

NO.1

實體教具

天球儀

地球科學（全）

2-3.1 斗轉星移「周日運動」及「不同緯度的星空」（課本 P.52-55）



1. 建立立體的天球概念及地平座標系統的方位感。
2. 從觀察中理解天球系統與地平座標系統的視角差異。
3. 透過實際操作及旋轉，觀察不同緯度的星空（包含 a.天球北極的仰角變化、b.天體運動軌跡的變化、c.所見天區的變化）。
4. 了解不同緯度星空的周日運動（東升西落）。



天球是以地球為中心、與地球自轉軸同軸，且半徑無限延伸的假想球殼。我們將所有天體投影在其上，方便理解從地球看出去的星空，因此天球的概念廣為天文領域使用。

然而，實際上觀測者位於地球表面，地平視差的影響不能忽略，也就是說在同一時間我們僅能見到地平面之上的天空（一半的天球）。因此在不同緯度的人們，所見的星空區域也會不一樣。

「不同緯度的人所見的天區不同」需要較抽象的空間感及方向感。本實習活動組裝實體的天球模型裝置，以透明圓球作為天球、保持水平漂浮的珍珠板作為地平系統，來增強立體性的空間感，以及地平座標系統的方向感。並且透過改變傾斜角度來模擬不同緯度所見的天區，以觀察天體運行與緯度之間的關係。

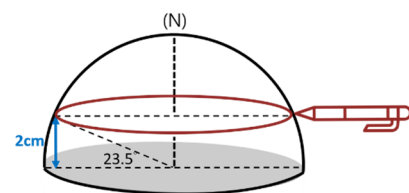


- | | |
|---------|--------------------------|
| 1. 塑膠球殼 | 1 個 (透明、半徑 10 cm、可從中間打開) |
| 2. 珍珠板 | 1 片 (邊長 10×10 cm) |
| 3. 小人模型 | 1 個 |
| 4. 奇異筆 | 數支 (顏色皆可) |
| 5. 顏料 | 少許 (顏色皆可) |
| 6. 模型膠 | 少許 |
| 7. 切割工具 | 1 支 (剪刀、美工刀等) |
| 8. 水 | 酌量 |



Step 1. 【繪製天球上的記號】

- ① 於半球圓頂上標示「北／南」或「N／S」，分別代表「天球北極」與「天球南極」。
- ② 繪製三個圓圈，分別代表「夏至」、「春／秋分」、「冬至」(如黑線)。(也可替換成其他天體如赤緯 -66.5°)。



【註】夏至、冬至繪製方法如示意圖，與底部夾約 2cm 畫圓，可墊書本保持高度並旋轉球殼。

計算方法：線段長 = 半徑 \times \sin 赤緯

$$x \text{ cm} = 5 \text{ cm} \times \sin 23.5^\circ$$

$$x \text{ cm} = 2 \text{ cm}$$

Step 2. 【繪製地平面】

利用半圓球於珍珠板上畫圓，並描繪中間保留部分及需裁切掉的部分。



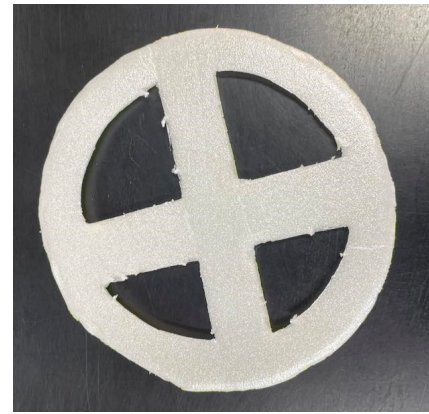
【註-1】保留部分：為了放置小人模型，避免裁切失誤，可盡量留大。

【註-2】裁切部分：為了避免水無法排除而下沉。

Step 3. 【裁切地平面】

照著步驟 2 的線裁切珍珠板。

【註】外圈圓需較描繪的略小，以免無法放入塑膠球中，但也不宜過小，可以在球中順利翻轉即可。



【成品】

Step 4. 【黏上小人並加水】

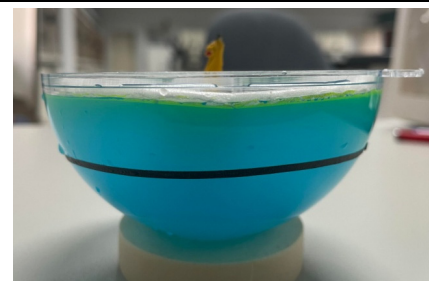
- ① 將小人黏在保留部分的正中央。
- ② 水進行調色後加入外側凹槽之半球，水加至與凹槽外側齊即可。

【註】建議使用蒸餾水，亦可用開水代替。



Step 5. 【放上地平面】

放上做好的地平面，確認可以浮於水面，且平面與球殼貼齊。



Step 6. 【黏合上下半球】

塗抹模型膠於凹槽中（不可過多或過少，看起來濕潤狀態即可），將另一半球扣上。



【註-1】上膠時，注意模型膠不要接觸到珍珠板及水面。

【註-2】黏接時，注意對齊吊環位置，以及是否有縫隙。

【註-3】黏酌後，將多餘的膠和水擠出，並等待數秒乾燥。

【註-4】乾燥後，超微旋轉確認是否會漏水，會漏水在該處補上膠即可。

Step 7. 【成品觀察！】

旋轉至不同角度代表不同地區所看到的軌跡線。

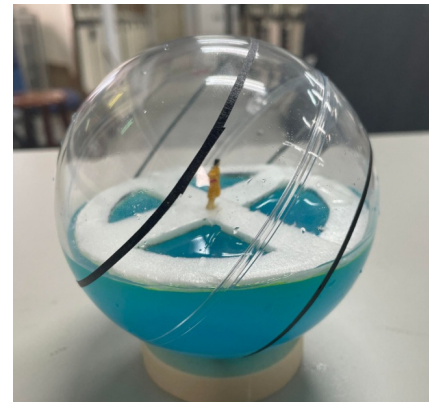
可自行增加想要觀察的內容。

① 不同經度地區（以自轉軸為軸心旋轉），所見星空會不同嗎？為什麼？

→不會，因為天體會周日運動。

② 不同緯度地區（以天球赤道某軸線為軸心旋轉），所見星空如何變化？

→開始實習紀錄。





請於下表「軌跡繪製」的圖中，劃出不同緯度（ 90°N 、 25°N 、 0° 、 30°S ）所觀察到的天體運動軌跡，須包含①天球北極、②天球南極、③夏至太陽、④春秋分太陽、⑤冬至太陽、(⑥進階： 66.5° 太陽)。

緯 度	90°N	25°N
軌跡繪製		
緯 度	0°N	30°S
軌跡繪製		



- 請觀察【不同緯度的星空】，哪個緯度所見「天球北極」仰角最高？請觀察並寫下緯度和仰角的關係。

解答：

北極（緯度 90°N ）、南極（緯度 90°S ），緯度等於天球北極的仰角。

- 請觀察【不同緯度的星空】，哪個緯度所見的「天球範圍最廣」？為什麼？

解答：

赤道（緯度 0° ），所有天體會以自轉軸為中心做周日運動，而赤道的自轉軸與地面夾 0° ，因此所有天體都會繞上來天空。

- 請觀察【不同緯度的星空】，「南半球」與「北半球」的星空有何異同？

解答：

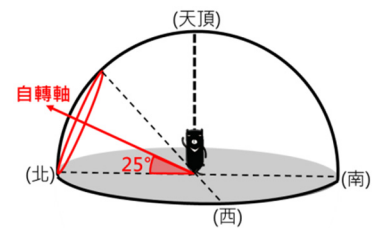
相異處：北半球可以看到天球北極，不能看到天球南極，且天體運動大致往南傾斜，南半球可以看到天球南極，不能看到天球北極，且天體運動大致往北傾斜。

相同處：在北天球的天體都會從東偏北升起、西偏北落下，在天球赤道的天體都從正東方升起正西方落下，在南天球的天體都從東偏南升起、西偏南落下。

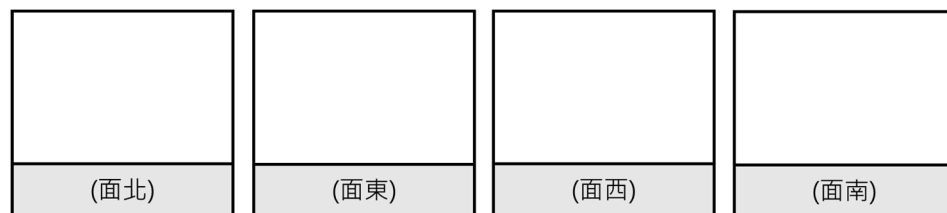
4. 請以北緯 25°為例，觀察天體的【周日運動】，哪些天體不會東升西落？為什麼？（可繪圖示意）

解答：

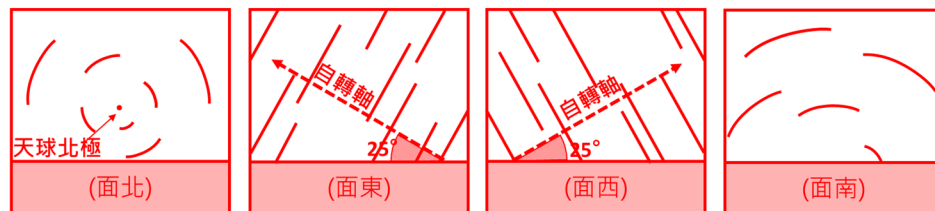
在天球北極附近的天體（與天球北極夾角 $< 25^\circ$ ），因為當地自轉軸與地面夾 25° ，而天體的視運動是以自轉軸為軸心旋轉，因此夾角小於 25° 者，天體運動時不會落到地平線下，也就造成沒有東升西落的現象。



5. 請以北緯 25°為例，觀察天體的【周日運動】，面向不同方位所見星空有何不同？（分別畫出面向北方、東方、西方、南方，觀察天體的軌跡）



解答：



學習單



For the purpose of experiments,
students can find the joy of learning
from experiments. ...

1. 地球自轉軸固定指向北極星，與黃道面的夾角為 66.5° 。若水手在航行的船上觀察北極星的仰角為 35° ，則該船約在北緯幾度？ 【110 學測】

(A) 66.5 (B) 35 (C) 23.5 (D) 11.5 (E) 0

參考答案：B。

天球北極與地面的夾角等於緯度，北極星恰好在天球北極附近，因此北極星與地面的夾角約等於緯度。

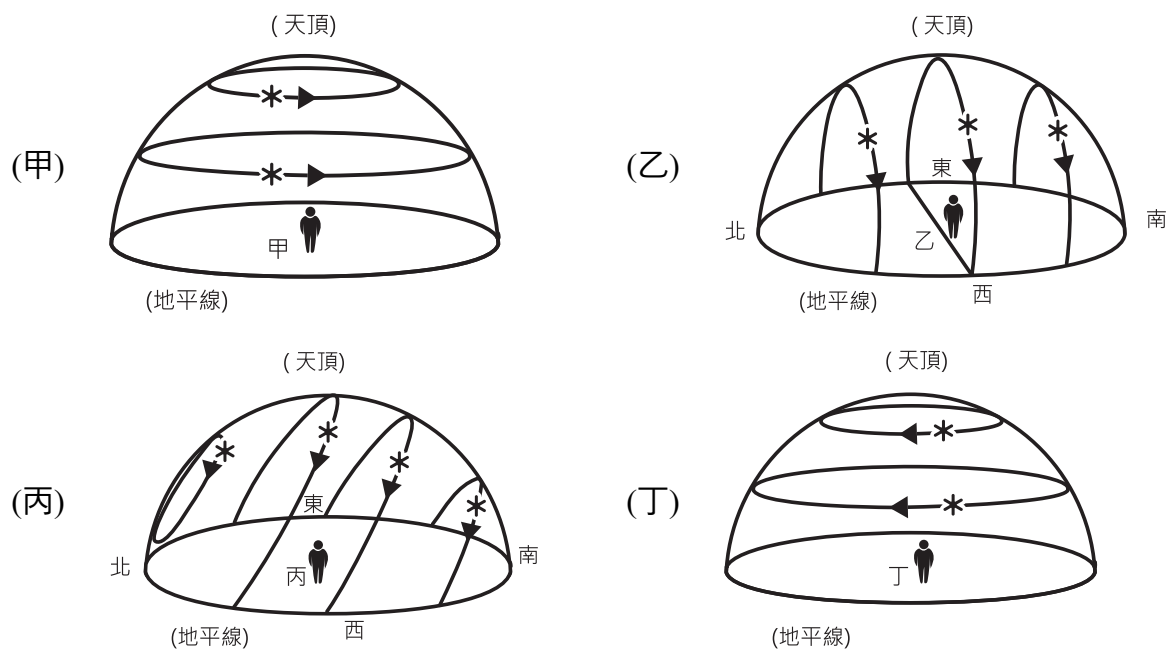
2. 在中國北京（北緯 40 度）觀測星星，發現北斗七星永遠不會掉到地平面以下，則北斗七星與北極星在天空中張開角度屬於哪一情況？

(A) 小於 40 度 (B) 介於 40~70 度 (C) 介於 70~90 度 (D) 大於 90 度

參考答案：A。

北緯 40 度，北極星仰角 40 度，故與其張角在 40 度以內的星星永遠在地平面以上運行。

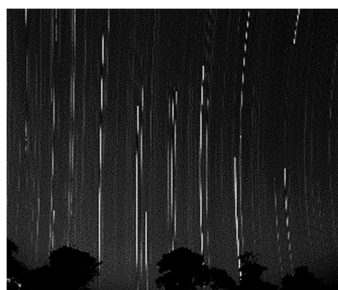
3. 甲、乙、丙、丁四人在不同緯度觀察的星空軌跡如下，依緯度由北至南的順序何者正確？



- (A)甲乙丙丁 (B)丙乙甲丁 (C)甲丙乙丁 (D)丁丙乙甲

參考答案：甲位於南極點；乙位於赤道；丙位於約北緯 25 度；丁位於北極點（因為星星軌跡呈逆時針旋轉）。

4. 小蕙與小傑分別於甲、乙兩地點所拍得的星跡照片如圖。兩人皆面向東方，長時間曝光拍攝，下列哪些正確？（多選，應選 2 項） 【111 學測】



甲地



乙地

- (A)甲地位於北半球，且緯度高於 45 度 (B)乙地位於南半球，且緯度低於 45 度
 (C)甲地相當接近赤道 (D)甲地的緯度，較乙地高
 (E)乙地位於北半球，且緯度約等於 45 度

參考答案：天體運動軌跡與自轉軸垂直，而自轉軸與地面的夾角等於緯度，因此可先透過天體的星跡畫出自轉軸，甲地自轉軸與地面夾 0 度，此地為赤道，乙地自轉軸與地面

夾 45 度，此地緯度約 45 度。第二步判斷南北半球，北半球可見天球北極，南半球可見天球南極，乙圖自轉軸指向北方（東方的左邊為北方），因此此地可見天球北極，為北半球，故答案選(C)(E)。



授課話術及展示時間點

1. **前置作業**：老師先代為完成到步驟 3。
2. **切入時間點**：在上完天球的概念、準備引入不同緯度的星空時，即可展開手作天球的環節。

「剛剛聽完了天球的概念了對不對～老師這邊也準備了一個小天球」（拿出天球）。

「大家看！這個半球上寫的 N 代表『天球北極』、另一個半球寫的 S 代表『天球南極』，球分開的地方代表『天球赤道』。因為地球會自轉，所以天體看起來每天會沿著自轉軸轉一圈，老師也用黑線畫了代表夏至、春秋分、冬至太陽的軌跡，等下開始觀察時，你們也可以自己標定幾個想觀察的天體位置喔！」。
3. **講述天球及地平座標系統的差異**：

（指現實的地板）「雖然天球的概念很好，但事實上我們生活在地面上，是看不到整顆球的，我們看到的是幾乎無限延伸的地平面！所以老師這邊準備一個地平面，我們能觀察的就是這個小人的上半部天空，地面以下是看不到的」（拿出小人+地平面）。

「所以事實上站在地球不同位置的人，看到的天空是不一樣的！」
4. **開始實習活動（步驟 4-6）**：請學生到入水並將上下半球合起來。
5. **觀察與紀錄（步驟 7）**：觀察不同緯度的星空。