

※ 地球的起源與看法演變

一、遠古神話與近代科學

學說	時代	人物	理論
地心說	西元 1 世紀	托勒密	認為地球位於宇宙中心，所有天體均繞地球公轉。
日心說	西元 14 世紀	哥白尼	首先提出日心說，出版的《天體運行論》提到到太陽為宇宙中心，地球與其他行星以同心圓繞著太陽轉。
	西元 17 世紀	克卜勒	利用第谷的觀測資料推出行星運動三大定律，以七個橢圓取代日心說中尚存的 34 個圓，完全拋棄本輪均輪體系，使日心說更加完善。
		伽利略	使用望遠鏡觀察到太陽黑子的移動，發現太陽和地球一樣會自轉；發現金星的盈虧，說明金星必須要與地球一樣公轉，金星才會有此盈虧現象；又發現木星的四大衛星，證明地球非宇宙中心。

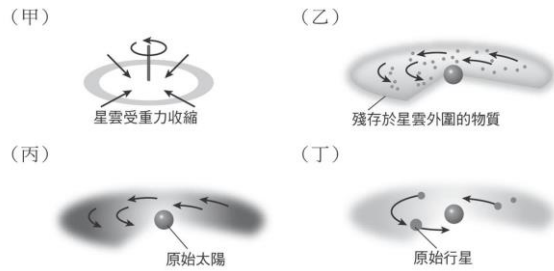
二、太陽系與地球的形成

	派別	行星成因	提出學者	理論
外力說	彗星撞擊假說	彗星撞太陽	布豐	假設炙熱的太陽遭到彗星撞擊，一大塊物質被撞離，形成幾個小部份，這些物質後來固化形成了圍繞太陽旋轉的行星。
	潮汐說	恆星接近太陽	金斯、傑弗里	設想有一個恆星從太陽旁邊掠過，巨大潮汐引力從太陽吸出一股高熱氣流，氣流分裂成若干塊，氣流內部冷卻，物質集中，逐步凝結成各個行星。
自生說	熱星雲說	雲氣收縮冷卻拋出	康德、拉普拉斯	康德提出太陽系起源於一團高溫的氣體星雲，然後慢慢冷卻收縮而成；拉普拉斯進一步闡述，認為高溫旋轉的星雲在冷卻過程中，其赤道部分擴大成為扁平狀，其旋轉越快，達一定速度後，就由外圍拋出一個物質環，頗像土星的光環，環的物質是不均勻的，物質可凝聚，並發展為行星。
	冷星雲說 (地球冷卻說)	萬有引力凝聚	1940 年代起	認為大約在 50 億年前，太陽系誕生於一大團由氣體、冰和塵埃所組成的物質中，這團星雲物質因受萬有引力吸引，逐漸向中心聚集，慢慢繞著星雲中心旋轉，形成高溫、高密度的核心，誕生原始的太陽，周圍殘留部分則形成星雲盤。星雲盤上物質也會因萬有引力的吸引碰撞、結合，形成更大的微行星體，較大的微行星體會陸續吸收在他移動路徑上的塵埃與碎片，最後發展成為行星。

※ 地球的演化：

一、太陽系的誕生：

- 甲、星雲因重力收縮
- 乙、星際雲氣逐漸凝聚
- 丙、核心（原始太陽）出現
- 丁、周遭氣體塵埃形成微行星並且成長



二、太陽系的成員：八大行星、衛星、小行星、彗星及星際間的塵埃、氣體。

1. 行星公轉：由天球北極看，行星以逆時針方向繞太陽公轉，且太陽也逆時針方向自轉。
2. 行星自轉：除金星外，其餘行星公轉方向一樣是逆時針方向，而天王星橫臥在公轉軌道上。

三、太陽：

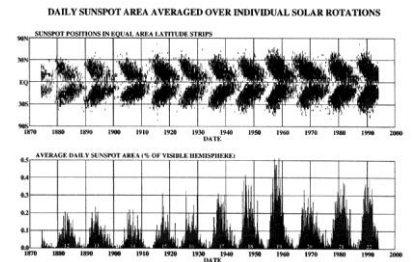
- 1.組成：主要為氫(約佔 75%)與氦(約佔 25%)。
- 2.能量源：中心發生氫融合成氦的核融合反應，而釋放能量。
- 3.結構：由內而外分日核、輻射層、對流層、大氣層，大氣層再分光球層、色球層、日冕。

本體	日核	核融合反應
	輻射層	能量主要以輻射方式傳播
	對流層	能量主要以對流方式傳播
大氣層	光球層	所謂的太陽表面，地球上所見黃色的部份，米粒組織、黑子在此層，厚約 500 公里
	色球層	溫度隨高度增加而增加，但密度減小，日食時可見
	日冕	日全食時可見，厚約數十倍太陽半徑，溫度最高，以失去電子的高速運動原子核組成，密度極低

4.自轉：由東向西約 27 天轉一周，且低緯度比高緯度轉較快。(伽利略觀察黑子位置發現)

5.太陽表面活動：

- (1) 黑子：每 11 年一個週期，出現的頻率與緯度位置和黑子期有關，極大期從高緯度區產生，極小值其發生在低緯度區，與時間繪圖可得蝴蝶圖（芒得圖）
- (2) 太陽風：從日冕吹出的帶電粒子。
- (3) 閃焰：在太陽黑子附近的色球層高能爆發現象。發出的太陽風使地球產生磁暴與極光，釋出的 X-ray 與紫外線造成電訊中斷。
- (4) 日珥：游離化氣體為太陽磁場導引而成的環狀似耳的氣流。



四、類地行星與類木行星的比較：

	類地行星	類木行星
行星名稱	水星、金星、地球、火星	木星、土星、天王星、海王星
質量	小	大
半徑	小	大
密度	大（約5克/立方公分）	小（約1克/立方公分）
自轉週期	長（1日以上）	短（未滿1日）
行星組成成份	鐵、氧、矽	氫、氫
衛星數目	地球（1）、火星（2）	許多
行星環	無	有

五、太陽系天體主要特徵：

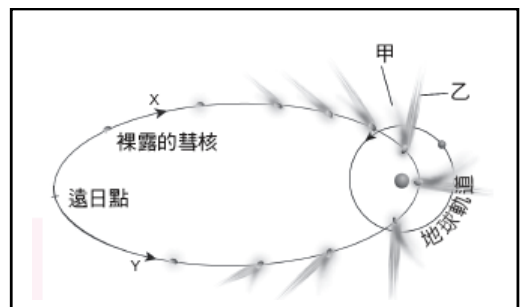
- (1) 水星：沒有大氣、沒有衛星。
- (2) 金星：地表平均溫度約 460°C，大氣有濃厚的二氧化碳（95%，大氣壓約 95atm），溫室效應顯著；自轉方向與地球相反，質量與地球相近。
- (3) 火星：有四季變化，兩極有乾冰與冰組成的冰冠，有峽谷地形，有太陽系最大的火山。主要氣體為二氧化碳（95%，大氣壓力約 0.007atm）

行星	質量 ($\times 10^{23}$ kg)	赤道半徑 (公里)	與太陽距離 (天文單位)	地面氣壓 (大氣壓)	大氣含量 (含量比例%)			
					CO ₂	N ₂	O ₂	H ₂ O
火星	6.43	3390	1.5	0.007	95	2.7	0.1	0.03
地球	59.8	6380	1.0	1	0.04	77.6	20.8	0.7
金星	48.7	6050	0.7	90	95	3.5	0.002	0.002

- (4) 木星：太陽系最大的行星，有大紅斑。
- (5) 土星：有明顯的行星環，密度低於水的行星。
- (6) 天王星、海王星：顏色偏藍。
- (7) 冥王星：比月亮小，矮行星，公轉軌道有一部分在海王星公轉軌道內。
- (8) 小行星：軌道主要在火星與木星間。

類型	行星 (八大行星)	矮行星 (冥王星、穀神星)	太陽系 小天體
符合條件			
繞恆星公轉	○	○	○
近似於球狀	○	○	×
可清除軌道上的其他天體	○	×	×

- (9) 彗星：由冰與乾冰與灰塵形成之髒雪球，近太陽時形成慧髮與彗尾。
- (10) 流星：星際間的固體微粒進入地球與大氣層氣體摩擦燃燒。若未燒毀而落至地表稱為隕石。
- (11) 月球：地球的唯一衛星，自轉週期與公轉週期相同，因此以同一面面對地球，引力約地球的 1/6，大氣不存在，白天約 120°C，夜晚約-160°C。



六、宇宙對地球的威脅：

威脅生命的條件	來源	成分	地球屏障
隕石	小行星帶、彗星	岩石、金屬	大氣層
短波輻射	太陽閃焰	γ 射線、X 射線、紫外線	大氣層中的電離層和臭氧層
宇宙射線	太陽及太陽系外天體	帶電原子核、電子	磁層、范艾倫輻射帶、大氣層
太陽風與日冕物質拋射	太陽	帶電原子核、電子	磁層、范艾倫輻射帶、大氣層

七、地球的演化：

1. 太陽系剛形成時，地球的組成物質溫度較低，溫度升高的原因：

- (1) 猛烈隕石撞擊產生熱能
- (2) 質量增加壓縮地球內部
- (3) 放射性元素衰變

結果：地球內部熔融，各種成分分化；鐵與鎳陷入核心，輕的物質往外浮出形成地球外層。

2. 由於不斷向外散失熱量，地球慢慢冷卻下來，外殼終於形成了。接著有了大氣和海水，有了生命，才有了生氣蓬勃的地球。

3. 大氣與海洋的演化：

四個階段	大氣成份	形成過程	後來結果
第一階段 原始大氣	氫，氦， 甲烷，氨	地球形成時的殘餘氣體	因氣體密度小和隕石撞擊、太陽風吹拂，故氣體散失於太空中
第二階段 火山噴發	水氣，二氧 化碳，氨。	火山活動頻繁，火山將氣體釋出	地球溫度下降，水氣凝結成雨，形成海洋
第三階段 海洋形成	氮氣， 二氧化碳	形成海洋之後，大氣中水氣含量減少，大量二氧化碳溶於海水中	二氧化碳溶解至水中，與鈣離子形成碳酸鈣沉澱，或被生物吸收成殼體，並形成石灰岩
第四階段 光合作用	氮氣，氧氣	當可行光合作用生物出現後，二氧化碳持續減少，氧氣變多	現今大氣主要成分

4. 地球初期大紀事

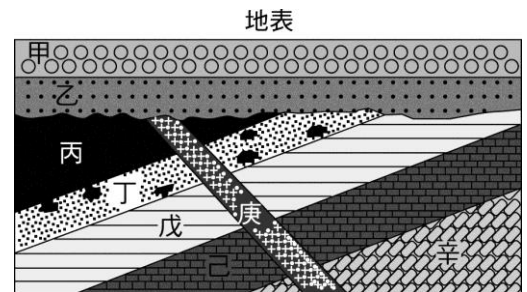
- 海洋早於三十九億年前形成（沉積岩、有機物）
- 三十五億年前，藍綠藻出現。
- 二十多億年前帶狀鐵礦的大量出現（淺海氧氣充足的證明）
- 十八億年前沒有帶狀鐵礦形成（空氣中氧氣增加）
- 六億年前形成了臭氧層
- 四億年前，綠色植物成功登陸。

5. 地質年代與化石

(1) 推論地球歷史的方法：

名稱	原理
原始水平定律	沈積岩在原始（未受地殼變動而反轉的地層）狀態下，常形成水平的「層理」。
疊積定律	沈積岩在原始狀態，年輕岩層，一定在老岩層的上部。（上新下老）
截切定律	先發生的地質事件總受後來發生者影響，故受影響的地質事件，其發生年代較早。（新切老）
包裹體定律	火成岩中包裹的岩石（此被包裹的岩石，可稱之為「擄獲岩」），其形成年代通常早於火成岩。（新包老）
化石連續定律	較老的地層含有較原始的化石群，較年輕的地層含有較高等的化石群（即越接近現生種）。所以可藉由特定的化石群來判斷地層的相對地質年代。
放射性同位素定年	放射性元素（母元素）隨時間會變成其他元素（子元素），母元素原子數蛻變一半所需的時間稱為『半衰期』。

試利用上述規則，排出右圖中地質事件的先後順序：丁層與庚層各為一火成岩侵入岩層，其中丁岩層還包裹著一些來自丙層岩石的碎塊。



(2) 判斷地層倒轉的方法（沈積構造）

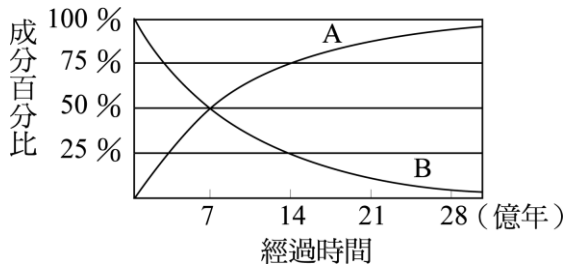
沈積構造	粒級層	交錯層	泥裂	波痕	生痕化石
簡圖					

(3) 標準化石與指相化石

標準化石	功用	特性	代表化石		
			古生代	中生代	新生代
	指示相對地質年代	1.演化速度快 2.生存期限短 3.分布範圍廣 4.個體數目多 5.特徵明顯容易辨認			
指相化石	指示當時沉積環境	分布範圍局限於特定環境	例如：珊瑚化石指示為熱帶淺海、含砂量少的環境。		

(4) 放射性同位素定年：

原始的放射性元素稱為母元素，蛻變後的穩定元素稱為子元素。母元素蛻變後含量會逐漸減少，其含量變為原來的一半所需的時間，稱為半衰期。若知岩石中母元素和子元素的含量，就可依據母元素的半衰期推導出岩石形成的時間。



放射性母元素	衰變後子元素	半衰期
⁸⁷ Rb	⁸⁷ Sr	48.8 億年
²³⁸ U	²⁰⁶ Pb	45 億年
⁴⁰ K	⁴⁰ Ar	12.4 億年
¹⁴ C	¹⁴ N	5730 年

放射性元素的母元素經過 1 個半衰期後，剩下 50% 的母元素、50% 的子元素。經過 2 個半衰期後，母元素剩下 50% × (1/2) = 25%，此後以此類推。

(5) 地質年代的時間系統，係以文字來排序，由大而小依次為：元（宙）、代、紀、世、期、時。依據化石種類的多寡，將地球的歷史劃分為隱生元（前寒武紀）和顯生元。依生物群的演變，可將顯生元再分為古生代、中生代和新生代。

隱生元	顯生元											元		
	古生代						中生代			新生代		代		
前寒武紀	寒武紀	奧陶紀	志留紀	泥盆紀	石炭紀	二疊紀	三疊紀	侏羅紀	白堊紀	第三紀	第四紀	紀		
	543	490	443	417	354	290	248	206	144	65	1.8	時間		
	三葉蟲或直角貝						菊石類			恐龍		哺乳類		代表性動物
	時間單位：百萬年											人類		

※地球的形狀與大小：

一、地球的形狀

人物	內容
希臘旅者	在各地所見到的行星不同、氣候亦不同，可分為熱帶、溫帶和寒帶。
畢達格拉斯	發現海上駛來的船，其船桅先出現。
亞里斯多德	發現月蝕時的陰影為圓形。

二、地球不是正圓球體

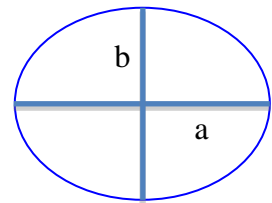
除了地球的重力和自轉產生的離心力外，地球內部組成物質密度不均，也會影響重力和地球形狀，地表重力值雖然大約是 980 cm/s^2 ，但是各地有些微不同。由重力分析，科學家建構了另一個描述地球形狀的模型—大地水準面。

(1) 大地水準面

- a. 地下高密度質量引起鉛垂線偏移，垂直鉛垂線可以建立重力等位面。
- b. 重力等位面中最接近平均海水面者，是為大地水準面。
- c. 可由觀測全球重力而得，為大地測量的基準，人造衛星軌道或飛彈飛行都受此面影響。
- d. 如果把偏離的部份用誇張的方式來呈現，地球的形狀並不規則且成西洋梨型。

(2) 扁平率

- a. 橢圓球體的扁平程度。
- b. 扁平率 f 由赤道半徑 a 和極半徑 b 來定義： $f = (a - b) / a$



(3) 單擺的週期會受擺長及重力的影響， $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

(l : 擺長, g : 重力, T : 擺動週期)。

三、地球的大小

(1) 發現人物：厄拉多塞(地理學之父)

(2) 起因：在書中讀到，每年夏至正午，太陽光總能直射進南方邊疆阿斯旺地區的深井中，但他發現同一條子午線上，緯度不同的亞歷山大城卻無此現象。

(3) 假設：假定太陽光平行射入，如果地球是平面不會發生此結果，所以地球可能是彎曲的，才能解釋亞歷山大城偏離了太陽直射。如果知道兩地距離，又知道太陽光線與鉛垂線之間的角度，就可以測算出地球的大小。

(4) 過程：他在夏至當天正午測量亞歷山大城太陽偏離天頂的角度等於圓周的 $1 / 50$ (約 7.2 度)，他認為這個角度兩地緯度差，因此地球圓周長即是兩地距離的 50 倍。兩地距離可利用駱駝商隊往返日數估算，換算成現今單位約為 925 公里。

(5) 結果：925 公里 x 50 得到 46,250 公里，即是地球圓周長。

(6) 今日方法：現代利用精密地面或人造衛星大地測量可以量出地球大小，主要利用天文觀測確定地表許多基準點的經緯度，在量取經度 1 度及緯度 1 度的巨哩，就可以換算出地球大小：地球平均赤道半徑為 6,378.14 公哩，極半徑為 6,356.76 公哩，赤道周長和子午線方向的周長分別為 40,075 公里和 39,941 公里。

(7) 相比：與現代測量值 40,030 公里相比，誤差只有 15%。

四、地殼均衡理論的內容

地殼均衡理論	岩石圈密度	岩石圈厚度	岩石圈深度	附註
普拉特學說	高山：密度小 海洋：密度大	不同	相同	
艾里學說 (山根均衡學說)	相同	不同	高山：較深 海洋：較淺	高山：山根的存在，布蓋異常呈負值。 凹陷：反山根的存在，布蓋異常呈正值。

歷屆試題練習：

- () 1. 科學家利用地震波探測地球內部的分層結構，經模式計算得到全球各地的地殼厚度分布如圖 6。圖上等厚度線上的數值（單位為公里）為各地地殼之厚度。下列有關此圖的敘述，哪一項錯誤？(A)海洋地殼的厚度大都比大陸地殼薄 (B)地殼厚度大都小於 45 公里 (C)地勢高的區域，地殼大多較厚 (D)因為各地的地殼厚度不同，故莫氏不連續面的深度也不一樣 (E)若要鑽探取得上部地函物質，以北緯 10 度、東經 15 度之地點為最佳。
- () 2. 在早期的地球歷史中，大氣中氧氣的出現，主要是因為下列何種事件造成？(A)火山活動 (B)隕石撞擊 (C)三葉蟲的出現 (D)氧化鐵的出現 (E)藍綠菌出現。
- () 3. 將下列甲至戊五個地質時代，依老到新的順序重新排列，其正確順序為何？甲、寒武紀 乙、第三紀 丙、二疊紀 丁、第四紀 戊、侏羅紀 (A)甲乙丙丁戊 (B)甲丙乙丁戊 (C)甲丙戊乙丁 (D)甲丙戊丁乙 (E)甲戊丙丁乙。
- () 4. 下列有關「臭氧」的敘述，何者正確？(A)臭氧濃度在地面最高 (B)臭氧可以吸收紫外線 (C)臭氧屬於大氣中的固定成分 (D)近年來，臭氧層的臭氧濃度因人類的活動而日漸增大。
- () 5. 太陽表面溫度約為 6000K，氣體大多呈游離狀態。有些微粒可以逃離太陽進入太空，稱為太陽風。下列有關太陽風的描述，何者正確？(A)太陽風是現今太陽能的主要來源 (B)太陽風主要為不帶電的高能粒子 (C)地球赤道直接面對太陽，受到太陽風的影響最大 (D)地球南北兩極上空的氣體可受到太陽風撞擊激發，產生極光現象。

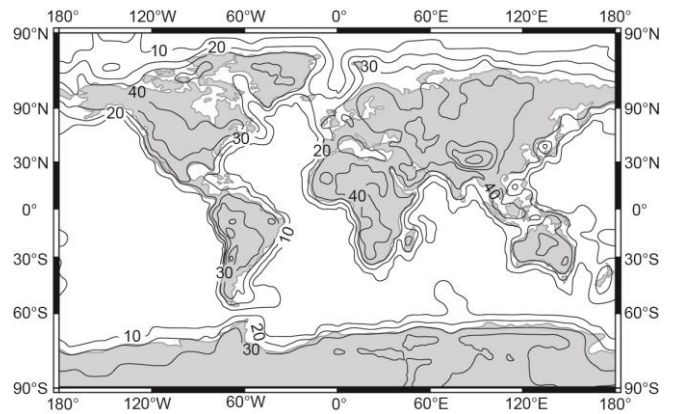


圖 6

表 3

代	紀	距今時間 (百萬元)	標準化石
新生代	第四紀	1.8	象
	第三紀		
中生代	白堊紀	65	大型爬蟲類
	侏羅紀	145	
	三疊紀	200	菊石
		251	紡錘蟲
古生代	二疊紀	299	筆石類
	石炭紀	359	
	泥盆紀	416	三葉蟲
	志留紀	444	
	奧陶紀	488	
	寒武紀	542	
	前寒武紀		

() 6. 表 3 為地質年代與各類生物化石存在的時間和數量(表 3 中以寬度表示,愈寬表示數量愈多)的關係,下列相關敘述,何者正確?

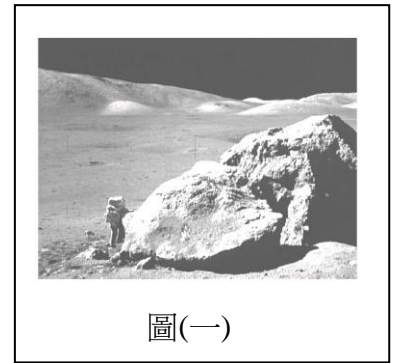
- (A)三葉蟲曾悠游於侏羅紀的海洋中
- (B)臺灣西部山區的第三紀海相地層中可發現菊石化石
- (C)二疊紀和三疊紀之間的生物滅絕事件,只促成大型爬蟲類動物的發展
- (D)菊石類生物從古生代開始發展,在古生代晚期曾減少,直到中生代末期才滅絕
- (E)6 千 5 百萬年前,有一主要的生物滅絕事件,只讓大型爬蟲類生物(如恐龍)滅絕。

() 7. 對生命來說,宇宙中的環境大都很嚴苛,許多行星表面的溫度過高或太低,都不利於生命的發展;而且太空中布滿了對生命有害的高能輻射粒子、X 光、紫外線、伽瑪射線.....。地球則擁有適合生命發展的環境。在下列選項中,何者能將高能輻射粒子束縛在地球大氣層外,保護地球上的生命?

- (A)磁場
- (B)增溫層
- (C)臭氧層
- (D)平流層
- (E)對流層。

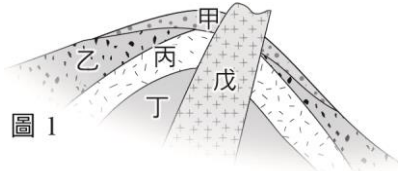
() 8. 圖(一)為美國太空人實地在月球白天進行表面觀察與拍攝的照片,證實在月球的白天,天空是黑暗的;但是地球的白天,天空是明亮的。依據同樣的道理,可以推論當太空人在水星、地球、火星等星球表面活動,在白天時比較其天空的明暗狀況,合理的是?

- (A)水星比火星亮
- (B)水星比地球亮
- (C)火星比水星亮
- (D)火星比地球亮
- (E)水星、火星、地球會一樣亮。



圖(一)

() 9. 圖 1 是一處岩層的地質剖面圖,其中甲、乙、丙、丁分別代表四種不同沉積岩地層,戊代表火成岩脈。依照被截切的地層比截切者較早形成的原理,下列何者最晚形成?



- (A)甲
- (B)乙
- (C)丙
- (D)丁
- (E)戊。

() 10. 日月距離與日地距離相當,但是地球擁有大氣層,而月球卻沒有,下列哪一項是最主要原因?

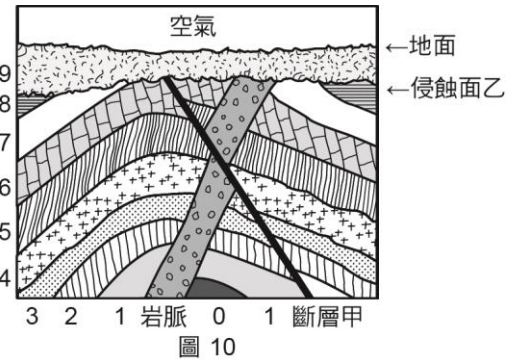
- (A)月球永遠以同一面對著地球
- (B)月球的大氣透明,從地球無法直接偵測到
- (C)月球成分接近地函,密度太低
- (D)月球質量太小
- (E)因為月球沒有磁場。

二、多重選擇題:

() 11. 地球是人類賴以生存的環境,地球系統中各部分的互動與平衡都可能會對生物的生存產生關鍵性的影響,下列有關地球系統的敘述,哪些正確?(應選 2 項)

- (A)地球系統包括岩石圈、水圈、大氣圈與外太空四個系統
- (B)透過地球系統中各部分的巧妙互動,有些物質會循環不已
- (C)生態系統會受到地球環境變遷的影響,但是生態系統發生改變時不會影響地球系統的平衡
- (D)相較於海水及大氣,板塊發生改變的時間尺度比較長,因此是系統中比較不重要的部分
- (E)太陽是地球系統的主要能量來源。

- () 12. 圖 10 為某處地質剖面，其中數字 0~9 表示地層編號，甲、乙表示地質事件編號。依據此圖回答下列各三項地質事件由先至後的發生順序為何？（應選 2 項）
- (A) 地層 6 的沉積、地層 0~8 的褶皺、侵蝕面乙
 - (B) 岩脈、斷層甲、地層 6 的沉積
 - (C) 侵蝕面乙、地層 6 的沉積、地層 0~8 的褶皺
 - (D) 地層 6 的沉積、斷層甲、岩脈
 - (E) 地層 6 的沉積、岩脈、斷層甲。



- () 13. 地殼均衡理論認為地殼是浮在地函之上。下列有關地殼均衡理論的描述，哪些正確？（應選 3 項）
- (A) 喜馬拉雅山的山根比臺灣中央山脈的山根淺
 - (B) 冰川退卻後當地的地殼會逐漸抬升
 - (C) 若質量相同，岩石密度較小的山比較高
 - (D) 一般而言，大陸地殼比海洋地殼厚
 - (E) 侵蝕作用不會使地殼抬升。
- () 14. 太陽系的成員中，下列哪些行星不具有固態外殼？（應選四項）
- (A) 水星
 - (B) 金星
 - (C) 地球
 - (D) 火星
 - (E) 木星
 - (F) 土星
 - (G) 天王星
 - (H) 海王星。
- () 15. 下列有關太陽黑子的敘述，何者錯誤？（應選二項）
- (A) 其數目的增減具有週期性規律變化
 - (B) 其數目的多寡與太陽表面活動的強弱有關
 - (C) 它看起來較暗，是因為黑子溫度較周圍高的緣故
 - (D) 它看起來像雀斑，但有些黑子的直徑比地球直徑大
 - (E) 它的溫度約 4000K，故黑子屬於太陽表面溫度較高區域。
- () 16. 地球形成的過程中曾經有一段時期處於熔融的狀態，之後逐漸冷卻下來演變成初始地球。下列哪些選項的事件是在約四十億年前，地球由形成初始時期的熔融狀態逐漸冷卻而產生的結果？（應選 3 項）
- (A) 海洋的形成
 - (B) 三葉蟲的出現
 - (C) 大氣層的形成
 - (D) 大氣層中大量氧氣的形成
 - (E) 地球內部地核、地函及地殼的分層。

三、閱讀測驗題:

請閱讀下列短文後，回答問題

人們對宇宙的探索，主要是靠觀察星光。因為真空中的光速是每秒三十萬公里，我們所觀察到的其實都是在稍早時間的天體的形象，除了光波外，來自外太空的輻射線還包括紫外線，以及由高速的帶電粒子所組成的宇宙射線等。對於較接近我們的太陽系中的星體，科學家們也曾發射一些偵測器，以作更近距離的觀察。

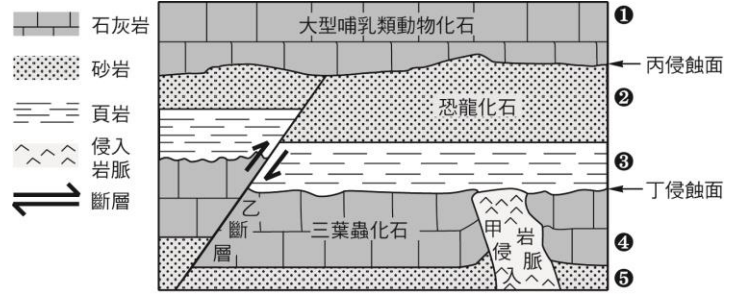
例如，美國航太總署所發射的精神號探測車，在 2004 年初降落於火星的古希柏（Gusev）隕石坑。這個隕石坑直徑約 200 公里；而地球上常見的隕石坑直徑則約為 20 公尺到 1 公里。火星是太陽系中的行星，其表面的大氣壓力及重力加速度大約分別是地球對應值的 0.006 和 0.4 倍。精神號的裝備類似於地質探勘機器人，主要是利用立體攝影機和紅外線攝影機拍攝火星的地形影像，再以無線電波傳回地球。

下列何種撞擊原因，最可能造成火星與地球上的隕石坑直徑差別？

- () 17. (A) 地球表面各處均較火星表面堅硬，受撞擊形成的坑洞較小 (B) 地球的大氣密度較大，隕石通過大氣層時，因摩擦燃燒損失較多質量 (C) 地球的重力場較大，造成隕石通過大氣層的時間較久，因摩擦燃燒損失較多質量 (D) 地球有磁場，會使隕石加速落下，隕石通過大氣層時，因摩擦燃燒損失較多質量 (E) 地球有電離層，會使隕石加速落下，隕石通過大氣層時，因摩擦燃燒損失較多質量。

四、題組題：

※ 附圖左邊所示為圖例，右邊為某地地層未倒轉的垂直柱狀圖，其中①至⑤代表形成地層①至⑤的成岩作用。依圖回答。



- () 18. 三葉蟲、恐龍、大型哺乳類動物分別為古生代、中生代、新生代的代表性動物。根據地層柱狀圖中的化石紀錄來推論，乙斷層最可能發生於下列哪一個年代？ (A) 原生代前期 (B) 古生代前期 (C) 中生代前期 (D) 新生代前期。
- () 19. 此地的地質事件或作用發生的先後順序為何？ (A) ⑤④甲丁③②乙丙① (B) 甲⑤④丁③②丙乙① (C) ⑤④甲丁③②丙乙① (D) 甲⑤④丁③②乙丙①。
- () 20. 下列敘述何者正確？ (A) 近甲岩脈的岩石，可能因岩漿侵入的高溫而發生變質作用 (B) 丙侵蝕面比丁侵蝕面更早形成 (C) 甲岩脈大也都屬沉積岩 (D) 乙斷層是正斷層。

※ 依圖 1 中地球歷史上生物的五大滅絕事件（分別以數字 1、2、3、4、5 表示），並根據表 1 之地質年代表的資料，回答(21)~(25)題。

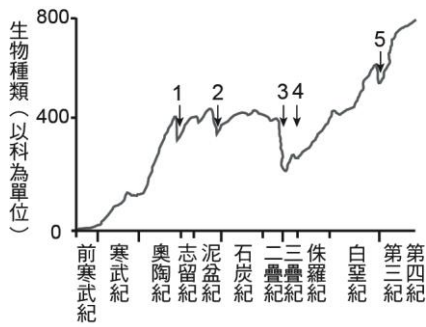


圖 1

地質年代		時間 (距今百萬年前)	主要化石及其消長		
新生代	第四紀	全新世	0.01		
		更新世	1.8		
	第三紀	上新世	5.3		人類祖先「巧人」出現
		中新世	23.8		哺乳類大量出現
		漸新世	33.7		
	古生代	始新世	54.8		馬出現
古新世		65		胎盤類哺乳動物出現	
中生代	白堊紀	144		顯花植物出現	
	侏羅紀	206		始祖鳥和哺乳類動物出現	
	三疊紀	248		恐龍和哺乳動物出現	
	二疊紀	290		三葉蟲等生物滅絕	
	石炭紀	354		爬蟲類出現	
古生代	泥盆紀	417		兩棲類和菊石出現	
	志留紀	443		陸生動植物出現	
	奧陶紀	490		魚出現	
	寒武紀	543		三葉蟲類等無脊椎動物大量出現	
	前寒武紀				化石非常稀少

表 1

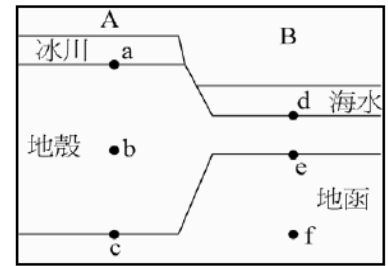
- () 21. 圖 1 中五次生物大滅絕事件中的第幾次，造成生物的數量(以科為單位)減至最少？ (A) 第 1 次 (B) 第 2 次 (C) 第 3 次 (D) 第 4 次 (E) 第 5 次。
- () 22. 生物數量減至最少的大滅絕事件，是發生在下列哪一個地質年代結束時？ (A) 太古代 (B) 原生代 (C) 古生代 (D) 中生代 (E) 新生代。
- () 23. 恐龍的滅絕是發生在第幾次的生物大滅絕？ (A) 1 (B) 2 (C) 3 (D) 4 (E) 5。
- () 24. 第 2 次生物大滅絕，大約距今約多少年前？ (A) 4 億 4 千 3 百萬年前 (B) 4 億 1 千 7 百萬年前 (C) 3 億 5 千 4 百萬年前 (D) 2 億 9 千萬年前 (E) 2 億 4 千 8 百萬年前。
- () 25. 根據圖 1 與表 1 所提供五次生物大滅絕的資料顯示，如果生物總數量以科為單位，則下列何者是最合理的推論？ (A) 某種生物的滅絕是因為其他競爭力更強的動物出現而導致，如三葉蟲被恐龍所取代，而恐龍又被胎盤類哺乳類動物所取代 (B) 每次生物大滅絕事件發生後，生物總數量便會急遽的增加到超過前一次生物大滅絕前的總數量 (C) 生物大滅絕可定義為在很短的時間內(幾百萬年)，生物總數量急遽的減少 (D) 生物總數量只要是持續且緩慢的減少，便可稱為生物大滅絕事件 (E) 生物總數量只要有減少，即可稱之為生物大滅絕事件。

參考答案：

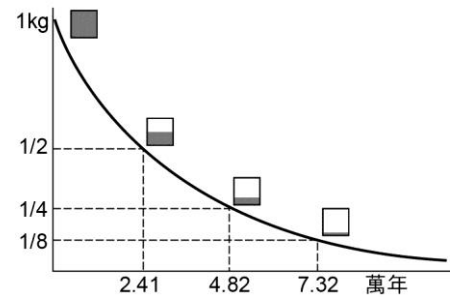
1	E	2	E	3	C	4	B	5	D	6	D	7	A	8	C	9	E	10	D
11	BE	12	AE	13	BCD	14	EFGH	15	CE	16	ACE	17	B	18	D	19	A	20	A
21	C	22	C	23	E	24	C	25	C										

單元練習：

一、單一選擇題：

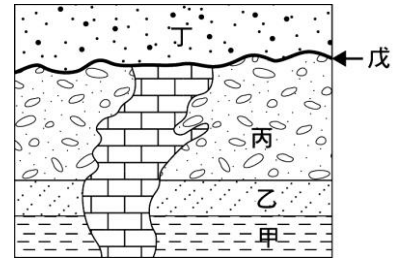


- () 1. 圖為厚的冰川覆蓋在大陸地區 A，並與海洋地區 B 為地殼均衡狀態，下列敘述何者正確？
 (A)在 a 點的壓力等於在 d 點的壓力 (B)在 b 點的壓力等於在 e 點的壓力 (C)在 c 點的壓力等於在 e 點的壓力 (D)在 c 點的壓力等於在 f 點的壓力。
- () 2. 2006 年 8 月 24 日國際天文聯合會通過行星的新定義，決議將冥王星降級為矮行星，差別矮行星與八大行星的最大不同點為何？
 (A)沒有衛星 (B)未能清除在軌道上相鄰的小天體 (C)組成物質完全不同 (D)公轉週期太長 (E)公轉方向。
- () 3. 隱生元和顯生元的劃分主要是依據？
 (A)疊層石化石顯著增加 (B)出現多量的金屬礦產 (C)無脊椎動物化石大量出現 (D)顯花植物出現。
- () 4. 「金、木、水、火、土」是中國傳統所謂的「五行」，也就是太陽系其中五顆主要行星的名稱。關於五行的敘述哪些是正確的？
 (A)題幹之順序即為距太陽由近而遠的排列順序 (B)天王星、海王星未列入的主因是肉眼無法察覺 (C)這五顆行星是太陽系中除地球之外，體積最大的五顆行星 (D)這五顆行星除木星具有四大衛星之外，其他幾顆都沒有衛星 (E)若此五顆星按照與地球實際位置排成一列，由地球觀之即形成「五星連珠」之天象。
- () 5. 十七世紀時，法國探險家的發現：蓋亞那(5°S) 的擺鐘比巴黎(49°N) 的擺鐘每天慢 2 分 30 秒，下列敘述何者錯誤？ (A)蓋亞那(5°S) 的鐘擺週期較巴黎長 (B)巴黎(49°N) 的重力值較蓋亞那小 (C)地球的半徑在巴黎比蓋亞那短 (D)測量各地重力可知各地半徑，進而知道地球的形狀。
- () 6. 在地球原始大氣到今日大氣形成的過程中，絕大部分的二氧化碳被儲存在哪裡？
 (甲)植物體 (乙)海洋中 (丙)石灰岩中 (丁)河流之中
 (A)甲乙 (B)乙丙 (C)丙丁 (D)甲丙。
- () 7. 科學家主要利用何種方法推斷海洋在 39 億年之前出現的呢？
 (A)由最古老的沉積岩年齡判斷 (B)由最古老的火成岩年齡判斷 (C)由最古老的海洋地殼年齡判斷 (D)由最古老的大陸地殼年齡判斷。
- () 8. 鈾最重要的同位素是鈾-239，半衰期為 2.41 萬年。其原子核可以在慢速熱中子撞擊下產生核分裂，釋放出能量、伽馬射線以及中子輻射，從而形成核連鎖反應，並應用在核武器與核反應爐，如日本福島核電廠便使用鈾-239。若鈾-239 因衰變造成其質量剩下原來的 75%時，則需多久的時間？(log2=0.3010，log3=0.4771，log5=0.6990)？
 (A)0.6 萬年 (B)1 萬年 (C)1.8 萬年 (D)4.82 萬年。



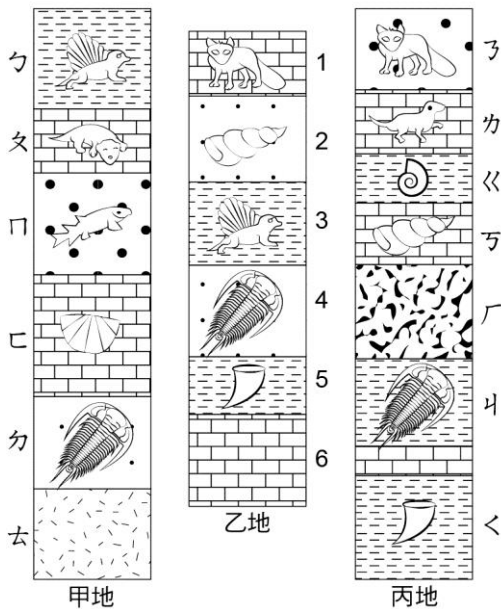
二、多重選擇題:

- () 10. 下列有關運用放射性元素碳 14 (半衰期 5730 年) 定年之敘述, 下列哪些有誤?
 (A)此法運用必須化石形成於封閉環境之下 (B)若測定化石之碳 14 量和現代含量相比為原來之 1/16, 則可推論該化石之年紀約為 23000 年 (C)此法可用於訂定絕對年代 (D)恐龍化石亦可用碳 14 定年法求得其年齡 (E)自然界的碳 14, 是從空氣的碳原子受到高速中子轟炸而形成的。
- () 11. 附圖為某地之地質剖面, 若岩脈的放射性同位素定年為 2 億年, 在乙地層中找到三葉蟲, 丁地層中找到菊石, 下列敘述哪些正確? (A)丁地層中也有可能挖掘到三葉蟲 (B)戊是一個不整合面 (侵蝕面) (C)甲可能是古生代地層 (D)丙一定是中生代地層 (E)乙地層的沉積年代較岩漿侵入時間晚。
- () 12. 下列有關地球的敘述, 哪些正確? (應選 2 項)
 (A)地球及太陽皆同在約 50 億年前所形成的, 而月球稍微晚了一些 (B)類地行星由原始太陽周圍形成的氣體圓盤中可以凝固的灰塵, 慢慢累積而形成的微行星, 再經由互相碰撞聚合而形成 (C)地核的體積及密度都是最大, 地函皆次之 (D)地球早期的大氣成分, 科學家認為主要是由水氣、甲烷、二氧化碳和氧所組成 (E)地球到太陽距離適中, 可保持液態水, 此一小範圍的區間稱之為連續可居住區。




三、題組題:


※ 附圖是相距 100 公里的甲、乙、丙三地之地層剖面示意圖, 剖面中各層含有不同時代的標準化石。另外, 已知在甲地 去處為有花岡岩入侵; 而在丙地 厂處有玄武岩入侵, 如附圖所示, 請觀察後回答下列各問題:



元	代	紀	世	距今百萬元	
顯生元	新生代	第四紀	全新世	0.08	
			更新世	1.65	
		第三紀	上新世	5	
			中新世	24	
			漸新世	37	
			始新世	58	
	中生代		古新世	65	
			白堊紀	145	
			侏羅紀	208	
			三疊紀	245	
			二疊紀	290	
			石炭紀	362	
			泥盆紀	408	
古生代		志留紀	440		
		奧陶紀	510		
		寒武紀	570		
		隱生元		原生代	2500
				太古代	3800
		冥古代			

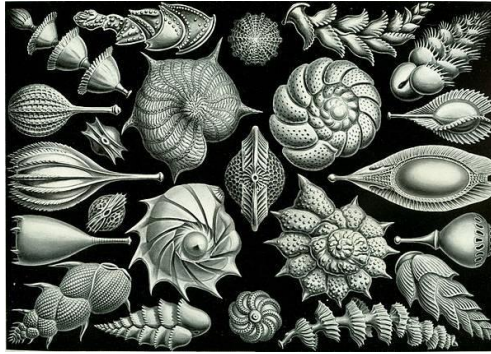
- () 13. 如圖, 有關化石的對應, 下列何者錯誤?
 (A)5 層 - 乙層 (B)4 層 - 乙層 (C)3 層 - 乙層 (D)2 層 - 乙層。
- () 14. 化石可用於指示的環境變遷, 請問在乙地地層中環境的變遷如何?
 (A)陸地 → 海洋 (B)陸地 → 海洋 → 陸地 (C)海洋 → 陸地 (D)海洋 → 陸地 → 海洋 → 陸地 (E)陸地 → 海洋 → 陸地 → 海洋。

() 15. 若甲地點 α 處之花岡岩經定年後為 4.25 億年；乙地 3 處  生物地層經定年後為

2.53 億年；丙地點 γ 處之玄武岩經定年後為 3.72 億年，請問： 生存的年代，是在地質年代中的哪個範圍？

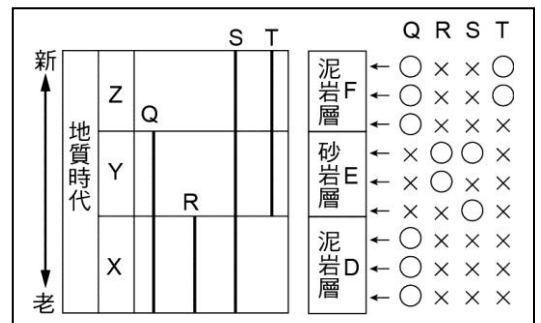
(A)只在志留紀 (B)志留紀到二疊紀都有 (C)泥盆紀到二疊紀都有 (D)志留紀到泥盆紀都有 (E)資料不全，無法得知。

※ 有孔蟲是一門有鈣質外殼的單細胞原生動物，附圖是畫家對許多種類有孔蟲的素描。



() 16. 地層中的有孔蟲化石數量非常多，演化速度快，是一類很好的(甲)化石。有孔蟲種類繁多，浮游性的，有深海底棲性的，也有淺海底棲性的，不同環境生長的有孔蟲外觀都不同，是很好的(乙)化石。(甲)、(乙)分別是：(A)指示、生痕 (B)指向、標準 (C)標準、生痕 (D)指相、標準 (E)標準、指相。

() 17. 附圖左圖是 QRST 四種有孔蟲分布的地質時間，已知 Q 和 T 化石是深海底棲性的，R 和 S 是淺海底棲性的。附圖右圖是某地岩層 D~F 中發現四種有孔蟲的分布，「○」代表有發現，「×」代表沒發現。海平面相對陸地上升稱為「海進」，海平面相對陸地下降稱為「海退」，請問此地由 D 岩層沉積到 F 岩層沉積形成，其間海平面的變動：
(A)海進→海退 (B)海進→海進 (C)海退→海退 (D)海退→海進。



() 18. E 岩層何時形成？ (A) X (B) Y (C) Z。

參考答案：

1	D	2	B	3	C	4	B	5	B	6	B	7	A	8	B	9	D	10	D,E
11	B,C	12	B,E	13	C	14	D	15	D	16	E	17	D	18	A				

地質篇：

※礦物：

一、礦物的定義：

1. 自然形成：不包括所有在實驗室產生的物質。
2. 固態無機物。(汞例外)
3. 有一定範圍的化學成分。
4. 特定的物理性質。

二、似礦物及同質異形：

似礦物：自然形成的固體化合物，可能缺乏一特定化學成分或是缺乏一特定的結晶構造（或是兩者都有），不能完全滿足礦物定義者。如樹脂、蛋白石等。

同質異形：同一化學成分，有不同的結晶構造。如石墨、金鋼石。

三、常見的物理性質：

物理性質	說明
硬度	礦物抵抗磨損的能力。附註：摩氏硬度表。
解理	礦物受外力時成相互平行的平滑破裂面，如：雲母裂開成片狀。
斷口	礦物不規則的破裂面，如石英為貝殼狀的斷裂面。
顏色	同一種礦物因微量成分差異而呈現不同顏色（如水晶），有些礦物只有一種顏色，不同礦物可能具有相同顏色。
條痕	礦物新鮮粉末的顏色，同一種礦物具有相同的條痕。
其他	光澤、密度、晶形、磁性（磁鐵礦）、導電性（電氣石、石墨）、絕熱性（雲母）、雙折射（方解石）。

附註：摩氏硬度表：

等級	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
代表礦物	滑石	石膏	方解石	螢石	磷灰石	正長石	石英	黃玉	剛玉	金剛石

註：1.等級只代表大小關係，無倍率關係。

2.硬度介於兩等級間的表示法，例如硬度大於石膏、小於方解石，則表示為 2.5 或 2~3 間。

四、造岩礦物：礦物有三千多種，其中常見的造岩礦物有 8 種。

化學組成	矽酸鹽							碳酸鹽
	矽鋁質：顏色淺			鐵鎂質：顏色深				
礦物	石英	長石	白雲母	黑雲母	角閃石	輝石	橄欖石	方解石
顏色	白、半透明	白、肉色	淺	深	黑色	黑色	黃綠色	白
硬度	7	6	2~3		5~6	5~6	5~6	3
解理	不明顯	兩組	一組		兩組	兩組	無	三組
其他特性	貝殼狀斷口 六角柱晶形 玻璃材料	地殼最多	片狀 可作為絕緣材料					遇稀鹽酸冒泡

五、礦物用途：

- 鑽石、剛玉是珍貴的寶石（硬度>7）。
- 黏土可以用來燒製陶瓷器。

※ 岩石：岩石由一種或一種以上礦物組成。可因形成方式分為火成岩、沉積岩、變質岩三大類。

※ 岩漿作用與火成岩

一、火成岩定義：岩漿冷卻形成的岩石。

二、岩漿與火山形狀：

1. 岩漿：地下深處熔融，呈現黏稠狀的高溫流體的岩石物質，成分以矽酸鹽為主，通常混合少量的礦物晶體與氣體。

2. 岩漿的種類與性質：

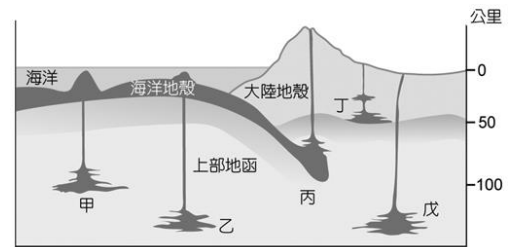
岩漿的種類	花崗岩質岩漿	安山岩質岩漿	玄武岩質岩漿
成份	花崗岩質，侵入周圍岩石產生熔融	成份介於玄武岩質岩漿與花崗岩質岩漿之間	上部地函橄欖岩產生部份熔融而形成
溫度	約 800°C	約 1000°C	約 1200°C
地表噴發性質	無	黏滯性大，流動性小，成錐狀火山	黏滯性小，流動性大，形成熔岩台地或盾狀火山
噴發狀況	無	暴烈式噴發	寧靜式噴發
主要生成環境	大陸地殼板塊地區	海洋地殼隱沒地區	中洋脊地區、海洋地殼內部

3. 岩漿的成因：地下溫度上升或壓力降低而部份熔融致。

4. 火山分布：

(1) 板塊邊界→海洋板塊隱沒入大陸板塊的島弧與海溝附近、中洋脊。

(2) 熱點→地函深處不定時噴發形成鏈狀火山，如夏威夷島。



三、火成岩：

1. 火山岩：岩漿在地表附近固結，快速冷卻形成火山岩(噴發岩，礦物顆粒小、有氣孔或成玻璃質)，含有班晶與基質的班狀組織。
2. 深成岩：岩漿在地底下慢慢冷卻形成深成岩(侵入岩，礦物顆粒大)，大致有相同大小礦物密集的粒狀組織。

化學成分		多← (66%) SiO ₂ 的含量 (52%) →少			
		酸性岩	中性岩	基性岩	超基性岩
斑狀組織	火山岩	流紋岩	安山岩	玄武岩	-
粒狀組織	深成岩	花崗岩	閃長岩	輝長岩	橄欖岩
造岩礦物	矽鋁質				
	鐵鎂質	黑雲母	角閃石	輝石	橄欖石
顏色		淺←	顏色	→深	
密度		約 2.7←	比重	→約 3.2	

四、台灣火成岩分布：

安山岩	分布在綠島、蘭嶼、海岸山脈、大屯火山群、基隆火山群為主。
玄武岩	以澎湖群島為主。含輝石、角閃石較多，顏色深。
花崗岩	以金門、馬祖為主。含長石(肉色)、石英(白色)、雲母(黑)。

※ 沉積物與沉積岩：

- 一、沉積岩定義：沉積物經過膠結、壓密、再結晶等成岩作用後所形成的岩石。
- 二、沉積物：岩石經過物理或化學風化，碎裂成細小的礫、砂、泥，經過雨水和河水的沖刷、冰川刮蝕或風的吹送而被搬運，當搬運力量減弱，則開始堆積形成沉積物。

1. 外營力造成的地質作用:

(1) 風化作用：岩石受太陽熱能、大氣、水、生物的物理或化學作用，在原地逐漸變鬆散岩屑。

	分類	特徵	舉例
風化作用	物理風化作用 (機械性風化) (崩解作用)	為地表岩石受氣溫或壓力變化影響，在原地發生崩解的過程，無化學變化，也不產生新礦物。分冰凍作用、熱漲冷縮、減壓作用、植物作用，環境寒冷乾燥較易發生。	(1)沙漠地區岩石長期受劇烈溫差影響，使表層在脹縮過程產生龜裂、剝落。 (2)岩石負重改變，也會產生層狀崩裂或節理面。 (3)高緯度及高山地區，水滲入岩石裂隙，結冰後體積膨脹撐大裂隙，使岩石碎裂。
	化學風化作用	為地表岩石受水與氣體的作用，使礦物的化學成分發生重組或產生新礦物的過程，分氧化、溶解、水合、水解、植物酸等機制，通常容易發生在高溫潮濕地區。	(1)黃鐵礦氧化後形成褐鐵礦。 (2)正長石水解成高嶺土。 (3)石灰岩易溶解於含酸性的雨水中，產生喀斯特地形。
	生物風化作用	生物生長與活動過程對岩石造成物理性或化學性的破壞。	(1)物理性：植物的根或種子深入岩石裂隙生長，迫使裂隙擴大造成崩解。 (2)化學性：生物或其遺體析出有機酸或其他溶液腐蝕岩石，變成鬆軟的物質，如青苔。

(2) 侵蝕作用：岩石受自然營力作用（如流水、風、海浪、冰川等）而脫離原岩的過程，例如海岸侵蝕、河岸侵蝕（向源、向下、側向），水或風夾帶泥沙衝擊。

	分類	特徵	舉例
侵蝕作用	水	為改變地貌的最重要營力。河流在流動過程產生動能，對邊界產生沖刷和破壞作用，流速越快、流量越大，侵蝕越強。	河蝕作用： (1)向下侵蝕：加深作用，可加深河道深度。 (2)向側侵蝕：加寬作用，可加寬河道寬度。 (3)向源侵蝕：加長作用，可加長河道源頭。
	風	當風挾帶物質當作侵蝕工具，對沿途經過的岩石表面或裂隙摩擦破壞，稱為磨蝕作用。	(1)風稜石 (2)乾燥地區風蝕作用最旺盛，沙漠區最明顯。
	冰川	當冰川因重力而移動時，所挾帶的石塊或冰川本身，會對周遭岩層進行侵蝕。	角峰：分水嶺因冰時而形成尖銳的刀嶺，若呈稜角狀則稱角峰。通常由於冰斗不斷擴大退後而逐漸侵蝕山嶺形成陡坡，使頂峰突出如金字塔狀的尖頂。如 <u>珠穆朗瑪峰</u> 。
	海	以波浪、潮汐和海流等運動方式，對陸地邊緣進行侵蝕。	海蝕洞、海蝕平台、海蝕門。

(3) 搬運作用：將岩屑搬離原地的過程。水搬運的方式有溶解、懸浮、跳動、滾動或滑動。

營力	分類	說明	
搬運作用	水		
		懸移	沙粒於空氣中漂浮移動。
		躍移	沙粒被風揚起向前跳動。
		推移	沙粒貼著地面向前移動。
冰		冰川沉積物多是來自本身侵蝕下來的物質，或由冰川兩側崩落下來的礫石和碎屑，或由風與水搬運來的物質。	

(4) 沉積作用：沉積物（岩屑、礦物顆粒、生物遺骸及水的沉澱物）因搬運者速度減緩或停止而沉積。

	分類	說明
沉積作用	陸地沉積物	(1)河積地形(沖積扇、沖積平原) (2)冰積地形 (3)風積地形(風成黃土) (4)喀斯特地形
	海岸沉積物	(1)河積地形(三角洲) (2)海積地形(沙洲、沙嘴)
	海洋沉積物	(1)陸地碎屑物或溶解質。 (2)海洋生物遺骸沉積與化學沉積。 (3)海底火山作用造成的火山灰及熔岩。

2. 侵蝕基準面：分永久（最終）侵蝕基準面，如海面；暫時侵蝕基準面，如湖面或水壩水面，以上主要進行侵蝕作用、水面以下進行沉積作用。

三、沉積岩：

1. 成岩作用：

壓密	由沉積物累積的荷重，作用於顆粒上，使顆粒間的空隙減少，水排出，強迫顆粒緊密排列。
膠結	循環的空隙水中，溶解的物質產生沈澱，使顆粒間產生膠結，CaCO ₃ 、SiO ₂ 是最常見的膠結物。
再結晶	當沉積物堆積時，不穩定的礦物會再結晶成比較穩定的形式。

2. 沉積岩依據沉積物種類而分為：

分類	成因	實例
碎屑沉積岩 (地表最常見)	岩石碎屑所組成	礫岩(2 mm以上)、 砂岩(2~1/16 mm)、 粉砂岩(1/16~1/256 mm)、 泥岩或頁岩(1/256 mm以下)、凝灰岩。
化學沉積岩	過飽和沉澱或蒸發	石灰岩、蒸發岩(鹽岩、石膏)、燧石。
生物沉積岩	生物的遺骸堆積	石灰岩(珊瑚礁、貝類、紡錘蟲)、煤層、 燧石(放射蟲)。

3. 沉積環境：冰磧石、沖積扇、沖積平原、氾濫平原、河道、湖泊、三角洲、沙洲等。

四、台灣沉積岩分布：

地區	岩石	形成環境	描述
西部臺地	礫岩	陸上	碎屑顆粒直徑 2 mm以上。
西部丘陵	砂岩	濱海、海底	碎屑顆粒直徑 2~1/16 mm。
	頁岩	深海底	碎屑顆粒直徑 1/256 mm以下。
墾丁、柴山	石灰岩	海底	珊瑚礁遺骸堆積，成分為碳酸鈣。

※ 造山運動與變質岩

- 一、變質岩定義：岩石在未熔化的狀況之下，因高溫高壓產生變質作用所形成之岩石。
- 二、造山運動：地層發生褶皺、斷層或火成運動，地殼因而隆起成山脈稱之，常見於板塊聚合邊界，地殼劇烈變動區域。
 - 1. 造山運動的區域：(1) 島弧-海溝附近→板塊隱沒處，由於海底沉積物隆起成山脈。
(2) 大陸板塊互相碰撞處→兩個大陸板塊互撞處。
 - 2. 地殼變動的證據：陸上可見海洋貝殼化石、海蝕平台、海蝕洞、珊瑚礁石灰岩、海階及河階。
 - 3. 海水面的升降因素：(1) 氣候變遷→冰期（下降）、間冰期（上升），具全球性。
(2) 陸地升降→造山運動（常見於板塊聚合邊界）、冰原融化，屬局部性。
 - 4. 岩石受力的結果：

型態	變形		破裂		
地形	褶皺		節理	斷層	
成因	地層受力擠壓而彎曲		兩側地層沒有相對移動	兩側地層有相對移動	
分類	背斜	向斜		正斷層(張力)	逆斷層(壓力)
簡圖					

三、變質岩：

- 1. 變質作用：岩石長期受較高的溫度、壓力影響，使得組成礦物顆粒在**固態**下重新排列或生成新礦物的作用稱之。
- 2. 葉理：岩石中的片狀礦物（如雲母、黏土）成平行條狀排列，平行的方向垂直最大壓力方向。
- 3. 變質岩種類依變質原因分為：

分類	成因	實例
接觸變質	岩漿侵入，圍岩受熱變質。	角頁岩（由泥岩或砂岩變質）、大理岩（由石灰岩變質）
區域變質	因造山運動而大規模受壓力與熱變質而成，有葉理。	片岩（葉理發達）、片麻岩（有葉理，但較不發達）

4. 變質岩的母岩可為變質岩、沉積岩及火成岩。

特徵	變質岩		原岩
具葉理	變質程度低	板岩	頁岩或泥岩（含大量片狀礦物）
	變質程度高	片岩	
			片麻岩（花岡片麻岩）
無葉理		石英岩	砂岩（主要礦物為石英）
		大理岩	石灰岩（主要礦物為方解石）
		角閃岩	玄武岩
		蛇紋岩（綠色大理石）	橄欖岩

四、台灣變質岩分布：

地區	岩石	描述
中央山脈	板岩、片岩	原住民利用板岩當建材。
花蓮、太魯閣	大理岩	含碳酸鈣，可當成水泥材料（東部）。

高三地球科學複習講義

※ 岩石循環：(建議橫著畫！)

歷屆學測試題演練：

一、選擇題：

- () 1. 下列哪一類岩石覆蓋地球表面積最廣？ (A)火山岩 (B)沉積岩 (C)變質岩 (D)深成岩。
- () 2. 下列三種變質岩，依變質程度由低到高之正確排列順序為何？ (A)板岩、片麻岩、片岩 (B)板岩、片岩、片麻岩 (C)片岩、片麻岩、板岩 (D)片岩、板岩、片麻岩 (E)片麻岩、板岩、片岩。
- () 3. 下表為甲、乙、丙三種岩石中所含礦物與特徵。此三種岩石是花岡岩、玄武岩與砂岩。已知基性火成岩中不含石英，且火成岩都不具有層理。

岩石	礦物一	礦物二	礦物三	礦物四	礦物五	特徵
甲	石英	正長石	斜長石	白雲母	黑雲母	晶體大而明顯
乙	輝石	斜長石	橄欖石	鈦鐵礦	黃鐵礦	晶體小而不明顯
丙	石英	長石	黏土礦物	方解石	赤鐵礦	有層理

下列有關甲、乙、丙與三種岩石的對應，何者正確？

答案選項	甲	乙	丙
(A)	花岡岩	玄武岩	砂岩
(B)	花岡岩	砂岩	玄武岩
(C)	玄武岩	花岡岩	砂岩
(D)	玄武岩	砂岩	花岡岩
(E)	砂岩	玄武岩	花岡岩

- () 4. 某生至野外進行地質調查，他於某處朝正北方見到如圖 8 的地層垂直剖面，下列哪一選項為該地質構造名稱及最可能的形成機制？

(圖中地層 1 年代最老，地層 3 年代最新。)

- (A)向斜構造，受到東西向應力的擠壓
 (B)向斜構造，受到南北向應力的擠壓
 (C)背斜構造，受到東西向應力的擠壓
 (D)背斜構造，受到南北向應力的擠壓。

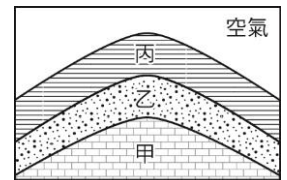


圖 8

- () 5. 太魯閣國家公園中九曲洞的大理岩峽谷美不勝收，此壯麗山河主要是因為下列哪些作用歷經久遠時間才形成的？(應選 3 項)

- (A)變質作用 (B)風化作用 (C)隆起作用
 (D)侵蝕作用 (E)土石流作用。

- () 6. 火山由地下深處的岩漿伴隨著氣體、碎屑從地表噴出而形成，多數與板塊的運動有關。圖 1 何處為現今有火山分布的地區？

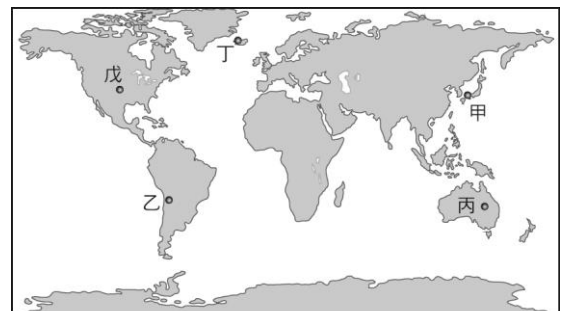


圖 1

- (A)甲乙丙 (B)乙丙丁 (C)丙丁戊 (D)甲乙丁 (E)乙丙戊。

- () 7. 圖 7 為臺灣中部某地區的東西向地質剖面示意圖，圖中顯示部分地層受到褶皺與斷層的影響。其中標示為「甲」且緊鄰雙冬的斷層，屬於下列哪一類斷層？

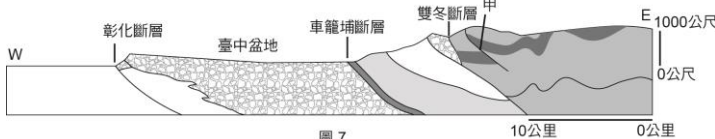
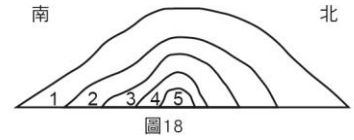


圖 7

- (A)正斷層 (B)逆斷層 (C)平移斷層 (D)轉形斷層。

- () 8. 王同學到臺東太麻里野外調查，觀察南北向剖面上的褶皺構造如圖 18，經詳細調查後，地層層序由 1 到 5 愈來愈年輕，判斷褶皺構造時需考量地層年代的排列。對於這個褶皺構造的敘述，下列何者正確？(A)地層沒倒轉，褶皺構造是背斜 (B)地層已倒轉，褶皺構造是背斜 (C)地層沒倒轉，褶皺構造是向斜 (D)地層已倒轉，褶皺構造是向斜 (E)褶皺兩翼岩層的傾向為同一方向。



- () 9. 花東海岸有一安山岩質角礫岩海蝕洞，離海平面高約 3 公尺。在此海蝕洞接近頂端位置發現帶狀藤壺和其它貝類化石，化石帶寬度約 50 公分。現生藤壺必須在潮間帶附著在岩石上生長，且此地潮差不超過 1 公尺。此帶狀藤壺和其它貝類化石出現在海蝕洞頂端的原因，最可能與下列何種地質作用有關？(A)海嘯 (B)地殼緩慢抬升 (C)隕石撞擊 (D)大地震 (E)山崩。
- () 10. 在臺灣某地有一斷層，此斷層面往南北方向延伸，且斷層面垂直地面，志明和鳳英是鄰居，他們的房子恰好以斷層為界，志明的房子在斷層的東邊。從國中一年級到高三約六年的時間，志明發現鳳英的房子往北移動了約二十多公分，此斷層屬於下列哪一種斷層？(A)正斷層 (B)逆斷層 (C)左移斷層 (D)右移斷層 (E)轉形斷層。

二、多重選擇題：

- () 11. 下列有關岩石的敘述，哪些正確？(應選 2 項)
 (A)花岡片麻岩是一種變質岩 (B)組成大陸地殼的主要岩石為沉積岩 (C)位於中洋脊的大陸地殼，主要是由花岡岩組成 (D)位於中洋脊的海洋地殼，主要是由玄武岩組成 (E)火成岩受到風化作用後，成為岩屑即是沉積岩。
- () 12. 在臺北縣野柳、臺東縣小野柳.....的海邊，可以看見外觀類似豆腐方塊狀的岩石，一般稱為「豆腐岩」(如圖 17)，這些把一整塊岩石「分割」成為豆腐岩的界面稱為「X」。下列有關「X」敘述之選項，哪二項正確？必須分別在(A)(B)中選一項，(C)(D)中選一項。



	「X」的名稱
(A)	層理
(B)	節理

	形成原因
(C)	岩層受到侵蝕產生的裂痕
(D)	岩層受力產生的破裂面

三、題組題：

※ 第(13)~(14)為題組

科學家依據岩石生成方式的不同，把岩石分類成火成岩、沉積岩與變質岩三大類。圖 4 為一些常見的岩石，試依據圖 4 回答下列問題。

- () 13. 變質岩中所含的礦物，因曾受到較大壓力或溫度的影響，故有些常呈一定的排列方向，圖 4 中哪個岩石最可能為變質岩？



圖 4

- (A)玄武岩 (B)片麻岩 (C)礫岩 (D)花岡岩 (E)砂岩。
- () 14. 下列選項所列有關圖 4 中五種岩石所屬岩石類別的數目，何者正確？

選項	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)
火成岩	0	1	1	2	2	3	3
沉積岩	2	1	2	1	2	1	2
變質岩	3	3	2	2	1	1	0

※ 地球的形貌持續在改變當中，圖 7 是夏威夷群島主島（編號 1 號）與其 3 個鏈狀火山島嶼（編號 2，3，4 號）的分布示意圖（未按比例繪製）。許多的科學家相信，夏威夷群島主島和這些鏈狀火山島嶼，應該是因為太平洋板塊在一個可視為固定不動且噴發岩漿的「熱點」上移動（箭頭指向代表板塊移動方向）造成的。噴出岩漿凝固逐一形成這些火山島嶼，試依據圖 7 回答題。

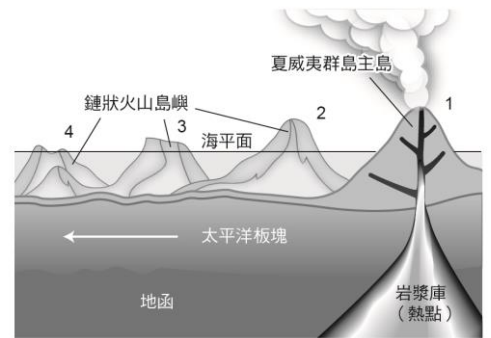
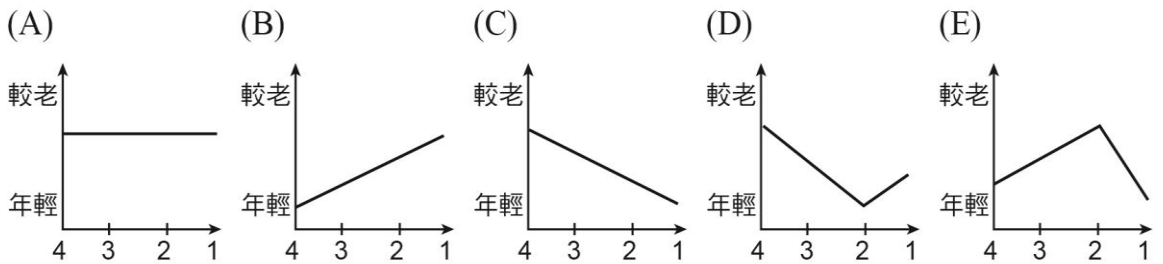


圖 7

- () 15. 火山島嶼 1 至 4 主要由下列何種岩石組成？(A) 火成岩 (B) 沉積岩 (C) 變質岩 (D) 資料不足，無法判斷。
- () 16. 下列何者在真實地球的實際體積最大？(A) 夏威夷群島 (B) 鏈狀火山島嶼 (C) 地殼 (D) 太平洋板塊 (E) 地函。
- () 17. 此處應位於地球的哪一個位置？(A) 位於張裂性板塊交界處 (B) 位於聚合性板塊交界處 (C) 位於錯動性板塊交界處 (D) 不位於板塊交界處。
- () 18. 下列哪一圖最能代表從鏈狀火山島嶼 (4, 3, 2) 到夏威夷群島主島 (1) 的年齡分布情形？



※ 圖 9 為頁岩因受溫度和壓力的影響，重新產生三種不同岩石的簡單示意圖。試根據圖 9 回答。

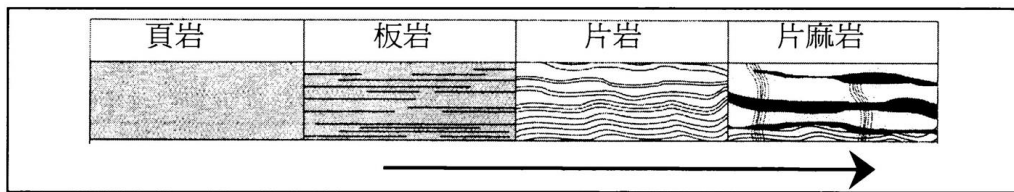


圖 9

- () 19. 圖 9 所示的四種岩石中，共有幾種屬於火成岩類？ (A) 0 種 (B) 1 種 (C) 2 種 (D) 3 種 (E) 4 種。
- () 20. 圖 9 內下方箭頭，代表下列哪一種地質作用？箭頭指向代表該作用的哪一種變化趨勢？ (A) 風化作用；由強趨弱 (B) 沉積作用；由強趨弱 (C) 沉積作用；由弱趨強 (D) 變質作用；由強趨弱 (E) 變質作用；由弱趨強。

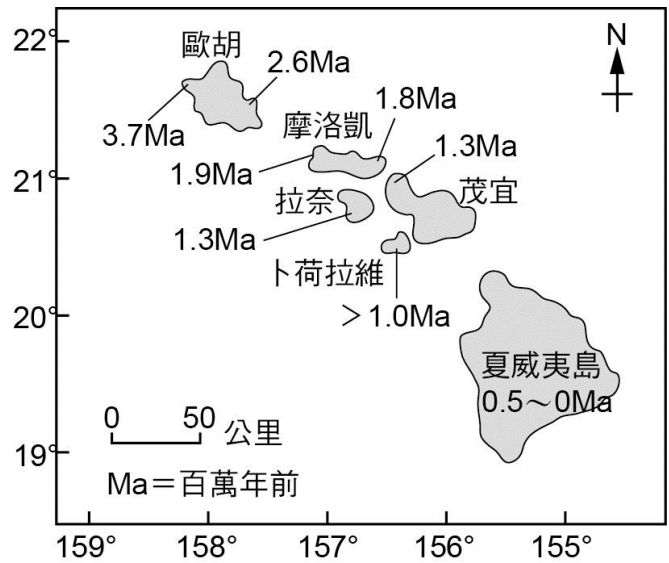
參考答案：

1	B	2	B	3	D	4	C	5	A,C,D	6	D	7	B	8	B	9	B 或 D	10	D
11	AD	12	B,D	13	B	14	E	15	A	16	E	17	D	18	C	19	A	20	E

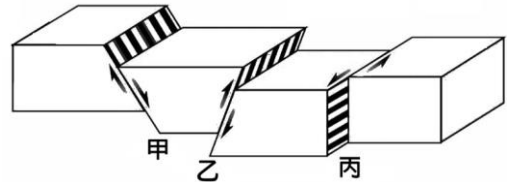
單元練習：

一、單一選擇題：

- () 1. 一般認為夏威夷島鏈是由「熱點」火山噴發而成，從最東南側的大島向西北延伸的各島嶼都是由火成岩構成，如附圖所示。附圖中的數值為各島火成岩定年的資料，則下列敘述何者正確？
 (A) 夏威夷的熱點目前位於張裂性板塊邊界上 (B) 夏威夷鏈上愈西北方的火山島，形成年代愈久遠 (C) 夏威夷各島是因為板塊隱沒後形成岩漿噴發而成 (D) 太平洋板塊持續往東南方移動 (E) 若熱點不動，則可推知過去 4 百萬年來板塊移動平均速率約為 20km/百萬年。



- () 2. 下列各種地形：(甲)V 型谷，(乙)瀉湖，(丙)河階，(丁)海蝕平臺，(戊)沖積扇，(己)三角洲，屬於堆積地形的有幾種？ (A) 兩種 (B) 三種 (C) 四種 (D) 五種。
- () 3. 下列關於火山帶的敘述，何者正確？(A) 地震帶大多和火山帶重疊，所以地震的發生主要是因火山活動所引起 (B) 地震大多和火山帶重疊，所以火山活動是因地震所引起 (C) 地震帶大多和火山帶重疊，因為地震和火山活動主要是由板塊邊界的相互運動所引起 (D) 中洋脊的火山活動屬於「熱點」火山。
- () 4. 右圖為三種斷層類型，黑色條紋區域代表斷層面，下列敘述何者錯誤？ (A) 甲為正斷層 (B) 乙為逆斷層 (C) 丙為右移斷層。
- () 5. 臺灣北部地層中有一種含有角閃石斑晶的安山岩，有關此岩石的敘述：
 (A) 此岩石的密度一般比玄武岩更大 (B) 是因為板塊擠壓而使角閃石變質成長得更粗大 (C) 角閃石熔點較高，在地殼深處先結晶出來 (D) 該岩石屬於深成岩。



二、多重選擇題：

- () 6. 關於火山帶分布或火山的敘述，何者正確？（應選 2 項）
 (A) 夏威夷等大規模的火山活動，是由於地函深處熱點所致 (B) 環太平洋地區與地中海的火山帶是由於板塊張裂所致 (C) 臺灣基隆及大屯火山活動較澎湖群島早或同時間 (D) 冰島與東非洲大裂谷是位於張裂性板塊邊界，有火山活動 (E) 臺灣地區火山活動是由於張裂性板塊所致。
- () 7. 判別火山岩和深成岩的方法，和下列那幾項無關？（應選 4 項）
 (A) 結晶顆粒的大小 (B) 礦物成分的不同 (C) SiO₂ 含量的多寡 (D) 比重的大小 (E) 顏色的深淺。
- () 8. 小明在澎湖研究火成岩，下列哪些是該處岩石應該具有的特色？（應選 4 項）
 (A) 形成時冷卻速率比花岡岩快 (B) 礦物結晶顆粒細小 (C) 顏色較深，含大量鎂、鐵質礦物 (D) 有時含有氣孔 (E) 有時含有化石。

三、題組題:

※ 閱讀以下短文回答：

報導：「政府針對石門水庫淤積，及颱風攪渾原水，造成桃園居民缺水情形提出解決方案。專家指出，石門水庫原設計 150 年使用壽命，加上水庫地取得困難，不傾向新建水庫，已提出因應之道來延壽。

計畫包括短期的壩頂取水、清淤泥；中程的增設大壩分層取水設施、興建排沙隧道、崩塌地植生復育，輔以打樁和不織布攔蓄功能，改善表土細粒料沖蝕；長期則以建立監測資料、調查追蹤地質破碎帶和不穩定地區等。未來同步採取清淤泥工作和分層取水計畫，原則上可延長水庫壽命。

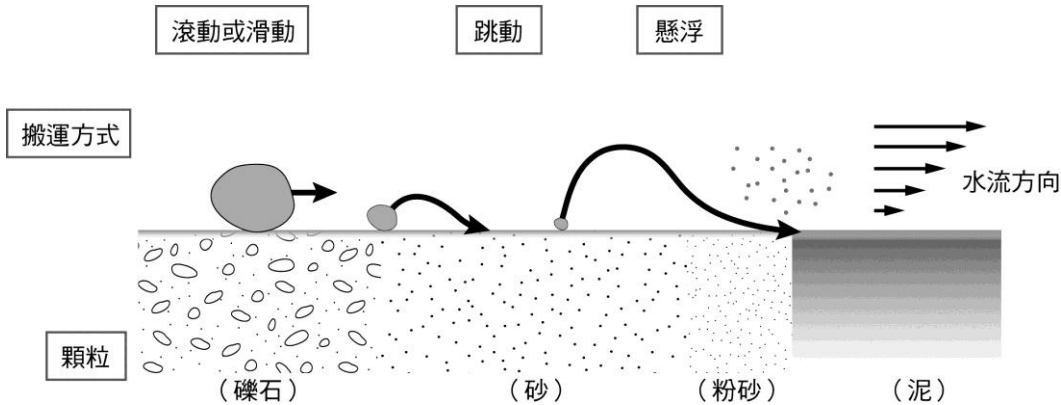
而在分析整個問題時，考量是否新建水庫的計畫對經濟部 水利署是很大的挑戰，可能機會不大，不但要覓得新水庫地址，還要通過環境影響評估等，因此目前傾向設法活化現有國內的水庫，再加上南北供水平衡計畫，供應民眾用水。」

- () 9.文中提到水庫的淤積現象是屬於 (A)風化作用(B)沉積作用 (C)火山作用 (D)侵蝕作用。
- () 10.承上題，此作用屬於 (A)內營力作用 (B)外營力作用 (C)內、外營力作用皆是 (D)內、外營力作用皆非。
- () 11.石門水庫的水面應屬於： (A)暫時侵蝕基準面 (B)最終侵蝕基準面 (C)暫時沉積基準面 (D)最終沉積基準面。
- () 12.若政府決定在另一條河流興建新的水庫，較不會造成何種影響？ (A)侵蝕基準面下降 (B)水庫上游河水流速變慢 (C)河口海岸侵蝕加劇 (D)影響生態。
- () 13.承上題，下列何者是興建水庫最不需要考量的項目？ (A)上游集水區的範圍 (B)下游是否有崩塌地 (C)水庫是否有涵蓋古蹟或稀有生物 (D)集水區的降雨量 (E)是否有斷層通過。

※ 小華利用暑假期間到臺灣的離島旅遊，包括北部的基隆嶼、龜山島；東部的綠島、蘭嶼；南部的小琉球；西部的澎湖群島；大陸東南地區的金門、馬祖，請回答問題：

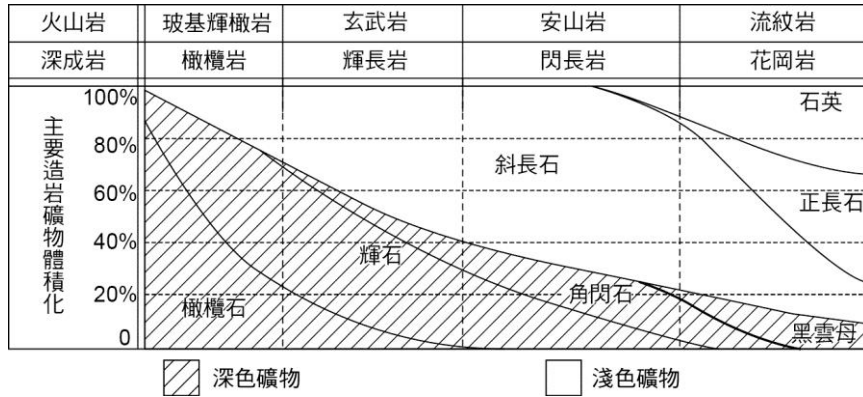
- () 14.下列哪一離島的火成岩和其他三地不同？(A)綠島 (B)蘭嶼 (C)龜山島 (D)澎湖。
- () 15.哪一個地點所產火成岩的礦物結晶顆粒較大？(A)澎湖群島 (B)綠島 (C)小琉球 (D)金門。
- () 16.哪一地點所產的火成岩在臺灣北部及海岸山脈也常出現？(A)澎湖群島 (B)蘭嶼 (C)小琉球 (D)金門。

※ 下圖為河水搬運作用示意圖，試根據此圖回答下列(1)~(3)題：



- () 17.下列何者並非河水搬運沉積物的方式？ (A)滾動 (B)跳動 (C)懸浮 (D)潛移。
- () 18.河流主要以何種方法搬運大顆粒的沉積物？ (A)滾動 (B)跳動 (C)懸浮 (D)潛移。
- () 19.下列方式中，何者搬運的距離最遠？ (A)滾動 (B)跳動 (C)滑動 (D)懸浮。

※ 附圖為各種火成岩主要造岩礦物的體積比，試問：

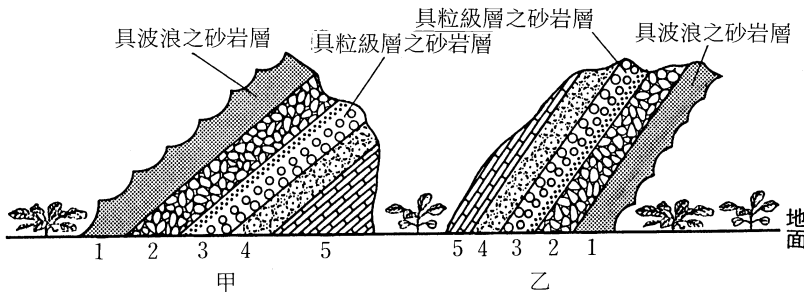


- () 20. 在野外採得一火成岩，鑑定其中含輝石最多，斜長石次之，另有少許的橄欖石與角閃石，則這塊岩石最有可能是下列何者？(A)橄欖岩 (B)輝長岩 (C)閃長岩 (D)花崗岩。
- () 21. 附表為火成岩分類表。表中 X、Y 箭頭所指示的，應是下列哪一選項所列的岩石特性變化？

選項	X	Y
(A)	顏色愈來愈深	礦物結晶顆粒較大
(B)	顏色愈來愈深	礦物結晶速率較快
(C)	密度愈來愈小	礦物結晶顆粒較大
(D)	密度愈來愈小	礦物結晶速率較快

	X →			
鐵鎂質矽酸鹽礦物含量	少 ←			→ 多
火山岩	流紋岩	安山岩	玄武岩	
深成岩	花崗岩	閃長岩	輝長岩	

※ 下圖為甲、乙兩地之岩層露頭，則：



- () 22. 由波痕、粒級層等沉積構造判斷(A)甲為正常層序，乙為倒轉層序 (B)甲為倒轉層序，乙為正常層序 (C)甲、乙皆屬正常層序 (D)甲、乙皆屬倒轉層序。
- () 23. 若甲、乙兩岩層露頭有時間或空間上的相關性，則下列敘述何者錯誤？ (A)甲、乙皆為同一時間的沉積岩層 (B)甲、乙分別為一向斜之兩翼 (C)甲、乙皆為水流造成之沉積岩層 (D)甲、乙均經過侵蝕作用。
- () 24. 甲、乙岩層露頭的形成方式，乃經過以下幾種地質作用的結果：甲：沉積岩層 5，乙：形成褶皺，丙：沉積岩層 1，丁：受侵蝕具有侵蝕面，按照發生的先後順序應為？ (A)甲乙丙丁 (B)丙甲乙丁 (C)甲丙乙丁 (D)丁乙甲丙。

參考答案：

1	B	2	B	3	C	4	C	5	C	6	A D	7	BCDE	8	ABCD	9	B	10	A
11	A	12	A	13	B	14	D	15	D	16	B	17	D	18	A	19	D	20	B
21	A	22	B	23	B	24	C												

※ 地球的層圈構造

1. 依據地震波的波速變化，將固體地球由外而內大略分成地殼、地函及地核三層。

地殼	大陸地殼	海洋地殼	岩石圈 (板塊)	莫氏不連續面 (深約 60 公里處)	0~100km
地函	上部地函	一小部分地函		岩石較冷，強度較強、較堅硬。	
		軟流圈	軟流圈 (低速帶)	溫壓平衡，部分熔融 (1%)，易變形。	100~250km
	過渡帶	中層圈	溫度高但壓力大，結構緊密。	250~2900km	
下部地函	古氏不連續面 (深約 2900 公里處)				
地核	外地核	外地核 (液態)	溫壓均大，但兩者平衡，呈液態。	2900~6370km	
	內地核	內地核	壓力甚大使熔點上升，呈固態。		

2. 一般而言，越往地球深部，溫度越高、壓力越大、密度越大。

分層	組成	密度	厚度	體積
地殼	矽、鋁氧化物	最小	最薄	最小
地函	橄欖岩	次之	次之	最大
地核	鐵鎳	最大	最厚	次之

3. 對組成相近的物質而言：深度越深、結構越緻密、波速越高 (除非是液體或出現部份熔融時，才會使波速降低)。

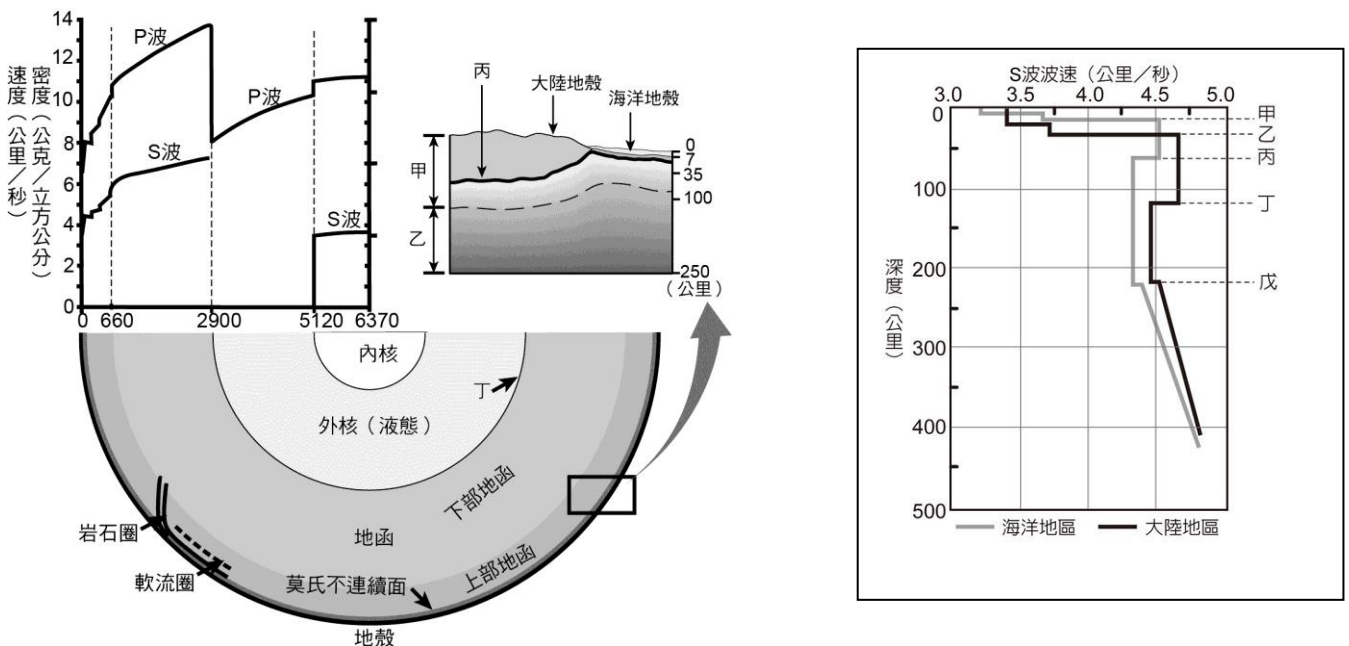
4. P 波可在固、液、氣三態中傳播，而 S 波不能穿越流體 (液體或氣體)，P 波傳比 S 波快。

5. 地殼：

	大陸地殼	海洋地殼	地函	地核
岩石組成	花崗岩質 (密度較低)	玄武岩質 (密度較高)	橄欖岩	鐵、鎳
厚度	20-70 公里 (平均 35 公里)	7-10 公里 (平均 8 公里)		

6. 過渡帶的地震波速遽增，乃因礦物結構變得更加緻密之故。

7. 各層圈的 P 波波速及 S 波波速分布如下圖。



8. 探測地下構造：

(1)地表測量：在野外常以傾斜儀測得層面位態。層面位態是表示層面在空間的排列方式，包括走向和傾角兩要素。

走向	傾角
岩層層面與水平面交線方向	岩層層面與水平面的交角

(2) 地球物理的探勘:地表地質調查直接觀測近地表地層的特性,地球物理方法則是利用儀器偵查地下深部構造。地球物理法大都在地表實施，測量不同地層物理參數，間接換算出地下地層的構造。

方法	內容
地震學方法	地震波若通過較為堅硬的石頭會跑的比較快，通過較鬆軟的物質則跑的較慢，因此只要將實際觀測的震波資料與設計的構造模型做比較，反覆修正後即可推得地球內部構造。
震波測勘法	利用震波來繪測地下構造，為一種地下構造照相術，利用人工震源發出震波，再紀錄反射回來的震波，經分析處理後，即可呈現出地下構造的影像，主要應用在石油探勘。
重力測勘法	重力就是地球質量所產生的萬有引力，重力值可反映地球物質的密度。重力值會受潮汐、地形、緯度和高度的影響，故須除去影響而得到修正後的觀測重量值，該值與理想橢圓地球的理論重力值之間的差異，稱為 重量異常 ，反映該區地層岩石的密度分布。
磁力測勘法	利用磁力儀測量各地的磁場變化，去除地球平均磁場和磁場日變化後，得到 磁力異常 。磁力測勘也常用於尋找古地磁的磁北極。海上磁測更由中洋脊兩側磁力反轉的條帶分布，建立海底擴張學說。
地電測勘法	用於測定地下岩層的導電率，也就是電阻率的倒數。地電組測勘法為探查低電阻率的地下含水層與地下導電物質最有效的方法，因可通過電流有限，故僅能探測深度數百公尺以內的地層。 大地電磁法以雷電或地球電離層與磁層之變動所產生的天然電磁場變化為來源。由於遠源低頻電磁波可穿過數十公里地層，可用於探測深部構造。

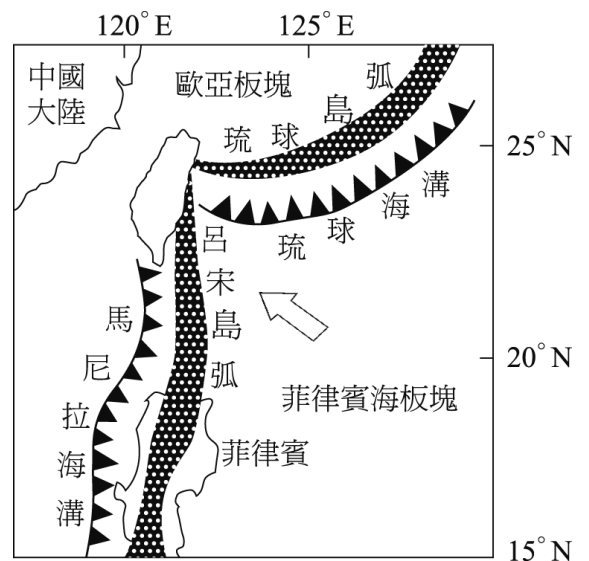
※ 板塊構造學說

1. 板塊構造學說的進程：

發展史	提出者	內容	相關證據
大陸漂移說 (1912, 動力問題未解)	韋格納	陸地曾緩慢的漂移過地球的表面, 有時陸地會分裂為很多碎塊, 有時陸地會彼此碰撞形成超大陸, 三億年前所有大陸聯結成---盤古大陸。	1. 理論導因於: 大西洋兩側的海岸線相互吻合(尤其是南美和非洲的海岸線)。 2. 其他證據: 利用冰川遺跡可拼湊成盤古大陸南部; 不同大洲發現兩億年前同種陸生生物化石。 3. 古氣候證據: 冰川的分布(最有力證據)。 4. 缺點: 無法解釋動力來源。
海底擴張學說 (1962, 動力問題未解)	赫斯	利用古地磁資料可證明海底是中洋脊的兩側向外移動。海洋地殼在中洋脊新生, 在海溝處沒入地函。	1. 地磁倒轉: 以中洋脊為中心正反向對稱排列(最有力證據)。 2. 海洋地殼往中洋脊兩側變老且對稱分布(不老於2億年)。 3. 海洋沉積厚度: 靠中洋脊最薄, 兩側漸增。
板塊構造學說 (1967)	勒比雄 麥肯齊 摩根	地表岩石圈可分為許多塊板塊組成, 並且隨其下軟流圈對流而移動	1. 包含支持大陸漂移說及海洋擴張說的證據。 2. 軟流圈(震波低速帶)的發現。 3. 班尼奧夫帶的發現(說明地殼隱沒現象)。

備註：板塊構造學說正式形成有兩個基本要點：

- a. 在地下 100~350 公里深之處，是一個低速帶，其岩石強度很弱，黏滯性高，且部分為流體性質---軟流圈。
- b. 堅硬的岩石圈，其強度足以形成剛性的板，其可在較弱的軟流圈上側移動。岩石圈由大小不等的板塊組成（七大板塊中，太平洋板塊最大）。



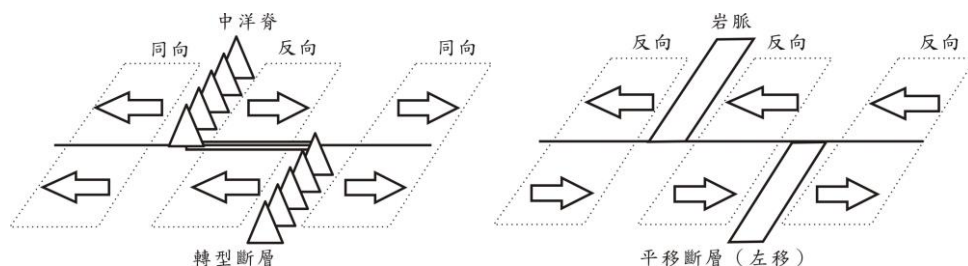
2. 台灣的板塊構造：

- (1) 菲律賓海板塊每年以約 7 公分速度向西北撞向歐亞大陸板塊
- (2) 邊界：琉球海溝（東北）、花東縱谷（東方）、馬尼拉海溝（南方）

3.板塊邊界：(不等於海陸邊界，為地震、岩漿最活躍之地)

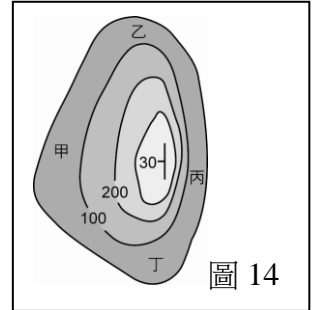
邊界類型	運動型態	熱對流型態	斷層型態	震源深度	岩漿性質	例子	簡圖
張裂型	板塊新生	地函熱對流上升	正斷層	淺	玄武岩質	中洋脊、大陸裂谷	
聚合型	板塊消滅	地函熱對流下沉	逆斷層	淺、中、深	安山岩質	褶皺山脈、海溝	
錯動型			轉型斷層	淺	無	聖安第列斯山脈	

注意：轉型斷層與平移斷層不同。

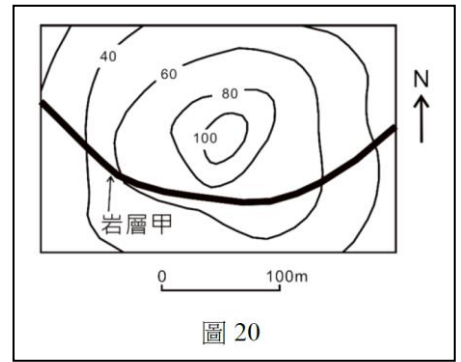


一、單一選擇題：

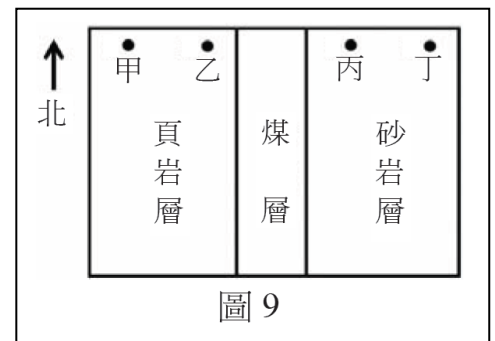
- () 1. 下列哪一選項的敘述，可以用來證明臺灣位於聚合型板塊邊界？
(A)臺灣本島有玄武岩 (B)臺灣本島常有地震 (C)臺灣本島的地層會下陷 (D)臺灣本島東部有砂岩 (E)臺灣本島東部和南部外海有海溝分布。
- () 2. 臺灣東部的海岸山脈是由菲律賓海板塊與歐亞板塊聚合所成的，使得原本是菲律賓海板塊的岩石被擠壓而上升到陸地。下列岩石何者原屬於菲律賓海板塊？
(A)花岡岩 (B)玄武岩 (C)板岩 (D)片岩 (E)大理岩。
- () 3. 圖 14 為某小島的簡易地形圖，等高線上的數字表示海拔高度，單位為公尺，已知全島由沉積岩層所組成，山頂上的長線表示岩層走向，短線表示岩層傾斜的方向，旁邊的數字表示岩層的傾斜角度，圖中哪一選項的區域為順向坡？
(A)甲區 (B)乙區 (C)丙區 (D)丙區及丁區 (E)乙區及丙區。



- () 4. 地質圖為岩層於地形圖上分布的狀況。岩層走向為岩層層面與水平面交線的延伸方向，而岩層傾斜方向與走向垂直。圖 20 為等高線及岩層甲（粗線條）出露於地表的分布，則該岩層的走向與傾斜方向為下列何種組合？（等高線單位為公尺）
(A)南北走向並向西傾斜 (B)東西走向並向北傾斜 (C)東西走向，岩層為水平 (D)東西走向並向南傾斜 (E)南北走向並向東傾斜。
- () 5. 板塊構造學說中有三種板塊邊界，隱沒帶為其中一種板塊邊界的構造，有關隱沒帶的特性，下列敘述何者正確？
(A)隱沒帶附近的海洋地殼較中洋脊附近的年輕 (B)隱沒帶為地殼密度最均勻的地方 (C)隱沒帶是張裂性板塊邊界 (D)岩石圈被帶至隱沒帶深處 (E)於隱沒帶產生的地震波僅傳遞至地心方向。



- () 6. 岩層層面與水平面交線的方向稱為走向，層面與水平面的夾角稱為傾角。圖 9 為一平坦地面，出露著頁岩層、煤層和砂岩層，走向都是南北向，傾角向東傾斜 30 度。在圖中哪一地點鑽井，可在最淺處鑽到煤層？
(A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁 (E)四個地點都鑽不到煤層。
- () 7. 我們最常使用下列哪一種方法來測量地殼的厚度？
(A)雷達測距 (B)聲波回音 (C)地下鑽井 (D)地震波波速變化。



- () 8. 欲探求岩石圈的底界有多深，下列哪一種技術是最佳方法？ (A)藉地震波在地球內部傳播速度的急遽變化測得 (B)使用聲納，利用聲波反射原理測得 (C)靠繞極衛星的遙感探測測得 (D)由陸地鑽探直接測得 (E)由海底鑽探直接測得。

二、多重選擇題：

- () 9. 下列有關板塊構造學說的敘述，何者正確？（應選二項） (A)海溝是持續不斷產生新的海洋地殼之處 (B)板塊構造學說主張板塊是由地殼碎裂形成的 (C)兩板塊在中洋脊處屬相對碰撞運動，但在海溝處屬相互分離運動 (D)臺灣位於菲律賓海板塊與歐亞大陸板塊交會處，屬聚合型板塊邊界 (E)就科學史而言，先有大陸漂移說，再有海底擴張說，最後才有板塊構造學說。

() 10. 下列有關中洋脊和隱沒帶兩處最常發生的斷層種類選項的配對，何者正確？（應選 2 項）

選項	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
位置	中洋脊	中洋脊	隱沒帶	隱沒帶	隱沒帶
斷層類型	正斷層	逆斷層	逆斷層	正斷層	平移斷層

() 11. 地球的固體結構中，最外部的地殼可區分為大陸地殼與海洋地殼。下列有關大陸地殼與海洋地殼的敘述，哪些正確？（應選 2 項）
 (A) 一般而言，大陸地殼的厚度較海洋地殼為厚 (B) 大陸地殼的密度較海洋地殼小
 (C) 大陸地殼主要為矽鎂質岩石，而海洋地殼則以矽鋁質為主 (D) 目前發現最老的海
 洋地殼為 40 億年 (E) 海洋地殼主要為沉積岩層。

三、題組題：

※ 科學家藉由鑽井，從某處地表和地下不同深度，取得了一些砂岩和粉砂岩的岩心樣本，在實驗室進行這兩類岩芯樣本的孔隙率實驗與分析，圖 16 為這兩類岩石的孔隙率隨地底深度變化的關係圖。岩石的孔隙率為岩石中的孔隙（空隙）體積除以岩石的總體積所得到的一個比率，一般以百分比（%）表示，所以理論上當孔隙率愈大時，岩石能提供油氣的儲存空間愈大。試根據此圖回答問題。

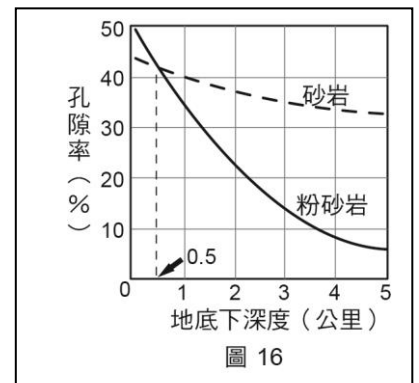


圖 16

() 12. 下列有關這兩類岩石在相同深度的孔隙率大小的比較，何者正確？ (A) 當深度為 0.5 公里，砂岩孔隙率大於粉砂岩孔隙率 (B) 當深度為 0.5 公里，砂岩孔隙率小於粉砂岩孔隙率 (C) 當深度小於 0.5 公里，砂岩孔隙率大於粉砂岩孔隙率 (D) 當深度小於 0.5 公里，砂岩孔隙率等於粉砂岩孔隙率 (E) 當深度小於 0.5 公里，砂岩孔隙率小於粉砂岩孔隙率。

() 13. 在深度小於 4 公里，下列有關這兩類岩石孔隙率隨著深度的變化率（也就是單位深度的孔隙率變化量）的比較，何者正確？ (A) 砂岩的孔隙率變化率較大 (B) 粉砂岩的孔隙率變化率較大 (C) 砂岩和粉砂岩的孔隙率變化率相同 (D) 當深度小於 0.5 公里，砂岩的孔隙率變化率較大，而深度大於 0.5 公里時，粉砂岩的孔隙率變化率較大 (E) 當深度小於 0.5 公里，砂岩的孔隙率變化率較小，而深度大於 0.5 公里時，粉砂岩的孔隙率變化率較小。

() 14. 不考慮其他因素，僅就岩石孔隙率大小和深度的關係來推論，在地下深度 2 公里處，若這兩類岩石的孔隙中皆充滿了油氣，則該處砂岩所含的油氣量約為同體積粉砂岩所含油氣量的多少倍？ (A) 0.3 倍 (B) 0.57 倍 (C) 1.2 倍 (D) 1.75 倍 (E) 3 倍。

※ 圖 4 為洋底擴張示意圖，其中甲丁段和丙己段均代表中洋脊。

() 15. 圖 4 中之丙丁段屬於何種斷層？ (A) 正斷層 (B) 逆斷層 (C) 轉形斷層 (D) 平移斷層。

() 16. 圖 4 中，由玄武岩熔岩流持續噴發、凝固形成的海洋地殼，其岩石年齡分布的情形為何？

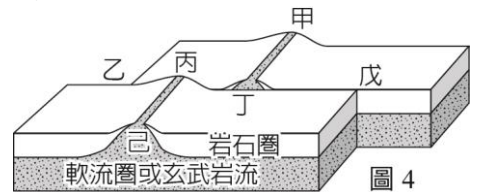


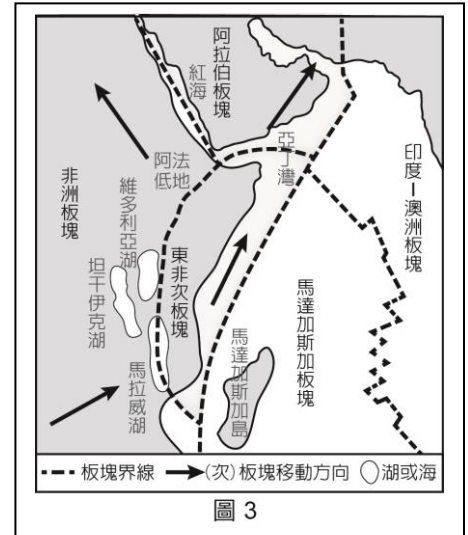
圖 4

(A) 以中洋脊為中心時，中洋脊的岩石最年輕，兩側離中洋脊愈遠的岩石愈老 (B) 以乙丙段為中心時，乙丙段的岩石最年輕，兩側離乙丙段愈遠的岩石愈老 (C) 以丙丁段為中心時，丙丁段的岩石最老，兩側離丙丁段愈遠的岩石愈年輕 (D) 以丁戊段為中心時，丁戊段的岩石最老，兩側離丁戊段愈遠的岩石愈年輕。

※ 根據圖 3 所示之非洲東部附近的板塊分界圖回答。

- () 17. 圖 3 左側沿著非洲板塊與東非次板塊的交界，發育有斷層所構成的凹陷帶，所以形成阿法低地和其南方的一系列湖泊（一般稱為東非裂谷）。試問東非裂谷屬於何種板塊邊界類型？該處斷層以何種斷層型式為主？

選項	板塊邊界類型	主要斷層型式
(A)	聚合性	逆斷層
(B)	張裂性	逆斷層
(C)	聚合性	正斷層
(D)	張裂性	正斷層



- () 18. 圖 3 中不論是板塊或次板塊，其底面都落在地球內部構造的哪一分層內？ (A)地殼 (B)地函 (C)內地核 (D)外地核。
- () 19. 圖 3 右側的印度—澳洲板塊和馬達加斯加板塊的界限，明顯具有一些鋸齒形狀，這是如何形成的？ (A)張裂性的中洋脊，伴隨一系列張裂性的正斷層 (B)張裂性的隱沒帶，伴隨一系列聚合性的逆斷層 (C)張裂性的隱沒帶，伴隨一系列錯動性的平移斷層 (D)張裂性的中洋脊，伴隨一系列錯動性的轉形斷層。
- () 20. 根據圖 3 中板塊和次板塊的移動方向(即箭頭所指方向)，下列哪一項推論錯誤？ (A)如果東非次板塊持續移動，有朝一日它會脫離非洲大陸而成為離島 (B)如果阿拉伯板塊的移動速度大於東非次板塊，則亞丁灣也是板塊張裂產物 (C)如果紅海持續張裂，有朝一日它會擴大一如大西洋，甚至像太平洋那樣大 (D)由非洲板塊本身二個箭頭所指方向不同，似乎指示它具有順時鐘旋轉運動。

※ 請閱讀下列短文後回答

1977 年，海洋生態學家首次在靠近加拉巴哥群島附近的太平洋 2700 公尺深的海底發現深海熱泉 (Hydrothermal vent)，灼熱的岩漿從海底的裂谷和斷裂處不斷地向上噴湧，噴出的流質狀煙霧溫度高達 300°C 以上，富含硫化物。海底熱泉形成於板塊活動頻繁的海底火山附近，最容易出現這樣的熱泉區多靠近中洋脊或其他有海底火山活動的海域。在深海熱泉生態系中，生物以硫化氫為主要的能量來源，硫化菌可以分解硫化氫，利用產生的能量生成有機物質，供深海生物所需，300°C 至 450°C 以上的噴出物遇冷，使含硫的細微顆粒迅速沉澱而形成黑霧狀。深海熱泉生物消費者大抵以管蟲類、甲殼類（如：鎧甲蝦、螃蟹）、貝類等為主要組成份子，其中像是管蟲或固著性的貽貝，其體內並沒有消化道，但有與硫化菌共生的組織。不過這樣的生態系統還有下列問題，通常一個熱液噴出口的存在時間約幾十年不等，當熱泉熄滅了之後，所有的生物就必須遷移，否則就會跟著死亡。深海中除了熱泉外，最佳的硫化氫來源就是沉在海底的動物屍體，有人相信一些大型鯨魚的屍體可以成為熱泉生物尋找下一個熱泉的跳板。

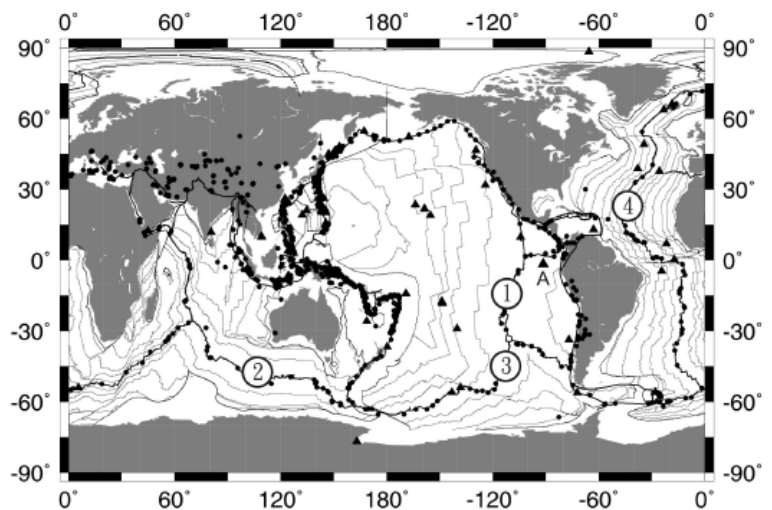
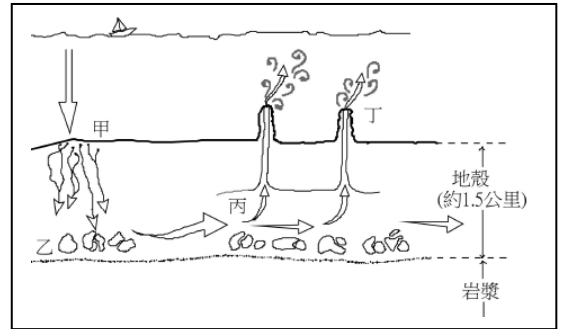


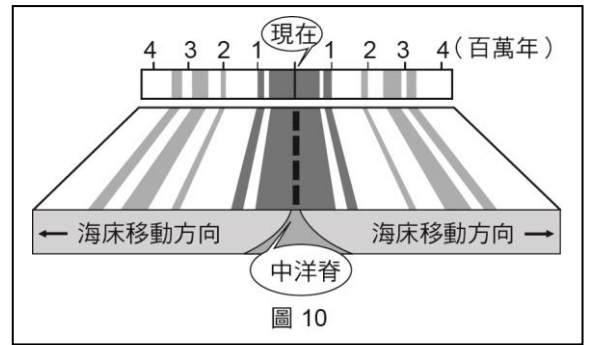
圖 11

- () 21. 圖 11 為板塊邊界、海底火山和規模大於 5 的地震分布圖。粗線為板塊邊界，細線為海洋地殼等年線（指的是海洋地殼年齡的等值線），實心三角形表示海底火山，實心圓圈表示地震，①至④為不同地點的中洋脊，A 點上方實心三角形為加拉巴哥群島附近海底深海熱泉的位置。依據此圖，下列與中洋脊相關的敘述，何者正確？
 (A) 中洋脊①擴張的平均速率大於中洋脊④擴張的平均速率 (B) 中洋脊擴張的平均速率在中洋脊兩側是相同的 (C) 在中洋脊發生的地震震源大都比南美洲內陸的地震震源深 (D) 海底火山及鄰近的熱泉系統皆發生在中洋脊的張裂帶。

- () 22. 附圖為科學家提出深海熱泉的水動力機制模式，甲至丁為水動力機制的說明。依據此模式的示意圖，下列敘述，何者錯誤？
 (A) 深海熱泉易發生於海底火山鄰近區域 (B) 深海熱泉中富含的營養鹽主要來自溶解於海水中的生物殘骸 (C) 深海的冷水滲入中洋脊附近地殼內，經加熱後循火山通道噴出而形成深海熱泉 (D) 深海熱泉噴出富營養鹽的泉水，一遇到冷海水會迅速冷卻凝固出細微顆粒。



※ 海洋與人類的關係密切，蘊藏豐富資源，並且影響氣候與生態，也記錄了地球環境變遷的資訊。探究海洋的方式有許多種，除了實際採取海中樣品之外，也可利用聲波偵測海底起伏變化，還可以利用電磁感應偵測海床磁性等。地底熱融岩自中洋脊處湧出，使得海床向兩邊緩慢移動。圖 10 為中洋脊兩邊各約 100 公里範圍海床磁性與年代分布的示意圖（未顯示高低起伏），上方的數字為距今年代（百萬年）。海床磁性也記錄了地球磁場隨年代的變化，其中白色條紋代表與現在地磁方向相反，其他灰色條紋代表與現在地磁方向相同。依據以上敘述，回答(1)~(5)題。



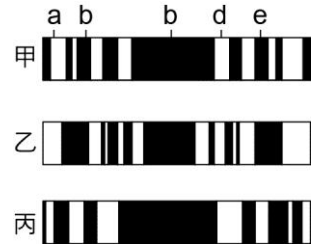
- () 23. 中洋脊兩邊海床相對於中洋脊移動的平均速率約是每年多少公分？
 (A)50 (B)25 (C)5 (D)2.5 (E)0.5。
- () 24. 在地球上使用磁針指示方向，其方向平均約每隔多少年反轉一次？
 (A)1 萬 (B)40 萬 (C)100 萬 (D)200 萬 (E)400 萬。
- () 25. 假設地磁是由於地球內部流體產生的電流所造成，則距今 150 萬年前地球內部總電流的方向最接近下列何者？
 (A)與地球自轉相同 (B)與地球自轉相反 (C)從南極向北極 (D)從北極向南極。

參考答案：

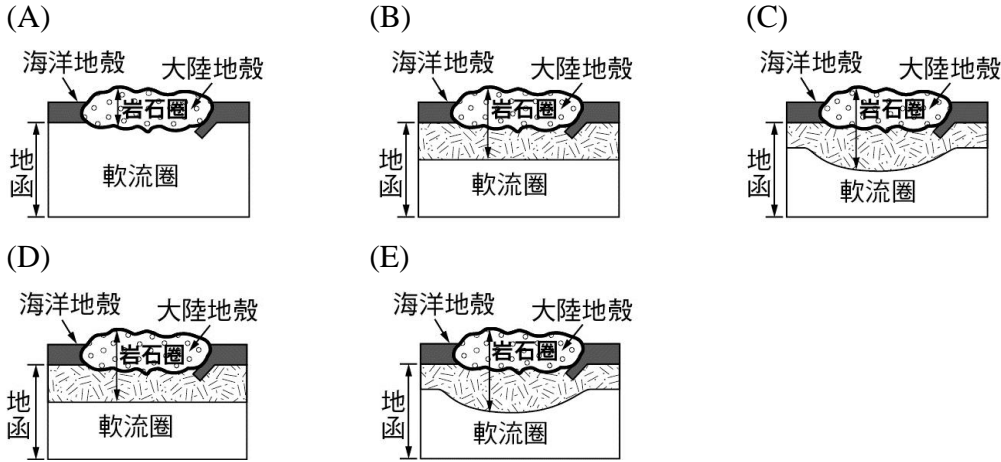
1	E	2	B	3	A	4	B	5	D	6	C	7	D	8	A	9	DE	10	AC		
11	A,B	12	E	13	B	14	D	15	C	16	A	17	D	18	B	19	D	20	D		
21	A	22	B	23	D	24	B	25	A												

單元練習：

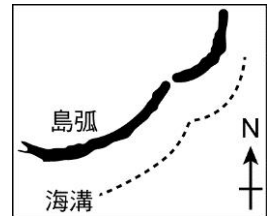
- () 1. 附圖為海洋地殼的三個地磁紀錄，根據此圖判斷哪一個地區的擴張速率最快？
 (A) 甲 (B) 乙 (C) 丙 (D) 三者一樣。



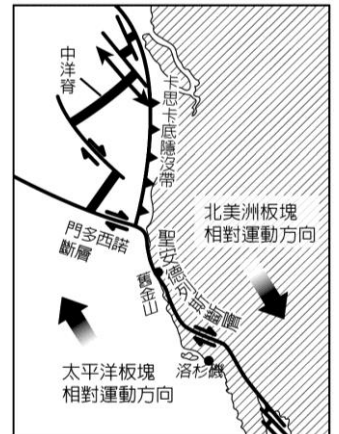
- () 2. 下列岩石圈與軟流圈的模型圖，何者正確？



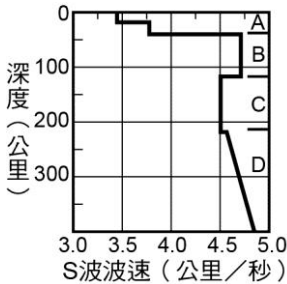
- () 3. 右圖為島弧—海溝系統的示意圖，可判斷此地區兩板塊的交界情形為：
 (A) 板塊向東南隱沒 (B) 兩板塊之間有新海洋地殼生成，海溝和島弧正互相遠離
 (C) 兩板塊一東一西、擦身而過 (D) 板塊向西北隱沒。



- () 4. 右下圖為美國西部聖安德列斯斷層附近關係圖，有關此處地質構造相關敘述何者正確？
 (A) 此處為張力作用的結果 (B) 此處除有岩漿活動外尚有淺源地震發生
 (C) 舊金山與洛杉磯之間的距離會越來越遠 (D) 由東向西流入海的河流流經斷層區後河床錯動逐漸往北移。



- () 5. 如附圖，軟流圈應位於何處？



- (A) A (B) B (C) C (D) D。

二、多重選擇題：

- () 6. 下列有關地球內部構造的敘述哪些正確？(應選 2 項)
 (A) 地殼厚度 = 岩石圈厚度 = 板塊厚度 (B) 岩石圈包含於地殼內，岩石圈即為板塊
 (C) 地殼包含於岩石內，地殼即為板塊 (D) 大陸地殼的厚度 > 海洋地殼的厚度 (E) 軟流圈在岩石圈之下，隸屬於地函內。
- () 7. 下列有關板塊的敘述，哪些正確？(應選 2 項)
 (A) 板塊邊界是以海溝、洋脊為界，不以海或陸為界線 (B) 板塊厚度一般以莫氏不連續面為界線，約 100~150km 厚 (C) 板塊移動的原動力是來自於中洋脊處新形成地殼的推擠力量 (D) 利用地震波的洛夫波通過地層不同波速的特性，可知道軟流圈的位置 (E) 板塊的組成是由地殼和上部地函的一小部分所構成。

() 8. 將臺灣和冰島兩處位於板塊邊界的國度加以比較如下表，請選出錯誤者。(應選 2 項)

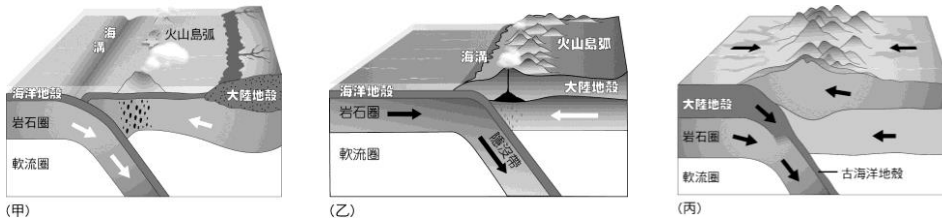
比較項目	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
	板塊邊界類型	現代火山活動	地震震源深度	主要斷層型式	造山運動
臺灣	聚合性	罕見	深源為主	逆斷層	旺盛
冰島	張裂性	常見	淺元為主	轉形斷層	欠缺

() 9. 附圖為南美洲地震的分布圖，由圖可推知下列哪些？(應選 2 項) (A)甲地位於玄武岩質的海洋地殼上 (B)乙地位於轉形斷層上 (C)丙地位於張裂性板塊邊界上 (D)丙處的地震可能引發海嘯 (E)甲地所在的這個板塊，向東隱沒至丁地所在的板塊之下。



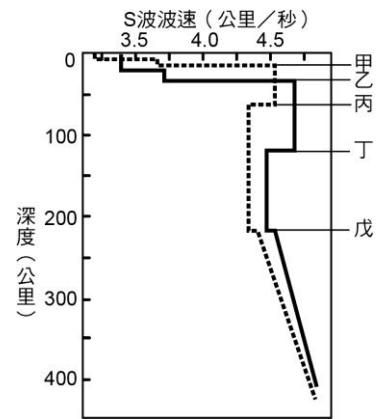
() 10. 板塊的移動極為緩慢，但累積千百萬年甚至億年後就會造成地球環境巨大變化，下列哪些是板塊移動所造成的可能改變？(A)海洋地區變成高山 (B)東非裂谷變成海洋 (C)磁場南北極互換 (D)火山熱點形成島鏈 (E)各個分開的大陸又再度接合。

() 11. 附圖為各類板塊邊界的關係示意圖，哪些正確？



(A)圖甲的實例為喜馬拉雅山 (B)圖乙是海洋地殼與海洋地殼的板塊邊界 (C)圖丙為聚合性板塊邊界 (D)圖乙為張裂性板塊邊界 (E)從圖中可知海洋地殼的密度比大陸地殼的密度大。(圖片來源：普通地質學，何春蓀著)

() 12. 附圖是 S 波波速隨深度變化之示意圖，虛線為海洋地區的特性、實線為大陸地區的特性。下列敘述哪些正確？(應選 2 項) (A)大陸地區莫氏不連續面的位置在丁 (B)大陸地區岩石圈的位置在丁以上的範圍 (C)海洋地區的軟流圈在丙戊之間 (D)大陸地區軟流圈的範圍乙丁之間 (E)不論是海洋地區或大陸地區，地塊的厚度都相同。

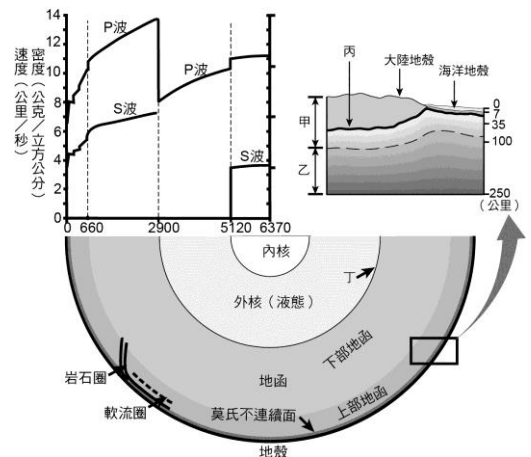


() 13. 下列有關於聚合性板塊界線的敘述，有哪些正確？(應選 2 項) (A)分布的火成岩以玄武岩為主 (B)因為是張力作用，可形成裂谷或中洋脊 (C)高山中發現海生恐龍化石 (D)岩石變質作用強烈 (E)分布許多逆斷層。

三、題組題:

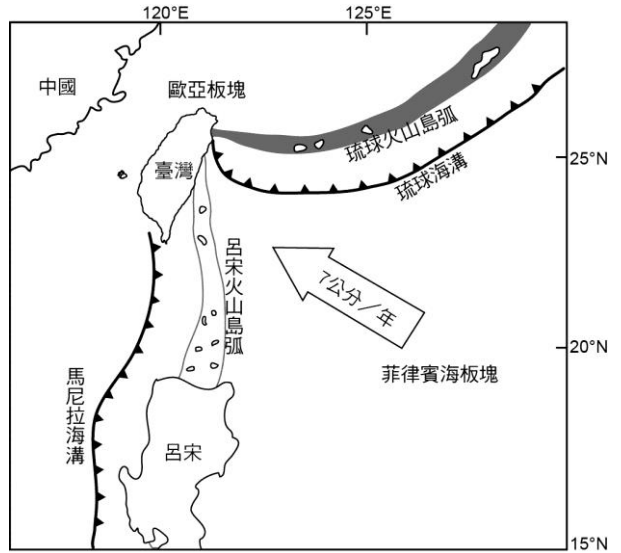
※ 附圖為地球的內部結構，請根據附圖回答下列問題。

- () 14. 丙為 (A)莫氏不連續面 (B)古氏不連續面 (C)雷氏不連續面 (D)不整合面。
- () 15. 甲為 (A)地函圈 (B)軟流圈 (C)岩石圈 (D)地殼圈。
- () 16. 乙為 (A)地函圈 (B)軟流圈 (C)岩石圈 (D)地殼圈。
- () 17. 丁為 (A)莫氏不連續面 (B)古氏不連續面 (C)雷氏不連續面 (D)不整合面。

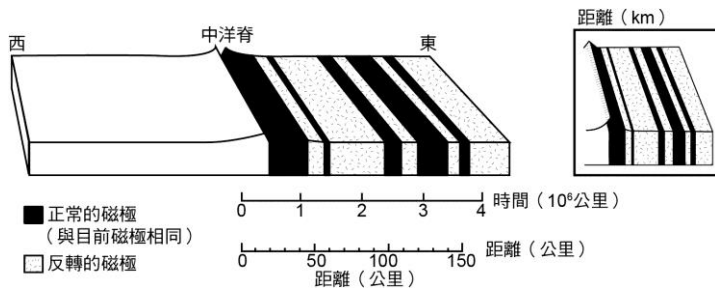


※ 附圖為臺灣周圍地形分布與板塊運動關係，依圖回答下列問題：

- () 18. 臺灣附近地震深度分布的情形是：
 (A) 24° N 處愈向北愈深、121° E 處愈向東愈深
 (B) 24° N 處愈向北愈深、121° E 處愈向西愈深
 (C) 24° N 處愈向南愈深、121° E 處愈向東愈深
 (D) 24° N 處愈向南愈深、121° E 處愈向西愈深。
- () 19. 臺灣除圖上顯示的海溝地形，代表板塊碰撞現象外，其他還有什麼現象與臺灣「弧陸」碰撞有關？(A)臺灣西部地區的地震會出現深源地震 (B)中央山脈分布著安山岩 (C)澎湖群島有玄武岩 (D)中央山脈持續抬升。



※ 參考附圖某處中洋脊岩層中的地磁紀錄圖，請根據此圖，回答下列問題。



- () 20. 估計四百萬來此地海底擴張的平均速度約為：
 (A)1cm/年 (B)4 cm/年 (C)1m/年 (D)4m/年
- () 21. 關於此地區相關敘述何者正確？(A)中洋脊噴發的岩石為安山岩 (B)2 萬年前地球磁場方向和現在相反 (C)中洋脊左側的地磁紀錄圖案會和右側形成對稱 (D)地球磁場的倒轉有固定的週期。
- () 22. 若另一處中洋脊之正向、反向地磁倒轉紀錄較密（即單位距離內的反轉次數較多，如附圖），則下列推論何者正確？
 (A)此處海底擴張速率較快 (B)此處在同樣地質年代中，發生較多次的地磁倒轉 (C)此處海底擴張速率較慢 (D)此處在同樣地質年代中，發生較少次的地磁倒轉。

※ 研究地球的方法有很多種，包括(甲)震波探測、(乙)重力測量、(丙)磁力測量、(丁)衛星遙測、(戊)鑽井研究、(己)槽溝開挖等。請回答下列相關問題：

- () 23. 這些研究方法中，何者是根據資料間接推測結果？ (A)甲乙丙 (B)乙丙丁 (C)丙丁戊 (D)甲丁戊。
- () 24. 若想調查地下是否含有鐵礦礦藏，使用哪種方法較適合？ (A)甲和乙 (B)乙和丙 (C)丁和戊 (D)戊和己。
- () 25. 發生嚴重的地震後，若想仔細地直接研究斷層錯動情形，應該用何種方法？ (A)甲和乙 (B)乙和丙 (C)丁和戊 (D)戊和己。

參考答案：

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

※ 大氣篇：

一、大氣的構造：

1.大氣的組成：到高度 80 公里以內，組成大氣的主要氣體有氮、氧，即少量二氧化碳、水氣、臭氧和懸浮的微小液體或固體微粒。

(1) 固定氣體與變動氣體：

固定氣體		變動氣體	
氣體名稱	體積百分比	氣體名稱	體積百分比
氮	78.08	水氣	0~4
氧	20.95	二氧化碳	0.035
氫	0.93	甲烷	0.00017
		臭氧	0.000004

(2) 溫室氣體：水氣（最主要）、二氧化碳、甲烷，主要吸收紅外線波段的光，形成溫室效應，使地表維持 15°C 的平均溫度。

2.氣壓：單位面積內所承受大氣分子的重量。

(1) 單位：1 atm = 1033.6 克重/平方公分 = 1013 百帕 = 1013 毫巴

(2) 在離地約 6 公里處氣壓值減半。

(3) 距地表數千公尺內的大氣壓，氣壓隨高度遞減率約每 10 公尺降 1 百帕，空氣越高越稀薄，溫度遞減率越小。

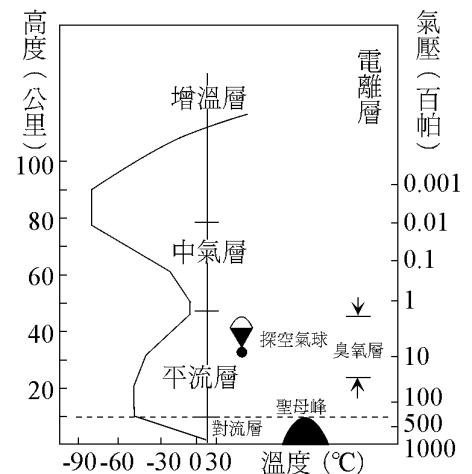
3.大氣的垂直分層：依據大氣溫度隨高的變化區分。

(1) 對流層：對流旺盛，潮濕大氣的溫度垂直變化率為 6.5 °C/1 公里，而乾燥大氣的溫度垂直變化率為 10°C/1 公里，天氣現象發生在此層。厚度平均約 10 公里，熱帶地區可高達 18 公里，極區約 8 公里高，同一地區夏季較冬季為厚。

(2) 平流層：10~50 公里，有臭氧層可吸收紫外線，氣溫隨高度增加而增加。

(3) 中氣層：氣溫隨高度增加而減少，頂端降至約零下 90 度。

(4) 增溫層：大氣被游離，氣溫隨高度增加而增加，極光出現在此層。

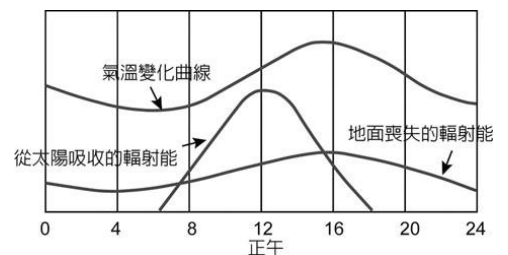


二、氣溫的時空分布

1.氣溫的日變化：因地球公轉及自轉，地球上各地太陽的入射角會隨時間而變化，造成各地接收太陽強度不同。再加上日射與地面輻射差異，造成氣溫日變化。

(1) 地面氣溫最大值：發生在輻射盈餘最多時（約在午後 2~3 小時）

(2) 地面氣溫最小值：發生在輻射虧欠最多時（約在清晨日出後 30 分鐘）



2.逆溫：大氣溫度隨高度增加而增加的現象。

- (1) 逆溫時，大氣上熱下冷，故空氣穩定不易對流，此時空氣污染物不易消散。
- (2) 逆溫通常發生於晴朗無風的夜晚。(因地面輻射較快)

三、風的成因：

1.氣壓梯度力：同一水平方向，兩點間的氣壓差所造成的力。氣壓梯度力是推動空氣水平移動(風)的原動力，梯度力越大，風速越強。梯度力的方向永遠垂直等壓線，氣壓差固定，則梯度力亦固定。

2.等壓線越密集，風速越強。

3.地轉偏向力(科氏力)：因地球自轉所產生的一假想力，及觀測者若未於一旋轉座標系中所見到的一種假想力。

- (1) 科氏力的效應：改變運動中物體的運動方向，但不增減其速率。北半球使運動物體向右偏轉，南半球向左偏轉。
- (2) 物體運動速率愈大，引起的科氏力越大。
- (3) 緯度越高，產生的科氏力越大，在赤道上為 0。

4.風的吹送方式：

- (1) 地轉風(高空風)：在高度 1 公里以上平行等壓線吹的風。
- (2) 近地風(地面風)：受摩擦力作用，指向低壓且斜穿過等壓線。磨擦力越大時，風向與等壓線的夾角越大。

5.高低氣壓與風的流向

- (1) 高氣壓：等壓線成封閉曲線，中心氣壓比周圍要高，中心產生下降氣流，天氣多以晴朗為主，在北半球風是由中心以順時針方向流出，南半球則為從中心以逆時針方向流出。
- (2) 低氣壓：等壓線成封閉曲線，中心氣壓比周圍要低，中心產生上升氣流，天氣多以陰雨惡劣為主，在北半球風是由中心以逆時針方向流入，南半球則為從中心以順時針方向流入。

四、氣團

1.指大範圍的（約直徑約一、兩千公里）在水平方向溫度與溼度相近的空氣塊。

2.氣團源地：常在寬廣的地表，如西伯利亞平原、海面，風速小。

3.分類：

(1) 依源地冷熱程度：極圈 (A)、極地 (P)、熱帶 (T)、赤道 (E) 等氣團。

(2) 依源地乾溼程度：乾燥的大陸性 (c) 氣團、潮濕的海洋性 (m) 氣團。

(3) 組合：除極圈 (A)、(E) 外，有下列 4 個：

	乾燥的大陸性 (c)	潮濕的海洋性 (m)
熱帶 (T)	cT (溫暖乾燥)	mT (溫暖潮濕)
極地 (P)	cP (寒冷乾燥)	mP (寒冷潮濕)

4.引響台灣的氣團：

(1) 夏天：受太平洋熱帶海洋性氣團 (mT) 影響，帶來溫暖潮濕的空氣。

(2) 冬天：受蒙古高壓造成的極地大陸冷氣團 (cP) 影響，帶來寒冷乾燥的空氣。

5.變性氣團：當氣團離開源地，溫度及溼度會受到所經地面之引響而改變，稱之。如 cP 經海面時會變潮濕，會 cP 移到溫帶時溫度會上升。

6.寒潮：冷氣團移出源地迅速南下，使台灣地區的溫度迅速下降，又稱寒流。

定義：(1) 台北當日最低溫度降至 10°C 或以下

(2) 台北當日最低氣溫連續下降兩日，降幅達 4°C 以上，且氣溫降至 14°C 或以下。

五、鋒面

1.定義：當溫度與濕度差異較大的兩個氣團相遇時，在接觸面常形成一傾斜的過渡帶，即稱鋒區。

通常將鋒區近似視為一個面，稱為鋒面。而鋒面與水平地面相交的一條線稱為鋒或鋒線。

2.種類：分 4 類

(1) 暖鋒：暖空氣推冷空氣前進。

①暖氣團因密度較冷氣團小，故沿著鋒面緩緩上升，形成的雲系有卷雲、卷層雲、高層雲及雨層雲，以層狀雲為主。

②降水發生於鋒前，雨小且持續，雨區寬（約 300~400 公里）。

③鋒面坡度較緩。(1/300~1/400)

(2) 冷鋒：冷空氣推暖空氣前進。

①暖氣團因密度較冷氣團小，故沿著鋒面較迅速上升，形成積雨雲，以積狀雲為主。

②降水發生於鋒後，雨勢強的陣雨，雨區較窄。

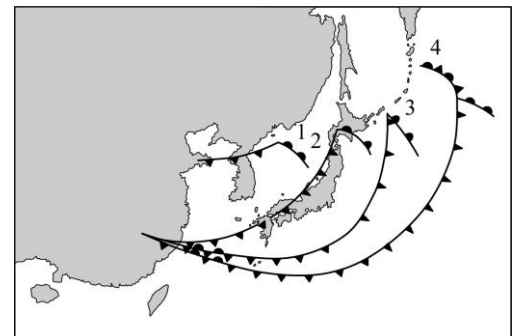
③鋒面坡度較陡。(1/50~1/100)

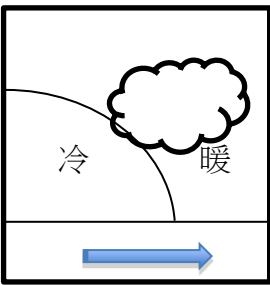
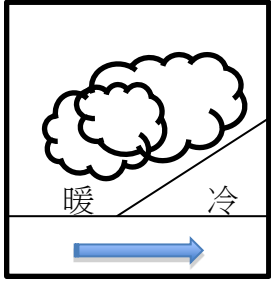
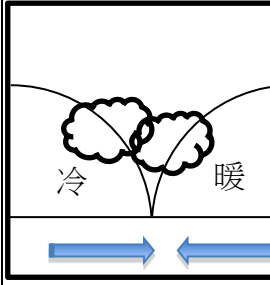
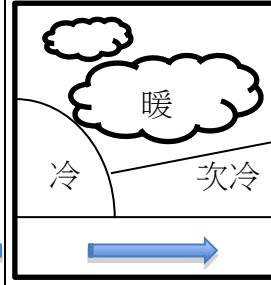
(3) 滯留鋒：冷暖氣團勢力相當形成拉鋸狀態。

①造成台灣 5、6 月的梅雨季節，滯留鋒的坡度比暖鋒還要小。

②雲系與降水區比暖鋒寬，且降水強度大，持續時間長。

(4) 囚錮鋒：當冷鋒追上暖鋒，將兩鋒面間的暖空氣抬昇。



分類性質	冷鋒	暖鋒	滯留鋒	囚錮鋒
降雨強度	強	緩		
降雨範圍	集中	廣	集中	廣
降雨時間	短急	長	長	長
過境臺灣	有	無	有	無
垂直剖面圖 (箭頭為鋒面前進方向)				

六、大氣運動與地形的關係

山谷風環流	山坡上的空氣溫度較同高度周圍空氣溫度高，於是山坡上暖空氣不斷上升，使下層空氣沿山坡上升而形成谷風。夜間山坡冷卻較快，而聚集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，形成山風，兩者合稱為山谷風環流。	山風	谷風
地形雨與焚風	地形雨多集中在氣流迎風坡，世界上年降水多的地方大多和地形雨有關。焚風常造成農業重大損失，台東地區因背風面的影響，氣溫從攝氏 31 度飆高至 37.5 度。	地形雨	焚風

七、大氣運動與海陸分布的關係

海陸風環流	因為海洋和陸地對太陽輻射加熱或冷卻的速度不同，導致「中尺度」的大氣環流，稱為海陸風。晴朗的白天，海水比熱較陸地大，地面上氣壓較低而海面上氣壓較高，空氣由氣壓較高的海面吹向氣壓較低的陸地，形成海風環流。夜晚陸地比熱小，散熱快，導致陸地上氣壓比海面上氣壓高，空氣由氣壓高的陸地吹向海面，形成陸風環流。	海風 陸風
季風	隨者季節而顯著改變的大氣環流所造成的盛行風，稱為季風。亞洲東部位在世界最大大陸和太平洋之間，海、陸對於太陽輻射年變化的反應差異比其他地區都要顯著，導致冬、夏之間海陸氣壓中心因季節而變化，造成世界最顯著的季風區。	

八、大氣的觀測

1 大氣觀測的項目：氣溫（攝氏°C或華°F）、溼度（相對溼度%）、雨量（毫米 mm）、氣壓（百帕 hPa）、風速（蒲氏風級，由 0 到 17 級共 18 級，m/s）、風向（16 分法）、雲的描述（雲量、雲種及雲高）等。

●氣象符號：

2.大氣觀測分類：地面觀測、高空觀測、海洋觀測及衛星觀測。

方法	重點	器具
地面觀測	<p>測量溫度、溼度、氣壓、雨量、風向、風速、雲量、雲狀、雲高、水平能見度。</p> <p>世界氣象組織(WMO)整合與分享全球近萬個氣象站的氣象觀測資料，每天一律在世界時的 0 時、6 時、12 時、18 時(台灣時間 8 時、14 時、20 時、02 時)進行四次氣象觀測。世界氣象中心：<u>美國華盛頓</u>、<u>俄羅斯莫斯科</u>、<u>澳洲墨爾本</u>。</p> <p>觀測坪設置條件：通風好、地面平坦、不積水、地面鋪草皮避免水泥及石頭路面、避免人工熱源、遠離巨大建築物等。</p>	<p>1.百葉箱： (1)乾溼球溫度計 (2)最高溫度計 (3)最低溫度計 (4)毛髮溼度計 (5)自記式溫度計</p> <p>2.雨量計 3.蒸發皿 4.地溫計 5.風向風速計 (氣壓計放在觀測站室內)</p>
高空氣象觀測	藉由高空氣球、飛機及雷達觀測。可以獲取大氣層中距離地面 0~30 公里高空的氣象要素垂直分布，提供天氣預報的參考。	攜帶無線電探空儀(雷送)的探空氣球
氣象雷達觀測	利用雷達回波強弱與返回時間，推知降雨地點及降雨雨勢大小及雲層厚度，判斷降水的空間分布及強度。	氣象雷達
氣象衛星觀測	監測天氣系統變化，包括鋒面、颱風、雷雨與寒潮。以固定電磁波偵測所得到的影像圖。	(1)地球同步衛星 (2)繞極軌道衛星

3.衛星觀測：接收目標物的放射或反射電磁波，分為同步衛星（軌道在赤道上空約 36000 公里）及繞極衛星（軌道高度約 850 公里）兩種。

(1) 可測得地面（含海面）溫度，或濕度及氣溫隨高度的分布。

(2) 衛星雲圖分紅外線衛星雲圖（24 小時觀測）、可見光衛星雲圖（僅觀測面陽面）兩種

雲圖類型	觀測原理	顏色白	顏色灰	夜晚觀測
可見光	雲反射陽光	雲厚	雲薄	X
紅外線	雲頂輻射紅外線強度	雲頂高、冷	雲頂低、暖	O

4. 氣象預報

方法	重點
主觀天氣預報	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，並做出未來的天氣預報。
數值天氣預報	預報人員仍會主觀分析各種天氣資料，但也大量運用電腦科技。

5. 氣象預報的限制

觀測資料缺乏	氣象預報起始時間所需的觀測資料仍然不夠完整，特別是廣大海洋上的觀測資料相當缺乏。
理論尚未完整	數值預報模式中，有許多物理變化過程，例如輻射和積雲對流等，仍無法適切處理，需要利用其他可以處理的參數來近似這些過程，難免引起誤差。
數值近似解	大氣運動相關的物理定律雖然可以用數學方程式來表達，但是這些數學方程式的性質是非線性的，只能用數值方法求得近似解，而且對初始條件很敏感，這就是一般所稱的「渾沌」特性。

6. 天氣預報的種類

預報種類	時間尺度
即時預報	< 12 小時
短期預報	2.5 天(60 小時)
中期預報	3~8.5 天(200 小時)
長期預報	> 8.5 天

7. 露、霜和霧

在自然界中，凝結作用是由於氣溫降低所致，水蒸氣凝結成水滴或小冰晶。

種類	說明
露	晴朗的夜晚，地面由於比熱較空氣小，輻射冷卻的速度較空氣快，使接觸到地面的空氣溫度下降較快，當地表附近氣溫降至露點溫度時，水氣飽和凝結成水滴。
霜	若露點溫度比攝氏零度低，則地表附近氣溫下降後，水氣凝結成冰。
霧	由懸浮在地表附近的水氣凝結成水滴或冰晶而形成。

霧的類別	成因	特色	實力
輻射霧	晴朗弱風的業哩，地表紅外線輻射冷卻作用降溫至露點。	日出後或風力增強即消散。	秋、冬的嘉南平原
平流霧	濕暖空氣吹至較冷的表面，冷卻達飽和。	霧濃厚，持續時間久。	3、4 月的金門
升坡霧	風弱時，迎風坡面空氣爬升聚集。	迎風面山坡。	三義、林口
蒸氣霧	冷空氣經過溫暖水面，蒸發的水氣凝結。		秋、冬的極地地區

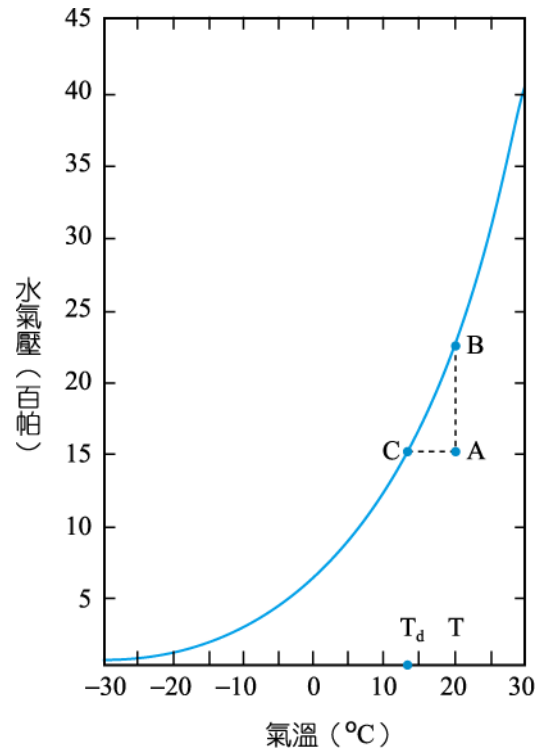
8.濕度的表示法：

(1) 絕對溼度→單位容積內水氣的重量，單位為克/立方公尺。可以空氣中的實際水氣壓表示（百帕）。

(2) 相對濕度(%) = _____ x100%

9.濕度的測量：以乾溼球溫度計測量，其原理是利用當空氣中溼度小時，空氣越乾燥，濕球水分越易蒸發，因而溼球讀數較乾球為低，再以乾濕球讀數差換算成溼度讀數。

		乾溼球溫度差 (°C)						
		1	2	3	4	5	6	7
乾球溫度 (°C)	20	91	81	73	64	56	48	40
	19	90	81	72	63	54	46	38
	18	90	80	71	62	53	44	36
	17	90	80	70	61	51	43	34
	16	89	79	69	59	50	41	32
	15	89	78	68	58	48	39	30
	14	89	78	67	57	46	37	27
	13	88	77	66	55	45	34	25
	12	88	76	65	53	43	32	22
	11	87	75	63	52	40	29	19
	10	87	74	62	50	38	27	16



例題：請問下列四地區，何處相對濕度最高？

地區	甲	乙	丙	丁
乾球°C	16	20	20	20
濕球°C	13	17	20	21
相對濕度				

10.露點：將未飽和的空氣冷卻到飽和（相對濕度為 100%）時，該溫度稱為原空氣狀況的露點。

* 未飽和空氣塊達飽和的方法：

- (1) 降低溫度至露點溫度。
- (2) 增加水氣含量至該溫度的飽和水氣壓。

例題：

未飽和空氣塊垂直降溫率為 10°C/KM，未飽和露點的垂直降溫率為 2°C/KM。假設一空氣塊溫度為 25°C，露點溫度為 21°C，請問爬升多高才有雲產生？

11. 舒適度指數

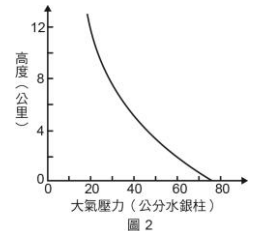
- (1) 影響人體舒適程度的氣象因素包括氣溫、溼度和風等要素。
- (2) THI 可用來度量人在暖熱天氣舒適的程度。計算公式僅用溫度和露點溫度(代表溼度)兩個變數來計算舒適度指數。
- (3) 分成六等級，指數 10 以下為非常寒冷，指數 11~15 為寒冷，指數 16~19 為稍有寒意，指數 20~26 為舒適，指數 27~30 為悶熱及指數 31 以上為易中暑。

歷屆學測試題練習：

一、單一選擇題：

() 1. 假設水氣飽和與未飽和的空氣塊上升時，不與外在環境交換能量，則其溫度隨高度之遞減率分別為 $5^{\circ}\text{C}/\text{km}$ 與 $10^{\circ}\text{C}/\text{km}$ 。某地地面空氣溫度是 26°C ，假設空氣塊自地面上升而形成積雲，積雲雲底離地面約 2,000 公尺，且雲頂離地面超過 3 公里，則該地上空 3,000 公尺高處的雲中溫度大約是多少？ (A) -4°C (B) 1°C (C) 6°C (D) 15°C (E) 26°C 。

() 2. 圖 2 為大氣壓力與離地高度的關係圖，下列有關氣壓的敘述，何者錯誤？ (A) 利用氣壓與高度的相關性，氣壓計也可以作為高度計 (B) 地面的氣壓相當於高約 76 公分水銀柱底面承受的壓力 (C) 離地面 8 公里處的高空氣壓，大致已小於 0.5 大氣壓 (D) 距地面愈高，其氣壓隨高度的變化率愈來愈大。



() 3. 電影「明天過後」是最近推出的一部科幻片，片中有一段場景描述：「氣候變遷使中高緯度形成巨型風暴，當風暴中心上端來自對流層頂附近的低溫空氣塊快速下衝到地面時，會造成與其接觸的物體急速冰凍」。這種關於空氣塊的描述，與目前所知的科學原理相牴觸，造成上述牴觸的最主要原因為何？ (A) 對流層頂附近空氣塊的溫度一般而言就高於攝氏零度 (B) 從對流層頂附近下沉的空氣塊，會凝結產生潛熱加熱空氣塊 (C) 從對流層頂附近下沉的空氣塊，會由於氣壓變大體積縮小而增溫 (D) 從對流層頂附近下沉的空氣塊，會接收太陽和地面的輻射使空氣塊溫度上升。

() 4. 冬季時，假設北京和高雄的地面氣壓相同，但是北京的地面溫度遠比高雄的地面溫度低，則下列哪一敘述不正確？ (A) 北京的飽和水氣壓比高雄的飽和水氣壓低 (B) 北京的近地面空氣密度比高雄的近地面空氣密度大 (C) 北京與高雄兩地單位面積上空的空氣重量大約相同 (D) 北京的地面露點溫度一般比高雄的地面露點溫度低 (E) 近地面處北京的氣壓隨高度下降的變化比高雄慢。

() 5. 衛星雲圖是氣象觀測重要工具之一，常見的有可見光雲圖和紅外線雲圖，分別可知雲層的厚薄和高低。圖 9 為某年 11 月初的衛星影像，在黃海附近有寒潮爆發所形成條狀排列的雲（圖中丙處），同時南方有兩個明顯的熱帶低壓（圖中甲、乙兩處）。利用此二幅衛星影像判斷，以下的敘述何者正確？

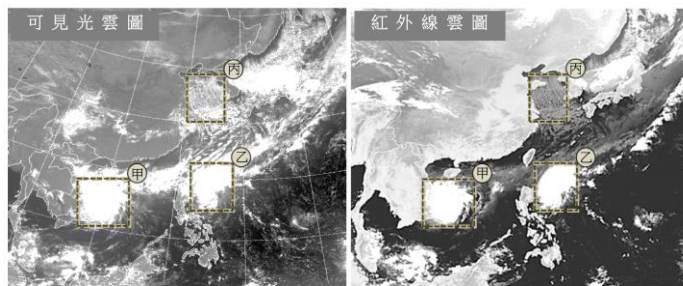


圖 9

(A) 甲處的雲，為兩熱帶低壓的外圍環流合併所致，發展得又高又濃密 (B) 乙處的雲，在可見光或者紅外線都很明顯，顯示它是又厚又高的雲 (C) 丙處的雲為對流發展旺盛的積雨雲，所以在可見光雲圖較明顯，而紅外線雲圖較暗淡 (D) 甲處的雲主要是低層雲，所以在可見光雲圖較黯淡，而紅外線雲圖較明顯 (E) 乙處的雲主要是高層雲，所以在可見光雲圖較明顯，而紅外線雲圖較暗淡。

() 6. 下列有關壓力或溫度，隨高度（或深度）變化的敘述，何者正確？ (A) 距地面愈深處的岩壓和岩溫都愈大 (B) 距海面愈深處的水壓和水溫都愈小 (C) 平流層中，距地面愈高處的氣壓和氣溫都愈小 (D) 對流層中，距地面愈高處的氣壓和氣溫都愈大。

- () 7. 氣壓可以代表單位面積上方空氣柱的重量，某一氣象站的海拔高度大約是 3000 公尺，平均氣壓大約是 700 百帕，在 3000 公尺高度以下的大氣層，約占整個大氣層空氣重量的多少百分比？ (A)10 (B)20 (C)30 (D)40 (E)50。
- () 8. 氣壓梯度力和科氏力平衡時所吹的風稱為地轉風，北半球某地高空的地轉風是吹北風，假設從地面到高空的等壓線分布型態不變，則地面風最有可能吹什麼風？ (A)北風 (B)東風 (C)西南西風 (D)東北東風 (E)北北西風。
- () 9. 一空氣團在沿著山坡上升過程中，其溫度與體積可能改變。假設此空氣團在上升過程中，空氣團與周圍空氣間的熱交換很弱，可以忽略。則下列哪一項敘述最可能發生？ (A)體積縮小，溫度上升 (B)體積膨脹，溫度上升 (C)體積縮小，溫度下降 (D)體積膨脹，溫度下降 (E)體積不變，溫度不變。
- () 10. 地球自轉偏向力（科氏力），在北半球對海流或風吹的方向以及高氣壓氣旋會產生何種效應？

選項	海流或風吹的方向	高氣壓氣旋
(A)	往左偏	逆時針方向旋轉
(B)	往左偏	順時針方向旋轉
(C)	往右偏	逆時針方向旋轉
(D)	往右偏	順時針方向旋轉

- () 10. 圖 23 中的甲、乙、丙為 2013 年 5 月連續一段時間的地面天氣圖，依據鋒面及周圍天氣系統的發展和移動，判斷這三張天氣圖時間的先後次序為何？

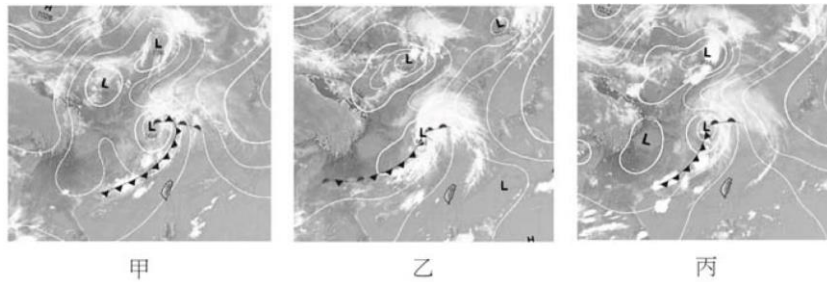


圖 23

- (A)甲、乙、丙 (B)甲、丙、乙 (C)乙、丙、甲 (D)乙、甲、丙 (E)丙、甲、乙 (F)丙、乙、甲。

二、多重選擇題:

- () 11. 大氣中的某些氣體會吸收紅外線，因而產生溫室效應，故稱為溫室氣體。依照此定義，下列哪些是溫室氣體？（應選 3 項） (A)水蒸氣(H₂O) (B)甲烷(CH₄) (C)二氧化碳(CO₂) (D)氮(N₂) (E)氧(O₂)。
- () 12. 數值天氣預報是利用氣象儀器觀測大氣的各種資料，輸入電腦結合大氣模式（用來計算氣象學方程式的電腦程式）進行運算，用以預測未來天氣狀態。影響天氣的因素非常多，再加上計算精度的問題、科學理論不足的問題、觀測誤差的問題，導致電腦運算非常複雜，產生許多無可避免的誤差。以目前的科技，很難精確預知颱風的動向、強度、雨量等，因此先進國家的氣象單位都會以「機率預報」的方式預報颱風路徑，而且不只颱風，平常的降雨也以機率預報為主。
根據以上敘述，造成「數值天氣預報」預報不確定性的可能來源有下列哪些因素？（應選 3 項） (A)觀測誤差與觀測不足（例如：海面上或高山地區觀測數據有限） (B)目前的電腦計算仍無法精確的模擬複雜的大氣系統 (C)科學家對影響天氣系統的因素仍無法完全了解 (D)觀測儀器愈來愈多，導致電腦運算速度降低 (E)採用機率預報。

- () 13. 當空氣塊隨著氣流被地形抬舉上升，會因溫度下降達到飽和而有機會發展成雲甚至降雨，此空氣塊爬過山頂後，隨著過山氣流下降至平原區。當此空氣塊從山頂一路下沉至平原區，且為絕熱過程，下列有關此空氣塊過山之後的性質變化敘述，哪些正確？（應選 2 項） (A)溫度下降 (B)氣壓上升 (C)飽和水氣壓下降 (D)相對溼度下降 (E)水氣壓降低。
- () 14. 依據大氣平均垂直結構，在對流層中，溫度隨高度上升而降低，每公里約降 6.5°C 。但是在對流層頂的溫度，並不再降低，大致維持一定的溫度。最上層的大氣溫度則隨高度增加而增加。形成這種結構的主要原因為哪些？（應選 2 項） (A)因為太陽輻射中的無線電波加熱了最上層的大氣 (B)因為太陽輻射中的紫外線、X 射線加熱了最上層的大氣 (C)因為臭氧吸收太陽輻射中的紫外線，增加了溫度，使對流層頂的溫度大致維持一定 (D)因為人類的活動使二氧化碳增加，造成溫室效應，使最上層的大氣溫度增加 (E)因為大氣的對流活動，將地面附近的能量帶至對流層頂，使對流層頂的溫度大致維持一定。
- () 15. 氣象觀測包括傳統氣象觀測與遙測，氣象局綜合了各種觀測資料，輸入氣象模式中，便可做數值天氣預報。以下關於傳統地面氣象站觀測氣溫、氣壓、溼度、露點、風及雲等項目的敘述，哪些正確？（應選 2 項） (A)北風指的是向北吹的風 (B)乾溼球溫度計溫差愈大時，相對溼度愈小 (C)露點的大小可以直接用來判斷相對溼度的高低 (D)氣壓不受溫度影響，所以氣壓計可直接置於陽光下 (E)各觀測項目中，雲量及雲狀目前仍以人工目視觀測。
- () 16. 圖 22 為夏季晴朗午後，海陸交界處的垂直溫度、氣壓結構示意圖，圖中實線與虛線可能表示等溫線或等壓線，甲、乙、丙、丁為四定點。下列選項中，哪些正確？（應選 2 項） (A)陸地氣壓隨高度的變化比海洋大 (B)實線為等壓線，虛線為等溫線 (C)丁點的氣壓值最大，所以空氣由丁流向乙 (D)甲點的氣壓值最小，所以空氣由丙流向甲 (E)乙點的氣壓值大於甲，所以空氣由乙流向甲。
- () 17. 雷雨一般較不容易發生在甚麼樣的天氣系統或條件中？（應選 2 項） (A)極地大陸氣團中心 (B)春天的鋒面系統 (C)梅雨季的西南氣流 (D)夏日午後旺盛的對流 (E)太平洋高壓中心。
- () 18. 大尺度的天氣系統影響不大時，海、陸風是臺灣常見的局部環流現象。下列有關臺灣海、陸風環流的敘述，哪些選項是正確的？（應選 2 項） (A)陸風通常比海風強 (B)陸風通常在傍晚時達到最強 (C)海風吹到的地方，一般相對溼度會增加 (D)最強的海風大約發生在午後時段 (E)海風的風向並不是從高壓吹向低壓，而是大約平行於等壓線。
- () 19. 甲地大氣溫度隨高度的垂直變化如圖 8，圖中高度 0 公里為海平面。有關甲地大氣溫度垂直結構的敘述，下列哪幾項正確？（應選 2 項） (A)在平流層中，大氣溫度隨高度遞減 (B)地表的大氣溫度最高 (C)在熱氣層（增溫層）中，大氣溫度隨高度遞減 (D)中氣層頂大約在 90 公里 (E)在對流層中，大氣溫度隨高度的變化大約為 $-6.5^{\circ}\text{C}/\text{公里}$ 。

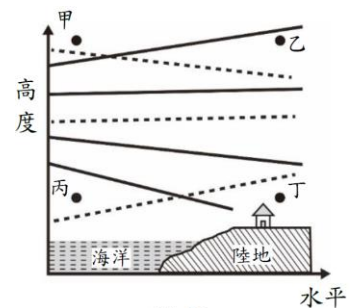


圖 22

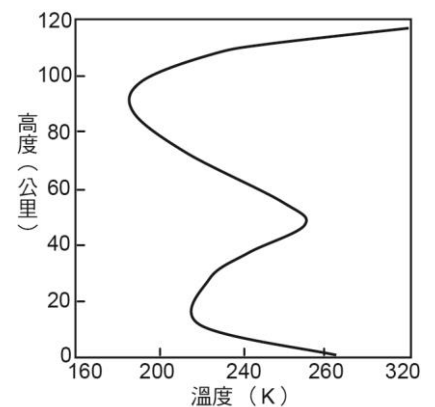


圖 8

三、題組題：

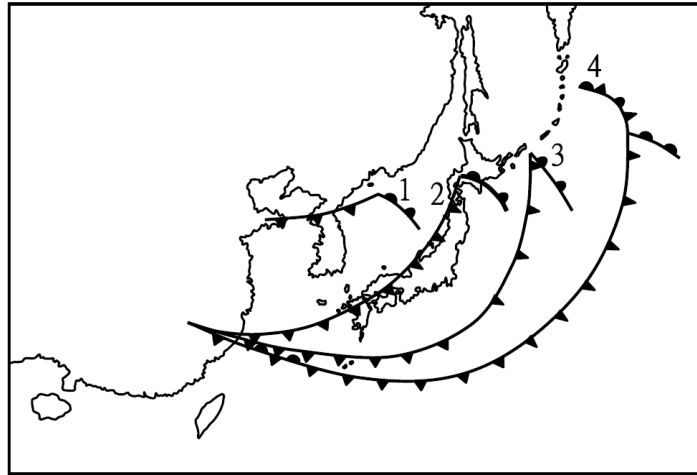


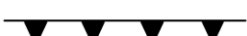

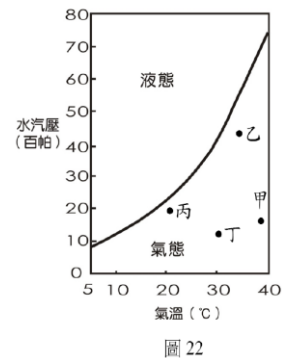


圖 13

- () 20. 在圖 13 中，依 1 至 4 順序為冬季東亞地區鋒面系統的連續天氣記錄，每次記錄間隔 12 小時。依據溫帶氣旋發展的理論，最後形成的是下列哪一鋒面？
- (A)  (B) 
- (C)  (D) 
- () 21. 承上題，如果位於南半球的澳洲也發生類似圖 13 的溫帶氣旋，試問其低壓中心附近風的流動情形如何？ (A)依順時鐘方向，旋入中心 (B)依順時鐘方向，旋離中心 (C)依逆時鐘方向，旋入中心 (D)依逆時鐘方向，旋離中心。
- () 22. 承上題，根據圖 13 的氣旋和鋒面系統的變化情形，下列哪一項敘述錯誤？ (A)冷鋒逐漸接近臺灣，目前臺灣仍處在鋒前區 (B)因臺灣為暖鋒必經之地，故冬季不常下雪 (C)冷鋒帶的延伸長度，逐漸加長 (D)低壓中心逐漸向東偏北方移動。

※ 科學家們發現在現今的氣候狀況下，海溫高於 26°C 是颱風形成的必要條件之一。基本上，海面的水汽蒸發量與海溫相關，而飽和水汽壓也和溫度相關，圖 22 粗黑曲線顯示飽和水汽壓和溫度之間的關係。海溫上升，颱風頻率會不會增加？颱風強度會不會增強？這些議題仍在熱烈爭辯中。試依資料回答。



- () 23. 試問在海溫由 25°C 上升至 30°C 的狀況下，飽和水汽壓會如何變化？(A)減少約 5 百帕 (B)增加約 5 百帕 (C)增加約 10 百帕 (D)不變。
- () 24. 一般而言，強烈颱風伴隨劇烈的風雨，試問圖 22 中的甲、乙、丙、丁四點，何者最能代表颱風雲雨區，近地面大氣的氣溫和飽和水汽壓狀況？ (A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁。

參考答案：

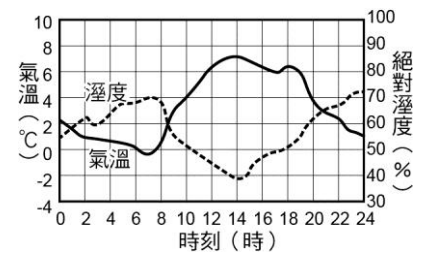
1	D	2	D	3	C	4	E	5	B	6	A	7	C	8	E	9	D	10	C
11	A,B,C	12	A,B,C	13	B,D	14	B,C	15	BE	16	B,E	17	AE	18	CD	19	D,E	20	C
21	A	22	B	23	C	24	B or C												

單元練習：

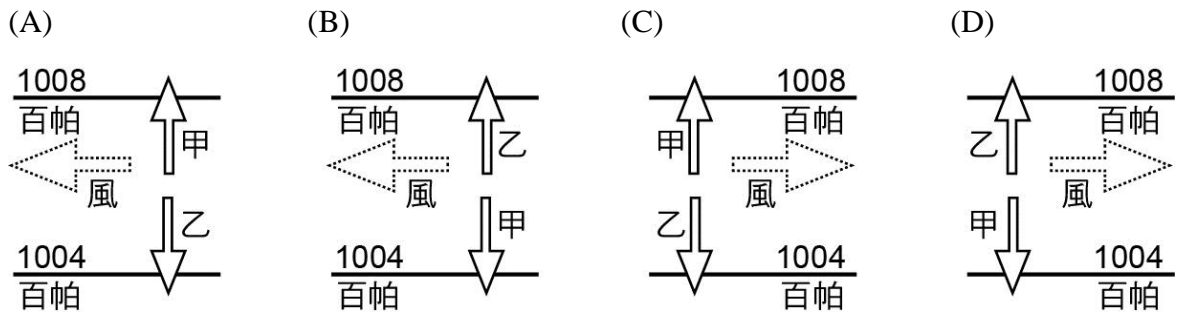
一、單一選擇題：

高度(公里)	氣壓(百帕)
0	1013
5	545
10	261
15	120
20	55

- () 1. 如附表，請問地表 5 公里內的空氣約占全部大氣質量的百分比為何？
 (A) 25 (B) 50 (C) 75 (D) 90 %。
- () 2. 施行人造雨時可以在空中灑鹽水或是在地面燃燒碘化銀，其原理為何？ (A) 降低空氣溫度以利水氣凝結 (B) 增加水氣以利凝結 (C) 提供凝結核以利凝結 (D) 減少空氣濁度以利凝結。
- () 3. 在海平面吹出一個氣球，帶到高度 2,000 公尺處的山上，氣球體積與氣球內溫度變化的正確組合選項為何？ (A) 體積變大，氣球內溫度降低 (B) 體積變大，氣球內溫度升度 (C) 體積變小，氣球內溫度降低 (D) 體積變小，氣球內溫度升高。
- () 4. 附圖是某地一天之中溼度與溫度的變化曲線，請問 3 時與 20 時空氣中所含的水氣量何者較多？

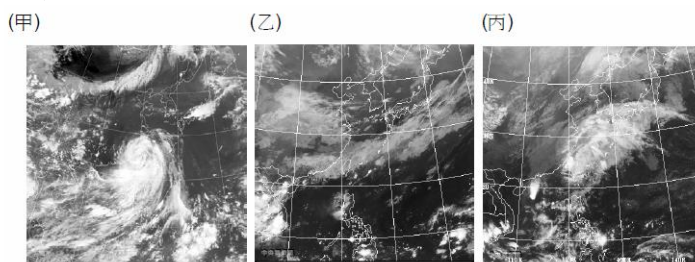


- (A) 3 時 (B) 20 時 (C) 一樣多 (D) 無法比較。
- () 5. 在不考慮地面摩擦，但仍有地球自轉效應下，南半球產生平行等壓線的「地轉風」，此時水平氣壓梯度力與科氏力平衡。其力圖與氣流方向為下列何選項？(甲：水平氣壓梯度力；乙：科氏力)



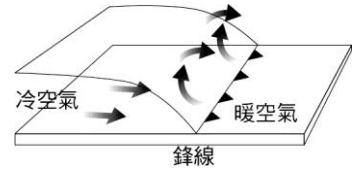
- () 6. 一氣象探空儀測得氣溫隨高度的變化如附表。請依此判斷下列敘述何者正確？
 (A) 高度愈高，氣溫愈低 (B) 對流層內的大氣占全部大氣的 99% (C) 由於大氣吸收紫外線，使得高度 20km~30km 的大氣溫度的增溫現象 (D) 愈緻密的空氣，氣壓隨高度的遞減愈小。
- () 7. 根據衛星雲圖的雲系分布，下列哪一張圖可能為滯留鋒影響臺灣時所拍到的衛星雲圖？

高度(公里)	氣壓(百帕)	氣溫(°C)
0	1015.25	15.00
5	550.25	-20.50
10	275.25	-55.00
15	135.25	-58.50
20	55.25	-58.50
25	26.25	-53.50
30	12.25	-48.50

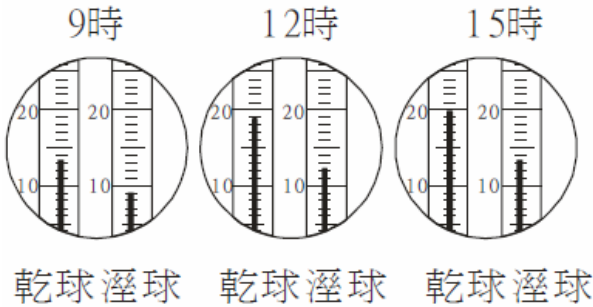


- (A) 甲 (B) 乙 (C) 丙 (D) 以上皆非。

- () 8. 附圖為某種鋒面的立體結構圖，以下何者不是此種鋒面通過前後所可能產生的變化？(A)風向改變，風速增強(B)氣壓先降後升(C)會有降雨發生(D)氣溫上升。



- () 9. 附圖為某地於 5 月 15 日的 9 時、12 時、15 時由乾溼計所得乾球和溼球溫度圖。下表為橢圓溼度表，縱向為乾球溫度，橫向為乾溼球溫度差。請問 15 時的相對溼度為何？



- (A)57% (B)51% (C)44%
(D)40% (E)29%。

		乾球溫度計與溼球溫度計的溫差 (°C)						
		3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5
乾球溫度計之溫度 °C	20	68	64	60	56	52	48	44
	19	67	63	59	54	50	46	42
	18	66	62	57	53	49	44	40
	17	65	61	56	51	47	43	38
	16	64	59	55	50	45	41	36
	15	63	58	53	48	44	39	34
	14	62	57	51	46	42	37	32
	13	60	55	50	45	39	34	29

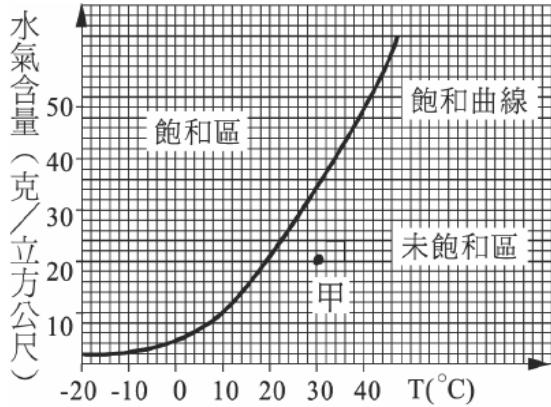
- () 10. 娜美為了觀測海上的天氣，發現現在可見光雲圖及紅外線雲圖都是呈現黑色，那表示：(A)雲層發展得又厚又高 (B)是高空的稀薄雲層 (C)表示晴朗無雲 (D)接近地表的溫暖雲層。

二、多重選擇題：

- () 11. 有關臺灣梅雨季，哪些正確？(應選 2 項)
(A)是北方來的冷氣團和南方暖氣團形成的滯留鋒所造成 (B)常帶來間歇性的降雨，不會有雷陣雨 (C)發生在五、六月間，發生時間比長江中下游地區早 (D)對臺灣水資源供應，並無多大幫助，颱風才重要 (E)每年 5 月 1 日至 6 月 30 日的梅雨季必定都大量降雨。
- () 12. 在高度 80 公里以下的大氣層中，下列哪些性質通常會隨高度而減少？(應選 2 項)
(A)水氣含量 (B)空氣密度 (C)空氣溫度 (D)空氣壓力 (E)氧氣所占的體積百分比。
- () 13. 關於天氣預報的流程，下列何者錯誤？(A)天氣預報的流程可分為觀測資料的收集與分析、數值預報與研判討論及天氣預報結果發布 (B)觀測坪放置多種儀器，因此只需收集觀測坪的資料就足夠 (C)電腦運算後所得結果可直接立即發布 (D)天氣預報講求即時、方便、完整 (E)天氣預報有各種時間尺度。
- () 14. 在一定氣壓下，下列有關溼度的敘述，哪些正確？(應選 2 項)
(A)露點溫度愈高，則相對溼度也必定愈高 (B)氣溫相同時，水氣愈多，相對溼度愈大 (C)氣溫相同時，相對溼度愈大，露點愈高 (D)相對溼度高表示水氣一定較多 (E)水氣量一定時，氣溫愈高，相對溼度愈大
- () 15. 關於科氏力的敘述，哪些正確？(應選 3 項) (A)沒有運動的物體也會受到科氏力的影響 (B)沿赤道運動的物體不會受到科氏力的影響 (C)科氏力會使空氣運動速度變快 (D)在臺灣地區將洗臉槽的塞子拔出時，流水的旋轉方向不能以科氏力作用來解釋 (E)打高爾夫球時不需考慮科氏力的效應。

三、題組題：

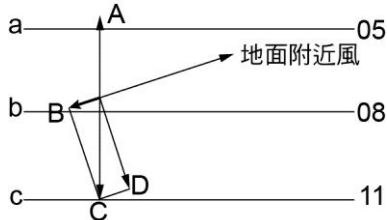
※ 下圖中甲處的空氣塊其所含的水氣尚未達到飽和，下表為相對溼度表，請回答(1)~(3)題：



		乾球溫度計與溼球溫度計的溫差 (°C)						
		3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5
乾球溫度計之溫度 °C	20	68	64	60	56	52	48	44
	19	67	63	59	54	50	46	42
	18	66	62	57	53	49	44	40
	17	65	61	56	51	47	43	38
	16	64	59	55	50	45	41	36
	15	63	58	53	48	44	39	34
	14	62	57	51	46	42	37	32
	13	60	55	50	45	39	34	29
	12	59	53	48	43	37	32	27

- () 16. 圖中甲處的露點溫度約為多少°C？ (A)10 (B)15 (C)20 (D)25。
- () 17. 甲處的相對溼度約為多少%？ (A)50% (B)60% (C)70% (D)80%。
- () 18. 若小華某天在教室所測得的乾球溫度為 16°C，溼球溫度為 12°C，則該地的相對溼度為何？ (A)53% (B)59% (C)64% (D)68%。

※ 附圖為大氣在水平方向受了 A、B、D 三力的影響後所造成的運動情形，試回答下列問題：



- () 19. 「D」箭頭表示的是何種力？(A)氣壓梯度力 (B)科氏力 (C)摩擦力 (D)重力。
- () 20. 若「B」為零，則下列敘述何項正確？ (A)風力將減弱 (B)風向將向北偏 (C)科氏力將增強 (D)氣壓梯度力將增強。
- () 21. 由圖中的風向可知其屬於以下哪一地區的地面天氣圖？ (A)赤道地區 (B)北半球赤道以外地區 (C)南半球赤道以外地區 (D)以上皆有可能。
- () 22. 圖中風向和等壓線的交角在以下哪一地方最大？ (A)山區 (B)海面 (C)平原 (D)冰原。
- () 23. 有關科氏之敘述何者錯誤？ (A)緯度愈高的地方科氏力效應愈強 (B)科氏力的方向和氣壓梯度力方向垂直 (C)當氣塊靜止不動時不受科氏力影響 (D)科氏力是地球自轉所引起的偏向力。
- () 24. 有關地轉風之敘述何者正確？ (A)風向和等壓線幾乎平行 (B)北半球低氣壓呈順時針旋轉 (C)由於發生在高空中所以不具科氏力 (D)因摩擦力和氣壓梯度力互相平衡而形成。

參考答案：

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

※ 海洋篇：

一、海水的組成與垂直結構

1.海水的組成：

(1) 水

(2) 鹽類：主要有 NaCl (78%)、MgCl₂ (11%)、Na₂SO₄ (4.7%)，以離子存在 (Cl⁻、Na⁺、Mg²⁺、Ca²⁺、SO₄²⁻)

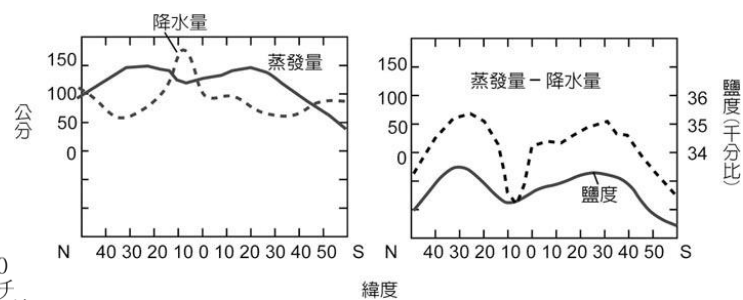
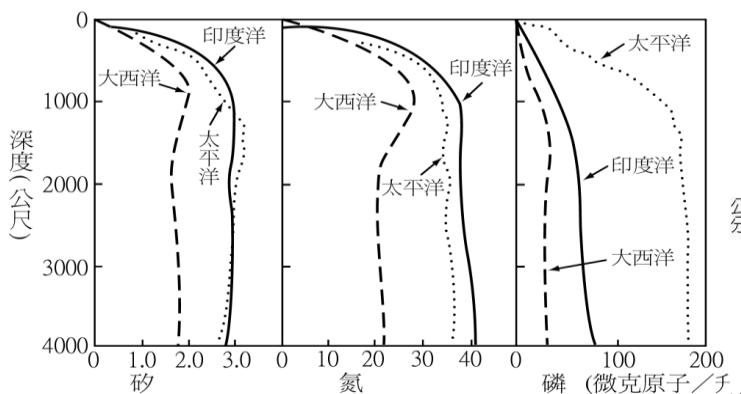
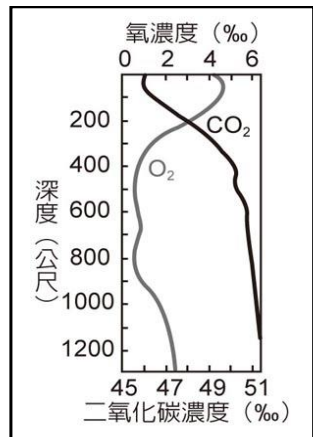
2.鹽度：海水中所含鹽類的多寡，以每仟克海水所含鹽類的克數。單位為‰，海水的鹽度大約為 35‰。

3.溶在海水中的物質：

(1) 氧：表層海水達飽和。表層下方的含量達最大，因海生植物行光合作用放出氧，隨深度增加氧含量達到最低。更深層，因海水來自高緯度，水溫低溶氧高，且耗氧少，故較上層稍有增加。(如右圖)

(2) 二氧化碳：表層二氧化碳含量因海生植物行光合作用而減少。深層海水隨深度增加而增加。(如右圖)

(3) 營養鹽：越深營養鹽越多。



4.鹽度的分布：隨降水量、蒸發量、水團移進或河水注入而變。

(1) 鹽度小的海域：接近大陸淡水（河水或地下水）注入處，降水大的間熱帶輻合區或極鋒區，冰川融解的海域。

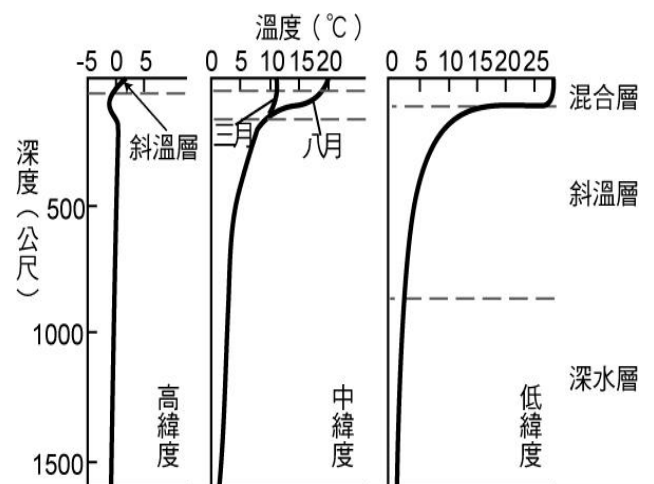
(2) 鹽度大的海域：遠離大陸的海水，蒸發強的副熱帶高壓帶與信風帶，海水結冰的海域。

5.海水的垂直結構：依據水溫隨深度變化的性質分為三層。

(1) 混合層：海水表面到深度 100~200 公尺處，因受日射作用變暖且藉波浪、潮汐及海流上下攪動，水溫高且變化不大。

(2) 斜溫層：混合層下至約 800 公尺處，溫度急速下降變化，又稱溫度躍層。

(3) 深水層：斜溫層下至海底，水溫隨深度緩慢降低至海底的 2~3°C。



6.海水的密度是由鹽度與水溫來決定。

- 7.海水鹽度的垂直分佈：海水鹽度的分佈與密度的分佈十分相似。
- 8.海水的溫度與鹽度受制於河水的注入、海流或湧升流。

二、海水的運動

- 1.潮汐：地球上的海水因日、月引潮力引起週期性的升降。海水面上升一次週期約 12 小時 25 分。
 水位最高時稱滿潮(高潮)，最低點時稱乾潮(低潮)，上升的過程稱漲潮，下降的過程稱退潮。
 - (1) 引潮力：月球是太陽引潮力的 2 倍，故潮汐的變化是依循陰曆的週期。
 - (2) 大潮：當滿月(望)、新月(朔)時，月、地、日三者位置約成一直線，日、月的引潮力合力最大，所以潮差為最大(海水面為一個月中滿潮水位為最高及乾潮水面為最低)，但實際上大潮發生於望或朔後 1 至 3 天日。
 - (3) 小潮：當上弦月或下弦月時，月、地、日成近似 90 度排列，引潮力合力最小，所以潮差最小(海水面為一個月中滿潮水位為最低及乾潮水面為最高)，但實際上小潮發生於上、下玄月後 1 至 3 天日。
 - (4) 潮差：
 - ①各地均不同，同依地點因日期不同亦不同。
 - ②高雄港潮差約 1 公尺，但台中港潮差達 3~4 公尺，最大可達 6 尺。世界上潮差最大的地方發生在加拿大的芬地灣(15~20 公尺)。
 - ③潮差大優缺點：可發電，淤積不嚴重，河流清潔功能好，但不適合作港口。

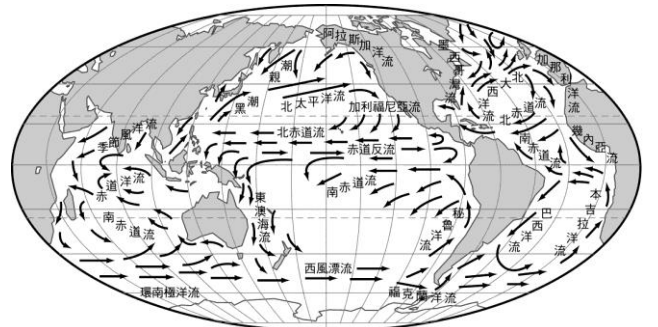
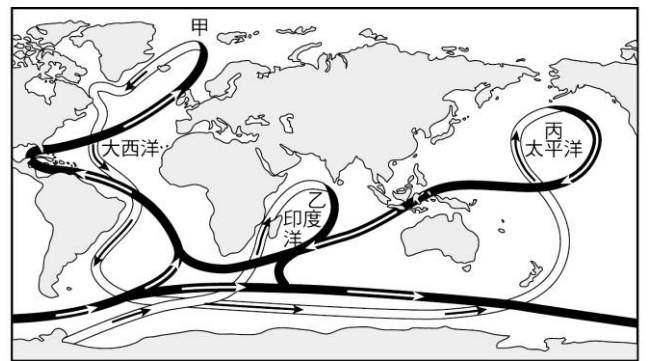
2.海流(洋流)

(1) 成因：風吹、密度不同(因溫度、鹽度不同造成)。

(2) 種類：

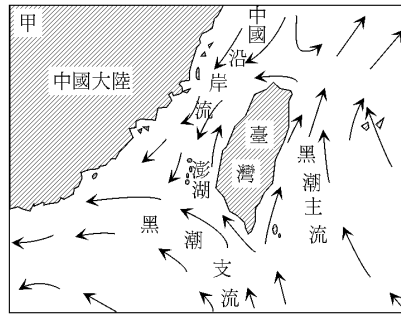
- ①密度流：由於海水密度不同造成的洋流，主要發生在深海的洋流。
- ②風吹流：由於固定的風吹送造成(季風、行星風系)，發生在表面的洋流。
- ③傾斜流：由於風、氣壓、降雨等影響，造成海面傾斜所造成。
- ④補償流：海水面海水流失，下層海水向上補償所造成。

(3) 環流：近赤道洋流，因地球自轉造成的行星風系，北太平洋為順時針方向，而南半球為逆時針方向。

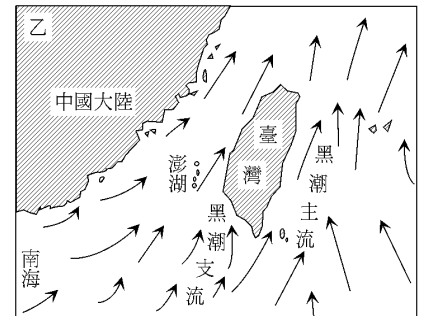


(4) 台灣附近的洋流

①夏季：黑潮主流流經台灣東岸，黑潮支流與西南季風吹來的南海海流一起進入台灣海峽。因此洋流水溫均高，使得台灣延害地區在夏季濕度大，氣溫高。(如乙圖)



②冬季：黑潮主流亦流經台灣東岸，黑潮之流與東北季風所吹送至的中國沿岸流於澎湖群島相遇，然後一起向西南流入南海。則北部台灣、台北、基隆冬季氣溫偏低、濕度大。高雄、屏東氣溫高、濕度大。恆春少有寒冬。(如甲圖)



3.波浪：風吹水面造成，為空氣移動經水面磨擦力所造成。

(1) 波浪種類：①表面波：波長比水深大時，海水作圓周運動。

②長波：波長比水深小時，到海底整個海水一起運動。

(2) 風浪：波長與波高隨著風速增大而增大，到高氣壓的距離（吹送距離）與吹送時間影響風速。

(3) 湧浪：由於海面上的風域引起海面波動向外傳出。颱風形成波長數百公尺（400公尺以上）、週期約為 10 秒的湧浪，速度比颱風快。

(4) 海嘯：由海底地震或海底火山噴發引起的浪，週期約數十分鐘，波長約數十公里，海嘯靠近岸邊時，海水會先退去，然後接踵而至得是巨大浪。

4.碎浪：海浪由外海深水區進入淺水區，浪頭峰頂快於基部時，波形變陡以致破碎崩潰稱之。

三、海洋的觀測

1.海洋定位，透過迴轉式羅盤（經）、六分儀、雷達、電子定位系統或人造衛星定位（GPS）。

2.觀測項目：包括水深、水溫、鹽度（千分比，1000 公克海水所含鹽類的克數）、海流、潮流等測定，以及波浪、潮汐、海水（南森瓶、輪盤式採水瓶）、海洋沉積物、海洋生物等採集調查，海上氣象觀測等。

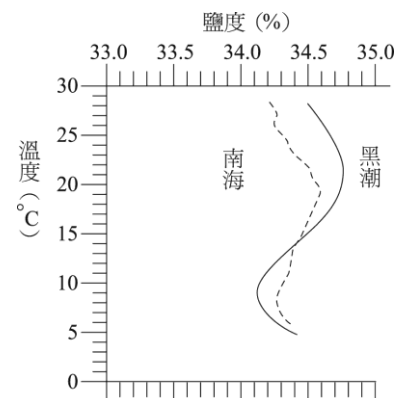
3. 洋流觀測的方式有二種：(1) 描述定點水體的流速及流向（用錨錠式海流儀）；(2) 測量特定水體的運動（以漂流瓶推估其路徑及流向）

4.溫鹽儀（CTD）：測量海水的導電度（Conductivity，電解質的含量）、溫度（Temperature）與水壓（Depth， $P=hd$ ）後，轉換成海水的鹽度、溫度與深度值。

C	導電度	鹽度
T	溫度	溫度
D	壓力	深度

5.溫鹽圖：可用來辨識不同的水團

- (1)水團的標定與追蹤。
- (2)區間海域海水的組成和起源。
- (3)海域海水的混合狀況。
- (4)海水成層穩定度的估算。



6. 海水中的聲音:

聲音在海水中的速度約為 1500 m/ sec，隨著水深增加而壓力變大，但因為斜溫層恩降低，使聲音的速度也跟著變慢，在斜溫層底部(800 ~ 1000 公尺深)降至最低，之後因進入深水層，溫度維持不變，聲速又隨著深度增加、壓力變大而加快，因此再斜溫層底部形成一個低速層，聲音在此層傳播時，因上下層聲速高，而不斷被折射回來，因此聲波陷在裡面，可以傳的很遠，稱為深海聲道(SOFAR channel，Sound Fixing And Ranging)。

7. 海水深度與壓力的關係：海水的水壓是受到上方海水重力擠壓而形成，每增加 10 公尺的深度，便會增加 1 大氣壓，因此深度越大，所承受的壓力也越大。

8. 波浪與潮汐觀測：

	方法	說明
波浪	浮球測波儀	將浮球錨碇，利用浮體內的加速儀，量測浮體隨波浪運動的垂直加速度，換算成波高和週期，亦可測得波浪的方向。
	海下超音波波浪儀	感應器固定於海面下 30~50 公尺處，為一超音波收發訊器，利用音波往返海面的時間，就可算出距離，量得海面高度與其變化週期。
	海上超音波波浪儀	感應器置於海上觀測樁上，由上向下發射超音波，量測海面起伏變化。
潮汐	超音波式	將感應器置於上方，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，即可算出水面至感應器間的高度。
	壓力式	將感應器固定至於最低潮位以下，使不致露出水面，利用海水位升降產生的壓力變化，換算成水位高度。
	浮筒式	屬於直接量測，利用滑輪組將浮筒和鉛垂懸掛於滑輪兩端，利用浮筒隨水位升降帶動滑輪組來記錄水位高度。

9. 海流觀測

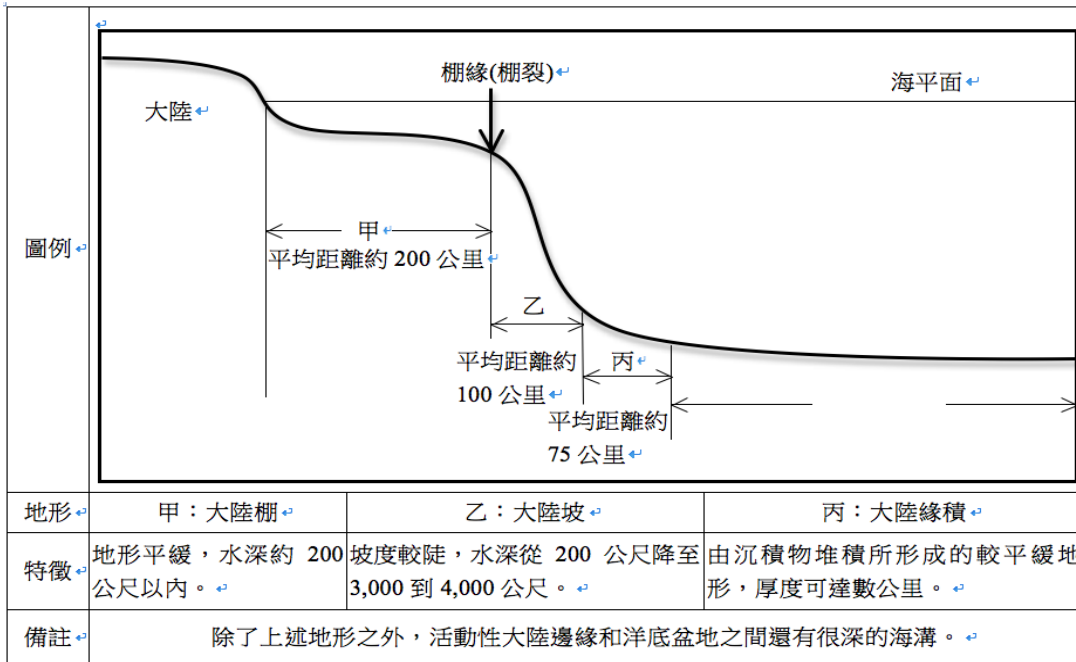
	方法	說明
表面	船隻漂流	全球表面洋流圖繪製。
	漂流瓶	在瓶中設置全球定位系統(GPS)，再用衛星來追蹤紀錄漂流瓶的流向，即可繪出海流麵條圖，也可算出海流的速度與方向。
海下	海流儀	可以固定在海床上或掛載在探測船底下，海流儀與測量風向、風速的儀器原理類似，海流儀渦輪的旋轉快慢可以換算成海流速度，方向則經由後方扇葉的葉板方向加以記錄。
	都卜勒流剖儀	觀測動態的海流，流剖儀的音鼓發出音波，經海流懸浮顆粒散射後，被流剖儀接收迴音裝置接收，音波去回時間可以算出距離，而音頻改變即可得到流速(利用都卜勒效應)。

四、海底地形的探測

1. 主要利用聲納（海水中速度約 1500 公尺/秒）探測。

2.海底地形分為：

(1) 大陸邊緣：



(2) 洋底盆地：

地形	深海平原	深海丘陵	海底山
特徵	坡度平緩，小於 1:1,000，主要由沉積物填平。	由沉積物覆蓋而成的小山丘，高度不超過 1,000 公尺。	高度超過 1,000 公尺，大多為火山，常呈鏈狀排列。

(3)

中洋脊：張裂板塊邊界，以轉型斷層連接。

3. 三大洋的海底地形

太平洋	<ol style="list-style-type: none"> 面積最大，約佔所有海洋的 50%，平均深度達 4,000 公尺。 中洋脊位於南太平洋東側，地形較一般中洋脊平緩，稱為東太平洋隆起。 邊緣除了與南極洲相鄰地帶為非活動性大陸邊緣，其餘多為海溝。 洋底盆地佈滿海底火山、火山島鏈和海底高原。
大西洋	<ol style="list-style-type: none"> 全球第二大洋，平均深度 2,500 公尺。 周圍只有<u>加勒比海</u>及<u>南極洲</u>附近有兩個海溝，其餘均為非活動性大陸邊緣。 中洋脊位於中央，呈 S 型，南端向東延伸至印度洋。
印度洋	<ol style="list-style-type: none"> 全球第三大洋，平均深度 3,800 公尺。 周圍除了東北邊的<u>爪哇海溝</u>外，多為非活動性大陸邊緣。 洋底盆地有一特殊地形，即東經九十度山脊，目前認為其為<u>克谷倫高原</u>下一熱點，在<u>印度洋</u>生成時不斷噴發所形成。 中洋脊由<u>大西洋</u>延伸過來，分別向西北和東南延伸，形成「入」字型。

4.台灣的海底地形

- (1) 台灣海峽：深度淺於 100 公尺，澎湖以北深度不超過 80 公尺，屬大陸棚；澎湖以南為深超過 200 的大陸坡；巴士海峽西南屬南海海盆。
- (2) 東部外海：1000 公尺等深線接近海岸，外海約 3000 公尺深；東北海底為東西向的海底沉積盆地（沖繩海槽）及海溝（琉球海溝），為菲律賓海板塊向北隱沒入歐亞大陸板塊處。

臺灣海峽	臺灣海峽屬於大陸棚地形，深度大都少於 100 公尺。
	附近有標準的大陸邊緣地形：高屏外海的西南海域。
東部外海	東北隱沒 琉球弧溝系統，菲律賓海板塊向西北隱沒。 1.琉球海溝 2.琉球島弧 3.沖繩海槽
	南方隱沒 呂宋弧溝系統，歐亞板塊向東隱沒。 1.呂宋島弧 2.馬尼拉海溝 3.南中國海盆

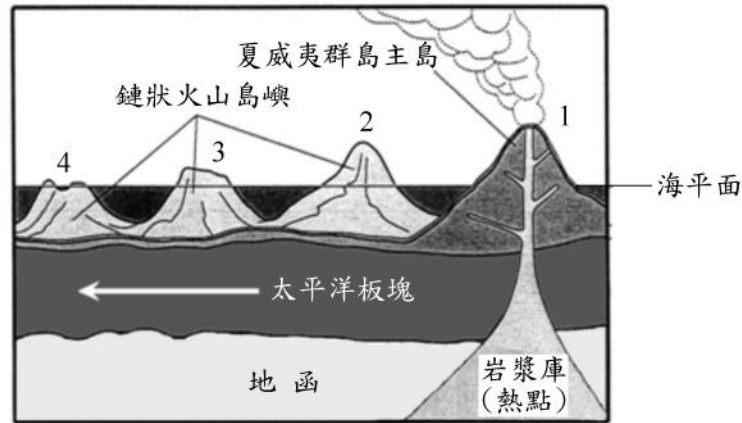
5. 海洋地殼鑽探

五十多年來，海洋鑽探的研究成果，不僅幫助人類對海洋有更進一步的認識，甚至對整個地球歷史和生命演化有重要的發現。海洋鑽探的成果有以下幾點：

- (1) 建立詳細的地質年代表：獲取世界各大洋中完整的積物標本，協助建立了 1 億 8 千萬年以來詳細的地質年代表，並促成古海洋學的興起。
- (2) 提供災變理論的證據：鑽取的岩石標本完整記錄到白堊紀末期隕石撞地球所造成的生物大滅絕事件，以及地中海曾經是乾涸沙漠的證據，讓我們體認到地球環境會因一些外在的因素而快速的改變。
- (3) 了解海洋地殼的本質：對海洋地殼火成岩體的鑽探，讓我們了解海床玄武岩的特性。

	第一層：沉積層，以顆粒及細的泥為主，含有海洋生物殘骸。遠洋處較薄、進岸處較厚。
	第二層：玄武岩層，火山作用形成，可分為枕狀與岩脈狀。
	第三層：輝長岩層，冷卻速率較慢。

(4)證實熱點火山噴發：證實海底許多線形的山及與島鏈是由地函中的熱點噴發所形成，並顯示岩漿噴發活動在白堊紀時期異常活躍。



(5)發現水的重要角色：無論是再中洋脊的熱液循環或是在隱沒帶的斷層作用，水都扮演了重要的角色。

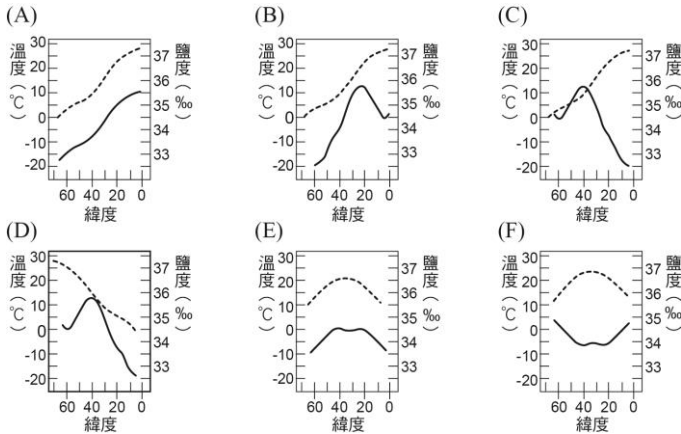
(6)提供「碳」的長週期變化：科學家藉海洋鑽探，取得深海沉積物，並分析其碳同位素，累積千萬年來碳含量變化的資料庫，為全球氣候變遷提供重要資訊。

6.海洋的蘊藏

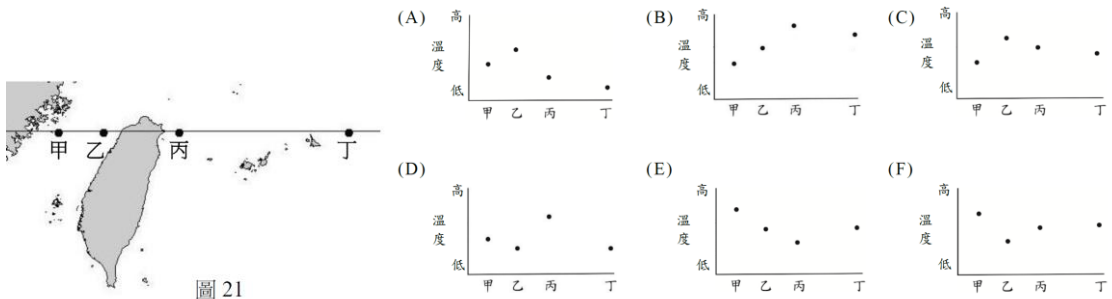
石油和天然氣	全球超過 20% 的石油和天然氣蘊藏在海底。二十世紀末，海洋石油年產量佔世界石油總產量的 50%。
煤、鐵等固體礦產	世界許多近岸海底已開採煤、鐵礦藏。已發現的海底固體礦產有二十多種，包括銅、煤、硫、磷、石灰石等。
海濱砂礦	砂礦主要來源為陸上的岩礦碎屑，經過水的搬運和淘選，最後在有利於富集的地段形成礦床，這些物性和化性穩定的礦物稱為重砂。大陸棚上被海水淹沒的古河床是尋找砂礦的理想場所，這些海濱沉積物中有許多貴重礦物。
錳核	錳核是 70 年代大量發現的深海礦產，通常呈球形，直徑約 2~5 公分，呈棕色或黑色，具有洋蔥狀結構。這種結構是以貝殼、珊瑚、魚牙、魚骨為核心，呈層狀生長。錳核含有錳、鐵、鎳、鈷等二十多種元素，經濟價值很高。
熱液礦藏	熱液礦床是一種含有大量金屬的硫化物，由海底裂谷噴出的高溫岩漿冷卻沉積形成。主要組成礦物為細粒的鐵蒙脫石、針鐵礦、水錳礦、錳菱鐵礦以及各種硫化物，具有潛在的經濟價值。
可燃冰--天然氣水合物	天然氣水合物是由微生物所製造的甲烷被包裹於水的晶格中，成為冰塊狀固體，稱為「甲烷水合物」或「天然氣水合物」，一遇火源，可持續燃燒，形成冰火共存的現象，俗稱「可燃冰」。天然氣水合物存在海床地下數百公尺的低溫高壓環境下(0°C、26 大氣壓或 10°C、76 大氣壓)，礦層厚，規模大，分布廣，資源豐富。優點：世界油氣資源逐漸枯竭的情況下，天然氣水合物為能源問題帶來新的希望。缺點：甲烷是強效的「溫室氣體」，若大量天然氣水合物迅速解離，釋出甲烷氣體到空氣中，會對全球氣候造成相當大的影響。海底的天然氣水合物解離亦可能形成地層中的弱帶，引起海底崩塌而造成海嘯。

一、單一選擇題：

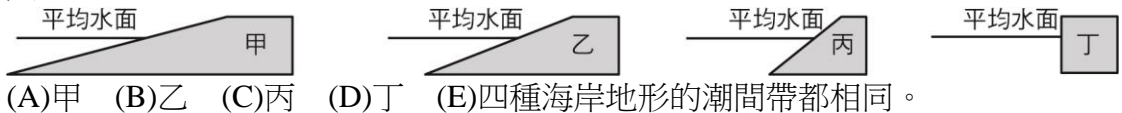
- () 1. 在北半球海洋，有一順時鐘方向旋轉且直徑超過 100 公里的大型旋渦，僅考慮其受科氏力的作用影響之下，此旋渦哪一區域的表面水位最高？
(A)東、西兩側 (B)外圍 (C)南側 (D)北側 (E)中央。
- () 2. 六月時節，某日天氣晴朗幾近無風，海上救難小組接獲通報，告知有艘漁船八小時前在蘇澳正東方外海五十公里處，與親友通訊後便失去了聯絡，可能已失去動力、開始漂流。由該船最後發出消息的大致位置，救難小組應該往該漁船失聯處的哪個方向搜尋？(A)失聯處 (B)東方 (C)西方 (D)南方 (E)北方。
- () 3. 海洋的潮汐運動主要是受到月球影響，配合地球自轉，每天會漲退潮的週期變化。若某地潮汐為半日潮，表示每次平均漲潮時間約為下列何者？(A)24 小時 50 分 (B)24 小時 (C)12 小時 25 分 (D)12 小時 (E)6 小時 12.5 分。
- () 4. 下列哪一張圖最能代表北半球海水表面溫度與鹽度隨著緯度改變而變化的情形？(虛線表示溫度，實線表示鹽度)



- () 5. 太平洋的表面鹽度在副熱帶海域中心有極大值。造成這種分布的主要原因為下列何者？
(A)此區域有洋流的匯合 (B)此區域的蒸發量大於降雨量(C)大洋邊緣有大量淡水輸入 (D)陸地上的含鹽物質由風傳輸至此區域 (E)此區域發生大量的垂直混合。
- () 6. 臺灣周圍有不同海(洋)流，冬季時，黑潮流經臺灣東部海域，中國沿海則有來自北方南下的冷流。圖 21 是臺灣附近海域的地圖，圖中甲、乙、丙、丁四處位於北緯 25 度線上。依據臺灣附近海域的流場，判斷下列哪一選項最符合冬季時，甲、乙、丙、丁四處海面溫度示意圖？



- () 7. 甲、乙、丙、丁四種不同坡度的海岸地形，在相同的潮差下，哪一種地形的潮間帶最大？



- (A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁 (E)四種海岸地形的潮間帶都相同。

- () 8. 在 2011 年 3 月 11 日，日本東北部外海發生強烈地震並引發海嘯。臨海的福島核電廠(見圖 2)隨之發生嚴重的核能災害，導致含輻射的廢水意外地洩漏到海洋中。由於日本東北部外海有親潮自北方沿岸向南流，到日本東部外海(約北緯 35°)碰到黑潮，因此長時間後，在表層的輻射廢水最可能的漂流去向為何？
 (A)先向南流，之後順著黑潮向西南流到臺灣附近
 (B)先向南流，遇到黑潮後轉向東流向中太平洋 (C)先向南流，碰到黑潮後湧升到表層並滯留在日本東南部海域 (D)往北流到北海道海域再轉入日本海 (E)先向南流，碰到黑潮後下沉到深層並滯留在日本東南部海域。

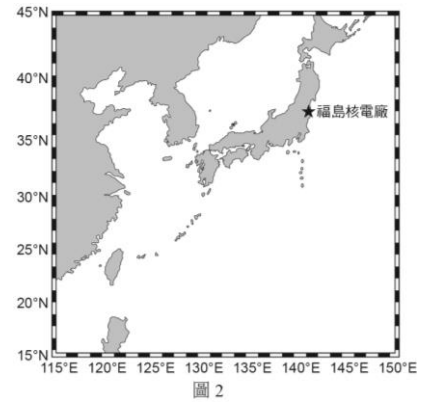


圖 2

二、多重選擇題:

- () 9. 有湧升流現象的海域，其表層海水特性相較周圍海域有顯著不同，甚至會影響該區域天氣或氣候的變化。下列哪些是湧升流海域的特徵？(應選 2 項)
 (A)海面易形成霧 (B)表層海水溶氧量增加 (C)表層海水鹽度降低 (D)表層海水較透明 (E)混合層厚度變薄。
- () 10. 圖 18 為太平洋某地海水溫度與深度的關係圖。若依海水溫度的垂直變化特徵，將海水分為甲、乙、丙三層，則下列哪幾項敘述正確？(應選 2 項)
 (A)海水溫度最低處出現在丙層 (B)乙層海水溫度的垂直變化最大，稱為混合層 (C)丙層海水溫度的垂直變化最大，稱為斜溫層 (D)甲層為混合層，海水溫度的垂直變化不大 (E)乙層海水溫度隨深度遞減率大約為 1°C/km。

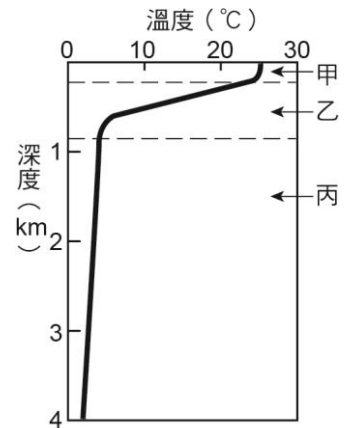


圖 18

- () 11. 海洋占地球表面積約 71%，是生命的搖籃。海水儲量約為 1.3×10^{10} 億噸，占地球總水量 97%，不僅是寶貴的水資源，也蘊藏著豐富的生物、礦物與能源。已知海水中含有鈾與氚，倘能妥善利用並解決其後續的相關問題，對解決能源問題會有相當大的助益。科學家用聲納探測海洋地形與魚群位置、用溫鹽儀探測海水的溫度與鹽度等。有些國家也正積極進行深層海水利用、海水淡化、潮汐發電、海洋養殖.....。一開始，地球的生物形成後，就在海洋中逐漸發展。海洋環境萬分多樣，扮演保留生物發展的成果，及促其持續演化的場所或棲地的角色。最原始的多樣性形成是由單細胞的細菌和古菌所組成。接著是細胞核的生成，形成真核生物體，於是開啟了真核生物域的大演化。以動物界為例，由最簡單的組織構成多細胞海綿，再逐步形成具有器官及器官系統的複雜生物體。生物體集結成族群，更進而與棲地相依，整合成為生態系。臺灣電力公司曾考慮在臺東沿海抽取六、七百公尺深的海水，做為溫差發電、製造海洋深層水和養殖之用，和表面海水相比，六、七百公尺深海水有哪些性質？(應選 3 項) (A)水溫較低 (B)鹽類中氯化鈉比例大幅增加 (C)氧含量較高 (D)葉綠素濃度較低 (E)海水密度較大。
- () 12. 沿岸海域有上升流(湧升流)現象的地方，與相鄰且沒有上升流的其他海域相比，其主要特色包括下列哪幾項？(應選 3 項) (A)白天海上吹向陸地的海風較強 (B)海面較易形成霧 (C)表層海水密度較低 (D)表層海水溫度下降 (E)表層海水溶氧量增加。

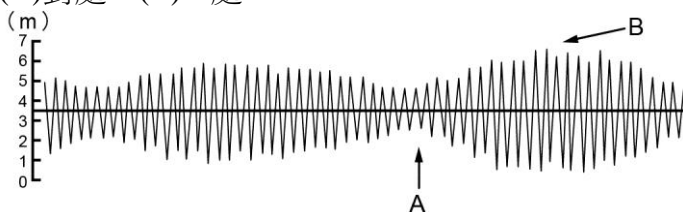
參考答案：

1	E	2	E	3	E	4	B	5	B	6	B	7	A	8	B	9	A,E	10	AD
11	A,D,E	12	ABD																

單元練習：

一、單一選擇題：

- () 1. 溫鹽環流是由下列哪一種因素造成？ (A)風力 (B)天體引力 (C)海水密度的差異 (D)海面傾斜。
- () 2. 下列何者是測量大範圍海域海流之完整流向及流速較有效的方式？ (A)釋放浮標，以衛星追蹤測量 (B)追蹤一海上漂流物 (C)定點設置海流儀 (D)以海洋研究船掛載儀器測量。
- () 3. 下列有關大陸棚與大陸坡坡度數據比較何者較正確？ (A)大陸棚-1:50、大陸坡-1:800；前者較陡 (B)大陸棚-1:50、大陸坡-1:800；前者較緩 (C)大陸棚-1:800、大陸坡-1:50；前者較陡 (D)大陸棚-1:800、大陸坡-1:50；前者較緩。
- () 4. 各地漲潮時間與地球自轉和海岸地形有關，請問在同一日內，臺灣下列何地最先達到滿潮？ (A)花蓮 (B)新竹 (C)臺北 (D)臺中。
- () 5. 一般之旋葉式海流儀，其測量原理較似觀測下列何項因子之原理？ (A)測風向風速 (B)測水深 (C)測氣溫及溼度 (D)測鹽度。
- () 6. 使北太平洋西岸海平面等溫線向北方彎曲，北太平洋東岸海平面等溫線向南方彎曲，各是因何種海流通過？ (A)赤道海流、湧升流 (B)黑潮、湧升流 (C)黑潮、北大平洋海流 (D)黑潮、加利福尼亞海流 (E)中國沿岸流、加利福尼亞海流。
- () 7. 關於海水中鹽類的敘述何者錯誤？ (A)氯化鈉是海鹽的主要成分 (B)海山鹽度愈高，氯化鈉所占的比例也愈高 (C)海水中的金屬離子主要來自地表岩石風化，隨河水帶入海洋 (D)因蒸發、降雨、結冰及融冰等因素會造成各海域鹽度不同。
- () 8. 表層海水之鹽度常受該海域之降水量和蒸發量之影響，鹽度大致和下列何項成正比？ (A)降水量+蒸發量 (B)降水量-蒸發量 (C)蒸發量-降水量 (D)蒸發量×降水量 (E)降水量÷蒸發量。
- () 9. 臺灣地區 (120°E) 逢大潮的日子，在西半球的夏威夷 (150°W)、蓋亞納 (60°W) 及南半球的南非 (30°E)，當天潮汐狀況分別為何？ (A)大潮、大潮、大潮 (B)大潮、小潮、大潮 (C)小潮、大潮、小潮 (D)小潮、小潮、小潮。
- () 10. 附圖為某一海港在一個月之中水位的變化圖，滿月時應可觀測到潮汐如圖中的哪一位置？ (A)對處 (B)B 處。



- () 11. 某人駕船打算在鹿港登陸，剛好遇到乾潮，為避免擱淺，該船必須要等到滿潮時才能靠岸，至少需等多久？ (A)半個月後 (B)一天 (C)半天 (D)6個小時 (E)50分鐘。
- () 12. 阿鑫在臉書上留言：「今天第 2 個點，投放 CTD 中，本地海水深度 590 公尺，預計採 4 個深度，500 公尺、300 公尺、100 公尺和表層水等 4 層水」同一時間的打卡紀錄顯示阿鑫在小琉球外海的海研三號上，請問此時阿鑫正使用哪個儀器進行海洋觀測？ (A)側掃聲納 (B)溫鹽深儀 (C)底泥採樣器 (D)音響式都卜勒流剖儀。

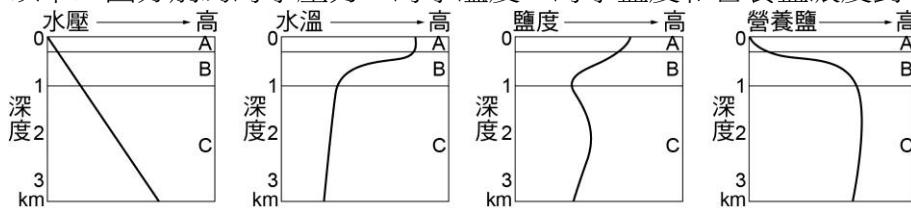
二、多重選擇題：

- () 13. 下列哪些不是海嘯的特徵？ (應選 2 項)
 (A)波長可達數公里至數百公里 (B)海嘯波速會與波長存在正相關 (C)在外海，海嘯浪高約 0.5~1 公尺，海上船隻無法察覺 (D)波速可達每小時數十公里 (E)海底地震有可能引發海嘯。

- () 14. 聖嬰是大氣與海洋交互作用而出現的一種週期性現象，每隔約 2~7 年發生一次。當赤道以南、東太平洋秘魯一帶海域，下列哪些大氣或海洋的變化，可能是聖嬰現象出現時會伴隨出現的情形？ (A)東風增強 (B)湧升流減弱 (C)海面氣壓值增強 (D)混合層厚度減小，斜溫層由更淺處開始 (E)海面溫度上升。
- () 15. 海洋中絕大部分的海水鹽度約為 35‰，且變化範圍在 34~36‰之間。下列哪些地理或氣候條件會使海水鹽度降低？ (應選 2 項) (A)長江出海口附近海域 (B)位處炎熱乾燥的沙漠陸地旁的紅海 (C)赤道地區多雨的海域 (D)副熱帶高壓帶少雨的海域 (E)靠近非洲北部大沙漠的地中海。

三、題組題：

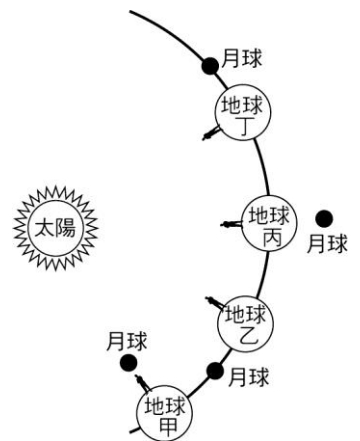
※ 以下四圖分別為海水壓力、海水溫度、海水鹽度和營養鹽濃度對水深作圖。



- () 16. 下列對此四圖所提出的科學解釋何者錯誤？ (A)水壓與深度成線性正比，水壓等於水深乘以密度 ($P=hd$)，密度幾乎保持不變 (B)海水的溫度主要來自於日照和大氣接觸 (C)海面鹽度高於深海，有可能是因蒸發作用造成 (D)營養鹽來自於生物死亡掉落深海並分解，故深海的浮游生物數量會較多。
- () 17. 就四圖中所分的 A、B 和 C 三個分層描述，何者正確？ (A)A 層稱為混合層，是斜溫層和深水層海水混合而成，故此層水溫變動不大 (B)海水愈熱愈輕，故深海熱水上浮至 A 層集中 (C)B 層稱為斜溫層，低緯度的斜溫層溫度變化較中、高緯度顯著 (D)因海流關係，世界各地海洋的斜溫層深度和厚度皆相同 (E)C 層稱為深水層，愈深愈冷，是三層中溫度變動最大的一層。

※ 附圖為日、月地三者相對運動之示意圖。試依圖回答下列問題：

- () 18. 中秋節的月亮自地平面升起的时间最接近下列何者？ (A)凌晨 0 點 (B)早上 6 點 (C)中午 12 點 (D)傍晚 6 點 (E)每年的時間都不一樣。
- () 19. 臺灣各港口隔日滿潮的時間會延遲 50 分鐘，造成此時間差的最主要因素為何？ (A)月球公轉 (B)地球公轉 (C)月球自轉 (D)地球自轉 (E)太陽自轉。
- () 20. 地球自甲→乙→丙→丁下個地點的潮差變化為何？ (A)一直逐漸變大 (B)先變大，再變小 (C)先變小，再變大 (D)先變大、再變小，最後再變大 (E)先變小、再變大，最後再變小。

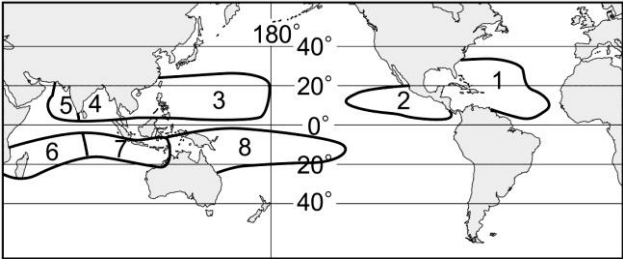
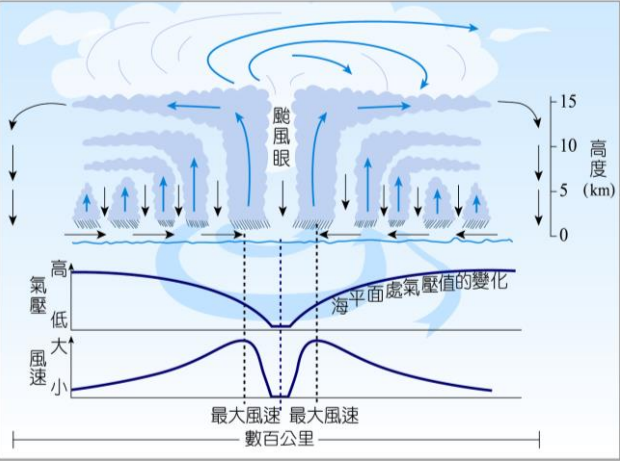
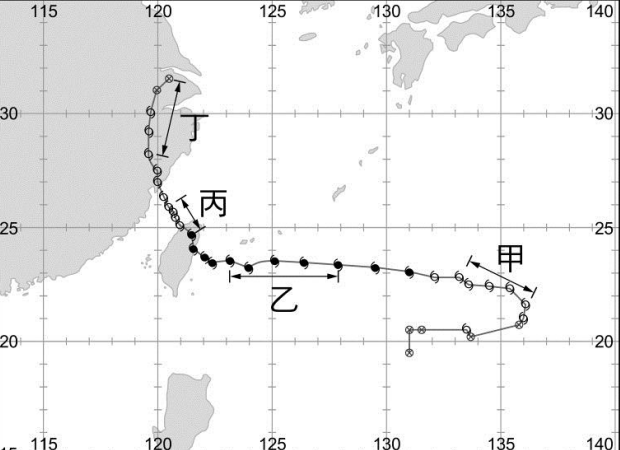


參考答案：

1	C	2	A	3	D	4	A	5	A	6	D	7	B	8	C	9	A	10	B
11	D	12	B	13	B,D	14	B,E	15	A,C	16	D	17	C	18	D	19	A	20	E

天然災害：

一、颱風：

<p>颱風的形成</p>	<p>颱風發展於溼熱、不穩定的熱帶海洋，先形成熱帶低壓，當風速達每秒 17.2 公尺，稱為颱風。</p>
<p>颱風形成條件</p>	<p>(1) 海水面的溫度需在 26.5°C 以上。 (2) 常在南北緯度 5 度以外的地區形成（5 度以內，科氏力不足，因此赤道少有颱風，但高緯度海面，科氏力雖然足夠，海溫卻偏低）。 (3) 高層與低層大氣之間的環境氣流變化很小，才不會分散潛熱釋放的加熱效果。</p> 
<p>颱風眼</p>	 <p>成熟的颱風中心，幾乎無風無雨，也是氣壓最低的地方，颱風眼外圍則是對流最旺盛、風雨最強之處。</p>
<p>颱風移動路徑</p>	 <p>主要受副熱帶太平洋高壓環流導引。不同路徑、不同登陸地點及不同侵臺時間的颱風，對全臺各地造成的影響也不同。</p>
<p>颱風災害</p>	<p>颱風常帶來強風、豪雨及暴潮。最嚴重的颱風災害多由豪雨導致，引發水災和土石流。</p>

颱風常見用語	秋颱	西北颱	藤原效應
描述	伴隨劇烈降雨，因此往往造成極大的災害。產生劇烈降雨的條件：一是颱風出現在臺灣東部到東南部近海，此時若有北方高壓南下東北季風增強，使得颱風外圍環流與東北季風環流共同存在（共伴效應）；另一是山脈地形對氣流的舉升效應。於是降雨最多之處便分布在迎風面的北部、東北部及東部地區。	颱風從臺灣東方海面向西北方移動，中心通過北部近海時，臺灣北部及西部地區多吹西北風（因風向之故所以稱為「西北颱」），受地形影響，北部及中部地區雨勢特大，又因風向幾與海岸垂直，使積水不易宣洩，甚至引起海水倒灌。	當兩個颱風距離較近時，兩者的運動軌跡將以兩者連線上的一點為圓心，作反時鐘方向互繞，互繞中心的位置，由兩者的相對質量與其環流強度決定，亦可能合而為一。日本氣象學家藤原先生最早研究此種雙颱風互繞現象，故稱之。
簡圖			
颱風常見用語	西南氣流	颱風路徑潛勢預報	
描述	當颱風移至臺灣北方近海時，颱風中心以南吹西南風，常引進強盛的西南氣流，此暖溼氣流受中央山脈阻擋並抬升，會在中南部地區產生豪雨。	顯示颱風未來路徑潛勢範圍，圓圈代表中心位置 70% 機率的可能範圍，預報時間愈長，預報準確度愈低，故路徑潛勢範圍愈大。一般民眾常誤以此圖為颱風強度會愈來愈強。	
簡圖			

二、洪水

<p>水災</p>	<p>泛指暴雨降在地面產生沖蝕、崩塌、破壞，或其流量超過河道與排水系統容量而造成淹水等災害。</p>	
<p>天然因素</p>	<p>臺灣雨量集中，地形陡峻、河川短促，水流移動速度快，自然容易造成洪災。</p>	
<p>人為因素</p>	<p>洪泛區與集水區的開發、破壞水土保持、都市化、不透水地面增加等。 1.與水爭地 2.都市化與集水區的開發 3. 水土保持破壞</p>	

三、地震

- 地震成因：主要為地下岩層發生斷層滑動所致，其他如火山活動、隕石撞擊或核子試爆等。（彈性回跳理論）
- 地震儀：紀錄三個地動分量（水平分量（東西、南北）、垂直分量），依據慣性原理設計。
- 地震波的種類：

分類	傳遞路徑	種類	波速	波動類型	介質振動方向與波行進方向的關係	振幅	可通過介質
實體波 (體波)	可在地球內部傳遞	P 波	最快	縱波	平行	最小	固、液、氣態
		S 波	其次	橫波	垂直（有無限多種可能方向，垂直前進方向即可）	次之	僅固態
表面波	僅在地表傳遞	雷利波	最慢		平行且呈反橢圓滾動，地表如海浪般起伏	最大	
		樂夫波			垂直且水平振動（如蛇的爬行，水平且左右震）		

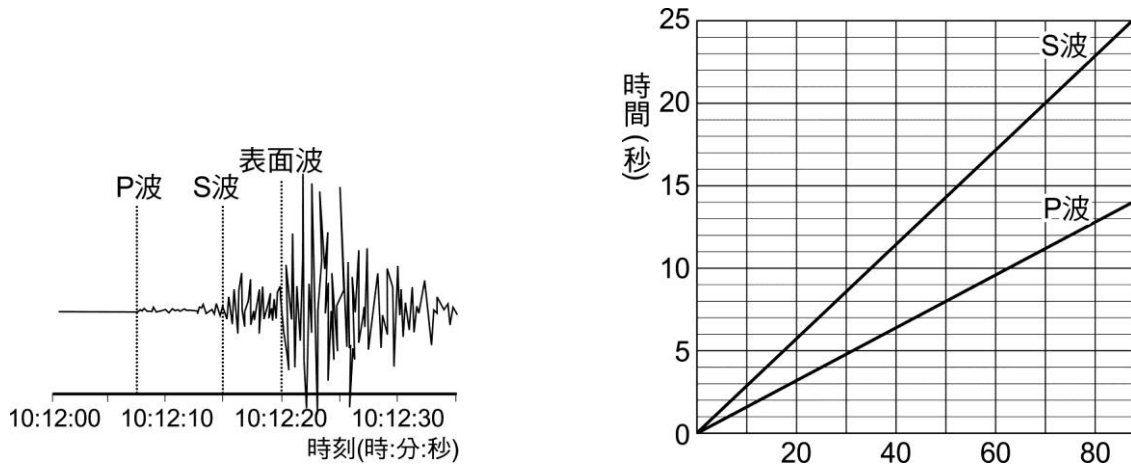
4. 地震規模與地震強度的比較：

	芮氏地震規模	地震強度（震度）
測定依據	離震央一定距離處的地震儀指針最大振幅，取對數值。	各地地表振動的加速度。
測定目的	呈現地震所釋放的能量大小。	地表振動加速度愈大，人體和建物受力愈大，破壞力也愈大。
分級標準	不分級。	分為 0 至 7 級；0 級為無感地震，1 至 7 級為有感地震。
區分	無單位有小數點的實數	無小數點
極限	不適用於遠距地震，且超過 7.5 之後會有飽和現象（俗稱破錶）。有些國家改採地震矩規模（簡稱震矩規模）。	臺灣分級標準最高至 7 級。

5. 三站法測震央位置（利用震波走時圖查震央距離）

步驟一：以各站的P波與S波到時時間差對照震波走時曲線圖，求得各站震央距離

步驟二：以各站為圓心，震央距離為半徑，畫圓得一焦點區，即為震央位置



6. 全球的地震震央分布成帶狀，主要分布在板塊邊界上

世界三大地震帶	板塊邊界（斷層）形式	震源深度
環太平洋地震帶 （地震最頻繁、最強烈）	聚合型（逆斷層）為主	淺源~深源
地中海及橫貫亞洲地震帶 （歐亞地震帶）	聚合型（逆斷層）為主	淺源~中源
中洋脊地震帶	張裂型（正斷層） 錯動型（轉型斷層）	淺源

7. 台灣位於環太平洋地震帶西側，可分為三個地震帶：

名稱	特性
西部地震帶	淺層地震（約 10 公里左右）、發生頻率低，分布從台北至台南
東部地震帶	地震次數多，較西部地震帶深，由宜蘭東北海底向南南西經花蓮、台東至呂宋島
東北（琉台）地震帶	淺層至 300 公里，自琉球群島向西南延伸，經宜蘭至蘭陽溪上游

四、山崩土石流

成因	地層膠結不好、坡度較陡、氣候潮溼多雨、滲入岩層的水量增多、人為開墾破壞植被、山坡荷重加大等。
順向坡	地形面的傾斜方向和地層層面傾斜方向一致的坡地，容易發生地層滑動，是最嚴重的山崩災害。
土石流	常發生在山坳處（水多、砂石多和坡度大，地層破碎崩落之處），並流至溪谷出口處形成扇狀堆積。
危險區域	土石因地震而鬆動，並被豪雨或颱風所誘發。範圍幾乎涵蓋全島之山坡地。加強造林、做好土地保育以及減少山坡地的超限使用是減少發生山崩與土石流的治本之道。

原因	影響情形
地層的性質	地層膠結不好、鬆散，或是岩石破碎及斷層通過。
坡度和地形	坡度愈大，重力產生的下滑力愈大，山崩和土石流發生的機率愈大。
氣候及植被	潮溼多雨使風化侵蝕加劇，易發生山崩和土石流。但若有植被覆蓋，則可遮蓋地層，且植物根部使表土固定，不易流失、下滑。
水的影響	(1) 水量多，則岩層風化和侵蝕作用加劇；且地層中含水增加，會使整體重量加大，下滑力增加；並使地層間的摩擦力減少，容易滑動。 (2) 水滲入地下，地下水位上升，孔隙水壓或裂縫水壓增高，將顆粒彼此推開，或將裂縫撐大，使岩石或土壤的強度降低。 (3) 若短時間內降水大量增加，快速下衝的流水容易夾帶大量泥石，形成土石流。
人為因素	人為的開墾，使植被破壞，坡度加大；再加上建築物，山坡荷重加大，易造成山崩。

五、遙測的應用

1. 大地遙測

方式	內容
國土監測	衛星遙測具有大範圍以及定期取樣的特性，是土地變遷監測的有利工具。
勘災	對於交通便利地區的小範圍災害，我們通常可以進行詳細的現場勘災。但是，對於交通受阻、山區或大範圍的天然災害，現場勘災經常會受限於地形和地物的阻隔，以致難以順利進行。衛星影像具高空俯視的能力，且具廣域和快速的非接觸探測特性，提供了極佳的大範圍勘災能力。
地表變形影像	地表變形測量主要是經由比對兩張不同時期擷取的雷達影像，計算不同時間內地表與衛星之間距離變化所引起的雷達波相位差，計算相位差後即可得到地表的變化量。
影像製圖	使用衛星影像進行製圖噴可以有效提升製圖的效率。
地形資訊萃取	針對同一地區，取兩張自不同角度拍攝的影像，可構成一個立體像對。

2. 海洋遙測

方法	內容
海面溫度	海面溫度遙測是量測海面紅外線或微波的輻射強度，再換算成海面溫度(紅外線輻射強度與溫度四次方成正比)
海洋水色照相	海水中的懸浮物質會吸收和散射不同波長的光波，使海面呈現不同的顏色。開闊海域比較乾淨，懸浮物質較少，較易散射藍光，當浮游植物的濃度較高時，因含葉綠素，使海水顏色從藍色轉為綠色。
海面水位測量	海面水位遙測屬於主動式遙測的一種，由衛星發射雷達波，量測到海面的來回時間，換算出距離，即可得到海面水位。長期全球海面高度測量，可用於監測海面升降的情形，掌握海洋環境的變異。
海面波浪與風場	海洋上層的波浪和海面上風場有直接的關係。由人造衛星散射儀發出多束低角度入射海面的雷達微波(斜視觀測)，經與海面波浪作用，產生後向散射，量其後向散射能量而求得海面的粗糙度，此海面粗糙度與海面波浪的大小和方向有關，加上波浪與風場之間的定量關係，能估算出風速與風向。

3. 全球衛星定位系統 (Global Positioning System, 簡稱GPS)

GPS 系統共有 24 顆衛星分六個軌道面運行，每個軌道面分布四顆衛星，軌道面與赤道傾斜成 55 度，距地球表面 20,200 公里，以每 12 小時繞行地球一周的速度運行。定位精度可優於 1 公分，而且可以連續不斷的觀測。GPS 打破傳統大地測量必須看得到參考點才能施測的限制，也不受天氣影響，大大提升了測量的距離和所需的時間，也同時提高了準確度，目前已大量應用於導航、定位、精確定時以及一般的大地測量。

4. GPS 如何定位?

人造衛星在不同的軌道上運行並持續發出帶有時間碼的訊號，地面的 GPS 接收器藉由計算訊號傳輸的時間，測量出他與衛星間的距離。與地震定位原理相同：接收器位置好比震源，而衛星位置則為地震儀所在。

5. 雷射光雷達(光達)：

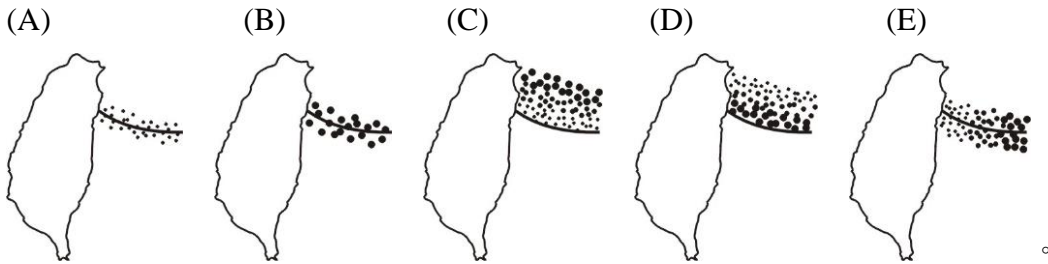
以雷射為訊號載體的一種主動式雷達，通常酬載在小型飛機上，可以拍攝到精細的地表地形。雷射的特性是光束發射到極遠的地方，光束依然集中，不會擴散開來，因此可以集中觀測特定目標，以大量應用在下列觀測：

- (1) 空載光達測量地形
- (2) 淺海海底地形觀測
- (3) 觀測大氣氣體或浮懸物

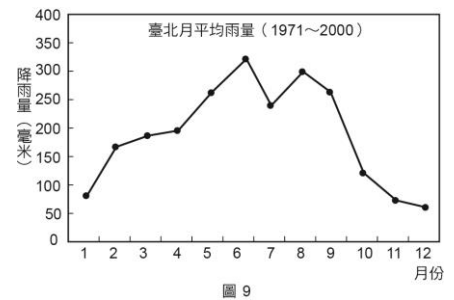
歷屆學測試題練習：

一、單一選擇題：

- () 1. 芮氏地震規模 6.5 以上的淺源海底地震發生時，可能會引起劇烈的波浪。當波浪抵達海岸時，由於海水深度變淺，波速改變，使得波浪突然增高。如果此一波浪高達十多公尺以上，形成海嘯。2004 年 12 月 26 日，印尼外海發生了規模 8.0 以上的大地震，引發南亞海嘯，造成巨大傷亡。下列關於地震與海嘯的推論，何者最合理？
 (A)地震規模 6.5 以上的地震，都會引起海嘯 (B)大地震容易造成黑潮流速改變，引起海嘯 (C)地震規模愈大，震波的波速愈快，愈容易引起海嘯 (D)大地震引起的波浪，抵達海岸時，波速變慢，容易引起海嘯 (E)印尼外海大地震，震源可能在 300 公里海面下，容易引起海嘯。
- () 2. 若粗實線表示臺灣島東北側之板塊交界，在此位置附近震源深度的分布最可能為下列何者？（. 表淺源 . 表中源 • 表深源）



- () 3. 圖 9 為 1971 至 2000 年間臺北測站的月平均降雨量圖，由圖 9 可以看出，臺北測站逐月的降雨變化出現兩個高峰值，試問造成此兩降水高峰的主要天氣現象為何？(A)梅雨、冷鋒 (B)梅雨、颱風 (C)春雨、梅雨 (D)颱風、冷鋒。



- () 4. 2006 年 12 月 26 日晚上，不到 30 分鐘之內，恆春地震站西南方 22.8 公里的海域，發生數次地震，其資料如下：

	發生時間	震央位置	地震深度	芮氏地震規模
地震 1	晚上 8 點 26 分	北緯 21.89 度、東經 120.56 度	21.9 公里	6.7
地震 2	晚上 8 點 34 分	北緯 22.40 度、東經 120.51 度	21.3 公里	6.4
地震 3	晚上 8 點 40 分	北緯 22.40 度、東經 120.51 度	21.3 公里	5.2

這些地震發生後，各縣市遭遇最大震度，分別如下：

縣市	屏東恆春	臺東大武	花蓮市	臺中市	臺北市	宜蘭市	新竹竹北
最大震度	5 級	4 級	3 級	3 級	2 級	2 級	1 級

關於此地震，釋放總能量與搖晃程度的等級各為何？(A)總能量最大為 6.7，各地搖晃程度最大為 5 (B)總能量最大為 6.7，各地搖晃程度最大為 1 (C)總能量最大為 5.2，各地搖晃程度最大為 5 (D)總能量最大為 5.2，各地搖晃程度最大為 1 (E)總能量最大為 1，各地搖晃程度最大為 6.7 (F)總能量最大為 1，各地搖晃程度最大為 5.2。

- () 5. 臺灣的降雨分布有明顯的南北差異，但縱使在北部地區，東邊和西邊也有很大的不同。圖 7 為中央氣象局臺北、宜蘭、臺南三個氣象站，30 年的長期月平均降水量分布圖。試問甲（虛線）、乙（實線）、丙（點-虛線）三條曲線依序代表哪三個氣象站？
 (A) 臺北、宜蘭、臺南 (B) 宜蘭、臺南、臺北 (C) 臺北、臺南、宜蘭 (D) 宜蘭、臺北、臺南 (E) 臺南、宜蘭、臺北。

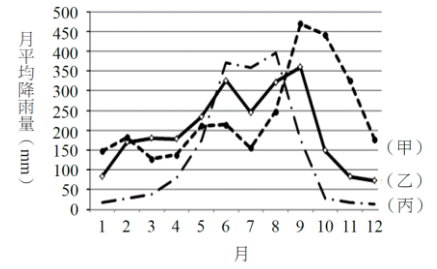


圖 7

- () 6. 圖 3 為大西洋上颶風軌跡（圖上箭頭）示意圖，可發現在赤道附近海域極少有颶風形成，下列哪一選項是主要原因？
 (A) 海溫太低 (B) 氣壓太高 (C) 風速太弱 (D) 科氏力太小 (E) 對流不夠強。

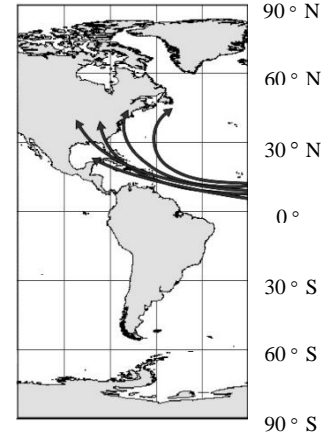


圖 3

- () 7. 2009 年 8 月莫拉克颱風侵臺，造成八八水災。使得臺灣地區重大的人員傷亡，重挫臺灣地區的經濟和農業。圖 4 為莫拉克颱風路徑圖，路徑圖中標示為甲、乙、丙、丁的哪一段時間，最可能為臺灣地區帶來豪雨？
 (A) 甲 (B) 乙 (C) 丙 (D) 丁。

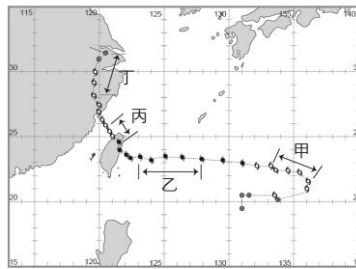


圖 4

- () 8. 外海形成的海嘯也是波浪的一種，當它傳遞接近岸邊時，下列哪些現象的敘述正確？
 （應選 2 項） (A) 波速變快 (B) 波速不變 (C) 波速變慢 (D) 波高變高 (E) 波高不變 (F) 波高變小。

- () 9. 2008 年 5 月 12 日四川發生強烈地震，震央（圖中星號）位於青藏高原和四川盆地的交界處附近，規模為 8，震源深度 19 公里，地表破裂沿龍門山斷層帶（如圖 5 中虛線）發展，長約 300 公里，根據地震後利用全球衛星觀測系統（GPS）的測量，可以得到 GPS 測站地震前和地震後的水平方向的錯移量，稱為同震的水平位移（圖中箭頭，箭頭方向表示地震前和地震後該測點的移動方向，箭頭大小表示同震水平錯移量），有關龍門山斷層的敘述，何者正確？（圖中右下角箭頭代表 GPS 測量比例尺）
 (A) 南段以平移斷層作用為主；北段以正斷層作用為主
 (B) 南段以正斷層作用為主；北段以平移斷層作用為主
 (C) 南段以正斷層作用為主；北段以逆斷層作用為主
 (D) 南段以逆斷層作用為主；北段以平移斷層作用為主。

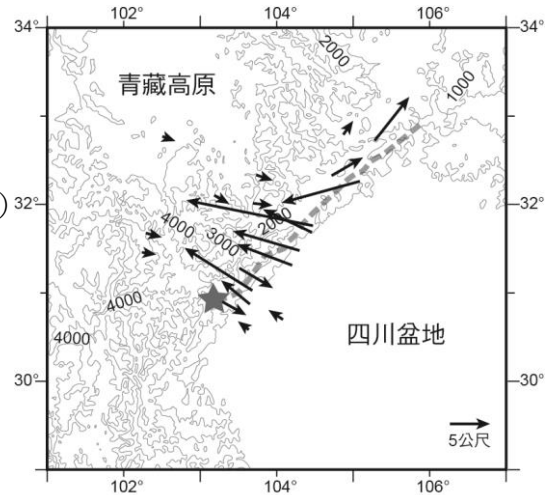


圖 5

- () 10. 在 2004 年 12 月發生的印尼蘇門答臘大地震，從而導致的南亞巨大海嘯，引發了世界各國有關專家的關注與研究。經過調查後發現，靠近震源附近的巽他海溝，其海底凹陷地區，出現了綿延 45 公里的斷層，斷層落差達 10 公尺，巨大的能量將海浪推高因此產生巨大海嘯。根據上面的敘述，下列哪一選項是正確的？
 (A) 海嘯都發生在海溝處 (B) 陸地產生斷層就會造成海嘯 (C) 只要發生大地震就會發生海嘯 (D) 海底地震導致海底地形產生大落差是造成此次海嘯的主因。

二、多重選擇題：

- () 11. 2009 年八八風災造成臺灣多處山區發生山崩和土石流，引起我們對土石流災害的重視。以下對土石流的描述，哪些正確？（應選 2 項）
 (A) 土石流是指泥砂及礫石等和水混合後，受重力作用向低處流的自然現象，是一種搬運力強的內營力 (B) 山崩發生時，一定伴隨土石流 (C) 土石流的流動速度可以達到每秒數公尺，所以流動過程中不會有沉積作用 (D) 陡峭的山谷谷口沖積扇，再發生土石流的機率高，不適於定居 (E) 土石流的流速快並具突發性，易造成嚴重災情。
- () 12. 臺灣因為地質與氣候的特性，使得山區常有山崩、土石流發生，並造成生命財產的損失。下列造成臺灣常有山崩或土石流的可能條件及其原因配對，哪些正確？（應選 3 項）

	條件	原因
(A)	風化嚴重	岩層破碎，提供土石來源
(B)	砂頁岩互層的順向坡，且坡腳被挖除	岩層無坡腳支撐
(C)	豪雨	增加土體重量且減少摩擦力
(D)	氣候乾燥炙熱，地下水下降太多	因地下水減少，岩層間的摩擦力也變小
(E)	地層年代太古老	地層間的聯結力變弱

- () 13. 日本本島位於北美洲板塊，2011 年 3 月 11 日在日本東北近海發生規模 9.0 的地震，此地震發生在日本海溝的隱沒板塊上，星號代表震央位置。由設在日本本州島上的全球衛星定位系統（GPS）地面觀測站可以測得伴隨地震發生後的地殼變形，稱為同震變形。圖 13 為水平同震變形（左圖）和垂直同震變形（右圖），右圖中箭頭向上表示抬升，箭頭向下表示沉降，圖上灰色部分表示陸地，白色部分表示海洋。下列有關日本近海地震的敘述，哪些正確？（應選 2 項）

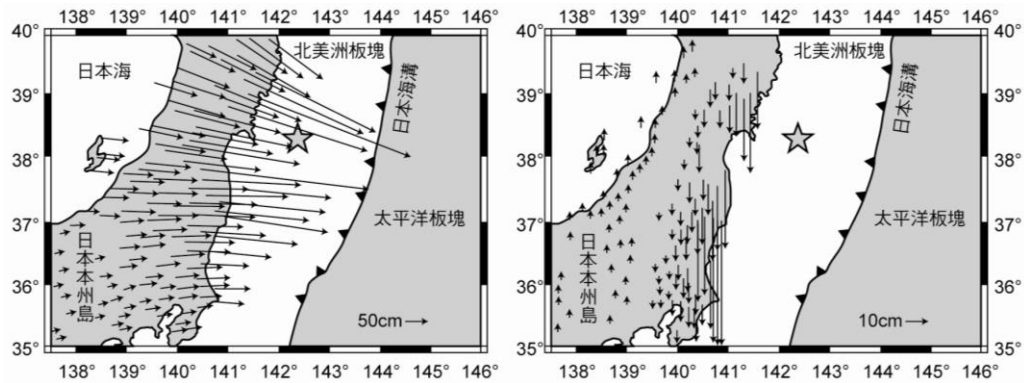


圖 13

- (A) 此地震是由逆斷層活動所造成 (B) 島上東側大都顯示同震沉降，所以此地震是由正斷層活動所造成 (C) 島上水平同震位移大多往東移動，所以北美洲板塊向東隱沒在太平洋板塊之下 (D) 島上水平同震位移大多往東移動，所以太平洋板塊向西隱沒在北美洲板塊之下 (E) 島上最大水平同震位移量可達 15m。
- () 14. 臺灣位處歐亞大陸與太平洋的交界地帶，天氣深受季風、梅雨與颱風的影響。以下關於臺灣常見天氣型態的敘述，哪些正確？（應選 2 項）
 (A) 梅雨是因為暖鋒通過造成的，因此非常潮溼悶熱 (B) 秋天的颱風常引進西南氣流，為東北部山區帶來大量降水 (C) 梅雨和颱風是臺灣南部地區主要的降水來源 (D) 東北季風主要發生在冬季，下雨時常伴隨閃電雷聲 (E) 除了梅雨與颱風，東北季風與夏季午後雷陣雨也是臺灣北部重要的降水來源。

- () 15. 臺灣全島地形複雜，雖然雨量豐沛但是分布相當不均勻。颱風帶來的降雨是臺灣重要的水資源，但是颱風也常帶來洪水災害。2010年10月21日梅姬颱風侵臺之際，正值東北季風盛行，當天宜蘭各地出現強降雨現象，部分地區更因地勢低窪，且24小時內累積雨量達432毫米，已達超大豪雨標準，致使水淹路面，人車受阻。試參考梅姬颱風路徑（圖6），選出正確敘述。（應選2項）
- (A) 因為颱風環流與東北季風共伴效應，致使宜蘭地區降下超大豪雨
 (B) 因為颱風引發強烈西南氣流，致使宜蘭地區降下超大豪雨
 (C) 因為宜蘭地區位於迎風面，降雨量大
 (D) 因為宜蘭位於颱風外圍環流下降處，降雨量暴增
 (E) 此報導有誤，宜蘭一天的累積雨量不可能超過400毫米。

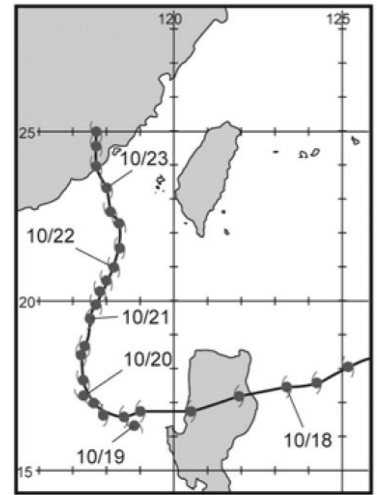


圖 6

三、題組題:

※ 交通部中央氣象局新修訂之「大雨」及「豪雨」定義如下：

- 一、大雨：指二十四小時累積雨量達五十毫米以上，且其中至少有一小時雨量達十五毫米以上之降雨現象。
 - 二、豪雨：指二十四小時累積雨量達一三〇毫米以上之降雨現象。
- 若二十四小時累積雨量達二〇〇毫米以上稱之為大豪雨；
 二十四小時累積雨量達三五〇毫米以上稱之為超大豪雨。

依據上述定義，歸納分析臺北測站從1950年到2003年每日的日累積降雨觀測資料，可以計算出過去五十幾年來每年發生豪大雨次數及豪大雨現象發生時的平均日降雨量。圖14為臺北測站所觀測的平均日降雨量在「130~200毫米」範圍的統計資料，從1950年到2003年在春雨期(2~4月)、梅雨期(5~6月)、颱風雨期(7~9月)、秋雨期(10~11月)四個依月份切割的降雨期平均日降雨量與每年發生次數的分布圖。試依據圖14回答問題。

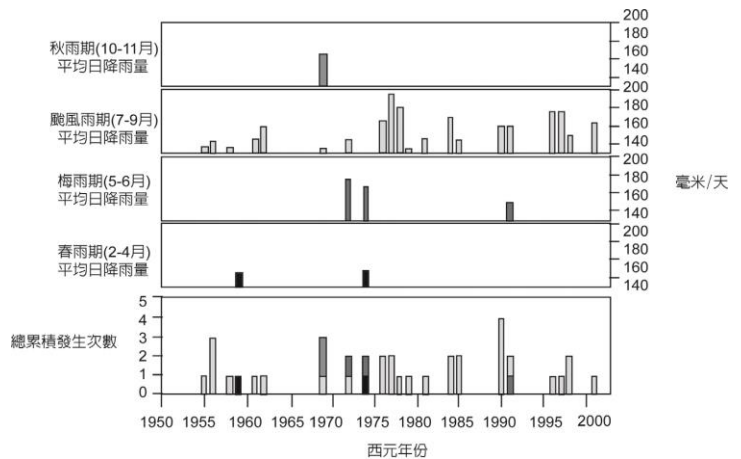


圖 14

- () 16. 根據中央氣象局的定義，圖14所分析的平均日降雨量的範圍應該以下列哪種方式描述最為正確？(A)「超大豪雨」 (B)「豪雨」但未及「大豪雨」 (C)「大豪雨」但未及「超大豪雨」 (D)「大雨」但未及「豪雨」。
- () 17. 臺北測站從1950年到2003年，發生最多次平均日降雨量介於「130~200毫米」範圍者，是屬於哪一個降雨期？(A)春雨(2~4月) (B)梅雨(5~6月) (C)颱風雨(7~9月) (D)秋雨(10~11月)。
- () 18. 下列關於1950年到2003年臺北測站觀測到平均日降雨量介於「130-200毫米」的豪雨現象敘述，何者正確？(A)發生在秋雨期的次數只有一次 (B)平均日降雨量最強的年份是1977年 (C)1975年以後只有在颱風雨期發生過 (D)發生在春雨期的平均日降雨量比發生在梅雨期的平均日降雨量大。

※ 圖 10 為一颱風侵襲臺灣前的衛星雲圖，甲、乙、丙三處的連線大約與緯度線平行，其中乙處為颱風眼。依據此圖回答下列問題。

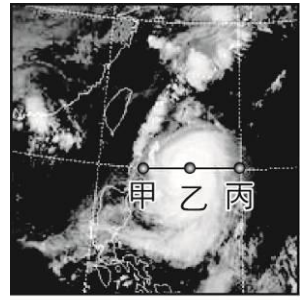


圖 10

() 19. 在甲處、乙處、丙處的風向分別為何？

	甲處	乙處	丙處
(A)	大致為東風	大致為西風	大致為西風
(B)	大致為北風	大致無風	大致為南風
(C)	大致為西風	大致無風	大致為東風
(D)	大致為北風	大致為南風	大致為南風
(E)	大致為南風	大致無風	大致為北風

※ 石門水庫為兼具灌溉、給水、發電、防洪與觀光的多功能水庫，圖12為石門水庫集水區1982~2011年的30年平均以及2014年、2015年（至7月）的月降雨量；圖13中虛線為石門水庫運用規線，實線為30年平均水位，圓圈與星號分別為2014年與2015年（至7月底）的水位。當水位低於運用規線下限時將採取減供水措施，以2015年的乾旱為例，2014年12月底水位為233公尺，為因應乾旱，2015年1月公告稻作休耕，隨著旱象加劇，3月底水位降至220公尺，自4月8日實施民生用水供5停2的限水措施，直到5月梅雨鋒面抵達，水位在5月底時回升至232公尺才解除限水，更於7月19日（因颱風降水）進行調節性洩洪。

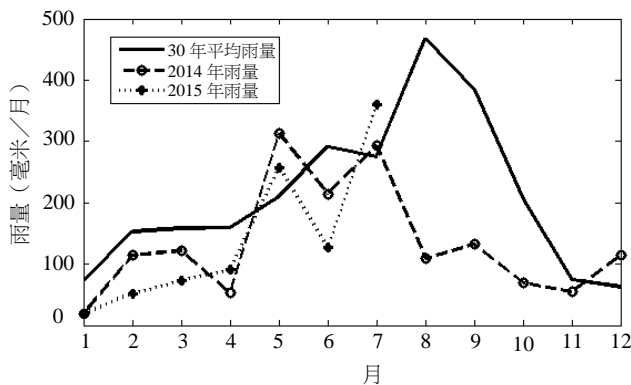


圖 12

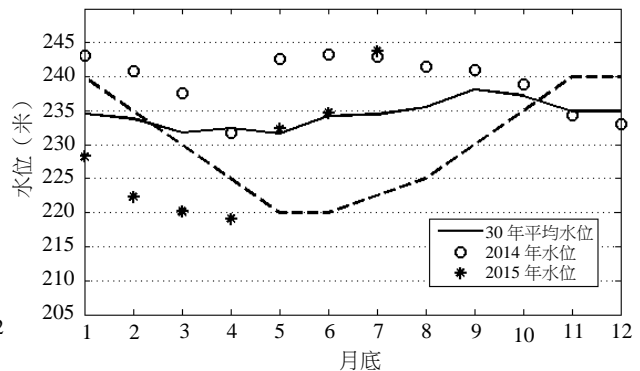


圖 13

() 20. 依據圖12中30年平均的統計資料與臺灣地區降水特性，下列敘述哪些最為正確？（應選3項）
 (A) 6月、7月、8月、9月主要都因為颱風而帶來大量降水
 (B) 7月的降雨量較8月低的原因，主要是因為颱風發生次數較少
 (C) 一般而言，石門水庫蓄水量的主要貢獻來自颱風、梅雨
 (D) 颱風降水對於石門水庫蓄水量的貢獻不一定每年都一樣
 (E) 曾文水庫集水區的降水時間分布和石門水庫集水區類似。

() 21. 配合圖12與圖13的資料，下列敘述哪些正確？（應選3項）
 (A) 水庫運用規線下限水位較高的月份，主要是該期間雨量偏低
 (B) 水庫水位的高低變化和降水的多寡有很高的相關性，和用水量多寡無關
 (C) 2015年的乾旱最主要成因是2014年的颱風降水不足
 (D) 2015年的春雨降水仍不足以有效解除旱象
 (E) 2015年供5停2限水措施的解除是由於颱風降水的挹注。

※ 圖 6 是 2005 年龍王颱風自 9 月 30 日 12:00 到 10 月 3 日 0:00 的颱風路徑圖，圖上所標示的時間為臺灣地區時間（月/日），每個標示點間隔為 6 小時。根據圖 6 的資料，回答(1)~(2)題。

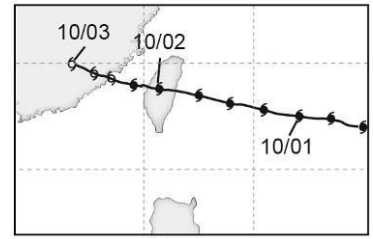
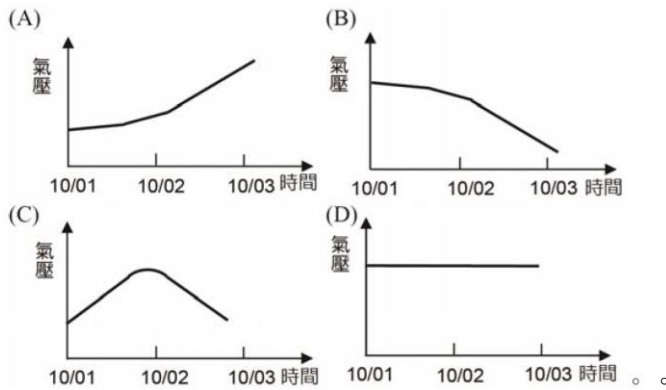


圖 6

() 22. 下列哪一圖最能代表颱風中心氣壓自 10 月 1 日到 10 月 3 日的變化？



() 23. 有關龍王颱風的敘述，下列哪一項正確？ (A)生成於花蓮東方 100 公里的海面上 (B)發生在 9 月、10 月，容易引進西南季風 (C)朝東北轉向後減弱 (D)容易造成臺灣東北部地區發生豪雨。

※ 圖 4 為 2004 年大學入學考試中心指定科目考試期間，敏督利颱風中心通過臺灣轉弱成低壓後，在七月三日凌晨 2 點的地面等壓線分布圖（等壓線的單位為百帕，hPa）。試依據圖 4 回答(1)~(2)題。

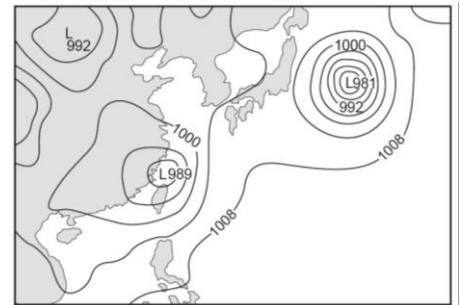
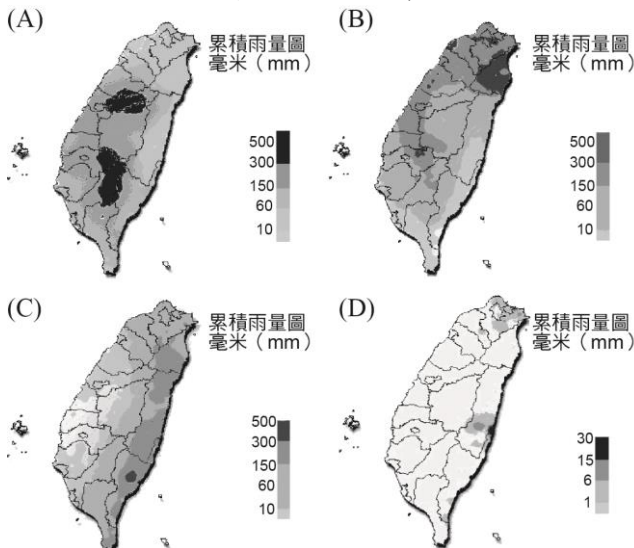


圖 4

() 24. 臺灣大部分地區在七月三日凌晨 2 點，接近地面處的最主要風向為何？ (A)西北風 (B)西南風 (C)東北風 (D)東南風。
 () 25. 七月三日該低壓繼續往北前進，試依據低壓附近環流與水氣分佈的特性，判斷下列何者最可能是七月三日全天累積總雨量分布圖？



參考答案：

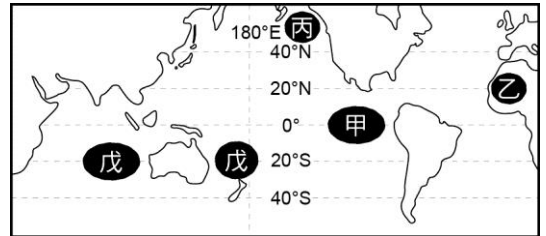
1	D	2	C	3	B	4	A	5	D	6	D	7	C	8	CD	9	D	10	D
11	D,E	12	A,B,C	13	AD	14	CE	15	AC	16	B	17	C	18	B	19	B	20	B,C,D
21	A,C,D	22	A	23	D	24	B	25	A										

單元練習：

一、單一選擇題：

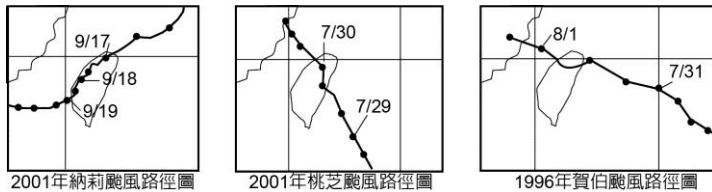
() 1. 關於颱風眼的敘述，何項正確？ (A)眼的形成主要是旋轉時的離心力，和向中心吹入風的向心力，彼此平衡的結果 (B)眼內天氣最為惡劣 (C)眼內有高空冷空氣下沉，溫度較低 (D)一定在颱風雲系的正中央 (E)眼內雨勢最強。

() 2. 附圖為颱風生成區域圖，試判斷下列敘述何者正確？ (甲)甲區因位於赤道，具備充足的熱能，可發展出風風，(乙)乙區位於非洲大陸內部，有廣大的氣旋原地，可發展出颱風，(丙)丙區因地處高緯度，氣候較不適合颱風生成，(丁)丁區位於澳洲海域水氣及熱量均充足，故每年七至九月可發生颱風，(戊)戊區颱風為順時針方向旋轉。



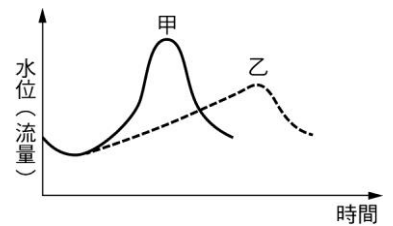
(A)乙丙戊 (B)丙戊 (C)甲丙丁戊 (D)丙丁戊 (E)甲丙戊。

() 3. 三張附圖：1996年7月31日（農曆6/16）的賀伯颱風，2001年7月30（農曆6/10）的桃芝颱風，以及2001年9月17日（農曆08/01）的納莉颱風都曾因直撲臺灣而來，挾帶強風豪雨對各地造成慘重災情。納莉登陸臺灣時，臺北吹的風主要是哪一個方向為主？



(A)東北風 (B)東南風 (C)西南風 (D)西北風。

() 4. 右甲為某河道在一場暴雨後的水位變化圖，下列哪一個措施最有可能讓甲曲線變為乙曲線？



(A)建築堤防 (B)廣鋪柏油路面 (C)多保育溼地、並設置滯洪窪地 (D)縮減地下水道。

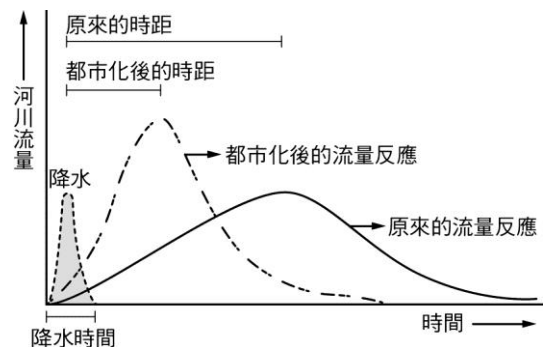
() 5. 水是造成山崩的主要原因，有關水對山崩的影響，請選出正確的選項？

(A)減少岩層間的密度 (B)引發斷層作用 (C)增加土體重量 (D)增加岩層間的摩擦力 (E)增加頁岩或泥岩的結合力。

() 6. 近年來石門水庫每逢大雨，會造成水庫蓄水濁度異常，無法作為自來水原水使用。有關降低石門水庫大雨後水庫蓄水濁度異常的敘述，下列哪一項作法不恰當？ (A)為減少水庫周遭土石崩落，鼓勵水庫周遭開墾種植蔬果 (B)設置水庫排砂設施 (C)設置分層取水設施 (D)做好水土保持，保護邊坡 (E)加強淨水廠功能。

() 7. 附圖顯示了某區域在暴風雨期間的降雨情況與其流入附近的河流流量的關係。實線為都市化前的流量反應，虛線為都市化後的流量反應。為何都市化後流量反應增高且降水時間的時距縮短？

(A)地面水分快速蒸發 (B)地面逕流量增加 (C)都市化使降雨量減少 (D)大量雨水滲入地層中 (E)河道縮小造成測量時的誤差。



- () 8. 根據中央氣象局制定地震震源深度在 0~30 公里者稱為極淺層地震；在 31~70 公里間者稱為淺層地震；在 71~300 公里間者稱為中層地震；在 301~700 公里之原震為深層地震。請參考附表的臺灣百年來重大地震災害統計，請問：百年來重大災害地震，西部傷亡程度都較東部嚴重，下列敘述何者有誤？

時間	地點	震源深度	規模	人口死亡
1904 年	嘉義附近	7	6.1	145
1906 年	嘉義縣民雄	6	7.1	1258
1909 年	臺北附近	80	7.3	9
1910 年	基隆東方近海	200	8.3	—
1935 年	竹縣關刀山附近	5	7.1	3276
1941 年	嘉義東南 10 公里	12	7.1	358
1946 年	臺南新化附近	5	6.1	74
1951 年	花蓮東南東 15 公里	4	7.3	68
1951 年	臺東北方 30 公里	36	7.3	17
1964 年	臺南東北 43 公里	18	6.3	106
1999 年	日月潭西方 9 公里	8	7.3	2413

- (A)東部易發生大地震的區域，人口數很少，故傷亡人數少 (B)西半部發生大地震的次數較東半部多，故傷亡人數多 (C)東、西部引起地震的機制並不相同，東部是板塊碰撞引起，西半部的地震則是斷層錯動引起的地震 (D)西半部人為不當的開發程度較東半部嚴重 (E)東部地震帶源較西部為深，故災害小。
- () 9. 附圖是某個觀測站所得的地震波記錄，觀測站到震源的距離為 D km，P 波的速率為 5km/s ，S 波的速率 3km/s ，若圖中的記錄 t 為 6 秒，則觀測站到震源的距離 D 為若干 km？

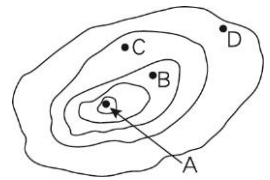


- (A)30 (B)45 (C)60 (D)75。
- () 10. 有關洪水的敘述，下列何者錯誤？
- (A)梅雨和颱風是臺灣兩大主要雨期，容易造成洪水氾濫 (B)許多排洪工程都是以 5~50 年洪水頻率設計，因此只要實際洪水量超過設計時之洪水量，就會發生水災 (C)2001 年桃芝颱風造成的水患是近 50 年來最嚴重，根據 50 年洪水頻率，未來 50 年不會再發生類似情形 (D)921 大地震是造成地表土石結構鬆軟的主因，再配合大雨，很容易造成水患。

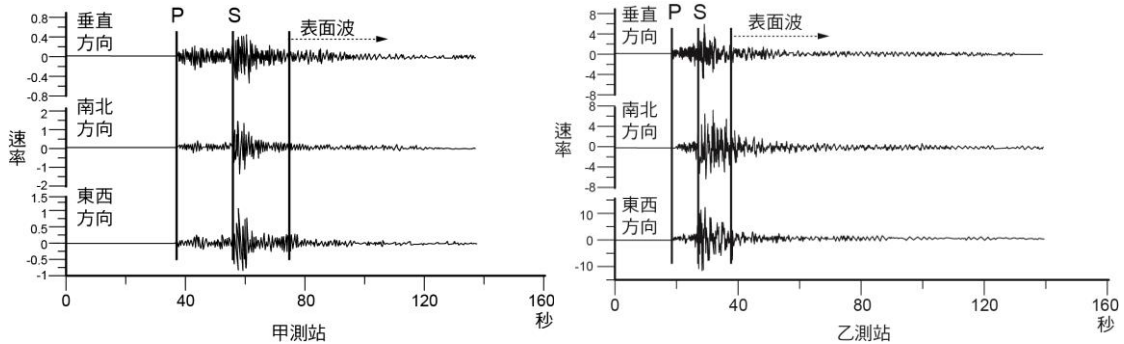
二、多重選擇題：

- () 11. 關於颱風敘述，下列何者是錯誤的？（應選 2 項）
- (A)颱風為熱帶氣旋，經常在西北太平洋誕生，發生的季節主要為夏秋雨季 (B)颱風前進的路徑受到西風帶與北太平洋高壓的影響，當北太平洋高壓弱時，登陸臺灣的機會大增 (C)颱風由上空視之為順時針旋渦，旋渦的直徑大約 100~500 公里，其中心有眼，產生上升氣流 (D)颱風通過臺灣時，一般而言，在西側比東側災害較大 (E)颱風為暖心結構，由海上吸收水蒸氣釋出潛熱，當其登陸時沒有水氣供應，因此勢力減弱。
- () 12. 臺灣最常發生地震的地方是在東部，但是相同規模的地震在西部平原反而會造成較嚴重的災害，下列哪些是可能的原因？
- (A)西部平原人口較密集 (B)西部平原的地震儀較少 (C)西部平原的震源深度較淺 (D)因為北港基盤高區較堅硬的影響，使得西部平原大部分的斷層活動只引發淺源地震 (E)歐亞板塊與菲律賓海板塊的邊界在西部平原。

- () 13. 附圖為氣象局所公布某次地震於圖在 A 附近的資料，已知曲線表示等震度線，在 B 處推算該點地震規模為 6.3，地震強度為 5 級，則比較各測站所得地震資料哪些正確？（應選 3 項）
 (A) D 點搖晃程度較 C 點小 (B) BCD 四點測得地震規模均相同
 (C) D 測站測得 P 波與 S 波時間差較 B、C 皆大 (D) A 點地震規模應該大於 6.3 (E) 斷層應在 ABD 連線方向才誘發此地震。



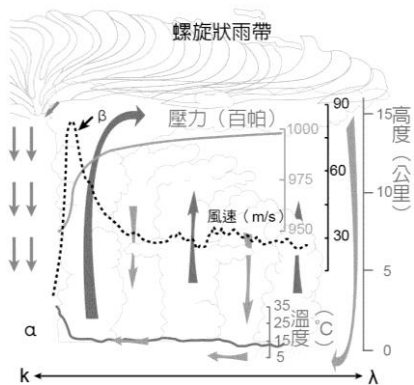
- () 14. 下列各選項中，有哪些不是山崩發生的徵兆？（應選 2 項） (A) 山坡擋土牆或建築物出現裂痕 (B) 颱風 (C) 山坡上樹木或電線桿出現傾斜 (D) 山坡面的排水由渾濁逐漸轉清澈 (E) 山坡上土壤或岩石有局部崩離或掉落。
- () 15. 某日晚上 21 時 2 分 15.2 秒在臺灣外海發生規模達 6.8 的地震，此次深度達 45.9 公里。觀察此次地震中，甲乙二測站的地震波波形，請選出下面敘述哪些正確？（應選 2 項）



- (A) 在垂直、南北、東西三方向的振動，皆以 S 波振幅最大 (B) 在東西方向上的振動，以 P 波的振幅最大 (C) 這次地震震央離甲測站較乙近 (D) 乙測站測得地震規模應較甲大 (E) 由震源位置猜測應是菲律賓海板塊與歐亞板塊相互作用造成，為正常的能量釋放。

三、題組題：

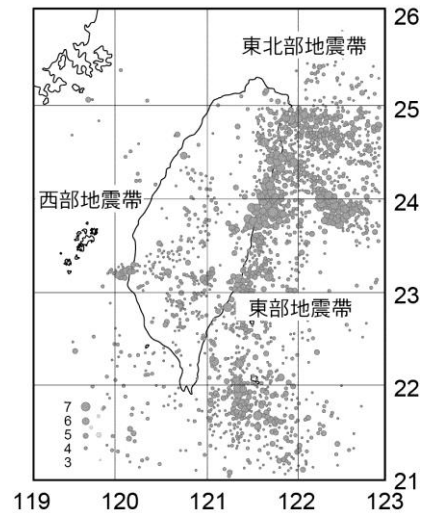
1. 附圖為由颱風中心到外圍的垂直結構剖面圖，請看圖回答下列問題：



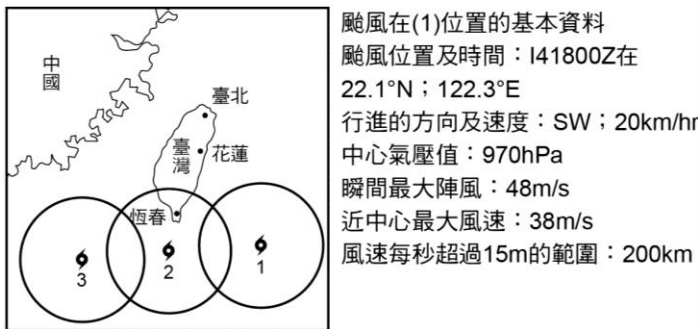
- () 16. 圖中 β 處會形成下列哪結構？(A) 颱風眼 (B) 眼牆 (C) 螺旋狀雨帶 (D) 外圍雲系。
- () 17. 下列敘述何者為中央氣象局對於颱風的強度分類依據？(A) k 到 λ 的長度 (B) 在颱風中心處的平均風速 (C) 風速的最大值 (D) 風速的最小值。
- () 18. 有關颱風垂直結構的敘述，下列何者正確？(A) k 處為颱風眼，充滿上升氣流，天氣惡劣 (B) β 處為厚厚的積雨雲，是颱風威力最強的地方 (C) β 處所發展的雲系頂端可以達到平流層層頂 (D) k 處為氣壓最高的地方。
- () 19. 為何在 α 處的溫度較其他處高？(A) 因為氣流在此處幅合下沉，壓縮增溫 (B) 因為風在此處摩擦力最強，所以此處溫度最高 (C) 因此處有沉降的氣流，空氣會蒸發而吸收潛熱 (D) 因此處有焚風產生，故溫度上升。

2. 附圖為臺灣地區地震分布圖，依此回答下列問題：

- () 20. 東、西部地震帶分布主要與臺灣島平行，主因為何？ (A)地震分布由海陸交界面所控制，此處海陸交界面，主要平行臺灣島 (B)地震主要由於中央山脈火山爆發產生，中央山脈平行臺灣島 (C)地震主要由於二板塊互相推擠造成，板塊交界平行臺灣島 (D)巧合，並沒有特定的原因。
- () 21. 關於東北部地震帶，下列敘述何者錯誤？ (A)震源較淺，深度大部分在十幾公里以內 (B)主要由於菲律賓海板塊在此隱沒入歐亞板塊造成 (C)每個點皆由各監測站即時把資料送到中央氣象局經電腦計算所定出的位置分布 (D)山坡地區若地質結構脆弱，常在強烈地震發生時造成崩塌。



3. 附圖是某次侵襲臺灣的颱風路徑圖及颱風基本資料，右附圖是中央山脈剖面圖。當颱風接近時，除風大雨大外，在某些外條件適合之下，常伴隨有焚風發生。一般颱風侵襲時，溫度在 25~28°C 之間，故當溫度突增至 34°C 以上時，已可稱為焚風，因空氣乾燥，甚易肇生農業及果樹等災害。請依圖回答下列各題：



- () 22. 颱風的路徑是由東向西移動，這樣的路徑是由於受到下列哪一個氣團之影響？ (A)大陸高壓影響 (B)太平洋高壓影響 (C)極鋒影響 (D)中緯度高空西風影響。
- () 23. 天氣圖中，颱風外圍的圓圈代表著下列何種意義？ (A)颱風的雲牆範圍 (B)颱風暴風圈範圍 (C)颱風未來行進路線的可能範圍 (D)海上、陸上颱風警報範圍。
- () 24. 當颱風在圖中 1 的位置時，恆春地區的風向可能是下列何者？ (A)東北風 (B)東南風 (C)西北風 (D)西南風。
- () 25. 焚風現象是如何形成的？ (A)西南氣流吹過恆春半島，水分減少造成乾燥 (B)風欠過中央山脈，下坡時氣塊體積收縮而增溫 (C)鋒面來襲，暖空氣快速下降，故而增溫 (D)颱風過境氣壓回升，故氣塊體積收縮增溫。

參考答案：

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

※ 環境變遷：

一、古氣候的研究方法：

古氣候	古氣候是指人類在使用氣象儀器記錄天氣情形之前的氣候狀態。		
研究方法	湖（海）底的沉積物、花粉、地質證據（煤層、化石）、歷史文獻、珊瑚、鐘乳石及冰芯。		
		海相地層	陸相地層
	寒帶	矽質軟泥、放射蟲	冰川沉積物（冰磧石）、仙女木化石
	熱帶	造礁珊瑚	乾燥：沙丘、石膏和岩鹽 潮溼：煤層、羊齒類和蕨類植物
原因	1. 十億年尺度，為溫室氣體含量。 2. 億年到千萬年尺度，為大陸漂移改變海陸分布與反照率。 3. 百萬年尺度，為板塊碰撞造山。 4. 十萬年至萬年尺度，為地球公轉軌道和地球自轉軸變化的影響。		
冰期與海平面	冰期時海平面降低，間冰期則回升。海平面快速的升降變化會造成生物物種大量滅絕。		

二、短期氣候變化：

近千年來	11 至 14 世紀為歐洲中世紀暖期，15 至 19 世紀為歐洲小冰期。								
近百年來	顯著的氣候暖化，因素仍未完全了解，但是人為因素對氣候系統已產生一定程度影響。								
國際規範	「氣候變化綱要公約」與「京都議定書」，儘量降低人為活動對自然界的干擾。								
聖嬰現象	赤道東太平洋海溫上升，氣壓下降，東風減弱，湧升流減弱，漁場消退，降雨增加。是大氣與海洋交互作用，會影響全球短期氣候變化。								
	時期	赤道信風	東太平洋湧升流	太平洋海水表面溫度	太平洋面氣壓	太平洋雨量			
				西側	東側	西側	東側	西側	東側
	正常年	強	強	高	低	低	高	高	低
聖嬰年	弱	弱	降低	升高	升高	降低	降低	升高	

<p>南方震盪</p>	<p>正常年時氣壓東高、西低，聖嬰年時氣壓東降低、西升高，回復正常年時氣壓再東升高、西降低，有如翹翹板般兩端上下起伏。「聖嬰現象」對於海水所引起的變化，與「南方震盪」對於大氣所引起的變化，其實是同一個自然現象所造成的，故合稱為 ENSO (El Niño Southern Oscillation，譯為恩索)。科學家以南太平洋東側的大溪地和澳洲的達爾文，兩地海平面氣壓距平值的差換算為一種指標，稱為南方震盪指數 (Southern Oscillation Index，簡稱為 SOI)，用來表示聖嬰／反聖嬰的變化狀態。指數為正值表示氣壓東升高西降低，反聖嬰明顯；反之，指數為負值，表示氣壓東降低西升高，聖嬰明顯。</p>
-------------	--

米蘭科維奇循環

<p>地球繞日 偏心率</p>	<p>地球繞行太陽的軌道並非正圓形(所以會有「近日點」、「遠日點」)，而且其偏心率(從 0.0034 到 0.058，現在是 0.017)會有週期性的變動，分別是 41.3 萬年偏心率變動±0.012，9.5 萬年跟 13.6 萬年(可約略算為 10 萬年)偏心率變動-0.03 到+0.02。</p>	
<p>地球自轉 軸的傾斜</p>	<p>目前的地球自轉軸與黃道面的垂直線成 23.5°的夾角(所以北回歸線、南回歸線位於 23.5°上)，但地軸的傾斜角度也是會變動的，以約 41,000 年為週期從 21.5°~24.5°作變化。當地軸傾斜較小時，夏天會較為寒冷、冬天則較為溫和，但因為夏季較冷，會觸發冰川發育與不易消退。</p>	
<p>地軸的進 動(歲差)</p>	<p>地球自轉軸本身除了傾斜之外，也有著另一種形式的擺動，稱為進動。地軸的進動會導致每年春分點和秋分點(目前春分點落在雙魚座，秋分點落在室女座)發生變動。假如在位於近日點時，因為進動使得地軸正好對著太陽，地球的某一半球將比另一半球有著更嚴酷的天氣(冷熱差異較大)，歲差週期約為 23,000 年。</p>	

三、海岸變遷：

<p>波浪與沿岸流</p>	<p>波浪在近岸碎波後會形成沿岸流，沿岸流的侵蝕及堆積作用是海岸變化的最大因素。</p>
<p>突堤效應</p>	<p>突出海岸的防波堤阻礙沿岸流的漂沙，產生「堤前堆積，堤後侵蝕」。</p>
<p>離岸流</p>	<p>當沿岸流流至水較深處會開始離岸而流，將沉積物帶入較遠較深的大海，泳者也有被帶離海岸的危險。</p>
<p>人為影響</p>	<p>臺灣最近數十年來，因水庫攔砂、河川採砂，減少海岸泥沙的供應，又因地層下陷和不當的海岸開發，海岸飽受侵蝕，海岸線有朝陸地移動的趨勢。</p>

四、永續發展

地球資源	地球資源可以依據其被利用後，在短時間內可否再生或恢復，概分為再生資源與非再生資源。
能源	地球資源中最重要的一種，必須要提高能源的使用效率，同時也要節約使用能源，減少不必要的能源消耗。
再生能源	太陽能、水力能、風力能、生質能、地熱能和海洋能等。
非再生能源	化石燃料：石油、天然氣、煤；核燃料：鈾礦。
永續發展	理念為「能滿足當代的需求，同時不損及後代子孫滿足其本身需求的發展」。人類對資源的需求與日俱增，可是地球資源卻是有限的，為了永續發展，節用資源與合理開發是人類應盡的義務與責任。

1.非再生資源

類別	使用礦產	估計可使用年限	台灣是否出產該礦產	特色
化石燃料	煤	330 年	是	主成分為碳，另有氫、氧、氮、硫等雜質，燃燒後易造成空氣汙染，主要產於北半球。
	石油	40 年	是	多產自大型沉積盆地或產自摺皺帶。
	天然氣	70 年		
核能	鈾礦	90 年	否	目前多利用核分裂方式產生熱能。

2.再生能源

能源類別	特色
水力	目前最廣為開發利用的再生資源，利用水位落差發電。
風力	設備簡單、汙染少，是人類很早即開始利用的再生能源。
太陽能	是地球上包含化石燃料等絕大部分能源的根本來源。
地熱能	主要利用地球內部岩漿所放出的熱，但受限地質條件開發不易。
海洋能	利用波浪、潮汐、洋流、海水溫差、海水鹽差轉換成為能量。
生質能	A. 有機廢物經燃燒、合成燃料或生化分解產生沼氣，再加以利用。 B. 將能源作物製成生質石油或酒精等燃料。

五、海洋能利用方法：

波浪發電	分成淺水水底固定和深水漂浮兩種，如在岸邊設振盪水柱、繫泊於海床的漂浮筒等。
潮汐發電	在海灣或河口圍築蓄水池，其中有可控制閘門和發電機，利用兩邊潮位高差，雙向水流發電，成功案例有法國 蘭斯河口的潮差發電。
海流發電	於海流流經處(約 200 公尺深)設置截流涵洞沉箱，攔截海流發電，在台灣最常被提及的有東岸外海的黑潮發電。
溫差發電	抽取深海低溫海水發電，但效率不高，可與「海洋深層水」結合，多元利用。

歷屆學測試題練習：

一、單一選擇題：

- () 1. 在過去數萬年中，地球曾經處於冰河期，全球的海陸分布與現在不同。下列有關臺灣海峽與歐亞大陸沿岸在冰河期間的敘述，何者正確？ (A)由於全球大都覆蓋在冰河下，臺灣海峽海平面上升，臺灣沿海地區的珊瑚生長帶升高 (B)由於極區冰層擴大，臺灣海峽海平面上升，臺灣沿海地區的珊瑚生長帶升高 (C)由於全球大都覆蓋在冰河下，臺灣海峽海平面下降，歐亞大陸的大型哺乳類動物（如犀牛）可能越過現今的臺灣海峽來到臺灣 (D)由於極區冰層擴大，臺灣海峽海平面下降，歐亞大陸的大型哺乳類動物（如犀牛）可能越過現今的臺灣海峽來到臺灣。
- () 2. 經由核分裂與核聚變（或稱核融合）反應所釋放出來的能量，都可以轉換用來發電。下列有關此二種反應的敘述，何者正確？ (A)核分裂與核聚變均使用鈾為燃料 (B)核聚變時釋放出來的能量，並非來自核能 (C)核聚變比核分裂產生更嚴重的輻射性廢料問題 (D)太陽輻射放出的巨大能量，主要來自核聚變反應 (E)目前已有許多發電廠利用核聚變反應提供商業用電。
- () 3. 圖 18 為某地 1972~1981 年間所觀測到大氣中的 CO₂ 濃度變化，該地的季節區分為：春季為 2~4 月，夏季為 5~7 月，秋季為 8~10 月，冬季為 11、12 月和隔年 1 月。下列關於該地大氣中的 CO₂ 濃度變化的敘述，何者正確？ (A)每年冬季 CO₂ 濃度有增加的趨勢 (B)每年春季 CO₂ 濃度有降低的趨勢 (C)每年 12 月所測得的 CO₂ 濃度最低 (D)每年 CO₂ 濃度的變化趨勢無固定的規律。
- () 4. 聖嬰現象是一種大氣與海洋的交互作用現象。假設 2022、2024、2026 和 2028 各年的 12 月，赤道東太平洋和赤道西太平洋海平面氣壓異常值（實際氣壓值減三十年長時間氣壓平均值）如表 1：

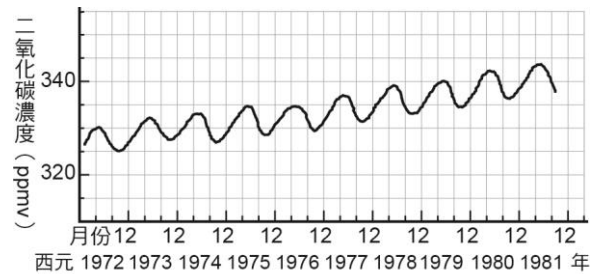


圖 18

表 1 12 月海平面氣壓異常值（百帕）

地區	2022 年	2024 年	2026 年	2028 年
赤道東太平洋	+2	-2	+1	-2
赤道西太平洋	+0	-2	-1	+2

哪個選項的 12 月最可能發生聖嬰現象？

(A)2024 (B)2026 (C)2028 (D)2022 及 2026 (E)2024 及 2028。

- () 5. 如圖 7 所示，目前地球自轉軸指向為圖中 x，與繞日公轉軸交角約為 23.5 度。如果地球自轉軸的指向偏轉為圖中 y，但交角仍為 23.5 度。僅就天文的角度來看，則地球北半球的夏天與冬天，與現況（現況）相比為何？

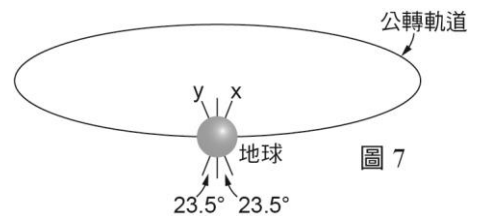


圖 7

選項	夏天	冬天
(A)	與現況差不多	與現況差不多
(B)	比現況冷	比現況熱
(C)	比現況冷	比現況冷
(D)	比現況熱	比現況熱
(E)	比現況熱	比現況冷

- () 6. 氣候是長時間尺度下，地球系統中能量交換後呈現的現象。討論氣候變遷時的重點即是地球系統能量的收支平衡。下列有關能量平衡的敘述，何者正確？(A)冬季時，高緯度溫度較低緯度寒冷，主要是因為距離太陽較遠，單位面積接收到的能量較少 (B)地球能量主要靠傳導散入外太空 (C)地表接收到的能量大於放出的能量時會造成平均溫度上升 (D)溫室氣體主要是透過吸收太陽輻射，而破壞地球能量的收支平衡 (E)地表吸收太陽光後會反射短波輻射。
- () 7. 研究人員在重建地球環境隨時間演變的歷史研究時，可以從很多材料中找尋相關紀錄。下列哪一選項的材料是最難獲得與時間演變相關的資料？(A)塊狀石英 (B)樹木年輪 (C)珊瑚化石 (D)極區冰層 (E)沉積岩層。
- () 8. 漂浮在海面上的海冰（冰山），僅考慮其融化的過程，最有可能造成當地海域發生下列哪一種現象？(A)海平面上升 (B)海平面下降 (C)表層海水鹽度增加 (D)表層海水鹽度降低 (E)表層海水溫度增加。
- () 9. 南北極的冰帽如果真的全部融化，粗略預估全球海平面最可能會上升多少高度？（提示：全球海洋的平均深度約為 4000 公尺；南極大陸的冰層厚度約 2.2km，面積約 13,000,000km²；格林蘭的面積約 1,700,000km²，冰層厚度約 1.5km；地球半徑約 6400km）(A)60~80 毫米 (B)60~80 公分 (C)60~80 公尺 (D)600~800 公尺 (E)6~8 公里 (F)60~80 公里。

二、多重選擇題：

- () 10. 地球各緯度地區所接受的陽光入射量與紅外線輻射放出量之不同，本應會造成高、低緯度的氣溫有極大差異，但是因為地球上的許多機制可以傳送能量，而縮減了地球赤道與極區的溫差。以下哪些作用對地球溫度的「年度平衡」有明顯貢獻？（應選 2 項）(A)碳循環 (B)溫鹽環流 (C)表面洋流 (D)大氣環流 (E)岩石循環。
- () 11. 下列有關能源的敘述，哪些正確？（應選 3 項）(A)煤、石油和天然氣都屬於化石燃料 (B)太陽能電池是利用光能產生電流，理論上不消耗物質 (C)核能是指核分裂或核融合時所產生的能量，並遵守質量不減定律 (D)潮汐發電、波浪發電、洋流發電、海洋溫差發電等均屬於海洋能源 (E)氫氧燃料電池的發電原理與傳統的水力發電相同，兩者在其發電過程中均不汙染環境。
- () 12. 有些科學家提出「碳封存」的辦法，來減少二氧化碳的排放。如果可以將發電廠及工廠所產生的二氧化碳，加以收集、儲存，應該有助於全球暖化效應的減緩，而這方面的各項技術發展也已經逐漸成熟（例如二氧化碳的收集、管路架設以將二氧化碳氣體注入地質結構中等技術）。採用地質儲存二氧化碳的技術是可行的，石化工業也已經有相當多的經驗。而將收集到的二氧化碳注入海洋的科技，也有相當的潛力，但目前還在研究階段，科學家擔心這種處理方式可能對海洋生態造成傷害。另外，科學家也在研究將二氧化碳轉換成碳酸鹽礦的技術，這種方式可以永久性的儲存二氧化碳，目前只有小規模的應用。這項科技要實際可行，其能源需求仍需再降低。利用化學製程處理二氧化碳，技術上可行，但卻須消耗太多能源，因此不切實際，尚待改進。根據上文及已習知的知識回答下題。下列與二氧化碳相關的敘述，哪些正確？（應選 3 項）(A)二氧化碳分子與溫室效應無關 (B)二氧化碳的增加，是導致水域優養化的主要因素 (C)二氧化碳注入海洋，可能造成海洋生態的不平衡 (D)將二氧化碳轉換成無機碳酸鹽礦儲存，也是「碳封存」的技術之一 (E)以目前的技術而言，利用化學製程來減少二氧化碳排放量，尚不符經濟效益。
- () 13. 請閱讀下列短文後，回答問題
科技的進步，大幅改善人類的的生活，但也過度耗費了物質和能量，造成空氣汙染，嚴重危害環境。由於地球的資源是有限的，因此人類如何生活才能永續發展，成為大家必須面對的課題。其中維護環境、開發能源與能源的有效利用，是當今全球各國共同

的問題，也是現代科技面臨的重大挑戰。

在開發能源方面，各國努力尋找再生能源。許多國家以酒精為生質能源，而全球生質酒精生產國如巴西與美國，主要是以甘蔗、玉米等糧食作物為原料，分別從蔗糖和澱粉中提煉酒精，技術上雖已成熟，但總有不經濟、不環保，以及爭奪糧食的質疑。近年來，各國科學家積極開發使用農業廢棄物如玉米稈、稻稈等為原料的研發方向，主要利用廢棄莖稈的纖維素、半纖維素等成分，提煉出木糖或葡萄糖，經純化過程，皆可製成純度相當高的纖維酒精。

科學家也積極研發能源有效利用的技術，例如抽蓄水力發電，就是利用離峰時間的多餘電力，將水抽蓄至較高處的方式，以儲存能量，再供尖峰時間使用。我國明潭抽蓄水力發電廠以日月潭為上池，以水里溪河谷為下池，利用兩池之間約 400 公尺的水面落差，進行抽蓄水力發電，供應臺灣尖峰電力需求，由於下池蓄水量極為豐沛，上下池水面落差可視為定值。水力發電機組的總容量為 200 萬瓩 (2×10^9 瓦)，是世界上巨型抽蓄水力發電廠之一。

使用「生質能源」，將有可能減緩下列哪些環境問題？（應選 2 項）

(A)水質優養化 (B)土石流 (C)溫室效應 (D)地層下陷 (E)酸雨。

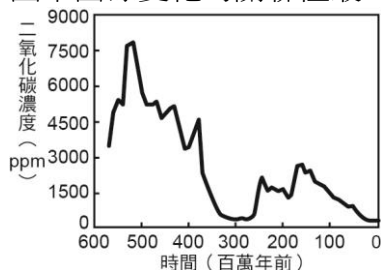
- () 14. 在地球的歷史中，氣候發生過許多次冷暖變化，地球現正處於間冰期。當地球由冰期進入間冰期時，全球氣溫上升，會引發哪些現象？（應選 2 項）
- (A)冰川後退、冰原範圍減小，全球平均海平面上升 (B)冰層融解，原先被覆蓋的陸地上升 (C)冰融後，因淡水大量注入海洋，造成海洋溫鹽環流增強 (D)水氣蒸發量降低、降雨少，沙漠擴張 (E)熱點火山噴發活動旺盛，釋出大量溫室氣體

三、題組題:

1. 請閱讀下列短文後，回答第(1)~(2)題

碳循環主要是指碳元素在地球的大氣圈、生物圈、水圈及岩石圈等儲存庫之間的交互作用：生物透過光合作用與呼吸作用，使碳於大氣圈及生物圈之間循環；因二氧化碳在水中的溶解度變化，使二氧化碳在大氣圈與水圈之間交換；而在海洋中的沉積物經成岩作用可以將碳儲存至岩石圈；火山作用又可將岩石圈中的碳釋出至大氣圈；而鈣、鎂矽酸鹽類岩石的化學風化作用需使用大氣中的二氧化碳為反應物來分解岩石。碳元素在碳儲存庫之間的交互作用是一種動態平衡的關係。所以在不同的地質年代，大氣中的二氧化碳濃度會呈現不同的變化。

- () 15. 圖為地球科學家根據不同年代岩石中的相關化學成分，由全球尺度的觀點，推論顯生元以來至工業革命之前，地球大氣中二氧化碳濃度的變化情形。下列哪些選項與圖中曲線變化的關聯性最為密切？（應選 2 項）



- (A)太陽光度的增加與減少 (B)岩石風化速率的增加與減少 (C)石灰岩沉積速率的增加與減少 (D)陸地植物與動物多樣性的增加與減少 (E)大氣中水氣含量及雲量的增加與減少。
- () 16. 現今的全球暖化問題，主要是下列哪一因素所造成？
- (A)火山作用頻率減少 (B)風化作用速率增加 (C)人類栽種植物面積增加 (D)可溶解於海洋中的二氧化碳含量增加 (E)埋藏於地層中的有機物質快速減少並氧化。

2. 閱讀下面取自報紙的短文，回答第(1)~(2)題。

據研究，氣候環境不穩定之變動是颱風形成之要因之一。產業升級增加二氧化碳之排放，隨之地球溫室效應的增強，是導致大氣不穩的原因之一。

過去一百年，地球整體表面的平均氣溫，大致每年上升攝氏0.005度，據研究，其主因為大氣中「溫室效應氣體」之二氧化碳、甲烷、氟氯碳化合物等濃度的增加。

因為地球溫室效應，導致大氣與海水的溫度皆上升，使得大氣與海水之間的熱與水分的循環量起微妙變化。如此，大氣之流動亦會變化。近幾年世界各地頻繁發生之多雨、颱風、洪災、乾旱、異常低溫等「異常氣象」，溫室效應亦為原因之一。

溫室效應對河川、沿海水域之水文環境的影響，亦不可忽視。氣溫一增高，則水分的蒸發散量亦會增加，河川之流量會減小，直接影響整體水資源的開發利用；地表溫度上升會導致動植物、浮游生物更加繁殖，下水道亦會增加臭味；與沿海因高潮位產生海水倒灌之海岸災害等。

總之，漠視「地球溫室效應」對氣候環境變動的影響，會增加自然環境對人類的反撲力量。這可能是大家痛定思痛此次洪水災害之相關問題時，常忽略、卻應加以省思的重要課題。

- () 17. 依據此短文之描述，下列有關溫室效應的敘述何者正確？ (A)溫室效應只造成地球的平均氣溫的增加，不會引起其他效應 (B)本文所指的溫室效應氣體是二氧化氮、氯氣、甲烷等三種氣體 (C)溫室效應是防災科技必須重視的課題之一 (D)地表溫度上升會造成空氣中水氣含量的減少。
- () 18. 若僅考慮溫室效應，且西元 2000 年地球的平均氣溫是 15°C，那麼西元 1900 年時的地球平均氣溫為何？ (A)10°C (B)14.5°C (C)15.5°C (D)20°C (E)資料不足，無法估計。
3. 近年來，全球變暖的問題日益引起人們的關注，雖然南極和北極在地理上離我們很遙遠，但是極地變化與我們的生存環境息息相關。例如，因為南、北極終年低溫，故由南極和北極向低緯度移動的氣團或洋流溫度均較低緯度地區低，而現今因全球暖化所導致南、北極冰層體積縮小，會使得全球海平面上升。南北極的降雪因終年低溫而不融化，故原先地上的雪受到後來積雪壓力而凍結成冰時，可以將當時的空氣包裹在冰層之中，形成氣泡。科學家從鑽探極地冰層取得的冰芯中，可以獲得當時大氣中 CO₂、CH₄ 等氣體資料，顯示古氣候的變化。研究結果顯示，自工業革命以來，全球大氣中的溫室氣體含量持續在增加之中。南極冰芯中保存著約 65 萬年前以來的氣候環境變化記錄，而北極格陵蘭冰蓋中則保存著過去約 25 萬年的氣候環境變化記錄。因此，極地氣候研究有助於科學界了解地球氣候的變化史，評估氣候變暖對全球的影響。依據上文回答下列問題。
- () 19. 南極和北極的環境變化與地球氣候息息相關的原因為何？ (A)極地地區是全球氣候的冷源 (B)極地地區是全球表面洋流的發源地 (C)極地地區降下的雪均會於夏季時融化 (D)北極極地地區冰川體積減小不會導致全球海平面上升。
- () 20. 假若上文中所取得之南極和北極格陵蘭冰蓋的冰芯氣泡都已經達到各自冰層厚度的極限，則下列有關極地冰層中氣泡的相關敘述，哪一選項正確？ (A)南極冰層比北極格陵蘭冰層早形成 (B)冰層中的氣泡成分主要為二氧化碳和甲烷氣體 (C)目前冰層中的氣泡最老僅可用來研究自 25 萬年前以來的大氣成分 (D)自工業革命以來至今，冰層中氣泡的甲烷氣體含量逐漸降低。

參考答案：

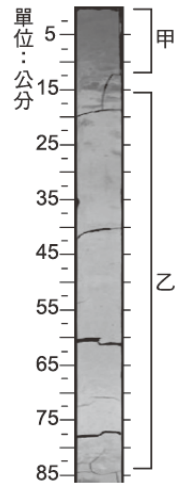
1	D	2	D	3	A	4	C	5	E	6	C	7	A	8	D	9	C	10	C,D
11	ABD	12	C,D,E	13	CE	14	A,B	15	BC	16	E	17	C	18	B	18	A	20	A

單元練習：

一、單一選擇題：

- () 1. 下列有關溫室效應氣體的敘述，何者正確？ (A)大氣中的主要成分氮和氧皆是溫室效應氣體 (B)因其會吸收太陽的短波輻射而造成地球暖化 (C)當其吸收了輻射能量之後，會再輻射出能量給地表 (D)其在大氣圈中的濃度不會受到岩石圈、水圈與生物圈作用的影響。
- () 2. 有關間冰期的敘述，下列何者正確？ (A)兩個冰期之間較溫暖的時期 (B)當氣溫低於地球平均溫度的時間 (C)氣溫持續增溫數年的時期 (D)溫室氣體增多的時期 (E)太陽輻射量增強的時期。
- () 3. 氣候是長時間尺度下，地球系統中能量交換後呈現的現象。討論氣候變遷時的重點即是地球系統能量的收支平衡。下列有關能量平衡的敘述，何者正確？ (A)冬季時，高緯度溫度較低緯度寒冷，主要是因為距離太陽較遠，單位面積接收到的能量較少 (B)地球能量主要靠傳導散入外太空 (C)地表接收到的能量大於放出的能量時會造成平均溫度上升 (D)溫室氣體主要是透過吸收太陽輻射，而破壞地球能量的收支平衡 (E)地表吸收太陽光後會反射短波輻射。
- () 4. 有關地球大氣中影響天氣變化最大的溫室效應氣體，以及因人類大量燃燒化石燃料而增加的溫室效應氣體，下列何者正確？

	影響天氣變化最大	人類大量燃燒化石燃料
(A)	CO ₂	CO ₂
(B)	CO ₂	H ₂ O
(C)	H ₂ O	H ₂ O
(D)	H ₂ O	CO ₂



- () 5. 右圖為一段海洋沉積物岩芯，圖中甲和乙代表不同沉積時期，有關甲乙兩時期的比較，何者是正確的敘述？ (A)甲富含黏土礦物，較乙時期寒冷 (B)甲富含黏土礦物，較乙時期溫暖 (C)甲富含碳酸鹽礦物，較乙時期寒冷 (D)甲富含碳酸鹽礦物，較乙時期溫暖。
- () 6. 下列何項再生能源是我們的政府目前積極推廣的項目？ (A)慣常水力發電 (B)風力發電 (C)太陽光電 (D)地熱發電。
- () 7. 假設 2022、2024、2026 和 2028 各年的 12 月，赤道東太平洋和赤道西太平洋海平面氣壓異常值（實際氣壓值減三十年長時間氣壓平均值）如附表，下列哪個選項的 12 月最可能發生聖嬰現象？

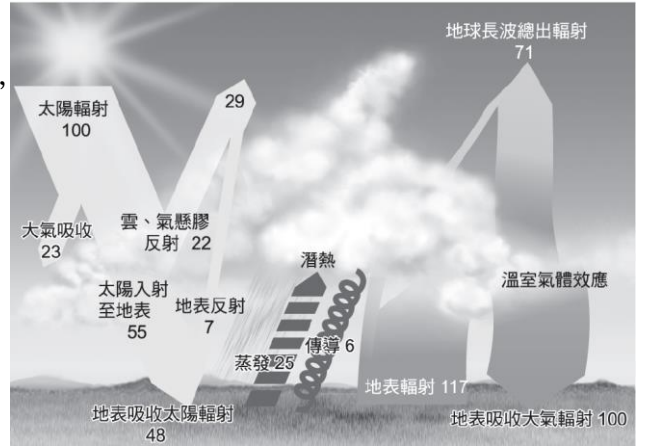
地區	2022 年	2024 年	2026 年	2028 年
赤道東太平洋	+2	-2	+1	-2
赤道西太平洋	+0	-2	-1	+2

- (A)2024 (B)2026 (C)2028 (D)2022 及 2026 (E)2024 及 2028。
- () 8. 永續發展的內涵不包括： (A)滿足當代人類的需求 (B)不損及後代子孫滿足其需求的能力 (C)不超出環境承載力 (D)無限制使用資源以持續提升人類的生活品質。
- () 9. 地球剛形成時的太陽輻射強度與現今比較，下列何者較為正確？ (A)強度僅及現在的 5.0% (B)強度僅及現在的 70% (C)強度與現在差不多 (D)強度是現在的 170%。
- () 10. 下列何者屬於生質能源的優點？ (A)生產成本偏高 (B)提升食物物價 (C)製造效率低 (D)低硫。

二、多重選擇題：

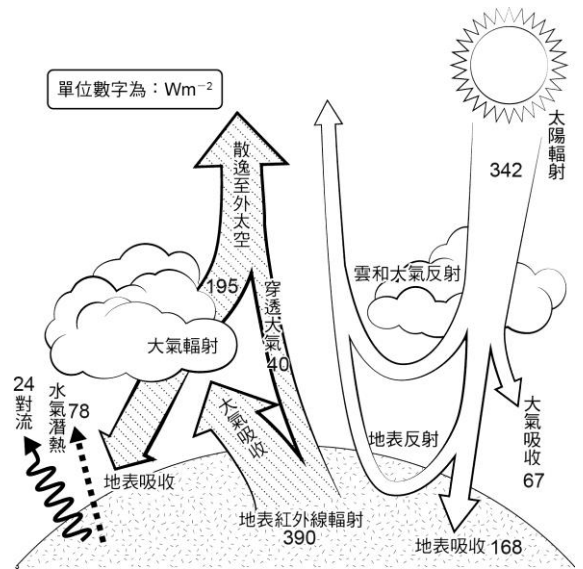
- () 11. 下列哪些現象可能是溫室效應加劇產生的結果？(A)臭氧層破洞 (B)湖泊優養化 (C)海平面上升 (D)地下水水位後退 (E)兩極冰川融化。

- () 12. 下列有關礦產資源的特性敘述，哪些正確？（應選二項） (A) 礦產資源的地理分布非常均勻 (B) 金屬礦產大多以元素狀態存在於自然界，加工容易 (C) 非金屬礦產大多不需要提煉的過程即可使用 (D) 金屬礦產中，鐵是地殼中含量最多的金屬 (E) 石英可作為玻璃、電晶體的原料。
- () 13. 下列有關能源的敘述，哪些正確？（應選三項） (A) 煤、石油和天然氣都屬於化石燃料 (B) 目前生質能製造效率低，且容易排擠糧食作物 (C) 目前使用的核能大部分是利用核融合方式取得大量能量 (D) 潮汐發電、波浪發電、海流發電、海洋溫差發電等均屬於海洋能源 (E) 太陽能的使用不會受天候影響。
- () 14. 附圖為地表與大氣的能量收支平衡圖，數字是假設太陽輻射能量為 100 單位，則各部分能量的傳輸為相對多少單位，X 為地球長波總輻射量，Y 為地表吸收太陽輻射量，Z 為地表輻射量，請判斷圖中的 XYZ 數值計算方式哪些才是正確的？（應選 3 項）
- (A) $X = 100 - 29 = 71$
 (B) $X = 100 - 29 - 25 - 6 = 40$
 (C) $Y = 55 - 7 = 48$
 (D) $100 + Y = 25 + 6 + Z$
 (E) $100 - X = 23 + 25 + 6 - Z$ 。
- () 15. 當聖嬰現象發生時，關於秘魯附近的海洋與大氣狀況，下列敘述哪些正確？（應選 2 項） (A) 海水的溫度較平時為低 (B) 深層的海水向上湧升較平時為多 (C) 降雨的情況較平時為高 (D) 東風的強度較平時為弱 (E) 海洋混合層厚度較平時薄。

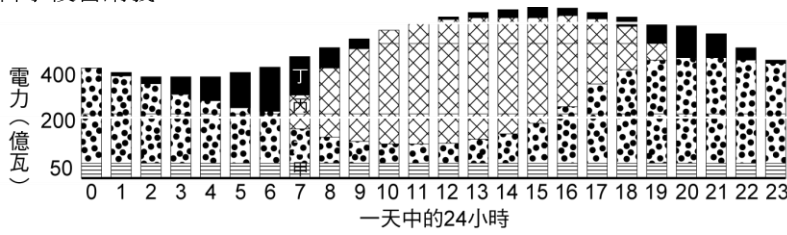


三、題組題：

1. 請參考附圖地球能量收支情形示意圖作答下列問題
- () 16. 關於地球能量進出各分量的描述何者正確（數字單位為 Wm^{-2} ）？ (A) 太陽輻射的 342 能量，主要為紫外線 (B) 地表輻射出 390，主要為紅外線 (C) 穿透大氣的 40 可能是可見光、紅外線或者無線電波段 (D) 地表輻射出的 390，會被大氣反射 324。
- () 17. 對地表系統而言，總吸熱的數值多少？ (A) $235 Wm^{-2}$ (B) $452 Wm^{-2}$ (C) $492 Wm^{-2}$ (D) $519 Wm^{-2}$ 。
- () 18. 下列何者最能表達溫室效應的能量收支情形（單位均是 Wm^{-2} ）？ (A) $235 + 107 = 342$ (B) $67 + 168 = 235$ (C) $24 + 78 + 390 = 492$ (D) $24 + 78 + 67 + (350 - 195) = 324$ 。

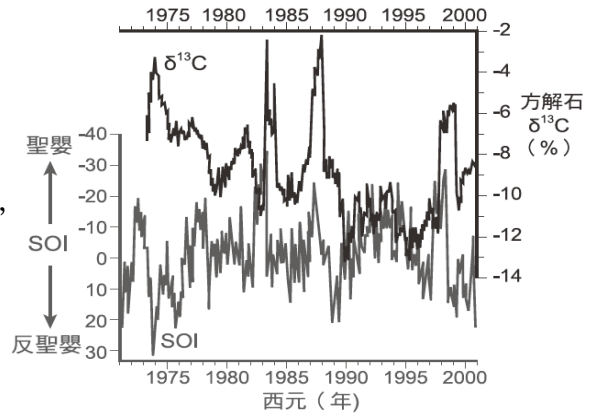


2. 科學家建議若將水力、地熱、太陽能、風力等再生能源精心的組合，可以穩定供電，並以美國加州案例研究 2020 年 7 月計算如何以四種再生能源，滿足加州一天 24 小時的全部電力需求，如下圖所示，其設計原理為利用加州的地熱為穩定供應的基載電源，而夜晚有較強的風力，若有電力不足之數，可佐以水力發電。試回答下列問題。



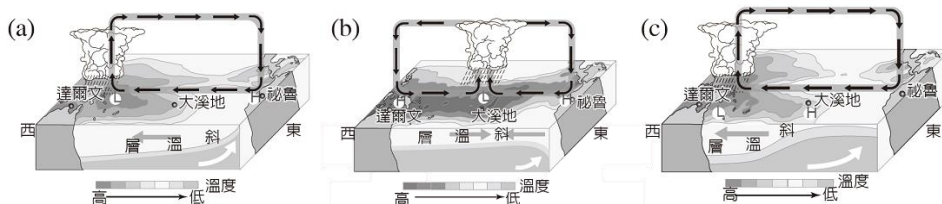
- () 19. 圖中的甲最可能為何種能源？ (A)水力 (B)地熱 (C)太陽能 (D)風力。
 () 20. 圖中的乙最可能為何種能源？ (A)水力 (B)地熱 (C)太陽能 (D)風力。
 () 21. 圖中的丙最可能為何種能源？ (A)水力 (B)地熱 (C)太陽能 (D)風力。
 3. 由一塊歷史久遠的石筍中方解石求得碳同位素 ($\delta^{13}\text{C}$) 含量，並將南方振盪指數 (SOI) 和 $\delta^{13}\text{C}$ 的歷史紀錄一比，如附圖，試回答下列問題。

- () 22. 由圖中可判斷哪些年代為聖嬰年？
 (A)1973~1974 年 (B)1982~1983 年
 (C)1988~1989 年 (D)2000~2001 年。
 () 23. 圖中所呈現聖嬰年和碳同位素 ($\delta^{13}\text{C}$) 間的關係為何？ (A)聖嬰現象發生約 1 年後，方解石沉積物的 $\delta^{13}\text{C}$ 會增加 (B)聖嬰現象發生約 1 年後，方解石沉積物的 $\delta^{13}\text{C}$ 會減少 (C)聖嬰現象發生約 1 年前，方解石沉積物的 $\delta^{13}\text{C}$ 會增加 (D)聖嬰現象發生約 1 年前，方解石沉積物的 $\delta^{13}\text{C}$ 會減少。



- () 24. 雖然文中敘述南方振盪指數 (SOI) 和 $\delta^{13}\text{C}$ 存在著很好的相關性，但下列哪些年可能不適用此一結論？ (A)1971~1972 年 (B)1977~1978 年 (C)1982~1983 年 (D)1987~1988 年。
 () 25. 何者較可能是聖嬰年來臨時的自然異常現象？ (A)熱帶太平洋的東風增強 (B)東太平洋海水溫度變低 (C)東太平洋的斜溫層變淺 (D)造成臺灣乾旱的機率增加。

4. 下圖為描繪(a)正常時期、(b)聖嬰時期與(c)反聖嬰時期的赤道太平洋上大氣和海洋環流狀況示意圖，請根據下圖回答以下問題。



- () 26. 下列關於此區域海水、大氣環流的敘述，下列何者正確？ (A)聖嬰時期，因東太平洋湧升流消失，斜溫層深度變淺 (B)聖嬰時期，東太平洋水溫會上升 (C)反聖嬰時期，西太平洋水溫與海面高度都較正常年時期低 (D)反聖嬰時期因赤道東風減弱，導致降雨區逐漸東移 (E)大約每隔 11 年會發生一次聖嬰事件。
 () 27. 下列關於聖嬰現象發生時，地表面的氣候狀況敘述何者錯誤？ (A)南美洲的祕魯乾旱成災 (B)澳洲東部及沿海地區雨量減少 (C)颱風侵臺次數會較少 (D)東南亞地區可能發生大規模的森林大火並引起霾害 (E)西太平洋的溫暖海水東移。
 () 28. 沃克博士長期觀測達爾文與大溪地之間大氣氣壓值的變化，發現於聖嬰年時期，澳洲 達爾文的氣壓值較正常年如何？ (A)降低 (B)增大 (C)不變。

參考答案：

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

※ 天文部分：

一、宇宙的起源：

1. 霹靂說：宇宙膨脹會使溫度降低，反推宇宙過去，宇宙是一個非常高溫的狀態。及宇宙由一個高溫、高密度狀態，由一次大爆炸引起急速膨脹的宇宙起源學說。

2. 霹靂說的證據：

(1) 紅移現象（光的都普勒現象）證明宇宙正在膨脹中。

(2) 宇宙 3K 背景輻射：發現太空中由各方向很均勻地射來微弱的電波，很類似由一個絕對溫度 3 度的物體所發出的熱輻射。宇宙膨脹降溫至今約絕對溫度 3 度。

3. 赫伯定律：宇宙中各個方向的星系均在離我們而去，越遠的星系離開速度越大。

$$V=H_0d$$

V：星系奔離速度（公里/秒）

d：星系的距離（百萬秒差距）

H₀：赫伯常數

4. 宇宙的起源估計約於 137 億年前形成。

二、宇宙的結構

結構（大小）	宇宙	實例	其他
大 ↓ 小	星系群（包含數十到數百個星系）／星系團（包含數百個星系以上）	本星系群（直徑約300萬光年；由30幾個以上的星系所組成；包含銀河系在內）	室女座星系團、大熊座星系團
	星系	銀河系（直徑約10萬光年）	大、小麥哲倫星系及M31仙女座大星系
	星團	M15球狀星團、M45疏散星團（昴宿星團）	
	恆星	太陽	天狼星、織女星
	行星／矮行星／太陽系小天體	地球／冥王星／彗星、小行星	
	衛星	月球	

1. 星團的分類：

	恆星數量	恆星年齡	恆星質量	恆星重元素含量	分布位置
球狀星團	較多	年老	小	少	銀暈
疏散星團	較少	年輕	大	多	漩渦臂

2. 星系：由恆星、星團、星際雲氣、星際塵埃所組成的大集團，平均約含百億顆恆星，是構成宇宙的基本單位。

3. 銀河系：直徑約 10 萬光年的圓盤螺旋（正面），厚約 1.5 萬光年的凸透鏡狀（側面），太陽位於距中心 3 萬光年的人馬臂上（屬螺旋狀星系）。

4.星系的分類：

- (1) 螺旋狀星系：又分正型螺旋星系與棒狀螺旋星系兩種，
- (2) 橢圓狀星系：
- (3) 不規則星系

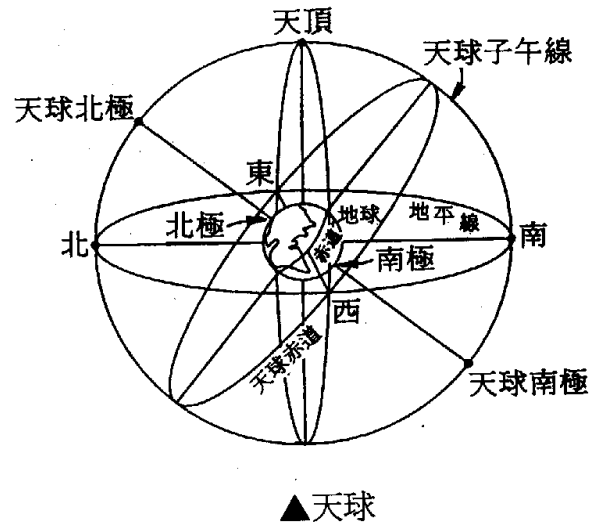
5.本星系群：包含銀河系的 30 多個星系所組成的星系群，直徑約 300 萬光年。

6.星系群與超星系群：幾十個星系群組成一個超星系群。

三、 認識星空

1.天球：以地球為中心，半徑無限大的球。所有天體鈞投影在此球表面。

- (1) 天頂：觀察者的正上方，通過天球中心的鉛直線與天球的交點。
- (2) 天底：觀察者的正下方，通過天球中心的鉛直線與天球的交點。
- (3) 天球北極：延長地球的自轉軸與天球的交點，在北極上方者稱之
- (4) 天球南極：延長地球的自轉軸與天球的交點，在南極上方者稱之。
- (5) 天球地平線：通過天球中心與水平面平行延長和天球相交的大圓。

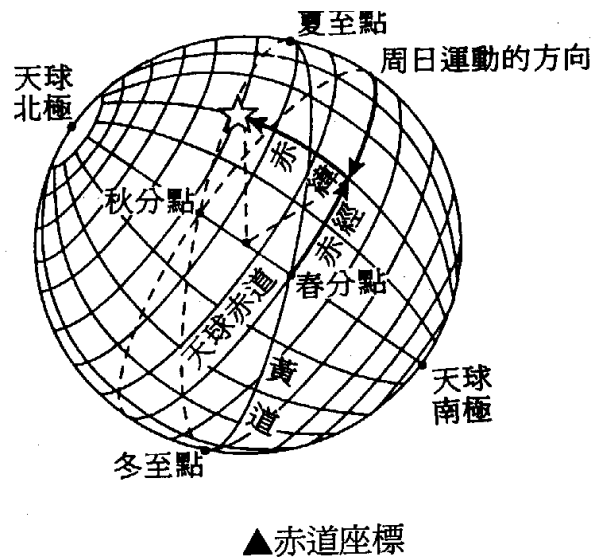


- (6) 天球子午線：通過天球北(南)及與天頂(底)的大圓。與天球地平線及天球赤道垂直。
- (7) 天球赤道：地球的赤道面延伸與天球相交的大圓。與地球自轉軸垂直。

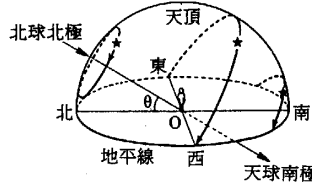
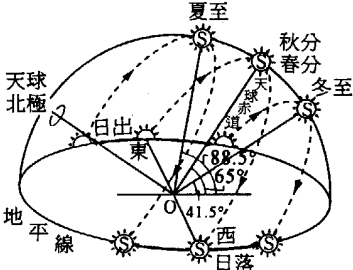
2.赤經：天球座標系統上，延天球赤道從春分點開始向東算起，共劃分成 24 小時的座標單位。

3.赤緯：天球座標系統上，以天球赤道為 0 度，往天球南北及劃分 90 度的座標單位。

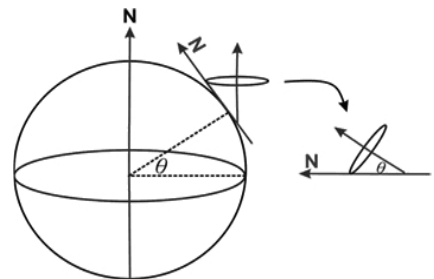
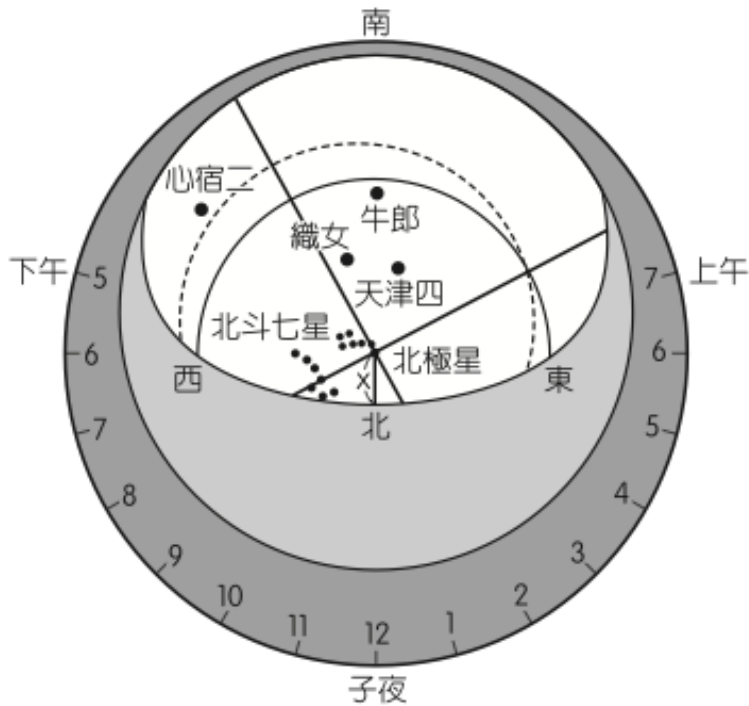
4.星座：由數個恆星所組成，依國際天文聯合會議決，將天球分為 88 個星座，以神話或傳說人物、動物或器具命名。(中國分三垣四象，依官制或名間器物命名)



5. 恆星的運動：

名稱	解釋	簡圖
恆星的周日運動	恆星以逆時鐘方向繞天球北極運動，繞行軌道與天球赤道平行，由東向西運動（如太陽、星星東昇西落）。	 <p>▲恆星的周日運動</p>  <p>▲在台北（北緯 25°）的場合 太陽過中天的高度在夏至最高，在冬至最低。</p>
恆星的周年運動	以一年為週期由東向西轉一圈，恆星在天球上每一天向西移動 1 度，及星星每天提早 4 分鐘升起，因此同依地點在不同季節所見的星空不同，但一年後相同地點相同時間所見的星空會相同。	
太陽的周日運動	地球上所見太陽在天球上每日移動的軌跡，因季節及緯度不同，所見軌跡不同。	
太陽的周年運動	太陽在天球上的黃道由西向東以一年一圈週期繞轉（約一日 1 度，4 分鐘）。黃道：太陽在天球上移動的軌跡，與天球赤道夾 23.5 度。	

6. 星座盤：



7. 太陽日、恆星日、朔望月、恆星月、回歸年、恆星年比較：

種類	定義	角度	時間長度
太陽日	太陽連續二天通過中天所經過的時間	地球自轉角度 361 度	真太陽日每日不同 平均太陽日 24 小時
恆星日	同一恆星連續二次通過中天所經過的時間	地球自轉角度 360 度	23 小時 56 分
朔望月	從「望」到「望」或從「朔」到「朔」的月相盈虧週期	繞地球公轉角度大於 360 度 約 390 度	29.53 日 (陰曆的一月)
恆星月	月球繞地球公轉的週期以無限遠的恆星為參考點	繞地球公轉角度 360 度	27.32 日
回歸年	連續兩個冬至所經過的時間。		365.2422 日
恆星年	以恆星為參考基準，地球公轉太陽 360 度的時間。		365.2564 日(轉回歸年長 20 分 24 秒)恆星年是由於年歲差的關係，較回歸年長一些

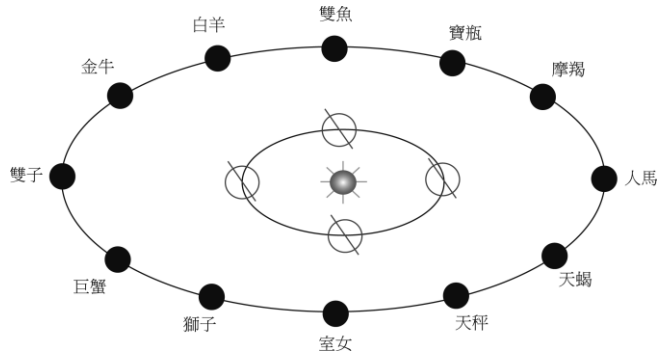
8. 曆法

	陽曆	陰曆	陰陽曆(農曆)
基本週期	回歸年	朔望月	陽曆→24 節氣。 陰曆→以月相計日。
天體	以太陽的周年運動為依據，和月球無關。	以月球運動為依據，和太陽無關。	
備註	每 4 年置閏， 每 100 年不置閏， 每 400 年又置閏。	陰曆年與回歸年相差 11 天，約 33 年就循環一次，第 17 年時冬夏正好完全相反，不能符合農業生產需求，現只作為設定宗教節日使用。	每 19 年中須加入 7 閏月，稱為十九年七閏，原因是 $365.2422 \times 19 \div 29.536 \times (12 \times 19 + 7)$

9. 節氣與晝夜長短：

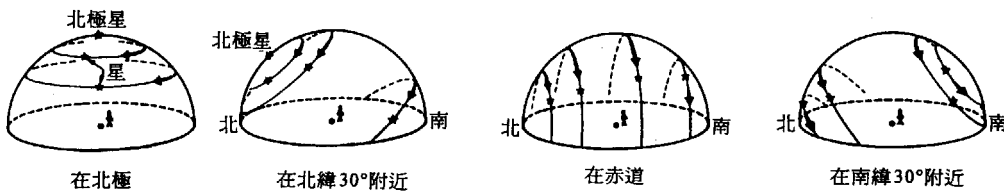
節氣	日期	太陽直射	晝夜長短	日出、日落方位
春分	3/21	赤道	晝夜等長	正東升起、正西落下。
夏至	6/22	北迴歸線	北半球晝長夜短， 南半球反之。	東偏北升起，西偏北落下。
秋分	9/23	赤道	晝夜等長	正東升起、正西落下。
冬至	12/22	南迴歸線	北半球晝短夜長， 南半球反之。	東偏南升起，西偏南落下。

10.黃道十二宮：太陽在天球上移動會經過 12 個星座稱之。



11.不同緯度的星空：(北半球，觀測北極星的仰角，剛好等於觀測地的緯度)

如下圖所示。



12.日食：月球落到太陽與地球之間，三者約略呈一直線，即月球擋住太陽，地球陰影區所見。

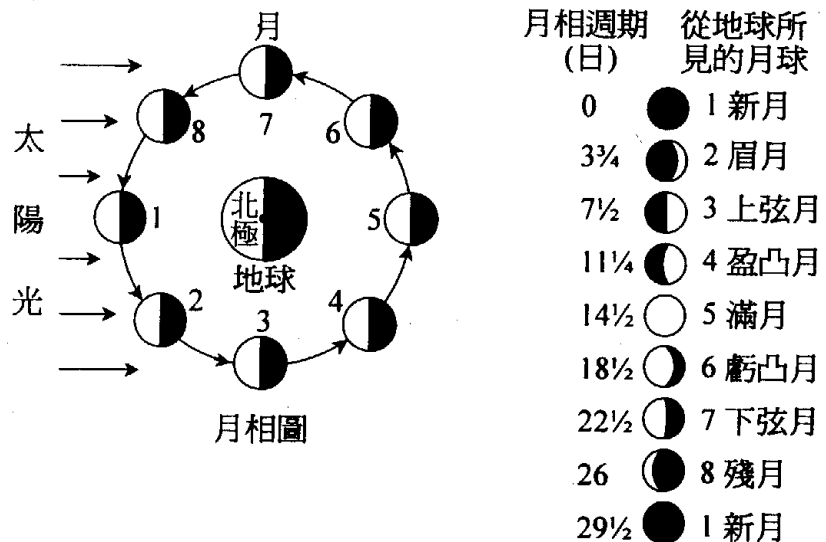
- 日食種類：
- (1) 日全食：月球在近地球點
 - (2) 日偏食：日全食、日環食時皆可看到
 - (3) 日環食：月球在遠地球點

13.月食：地球在太陽與地球之間，三者約略呈一直線，即月球進入地球的影子中。

- 月食種類：
- (1) 月全食：月球整個進入地球的本影區
 - (2) 月偏食：月球僅部分進入地球本影區
 - (3) 半影月食：月球整個通過地球的半影區

註：沒有月環食，因為地球比月球直徑大，且距離較近。

13.月相的變化 (右圖)



四、**星球的物理性質**

1.亮度 (B)：地面上單位面積，單位時間所接收恆星的輻射能量。

$$B = \frac{L}{4\pi d^2} \quad L: \text{光度} \quad d: \text{恆星到地球的距離}$$

- (1) 視星等 (m)：天上肉眼所見最暗的星定為 6 等星，肉眼可見最亮的恆星定為 1 等星，亮度越大，星等越小。
- (2) +1 等星的亮度是+6 等星亮度的 100 倍，所以星等每差一等星亮度差 2.512 倍。
- (3) 星等有正負值，如 -1 等星，-23 等星，0 等星，5 等星.....。

星體／望遠鏡	視星等
太陽	-26.7
滿月	-12.6
金星最亮時	-4.4
天狼星	-1.4
織女星	+0.0
北極星	+2.0
肉眼可見最暗星等	+6.0
雙筒望遠鏡	+10.0
大型望遠鏡	+21.0
哈柏太空望遠鏡	+30.0

2.光度 (L)：單位時間輻射出的電磁波總能量。

$$L = 4\pi\sigma R^2 T^4 \quad R: \text{星體半徑} \quad T: \text{星體表面溫度}$$

絕對星等 (M)：將星體放在距地球 32.6 光年上，地球上所見該星體的視星等 (亮度) 稱之。

視星等與絕對星等的關係

$$m - M = 5 \log d - 5 \quad d: \text{以秒差距 (pc) 為單位}$$

1 pc = 3.26 ly -3.1×10¹³ 公里

3.星球顏色與表面溫度 (T)：

(1) 表面溫度大小：

光譜型	溫度範圍 (千 K)	恆星顏色	具代表性的恆星
O	30~50	藍白／紫	參宿三 (獵戶座 δ 星)
B	11~30	藍白	參宿七 (獵戶座 β 星)
A	7.5~11	白	天狼星 (大犬座 α 星)
F	5.9~7.5	黃白	老人星 (船底座 α 星)
G	5.2~5.9	黃	太陽
K	3.9~5.2	橘	畢宿五 (金牛座 α 星)
M	2.5~3.9	紅	參宿四 (獵戶座 α 星)
L	1.3~2.5	暗紅	棕矮星 Teide 1
T	<1.3	暗紅	棕矮星 Gliese 229B

(2) 太陽表面溫度約 6000 K，顏色呈黃色。

(3) 獵戶座 β 星 (參宿七) 顏色為偏藍色，獵戶座 α 星 (參宿四) 顏色為偏紅色。

4. 黑體輻射：

黑體是物理學想像的一個理想物體，只要在絕對零度以上，它能吸收任何波長的能量，使其溫度上升至特定溫度後，再以輻射的型式將所吸收的能量完全釋出。

* 韋恩定律(Wien's displacement law)：

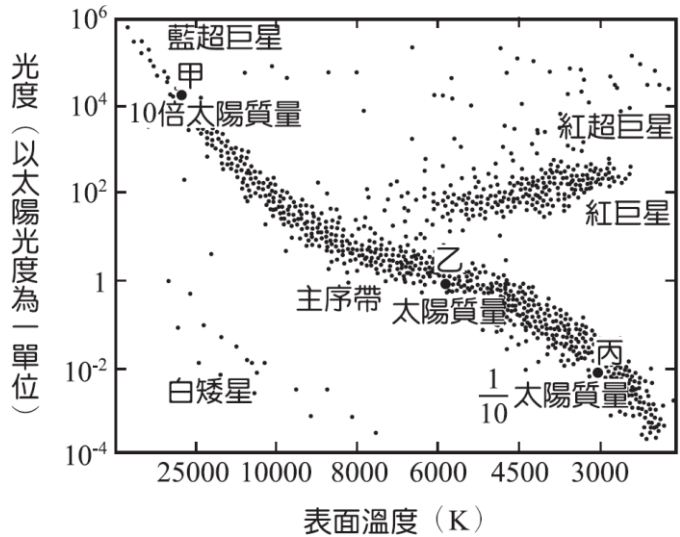
指出黑體溫度 T 與輻射能量最強的波長 λ_{max} 的關係為 λ_{max} T = 常數，也就是溫度越高，輻射出來的最大能量的波長越短

5. 恆星光譜分類

(1) 光譜

圖例	光譜名稱	光譜成因
	甲：連續光譜	熱的物體都會輻射出。
	乙：吸收光譜	熱輻射經過較冷的氣體時，部分波段的能量被吸收。
	丙：發射光譜	以另外能量照射氣體，超過一定的量時，氣體分子受激發出，發出特定頻率的光。

(2) 赫羅圖：



- i. 以恆星發光能力(光度)和表面溫度為坐標軸畫圖所得圖表。以恆星的絕對星等和光譜分類(光譜型)為坐標軸，或以恆星光度和顏色為坐標軸所得圖表，也是赫羅圖。圖中，絕大多數恆星聚集在一條從左上到右下的帶狀區域中，此區域稱為主序帶，帶上的星稱主序星。右上方恆星光度強，表溫低，主要因為體積很大，分別是紅巨星和紅超巨星；左下方則相反，是為白矮星。
- ii. 右上角的恆星光度高，表面溫度卻低，由韋恩定律得知，其單位面積發出的輻射不多，但卻能發出很大的總輻射，顯然它的半徑一定很大。由於表面低溫而偏紅，體積又大，故稱為紅巨星。
- iii. 赫羅圖的左下角正好相反，溫度很高，光度卻小，可知半徑很小。由於表面高溫而偏藍白，體積又小，故稱為白矮星。

iv. 紅巨星與白矮星：

星體	表面溫度	光度	說明
紅巨星	低	高	恆星演化境入氦融合反應(或原子量更高元素的融合反應)階段時，內部的高溫高壓造成星球膨脹的結果，典型紅巨星的半徑是太陽的 100 倍以上。
白矮星	高	低	恆星不再進行融合反映時，收縮成為一個體積非常小的天體，剛收縮時，表面溫度會增高，因此它們的表面溫度與一般大質量恆星差不多。

v. 恆星的演化：

主序帶	主要靠向內的重力塌縮壓力，與向外的輻射膨脹壓力，恆星在主序帶，隨著年齡增加，體積會增加，亮度也會升高，但表面溫度下降。零齡主序星在下端，隨著星齡的增加逐漸右移。到了主序帶上緣，核的氫燃料耗盡，核融合終止，恆星離開主序帶，走向死亡。	
主序帶後的演化	與質量有密切相關，分成三類： (M) 代表太陽質量 (1) $< 0.4M$ 重力位能耗盡，形成黑矮星。 (2) 介於 $8\sim 0.4M$ 歷經巨星、行星狀星雲、白矮星。 (3) $> 8M$ 歷經超巨星、超新星爆炸、中子星或黑洞，越重的恆星，演化速度越快，壽命越短。	
恆星的死亡	形成	解釋
	行星狀星雲	一顆後主序星時期的恆星，經過氦閃、碳閃將外層氣體拋出，所形成的球狀星雲。
	超新星爆炸	質量大約為恆星 $(3M)$ ，在恆星演化的後期，死亡前最後一次大爆炸。
	新星	是雙星系統演化中的白矮星，經內吸積盤吸收伴星的氫氣至白矮星表面。
	白矮星	大約相當於將一個太陽放入一個半徑 $5,000\text{Km}$ (約為地球半徑的四分之三)的球內。此時重力塌縮，被離子氣體(氦核+自由電子)的簡併壓力所制止，無法再進一步的增溫而觸發氦融合反應。此後，白矮星將漸漸冷卻形成黑矮星。
	中子星	具很強的磁場，約 10^{12} 高斯(Gauss)，約是地球磁場強度的一兆倍。此時，中子的簡併壓力支撐著重力壓。
黑洞	目前尚未有直接的觀測證據，但是可觀測雙星系統的中 X 光源。因為雙星系統的中若存在有吸積盤，吸積盤會因摩擦發熱產生高溫而輻射出 X 光。	

五、觀測儀器

1.望遠鏡：地面望遠鏡分為光學望遠鏡與電波望遠鏡。(大氣窗：僅讓可見光與無線電波傳到地表)

望遠鏡		原理	優點	缺點
光學望遠鏡	折射式	長焦距凸透鏡物鏡，配上短焦距凸透鏡目鏡。折射式望遠鏡由鏡口蒐集星光，經過透鏡聚焦，將影像投射在目鏡或感光器材上。透鏡口徑愈大，蒐集的星光愈多。	光軸易調，鏡筒較不易受溫度影響影像佳。	易引起色差，價格高
	反射式	光線不需透過透鏡折射，而從反射式望遠鏡的主鏡表面反射，所以不會有色差問題。要將來自遠方的平行光線聚焦在焦點上，拋物面鏡是最佳的選擇，且適合高倍率的行星觀測，但只要一偏離視野正中央的焦點，星點就無法呈現正圓形，這樣的成像缺陷稱為像差。	鏡面易磨、便宜，鏡面易支撐，沒有色像差，鏡筒短，天文台可較小。	易引起球面像差，鏡面易氧化。
	折反式	常見的為施密特—卡塞格林式望遠鏡，其主鏡為球面反射鏡，前方再加上施密特正透鏡。	在口徑、大小、成像品質與造價間容易取得平衡	
電波望遠鏡	無線電波波長最長，較不易受阻擋，可以傳的很遠。無線電望遠鏡的口徑需要很大，才有足夠的解析力。1962年賴爾利用干涉原理，發明合成孔徑無線電望遠鏡。	無像差問題，不受天候影響。	受人為電波影響。	
太空望遠鏡	在太空進行天文觀測，可觀測地面接收不到的電磁波段	避開大氣、電離層或磁層的干擾		

2.光學望遠鏡的限制：

- (a) 時間限制：僅夜晚可觀測
- (b) 天氣限制：雲會遮蔽
- (c) 大氣擾動：造成星光閃爍
- (d) 光害限制：地面光線被氣體分子或塵埃散射，使暗星體看不到。
- (e) 大氣消光限制：光線被氣體分子或塵埃散射，進入望遠鏡的光量減少。

3.望遠鏡的三大功能：

- (1) 將影像放大：放大率 (M) = F/f F：物鏡焦距 f：目鏡焦距
目鏡焦距越小，放大率越大，收集到的星光越分散，則星體越暗。
- (2) 使影像明亮： F/a：焦比 a：口徑 F：物鏡焦距
焦比越小（或口徑越大），聚光力越大，愈能看見暗星。
- (3) 使影像更清晰，增加解析力：口徑愈大，解析力越好。

4.天文望遠鏡相關名詞

名詞	解釋
色差	當一般肉眼所見的光線經過不同介質(三稜鏡)時，會使得光線內的不同頻率的光波產生不同的折射，而將光線分解出由紅到紫的彩虹光譜，而光線經過光學鏡片時，也會因這種現象而產生不同光譜，而無法使光線落在同一點上，產生色差造成暈開，使彩色影像模糊不清。
球面像差	般球面鏡片光線在進入鏡片後到焦平面時，在其邊緣部份比中央部份容易產生嚴重的折射與彎曲，此現象會導致銳利度的對比降低和光斑的產生，而使得影像品質下降，而且光圈越大越嚴重，縮小光圈的方式是可以改善，但無法完全消除。此種因球面鏡片所產生的像差，稱為球面像差。
放大倍率	主鏡焦距 / 目鏡焦距。同一支主鏡焦距不會改變，若換焦距越短的目鏡，則放大倍率越大，所以短焦目鏡又稱高倍目鏡。
焦比	定義為焦距 / 口徑。當焦比越大，視野內光線越暗；焦比越小，視野內光線越亮。
像場平坦	像場是否平坦，可由相機或天文攝影的結果看出來。以方格棋盤為觀測目標，若像場不平坦，相鄰兩條直線會呈現近中心點相靠近而兩端較遠離，或相反的情況。
經緯儀	能上下與水平方向自由轉動，可測定天體高度和方位，可用於赤經、赤緯、時刻的測定。號稱是觀星初學者的望遠鏡架臺。最有名的是杜布森架臺，設計給牛頓式反射鏡使用，並推廣普及的一種簡單式經緯儀架臺。
赤道儀	調整赤道儀的自轉軸與地球自轉軸平行，可加上馬達，讓赤道儀的自轉軸轉動速率與地球自轉一樣，但方向相反，即可讓星體長時間留在視野中，便於觀察與攝影。設計上有兩根旋轉的軸，一根為極軸，又稱赤經軸(R.A.)；另一根則為赤緯軸(Dec.)，使其對準星體在天球上所處位置的緯度。使用原理就是將極軸對準天球的北極點，與地球的自轉軸平行，利用赤經軸的馬達運轉，可和地球自轉運動有相同的角速度，並與星體的移動同步。
雙筒望遠鏡	內部已裝置兩塊稜鏡，分別將原本上下、左右相反的影像轉回來。
光學干涉觀測	原理為使用兩部或兩部以上的望遠鏡觀測同一個星體，再將觀測到的影像重疊在一起，這些影像便會彼此干涉而形成條紋。天文學家研究這些干涉條紋的形狀與特徵，就能反推得到此天體的精準位置。望遠鏡離的越遠，越能分辨天體的細節。
電荷耦合裝置(CCD)	即現代數位相機的感光元件，紀錄數位影像。天文學家利用 CCD，將拍攝的影像轉成數位訊號，利用電腦資料的格式，將影像轉換成位置與訊息的配對組合後，再輸出至電腦，形成影像。
集光力	望遠鏡的主鏡口徑越大，單位面積能接收的星光越多，集光力就越強，故星體看起來較亮。
解析力	望遠鏡能夠解析出兩個光點的最小分開角度。口徑越大，要將兩個光點分開的角度可以越小，解析力也就越高。

5. 量天術：

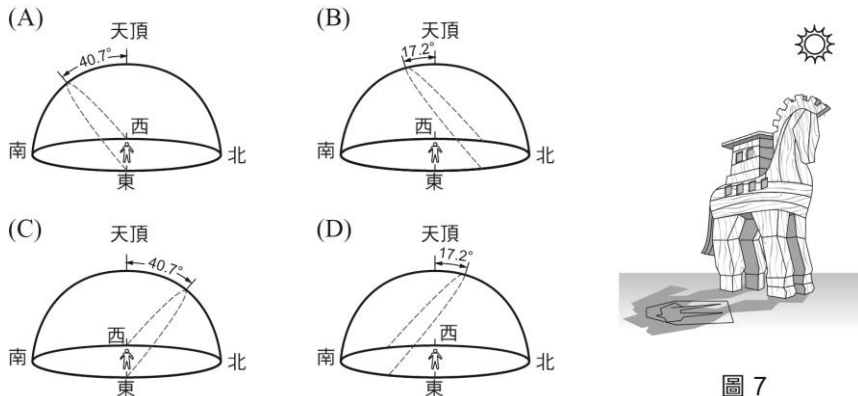
三角視差法	原理是利用一條以之長度的基線，以三角幾何學的方法，來測量遠方物體的距離，基線越長，結果越準確。人類可利用最長的基線是地球繞太陽公轉軌道的直徑。關鍵在於能看出天體的視差角，若一個天體的視差角無法測量出來時，天體的距離就不能推算出來。
標準光度法	<p>根據亮度與距離平方成反比的原理來計算星體距離。星星光度(L)越強則亮度(I)越高，但距離越遠亮度越低。根據幾何擴散關係，距離增加兩倍時，亮度減少為原本的 1/4，因此 $I = L / 4 \pi d^2$。</p> <p>視星等數值越小，表示亮度越高，並以織女星的視星等為 0，作為參考星，比 0 等星更亮的天體，其視星等為負值。</p> <p>天文學家為了比較星星的光度，變假想把星星移到距離地球 32.6 光年(即 10 秒差距或 10pc)處，再換算出所應呈現的亮度，叫做絕對星等，記為 M，因此 $m - M = 5 / 2 (\log (I_{10} / I_d))$ (d 是距離，單位是 pc。I₁₀ 是距離 10pc 的星星亮度)，也就是 $m - M = 5 / 2 (\log (d^2 / 10^2)) = 5 \log d - 5$，此公式稱為距離模數。</p>
變星測距法	天文學家發現變星的變光週期和發光能力(絕對星等)成正比，所以量測造父變星的變光週期，就可得到其絕對星等，經與其視星等比較，就可得出恆星距離(以秒差距為單位)。
光譜視差法	由星球表面溫度與顏色之間的關係，與恆星光譜分類，可找出恆星的溫度，再由赫羅圖上主星序列的分布，換算出絕對星等。根據觀察到的視星等，與絕對星等比較，即可估算該星球的距離。

歷屆學測試題練習：

- () 1. 我們對宇宙中天體所發出的光了解愈多，越能認識這些天體。下列有關天體所發出光線的敘述，何者正確？ (A) 當我們觀賞星空，看見仙女座 M31，顯示 M31 現在的外貌 (B) 觀察恆星的吸收光譜，可以判斷恆星的氣體組成 (C) 恆星的顏色愈偏紅，表示其年齡愈老 (D) 恆星的溫度愈高，絕對星等愈大 (E) 依據天體看起來的明亮程度，就可判斷天體距離地球的遠近。
- () 2. 如果不考慮地球大氣擾動的影響，下列有關光學望遠鏡口徑大小、聚光力、解析力的配對，何者正確？

選項	口徑大小	聚光力	解析力
(A)	愈小	愈小	愈小
(B)	愈小	愈大	愈小
(C)	愈小	愈小	愈大
(D)	愈小	愈大	愈大
(E)	愈大	愈小	愈小
(F)	愈大	愈大	愈小
(G)	愈大	愈小	愈大

- () 3. 太陽是一顆穩定的恆星，能源主要來自氫融合反應，這類恆星屬於主序星。而另有一類體積約為太陽百萬倍以上的恆星，稱為超巨星。織女星的亮度為 0.01 星等，太陽的亮度為 -26 星等，參宿四的平均亮度約為 0.8 星等(變星，星等變化範圍為 0.4-1.3)。其中織女星是藍色主序星，太陽是黃色主序星，參宿四是紅色超巨星。天文學家將天體置於 32.6 光年處所看到的亮度，稱為「絕對星等」。依據以上資料，判斷下列哪一選項的敘述是正確的？ (A) 織女星的表面溫度最高，太陽的絕對星等數值最小 (B) 太陽的表面溫度最高，織女星的絕對星等數值最小 (C) 參宿四的表面溫度最高，太陽的絕對星等數值最小 (D) 織女星的表面溫度最高，參宿四的絕對星等數值最小 (E) 參宿四的表面溫度最高，織女星的絕對星等數值最小。
- () 4. 雅婷到土耳其旅行，特別到木馬屠城記提到的特洛伊城戰爭遺址一遊，發現遺址外有座仿當時戰爭所用的木馬，且在木馬一側的地面上有磁磚砌成的馬影子輪廓(示意如圖 7，此圖未表示出實際方位)。經查證，夏至中午時木馬的影子會落在磁磚砌成的輪廓內。已知特洛伊城位於北緯 40.7 度，下列哪張示意圖中的虛線最能代表當地夏至的太陽軌跡？



- () 5. 小華透過護目鏡直接仰望觀測日食，發現日偏食的缺角在西北方。當時小華低頭摘下護目鏡，看見地上樹蔭中有小小的日食光影。下列何者為樹蔭中的日食光影缺角的方位？ (A) 東北 (B) 東南 (C) 西北 (D) 西南 (E) 光影無缺角。

- () 6. 天文學家觀測星系在天球的分布時，發現星系大致均勻分布，但部分天區的星系數量相當少，而這些區域圍繞天球一圈，呈現大圓之分布。下列哪一敘述為其原因？
(A)因為該天區的星系數量真的很少 (B)由於仙女座大星系遮掩了遠方的星系 (C)由於大、小麥哲倫星系遮掩了遠方的星系 (D)由於我們本身的銀河系遮掩了遠方的星系 (E)由於宇宙物質的分布呈現兩大部分。
- () 7. 恆星的顏色與其表面溫度有關，表面溫度低則顏色偏紅，溫度高則偏藍。恆星的光譜型分類與其表面溫度有關。若有三顆恆星的顏色分別為藍、黃、紅，則它們的光譜型依序最可能為何？ (A)G、B、K (B)B、A、M (C)A、M、K (D)O、G、M (E)O、K、G。
- () 8. 天文學家認為星際介質在某些條件下會形成恆星，然後進入稱為「主序星」的穩定期。在演化末期，恆星會膨脹成為紅巨星。質量比太陽大很多的恆星，在最後可能爆炸形成「超新星」事件，中心質量被壓縮形成中子星或黑洞，但是太陽由於質量較小，所以在演化末期不會自我爆炸而「屍骨無存」。根據以上敘述推論，下列哪一選項為太陽一生的大致演化歷程？ (A)星際介質→主序星→紅巨星→白矮星 (B)星際介質→主序星→紅巨星→白矮星→黑洞 (C)星際介質→主序星→紅巨星→白矮星→中子星 (D)星際介質→主序星→紅巨星→超新星→白矮星 (E)星際介質→主序星→紅巨星→超新星→中子星。
- () 9. 恆星的光度與其球狀的「表面積」成正比，並且與其「表面溫度四次方」成正比。已知織女星的絕對星等為 0.0、表面溫度為 10,000K，太陽的絕對星等為 5.0、表面溫度為 6,000K。織女星的半徑大約是太陽的幾倍？
(A)1.2 (B)3.6 (C)7.7 (D)10 (E)100。

- () 10. 恆星表面近似黑體。依據黑體輻射，任何有溫度的物體都會自行放射各種不同波長的電磁波，其輻射強度與波長、表面溫度的關係如圖 2 所示。波長 400~700 奈米屬於可見光，且表面溫度愈高的物體，輻射強度最強波段的電磁波愈趨近短波。根據以上敘述與圖 2，判斷以下選項何者錯誤？

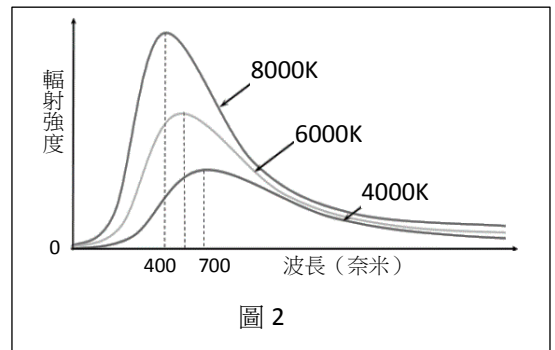


圖 2

- (A)表面溫度 8,000K 的恆星，只放射波長 400 奈米的電磁波 (B)如果恆星表面溫度為 3,000K，則強度最強波段的波長比 700 奈米長 (C)我們看到的月光都是反射自太陽光，但月球本身也會放射其他波段的電磁波 (D)在完全沒有任何燈源的暗室內，可以透過紅外光攝影機拍攝到裡面的人 (E)太陽的表面溫度接近 6,000K，及某顆表面溫度高達 16,000K 的恆星，兩者皆可放射可見光。

二、多重選擇題:

- () 11. 若設計一個能在嘉義的北回歸線紀念碑附近觀星專用的立體星座儀，將天空中星星的位置呈現在立體星座儀的透明球體上，觀測者只要在立體星座儀內的適當位置，將星星在透明球體上的位置延伸到天空，即可以找到該星星。所以，下列關於立體星座儀的製作，哪些符合天文學的原理？（應選 4 項）
(A)設計時刻環時，將透明球體的 180 度圓周區分為 24 個時區 (B)假想觀測者位於透明球體的球心，觀測者頭頂延伸出去為天頂 (C)透明球體上所標示赤道和黃道軌跡線的兩個交會點為冬至和夏至 (D)依各個星星的天球坐標資料，繪製於透明球體上來代表星星的位置 (E)代表地軸的長棍貫穿透明球體的南北極，地軸約與地面夾 23.5 度 (F)觀測時先以指北針訂出觀測地點的約略方位，並將代表地軸的長棍指向北極星方向。

() 12. 下表是一些天體的基本資料。選出此表中表面溫度最高與最低的天體。(應選 2 項)

	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
星名	天蠍 α	獵戶 β	太陽	海王星	火星
視星等	1.09	0.12	-26	約 8	-2~2
顏色	紅	藍	黃	藍	紅

() 13. 圖 9 為一幅對北方星空的長時間曝光影像。下列有關此圖的解說，哪三項正確？【必須分別在(A)(B)中選一項，(C)(D)中選一項，與(E)(F)中選一項。】



圖 9

選項	周日運動方向
(A)	逆時針旋轉
(B)	順時針旋轉

選項	曝光時間
(C)	約兩小時多
(D)	約四小時多

選項	圓弧的中心
(E)	北極星
(F)	天(球)北極

() 14. 表 2 顯示常見恆星的絕對星等和視星等。下列敘述哪些正確？(應選 2 項)(A) 織女星的視星等為 0，表示我們肉眼看不到織女星 (B)若將此四顆恆星放在相同的距離上，當中以太陽最亮 (C)北極星的視星等比織女星多兩星等，代表北極星的亮度是織女星的四倍 (D)從絕對星等的大小比較，當中以北極星最亮 (E)如果某顆恆星的亮度是北極星的 100 倍，則該恆星的視星等為 -3.0。

星名	絕對星等	視星等
太陽	+4.8	-26.8
天狼星	+1.4	-1.5
織女星	+0.6	0.0
北極星	-4.6	+2.0

() 15. 柯南固定在某地觀察日落景象，每一次他都利用相機多次曝光後，再將多幅影像疊加起來，形成一幅日落重複曝光圖。依上述拍攝手法，他在某天拍攝日落景象(左側)，經過一段時間後在原地又拍攝一次，將兩次的日落景象重疊如圖 14 所示，如果日落的軌跡僅向右方移動到照片所示的位置(右側)。依據此圖，判斷拍攝的地點與日期為何？(應選二項，(A)、(B)、(C)中選一項，(D)、(E)、(F)、(G)中選一項。)



圖 14

地點

日期

(A)北半球

(D)夏至之後、秋分之前

(B)南半球

(E)冬至之後、夏至之前

(C)赤道

(F)秋分之後、冬至之前

(G)夏至之後、冬至之前

三、題組題：

1. 電影「海角七號」的背景故事，以情書描述六十多年前日本人撤離臺灣，一名日本籍老師搭船離開臺灣，與他在臺灣的戀人分離的感人故事。情書中提到了如下的一些自然界現象：
 「一九四五年十二月二十五日。友子，太陽已經完全沒入了海面，我真的已經完全看不見臺灣島了，你還站在那裡等我嗎？.....第三天，該怎麼克制自己不去想你，多希望這時有暴風.....十二月的海總是帶著憤怒.....傍晚，已經進入了日本海.....記得你才是中學一年級小女生時，就膽敢以天狗食月的農村傳說，來挑戰我月食的天文理論嗎？.....遇見了要往臺灣避冬的烏魚群.....友子，我已經平安著陸，七天的航行，我終於踏上我戰後殘破的土地.....祝你一生永遠幸福！」。試根據本文敘述，回答下列問題。

- () 16. 天文理論中，月食發生的主要原因為何？(A)太陽的影子把月球遮住了 (B)地球的影子把月球遮住了 (C)月球的影子把太陽遮住了 (D)月球的影子把地球遮住了 (E)月球被雲遮住了。
- () 17. 進入日本海後，如果男主角在船上看著夕陽時，在臺灣墾丁的女主角也在海邊觀賞夕陽。當男主角看到太陽下緣剛好碰觸海平面，這時女主角看到的太陽高度為何？(A)整個太陽還在海平面之上 (B)與男主角看到的高度相同 (C)太陽大約 1/3 沒入海平面 (D)太陽大約一半沒入海平面 (E)太陽已經完全沒入海平面。

2. 飛馬座附近的 X 彗星，其視星等是 8.6。大明、小華、大琳、小美四人相約攜帶不同類型的望遠鏡（如下表所示）與相關天文觀測器材資料到山上觀測。

大明	小華	大琳	小美
8 公分折射式望遠鏡 焦距：800mm 目鏡焦距：8mm、12mm	8 公分反射式望遠鏡 焦距：1000mm 目鏡焦距：8mm、10mm	12 公分反射式望遠鏡 焦距：1200mm 目鏡焦距：8mm、18mm	7×50 雙筒望遠鏡 物鏡直徑：50mm

- () 18. 已知望遠鏡放大倍率為物鏡焦距與目鏡焦距的比值，下列有關他們四人經由望遠鏡可以看到的彗星影像放大倍率的敘述，何者正確？(應選二項) (A)大明最大可看到 8 倍影像 (B)小華最大可看到 125 倍影像 (C)大琳最大可看到 100 倍影像 (D)小美最大可看到 7 倍影像 (E)小美最大可看到 350 倍影像。
- () 19. 他們四人當中，何人的望遠鏡口徑最小？已知物鏡口徑愈大，能收到的光線愈多，則何人所看到的 X 彗星最明亮？(應選二項)

選項	口徑最小
(A) (B)	大明
(C) (D)	小華
	大琳
	小美

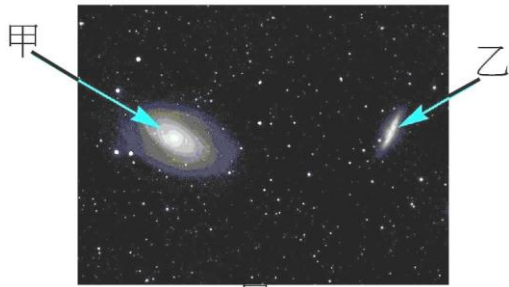
選項	彗星最明亮
(E) (F)	大明
(G) (H)	小華
	大琳
	小美

- () 20. 飛馬座的 α 星的視星等是 2.6，其亮度約為 X 彗星的多少倍？其計算方法為何？(應選二項)

選項	倍數
(A) (B)	6.0
(C) (D)	11.2
	90
	250

選項	計算方法
(E) (F)	8.6 減 2.6
(G) (H)	8.6 加 2.6
	6 的 2.51 次方
	2.51 的 6 次方

3. 圖 1 是一幅使用哈伯望遠鏡拍攝的影像，呈現甲、乙兩個星系與散布在圖面上的恆星。試根據圖 1 回答問題(1)~(2)。



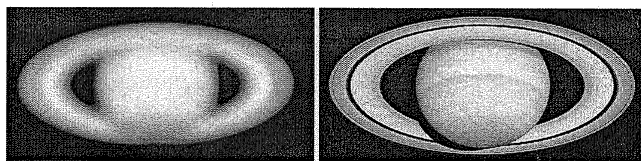
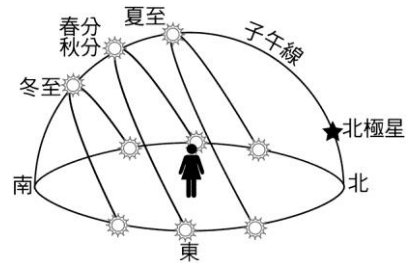
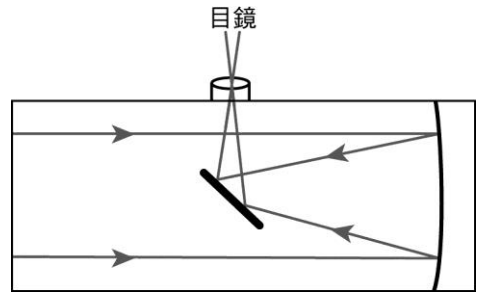
- () 21. 下列有關影像中的恆星與甲、乙兩星系的敘述，哪一選項是正確的？ (A)恆星分別屬於甲或乙星系 (B)恆星與甲、乙兩星系都屬於我們銀河系 (C)甲、乙兩星系不屬於我們銀河系，而是與我們銀河系差不多的系統 (D)甲星系屬於我們銀河系，乙星系則不是。
- () 22. 下列有關地球與甲、乙兩星系遠近的敘述，哪一選項是正確的？ (A)甲星系比較近，因為所有星系體積大小都差不多 (B)甲星系比較近，因為距離愈遠的星系，我們觀測到的體積愈小 (C)乙星系比較近，因為距離愈遠的星系，我們觀測到的體積愈小 (D)無法由圖 1 得知，須由其他方法才能判斷星系的距離。
4. () 23. 住臺灣嘉義北緯 23.5° 的小明，某天夜晚在住家附近進行星象觀測。他看見 X 星與北極星在天空張開角度（即由上述兩星視線構成的夾角）屬於下列哪一種情形時，X 星的周日運動永遠都在地平線上進行？ (A)小於 23.5° (B)介於 23.6° 和 50° (C)介於 51° 和 89° (D)等於 90° 。
- () 24. 承上題，若小明改天至赤道進行星象觀測，他所見到眾多星星移動軌跡所構成的圓面，都與地平面夾有多少角度？ (A) 0° （與水平面平行） (B) 23.5° (C) 66.5° (D) 90° （與水平面垂直）。

參考答案：

1	B	2	A	3	D	4	B	5	B	6	D	7	D	8	A	9	B	10	A
11	BDEF	12	B,D	13	A,C,F	14	D,E	15	A,E	16	B	17	A	18	BD	19	DG	20	DH
21	C	22	D	23	A	24	D												

單元練習：

- () 1. 高雄地區在一年 365 天中的正午時分，其竿影觀察記錄中，竿影等於 0 的天數總共有幾天？(A)0 (B)1 (C)2 (D)3 (E)4 天。
- () 2. 某望遠鏡的成相原理如附圖，此望遠鏡應是：
(A)以凹面鏡為鏡面的反射式望遠鏡 (B)以凹面鏡為鏡面的折射式望遠鏡 (C)以凸透鏡為鏡面的反射式望遠鏡 (D)以凸透鏡為鏡面的折射式望遠鏡。
- () 3. 宇宙的恆星，有些兩兩十分接近而會互繞，稱為雙星；當一對光度接近的雙星距離地球太遠時，由地球上觀測只能看到一個光點；若某一對雙星，其兩顆星之視星等一顆為 3.0，一顆 2.0，當地球之觀測者誤以為此為單一星體所發出之星光，則觀測得的視星等較接近下列何者？(A)2.5 (B)0.2 (C)1.9 (D)3.2 (E)1.0。
- () 4. 在天氣晴朗且無光害的情形下，人的眼睛所見最暗天體約 6 星等，而哈伯太空望遠鏡可以輕易拍攝到 26 星等的天體，這比人眼極限所見亮度暗多少倍？ (A)20 倍 (B) 10^8 倍 (C) 10^{20} 倍 (D) 20^{25} 倍 (E) $20^{2.5}$ 倍。
- () 5. 選擇一般望遠鏡時，較重要的參考因素是下列何者？
(A)焦距長短 (B)可觀測波段 (C)可以看多遠 (D)口徑大小。
- () 6. 附圖是某地區在春分、夏至、秋分、冬至四天中，太陽在天空中的移動軌跡圖，則此地區應位於下列哪一緯度範圍內？ (A) $23.5^{\circ}\text{N} \sim 66.5^{\circ}\text{N}$ (B)赤道 $\sim 23.5^{\circ}\text{N}$ (C)赤道 $\sim 23.5^{\circ}\text{S}$ (D) $23.5^{\circ}\text{S} \sim 66.5^{\circ}\text{S}$ 。
- () 7. 下列何種狀況是較好的觀測天文條件？ (A)海拔高，大氣透明度佳之處 (B)富含水氣之處 (C)近都市，交通方便 (D)大氣擾動較多之處。
- () 8. 下列哪一星體其輻射出波段的主要波長最短？ (A)火星 (B)地球 (C)藍色的天王星 (D)紅色的心宿二 (E)白色的牛郎星。
- () 9. 附圖為兩張不同望遠鏡視野中的土星照片，造成左側照片較右側照片模糊的原因可能為何？ (A)觀測時天候不佳 (B)望遠鏡之倍率較小 (C)望遠鏡之口徑較小 (D)觀測之波段不同。



- () 10. 欣倫用望遠鏡觀測天空中的星體，5 個觀測目標與地表的距離如下。請問哪一個觀測目標是流星？ (A)4.3 光年 (B)10 個天文單位 (C)20 個秒差距 (D)86 公里 (E)3 億 8 千萬公尺。
- () 11. 附表為織女星與參宿四兩顆恆星的資料，下列有關兩者之比較何者錯誤？(絕對星等是將恆星置於 32.6 光年時的星等數值) (A) 織女星的亮度較大 (B)參宿四的光度較大 (C)織女星的絕對星等數值應大於 0.0 (D) 參宿四的絕對星等數值應大於 0.4 (E)織女星可能偏藍色，而參宿四偏紅色。
- | | 表面溫度 | 距離 | 視星等 |
|-----|---------|--------|-----|
| 織女星 | 10000°C | 25 光年 | 0.0 |
| 參宿四 | 3000°C | 500 光年 | 0.4 |
- () 12. 恆星之絕對星等值愈小代表其： (A)光度大 (B)光度小 (C)亮度大 (D)亮度小。
- () 13. 有一雙筒望遠鏡其上標示為 8×40，則此望遠鏡之放大倍率為： (A)5 倍 (B)8 倍 (C)40 倍 (D)320 倍 (E)8~40 倍 之間，可調整倍率。

二、多重選擇題:

- () 14. 附圖是攝影師 **Anda Bereczky** 在挪威，永晝時期某一日，每隔 2 小時、往不同方位拍攝太陽，12 張照片組合成 360° 的全景圖。下列選項中(A)(B)選 1 項，(C)(D)(E)選 1 項。



- (A) 拍攝順序為甲乙丙丁 (B) 拍攝順序為丁丙乙甲 (C) 丙幅照片正對著東方 (D) 丙幅照片正對著南方 (E) 丙幅照片正對著北方
- () 15. 下列有關天文及天文觀測進展的敘述何者正確？(應選 2 項) (A) 區分星等—亞里斯多德 (B) 第一個使用望遠鏡觀測星體—伽利略 (C) 將光線分成光譜，讓天文學家可觀測星體不同波段—克卜勒 (D) 除可見光外，發現在地表可較完整觀測的波段—無線電波 (E) 現場觀測—太空船以光速航行至類木行星觀測

三、題組題:

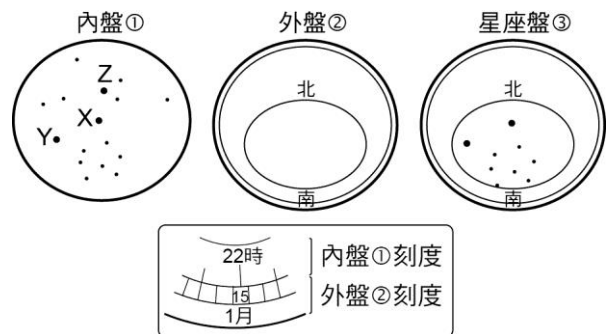
1. 附表為四顆恆星的資料，回答問題：

恆星	甲	乙	丙	丁
視星等	0	-1	3	-26.7
主要光	(X)	藍	紫外線	黃
表面溫度	3000 K	(Y)	30000 K	6000 K
光譜型	M	A	(Z)	G

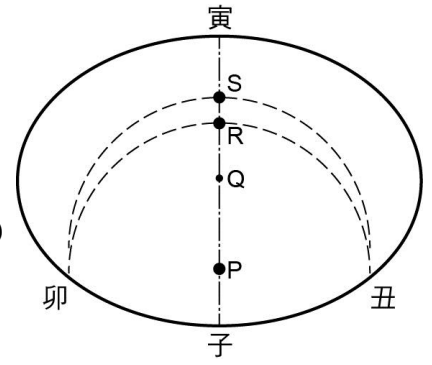
- () 16. 亮度最大的為？(A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁。
- () 17. 恆星甲於可見光波段可能主要為何種顏色(X)？(A)白 (B)紅 (C)藍 (D)黃。
- () 18. 恆星乙的表面溫度(Y)可能為下列何者？(A)1500K (B)4500K (C)7500K(D)36000K。
- () 19. 哪一恆星可能是太陽？(A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁。
- () 20. 乙星的亮度是丙星的多少倍？(A) $(2.512)^2$ (B) $(2.512)^4$ (C) $(2.512)^{-2}$ (D) $(2.512)^{-4}$ (E) 2.512×4 。

2. 星座盤的結構分成內盤①與外盤②，如附圖(一)所示，其中③是內盤與外盤疊在一起。圖(二)是觀測日期與時刻。外盤的橢圓窗口是觀測者所見到的星空，試回答下列各題：

- () 21. 內盤中 X、Y、Z，何處是北極星的位置？(A) X (B) Y (C) Z。
- () 22. 所見星空狀況如何？(A)此地天頂處即為北極星 (B)Z 星不會從地平線升起 (C)Y 星繞著北極星以每小時 15 度向西移 (D)Y 星快要從地平線落下。
- () 23. 下列哪一時刻所見星空與本圖不同？(A)1/30 的 21 時 (B)2/15 的 20 時 (C)7/15 的 10 時 (D)12/30 的 19 時。



3. 附圖為臺灣使用的星座盤示意圖，其中 P 點代表北極星，請回答下列問題：



- () 24. 試問圖上何處最能表示正東的地平線位置？
(A)子 (B)丑 (C)寅 (D)卯。
- () 25. 找出下列選項，那一項才是代表赤道？
(A)子丑寅卯所圍成橢圓 (B)子寅連結的直線 (C)通過 S 點的弧線 (D)通過 R 點的弧線。
- () 26. 小明在其生日當天（春分），於嘉義地區做星空觀測，若附圖為小明利用星座盤操作，將時間設家於其生日當天的日出時分所見的略圖，則經過 6 小時後，正值中午時分，此時太陽應位於盤上的何處？(A)P (B)Q (C)R (D)S。
- () 27. 承上題，小明所見當天中午，太陽的仰角約為多少度？
(A)90 (B)66.5 (C)23.5 (D)47 (E)43 度。
- () 28. 承第(35)題，太陽當天日出的方位應為何項？
(A)正東 (B)東偏南 23.5 度 (C)東偏北 23.5 度 (D)東偏北 66.5 度。
- () 29. 承上題，同一時間位於南回歸線的布里斯本當地，在春分當天觀測日出的方位應為何項？(A)正東 (B)東偏南 23.5 度 (C)東偏北 23.5 度 (D)東偏北 66.5 度。
- () 30. 承上題，試問當天日出時，太陽位於天球的何處？ (A)(0°; 0h) (B) (0°; 6h) (C) (23.5°; 12h) (D) (-23.5°; 0h) (E) (23.5°; 6h)。
- () 31. 承上題，當天正午時分，太陽當時位於天球的何處？ (A)(0°; 0h) (B) (0°; 6h) (C) (23.5°; 12h) (D) (-23.5°; 0h) (E) (23.5°; 6h)。
- () 32. 承上題，當太陽夕視星等為 -26.7，當天的月球(適逢滿月)視星等為 -11.7，則此時太陽的亮度較月球亮幾倍呢？(A)100 (B)10000 (C)100000 (D)1000000 倍。
- () 33. 小明有三位好友，他們的生日資料如下表，試問小明生日當晚 10 時，在嘉義地區觀測雙魚座應位星空中的何處附近呢？
(A)丑 (B)卯 (C)R (D)S (E)早已沒入西方地平線下。

名字 資料	小明	小華	小英	小雯
出生日期	3 月 22 日	9 月 11 日	6 月 4 日	12 月 19 日
出生星座	雙魚座	室女座	雙子座	人馬座

- () 34. 承上題，當晚 12 時，下列那一個星座最接近天頂的？
(A)雙魚座 (B)室女座 (C)雙子座 (D)人馬座 (E)全部都已沒入西方地平線下。
- () 35. 承上題，剛出現在東方地平線附近是那一個星座？
(A)雙魚座 (B)室女座 (C)雙子座 (D)人馬座 (E)全部都已沒入西方地平線下。
- () 36. 承第(9)題，當晚 6 時的月亮最可能出現在星空的那一個位置附近？
(A)東方地平線 (B)西方地平線 (C)天頂 (D)早已沒入西方地平線下。
- () 37. 試估計人馬座的數顆較亮的恆星中，較可能的赤緯位置是下列何者？
(A)0° (B)25° (C)-25° (D)45° (E)-45°

參考答案：

1	C	2	A	3	C	4	B	5	D	6	A	7	A	8	E	9	C	10	D
11	D	12	A	13	B	14	A,E	15	B,D	16	D	17	B	18	C	19	D	20	B
21	A	22	C	23	A	24	B	25	D	26	C	27	B	28	A	29	A	30	A
31	A	32	D	33	E	34	B	35	D	36	A	37	C						