

2009 年第三屆國際地球科學奧林匹亞競賽 --筆試試題

中華民國高中地球科學奧林匹亞委員會

參考公式

$$m-M = -5+5 \cdot \log(d);$$

$$1 \text{ parsec (pc)} = 3.26 \text{ ly};$$

m 是視星等

M 是絕對星等

d 是距離(單位 pc)

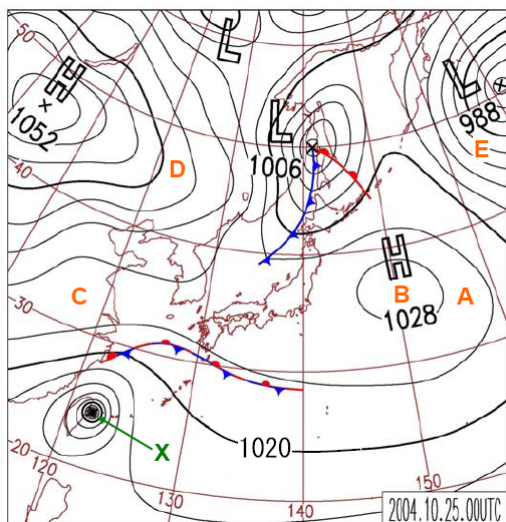
史蒂芬-包茲曼定律

$$\text{Stefan-Boltzmann Law } E = \sigma T^4,$$

σ 是史蒂芬-包茲曼常數

T 是溫度(單位 K)

1. 下圖是 2004 年 10 月 25 日 00 UTC(格林威治標準時間) 西北太平洋地區的地面天氣圖，請回答下列之問題：



- (i) 圖中的等值線是分析下列那一個氣象變數來產生? (1 分)
- (A) 高度
(B) 氣壓
(C) 溫度
(D) 濕度
(E) 風速
- (ii) 上圖中以綠色“X”符號標示的天氣系統是屬於下列那一種天氣系統? (1 分)
- (A) 溫帶氣旋
(B) 大陸性反氣旋
(C) 熱帶氣旋
(D) 移動性反氣旋
(E) 鋒
- (iii) 圖中 A 點的風向和下列那一個風向較接近? (1 分)
- (A) 東風
(B) 南風
(C) 西風
(D) 北風
(E) 靜風

(iv) 圖中 A 到 E 五個點的位置，那一個位置的風比較強？請寫出這一個點的英文字母。(1 分)

答案：_____

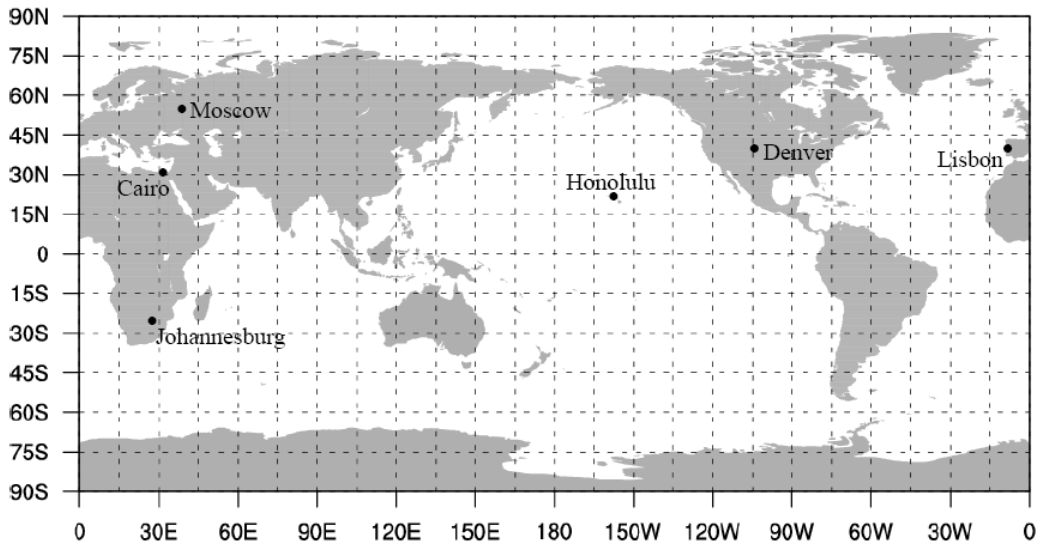
2. 下列那一種大氣中的氣體在空間和一天時間尺度內的變化最大，而且對局部的天氣有很大的影響？(1 分)

- (A) CO₂
- (B) CO
- (C) H₂O
- (D) O₃
- (E) He

3. 下列那一個是颱風很少發生在接近赤道之洋面的最主要原因？(1 分)

- (A) 海面溫度太高
- (B) 壓力梯度太弱
- (C) 科氏力太小
- (D) 對流不夠強
- (E) 風太弱

4. 有關年溫度變化幅度(範圍)平均值的問題，請以(T/F)分別代表(正確/錯誤)來回答下列問題，為方便作答特別提供下列世界地圖，並且在圖上標示出題目中提到之地點的位置以供參考



(i) 整體而言北半球的溫度年變化幅度比南半球大，正確或錯誤(T/F)? (1 分)

答案：_____

(ii) 莫斯科(Moscow) (56°N, 38°E)的年平均溫度比開羅(Cairo)(30°N, 31°E)低，正確或錯誤(T/F)? (1 分)

答案：_____

- (iii) 丹佛 (Denver)(40°N,105°W) 的溫度年變化幅度比里斯本 (39°N,9°W)，正確或錯誤(T/F)? (1 分)

答案：_____

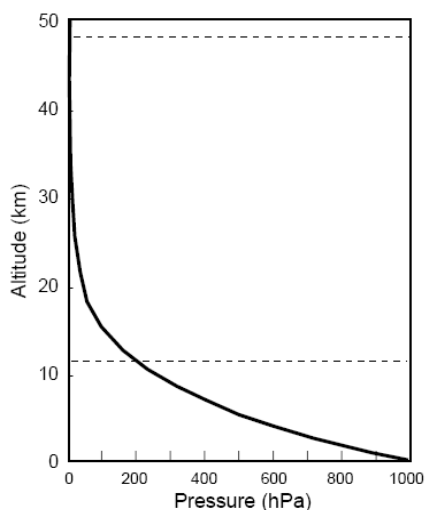
- (iv) 火諾魯魯(Honolulu)(21°N,158°W) 七月的平均溫度比約翰尼斯(Johannesburg)(26°S,28°E)稍低一點，正確或錯誤(T/F)?(1 分)

答案：_____

5. 低對流層大氣在一天中的那一段時間最有可能發生晴空亂流 (clear air turbulence) ?(1 分)

- (A) 早上
(B) 中午
(C) 下午
(D) 晚上
(E) 半夜

6. 下圖顯示從海平面到 50Km 高度之全球平均大氣壓力的垂直分布，請回答下列之問題：



- (i) 水平軸的”氣壓”相當於是下列那一個物理量? (1 分)

- (A) 作用力除以面積
(B) 質量除以面積
(C) 密度乘以溫度
(D) 質量乘以距離
(E) 重量除以體積

- (ii) 下列那一個氣壓層具有最大的高度差 (厚度)? (1 分)

- (A) 1- 10 hPa
(B) 101- 110 hPa
(C) 501- 510 hPa
(D) 510- 1010 hPa
(E) 1001-1010 hPa

- (iii) 在靜力大氣中，氣壓隨高度的變化可以用靜力方程式來表示如下：

$$\Delta P = \rho g \Delta Z$$

其中 g 是重力加速度，單位為 m/s^2 ($g=9.81 m/s^2$)， ρ 是空氣密度，單位為 kg/m^3 ，而 Δp 與 ΔZ 分別代表兩固定高度之氣壓差(以 Pa 為單位)以及厚度 {以 m(公尺)為單位}。如果從 1000hPa 到 500 hPa(其中 1hPa=100Pa)平均的空氣密度是 $0.910kg/m^3$ ，請利用這一個方程式計算出 500hPa 氣壓層之高度，並列出計算過程(2 分)

答案：_____

7. 如果從腳踏車輪胎洞釋放出來的空氣

溫度為 T_1 ，而腳踏週圍的空氣溫度為 T_2 ，那一個溫度比較低？(1 分)

答案：_____

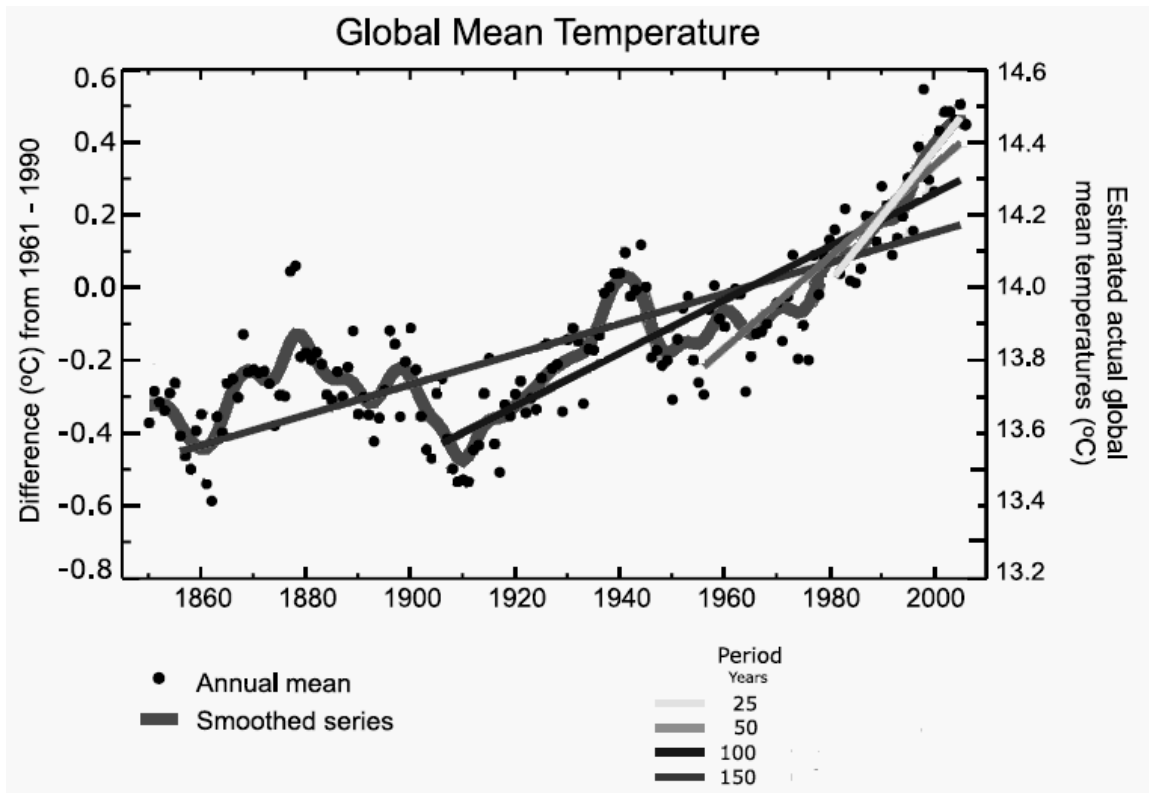
8. 若火山噴發時大量的塵埃進入大氣中，這些塵埃效應將如何影響火山週邊區域之大氣溫度？(1 分)

- (A) 增高
- (B) 降低
- (C) 不改變
- (D) 不一定

9. 下圖為 1850 年至 2005 年全球表面平均溫度逐年變化（黑色點），全球表面平均溫度之長期變異包括十年際的震盪

（如藍色平滑曲線）以及線性的增溫趨勢（如圖中的直線）。圖中右側垂直軸為估計的平均地表溫度，左側的垂直軸為逐年之平均溫度與 1961 年至 1990 年整體平均溫度的差值（距平值），請回答下列問題：

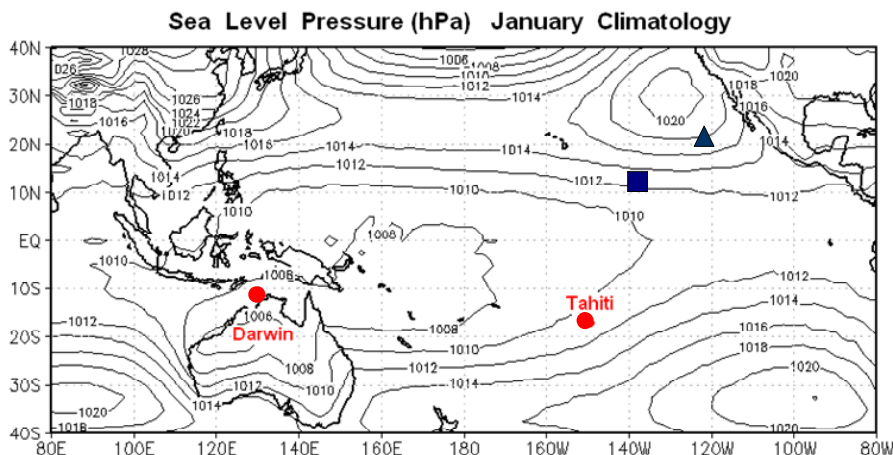
- (i) 全球表面平均溫度近 25 年、50 年、100 年與 150 年之線性增溫趨勢 ($^{\circ}\text{C}/\text{year}$) 分別標示於圖上之黃線、橙線、紫線與紅線。請問在哪一階段有最大的線性增溫？(1 分)
- (A) 近 25 年
 - (B) 近 50 年
 - (C) 近 100 年
 - (D) 近 150 年



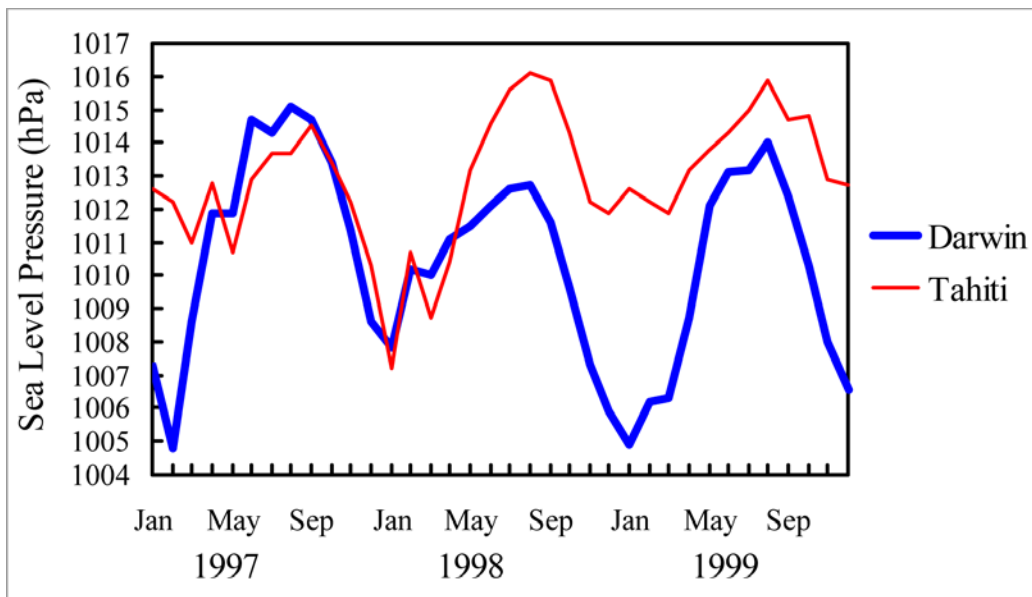
- (ii) 請計算近 50 年(1956-2005)、近 100 年(1906-2005)的全球表面平均溫度線性增溫趨勢(°C/year)，以及上述兩者之比值(近 50 年/近 100 年)。(2 分)

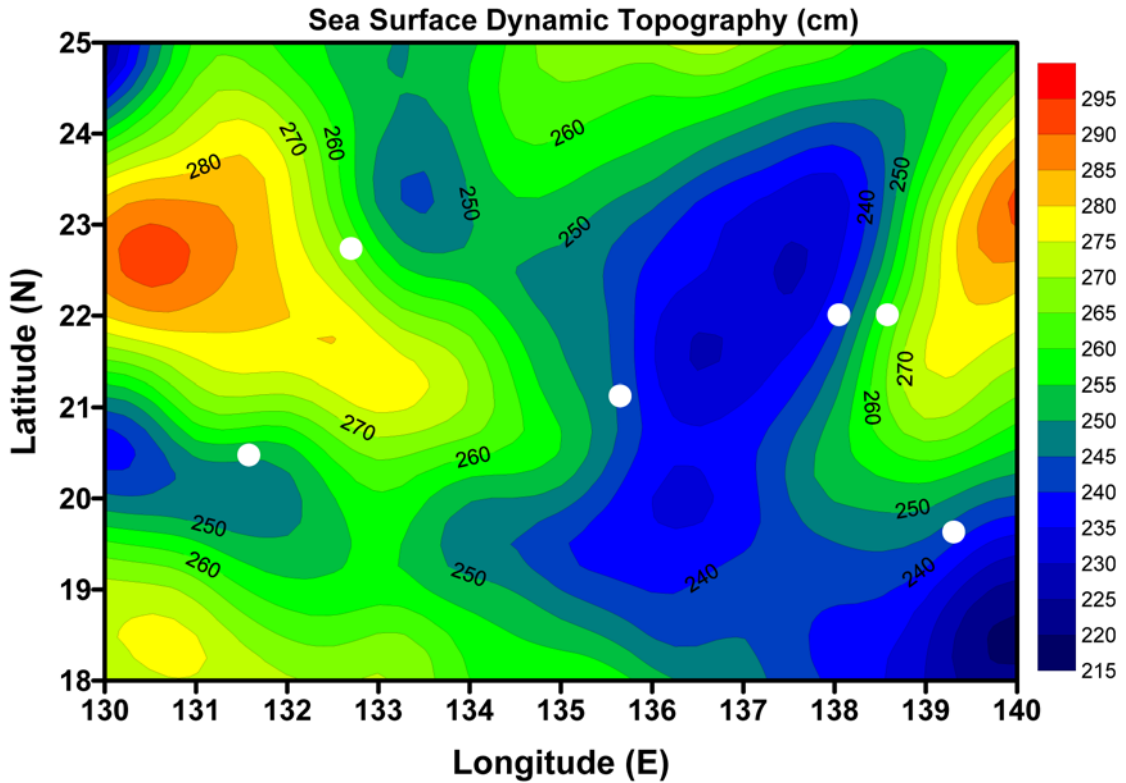
答案：_____

10. 下圖為太平洋鄰近赤道海域每年一月海平面氣壓場 40 年來的平均值，此圖可視為此海域一月的長期氣候特性。此海域上海平面風場、表面洋流與海水表面溫度(SST)彼此緊密關聯，現請參考下圖回答問題 10(i)、10(ii)及 10(iii)：



- (i) 請在圖上標示▲處，畫出該處貿易風的風向；並在圖上標示■處，畫出該處赤道洋流的流向。(請以符號→表示風向、⇨表示流向。)(2 分)



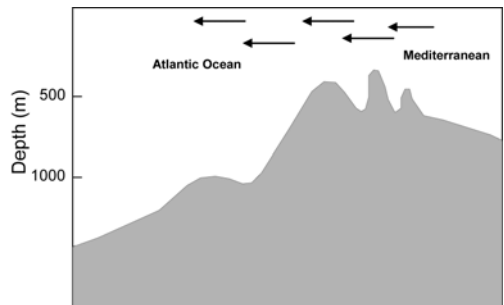


13. 海洋中的中尺度渦漩 (Meso-scale eddies) 可由衛星海面高度測計進行觀測，上圖為西北太平洋某海域水面的等高線圖，表示海面水位在空間上的高低變化，每條等高線間距代表 5 公分的水位差。一般而言，基於地轉流平衡可推算中尺度渦漩所引致的海洋表面流場。請在圖中的六個白點上繪出箭頭 (→) 表示該處表面流場之流向。(3 分)

- (A) $E > P + R$
- (B) $E < P + R$
- (C) $P > E + R$
- (D) $R > E + P$

(ii) 承上，關於地中海與大西洋連接處的海流特性，下列圖說何者正確？(2 分)

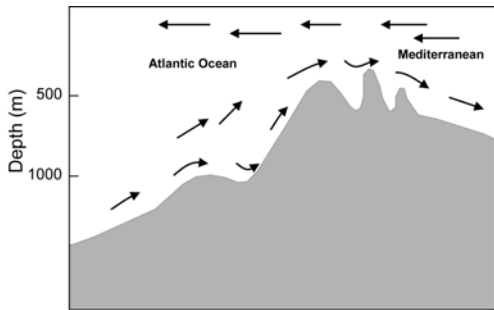
(A)



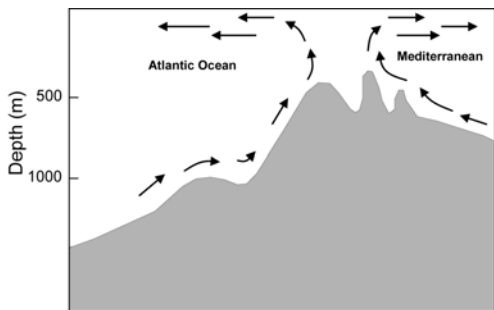
14. 眾所周知，地中海海水鹽度總是高於大西洋，

(i) 地中海海域之蒸發(E)，降雨(P)與河川入流(R)三者間的關係可表示為：(2 分)

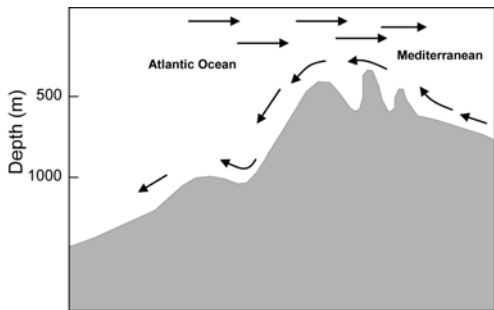
(B)



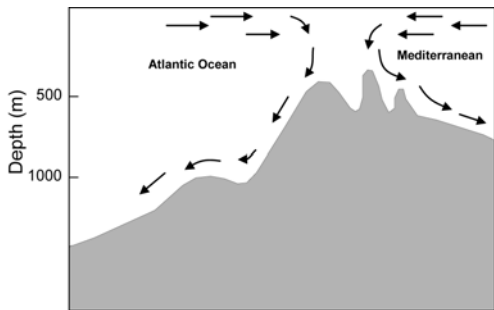
(C)



(D)



(E)



15. 月球的直徑約為地球的四分之一，而太陽的直徑約為地球的 100 倍。太陽至地球的距離約為地月距離的 400 倍。在下面的幾個天文現象中，我們可以看到月球的明亮面分別為何？請從 A 到 D 的四個圖形選擇適合的答案。

(A)



(B)



(C)



(D)



(i) 日食 (0.5 分)

答案：_____

(ii) 月食 (0.5 分)

答案：_____

(iii) 人類在未來會有機會從月球表面觀測日食。在那樣的情況下，太陽看起來像是 A 到 D 的四個圖形中的哪一個？ (0.5 分)

答案：_____

(iv) 在前述第(iii)題的狀況下，在地球上的人們會看到什麼現象？(0.5分)

- (A) 日食
- (B) 月食
- (C) 地食

16. 目前太陽的能量來源主要來自其核心的熱核反應(thermonuclear reaction)。熱核反應將四個“X”原子核轉換成一個更重的原子核並釋放出能量。請問“X”是哪種原子核？(1分)

- (A) 氫
- (B) 氦
- (C) 氧
- (D) 碳
- (E) 鈾

17. 假若太陽黑子的全影區溫度比四周圍的光球層溫度(約 5,800K)低了 1,500 K。若黑子中心的能量通量為 B_1 ，黑子四周圍的能量通量為 B_2 ，則兩者的比值 B_2/B_1 應該是多少。(1分)

- (A) 0.004
- (B) 1.35
- (C) 0.74
- (D) 3.31
- (E) 223

18. 請圈選下列何者為閏年：(0.5分)

1890、1975、1998、2000、2002、2100

答案：_____

19. 下面的照片分別為四個不同的天體，請將其依大小由小到大排列。請用 A、B、C、D 回答。(1分)

() < () < () < ()

(A) 昴宿星團



(B) 仙女座星系



(C) 太陽



(D) 土星




水星 金星 火星 木星
土星 天王星 海王星

20. 接續上面的問題，請將其依與地球的距離由近到遠排列。請用 A、B、C、D 回答。(1 分)

() < () < () < ()

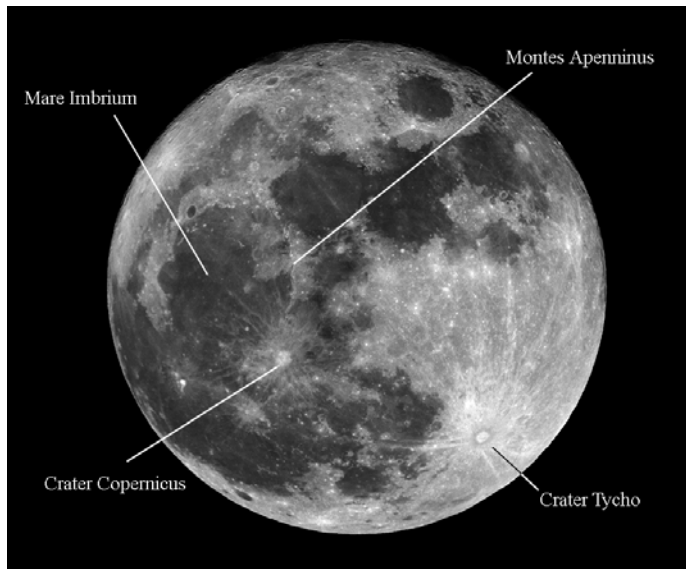
21. 假若我們在地面上透過望遠鏡觀測行星，何者會出現類似月相的變化，

。請圈選可能的行星。(1 分)

22. 織女星的天球座標為赤經： $18^h 36^m 56.2^s$ ，赤緯： $+38^\circ 47' 01''$ 。若太陽在中午 12:00:00 過中天，請問織女星會在哪一天的半夜 (00:00:00) 剛好過中天(通過子午線)? 請注意，2009 年的春分與秋分分別為 3 月 20 日與 9 月 23 日。(2 分)(請隨答案附上計算過程)

答案：_____

23. 下圖為月球面對地球這一面的月面圖。上面分別標示出四個上面地形：寧靜海、帝谷坑、哥白尼坑、與亞平寧山。請依據截切原理 (cross-cutting principle) 估計這些地形的年紀，並由古老到年輕依序排列。(1.5 分)



月面圖(Mare Imbrium: 寧靜海 Montes Apenninus: 亞平寧山 Crater Copernicus: 哥白尼坑 Crater Tycho: 帝谷坑)

- (A) 哥白尼坑 > 寧靜海 > 亞平寧山
> 帝谷坑
- (B) 帝谷坑 > 哥白尼坑 > 寧靜海
> 亞平寧山
- (C) 寧靜海 > 亞平寧山 > 哥白尼坑
> 帝谷坑
- (D) 亞平寧山 > 哥白尼坑 > 寧靜海
> 帝谷坑
- (E) 亞平寧山 > 寧靜海 > 哥白尼坑
> 帝谷坑

24. 像恆星這類的大型天體若無任何其他力量的支撐，必然會因為重力而塌縮。太陽顯然已經維持目前的情形有一段相當長的時間了。請問太陽的內部是藉由何種力量來達到平衡的？(1 分)

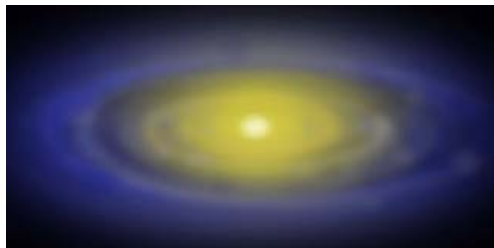
- (A) 原子間的交互作用抵抗重力塌縮。
- (B) 離子間的斥力抵抗重力塌縮。
- (C) 原子核之間的強交互作用抵抗重力塌縮。
- (D) 熱壓力抵抗重力塌縮。
- (E) 磁場抵抗重力塌縮。

25. 外行星的會合週期指的是觀測連續兩次衝(opposition)之間所需的時間。觀測上我們得知火星的會合週期為 779.9 天，地球的公轉週期為 365.2564 天。由此，火星的公轉週期應該是()天。(2 分)(請隨答案附上計算過程)

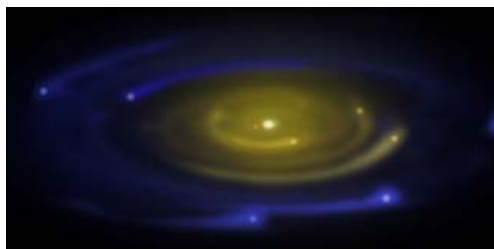
答案：_____

26. 今天天文學家們相信太陽系是在 46 億

年前由星際星雲形成。下面的圖片分別這個形成過程中的幾個階段。請依照太陽系形成的順序排列這些圖片。(2 分)



(a) 太陽溫度開始升高，而且把內圈的氣體，大型的殘骸則繼續在軌道上運行。



(b) 行星開始在它們的軌道中開始吸積。



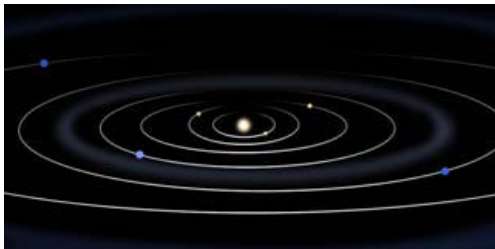
(c) 一個低溫，緩慢旋轉的雲氣因為自身的重力開始收縮。



(d) 原始太陽開始發光，並帶著一個由氣體與塵埃所構成的平坦盤狀結構



(e) 原始太陽形成而四周的雲氣轉速逐漸加快。

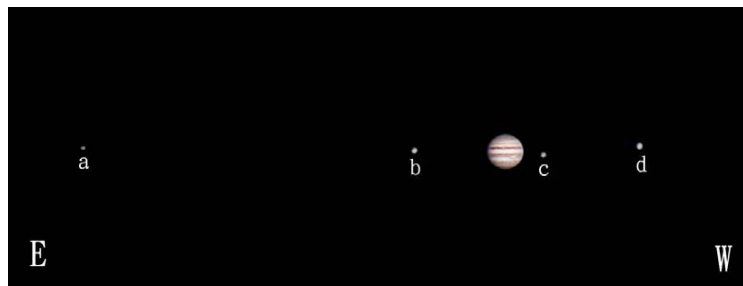
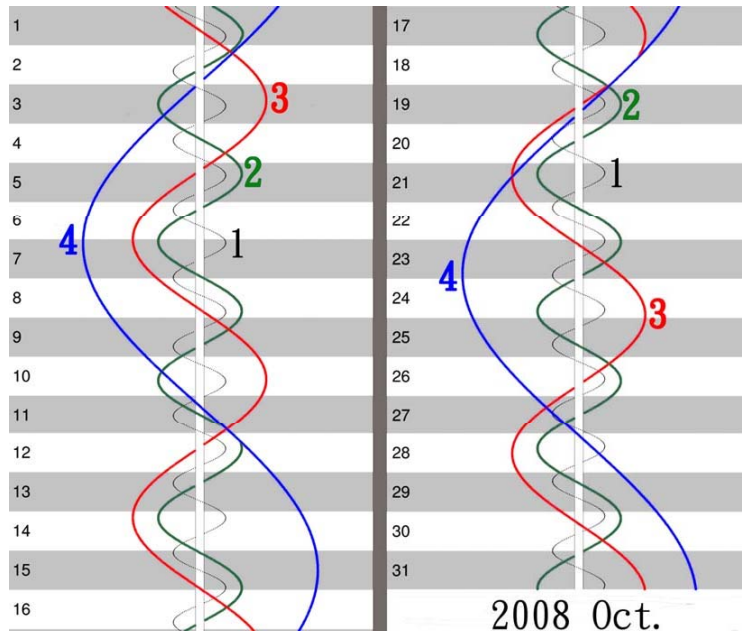


(f) 行星形成，並且圍繞著太陽公轉。

順序：

(c)→()→()→()→()→(f)

27. 下圖為木星的四顆衛星的位置預報圖，數字 1、2、3、4 分別標定 Io、Europa、Ganymede 與 Callisto，中間的兩條平行線標定了木星的視直徑。E 和 W 則分別表示從地球看出去的東側和西側，縱軸則為當月的日期。這裡有一張木星和他四顆衛星在 2008 年 10 月間的照片，但不能確定拍照時的正確日期。請利用所附的位置預報圖來決定這四顆衛星分別為哪些，以及照相的日期。



答案：照相的日期為

2008 年 8 月()日(1 分)

這四顆衛星分別為

a: () ;

b: () ;

c: () ;

d: () (1 分)

28. 視星等標定的是一顆恆星在地面上看起來的亮度，它和恆星的發光強度及與地球的距離有關。相對的，絕對星等指的是這顆恆星在距離地球 10 秒差距 (parsec; pc) 的視星等，因此和恆星與地球的距離無關。下表列出四顆恆星的視星等和它們的距離。請計算它們的絕對星等 (計算至小數點下第二位，也就是 XX.XX)，並回答下列問題。

- (1) 根據表中的數據，哪一顆恆星的發光強度最強？(0.5 分)

答案：_____

- (2) 在這四顆恆星當中，哪一顆恆星的發光強度約為太陽的 100 倍？(0.5 分)

答案：_____

(3)

恆星	視星等	距離	絕對星等
A	2.1	29.75	
B	0.5	42.94	
C	0.8	19.94	
D	-0.7	95.09	
太陽	-26.7	—	4.83

(表情中每隔的答案各 0.25 分)

29. 有四個礦物標本，不是黃玉，也不是磷灰石，但利用摩氏硬度分級，(1) 發現它們其中只有一個硬度大於黃玉。(2) 只有一個硬度小於磷灰石。上述二個礦物都是等軸晶系。這四個礦物中，硬度比磷灰石小的是下列何者？(1 分)

(A) 方解石

(B) 石膏

(C) 螢石

(D) 石英

(E) 滑石

30. 下列何者是主要被封存在永凍層或大陸棚中沈積物的溫室氣體？(1 分)

(A) 甲烷

(B) 二氧化碳

(C) 水

(D) 乙烷

(E) 氮氣

31. 在地球系統的地球化學平衡觀點而言，如果增加沈積物中有機物的封存速率，則最可能有哪些影響？(1 分)

(A) 減少大氣中的氮氣，增加二氧化碳的含量

(B) 增加大氣中的氮氣，減少二氧化碳的含量

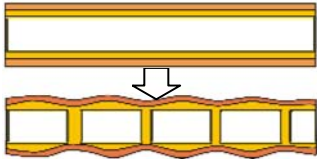
(C) 減少大氣中的二氧化碳，增加氧氣的含量

(D) 增加大氣中的二氧化碳，減少氧氣的含量

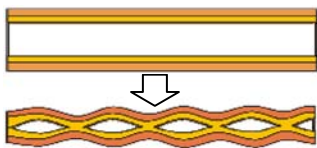
(E) 減少大氣中的二氧化碳，以及氧氣的含量

32. 強度較強的岩石，比較容易破裂。強度較弱的岩石，較容易彎曲、變形。基於此，假設下列三種岩石基質的強度相同，也受相同應力作用，請依照岩石強度，由低到高，列出下列三種 a、b、c 三種岩石的強度。(1 分)

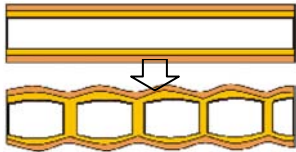
a.



b.



c.



- (A) a-b-c
- (B) b-a-c
- (C) c-b-a
- (D) a-c-b
- (E) b-c-a

33. 下列有哪兩種化石屬於脊椎動物？(2 分)

(A)



(B)



(C)



(D)



(E)



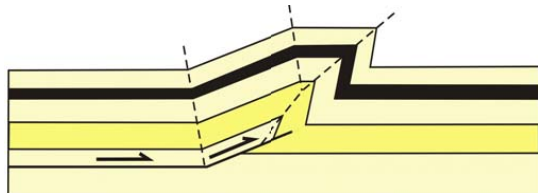
(F)



34. 爲了估算地球的成分，哪一種物體或天空物質可提供最基本的參考資料？(1分)

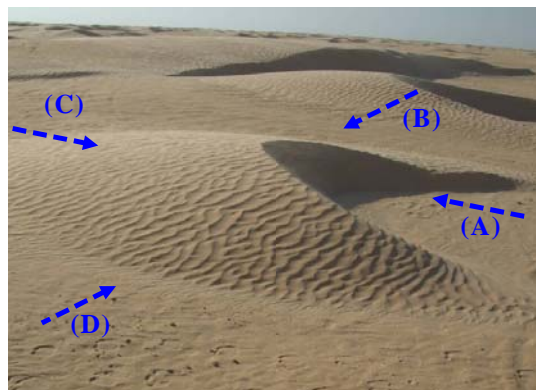
- (A) 彗星
- (B) 火星
- (C) 月亮
- (D) 隕石
- (E) 海洋地殼

35. 圖中所示的構造，由下列哪項名詞稱呼最恰當？(1分)



- (A) 向上褶皺
- (B) 背斜
- (C) 向斜
- (D) 斷層擴張的褶皺
- (E) 正斷層

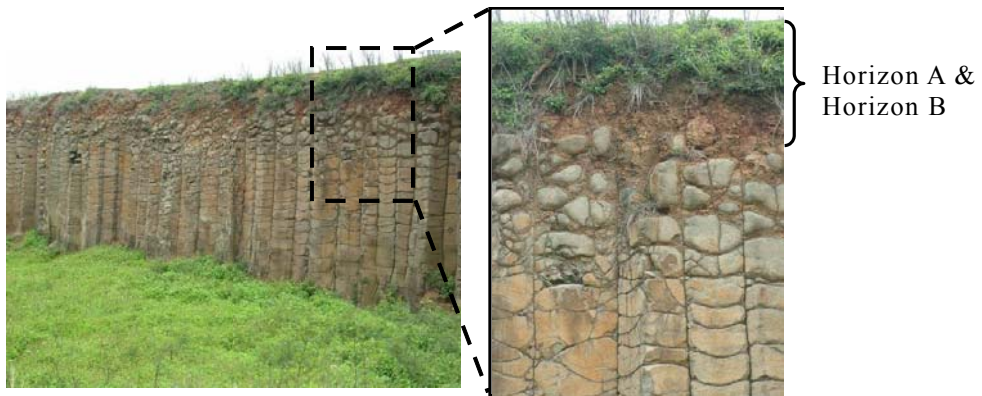
36. 下圖是一種由沙所組成的地形，下列哪一個選項，最能說明形成該地形的當地盛行風方向？(1分)



- (A) 由右下方吹向左上方
- (B) 由右上方吹向左下方
- (C) 由左上方吹向右下方
- (D) 由左下方吹向右上方
- (E) 無法判斷盛行風方向

37. 下列照片是拍自亞熱帶的玄武岩島嶼。其中 A、B 層的土層是紅棕色。請問這個紅棕色的土壤的成因，最有可能是由下列那個因素造成？(1分)

- (A) 植生
- (B) 氣候
- (C) 地形高差
- (D) 海風

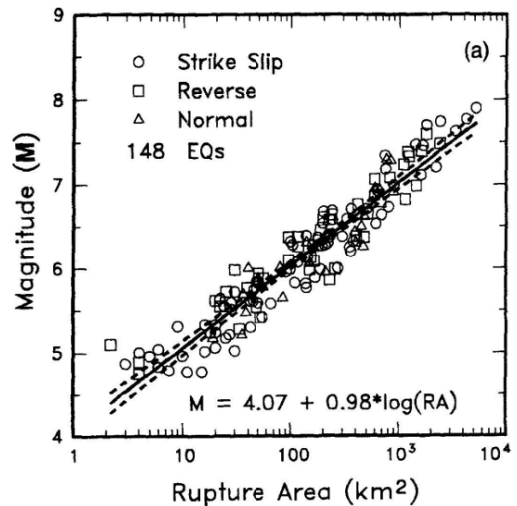


38. 下圖是泥岩地區的山坡照片。通常這裡有兩種地表作用在這泥岩上。其中一種是片洗的作用。另外一種是：(1 分)
- (A) 土石流
 - (B) 崩塌
 - (C) 紋溝沖蝕
 - (D) 河道切割
 - (E) 河岸侵蝕



39. 哪一種岩石最常在中洋脊出現？(1 分)
- (A) 花崗岩
 - (B) 流紋岩
 - (C) 石英安山岩
 - (D) 玄武岩
 - (E) 砂岩

40. 下圖是地震規模與震源破裂面積的經驗關係，假設 2008 年大陸汶川地震(規模 8.0)之震源破裂面為長方形，從地面向下深 15km，傾角 30 度。請問地表破裂長度？(請寫下計算過程)

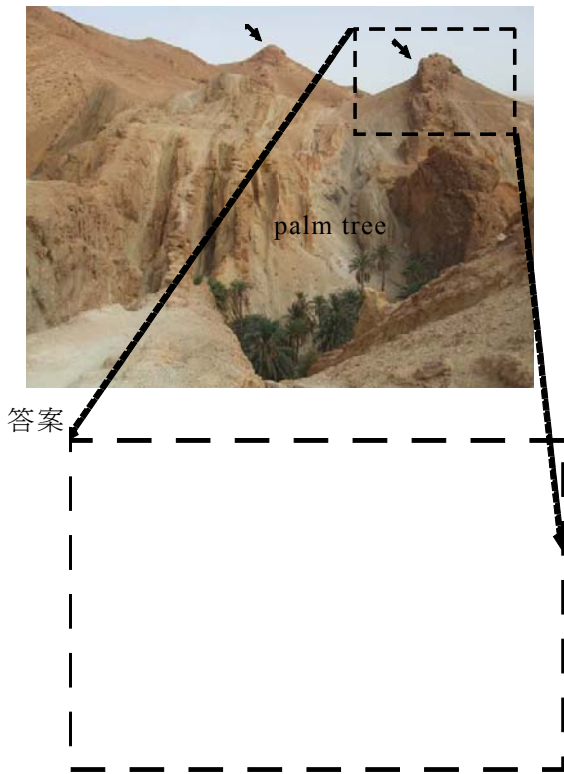


(Magnitude: 規模
Rupture Area 破裂面積)

答案：_____

41. 假設您在撒哈拉沙漠北界旅行，那裡植被很少，岩石已裸露可見（如圖），該崎嶇地形中出現許多小山脊（如圖中箭頭所指）。請描繪所框出區域的地質剖面，顯示岩性與地形關係（以 M 標示泥岩，S 標示砂岩）（1 分）

（圖中的 palm tree 是棕櫚樹）



(B) 斷層



(C) 礦物伸展線形



(D) 節理



(E) 火焰構造



42. 下列何者為初生構造？

(A) 褶皺軸面

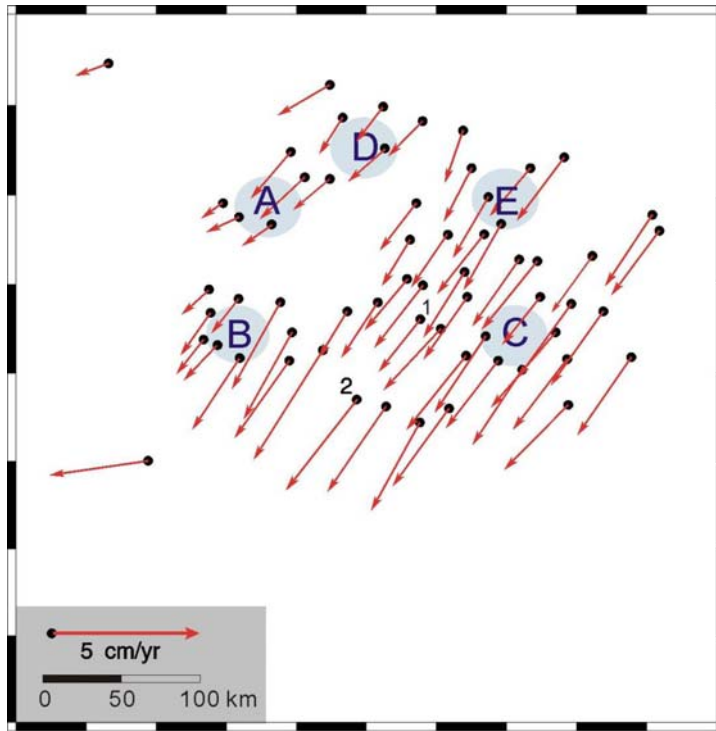


43. 在 20 億年前之前，地球為低氧的大氣環境。下列的兩種現象發生的可能性高低為何？（請標出 L=低或 H=高）（1 分）

(1) _____ 行光合作用的原核生物

(2) _____ 帶狀含鐵地層

44. 下圖為 GPS 大地測量所得的地殼水平變形速率，每個箭矢長短正比於速率，而箭頭方向為地殼移動方向。請回答下列問題：



- (1) 根據 GPS 速率的空間分布下列應力環境何者正確? (1 分)
- (A) A: 壓力 B:張力 C:剪切
 (B) A: 剪切 B:壓力 C:張力
 (C) A: 張力 B:剪切 C:壓力
 (D) A: 壓力 B:剪切 C:張力

- (2) 根據 GPS 速率，請估計點 1 及點 2 之間的應變率。請寫出計算步驟，並算到有效位數 2 位 (提示：應變率的單位是/年) (1 分)
- 答案：_____

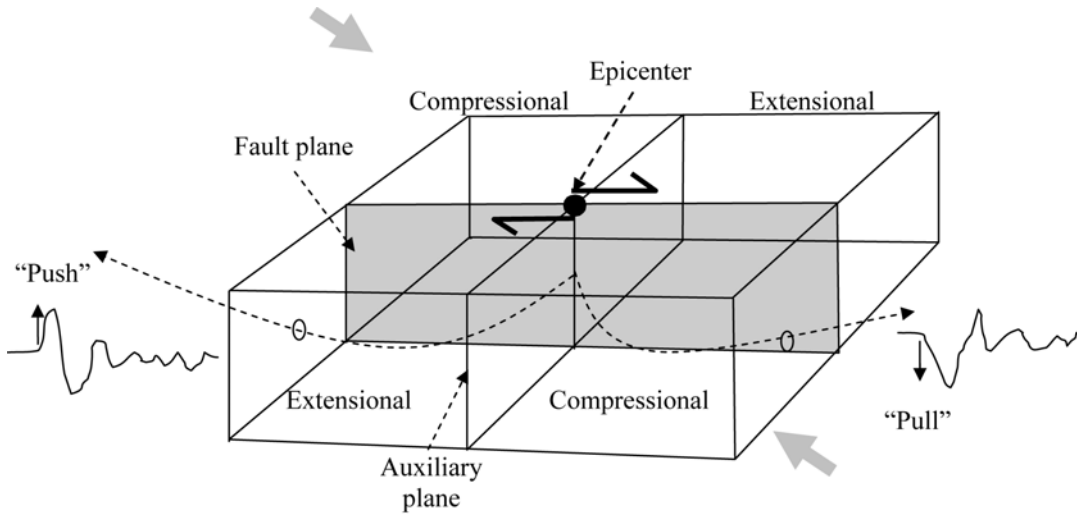
- (3) 假設高應變率區代表地震活動度高，在 C、D、E 三區中，哪一區

的地震活動度最高? (1 分)

答案：_____

45. 地震波從震源發出的輻射型態受控於震源斷層錯動之幾何形貌，在震源周圍不同方位的測站，收到 P 波的初動極性不同。圖(a)說明一個斷面垂直的平移斷層引發地震之情形，P 波初動向上代表震源錯動推向測站，P 波初動向下代表震源錯動推離測站。P 波初動向下指出是來自震源壓縮象限區，如圖中右下方方位區。圖(b)顯示地震紀錄三分量(東西、南北、方向)，測站離震央 85km。

回答下列問題：



圖(a)：說明一個斷面垂直的平移斷層引發地震之情形，P 波初動向上代表震源錯動推向測站，P 波初動向下代表震源錯動推離測站。P 波初動向下指出是來自震源壓縮象限區，如圖中右下方位區。

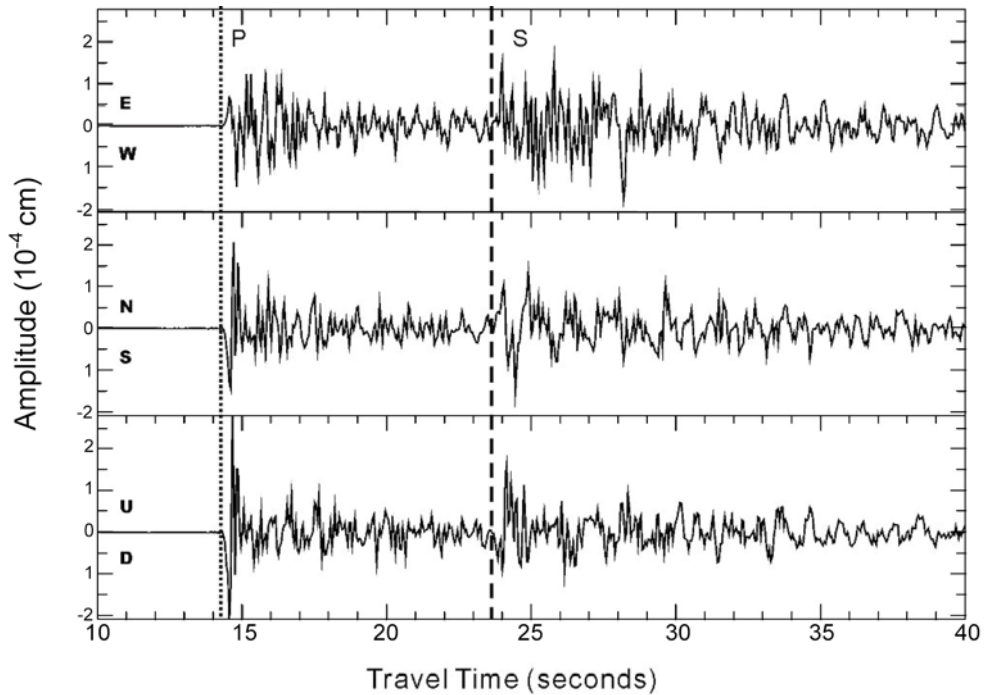


Figure (b)

圖(b)顯示地震紀錄三分量(東西、南北、方向)，測站離震央 85km。

- (1) 下列敘述何者正確? (2 分)
- (A) P 波來自伸張象限區，S 波來自壓縮象限區。
 - (B) P 波來自壓縮象限區，S 波來自伸張象限區。
 - (C) P 波 S 波都來自伸張象限區。
 - (D) P 波 S 波都來自壓縮象限區。

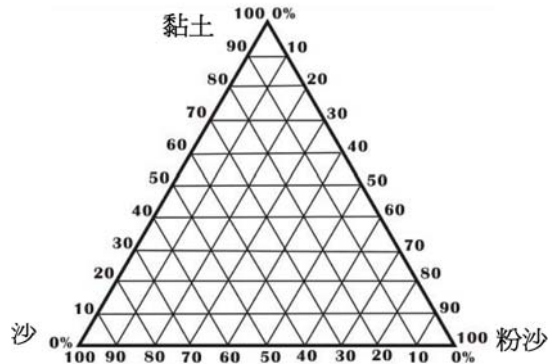
- (2) 相對於震央而言，測站位於哪一個象限區：(2 分)
- (A) 北北西
 - (B) 南南西
 - (C) 北北東
 - (D) 南南東

46. 請選出最符合代表性的礦物或岩石。(4 分)
- a. 石英 b. 黑雲母 c. 角閃石
 - d. 金紅石 e. 石榴子石 f. 正長石
 - g. 方解石 h. 岩鹽 i. 綠柱石
 - j. 鑽石 k. 玄武岩 l. 輝長石
 - m. 安山岩 n. 花岡岩 o. 流紋岩
 - p. 頁岩 q. 大理岩 r. 板岩
 - s. 白堊 t. 燧石

- (1) _____ 純物質、含兩種元素、普通礦物、六方晶系
- (2) _____ 隱沒帶、噴出岩、火山、島弧
- (3) _____ 大陸地殼、長英質、岩基、粗粒組織
- (4) _____ 變質岩、碳酸岩、石灰岩、再結晶岩

47. 下表所列為五種土壤的粒度分析。

標本編號	A	B	C	D	E
黏土(%)	80	30	50	10	20
粉沙(%)	10	40	15	20	65
沙(%)	10	30	35	70	15



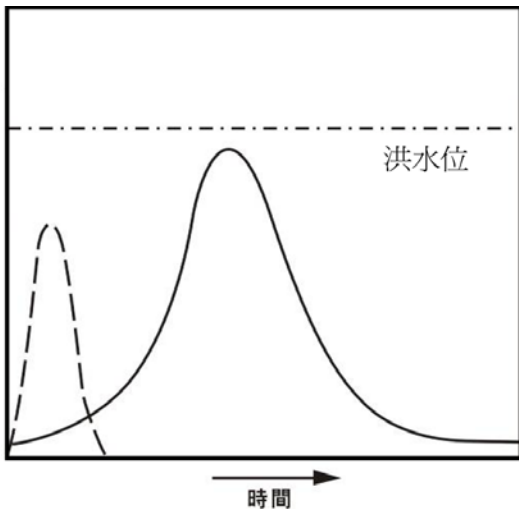
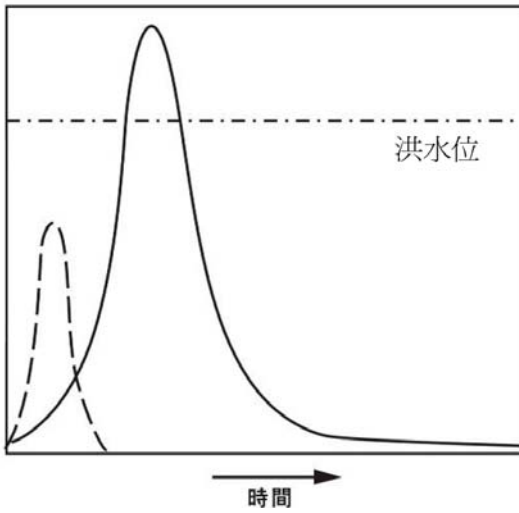
- (1) 利用上表資料，把 A、C、D 三種土壤填入土壤組織圖中。以圖點 (●) 表示，並清楚標上 A、C、D。(2 分)

- (2) 哪一種土壤的孔隙度最高？(1 分)

答案：_____

48. 下面兩張圖說明一個集水區都市化前後的水文歷線。

- (1) 假定你要說明該集水區的都市化前後的水文歷線的差異，降雨延時 (lag time) 是必須注意的。請在兩圖上，分別標出降雨延時於圖上的時間差。(2 分)

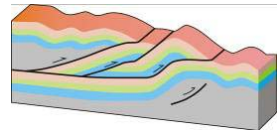


—— 流量 ($\text{m}^3 \text{sec}^{-1}$)
 - - - - 降雨量(mm)

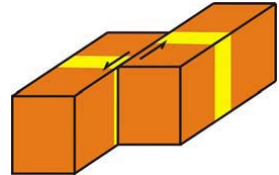
都市化	前	後
降雨強度		
降雨延時		
洪水規模		

49. 連連看。請將右側的構造圖分別連至左欄的名詞：(2 分)

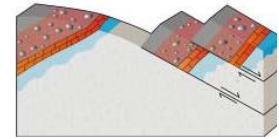
正斷層



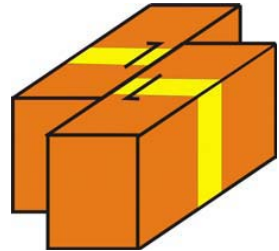
逆斷層



右移斷層



左移斷層

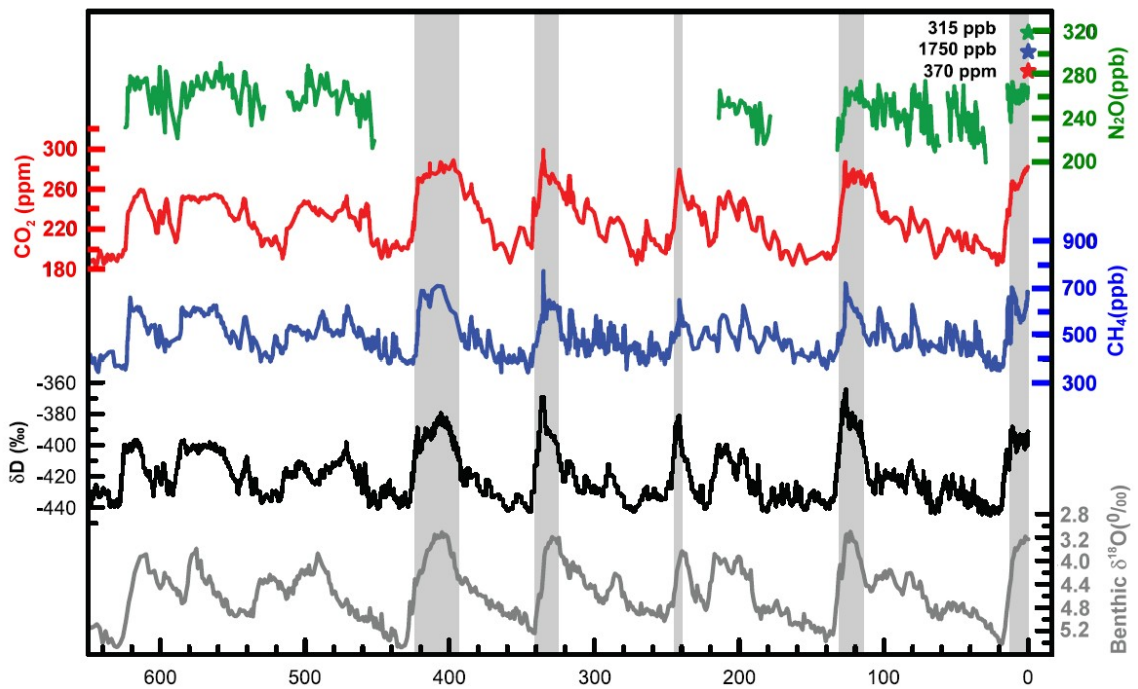


(2) 上面兩圖何者代表都市化前集水區的洪水歷線。請答(上圖)或(下圖)。(1 分)

答案：_____

(3) 利用下列符號：+ 代表較長、較大，- 代表較短或較小，0 代表無關，填入表中。(2 分)

50. 下圖為南極冰芯中的重氫、 CO_2 、 CH_4 、 N_2O 的濃度，陰影區代表溫暖的間冰期。最下一列為海底有孔蟲中的 ^{18}O 之全球分布，代表全球冰體積含量， $\delta^{18}\text{O}$ 含量下降代表陸上冰增加。右上角的星號代表 N_2O 、 CH_4 、 CO_2 現今在大氣中的濃度(資料來自 IPCC AR4, 2007)



- (1) 在過去的 650ka，甚麼時候 CH₄ 在大氣中的含量超過現在? (1 分)
- (A) 400ka
 (B) 125ka
 (C) 330ka
 (D) 315ka
 (E) 沒發生過
- (2) δ¹⁸O 的大小反映陸地冰含量，最近一次陸上冰體積最多發生在甚麼時間? (1 分)
- (A) 420ka
 (B) 220ka
 (C) 125ka
 (D) 20ka
 (E) 0ka
- (3) 哪一項最可能是引起冰期－間冰期之原因? (1 分)
- (A) 海底有孔蟲中的 δ¹⁸O 之變化
 (B) 地球自轉軸的傾斜及軌道變動
 (C) 北半球大陸漂移的變動
 (D) 南半球大陸漂移的變動
 (E) 燃燒化石燃料