

所別：天文研究所碩士班 不分組(一般生) 科目：天文學 共 2 頁 第 1 頁
 天文研究所碩士班 不分組(在職生)

本科考試禁用計算器

*請在試卷答案卷(卡)內作答

參考用

天文所 2013 年入學考「天文學」

各題目各自配分，建議斟酌作答優先順序。計算皆經過設計，可採取大略估計，而勿需冗長過程。

1. (共 40 分) 下表列出太陽系中一些天體的參數

天體名稱	質量 (kg)	赤道直徑 (km)	與太陽平均距離 (AU)	表面溫度 (K)
太陽	1.99E+30	1,392,000	0	5800
水星	3.30E+23	4,879	0.39	103~623
金星	4.87E+24	12,104	0.72	750
地球	5.97E+24	12,756	1.00	183~333
月球	7.35E+22	3,476	1.00	93~403
火星	6.42E+23	6,794	1.52	133~293
木星	1.90E+27	142,984	5.20	163 (大氣雲頂)
土星	5.68E+26	120,536	9.55	93 (大氣雲頂)
天王星	8.66E+25	51,118	19.22	55 (大氣雲頂)
海王星	1.03E+26	49,528	30.11	55 (大氣雲頂)
冥王星	1.3E+22	2,300	39.54	~50

- 由表中看出火星質量約為地球 1/10，而直徑大約 1/2，已知地球表面的逃脫速度約為 11 km/s，試估計火星表面的逃脫速度。(5%)
- 水星的表面溫度範圍從 103 K 到 623 K，試問為何有這麼大的溫差？(5%)
- 行星距離太陽越遠，其表面溫度應該越冷，表中顯示的確如此，唯獨金星例外，它距離太陽比水星遠，卻因為「溫室效應」使得溫度比水星高得多。試解釋何謂溫室效應，為何此效應會造成溫度上升？(5%) 地球與月球距離太陽相當，為何月球的最低溫比地球低，而最高溫則比地球高？(5%)
- 已知木星繞行太陽週期為 11.86 年。假設某系外行星繞行其母恆星軌道半長軸也約是 5 AU，但其母恆星質量為太陽 2 倍，試估計此系外行星之公轉軌道週期(5%)
【提示：萬有引力常數 $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$ 】
- 金牛座 Alpha 星又稱「畢宿五」，光譜型態為 K5 III，視星等 +0.87，距離太陽大約 20 pc，試估計畢宿五的絕對星等(5%)。已知太陽的絕對星等為 4.8，試估計畢宿五的光度(luminosity) 為太陽的多少倍(5%)。定性來說，畢宿五的表面溫度比太陽(5,800 K) 熱還是冷？定性來說，畢宿五的直徑比太陽大還是小？(5%)【提示： $\log 2 = 0.30$ 】

注意：背面有試題

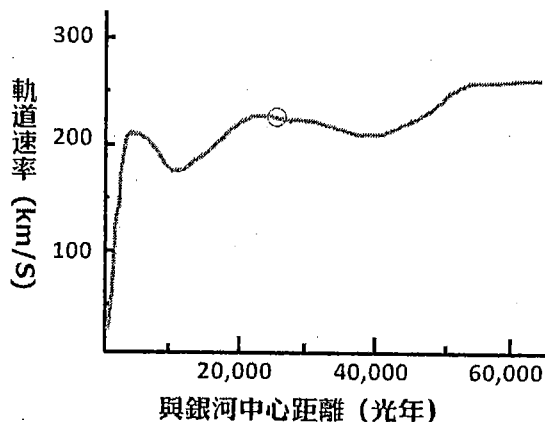
所別：天文研究所碩士班 不分組(一般生) 科目：天文學 共 2 頁 第 2 頁
天文研究所碩士班 不分組(在職生)

本科考試禁用計算器

*請在試卷答案卷(卡)內作答

參考用

2. (共 40 分) *James Webb Space Telescope (JWST)* 為下一代太空望遠鏡，口徑 6.5 公尺，預期於 2018 年發射升空，將置於繞行太陽與地球軌道的 L2 位置。整個望遠鏡採取紅外優化設計，適合用來研究星系、恆星與行星的形成與演化。
- 此望遠鏡在中紅外波段 $13 \mu\text{m}$ 觀測時，若光學品質達到繞射極限，試計算 JWST 影像的角分辨力為多少角秒？(10%)
 - 今欲使用 JWST 觀測太陽系附近年輕恆星周圍的環星盤，一般相信這些環星盤乃行星誕生之處。假設某年輕恆星距離我們 100 pc，為了判斷 JWST 是否能解析該環星盤結構，試估計一角秒之張角在該恆星處所對應的長度為多少公里。(5%)
【提示：1 AU 大約為 $1.5 \times 10^{11} \text{ m}$ 】
 - 假設某天體在可見光無法偵測到，但在紅外波段很明亮，譜形類似黑體而在 $13 \mu\text{m}$ 輻射最強，試估計此天體的溫度。(5%)
 - 除了相機用於成像進行光度測量，JWST 也配備了先進的中紅外光譜儀。假設觀測某遙遠類星體，發現在波段 $13 \mu\text{m}$ 處出現氫原子巴爾曼 (Balmer) Alpha 譜線，而此譜線在實驗室裡測得的波長為 6563 \AA 。簡單解釋巴爾曼 α 譜線的發射機制 (5%)。試計算此類星體與我們之間的相對速率 (5%)。假如此運動主要來自宇宙膨脹，試估計此類星體之距離為多少 Mpc？(5%)【提示：紅移 z 、光速 c 以及徑向速度 v 的關係為 $\frac{v}{c} = \frac{(z+1)^2 - 1}{(z+1)^2 + 1}$ ；哈伯常數 $H_0 = 70 \text{ km/s/Mpc}$ 】
 - 將 JWST 置於太空除了經費需求，還將面臨多項技術挑戰，例如與口徑 2.4 公尺的哈伯望遠鏡相比，發射 JWST 的火箭無法容納龐大的反射鏡與遮陽版，因此將於安置在太空軌道以後，兩者才打開運作。目前地面上已經有很多口徑比 6.5 公尺來得大的望遠鏡，試論為何還要發射 JWST，也就是太空望遠鏡有何優勢乃地面望遠鏡無法達成？(5%)
3. (共 20 分) 除了巴爾曼譜線，氫原子還發射其他種輻射，例如頻率為 1420 MHz，對應波長約為 21.1 公分的譜線，來自超精細結構 (hyperfine structure) 能量躍遷。試簡單說明氫原子 21 公分輻射的發射機制 (5%)。利用這個輻射，我們得以探討銀河系以及其他星系當中，氫原子的分布、數量以及運動情形。右圖為利用恆星以及氫原子雲氣所繪製的銀河系旋轉曲線 (rotation curve)，其中橫軸為距離銀河中心的距離，而縱軸則為軌道運動速率，顯示太陽 (以 \odot 符號標示) 繞行銀河中心的速率大約為 220 km/s。天文學家根據這樣的旋轉曲線，推測出太空中存在暗物質。試說明此推論的理由。(5%) 依據右圖，請估計銀河系的質量下限。(10%)



注意：背面有試題