



8-1 天體運行與曆法

※古代如何知道時間的變化與季節變遷？

古早人利用植物的生長狀況和動物的行蹤等來判斷季節

※古老先進的科學（天文學）利用日月星辰來觀測時間

➢英國古巨石陣：位於英格蘭威爾特郡

約西元前 2750~1550 年建造

日出精確的從『踵石』正上方上升（首先豎立的巨石）

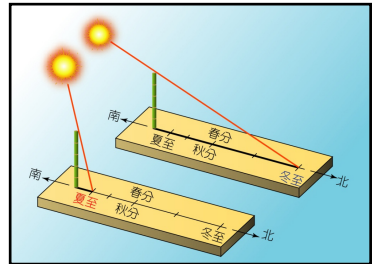
日落精確的從固定的石縫板中西下



➢圭表與日晷

「表」演化成「圭表」，「圭表」再演化成「日晷」

「表」：就是一根直立於平地上的竿子或石柱



➢日晷種類



地平日晷



赤道日晷



垂直日晷

※現代藉著天體運行地繞日（年）、月繞地（月）及地球自轉（日）

所形成的規律變化，定出年、月、日及各種曆法。

一、地球自轉與太陽日

(一) 地球自轉

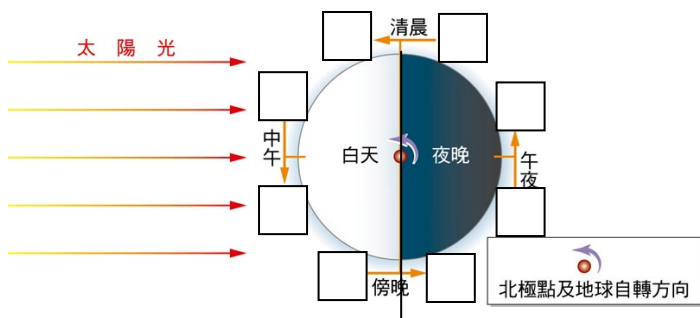
1.由於地球自轉現象，造成星星、太陽、月亮的周日運動。

2.地球由西向東自轉，形成了太陽東升西落，有了晝夜交替的變化。

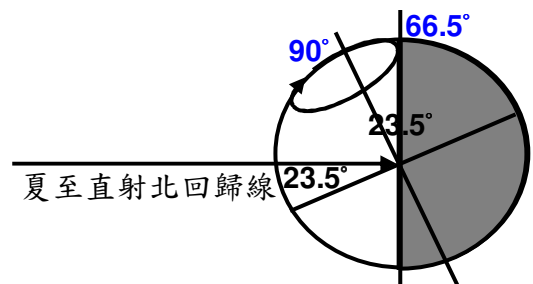
★方位的訂定

★極圈的定義：有機會發生永晝、永夜的區域

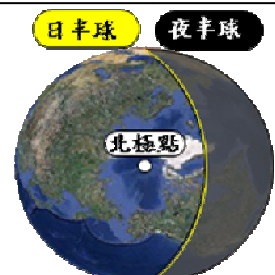
北半球極圈：90°~66.5°



春秋分的晨昏線



夏至的晨昏線

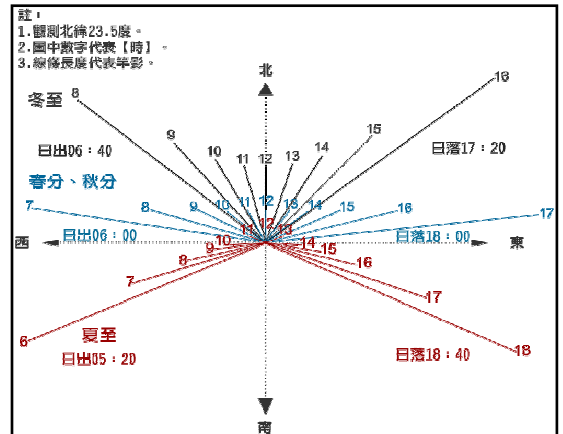
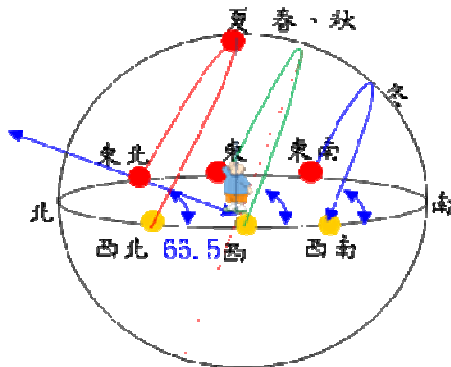


(二) 太陽日

1. 太陽位在中天的時間定為 正午，為一日之中竿影最 短 的時間。

中天：當地通過正南到正北的子午線之最 高 點。

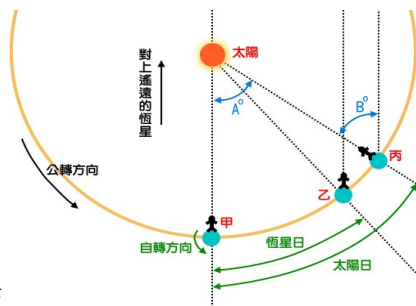
位於北緯 23° 的嘉義，於不同季節時的竿影



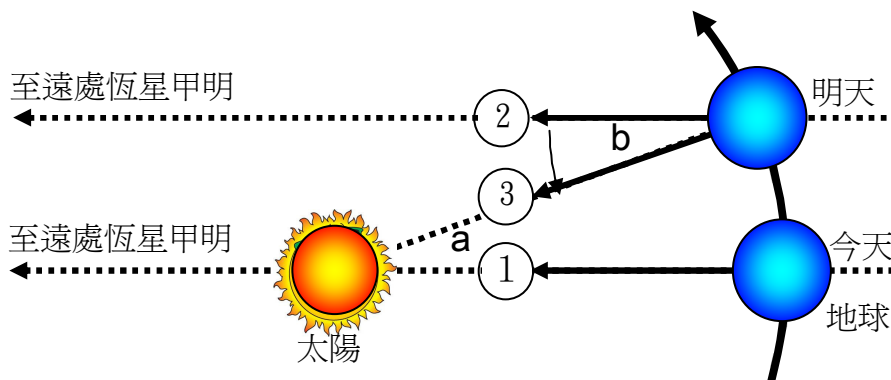
哪一個季節中天時竿影最短？ 夏至

哪一個季節中天時竿影最長？ 冬至

2. 太陽連續兩次過 中天 的時間間隔，稱為一個 太陽日。



3. 恆星日與太陽日之比較



恆星日：①→②：今日正對恆星至隔日正對恆星。地球轉了 360°。

太陽日：①→②→③：今日正對太陽至隔日正對太陽。地球轉了 361°。

$\angle a = \angle b = \frac{360^\circ}{365.25} = 0.9856^\circ$ (約為 $1^\circ =$ 地球自轉 4 分鐘)

一個恆星日 = 23h56min、一個太陽日 = 24h

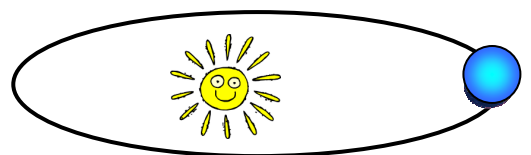
一個 恆星 日比一個 太陽 日短約 4 分鐘

4. 平均太陽日

(1) 因地球 公轉速率 有快慢之別

(2) 每日在軌道上改變的角度有大有小，故太陽日長短不一

(3) 取 平均 太陽日作為日常生活中所使用的「一日」，現今均分為 24 小時



5.何謂「一天(一日)」?

- (1) 早期定義：為一個平均太陽日的 1/86400 為『1 秒』。
- (2) 1967 年：第十三屆國際度量衡會議採用銫 Cs-133 原子鐘所發出特定波長震動 9192631770 次所經歷的時間為 1 秒。

★國際原子時(TAI)由各國時頻實驗室之原子鐘群加權產生

以銫原子鐘的時間為基礎，以秒為單位

★協調世界時 (Coordinated Universal Time)

(TAI 加上閏秒即為 UTC)，UTC 的時間是均勻的，隨時一致。

★世界時 (UT) = 格林威治標準時間 (GMT)

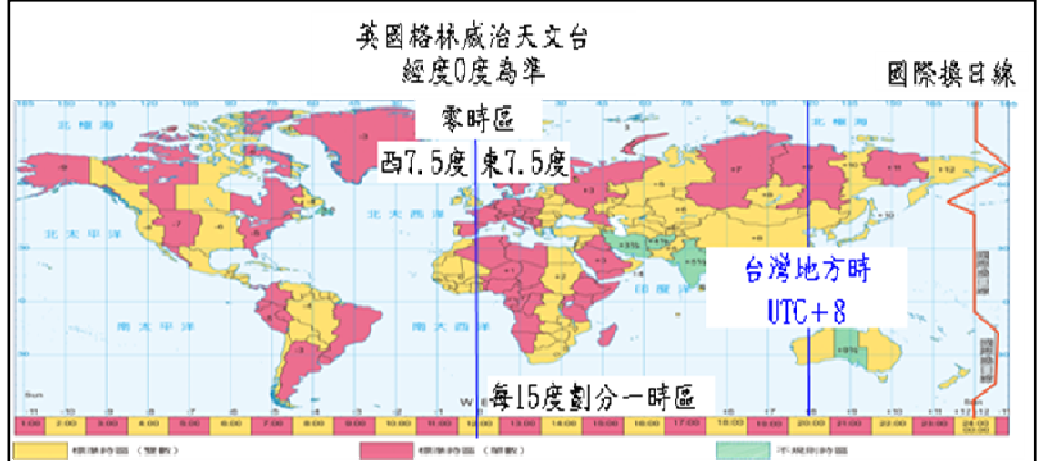
它因地球自轉和公轉的影響是不均勻的，但與日常生吻合。

◎UT 比 UTC 快 0.9 秒時，(地球轉得快) 把 UTC 減 1 秒即向前撥 1 秒 (負閏秒，最後一分鐘為 59 秒)

◎UT 比 UTC 慢 0.9 秒時，(地球轉的慢) 把 UTC 加 1 秒即向後撥 1 秒 (正閏秒，最後一分鐘為 61 秒)

閏秒一般加在 6 月 30 日和 12 月 31 日

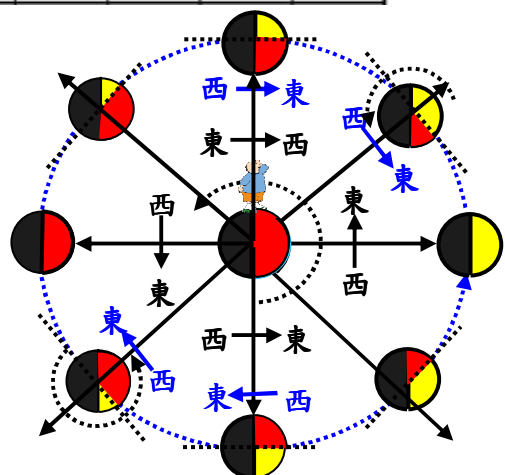
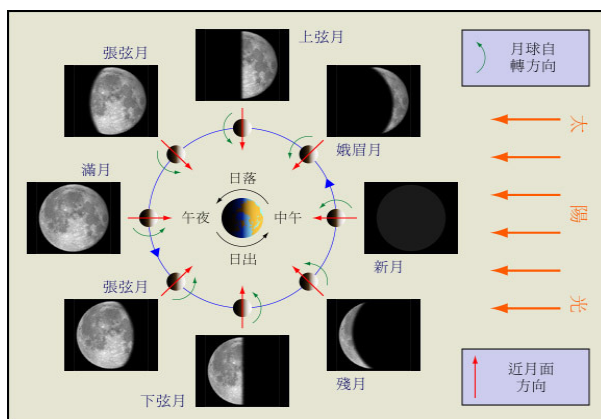
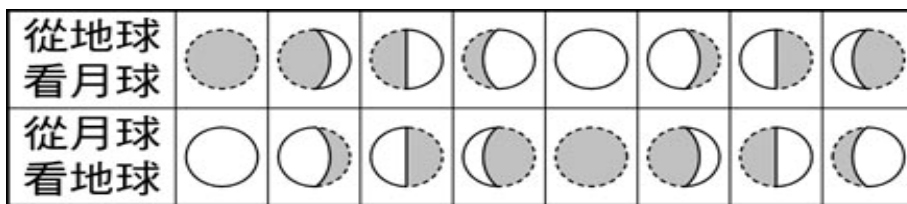
參考資料



二、月相盈虧與朔望月

(一) 月相盈虧

- 1. 月球繞地球公轉時，地球上的觀測者見到，月球受光面的角度不同，造成月球的 盈虧 現象
- 2. 月繞地公轉週期 等於 月球自轉週期，以致月球總以 同一面 對著地球。
- 3. 月相變化的週期



(二) 朔望月

1. 月球繞著地球公轉一圈，約一個月後至再次對正同一恆星所需的時間，稱為一個 恆星月 恆星月週期約為 27.3216 日
2. 從這次新月，到下次新月的時間稱為一個 朔望月 朔望月週期約為 29.5306 日 = 29 日 12 時 44 分 03 秒

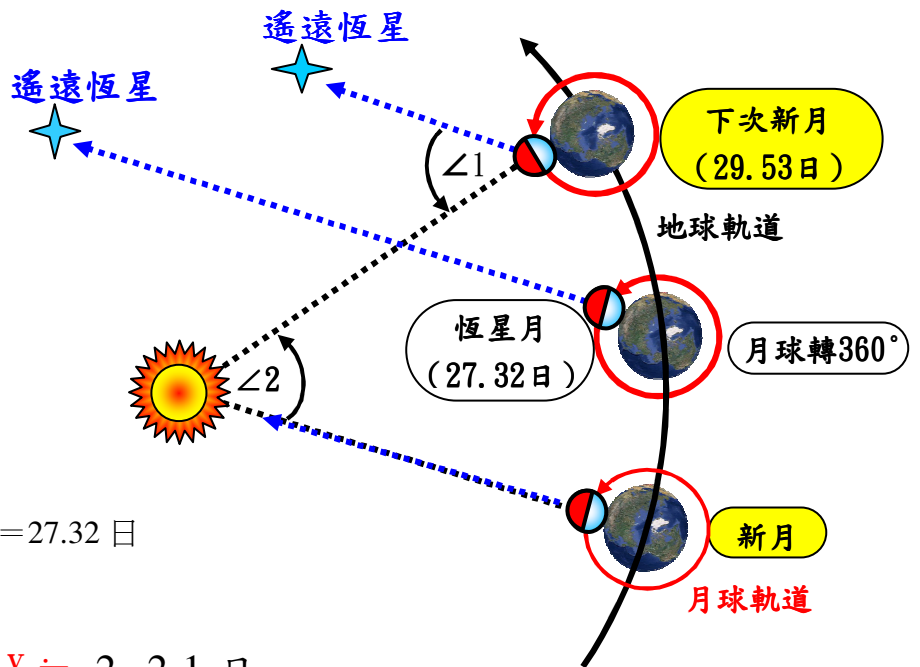
※證明：朔望月 29.53 日比恆星月 27.32 日多 2.21 日

$$\angle 2 = \angle 1$$

$\angle 2$ = 地球繞日公轉角度

$\angle 1$ = 月球自轉（公轉）角度

$\angle 2$	$=$	$\frac{360^\circ}{29.53 \text{ 日}}$
$\angle 2$	$=$	$360^\circ \times \frac{29.53 \text{ 日}}{365.2422 \text{ 日}}$
$\angle 2$	$=$	$29.11^\circ = \angle 1$



恆星月 = 月球繞地公轉一圈 = 27.32 日
= 月球自轉一圈

$\frac{360^\circ}{27.32 \text{ 日}}$	$=$	$\frac{29.11^\circ}{X \text{ 日}}$
-------------------------------------	-----	-----------------------------------

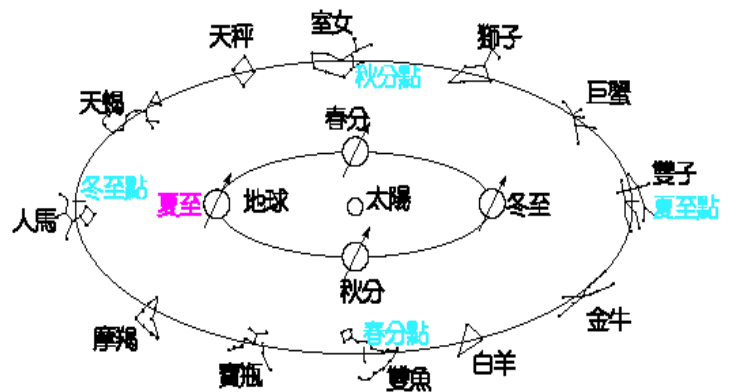
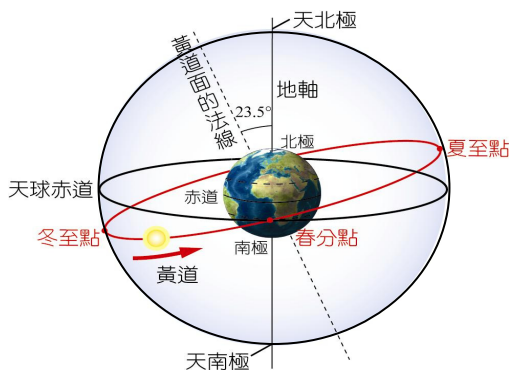
$$X \doteq 2.21 \text{ 日}$$

恆星月：月球轉了 360°。 朔望月：月球轉了 390°。

三、地球公轉與回歸年

(一) 地球公轉

1. 從地球望去，因地繞日公轉一圈，就像太陽在天球上運行一圈，稱為 黃道。
2. 黃道面：即是地球 公轉 軌道面。



(1) 因地軸傾斜，天球赤道面與黃道面兩者之間交角 23.5°

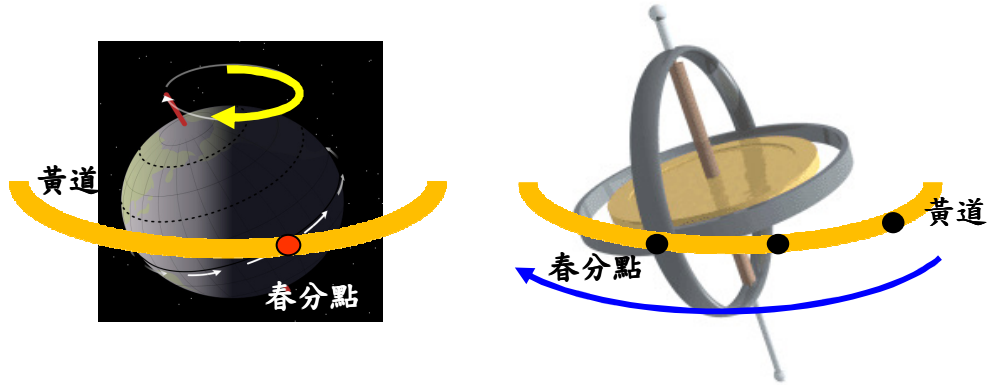
(2) 黃道十二宮：太陽一年內在黃道上移動，其上所出現的十二個星座。

※星座在天空的位置可以推知太陽的位置

(二) 回歸年

1. 進動(Precession)

地球自轉軸如旋轉的陀螺在空間中作圓錐形運動，自轉一圈的週期約 2 萬 6 千年。



2. 進動使得天球赤道面與黃道面的交點（春分 點）逐漸向 西 移動。

(1) 春分點每年向西退行約 50 角秒

$$\frac{360' \times 60'' \times 60'''}{26000 \text{ 年}} = \frac{50''}{\text{年}}$$

(2) 地球運行此段距離時間約需 20 分鐘

$$\frac{360' \times 60'' \times 60'''}{365.2422 \times 24 \times 60 \text{ 分鐘}} = \frac{50''}{T} \quad T = 20 \text{ 分鐘}$$

3. 回歸年：太陽連續兩次經過 春分 點的時間長度。

4. 恆星年：地球真正公轉 360° 的時間間隔。

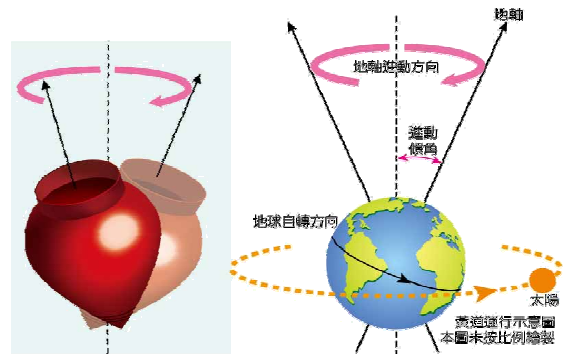
(2 次對準相同恆星)

(1) 回歸 年 < 恆星 年

(2) 因為進動而使

回歸年較恆星年約短 20 分鐘

此時間上的差異謂『歲差』



5. 一個回歸年的長度

(1) 以圭表量測，發現每年冬至日正午 表影 的長短會不一樣。

※代表每年太陽到達 冬至 點的時間都不一樣。

(2) 古人經長期觀察發現表影的長度

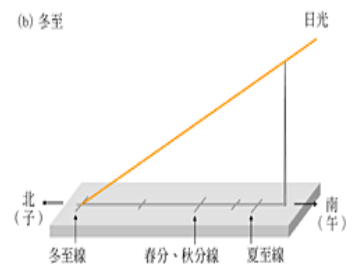
第 5 年和第 1 年一樣 } 這表示甚麼呢？
第 6 年和第 2 年一樣 }

※經過 4 年，太陽在冬至日正午又回到同一位置，其間隔是 1461 日

(3) 所以一個回歸年有多長呢？

$$1 \text{ 個回歸年的平均長度} = \frac{1461 \text{ 日}}{4} = \underline{365.25} \text{ 日}$$

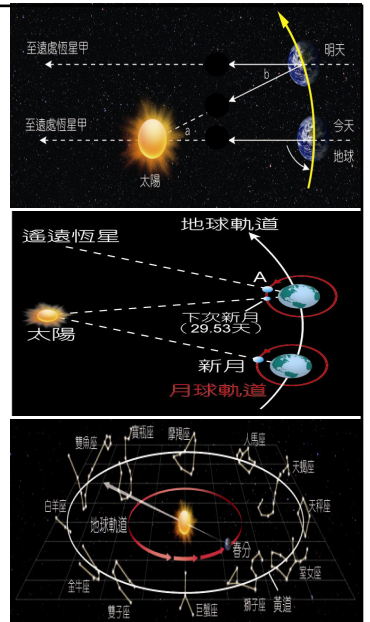
※現代精密測量 { 1 個回歸年 = 365.2422 日 = 365 日 5 小時 48 分 46 秒
1 個恆星年 = 365.2564 日 (20 分鐘 = 0.014 日)



一個恆星日 = 23 h56min } 恆星日比太陽日少 4 分鐘
 一個太陽日 = 24 h

一個恆星月 = 27.3216 日 } 恆星月比朔望月少 2.21 日
 一個朔望月 = 29.5306 日

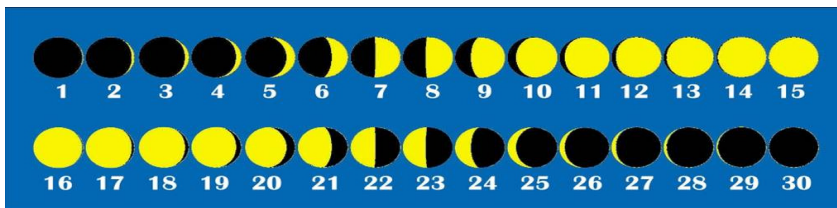
一個恆星年 = 365.2564 日 } 恆星年比回歸年多 20 分鐘
 一個回歸年 = 365.2422 日



(三) 曆法種類

1. 陰曆 (又稱太陰曆)

(1) 依月球繞地公轉造成 月相 的變化來制定。



(2) 每個月的 朔 之日，定為 初一。

(3) 與月相、潮汐 有 關，但與四季、節氣 無 關。

(4) 只有部分 回教 國家仍在使用 (又稱回曆)。

(5) 1 個朔望月為 29.5306 日。

1 太陰年由 12 個朔望月組成，共 354.3671 日 (12×29.5306 = 354.3671 日)

(6) 為求 1 個月的日數為整數，定 奇 數月大月 30 日，偶 數月小月 29 日
 定 1 個陰曆年由 12 個朔望月組成，共 354 日 (30×6 + 29×6 = 354 日)

※ $354.3671 - 354 = 0.3671$ ($0.3671 \div \underline{11/30}$)
 即每 30 個陰曆年，比太陰年少 11 日
 故每 30 個陰曆年，置 閏日 11 次，約每 3 年 1 閏

(7) 以置閏日的方式放在 12 月，閏年時 12 月為 30 日。

所以回曆年的平年為 354 日，閏年為 355 日。

2.陽曆（西曆、公曆）（又稱太陽曆、格勒哥里曆）

- (1) 現行的陽曆遵循格勒哥里曆。
- (2) 依地球繞日公轉來制定（以太陽為基準）。
- (3) 1年定為365日，稱為平年。平年的2月是28日。
- (4) 1年定為366日，稱為閏年。閏年的2月是29日。

※1個回歸年 365.2422 日
 $365.2422 \text{ 日} - 365 \text{ 日} = \underline{0.2422} \text{ 日}$
 $(0.2422 \times 4 = 0.9688)$
 4年之後，平年比回歸年約少了1日
 故每4年需置閏日1次
 ※（如此調整，將使春分點接近每年3月21日）

- (5) 4年1閏會「閏過頭」

因0.9688與1日也有差距

※故規定100年不閏，但逢400年(世紀年)又閏，每400年閏了97日。

時間間隔	(回歸年-365日) × 時間間	總置閏日數		置閏規則
1年	0.2422日	0		<u>不置</u> 閏
4年	$0.2422 \times 4 = 0.9688$ 日	1		<u>置</u> 閏
100年	$0.2422 \times 100 = 24.22$ 日	24	25 - 1	<u>不置</u> 閏
400年	$0.2422 \times 400 = 96.88$ 日	97	100 - 4 + 1	<u>置</u> 閏
4000年	$0.2422 \times 4000 = 968.8$ 日	969	1000 - 40 + 10 - 1	<u>不置</u> 閏
20000年	$0.2422 \times 20000 = 484$ 日	4844	5000 - 200 + 50 - 5 - 1	<u>不置</u> 閏

- (6) 與四季寒暑有關係，與月相及潮汐沒有關係。

- (7) 為我國的國曆。

※「逢4一閏；逢100不閏；逢400又閏。」後面條件優先於前面！

判斷下列是閏年或平年？

	平年、閏年	4	100	400
1900年	<u>平年</u>	○	○	×
1996年	<u>閏年</u>	○	×	×
2003年	<u>平年</u>	×	×	×
2000年	<u>閏年</u>	○	○	○
2011年	<u>平年</u>	×	×	×
2012年	<u>閏年</u>	○	×	×
2100年	<u>平年</u>	○	○	×

3.陰陽合曆（中國特有的農曆又稱夏曆）

(1) 同時考慮地球自轉、月繞地、地繞日

太陽日（24 小時）、朔望月（29.5306 日）、回歸年（365.2422 日） 組合成曆法。

(2) 以朔望月計月，符合月亮 盈虧 的週期。

(3) 以回歸年計年，與季節交替的週期相近。

兼顧兩種週期

(4) 優點：「初一常在 朔、四季有 定時」

(5) 農曆（陰陽合曆）中以 月相 表現月的週期

a.朔為初一

b.二次朔間隔 29 天，為 小 月

c.二次朔間隔 30 天，為 大 月

Q：農曆的大月、小月有規則嗎？

A：沒有！！

Q：Why??

A：由於地球公轉速率並非等速，自轉 速率也不一致。

因此，朔日到下一個朔日的長短並非固定。

造成農曆月的大、小不規則，但通常相間。



(6) 農曆（陰陽合曆）中以 節氣 表現太陽的週期

（可定農時）

a.以黃道上的 春分 點為 0 度

b.每隔 15 度定一個節氣

c.一年共有 二十四 個節氣（每個節氣不等長）



※節氣劃分的方法有哪些？

◎平氣法：西元 1645 年之前採用

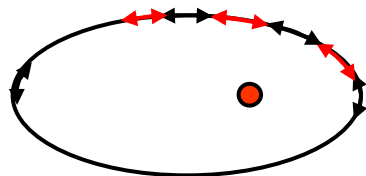
從冬至開始，將 1 個回歸年平分為 24 等分，每個氣之間間隔的時間都 相等。

◎定氣法：西元 1645 年之後採用（清朝 湯若旺）

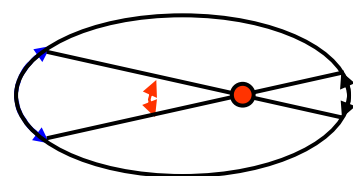
從春分點開始，太陽在天球黃道上每走 15 度（ $360 \div 24$ ）定 1 個節氣。

地球的公轉速度在 近日 點附近較 快，在 遠日 點附近則較 慢。

相鄰的氣之間的時間也因此出現 長短差異（但能與太陽位置吻合）



平氣 法



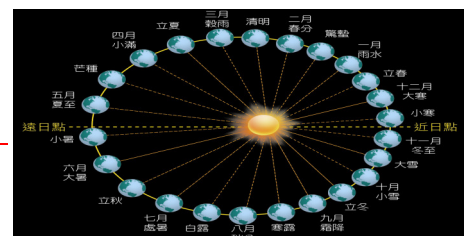
定氣 法

d.二十四節氣代表地球在繞日軌道上的 實際 位置

其所對應的國曆日期也是在固定的某幾天

e.二十四節氣可分為十二個 中氣 和十二個 時節

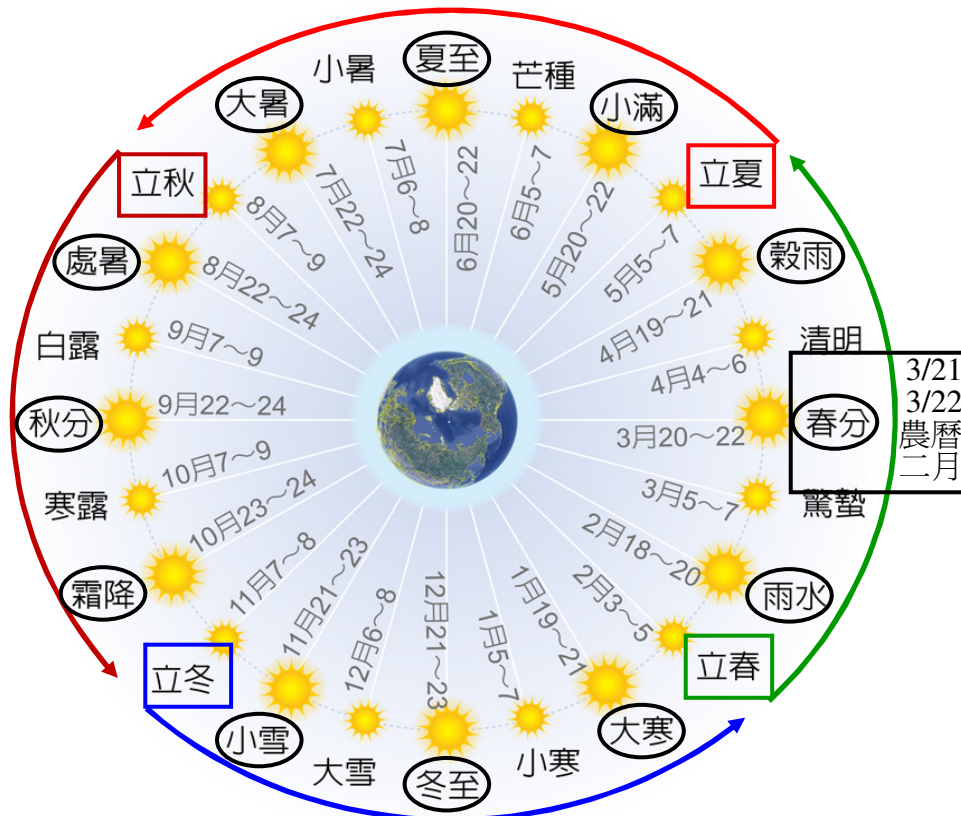
中氣與時節互相穿插



季節	時節	中氣	陽曆日期	語意
春	立春		2月2~5日	春天開始。
		雨水 (1)	2月18~20	降雨開始，天氣開始回暖。
	驚蟄		3月5~7日	春雷響，驚動蟄伏地下冬眠的生物。
		春分 (2)	3月20~22日	太陽直射赤道，晝夜等長。
	清明		4月4~6日	空氣清新，草木開始繁茂。
夏		穀雨 (3)	4月19~21日	雨水增多，有利穀物生長。
	立夏		5月5~7日	夏天開始。
		小滿 (4)	5月20~22日	穀物結成豐滿的籽。
	芒種		6月5~7日	稻穀生長，結穗開始成熟。
		夏至 (5)	6月21~22日	太陽直射北回歸線，白天最長，日影最短（日北至長日至）。
秋	小暑		7月6~8日	天氣開始炎熱。
		大暑 (6)	7月22~24日	天氣酷熱，一年中最熱的時候。
	立秋		8月7~9日	秋天開始。
		處暑 (7)	8月22~24日	暑熱天氣，開始退卻（處：止住）。
	露水		9月7~9日	天氣轉涼，露水凝結。
冬		秋分 (8)	9月23~24日	太陽直射赤道，晝夜等長。
		寒露	10月8~9日	露水凝結，氣候轉涼。
		霜降 (9)	10月23~24	水汽凝結成霜。
	立冬		11月7~8日	冬天開始。
		小雪 (10)	11月22~23日	開始降雪。
冬	大雪		12月6~8日	開始降大雪。
		冬至 (11)	12月21~23	太陽直射南回歸線，白天最短，日影最長（日南至短日至）。
	小寒		1月5~7日	天氣開始寒冷。
		大寒 (12)	1月20~21日	天氣酷寒，一年中最冷的時候。

參考資料

春雨驚春清穀天 夏滿芒夏暑相連 秋處露秋寒霜降 冬雪雪冬小大寒
 立春陽曆二月起 每月二節不改變
 上半年來六廿一 下半年來八廿三 節氣陽曆來對照 最多只差一二月



(7) 農曆（陰陽合曆）置閏規則

a. 農曆規定每一個月必定要有一個中氣，沒有 中氣 的月份，便成為前一個月的閏月。

	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二	一	二		
	月	月	月	月	月	月	月	月	月	月	月	月		
農曆	一月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	一月	二月	
陽曆	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	
	春分	穀雨	立夏	小滿	夏至	大暑	處暑	秋分	霜降	小雪	冬至	大寒	雨水	春分
	清明	立夏	芒種	小暑	立秋	白露	寒露	立冬	大雪	小寒	立春	驚蟄		

農曆 四 月沒有中氣，所以當年農曆就閏 三 月

b. 農曆「月」(月球運動週期) = 季節(太陽運動週期)

$$365.2422 \times 19 = 6939.60$$

$$29.5306 \times (12 \times 19 + 7) = 6939.69$$

$$\frac{365.2422 \times 19}{29.5306 \times (12 \times 19 + 7)}$$

19 個回歸年(228 個中氣) 235 個朔望月

※每隔 19 年，農曆相同月分的初一其陽曆的日期會 相同 或相差 1~2 天

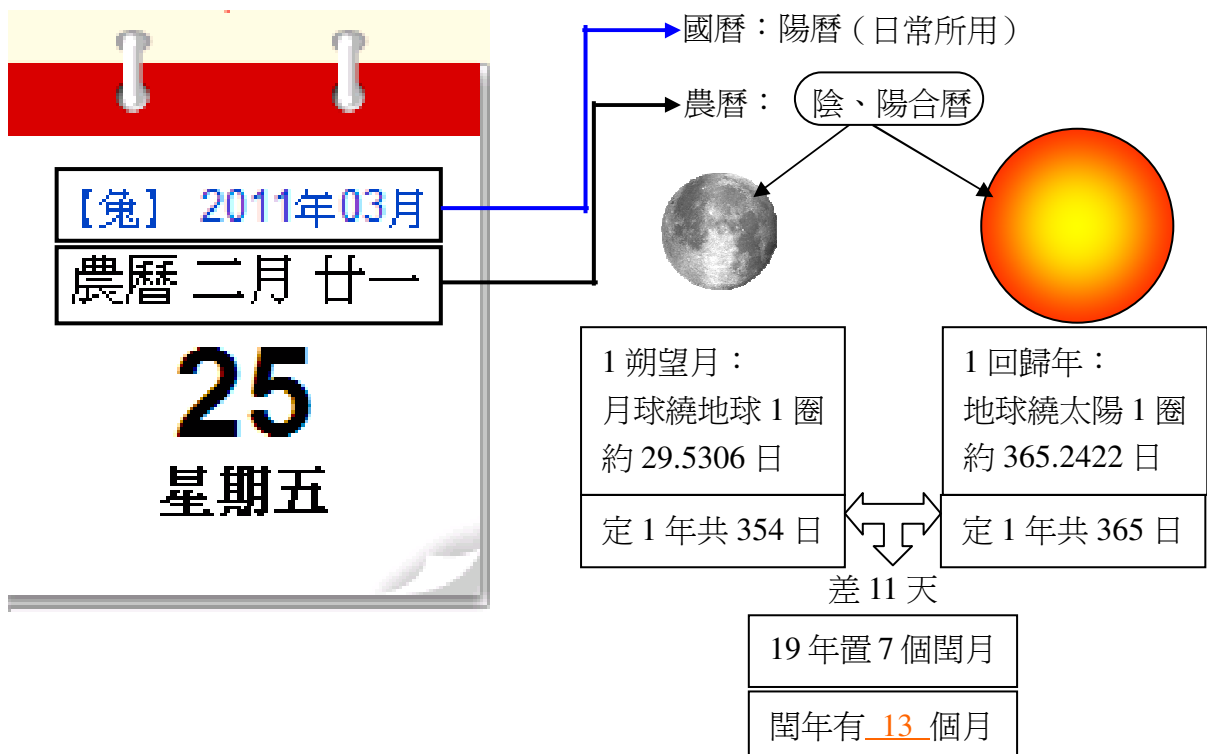
(235 - 228 = 7) 因此會有 7 個朔望月沒有 中氣。

∴ 每 19 年須加入 7 個閏月。(平均每隔 2~3 年需置 1 閏月)

例如：西元 1991 年 2 月 15 日和 2010 年 2 月 14 日都是農曆正月初一，差 1 天

西元 1994 年 2 月 10 日和 2013 年 2 月 10 日都是農曆正月初一，同 1 天

c. 有 閏月 的那一年為閏年，有 13 個月 『354 日 + (29~30)』 383~384
 總日數為 383 日到 385 日都有可能。 『354 日 + (29~30)』 384~385



範例練習

- (D) 1. 我們平日慣用的「1日」是指 (A)某一恆星連續兩次通過子午線的間隔時間，稱為恆星日 (B)某一恆星連續兩次通過子午線的間隔時間，稱為1太陽日 (C)太陽連續兩次通過子午線的間隔時間，稱為1恆星日 (D)太陽連續兩次通過子午線的間隔時間，稱為1太陽日。

解題要訣：所謂「1日」是指1個「太陽日」為太陽連續兩次通過子午線的間隔時間。

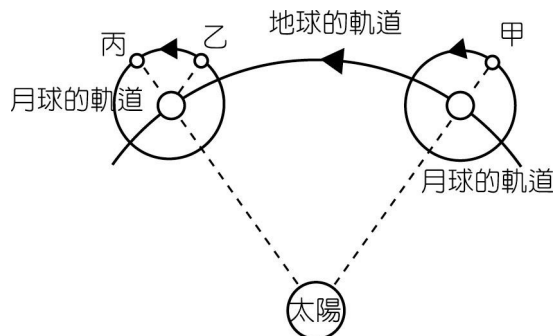
- (B) 2. 地球自轉一圈所定義的恆星日與太陽日比較，下列敘述何者正確？ (A)恆星日較太陽日長約 $24/365$ 時 (B)太陽日較恆星日長約 $24/365$ 時 (C)恆星日較太陽日長約 $60/365$ 時 (D)太陽日較恆星日長約 $60/365$ 時。

解題要訣：太陽日較恆星日長約4分鐘 ($24 \times 60 / 365 \div 4$ 分) 或長約 $24/365$ 時。

- (A) 3. 下列何者為一回歸年？ (A)太陽在黃道上由冬至點移至下一次冬至點的時間差 (B)正午竿影最長的一天，至正午竿影最短一天的時間差 (C)月球繞地公轉一周時間的12倍 (D)地球自轉一周時間的365倍。

解題要訣：太陽連續兩次通過春分點所需的時間，稱為一個回歸年，將通過春分點，改成冬至點亦可，且此時北半球竿影最長，更有利觀測測量。

※下圖為月球、地球、太陽相關位置及形成月相的示意圖。當月球繞地球公轉一周（從位置甲轉到丙），它也完成自轉一周。參考下圖，回答4.~6.題：



- (AG) 4. 已知一圓周涵蓋 360 度，則地球在繞太陽公轉的軌道上，每日平均約前進多少度？當月相從滿月到下一次滿月，地球在繞太陽公轉的軌道上，約前進多少度？（應選二項）

選項	地球繞太陽公轉 「每日」平均前進度數	選項	滿月到下一次滿月，地球 繞太陽公轉的度數
(A)	約 1 度	(E)	約 1 度
(B)	約 15 度	(F)	約 15 度
(C)	約 30 度	(G)	約 30 度
(D)	約 45 度	(H)	約 45 度

解題要訣：地球每年繞日公轉一周，所以平均每日約轉 $360^\circ / 365 \div 1$ 度。月相兩次滿月之間為農曆一個月，約 29.504 日，所以地球大約可繞太陽轉 30 度。

- (BE) 5. 下列敘述，何者錯誤？（應選二項） (A)地球除自轉外，也繞太陽公轉 (B)地球除繞太陽公轉外，也繞月球公轉 (C)地球繞太陽公轉的方向為自西向東 (D)月球繞地球公轉的方向為自西向東 (E)月球從圖中甲位置轉到乙，月相從滿月又再次滿月。

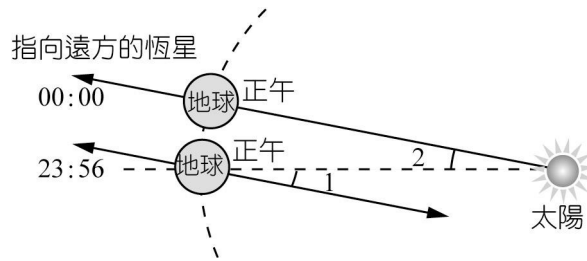
解題要訣：(B)地球並沒有繞月公轉。(E)月球在圖中乙位置時尚不是滿月，在丙處才是滿月。

- (C) 6. 由甲至乙的時間為 (A)1 恆星日 (B)1 太陽日 (C)1 恆星月 (D)1 朔望月 (E)1 回歸年。

解題要訣：甲、乙都正對某一恆星，且經過一個月左右，故其間隔為「恆星月」。

【單元練習】

- (B) 1. 下圖為相鄰兩地球繞著太陽公轉的移動軌跡，由此判斷下列敘述何者錯誤？ (A) $\angle 1 = \angle 2$ ，約為 1° (B) 恆星日比太陽日長約 4 分鐘 (C) 每日所見星星會提早 4 分鐘出現 (D) 隔日同一時間所見星星向西移。



【解析】(B) 太陽日比恆星日長約 4 分鐘。

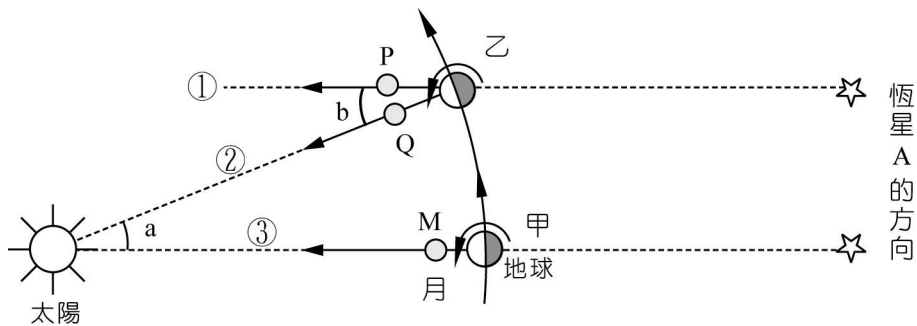
- (B) 2. 一個朔望月的長度約 29.5 天，所以一年中約有 $12.37 (=365/29.5)$ 個朔望月，並非恰好 12 個月，在曆法上如何處理此問題？ (A) 將每個陰曆月的日期稍縮減 (B) 每年多零點少個月，累積數年達一個月後，則增加一閏月 (C) 每年累積增加的日數在數年後以閏年處理 (D) 不調整，分別列出陽曆和陰曆日期即可，故兩者日期不見得相同。

【解析】(B) 此即採「19 年七閏法」19 年內有 7 個閏月修正。(C) 為太陽曆的修正。

- (B) 3. 古人無法利用下列哪一觀測方法來定農時？ (A) 觀察天蝎座的心宿二每天在天空中出現的位置 (B) 月相盈虧變化 (C) 每日正午太陽的仰角變化 (D) 每天晝夜長短的變化。

【解析】月相盈虧無關地球接受陽光多少，故與農時無關。

※下圖為月球、地球、太陽以及遠方恆星 A 的相關位置圖，依圖回答 4.~6. 題：



- (A) 4. M 處的月相為何？ (A) 新月 (B) 上弦 (C) 滿月 (D) 下弦。

【解析】月在 M 處，夜晚由地望去沒有月亮，為新月。

- (C) 5. 由圖可知，一個朔望月的時間，月球由何處移動到何處？ (A) $M \rightarrow P$ (B) $Q \rightarrow P$ (C) $M \rightarrow Q$ (D) $Q \rightarrow M$ 。

【解析】Q 處之月亦為朔，故 $M \rightarrow Q$ 為一朔望月。

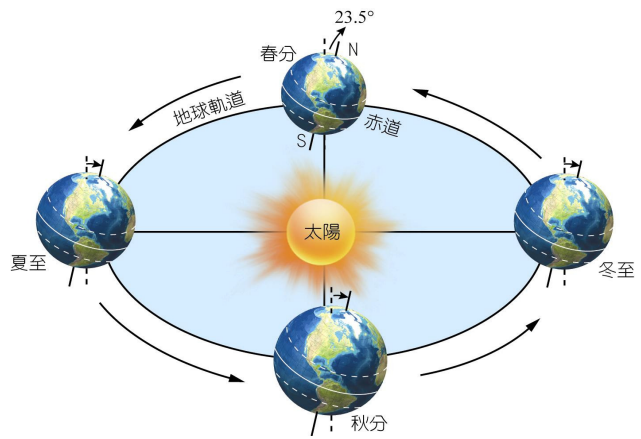
- (A) 6. 當地球繞太陽公轉的角度約為 30° 時：(a) $③ \rightarrow ①$ 是一個恆星月；(b) 在乙處 A 星東升時間比在甲處提早兩小時左右；(c) 一個朔望月的時間內，月球繞地球 30° 左右。上述敘述正確的是 (A) (a)(b) (B) (a)(c) (C) (b)(c) (D) (a)(b)(c)。

【解析】(c) 月球 $M \rightarrow P$ 為一恆星月，月球轉了 360° ，故朔望月比恆星月多繞 30° ，為 390° 。

8-2 晝夜變化與季節交替

一、地球晝夜變化的原因

- (一) 地球自轉軸傾斜
- (二) 地球繞著太陽公轉



二、太陽直射地球的緯度在南、北回歸線間週期性變化

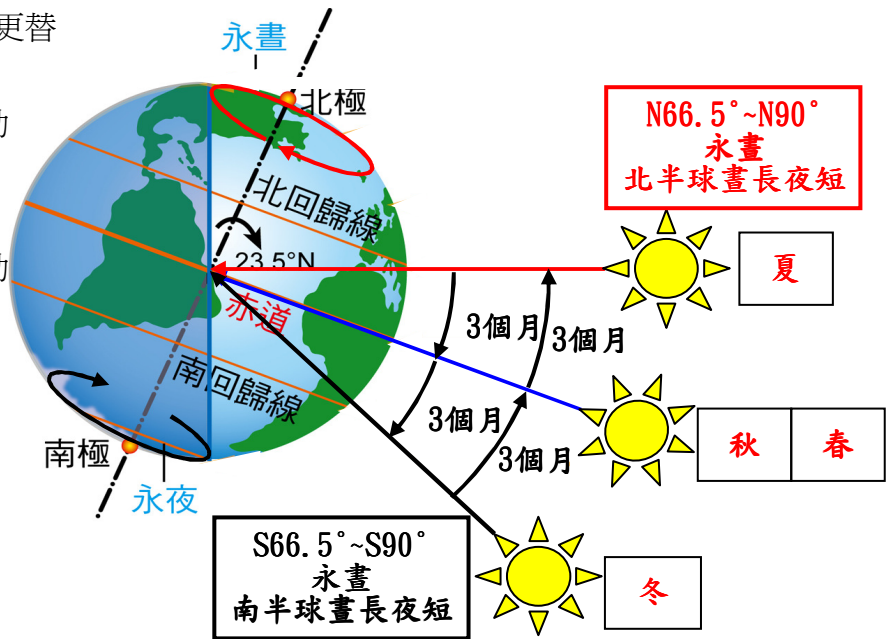
造成白晝長度變化也造成季節的更替

- (一) 夏季→秋季、秋季→冬季

陽光由 北 向 南 移動

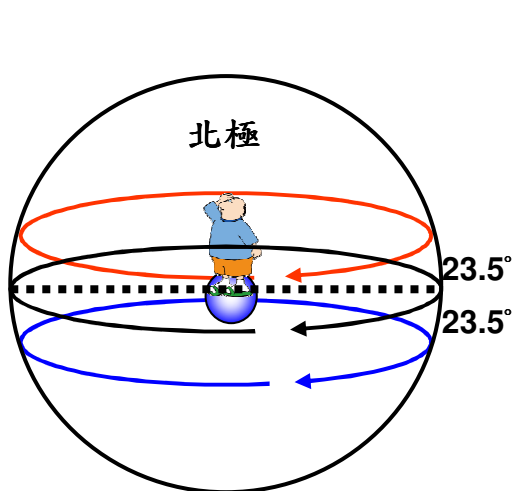
- (二) 冬季→春季、春季→夏季

陽光由 南 向 北 移動

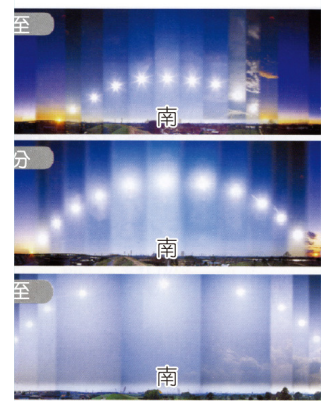
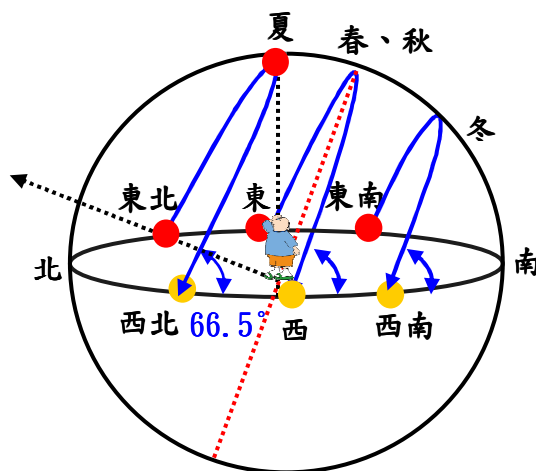


三、地球上看到太陽的軌跡

1 住北極的人所看到的太陽軌跡



2.住嘉義的人所看到的太陽軌跡



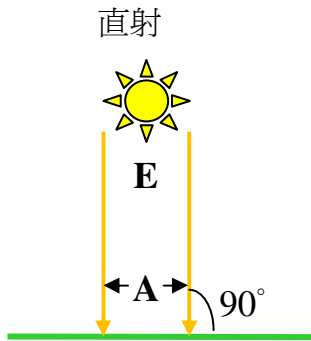
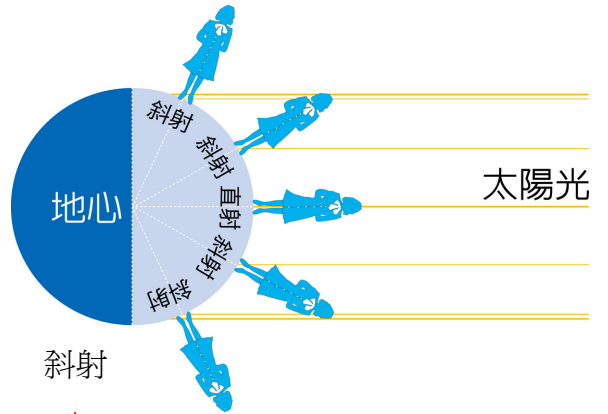
太陽軌跡與地平線的夾角 = $90^\circ - \text{緯度}$

四、臺灣嘉義地區不同季節日照關係

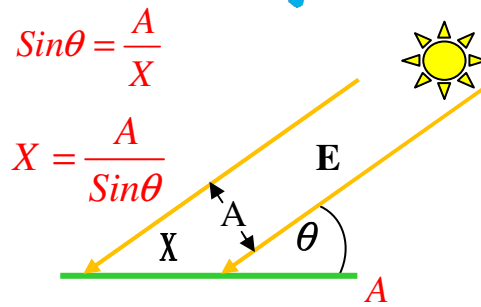
	春分	夏至	秋分	冬至
直射位置	赤道	北回歸線	赤道	南回歸線
日出方位	正東	東偏北	正東	東偏南
日落方位	正西	西偏北	正西	西偏南
正午太陽方位 仰角	天頂偏南 仰角 = <u>66.5°</u>	正天頂 仰角最 <u>高</u> = <u>90°</u>	天頂偏南 仰角 = <u>66.5°</u>	天頂偏南 仰角最 <u>低</u> = <u>43°</u>
日照時數	晝夜 <u>等長</u>	北半球 晝長夜短 北極圈永晝	晝夜 <u>等長</u>	北半球 晝短夜長 北極圈永夜

五、直射與斜射

- (一) 陽光垂直地面照射稱為直射
- (二) 太陽不是以垂直的角度照射時，稱為斜射
- (三) 陽光與天頂的夾角稱為天頂角
- (四) 陽光與地平線的夾角稱為高度角 (仰角)
- (五) 直射，天頂角小、高度角大。
- (六) 斜射，天頂角大、高度角小。



能量 E 分布於面積 A $\frac{E}{A}$
 地表單位面積獲得能 $\frac{E}{A}$



$\sin\theta = \frac{A}{X}$
 $X = \frac{A}{\sin\theta}$
 能量 E 分布於面積 $\frac{E}{\sin\theta}$
 地表單位面積獲得能 $\left(\frac{E}{\frac{A}{\sin\theta}}\right) = \frac{E}{A} \sin\theta$

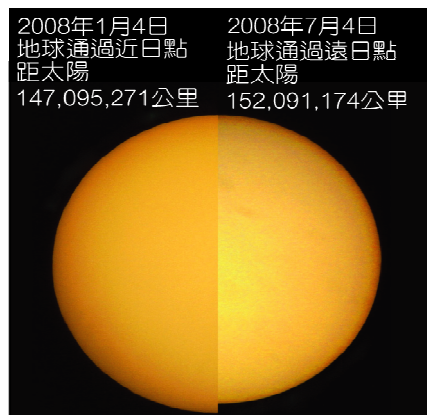
六、地球公轉對季節變化的影響

- (一) 目前地球 1 月通過近日點，7 月通過遠日點，近日點及遠日點的太陽視直徑差 3 %

視直徑與距離成反比

近日點太陽視直徑較遠日點太陽視直徑大約

$$\frac{(152-147)}{147} \times 100\% \approx 3\%$$



(二) 北回歸線冬至與夏至正午能量比

夏至 (6/21 前後) 時, 太陽光直射地表;

冬至 (12/21 前後) 時, 太陽光以天頂角 47° 斜射地表。

Q: 比較地表單位面積接收到的太陽能量

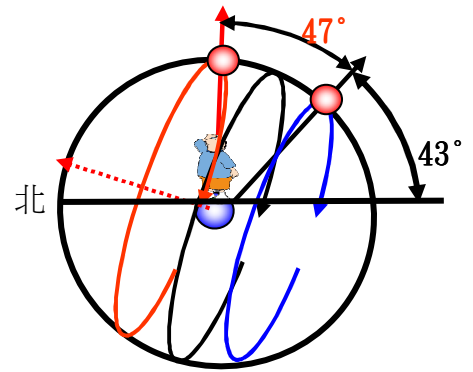
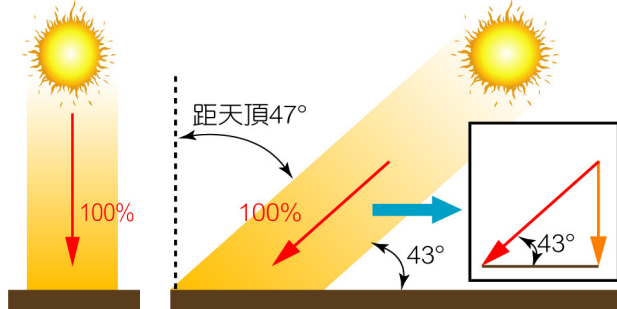
冬至正午比夏至正午約少了多少? 30 %

A: 夏至正午能量 - 冬至正午能量

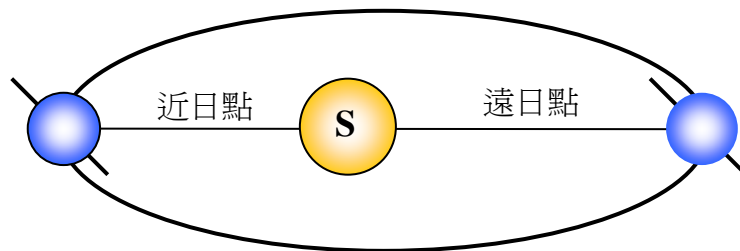
$$= \frac{100\% - (100\% \cdot \sin 43^\circ)}{100\%} = 30\%$$

夏至正午時

冬至正午時

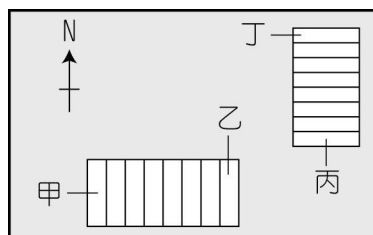


※太陽的直射、斜射對於季節的影響遠 大於 距離太陽的遠近



範例練習

- (D) 1. 在臺灣 12 月的某一天, 豔陽高照, 建華騎機車去某單位, 在上午 10 點左右抵達, 預計下午 2 點離開。機車停車場如下圖所示, 有遮棚, 棚高約 2 公尺, 甲、乙、丙、丁為四個空的停車格。為了避免這一段時間陽光照射, 使機車太熱, 他應該選擇哪一個停車格最適當? (A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁。

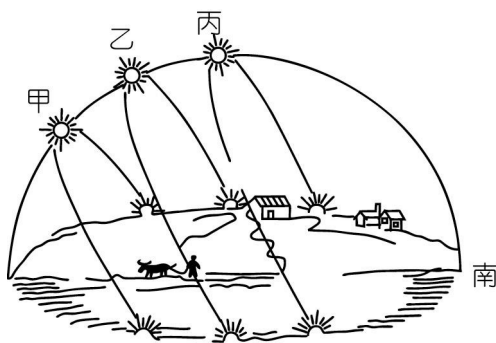


解題要訣: 臺灣冬天太陽於東偏南方位升起, 其軌跡往南方移動, 故偏北處較不易被陽光照射。

- (C) 2. 隨著地球公轉, 太陽直射於地球的位置不斷變動, 下列各地於一年當中可以被太陽直射之敘述, 何者不正確? (A)南、北回歸線各一次 (B)南、北回歸線之間各兩次 (C)南回歸線至南極圈之間及北回歸線至北極圈之間各一次 (D)南極圈和北極圈內零次。

解題要訣: 太陽直射位置介於南、北回歸線之間, 故一年中被陽光直射的日子, 回歸線上恰好一次, 兩個回歸線間為兩次, 其餘則為零次。

※下圖是某地區在春分、夏至及冬至三天中(未依甲乙丙排序),太陽在天空中的移動軌跡圖,回答3.~5.題。



(C) 3. 此處可能位在 (A)赤道 (B)北回歸線 (C)南回歸線 (D)無法判斷。

解題要訣：因軌跡偏北，故此為南半球所見之狀況，且春分正午時太陽仰角約 65° ，故此地應接近南回歸線。

(A) 4. 哪一天可能為北半球的夏至？ (A)甲 (B)乙 (C)丙。

解題要訣：夏至時太陽直射北回歸線，此地所見太陽仰角應是一年中最小的一天，故為甲。

(E) 5. 下列有關甲乙丙三天的晝夜長短敘述，正確的是 (A)甲的白天最長，甲乙丙三天均為晝長夜短 (B)丙的白天最長，甲乙丙三天均為晝長夜短 (C)甲乙丙三天均為晝夜等長 (D)甲的白天最長，丙的白天最短 (E)丙的白天最長，甲的白天最短。

解題要訣：甲為夏至，乙為春分，丙為冬至，南回歸線處所見與北半球相反，丙處太陽在地平線的軌跡較長，故丙時白晝最長，甲處在地平線的軌跡較短，故甲處白晝最短。

【單元練習】

(B) 1. 夏至正午時，有關太陽仰角在北半球各地的比較，下列敘述何者正確？ (A)各地正午太陽仰角值會相同 (B)北回歸線上的太陽仰角值最大 (C)赤道的太陽仰角值最大 (D)此日正午太陽仰角值會最大。

【解析】此日直射北回歸線，故此地仰角為 90° 最大，其他各地均小於 90° ，各地並不相同，若在近赤道的北半球某地，在接近春秋分時，陽光直射，當天此處的太陽仰角會最大。

(A) 2. 下列敘述何者屬於北半球夏季的特徵？ (A)有晝長夜短的現象 (B)正午時的竿影較長 (C)夜空中看不見北極星 (D)太陽直射南回歸線。

【解析】當太陽仰角越大，白晝越長，竿影越短。

(C) 3. 由春分到秋分這段期間內，在北回歸線上的人觀測正午時的竿影變化，將得到何種結果？ (A)竿影逐漸變短 (B)竿影逐漸變長 (C)竿影漸短後又漸長 (D)竿影漸長後又漸短。

【解析】春分→夏至→秋分，太陽在北回歸線上的仰角由小→大→小，故竿影從長→短→長。

※右側照片是某地某兩天觀測到日落後太陽的連續位置，依圖回答4.~5.題：

(B) 4. 此地應位於 (A)北緯5度 (B)北緯25度(C)南緯25度 (D)南緯5度。

【解析】從太陽視軌跡得出軌跡從西南方落下，找出北極星位置，北極星的仰角約 25° ，故此處位在 25°N 。



(B) 5. 若固定在某地觀察日落景象，每一次都用相機多次曝光後，再將多幅影像疊加起來，形成一幅日落重複曝光圖。依上述拍攝手法，某天拍攝日落景象(左側軌跡)，經過一段時間後在原地又拍攝一次，日落的軌跡僅向右方移動到照片所示的位置。依據此圖，判斷後來拍攝的日期為何？ (A)夏至之後、秋分之前 (B)冬至之後、夏至之前 (C)秋分之後、冬至之前

(D)夏至之後、冬至之前。

【解析】左側軌跡比右側更偏南，表示左側時太陽直射位置較偏南，即右側時太陽直射位置偏北。

【綜合評量】

- (C) 1. 有關恆星日和太陽日長短的比較，下列敘述何者正確？ (A)恆星日較太陽日長約 4 分鐘 (B)恆星日較太陽日長約 40 分鐘 (C)恆星日較太陽日短約 4 分鐘 (D)恆星日較太陽日短約 40 分鐘。

【解析】恆星日地球自轉 360° ，一太陽日地球自轉 361° ，相差 1° 約等於地球自轉 4 分鐘，故恆星日較太陽日短了 4 分鐘。

- (B) 2. 造成每日太陽日長度有些微變動的主要原因為何？ (A)地球自轉的速率並非定值 (B)地球公轉的速率並非定值 (C)太陽自轉的速率並非定值 (D)月球公轉地球的速率並非定值。

【解析】因地繞日為橢圓型軌道，有近日、遠日之別，所以地繞日公轉速度有快、有慢，以致太陽日略有不同。

- (D) 3. 月球為何以同一面對著地球？ (A)月球只有公轉，沒有自轉 (B)月球自轉速度和地球的公轉速度相同 (C)月球自轉速度和地球自轉速度相同 (D)月球自轉速度和月球公轉速度相同。

【解析】月繞地公轉一圈，同時月球也自轉一圈，所以月球總以同一面對著地球。

- (C) 4. 假如地球只有公轉而無自轉，則赤道上一個晝夜所經過的時間應為下列何者？ (A)一天 (B)一個月 (C)一年 (D)無晝夜變化。

【解析】因地球無自轉，只有公轉，所以地球上某地公轉一圈，陽光照射的狀況剛好為一圈的變化，所以一日等於一年。

- (D) 5. 下列關於臺灣使用農民曆的說明，何者是不正確的？ (A)是一種陰陽合曆 (B)四季變化和陽曆較相關 (C)欲知潮汐時刻須參考陰曆部分 (D)陽曆和陰曆日期不相同，每個月長短亦不同，故有閏年的設置。

【解析】定閏年是陽曆的制定，非農民曆（陰陽合曆）。

- (C) 6. 下列何者是設置閏年的理由？ (A)地球自轉軸傾斜 (B)地球一天的長度與月球自轉週期不等長 (C)地球的公轉週期不是一天長度的整數倍 (D)月球朔望月週期與恆星月週期不等長。

【解析】定閏年是陽曆的制定，為了修正地球繞日公轉一圈為 $365.2422\cdots$ 日，非一日之整數的情形。

- (A) 7. 二十四節氣中，每相鄰的兩個節氣所代表的意義是 (A)太陽在天球的位置差 15° (B)太陽在天球的位置差 30° (C)月球在天球的位置差 15° (D)月球在天球的位置差 30° 。

【解析】節氣是因陽曆而定，將太陽在天球上移動的黃道分成 24 等分，即 24 節氣，故二節氣相差 15° 。

- (B) 8. 造成地球表面氣溫的日變化，主要是因為 (A)地球的公轉 (B)地球的自轉 (C)地球與太陽間距離的改變 (D)雲量的多寡。

【解析】地球公轉造成季節變化，自轉造成日變化。

- (A) 9. 在北極，有半年永晝，半年永夜，故一年只有一次日出，一次日落，而日出是在 (A)春分 (B)夏至 (C)秋分 (D)冬至。

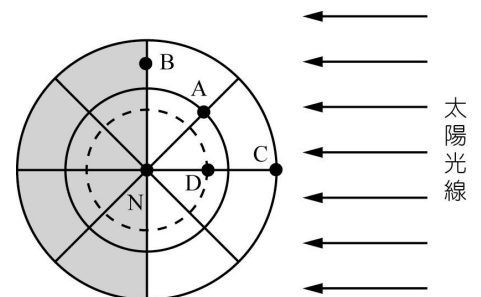
【解析】春分時太陽直射赤道， 90°N 處看到日出，接著進入永晝，秋分時又直射於赤道， 90°N 看到日落，接著進入永夜。

※右圖為太陽光入射地球的情形，其中 N 為北極點，A、B、C、D 分別為地表四地，回答 10.~13.題：

- (B) 10. D 地現在是什麼時刻？ (A)上午 9 時 (B)中午 12 時 (C)下午 3 時 (D)下午 6 時。

【解析】本圖陽光照射下，呈現一半亮一半暗，故此日為春分或秋分，D 處太陽在中天，為正午時分。

- (B) 11. 臺灣最可能是下列何地？ (A)A (B)B (C)C (D)D。



第八章 探索時序的根源

陰曆 8 月 13 日 (D)秋分會固定在 9 月 23 日的前後兩天。

【解析】(A) 365 天分成 24 節氣，不能整除，故節氣不會只固定在陽曆的某一天。
(B) 節氣雖不會固定在陽曆的某一天，但因對應太陽要在黃道的某一位置，故也僅相差一、二日。
(C) 秋分對應的是陽曆日期，故月相不一定年年都相同。

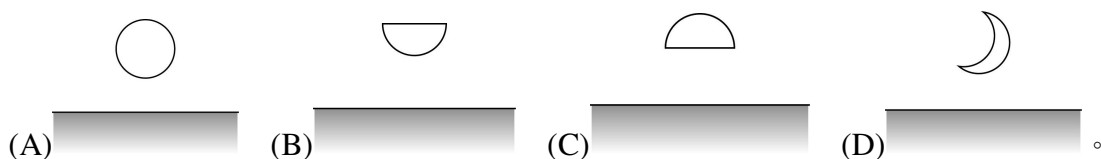
- (C) 15. 已知太陽位在黃道春分點時，赤經 0 時，那麼此日太陽應位在赤經何的位置？ (A) 仍是 0 時 (B) 6 時 (C) 12 時 (D) 18 時。

【解析】春分與秋分相隔半年，在天球上便相隔 180° 。

- (B) 16. 如圖中日期所示，前一週月亮適宜觀測的時間與方位為 (A) 日落後，子夜前，東南方 (B) 日落後，子夜前，西南方 (C) 子夜後，日出前，東南方 (D) 子夜後，日出前，東南方。

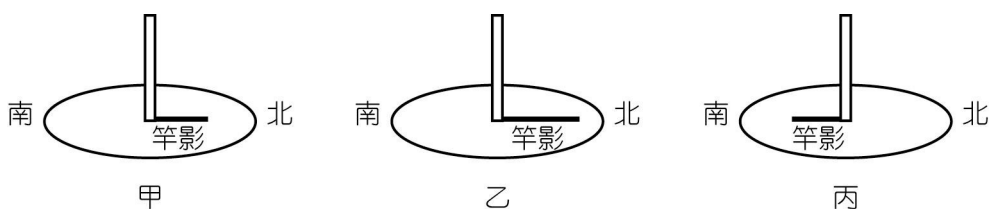
【解析】前一週接近上弦月。上弦月約在正午時分東升，此時我們不易觀測到。到傍晚移至中天，一直到子夜前，上弦月漸移至西方，此時適合我們觀察。

- (B) 17. 承上題，此時月落的月相為何？



【解析】月落時反射陽光面的位置在西邊，故選(B)。

※某地夏至、秋分、冬至（圖形不一定按照此順序）三天正午時刻測量的竿影（均晴朗無雲），其紀錄如下圖，依據圖形回答 18.~20.題：



- (C) 18. 影子最長的那一天會是 (A) 夏至 (B) 秋分 (C) 冬至 (D) 無法判斷。

【解析】從夏至→秋分→冬至，太陽軌跡逐漸偏南，所以乙圖上竿影朝北最長，一定是太陽在最南邊的冬至時。

- (A) 19. 甲、丙兩張圖影長相同，代表此地應約位在 (A) 12°N 附近 (B) 23.5°N 附近 (C) 12°S 附近 (D) 23.5°S 附近。

【解析】甲丙兩圖竿影等長但方位相反，可見該地應在北回歸線（夏至直射處）與赤道（秋分直射處）中間，故約在 12°N 附近。

- (C) 20. 該地何日白晝最長？ (A) 秋分 (B) 冬至 (C) 夏至 (D) 秋分與夏至。

【解析】此地位在北半球，夏至這天白晝最長。

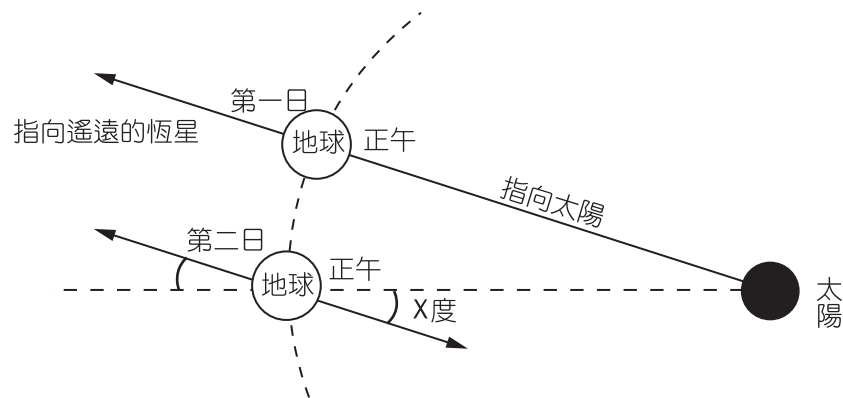
歲次丁亥
八月十三
秋分

九月
23
星期日

牛刀小試

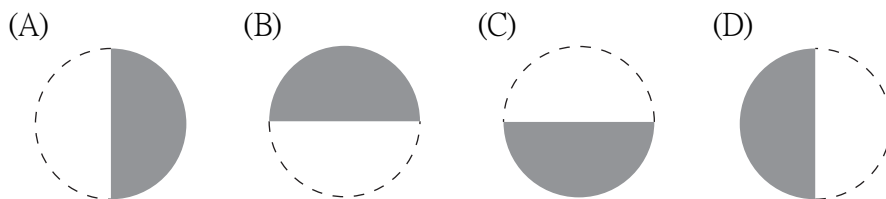
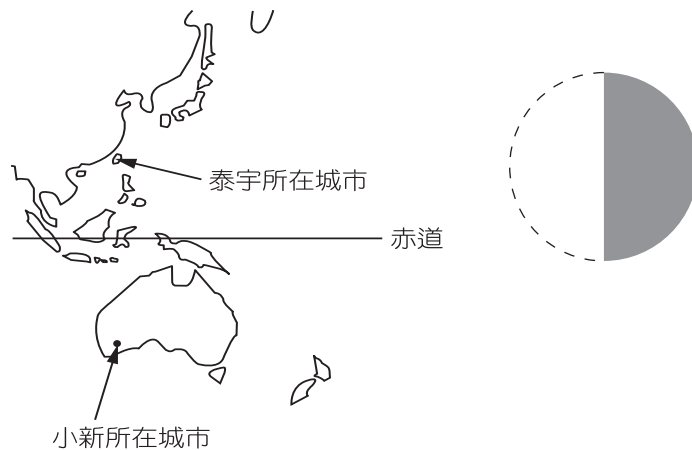
C* 8-1

- (A) 1. 地球自轉一周時，也繞太陽公轉了一段距離，因此在地面上觀看時，太陽要運行到前一天天空中同樣的位置。地球必須多轉動或少轉動幾度？ (A)多轉1度 (B)多轉2度 (C)少轉2度 (D)少轉1度。



【解析】地球轉動 360 度，便可以又面對同一顆恆星，但因太陽相對較近，第二天要正對太陽，必須多轉 $360 \text{度} / 365 \text{天} = 0.986 \text{度}$ 。

- (D) 2. 泰宇住在臺北，在網路上認識另一位住在澳洲的朋友小新，且兩人所在的城市是位於同一經線上。已知在臺灣的泰宇看到的月相如下圖所示，試問同一時間小新看到的月相為何？



【解析】泰宇在臺北看月亮時應是面對南方，小新在澳洲南方，同一時間看月亮應面對北方，故看見月亮發亮的半邊應和泰宇所見相反。

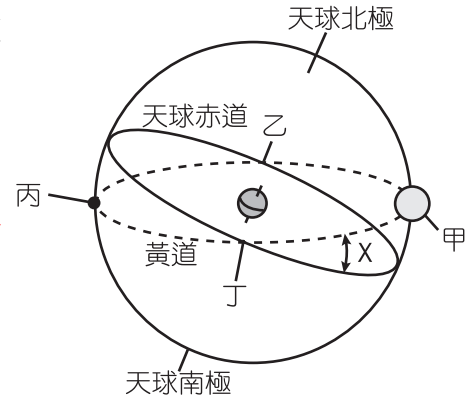
- (A) 3. 下列哪一種現象同時包含太陽、月亮與地球的相對位置？甲、潮汐的升降變化；乙、日月蝕

的出現；丙、季節的更替；丁、晝夜的交替 (A)甲乙 (B)甲丙 (C)甲丁 (D)乙丙。

【解析】甲、乙都和日、月、地三者相對位置有關，丙和地球公轉有關，丁和地球自轉有關。

- (B) 4. 一個朔望月的長度約 29.5 天，一年則為 365 天，所以一年並非恰好 12 個朔望月；在民間常用的農曆上如何處理此問題？ (A)將每個農曆月的日期縮減 (B)在每十九回歸年增加七個閏月 (C)每四年設置一閏年處理 (D)不予調整，分別列出陽曆和農曆日期，故兩者日期不同。【解析】農曆為陰陽合曆，因為農曆的一個月比陽曆的一個月少一至二天，故至一定年數後累積日數再以閏月修正，故每十九回歸年要出現七個閏月。

- (B) 5. 右圖是太陽在天球上運行的軌跡示意圖，太陽的位置處在甲處，則以下各項敘述何者正確？ (A)此時太陽所在位置稱為冬至點 (B)太陽之後往秋分點移動 (C)X 的角度為 23 度 (D)太陽在黃道上移動的方向為甲→丁→丙→乙。



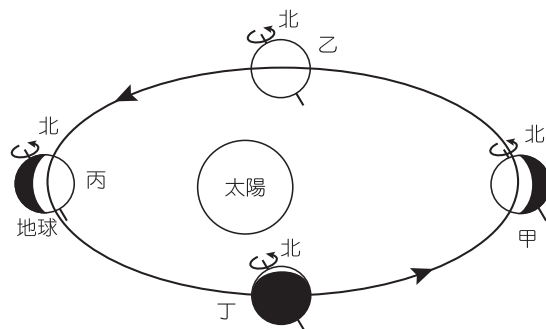
【解析】(A)甲位置為太陽在天球最北端，應為夏至點。(C)X 的角度應為 23.5 度。(D)太陽在天球移動方向應為甲→乙→丙→丁。

- (B) 6. 以下對於日、月、年等曆法上所用的單位，哪一項敘述正確？甲、一恆星日大於一太陽日；乙、一朔望月大於一恆星月；丙、一回歸年的時間等於地球繞太陽公轉一周的時間 (A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)皆錯誤。

【解析】甲、一恆星日小於一太陽日。丙、回歸年的長度較地球實際繞太陽一周 360 度的時間約短 20 分鐘，稱為歲差。考慮歲差的影響，一回歸年的時間等於地球繞太陽公轉一周的時間。

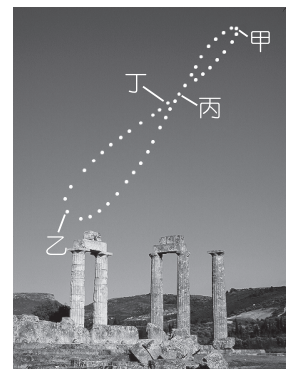
C* 8-2

- (C) 7. 如下圖所示，地球運行到哪一個位置時，臺灣正值寒冷的冬季？ (A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁。



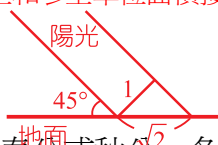
【解析】丙位置太陽光直射南半球，斜射北半球，北半球應為冬季。

- (A) 8. 右圖是北半球希臘在一年中，每次取當天同一時刻，間隔同樣日期，作 44 次拍攝而成的日行跡照片，圖中何處是夏至時太陽所在的位置？ (A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁。



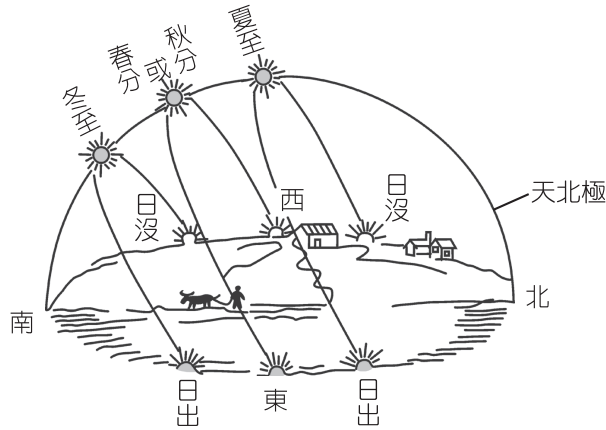
【解析】夏至時日出較早（或日落較晚），同一時刻仰角較高，太陽會移到日行跡最高點，故選甲。

- (C) 9. 在嘉義附近地區，冬至正午時陽光大約以 45 度的仰角照射下來，而夏至正午時的陽光大約從頭頂上方照下來。請問在該地區夏至正午時在地面每單位面積，單位時間內所接受到的陽光輻射量，大約是冬至正午的幾倍？（註：不考慮冬至和夏至太陽與地球距離的差異） (A)2 倍 (B) $2\sqrt{2}$ 倍 (C) $\sqrt{2}$ 倍 (D) $1/\sqrt{2}$ 倍。【解析】陽光從仰角 45 度照射下來時，照射面積為垂直照射的 $\sqrt{2}$ 倍，故夏至和冬至單位面積接收的輻射量為 $1/1 : 1/\sqrt{2}$ ，夏至單位面積接收的輻射量應為冬至的 $\sqrt{2}$ 倍。



- (D) 10. 在夏至、春分或秋分、冬至當天，太陽白天在天空中的視運動軌跡如下圖所示，公元 2010 年

第一天，黃昏的太陽會從哪一方位落下？ (A)西偏北約 30° (B)西偏北約 20° (C)西偏南約 30° (D)西偏南約 20°。



【解析】2010 年第一天剛過冬至（12 月 21 日或 22 日），故太陽會比冬至日落位置稍向北移，但此時還是在西偏南，故選(D)。

活學活用

※所謂曆法乃是根據天象變換的自然規律，來計量長時間間隔、判斷氣候變化、預測季節的法則，回答 1.~4.題有關曆法與季節的問題：

(A) 1. 下列敘述何者正確？ (A)陽曆以太陽在天球黃道上移動的週期為曆年 (B)四季寒暑、節氣是根據陰曆而制定 (C)我國民間常用的農曆是陰曆 (D)目前只有少數國家使用陽曆。

【解析】(B)寒暑節氣是根據陽曆制定。(C)農曆是陰陽合曆。(D)大部分國家使用陽曆。

(B) 2. 目前世界通用的曆法，是由何人所頒布？ (A)凱撒 (B)格里 (C)厄拉托色尼 (D)乾隆。

【解析】目前通用的曆法為教宗格里十三世在 1582 年頒行。

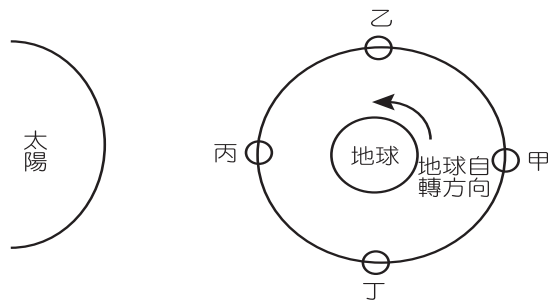
(C) 3. 下列何年為閏年？ (A)1998 年 (B)1999 年 (C)2000 年 (D)2009 年 2010 年。

【解析】4 的倍數為閏年，但 100 的倍數不閏，可是 400 的倍數又為閏年，故選 2000 年。

(C) 4. 太陽仰角與季節的敘述，下列何者正確？ (A)北緯 23 度的地點在冬至時，太陽正午的仰角為 67 度 (B)春分那一天，在地球上任何地點，太陽過中天的仰角為 90 度 (C)在春分時，位於北緯 50 度的某地點，太陽過中天的仰角為 40 度 (D)在夏至時，位於赤道上的地點，太陽過中天的仰角為 90 度。【解析】(A)冬至時仰角應為 43.5 度。(B)只有在赤道才是 90 度。(D)應為 66.5 度。

※ 2010 年 1 月 1 日月偏食，沙羅週期編號第 115 號，自 1 月 1 日 2 時 52 分（臺灣時間）開始初虧，3 時 54 分結束復圓，共歷時 1 小時又 2 分鐘。本次月偏食初虧時缺角出現在月面的左側，之後缺角逐漸向月面下方移動，至復圓時缺角於月面的左下方消失，臺灣可見全部過程。3 時 23 分「食甚」是本次月食缺角最大的時候，但最大食分僅有 0.082，由於本次月食的缺角很小，若能用望遠鏡觀測效果會較佳。

2010 年 1 月的日食是臺灣今年能見唯一的日食現象，臺北自 1 月 15 日下午 15 時 42 分 29 秒（臺灣時間）開始「初虧」，此時太陽位於西南稍偏西方仰角 19.6 度處，所見日面的右下方開始被月面所遮掩而出現缺角；之後缺角逐漸向上擴展，至 16 時 57 分 29 秒「食甚」時，是臺北所見本次日偏食缺角最大的時候，所見太陽面的右側約有 54.8% 的面積被月球所遮掩；最後由於臺北在 17 時 26 分就日沒了，因此日食最後的復圓階段無法見到。從初虧至日沒全部可見約 1 小時 43 分鐘偏食過程。（以上內容摘自中央氣象局每月星象資料）



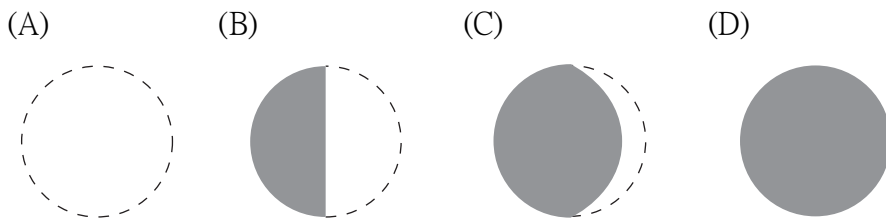
(A) 5. 從文中內容判斷，1月1日當天月球應在上圖的哪一位置？ (A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁。

【解析】當天為月食，月亮被地球陰影遮住，故選甲。

(C) 6. 1月15日當天月球的位置應位於上圖的哪一位置？ (A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁。

【解析】日食為月亮遮住太陽，故選丙。

(B) 7. 1月7日當天的月相應是下列哪一種？(圖中灰色部分代表發光月面)



【解析】當天月亮應運行至乙，應為下弦月。

※下表是臺北某日的日出、日落、月出、月落的時刻表，依此表回答 8.~11.題：

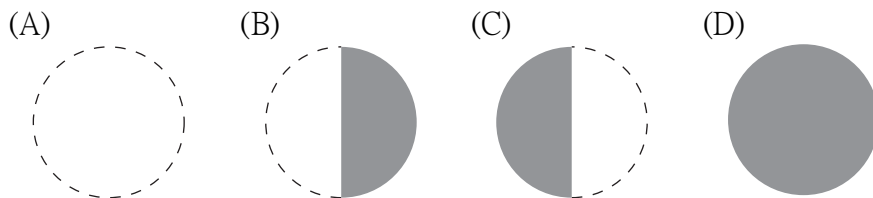
日出	5:43
日落	17:49
月出	18:02
月落	6:13

(C) 8. 從上表判斷這是幾月份所觀測的結果？ (A)6月 (B)8月 (C)9月 (D)11月。【解析】日出至日落的時間間隔大約 12 小時，當天應為春分或秋分，此題應選 9 月。

(C) 9. 從上表的日期過後一個月，日出的正確時刻應為下列何者？ (A)5:14 (B)5:34 (C)6:00 (D)6:39。【解析】9 月後的一個月，太陽應較晚升起，但臺北 10 月不至於太陽升起時間晚至 6:39。

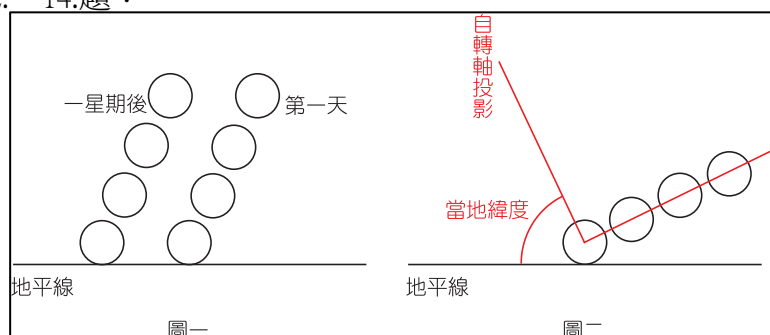
(B) 10. 從表中判斷，日出的時刻可以見到月亮位於哪個方向？ (A)東 (B)西 (C)南 (D)北。【解析】日出時間為 5:43，此時月亮即將下山，故月亮應位於西方。

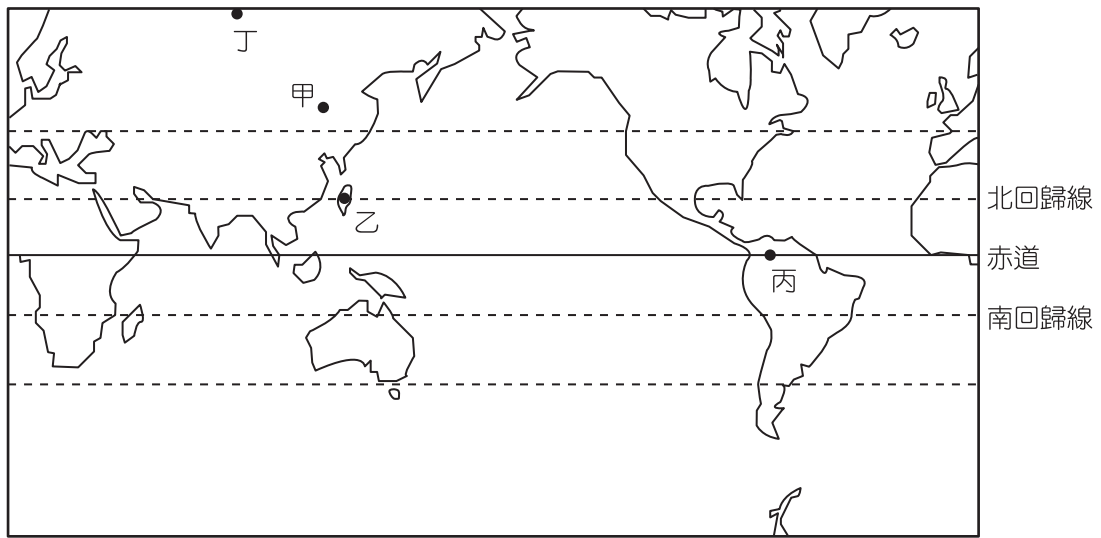
(D) 11. 表中的日期，當月亮過中天時，所見到的月相應為下列何者？(圖中灰色部分代表發光月面)



【解析】當日月亮為傍晚升起，清晨落下，此時應為農曆十五日，選滿月。

※圖一是在臺北某處以重複曝光所拍攝的太陽軌跡照片，圖二則是在某地以同樣方式所拍攝而得的照片，根據圖片回答 12.~14.題：





圖三

(A) 12.圖一所拍攝的照片，應該是朝向何處拍攝？ (A)東方 (B)西方 (C)南方 (D)北方。

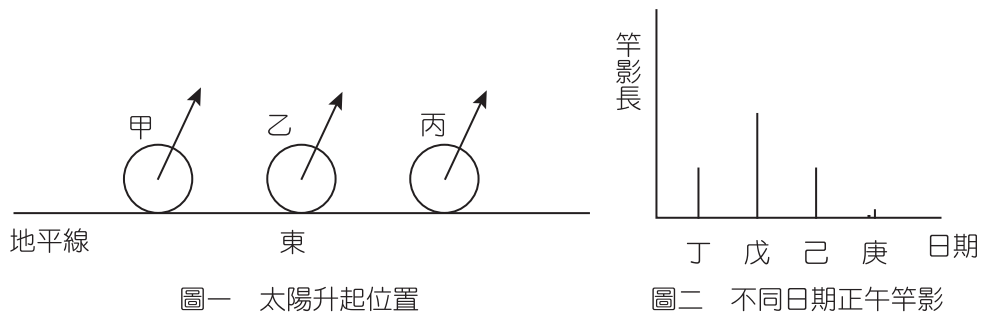
【解析】由太陽移動位置，判斷自轉軸方向，北方為圖形左方，此圖應為太陽升起方向，故選東方。

(D) 13.一星期後再用同樣方式拍攝，所得到太陽移動軌跡為圖一左側所示，由此判斷拍照時間應是在以下哪一段日期內？ (A)春分之後到秋分之前 (B)夏至之後到秋分之前 (C)秋分之後到冬至之前 (D)冬至之後到第二年春分之前。【解析】一星期後太陽往北移，此段時間應在冬至到夏至這段期間內，而(A)選項若是在夏至後太陽會往南移，此選項不恰當。

(A) 14.圖二照片所拍攝的位置，較有可能位於圖三哪一地點？ (A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁。

【解析】從圖二太陽軌跡可知自轉軸投影和地面夾角為當地緯度，此處應處於較高緯度。

※下圖是在北緯 25°的某地點觀察太陽與移動的情形，並依日期在丁戊己庚四個不同日期觀測春秋分、夏至和冬至四個不同節氣正午竿影長度，根據圖片回答 15.~17.題：



圖一 太陽升起位置

圖二 不同日期正午竿影

(B) 15.在 9 月 21 日日出的位置為哪一個？(由上圖選出) (A)甲 (B)乙 (C)丙。

【解析】9 月 21 日為秋分，此時太陽從東方升起，故選乙。

(C) 16.表中所記錄的資料，所對應的節氣應該是以下何者？

選項	丁	戊	己	庚
(A)	春分	夏至	秋分	冬至
(B)	夏至	秋分	冬至	春分
(C)	秋分	冬至	春分	夏至
(D)	冬至	春分	夏至	秋分

【解析】圖二中戊當日正午竿影最長，當日應為冬至，庚竿影最短，應為夏至，故依照順序應選(C)。

(C) 17.圖二觀測紀錄戊那一天，太陽出現的位置應該是在上圖中的 (A)甲 (B)乙 (C)丙。

【解析】戊為冬至，太陽升起方位應為東偏南，故選丙。