



### 9-1 天體觀測

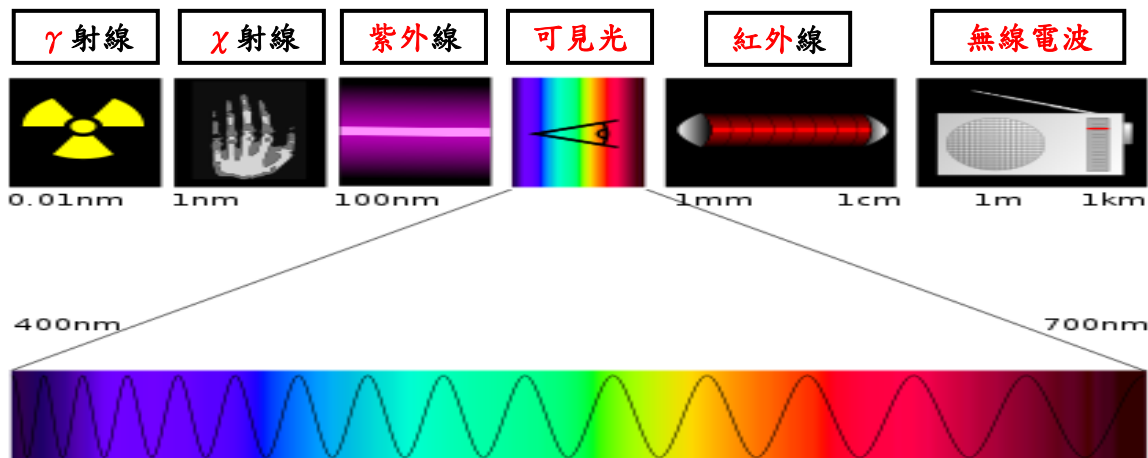
天體藉由「星光」將訊息傳達給我們，但仍有一些限制。

#### 一、天體輻射

(一) 恆星內部進行核融合反應而釋放能量，這些能量以 電磁波 的方式向外輻射。

(二) 恆星輻射出的電磁波

1. 電磁波統稱『光』：分為 可見 光和 不可見 光
2. 人類的眼睛只對可見光有反應

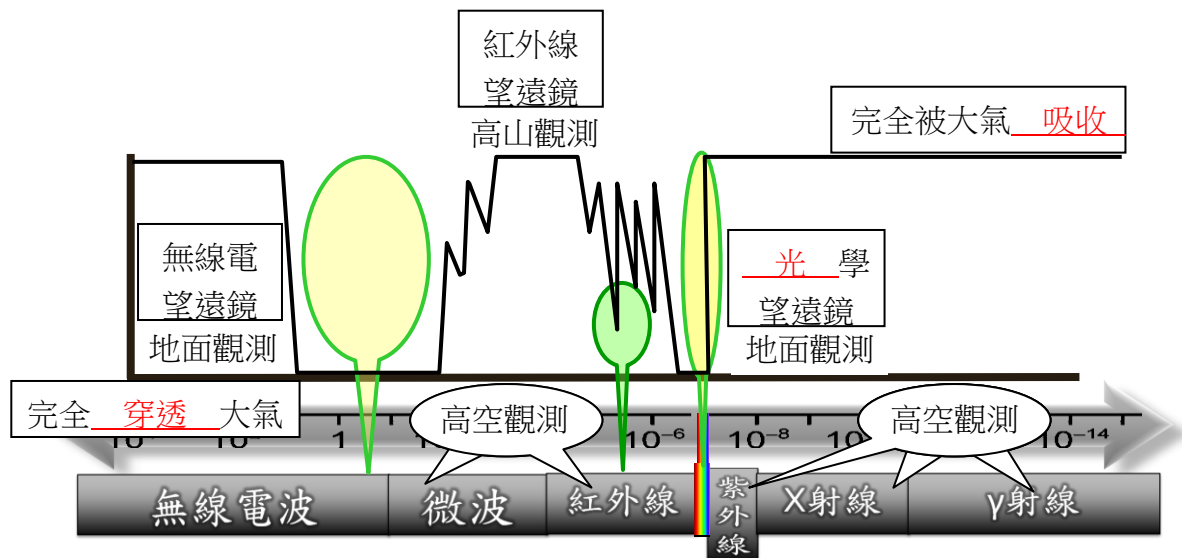


3. 利用不同波段電磁波觀測，將提供不同的天體訊息

#### 二、大氣窗

(一) 僅有可見光、無線電波

及部分的 紅外 線和 紫外 線能穿透地球的大氣層到達地球表面。



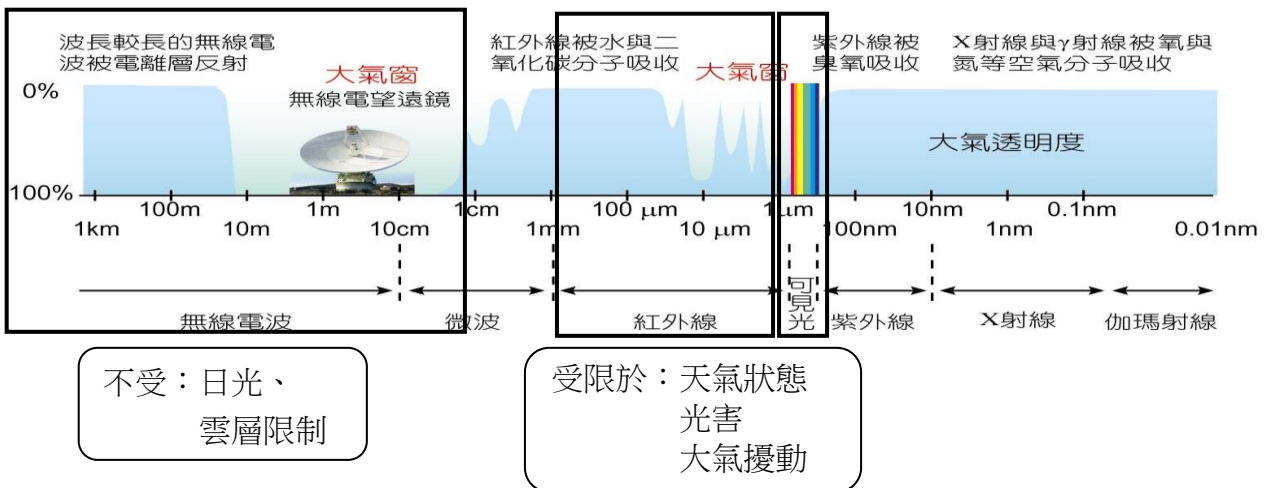
(二) 大氣窗的限制下

1. 地表較適合做可見光與 無線電波 波段的觀測。
2. 在可避開水氣影響的高山上，亦可做部分的 紅外 線波段觀測。

### 三、地表觀測的限制

(一) 無線電望遠鏡不受：日光、雲層限制。

(二) 可見光、紅外線望遠鏡受限於：天氣狀態、光害、大氣擾動。



#### 1. 天氣狀態的限制

適合觀測地點：高山。

因為：水氣少、晴天較多。

#### 2. 光害的限制

適合觀測地點：人造光源少的地方。

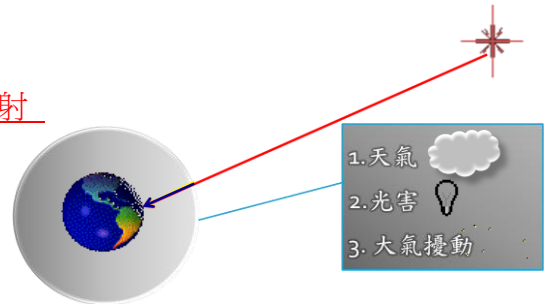
因為：大氣中的氣體分子會將來自地面的光源散射，使得夜空的背景變亮。

#### 3. 大氣擾動的限制

適合觀測地點：高山。

因為：高山大氣厚度較小

不穩定的大氣會造成星光的閃爍，影響影像的清晰度。



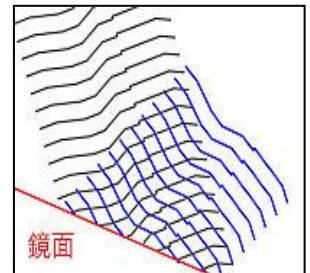
### 四、自適應光學 (Adaptive optics, AO)

#### (一) 一般光學

空氣會因溫度、流動或密度不同而有不同的折射率

使穿越大氣層的光線扭曲

一般鏡面 (紅色) 無法修正，反射出的也是變形的影像

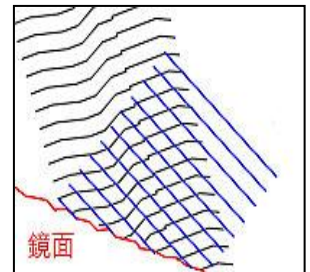


#### (二) 自適應光學

自適應光學技術的鏡面可以改變細部的反射將變形修正回來。

因為入射光的變形是不斷改變的

因此自適應光學的可調鏡面也要不斷動作。



#### (三) 自適應光學系統——以凱克望遠鏡為例

1. 夜間觀測時，發射雷射光束製造人工星星

作為自適應光學系統的參考點。

2. 雷射光打入大氣再反射回後，

計算大氣的擾動程度而做即時的修正。

3. 藉由電腦的運算快速修正鏡片形狀。



### 範例練習

- ( D ) 1. 下列有關天體所發出電磁波的敘述，何者正確？ (A) $\gamma$ 射線的速度比可見光快 (B)依其波長由長至短依次分成無線電波、可見光、紅外線 (C)溫度越高的天體發射出最多的電磁波為紅外線 (D)大部分被地球的大氣層吸收，無線電波及可見光可抵達地表。

解題要訣：(A)所有的電磁波波速均等於光速。(B)電磁波依波長的不同分成無線電波、紅外線、可見光等。(C)溫度越高的天體發射出最多的電磁波為 X-ray 或紫外線。(D)天體發出的電磁波大多被大氣吸收，而無線電波及可見光可抵達地表。

- ( B ) 2. 大氣穩定度越好，星體之視相越好，表示觀星時星體 (A)易閃爍 (B)不易閃爍 (C)較明亮 (D)較黯淡。

解題要訣：星光明亮度與物鏡聚光能力有關，而大氣穩定度高，使星光穩定不易閃爍。

- ( D ) 3. 下列何者不是世界各大望遠鏡設在夏威夷高 4000 公尺的茂納開亞山上的原因？ (A)遠離都市避免光害 (B)空氣稀薄大氣擾動少 (C)位居低緯區可觀測星體數量多 (D)高度高，較靠近天體。

解題要訣：(C)夏威夷較低緯，一年可見星體也較多。(D)這段距離的拉近與宇宙星體間的距離相比微不足道。

### 【單元練習】

- ( D ) 1. 下列何者並非興建理想天文臺臺址的必須因素？ (A)每年平均可以觀測的晴天天數 (B)視相的好壞 (C)天空的透明度 (D)紫外線指數較高。

【解析】地表觀測使用光學望遠鏡，與天氣狀態、光害、大氣擾動有關。(D)紫外線指數高低，只代表臭氧濃度的多寡，與此無關。

- ( A ) 2. 所謂「自適應光學系統」是 (A)藉由電腦運算快速修正物鏡形狀，去除大氣擾動效應 (B)藉由電腦操作望遠鏡的移動，省卻人力控制 (C)藉由電腦控制天文臺的開關，避免望遠鏡遭惡劣天候損壞 (D)藉由電腦判斷觀測對象光度強弱，隨時調整物鏡有效直徑。

【解析】「自適應光學系統」利用特殊處理即時調整望遠鏡的鏡片曲率，來抵消大氣擾動效應。

※右圖為電磁波的種類及大氣對電磁波的吸收率，回答 3.~5.題：

- ( E ) 3. 下列哪一波段的能量最強？ (A)無線電波 (B)紅外線 (C)可見光 (D)紫外線 (E)伽瑪射線。

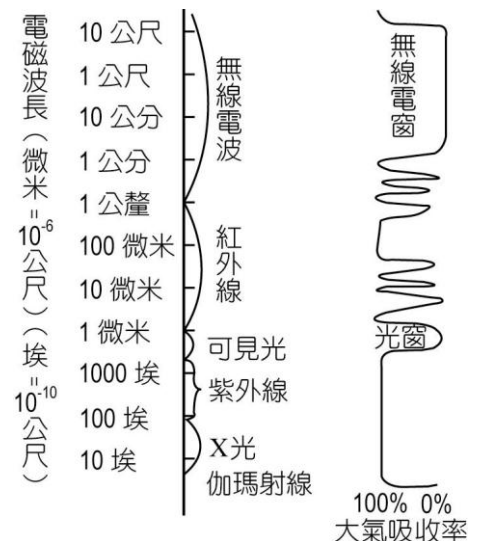
【解析】波長越短，能量越強。

- ( B ) 4. 較易受溫室氣體影響穿透量的是哪一波段？ (A)無線電波 (B)紅外線 (C)可見光 (D)紫外線 (E)X射線。

【解析】二氧化碳會吸收紅外線。

- ( C ) 5. 下列哪一波段能穿透地球大氣層的比例最高？ (A)無線電波 (B)紅外線 (C)可見光 (D)紫外線 (E)伽瑪射線。

【解析】由圖可看出，可見光波段有較大的比例可穿透地球大氣。



## 9-2 光學望遠鏡

望遠鏡的種類：光學望遠鏡、無線電波望遠鏡、太空望遠鏡。

地面上使用最普遍的為光學望遠鏡。

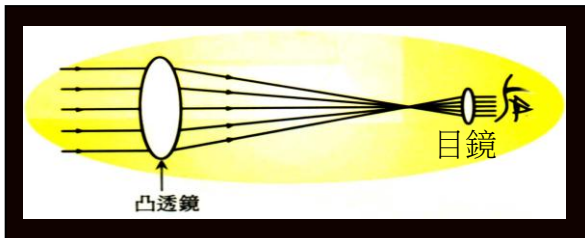
### 一、光學望遠鏡的構造

安裝順序：三腳架 → 赤道儀 → 重錘 → 鏡筒

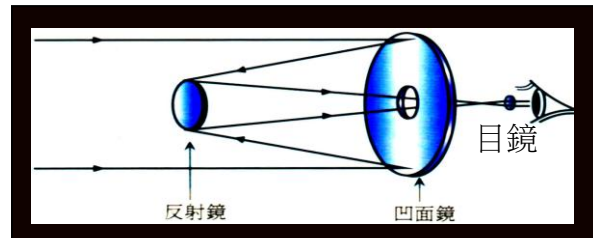


### 二、光學望遠鏡的種類

依據物鏡聚光方式

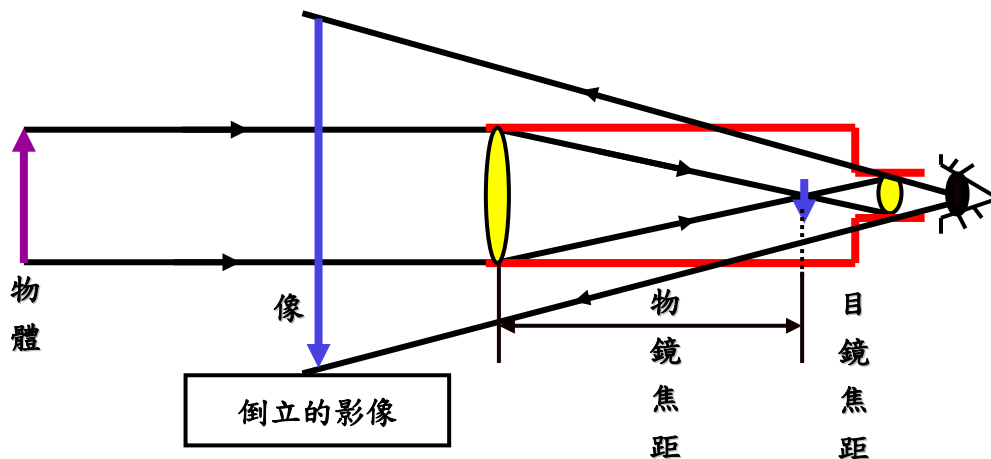


折射式

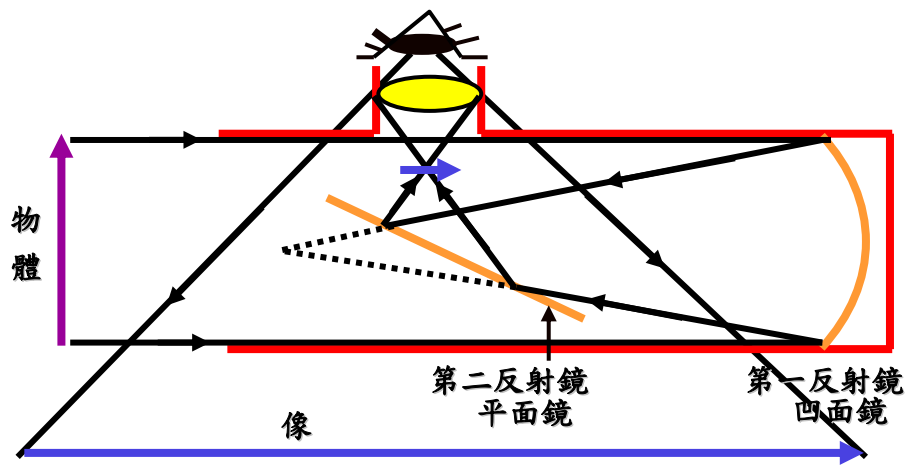


反射式

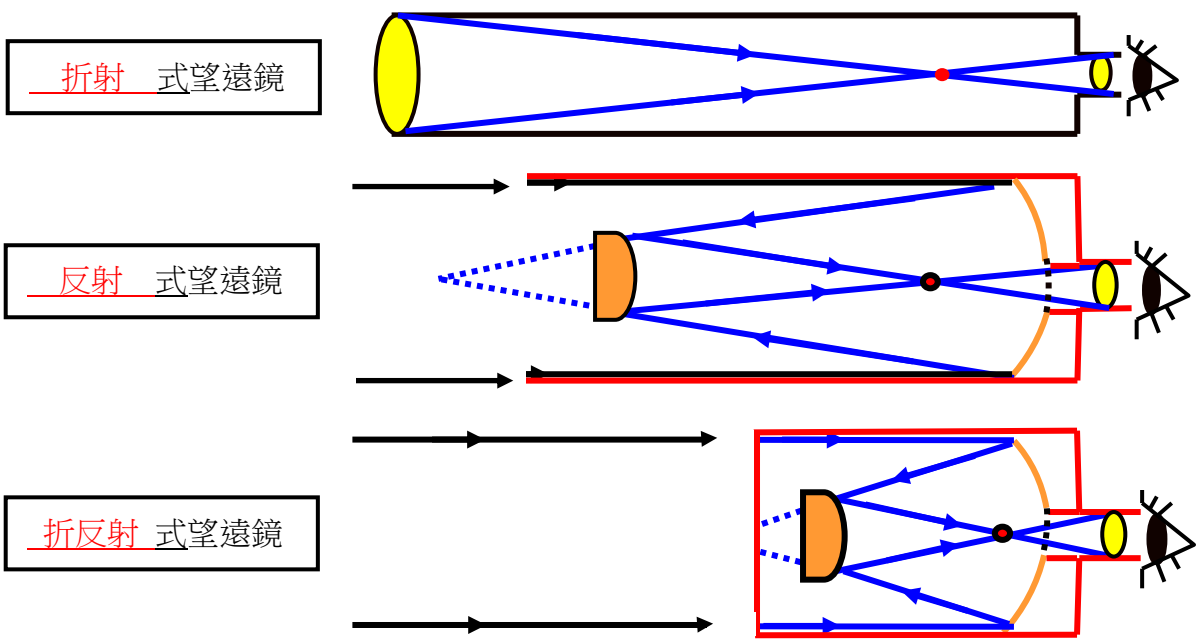
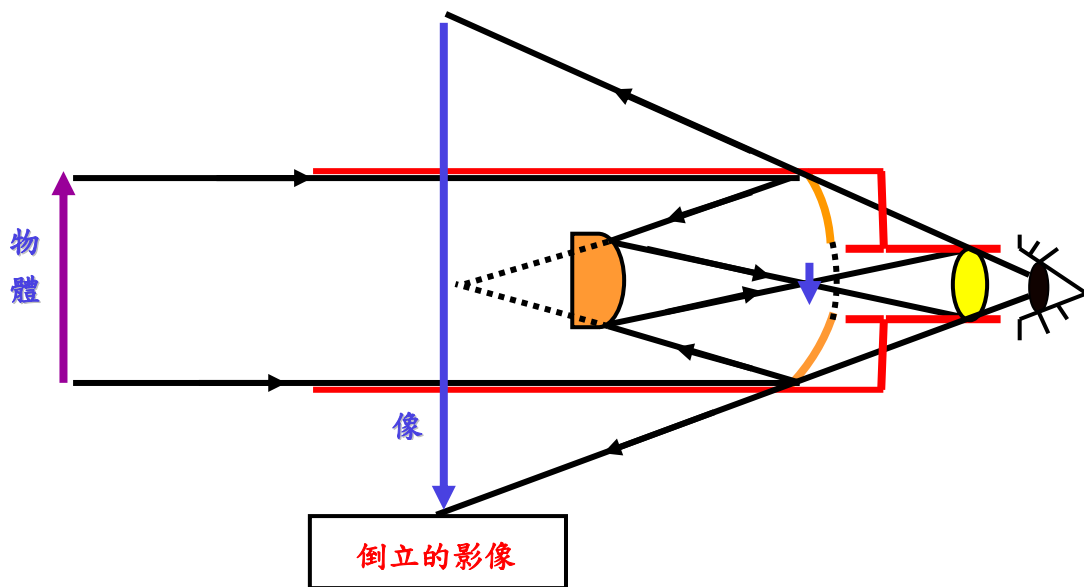
(一) 折射式光學望遠鏡—1611年刻卜勒式



(二) 反射式光學望遠鏡—1668年 牛頓 式



(三) 反射式光學望遠鏡—1672年 蓋賽格林 式



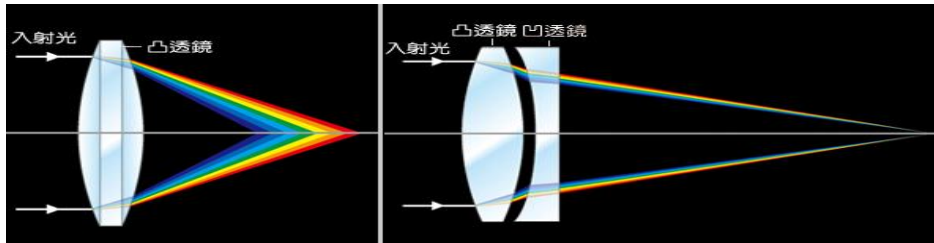


### 三、光學望遠鏡的優缺點

#### (一) 折射式望遠鏡的優、缺點

優點	缺點
成像銳利 容易維護	色(像)差 <u>大</u> 大口徑透鏡不易磨製 鏡筒長不易架設 大鏡片沉重易變形

#### 折射式望遠鏡的色(像)差問題



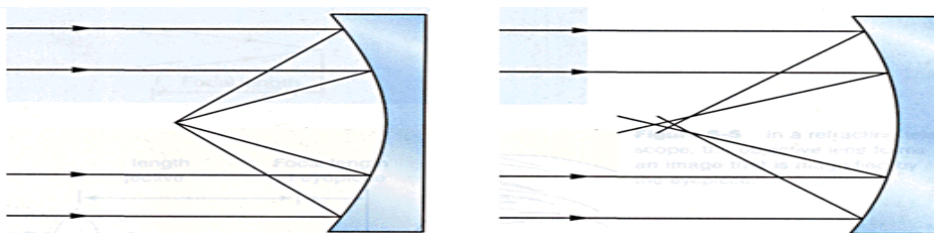
色像差 大，影像模糊

色像差 小，影像清晰

#### (二) 反射式望遠鏡的優、缺點

優點	缺點
成本較低 <u>無</u> 色差 鏡筒可長可短	金屬膜易氧化，不易維護 影像 <u>不</u> 穩定 有球面 <u>像差</u>

#### 反射式望遠鏡的球面像差問題



聚焦功能 好 影像清晰

聚焦功能 差 影像模糊

#### 修正球面像差的方法 (1)

史密特蓋賽格林式  
(Schmidt-Cassegrain Telescope · SCT)

#### 修正球面像差的方法 (2)

馬克斯托夫 蓋賽格林式

參考資料

### 四、望遠鏡的架設方式

#### (一) 赤道 儀

1. 極軸與地球自轉軸 平行
2. 馬達使赤道儀與地球自轉速率相同但方向 相反  
以抵消地球自轉造成的影響

#### (二) 經緯 儀

透過馬達同時調整 方位 角與 仰 角來觀測天體



※牛刀小試



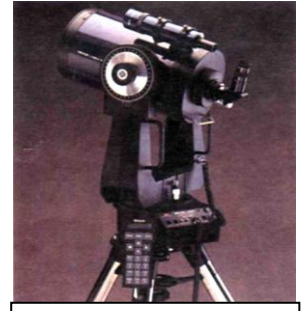
折射式 經緯 儀



折射式 赤道 儀



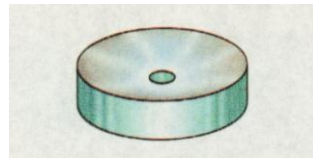
反射式 赤道 儀



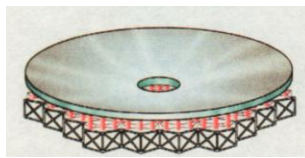
反射式 經緯 儀

- ※世界第一架（折射式）望遠鏡：1609年，伽利略創製折射式透鏡望遠鏡
- ※世界上最大（折射式）望遠鏡：1897年，美國芝加哥大學葉凱士天文臺，口徑1公尺折射式望遠鏡
- ※世界第一架（反射式）望遠鏡：1668年，牛頓創製反射式望遠鏡
- ※世界上大型（反射式）望遠鏡的開始：威廉·赫歇爾建造1.2米反射式望遠鏡
- ※世界上大型（反射式）望遠鏡：1947年，加州巴洛馬天文臺的海爾（Hale）5米反射式望遠鏡
- ※傳統的光學（反射式）望遠鏡口徑最大限制：5米
- ※世界大最大（反射式）望遠鏡：2009年6月，非洲西北側加那利大型望遠鏡有效口徑達10.4公尺由36片六角形反射鏡組合而成

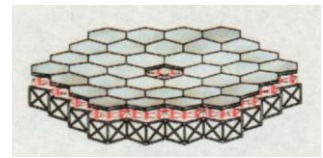
超大反射鏡片的演進：



傳統反射鏡片



利用電腦  
調整活動支柱

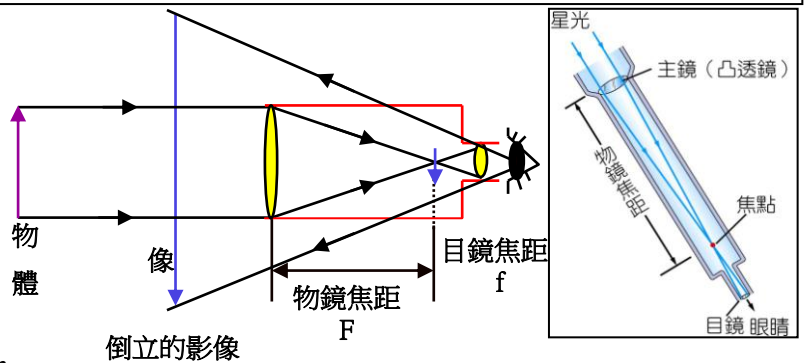


多面反射鏡望遠鏡  
(MMT)

五、光學望遠鏡的功能

※VIXEN 80mm 折射式望遠鏡  
 物鏡焦距  $F=910\text{mm}$   
 目鏡焦距  $f=6\text{mm}$ 、 $12.5\text{mm}$ 、 $20\text{mm}$   
 口徑  $D=a=80\text{mm}$

例甲： $F=910\text{mm}$   $f=20\text{mm}$  口徑  $a=80\text{mm}$   
 例乙： $F=1200\text{mm}$   $f=20\text{mm}$  口徑  $a=100\text{mm}$   
 人類眼睛的瞳孔：6 ~ 8 mm（如同口徑）



(一) 具放大影像的能力

$$\text{放大倍率 } M = \frac{\text{物鏡焦距}}{\text{目鏡焦距}} = \frac{F}{f}$$

$$M = \frac{910\text{mm}}{20\text{mm}} = 45.5 \text{ 倍}$$

$$M = \frac{910\text{mm}}{6\text{mm}} = 152 \text{ 倍}$$

$$M = \frac{910\text{mm}}{0.00001\text{mm}} = 9100000 \text{ 倍} \rightarrow \text{影像全變黑 (星光相對被分散到較大的面積)}$$

※放大極限  $\approx$  口徑  $\times 2$

例：VIXEN 80mm 放大極限  $= 80 \times 2 =$  160 倍

(二) 增加聚光力 (使影像明亮)

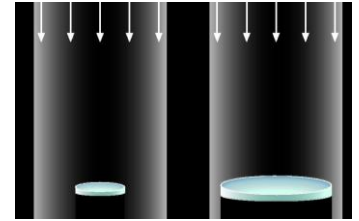
1. 聚光力  $\propto$  (口徑)<sup>2</sup>

$$\text{聚光力} = \frac{(\text{甲口徑})^2}{(\text{乙口徑})^2} = \frac{(80\text{mm})^2}{(100\text{mm})^2} = \frac{16}{25}$$

◎ 乙 望遠鏡口徑愈大聚光力好，看影像也愈明亮。

☆用肉眼觀測：人類眼睛瞳孔在黑暗中一般可擴大到 6~8mm

$$\text{聚光力} = \frac{(\text{甲口徑})^2}{(\text{瞳孔直徑})^2} = \frac{(80\text{mm})^2}{(8\text{mm})^2} = \frac{100}{1}$$

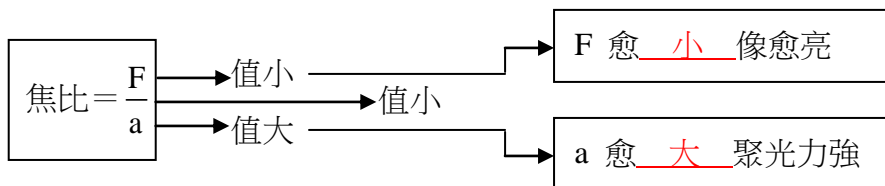


◎甲望遠鏡可看到比眼睛暗 100 倍的星 (暗 5 等的星)

◎ 8 mm 瞳孔極限星等為 6 等，則 8 cm 望遠鏡的極限星等為 11 等。

◎口徑愈大→能看到較暗的天體→看到早期的宇宙！

2. 明亮度：以 焦比 值來表示，焦比值愈 小 愈 明亮。



甲焦比 =  $\frac{910\text{mm}}{80\text{mm}} \approx 11$

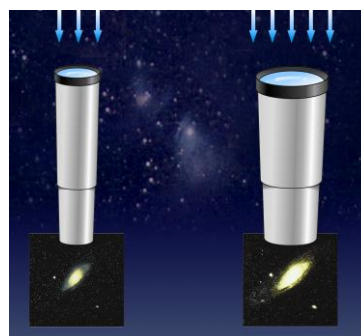
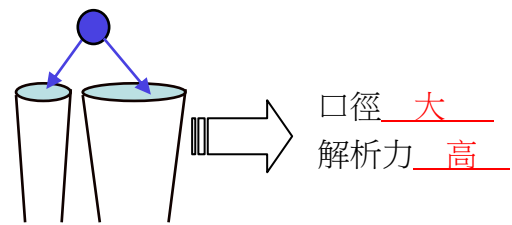
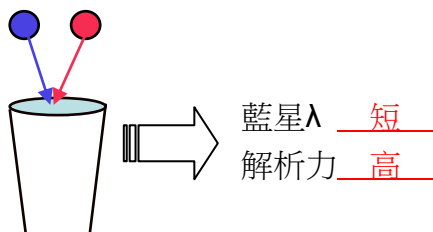
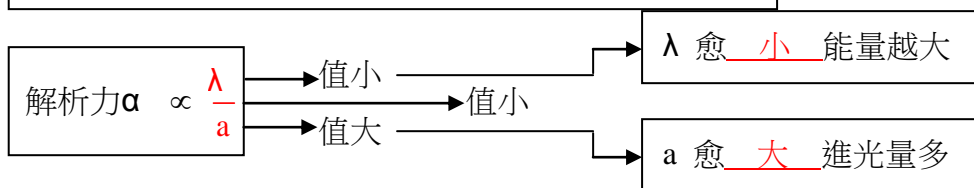
乙焦比 =  $\frac{1200\text{mm}}{100\text{mm}} = 12$

聚光力與望遠鏡口徑 a 的平方成 正比

◎望遠鏡甲焦比值較乙望遠鏡焦比值小，所以 甲 望遠鏡看物體較明亮。

(三) 增加解析能力 (使影像更清晰)

解析力  $\alpha = 1.22 \frac{\lambda}{a}$  ( $\alpha$  愈 小 解析力 好)





◎肉眼可辨識之

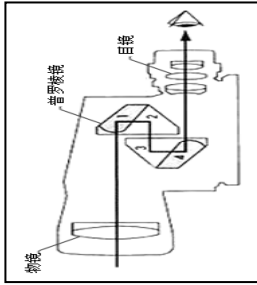
視線角度為 1 角分 ( $1'$ ) ( $1^\circ=60$  角分)

◎甲、乙眼睛的解析力何者較好？ 甲

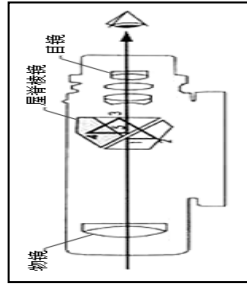
## 六、雙筒望遠鏡

(一) 其目鏡無法更換，故放大倍率是固定的。

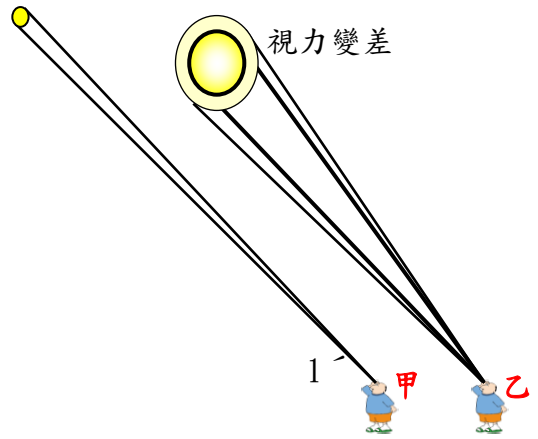
(二) 成像都是正立的。



Porro 稜鏡系統



Roof 稜鏡系統

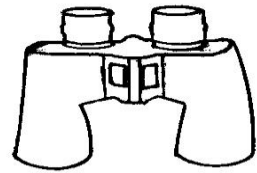


(三) 雙筒望遠鏡規格 (如 7x50 這是什麼意思呢?)

1. “7” 指望遠鏡的 倍率 :

就是會讓觀看的每一樣物件拉近 7 倍的距離。

2. 50” 指望遠鏡的 口徑 : 單位公釐 (mm)。

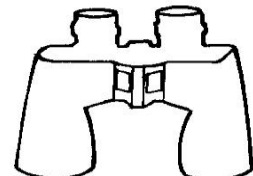


甲 : 7 × 50  
field 7.0°

◎甲望遠鏡、乙望遠鏡何者較適合觀星？ 甲 望遠鏡

3. 其目鏡 無法 更換，故放大倍率是固定的。

4. 天文用途的望遠鏡其口徑應該至少要 40 mm



乙 : 8 × 40  
field 6.5°

### 範例練習

( D ) 1. 光學望遠鏡要有好的解析力必須要 (A)把目鏡加大 (B)提高放大倍率 (C)加長物鏡焦距 (D)選擇較大口徑之物鏡。

解題要訣：解析度高與口徑有關，口徑越大，可辨識之角度越小。

( C ) 2. 口徑 15 公分的望遠鏡進光量為口徑 3 公分的多少倍？ (A)2.512 倍 (B)5 倍 (C)25 倍 (D)(2.512)<sup>2</sup> 倍。

解題要訣：聚光能力與口徑平方成正比，故口徑增為5倍，聚光力增為25倍。

( D ) 3. 下列有關「尋星鏡」功能的敘述，何者正確？ (A)帶動望遠鏡，追蹤星體 (B)尋找北極星，校正方向 (C)放大倍率較大，較易看到目標星 (D)視野較大，較易尋找目標星。

解題要訣：尋星鏡放大倍率較主鏡小，因而對應到天空的範圍較大，易找到目標物。

( B ) 4. 赤道儀繞極軸旋轉的方向與地球自轉方向有何關係？ (A)相同 (B)相反 (C)無關 (D)隨觀測地點而異。

解題要訣：使用赤道儀的目的在追蹤星星，故與星星的周日運動同步，而星星的周日運動是因為地球自轉所產生的一種現象，與地球自轉方向相反，故赤道儀繞極軸旋轉方向與地球自轉反向。

( A ) 5. 下列有關折射式望遠鏡和反射式望遠鏡之敘述，何者不正確？ (A)現在大型的光學望遠鏡多為折射式 (B)折射式須用高透光性之材質 (C)反射式使用的鏡面是凹面鏡 (D)折射式望遠鏡之鏡面只能於四周支撐，易產生變形。

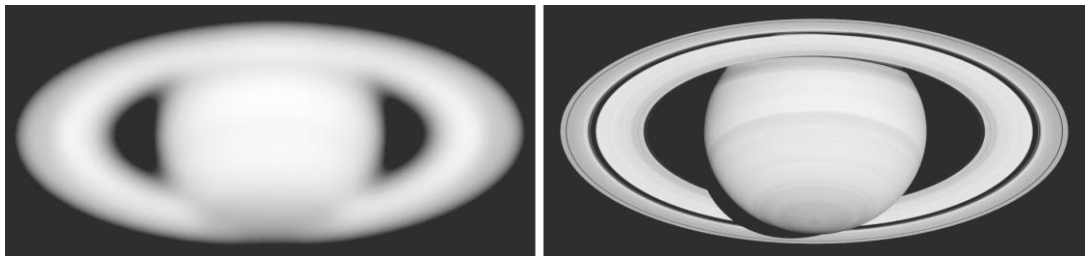
解題要訣：折射式不易磨製鏡片，且不易支撐，故大型望遠鏡多採反射式。

- ( C ) 6. 有一架反射式望遠鏡，架設於經緯儀上，其規格為物鏡口徑：80mm，物鏡焦距：900mm，目鏡焦距有 20mm、12mm 及 6mm 三種，則下列敘述何者正確？ (A) 此望遠鏡的集光力是人的肉眼在夜間，瞳孔張最大時（約 8mm）的 10 倍左右 (B) 此望遠鏡較同口徑的折射式望遠鏡輕，鏡筒通常較長 (C) 此望遠鏡之最高倍率為 150 倍 (D) 使用此望遠鏡追蹤星星時，須先將極軸對準天球北極。

解題要訣：(A) 聚光能力是  $10^2=100$  倍。(B) 反射式鏡筒較短。(C) 最大放大倍率  $=900/6=150$  倍。(D) 經緯儀沒有極軸。

## 【單元練習】

- ( D ) 1. 下列二圖為不同望遠鏡視野中的土星照片，兩張照片清晰度不同的原因可能為何？ (A) 左側照片顯示觀測時天候不佳 (B) 左側照片顯示望遠鏡之倍率較小 (C) 兩者觀測時使用的波段不同 (D) 左側照片顯示望遠鏡之口徑較小。



【解析】土星在望遠鏡視野中的大小相近，表示其使用倍率相當，但右側照片顯然較清楚，表示解析度較好，此望遠鏡使用較大口徑的物鏡。

- ( E ) 2. 使用望遠鏡時，若拿一黑紙板，中間切一小洞，直徑為物鏡的一半，將此紙板放在物鏡前，則像的明亮度與解析力的變化情形為 (A) 兩者皆增強成原來的 2 倍 (B) 兩者皆減弱成原來的 1/2 (C) 前者增強為原來的 2 倍，後者減弱成原來的 1/2 (D) 前者減弱成原來的 1/2，後者減弱成原來的 1/4 (E) 前者減弱成原來的 1/4，後者減弱成原來的 1/2。

【解析】此方式將使望遠鏡物鏡口徑縮小一半，因而聚光能力（即明亮度）降為原來的  $(1/2)^2=1/4$ ，而可辨識的角度也增為 2 倍，表示解析力減弱為原來的 1/2。

- ( D ) 3. 在地球上使用望遠鏡，其放大倍率並不能無限制的加大，下列何項不是放大倍率受限的原因？ (A) 因為放大倍率大，會使視野變小 (B) 放大倍率大，會使影像變暗 (C) 會受到大氣擾動的影響而使解析力降低 (D) 放大太大會使像太過明亮影響觀測結果。

【解析】當物鏡固定，聚光能力便固定，故放大的太多，只會使影像變暗。

- ( C ) 4. 傳統的折射式光學望遠鏡與反射式光學望遠鏡相比，下列何者是折射式的缺點？ (A) 有色差 (B) 焦距較短 (C) 容易變形 (D) 折射式不易保養，鏡片易氧化。

【解析】(A) 折、折反射均有色差。(B) 折射式與反射式沒有一定的焦距關係。(C) 折射式鏡片支撐狀況不佳，易變形。(D) 反射式之面鏡會因為氧化而影響到成像清晰度。

- ( C ) 5. 某人在臺北以天文望遠鏡觀測土星，為了使土星不致從目鏡的視野中移開，則須先進行下列哪一項工作？ (A) 將鏡筒對準天球北極 (B) 將鏡筒對準土星 (C) 將極軸對準天球北極 (D) 將極軸對準天頂 (E) 將極軸對準土星。

【解析】為追蹤星星，須加裝赤道儀，赤道儀的極軸須對準天球北極（北半球），並使鏡筒同時隨著星體繞地球自轉軸反向旋轉。

※甲、乙、丙、丁四架望遠鏡資料如下表所列，依下表回答 6.~9 題：

望遠鏡編號	物鏡直徑 (公釐, mm)	物鏡焦距 (公釐, mm)	目鏡焦距 (公釐, mm)
甲	80	800	6, 12.5, 25
乙	100	1200	6, 12.5, 25
丙	120	1000	6, 12.5, 25
丁	雙筒 7×50		

( C ) 6. 解析力最高的是哪一架望遠鏡？ (A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁。

【解析】口徑越大，解析力越高。

( C ) 7. 可看到極限星等最大的是哪一架望遠鏡？ (A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁。

【解析】可看星等最大，即是看到最暗的星星，表此望遠鏡聚光力較大，即口徑最大。

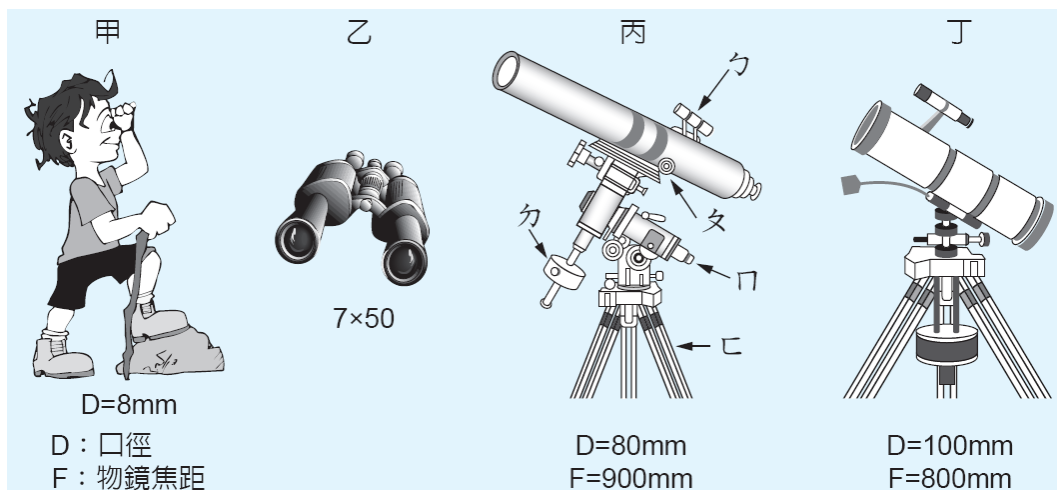
( B ) 8. 倍率可達最高的是哪一架望遠鏡？ (A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁。

【解析】放大倍率=物鏡焦距 / 目鏡焦距，所以若目鏡焦距皆相同的情況下，物鏡焦距最長者，放大倍率最大。

( D ) 9. 何者成像是正立的？ (A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁。

【解析】雙筒望遠鏡成像為正立。

※附圖為甲（裸眼）以及乙、丙、丁三架望遠鏡，其規格寫在下方，請依圖回答 10~16 的問題。



( B ) 10. 關於丙望遠鏡的架設方式與聚光方式，下列敘述何者正確？

(A)赤道儀；反射式 (B)赤道儀；折射式 (C)經緯儀；反射式 (D)經緯儀；折射式。

( B ) 11. 關於丁望遠鏡的敘述，何者正確？

(A)使用球面鏡為物鏡 (B)為牛頓式望遠鏡 (C)與其他類型的望遠鏡相較，能以相同的鏡筒長度創造較長的焦距 (D)此望遠鏡影像容易發生色差。

( C ) 12. 若丁望遠鏡使用焦距 20mm 的目鏡，則其放大倍率應為多少倍？

(A) 4 (B) 5 (C) 40 (D) 80。

( B ) 13. 若丙、丁皆使用焦距 20mm 的目鏡，關於解析力比較，何者正確？

(A)丙望遠鏡的解析力較好 (B)丁望遠鏡的解析力較好 (C)兩者解析力相同 (D)無法比較。

( E ) 14. 若丙、丁皆使用焦距 20mm 的目鏡，則上述四種觀測方式，其視野比較，何者正確？

(A)乙>甲>丙>丁 (B)甲>乙>丙>丁 (C)丁>丙>乙>甲  
(D)丙>丁>乙>甲 (E)甲>乙>丁>丙。

( D ) 15. 四者影像最明亮的是 (A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁。

( D ) 16. 若甲能看到的最暗天體為 6 等，則相同的觀測條件下，丙能觀測的最暗天體為：

(提示：星等每差 5 等，亮度差 100 倍)

(A) 0 等 (B) 2 等 (C) 8 等 (D) 11 等。

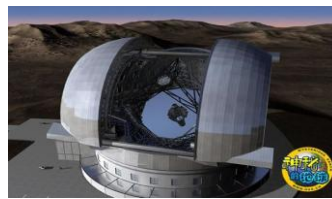
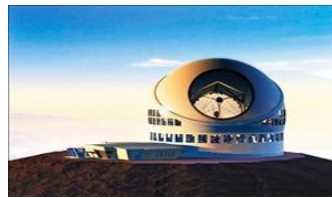
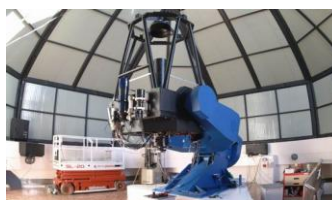
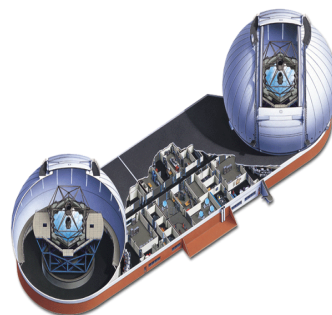
## 9-3 近代天文觀測與太空探測

### 一、地面觀測

#### (一) 大型光學望遠鏡

1. 接收電磁波的波段：可見光／紅外線 觀測
2. 受到的限制：(1) 天氣狀態 (2) 光害 (3) 大氣擾動的影響 (4) 大氣消光
3. 望遠鏡架設地點：高山
  - (1) 夏威夷茂納開亞山 (Mauna kea) 的天文臺群 (4200m 高)
  - (2) 臺灣的 鹿林山 天文臺 (2862m 高)
  - (3) 智利的歐洲南方天文臺 (3000m 高)

夏威夷茂納開亞 (Mauna Kea)	1993 年和 KeckI 1996 年 KeckII 凱克望遠鏡 兩個口徑 10 公尺望遠鏡 光學 <u>干涉</u> 法： 使用兩部或兩部以上的望遠鏡觀測同一個天體，再將觀測到的影像重疊在一起。
新中橫 塔塔加附近的 <u>鹿林山</u> 天文臺	<u>LOT</u> (Lulin One-meter Telescope)
智利 塞羅－帕拉納山 歐洲南方天文臺	1990 年極大望遠鏡 (Very Large Telescope, VLT) <u>4 具 8.2 米</u> 組成相當 <u>16 米</u> 的望遠鏡
智利高山 預計 2018 完工	巨型麥哲倫望遠鏡 GMT (Giant Magellan Telescope) 七面直徑 8.4 公尺巨型鏡 組成 24 米望遠鏡
夏威夷茂納開亞 (Mauna Kea) 預計 2018 完工	美國和加拿大大學 「三十公尺望遠鏡計畫」 (TMT)
智利 <u>阿馬索內斯山</u> 預計 2018 完工	歐洲極大望遠鏡 (European Extremely Large Telescope, E-ELT) 42 米望遠鏡



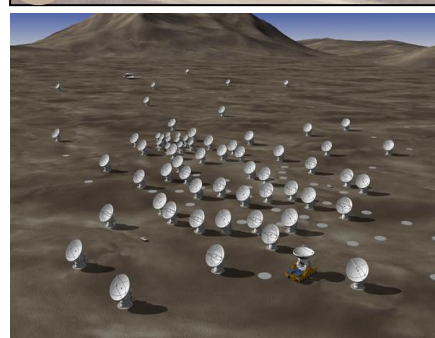


## (二) 無線電波望遠鏡

- 藉由 碟形 天線收集電波與信號接收、處理與顯示  
對研究溫度較低的 星際雲氣 特別有用。
- 優點：不 受天候限制，可日夜觀測。
- 缺點：訊號微弱，常需要 極大 的口徑。



<p>位於波多黎各的 <u>阿雷西波</u> (Arecibo) 山谷</p>	<p>1974 年 全世界口徑最大的 無線電望遠鏡 直徑 <u>305</u> 公尺</p>
<p>美國新墨西哥州  (最高解析度可以 達到 0.05 角秒 )</p>	<p>無線電望遠鏡 <u>陣列</u> “極大陣列” (Very Large Array, <u>VLA</u> ) 增加解析 27 個直徑 25m 的碟形天線組成 排成 <u>Y</u> 字形 解析力相當於直徑 <u>32</u> 公里</p>
<p>夏威夷茂納開亞 (Mauna Kea) 山峰 臺灣中研院與 其他國家合作  次毫米波比毫米波 的解析度好 10 倍</p>	<p>大型天文計畫 <u>SMA</u> 8 個直徑 6 米的碟型天線組成 <u>次毫米</u> 陣列  次毫米波 波長 0.3mm - 1mm 之間 頻率在 300-900GHz 之間</p>
<p>智利安地斯山 海拔 5000 公尺 臺灣中研院天文所 26 國家參予 解析是哈伯的 <b>10 倍</b> 靈敏度 VLA <b>20 倍</b> 解析度達 <b>0.005 角秒</b></p>	<p><u>ALMA</u> 阿塔卡瑪 大型毫米/次毫米陣列 (Atacama Large Millimeter/submillimeter Array ) 波長 0.3 mm to 9.6 mm 之間 66 個 12 米 (150 米 18Km)</p>
<p>全球的無線電望遠 鏡記錄到的信號綜 合起來</p>	<p><u>特長基線</u> 干涉儀 全球 VLBI 網 ( Global Very Long Baseline Interferometry ) 地球直徑量級</p>

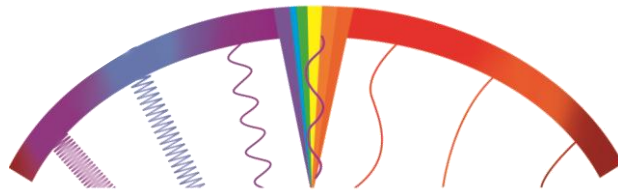




## 二、太空觀測（太空望遠鏡）

(一) 可以有 全波段 觀測

依波長短至長可分為：伽瑪射線、X射線、紫外線、可見光、紅外線、微波、無線電波。



(二) 可以避開光害，不受 大氣 影響

(三) 缺點：運送、安裝不易，造價高。

因此無法做得很大，且易受太空中高能粒子轟擊造成損壞等。

例如：哈柏太空望遠鏡

口徑為 2.4 公尺的 反射 式光學鏡片

長度：13m、重量：11000kg

觀測波段：可見 光、紫外 線、紅外線

升空日期：1990年4月24日（預定壽命：15年）

花費 1.5 億美金、軌道離地球 600 公里

每 90 分鐘繞行地球一周

1993年12月3日派遣奮進號太空梭進行第一次修復修復（1993/12、1997/2、1999/12）

2009年5月由亞特蘭提斯太空梭進行第4次（最後一次）維修任務。



※大天文臺計畫（Great Observatories）

康普頓 γ 太空望遠鏡：探測γ射線源、γ射線暴，是宇宙中能量最大的事件，關係到宇宙起源。

錢德拉 x 太空望遠鏡：探測超新星系中小質量黑洞、銀河系中心超大質量黑洞及宇宙密度等。

哈伯 可見光 太空望遠鏡：探測彗星撞擊木星、太陽系以外的行星、恆星的形成與死亡、

星系的結構與形成、精密測量星系的距離等。

史匹哲 紅外線 太空望遠鏡：探測銀河系的核心、恆星形成，以及太陽系外的行星系統。



### 三、太陽系探測

- (一) 早期多利用望遠鏡從事 遠 距離的觀測，並從收集到的星光，間接地了解星體的特性。
- (二) 若能做 近 距離或接觸性的探測，將能提供直接、更精確的資訊，供科學家判讀與研究。

太陽系探測年表

1957 年	蘇聯 <u>史潑尼克</u> 一號	第一顆人造衛星
1961 年	蘇聯東方一號	第一艘載人太空船
1969 年	美國 <u>阿波羅</u> 11 號	人類首次登陸月球
1970 年	蘇聯 <u>金星</u> 7 號	首次登陸金星
1973~1974 年	美國 <u>先鋒</u> 10、11 號	探測木星、目標：飛出太陽系
1975 年	美國 <u>維京</u> 1、2 號	登陸火星
1981 年	美國哥倫比亞號	第一艘太空梭
1984 年	蘇聯金星-哈雷 1 號	探測哈雷彗星
1986 年	蘇聯和平號	和平號太空站開始服役
1989 年	美國伽利略號	探測木星
1990 年	美國尤利西斯四號	探測太陽
1990 年	美國哈伯望遠鏡	哈伯太空望遠鏡
1996 年	美國 NEAR 會合號	探測小行星
1996 年	美國探路者號-逗留者探測車	探測火星
1997 年	美國 <u>卡西尼</u> 號	探測土星
2003 年	美國精神號、機會號	探測火星
2004 年	美國 <u>信使神</u> 號	探測水星
2006 年	美國 <u>新視野</u> 號	探測冥王星與柯伊伯帶
2007 年	美國鳳凰號	探測火星

#### (三) 太陽與日磁層探測器

##### 1. 簡稱 SOHO 衛星觀測

( the Solar and Heliospheric Observatory)

2. 由美國航太總署(NASA)與歐洲太空總署(ESA)所聯合主導的國際性太陽觀測合作計劃。

3. 長期持續的觀測：

太陽 內部、太陽 大氣、太陽風三大主題。

4. SOHO 衛星 1995 年 12 月 2 日被送上太空

安置在太陽與地球連線垂直的

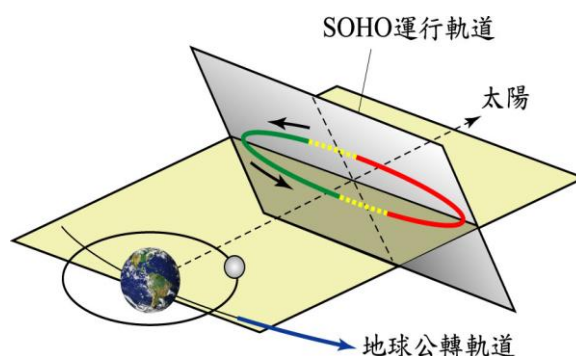
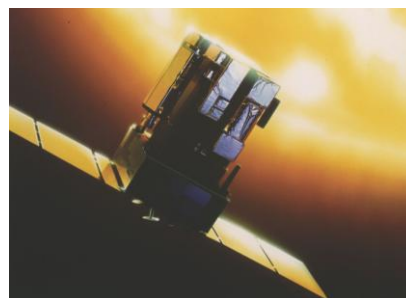
一個環帶區域上繞行做觀測

該環帶距地球約 150 萬公里

是太陽重力與地球重力相平衡的位置。

5. 這個特殊的位置

稱為 拉格朗日 點 (Lagrange point)。



### 範例練習

- ( A ) 1.下列何者是將多架電波望遠鏡排成陣列做觀測的優點？ (A)可提高解析力 (B)可增廣視野範圍 (C)可增加影像的放大倍率 (D)更適合做黑洞的觀測。

解題要訣：電波望遠鏡訊號弱，藉陣列排列使接收範圍增大，以提高解析力。

- ( D ) 2.下列何種望遠鏡可架設在地面且白天及陰雨天均可使用？ (A)反射式光學望遠鏡 (B)紫外線望遠鏡 (C)折射式光學望遠鏡 (D)無線電波望遠鏡。

解題要訣：無線電波望遠鏡不受水氣、雲層的影響，任何時間均可做觀測。

- ( D ) 3.下列何者不一定屬於太空望遠鏡？ (A)伽瑪射線望遠鏡 (B)X 射線望遠鏡 (C)紫外線望遠鏡 (D)電波望遠鏡。

解題要訣：電波望遠鏡可在地面觀測使用。

- ( D ) 4. 有關太空探測，下列敘述何者正確？ (A)目前人類乘坐太空船最遠可達火星 (B)登陸之太空船（無人），曾到達木星與土星表面 (C)許多資料需等太空船返回到地球才能得到 (D)人類對宇宙的認知多半來自於電磁波之研究。

解題要訣：(A)載人太空船只到過月球。(B)木星、土星沒有固態地表，無法登陸。(C)資料可經由人造衛星接收後再以無線電波傳回地球。

### 【單元練習】

- ( B ) 1.白天時段於地表想要觀察各天象，最好使用 (A)光學望遠鏡 (B)無線電波望遠鏡 (C)紅外線望遠鏡 (D) $\gamma$  射線望遠鏡。

【解析】電磁波中能穿透地球大氣、較完整的波段有可見光及無線電波，而前者會受雲、霧影響只能在夜晚使用。

- ( C ) 2. 地表某望遠鏡其口徑與哈柏太空望遠鏡相同，但解析力卻遠不及哈柏太空望遠鏡，這是由於 (A)哈柏太空望遠鏡離天體較近 (B)哈柏太空望遠鏡放大倍率更大 (C)哈柏太空望遠鏡不受大氣影響 (D)哈柏太空望遠鏡可以繞著地球跑。

【解析】哈柏太空望遠鏡置於外太空可以避免大氣擾動與光散射所造成的干擾。

- ( B ) 3. 下列關於天文觀測技術的描述，何者錯誤？ (A)紅外線望遠鏡可以觀測較低溫的星體 (B)凱克望遠鏡是地面上口徑最大的望遠鏡，其功能比口徑較小的太空望遠鏡好很多 (C)把望遠鏡送到太空主要是為了消除大氣擾動的影響 (D)大氣會吸收紫外線、X 射線等等，不利於地面短波段的觀測。

【解析】地面觀測時，望遠鏡口徑再大也避免不了大氣的干擾，口徑大的觀測功能未必比口徑較小但不受大氣干擾的太空望遠鏡好。

- ( A ) 4. 將天文觀測儀器送入地球衛星軌道，其較地面更為良好的觀測條件不包括 (A)距離觀測星體近 (B)較地面光害少 (C)減少大氣擾動影響 (D)避開晝夜限制 (E)可觀測其他波段之電磁波。

【解析】(A)地球高空與地面之距離和宇宙天體至地球距離相較，可說是微不足道。

- ( D ) 5.美國新墨西哥州沙漠中的無線電波望遠鏡，由 27 個直徑 25 公尺的碟形天線組成，排成 Y 字形，其天線張開的大小範圍約直徑 32 公里的城市。此天線陣列與口徑 32 公里的大天線相比，其解析力與集光力有何差異？ (A)解析力與集光力均相同 (B)解析力與集光力均較差 (C)解析力較差，集光力較佳 (D)解析力相同，集光力較差。

【解析】解析力與口徑有關，而集光力與實際接收的面積有關，但天線陣列成 Y 字形並非滿布整個面積範圍內，故集光力較弱。



## 【綜合評量】

- ( C ) 1. 電磁波可分為：甲、無線電波；乙、紫外線；丙、可見光；丁、紅外線；戊、X 射線；己、 $\gamma$  射線。其波長由長到短，下列何者正確？ (A)甲→乙→丙→丁→戊→己 (B)丙→乙→丁→甲→己→戊 (C)甲→丁→丙→乙→戊→己 (D)乙→丙→丁→戊→己→甲。

【解析】電磁波的頻譜波長由長至短排列為無線電波→紅外線→可見光→紫外線→X-ray→ $\gamma$ -ray。

- ( B ) 2. 地面望遠鏡以接收可見光和無線電波為主，原因為何？ (A)所有星體就發射這兩種波 (B)大氣對這兩種波段的電磁波幾乎不吸收 (C)接收這兩種波的望遠鏡造價較低 (D)這兩種波段的電磁波能量較高。

【解析】星體輻射全波段的電磁波，但地球大氣主要讓可見光和無線電波到達地面，對這兩種波段的電磁波幾乎不吸收。

- ( B ) 3. 有關可見光之觀測，下列敘述何者正確？ (A)可見光望遠鏡之功能之一放大率，與口徑之平方成正比 (B)望遠鏡可辨識的角度愈小者，解析力愈高 (C)天體放出電磁波到達地球時太微弱，而望遠鏡無法追蹤星星，故部分天體便無法觀測 (D)地面光學望遠鏡性能好，不易受到大氣擾動的限制。

【解析】(A)聚光力和口徑平方成正比。(C)赤道儀可幫助望遠鏡長時間追蹤星體。(D)大氣擾動是地面光學望遠鏡無法避免之限制。

- ( B ) 4. 若想觀測太陽系內各行星，最好使用哪一波段觀察？ (A)無線電波 (B)可見光 (C)紅外線 (D)X 射線。

【解析】各行星會反射太陽的可見光，而可見光波長較紅外線與無線電波都來得短，解析度較佳，故以可見光波段觀察較佳。

- ( B ) 5. 設人眼瞳孔張最大時直徑約為 8 公釐，已知人類肉眼的極限星等為 6 等星，則口徑 80 公釐的望遠鏡極限星等為何？ (A)9 等 (B)11 等 (C)14 等 (D)16 等 (E)20 等。

【解析】望遠鏡的集光面積為瞳孔的  $\frac{80^2}{8^2} = 100$  倍，差 5 等所見亮度剛好差 100 倍，故  $6 + 5 = 11$ 。

- ( C ) 6. 傳統的折射式光學望遠鏡，與反射式光學望遠鏡相比，下列何者是折射式望遠鏡的缺點？ (A)去除了色差 (B)鏡片較不易保養 (C)鏡片容易變形 (D)所成的像是倒立的。

【解析】折射式鏡片若做得較大，由於是透鏡，必須使星光穿透折射，只能在鏡片邊緣支撐，所以支撐上不容易，因而容易變形。

- ( D ) 7. 折射式和反射式光學望遠鏡之最大不同為何？ (A)目鏡／物鏡 (B)觀測時之位置 (C)口徑大小 (D)聚光形式。

【解析】折射式利用透鏡聚焦，反射式利用面鏡聚焦。

- ( A ) 8. 目前載人登月之太空船為下列何系列的太空船？ (A)阿波羅 (B)航海家 (C)伽利略 (D)卡西尼。

【解析】阿波羅 13 號為乘載人類登陸月球之太空船。

- ( A ) 9. 有關天文望遠鏡的敘述，哪一敘述不正確？ (A)望遠鏡最大的功能是放大率 (B)望遠鏡的集光力與物鏡的面積成正比 (C)物鏡的口徑愈大，則解析力愈高，影像更清晰 (D)世界大型的望遠鏡多為反射式。

【解析】望遠鏡最大的功能是解析力和集氣力。

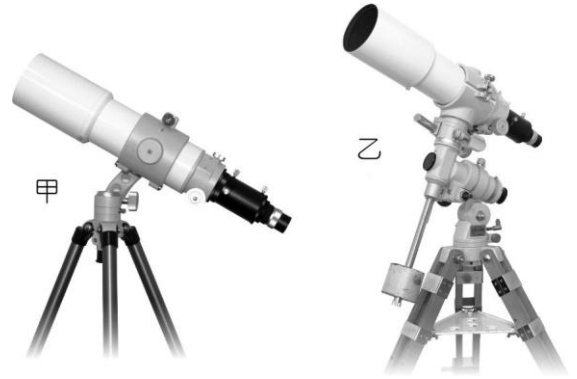
- ( C ) 10. 使用赤道儀的目的為何？ (A)尋找北極星的位置 (B)定出天文望遠鏡的方位 (C)以極軸指向天球北極，使天文望遠鏡的視野能與星球同步移動 (D)尋找星星。

【解析】使用赤道儀可追蹤星星。

- ( D ) 11.天文學家使用各種波段的望遠鏡進行天文觀測，例如：可見光望遠鏡、無線電波望遠鏡、紅外線望遠鏡……等。有些望遠鏡安置在環繞地球的軌道中，有些望遠鏡則安置在地面上。下列哪一選項中的望遠鏡一定要安置在太空中運作？ (A)可見光望遠鏡、紅外線望遠鏡 (B)無線電波望遠鏡、X 光望遠鏡 (C)紅外線望遠鏡、 $\gamma$  射線望遠鏡 (D)X 光望遠鏡、 $\gamma$  射線望遠鏡 (E)無線電波望遠鏡、紫外線望遠鏡。

【解析】可見光和無線電波波段有較完整的一段可穿透地球大氣，紅外線雖會被大氣之溫室氣體吸收，仍有部分波段會進入地表，紫外線波段中，亦有少量波長較長的波段可進入地表。

- ( B ) 12.右圖甲和乙為天文望遠鏡的兩種架設方式，下列敘述何者不正確？ (A)甲支架可在不改變仰角的情形下，直接調整方位 (B)甲支架進行追蹤時，須先將極軸對準天球北極 (C)乙支架上的重錘具有平衡鏡身的功能 (D)無論折射式或反射式天文望遠鏡，均可架設於甲或乙支架上。



【解析】甲支架為經緯儀，乙支架為赤道儀，經緯儀上無極軸。

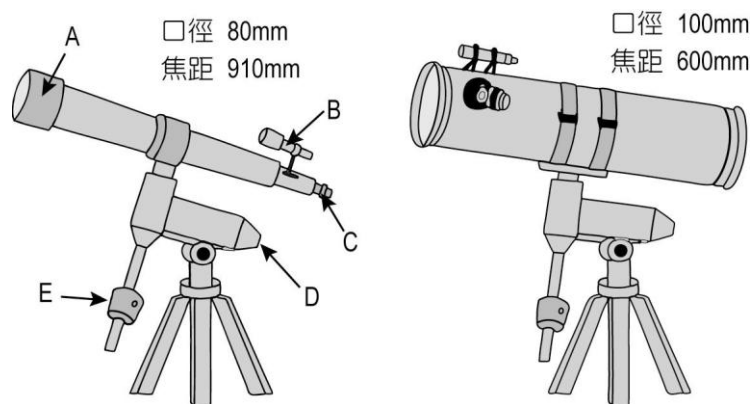
- ( A ) 13. 經由紅外線的觀測，最近用赫伯太空望遠鏡發現在銀河中心有一顆可能是我們銀河中最亮的星稱為手槍星。此星的光度 (L) 是太陽光度的一千萬 ( $1 \times 10^7$ ) 倍，天文學家估計手槍星的質量可能大到 200 個太陽質量。在太空中的赫伯望遠鏡，其鏡面直徑只有 2.4 公尺，為什麼能夠比地面上鏡面直徑較大 (例如 10 公尺) 的光學望遠鏡，率先發現這顆手槍星呢？ (A)在太空中觀測，可以避免大氣擾動與光散射所造成的干擾 (B)只有在太空中，才可以做紅外線的觀測 (C)在地球北半球地面上的望遠鏡，觀測不到銀河中心 (D)在太空中的望遠鏡，距離銀河中心比較近。

【解析】紅外線雖會被大氣之溫室氣體吸收，仍有部分波段會進入地表。

- ( C ) 14.隨著科技發展，人類開始探索宇宙，發現到與地球環境較類似，具有水流痕跡，可能有生命存在，是未來可能移民至地球以外的星球是 (A)月球 (B)木星 (C)火星 (D)土星。

【解析】火星可能曾經有液態水出現。

- ( D ) 15.下圖為兩臺不同形式與規格的望遠鏡，相關敘述何者正確？ (A)兩臺望遠鏡的差別在於成像一為正立，一為倒立 (B)兩臺望遠鏡的差別在於收集星體所發出不同波長的電磁波 (C)若需長時期追蹤星星，需將 B 構造對準天球北極 (D)從 C 中所見的影像會比從 B 中所見更大、更亮、但視野較小。



【解析】左為折射式，右為反射式，成像均為倒立，均屬接收可見光之光學望遠鏡。對準天球北極的是 D，B 是尋星鏡，其口徑較小，放大率也小，故視野範圍較廣，適合以它來尋星。



- ( D ) 16. 張三和李四相約，張三正使用的望遠鏡是一個 16cm 口徑、放大倍率 20 倍的鏡頭下看星星，李四使用的是一個 8cm 口徑，放大倍率 40 倍的鏡頭下看星星。觀星後兩人做了以下判斷，哪一個敘述是正確的？ (A)張三認為他的望遠鏡口徑是李四的兩倍大，所以望遠鏡鏡頭內能看到的星星是李四的兩倍 (B)張三認為他的望遠鏡口徑比較大，所以能避開大氣的散射消光現象 (C)李四認為他的放大倍率是張三的兩倍大，所以可看到的星星距離比張三更遠 (D)李四認為他的放大倍率雖是張三的兩倍，但望遠鏡的口徑並不大，所以星星的影像並不明亮。

**【解析】**(A)看到星星的數量不會與口徑大小成正比。(B)不論口徑大小，在地面上觀測均無法避免大氣干擾。(C)望遠鏡的功能並沒有「看得更遠」。

※有一望遠鏡裝置如右圖所示，回答 17.~20.題：

- ( B ) 17. 望遠鏡中，用以保護物鏡同時遮掩兩旁光害的裝置是什麼？

(A)A (B)B (C)C (D)D。

- ( B ) 18. 在臺北欲做追蹤時，極軸仰角為多少？

(A)0 度 (B)25 度 (C)75 度 (D)90 度。

**【解析】**極軸對準天北極，故仰角 = 緯度。

- ( C ) 19. 望遠鏡鏡頭下所見視野中有一顆星體正逐漸向左上方移動，此時並未使用赤道儀追蹤星星，那麼望遠鏡該如何調整讓星星回到視野中心？ (A)左上方 (B)左下方 (C)右下方 (D)右上方。

**【解析】**望遠鏡鏡頭下呈現倒立的像，所以星體正逐漸向左上方移動，其實是向下方移動，故望遠鏡鏡頭應往右下方移動，使星星不致跑出視野外。

- ( C ) 20. 已知望遠鏡使用目鏡焦距為 10mm，則其倍率達 (A)7.5 (B)10 (C)60 (D)80。

**【解析】**放大倍率 =  $600/10 = 60$ 。

- ( D ) 21. 哪一種望遠鏡可安置於地表，且運作不受天候影響？

(A)折射式光學望遠鏡 (B)反射式光學望遠鏡  
(C)折反射式光學望遠鏡 (D)無線電波望遠鏡。

**【解析】**無線電波可穿透雲層，不受天氣影響。

- ( A ) 22. 所謂「自調式光學系統」是指下列何者？

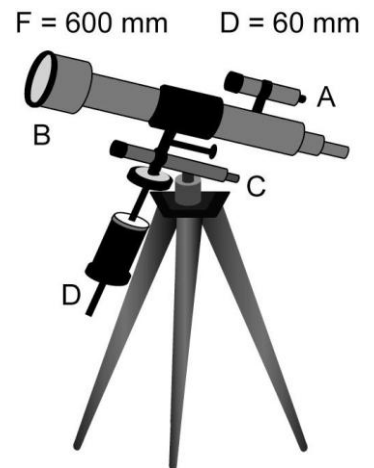
(A)藉由電腦運算快速修正物鏡形狀，去除大氣擾動效應  
(B)藉由電腦操作望遠鏡的移動，省卻人力控制  
(C)藉由電腦控制天文臺的開關，避免望遠鏡遭惡劣天候損壞  
(D)藉由電腦判斷觀測對象光度強弱，隨時調整物鏡有效直徑。

**【解析】**藉由電腦的運算快速修正鏡片形狀

- ( B、C ) 23. 電波天文學家有哪些方法來提高電波望遠鏡的「解析力」？(應選二項)

(A)縮小單一天線的碟面 (B)使用多面天線同時觀測一個天體  
(C)聯合跨洲際的電波天線同步進行觀測 (D)地點的選擇是：緯度愈高則解析力愈好。

**【解析】**(A)由於無線電波的波長最長，故需要很大口徑的電波望遠鏡才能接收，欲增加解析力，應該要增大碟面；(D)與緯度無關。



# 習作

## 第九章 望星空

### 牛刀小試

#### ★ 9-1

- ( C ) 1. 恆星會以電磁波輻射的方式將能量向外放出，請依波長將電磁波由短至長順序排列，依序為 (A)x-ray、 $\gamma$ -ray、紫外線、可見光、無線電波、紅外線 (B)x-ray、 $\gamma$ -ray、紫外線、可見光、紅外線、無線電波 (C) $\gamma$ -ray、x-ray、紫外線、可見光、紅外線、無線電波 (D) $\gamma$ -ray、x-ray、紅外線、可見光、紫外線、無線電波。

【解析】電磁波波長由短至長分別為 $\gamma$ -ray、x-ray、紫外線、可見光、紅外線、無線電波。

- ( A ) 2. 天文學家使用各種波段的望遠鏡進行天文觀測。有些望遠鏡被安置在環繞地球的軌道中，有些種類的望遠鏡則放置在地面上。下列哪一選項中的望遠鏡，一定要安置在太空中運作？甲、X光望遠鏡；乙、 $\gamma$ 射線望遠鏡；丙、紫外線望遠鏡；丁、可見光望遠鏡；戊、紅外線望遠鏡；己、無線電波望遠鏡 (A)甲乙丙 (B)丙丁戊 (C)丁戊己 (D)甲乙戊。【解析】可見光望遠鏡、紅外線望遠鏡、無線電波望遠鏡可以架設在地面，X光、 $\gamma$ 射線、紫外線因被大氣層吸收，故地面無法觀測。

#### ★ 9-2

- ( A ) 3. 有甲、乙、丙、丁四架望遠鏡，其資料如下表，何者的解析力較高？ (A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁。

	物鏡焦距 mm	口徑 mm	目鏡焦距 mm
甲	500	100	15
乙	500	80	20
丙	800	60	25
丁	雙筒望遠鏡 7×50		

【解析】口徑越大解析力越大，甲口徑最大，故解析力最好。

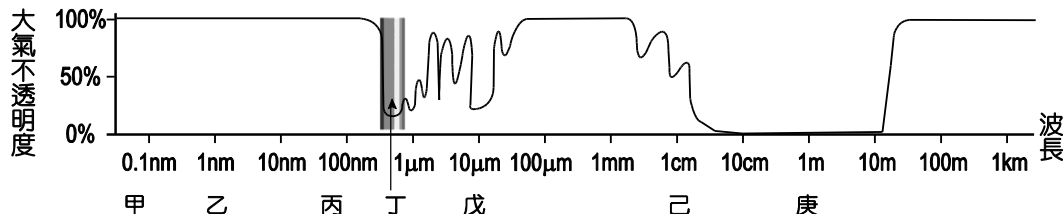
- ( D ) 4. 現代天文臺的光學望遠鏡，均以反射式望遠鏡設計，而不考量折射式望遠鏡，以下哪一項不是現代天文臺棄折射式而採用反射式望遠鏡的原因？ (A)折射式望遠鏡容易產生色差現象 (B)折射式望遠鏡鏡筒較長，不易架設 (C)折射式望遠鏡透鏡口徑過大時，磨製極為困難 (D)折射式望遠鏡鍍上的金屬薄膜容易氧化而影響成像品質。【解析】(D)金屬鍍膜是鍍在反射式望遠鏡表層，而非折射式望遠鏡。
- ( A ) 5. 折射式望遠鏡由於光線通過透鏡產生折射，容易產生色差現象，為了消除色差，可以使用哪一種方法？ (A)加上不同材質的鏡片修正 (B)將物鏡磨成球面鏡 (C)使用倍率較大的目鏡 (D)採用更大口徑的物鏡。【解析】折射式望遠鏡可以加上消色差鏡，即為材質不同，折射率不同的鏡片，使色差現象減少。
- ( C ) 6. 天文臺的光學望遠鏡口徑越做越大，哪一項不是口徑加大的理由？ (A)增加解析力 (B)增加放大率的最大極限 (C)減少成本 (D)增加集光能力。【解析】口徑加大，可以增加集光能力、解析力，一般望遠鏡的適合放大極限為物鏡口徑（公分）的 10~20 倍，故口徑加大也可以提高放大率的最大極限，但會增加成本。

## ★ 9-3

- ( D ) 7. 在地面做天文觀測時，以下哪一波段較不易受到日光和雲層影響而可以做全天候的觀測？  
 (A)紫外線 (B)可見光 (C)紅外線 (D)無線電波。【解析】紫外線須架設在大氣層外，可見光及紅外線皆會受大氣影響，無線電波則較不易受雲層影響及日夜限制而可全天候觀測。
- ( B ) 8. 波多黎各的阿雷西波望遠鏡口徑達 305 公尺，是世界上最大的單一口徑無線電波望遠鏡，另外在美國新墨西哥州沙漠也有一組特大天陣列 (VLA)，由 27 個口徑 25 公尺的無線電波望遠鏡所組成。VLA 把許多架無線電波望遠鏡排成陣列，主要目的是為了 (A)增加放大能力 (B)讓影像更清晰 (C)觀測更多的電磁波段 (D)避免受天氣的影響。【解析】無線電波望遠鏡陣列是利用多個望遠鏡干涉的原理，使數十個望遠鏡相當於一直徑極大的單一望遠鏡，而增加解析力。
- ( C ) 9. 在美國夏威夷島茂那開亞山上 (Mauna Kea) 的天文臺群，有許多座國際大型的望遠鏡，如凱克望遠鏡、昴星團望遠鏡等。試問下列哪項不是在此地設置望遠鏡的原因？ (A)此處位於低緯度，觀測條件良好 (B)此處位於高山，光害少 (C)可觀測星光可見光以外之波段，如紫外線 (D)此處空氣稀薄，大氣擾動小。  
 【解析】(C)此地並不能接收紫外線。
- ( D ) 10. 哈柏太空望遠鏡，口徑僅有 2.4 公尺，遠比地面天文臺的許多光學望遠鏡小的多，但是卻能拍到更清晰的影像，主要原因是 (A)鏡片是用特殊材質打造而成，有很強的聚光力 (B)放在太空中的軌道，距天體較近 (C)望遠鏡的目鏡、物鏡焦距設計良好，使放大率增大 (D)沒有大氣擾動的影響，解析力增強。【解析】哈柏太空望遠鏡架設在大氣層外，避開大氣層的影響，使拍到的影像比地面更清晰。

## 活學活用

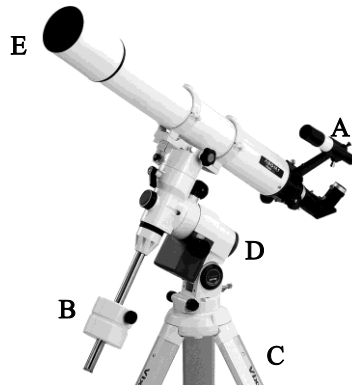
※下圖是不同波長的電磁波穿過大氣層的程度，大氣不透明度越高，越不容易穿透。根據此圖回答 1.~3.題：



- ( AB ) 1. 從圖中可知在地面無法接收到來自外太空的哪些電磁波段？(應選兩項) (A)伽瑪射線 (B)X 射線 (C)可見光 (D)無線電波。【解析】圖中甲為伽瑪射線，乙為 X 射線，丙為紫外線，丁為可見光，戊為紅外線，己為微波，庚為無線電波。大氣不透明度越高，電磁波越不容易穿透，故伽瑪射線和 X 射線不能穿透大氣層。
- ( D ) 2. 圖中丙波段會被大氣中哪些分子吸收？ (A)氮、氧分子或原子 (B)溫室氣體 (C)懸浮微粒 (D)臭氧。【解析】丙為紫外線，被臭氧所吸收。
- ( B ) 3. 戊波段會被大氣中何種成分吸收？ (A)氮、氧分子或原子 (B)溫室氣體 (C)懸浮微粒 (D)臭氧。  
 【解析】戊為紅外線，被溫室氣體吸收。

※下圖是一天文望遠鏡的示意圖，A~E 代表不同的部位名稱，請根據圖示回答 4.~8.題：

【解析】A 為尋星鏡，B 為重錘，C 為腳架，D 為赤道儀，E 為物鏡。



- ( B ) 4. 在尋找要觀測天體前，可以先使用哪一部分尋找要觀測的範圍？其名稱為何？ (A)A，鏡筒 (B)A，尋星鏡 (C)D，鏡筒 (D)E，尋星鏡。【解析】在觀測天體前，可先使用尋星鏡尋找觀測範圍。
- ( A ) 5. B 部分有什麼用途？ (A)平衡鏡筒 (B)便於轉動鏡筒 (C)尋找天體 (D)增加重量。【解析】重錘用途在於平衡鏡筒。
- ( C ) 6. 支撐整個望遠鏡的是哪一個部分？ (A)A (B)B (C)C (D)D。【解析】支持整個望遠鏡的部分為腳架。
- ( D ) 7. 要增加聚光力，哪一部分越大越好？ (A)A (B)B (C)D (D)E。【解析】增加解析力應要加大物鏡口徑。
- ( D ) 8. 哪一部分可以透過馬達模擬地球自轉，使天體長時間停留在望遠鏡的視野中？其名稱為何？ (A)B，經緯儀 (B)B，赤道儀 (C)D，經緯儀 (D)D，赤道儀。

【解析】赤道儀可以透過馬達旋轉極軸，抵消地球自轉，使天體長時間停留在望遠鏡的視野。

※ 現有甲、乙、丙、丁四座望遠鏡，其資料如下表所示，根據此表回答 9.~13.題：

望遠鏡 編號	物鏡直徑 (公分, cm)	物鏡焦距 (公分, cm)	目鏡焦距 (公釐, mm)
甲	8	80	6, 12, 25
乙	10	120	6, 12, 25
丙	12	100	6, 12, 25
丁	雙筒望遠鏡 7x50		

- ( C ) 9. 哪一個望遠鏡的解析力最高？ (A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁。【解析】丙物鏡口徑最大，故解析力最大。
- ( B ) 10. 哪一個望遠鏡的放大倍率最大？ (A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁。【解析】放大倍率為物鏡焦距÷目鏡焦距，甲最大倍率為  $80 \div 6 = 133$ ，乙最大倍率為  $120 \div 6 = 200$ ，丙最大倍率為  $100 \div 6 = 167$ ，丁為雙筒望遠鏡，放大倍率 7 倍，故最大倍率選乙。
- ( A ) 11. 甲、乙、丙哪一個望遠鏡可以得到最大的視野？ (A)甲 (B)乙 (C)丙。【解析】要得到最大視野，放大倍率需最小，甲可以得到最小的放大倍率  $80 \div 25 = 32$ 。
- ( C ) 12. 黑暗中人眼瞳孔最大直徑約為 8mm，甲望遠鏡的聚光能力是人眼的多少倍？ (A)1 (B)10 (C)100 (D)1000。

【解析】甲望遠鏡口徑是瞳孔 10 倍，集光面積是 100 倍，故集光能力也為 100 倍。

- ( A ) 13. 丁望遠鏡規格為 7x50，所代表的意義是 (A)口徑 50mm，可放大 7 倍 (B)口徑 7cm，可放大 50 倍 (C)倍率可從 7 調整到 50 倍 (D)影像可放大 350 倍。

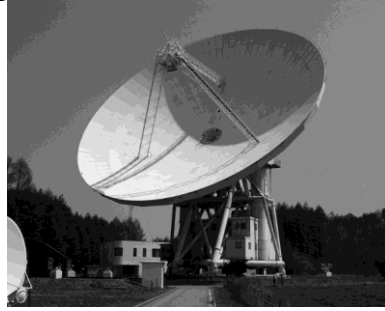
【解析】雙筒望遠鏡的 7x50 代表口徑 50mm，可放大 7 倍。

※ 下圖是四種用來觀測天體的裝置，根據圖片回答 14.~16.題：

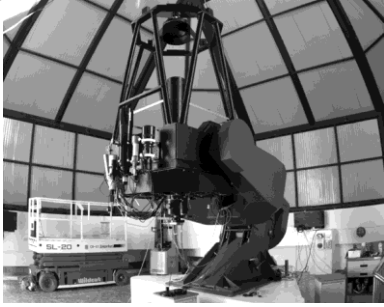
甲



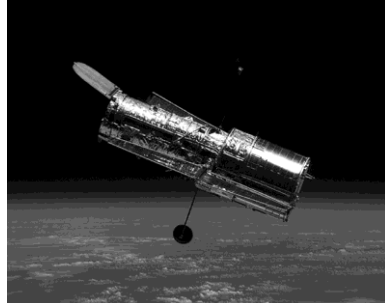
乙



丙



丁



【解析】甲為小口徑光學望遠鏡，乙是無線電波望遠鏡，丙是天文臺反射式望遠鏡，丁是哈柏太空望遠鏡。

( B ) 14.何者是架設在地面，日夜皆可觀測？ (A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁。【解析】無線電波望遠鏡可日夜觀測。

( D ) 15.哪一種望遠鏡放置在太空軌道上，可得到更清晰的影像？ (A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁。【解析】哈柏太空望遠鏡架設在太空軌道上。

( B ) 16.偵測宇宙背景輻射和溫度較低的星際雲氣，可以使用哪一裝置？ (A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁。【解析】要偵測宇宙背景輻射（屬於微波波段）和溫度較低的星際雲氣可使用無線電波望遠鏡，故選乙。