

中華民國第四十六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

第二名

080825

「陽陽」得意

學校名稱： 臺北縣新莊市榮富國民小學

作者： 小六 吳承臻 小六 鄭凱元 小六 陳昱安 小六 鄭廷偉	指導老師： 彭煜槐 周宜仁
---	---------------------

關鍵詞：觀測工具、觀測方法、設立觀測站

# 作品名稱：「陽陽」得意

## 摘要

因為操場地面不是水平面，我們利用以前學過的「連通管原理」的應用，設計製作一架「測試平台」，達到測試台的水平效果；又因為用黏土固定的竿子（鉛筆）是否垂直？我們想出「利用一對三角板互相靠在一起」，達到測試竿的垂直效果；自然課本裡「用拉棉線」的方式，來測量太陽高度角的方法，我們發現用力大小會影響高度角的準確度（因為竿子會歪斜），於是又想出「兩直線相交-對頂角相等的原理」的應用，不但利用廢物製作出操作簡單、準確度較高的「太陽高度角測量器」，並在校園裡設立「太陽高度角觀測站」，以利全校師生觀測分享。

## 壹、研究動機

在五年級上學期第一單元「太陽的觀測」，依照課本的「觀測工具和方法」，我們發現各組測量的「太陽高度角、方位角」都不相同，於是展開問題的分析，可能是「測量工具的垂直度不夠、水平度也不夠」，就影響到太陽觀測的準確度。我們想：如果提高測量竿子的垂直準確度及測試台的水平準確度，應該會使得測量數據更精確。自然課本裡「用拉棉線」的方式，來測量太陽高度角的方法，我們發現操作不方便，一隻手要壓著棉線，另一隻手要拿「量角器」靠近棉線，我們很好奇想要找出更好的「觀測工具和方法」。

## 貳、研究目的

- 一、五上自然課本第一單元太陽高度角的觀測。
- 二、五上自然課本第一單元太陽方位角的觀測。
- 三、「測試平台」的設計與製作。
- 四、「竿影測量器」的設計與製作。
- 五、「太陽高度角測量器」的設計與製作。
- 六、「太陽高度角測量器」的測試與修正。
- 七、我們設計的「太陽高度角測量器」精確度測試。
- 八、「竿影測量器」的精確度測試。
- 九、利用自製「觀測工具」來觀測太陽。
- 十、利用自製大型「太陽高度角測量器」和同學分享。
- 十一、校園設立「太陽高度角」觀測站。

## 參、研究設備及器材

- 一、研究設備器具：鑽床、電鑽、鋸子、剪刀、游標卡尺、燒杯、滴管、指北針、收音機。
- 二、研究材料：三夾板、木條、大螺絲、三叉管、透明軟管、白膠、砂紙、廣告顏料、三角板、竹插、飲料盒、量角器、雙面膠帶、黏土、泡棉雙面膠帶。

## 肆、研究過程或方法

研究一：五上自然課本第一單元太陽高度角的觀測。

(一)【方法】1.我們按照課本的方法：一隻手要壓著棉線，另一隻手要拿「量角器」靠近棉線來測量。

2.甲、乙、丙、丁四組「觀測工具」，在同一時間觀測「太陽高度角」。

3.甲、乙、丙、丁四組「觀測工具」要放在同一桌面觀測。

4.不同時間，共觀測 4 次。

(二)【太陽高度角觀測紀錄】 觀測日期:95.3.11 (六)

次數	時間	甲生	乙生	丙生	丁生	討論
第 1 次	09:35	39 度	42 度	43 度	43 度	39~43 度 (相差 4 度)
第 2 次	09:43	43 度	50 度	47 度	46 度	43~50 度 (相差 7 度)
第 3 次	09:51	32 度	45 度	49 度	50 度	32~50 度 (相差 18 度)
第 4 次	09:59	43 度	48 度	45 度	51 度	43~51 度 (相差 8 度)



假日時在迎曦樓前面的廣場，甲、乙、丙、丁四組，在同一時間手指壓棉線的觀測。



一隻手要壓著棉線，對準竿影的頂端，另一隻手要拿「量角器」來測量高度角。

(三)【觀測結果】根據課本的觀測方法，甲、乙、丙、丁四組「觀測工具」，分別測量四次「高度角」，分別相差 4、7、18、8 度，表示誤差大比較不精確。

研究二：五上自然課本第一單元太陽方位角的觀測。

- (一)【方法】
- 1.我們按照課本的方法：在方位盤的中央，用黏土固定鉛筆。
  - 2.甲、乙、丙、丁四組「觀測工具」，在同一時間觀測「竿影位置」。
  - 3.甲、乙、丙、丁四個「觀測工具」要放在同一桌面觀測。
  - 4.在不同時間，共觀測 3 次。
  - 5.用紅筆記錄竿影位置。

(二)【竿影方位角觀測紀錄】 觀測日期:95.3.17 (五)

次數	時間	甲生	乙生	丙生	丁生	討論
第 1 次	08:00	286 度	285.5 度	287 度	285 度	285~287 度 (相差 2 度)
第 2 次	08:18	289.5 度	286.5 度	288.5 度	291 度	286.5~291 度 (相差 4.5 度)
第 3 次	08:30	291.5 度	289.5 度	291 度	295.5 度	289.5~295.5 度 (相差 6 度)

(三)【觀測結果】相同時間相同地點，甲、乙、丙、丁四組「觀測工具」，分別測量三次「竿影位置」，分別相差 2、4.5、6 度，表示誤差大比較不精確。



將四個方位盤的南-北方向對準圖畫紙上的南-北方向線，用膠帶貼好。



甲、乙、丙、丁四組觀測工具，在 08:30 同時用紅筆記錄竿影的頂端。

(四)【分析、討論】

	發現問題	可能影響因素	想出可能的解決方法
問題一	操場地面不是水平的	直接：影響竿影的長度 間接：影響太陽高度角	四年級學過的「連通管原理」應用，設計製作一架力求水平的「測試平台」。
問題二	黏土固定的竿子（鉛筆），垂直度不夠。	直接：影響竿影的方向 間接：影響竿影的長度	利用一組三角板相互靠在一起，組成一個「垂直線」和一個「水平面」。
問題三	拉直棉線時，造成竿子（鉛筆）受力，竿子容易傾斜。	直接：影響竿影的長度 間接：影響太陽高度角	避免「拉直棉線的方式」來測量太陽高度角，應用「兩條直線相交-對頂角相等的原理」，設計製作「太陽高度角測量器」

研究三：「測試平台」的設計與製作。

(一)【思考方向】

1. 四年級自然「連通管原理」，將水注入透明軟管內，管內兩端的水面會一樣高。

發現問題	改善方法
<p>採用養魚時，打空氣用的透明軟管，將水注入管內產生氣泡，宣告「失敗」。原因是「口徑太小，只有 4.5 公厘」。</p>	<p>討論後決定採用較粗的軟管，到五金行找到「冷氣機」排水的透明軟管，口徑有 11 公厘」。</p>
<div data-bbox="363 501 715 1095" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="379 1115 727 1149">產生氣泡，水無法連接。</p>	<div data-bbox="927 501 1370 1095" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="1007 1115 1291 1149">成功，不產生氣泡。</p>

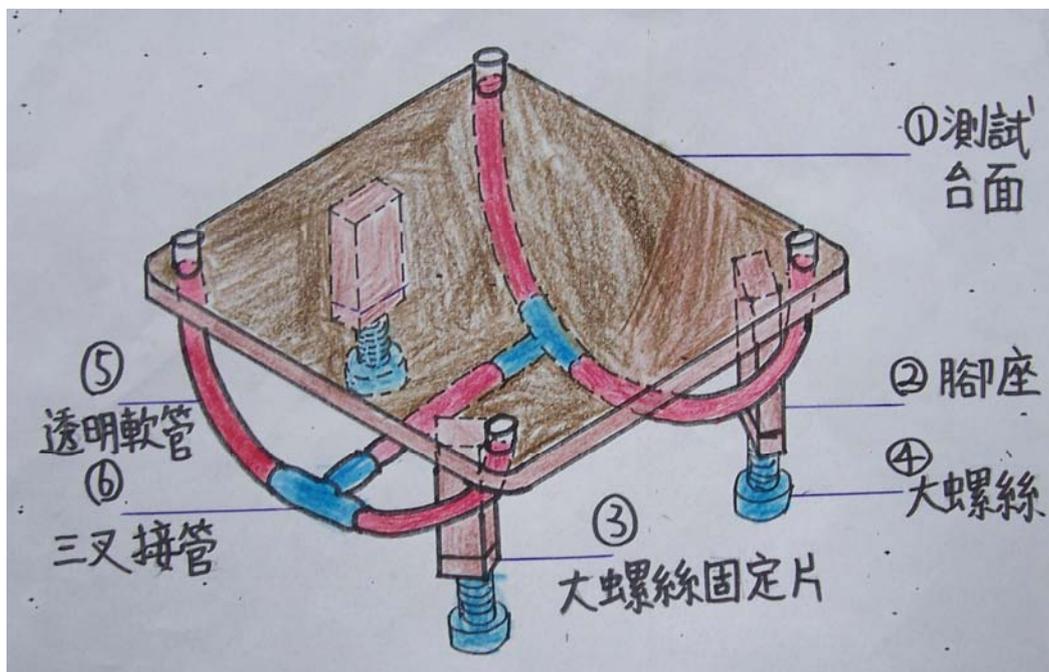
2. 因為「測試台面」為長方形（配合 A4 紙），有四個邊四個角。所以想到「四個水面一樣高」的透明軟管，分別固定在「測試台面」的四邊或四角。

發現問題	改善方法
<p>透明軟管內要達到「四個水面一樣高」，必須將四條透明軟管連接在一起，又不能讓水流出來，真麻煩！</p>	<p>到水電行找到「三叉接管」，可以套上口徑有 11 公厘的透明軟管。</p> <div data-bbox="911 1464 1358 1917" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="863 1933 1422 2018">2 個金色的「三叉接管」和 5 條「透明軟管」連接一起，達到四端的水面一樣高。</p>

3. 「測試台面」要有調整高度的功能。

發現問題	改善方法
<p>「測試台面」的四個邊或四個角，必須和「軟管四端水面一樣高」，需要可以調整四邊高度的「腳架」，傷腦筋！</p>	<p>1.我們到五金行尋找「大螺絲」，是否可以用手轉動「大螺絲」來調整伸縮長度？2.請修繕叔叔把木條鑽孔，孔徑配合「大螺絲」。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>1.鑽孔</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>2. 孔徑配合「大螺絲」</p> </div> </div>

(二)【設計圖】



(三)【製作過程】



步驟 1- 請修繕叔叔幫忙鑽孔。



步驟 2-用砂紙磨孔的邊緣，直到透明軟管可以穿入爲止。



步驟 3-穿入透明軟管。



步驟 4-剪掉過長的透明軟管。



步驟 5-鋸木條做腳座。



步驟 6-塗白膠固定腳座。



步驟 7-大螺絲和固定片之組合。



步驟 8-用燒杯倒入紅色水。



步驟 9-用滴管調整紅色水高度。



步驟 10-旋轉大螺絲調整高度，使四端水面和檯面一樣高。



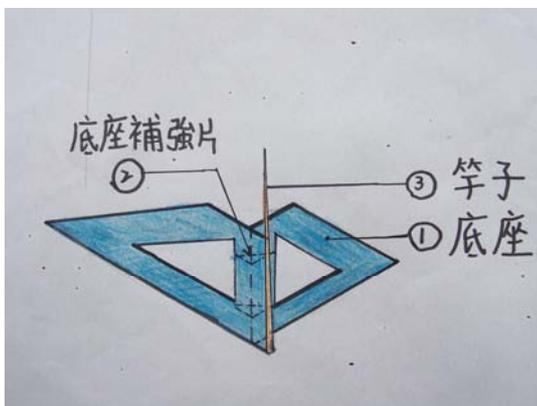
步驟 11-完成「水平」操作。

#### 研究四：「竿影測量器」的設計與製作。

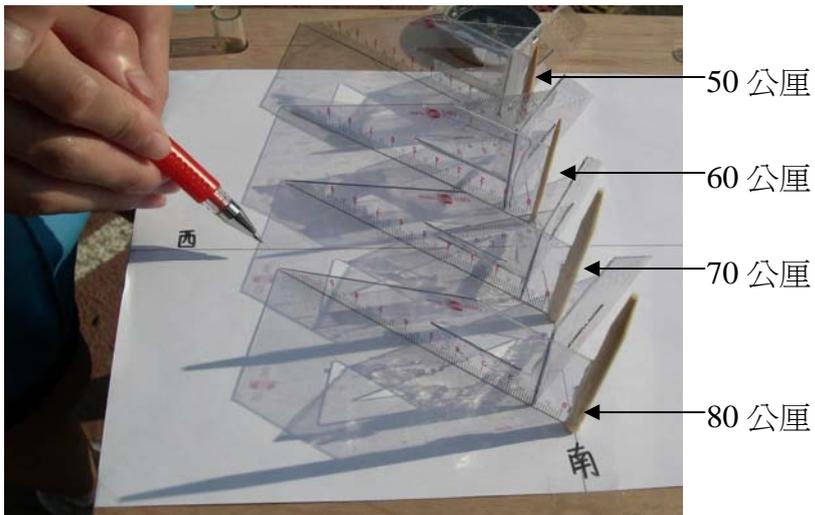
##### (一)【思考方向】

- 1.「垂直度」就想到「三角板」，有兩邊互相垂直。
- 2.膠泥（或黏土）固定觀測竿，用三角板測量使之垂直。
- 3.軟質膠泥（或黏土）固定觀測竿容易歪斜，最好不要用膠泥。
- 4.發現兩片三角板相互靠在一起，組成一個「垂直線」和一個「水平面」。
- 5.若用白膠效果較好，乾了會變成無色透明。

##### (二)【設計圖】



(三)【製作過程】



步驟 1-選擇竹竿高度 60 公厘較佳；  
竿高 70、80 公厘的影子過長；竿高 50 公厘的影子太短，較不清楚。



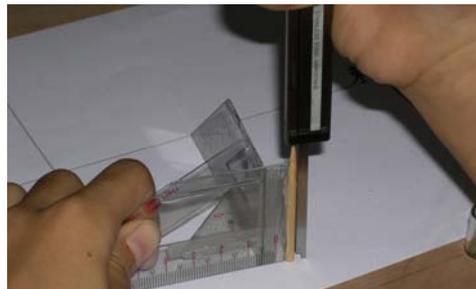
步驟 2-用游標卡尺反覆測量及修正牙籤長度。



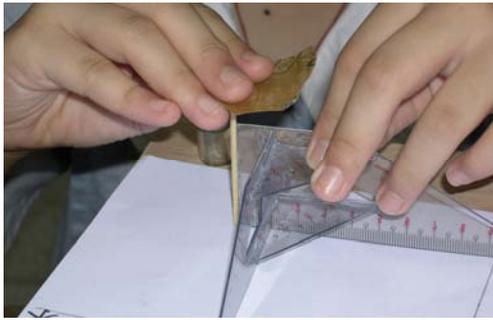
步驟 3-用細砂紙輕磨牙籤，磨去多餘的長度，  
只剩下需要用的 60.00 公厘。



步驟 4-白膠黏接底座、補強片、竹插或牙籤。



步驟 5-白膠乾固後，再校正牙籤長度。



步驟 6-再用細砂紙輕輕磨去多餘的長度。



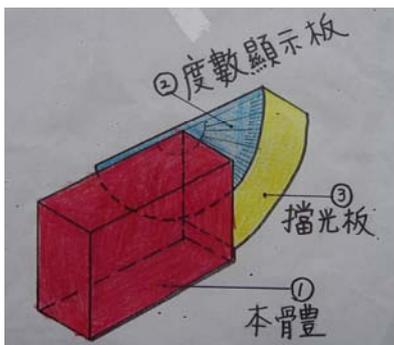
步驟 7-避免被風吹走增加重量，先後使用磁鐵、膠泥、螺帽，一直到秋風吹不動為止。

研究五：「太陽高度角測量器」的設計與製作。

(一)【思考方向】

<p>1.分析太陽高度角</p> <p>高度角為(角 A)</p>	<p>2.對頂角相等</p> <p>(角 A)=(角 B)</p>
<p>3.能讓陽光直接照下來？</p> <p>(角 B)=(角 D)</p>	<p>4. 增加「擋光板」</p> <p>可以從擋光板和量角器讀出高度角(角 B)度數</p>

(二)【設計圖】



(三)【零件名稱、功能、材料】

	零件名稱	功能	材料
1	本體	造成陽光的影子，必須方形或長方形。	鋁箔裝飲料盒，廢物利用。
2	度數顯示板	利用影子線條，讀出高度角。	半圓形量角器
3	擋光板	本體影子射入擋光板，直接讀出高度角。	白紙或淺色紙

(四)【製作過程】



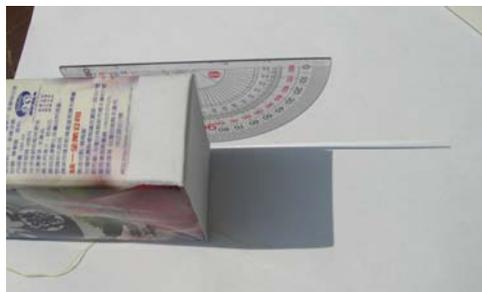
步驟 1-剪開擋光板的邊緣  
(約 0.5 公分剪一次)



步驟 2-將擋光板一片一片依序黏接到量角器圓弧



步驟 3-完成品-有擋光板能讀出高度角



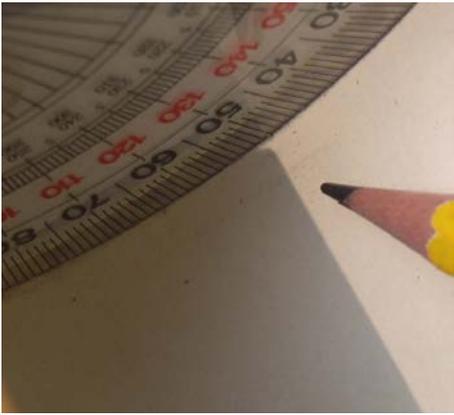
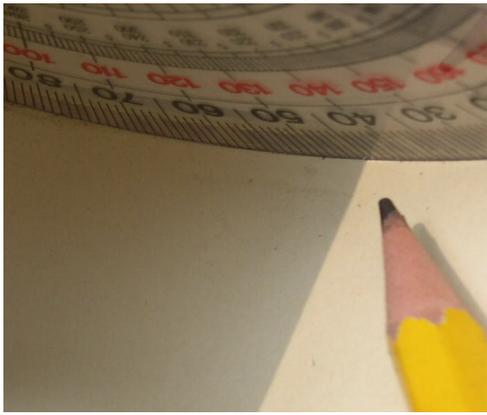
沒有擋光板不能讀出高度角

研究六：「太陽高度角測量器」的測試與修正。

(一)【問題 1】

發現問題		改善方法
擋光板上有「量角器」影子，無法讀出高度角的度數。因為測量器偏右（面向陽光）。	擋光板的影子不完整，無法讀出高度角的正確度數。因為測量器偏左（面向陽光）。	太陽光方向要和「量角器、本體（飲料盒）長邊」平行。（操作方法）

(二)【問題 2】

發現問題	找出原因	改善方法
 <p>影子約有 0.05 公分的缺角，無法正確讀出高度角的度數。</p>	飲料盒摺成立體時，在轉角處造成的凹陷。	 <p>在飲料盒貼一張紙 (4x3 公分)，蓋住飲料盒的凹陷，影子的缺角完全消失，才能正確讀出高度角的度數</p>

(三)【問題 3】

發現問題	找出原因	改善方法
測量器容易被風吹倒。	測量器重量太輕。	測量器本體 (飲料盒) 裝入細沙，增加重量。

研究七：我們設計的「太陽高度角測量器」精確度測試。

- (一)【方法】1.我們分別製作甲、乙、丙、丁四個「太陽高度角測量器」，在同一時間分別觀測「太陽高度角」，紀錄、比較結果。  
2.甲、乙、丙、丁四個「太陽高度角測量器」要放在同一桌面觀測。

(二)【太陽高度角觀測紀錄】 觀測日期:95.3.11 (六)

次數	時間	甲生	乙生	丙生	丁生	討論
第1次	10:26	53 度	53 度	53 度	53 度	在相同時間，甲、乙、丙、丁四個「太陽高度角測量器」測得相同的「高度角」。
第2次	10:31	54 度	54 度	54 度	54 度	
第3次	10:36	55 度	55 度	55 度	55 度	
第4次	10:41	56 度	56 度	56 度	56 度	



甲、乙、丙、丁四組「太陽高度角測量器」，在同一時間觀測太陽高度角。

(三)【觀測結果】四個「太陽高度角測量器」經過四次的觀測，發現甲生、乙生、丙生、丁生每次測量的高度角都相同，表示誤差小較精確。

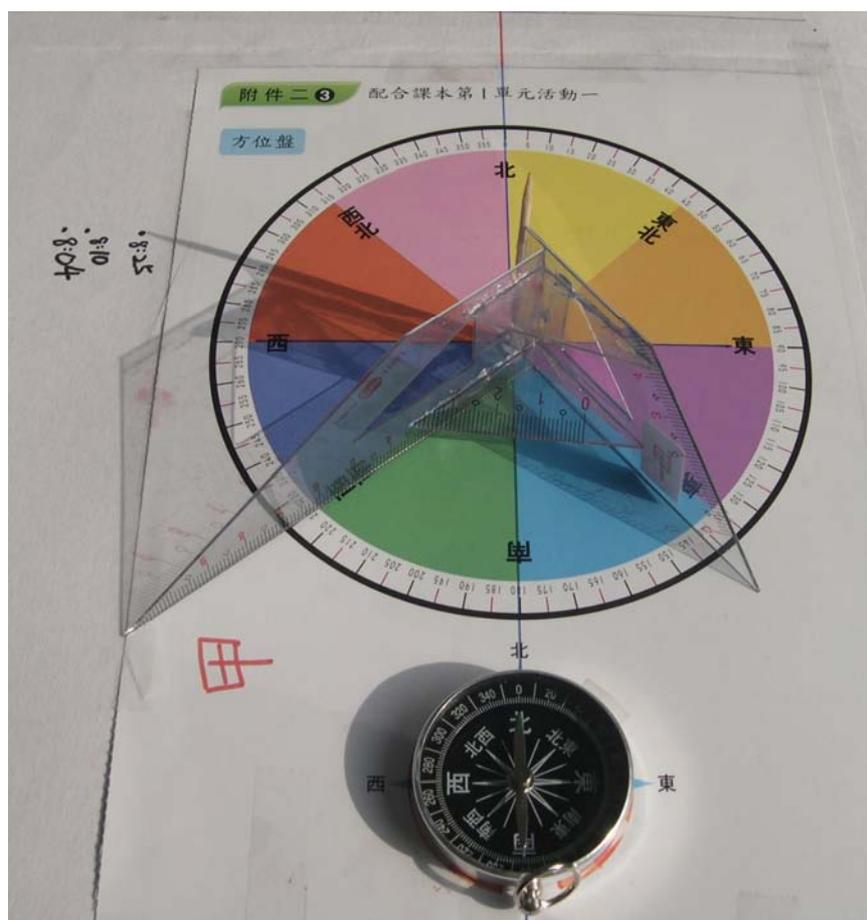
研究八：我們設計的「竿影測量器」精確度測試。

- (一)【方法】
- 1.使用我們設計的甲、乙、丙、丁四組「竿影測量器」。
  - 2.在同一時間觀測「竿影位置」。
  - 3.甲、乙、丙、丁四個「觀測工具」要放在同一桌面觀測。
  - 4.在不同時間，共觀測 3 次。
  - 5.用黑筆記錄竿影位置。

(二)【竿影方位角觀測紀錄】 觀測日期:95.3.17 (六)

次數	時間	甲生	乙生	丙生	丁生	討論
第 1 次	08:04	288 度	287.5 度	287.5 度	287 度	287~288 度 (相差 1 度)
第 2 次	08:10	288.5 度	288.5 度	288.5 度	288 度	288~288.5 度 (相差 0.5 度)
第 3 次	08:25	290.5 度	291 度	290.5 度	290 度	290~291 度 (相差 1 度)

(三)【觀測結果】相同時間相同地點，甲、乙、丙、丁四組「觀測工具」，分別測量三次「竿影位置」，每次相差 0.5~1 度，表示誤差較小比較精確。



自己設計的「甲-竿影測量器」，在第三次 8:25 測量完成的竿影。



步驟 1-使用我們設計的甲、乙、丙、丁四組「竿影測量器」  
，同時用黑筆記錄竿影的頂端。



步驟 2-使用量角器測量「竿影的方位角」

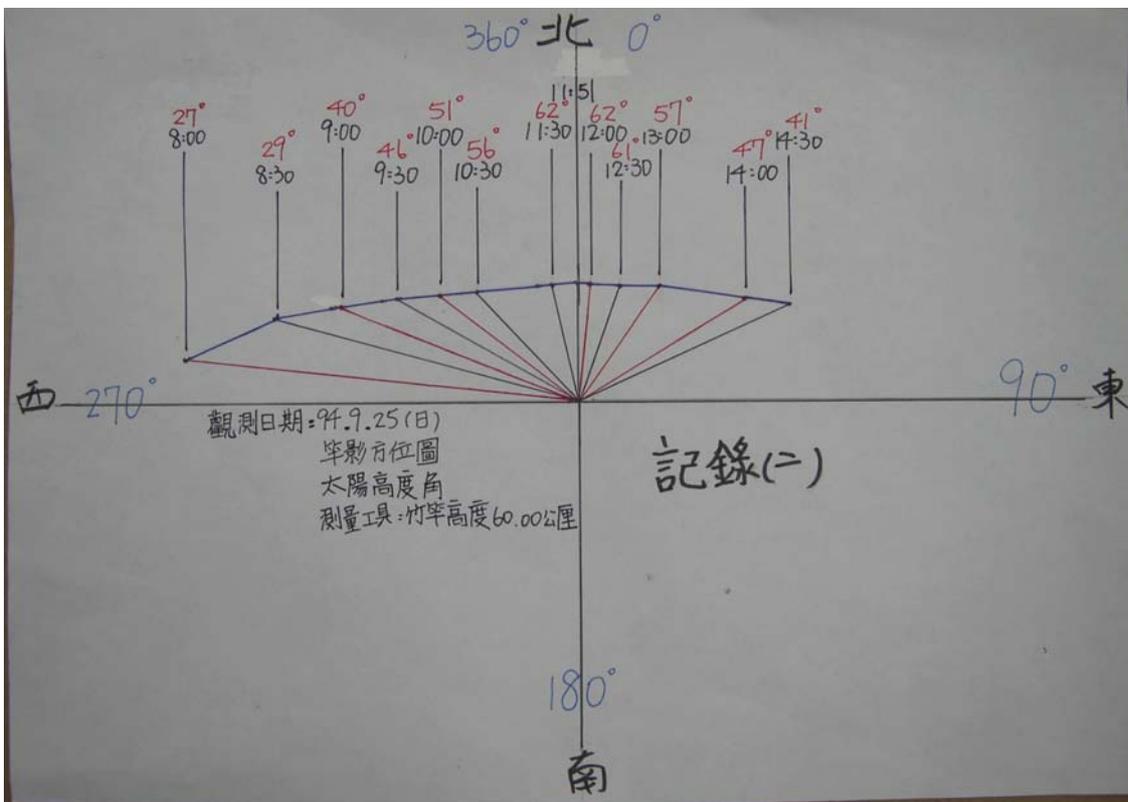
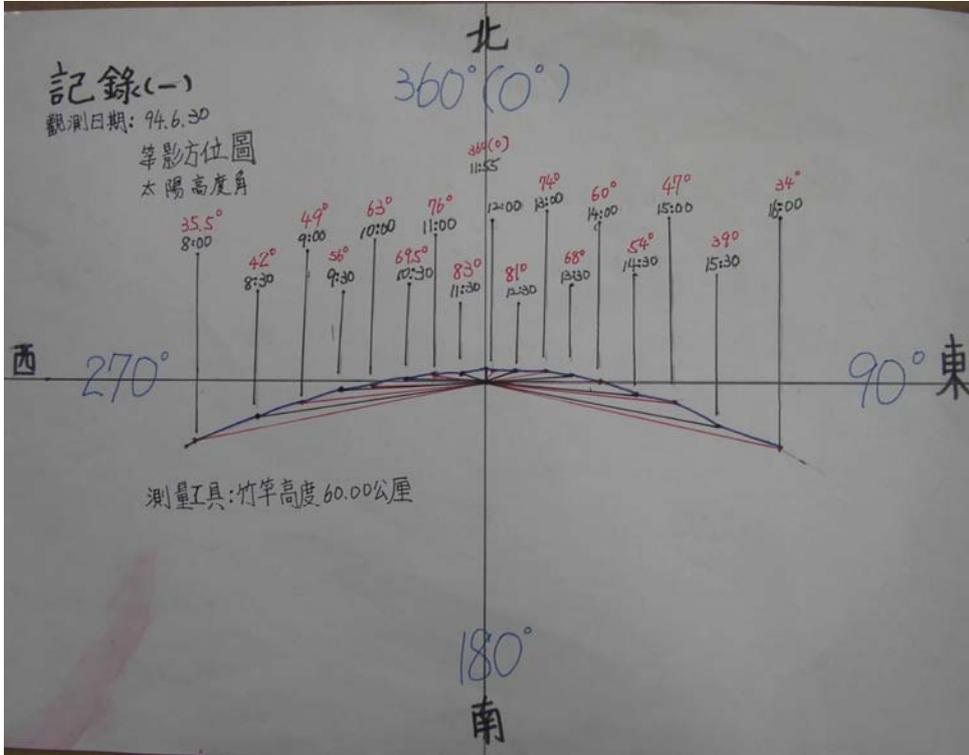


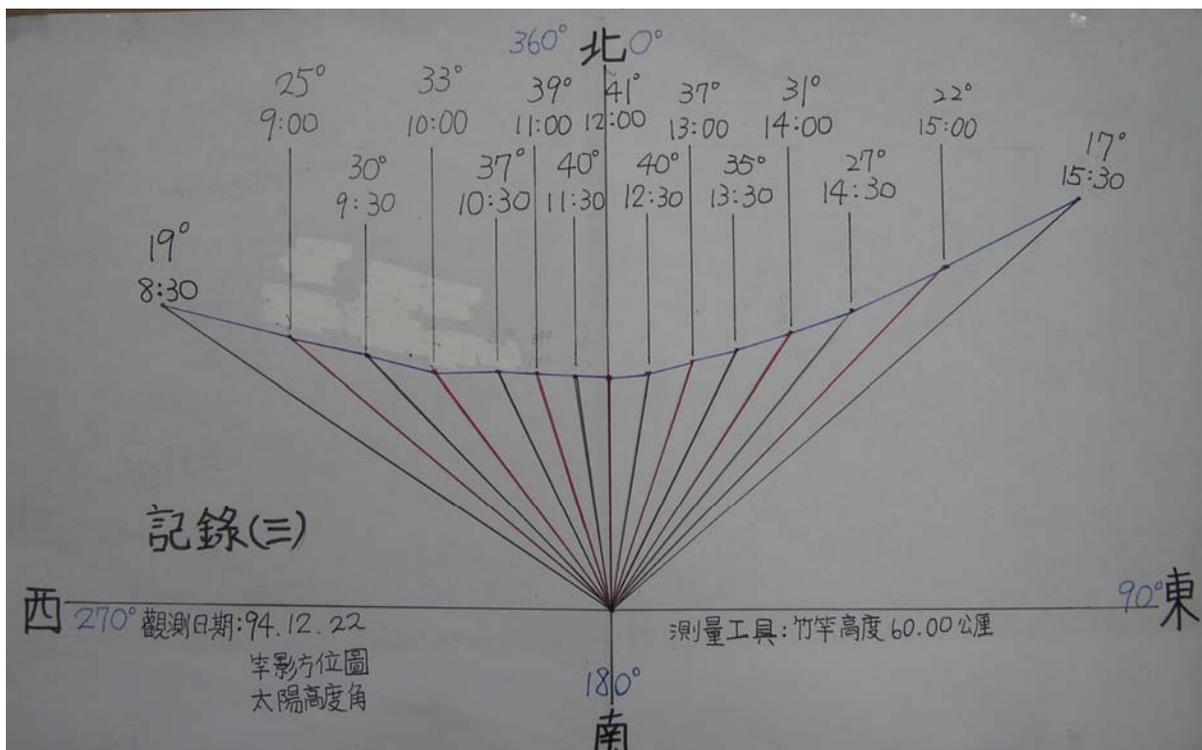
步驟 3-藍筆紀錄「竿影的方位角」

研究九：利用自製「觀測工具」來觀測太陽。

- (一)【方法】
- 1.我們在去年夏天、秋天、冬天觀測，做紀錄。
  - 2.紀錄時間是 8:00~16:00，每半小時記錄一次。
  - 3.時間是以收音機「中廣 FM103.3」報時為準。

(二)【觀測紀錄】





(三)【觀測結果】

1. 觀測日期: 94年6月30日 (四) 觀測地點: 學校操場

觀測時間	08:00	9:00	10:00	11:00	過中天 11:55	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00
太陽高度角 (度)	35.5	49	63	76		85	74	60	47	34
竿影方位 (度)	260	266	269	276	360 (0)	33	66	90	100	107
太陽方位 (度)	80	86	89	96	180	213	246	270	280	287
	東	東	東	東	南	南南 西	西南 西	西	西	西北 西

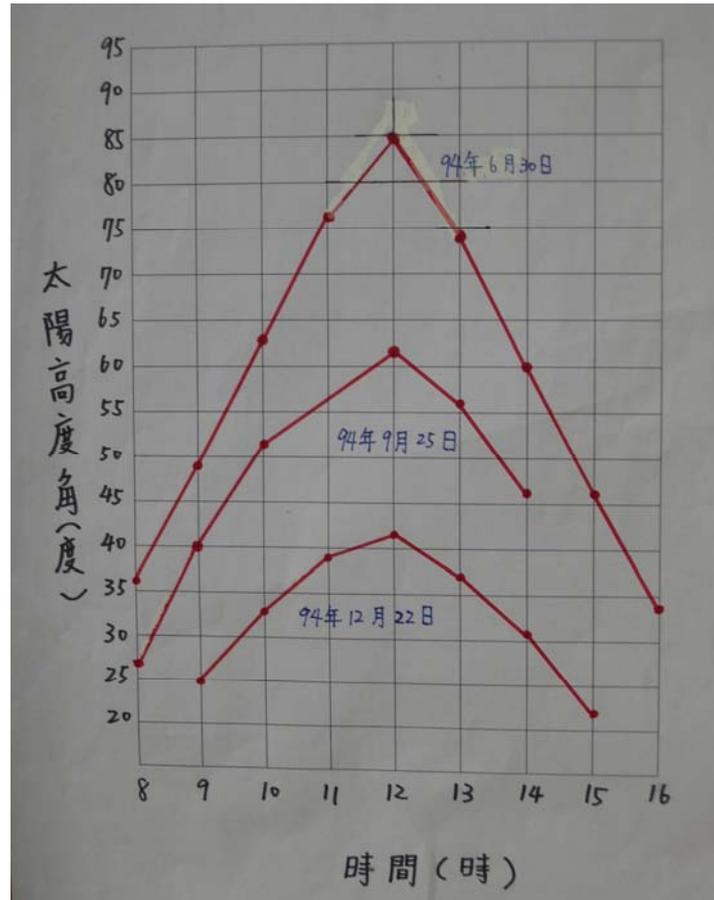
2. 觀測日期:94年9月25日(日) 觀測地點:學校操場

觀測時間	08:00	9:00	10:00	11:00	過中天 11:51	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00
太陽高度角(度)	27	40	51			62	57	47		
竿影方位(度)	277	292	308		360 (0)	6	36	59		
太陽方位(度)	97	112	128		180	186	216	239		
	東	東南 東	東南		南	南	西南	西南 西		

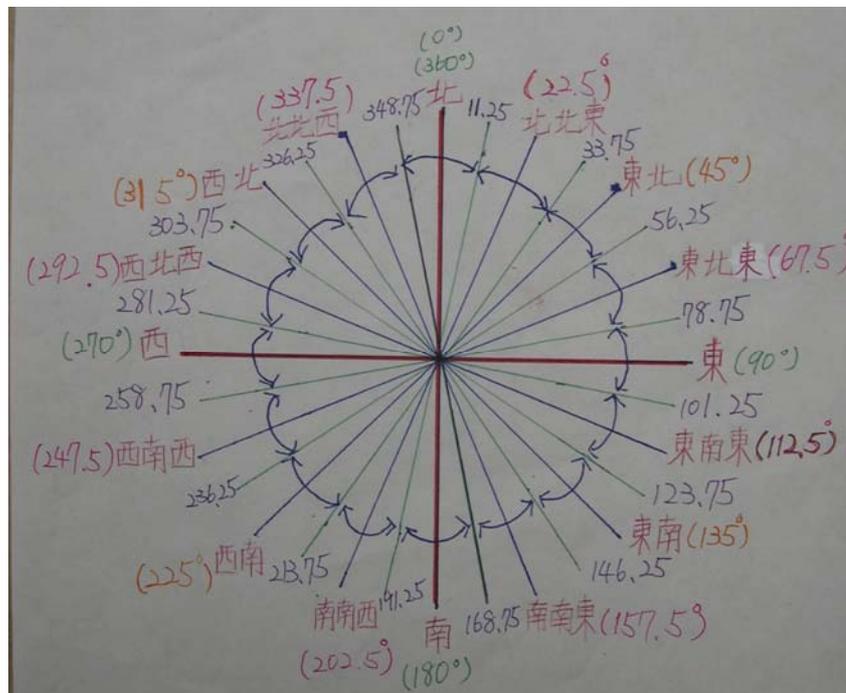
3. 觀測日期:94年12月22日(冬至) 觀測地點:學校操場

觀測時間	08:00	9:00	10:00	11:00	過中天 12:00	13:00	14:00	15:00	16:00
太陽高度角(度)		25	33	39	41	37	31	22	
竿影方位(度)		310	324	343	360 (0)	18	33	44	
太陽方位(度)		130	144	163	180	198	213	224	
		東南	東南	南南 東	南	南南 西	南南 西	西南	

4.將上表觀測太陽位置的資料畫成時間和太陽高度角的關係圖。



5.將方向分成十六方位，每個方位 22.5 度，東邊 90 度、西邊 270 度、南邊 180 度、北邊 360 度或 0 度。



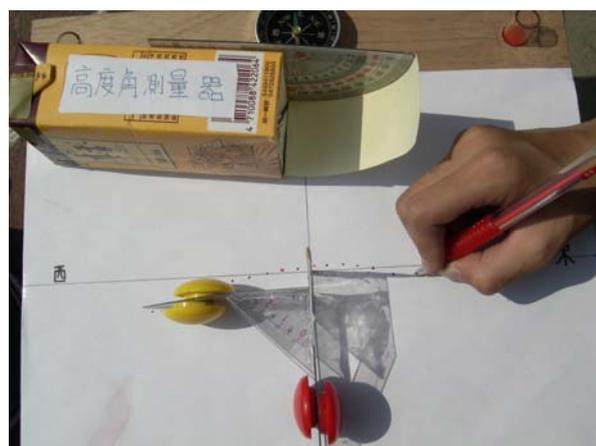
#### (四)【討論】

- 1.觀測太陽的位置，要同時測量方位和高度。
- 2.測量太陽方位角時，先找出竿影的方位，再以對向的方位角作為太陽的方位角。
- 3.太陽的方位角因季節不同而有所改變。
- 4.太陽的位置可以用高度角表示，高度角是指人面向太陽時，其視線和地面所夾的角度，也可以說是竿頂和竿影頂端的連線與地平線的夾角。
- 5.太陽的高度角在中午時最高。
- 6.太陽的高度角以夏天最高、春秋次之、冬天最低。

#### (五)【觀測情形】



觀測日期:94.6.30 (夏天)  
紀錄太陽高度角



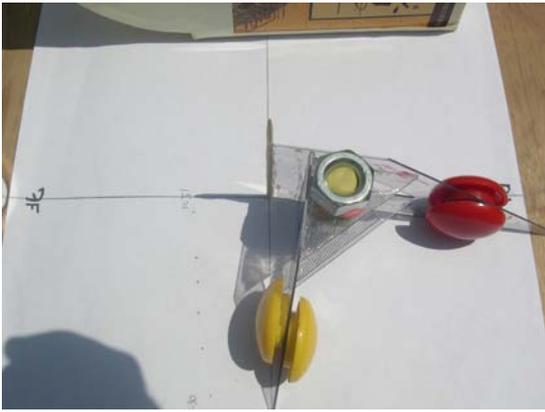
觀測日期:94.6.30 (夏天)  
紀錄太陽竿影



觀測日期:94.9.25 (秋天)  
觀測前調整「台面」使它為水平面。



觀測日期:94.9.25 (秋天)  
記錄太陽竿影



觀測日期:94.9.25 (秋天)  
記錄太陽過中天的竿影



觀測日期:94.9.25 (秋天)  
利用觀測空檔討論整理資料



觀測日期:94.12.22 (冬至)  
記錄太陽竿影頂端

研究十：利用自製大型「太陽高度角測量器」和同學分享。

(一)【方法】

- 1.在假日做一個大型的「太陽高度角測量器」。
- 2.下課時間操作大型的「太陽高度角測量器」，向同學說明其優點。
- 3.利用下課時間操作「測試平台」、「竿影測量器」，向同學說明其優點。

(二)【結果】



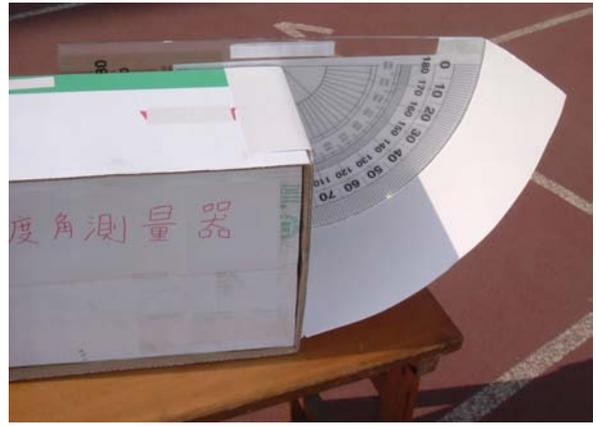
步驟 1-用泡棉雙面膠帶黏貼「量角器」  
和「紙箱」(對準直角)。



步驟 2-在透明「量角器」塗上白膠  
，黏貼白紙以便讀出角度。



步驟 3-用雙面膠帶黏上「擋光板」。



步驟 4-加重加蓋後，在操場測得太陽高度角為  
為 40.5 度，刻度、字體比較大，方便站著測量。



步驟 5-利用下課時間在穿堂前，指導同學操作及測量太陽高度角。

#### 研究十一：校園設立「太陽高度角觀測站」。

##### (一)【方法】

- 1.考慮使用防水材料，安置在「校園氣象觀測區」。
- 2.設計圖→製作零件→組立完成→設立完成→操作解說
- 3.畢業考後，為期一週的觀測解說，我們四人輪流解說。

##### (二)【結果】

##### 1.設計過程：

##### (1) 大型「太陽高度角測量器」討論。

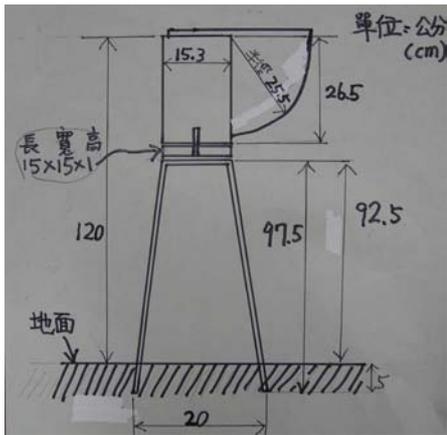


步驟 1.-以「機能美」方式，畫出多餘的部分，  
決定其外型大小。



步驟 2.-考慮 120 公分的高度設計。

(2) 設計圖：



120 公分高的設計圖。



我們在討論及畫出設計圖。

2. 零件製作及組立：



(1) 鋸掉多餘的「量角器」。



(2) 在木製的「本體」鑽出「旋轉孔」。



(3) 畫出「固定板」中心，以便鑽孔。



(4) 在「量角器」上，鑽好固定孔-4 孔。



(5) 用木螺釘固定「量角器」和「本體」。



(6) 用木螺釘固定「腳架」和「固定板」。



(7) 塗上黃色油漆-防水/美觀。



(8) 曬乾-加速乾燥。

3. 設立過程：



(1) 應用連通管原理，判斷「固定板」是否水平，鐵鎚調整「腳架」高度。



(2) 旋轉大螺絲組裝「本體」。



(3) 「太陽高度角觀測站」。

#### 4. 操作解說：



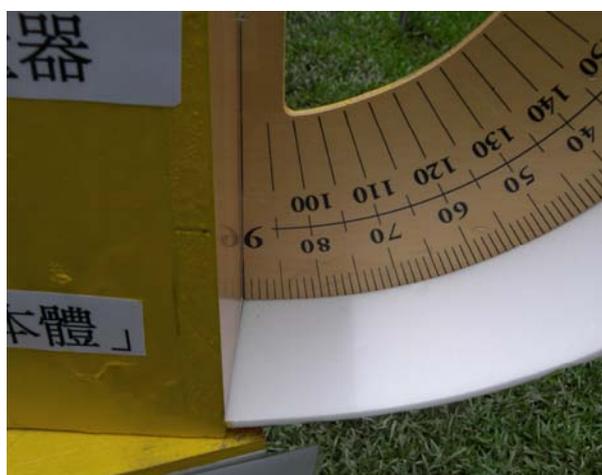
(1) 我們向低年級-操作解說。



(2) 我們向高年級-操作解說。



(3) 小朋友操作及觀測。



(4) 太陽高度角為 76 度 (95.06.05AM10:50 陰天)

### 伍、研究結果

- 一、觀測太陽高度角的比較，課本的工具和方法誤差 4~18 度比較不精確，我們自製的工具誤差接近 0 度比較精確。
- 二、觀測太陽竿影方位角的比較，課本的工具和方法誤差 2~6 度比較不精確，我們自製的工具誤差 0.5~1 度比較精確。
- 三、我們用自己設計的觀測工具來觀測太陽，發現太陽的方位角因季節不同而有所改變、太陽的高度角在中午時最高，又發現太陽的高度角以夏天最高、春秋次之、冬天最低。
- 四、我們製作大型防水的「太陽高度角測量器」，設立在校園氣象觀測區，以利全校師生觀測。
- 五、在設計製作過程，我們常常遇到困難時，能互相討論集思廣益合作無間，想出解決的方法，這就是所謂的「團結就是力量」。

## 陸、討論

- 一、五上自然課本第一單元太陽的觀測，每位小朋友都做一個觀測工具「拉直棉線的方式」來測量太陽高度角。建議改用分組比賽方式（如 4~6 人一組），分工合作來完成「測試平台」、「竿影測量器」以及「太陽高度角測量器」，讓小朋友了解「團結就是力量」，觀測後，由各組比賽發表觀測結果。
- 二、我們學以致用：「測試平台」是應用四下學過的「連通管原理」設計出來。
- 三、我們手腦並用：用三角板測量「用黏土固定的鉛筆」是否垂直？突然想到一片三角板的直角邊放在桌面上，另外一片三角板的直角邊靠攏，就形成兩個互相垂直面：一個是 2 個直角邊形成的（接觸桌面）、另一個是垂直面（尺的厚度）。
- 四、因為我們發現「拉直棉線的方式來測量太陽高度角」不但操作不方便（手忙腳亂），而且測量的高度角比較不精確。因此我們動動腦應用「對頂角相等的原理」，設計出操作簡單的「太陽高度角測量器」，這是我們比較得意的作品。
- 五、除了「學以致用」、「手腦並用」、「發現問題-解決問題」的精神，還要有「分工合作」的團隊精神，才能集思廣益創造出最佳作品。
- 六、「獨樂樂不如眾樂樂」：我們精心設計的作品~「太陽高度角觀測站」，能夠和同學一起分享，未嘗不是一件快樂的事。
- 七、我們發現課本上太陽觀測器-立竿見影的誤差太大，於是我們就集思廣益想出更精確的測量工具，在我們的努力下不斷的修正測量器的準確度，終於做出了滿意的測量器來，於是乎取名為-『陽陽』得意！

## 柒、參考資料及其他

- 一、書名/五上自然與生活科技 主編/鄧美貴 出版者/康軒文教事業股份有限公司  
第一單元/太陽的觀測 p4~p13
- 二、書名/四下自然與生活科技 執行編輯/許淑琴 劉蕙 出版者/康軒文教事業股份有限公司  
第二單元/水的移動-認識連通管 p29~p31
- 三、書名/四上自然與生活科技 發行人/林春輝 出版者/光復書局企業股份有限公司  
第二單元/生活中的力-虹吸現象連通管 p54~p59
- 四、國語日報/94 年 9 月 22 日出刊/科學教室 8/春分秋分-日夜對分
- 五、書名/中華兒童百科全書 出版/台灣省政府教育廳 經銷/台灣書店  
冬至與夏至 p1287~1288 春分和秋分 p3316~3317

評 語

080825 「陽陽」得意

同學能從五上自然課本教材中“太陽高度角的觀測”改良觀測太陽高度角的測量工具和太陽方位角測量方法。科學性、教育性強。又能全國分享。有創意是优秀作品。