

教育部八十學年度高級中學地球科學 實驗能力競賽全國決賽試題及解答

國立成功大學地球科學系提供

地質（附標本①～⑫）

一、1～5題“認識古生物”

1. (甲) 標本①及①' 殼壁上的裝飾紋（線條）稱為什麼？
(乙) 何者之裝飾紋較複雜？
(丙) 因此可推論那一隻標本指示的地質年代較老？
2. (甲) 標本②及②' 是否為同一類？
(乙) 它們稱為什麼？
(丙) 它們指示的地質年代為何？
3. (甲) 標本③及③' 中那一隻不是化石？
(乙) 它們屬於軟體動物內中之那一類？
(雙神經綱、掘足綱、頭足綱、斧足綱及腹足綱，五選一)
4. (甲) 切片標本④上像米粒的化石稱為什麼？
(乙) 為何切面有時呈橢圓形，有時略呈圓形？
5. (甲) 標本⑤為單體珊瑚或群體珊瑚？
(乙) 若它是原地的，則可指示沈積環境為海相或陸相？

二、6～8題“認識岩石”

6. (甲) 標本⑥具備了什麼特徵？
(乙) 所以它屬於三大岩類中之那一種？

7. (甲) 標本⑦屬於三大岩類中之那一種？_____

(乙) 在垂直剖面上所見的黑白相間的岩石構造稱為什麼？

8. (甲) 標本⑧屬於三大岩類中之那一種？_____

(乙) 在垂直剖面上所見的黃褐相間的岩石構造稱為什麼？

(丙) 此岩石的特徵為何？_____

三、9~12題“認識礦物”

9. 標本⑨中，粗粒狀的透明礦物以什麼為主？_____

10. (甲) 標本⑩中粉紅色的礦物稱為什麼？_____

(乙) 其中點綴的一些細粒至粗粒透明礦物稱為什麼？

11. (甲) 標本⑪上閃亮礦物稱為什麼？_____

(乙) 此粉紅色礦物有無解理？_____

12. 標本⑫有幾個方向的解理？_____

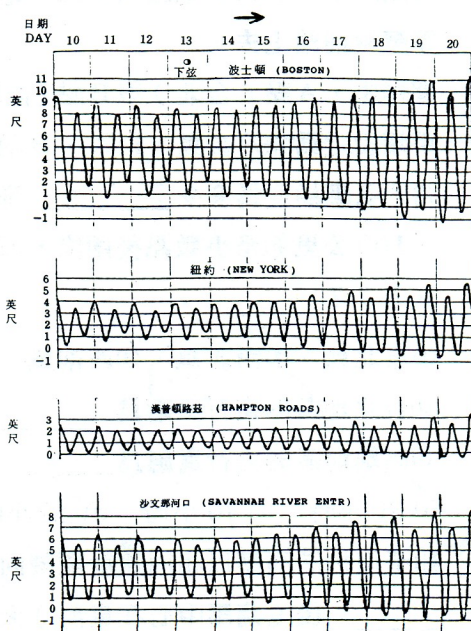
海洋

一、在某一深海區域每一年每1平方公分(cm^2)上，沈積了 3×10^{-4} 克的沈積物，則在1000年內此區域沈積物沈積了幾公分？(假設沈積物之平均密度為1.5克/立方公分)

二、圖(一)為美國四個地區之潮汐與日期之關係圖：

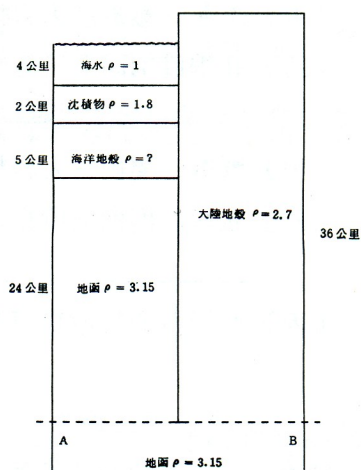
(一) 請仔細觀察四地區的潮汐變化有什麼相同之處？(歸納寫出兩點)

(二) 又請問(1)何處潮差最大，(2)何處最小？



圖(一)

三、(1)大陸地殼與海洋地殼均浮於地函上，其厚度與密度 (ρ ，單位為 g/cm^3)，如圖(二)所示其中僅海洋地殼之密度不知。AB面為一假想面其上所受壓力相等。如符合地殼均衡學說則海洋地殼密度為多少？(必須列出計算公式)。(2)並請說明組成海洋地殼的岩石為何？



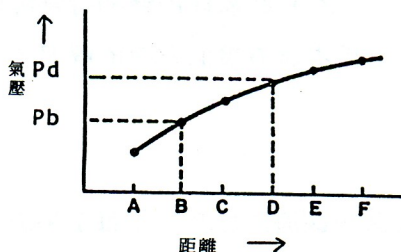
圖(二)

氣象

一、氣壓梯度、風與天氣

實驗器材：圓規、直尺、鉛筆、天氣圖

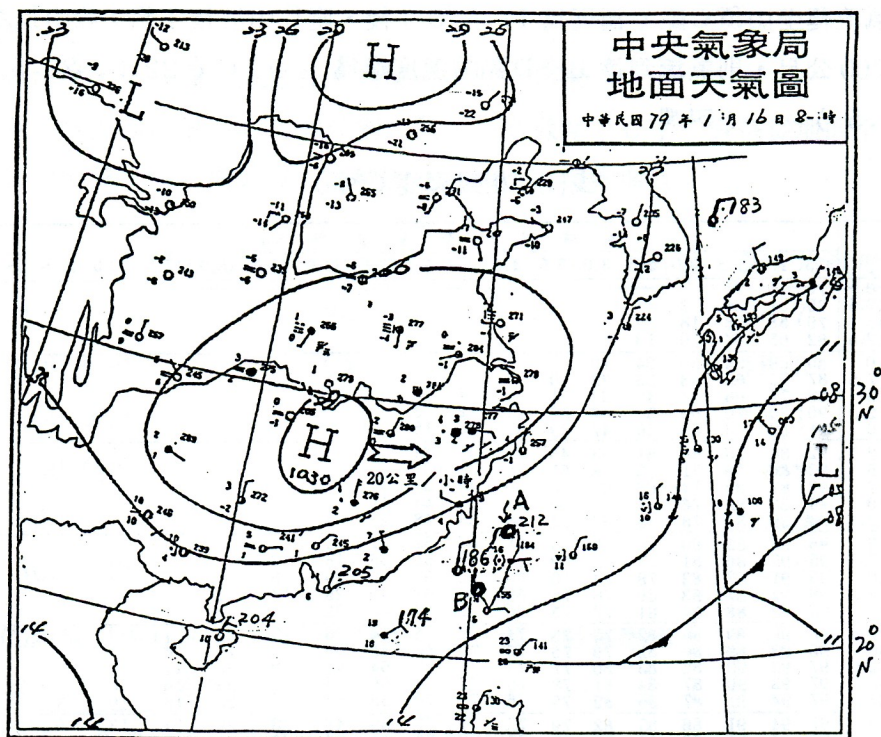
1. 圖(三)中，B、D兩點間的氣壓梯度，如以式子表示則為_____
2. 將圖(四)中，1017毫巴與1020毫巴等壓線補繪上去。
3. 圖(四)中，A點(台北)與B點(高雄)距離設定為450公里，則A、B兩點間的氣壓梯度為多少_____毫巴/100公里(至小數點後兩位，四捨五入)？



圖(三)

4. : ①東北風 ②西北風 ③西南風 ④東南風
(a)台北地區的盛行風應為_____？(四選一)
(b)高雄地區的盛行風應為_____？(四選一)
5. : ①30小時 ②40小時 ③45小時 ④50小時

如華南地區高壓以相同速度繼續向東移動，則台灣東北部及北部地區最快要在_____後(高壓中心在東海)天氣可能好轉？(四選一)

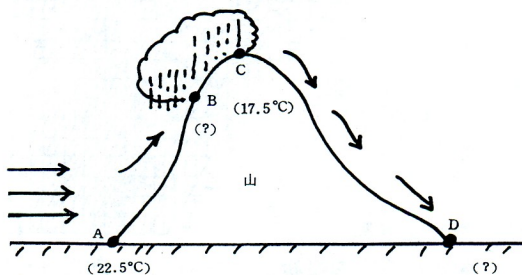


圖(四) (每緯度約為 110 公里)

二、相對濕度與絕熱變化

實驗器材：直尺、圖表、鉛筆

6. 如圖(五)，在A地測得乾球與濕球的溫度分別為 22.5°C 與 20°C ，參考表(一)及圖(六)，相對濕度應為 _____ % (75, 80, 85, 90)，
露點 _____ $^{\circ}\text{C}$ (17.5, 18.0, 18.5, 19.0)。 (均四選一)
7. 當氣流上升至B點，則空氣中水汽開始達到飽和而成雲，假設凝結的水滴全部降落山區，則B點的溫度為 _____ $^{\circ}\text{C}$ (17.5, 18.0, 18.5, 19.0)。 (四選一)
(提示：乾絕熱直減率為 $10^{\circ}\text{C} / \text{km}$)

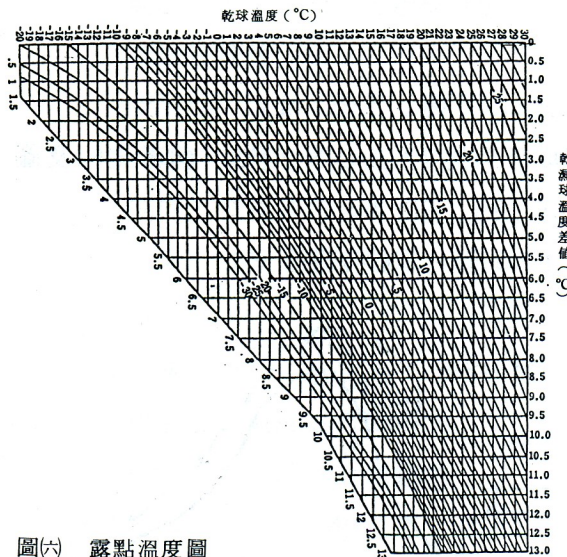


圖(五)

8. 當氣流爬至山頂C點(溫度為 17.5°C)後,直往山坡後下衝,設山頂離地表高為700公尺,則氣流到達山後D點的溫度應為____ $^{\circ}\text{C}$ (22.5, 23.5, 24.5, 25.5)。(四選一)

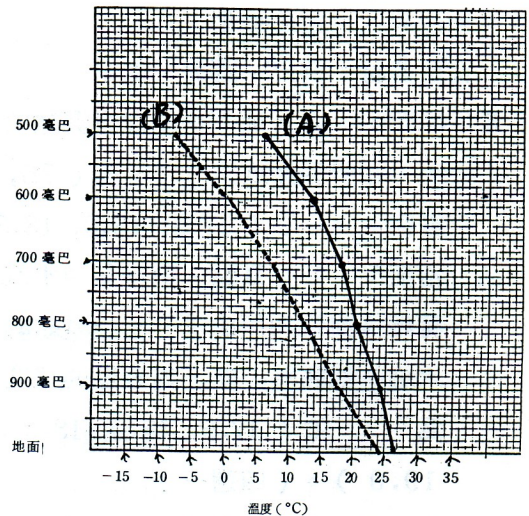
表(-) 相對濕度(%)

		乾球與濕球溫度差($^{\circ}\text{C}$)															
		0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	7.5	10.0	12.5	15.0	17.5	20.0
空氣(乾球)溫度($^{\circ}\text{C}$)	-20	70	41	11													
	-17.5	75	51	26	2												
	-15	79	58	38	18												
	-12.5	82	65	47	30	13											
	-10	85	69	54	39	24	10										
	-7.5	87	73	60	48	35	22	10									
	-5	88	77	66	54	43	32	31	11								
	-2.5	90	80	70	60	50	42	37	22	12							
	0	91	82	73	65	56	47	39	31	23	15						
	2.5	92	84	76	68	61	53	46	38	31	24						
	5	93	86	78	71	65	58	51	45	38	32	1					
	7.5	93	87	80	74	68	62	56	50	44	38	11					
	10	94	88	82	76	71	65	60	54	49	44	19					
	12.5	94	89	84	78	73	68	63	58	53	48	25	4				
	15	95	90	85	80	75	70	66	61	57	52	31	12				
	17.5	95	90	86	81	77	72	68	64	60	55	36	18	2			
	20	95	91	87	82	78	74	70	66	62	58	40	24	8			
	22.5	96	92	87	83	80	76	72	68	64	61	44	28	14	1		
	25	96	92	88	84	81	77	73	70	66	63	47	32	19	7		
	27.5	96	92	89	85	82	78	75	71	68	65	50	36	23	12	1	
	30	96	93	89	86	82	79	76	73	70	67	52	39	27	16	6	
	32.5	97	93	90	86	83	80	77	74	71	68	54	42	30	20	11	
	35	97	93	90	87	84	81	78	75	72	69	56	44	33	23	14	1
	37.5	97	94	91	87	85	82	79	76	73	70	58	46	36	26	18	6
	40	97	94	91	88	85	82	79	77	74	72	59	48	38	29	21	13
	42.5	97	94	91	88	86	83	80	78	75	72	61	50	40	31	23	16
	45	97	94	91	89	86	83	81	78	76	73	62	51	42	33	26	18
	47.5	97	94	92	89	86	84	81	79	76	74	63	53	44	35	28	21
	50	97	95	92	89	87	84	82	79	77	75	64	54	45	37	30	23



圖(六) 露點溫度圖

斜線為露點溫度線(從 -30°C 至 29°C)，
橫座標為乾球溫度(-20°C 至 30°C)，
縱座標為乾濕球溫度差值(0°C 至 13°C)。



圖(七) 橫座標為溫度,縱座標為等壓面,
(A)曲線用實線,(B)曲線用虛線。

三、颱風

實驗器材：天氣圖、方格紙、圓規、直尺、鉛筆

9. 表(二)為(A)颱風眼中心及(B)外圍大氣的平均溫度($^{\circ}\text{C}$)，資料從地面至500毫巴，試利用所附方格紙圖(t)，繪製(A)及(B)的垂直溫度曲線。

表(二)

	(A)颱風眼中心平均溫度($^{\circ}\text{C}$)	(B)外圍大氣平均溫度($^{\circ}\text{C}$)
地 面	26.5	24.7
900 毫巴	24.5	18.3
800 毫巴	20.7	13.1
700 毫巴	18.2	7.9
600 毫巴	14.0	1.0
500 毫巴	6.0	-7.5

10. (A)颱風眼中心與(B)外圍大氣溫差最大在那一層等壓面？

答：_____毫巴

11. (A)區大氣溫度高的最主要原因是什麼？答：_____

①下降氣流，②潛熱釋放，③以上二者皆是，④以上二者皆非。(四選一)

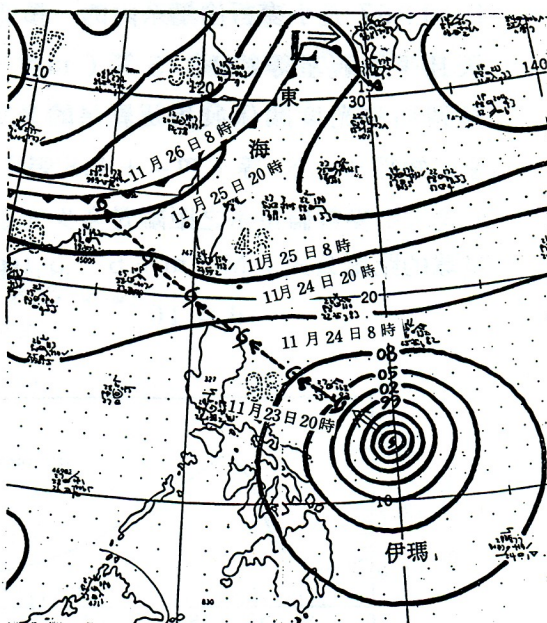
12. 利用圖(六)地面天氣圖，颱風伊瑪的暴風半徑為500公里，正以每小時25公里的速度向西北進行，試在所附天氣圖圖(六)上，每隔12小時，描繪未來三天(至11月26日上午8時)的行徑軌跡。

13. 若颱風伊瑪進行方向不變，則台北地區將在何時進入暴風圈？

(三選一)

- ① 24日傍晚以後
② 25日傍晚以後
③ 26日清晨

答：_____



圖(六) 70年11月23日上午8時地面天氣圖
(每緯度約為110公里)

天文

一、研究宇宙的主要工具是望遠鏡，請問

1. 望遠鏡的主要功能有那三項？
2. 就大家所熟悉的光學望遠鏡而言，詳細說明並比較這三項功能對購買及使用望遠鏡時有何重要意義？

二、要了解宇宙需知道天體的光度、距離、溫度、大小、質量、密度、速度和組成等；但是實際上距離和質量的量測非常重要及困難，請就高中地球科學教材內容討論

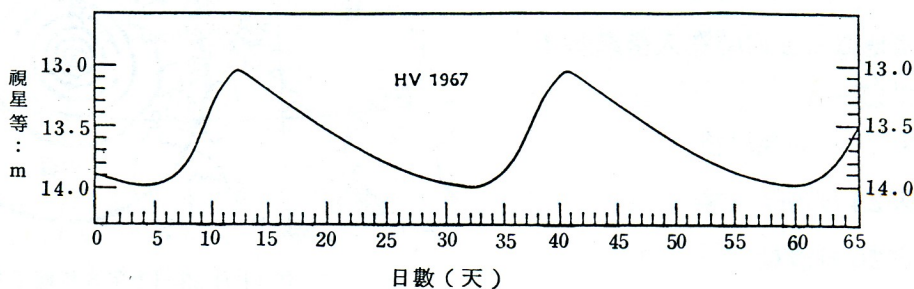
1. 星球質量如何較精確量得？知道星球質量有何重要意義？
2. 宇宙大小的量測是由近而遠漸漸往外量測出去，但由於愈遠的天體其距離測量的精確度愈差，因此若近距離測量不夠精確，則將造成我們對宇宙大小的了解有失之毫厘差之千里之憾。
 - a. 請就本銀河系內太陽鄰近星球距離、較遠的星團距離及鄰近星系的距離量測方法詳細說明。
 - b. 較遠的星系距離又如何測量呢？最後宇宙的大小又如何估算出呢？

三、如您尚有時間，請從下面提供之資料估算小麥哲倫星系之距離（參考高中地球科學教材第四冊造父變星週期和光度關係之應用）。

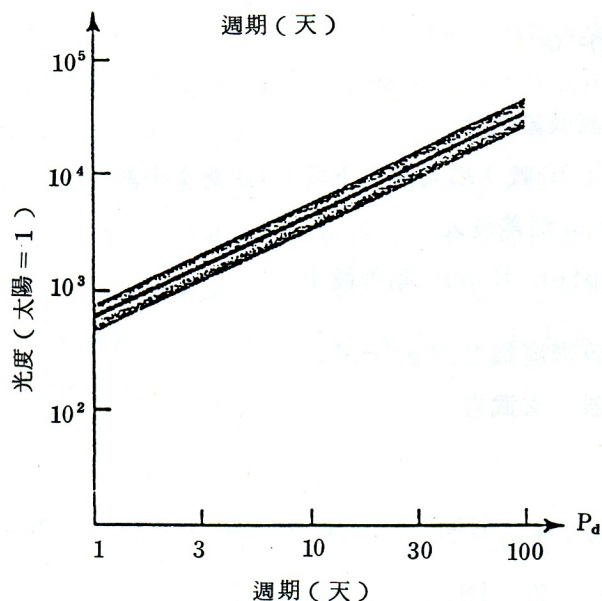
HV 1967 是小麥哲倫星系內的一顆造父變星，由觀測發現它的變光週期約28.5天且平均視星等約13.5等（ $m = +13.5$ 等，參考圖(九)，從圖(十)造父變星週期和光度關係發現這顆星的光度約為太陽的10000倍，而太陽的絕對星等已知為+4.8等（ $M = +4.8$ 等），請先(一)算出該星球的絕對星等(二)再依距離公式求小麥哲倫星系之距離是多少光年。

星球的距離公式： $M = m + 5 - 5 \log d$

$$d = 10^{(m - M + 5) / 5} \quad (\text{單位：秒差距})$$



圖(九)



圖(十) 造父變星的週期與光度的關係，由此關係只要量到變化週期便可求得光度，而再與亮度比較，最後可得到變星的距離。

解答

- 地質一、 1. (甲) 縫合線 (乙) ① (丙) ①
 2. (甲) 是 (乙) 三葉蟲 (丙) 古生代(寒武紀)
 3. (甲) ③ (乙) 腹足綱
 4. (甲) 有孔蟲 (乙) 切法不同
 5. (甲) 單體 (乙) 海相
- 二、 6. (甲) 葉理 (乙) 變質岩
 7. (甲) 變質岩 (乙) 層理
 8. (甲) 沈積岩 (乙) 層理 (丙) 化石
- 三、 9. 石英
 10. (甲) 正長石 (乙) 石英
 11. (甲) 白雲母 (乙) 有
 12. 3個

海洋：

一、0.2 公分 / 10^3 年

二、答：(一)(1)每天高低潮兩次

(2)初一(20號)為大潮，下弦(13號)小潮

(二)(1) Boston 潮差最大

(2) Hampton Roads 潮差最小

三、答：(1)海洋地殼密度為 2.8 g/cm^3

(2)海洋地殼：玄武岩

氣象：

一、1. $\frac{P_d - F_b}{D - B}$ 2. 省略 3. 0.93 4. (a)① (b)① 5. ②

二、6. 80, 18.5 7. 18.5 8. 24.5

三、9. 如圖(七) 10. 500 11. ③ 12. 如圖(八) 13. ①

天文：

一、

1. 答：望遠鏡的主要功能有下列三項

(參考高中基礎地球科學第十二章第二節和高中地球科學第四冊第一章第二節)：

(1) 聚光力(light-gathering power)：和直徑平方(D^2)成正比

(2) 解析力(resolving power)： $\alpha = 1.22 \frac{\lambda}{D} \text{ (rad)}$

$$\text{or } \alpha = \frac{11.6}{D(\text{cm})} (")$$

(3) 放大力(magnifying power)： $m = \frac{F_o}{F_e}$

即物鏡焦長和目鏡焦長之比

2. 答：望遠鏡最大的優點就是它的聚光力，因為大多數的有趣天體都很微暗，需要望遠鏡來會聚更多的光；而一個望遠鏡口徑愈大則聚光力愈強。望遠鏡的第二個能力是指它的解析力，它代表望遠鏡所能最詳細鑑別的能力；由於每個鏡面都有繞射極限，鏡面愈大則繞射條紋愈小，所以口徑愈大的望遠鏡也就有更好的

解析力。但實際上除了望遠鏡本身的解析力外，尚要考慮鏡片的質地及大氣狀況，這兩者也會影響望遠鏡實際所看的解析力，尤其是大氣擾動所造成的視相對於大望遠鏡的解析力影響最大。第三種能力則是放大力，也就是影像放大的能力；由於影像的品質主要受限於視相及解析度，所以有時非常高倍率的放大也不能讓影像更清晰；另外放大倍數也可借由改變目鏡的焦距來調整。通常天文學家都以口徑來辨認望遠鏡而不以倍數來評定，因為口徑已決定了一個望遠鏡的聚光能力及解析力了。購買望遠鏡應就上述基本原則配合個人之使用目的地及經費預算來考慮。

二、

1. 答：（參考高中基礎地球科學第十二章第三節之二和高中地球科學第四冊第三章第二節之二）：

實際上星球質量的量測非常困難，由其是單星更無法直接測量其質量。精確的星球質量測量只在視雙星或緊密雙星系統上可由刻卜勒第三定律求得；由雙星系統求得的星球精確質量及其光譜型態的關係可告訴我們其它相似光譜型態的單星質量。在天文學的領域裡，星球質量的精確量測可提供研究星球演化模型的天文物理學家們檢驗實際觀測結果並修正其星球演化模型直至正確為止之依據；有了正確的星球演化模型，我們才能了解星球一生所呈現的狀態並進而了解整個星系及宇宙演化的情形。

- 2 a. 答：太陽鄰近星球距離在三百光年以內的可由三角視差法量得（參考高中基礎地球科學第十二章第三節之一），較遠的星團及鄰近星系則可應用由三角視差法量測範圍內已知距離的脈動星所求得的光度和變光週期關係（如造父變星，高中地球科學第四冊第三章第一節之二）配合所觀測的脈動星光度變化週期來估算其絕對光度，並從絕對光度所得的絕對星等及觀測所得的視星等依距離公式（ $M = m + 5 - 5 \log d$ ）求得該星團或星系的距離，而其極限則決定於變星可被觀測到的最遠距離。

- 2 b. 答：較遠星系的距離得由赫伯定律（ $v = H_0 r$ ）來求得，因依宇宙霹靂大爆炸的理論，愈遠的星系離開我們的速度愈快，而星系離開我們的速度可由星系光

譜紅位移算出。但先決條件赫伯常數 (H_0) 的獲取需由已知距離之鄰近星系及其紅位移關係來決定，而較近星系距離之測定除了上述造父變星外，尚可利用星系中最亮的紅巨星或藍巨星的平均絕對星等、超新星甚或球狀星團的平均絕對亮度來驗證；最後宇宙的大小及年齡則可由赫伯常數估算出（參考高中地球科學第四冊第四章第二節）。

三、答：(一)、先計算該造父變星的絕對星等：

從圖二造父變星週期和光度關係發現這顆星的光度約為太陽的 10000 倍，換算為星等的話它比太陽亮十個星等，而太陽的絕對星等已知為 +4.8 等，所以該星球的絕對星等 $M = 4.8 - 10 = -5.2$ 等。

(二)、星球的距離公式： $M = m + 5 - 5 \log d$

$$d = 10^{(m-M+5)/5} \quad (\text{單位：秒差距})$$

小麥哲倫星系之距離為：

$$d = 10^{(m-M+5)/5} = 10^{[13.5 - (-5.2) + 5]/5} = 10^{4.74}$$

$$= 54954 \quad (\text{單位：秒差距})$$

$$= 54954 * 3.26 = 179150 \quad (\text{單位：光年})$$