原來題目

第六冊

複習題

選擇題

1. 地心宇宙模型**必定**

(1) 假設地球是宇宙的中心。
(2) 利用本輪來解釋行星的逆行運動。
(3) 把地球置於略為偏離圓形軌道中心的位置。

A. 只有 (1)
B. 只有 (2)
C. 只有 (1) 和 (3)
D. 只有 (2) 和 (3)

2. 下列哪一項**不是**哥白尼模型所支持的觀點？

A. 行星圍繞太陽沿圓形軌道運行。
B. 太陽是宇宙的中心。
C. 火星在天空中進行逆行運動，是因為地球在其軌道上超越火星。
D. 從地球觀察，所有行星的相位變化都有完整的循環。

3. 下列哪些**不是**伽利略的天文發現？

(1) 我們只能在日出前和日落後的一段短時間內，才能夠看見水星和金星。
(2) 銀河由很多恆星組成。
(3) 火星的兩極皆有冰冠。

A. 只有 (2)
B. 只有 (3)
C. 只有 (1) 和 (2)
D. 只有 (1) 和 (3)

4. 金星和太陽相距 0.7 AU。根據哥白尼模型，下列哪項**並不可能**是金星與地球之間的距離？

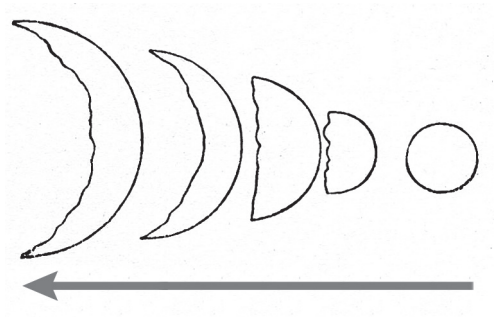
A. 0.2 AU
B. 0.7 AU
C. 1 AU
D. 1.6 AU

5. **HKDSE 2013** 就有關描宇宙的托勒密地心模型和哥白尼日心模型，下列哪些敍述是正確的？

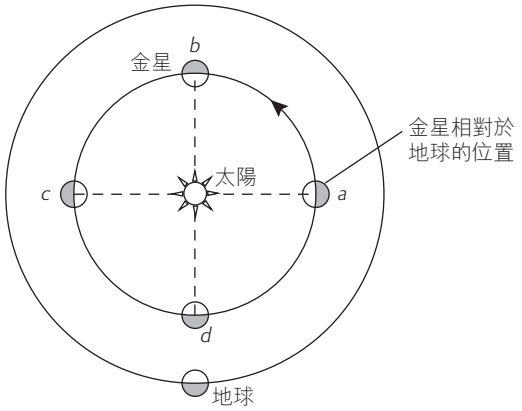
(1) 在兩個模型中，軌道皆為圓形。
(2) 在兩個模型中，地球皆位於月球軌道的中心。
(3) 兩個模型都可用來解釋逆行運動。

A. 只有 (1)
B. 只有 (3)
C. 只有 (1) 和 (2)
D. (1)、(2) 和 (3)

6. **HKDSE 2014** 下圖為伽利略在 1610 年所繪畫的金星相圖。



以下哪部分的金星軌道代表上面相圖由右至左的演變？



A. $a \rightarrow b \rightarrow c$
B. $b \rightarrow c \rightarrow d$
C. $c \rightarrow d \rightarrow a$
D. $d \rightarrow a \rightarrow b$

結構題

7. 在天文學史中，托勒密模型曾沿用多年。

(a) (i) 托勒密模型如何解釋火星的逆行運動？ (1 分)

(ii) 從地球觀察，水星經常位於太陽附近。托勒密模型如何解釋這現象？試以繪圖說明答案。 (2 分)

(b) 其後，伽利略發現金星的相位變化。

(i) 托勒密的模型能夠解釋這個現象嗎？若能夠，如何解釋？若不能夠，為甚麼？ (2 分)

(ii) 伽利略的另一個發現亦與當時的人對宇宙的認知相違背。這個發現是甚麼？ (1 分)

8. 托勒密和哥白尼模型是兩個截然不同的宇宙模型。

(a) 這兩個模型最為明顯的分別在哪？ (1 分)

(b) 一個晚上，恆星紛紛劃過天空，但各恆星相對的位置保持不變。試描述托勒密模型如何解釋這個現象。 (2 分)

(c) 在第谷和開普勒的時代，這兩個模型都被取代了。

(i) 試簡述第谷和開普勒對於我們理解行星運動上的貢獻。 (2 分)

(ii) 開普勒首兩項定律如何推翻當時人們對天文的基本認知？ (2 分)

9. **IB Higher level Nov 2000** 頁底兩圖顯示兩個不同的宇宙模型。

(a) 哪幅圖代表了哥白尼的宇宙模型，哪幅圖代表亞里士多德的宇宙模型？ (1 分)

任何一個晚上觀察到的恆星和行星**一般**運動，皆顯示這些恆星和行星圍繞地球轉動。如果觀察多於一晚，可發現行星會進行逆行運動。

兩個模型皆可以解釋所觀察到的一般運動，但卻只有圖 b 的模型，能夠在沒有進一步修正的情況下，解釋**所觀察到的行星逆行運動**。

(b) 試解釋何謂「**所觀察到的行星逆行運動**」。 (2 分)

(c) 以下問題有關圖 a 的模型。

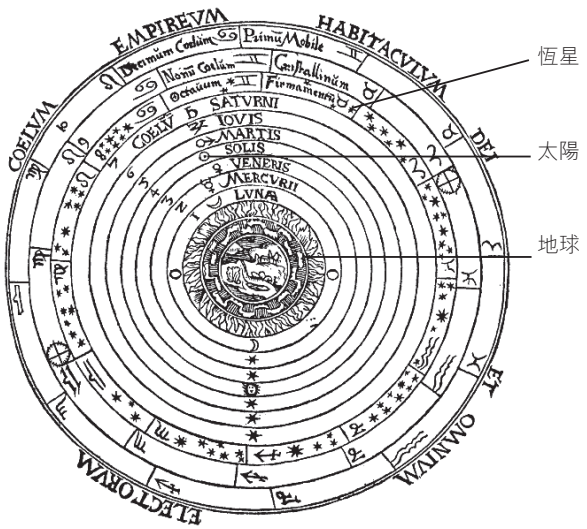
(i) 這個模型如何解釋人類所觀察到的恆星**和**行星**一般**運動？ (2 分)

(ii) 若要解釋逆行運動，這個模型需作甚麼修改？為甚麼？ (2 分)

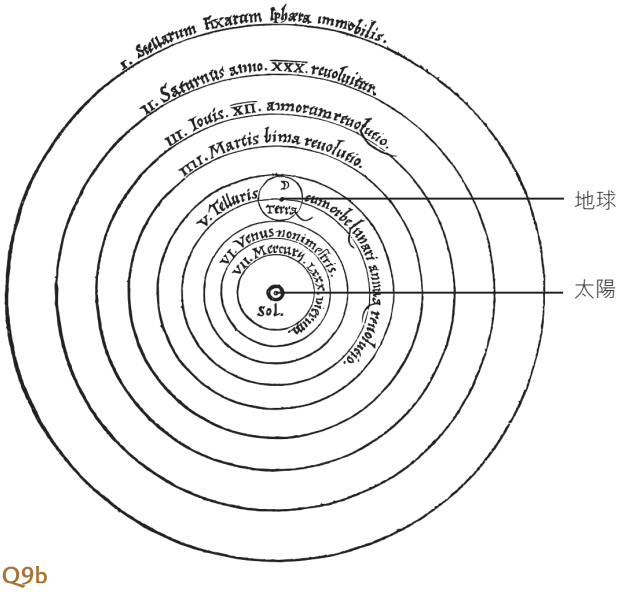
(d) 以下問題有關圖 b 的模型。

(i) 這個模型如何解釋人類所觀察到的恆星**和**行星**一般**運動？ (2 分)

(ii) 試解釋為何這個模型能夠解釋逆行運動。 (2 分)



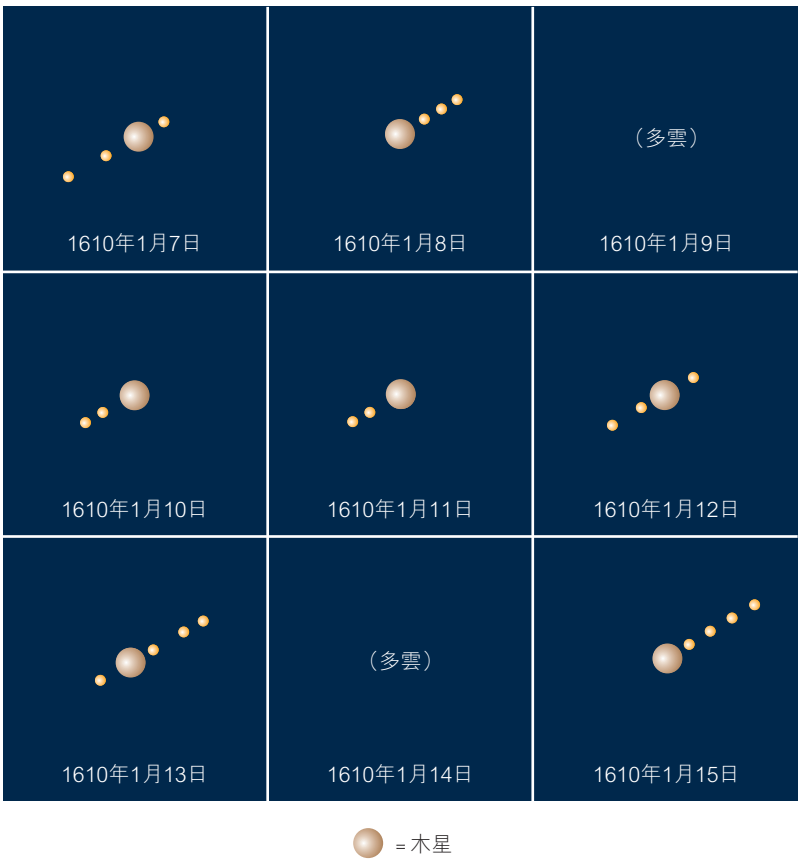
Q9a



Q9b

10. **OCR A-level 2825/01 Jun 2002** 伽利略是第一個使用望遠鏡進行天文觀測的人。

(a) 1610 年 1 月 7 日，伽利略觀察木星時看見木星的兩旁有一些小光點。在隨後數天，光點的圖案如下圖所示。



(i) 解釋為何木星的旁邊會出現小光點。

(ii) 解釋為何在某些繪圖中只出現兩個光點，而在其他繪圖中卻出現三個，甚至四個。 (2 分)

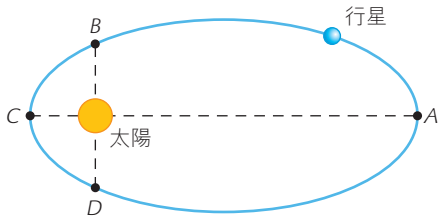
(b) 除上述的現象外，指出**兩個**伽利略的天文發現。對於每一個發現，解釋觀測結果如何與之前的宇宙模型相矛盾。 (4 分)

複習題

除特別指明外，參考附錄的物理常數。

選擇題

1. 如圖所示，某行星沿橢圓軌道運行。A、B、C 及 D 是軌道上其中四點，而 AC 跟 BD 互相垂直。



下列哪項敘述正確？

(1) 行星在 A 點的速率較 B 點快。

(2) 行星從 A 移至 B 需時比從 B 移至 C 相同。

(3) 行星的週期跟 AC 的立方成正比。

A. 只有 (1)

B. 只有 (2)

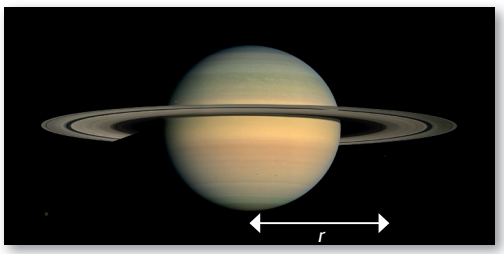
C. 只有 (3)

D. 以上皆不正確

2. 土星的環狀系統由大量在近乎以圓形軌道圍繞土星運行的冰塊組成。這些冰塊的軌道速率 v 和冰塊與土星中心的距離 r 的關係是怎樣的？

A. $v \propto r$　　B. $v \propto 1/r$

C. $v \propto \sqrt{r}$　　D. $v \propto 1/\sqrt{r}$



3. 行星 A 和 B 分別圍繞質量為 M 和 $2M$ 的兩顆恆星運行，如果兩顆行星距離各自圍繞的恆星一樣遠，A 和 B 的軌道週期之比是多少？

A. 1 : 2　　B. $1:\sqrt{2}$

C. 2 : 1　　D. $\sqrt{2}:1$

4. 下列哪顆彗星具有最長的軌道週期？

	彗星	近日點距離 / AU	遠日點距離 / AU
A.	67P/C-G	1.24	5.68
B.	包瑞利彗星	1.35	5.83
C.	坦普爾 1 號彗星	1.51	4.74
D.	維爾特 2 號彗星	1.59	5.31

5. 三顆行星圍繞太陽沿橢圓軌道運行。三者的軌道半長軸之比為 1 : 2 : 3，求三者的軌道週期之比。

A. 1 : 2 : 3

B. $1 : 2^2 : 3^2$

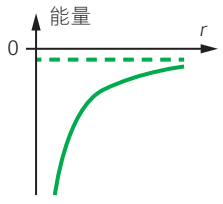
C. $1 : 2^{3/2} : 3^{3/2}$

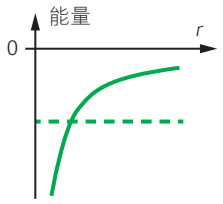
D. $1 : 2^{2/3} : 3^{2/3}$

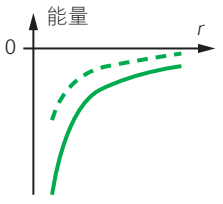
6. 把兩個相同的衛星 X 及 Y 置於兩條以地球為中心的圓形軌道上。X 的軌道高度高於 Y。(a) 哪個衛星的動能較大？(b) 哪個衛星的引力勢能較大（負值較小）？

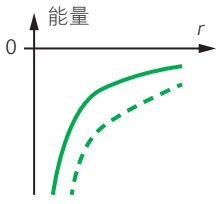
	(a)	(b)
A.	X	X
B.	X	Y
C.	Y	X
D.	Y	Y

7. 衛星沿着圓形軌道圍繞地球運行，其引力勢能及軌道半徑 r 的關係線圖如下（實線所示）。下列哪幅線圖中的虛線最能表示衛星的機械能？

A.


B.


C


D.


8. 地球的逃逸速率比月球的逃逸速率高，原因是

A. 地球質量較月球大。
B. 地球半徑較月球長。
C. 地球具有大氣層。
D. 月球圍繞着地球運行。

9. 太空人在太空船內感到無重，因此太空人和太空船**必定**具有相同的

(1) 加速度。
(2) 速率。
(3) 動量。
A. 只有 (1)
B. 只有 (3)
C. 只有 (1) 和 (2)
D. 只有 (2) 和 (3)

10. 太空人在圍繞着地球運行的太空船內感到無重。下列哪項敘述是正確的？

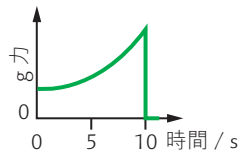
A. 地球產生的引力場強度在太空人所處的位置為零。
B. 地球的引力跟月球的引力互相抵消。
C. 太空船及船內的物體的向心力跟總重量互相抵消。
D. 太空船及太空人皆向着地球自由下墜。

11. **AQA A-level PHYA4/1 Jan 2011** 隨着彗星圍繞太陽運行，兩者距離不斷改變。彗星接近太陽時，兩者距離會達至最短值。下列哪項有關彗星到達這個最短距離的敘述**不正確**？

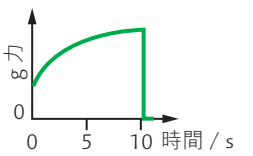
A. 彗星的引力勢能增加。
B. 作用在彗星上的引力增加。
C. 作用在彗星上的引力方向改變了。
D. 彗星的動能增加。

12. **NSW HSC 2011** 火箭發射時，其推進器會在發射開首 10 s 產生恆升力，然後關掉。下列哪幅圖最能顯示火箭內的太空人所感受到的 g 力？〔編按：g 力是用來量度任何會產生重量的加速度的標準〕

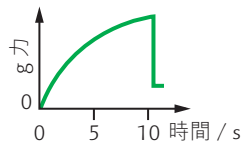
A.



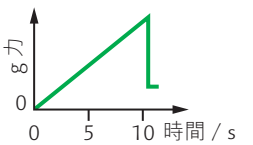
B.



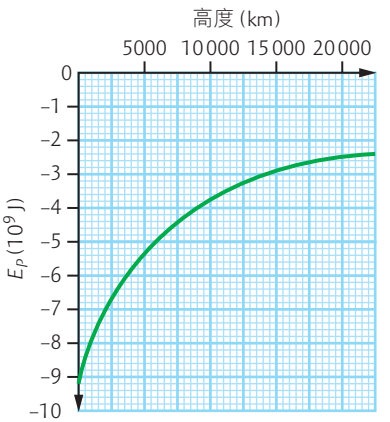
C.



D.



13. **NSW HSC 2012** 下圖為衛星的引力勢能 E_p 及其高度的關係線圖。



當衛星的高度從 14 000 km 下降至 4000 km 時，其引力勢能的改變是多少？

A. -8.8×10^9 J　　B. -2.8×10^9 J
C. 2.8×10^9 J　　D. 8.8×10^9 J

14. **HKDSE 2012** 穿梭行星間的太空船從地球發射，其初速為 $\sqrt{\frac{3GM}{R}}$，其中 G 為萬有引力常數，M 為地球質量而 R 為地球半徑。當太空船離開地球極遠時其速率是多少？

A. $\sqrt{\frac{GM}{R}}$　　B. $\sqrt{\frac{GM}{2R}}$
C. $\sqrt{\frac{2GM}{R}}$　　D. 零

15. **HKDSE 2012** 下列哪一項有關地球繞太陽運動的敘述**不正確**？

A. 地球在其軌道上的速率**並不**固定。
B. 太陽位於地球軌道的中心。
C. 地球與太陽的距離呈週期性變化。
D. 一般而言，地球的瞬時速度**並非**與太陽的萬有引力垂直。

結構題

16. 小行星厄洛斯的近日點和遠日點距離分別為 1.13 AU 和 1.78 AU，質量為 6.69×10^{15} kg。

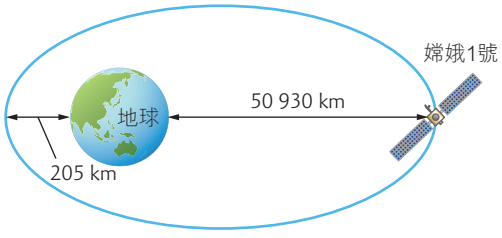
(a) 厄洛斯的半長軸是多少？ (1 分)

(b) 厄洛斯的軌道週期是多少？ (2 分)

(c) 當厄洛斯從軌道的近日點移至遠日點時，其 (i) 引力勢能及 (ii) 動能的改變是多少？ (4 分)

(d) 某學生欲向其朋友解釋厄洛斯是以橢圓軌道運行，並嘗試用一張一元英鎊舊鈔（下圖）來解釋。從開普勒定律的觀點看下方有關行星模型的鈔票圖案，哪裏出錯了？ (1 分)

17. 在進入月球軌道前，嫦娥 1 號如下圖所示一般沿橢圓軌道圍繞地球運行。軌道離地球最近為 205 km，最遠為 50 930 km。

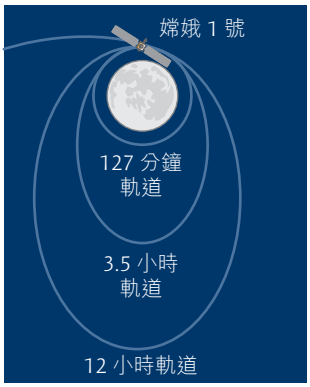


(a) 求軌道的半長軸。 (1 分)

(b) 求軌道週期。 (2 分)

(c) 如果嫦娥 1 號在最接近地球時的速率為 10 423.9 m s^{-1}，求嫦娥 1 號最遠離地球時的速率。 (2 分)

如圖所示，嫦娥 1 號到達月球時，首先進入一個週期為 12 小時的橢圓軌道。在最接近月球時減速，進入另一個週期為 3.5 小時的橢圓軌道。再減速便進入一個週期為 127 分鐘的圓形軌道。在該圓形軌道中，嫦娥 1 號離月面 200 km。已知月球的半徑為 1740 km。



(d) (i) 求月球的質量。 (2 分)

(ii) 求嫦娥 1 號在圓形軌道運行時的速率。 (2 分)

(e) 嫦娥 1 號的機械能**並不**守恆。為甚麼？ (1 分)

(f) 在不計算的情況下，指出嫦娥 1 號在哪條軌道運行時的機械能最小，並扼要解釋。 (2 分)

18. 一顆球狀小行星的質量為 1.47×10^{16} kg，半徑為 10 km。

(a) 求小行星表面的引力加速度。 (2 分)

(b) 在小行星的表面，一個 100 kg 方塊的重量是多少？ (2 分)

(c) 一個以 20 m s^{-1} 的速率垂直向上拋的小球能否脫離小行星？試扼要解釋。 (3 分)

(d) 一塊岩石在接近小行星表面的位置沿圓形軌道運行，求岩石的速率。 (2 分)

19. 一枚人造衛星圍繞地球沿一條近地圓形軌道運行，其軌道速率為 v。

(a) 證明其機械能 E 可表達為

$$E = -\frac{GMm}{2r}$$

其中 M 為地球的質量，而 m 為人造衛星的質量。 (3 分)

(b) 由於受上層大氣層空氣阻力的影響，衛星慢慢轉移至另一條較接近地球的軌道。試解釋以下物理量的變化。

(i) 衛星的機械能 E (2 分)

(ii) 衛星的軌道速率 v (2 分)

20. 一艘質量為 1600 kg 的太空船圍繞地球沿圓形軌道運行，其軌道的高度為 2000 km。

(a) 求太空船的軌道速率 u。 (2 分)

(b) 求太空船的引力勢能和機械能。 (4 分)

(c) 啟動火箭推進器後，太空船的軌道速率 v 突然增加。若太空船能夠永遠脫離地球，求 v 的最小值。 (2 分)

(d) 在 (c) 部求得的速率和地球的逃逸速率相同嗎？試加以解釋。 (2 分)

21. **OCR A-level 2863 Jan 2008** 這問題關於地球的逃逸速率和地球的大氣。

某質量 m 在質量為 M 的行星表面上的引力勢能為

$$\text{引力勢能} = -\frac{GMm}{r}$$

當中 r 為行星的半徑，G 為引力常數。

(a) (i) 試解釋為何一個質量為 m 的物體，從行星表面上永遠脫離所需的最小動能為 $+GMm/r$。 (1 分)

(ii) 試解釋為何這數值亦同時為脫離行星所需的最小能量。 (1 分)

(iii) 由此證明從行星逃逸的最小速度

$$v_{esc} = \sqrt{\frac{2GM}{r}}。$$ (2 分)

(iv) 利用行星表面的引力場強度 g 的方程，證明 $v_{esc} = \sqrt{2gr}$。 (2 分)

(v) 計算從地球逃逸的最小速度 v_{esc}。已知 $r = 6.4 \times 10^6$ m 和 $g = 9.8$ N kg^{-1}。 (1 分)

(b) 一顆在地球大氣層的粒子具有動能 4×10^{-21} J，其時大氣層溫度為 300 K。

(i) 求一顆能量為 4×10^{-21} J 的氦氣粒子的速度。已知氦氣粒子的質量為 5×10^{-26} kg。 (2 分)

(ii) 試利用 (i) 的答案，解釋為何地球的大氣層能保留氦氣。 (1 分)

22. **OCR A-level 2863 Jun 2010** 這問題關於一個求出土星質量的方法。

土星的軌道上具有環系統。系統以圍繞土星運行的冰塊及岩石組成。

(a) 考慮一顆質量為 2500 kg，跟土星中心相距 1.8×10^8 m 的岩石。該岩石環繞土星一周需要 21 小時。

(i) 證明岩石的速率約 1.5×10^4 m s^{-1}。 (2 分)

(ii) 證明作用在岩石上的向心力量值約為 3100 N。寫下你計算時所引用的方程。 (2 分)

(iii) 向心力是土星作用予岩石的引力。證明土星的質量為 6×10^{26} kg。寫下你計算時所引用的方程。

已知 $G = 6.7 \times 10^{-11}$ N m^2 kg^{-2}。 (2 分)

(b) (i) 求岩石由於土星的引力場影響而產生的引力勢能。 (2 分)

(ii) 求岩石由於運行而產生的動能。 (1 分)

(iii) 利用 (i) 及 (ii) 的結果，解釋為何岩石若非透過跟其他岩石的碰撞而獲得能量，否則不會遠離土星的環系統。[1 分為有效傳意分。] (2 分)

23. **Edexcel A-level Jan 2013** 通訊衛星的概念，首次於 1945 年由科幻小說作家亞瑟・克拉克 (Arthur C. Clarke) 提出。在雜誌《無線世界》(*Wireless World*) 的一篇文章中，亞瑟・克拉克指出火箭台能夠提供覆蓋全球的無線電。

在文章中，亞瑟・克拉克指出：

「如果初始條件正確，天上便會有無限條可行的穩定軌道，使火箭能夠保持在軌道上。火箭在剛剛離開大氣層的軌道上，軌道速度為 8 km s^{-1}，環繞地球一周需時 90 分鐘。由於引力減少及平衡所需的離心力也較少的關係，隨着火箭軌道的半徑增加，火箭的速度便會減少。」

已得到《電子世界》(*Electronic World*) 之許可
www.electronicsworld.co.uk

(a) 指出文章中所引用的「引力減少」的意思，並評論文章中所指的「平衡（衛星）所需的離心力也較少」。 (3 分)

(b) (i) 推導適合的方程，證明衛星的軌道速率會隨着軌道半徑增加而減少。 (3 分)

(ii) 推導適合的方程，證明衛星的軌道週期會隨着軌道速率的減少而增加。 (2 分)

(c) 衛星在圓形軌道上的週期 T 為

$$T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{GM}}$$

當中 r 為軌道半徑，M 為地球質量。

求一顆位於離地 4.0×10^5 m 的軌道上的衛星的週期。

地球質量 = 5.98×10^{24} kg

地球半徑 = 6.36×10^6 m (2 分)

(d) 過了一段時間後，衛星會由於大氣的摩擦影響，令其軌道半徑下降。在這時候，衛星會加速。

隨着軌道半徑下降，描述衛星的能量改變。 (2 分)

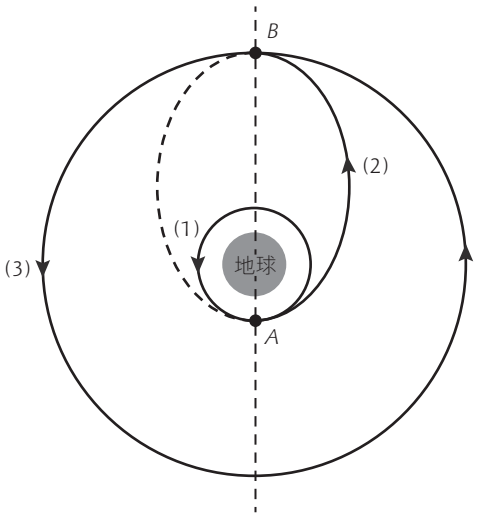
24. **HKDSE 2013** 已知：$GM = 4.0 \times 10^{14}$ N m^2 kg^{-1}，其中 G 為萬有引力常數，M 為地球質量。

地球的平均半徑 = 6400 km。

地球靜止軌道的半徑約為 42 400 km，即位於地球表面之上 36 000 km。

以下描述把一個人造衛星發射到地球靜止軌道的一個方法：

- 用運載火箭把人造衛星發射到距地球表面 300 km 的圓形近地軌道 (1)。
- 於 A 點，人造衛星的引擎啟動一段短時間，使衛星推進入橢圓形轉移軌道 (2)，而 AB 為橢圓的長軸。
- 於 B 點，人造衛星的引擎再次啟動片刻，使衛星推進入地球靜止軌道 (3)。



圖不依比例繪製

假設三組軌道處共面，而橢圓軌道分別於 A 和 B 點跟兩個圓形軌道相切。當人造衛星在轉移軌道上由 A 至 B 運動期間，引擎是關上的。

(a) 通訊衛星一般會被發射到地球靜止軌道，指出並解釋這個安排的好處。 (2 分)

(b) 求人造衛星在近地軌道 (1) 上的速率。 (2 分)

(c) (i) 就質量為 m 的人造衛星在半徑 r 的圓軌道繞地球運動，證明其總機械能為 $-\frac{GMm}{2r}$，其中 M 為地球的質量。設人造衛星在無窮遠處的重力勢能為零。 (2 分)

(ii) 利用 (c)(i) 的結果計算將質量為 m = 2000 kg 的人造衛星，從通過 A 點的近地軌道 (1) 轉移至通過 B 點的地球靜止軌道 (3) 所需的能量。 (2 分)

(iii) 人造衛星沿轉移軌道 (2) 由 A 至 B 運動需時多久？ (2 分)

複習題

除特別指明外，取

$\sigma = 5.67 \times 10^{-8}\ \text{W m}^{-2}\ \text{K}^{-4}$

$L_\odot = 3.85 \times 10^{26}\ \text{W}$

$R_\odot = 6.96 \times 10^{8}\ \text{m}$

$T_\odot = 5780\ \text{K}$

$M_\odot = 1.99 \times 10^{30}\ \text{kg}$

$1\ \text{pc} = 206\,264.8\ \text{AU} = 3.26\ \text{ly}$

$G = 6.67 \times 10^{-11}\ \text{N m}^2\ \text{kg}^{-2}$

選擇題

1. 下列哪些敘述是正確的？

(1) 對同一物體，兩個觀測點相距越遠，視差越大。

(2) 物體與觀測點相距越近，視差越大。

(3) 物體的視差越小，離觀測點越遠。

A. 只有 (1)

B. 只有 (2)

C. 只有 (1) 和 (3)

D. 只有 (2) 和 (3)

2. 下表列出四顆恆星的視星等和絕對星等：

恆 星	視星等	絕對星等
P	3	−4
Q	6	0.5
R	0	2
S	−1.5	2

哪一顆恆星與我們最接近？

A. *P*

B. *Q*

C. *R*

D. *S*

3. 下列哪些恆星性質可單從光譜分析便可推斷出來？

(1) 表面溫度

(2) 光度

(3) 半徑

A. 只有 (1)　　B. 只有 (3)

C. 只有 (1) 和 (2)　　D. 只有 (2) 和 (3)

4. 下列哪些關於恆星的資料可以透過分析恆星光譜而獲得？

(1) 化學成分

(2) 表面溫度

(3) 質量

A. 只有 (1)　　B. 只有 (2)

C. 只有 (1) 和 (2)　　D. 只有 (2) 和 (3)

5. 下列哪顆恆星的光度最大？

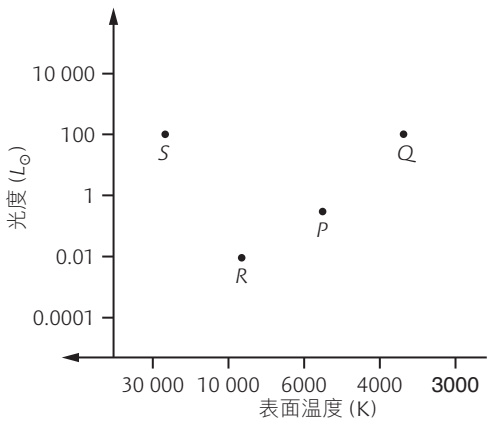
A. 表面溫度為 2700 K、半徑為 $4R_\odot$ 的恆星

B. 表面溫度為 6500 K、半徑為 $0.8R_\odot$ 的恆星

C. 表面溫度為 11 500 K、半徑為 $0.01R_\odot$ 的恆星

D. 太陽

6. 下方的赫羅圖上顯示四顆恆星。



下列哪項敘述**必定**正確？

(1) 恆星 *P* 比恆星 *R* 大。

(2) 恆星 *Q* 比恆星 *S* 小。

(3) 恆星 *R* 的體積最小。

A. 只有 (1)

B. 只有 (2)

C. 只有 (1) 和 (2)

D. 只有 (2) 和 (3)

7. 下列哪一顆恆星的光譜有最大的紅移？

A. 一顆沿視線方向、以 35 km s^{-1} 移離的恆星

B. 一顆和視線成 30° 角、以 58 km s^{-1} 移離的恆星

C. 一顆沿垂直於視線的方向、以 100 km s^{-1} 移動的恆星

D. 一顆沿視線方向、以 65 km s^{-1} 移近的恆星

8. 下列哪些光譜線的多普勒頻移數據很有可能來自同一顆恆星？

(1) λ = 588.997 nm，$\Delta\lambda$ = − 0.194 nm

(2) λ = 656.28 nm，$\Delta\lambda$ = 0.216 nm

(3) λ = 656.28 nm，$\Delta\lambda$ = − 0.216 nm

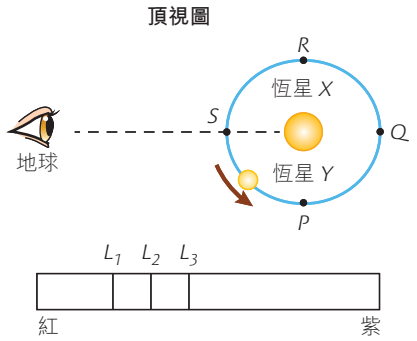
A. 只有 (1) 和 (2)

B. 只有 (1) 和 (3)

C. 只有 (2) 和 (3)

D. 所有頻移數據皆來自不同的恆星

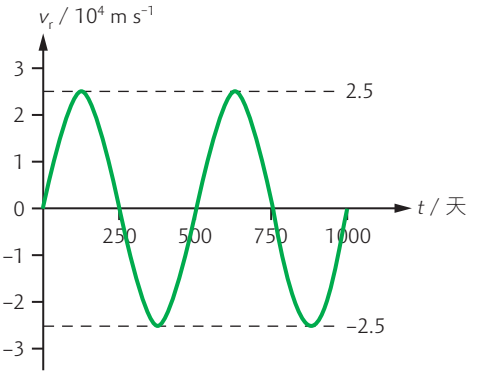
9. 恆星 *Y* 沿圓形軌道圍繞恆星 *X* 運行。一名在地球上的觀察者觀察恆星 *Y* 的光譜時，發現某光譜線的波長從 L_1 至 L_3 之間改變。而該光譜線在實驗室觀察時的波長為 L_2。



位置 *P* 和 *R* 對應哪一個波長？

	P	***R***
A.	L_1	L_1
B.	L_1	L_3
C.	L_2	L_2
D.	L_3	L_1

10. 一顆小質量恆星沿圓形軌道圍繞一顆大質量恆星運行，其軌道平面跟視線平行。下圖為小質量恆星的徑向速度曲線。



下列哪項敘述是正確的？

(1) 小質量恆星的軌道週期為 500 天。

(2) 兩恆星之間的距離為 1.72 × 10^{11} m。

(3) 小質量恆星的質量為 1.61 × 10^{30} kg。

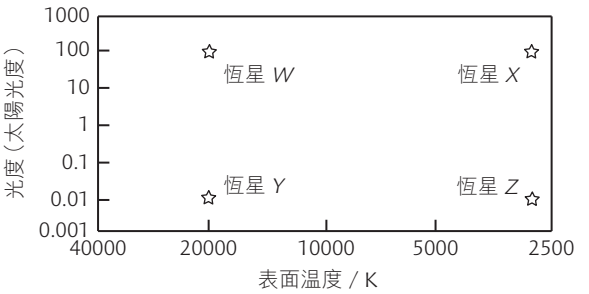
A. 只有 (1)

B. 只有 (3)

C. 只有 (1) 和 (2)

D. 只有 (2) 和 (3)

（第 11 和 12 題）下圖顯示恆星 *W*、*X*、*Y* 和 *Z* 的資料。



11. **HKDSE 2012** 下列哪些敘述是正確的？

(1) 就恆星 X 而言，紅光的強度較其他顏色的光高。

(2) 就恆星 *W* 而言，藍光的強度較其他顏色的光高。

(3) 恆星 *Z* 與恆星 *Y* 相比，其紅光的強度跟其他顏色的強度的比率較高。

A. 只有 (1) 和 (2)

B. 只有 (1) 和 (3)

C. 只有 (2) 和 (3)

D. (1)、(2) 和 (3)

12. **HKDSE 2012** 恆星 X 的吸收光譜可找到氫吸收譜線。這有甚麼結論可以得到？

(1) 恆星 *X* 主要的成分為氫氣。

(2) 在恆星 *X* 的外大氣層有氫氣。

(3) 與其他溫度相同的恆星相比，恆星 *X* 的氫氣豐度較低。

A. 只有 (1)

B. 只有 (2)

C. 只有 (1) 和 (3)

D. 只有 (2) 和 (3)

13. **HKDSE 2013** 恆星 *P* 和 *Q* 的光度相同。恆星 *P* 的亮度為恆星 *Q* 的 25 倍。我們可推斷出

A. *P* 的距離是 *Q* 的 5 倍。

B. *Q* 的距離是 *P* 的 5 倍。

C. *P* 的距離是 *Q* 的 25 倍。

D. *Q* 的距離是 *P* 的 25 倍。

14. **HKDSE 2014** 從一遙遠天體所發出氫光譜的紫色譜線 (410 nm) 出現藍移，即在觀察時波長好像短了 50 nm。從同一來源發出的紅色譜線 (656 nm) 觀察得到的波長為多少？

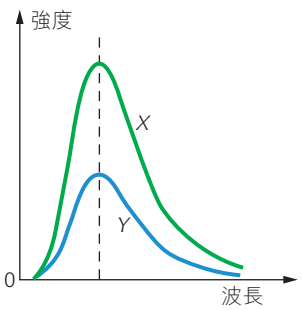
A. 576 nm

B. 606 nm

C. 706 nm

D. 736 nm

(第 15 和 16 題) 下圖顯示來自恆星 *X* 和 *Y* 的輻射的光譜，兩個光譜的峰處同一波長。〔編按：在恆星表面量度〕



15. **HKDSE 2014** 下列哪項敘述是正確的？

A. *X* 的表面溫度 > *Y* 的表面溫度

B. *X* 的表面溫度 < *Y* 的表面溫度

C. *X* 的表面溫度 = *Y* 的表面溫度

D. 所提供的資料不足以比較 *X* 和 *Y* 的表面溫度。

16. **HKDSE 2014** 下列哪項敘述是正確的？

A. 恆星 *X* 小於恆星 *Y*。

B. 恆星 *X* 大於恆星 *Y*。

C. 恆星 *X* 和 *Y* 的大小相同。

D. 所提供的資料不足以比較 *X* 和 *Y* 的大小

結構題

17. 昴宿星團（又稱七姊妹星團）是金牛座內一個耀目的疏散星團。星團的視差為 0.007 41″。

(a) 求昴宿星團與地球的距離，答案以光年表示。 (2 分)

(b) 若星團的角大小約為 2.1°，計算星團的實際大小，答案以光年表示。 (2 分)

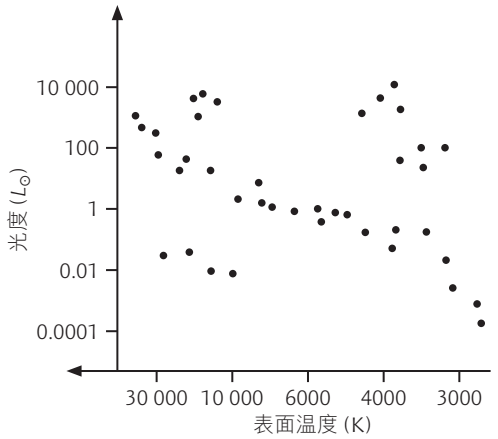
(c) 星團內的主要成員皆為 B 型主序星。比較這些恆星與太陽的光度、半徑和表面溫度。 (3 分)

(d) 昴宿六是星團內最光亮的恆星，其光度為太陽的 1400 倍，而表面溫度則約為 13 000 K。求昴宿六的半徑，答案以太陽半徑表示。 (2 分)

18. 下表列出恆星 W、X、Y 和 Z 的部分特性。

恆星	光度 / $L_\odot$	表面温度 / K	視星等
W	0.1	4000	12.6
X	1	6000	13.1
Y	1000	3000	18.7
Z	0.001	7500	10

(a) 草繪這些恆星在赫羅圖中的位置。四顆星屬於哪種恆星？ (4 分)



(b) 根據恆星與地球的距離，把恆星**由小至大**排列。哪顆恆星距離我們最遠？哪顆最近？試解釋你的答案。 (4 分)

(c) 求恆星 X 的半徑，答案以太陽半徑表示。 (2 分)

19. 大角星跟我們相距 36.7 ly，其光度約為 $170L_\odot$。

(a) 試指出兩個影響恆星光度的因素。 (2 分)

(b) 地球從大角星接收到的輻射強度是多少？ (2 分)

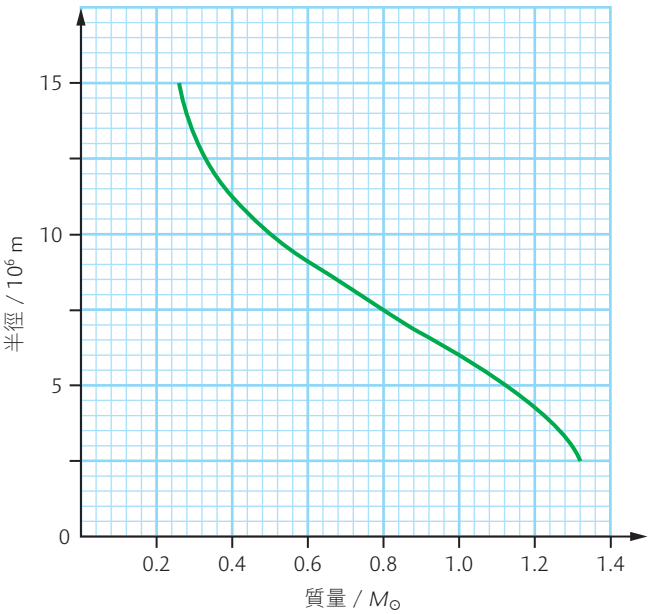
(c) 恆星的絕對星等 M、視星等 m 及距離 d（以秒差距為單位）的關係為

$$M = m - 5\log\left(\frac{d}{10}\right)$$

(i) 證明這個方程和絕對星等的定義（即假設恆星距離地球 10 pc 時所呈現的視星等）是一致的。 (1 分)

(ii) 若大角星的視星等為 –0.04，求大角星的絕對星等。 (2 分)

20. 白矮星是已經死亡的恆星，密度非常高。下圖顯示白矮星的質量和半徑的關係。



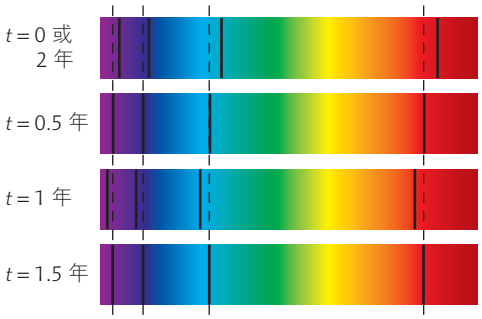
(a) 從圖中推斷質量較大的白矮星的密度較高還是較低。試解釋你的答案。 (2 分)

(b) 一顆質量為 $1M_\odot$ 的白矮星的光度為 $0.01L_\odot$。估算這顆白矮星的表面温度。 (2 分)

(c) 理論上，當一顆白矮星長時間放出輻射後，其表面温度和光度都會下降。如果 (b) 部的白矮星的光度降至 $0.001L_\odot$，其表面温度是多少？ (2 分)

(d) 估算白矮星表面的引力場強度。一個質量為 70 kg 的人，在白矮星表面的重量是多少？ (2 分)

21. 如下圖所示，一顆小質量恆星的光譜線展示週期性的多普勒頻移。圖中的虛線代表在實驗室所量得的光譜線位置。當光譜線出現最大的頻移時，$\Delta\lambda / \lambda = 2.00 \times 10^{-4}$。



(a) 試輔以簡圖，描述並解釋該恆星的軌道運動。 (4 分)

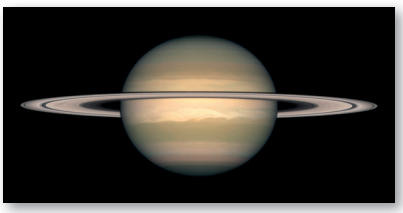
(b) 求該恆星的軌道速率。 (1 分)

(c) 草繪該恆星的徑向速度曲線，並在曲線中標示對應不同光譜的位置。 (3 分)

(d) 光譜中只顯示了一組光譜線，這表示該恆星正圍繞一個看不見的大質量天體運行，試估算這個天體的質量。 (2 分)

(e) 理論上，一個黑洞的質量應大於 $3M_{\odot}$。你認為這個看不見的天體有可能是黑洞嗎？試解釋你的答案。 (2 分)

22. 土星的環狀系統由許多冰塊團組成。假設土星環呈圓形，且環面與視線平行。



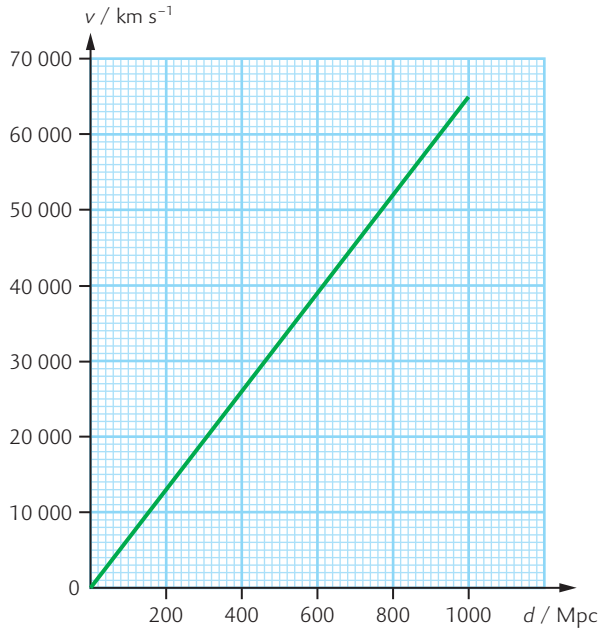
(a) 不同冰塊團與土星中心的距離各異。一名天文學家認為，利用多普勒效應可量度這些冰塊團的旋轉速率。試解釋提議如何實行。 (2 分)

(b) 若環面與視線成 20°角，對量度旋轉速率有何影響？試解釋你的答案。 (2 分)

(c) 旋轉速率和與土星中心的距離有何關係？試扼要解釋你的答案。 (2 分)

(d) 在距離土星中心 10^5 km 的位置上，天文學家發現，來自該處的光譜中，出現 $\Delta\lambda/\lambda = 6.49 \times 10^{-5}$ 的多普勒頻移（假設土星運動所引起的頻移已排除在外）。求土星的質量。 (2 分)

23. 下圖所示為數個星系的退行速度對星系距離的線圖。

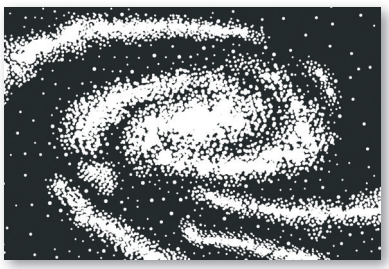


(a) 退行速度和星系距離有甚麼關係？ (1 分)

(b) 在 (a) 部提及的關係揭示了宇宙的哪項資料？ (2 分)

(c) 根據線圖資料找出哈勃常數。 (1 分)

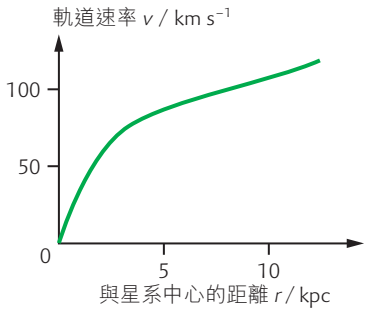
(d) 下圖所示為一個旋渦星系。星系的旋臂上有許多恆星和氣體，這些天體與星系中心的距離各異。一名天文學家量度這些恆星和氣體的光譜，發現所有光譜都出現紅移，但在星系中心右方出現的紅移比左方大。



(i) 試利用一個和宇宙的大空間標度有關的理由，解釋為甚麼所有光譜都出現紅移。 (2 分)

(ii) 為甚麼星系中心右方的光譜所出現的紅移比左方大？這告訴了我們哪些關於星系旋轉的資料？ (3 分)

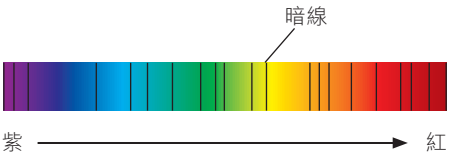
(iii) 當排除了因為星系的整體運動而出現的紅移後，天文學家得到如下圖般的星系旋轉曲線。



試指出一個原因，解釋為甚麼恆星的軌道速率會隨着與星系中心的距離增加。 (1 分)

24. OCR A-level 2825/01 Jan 2006

(a) 下圖顯示部分太陽光譜，當中有很多暗線。

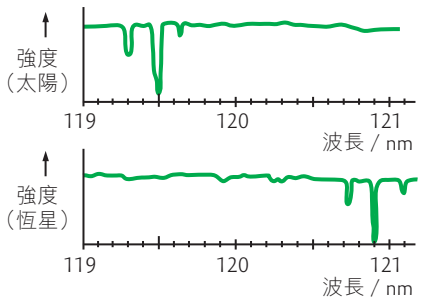


Q24a

(i) 試解釋暗線如何形成。 (2 分)

(ii) 你會如何利用光譜來確定恆星的成分？ (1 分)

(b) 下圖顯示兩個強度對波長的線圖，其中一個對應太陽光譜的一部分，另一個則對應一顆遙遠恆星的光譜的同一部分。



Q24b

(i) 試解釋遙遠恆星的運動，如何導致強度極小值出現於不同波長的位置。 (2 分)

(ii) 利用圖 b 計算該恆星的速度。 (4 分)

25. OCR A-level 2825/01 Jan 2008

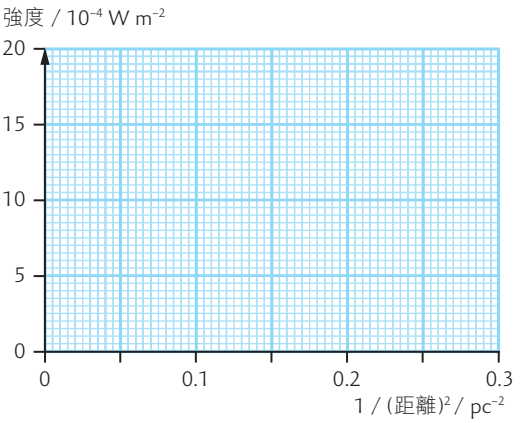
(a) 何謂一顆恆星的**視星等**？ (2 分)

(b) 下表列出四顆恆星和地球的距離 d，以及地球從這四顆恆星接收的的輻射強度 I。其中兩顆恆星的 $1 / d^2$ 已知。

恆星	I / 10^{-4} W m^{-2}	d / pc	$\frac{1}{d^2}$ / pc^{-2}
W	16.1	2.1	0.23
X	7.9	3.0	0.11
Y	4.9	3.8	
Z	3.4	4.6	

(i) 試完成上表最後一欄。 (1 分)

(ii) 利用下圖的軸線，繪畫 I 和 $1/d^2$ 的關係線圖。 (2 分)



(iii) 假設 I 和 d 的關係為 $I = k / d^2$，試利用線圖找出常數 k，並為 k 擬出適當的單位。 (3 分)

(c) (i) 利用 (b)(iii) 的強度方程和你計算出的 k 值，寫下 log (I) 的表達式。log (I) 的表達式需以 d 來表示。 (2 分)

(ii) 恆星的視星等 $m = -2.5 \log(I) + a$，當中 a 為常數。於 log(I) 的表達式中，運用代數法證明恆星的視星等亦可以表達為 $m = 5 \log(d) + b$，當中 b 是另一個常數。 (2 分)

(d) 若恆星 W 的視星等為 3.0，求恆星 W 的絕對星等。 (2 分)

26. HKDSE 2012

(a) 設 R_S、T_S 和 L_S 為太陽的半徑、表面溫度和光度而 R、T 和 L 為某恆星的半徑、表面溫度和光度。

(i) 證明 $R = \left(\frac{T_S}{T}\right)^2 \left(\frac{L}{L_S}\right)^{\frac{1}{2}} R_S$。 (2 分)

(ii) 獵戶座參宿四是一顆恆星，它的表面溫度為 3650 K，而其光度是太陽的 126 000 倍。求參宿四的半徑，以 R_S 表達。取太陽的表面溫度為 5780 K。 (2 分)

(b) (i) 參宿四的距離據估算為 197 pc，而該距離對應於 (a)(ii) 部所提供的光度。於 2008 年其距離測定為 197 ± 45 pc。不需計算出其實際數值，解釋當取該測定距離的上限時，在 (a)(ii) 求得的參宿四半徑會怎樣改變？參宿四於這距離可當作點光源，並向各方均勻地發光。 (2 分)

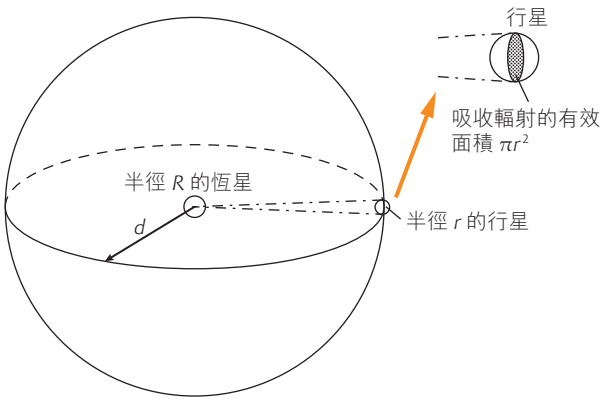
(ii) 提出**一個**原因說明為何難以用視差法準確量度參宿四的距離。 (1 分)

(c) 在 2011 年，有媒體報道當參宿四發生超新星爆炸時（即完成其恆星生命程），在數星期內參宿四在天空上會好像「第二個太陽」。參考下述資料，將參宿四的超新星爆炸與太陽兩者的亮度相比較，解釋這現會否成真。

「一顆與參宿四質量相若的恆星經歷超新星爆炸時，在同一時段內能放出比太陽強 10^9 倍的光度，而大約 1% 爆炸的功率會轉化成可見光。取參宿四的距離為 200 pc。」 (3 分)

27. HKDSE 2014

(a) 一半徑 r 和表面溫度 T_s（單位 K）的恆星向各方發射輻射。一半徑 r 的行星於距離 d 的軌道繞這恆星運動，而 d 遠較 R 和 r 大。設恆星和行星兩者皆表現為黑體。



圖不依比例繪製

(i) 取行星吸收從恆星所發射的有效面積為 πr^2，證明行星所吸收的功率為 $\pi\sigma\left(\frac{rR}{D}\right)^2 T_s^4$，其中 σ 為斯特藩常數。假設行星是一個理想的輻射吸收體。 (2 分)

(ii) 如果行星只吸收能量，它的溫度會不斷上升。但這情況不會發生，因為行星吸收能量時亦會輻射出能量從而維持平衡狀態。證明行星的平衡表面溫度為 $T_p = \sqrt{\frac{R}{2d}}\, T_s$。 (2 分)

(b) 一顆名為開普勒 22b 的行星被發現繞着一顆類太陽恆星運動，軌道半徑為 0.84 AU (1 AU = 1.50×10^{11} m)。恆星的半徑為 6.82×10^8 m，而其表面溫度為 5518 K。

(i) 利用 (a) 部的結果估算開普勒 22b 的平衡表面溫度。 (2 分)

(ii) 一般認為液態水是行星上有否生物存活的關鍵。於在 (b)(i) 部所得的資料，解釋開普勒 22b 行星是否適合生物存活。 (2 分)

(iii) 如果開普勒 22b 以相同的軌道半徑繞一顆 K 等恆星運動，而非繞着一顆屬於 G 等的類太陽恆星，它的平衡表面溫度會增加、減少還是保持不變？試寫出你的理據。已知：星等的次序為 O B A F G K M。 (2 分)