

高中基礎地球科學(下)教學講義

解答本

EARTH SCIENCES

目次

第 1 章 地球古今談	2	第 5 章 深邃海洋	16
1-1 地球的起源與看法演變	2	5-1 海洋觀測	16
1-2 地球的形狀與大小	2	5-2 海岸地形	17
1-3 地殼均衡理論	2	5-3 海底地形	18
1-4 地球環境的現代觀測技術	3	5-4 海洋地殼	18
武術大會－歷屆大考試題	3	武術大會－歷屆大考試題	19
第 2 章 時序的探索	4	第 6 章 燦爛星空	20
2-1 曆法與日月地相對運動	4	6-1 星空觀測	20
2-2 晝夜長度與季節變化	5	6-2 星色與光譜	21
武術大會－歷屆大考試題	6	6-3 浩瀚宇宙	21
第 3 章 壯麗山河	7	武術大會－歷屆大考試題	22
3-1 探測地下構造	7	第 7 章 資源、環境與永續發展	23
3-2 地質作用與地質構造	8	7-1 資源利用	23
武術大會－歷屆大考試題	9	7-2 永續發展	24
第 4 章 多變天氣	10	武術大會－歷屆大考試題	24
4-1 氣象觀測	10		
4-2 氣象預報	11		
4-3 成雲致雨	12		
4-4 大氣運動	14		
武術大會－歷屆大考試題	14		

第 1 章 地球古今談

● 1-1 地球的起源與看法演變

範例 ①

答 1.(C) 2.(D) 3.(A)

解 三個圖示為「潮汐假說」的過程：(a)有一恆星掠過太陽，對太陽產生潮汐引力；(b)從太陽吸出「雪茄狀」物質；(c)中間較粗，形成木星、土星等大行星，兩端較細，形成水星、金星以及外圍的海王星等體型較小的行星。

範例 ②

答 1.(D) 2.(B)

解 三個圖示為「冷星雲」假說的太陽系形成過程：(a)由氣體、冰和塵埃組成的星雲物質被擾動；(b)原始太陽形成；(c)星雲盤上的物質逐漸發展成行星，離太陽近的星雲盤上，冰塊、密度小的氫和氦等物質含量較少，形成類地行星。

練功時間 課後練習試題

簡答區

1.(D) 2.(C) 3.(C) 4.(B)(C) 5.(A)(D)

1. 克卜勒定律是針對行星環繞太陽的運動（公轉運動），而與行星的自轉運動無關。
2. (A)「潮汐假說」是指太陽受到外來恆星的巨大潮汐引力，自內部被吸出的氣流，逐步分裂、冷卻、凝聚成各個行星，為「外力說」中的一種說法；(B)「彗星撞擊假說」是假設太陽遭彗星撞擊後，被撞離太陽的幾個小部分物質，固化形成行星；(D)「冷星雲假說」認為太陽系誕生的一大團組成物質中，除了冰和塵埃之外，還有大量的氣體。
3. 1940 年代起，由於太陽系觀測資料大量增加，科學家逐漸傾向於認為太陽系起源於低溫的冷星雲假說。
4. 「潮汐假說」和「彗星撞擊假說」屬於「外力說」。
5. 選項(B)與(C)是萬有引力作用所產生的結果，較無法說明太陽星雲理論中有關太陽系形成的特性。

● 1-2 地球的形狀與大小

範例 ①

答 (A)(C)(D)

解 (B)是因地球自轉造成的，與地球形狀無關；(C)春分時的太陽應直射赤道，愈北方地區的太陽則會有

愈大的斜射角度；(D)會看到更多屬於南天球的天體。

範例 ②

答 (A)

解 緯度愈低的地區，重力愈小，單擺的擺動愈慢。

範例 ③

答 1.(B) 2.(C)

解 1. 夏至正午時的太陽會直射在北回歸線上，此時該地區的太陽光線與鉛垂線平行。

2. 假設地球半徑為 R ，以地球中心點為圓心，亞歷山大城與阿斯旺兩地所形成的圓心角為 7.2° ，其對應的弧長為 800 公里，則 $800/2\pi R = 7.2^\circ/360^\circ$ 。

練功時間 課後練習試題

簡答區

1.(A) 2.(B) 3.(B) 4.(D)

1. (A)(B)地球是南北軸半徑較赤道半徑小的扁橢圓球體，所以愈往高緯度地區，經線上每一度對應的弧長愈長；(C)(D)至於緯線上每一度對應的弧長，低緯度地區一定會大於高緯度地區，與地球是否為扁橢圓球體無關。
2. 牛頓認為愈近赤道地區的離心力愈大，所以赤道應略為隆起。
3. 鐘擺的週期 $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ ， ℓ 為鐘擺的擺長， g 為重力加速度，因赤道的半徑最長，極半徑最短，所以離赤道愈近，則 g 值愈小。
4. 愈高緯度區，地表離地心愈近，所以重力值較大。

● 1-3 地殼均衡理論

範例 ①

答 (C)

解 依地殼均衡理論的說法，地殼浮在地函之上，若體積愈大，則浮在地函上的高度愈高，沉在底下的部分也會愈多。

範例 ②

答 1.(A) 2.(D) 3.(C)

解 普拉特學說主張各地塊的密度不同，但質量相同；艾里學說則強調各地塊密度相同，但厚度不同。

範例 ③

答 (C)

解 A、B 兩地點地底下的等壓面上，每一平方公分所承受的壓力（重力）會相等。若 A 地點的地殼厚度為 h 公里，則 $h \times 10^3 \text{ cm} \times 2.8 \text{ g/cm}^3 = 4 \times 10^3 \text{ cm} \times 1.0 \text{ g/cm}^3 + 5 \times 10^3 \text{ cm} \times 2.8 \text{ g/cm}^3 + (h - 3 - 4 - 5) \times 10^3 \text{ cm} \times 3.3 \text{ g/cm}^3$ ，所以 h 為 43 公里。

練功時間 課後練習試題

簡答區

1.(C) 2.(A) 3.(1)(D) (2)(A) 4.(1)(C) (2)(A)

- (A)為「板塊構造運動」學說；(B)為全球暖化的現象；(D)為造山運動的實例。
- 地塊厚度愈大，則突出地函表面之上的高度就愈高，沉在地函表面底下的部分也愈深。
- (1) 等壓面應位於具可塑性的軟流圈內。
(2) 依浮體原理，軟流圈的密度 $>$ 岩石圈的密度；依地殼均衡理論，大陸地殼的厚度 $>$ 海洋地殼的厚度，所以海洋地殼的密度 $>$ 大陸地殼的密度。
- (1) 陸塊因其上覆厚重冰川的融解而緩緩上升，是為了達到新的浮體平衡位置。
(2) 假設陸塊抬升了 x km，則 $0.93 \text{ g/cm}^3 \times 3.3 \text{ km} + 2.8 \text{ g/cm}^3 \times 40 \text{ km} = 2.8 \text{ g/cm}^3 \times 40 \text{ km} + 3.3 \text{ g/cm}^3 \times x \text{ km}$ ， $x \text{ km} = 0.93 \text{ km}$ 。

● 1-4 地球環境的現代觀測技術

範例 ①

答 (1)BDE (2)CF

解 (A)不是遙測行為；(B)因閃光燈的作用是發出電磁波，並以相機接收景物的反射訊息。(E) X 光檢查必須先將 X 光穿透待檢查的身體部位，以了解病人的病況。

範例 ②

答 1.(A)(B) 2.(A)(D) 3.(D)

- 解**
- (C)在臺灣西部，平原區移動量較少，而臺灣東側有較大的位移量，從板塊移動方向可知臺灣主要是受到壓力作用；(D)並非都向西北，如：高雄向西南移動。
 - (B) GPS 衛星是主動發出訊號給地面接收器，藉由計算接收器與衛星間的距離，可知精密定位；(C) GPS 衛星圍繞極軌道衛星，在 6 個軌道面上繞行地球公轉。
 - GPS 只能得知精密時間和地表定位。

範例 ③

答 (B)

解 地球同步衛星固定在地球上空某一點，可針對同一地區作連續而緊密的監測，故可用於(甲)觀測目的；繞極軌道衛星可輪流對全球各地區作觀測，影像解析度也高，可比對長時期全球性的表面變化，適合(丙)觀測目的；GPS 定位衛星可就地表的三度空間位置做精確定位，可就大範圍地區做長時間的位移監測，可符合(乙)觀測目的。

練功時間 課後練習試題

簡答區

1.(A) 2.(B) 3.(B) 4.(A) 5.(C) 6.(C) 7.(D)
8.(A) 9.(B) 10.(D) 11.(D) 12.(D) 13.(B)(D)
14.(C)(D) 15.(A)(C)

- 地球同步衛星可針對同一地點進行連續性觀測。
- 太陽光是最經濟的電磁波來源。
- 主動式遙測為探測器主動發出電磁波，不需等待受測物體被動發出電磁波，故主動式遙測不受晝夜或天候影響。
- 在夜晚地表物體不發出可見光，故無法觀測此波段。
- (A)尋找海溫較低之處；(B)湧升流可將深海的營養鹽帶至表層海水，故有湧升流之處通常浮游植物較多，故可藉由海洋水色間接推知湧升流可能發生的位置；(C)(D)人造衛星無法由太空中辨識出海水溶氧較多或水中魚群密集之處。
- (D)地表上任一地點需收到至少四個衛星訊號，才可做精確的定位。
- (A)不是地球同步衛星；(B)20,200 公里；(C)24 顆衛星。
- 想要海水表溫，主要是偵測表層海水所發出的紅外線。
- 若在地表上使用望遠鏡觀測宇宙，才會受到大氣吸收影響，只能接收到可見光和無線電波波段；若是在宇宙當中觀測地表，則可使用多種電磁波。另一方面，感測器也可主動發出電磁波，然後觀察受測目標的反應結果。

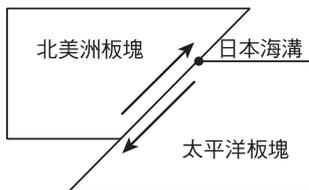
武術大會 歷屆大考試題

簡答區

1.(D) 2.(B)(C)(D) 3.(A)(D) 4.(1)(B) (2)(B)

- 由 GPS 的長期觀測資料可見，東側地層向西北移動，西側地層向東南移動，在斷層兩側的地層不斷靠近，這是逆斷層的特徵，但斷層北邊兩側的地層成水平錯動，這是平移斷層的特徵。
- 地殼均衡理論認為密度較小的地殼浮載在地函之上，並符合其浮力與重力平衡的原則，所以密度相當的山脈物質突出海平面愈高，則穿入地函的根部愈深；同時，因侵蝕作用或冰川退卻而使地殼的重量減少時，地殼勢必抬升以減少沒入地函的深度，讓浮力調降至新的重力大小。

- (A)(B)由圖中，可知為聚合性板塊邊界，斷層為逆斷層，另外由水平同震變形（下圖左邊）向東移動，垂直同震變形（下圖右邊）向下，顯示為逆斷層，如右圖所示；(C)(D)太平洋板塊向西隱沒在北美洲板塊之下；(E)最大水平同震位移可達 $\frac{25}{2.5} \times 50 = 500 \text{ cm} \doteq 5 \text{ m}$ 。



- 若甲乙丙三地位於近地表附近，由於乙位於颱風眼，為無風無雨狀態，而北半球颱風的氣流大致呈逆時針旋入，故甲處大約為北風，而丙處則大約為南風。
 - 若甲乙丙三地位於近地表附近，由於颱風為低壓，愈靠近中心氣壓愈低，故乙處的氣壓值為三者最低之處。

第 2 章 時序的探索

● 2-1 曆法與日月地相對運動

範例 ①

答 1.(A) 2.(A) 3.(C) 4.(D) 5.(B)

解 圭尺記錄的是每天正午時最短的竿影長度，冬至則是一整年正午竿影中最長的那一天，夏至則最短，春分和秋分居於其中。「立夏」是夏季的開始，時序會歷經「夏至」→「立秋」→「秋分」；同理，「立春」、「立冬」也是季節的起始點，所以從甲至戊依序應為：「冬至」－「立春和立冬」－「春分和秋分」－「立夏和立秋」－「夏至」，正午竿影的紀錄由冬至最長刻度處，逐日縮短至夏至最短刻度處，再逐日展長回下一年的冬至。但因回歸年並非

為整數，所以冬至竿影仍有長度的變化，且四年回歸一個週期。

範例 ②

答 1.(B) 2.(B)(E)

- 解 1. 地球在公轉軌道移動的回歸年約為 365.2425 日，因此國曆大致以「四年一閏」的原則，來解決此未剛好成整數的日數；然而，二十四節氣的時間劃分是對應地球的公轉位置，「清明」為節氣之一，所以對應至國曆日期會是四月 5 日或其前後的一天。端午節是固定於農曆的 5 月 5 日，不屬於二十四節氣。每個朔望月可能含一至三個節氣不等。
- 2012 剛好是 4 的倍數，為國曆的閏年，會比平年多了 2 月 29 日一天。而從圖表中所示可知，國曆五月 21 日至六月 18 日的一個閏月期間，只出現「芒種」一個節氣，依題幹對閏月的定義：「以上一個月的名稱為名」，故此閏月應為閏四月。

範例 ③

答 1.(E) 2.(D)

- 解 1. 從農曆或月相變化的經驗知道，日月合朔的週期大概是接近 30 天，此時地球從甲處公轉至乙處，應在公轉軌道上移動 30° （即圖中的 X 角度）左右，所以月球共公轉了 $360^\circ + 30^\circ$ 。
- 月球 30 天約公轉了 390° ，所以公轉 30° 須耗掉 2 天多的時間。

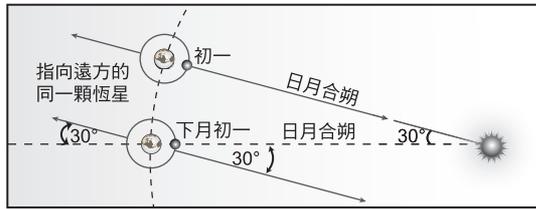
練功時間 課後練習試題

簡答區

1.(A) 2.(D) 3.(D) 4.(A)(C)(D) 5.(A)(D)
6.(C)(D) 7.(C)(D)

- 「回歸年」為地球在公轉軌道上由春分點再回到春分點繞行一圈的時間，而二十四節氣的劃分正是將地球繞日軌道分成 24 等分。一個回歸年約為 365.2422 個「平均太陽日」，二十四節氣雖可與陽曆日期相對應，但非固定在陽曆的某一日；至於「朔望月」、「恆星月」則與月球公轉有關。
- 克卜勒定律，冬至時地球位於公轉軌道之近日點附近，公轉速率較快，且太陽移動軌跡最平行赤道。
- 銩原子鐘計時既準確又穩定，精確度可達 150 萬年才差 1 秒。
- (B)月應為「朔望月」；(E)國曆則採用「格勒哥里曆」。

5. 相較於恆星日，地球需多自轉 0.986 度才是一個平均太陽日，因此要多 4 分鐘。如附圖，月球繞地球公轉一周時，稱為「恆星月」；但在此同時，地球也繞太陽公轉了約 30 度，而月球繞地球公轉每天只移動 12 度，因此月球需再公轉二天多才能再次與地球同時對準太陽，即所謂的「朔望月」。



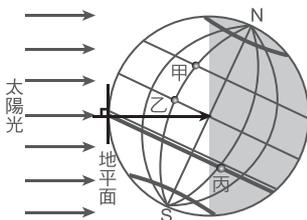
6. 國曆為陽曆，每 4 年置一閏，每 100 年不置閏，但每 400 年又置閏。
7. 民國 102 年非為 4 的倍率，所以應為平年。二十四節氣的節氣間隔約為 14 至 16 天，中秋與白露、秋分沒有達到此間隔規則，所以一定不是節氣。

● 2-2 晝夜長度與季節變化

範例 ①

答 1.(C) 2.(D) 3.(B) 4.(A)

解 如附圖圖解，陽光直射在南回歸線上，此時應為冬至。另由圖中陰影區分析，得知甲所在的北回歸線上，白天的比例較少，赤道則剛好一半，南回歸線上則白天時數最長；因此，甲地日出時間較早上 6 點鐘晚，日落時間較傍晚 6 點早。



範例 ②

答 1.(B) 2.(A) 3.(A) 4.(D)

解 1. 北半球各地區天北極與地面的夾角約為當地的緯度，即 $(90 - \theta)$ 度。

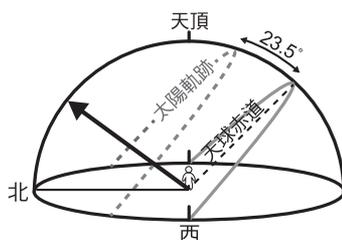
2. 地表 $66.5^\circ \text{N} \sim 90^\circ \text{N}$ 在夏至時會發生永晝現象，所以 θ 在 $0 \sim 23.5^\circ$ 之間。

3.4. 緯度愈高，太陽東升西落的運行軌跡與地面的夾角愈小，偏離天頂的斜射角度就愈大，夏至太陽日出和日落的方位愈偏北，白天時數愈長；緯度愈低則相反。

範例 ③

答 (C)

解 從 6:15 的竿影可判斷：日出方位大概在



「東偏北」的方向，所以應該比較接近選項中的 6 月 22 日（夏至附近）。而從 12:15 的竿影又可知，正午的太陽會稍偏南，則當日太陽的升落軌跡大致如右圖所示，當地應在緯度大於 23.5° 的北半球區域。

範例 ④

答 1.(C) 2.(D) 3.(A)

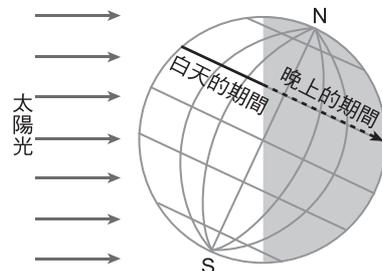
解 太陽直射在北緯 23.5° 的曲線顯示： $66.5^\circ \text{N} \sim 90^\circ \text{N}$ 地區的單日日照量比較高，最可能是因為永晝的關係。圖中四條曲線只能代表太陽直射北半球的單日日照量變化，若要考慮全年的變化，則須再考慮太陽直射南半球的情形（亦即以赤道為中心，與原曲線左右相反分布），赤道的變化最小。

練功時間 課後練習試題

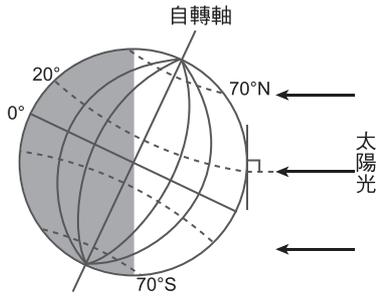
簡答區

1.(B) 2.(A) 3.(D) 4.(C) 5.(A) 6.(1)(C) (2)(B)
7.(1)(B) (2)(A) (3)(E) (4)(B)

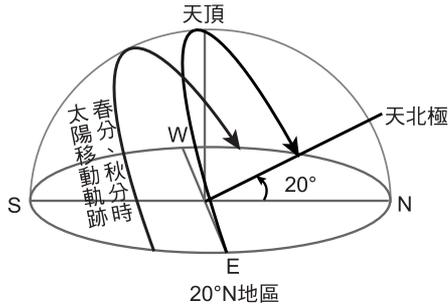
- 夏至正午時太陽直射北回歸線。
- 地表南、北回歸線之間的地區才有太陽直射的機會。
- 夏至時， $66.5^\circ \text{N} \sim 90^\circ \text{N}$ 的地區會有永晝現象，而愈靠近永晝區的地區，白天時數愈長。
- 如附圖，因地軸的傾斜，除了赤道地區之外，白天與晚上的時數會有所差異。



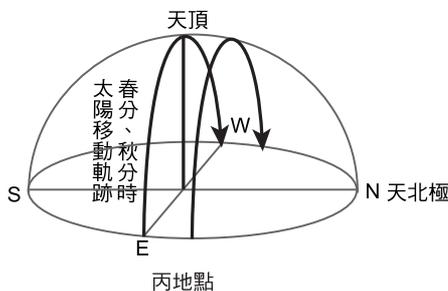
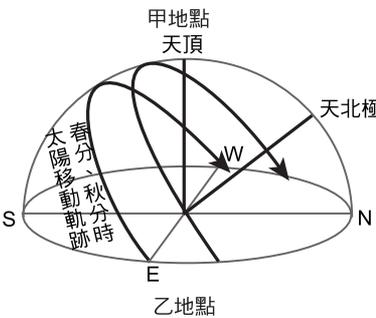
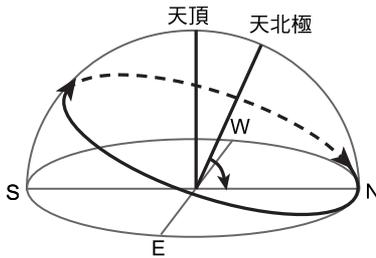
- 赤道地區白天與晚上的時間都是 12 小時左右。
- (1) 離赤道愈遠，該地區冬、夏白天與晚上的時數差異最大。
(2) 元旦為冬季時節，愈近南半球的高緯度地區，白天時數愈長，則日出愈早。
- (1) 日出時刻曲線在當地日出時刻為 0 時，所對應的緯度為 70°N ，係表示此地為此時南半球永晝區的臨界邊界，所以太陽必直射 20°N ，如附圖。



(2)如附圖，日出至日落，太陽的移動軌跡超過半圈，所以晝長夜短，且日出方向東偏北約 20°。



(3)參考附圖：(A)甲應發生永晝；(B)乙地點的日落時間應為晚上 10 點；(C)丙地點正午時太陽偏南；(D)丁地點太陽移動軌跡垂直地平面且偏北；(E)甲、乙、丙三地因都位於比 20° N 更偏北邊較高緯度的地區，所以正午的太陽應都偏南。



(4)從日出時刻曲線可觀察出 22° N~25° N (臺灣地區) 的日出時刻約在 5.25~5.40 時範圍內，

即 5 點 15 分~24 分左右。若日出為 5 點 15 分，則日落為 6 點 45 分，晚上長達 10.5 小時；若日出為 5 點 24 分，則日落為 6 點 36 分，晚上長達 10.8 小時。

武術大會 歷屆大考試題

簡答區

- 1.(C) 2.(D) 3.(E) 4.(A) 5.(C) 6.(E) 7.(B)
8.(B) 9.(B)(E) 10.(B)(F) 11.(A)(E)

- 選項(A)的定義應為「太陽日」；而選項(B)的文字定義大致應為「恆星日」，但時間會比 24 小時短。從圖上做觀察可發現：地球上的 A 點在經歷一個恆星日之後（從第一次「指向遙遠恆星」到第二次再「指向遙遠恆星」所經歷的地球自轉時間），需再自轉 0.986°（地球約需再自轉 4 分鐘），才是一個 24 小時的完整「太陽日」。
- 由於地球繞日作公轉，太陽在天球上的位置，每日逐漸自西向東運行。若行星在天球上移動的方向與太陽同向（自西向東）稱為順行，反向（自東向西）則稱為運行。因此古人判斷恆星與行星這些當點的不同為行星含有運行的現象。
- (A)這時段月球有可能位於近地點處，比位於遠地點處更遠離太陽；(B)月球有可能位於近地點，但不一定最接近地球；(C)海水漲、退潮最明顯，此時為大潮；(D)有可能超過十二次朔；(E)朔當天有可能發生日全食，且食成帶狀不一定全球各地可見。
- 春分與秋分之間相隔幾天有兩種計算法。第一種計算是由 3 月 21 日往後推算，經 4 月、5 月……到 9 月 23 日，有 186 天，因此平均公轉角速度為 $\frac{180^\circ}{186\text{天}}$ ；而第二種計算是由 3 月 21 日往前推算，經過 2 月、1 月，再到前一年的 12 月，11 月……到 9 月 23 日，共計 179 天，因此平均公轉角速為 $\frac{180^\circ}{179\text{天}}$ 。所以，第一種計算的平均公轉角速度慢，可以推論出在 7 月時，地球公轉速率比在 1 月時慢。另外，已知地球繞太陽的軌道為橢圓，而太陽是位於橢圓兩個焦點之一，地球軌道上有一點離太陽最近，稱為近日點，有一點離太陽最遠，稱為遠日點。它們分別位於軌道長軸的兩端。地球於每年 1 月初經過近日點，7 月初經過遠日點。由克卜勒行星第二定律，得知在遠日點地球公轉速率比近日點公轉速率慢。

- 由圖看出，春分與秋分時，日出正東方，日沒正西方。夏至日出東偏北，日沒西偏北。冬至日出東偏南，日沒西偏南。雖然夏天、冬天沒有一定的日期起迄，但可以夏至、冬至來替代，冬天的落日方位比夏天偏南。
- 夏至正午的陽光大約從頭頂上照射下來，而在冬至正午陽光大約以 45 度天頂角（較正確應為 46 度）照射下來，因而在北半球夏至正午分布在地面上 1 平方公分面積的太陽能，到冬至正午要分布到 $\sqrt{2}$ 倍平方公分的面積上。換句話說，在臺灣北回歸線附近地區冬至正午地面每平方公分在一分鐘內所接受的陽光輻射量，大約是夏至正午的 $\frac{1}{\sqrt{2}}$ 倍。
- 因時間為夏至，故太陽由東偏北方升起，由西偏北方落下，而且因位於北緯 40.7 度，故天北極的仰角會較高，故選(B)。
- 晝夜溫差主要受日照時數的影響，一般而言，緯度愈高則晝夜長度相差愈大。
- (A)與地球繞日有關；(C)(D)與地球自轉有關。
- 甲乙相距約 = 1667 (km)，飛行時間 = 2.01，7 + 2 = 9，到達時間是甲地上午 9 時，但乙地在甲地的西方 15 經度，比甲地慢 1 小時，故到達時間為乙地上午 8 時。
- 此照片是面西拍攝，所以右為北，左為南，可判斷出北極星在照片右上角遠處，仰角約 20~30 度，據以得知拍攝地點在北半球。又因為兩次的日落景象重疊圖發現日落軌跡向右（即向北方），所以拍攝時間在冬至之後，夏至之前。而(D)、(F)、(G)三選項均是向南移動。

第 3 章 壯麗山河

● 3-1 探測地下構造

範例 ①

答 1.(D) 2.(B) 3.(A) 4.(A) 5.(A)

解 岩層走向是指岩層層面與水平面的交線方向；測量時，傾斜儀上的指針還是會指向實際的南北向（實際上就是指北針），因此地層的走向應如附圖 I 所示的方向，在地質圖上則標示如附圖 II。從附圖 II 進一步觀察測點甲至測點戊，會發現只有測點甲的岩層走向與河谷近似垂直。

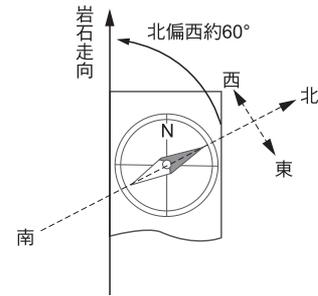


圖 I

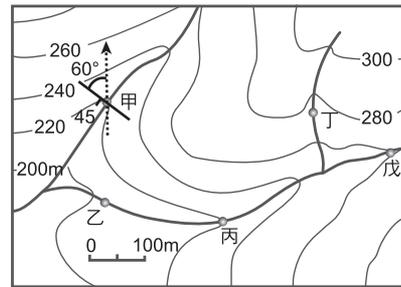


圖 II

範例 ②

答 1.(D) 2.(A)

解 構造線③兩側岩層大致朝該構造線傾斜且對稱分布，所以極可能是向斜構造的軸部，則岩層的形成年代應由軸部往兩側愈來愈老，即大桶山層(TTS)→粗窟砂岩(TSK)→乾溝層(Kch)年代愈來愈老，而河床堆積(Q)應是近來持續進行中的作用，最晚發生。構造線①兩側岩層沒有對稱分布，構造線②兩側岩層分布型態大致相同，且有沿該構造線錯動移位的現象，所以構造線①與②應該是斷層線。

範例 ③

答 1.(A) 2.(C) 3.(B)

解 化石①分布的範圍廣，且在地層中存在的時間範圍短，是最適合作為定年的標準化石。丙地區的化石①、化石②及化石④可作為與甲地區地層比對的根據，當 B 地層與 C 地層沉積時，丙地區則正在進行侵蝕的過程；而丙地區若要對應到乙地區只能靠化石①和化石⑤比對，因此只可確定 H 地層形成時，丙地區應在進行侵蝕作用，但無從判斷 G 地層形成時是否仍在進行或已結束。同樣的，丙地區地層 M 的原始沉積厚度是否有因侵蝕而減少，也無從判斷起。

範例 ④

答 1.(C) 2.(D)

解 岩層④為粒級層，在海中形成時，細顆粒在上，粗顆粒在下；岩層⑤為波痕構造，在淺水中震盪形成時，尖角應朝上。從岩序判斷，岩層⑤才是最晚堆

積形成的岩層，因此甲、乙兩地的完整結構應為背斜構造。

範例 ⑤

答 (D)

解 以 X 光拍攝進行健康檢查，是直接藉由穿透身體的 X 光訊息為觀察依據；重力測量所測得的重力值差異，是地底物質側向密度分布變化的間接反應。

範例 ⑥

答 (A)(C)

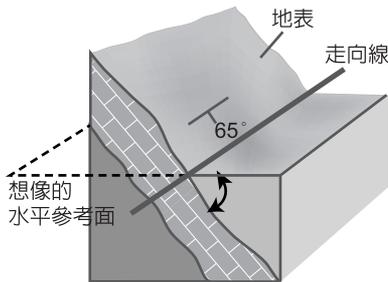
解 從選項(A)至(D)，依序類似為地底下密度大的礦體、斷層、背斜和向斜四種地底結構，側向若分布有密度大的岩體，則該位置會出現較大的重力值。

練功時間 課後練習試題

簡答區

1.(C) 2.(B) 3.(B)(C) 4.(A)(B) 5.(1)(D) (2)(A)
6.(1)(C) (2)(A) (3)(B) 7.(1)(B) (2)(C) (3)(D)

1. 磁力測勘可用於探勘鐵礦和磁性礦物等。
2. 如附圖，岩層走向是岩層層面與水平面的交線方向。



3. 交錯層應如(A)選項所示，岩層的沉積面與地層呈傾斜交錯，且上陡下緩。粒級層則應如(D)選項所示，組成岩層的沉積物顆粒愈下面愈粗，愈上面愈細。因此(B)、(C)選項的地層層序曾發生倒轉。
4. 背斜構造通常是沉積岩層受擠壓所形成，但一般沉積岩的磁感應強度遠小於火成岩和變質岩，故不適合磁力探勘；地電測勘法在探查低電阻率的地下含水層和地下導電物質上較有效，且因通入地下的電流有限，故一般不能探測到較深的地層。
5. 從 XY 測線附近的地層走向及傾斜符號做判斷。
6. (1)依截切定律，先形成的地質事件會被後來發生的地質事件所影響，而有錯動或不連續的現象。如題中的地層垂直柱狀圖所顯示，褶皺被斷層錯動，而斷層被岩脈侵入所貫穿。

(2)岩漿活動是指岩脈侵入事件，發生在岩層 u 形成之後。因岩層 u 含有馬骨頭化石，為新生代的地層，所以岩漿活動絕不會發生在中生代。

(3)岩層 v 有菊石化石，其形成環境應在海洋中。

7. (1)從圖中的等值線分布做判斷。

(2)西部平原的特性是在沉積物的分布，而沉積物較岩盤及一般岩層的密度低。

(3)根據地殼均衡理論，臺灣若已達到均衡狀態，則在高海拔的山區底下，應有低密度的山根構造深入地函中。

● 3-2 地質作用與地質構造

範例 ①

答 1.(1)C (2)A (3)E (4)F (5)D (6)B

2.CD 3.ABEF

解 圖中的 A、B、E、F 均為與板塊運動有關的地質作用，而板塊運動就是內營力的主要來源；C、D 係以空氣和水為媒介而作用於地表，其營力的能量根源還是源自太陽，屬於外營力的地質作用。

範例 ②

答 (C)

解 陸地上的石灰質易為水所「溶解」而帶走；而海洋中的石灰岩主要是由生物的骨骼與殼所組成，多來自該區域海洋生物的生長和堆積而形成。

範例 ③

答 1.(B) 2.(B)

解 河道兩岸水流能量若不同，水流較急的那側，侵蝕力較強，致使河道不斷後退而形成凹岸，另一側則因水流較緩，堆積較盛，致使河床平淺，形成凸岸。

範例 ④

答 1.(C) 2.(B)

解 搬運愈遠，沉積物磨得愈圓。

練功時間 課後練習試題

簡答區

1.(D) 2.(B) 3.(B) 4.(B) 5.(C) 6.(C) 7.(B)

8.(D) 9.(A) 10.(B) 11.(D) 12.(A) 13.(A)

14.(C) 15.(A) 16.(1)(C) (2)(C) (3)(B) (4)(A)

17.(1)(A) (2)(B) (3)(D)

18.(1)(B) (2)(A) (3)(E)

- 氣溫與壓力會影響物理或化學風化作用，生物的生長與活動的過程會造成生物風化作用。
- 溶解是礦物的化學成分會發生重組或產生新礦物的過程。
- 高山和高緯度地區常見水滲入岩石裂隙，水結冰後體積膨脹，撐大裂隙，使岩石裂成碎塊。
- 在高溫潮溼的地區，地表岩石進行化學風化，通常需與水與氣體共同作用，溼熱的環境最有利於化學風化。
- 風大多會挾帶沉積顆粒，其所行經的地區容易發生磨蝕現象。
- 雨量稀少、蒸發強烈、缺乏植被及水分的地區，風較不受阻擋，且會挾帶較多的沉積顆粒，對周遭岩石進行磨蝕作用。
- 海水面（侵蝕基準面）上升有利於河流的沉積作用，較不利於侵蝕作用。
- 沙洲為沉積作用的地形。
- 風以所挾帶的物質作為侵蝕工具，對沿途經過的岩石表面進行磨擦破壞，即為「磨蝕作用」。
- 河流通常是因流速瞬間變慢而形成沖積扇的堆積，「流量增加」不會造成流速減慢。
- 無論是風化作用或侵蝕作用，其作用的主要能量來源均為外營力。
- ~13.各選項的作用營力：(A)沙漠—風；(B)沖積扇—水；(C)冰碛石—冰川；(D)河口—河水，其中，風的淘選度最好。
- 砂岩地層經風化侵蝕後，通常會由二組近乎垂直的節理，形成豆腐塊狀的岩塊。
- 柱狀節理為玄武岩質岩漿冷凝收縮時所造成。
- (1)沉積物顆粒大小差不多，則沉積物的淘選度愈好。
(2)從圖上觀察各地點的主要沉積物分布（圖形的最大寬度）：海濱—砂、淺海—粉砂、深海—黏土。顆粒大小的比較為：砂（海濱）>粉砂（淺海）>黏土（深海）。
(3)海濱、淺海的沉積物主要來自河流所帶下來的陸源沉積物。
(4)題目的統計圖改以直條圖顯示。
- 題目中的四張照片分析如下：

照片	甲	乙	丙	丁
名稱	洋蔥狀剝離	風稜石	豆腐岩	海蝕門
主要作用	物理風化	風的磨蝕	侵蝕	侵蝕
營力	岩石上的負重	風	海水	海水

其中，海蝕門原近於海平面，為海浪侵蝕所致，後因海面下降（陸地上升）而出露地表。

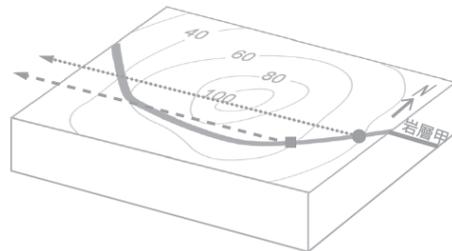
- (1)侵蝕作用屬外營力的地質作用，甲斷層、乙岩脈侵入及丁褶皺作用為內營力作用。
(2)甲斷層兩側岩體的錯動型態（上盤往下，下盤往上），係因拉張的作用力所造成的結果，故為正斷層。
(3)甲斷層和乙岩脈之間沒有截切關係，無法直接比較先後順序。

武術大會 歷屆大考試題

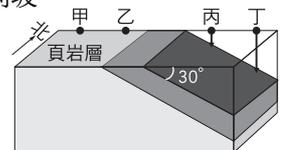
簡答區

- 1.(B) 2.(B) 3.(A) 4.(C) 5.(B) 6.(A) 7.(A)
8.(B) 9.(E) 10.(A) 11.(D) 12.(C) 13.(D)
14.(B) 15.(B)or(D) 16.(D)(E) 17.(A)(E)
18.(B)(D) 19.(1)(C) (2)(D) 20.(1)(D) (2)(C)
21.(1)(A)or(C) (2)(B) (3)(A)
22.(1)(E) (2)(B) (3)(D) 23.(1)(A) (2)(E)

- 每 200 公尺劃一條線，右側小山頭僅見 600 公尺線，而其外側可見 400、200、0 公尺線，故選(B)。
- 如附圖之示意圖，岩層甲與 40 公尺、60 公尺兩個水平等高面的交線（依序為點虛線、和長條虛線）都為東西向，表示岩層甲為東西走向；且岩層甲出露的高度愈往北方愈低，顯示其往北方傾斜。



- 從圖示中得到該處岩層走向為南北向，向西傾斜，傾角 30 度，故甲坡為順向坡。
- 頁岩層、煤層和砂岩層的三度空間分布，如右圖所示。
- (B)生存期間長，易造成無法判斷較準確的年代。
- A₁化石每一層都有出現，對地層的比對沒有助益。
- (A)斷層是板塊運動所造成。



- 砂岩為沉積岩，所以(C)與(D)選項均非答案，因為(C)與(D)均屬火成岩的深成岩才有的岩石組織。而砂岩中的砂，顆粒直徑介於 2 與 1/16mm 之內，故選(B)。

9. 要鑽探取得上部地函物質，必須先穿透地殼及莫氏不連續面，故要選地殼厚度較薄之處。
10. 砂岩中最多的礦物為石英，不是長石，因為長石容易風化，不容易大量留存在砂岩中，依題意如果砂岩中有幸得以找到大量長石，可能此砂岩只經短距離搬運，還沒有時間風化，或此砂岩遭受很短時間的侵蝕，很快的被沉積下來。
11. (A)任何岩石皆可能遭遇風化、侵蝕、搬運、沉積作用，之後再經成岩作用而成沉積岩；(B)再熔融後形成岩漿，冷卻凝固後而成火成岩；(C)經風化分解後只是鬆散的碎片，最可能還要再經搬運、沉積、成岩作用後始成堅硬的沉積岩。
12. 岩層未倒轉的情況下，受到兩側壓應力而向上隆起，同一高度剖面下，兩側地層比中間年輕的褶皺，為背斜構造。故選(C)。
13. 此處褶皺構造的地層年齡，由軸部往外翼水平方向愈來愈老，因此應該是一個地層倒轉的向斜構造。
14. 甲斷層上盤向上，下盤向下，為(B)逆斷層。
15. 藤壺原應出現在潮間帶，海蝕洞是海崖岩壁在海平面附近受波浪侵蝕而成，今日兩者之所以出露在海平面較高處，有可能是地殼緩慢的抬升，也有可能是地震活動所造成的瞬間垂直位移。
16. 以標準化石來作地層對比，可知 \cup 與 \downarrow 地層互相對比， \downarrow 與 \cup 地層互相對比， \cap 與 \square 地層互相對比， \sqsubset 與 \sqsupset 地層互相對比，所以(D)(E)是錯誤的。
17. 假設此地未曾發生過地層倒轉事件，依照水平疊置定律、截切定律，可以判斷出各事件發生的先後順序為：0~8 的地層沉積→0~8 的地層褶皺→岩脈侵入→斷層甲→侵蝕面乙→9 地層沉積→抬升至地面。所以，可以判斷出選項(A)與選項(E)為正確選項。
18. 圖中所看到的似豆腐狀的岩石(豆腐岩)就是節理構造，它是因為岩層受力後破裂而成。
19. (1)乙地的 4、5 層的化石，甲地幾乎都沒有。
(2)甲地傾斜的部分有 \cup 、 \downarrow 、 \cap 三層，所以可以推測甲地傾斜是在 \cap 層沉積之後。
20. (1)利用疊置定律(下老上新)、截切定律(被截切者老，截切者新)、包裹定律(被包裹者老，包裹者新)得知。岩層由老至新的順序為辛→己→戊→丙→丁→庚→乙→甲。
(2)岩層垂直剖面圖中沒有正斷層作用。
21. (1)依據截切定律，丙岩脈切過甲褶皺與乙斷層，因此丙最後發生。乙斷層切過甲褶皺，因此乙比甲年輕。但因為乙斷層右側的地層並無褶

皺，也可能是先發生乙斷層後，其左側地層才發生褶皺。

- (2)丙侵入岩脈是岩漿冷卻造成，因此屬於火成岩。
 - (3)劇烈的地殼變動往往使地層發生波浪狀彎曲(褶皺)或斷裂(斷層)，選項中並無乙斷層，故選甲褶皺。
22. (1)由圖可看出，當深度為 0.5 公里時，砂岩與粉砂岩的孔隙率相等。當深度小於 0.5 公里時，粉砂岩的孔隙率較大；但深度大於 0.5 公里時，砂岩的孔隙率較大。
(2)由圖可知，深度在 4 公里以內，粉砂岩的孔隙率由接近 50%降到大約 7%，而砂岩則只由大約 43%降到大約 32%，很明顯的粉砂岩的孔隙率變化率較大。
(3)由於岩石的孔隙率中皆充滿油氣，故可以孔隙率大小表示油氣量多寡。在 2 公里深處，砂岩的孔隙率約 35%，粉砂岩約 20%，所以砂岩的油氣量為粉砂岩的 1.75 倍。
 23. (1)圖中的頁岩屬沉積岩、板岩、片岩、片麻岩三者均屬變質岩，所以圖中並無火成岩。
(2)頁岩經低度變質作用可形成板岩，在高度變質作用可成片岩，更高則成片麻岩。

第 4 章 多變天氣

● 4-1 氣象觀測

範例 ①

答 1.(1)(c) (2)(b) (3)(f) (4)(a) (5)(g) (6)(e)
(7)(d) 2.(a)(b)(f)(g) 3.(e)

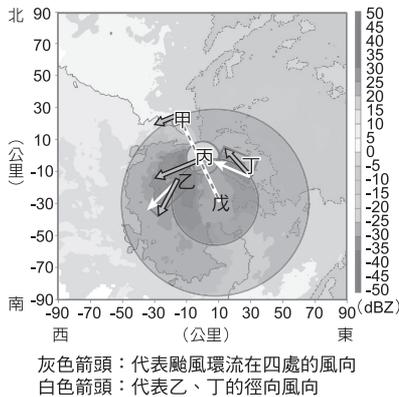
解 由圖示的構造說明可辨別出各個觀測儀器。溫度計進行測量時應避免陽光直接曝曬，自記式機械也應保存於室內，因此相關的溫、溼度計都置放於百葉箱內；水銀氣壓計為大型而須精密觀測的儀器，大都擺置於氣象測站的房子室內；風向風速計進行觀測時須記錄離地平面約 10 公尺高度的 10 分鐘平均風速，且要避開附近建物的影響，所以一般不會擺設於觀測坪中。

範例 ②

答 1.(B) 2.(E) 3.(C) 4.(B)

解 如圖(b)所示，雷達回波圖應可顯示出颱風水氣分布的螺旋結構，戊為颱風眼所在，風速幾近於零。另如附圖所示，颱風在近地表處為逆時針方向的環流，對應於雷達測站，乙地位於正值區，代表徑向風分量的風向是在離開雷達，丁地則出現靠近測站

的徑向風分量，甲朝向丙（雷達站）方向的徑向風分量幾近於零。



範例 ③

答 1.(A) 2.(B) 3.(A)(C)

解 可見光衛星雲圖中愈白處係表示雲層愈厚的區域，其對可見光的反射愈強；紅外線衛星雲圖中愈白處係表示雲頂愈高的區域，則其雲頂的溫度愈低，其輻射出來的紅外線愈弱。臺灣中、北部地區在可見光雲圖上有白色區域出現，顯示雲層厚度大；在紅外線雲圖中為暗灰色，顯示其為垂直發展不高的低雲，應為陰雨天氣。可見光衛星雲圖和紅外線衛星雲圖都是監測天氣系統變化的有利工具，然雲層的可見光輻射主要是藉由太陽光的反射，晚上無法偵測。

範例 ④

答 1.(B) 2.(B) 3.(D) 4.(C)

解 甲、丙測站的氣壓分別為 1015.6 百帕及 1016.5 百帕，且位居等壓線 X 的兩側，所以等壓線 X 的數值應該為 1016 百帕。另，兩測站的氣溫（天氣現象符號的左上方數字）分別為 16°C 及 8°C，相較於乙丁兩站氣溫明顯較低，且在鋒面另一側，應位於冷氣團範圍。至於乙測站的風向只要解讀測站風標方向即可。

練功時間 課後練習試題

簡答區

1.(A) 2.(B) 3.(A) 4.(C) 5.(A) 6.(D) 7.(C)
8.(C) 9.(A) 10.(A)(B) 11.(C)(D) 12.(A)(B)(D)
13.(C)(D) 14.(A)(D)

1. 氣壓計和風向、風速計不一定要放在觀測坪中，一般風向風速計所觀測的是離地平面約 10 公尺高度、10 分鐘內的平均風速，只要架設於不受附近建物影響的位置就可以。

- 在對流層附近，大約每上升 100 公尺，氣壓下降 10 百帕；利用這個原理，氣壓計可作為高度計使用。
- 雨量是指一定時間內，降水落在地面後儲積的水深，只與雨量筒的水深有關，與面積大小無關。
- 都卜勒氣象雷達可以檢測回波與發射波之間的頻率變化，利用都卜勒效應算出雨滴移動的速率，推算出風速，最適合用於研究龍捲風的結構。
- 高空風向與風速的觀測，可追蹤探空氣球的仰角與方向角的變化加以計算求得。
- 地球同步衛星位於赤道上空，相對於地表而言是固定不動的，觀測的涵蓋範圍也是固定不變的，適合提供連續時間的影像做成動畫，以了解雲區和天氣系統的發展和移動情形。目前氣象局是接收離臺灣較近的 MTSAT-1R 地球同步衛星資料。
- 地球同步衛星的軌道遠比繞極衛星來得高，因此影像範圍大，但解析度較差。
- 紅外線雲圖是利用雲頂輻射紅外線的強弱資訊轉換而來，主要在反應雲頂的溫度，輻射愈弱代表溫度愈低，溫度愈低代表雲頂愈高，在雲圖上看起來就愈亮，呈白色。
- 該地區在紅外線衛星雲圖上為極白的區域，代表雲頂極高；可見光衛星雲圖則呈現灰色，則表示雲分布的密度較低。
- 將雷文送（無線電探空儀）繫於探空氣球上升，或以飛機將投落送從高空投落至地面，在其升降途中進行觀測。
- 雲層的高低與厚薄由氣象衛星做偵測。
- 都卜勒氣象雷達較容易觀測到龍捲風的風速結構。
- 甲地位於徑向風速為 0 的區域。乙地位於正值區，代表徑向風分量的方向是在離開雷達（由東北向西南），但這僅止於風的徑向分量，另與徑向垂直的風分量無從得知，因此無法辨別整體風向。丙地位於負值區，代表徑向風分量的風向是在靠近雷達。丁地為颱風眼所在，有徑向風分量且應為 0。
- 可見光雲圖是利用陽光，因此夜晚沒有可見光雲圖。紅外線雲圖是利用雲頂輻射紅外線的強弱資訊轉換而來。

● 4-2 氣象預報

範例 ①

答 1.(B) 2.(E) 3.(D)

解 傳統的主觀天氣預報是將觀測結果直接填製成天氣圖，再由預報者以其經驗判斷天氣系統的變化；數值天氣預報則須先將各觀測數據輸入電腦，進行

數值天氣模擬，以計算出下一段時間的天氣狀況，再繪製成各種天氣圖。相較之下，數值天氣預報完全依據理論，不含主觀因素，提高了傳統天氣預報的準確度，但其仍存有許多盲點：首先是觀測資料的不完整，尤其是廣大的海洋地區；再者，模式中許多的物理變化過程，理論尚未完整，仍無法適切處理，難免會引起誤差。

範例 ②

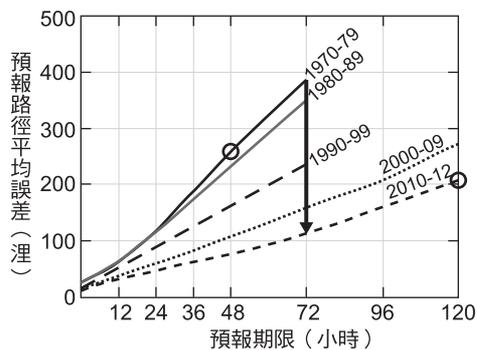
答 (B)

解 小尺度的天氣系統，不但觀測不易，而且形成的過程很快速，可以準確預報的時間很短，適合以即時的觀測資料作為基礎，進行 0~12 小時的即時天氣預報。

範例 ③

答 (F)

解 從圖上的曲線分布可知：「預報路徑平均誤差」與「預報期限」呈正相關，(甲)的推論是對的。如下圖箭頭所示，以預報期限 72 小時為例，預報路徑平均誤差由 1970~1979 的約 390 哩至 2010~2012 的約 110 哩，其數值愈近現代則愈小，因此(乙)的推論是對的。2010~2012 年 120 小時的預報路徑誤差值約為 200 哩，1970~1979 年的 48 小時的誤差值約為 270 哩，所以(丙)的推論也是對的。



練功時間 課後練習試題

簡答區

1.(C) 2.(D) 3.(A) 4.(D) 5.(B) 6.(A)
7.(A)(C)(D)(E) 8.(A)(C)

- 與傳統主觀預報相較之下，數值天氣預報系統完全依據理論，利用高速電腦來進行數值天氣模擬，計算出下一段時間的天氣狀況，具有持續發展的潛力，已成為現代天氣預報最主要的依據。
- 針對範圍小、生命期短的中、小尺度天氣系統，觀測不易，且形成過程很快，可以準確預報的時間很

短，應以即時觀測資料作為基礎，做 0~12 小時的即時天氣預報。

- 傳統的主觀天氣預報是以天氣圖為工具，根據氣團、鋒面的基礎觀念，以及大氣運動的基本原理，藉由預報者經驗上的主觀判斷來決定天氣系統的變化。
- 現代的天氣預報作業中，已大量運用電腦科技做數值處理。
- 如第 2 題詳解所述。
- 降雨機率是表示預報地區會下雨的機會，和下雨的雨量、下雨的面積大小及下雨的時間長短都無關。
- 數值天氣預報是根據大氣物理和流體力學等原理發展出來的數值預報模式，需利用高速電腦來進行數值天氣模擬與計算；傳統的主觀天氣預報是以天氣圖為工具，根據氣團、鋒面的基礎觀念及大氣運動的基本原理，以主觀決定天氣系統的變化。
- 大尺度天氣系統發展的時間週期較長，而像龍捲風、雷雨等較小尺度的天氣系統，因為形成的過程很迅速，能夠做出精確預測的時間也很短，較需要進行「即時預報」。

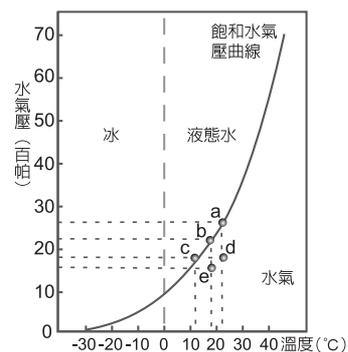
● 4-3 成雲致雨

範例 ①

答 1.(B) 2.(A) 3.(D) 4.(D)

解 從溫度計解讀：乾球溫度為 22.0°C，溼球溫度為 18.0°C。再把乾球溫度和「乾溼球溫度差值」

(22.0°C - 18.0°C) 對照相對溼度表，得到相對溼度 70%，則此測站的水氣壓約為 26 hpa × 70% = 18 hpa，對應至圖 (二) 的 d 點，再推至 c 點，可得到露點溫度 12°C 左右。一般溼球溫度計上的水分會因蒸發而吸取四周空氣的能量，因此，溼球量到的溫度會比乾球溫度低。



範例 ②

答 1.(C) 2.(D)

解 圖中甲、丁均為地面氣流流向低壓中心輻合上升的份子，乙為空氣被迫沿著冷鋒鋒面抬升，臺灣整個區

域將為滯留鋒面範圍，整個氣旋一般還是會往東北方向移動。

範例 ③

答 1.(C) 2.(B) 3.(C) 4.(D)

解 空氣團塊上升至 2,000 公尺後始凝結成雲，此時空氣團塊溫度即為露點溫度，從圖 a 可知約為 20°C，再對照圖 b，得其水氣壓為 25hpa。

$$\text{相對溼度} = \frac{25 \text{ hpa}}{70 \text{ hpa}} \times 100\% = 36\%$$

從圖 a 的曲線關係，發現空氣團塊一旦上升到 6,500 公尺之後，溫度便開始低於周圍對流層氣體的溫度，因此無法繼續上升。

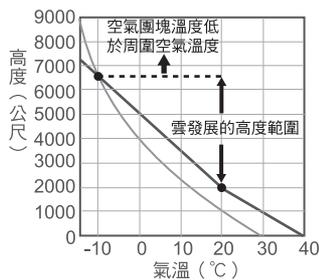


圖 a

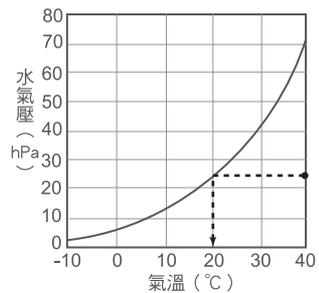


圖 b

範例 ④

答 (C)

解 三個地點中，環境溫度隨高度的降溫變化由慢至快依序為丙地、甲地、乙地，大氣的環境溫度隨高度降溫愈慢，愈不利於空氣塊的上升運動，大氣愈穩定。

練功時間 課後練習試題

簡答區

- 1.(C) 2.(A) 3.(D) 4.(B) 5.(C) 6.(A) 7.(C)
8.(A) 9.(B) 10.(D) 11.(1)(D) (2)(C) (3)(A)
12.(1)(C) (2)(D) (3)(B) (4)(D)

1. 地球大氣層所含的水氣，絕大多數來自海洋蒸發，少數來自地表蒸發和植物蒸散。

- 「露點溫度」是空氣降溫至其所含的水氣達到飽和時的溫度，因此目前空氣的溫度與露點溫度愈接近，則表示空氣愈潮溼。
- 霜為水氣凝結凝結成小水滴或凝固成冰晶的現象。
- 秋冬夜晚地表長波輻射冷卻作用明顯，地面溫度通常會比高空溫度低，假如當時水氣量足夠，就很容易形成輻射霧。
- (A)因重力的作用，空氣的垂直運動沒有水平運動明顯；(B)空氣下沉運動應會絕熱升溫，永無法達到飽和；(D)氣流通常是在迎風坡爬升降溫而達到飽和，導致降水。
- 因重力的拖引，大氣垂直運動的速率不會比水平運動來得快。
- 圖中的雲帶應為鋒面系統，主要為暖空氣被冷空氣抬升降溫，水氣凝結而成。
- 颱風是(B)選項輻合上升最典型的實例；(C)指的就是鋒面；(D)為一般迎風坡地形抬升的狀況。
- 冰雹是由雲中的冰晶在合併過程中加速成長，並藉由強烈上升氣流的抬升，經由反覆多次的升降過程而形成。
- 空氣塊形成雲的過程主要是發生在對流層中，因此在爬升的過程，氣溫與氣壓都在減少；且在空氣塊上升的絕熱過程中，不需考慮空氣塊與周圍大氣間些微能量轉換。
- (1)A 所示的水氣為含在空氣中的氣態水氣，B 所示為降溫達到飽和凝結的液態水，若再繼續降溫，終會讓空氣的水氣再一次轉化為固態冰。
(2)圖中的 B 和 E 都在飽和水氣壓曲線上，所以相對溼度皆為 100%。D 的水氣壓近似 B 水氣壓的一半，因此相對溼度極接近 50%。相較於 30°C 的飽和水氣壓，A 的相對溼度應遠大於 50% 以上。
(3)B 的溫度即是露點溫度，也是 A 的露點溫度；E 的溫度即是露點溫度，也是 D 的露點溫度。因此 A、B、D、E 露點溫度比較應為：A=B>D=E。
- (1)(13°C - 14°C)/(400 m - 300 m)
= -0.01°C/m = -10.0°C/1000 m。
(2)綠色虛線出現在紅色直線左側，即表示空氣塊溫度比四周同一高度的大氣溫度低。
(3)空氣塊溫度比四周同一高度的大氣溫度低，表示密度比周圍大氣重，所以沒有繼續往上爬升的潛力。
(4)綠色虛線偏離紅色直線左側愈遠，則大氣穩定度最高。

● 4-4 大氣運動

範例 ①

答 1.(D) 2.(C) 3.(C) 4.(B) 5.(B)

解 乙處空氣的溫度即為甲處空氣的露點： $35^{\circ}\text{C} - (1^{\circ}\text{C}/100 \text{ 公尺} \times 1000 \text{ 公尺}) = 25^{\circ}\text{C}$ ，山頂丙處的氣溫為 $25^{\circ}\text{C} - 0.65^{\circ}\text{C}/100 \text{ 公尺} \times (3000 \text{ 公尺} - 1000 \text{ 公尺}) = 12^{\circ}\text{C}$ ，丁處的氣溫為 $12^{\circ}\text{C} + 1^{\circ}\text{C}/100 \text{ 公尺} \times 3000 \text{ 公尺} = 42^{\circ}\text{C}$ 。整個過程中，甲處→乙處的溼度是逐漸增加到飽和，乙處→丙處空氣中的水氣是一直處在飽和凝結狀態，丙處→丁處因氣溫增加後飽和水氣壓隨著增加，所以空氣的相對溼度會逐步變小。

範例 ②

答 1.(B) 2.(A)

解 陸地的比熱比海洋小，所以白天太陽照射後，陸地相對於海洋的溫度高，陸地上的空氣較熱，密度較小，所以地表氣壓較小，且從地面往上空的等壓線間距較寬，因此近海平面附近的風是從海洋的高壓區吹向陸地的低壓區；上空則相反，會從陸地的高壓區吹向海洋的低壓區。同時，陸地會有上升氣流，海洋會有沉降氣流，形成一完整的大氣環流。晚上狀況則完全相反。

範例 ③

答 1.(C) 2.(A) 3.(C)

解 比較兩張圖的間熱帶輻合區位置，可知圖 a 為太陽直射南半球的時節，東亞主要地區為冬季，此時陸地溫度比海洋溫度低，空氣密度比海洋大，易形成高壓系統；圖 b 為夏季，陸地空氣溫度較高，密度較小，易形成低壓系統。考慮科氏力的作用，北半球近地表的高壓系統會輻散且有順時針方向的環流，此時臺灣盛行東北風，臺灣北部、東北部以及東部因迎風和地形的關係，會有較多的雨量，西南部的雨量最少。

練功時間 課後練習試題

簡答區

1.(C) 2.(B) 3.(A) 4.(C) 5.(D) 6.(B)(C)
7.(A)(C) 8.(C)(D)

- 水氣凝結會釋放潛熱，迎風坡的水氣凝結愈多，爬升的空氣會得到愈多釋放的潛熱，這會造成背風坡焚風的溫度愈高。
- 海洋水氣隨時在蒸發，水氣應多於陸地。

- 因陸地比熱小於海洋，冬季時，陸地地區的氣溫較海洋地區低，空氣密度較大，地面易形成高壓區。此時，臺灣通常位於高壓的右下側，臺灣大致吹東北風。
- 一般而言，空間涵蓋範圍愈大，發展週期愈長，為氣象尺度愈大的天氣系統；高、低壓中心系統為數百公里至數千公里的綜觀尺度，龍捲風是含括在數公里至數百公里的尺度假天氣系統範圍，颱風則大略居於兩者之間。
- 白天山坡上的空氣溫度較同高度周圍空氣溫度高，於是山坡上的暖空氣不斷上升，使其下層空氣沿山坡上升而形成「谷風」；夜間山坡冷卻較快，而聚積在山谷裡的空氣還是溫暖的，因此山坡上的冷空氣沿山坡向下流動，就形成了「山風」。
- 「海陸風」是源於海洋和陸地對太陽輻射加熱或冷卻的速度不同，所導致的中尺度大氣環流；「季風」則猶如將海陸風現象擴大到整個大陸與海洋，並隨季節而顯著改變的大氣環流現象。
- 每年 10 月至翌年 3 月，臺灣東北季風盛行，使得臺灣東北角雨日長、雨量多。另外，當東北季風與颱風的環流產生顯著的輻合作用，會導致迎風面的北部及東北部地區風速增強、雨勢變大，稱為颱風的東北共伴效應。

武術大會 歷屆大考試題

簡答區

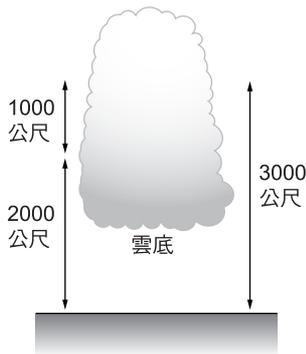
1.(D) 2.(A) 3.(C) 4.(B) 5.(E) 6.(C) 7.(B)
8.(B) 9.(C) 10.(D) 11.(B) 12.(A) 13.(B)(E)
14.(B)(D) 15.(A)(D) 16.(A)(B)(D) 17.(C)(D)
18.(C)(E) 19.(1)(D)(E) (2)(A)(B)
20.(1)(C) (2)(A)
21.(1)(C) (2)(B)or(C) (3)(C) (4)(C)
22.(1)(B) (2)(A) (3)(C)

- 為避免陽光照射進百葉箱內，影響測量的準確性，臺灣地區的大部分測站，其百葉箱門向北方開啟。
- 水蒸氣遇到低於露點的表面會凝結成小水滴。
- 水氣若要飽和成露，應要降低溫度，圖中的甲、乙、丙和丁的箭頭方向分別代表大氣中的水氣要達到飽和的途徑，但在敘述中，乙和丁是錯誤的敘述，乙應是降低溫度，丁應是增加溫度，所以應選(C)。
- 相對溼度 = $\frac{\text{空氣中的水氣壓}}{\text{該溫度下飽和水氣壓}} \times 100\%$ ，所以甲的相對溼度 = $\frac{10}{50} \times 100\% = 20\%$

5. (A)北京的地面溫度遠低於高雄，因此北京飽和水氣壓比高雄的飽和水氣壓低；(B)溫度愈低，近地面的空氣密度較大；(C)題目說出北京與高雄的地面氣壓相同；而氣壓等於單位面積上空的空氣重量，所以北京與高雄兩地單位面積上空的空氣重量大約相同；(D)一般而言，露點比氣溫低，因為北京的溫度遠比高雄的地面露點溫度低；(E)地面溫度低，氣壓隨高度的遞減率比地面溫度高的氣壓遞減率大。
6. 氣流上升、氣壓變小、體積膨脹、溫度下降；相反地，氣流下沉、氣壓變大、體積收縮、溫度升高。
7. 水氣凝結的條件是降低溫度和增加水氣量。當水氣上升至高空，因外部氣壓下降，使氣塊體積膨脹，可以達到降溫效果，因為(B)選項中當氣流越過山脈背風坡會形成下沉氣流，最不可能水氣凝結。
8. 附圖的示意圖為積雲，已知水氣飽和的氣溫遞減率為 $5^{\circ}\text{C}/\text{km}$ ，水氣未飽和的氣溫遞減率為 $10^{\circ}\text{C}/\text{km}$ ，設該地上空 3,000 公尺高處的雲中溫度為 T，則

$$T = 26^{\circ}\text{C} - \frac{2000}{1000} \times 10^{\circ}\text{C} - \frac{1000}{1000} \times 5^{\circ}\text{C}$$

$$= 26^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C} - 5^{\circ}\text{C} = 1^{\circ}\text{C}。$$



9. (A)高度超過 3 公里；(B)高度低於 2.5 公里；(D)溫度降到 0 度時，即無垂直上升的運動。
10. 空氣上升，所受壓力下降，為了平衡體積則會膨脹，題目中假設與外界沒有熱量交換，所以當體積膨脹後，整體的溫度會下降，也就是絕熱膨脹。當空氣下降時，則剛好相反，故本題選(D)。
11. (A)甲處的雲，為熱帶低壓旺盛上升氣流造成又高又濃密的雲，在可見光與紅外線雲圖皆呈白亮；(B)乙處的雲，在可見光與紅外線雲圖皆呈白亮，顯示雲又厚又高；(C)丙處的雲，在可見光雲圖為灰白色，雲層較薄，在紅外線雲圖為灰黑色，雲層較低；(D)甲處的雲主要為積雨雲，是又厚又高；(E)乙處的雲主要為積雨雲，是又厚又高。
12. 因陸地比熱小於海洋，夏季時地表吸熱大於放熱，陸地氣體受熱膨脹密度小，氣體壓力小，季風由海洋吹向陸地，冬季時反之。而季風的空間與時間尺度都大於海、陸風。
13. 夏季晴朗午後的陸地接收太陽輻射能量達到巔峰而呈現高溫，丁點的溫度高於丙點，等溫線應如虛線所示。同時，因陸地地面的溫度高於海面，空氣受陸地較高溫的地面輻射，空氣膨脹的較為顯著，等壓線間距較大，大致如實線所示；所以，丙點的氣壓應最大，丙點的空氣會流向丁點，同理，上空乙點的空氣會流往較低壓的甲點。流至丁點的空氣受陸地加熱而上升，甲處的冷空氣則沉降至丙處，而形成局部的海陸風循環。
14. 空氣塊從山頂一路下沉至平原區的絕熱過程中，會因應山下的大氣壓而體積收縮、增溫，因此飽和水氣壓會變大。而空氣塊中的水氣量大致維持不變之下，水氣壓增加不明顯，相對溼度（水氣壓與飽和水氣壓的百分比）因而變小。
15. (A)舊金山最低溫為 12°C ，與露點 12°C 相同，可達到飽和，容易出現霧或雲層；(B)舊金山露點 12°C 比大西洋城 18°C 低，所以單位體積的空氣含水氣量較少。但相對溼度還與該地氣溫高低有關，所以舊金山的相對溼度較高；(C)大陸高氣壓是冬季 1~2 月美洲大陸的主要天氣系統；(D)大西洋城的夏季降雨易受東南風以及來自墨西哥灣流（沿岸暖流）的影響；(E)舊金山 7 月的天氣主要受到太平洋東北太平洋高壓系統的影響。
16. (A)湧升流旺盛的海域，因為深層低溫的海水向上湧升，所以表面水溫較低。白天時，海陸的溫差較大，易形成較強的海風；(B)湧升流旺盛的海域，其表面水溫較低，當暖溼的氣流流入較易凝結成霧；(C)表層海水的溫度較低；(D)正確；(E)表層海水的營養鹽增加，但表層海水溶氧不會增加。
17. (A)海風通常比陸風強；(B)陸風通常在夜晚時達到最強；(C)海風可將海面的水氣吹至陸地，所以相對溼度會增加；(D)在午後 2~3 點時為一天的最高溫時刻，此時海風最強；(E)海風是由海洋吹向陸地，而海洋為高壓區，陸地為低壓區，風從高壓吹向低壓。
18. 梅雨是滯留鋒面所造成的天氣型態。西南氣流源於南海海域，夏季時最旺盛，受到臺灣陸地山脈的阻擋，位於迎風面的臺灣西南部，因首當其衝會承受較多的降水。而東北季風進入臺灣陸地，直接受到東北部和北部雪山山脈的地形抬升作用，多呈現層狀雲而伴隨著小雨，較不會發生像強烈對流作用所造成的閃電、雷陣雨等劇烈天氣現象。

19. (1)由表內資料配合圖中等壓線的分布，可知圖中丙為高氣壓中心，因此選(D)與(E)，這兩者都是高壓，而(A)(B)(C)都是低壓。
- (2)(C)(D)此圖沒有標示方位，無從判定風向，若以習慣上為北，右為東來決定，則甲、乙兩地大約都吹北風，也與選項不合；(E)丙地為高氣壓中心，垂直方向氣流為下沉輻散，無成雨致雨的可能，不須提防豪雨，甲地是否天氣晴朗乾燥，光憑氣壓值無法判斷。
20. (1)相對溼度的定義為 $\frac{\text{實際水氣壓}}{\text{飽和水氣壓}} \times 100\%$ ，而飽和水氣壓與氣溫有關，氣溫愈高，飽和水氣壓愈大；實際水氣與露點的高低有關，露點愈高實際水氣壓愈大；又知相對溼度是指離飽和的程度，若氣溫與露點兩者相差愈小，愈接近飽和，相對溼度愈大，因此，丙城市相對溼度最高。
- (2)單位空氣中所含的水氣，即為實際水氣量(壓)，其與露點的高低有關，若露點(相對溼度達 100%時的溫度)愈高，則實際水氣量愈多。
21. (1)由圖可知溫度由 25°C 上升至 30°C 間，飽和水氣壓增加 10 百帕。
- (2)海溫須高於 26°C 是形成颱風的必要條件之一，海溫愈高則氣溫愈高，愈有利於颱風的形成，另外不能忽略溼度要高，愈接近飽和愈有利於颱風的形成。按這樣考量，乙是最標準的答案，但丙雖溫度不合乎要求，可是它的溼度頗高，也能成為選答的考量。
- (3)人類使用化石燃料，排放大量 CO₂；以及大量砍伐雨林，使得光合作用減少而導致空氣中 CO₂ 的含量升高，都促使溫室效應增強，可能會造成全球海溫的增加。相對地火山灰或懸浮微粒增加，會使陽光的入射量降低，短時間內則會導致氣溫下降。
- (4)根據題意，到了西元 2100 年時，全球熱帶海溫與地表大氣溫度均增高 2°C，而對流層頂的高度及溫度均不變。相較於現在，到時候水氣量會比較多，對流也比較旺盛，簡單說，水氣上升到某一高度時均較周圍大氣溫度來得高，密度較小，有利於上升運動，因此對流層大氣穩定度降低。
22. (1)梅雨期的天氣圖應是處於滯留鋒面，故選乙。
- (2)因颱風是低氣壓環流，颱風靠近時雨勢增強，風向由東風轉成西北風，氣壓降低，風速亦增強。

- (3)丁圖屬於冬季天氣圖，大陸高壓南下，將冷鋒推進臺灣地區，此時吹東北風。迎風面東部、東北部因受地形抬升，降雨機率高。

第 5 章 深邃海洋

● 5-1 海洋觀測

範例 ①

答 1.(D) 2.(A)(C)

解 甲為溫鹽深儀，可測得不同深度海水的溫度和鹽度，但不能直接測量鹽度，測量出海水的導電度之後，可進一步換算出海水的鹽度。

範例 ②

答 1.(D) 2.(C) 3.(A)

解 聲音在海水中的速度會隨著溫度、壓力的增大而變快。0~200 公尺的水域，水溫和水壓均隨深度增加，所以聲速也隨之增加；200~800 公尺的水域，水溫對聲速的影響大過水壓的作用，所以聲速隨深度變慢；800 公尺以下的水域，聲速隨水壓的加大而變快。某深度水域的聲速比其上、下水層的聲速都慢，就會造成「深海聲道」，聲波可以傳得很遠；反之，該水域的聲速若比其上、下水層的聲速都快，則聲波穿越此水層後往下彎折傳遞，不會傳回水面，會形成水中聲音傳遞的「陰影區」。

範例 ③

答 1.(A) 2.(D) 3.(C)

解 從圖中的密度曲線(弧線)即可判讀各水深資料點或水團的密度，再依圖意，從溫鹽曲線資料分析水溫、鹽度等參數隨深度的趨勢變化。

範例 ④

答 1.(C) 2.(D)

解 輻射儀可測知紅外線或微波的輻射強度，再換算成海水溫度。

範例 ⑤

答 1.(C) 2.(D)

解 有關各緯度表面海水的溫度和鹽度比較，須從坐標圖中解讀數值，再做比較。水團有特定的溫度與鹽度，都出現在曲線的轉折處，觀察各轉折點隨緯度的變化，就可分析水團性質的改變狀況。

練功時間 課後練習試題

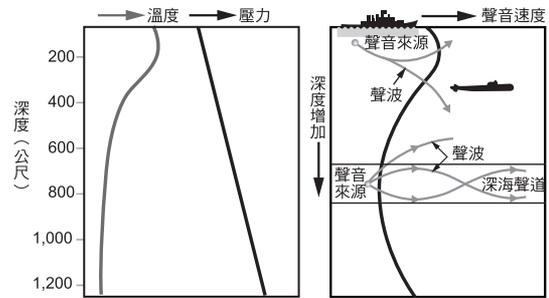
簡答區

- 1.(D) 2.(A) 3.(C) 4.(B) 5.(B) 6.(C) 7.(B)
8.(D) 9.(A)(B)(D)(E) 10.(B)(E)

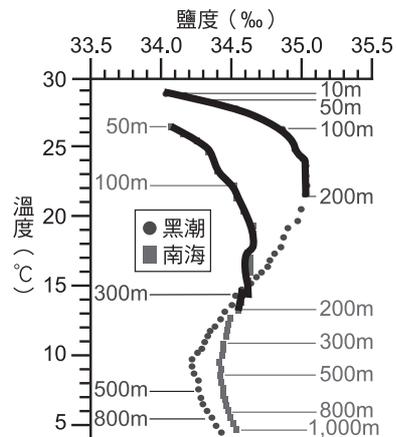
11.(1)(B) (2)(C) (3)(A) 12.(1)(B) (2)(C)
13.(1)(A) (2)(D) 14.(1)(C)(D) (2)(C)

- 人造衛星是以測量海水所輻射出來的紅外線強度，來推算海水表面溫度。
- 溫鹽深儀是藉由測量海水的導電度來換算出海水的鹽度。
- 溫鹽圖可看出不同水團間的交互影響及移動狀況，但不能完全解析出水團的流速。目前全球表面洋流的流況，大部分是依靠船隻漂流資料所累積而成，或是在漂流瓶中設置全球定位系統，再以衛星來追蹤記錄漂流瓶的流向。若要測量海洋各個深度的海流，則可使用海流儀。
- 一般使用的潮位儀有下列三種：(1)超音波式：發射與接收到達水面反射的超音波訊號，計算音波來回時間，(2)壓力式：利用海水位升降對感應器所產生壓力變化，轉換成水位高度，(3)浮筒式：直接量測浮筒隨水位升降的變化，以記錄水位高度。
- (A)漂流瓶只能偵測表面洋流的流況；(C)都卜勒流剖儀是藉由都卜勒效應的原理，以音波音頻的改變換算出海流的流速；(D)海流儀渦輪的旋轉快慢可以換算成海流速度，海流方向則經由後方葉板的方向加以記錄。
- (A)風是造成表層海水流動的主因；(B)深層環流主要是海水密度不均勻所造成；(D)海水是由高密度流向低密度。
- (A)尋找海溫較低之處；(B)湧升流可將深海的營養鹽帶至表層海水，故有湧升流之處通常浮游植物較多，故可藉由海洋水色間接推知湧升流可能發生的位置；(C)(D)人造衛星無法由宇宙中辨識出海水溶氧較多或水中魚群密集之處。
- 欲推算海水表溫，主要是偵測表層海水所發出的紅外線。
- 海水的鹽度一般可以溫鹽深儀做觀測。
- 海水結冰時會將鹽分釋出於周圍海域的海水中。
- (1)依附圖影像做判斷。
(2)潮汐大多是由設置於海岸邊的潮位站進行觀測，浮球波浪站通常離海岸有相當距離，潮汐不是其觀測重點。
(3)(B)資料浮標站一般是定錨在特定地點做觀測，但可依需求做遷移；(C)資料浮標站的測量項目包括有風速、風向、氣壓以及氣溫等氣象項目；(D)觀測資料可經由無線電或衛星傳輸。
- (1)應具有標準的混合層、斜溫層及深水層的層次結構；表面混合層水溫高，深水層水溫低。

(2)聲音在海水中的速度會隨著溫度、壓力的增大而加快。如附圖所示，一般海水的溫度變化大致可分為混合層、斜溫層及深水層；壓力則會隨著水深的增加而愈來愈大。基本上，聲速在斜溫層會隨著水溫的降低而跟著變慢，進入深水層後，溫度變化不大，聲速又會隨著壓力的增加而變快，因此在斜溫層底部形成一個低速層。



13. (1)附圖兩條粗線分別顯示水深 200 公尺以上南海海流和黑潮的溫鹽狀況；相較之下，黑潮為高溫高鹽度的海水。



- (2)(A)從兩條溫鹽曲線的差異，可以看出南海海流和黑潮並非由相同的水團所構成；(B)黑潮曲線的彎曲度比較大，溫鹽變化比較劇烈；(C)水溫高於 15°C 的海水處，黑潮的鹽度比較高。
14. (1)溫度及鹽度可分別從縱向及橫向坐標做觀察分析，密度可從圖中一連串的密度斜曲線做判別。水壓會隨深度的增加而變大。
- (2)從圖可判別：南極中層水是最低鹽度的水團，但不是最低溫的海水。

● 5-2 海岸地形

範例 ①

答 (D)

解 此時因陸地有大量冰川分布，海平面下降，亞洲大陸東緣的大陸棚裸露在海平面之上。

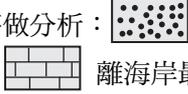
範例 ②

答 1.(B) 2.(A)

解 圖中甲、丙為沙洲及沙嘴，乙、丁為海蝕柱及海蝕崖；而波浪前進的方向大致朝東北，所以沿岸流為其朝東的分量。

範例 ③

答 1.(D) 2.(D)

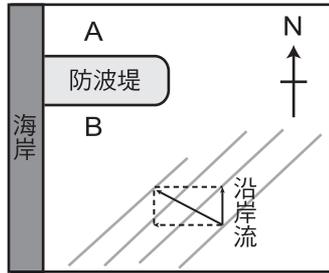
解 1. 當先就每組水平沉積岩序做分析： 離海岸最近，沉積顆粒最粗； 離海岸最遠，沉積顆粒最細。因此，甲處由上而下的岩層特性應為「組成顆粒愈大」，且上新下老。

2. 以目前的海平面為基準，比較三組水平沉積岩序的水深分布，發現同樣顆粒大小的岩層，從以前到現在，似乎愈來愈往深水域分布；其實，這是海水面上升，陸地下降的結果。

範例 ④

答 1.(D) 2.(C)

解 1. 如右圖，波浪受力而傳至海岸，而與海岸線平行的分量會造成沿岸流。



2. 防波堤的 A 側，侵蝕作用大於沉積作用，較 B 側易先崩解。

練功時間 課後練習試題

簡答區

1.(C) 2.(C) 3.(C) 4.(D) 5.(B) 6.(1)(C)
(2)(B)

- (A)(B)(D)皆為長期變化，為短時間內無法看出。而碎浪、潮汐和沿岸流等的侵蝕與堆積，為短期的變化。
- 海中的石灰質沉積物，大部分來自於海中的生物遺骸。
- 臺江內海是由於海岸淤積逐漸成為陸地，與人工填海造陸無關。

● 5-3 海底地形

範例 ①

答 1.(C) 2.(E) 3.(D) 4.(E) 5.(B)

解 地形甲至戊依序應為：大陸棚、大陸坡、海溝、深海平原和海底山。大陸棚和大陸坡屬於大陸邊緣，有豐厚的陸地沉積物堆積；洋底盆地以生物硬殼、海底火山碎屑沉積物或其他海洋沉積物為主要堆積；海底山則大多是火山作用所造成。

範例 ②

答 1.(B) 2.(A) 3.(B)(D)

解 從西南部沿岸往南延伸，會有大陸棚、高屏斜坡、高屏峽谷，巴士海峽上更有大陸緣積，是臺灣唯一具有標準大陸邊緣地形的海域。而東北部的琉球島弧系統與南部的呂宋島弧系統，則是菲律賓海板塊與歐亞板塊碰撞隱沒所造成的活動性大陸邊緣。

練功時間 課後練習試題

簡答區

1.(D) 2.(A) 3.(C) 4.(C) 5.(A)
6.(1)(C) (2)(C)(D) (3)(E) (4)(F)

- GPS 全球定位系統只能藉由衛星作定位。
- 聲納系統和側掃雷達系統是用以探測海底地形的分布，人造衛星重力測量測得的是重力異常分布，主要在反映該地區地層岩石的密度分布，海上震測能記錄到地底地層層面的反射訊號，經處理後即可呈現地下構造的影像。
- $1500 \text{ 公尺/秒} \times 4 \text{ 秒} / 2 = 3,000 \text{ 公尺}$ 。
- 大陸棚、大陸坡及大陸緣積屬於大陸邊緣地形，深海平原離陸地最遠。
- (1)高屏峽谷位於臺灣西南側的大陸坡上。
(2)大陸坡是自水深 200 公尺以下至深海平原間的斜坡區域。
(3)戊為琉球海溝，菲律賓海板塊在此碰撞歐亞板塊而隱沒。
(4)己為琉球島弧。

● 5-4 海洋地殼

範例 ①

答 1.(A) 2.(D) 3.(C)

解 莫氏不連續面是地殼與地函的交界面，海洋地殼包括圖中的甲、乙、丙三層。其中，玄武岩與輝長岩都來自玄武岩岩漿所結晶形成的，愈接近地球內部，結晶的速度愈慢，但結晶顆粒愈大。板塊運動所產生的新地殼，主要是在中洋脊形成的海洋地殼，爾後從中洋脊往兩側擴展，在海溝處又隱沒回地球內部；而大陸地殼在板塊隱沒處則大多擠壓成褶皺山脈，繼續存留於地表，所以平均年齡比海洋地殼老。

範例 ②

答 (D)

解 目前鑽探結果發現：最老的海洋地殼年齡不超過 1.8 億年，因此頂多只能協助建立此時間範圍內詳細的地質年代；而在未來能源方面的成就主要是在甲烷水合物的發現，但現今開採利用仍有許多待克服的問題；至於線形山脊與島鏈則是熱點火山的作用。

練功時間 課後練習試題

簡答區

1.(D) 2.(B) 3.(C) 4.(A) 5.(C)

- (A)與大陸地殼相較之下，海洋地殼的密度較大，厚度較薄；(B)因板塊隱沒作用，地表早就沒有海洋剛形成時的老海洋地殼；(C)中洋脊是新海洋地殼產生的地方，老海洋地殼則在隱沒帶沉降回地球內部。
- (A)目前在執行任務的是「地球號」探測船；(C)「地球號」可在水深 2,500 公尺的海域，鑽到海底 7,000 公尺深處，仍屬於海洋地殼近底層的位置；(D)鑽探的最終目標是希望能直鑽到地函，採集到地函物質，並了解地震在海底的發生機制。
- 五十多年來，海洋鑽探獲取了世界各大洋中完整的深海沉積物標本，協助建立了 1 億 8 千萬年以來(中生代至今)詳細的地質年代表。
- 歷年來的海洋鑽探結果，證實海底許多線形的山脊與島鏈是由地函中的熱點噴發所形成。
- 臺灣在西南海域目前發現有較豐富的「天然氣水化合物」蘊藏量。

武術大會 歷屆大考試題

簡答區

1.(C) 2.(A) 3.(B) 4.(B) 5.(D) 6.(B) 7.(B)
8.(C) 9.(A) 10.(A) 11.(D) 12.(E) 13.(A)
14.(B)or(D) 15.(B) 16.(C) 17.(C) 18.(B)
19.(A) 20.(A) 21.(E) 22.(B)(D) 23.(A)(E)
24.(A)(D) 25.(C)(D) 26.(C)(D) 27.(B)(C)(E)
28.(A)(D)

- (A)聲納儀或自動測深記錄儀，主要在測量海底地形；(B)輪盤式採水瓶設計的主要功能是採集不同深處的水體；(D)溫鹽深儀中測量鹽度的原理是測量海水的導電度再換算而得。
- 海水的鹽度是由導電度換算而成。
- 一般海水的鹽度約在 34~35‰之間，臺灣附近海域的海面水溫大概在 20°C 上下變化。

- 海水表面溫度大致上與緯度相符，愈低緯度的海水溫度愈高；鹽度的高低主要是受蒸發與降雨的影響，蒸發愈旺盛且降雨愈少，則鹽分愈高，赤道雨林區雖然蒸發量多，但是降水量更大，所以鹽度比中緯度稍低；高緯度則因為蒸發量較小，溶解的冰又降低了鹽度，因此鹽度最低。故此題答案選(B)。
- 距離河流出口極遠，可不必考慮河川淡水使海水鹽度降低。沒有湧升流則可不必考慮深層營養鹽使海水鹽度增加。鹽度與蒸發量、降雨量有關，蒸發量高則鹽度高，降雨量高則鹽度低。圖中 8 月份降雨量明顯高於蒸發量最多，所以鹽度最低。1 月份與 12 月份降雨量明顯低於蒸發量最多，所以鹽度最高。故選(D)。
- 探測海底地形，主要藉由回聲測深儀，即聲納法。
- 臺灣東側外海的黑潮終年向北流動，且流速強勁，故選(B)。
- (A)純水的密度為 1 g/cm³，而海水的平均密度為 1.02~1.03 g/cm³；(B)由圖讀出，黑潮海水的鹽度變化幅度較大；(C)不同溫鹽曲線表示不同水團；(D)由圖讀出，20°C 以上時，黑潮海水鹽度較大。
- 海水壓力是來自於上層海水重量，所以愈深的海水層，其上的海水重量愈重，壓力也愈大，和海浪、洋流攪動海水表面無關。
- 波浪的成因有許多種，如風吹海面、氣壓中心的移動、海底火山噴發與海底地震的發生等，但最常見、也是最主要的原因仍是風吹海面。
- (A)波高愈大，振幅愈大，能量愈強，與波長無關；(B)(C)風速愈大，提供海水產生波浪的能量愈大，產生的波高會愈大。
- 半日潮的漲落潮週期為 12 小時 25 分，但此題問漲潮時間，表示由乾潮到滿潮的時間，所以為半日潮週期的一半時間 6 小時 12.5 分。
- 在相同潮差水位下，坡度愈平緩則得以出露水面的水平範圍比較大。
- 不管是地殼緩慢的抬升，還是因大地震造成的地表瞬間抬升，才能讓原潮間帶的化石遺跡出露在較高海拔的位置。
- 此地出海口的泥沙沉積順序，由老至新依序為地層甲→乙→丙，沉積顆粒愈來愈細，顯示同一位址的水位愈來愈高，即海平面上升的海進現象。
- 由於沿岸流撞上防波堤後，流速減緩，將攜帶的泥沙沉積於面對波浪的一側，而另一側，則因為沿岸流越過防波堤，不會立刻在堤內側堆積淤沙，故內側海灘受侵蝕後較窄小。

17. 魚群相對於船隻的距離為

$$\frac{1520(\text{公尺}/\text{秒}) \times 50 \times 10^{-3}(\text{秒})}{2} = 38(\text{公尺})$$
，而回聲的頻率下降係為魚群遠離的紅移現象。
21. (A)玄武岩僅代表臺灣有火山；(B)位於板塊邊界或有活動斷層的地區，皆易有地震發生；(C)地層下陷大多因超抽地下水；(D)砂岩的存在與地震無關。
22. (B)降雨量愈高，表面海水鹽度愈低；(D)海水蒸發量愈高，表面海水鹽度愈高。
23. 聲納是利用由水面向下發出一個聲波，再接收由海底反射回來的聲波，利用 $h = v \times t$ ， v 為聲速， t 為聲波自海面傳遞至海底所花的時間， h 為水深。海中魚群亦可用聲納來探測。
24. (B)乙層稱為斜溫層；(C)丙層海水溫度的垂直變化不大，稱為深水層；(E)依圖大略研判乙層上界的深度為 200m 深，下界的深度為 800m 深，溫度約由 26°C 降為 5°C，
 故遞減率約為 $\frac{(5-26)}{(0.8-0.2)} = \frac{-21}{0.6} = -35^\circ\text{C}/\text{km}$ 。
25. (A)海水所含的主要鹽類就有六種；(B)密度隨鹽度增加、溫度減少、壓力增加而增加，隨著深度愈深，海壓也就愈高；(E)赤道地區的降水量高，蒸發量低，所以鹽度最低。
28. (B)主要為火成岩的花崗岩；(C)中洋脊的大陸地殼，主要為玄武岩組成；(E)岩屑應稱為沉積物。

第 6 章 燦爛星空

● 6-1 星空觀測

範例 ①

答 1.(A) 2.(D) 3.(B)

- 解 1. 從文中可知，紅外線對低溫塵埃與氣體等雲氣較為敏感；而 X 光盡是來自恆星爆炸，或是吸取外來物質時，物質被加熱所產生的輻射。
2. X 光必須在外太空觀測，紅外線則選擇高山或外太空觀測皆可。
3. 三種波段影像所反應的還是在輻射源的溫度，而星系內恆星、雲氣的溫度不同，輻射較強的波段就會不同。

範例 ②

答 1.(B) 2.(B) 3.(C) 4.(B) 5.(E) 6.(D) 7.(D)

- 解 1. 丙望遠鏡鏡筒修長，為折射式望遠鏡的特徵；其支架有極軸（圖中的 \cap ），所以是赤道儀。

2. 丁望遠鏡與丙望遠鏡相較，鏡筒較短，應是反射式或折反射式望遠鏡，又目鏡在側面，故為牛頓式望遠鏡。牛頓式望遠鏡採用拋物面鏡為主鏡，平面鏡為次鏡，沒有色差，但容易有像差。
3. $800\text{ mm}/20\text{ mm} = 40$ 。
4. 解析力應比較口徑，與目鏡無關，口徑愈大，解析力愈高。
5. 放大倍數高則視野小。甲：1 倍、乙：7 倍、丙：900 mm/20 mm = 45 倍、丁：800 mm/20 mm = 40 倍，故視野由大到小應為甲 > 乙 > 丁 > 丙。
6. 影像明亮度由口徑比較，口徑愈大愈明亮，四者中以丁的口徑最大。
7. 丙口徑為甲的 10 倍，則集光力為 100 倍，能比甲觀測到暗 5 個星等的天體。

範例 ③

答 1.(B)(C) 2.(D) 3.(A)

- 解 1. (A)由於無線電波的波長最長，故需要很大口徑的電波望遠鏡才能接收，欲增加解析力，應該要增大碟面；(D)與緯度無關。
2. 無線電波可穿透雲層，不受天氣影響。

範例 ④

答 1.(A)(B) 2.(C)

- 解 1. (C)太空望遠鏡壽命有限，約數十年，且維修不易；(D)將望遠鏡送上太空的費用仍十分昂貴。
2. 在宇宙中不受大氣擾動影響，故解析度較高。

練功時間 課後練習試題

簡答區

1.(B) 2.(E) 3.(C) 4.(A) 5.(D) 6.(B) 7.(B)
 8.(D) 9.(D) 10.(A)(D) 11.(1)(B) (2)(A) (3)(B)
 (4)(A) 12.(1)(B) (2)(A) (3)(B)

- 地球表面可以觀測到可見光、部分的紅外線和紫外線及無線電波，紅外線易受溫室氣體吸收，若在空氣稀薄且乾燥的高山上，則有機會觀測到紅外線。
- 大多數天體和地球的距離非常遙遠，只是將望遠鏡從地表發射至地球上空，並不足以有效拉近我們和天體之間的距離，發射太空望遠鏡的主要目的為遠離大氣層。
- 解析力決定於望遠鏡的口徑，口徑愈大則解析度愈好。
- 無線電波望遠鏡不受日夜或天氣影響。
- (A)大型望遠鏡多為反射式；(C)大型望遠鏡重量較重，大多使用經緯儀。

7. 折射式望遠鏡的主鏡為凸透鏡，需研磨兩個非常高精準度的曲面，研磨不易。
9. (A)電磁波中的最長波段為無線電波；(B)地表看不到 X 射線；(C)在宇宙中可見所有波段的電磁波。
10. 地球表面能觀測到可見光及無線電波，只能放置這些望遠鏡於地表上。
11. (1)口徑最大者可見最暗天體。
(2)望遠鏡放大倍率 = 物鏡焦距 / 目鏡焦距。
12. (1) γ 射線的波長最短。
(2)人眼只能看見可見光。

● 6-2 星色與光譜

範例 ①

答 1.(E)(F) 2.(A)(B)(D) 3.(D)

解 1.2. 對應元素光譜，可得知恆星的成分。恆星光譜譜線的強弱主要受到恆星表面溫度的影響。

範例 ②

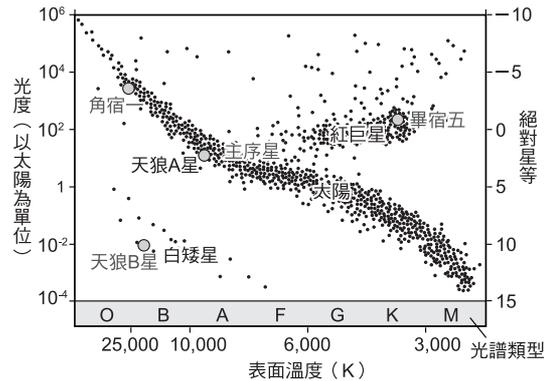
答 1.(1)(A) (2)(B) 2.(D)

解 1. (1) 甲為連續光譜，乙為吸收光譜，丙為發射光譜。
(2) 當光線經過低溫氣體時，光線中某些波段的能量會被較冷氣體吸收，而出現吸收光譜。

範例 ③

答 1.(D) 2.(E) 3.(C) 4.(C) 5.(B)

解 1. 表中四顆星在赫羅圖的位置，如附圖所示。
2.3. 紅巨星為體積膨大的低密度天體（畢宿五），反之，白矮星為極度緊縮的高密度天體（天狼 B 星）。
4. 圖中主序帶自右下朝左上方分布，星體的質量愈來愈大，核融合反應愈快，釋放的能量也愈多。
5. 星體在不同演化階段進行不同的核融合反應；剛開始是氫融合（主序星），緊接著是更高溫的氦融合（紅巨星），甚至是更重元素的核融合。在一系列反應之後，殘餘的星體則收縮成更緻密的星體（白矮星），此時已無任何核反應，星體只是在將其內部高溫的能量持續的釋出冷卻。



範例 ④

答 1.(B) 2.(1)(A) (2)(D)

解 1. 顏色可以反映恆星的表面溫度，最低溫者為紅色的參宿四，最高溫者為白色的天狼星。

2. (1) 最低溫者為紅色的 A 星，最高溫者為藍色的 G 星。

(2) 恆星的距離無法單由表格中的資訊得知。

練功時間 課後練習試題

簡答區

1.(A) 2.(B) 3.(B) 4.(D) 5.(1)(A) (2)(D)
(3)(B) (4)(E) 6.(1)(B) (2)(B) 7.(1)(D) (2)(C)

2. 藉由分析光譜可推知恆星的表面溫度。
3. 此恆星主要的輻射波段為紅外線，表示表面溫度偏低，偏紅光的波段輻射偏多，看起來偏紅色。
4. 恆星的表面溫度由高至低應依照 O、B、A、F、G、K、M 光譜型態的排序，所以溫度最高者應是角宿一，輻射藍白色的星光；溫度最低者應是參宿四，輻射紅色的星光。
5. (1) 甲星溫度為 3,000 K，較黃色的太陽低溫，故偏紅色較為合理。
(2) 丁為藍白色恆星，表示表面溫度極高。
(3) 太陽為黃色的恆星。
(4) 從表中資料無法得知天體距離。
7. (1) 主序帶上質量愈大的恆星，光度與表面溫度都會較高，通常體積也會較大。
(2) 甲、丁為主序星，乙為體積膨大的紅巨星，丙為體積極端緊縮的白矮星。

● 6-3 浩瀚宇宙

範例 ①

答 1.(C) 2.(B) 3.(D)

解 1. 從圖片可看出 M45 星團與 M13 星團分別為疏散星團與球狀星團，有關星團的恆星數量與分布狀

況，都可以從照片中看出來，而兩種星團在銀河系內的分布區域不同，所以恆星的演化狀況與年齡也不同，疏散星團組成星的年齡一般會比球狀星團組成星年輕。

2. 和 3. 星團是恆星藉由萬有引力的作用而聚集成團。

範例 ②

答 1.(B) 2.(C) 3.(D)

解 1. 星雲和恆星的組成成分差不多，都是以氫為主的氣體和塵埃所組成。

2. 參考第 152 頁星雲的成因。
3. 行星狀星雲是瀕臨死亡的恆星所噴出的氣體。

範例 ③

答 1.(E) 2.(B) 3.(D) 4.(A)

解 星雲和疏散星團都在銀河盤面上，球狀星團則在銀河銀暈中。太陽為一恆星，當然分布在盤面上，而本銀河系直徑約為 10 萬光年。

範例 ④

答 1.(B) 2.(E) 3.(D) 4.(C)

解 1. 因銀河系直徑為 10 萬光年，地球離銀河中心約 2 萬 6 千光年，所以表中與地球距離大於 7 萬 4 千光年者，應位於銀河系外。

2. 宇宙的組織架構由小而大應為：恆星→星團→星系→星系團。
3. 仙女座大星系的距離應要大於銀河系直徑，但小於現知的最遠星系距離。
4. 光年為光在一年的時間範圍內所前進的距離，因此目前所看到的 130 億光年天體影像，即為當初 130 億光年前的天體影像。

練功時間 課後練習試題

簡答區

1.(A) 2.(B) 3.(D) 4.(D) 5.(C) 6.(D) 7.(C)
8.(D) 9.(1)(B) (2)(A)(C)(D)

1. 星雲和恆星同是由星際的氣體和塵埃組成。
5. 星團是恆星集結的組織，而星系團是由多個星系所組合而成。
6. 光年為光走一年的距離。
8. (D)目前的太空船還無法以光速前進，故前往織女星所需的時間必定遠大於 26 年。

武術大會 歷屆大考試題

簡答區

1.(C) 2.(E) 3.(D) 4.(A) 5.(E) 6.(A) 7.(D)
8.(B) 9.(B) 10.(B) 11.(A) 12.(D) 13.(A)
14.(D) 15.(B) 16.(E) 17.(C) 18.(D) 19.(B)(E)
20.(B)(D) 21.(A)(E) 22.(B)(E)
23.(1)(B)(D) (2)(D)(G) 24.(1)(A) (2)(D)
25.(1)(C) (2)(D)

1. 紅外線常被溫室氣體吸收，大氣當中最重要溫室氣體為水氣和二氧化碳。
2. 「3K 背景輻射」指宇宙中的平均溫度為 3K，就相當於表面溫度 3K 的物體所發出的電磁波，由於溫度和輻射波段相關，溫度愈低，主要輻射波段會集中在電磁波的較長波段，故 3K 背景輻射應該比紅外線的波長更長。
3. 地表上可看到可見光和無線電波，在高層大氣可見紅外線和紫外線，若是 X 光望遠鏡、 γ 射線望遠鏡則一定要在宇宙當中才可以看得到。
4. 太空望遠鏡最大的優點即為可以避開大氣、電離層或磁層的干擾。
5. 電磁波射入大氣時，大多會被大氣吸收或反射，只有可見光、無線電波及部分紅外線得以抵達地表，因此若要架設 X 光望遠鏡，則應置於太空中，即置環繞地球軌道上，但要在范艾倫輻射帶以外，因為范艾倫輻射帶中有強的帶電粒子(質子與電子)。
6. 望遠鏡口徑愈大，解析力和聚光力就愈好。
7. 該望遠鏡的電子感光晶片對光的接收量與時間呈線性關係，因此曝光時間增長為 40 分鐘，可拍攝到比原來暗 40 倍的恆星，而亮度比原來暗 40 倍，則星等值增加 4 等(每差一星等值亮度差 2.512 倍)，所以該望遠鏡可以拍攝到最暗的恆星為 +24 等。
8. 天蠍座的心宿二為恆星，其顏色是紅色，其成因是與表面溫度有關，因為星色與恆星的表溫有關；而火星也是紅色，是與表面化學組成有關，因火星表面含有氧化鐵而呈紅色。
9. 光譜類型與顏色的關係：
- | 光譜類型 | O | B | A | F | G | K | M |
|------|------|-------|---|----|---|----|---|
| 顏色 | 藍或藍白 | 藍白或青白 | 白 | 黃白 | 黃 | 橘黃 | 紅 |
10. 光度 (L) \propto 表面積 (A) \times 表面溫度 (T)⁴
織女星的絕對星等為 0.0，太陽的絕對星等為 5.0，

兩者的光度比為 $\frac{L_{織}}{L_{\odot}} = 10^2$ ，

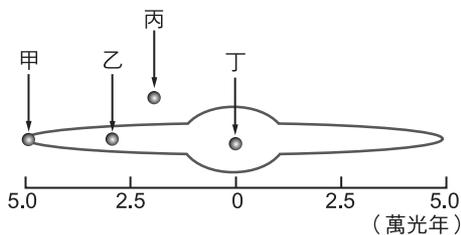
再利用 $L = 4\pi\sigma R^2 T^4$ ，得知 $R \propto \frac{\sqrt{L}}{T^2}$ ，

$$\begin{aligned}\frac{R_{織}}{R_{\odot}} &= \frac{\sqrt{10^2}}{1} \times \frac{T_{\odot}^2}{T_{織}^2} = 10 \times \frac{(6000)^2}{(10000)^2} \\ &= 10 \times \frac{6^2}{10^2} = \frac{36}{10} = 3.6.\end{aligned}$$

$R_{織} = 3.6R_{\odot}$ ，其中 R_{\odot} 為太陽的半徑。

- 每一種化學元素都有其獨特的光譜型態(光譜上吸收或發射譜線不會一模一樣)。
- 參照赫羅圖中表面溫度與光度(絕對星等)的分布關係。
- 主序星與紅巨星在進行不同階段的核融合反應，而最後太陽會形成白矮星。
- (A)仙女座 M31 距離地球大約 250 萬光年，所以夜空看到的是 250 萬年前的影像而不是現在；(C)恆星的顏色愈偏紅，是顯示其表面溫度愈低，與年齡沒有完全絕對的關係；(D)恆星的表面溫度與光度(絕對星等)及表面積大小兩因素都有關；若表面積大小固定，則表面溫度與光度正相關，所以恆星的表面溫度愈高，光度會愈高，即絕對星等應愈小；(E)天體的明亮程度與光度大小及距離遠近皆有關。
- $(6 \times 10^7) \text{公里} \times 2 / (3 \times 10^5) \text{公里/秒} = 200 \text{秒}$ 。

18. 附圖是銀河星系的側面示意圖，圖中乙的位置為太陽



- 系，若從地球向外看，則我們本身的銀河系遮掩了遠方的星系。
- 地球上可見的電磁波為可見光和無線電波。
 - 只有恆星可以利用顏色判定表面溫度，選項中只有天鵝 α 、獵戶 β 及太陽為恆星，三顆恆星依照顏色可知表面溫度由高溫到低溫排列的順序為獵戶 β > 太陽 > 天鵝 α 。而海王星和火星需由距離太陽遠近來判斷溫度，因為火星較近而海王星較遠離太陽，所以最低溫者為海王星。
 - (B)如果在白熾燈泡四周有一團低溫的氣體，氣體會吸收能量而產生「吸收的暗線」；(C)原子激發後皆可產生發射光譜或吸收光譜；(D)太陽為連續光譜，但有若干的吸收光譜線。

- 仙女座大星系 M31 與銀河系同層級，皆為星系，自然比星團、星座大。太陽系位於銀河系當中，所有夜晚肉眼可見的恆星皆屬於銀河系。所以答案選 (B)(E)。
- (1)(A)倍率： $\frac{800}{8} = 100$ ；(C)倍率： $\frac{1200}{8} = 150$ ；(E)倍率：7 倍。
(2)影像明亮與口徑大小成正比，望遠鏡口徑愈大，集光力愈好，故大琳所見的彗星最明亮。
- (1)望遠鏡口徑愈大，解析度愈好。而目鏡的倍率會決定放大倍率，解析度與目鏡倍率無關。
(2)織女星和地球間的距離固定，不會因為望遠鏡的倍率而改變。
- (1)(A)若恆星屬於甲或乙星系，根本不會有恆星亮點存在於照片中；(B)我們的銀河系也是眾多星系之一，所以甲、乙兩法僅憑星系與我們銀河系同樣地位；(D)甲、乙兩星系皆不屬於我們銀河系。
(2)無法以一張照片就斷言星系與我們的遠近，不要以為看來比較大的星系就離我們較近，看來比較小的星系就較遠。

第 7 章 資源、環境與永續發展

● 7-1 資源利用

範例 ①

答 1.(B) 2.(A) 3.(C)

- 解 1. 油氣田除了要有高孔隙的岩層(如砂岩層)作為儲油層，其上還要有不滲透性的蓋層(如頁岩層)加以封閉。
2. 油田形成必經由沉積作用的過程，因此大都產生於沉積盆地，而在變質岩、火成岩中均不會生成。
3. 油田中的物質會依其物質狀態和密度，在岩層中由上而下依序分離為氣、油、水三個區段分層。

範例 ②

答 (C)

- 解 (A)黑潮係以其洋流流動的動力為發電主力。
(B)臺灣西部海域主要為大陸棚，水深不及 100 公尺，沒有深層的冷海水分布。
(D)河流的能量資源著重在水力發電方面。

範例 ③

答 1.(C) 2.(D) 3.(D)

- 解 1. 從圖中天然氣水合物的溫壓界線分布做觀察，地溫梯度在該界線範圍內，就有可能蘊藏有天然氣

水合物，由地溫梯度與水合物溫壓界線在圖上的交點，往上延伸至海底表層都有出現天然氣水合物的可能。

- 從圖可判斷：天然氣水合物可能出現的位置，大致從海平面 1.7 公里至 3.2 公里的深處，此深度區域大多屬於大陸斜坡。
- 天然氣水合物為無法再回收使用的非再生能源，燃燒後會形成 CO_2 和 H_2O 。水合物所含的氣體大多為甲烷，是溫室效應氣體，易造成全球暖化。

練功時間 課後練習試題

簡答區

1.(C) 2.(C) 3.(D) 4.(A) 5.(A) 6.(A) (7)(D)
8.(A)(B)(D) 9.(A)(B)(C)(D)(F) 10.(C)(D)(E)

- (A)(B)(D)為非再生能源。
- 石油大都產生於沉積盆地內。
- (A)核能的主要原料為放射性元素；(B)目前大都是以核分裂的方式發電；(C)不會產生大量廢氣，但會產生核廢料。
- (A)水力是利用水位落差來發電。
- 現在一般在加油站的生質能為生質柴油和酒精汽油，是從能源作物或廢油脂提煉而成，再添加到石化柴油內。
- (C)需要有背斜的構造。
- (E)是源自於地函的熱流。
- (A)是利用海水的溫度差來發電；(B)是利用海水的鹽度差來發電。

● 7-2 永續發展

範例 ①

答 (D)

解 永續發展的理念在 1987 年正式由聯合國提出，1992 年於巴西舉行的地球高峰會，進一步將此理念轉換為具體的行動方案。

範例 ②

答 (C)

解 「京都議定書」是要對人為的溫室氣體排放做出全球性管制，抑制地球的暖化。

練功時間 課後練習試題

簡答區

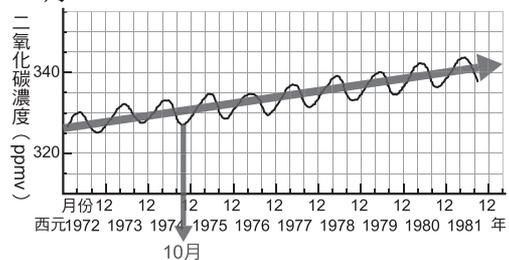
1.(A) 2.(C) 3.(A)

武術大會 歷屆大考試題

簡答區

1.(D) 2.(B) 3.(B) 4.(A) 5.(A) 6.(D) 7.(A)
8.(A)(B)(C) 9.(1)(E) (2)(B)
10.(1)(C)(D) (2)(C)(E) (3)(C)(E)

- 潮汐主要來自月球與太陽的引潮力。
- 水的密度 > 石油的密度 > 天然氣的密度，故天然氣在最上層，水在最下層。
- 頁岩呈深灰色、黑色或紫紅色，時常含許多有機物而成為炭質頁岩，所以是最好的油母岩。
- 砂岩是由許多碎屑物質經由壓密和膠結而成，其孔隙率和滲透率都較高。
- (B)廣關山坡地為茶園將破壞山坡地的水土保持，造成土壤流失。(C)於河川中普設的攔沙壩，嚴重影響了香魚、鰻魚等洄游性魚類或其他生物的棲息與繁殖。(D)漁塭養殖業者超抽地下水將造成地層下陷和地下水資源逐漸枯竭。
- 京都議定書主要是針對人為的溫室效應氣體(尤其是二氧化碳)排放量做全球性的管制，目前人為二氧化碳的排放大多源自石油、煤等化石燃料的使用，化石燃料為「岩石圈」碳儲量的一種型式，使用後則形成以二氧化碳為主的型態儲存於「大氣圈」。
- 如附圖， CO_2 濃度呈線性增加的趨勢；而在逐月的上下規則震盪週期中， CO_2 濃度最低大致是發生在 10 月。



- 「溫室效應氣體」是指大氣中會吸收地表的長波輻射(主要為紅外線)，促成溫室效應的氣體成分，包括大氣中原本就存在的水蒸氣(H_2O)、二氧化碳(CO_2)、臭氧(O_3)、甲烷(CH_4)、氧化亞氮(N_2O)，以及人造的氟氯碳化物(CFCs)等氣體。