，愈易觀察到彩虹。
- (3) 實驗器材中，以電動噴水器所看到的彩虹比其它噴霧器來得清晰。

4. 研究發現

從以上實驗中，我們知道背景和水量大小確實會影響到彩虹的觀察，但我們為了教學上的方便性，所以決定捨棄電動噴水器，改利用噴霧器的數目多寡來代替，進而營造出最適宜教學的觀察實驗。

(五) 實驗五：如何擬造出在教學上最易觀察到彩虹？

1. 研究方法

為了配合教學上的便利性，我們利用箱子（大約 40×40×50cm）內部放置黑色的壁報紙或黑色垃圾袋，將箱子、觀察者與太陽的方位成順時針 45⁰、90⁰、135⁰、180⁰、225⁰、270⁰、315⁰、0⁰不同的角度搭配二至三隻的噴霧器所製造出的水量來觀察彩虹的清晰度，到底是什麼角度最容易且最方便觀察？

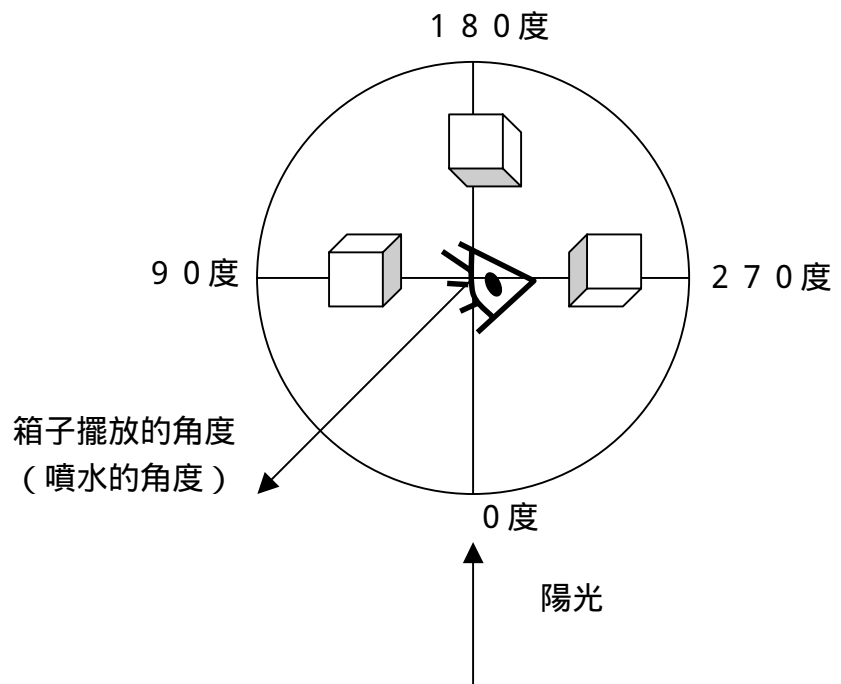


圖 5-1 觀察彩虹時，箱子擺放角度、觀察者和太陽方位所成的相對關係

2. 研究記錄

圖 5-2 將箱子擺成和太陽光成 90 度時，朝箱子內噴灑水並將所看到的彩虹拍攝下來。

圖 5-3 將箱子擺成和太陽光成 135 度時，朝箱子內噴灑水並將所看到的彩虹拍攝下來。

圖 5-4 將箱子擺成和太陽光成 225 度時，朝箱子內噴灑水並將所看到的彩虹拍攝下來。

圖 5-5 將箱子擺成和太陽光成 0 度時，朝箱子內噴灑水並將所看到的彩虹拍攝下來。

我們將第五階段觀察彩虹的結果整理記錄在《表 5》。



圖 5-2 90 度所看到之彩虹



圖 5-3 135 度所看到之彩虹



圖 5-4 225 度所看到之彩虹



圖 5-5 0 度所看到之彩虹

表 5 利用紙箱子觀察者和太陽所成夾角以順時針 45 度、90 度、135 度、180 度、225 度、270 度、315 度和 0 度時，所看到的彩虹成像

地點：教室頂樓								
日期：3/22								
夾角 時間	0 度	45 度	90 度	135 度	180 度	215 度	270 度	315 度
10：10 太陽高度角 40 度	 由上往下看							 由上往下看
12：40 太陽高度角 48 度	 由上往下看							 由上往下看
14：20 太陽高度角 56 度	 由上往下看							 由上往下看

3. 研究結果

- (1) 從實驗觀察中，我們發現只要陽光的強度在光敏電阻測得的值約 100~120 歐姆左右，不論與太陽方位成任何角度，只要觀看的角度適合都能在箱子中看到彩虹。
- (2) 如果觀察者和箱子面向太陽依舊可以觀察到彩虹，只是觀察的角度必須由上往下觀察，這與我們教材上的教學有很大的差異。
- (3) 從實驗中我們發現箱子在不同角度下所看到的彩虹，如果組合起來會變成一個圓圈。
- (4) 在實驗中我們發現利用二個噴霧器即可容易的看得到彩虹，而觀察角度以觀察者為中心與太陽、紙箱子呈現 135° 、 225° 時，最容易看到彩虹，也最清楚；而 90° 、 270° 所看到的彩虹比較弱，也較偏；如果要在 180° 時，則看到的彩虹背景仍較黑才看的到，而與太陽同側 0° 時，則必須由上往下看才可以看到彩虹。

五、研究結論

- (一) 我們發現要輕易製造出彩虹是可行的，只需具備水量、陽光強度、背景及觀察角度就可以看到了。
- (二) 有陽光時，不管是早上、中午或下午，只要沒有雲層擋住，利用太陽直射的關係，均能在適當的條件下看到彩虹，通常在教室走廊有較暗的陰影下較容易看清楚。
- (三) 看到彩虹除了太陽之外，只要大於一個噴霧器所噴的水量，在較暗

的背景下就能看到彩虹；如果水量愈多，所看到的彩虹會愈明顯，所以得知電動噴霧器 > 農業噴霧器 > 噴霧器。

(四) 如果同一個地點，早上看到的彩虹會比較高，中午看到的會比較低，主要是因為我們看到的彩虹是呈現 42° 的關係，所以中午觀察時，必須微微往下看，才看得到彩虹。

(五) 在研究過程中，利用電動噴霧器可以看到前方出現一個圓形的彩虹，視角大約 140° ；並且可以讓我們了解到我們看到的彩虹，可以利用不同的角度來觀察。並不一定要像課本所說的『太陽東方，要往西方噴才可以看到彩虹。』

(六) 實際的教學上，要看到彩虹可自己準備一個紙箱子，在內部貼上黑色壁報紙，利用一個以上的噴霧器（當然愈多愈好），而觀察角度是以觀察者為中心與太陽 紙箱子呈現 135° 、 225° 時，最容易看到，也最清楚；而 90° 、 270° 所看到的比較弱；如果要在 180° 時看到彩虹，由於背景相對的會比較亮，所以適合在中午時觀察，因為這樣所看到的彩虹才會清楚，而與太陽同側 0° 時，則必須由上往下看才可以看到彩虹，由以上的結果可知道和課本所說，太陽在東方，彩虹會在西方出現的情形是不完全一致的。

六、研究討論

- (1) 因為天空的雲層變化不穩定造成陽光有時強、有時弱，增加了觀察彩虹的困難度。
- (2) 由於太陽強度不易測出，所以我們以簡單方便的光敏電阻所測出的參考值來區分太陽的強弱。
- (3) 由於彩虹必須用觀察法，不易用數據來具體呈現，所以利用小學生實際的觀察結果，來作為觀察的結果。
- (4) 由於實驗結果主要在有利於學生在課堂上能觀察到彩虹，所以道具以最簡便且最易取材的方式來進行。
- (5) 研究過程中，我們發現利用電動噴霧器噴灑水量較大的結果，竟然發現彩虹是圓形，而這個很值得以後再進一步進行研究。

七、參考書目

- (1) 天下文化 觀念物理 陳可崗譯 休伊特著
- (2) 第九冊自然課本第一單元光和顏色。台北：牛頓。
- (3) 五下自然科教師手冊 牛頓、康軒和南一出版社
- (4) 黃淑慧主編 (民88) 知識百科全書。台北：人類文化事業有限公司

（第二名）

1. 能追根究底，實事求是，更有令人意想不到的發現而能從生活中取材
2. 科學方法適切

給教學提供了另一種資源，解除了一般人對彩虹的迷思。