

2010 年第四屆國際地球科學奧林匹亞競賽 --筆試試題

臺灣國際地球科學奧林匹亞選訓委員會

天文試題

A. 選擇題

1. 假設你在天空中看到一顆新行星。依據觀測，你發現這顆行星靠近太陽時的最大角度（大距）為 30 度。已知金星與水星的大距分別為 46 度與 23 度。你可以推論：（1 分）
 - (A) 此行星的軌道比水星還靠近太陽
 - (B) 此行星的軌道位於水星與金星之間
 - (C) 此行星的軌道位於金星與地球之間
 - (D) 此行星的位置無法由已知資訊決定
 - (E) 以上答案皆非
2. 一位太空人坐在月球上，面對地球。下列哪一選項的敘述是正確的？（1.5 分）
 - (A) 地球總是呈現一個圓盤狀
 - (B) 一晝夜的長度等於地球上的觀察者所看到的會合月周期
 - (C) 白晝的長度是月球環繞地球之恆星週期的一半
 - (D) 地球升起與落下之間的時間與從地球上看到新月與滿月之間的時間相同
 - (E) 面對月球的地球表面都是同一面，即從月球上只能看到地球的一面
3. 如果地球的自轉方向突然被反轉，但公轉方向不變，則其一天的長度為何？（1.5 分）
 - (A) 將會比原先長 4 分鐘
 - (B) 將會比原先短 4 分鐘
 - (C) 將會比原先長 8 分鐘
 - (D) 將會比原先短 8 分鐘
 - (E) 不變，與以前相同
4. 依據恆星演化理論，太陽將在數十億年後演化成紅巨星階段，那時太陽的表面溫度為現在的幾倍？當太陽為紅巨星時的半徑為 1.12×10^7 公里、溫度降為 2900 K。假設目前的半徑為 7.0×10^5 公里、表面溫度為 5800 K。忽略地球反照率改變的可能性。（2 分）
 - (A) 成為現在溫度的四倍
 - (B) 成為現在溫度的二倍
 - (C) 成為現在溫度的二分之一
 - (D) 成為現在溫度的四分之一
 - (E) 不變

5. 從地球上測量一顆恆星的三角視差為 0.05 角秒。如果我們從木星測量這顆恆星的三角視差，其值為何？（木星與太陽之距離為 5.2 AU）（1.5 分）
- (A) 1.00 角秒
(B) 0.52 角秒
(C) 0.33 角秒
(D) 0.26 角秒
(E) 0.15 角秒
6. 如果太陽的質量由現值增為兩倍，但仍在現行軌道上公轉。則地球的公轉週期約為：（1.5 分）
- (A) 423 天
(B) 365 天
(C) 321 天
(D) 258 天
(E) 147 天
7. 如果哈雷彗星的近日點為 8.9×10^{10} 公尺及軌道週期為 76 年，則其軌道離心率為：（1.5 分）
- (A) 0.567
(B) 0.667
(C) 0.767
(D) 0.867
(E) 0.967
8. 一顆恆星的特定光譜線被觀測為 4999 Å。依據在實驗室的檢驗，此光譜線應該出現在 5000 Å。這顆恆星相對於觀

- 察者的速度為何？（1.5 分）
- (A) 60 公里/秒 趨近觀察者
(B) 60 公里/秒 遠離觀察者
(C) 75 公里/秒 趨近觀察者
(D) 75 公里/秒 遠離觀察者
(E) 此恆星相對於觀察者不動

B. 短文

1. 不久以前，有流言說在地球上觀火星，看起來將會像月球一樣大（約為 0.5° ）。已知下列數據，地球軌道的半長軸為 $a_E = 1$ AU、離心率 $e_E = 0.017$ ，火星軌道的半長軸為 $a_M = 1.5$ AU、離心率 $e_M = 0.093$ ，火星半徑為 3393.4 公里。決定火星最大角直徑，然後判斷流言的正確性（答 **對** 或 **錯**）。（5 分）
- 為了回答本題，你必須
- 繪下此狀況之圖
 - 顯示所用到的公式
 - 顯示計算過程與最後的結果
2. 在 2010 年 1 月 15 日發生日環食，最大食分時，97% 的太陽盤面被月球遮掩。此時，地球非常靠近其近日點。已知下列數據，地球軌道之半長軸為 1.5×10^8 公里，太陽半徑為 7×10^5 公里，地球軌道離心率為 0.017，月球半徑為 1.738×10^3 公里。則地球至月球的距離為何？（3 分）
- （呈現公式、計算與最後之結果）

常數與單位表

常數	符號	數值
太陽光度	L_{\odot}	$3.86 \times 10^{26} \text{ Js}^{-1} = 3.86 \times 10^{26} \text{ watt}$
太陽常數	F_{\odot}	$1.368 \times 10^3 \text{ Jm}^{-2}$
宇宙重力常數	G	$6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2\text{kg}^{-2}$
地球表面重力加速度	g	9.8 ms^{-2}
地球質量	M_{\oplus}	$5.98 \times 10^{24} \text{ kg}$
月球質量	M_{ζ}	$7.34 \times 10^{22} \text{ kg}$
太陽質量	M_{\odot}	$1.99 \times 10^{30} \text{ kg}$
Stefan-Boltzmann 常數	σ	$5.68 \times 10^{-8} \text{ Js}^{-1}\text{m}^{-2}\text{K}^{-4}$
天文單位	AU	$1.496 \times 10^{11} \text{ m}$
月球-地球平均距離	D	$3.84 \times 10^8 \text{ m}$
地球半徑	R_{\oplus}	$6.37 \times 10^6 \text{ m}$
太陽半徑	R_{\odot}	$6.96 \times 10^8 \text{ m}$
恆星年	τ	$365.256 \text{ days} = 3.16 \times 10^7 \text{ s}$
太陽有效溫度	T_{\odot}	5880° K
光年	Ly	$9.5 \times 10^{15} \text{ m}$
秒差距	pc	3.26 Ly
光速	c	$3 \times 10^8 \text{ m/s}$

地質試題

- 疊置定理是指：(1%)
 - 下層一定比上層老
 - 下層一定比上層年輕
 - 若有變動，下層一定比上層老
 - 若沒有變動，下層一定比上層老
 - 地層因所含化石而定
- 若站在斷層線沿斷層線看，左邊地塊向我們移動，此斷層叫：(1%)
 - 右移斷層
 - 左移斷層
 - 正斷層
 - 逆斷層
 - 斜斷層
- 在包溫反應系列中，最後生成的礦物是？(1%)
 - 橄欖石
 - 石英
 - 正長石
 - 黑雲母
 - 輝石

4. 下列哪一種化石常在二疊至石炭紀岩石中出現？(2%)
- (A) 直立原人
 - (B) 乳齒象
 - (C) 始祖馬
 - (D) 貨幣石
 - (E) 紡錘蟲

- (A) 沖積層
- (B) U型谷
- (C) V型谷
- (D) 沖積平原
- (E) 曲流

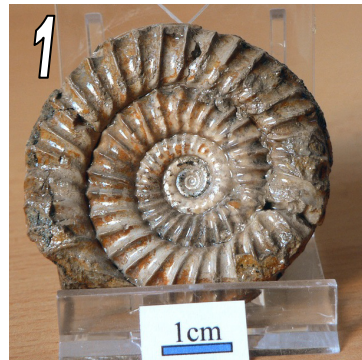
5. 莫氏不連續面如何確認？(2%)
- (A) 地震波速度的改變
 - (B) 高溫
 - (C) 重力上升
 - (D) 雷利地震波衰減
 - (E) 高壓

6. 下列哪一種是鋁礦？(2%)
- (A) 鋁土礦
 - (B) 鎳蛇紋石
 - (C) 黃鐵礦
 - (D) 輝銅礦
 - (E) 黃銅礦

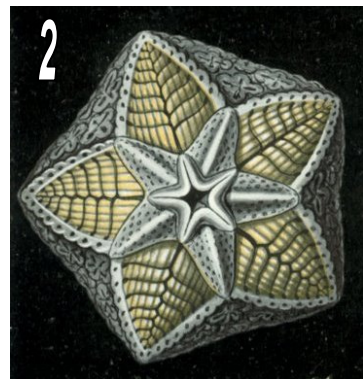
7. 何時盤古大陸分裂成剛地瓦那(Gondwana)和勞瑞提亞(Lauratia)兩大陸？(2%)
- (A) 志留紀
 - (B) 寒武紀
 - (C) 三疊紀
 - (D) 漸新世
 - (E) 始新世

8. 下列哪一種是早期河谷的特徵？(2%)

9. 下圖的三種無脊椎動物化石分別為？(2%)



www.pifik.org



picasaweb.google.com



www.bewareofdarwinistfalsehoods.com

- (A) 1=菊石, 2=海蕾(綱), 3=三葉蟲
- (B) 1=海蕾(綱), 2=菊石, 3=三葉蟲
- (C) 1=三葉蟲, 2=菊石, 3=海蕾(綱)
- (D) 1=三葉蟲, 2=海蕾(綱), 3=菊石
- (E) 1=海蕾(綱), 2=三葉蟲, 3=菊石

10. 下列哪一項不屬於山崩？(2%)

- (A) 落石
- (B) 岩屑崩落
- (C) 地層下陷
- (D) 地層下滑
- (E) 泥石流

11. 地層學中，沉積岩依化石分層屬於？

(2%)

- (A) 岩石地層學
- (B) 時間地層學
- (C) 地質定年學
- (D) 生物地層學
- (E) 層序地層學

12. 老的火成岩(或變質岩)和年輕沉積岩

間的不整合是？(1%)

- (A) 交角不整合
- (B) 交角非整合
- (C) 平行不整合
- (D) 沉積間斷
- (E) 假整合

13. 喜馬拉雅山何時開始存在？(1%)

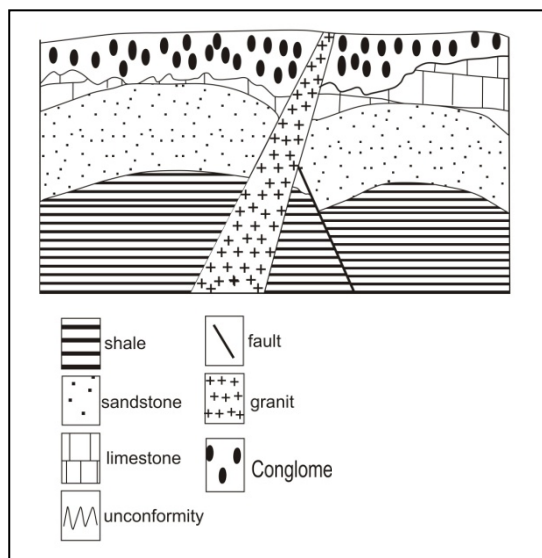
- (A) 更新世
- (B) 中新世

- (C) 侏儸紀
- (D) 始新世
- (E) 上新世

14. 沉積岩中的礫岩，其顆粒：(1%)

- (A) 圓且比 2mm 大
- (B) 圓且比 2mm 小
- (C) 稜角狀且比 2mm 小
- (D) 稜角狀且比 2mm 大
- (E) 圓或稜角狀，SiO₂ 或 CaCO₃ 膠結

15. 下圖為地質剖面圖，地質事件發生從老到新依序為？(3%)

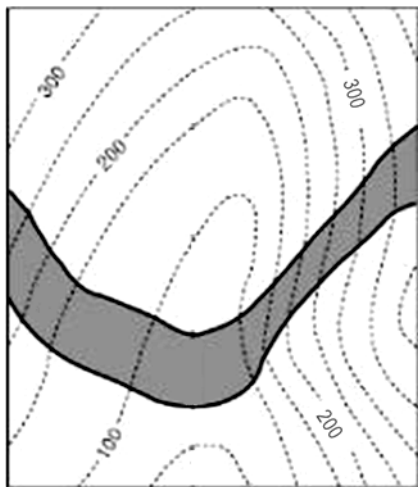


- (A) 礫岩—頁岩—砂岩—石灰岩—不整合—斷層—花崗岩
- (B) 花崗岩—斷層—不整合—石灰岩—砂岩—頁岩—礫岩
- (C) 頁岩—花崗岩—砂岩—不整合—斷層—石灰岩—礫岩

- (D) 頁岩—砂岩—斷層—石灰岩—不整合—礫岩—花崗岩
 (E) 頁岩—斷層—砂岩—石灰岩—不整合—礫岩—花崗岩

16. 石灰岩含碳酸鈣礦物，它所含的主要碳酸鈣礦物是_____。(2%)
17. 花崗岩中兩種主要礦物是_____和_____。(2%)
18. 若有一斷層，上盤相對於下盤是往下移動，此斷層為？(1%)
 (A) 右移斷層
 (B) 左移斷層
 (C) 正斷層
 (D) 逆斷層
 (E) 斜斷層

19. 依據 V 形法則，圖中地層(深色帶)之走向為_____傾斜方向為_____。(2%)



0 100 200 公尺

20. 如果沿上圖的傾斜方向做剖面，此剖面的方向應為_____，此地層(深色帶)的厚度為_____公尺。(2%)

地質試題

21. 重力加速度(g)之公式： $g = G \frac{M}{r^2}$ ， $G = 6.673 \times 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$ ， G 為重力常數，地球質量 $M = 5.98 \times 10^{24} \text{ kg}$ ， r 為地表至地球中心之距離，若在平均海面之 $g = 9.83 \text{ m/s}^2$ ($R = 6371 \text{ Km}$)，且重力值隨著高度(h)而改變，則隨著高度增加，重力值下降的關係式為：_____。(注意 $1 \text{ cm/s}^2 = 1 \text{ gal}$)(列出計算過程)(2%)

22. 在含兩層的地層中，地震波折射的時間和距離之間數學式為：

$$t = \frac{2h_1(V_2^2 - V_1^2)^{1/2}}{V_2 V_1} + \frac{x}{V_2}$$

t ：地震波走過時間(秒)

h_1 ：第一層厚度(公尺)

x ：地震波走過的距離(公尺)

V_1 ：地震波在第一層中之速度

V_2 ：地震波在第二層中之速度

地震波速度(V_1 和 V_2)和地層厚度(h)為定值，如果地震波折射如表一所示，則：

第一層和第二層中的 V_1 和 V_2 分別是多少？(2%)

列出計算式？(2%)

第一層厚度 h_1 為多少公尺？(1%)

表一、Seismic Refraction Data

x (m)	t (ms)
2	4
4	10
6	12
8	19
10	24
12	27
14	30
16	31
18	32
20	34
22	36
24	39

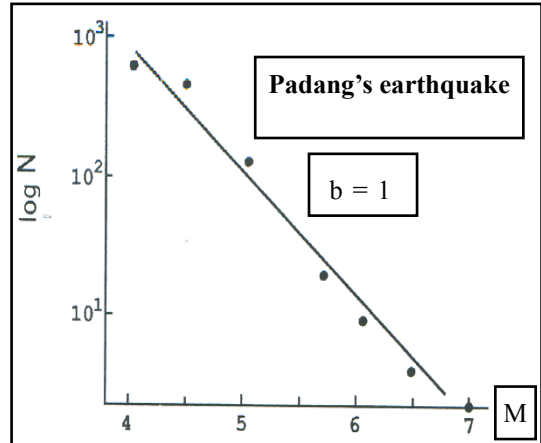


Figure 1. The graph of number (N) of earthquakes versus its magnitude (M) of Padang's event.

23. 若地震次數和地震規模之間的關係式為： $\log N = a - bM$ ，圖 1 中表示蘇門答臘的地震次數和規模之間的關係，關係式中 a 為常數， b 表小地震和大地震之間的比率，若 b 是 1，則規模 7 的地震次數與規模 5 的地震次數比是多少？(2%)

24. 印尼某次地震，有四個測站測得，圖 2 表示四個測站的位置，圖 3 是震波圖，若平均 P 波波速為 6.4 公里/秒，S 波波速為 3.7 公里/秒，求出震央位置？並列出計算式！在圖 2 中，作圖解出？(1 緯度=111 公里)(5%)



Figure 2. Location of the seismic stations AE2, AG2, BH2, and AK4 which recorded the earthquake.

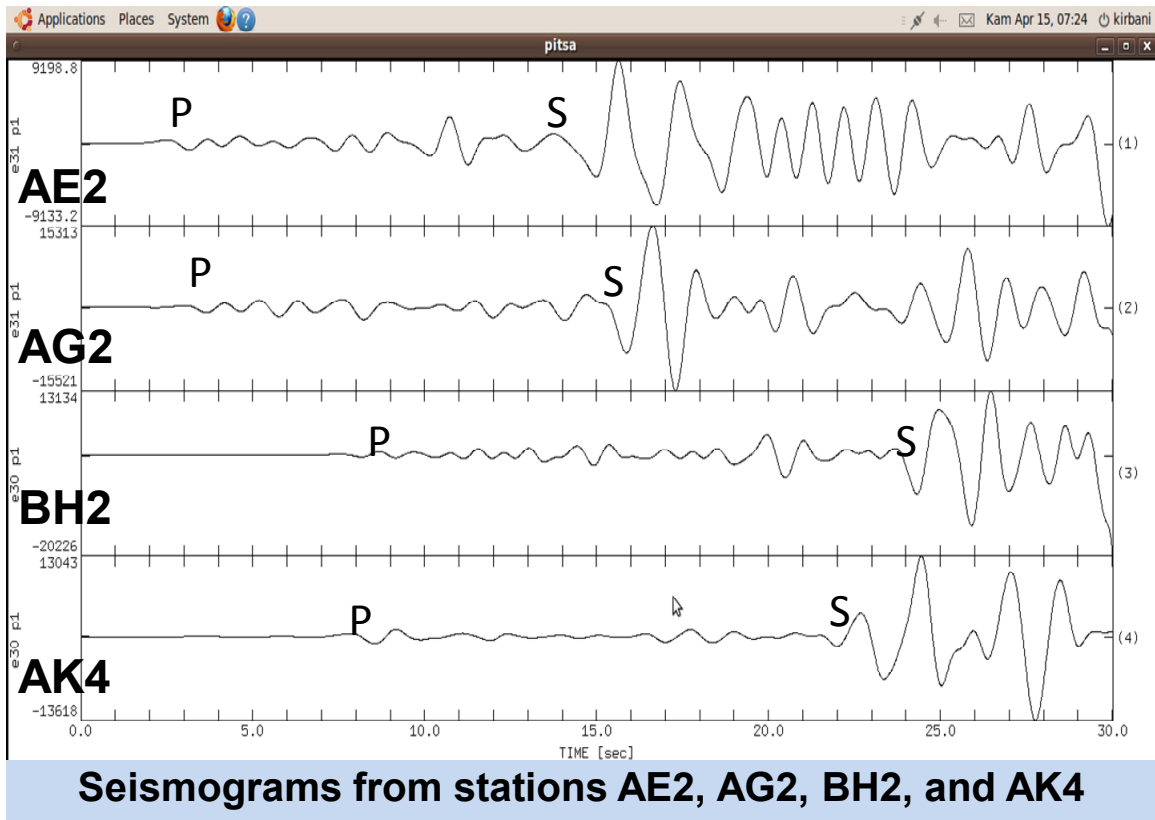


Figure 3. Seismograms of the earthquake recorded at seismic stations AE2, AG2, BH2, and AK4.

大氣試題

- 下列哪一個名詞並不是一般大氣分層所用的名稱？(5%)
 - 增溫層(thermosphere)
 - 電離層(ionosphere)
 - 冰凍層(cryosphere)
 - 非均勻層(heterosphere)
 - 均勻層(homosphere)
- 有關大氣電學，下列哪一個敘述是正確的？(5%)
 - 閃電總是從雲向地面放電
 - 雲粒子總是帶負電
 - 有時候，閃電也可以從雲頂向電離層方向放電
 - 雷雨雲內的正負電荷是均勻分布的
 - 以上皆正確
- (A) 在海平面高度 1013hpa 處，一空氣塊的溫度和相對濕度分別是 30℃ 以及 53.65%，如果熱帶區域之乾絕熱溫度遞減率為 10℃/Km，請參考下列不同溫度的飽和水氣量表決定凝結層之高度：(10%)

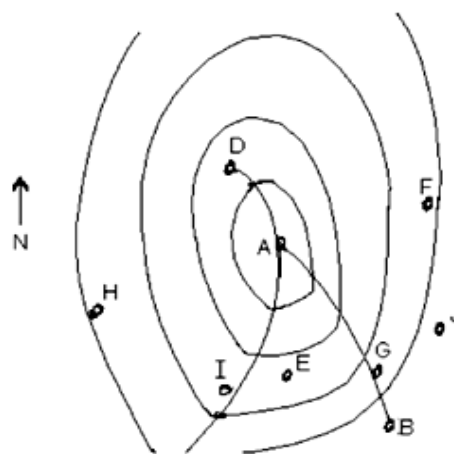
攝氏溫度	乾空氣每公斤所含的水氣量(g/kg)
50	88.12
40	49.81
30	27.69
20	14.85
10	7.76
0	3.84

- (B) 當這一個空氣塊爬到 2539 公尺高度之山坡處時，此空氣塊的溫度是多少？(假設熱帶地區的飽和絕熱溫度遞減率是 $6.5\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{km}$)(10%)
- (C) 當此空氣塊爬過高度為 3308 公尺的山並且在背風面(山後)下降至初始氣壓(1013 hPa)的高度時，請計算此空氣塊的溫度以及相對濕度是多少？(15%)

4. 在印尼西加里曼丹(West Kalimantan)地區，正好位在赤道上的坤甸(Pontianak)地點測量風速，測量結果平均風速為 20 m/s ，如果最近而且間隔 800 公里的兩條等壓線之氣壓差為 8 hPa，空氣密度是 0.364 Kg/m^3 ，則該地單位質量之科氏力之大小為：(3%)
- (A) 0.02 ms^{-2}
 (B) $1.37 \times 10^{-4}\text{ ms}^{-2}$
 (C) 0 ms^{-2}
 (D) $1.37 \times 10^{-6}\text{ ms}^{-2}$
 (E) 1.37 ms^{-2}

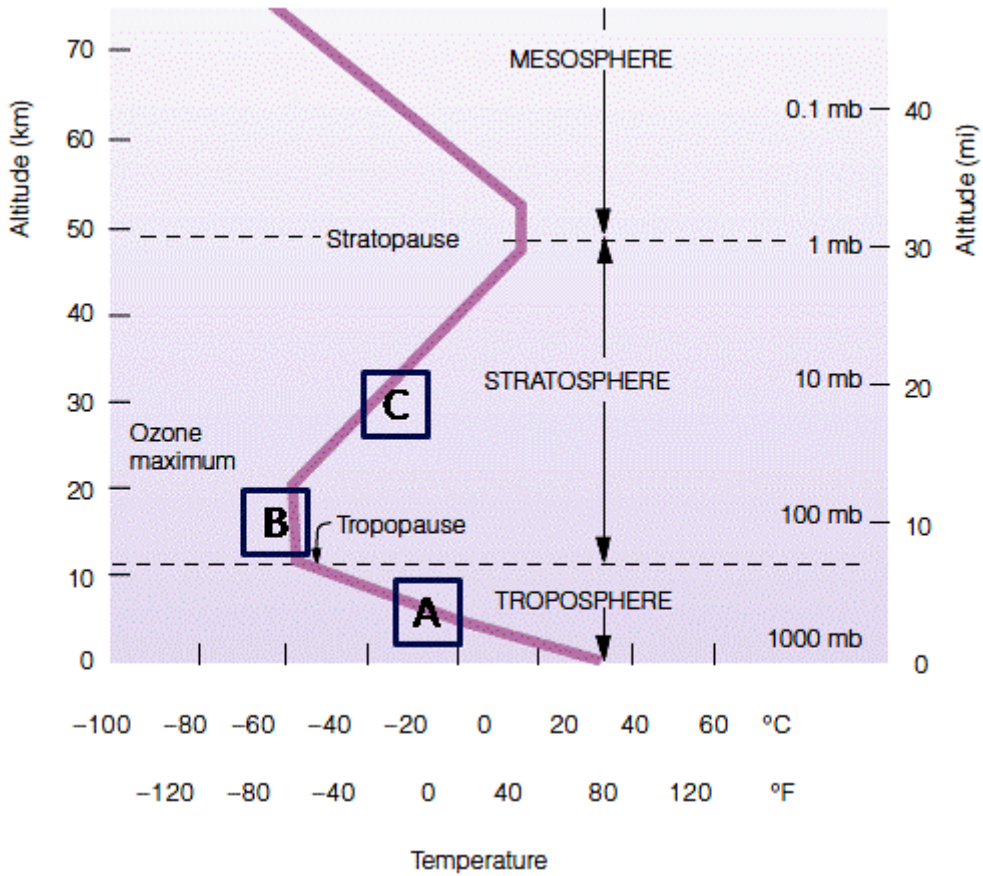
5. 參考下面圖 6 成熟的氣旋波示意圖，指

出下列哪一個測站最有可能有最小的下雨機會而且雲量最少？(6%)



- (A) A 點
 (B) H 點
 (C) B 點
 (D) I 點
 (E) G 點

6. 在某一個地點，科氏參數 $f = 10^{-4}\text{ s}^{-1}$ ，觀測到的地轉風速為 5 ms^{-1} ，而且由東向西吹，則下列哪一個是對應此地科風的氣壓梯度力大小？(6%)
- (A) $5 \times 10^{-4}\text{ ms}^{-1}$
 (B) 0.005 ms^{-2}
 (C) -0.00005 ms^{-2}
 (D) $-5 \times 10^{-4}\text{ ms}^{-2}$
 (E) 0.00005 ms^{-2}
7. 如附圖所示，三個空氣包，A、B 以及 C 分別位於 5、15 以及 30 公里處。假設此三個空氣包被垂直向上推動，利用下面表格預測這三個空氣包被向上推動之後的反應和軌跡。(10%)



空氣包	反應*
A	
B	
C	

*備註：請用下列符號來回答上述空格之問題

▲	保持向上移動
┴	停在新的 height
↕	在原生高度之上下來回振盪

8. 根據 Ramage 的分類，印尼的海洋陸地屬於季風氣候區，在印尼西季風季節，

剛好位在菲律賓南邊的 Sangihe Talaud Islands (5°30'23"N 126°34'35"E) 小島最有可能盛行什麼風？(3%)

- (A) 西風
- (B) 東風
- (C) 南風
- (D) 東北風
- (E) 西南風

9. 附圖 8 是印尼全年的降雨型態圖，此圖指出 Sumatra 西部沿岸地區雖然離赤道有段距離，但仍屬赤道降雨型，請選擇造成此降雨分布特性的最好解釋。(6%)

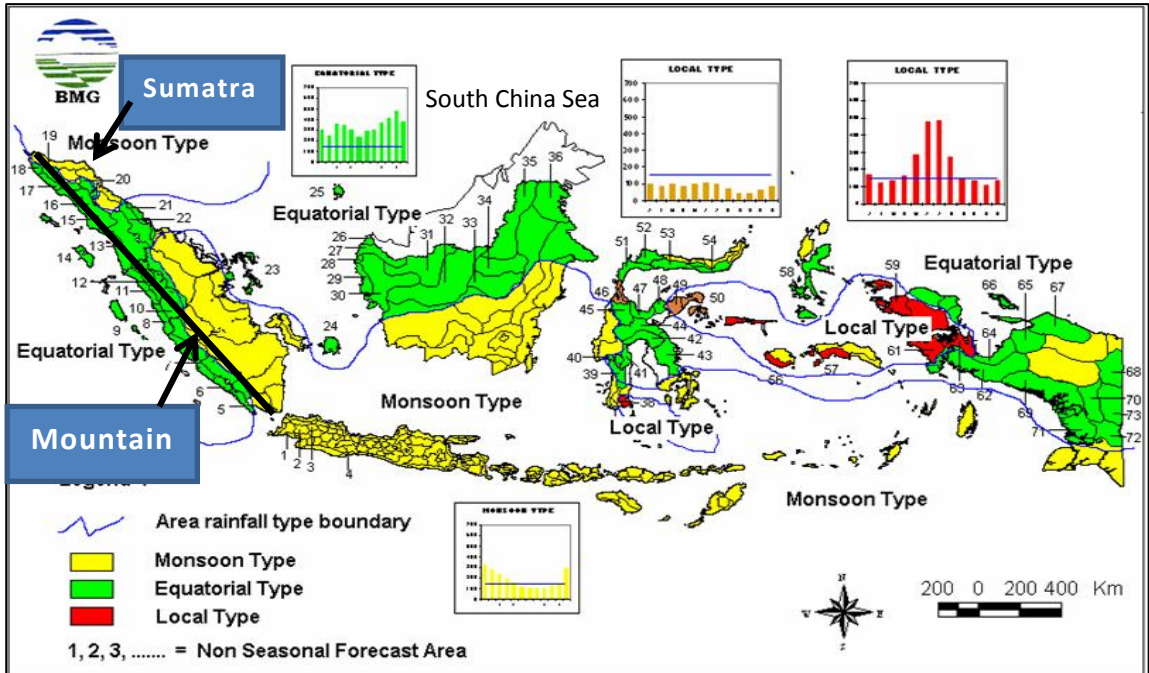


Figure 8

- (A) 受印尼－澳大利亞季風之影響
 (B) 受到 Bukit Barisan 山脈地形效應與印度洋的雙重影響
 (C) 受南中國海的影響
 (D) 受熱帶氣旋活動的影響
 (E) 受印尼槽氣流的影響
10. 溫室氣體對可見光輻射而言是可穿透的，但對紅外線輻射而言則是不可穿透的。下列根據溫室氣體輻射強迫作用從強到弱的排列順序，哪一個是正確的？(6%)
- (A) CO_2 , CH_4 , H_2O , NO_2
 (B) H_2O , CH_4 , CO_2 , NO_2
 (C) H_2O , CO_2 , CH_4 , NO_2
 (D) CO_2 , H_2O , NO_2 , CH_4
 (E) 以上皆非
11. 當你嘗試去預測未來 25 分鐘內的天氣變化時，若假設此時一般的天氣條件並沒有改變，那麼你是採用什麼預測方法來預測天氣？(3%)
- (A) 持續預報法
 (B) 統計預報法
 (C) 歷史預報法
 (D) 數值預報法
 (E) 綜觀預報法
12. 圖 9 是雲幕儀，雲幕儀是測量雲幕的儀器，此儀器包括一投影器以及偵測器，投影器有兩個燈泡，每一個都會發射一聚焦的光線以穿過快門，聚焦鏡和燈泡都會旋轉，因此光線會以脈波發射，並以某一角度射到雲底而使雲底發亮。雲底會反射這些光線，若反射的光線垂直

向下傳就可能被偵測器偵測到。偵測器以電子式反應。已知頻率的系列脈波，雲底高度可以從發射光與反射光之夾角以及發射器與偵測器間之距離，再利用三角公式計算出來。一部雲幕儀在白天可以量測之最高雲底可達 3000 公尺。夜間可以量測之最高雲底則可達 6000 公尺。

如果雲幕儀之發射器與偵測器之間的距離 b 固定為 20 公尺，而發射光與反射光之間的夾角為 0.5 度，試計算雲底之高度 d 。(12%)

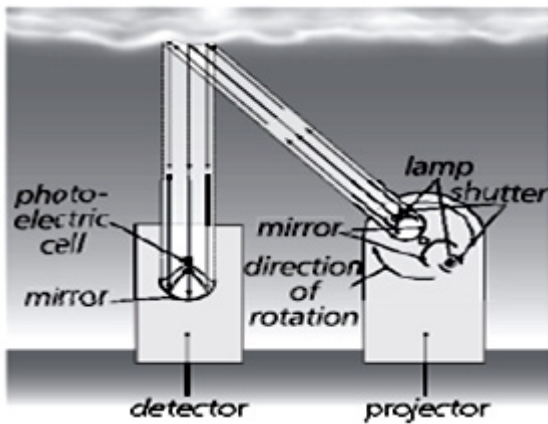


Figure 9. Ceilometer. Angle of ray path between cloud base, detector and projector is perpendicular.

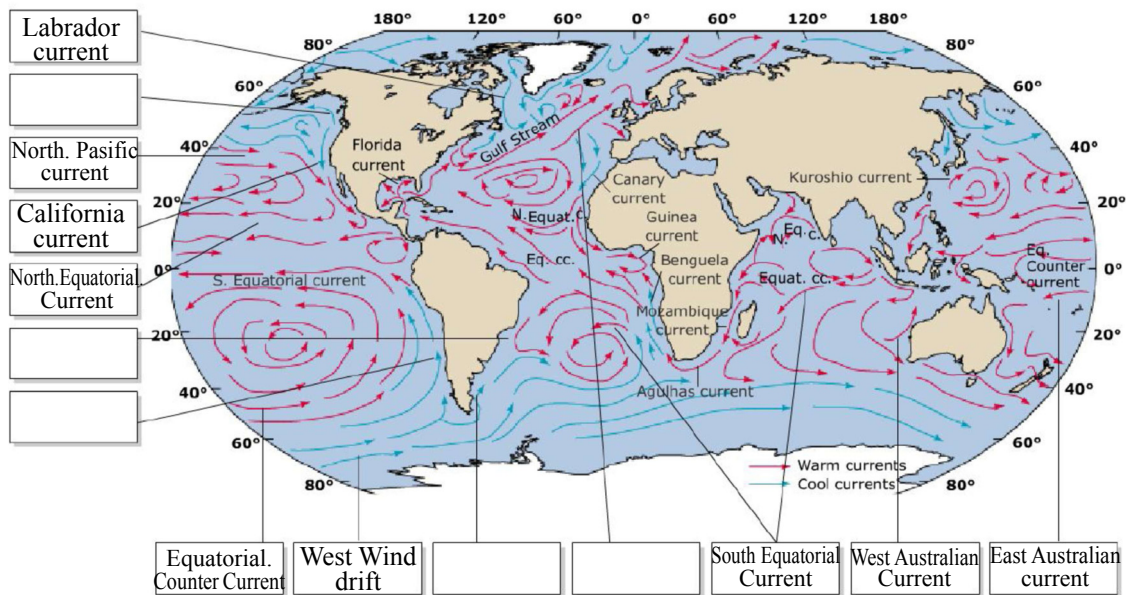
海洋試題

- 什麼造成海水成層的現象？(10%)
 - 極區冰帽
 - 洋流
 - 海水密度的差異
 - 波浪
 - 蒸發與降雨
- 海洋能夠大量吸收太陽能量，但不會造成海水溫明顯增加，這主要是由於？(10%)
 - 海水量很大
 - 水的蒸發潛熱相對較小
 - 海水面不會反射傳入的熱量
 - 海水的熱容量相對較大
 - 海水含大量鹽
- 下列哪一項有關海水中含氧量的敘述是正確的？(10%)
 - 表層海水含氧量比深層高
 - 冬季時海水含氧量較夏季高
 - 高緯度海域的海水含氧量比熱帶海域高
 - 答案(A)跟(B)是對的
 - 答案(A)、(B)跟(C)是對的
- 在海洋中，蒸發(evaporation)與降雨(precipitation)會影響表面海水鹽度的平衡，利用下圖資料說明為何在熱帶表面海水的鹽度比亞熱帶低。

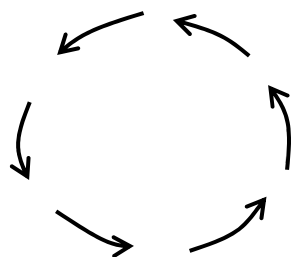
The graph displays four data series across a latitude range from 80°N to 80°S. The top panel shows precipitation (P, red line) and evaporation (E, blue line) in cm/year. The bottom panel shows salinity (green line) and the net evaporation minus precipitation (E-P, red line) in cm/year. Salinity values are marked on the right axis at 36, 35, and 34. The E-P curve shows a significant deficit (E < P) in the tropical region (between the equator and 40°S), which corresponds to the lower salinity values in that area.

5. 把代表洋流名稱的字母填入下圖相對的正確位置(20%)

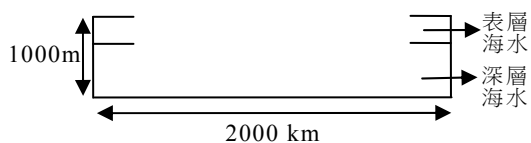
- (A) 阿拉斯加洋流
- (B) 秘魯洋流
- (C) 北大西洋洋流
- (D) 巴西洋流
- (E) 福克蘭洋流



6. 最近發現漂浮的垃圾聚集在海洋的特定區(參看第 5 題附圖), 這些地區大多在漩渦或環流存在的地方, 這些塑膠垃圾估計在他們經光學或化學作用分解之前會集中存在數百年, 其中一個漩渦面積達美國德州面積的兩倍
下面是個大渦旋



- 1) 這種渦旋在何處出現?
(A) 在北半球
(B) 在南半球
(請答 A 或 B)(10%)
- 2) 根據上面的渦旋, 請你在通過中心點的垂直剖面上圖繪海水移動的情形, 如果有垂直方向的流動也要畫出來。



(完)