

# 教育部八十四學年度高級中學地球科學 能力競賽試題及參考解答

國立成功大學地球科學系提供

## 壹、試題部份

### 一、地質學試題 (25%)

試題說明：

圖1為二疊紀長身貝(一種腕足動物)的生態復元圖,它具有二個介殼,一大一小。殼由碳酸鈣及碳酸鎂組成,但它形成化石後,可能為當地地下水帶來的二氧化矽取代。

利用此種特性,我們將產該化石之二疊紀石灰岩質地層岩塊,浸泡在稀鹽酸中幾天,以便獲得連“刺”都完整保存的長身貝化石(如圖2表示)。至於圖2為何將甲乙丙三隻長身貝化石均各自拍攝成對照片,則是希望你將袖珍型立體鏡(圖3)置於其上,以便收到化石立體化之效果。

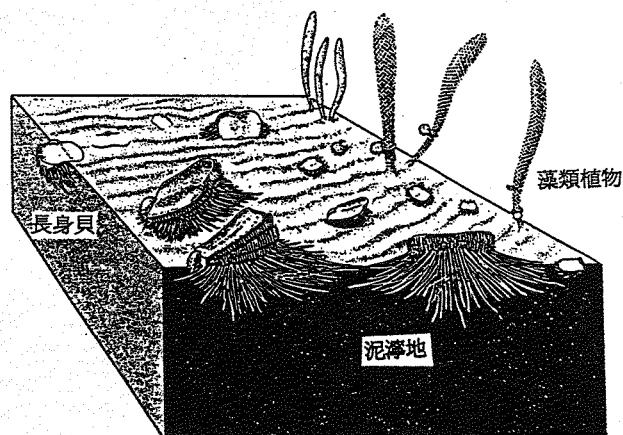


圖1 長身貝化石生態復元圖

參考圖1回答下列問題：

- (1) 長身貝活著的時候,以那一介殼較接近海底? \_\_\_\_\_ (大或小) (1分)
- (2) “刺”大都長在那一介殼上? \_\_\_\_\_ (大或小) (1分)
- (3) 長身貝之所以全身長滿刺或小長身貝爬到藻類植物上,可以獲得什麼好處? \_\_\_\_\_ (2分)
- (4) 說明為何用稀鹽酸浸泡,可以獲得完整化石? (2分)

參考立體化之圖2,回答下列問題：

- (5) 以那一隻化石標本之殼的破洞最大? \_\_\_\_\_ (甲、乙、丙三選一) (1分)

- (6) 承上題，殼之破洞存在於那一介殼上？\_\_\_\_\_

(大或小)

(1分)

- (7) 承上題，從破洞中你看到那一介殼之內面？\_\_\_\_\_

(大或小)

(1分)

- (8) 造成介殼上有大小破洞之原由可能為何？\_\_\_\_\_

(2分)

- (9) 除水平二翼的刺朝外伸張外，那一隻化石標本，其介殼下半身的刺，背向觀察者？\_\_\_\_\_ (甲、乙、丙三選一)

(1分)

- (10) 如果要求乙標本應從它小介殼那一面觀察起，則它之刺的伸張方向，會朝向或背向觀測者？\_\_\_\_\_ (二選一) (1分)

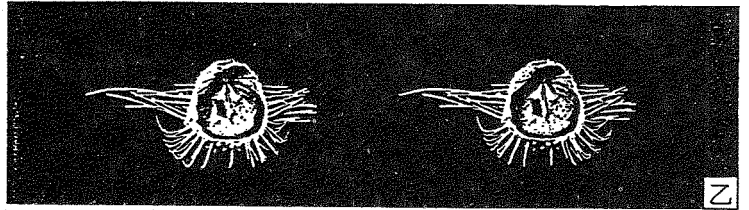
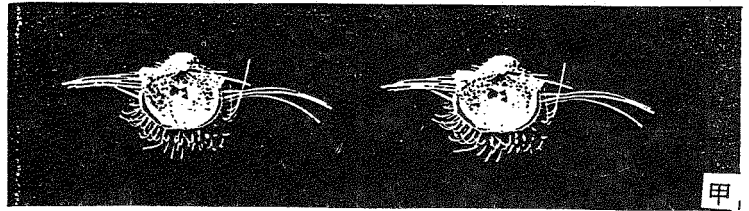


圖 2 甲、乙、丙三幅成對照片，分別代表甲、乙、丙三隻長身貝化石

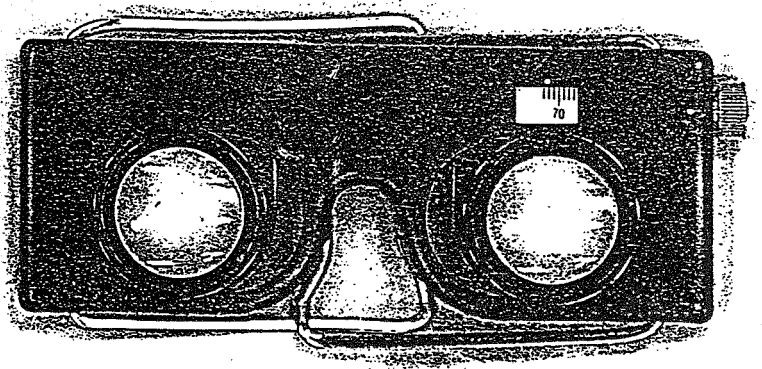


圖 3 袖珍型立體鏡

綜合圖 1 及立體化之圖 2，回答下列問題：

- (11) 長身貝的大小介殼，那一介殼之曲率半徑較小？\_\_\_\_\_ (大或小) (1分)

(12) 長身貝二介殼之凸凹度之描述應為什麼？(1分)

- 雙凸   平凸   凹凸 

(13) 繪圖說明長身貝的對稱情形？(2分)

(14) 承上題，指出長身貝之對稱與蚌類的對稱，最大不同之處？(2分)

(15) 二疊紀屬於那一地質時代？(1分)

- 古生代  中生代  新生代

(16) 另舉出代表二疊紀的標準化石二種？

\_\_\_\_\_ (2分) \_\_\_\_\_ (2分)

(17) 猜想長身貝的內莖會生長在那一介殼上？\_\_\_\_\_ (大或小) (1分)

## 二、海洋學試題 (25%)

### 海水鹽度之測定

(一) 實驗時間：50分鐘

(二) 實驗目的：鑑定海水中鹽的含量

(三) 實驗材料：

1. 20 cc棕色有刻度吸管兩支及安全吸球。
2. 50 cc棕色有刻度滴管一支。
3. 100 cc.有刻度量筒一個。
4. 50 cc.燒杯 10 個、100 cc.燒杯 5 個。
5. 電動天平一個，準確度至 0.001 gm。
6. 硝酸銀溶液 (硝酸銀 1.6984 gm 溶於 1 公升水中) 1 公升裝在棕色或不透光瓶中。(每一組只要 20 cc.)
7. 鉻酸鉀溶液 (鉻酸鉀 3.5 gm 溶於 1 公升水中) 1 公升。(每一組只要 20 cc.)
8. NaCl 10 gm。
9. 海水 50 cc。
10. 方格紙。
11. 尺。
12. 元素週期表。
13. 蒸餾水。

14. 細口吸管及吸球。

(四) 實驗步驟：

1. 量取 NaCl 1.7 gm、1.75 gm 和 1.8 gm，溶於 50 cc 水中，製成氯度分別為 18.82 ‰、19.374 ‰ 和 19.927 ‰ (鹽度 34 ‰、35 ‰、36 ‰) 的標準溶液 A、B、C。
2. 取硝酸銀溶液 20 cc 於滴管中。
3. 將標準溶液稀釋為 5 ‰ (1 份溶液，19 份水)，A'、B'、C' 三份。
4. 取稀釋液 10 cc 加入 10 滴鉻酸鉀溶液，後置於滴管下滴定，直至顏色由黃轉紅即刻停止。
5. 記下三次滴定之硝酸銀容量， $V_A$ 、 $V_B$ 、 $V_C$ 。
6. 以氯度為縱座標，滴定之硝酸銀容量為橫座標，作圖，三點以線相連。
7. 將海水稀釋至 5 ‰ 後，取稀釋液 10 cc 加上 10 滴鉻酸鉀溶液，再置於滴管下，滴下硝酸銀溶液，直到顏色轉紅為止。所滴之容量為  $V$ 。
8. 將  $V$  在所繪圖中，找出其氯度含量，再用下式換算海水鹽度含量。
9. 鹽度 ‰ =  $0.030 + 1.805 \times \text{氯度 ‰}$

(五) 討論：

1. 硝酸銀濃度是多少 N？
2. 實驗過程中應注意之事項有那些？
3. 請繪出熱帶大洋中海水鹽度隨海水深度之變化圖。

三、氣象學試題 (25 ‰)

1. 風向與氣壓高低的關係 (每小題 4 分，計 12 分)

(一) 實驗目的：根據地轉風關係，以確定風向與氣壓分佈。

(二) 實驗材料：紙筆。

(三) 實驗項目：試繪圖以確定：

(1) 觀測場之風標箭頭指向東北方時，是吹( )風。

(2) 吹東風時，高氣壓在( )方，低氣壓在( )方，氣壓相同者在( )方與( )方。(註：東、西、南、北)

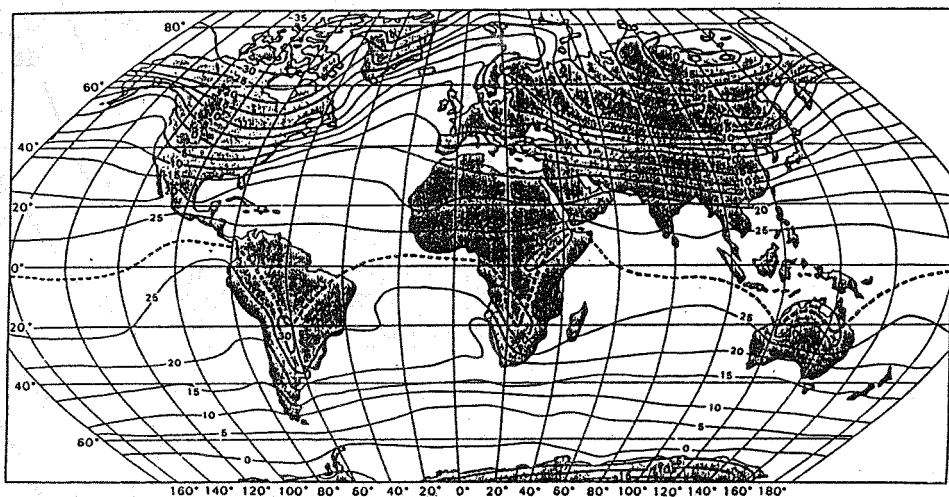
(3) 吹強烈北風時之南北氣壓差( )於吹微弱北風時之南北氣壓差；吹強烈北風時之東西氣壓差( )於吹微弱北風時之東西氣壓差。

2. 地面氣溫的判讀 (每空格 2 分，計 28 分)

(一) 實驗目的：根據地面一月平均氣溫分佈圖(°C)，分析各地氣溫差異。

(二) 實驗材料：

- (1) 地面一月平均氣溫圖(圖一)。
- (2) 鉛筆。
- (3) 量尺。



圖一

(三) 實驗項目：試利用圖一，確定：

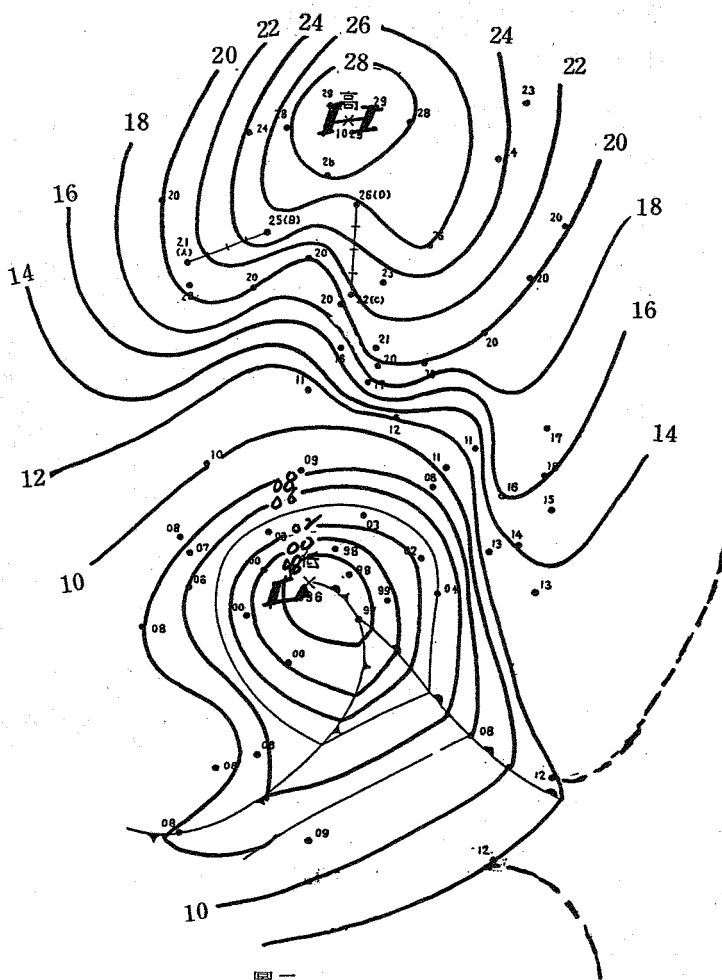
- (1) 陸上最低溫出現在( )，為( )°C。
- (2) 陸上最高溫出現在( ) ( ) ( ) ( )，為( )°C。
- (3) 60° N最低溫出現在( )，約為( )°C；最高溫出現在( )，約為( )°C。
- (4) 平均而言，北半球之南北溫差較南半球者為( )。
- (5) 平均而言，北半球陸上溫度較海上溫度為( )，南半球陸上溫度較海上溫度為( )。

### 3. 等壓線分析 (20分)

(一) 實驗目的：由各測站觀測之海平面氣壓值(百帕，兩位數者為千位與百位省略)，分析等壓線，以辨識高低壓系統。

(二) 實驗材料：

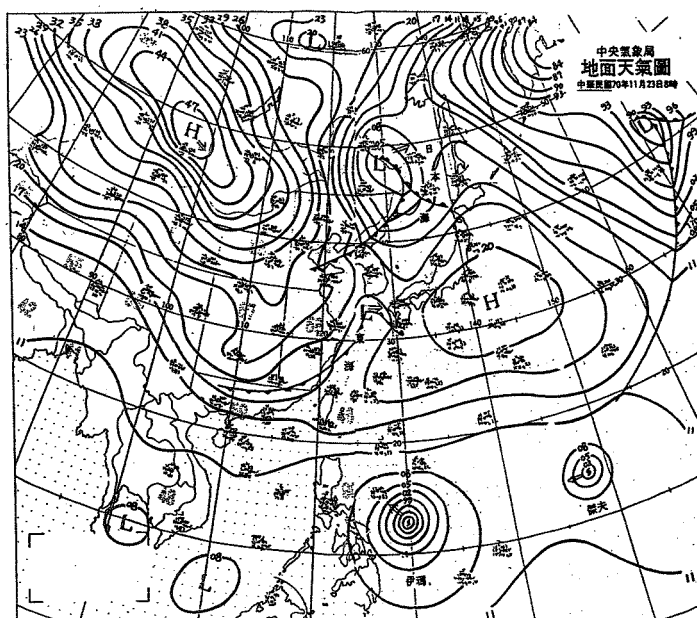
- (1) 各測站海平面氣壓分佈 (圖二)。
- (2) 鉛筆。
- (三) 實驗項目：在圖二內，以每 2 百帕間距繪製等壓線 (註：等壓線若需經過任兩測站之間時，以內插方式處理)。



圖二

4. 天氣系統的判讀 (計 40 分)

- (一) 實驗目的：根據地面天氣圖以及設立的條件，分析與預測臺灣及鄰近地區氣壓及風的變化。
- (二) 實驗材料：
  - (1) 地面天氣圖 (圖三)。
  - (2) 鉛筆。
  - (3) 量尺。(註：每一度緯度距離等於 111 公里)
- (三) 實驗項目：試利用圖三 (民國 70 年 11 月 23 日上午 8 時地面天氣圖) 測定：
  - (1) 太平洋高壓中心位於東經 ( ) 度，北緯 ( ) 度；蒙古高壓中心位於東經 ( ) 度，北緯 ( ) 度；伊瑪颱風位於東經 ( ) 度，北緯 ( ) 度。(6 分)



圖三

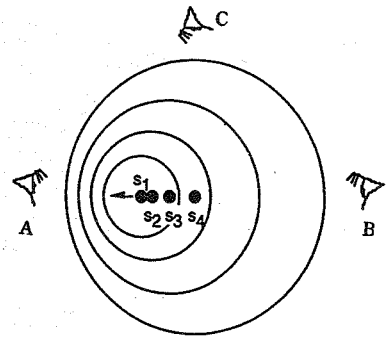
- (2) 若蒙古高壓中心強度不變，且等壓線形狀也維持不變，整個高壓系統向台北方向以每小時 15 公里速度移動，則台北地面氣壓將由 23 日 08 時的 ( ) 百帕，( ) 為 23 日 20 時的 ( ) 百帕，24 日 08 時的 ( ) 百帕，24 日 20 時的 ( ) 百帕，冷鋒將於 ( ) 日 ( ) 時通過台北。( 14 分)
- (3) 若伊瑪颱風的強度及等壓線形狀維持不變，向台北方向以每小時 25 公里速度移動，則台北氣壓將由 23 日 08 時的 ( ) 百帕，( ) 為 23 日 20 時的 ( ) 百帕，24 日 08 時的 ( ) 百帕，24 日 20 時的 ( ) 百帕，颱風中心將於 ( ) 日 ( ) 時通過台北。( 14 分)
- (4) 若為地轉風，則東經 140 度北緯 25 度應吹 ( ) 風，東經 160 度北緯 35 度應吹 ( ) 風。( 6 分)

#### 四、天文學試題 ( 25 % )

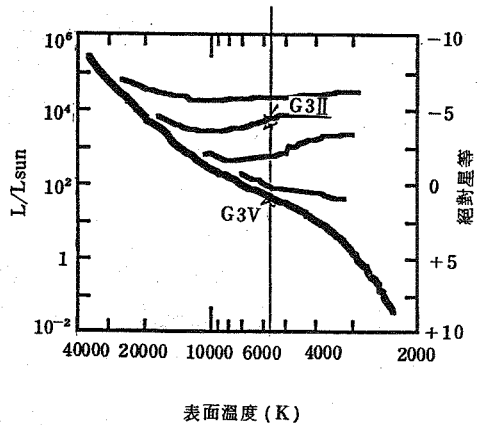
##### (一) 填充、問答及計算題：( 六十分 )

- 電磁波可分為無線電波、紅外線、可見光、紫外線、X 光及伽瑪射線。在天文學上，不同的波段可以觀測不同的天文現象。請問在地表能進行的天文觀測的種類有那些？為什麼？( 5 % )
- 何謂太陽黑子？太陽黑子的起因為何？太陽黑子的週期與太陽的磁週期各為幾年？( 5 % )

3. 簡述日、月食的成因。在地球上，為何無法每月都看到日、月食？(5%)
4. 何謂歲差？歲差因何而起？(5%)
5. 星球向左移動，試問觀察者A所見的現象為？\_\_\_\_\_，觀察者B？\_\_\_\_\_，觀察者C？\_\_\_\_\_ (參見右圖，都卜勒效應) (3%)



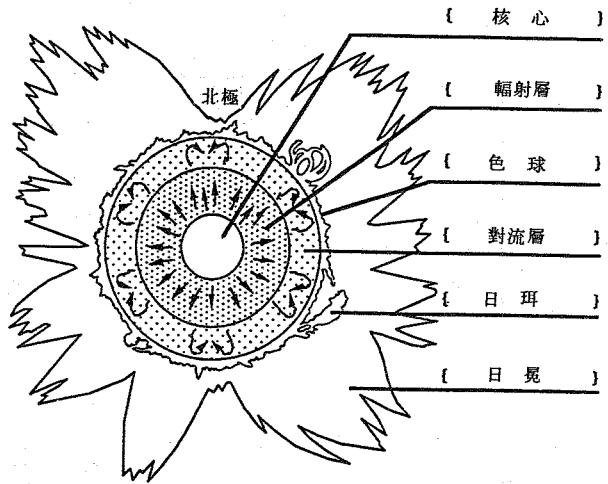
6. 如我們稱一顆恆星為G3 II，請問“G”代表的意思？\_\_\_\_\_ “3”呢？\_\_\_\_\_，“II”代表什麼？\_\_\_\_\_。請在右下方的「赫羅圖」上以★號標出此恆星的位置。



註：G ∈ [5000K, 6000K] (5%)

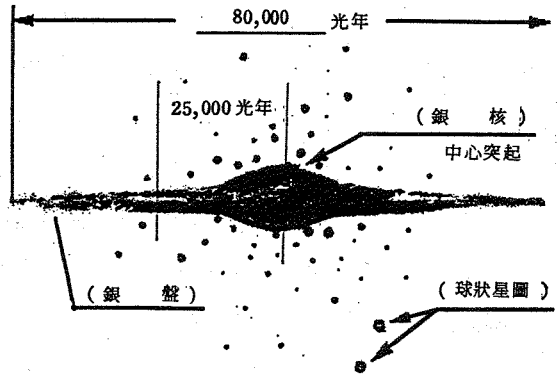
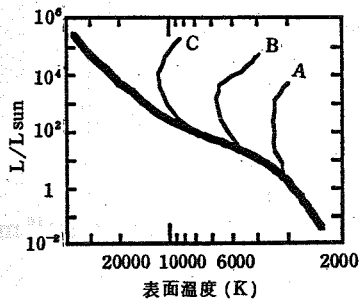
7. 另有一顆為G3 V的恆星，請在「赫羅圖」上以■號標出此星。如G3 II的發光強度為G3 V的一萬倍，請問G3 II的半徑是G3 V的多少倍？\_\_\_\_\_。如果G3 V星的視星等是+16，請問此星距地球多遠？請寫出計算過程。(12%)

8. 右圖為太陽的內部與大氣結構，請在圖上的空格內填入其名稱。太陽的年齡多大？\_\_\_\_\_其主序生命期大約還有多久？\_\_\_\_\_ (8%)



9. 三個星團(A, B, C)的現況如下頁左方的「赫羅圖」所示，請以他們的年齡來排序。\_\_\_\_\_ > \_\_\_\_\_ > \_\_\_\_\_。如何區別第一族星與第二族星？(6%)
10. 在下頁右圖中本銀河系的概圖中，寫出本銀河系的主要結構與是體。並請以\*號標示出太陽的大略位置，以光年為單位，在代表太陽的\*號之下寫下太陽距本銀





河中心的距離。(6%)

(二) 實驗題：(四十分)

請參考「銀河系距離與譜線紅位移之典型實驗數據」之附圖。

- 視張角的「標準尺標」為  $150''/2.5\text{ cm}$  (亦即圖上長度 2.5 公分的標尺, 代表 150 角秒), 如果這些銀河系的大小皆為 0.03 百萬秒差距 (Mpc), 試找出這些星系與地球的距離。

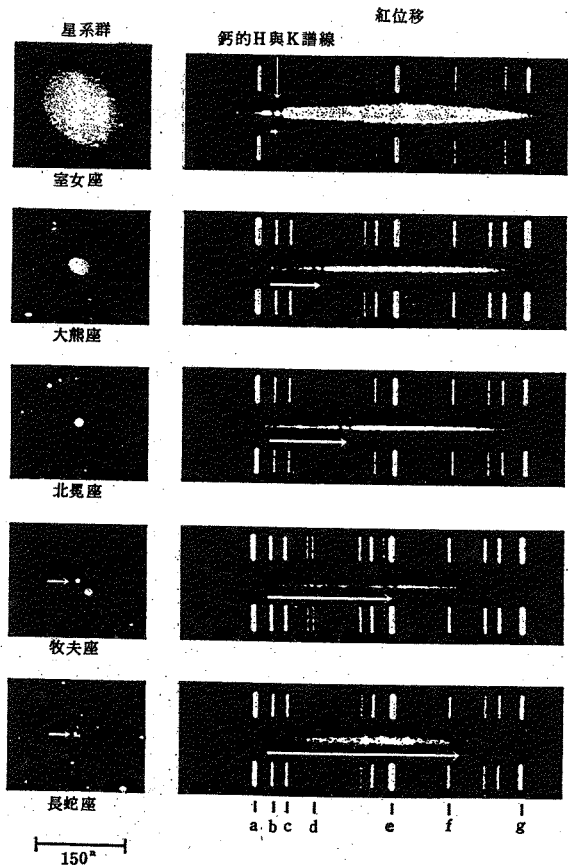
2. 圖中的標準光譜線為：

- a : 3888.7 埃
- b : 3964.7 埃
- c : 4026.2 埃
- d : 4143.8 埃
- e : 4471.5 埃
- f : 4713.1 埃
- g : 5015.7 埃

如果鈣的 H 與 K 譜線的紅位移量, 粗略地以光譜上之箭頭來指示, 請找出這些銀河系離我們遠去的速度。

(H 與 K 兩譜線的標準波長為 3933.7 埃, 3968.5 埃)

銀河系距離與譜線紅位移的典型實驗數據



3. 請利用前二小題的結果，找出赫伯常數 ( Hubble constant ) 。
4. 由你 (妳) 求出的赫伯常數，找出宇宙的年齡。

天文常數：

$$c = \text{真空中之光速} = 2.9979 \times 10^8 \text{ m/s},$$

$$1 \text{ AU} = \text{一天文單位} = 1.4959789 \times 10^{11} \text{ m},$$

$$1 \text{ pc} = \text{一秒差距} = 206,264.806 \text{ AU} = 3.2616 \text{ 光年} = 3.0856 \times 10^{16} \text{ m},$$

$$M_{\text{sun}} = 1.989 \times 10^{30} \text{ Kg},$$

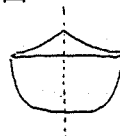
$$L_{\text{sun}} = 3.90 \times 10^{26} \text{ W}。$$

## 貳、解答部份

### 一、地質學試題解答 ( 25 % )：

- (1) 大 (2) 大 (3) 將殼身抬離泥濘地，降低攝食器官被泥巴糊住的風險
- (4) 該地的地下水帶來  $\text{SiO}_2$ ，將化石原先的化學組成置換掉
- (5) 乙 (6) 大 (7) 小 (8) 因  $\text{SiO}_2$  的置換並不完整
- (9) 乙 (10) 朝向 (11) 大 (12)  凹凸

- (13) 以大小介殼之中心線作為分界，左右對稱



- (14) 蚌類之對稱是以二殼之界面為對稱面



- (15)  古生代 (16) 紡錘虫、菊石 (或四射珊瑚，長身貝) (17) 大

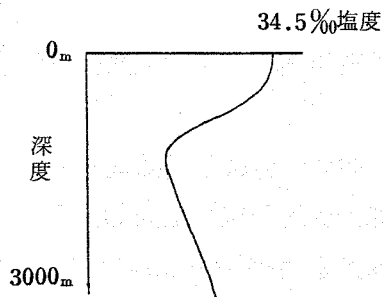
### 二、海洋學試題解答 ( 25 % )：

討論：1. 0.01 N

#### 2. 實驗注意事項：

- (1) 硝酸銀溶液不可曝光
- (2) 吸管燒杯要清洗乾淨
- (3)  $\text{NaCl}$  溶解時，可作其它工作，以節省時間
- (4) 滴定硝酸銀溶液要一面滴，一面攪拌
- (5) 標準溶液和海水都要稀釋
- (6) 要注意硝酸銀濃度

3.



三、氣象試題解答 ( 25 % ) :

1. 風向與氣壓高低的關係

- (1) 東北 (2) 北, 南, 東與西 (3) 等, 大

2. 地面氣溫的判讀

- (1)  $120^{\circ}\text{E}/70^{\circ}\text{N}$  ,  $-40^{\circ}\text{C} \sim -45^{\circ}\text{C}$   
(2)  $60^{\circ}\text{W}/20^{\circ}\text{S}$  ,  $20^{\circ}\text{E}/15^{\circ}\text{S}$  或  $25^{\circ}\text{E}/20^{\circ}\text{S}$  ,  $35^{\circ}\text{E}/5^{\circ}\text{N}$  ,  
 $120^{\circ}\text{E}/20^{\circ}\text{S}$  或  $130^{\circ}\text{E}/15^{\circ}\text{S}$  ,  $30^{\circ}\text{C}$   
(3)  $110^{\circ}\text{E} \sim 120^{\circ}\text{E}$  ,  $-30^{\circ}\text{C}$  ,  $5^{\circ}\text{W} \sim 10^{\circ}\text{W}$  ,  $5^{\circ}\text{C}$   
(4) 大 (5) 低, 高

3. 等壓線分析 ( 解答已顯示在圖2上 )

4.(1) 143 , 32 , 96 , 49 , 130 , 13

(2) 1016 , 增 , 1017 ~ 1018 , 1018 ~ 1019 , 1020 , 24 , 0

(3) 1016 , 降 , 1015 , 1013 , 1010 , 26 , 2

(4) 東, 西北

四、天文學試題解答 ( 25 % ) :

(一) 1.(1) 受大氣吸收的原因, 只有無線電波、可見光, 與部份紅外線能在地表偵測。

(2) 海平面  $\left\{ \begin{array}{l} \text{無線電觀測} \\ \text{可見光} \end{array} \right.$  高山—紅外線

2. 太陽黑子: 太陽表面受「磁作用」面溫度較低的部份。

起 因: 因太陽“赤道”的旋轉速度, 較南北極快, 加上表層的對流, 使  
而磁力線產生糾結, 磁力線浮出表面處, 即為太陽黑子形成之處。

黑子週期：11年

磁週期：22年

3. 日、月、地球在同一直線（黃道面與白道面之交線）附近時，才可能發生日、月蝕。
4. 冬至點或（春分點）移動的表現，中國稱之為歲差。  
歲差因地軸進動，導至地球的赤道面與黃道面的交點年年前移。另一個相關的現象為「極星」會隨地球進動而變，5000年前為右樞星，現為北極星。
5. 藍位移，紅位移，無位移（頻率不變）。
6. 光譜分類G型星，表面溫度約為5700K，巨星
- 7.(1) 100      (2)  $3.26 \times 10^4$  光年

計算過程如下：

$$(1) L \equiv 4 \pi R^2 \cdot \sigma T^4$$

$$\frac{L(G3II)}{L(G3V)} = \frac{4 \pi R_{G3II}^2 \cdot \sigma T^4}{4 \pi R_{G3V}^2 \cdot \sigma T^4} \Rightarrow R_{G3II} = 100 R_{G3V}$$

$$(2) (G3V)$$

$$m_v - M = 5 \log d - 5 \quad \text{由圖 } M \doteq +1$$

$$16 - 1 = 5 \log d - 5$$

$$\log d = 4 \Rightarrow d = 10^4 (PC) = 3.26 \times 10^4 (\text{光年})$$

8. 50億年，50億年，其餘解答已附在圖上右側空格內。
9.  $A > B > C$   
第一族星含2~3%原子序高於氦的元素（較年輕）。  
第二族星含0.1~0.2%原子序高於氦的元素（較年老），  
為Big-Bang以後初形成的原始星。
10. 見圖上解答。

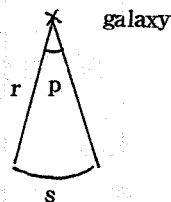
(二) 實驗題：

1. 銀河系的距離：r

$$\text{標準尺標} = \frac{100''}{25 \text{ mm}} = \frac{6''}{\text{mm}} \quad r = \frac{s}{p} \quad (\text{徑度 rad})$$

$$1 \pi (\text{rad}) = 180 \times 3600''$$

$$1 \text{ rad} = 206,264,806'' = "CF"$$



$$p(\text{室女座}) = \frac{22 \times 6''}{CF} = 6.4 \times 10^4 (\text{rad})$$

$$r = \frac{0.03 \text{ MPC}}{6.4 \times 10^{-4} (\text{rad})} = 46.88 (\text{MPC})$$

$$p(\text{大熊}) = \frac{5.8 \times 6''}{CF} = 1.69 \times 10^{-4} (\text{rad})$$

$$r = \frac{0.03 \text{ MPC}}{1.69 \times 10^{-4} (\text{rad})} = 177.8 (\text{MPC})$$

$$p(\text{北冕}) = \frac{3 \times 6''}{CF} = 8.73 \times 10^{-5} (\text{rad})$$

$$r = \frac{0.03}{8.73 \times 10^{-5}} = 343.8 (\text{MPC})$$

$$p(\text{牧夫}) = \frac{1.2 \times 6''}{CF} = 3.49 \times 10^{-5} (\text{rad})$$

$$r = \frac{0.03}{3.49 \times 10^{-5}} = 859.4 (\text{MPC})$$

$$p(\text{長蛇}) = \frac{0.8 \times 6''}{CF} = 2.33 \times 10^{-5} (\text{rad})$$

$$r = \frac{0.03}{2.33 \times 10^{-5}} = 1289.2 (\text{MPC})$$

2. 遠離速度  $\lambda_0 \doteq 3951.12 \text{ \AA}$

$$\text{尺標} = \frac{5015.7 - 3888.7 (\text{\AA})}{77 (\text{mm})} = 14.64 \frac{\text{\AA}}{\text{mm}} \equiv \text{scale}$$

$$\Delta \lambda (\text{Virgo}) = 2.2 \times \text{scale} = 32.2 (\text{\AA})$$

$$V_r = C \frac{\Delta \lambda}{\lambda_0} = 2.45 \times 10^3 (\text{Km/s})$$

$$\Delta \lambda (\text{UMa}) = 14.5 \times \text{scale} = 212.23 (\text{\AA})$$

$$V_r = C \frac{\Delta \lambda}{\lambda_0} = 1.61 \times 10^4 (\text{Km/s})$$

$$\Delta \lambda (\text{Borealis}) = 22 \times \text{scale} = 332 (\text{\AA})$$

$$V_r = C \frac{\Delta \lambda}{\lambda_0} = 2.45 \times 10^4 \text{ (Km/s)}$$

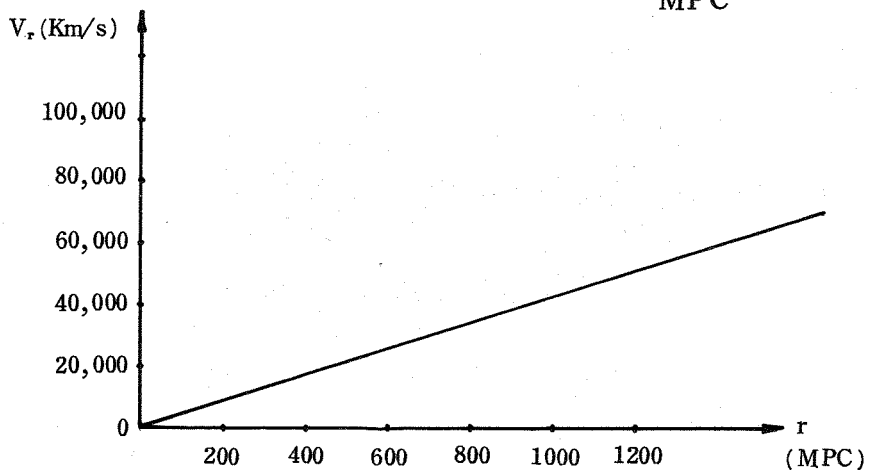
$$\Delta \lambda \text{ (Bootes)} = 36 \times \text{scale} = 526.9 \text{ (}\overset{\circ}{\text{A}}\text{)}$$

$$V_r = C \frac{\Delta \lambda}{\lambda_0} = 4 \times 10^4 \text{ (Km/s)}$$

$$\Delta \lambda \text{ (Hydra)} = 55.5 \times \text{scale} = 812.32 \text{ (}\overset{\circ}{\text{A}}\text{)}$$

$$V_r = C \frac{\Delta \lambda}{\lambda_0} = 6.17 \times 10^4 \text{ (Km/s)}$$

3. Hubbks law  $V_r = H_r$  由圖  $\Rightarrow H = 47.86 \left( \frac{\text{Km/s}}{\text{MPC}} \right)$



$$V_r = H_r$$

$$H = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{6.17 \times 10^4}{1289.2} = 47.86 \frac{\text{Km/s}}{\text{MPC}}$$

4.  $t = \frac{1}{H} = 6.45 \times 10^{17} \text{ (sec)}$

$$1 \text{ yr} = 3.15 \times 10^7 \text{ sec}$$

$$t \doteq 2.04 \times 10^{10} \text{ yr} \doteq 204 \text{ 億年}$$

★