

太陽四季模擬日照實驗器

一、實驗目的：

利用太陽四季模擬器，模擬在不同的緯度下，四季與晝夜的變化。

1. 了解地球自轉與公轉所產生的季節和晝夜的變化。
2. 一日竿影的長度變化。
3. 量測太陽日照的仰角以及方位角移動。
4. 觀察四季的晝夜長短變化。
5. 了解在不同緯度時，四季的改變。
6. 溫度的直射與斜射，造就緯度高冷低熱

二、實驗原理：

冬冷夏熱主要是太陽的影響，所以觀察太陽在天空中的運行，便可推算出季節的變遷。而早期，中國在周朝時，便懂得用立竿測影來判定季節，即是推斷太陽在天上位置的方法之一。如下圖 1

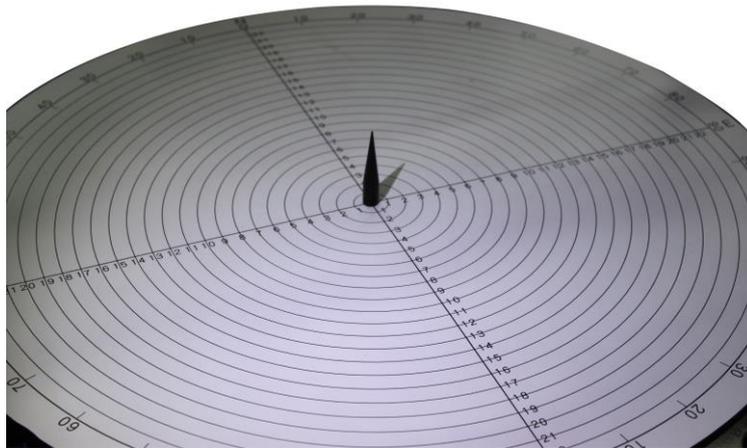


圖 1 立竿見影的現象

利用立竿測影，可以測定太陽在天上的仰角。若正午時的竿影越長，表示太陽越低；而正午時的竿影越短，表示太陽越靠近天頂。須注意，在台灣地區位在北半球，使用立竿所測得的竿影會偏北，表示太陽偏南。根據每日正午竿影長度變化，可以得知太陽每天都在移動著，春天竿影會逐漸偏短，表示太陽在天上每日逐漸偏北，到”夏至”那天達最北。一年之初在於春，太陽由南往北移，移到最北端為”夏至”，再往南移至最南端為”冬至”，一年為一個循環。

經長期的觀察，顯示冬至時太陽在天球赤道以南 23.5 度，也就是冬至時太陽直射南緯 23.5 度；春分與秋分時，太陽在天球赤道上，直射緯度 0 度；夏至時則位於天球赤道以北 23.5 度處，太陽直射北緯 23.5 度。如下圖 2 四季的變化

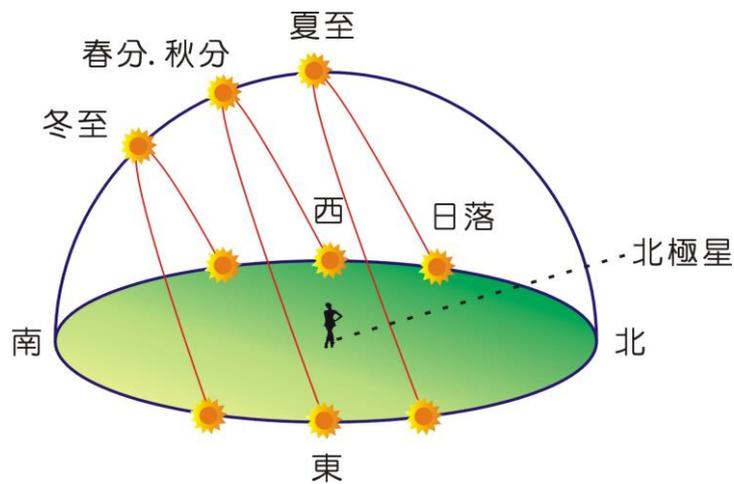


圖 2 四季的變化

地球繞太陽公轉一圈為一年。當公轉時，因地球的地軸傾斜 23.5 度，造成太陽直射位置出現變動，進而造成一年之中，同一地區地表吸收的熱量與氣溫有高低變化，也就是我們生活中的四季變化。

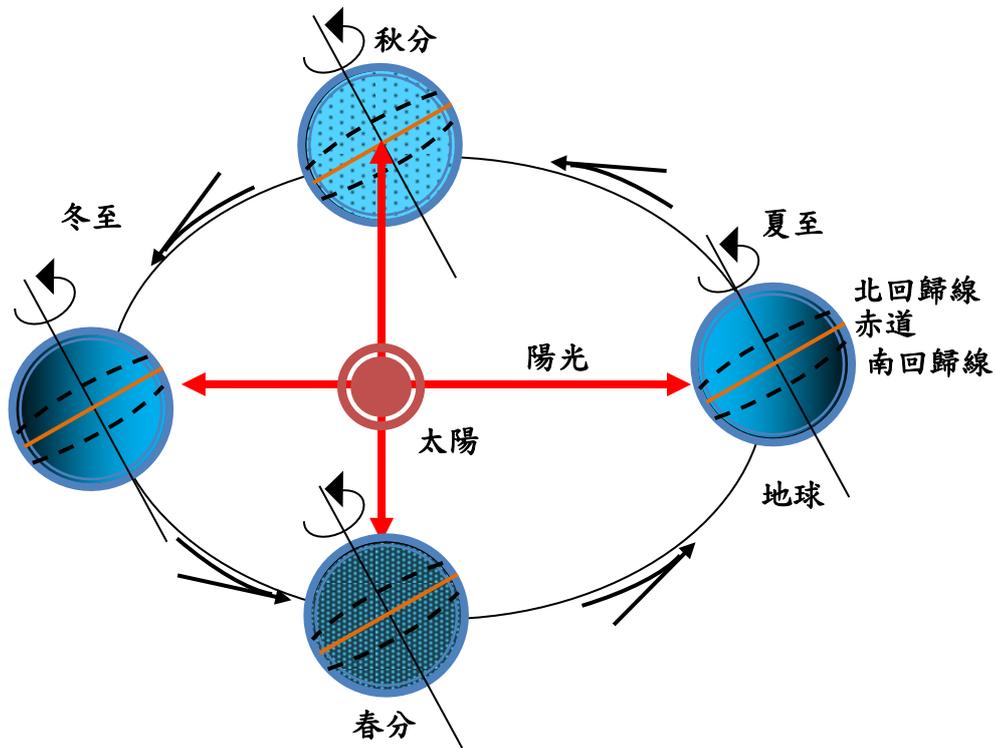


圖 3 地球繞太陽示意圖

以北半球來說，如上圖 3 地球繞太陽示意圖：

- 春分(三月 21、22 日)，太陽直射赤道。之後太陽直射位置一直往北移動。
- 夏至(六月 21、22 日)，太陽直射北迴歸線。之後太陽直射位置往南移動。
- 秋分(九月 21、22 日)，太陽直射赤道。之後太陽直射位置繼續南移動。
- 冬至(十二月 21、22 日)，太陽直射南迴歸線。之後太陽直射位置往北移動。

如此週而復始，循環不停。

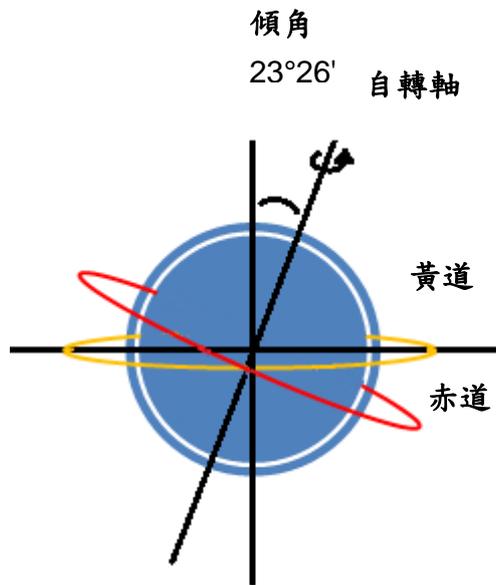


圖 4

黃道：

假想地球是不動的，而太陽繞地球旋轉的軌跡。太陽繞地球旋轉的軌道平面，即為黃道面。赤道是垂直地球自轉軸的平面。黃道與地球赤道面交角為 $23^{\circ}26'$ 。如圖 4

晝夜變化：

因地軸傾斜自轉關係，造成照射範圍的變化，也就是晝夜交替的現象。

晝夜長短：

參考圖 3，若地軸傾斜自轉配上地球公轉，春分、秋分，太陽照射正好垂直赤道，所以高、低緯度各地的單日照射時間一樣長，半晝半夜。

冬至到夏至期間，北半球照射範圍越來越廣(南半球照射範圍則越來越小)，日照時間也就隨著增加，所以白天時間就越來越長。高緯度地區由於緯度圈範圍較小，狀況最明顯，極圈以內甚至出現永晝情形。

夏至到冬至期間，北半球照射範圍越來越小(南半球照射範圍則越來越廣)，日照時間也就隨著減少，所以白天時間就越來越短。高緯度地區由於緯度圈範圍較小，且最早脫離日照範圍，所以夜晚時間明顯拉長，極圈以內甚至出現永夜。

四季變化：

因地球的自轉軸和垂直於繞行太陽公轉的黃道面間有著 23.5 度的夾角，使得地球在繞行太陽公轉期間，因為陽光的直射與斜射，如下圖 5，所以有春、夏、秋、冬四季明顯的氣候變化。

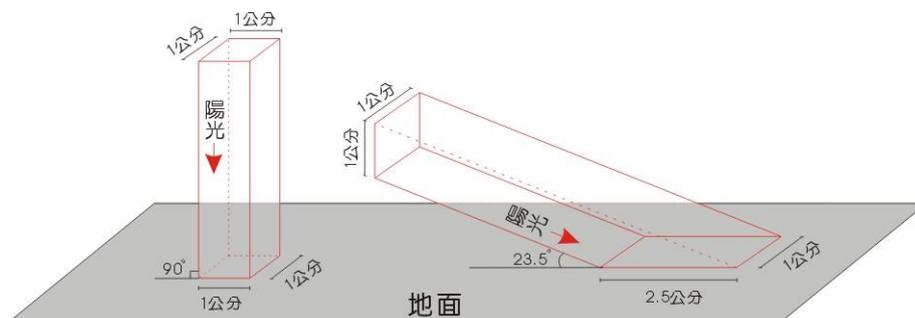


圖 5 直射與斜射會影響日照面積與溫度的變化

直射與斜射：

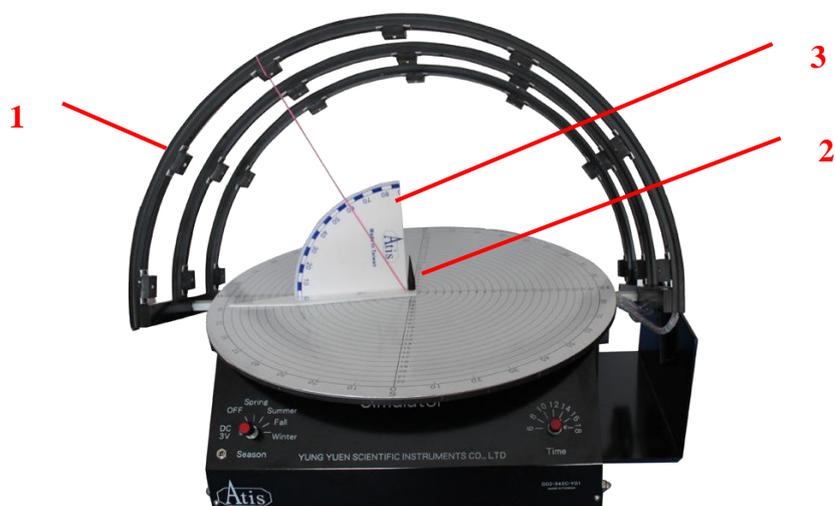
如上圖 5，陽光抵達地球時的能量是相同的，但是斜射的地表面積比直射的地表面積大的多，所以每單位面積所得到的陽光熱能不同而形成冷熱現象。利用在不同的緯度上，四季的太陽在不同的位置上，因為直射跟斜射的關係，所以造成四季有不同的日照時間及溫度變化，如上圖 4。又在不同的地球緯度上，也會有不同的日照時間上的變化。

三、實驗儀器：

實驗儀器列表

編號	名稱	數量	編號	名稱	數量
1	太陽四季模擬器	1 台	2	立竿柱	1 根
3	角度測量計	1 組	4	電源供應器	1 只

實驗儀器對照圖



四、實驗步驟：

I. 模擬太陽四季的日照



圖 6

1. 實驗裝置如上圖 6，插上電源線 3DV，把立竿柱裝置於中心，根據實驗紀錄表 1，調整 Season 旋鈕至 Spring，並將地點調至台灣嘉義，也就緯度 23.5 度。
2. 調整 Time 旋鈕，依序改變日照時間點 6 至 18 點，觀察竿影長度、方位角記錄於實驗紀錄表 1 中。
3. 觀察日照直射與斜射所產生的桿影深淺明暗，根據實驗原理「直射與斜射」，判斷竿影涵蓋面積，並在實驗表格 1 中標示出最高與最低溫度熱量的時間點。
4. 更換角度測量計，量取日照仰角如圖 7，並記錄之。

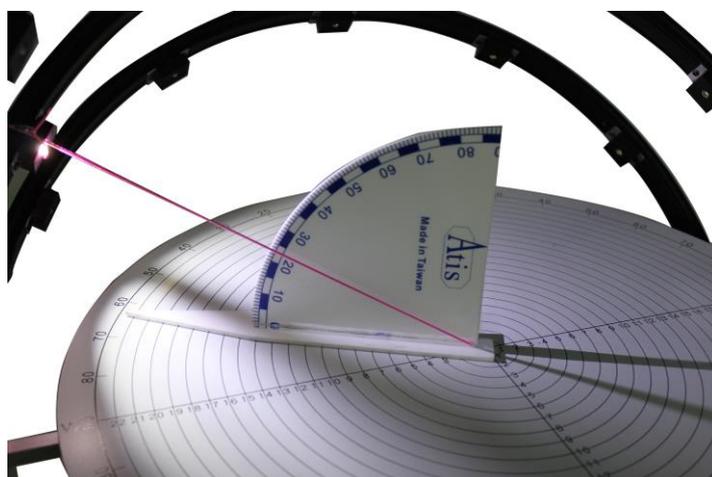


圖 7 日照仰角

註：1. 調整緯度如圖 7，緯度與地點參考如下表：

地球	緯度	地點
----	----	----

北 半 球	90	北極
	60	丹麥、瑞典
	45	北京、哈爾冰
	23.5	台灣嘉義
赤道	0	新加坡
南 半 球	23.5	澳大利亞
	45	新西蘭
	60	德雷克海峽
	90	南極洲

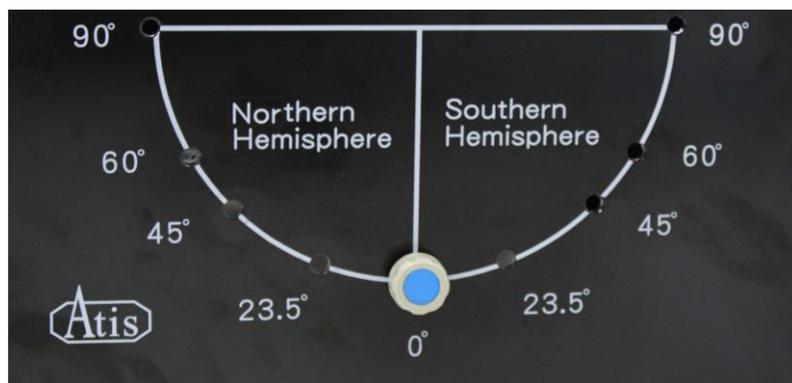


圖 7 緯度的調整

2. 調整 Season 旋鈕以及 Time 旋鈕，如下圖 8

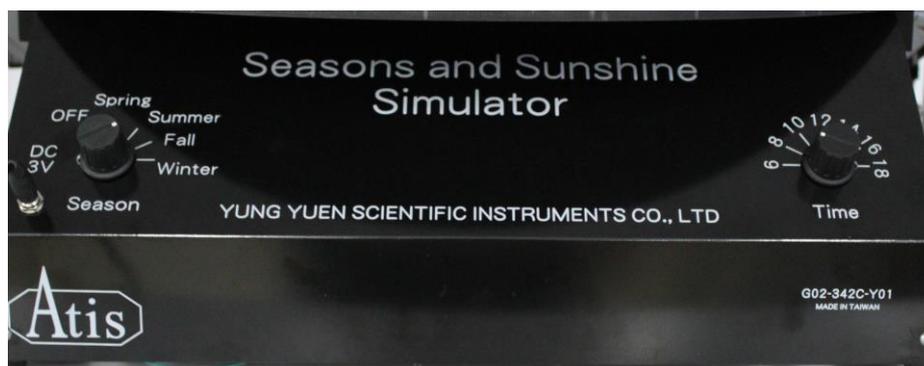


圖 8 左邊旋鈕為四季的控制，右邊旋鈕則為時間的控制

II. 四季的日照移動

- 調整緯度為台灣嘉義 23.5 度，Season 旋鈕為 Spring，Time 旋鈕為 12 點。
- 依序改變 Season 旋鈕，由 Spring、Summer、Fall、Winter。並根據實驗紀錄表 2，將竿影長度、方位角紀錄之。再根據實驗結果推算四季日照的移動方向(以東、南、西、北移表示之即可)。

III. 不同緯度的日出日沒

7. 將立竿柱插上，根據**實驗紀錄表 3-1**，調整春夏秋冬的季節旋鈕至 Spring，調整位置如圖 6。
8. 選定緯度如圖 7，在選定每個緯度時，改變日照時刻。根據**實驗紀錄表**控制時間選鈕，依序變換 6 點至 18 點，觀察立竿見影，記錄日出與日落時刻，換算一日之晝夜時間。
9. 根據**實驗紀錄表 3-1**，依序改變緯度，重覆步驟 2。
10. 依序變換季節，重覆步驟 2 和 3，分別觀察與記錄於**實驗紀錄表 3-2、3-3、3-4**。

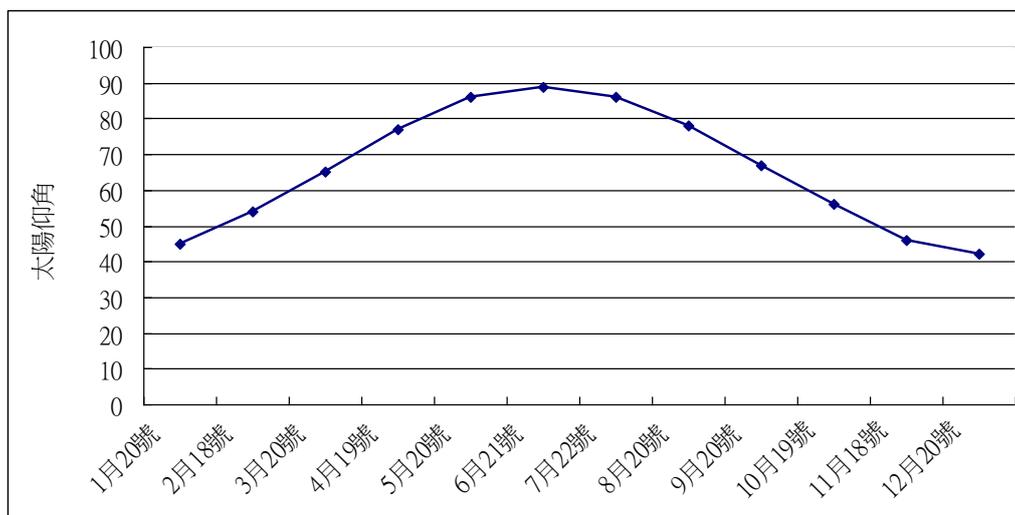
IV. 四季的晝夜長短

11. 可利用上一實驗所記錄的日出日沒，根據**實驗紀錄表 4**，分別記錄下新加坡、台灣嘉義、丹麥瑞典、北極等的四季日出日沒時刻以及晝夜長短。
12. 比較不同地點四季的晝夜變化。

V. 不同緯度溫度的改變

13. 調整 Season 旋鈕為 Spring，Time 旋鈕為 12 點。
14. 依序調整緯度，根據**實驗紀錄表 5**，量取竿影長度、日照長度，並根據實驗原理「**直射與斜射**」，判斷竿影涵蓋面積，並在實驗表格中以高溫、中溫、低溫、冰冷、極冰等，挑選合適形容，填入表格中，討論與當地實際的情形是否相同，若不同主要因素為何。

※ 季節與太陽仰角關係參考表



2006 年日期與太陽仰角的關係

五、實驗記錄：

模擬太陽四季的日照實驗記錄表 1							
台灣嘉義	日照時刻						
春分	06:00	08:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
竿影長度							
日照仰角							
竿影方位角							
溫度高低							

模擬四季的日照移動實驗記錄表 2			
台灣嘉義	正午日照時刻		
季節	竿影長度	竿影方位角	日照季節移動方向
春分			
夏至			
秋分			
冬至			

模擬春分晝夜實驗紀錄表 3-1						
Spring			時刻		時間長度	
地球	緯度	地點	日出	日落	白晝	夜晚
北 半 球	90	北極				
	60	丹麥、瑞典				
	45	北京、哈爾冰				
	23.5	台灣嘉義				
赤道	0	新加坡				
南 半 球	23.5	澳大利亞				
	45	新西蘭				
	60	德雷克海峽				
	90	南極洲				

模擬夏至晝夜實驗紀錄表 3-2						
Summer			時刻		時間長度	
地球	緯度	地點	日出	日落	白晝	夜晚
北 半 球	90	北極				
	60	丹麥、瑞典				
	45	北京、哈爾冰				
	23.5	台灣嘉義				
赤道	0	新加坡				
南 半 球	23.5	澳大利亞				
	45	新西蘭				
	60	德雷克海峽				
	90	南極洲				