

一、依據 2006 年國際天文聯合會(IAU)的行星定義，水星、海王星、地球、火星、木星等皆為太陽系的行星。今若有一觀測者 A 以地球為其所在的行星，並對太陽系進行觀測。試回答下列問題。

1. 試舉太陽系的行星為例，繪圖說明下列「行星與地球的相對位置」：「合(conjunction)」、「衝(opposition)」、大距(greatest elongation)與「方照(quadrature) (20%)」。
2. 圖 1 為觀測者 A 在地球上某一地點，以同樣的設備週期性對太陽系某一行星的天文攝影紀錄，其共計有 12 張行星攝影照片，並依時間先後順序，於圖 1 中由左上向右下排列呈現。
 - (1) 如圖 1，請問此一太陽系內某一行星的中、英文名字各為何(6%)？
 - (2) 承上題，這 12 張行星攝影照片，其攝影紀錄的時間週期應較接近下列何者？
A. 一個地球年；B. 三個地球年；C. 五個地球週；D. 11 個地球時(4%)。
 - (3) 今若地球赤道上方也有一薄薄的行星環(planetary ring)。則請問：若觀測者 A 從太陽對地球進行觀測，在一個地球年的 24 個節氣(24 Solar Terms)中，哪一或哪些節氣可能觀測到地球行星環的消失(10%)？
 - (4) 若該行星以圓形軌道繞太陽做等速率圓周運動公轉。假設該行星的質量為 m (kilogram)，其公轉軌道半徑為 r (meter)、在公轉軌道上的運行速率為 v (meter/second)，且太陽對該行星產生的萬有引力可為其向心力。若萬有引力常數(gravitational constant)為 G ，太陽的質量為 M (kilogram)，則請推導克卜勒行星運動第三定律(Kepler's third law of planetary motion)(15%)？
 - (5) 承上題，若該行星繞太陽公轉週期為 29.46 個地球年(year)，且其公轉軌道半徑為 R 個 AU(astronomical unit)、克卜勒常數(Kepler's Constant)為 $0.99(\text{year}^2/\text{AU}^3)$ ，則請問 R 為多少(可使用工程用計算機，數值請四捨五入取到小數點以下第一位)(5%)？

答：

二、圖 2 為氫發射光譜(A)、夫朗和斐譜線(Fraunhofer lines)(B)、太陽光譜(B、C 與 D)、以及未知超星系團吸收暗線光譜示意圖(E)的比較圖。試參閱概念一與二回答下列問題。

概念一：德國光學家夫朗和斐(Joseph von Fraunhofer, 1787-1826)在利用三稜鏡分析太陽光的光譜時，看到了太陽光譜上的「暗線(Absorption Lines)」，並進一步依其明顯程度，依次標以 A、B、C...等英文字母的大小寫為代號，此即所謂「夫朗和斐譜線(Fraunhofer lines)(圖 2(B))」。

概念二：電子在特定殼層上運動時，具有特定的能量，稱為能階。電子吸收外來能量(光、電、熱)可跳至高能階(激發態)；電子落回低能階時可放出光。

1. 圖 2(B)中 C 與 F 暗線分別對應圖 2(A)中的 α 與 β 發射光譜亮線。請問氫發射光譜中的 α 與 β 發射譜線的波長分別應為多少奈米(10%)?
2. 依概念一與二，請問圖 2(B)中標以 C 的暗線，以及圖 2(A)中 C 暗線所對應的氫發射光譜亮線，其形成的原因各為何(10%)?
3. 承上題，試利用哈伯定律(Hubble's law)，並以哈伯常數為 $70(\text{km/s})/\text{Mpc}$ ，計算此一未知超星系團與我們太陽系的距離為多少億光年(可使用工程用計算機，數值請四捨五入取到小數點以下第二位)(20%)?

答：