

高雄市立新莊高中



自然科學探究與實作報告

地球的秘密

班級：2 年 7 班

第六組

座號：24

姓名：梁家熏

同組組員：30 黃玄德、26 陳佑盈

指導老師：覃慧華 老師

中華民國 一百一十一年 四 月

目錄

壹、研究動機.....	3
貳、研究目的.....	3
參、研究設備及器材	3
一、材料.....	3
二、作法.....	3
三、測量儀器使用方式.....	6
肆、研究過程或方法	8
伍、研究結果.....	8
一、利用太陽天頂角求出正南方	8
二、利用太陽仰角找出磁偏角	10
三、利用太陽天頂角推估測量點經、緯度	11
(一)概念推導.....	12
(二)實際計算.....	12
(三)問題	12
陸、討論	13
一、提問.....	13
二、成因.....	13
(一) 克卜勒行星運動定律.....	13
(二) 赤緯與赤經之投射	14
(三)真太陽日與平均太陽日	15
(四)效應	15
柒、結論	16
捌、心得	16
玖、參考資料及其他	17
拾、附錄	17
一、民國 111 年(西元 2022 年)太陽過中天時刻.....	17

壹、研究動機

小說中經常可以看到因為空難而困於荒島中，利用這堂探究與實作課，我們思考到在這種情況下，如果手邊沒有電子設備時該如何找出自己的位置？因此我們想利用太陽與我們的自製設備從中觀察討論，找出準確且實用的方法。

貳、研究目的

- 一、利用太陽天頂角求出地理正南方
- 二、利用太陽仰角找出磁偏角
- 三、利用太陽天頂角推估測量點經、緯度

參、研究設備及器材

一、材料

紙箱、吸管(長吸管較短吸管佳)、不透光膠帶、熱熔膠、量角器、紙製捲筒。

二、作法

- (一)將紙箱去除一個長邊外蓋並且確認其為水平面。
(底板//水平面//長邊外蓋)



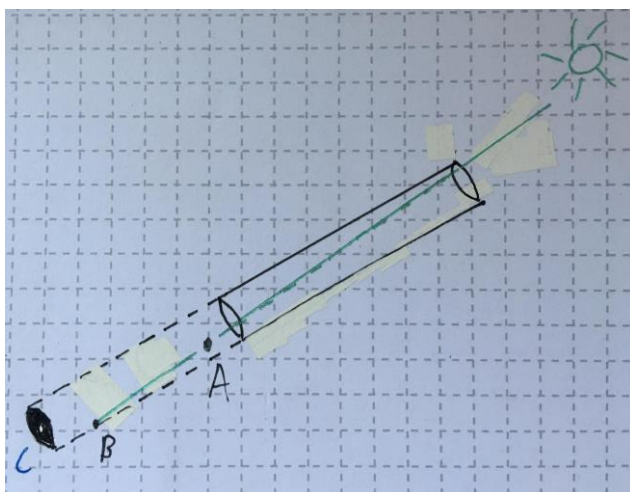
(二)量角器用釘書機釘在紙箱側面(量角器底面與紙箱的邊呈一直線)。



(三)吸管以不透光膠帶包裹並在吸管底部貼上黑色膠帶再戳一個小洞，後以熱融膠黏附於外蓋上(與外蓋的邊平行)。



吸管越長及越細尤佳，因為當光平行吸管時才能通過整根管徑，而吸管越長、越細能夠擋掉越多非平行光。如下圖相同入射角的太陽光在短吸管時會被投影在 A 點，長吸管則會被阻擋於 B 點。底部的黑膠帶也會阻擋非平行光的前進，只有近平行吸管的光線能夠通過小孔 C 點。兩者都能有效增加量測精準度。



(四)將捲筒剖半，底部加蓋，再將部分側面切除。



(五)接著將捲筒用熱融膠黏在吸管上方使吸管與捲筒底部平面垂直。



(六)切除一小塊紙面使其能量測 90° 之仰角。



(七)在捲筒底部標示太陽**投射基準點**

此作法縱使不一定能提高精確度，但卻可得知每次測量之間的差異穩定度。



三、測量儀器使用方式

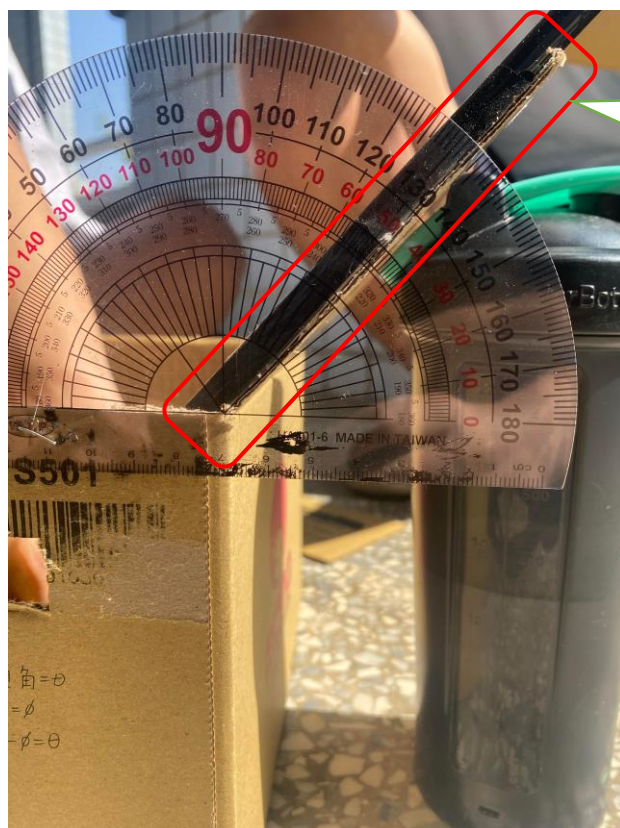
(一)使紙箱的影子平行紙箱本身，以確保吸管正對太陽。



(二)調整仰角將吸管對準太陽，使光點投影在捲筒底的基準點上，此點也是目測投影最亮處。



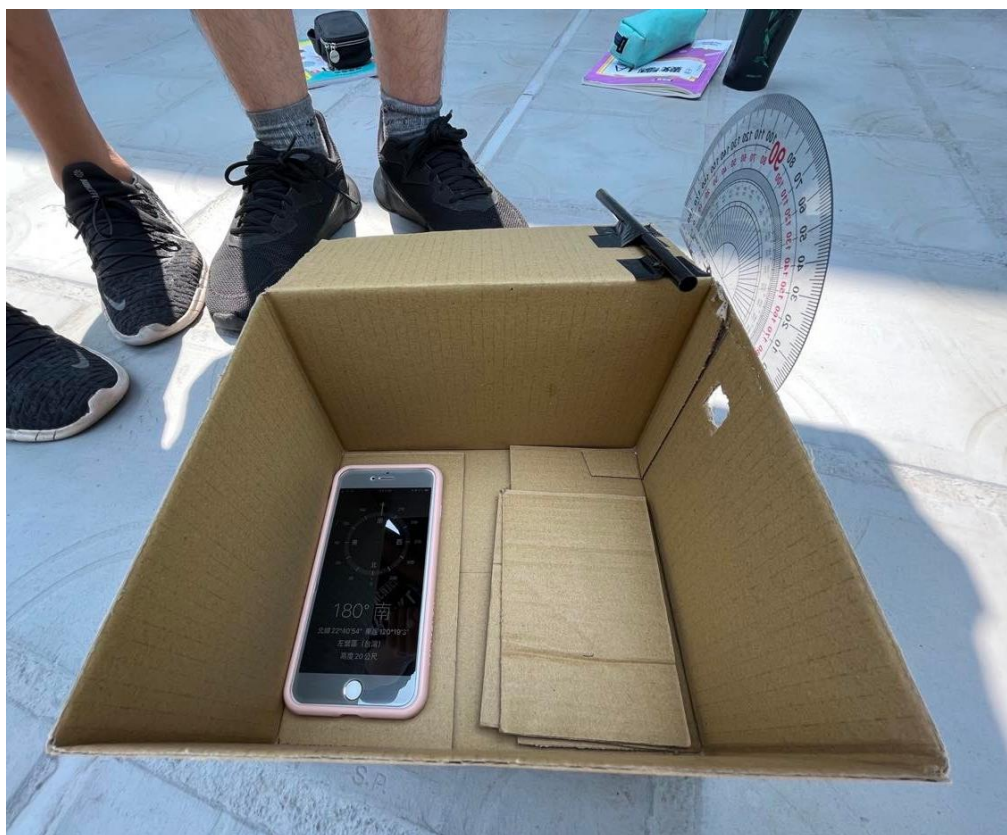
(三)讀取量角器的度數。



以紙板作為指針有一定厚度，所以讀取紙板下緣以求精準讀取。

註:放置水壺作為支架以穩定讀數

(四)將手機放置於內部並平行紙箱，讀取方位角。



肆、研究過程或方法

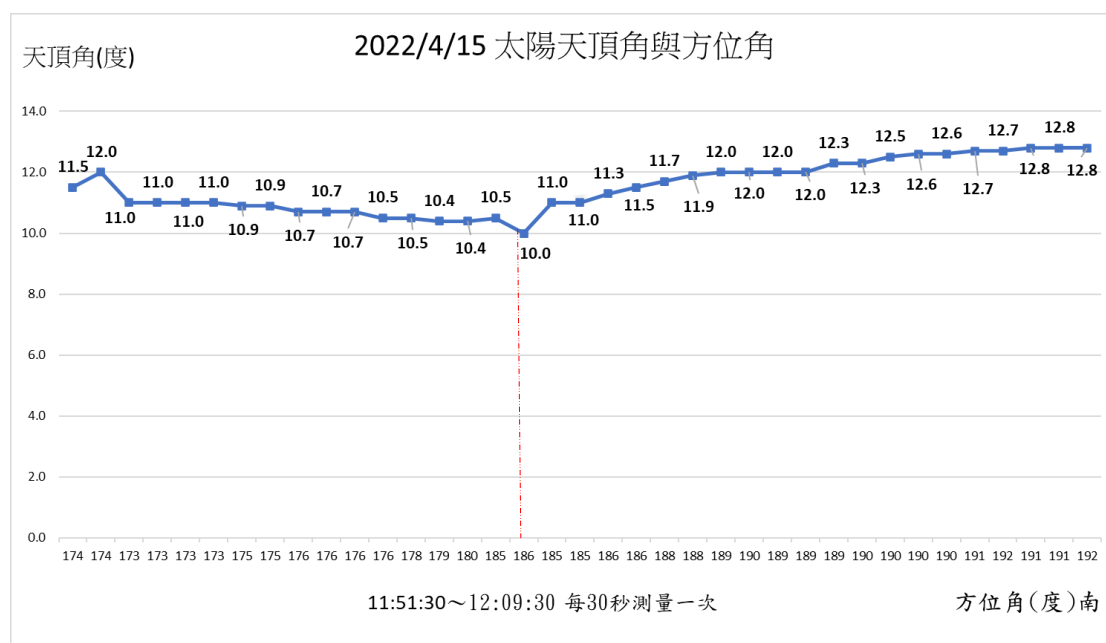
- 一、利用器材測量天頂角和方位製成圖表分析，及參考中央氣象局資料進行研究。
- 二、跟據數據、圖表提出疑問並進行討論以得出結論。
- 三、控制變因：
- 四、操縱變因：
- 五、應變變因：

伍、研究結果

一、利用太陽天頂角求出正南方

一天中頂角最小時，為太陽過中天時刻。如下圖所示，天頂角最小時為 10.0° ，其方位為 186° 南、時間為 11:59:30，所以正南方也就是地理南極

為 186° 南。於其中也發現正南方竟然不是 180° ，這個問題會於第二點探討。



(測量地點:高市新莊高中專科大樓五樓)

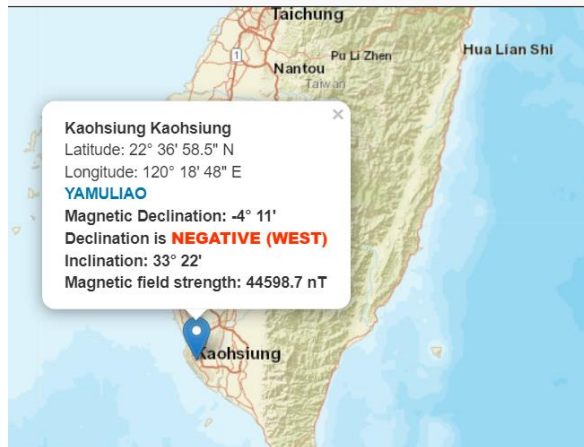
原始數據

時間 12 點~13 點	方位角(度)南	天頂角(度)
51:30	174	11.5
52:00	174	12.0
52:30	173	11.0
53:00	173	11.0
53:30	173	11.0
54:00	173	11.0
54:30	175	10.9
55:00	175	10.9
55:30	176	10.7
56:00	176	10.7
56:30	176	10.7
57:00	176	10.5
57:30	178	10.5
58:00	179	10.4
58:30	180	10.4
59:00	185	10.5
59:30	186	10.0

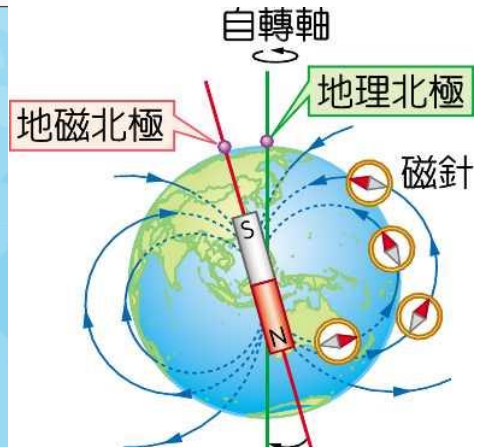
00:00	185	11.0
00:30	185	11.0
01:00	186	11.3
01:30	186	11.5
02:00	188	11.7
02:30	188	11.9
03:00	189	12.0
03:30	190	12.0
04:00	189	12.0
04:30	189	12.0
05:00	189	12.3
05:30	190	12.3
06:00	190	12.5
06:30	190	12.6
07:00	190	12.6
07:30	191	12.7
08:00	192	12.7
08:30	191	12.8
09:00	191	12.8
09:30	192	12.8

二、利用太陽仰角找出磁偏角

承一，以手機 app 的指北針求出地磁南極的方位角。地理南極和地磁南極的夾角即為磁偏角。由測量數據得知地磁南極相較於地理南極東偏了 6° ($186^\circ - 180^\circ$)，由下圖可知高雄磁偏角為 $-4^\circ 11'$ (地磁北極相較於地理北極西偏了 $4^\circ 11'$) 相等於地磁南極相較於地理南極東偏 $4^\circ 11'$ 。 6° 與 $4^\circ 11'$ 雖然不相等，但是偏向的方位相同，誤差值也不至於過大。



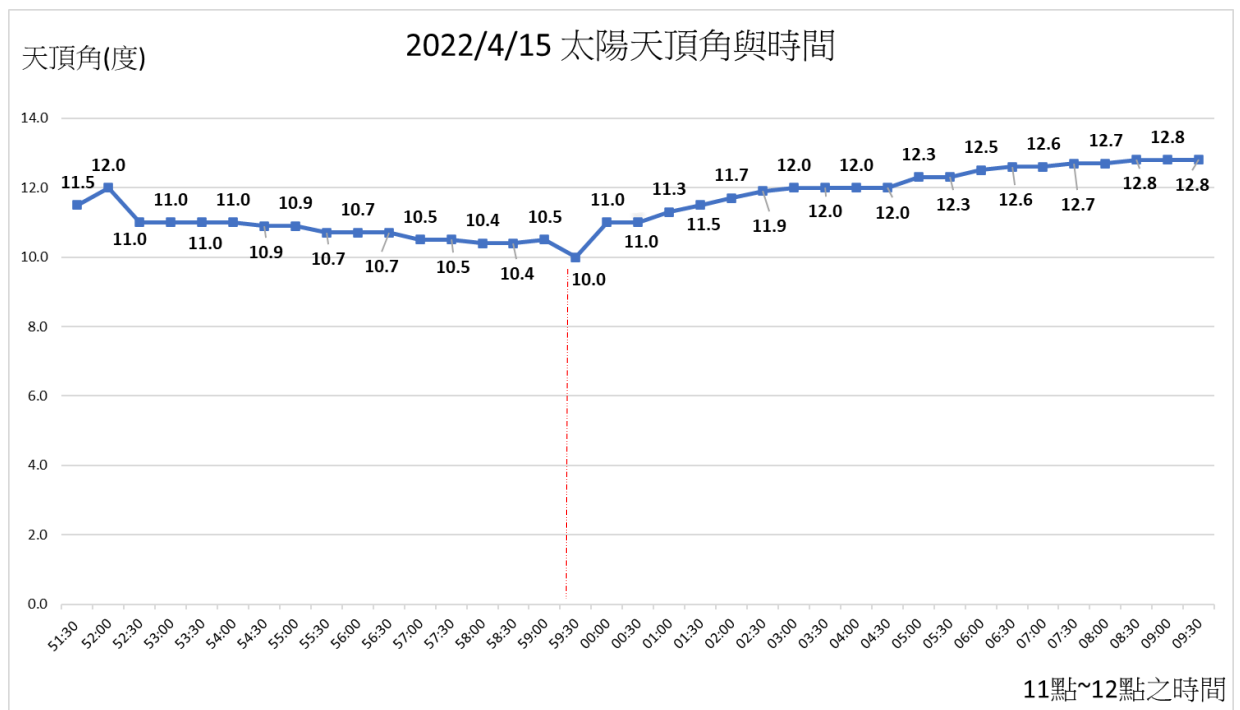
(圖一)



(圖二)

三、利用太陽天頂角推估測量點經、緯度

節氣	時間 (2022)	時間差
春 分	3 月 20 日 正午	133920 分鐘
夏 至	6 月 21 日 正午	



(測量地點:高市新莊高中專科大樓五樓)

(一)概念推導

將量測到的正午時分，對照民國 111 年(西元 2022 年)太陽過中天時刻表(見拾附錄一)可以得知出當天日期。從春分到夏至，太陽從赤道往北移動 23.5° 至北回歸線，可計算其之間的時間，得出單位時間內太陽行進幾度。而當天與春分之時間差乘以單位時間內太陽行進度數，即可知太陽從赤道往北移動的度數，也就是太陽直射之緯度。當天天頂角的度數加上太陽直射的緯度即為量測者所在之緯度。

(二)實際計算

2022/4/15 正午天頂角為最小時為 10.0° 、方位 186° 南、時間 11:59:30。2022/4/15 與當年的春分相差 37440 分鐘， $(23.5^{\circ} \div 133920) \times 37440 = \cong 6.6^{\circ}$ ， $6.6^{\circ} + 10.0^{\circ} = 16.6^{\circ}$ 。根據測量數據進行計算，觀測者位於北緯 16.6° 。我們在格林威治標準時間 19:59:30 測得正午，跟格林威治當地正午時分差約+8 小時，GMT+8，相鄰時區相差 15° ($360^{\circ} \div 24$ 個時區)，所以 $8 \times 15^{\circ} = 120^{\circ}$ ，而時區為一個區域，因而得出 $120^{\circ} \pm (15^{\circ}/2) = 127.5^{\circ} \sim 122.5^{\circ}$ 。根據上述結果觀測這位於北緯 16.5° ，東經 $127.5^{\circ} \sim 122.5^{\circ}$ 。

(三)問題

利用正午時間比對太陽過中天時刻表(見拾附錄一)間，發現正午時刻與對應日期有時不只一點相符，無法得出確切日期，只能利用自行記錄的日期進行計算。只要儀器夠精準的話我們可以求出精準緯度，但無法確切得出經度，只能求出一個 15° 的範圍。

陸、討論

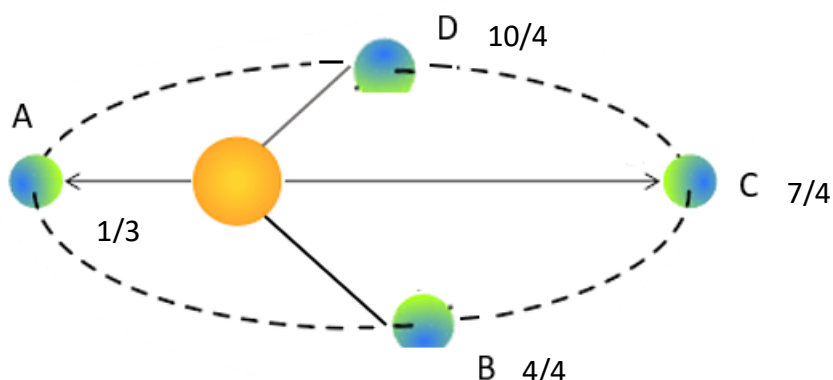
一、提問

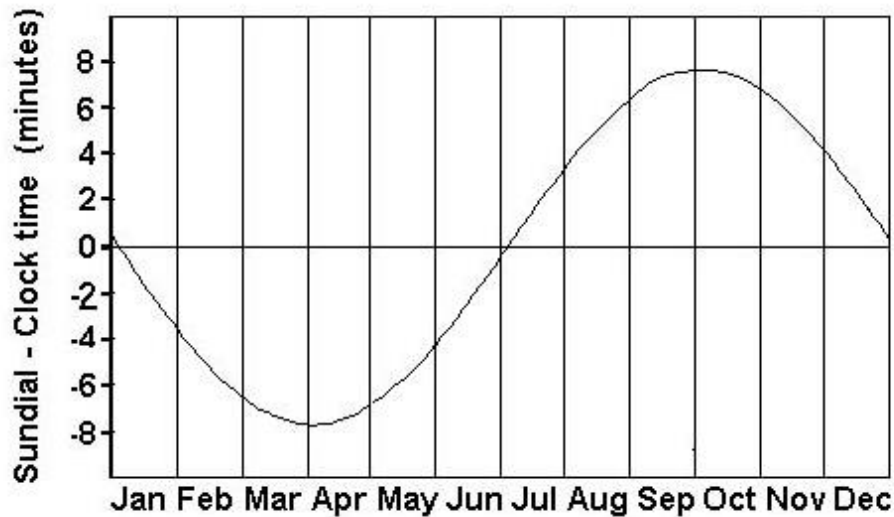
將測量出的過中天時間對比民國 111 年(西元 2022 年)太陽過中天時刻表(見拾附錄一)發現太陽過中天時刻和日期並不唯一，也就是相同的過中天時間卻有 1~4 個不同的月份、日期。

二、成因

(一) 克卜勒行星運動定律

地球軌道如果是正圓那麼過中天時刻應恆為定值，但地球繞日軌道為橢圓，所以會有近日點及遠日點的差異，而近日點 A (約 1 月 3 日) 此時公轉角速率最快，遠日點 C (約 7 月 4 日) 此時公轉角速率最慢。近日點到 B 點期間會傾向於在 12:00 以前到達子午線，逐日累積至 B 點正午時分會落後最多(約 4 月 4 日)，遠日點到 D 點期間會傾向於在 12:00 以後到達子午線，逐日累積至 D 點正午時分會領先最多 (約 10 月 4 日)，近日點及遠日點正午為 12:00 整。



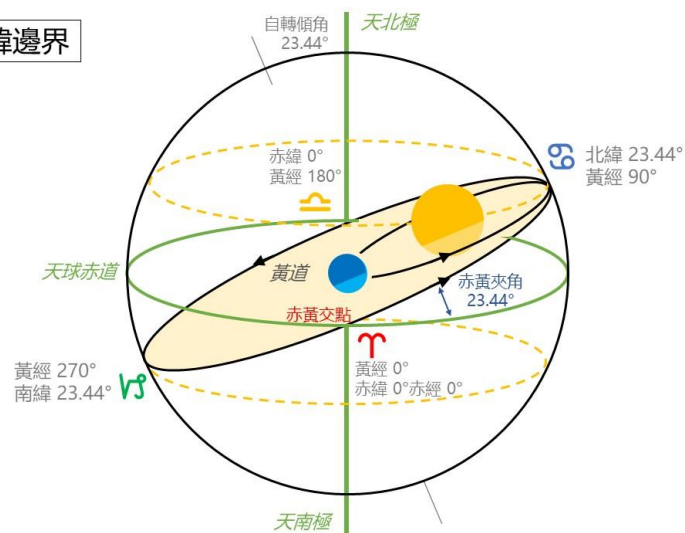


(正午時刻全年變化 圖三)

(二) 赤緯與赤經之投射

因為觀察者在地球上觀察的主要是太陽在天球赤道的投影，而非黃道面的投影，所以會「看起來」有不同的變化。上頁討論年度變化已知近日點角速率快遠日點慢，太陽每天於黃道轉動度數並不是每日相同，而這裏假設每日轉動均為 $360^\circ/365.24 \approx 0.986^\circ \approx 1^\circ$ 。太陽位於春分或秋分點時，其投影在天球赤道(赤緯)的速度較快，所以太陽日時間較短。夏至點或冬至點時投影在天球赤道(赤緯)的速度較慢，所以太陽日時間較長。

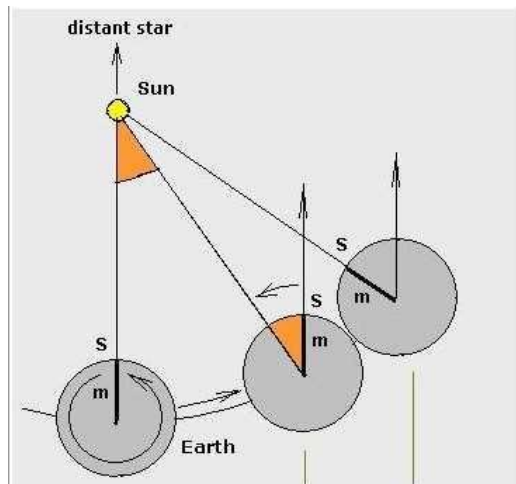
太陽赤緯邊界



(圖四)

(三)真太陽日與平均太陽日

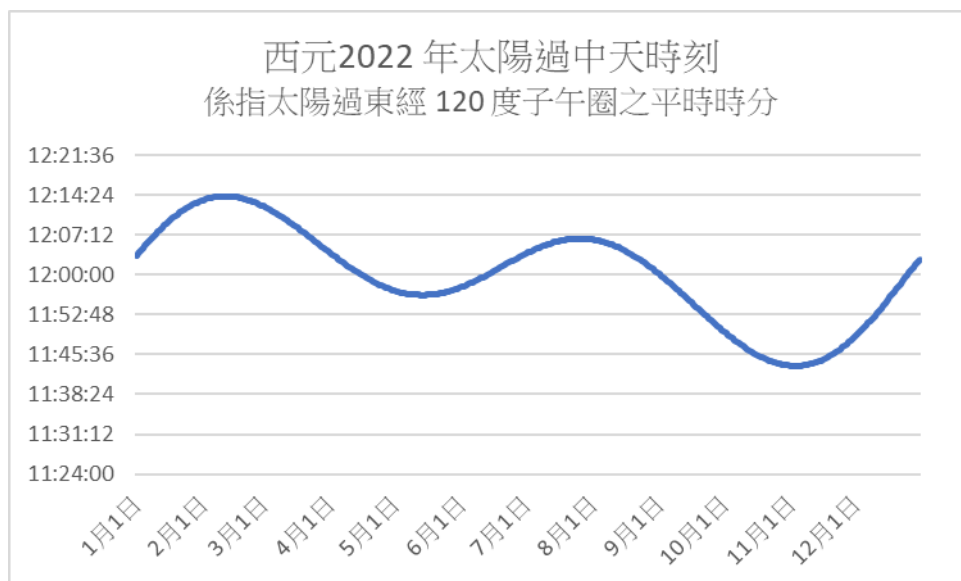
地球公轉時伴隨著自轉，自轉一圈後需再多旋轉一個 θ 角才會達到正午時分，而每一天的 θ 角都有些微的差異，也會造成正午時刻的不同。如近日點，因為公轉速率快所以要多轉的 θ 角較大。遠日點公轉速率慢所以要多轉的 θ 角較小。



(圖五)

(四)效應

上述三種成因綜合起來則形成下圖結果，下圖由民國 111 年(西元 2022 年)太陽過中天時刻表(見拾附錄一)繪製而成。



柒、結論

- 1.在測量儀器準確的狀況下，可以利用正午天頂角和指北針找出地理南極和磁偏角。
- 2.利用太陽天頂角推估測量點的正午時間不一定能夠使用正午時間對照資料表得出準確日期。
- 3.有精確的格林威治標準時(時間)，就能得出一個經度範圍。

捌、心得

整個地科探究的實作中，我們只測量數據一次，這會造成數據參考性降低，應再多測量幾次，讓數據更有參考價值。而依照數據所求出的緯度與實際所在地有蠻大的誤差，這也許是數據的不精確所導致的，但其實我們並不知道其確切原因，這個問題也是我們還無法解決的問題，也是另一個問題的探討。

設計儀器也是重要的一環，精準的儀器才能夠得出精準的數據以利分析。運用其測量原理不斷的找出問題所在並修正、改進直至完美。而如何提升測量精確度，怎麼樣的設計能方便測量，都是需要不斷的與組員探討。過程中的問題探討，發現問題進行討論，而我們發現太陽過中天時刻表之規律與我們所預期的不同時，激起我們的好奇心，開始尋找這現象的成因，到網路上查找資料，向老師提問，不斷地打破自己的想法、挑戰知識的觀點並且討論，最後才得出結論。不知不覺地於其中增進了觀察問題、查找資料、統整與小組討論的能力，問題探討中也不斷顛覆自己原先的知識，只有不斷質疑自己的想法，以批判性思維思考，放低姿態，才有可能跳脫同溫層獲得更多的建議與他人不同的想法。

製作報告作品時，分配組員執行他擅長的工作，使整個團隊力量發揮到極致，事半功倍，也如同俗諺所說:「三個臭皮匠，勝過一個諸葛亮」，團隊的力量總比一個人的力量大。

這些歷練現在看來可能微不足道，但卻為往後的工作能力奠定良好的基礎，未來工作時也許會發會意想不到的效用，不論是在組織團隊、管理與提出問題的解決之道，都將展現出個人的能力和價值極大化。

玖、參考資料及其他

[磁偏角 *Magnetic-Declination.com*](#) (圖一)

[翰林雲端學院](#) (圖二)

[ELLIPTICAL ORBIT](#) (圖三)

[OB 定義與行星赤緯度數](#)(圖四)

[為什麼一年最早日出時間和最晚日落時間不是同一天？](#)(圖五)

[交通部中央氣象局](#)

拾、附錄

一、民國 111 年(西元 2022 年)太陽過中天時刻

民國 111 年(西元 2022 年)太陽過中天時刻

本表係太陽過東經 120 度子午圈之平時時分；欲求臺灣其他各地之日中平時，需加表下方所載時刻差修正之

日	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	日
1	12:03:24	12:13:30	12:12:22	12:03:57	11:57:08	11:57:48	12:03:49	12:06:22	12:00:06	11:49:46	11:43:35	11:48:53	1
2	12:03:52	12:13:38	12:12:11	12:03:40	11:57:01	11:57:57	12:04:01	12:06:18	11:59:47	11:49:26	11:43:34	11:49:15	2
3	12:04:20	12:13:45	12:11:58	12:03:22	11:56:55	11:58:07	12:04:12	12:06:14	11:59:28	11:49:07	11:43:33	11:49:39	3
4	12:04:48	12:13:51	12:11:46	12:03:05	11:56:49	11:58:17	12:04:23	12:06:09	11:59:08	11:48:49	11:43:33	11:50:02	4
5	12:05:15	12:13:57	12:11:32	12:02:47	11:56:43	11:58:27	12:04:34	12:06:03	11:58:48	11:48:31	11:43:34	11:50:27	5
6	12:05:41	12:14:01	12:11:19	12:02:30	11:56:39	11:58:38	12:04:44	12:05:57	11:58:28	11:48:13	11:43:36	11:50:52	6
7	12:06:07	12:14:05	12:11:05	12:02:13	11:56:34	11:58:49	12:04:54	12:05:50	11:58:00	11:47:55	11:43:39	11:51:17	7
8	12:06:33	12:14:08	12:10:50	12:01:56	11:56:31	11:59:00	12:05:03	12:05:42	11:57:47	11:47:38	11:43:43	11:51:43	8
9	12:06:58	12:14:10	12:10:35	12:01:40	11:56:28	11:59:12	12:05:12	12:05:34	11:57:26	11:47:21	11:43:47	11:52:10	9
10	12:07:23	12:14:11	12:10:20	12:01:24	11:56:25	11:59:24	12:05:21	12:05:25	11:57:06	11:47:05	11:43:52	11:52:36	10
11	12:07:47	12:14:12	12:10:05	12:01:08	11:56:23	11:59:36	12:05:29	12:05:16	11:56:45	11:46:49	11:43:58	11:53:04	11
12	12:08:10	12:14:11	12:09:49	12:00:52	11:56:22	11:59:48	12:05:37	12:05:06	11:56:23	11:46:34	11:44:05	11:53:31	12
13	12:08:33	12:14:10	12:09:33	12:00:37	11:56:21	12:00:00	12:05:45	12:04:56	11:56:02	11:46:19	11:44:13	11:54:00	13
14	12:08:55	12:14:09	12:09:16	12:00:22	11:56:21	12:00:13	12:05:52	12:04:45	11:55:41	11:46:05	11:44:22	11:54:28	14
15	12:09:17	12:14:06	12:09:00	12:00:07	11:56:21	12:00:26	12:05:58	12:04:33	11:55:19	11:45:51	11:44:31	11:54:57	15
16	12:09:38	12:14:03	12:08:43	11:59:52	11:56:22	12:00:39	12:06:04	12:04:21	11:54:58	11:45:38	11:44:42	11:55:26	16
17	12:09:58	12:13:59	12:08:26	11:59:38	11:56:23	12:00:52	12:06:09	12:04:09	11:54:37	11:45:25	11:44:53	11:55:55	17
18	12:10:18	12:13:55	12:08:08	11:59:25	11:56:25	12:01:05	12:06:14	12:03:56	11:54:15	11:45:13	11:45:05	11:56:24	18
19	12:10:36	12:13:49	12:07:51	11:59:12	11:56:28	12:01:18	12:06:18	12:03:42	11:53:54	11:45:01	11:45:18	11:56:54	19
20	12:10:54	12:13:43	12:07:33	11:58:59	11:56:31	12:01:31	12:06:22	12:03:28	11:53:32	11:44:51	11:45:31	11:57:23	20
21	12:11:12	12:13:37	12:07:16	11:58:46	11:56:35	12:01:44	12:06:25	12:03:14	11:53:11	11:44:40	11:45:46	11:57:53	21
22	12:11:28	12:13:30	12:06:58	11:58:34	11:56:39	12:01:57	12:06:28	12:02:59	11:52:50	11:44:31	11:46:01	11:58:23	22
23	12:11:44	12:13:22	12:06:40	11:58:23	11:56:43	12:02:10	12:06:30	12:02:43	11:52:29	11:44:22	11:46:17	11:58:53	23
24	12:11:59	12:13:13	12:06:22	11:58:12	11:56:49	12:02:23	12:06:32	12:02:27	11:52:08	11:44:14	11:46:34	11:59:23	24
25	12:12:13	12:13:04	12:06:04	11:58:01	11:56:54	12:02:36	12:06:33	12:02:11	11:51:47	11:44:06	11:46:52	11:59:52	25
26	12:12:27	12:12:55	12:05:46	11:57:51	11:57:01	12:02:48	12:06:33	12:01:54	11:51:26	11:44:00	11:47:10	12:00:22	26
27	12:12:39	12:12:44	12:05:27	11:57:42	11:57:07	12:03:01	12:06:33	12:01:37	11:51:06	11:43:54	11:47:29	12:00:52	27
28	12:12:51	12:12:34	12:05:09	11:57:32	11:57:15	12:03:13	12:06:32	12:01:20	11:50:45	11:43:48	11:47:49	12:01:21	28
29	12:13:02		12:04:51	11:57:24	11:57:22	12:03:26	12:06:30	12:01:02	11:50:25	11:43:44	11:48:10	12:01:51	29
30	12:13:12		12:04:33	11:57:16	11:57:30	12:03:38	12:06:28	12:00:44	11:50:05	11:43:40	11:48:31	12:02:20	30
31	12:13:22		12:04:15		11:57:39		12:06:25	12:00:25		11:43:37		12:02:48	31

時刻差修正附表：臺北-6 分 02 秒，新竹-4 分 01 秒，臺中-2 分 42 秒，南投-3 分 36 秒，臺南-0 分 49 秒

高雄-1 分 14 秒，花蓮-6 分 25 秒，臺東-4 分 35 秒，恆春-2 分 57 秒，澎湖+1 分 47 秒

資料來源：[中央氣象局天文資料下載](#)