

類 科：天文
科 目：太陽系
考試時間：2 小時

座號：_____

※注意：(一)可以使用電子計算器。

(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

(三)本科目得以本國文字或英文作答。

一、羅塞塔號（Rosetta）是歐洲太空總署於 2004 年初發射造訪 67P/楚留莫夫—格拉希門克彗星（comet 67P/Churyumov-Gerasimenko；以下簡稱彗星 67P）的太空探測船。羅塞塔被譽為是一個開創性的太空任務，是人類有史以來第一個環繞彗星軌道運行並放置登陸器的彗星任務。羅塞塔號經過 10 年的飛行，終於在 2014 年抵達彗星 67P。請問：

- (一)彗星 67P 編號中的英文字母“P”代表什麼意思？（2 分）
- (二)羅塞塔任務除了軌道飛行器（orbiter）羅塞塔號外，還攜帶了一艘登陸器（lander）。請問這艘登陸船叫什麼名字？（2 分）
- (三)為何迄今為止，人類執行了超過十次以上的彗星探訪任務，卻沒有一次彗星任務是造訪源自歐特雲的彗星？（8 分）
- (四)彗星 67P 的近日點距離太陽不過 1.24 AU，為何羅塞塔號要經過 10 年飛行，包含三次地球、一次火星重力助推（gravity assist），才能抵達目標？（5 分）
- (五)羅塞塔彗星任務的主要科學發現為何？（8 分）

二、在上個世紀，天文學家大都相信，太陽系應該不是我們銀河系中唯一的一個行星系統。不過卻一直苦於沒有直接觀測證據。請問：

- (一)天文學家 Wolszczan 和 Frail 是在那一年終於首次確認發現太陽系外的行星（系外行星）的存在？這些圍繞著一顆中子星主星運行的系外行星是以何種方法發現的？（5 分）
- (二)天文學家馬約爾和奎洛茲（Mayor 和 Queloz）又是在那一年首次發現繞行矮恆星的系外行星？這顆距地球 15.5 pc 的系外行星繞行之主星光譜類型和名字為何？這顆系外行星是以何種方法發現的？（10 分）
- (三)馬約爾和奎洛茲憑藉此項發現獲得了 2019 年諾貝爾物理學獎。為什麼諾貝爾獎是頒給馬約爾和奎洛茲，而非第一個發現系外行星的 Wolszczan 和 Frail？（10 分）

三、天文學家將「海洋世界」(Ocean Worlds)定義為在太陽系中，目前地表下(或過去曾經)存在海洋的太陽系天體。(地球也是一個「海洋世界」，不過這裡只用來作為研究比較或參考之用，在下面問題中毋須列入考慮。)請問：

- (一)請列出四個「已知」有海洋存在的太陽系天體。(8分)
- (二)請列出任意兩個「可能」有海洋存在其上的太陽系天體。(4分)
- (三)行星科學家花了很大的氣力來辨識太陽系中的可能海洋世界，描述其海洋特徵和物理特性，例如冰殼 ice shell (crust) 的厚度、成分和孔隙度、海洋的厚度、密度和成分等。科學家研究太陽系「海洋世界」，其終極主要目的為何？(7分)
- (四)地球距離太陽 1 AU，地球表面的平均溫度為 280 K。那麼位於小行星帶之外的「海洋世界」，其地表冰殼下海洋的溫度最可能是多少度 K？(3分)
- (五)行星科學家稱這些太陽系天體「海洋世界」，除了其地表下有海洋存在，也意指其海洋的主要化學成分除了水之外，還有何種化學物質存在？(3分)

四、土衛六 (Titan) 的質量是地球質量的 0.0225 倍，其地表逃脫速度為 2.64 km/s；土衛六擁有濃厚大氣，大氣壓約為 1.45 atm。請問：

- (一)太陽系的天然衛星中，除了土衛六，還有一些衛星也被觀測到有大氣存在的明顯證據，請列出其中兩顆衛星。(4分)
- (二)比較太陽系中天然衛星的大小，請問土衛六的直徑排名第幾大？(2分)
- (三)土衛六與太陽的平均距離為何？(提示：可利用蒂丟斯-波德定律 Titius-Bode Law 估計距離)(5分)
- (四)地球距離太陽 1 AU，如果地球沒有大氣，地球表面的平均溫度為 260 K。請估算土衛六的表面溫度。(5分)
- (五)土衛六大氣的實際平均溫度較上題(四)推得的溫度略高 10 K。請估計氫氣分子、氮氣分子和甲烷分子在土衛六大氣中的平均速率。假設不考慮其他化學成分因素，請問土衛六大氣中，三種分子含量豐度最高是哪一個？(提示：波茲曼常數 $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$ ； $1 \text{ amu} = 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$)(9分)