

九十七學年度全國高級中學地球科學能力競賽決賽口試試題

(參考答案)

地質類

1. 地質學的內涵，由早期單一學科的礦物學、岩石學及古生物學，到了廿世紀，逐漸與其他科學結合成為地球物理學 (Geophysics)、工程地質學及生物地球化學(Biogeochemistry)，這種跨學門的趨勢持續進行，今日的地球科學演進成”地球系統”(Earth System)及”數位地球”(Digital Earth)。請簡單說明地球系統及數位地球的內涵。

提示：望文生義，可能由那幾個相關地球學科(學門)，共同組成一系統(地球)。

〈參考答案〉

地球系統指的是由岩石圈、水圈、大氣圈和生物圈(包括人類社會)組成的整體地球，各組成部份相互作用。數位地球是指地球上的資訊數位化之後，由電腦網路管理的地球系統。

2. 台灣地區地震頻繁，地震防災的重要性極為明顯，近年來有關地震防災的研究也有相當的進展，請就地震預測(Prediction)、地震預報(Forecast)及地震預警(Warning)做一簡單說明。

提示：請以英文 Prediction、Forecast 及 Warning 的意義，區分其涵意。

〈參考答案〉

地震預測是事先提出某個即將發生的地震事件，包括確切的時間、地點及規模，至今仍無成功的案例報導。

地震預報是利用地震先兆或預兆的資料，預估可能發生的地震事件。科學家研究地震預報已取得了一些重大進展。例如，美國一個研究團隊在加州著名的聖安地列斯斷層，利用深入地底的感應器，在兩起小規模地震發生之前，偵測到岩石中的應力變化。其中一次在震前兩小時，另一次更是在地震發生之前十小時就被偵測到。

地震預警是探測到已發生的地震波再發出警訊，告之地震波即將傳到的區域。所謂預警只是提供幾秒鐘的短暫時間，讓民眾在地震來襲之前，有黃金幾秒鐘，應變防災。例如，2008年5月日本仙台地區就提供了黃金幾10秒鐘的時間，當地地鐵即刻緊急剎車應變。

雖然地震預測(Prediction)、地震預報(Forecast)及地震預警(Warning)在學界的認知，仍有爭議，相信口試委員仍可由學生的問答中，瞭解學生們對地震瞭解的程度。

3. 請說明蘇花高速公路興建時可能遭遇之地質問題，並請探討興建蘇花高速公路對環境生態之影響。

《參考答案》

蘇花高速公路因為途經中央山脈高山峻嶺，規劃路線中隧道佔大部份。而隧道經過之地層多數為變質岩（包括片岩，角閃岩及大理岩），從過去北迴鐵路之經驗，變質岩中之斷層破碎帶及出水，可能是開挖工程之主要問題。另外從變質岩之研究，得知片岩之岩性成片狀易沿岩石葉理崩裂塌陷，而角閃岩極堅硬更增加隧道開鑽困難，大理岩岩性較軟而且均勻，問題可能較小。

蘇花高速公路之開通，可能給東台灣帶來繁榮，並促進經濟的發展，但同時可能給原始風貌，民風樸實的東台灣帶來環境及生態的破壞，除外在興建公路過程中，破壞原有地質的穩定性，可能造成在興建中或興建後該地區之地質災害，例如：山崩、土石流及海岸景觀之破壞。

4. 假定全球海水面突然下降 40 公尺，請問那此地質作用可能影響目前地貌及地質？請以台灣島為例說明之。

〈參考答案〉

海水面一般為地表侵蝕作用之永久基準面，當海水面突然下降台灣目前河流將大幅度下切，平衡破壞從新回春，並導致河流各種性質改變如水流加速，沉積物搬運能力加大及坡度增加等。台灣海峽的深度大部分淺於 100 公尺，一般深度約 40 – 80 公尺，海水面下降 40 公尺將導致台灣西部平原海岸線將大幅向外擴展，河流也向外延伸，因為台灣海峽北部與南部海水較深，大部分原來西向之河流可能向北部與南部轉向。台灣東部靠岸海床陡峭海水深度超過千公尺，當海水面下降 40 公尺陸地及河流向外延伸不大，因此延伸之河流改向之機會較小但河流下切回春可能比西部強。

海水面下降將導致台灣山脈之海拔大增，對台灣島整體而言地形剝蝕加速，但台灣多數之山脈與目前台灣西部平原之基準點之相對高度將較以往低矮。海水面下降將導致台灣島之山崩土石流頻率加快及規模加大。台灣東部多懸崖，海水面下降將導致相對峭壁凸出岩壁易剝蝕，破壞原有地質的穩定性。海水面下降臺灣西南部平原海水倒灌淹水問題不再，但地下水位將相對降低吸取井水將較以往困難。海水面下降 40 公尺，臺灣墾丁海岸之珊瑚生態大受影響，部份珊瑚群體將露出海面或死亡，但新生珊瑚生存空間向外延伸。

九十七學年度全國高級中學地球科學能力競賽決賽口試試題

(參考答案)

氣象類

1. 試比較亞洲東岸和美洲西岸 20° - 30° N 地區冬天和夏天的氣候，並探討影響兩地區冬季和夏季氣候的重要因素。

〈參考答案〉

亞洲東岸 0° - 30° N 地區，冬天受東北季風及鋒面氣旋的影響，比美洲西岸寒冷，降水較多。

亞洲東岸 0° - 30° N 地區，夏天受西南季風及颱風的影響，比美洲西岸炎熱，降水較多。

美洲西岸整年受副熱帶高壓影響，全年乾燥。

2. 我們可以利用哪些氣象或海洋資料，觀測聖嬰現象？試說明理由。

《參考答案》

聖嬰現象發生時熱帶東太平洋氣壓下降，熱帶西太平洋氣壓上升。熱帶盛行東風帶減弱，甚至轉為西風帶。原來西行之表層暖洋聚於東太平洋海域，也抑制該區深處低溫且富含養分的湧升流上湧。

熱帶東太平洋海溫異常增高，熱帶東太平洋氣壓下降，熱帶西太平洋氣壓上升。熱帶盛行東風帶減弱，甚至轉為西風帶。

* 中、東太平洋海表面溫度增高：

聖嬰現象發生時，熱帶東太平洋海溫異常增高。

* 熱帶東太平洋和西太平洋氣壓差減小(南方振盪指數):

熱帶東太平洋氣壓下降，熱帶西太平洋氣壓上升，熱帶東太平洋和西太平洋氣壓差減小

* 中太平洋信風強度減弱:

熱帶東太平洋和西太平洋氣壓差減小，熱帶盛行東風帶減弱，甚至轉為西風帶。

* 中、東太平洋降水增加: 暖水區東移。

* 其他

3. 如何利用紅外線與可見光雲圖資訊來判斷區別卷雲和平流輻射霧？
都卜勒氣象雷達可以觀測到那兩種氣象參數 (物理量)？

〈參考答案〉

紅外線的偵測原理是接收來自雲頂或地表的長波輻射量，根據輻射原理，溫度越高代表輻射越強($E = \sigma T^4$)紅外線雲圖上越亮處代表輻射強度較弱，溫度較低的高雲。

可見光的偵測原理是衛星上的輻射儀接收來自雲層反射太陽可見光的強度，雲層越厚，則代表反射之可見光越強，雲圖就越亮。

因此，卷雲的雲底高度高，但雲層薄，則其在可見光雲圖中較暗，在紅外線雲圖中很亮。平流輻射霧，雲底低、溫度高且雲層厚，對可見光之反射作用強，所以紅外線雲圖較暗，可見光雲圖則很亮。

都卜勒氣象雷達可以觀測到下列兩種氣象參數 (物理量)：

- 1) **降水回波或反射率**—在雷達偵測的解析體積內，降水凝結物，特別是雨滴會反射雷達所發射的電磁波，由雷達接到的回波強度(或目標物反射率大小) 可以判斷下雨之大小。
- 2) **徑向風**—利用雷達電磁波偵測降水時若雨滴有向著雷達或離開雷達之運動，會造成回波頻率之改變，用此回波頻率的改變量可以得知徑向風之大小。

4. 晴朗無雲無風的白天和夜晚與無風但有很多雲在天空的白天和夜晚比較，溫度的日夜變化有什麼特性。為什麼高氣壓中心附近的天氣一般較晴朗而低氣壓中心附近的天氣一般較容易出現雲雨的天氣？

《參考答案》

	白天	夜晚	
晴朗無雲	溫度高	溫度低	日夜溫差大
平靜無風但有雲	溫度低	溫度高	日夜溫差小

地面高壓中心附近因為高壓順時針旋轉再加上地表摩擦造成空氣一邊旋轉一邊向外擴散，因此高壓上空空氣會下沉補充底層所外流之空氣，空氣下沉時，則會有絕熱壓縮增溫作用造成溫度上升，空氣不易飽和，雲雨不易形成，天氣較好。



九十七學年度全國高級中學地球科學能力競賽決賽口試試題

(參考答案)

海洋地物類

1. 影響海洋表面積分布的主要因素為何?

《參考答案》

- (1) 冰期時，海水面下降，海洋表面積縮小；反之，間冰期時海水面上升，海洋表面積增大。
- (2) 如海底擴張速率增大、中洋脊之體積增大，可能會導致海水面上升(即海洋表面積擴大)。

2. 試說明海溝形成的原因與特性

《參考答案》

海溝常出現在隱沒帶的前緣，因板塊隱沒而形成。在太平洋常呈線形分布，地形上為一深溝沉積物較薄，無顯著磁力異常有負的重力異常。

3. 海水的哪些特性使得海洋對氣候變化扮演非常重要的角色。

〈參考答案〉

海洋因為具有很大的「熱慣性」，所以對氣候變化扮演了「穩定」作用的角色，其主要原因為：

- (1) 水的比熱大；水的比熱約為土壤的五倍，因此加入或移出同樣的熱量，土壤就比水要快五倍，故陸地溫度的改變遠比海洋容易。
- (2) 光線在水的穿透性高；土壤透光性差，日照熱能集中於地表，故地表增溫快，但光線在水中則可穿透相當厚的水層，因此表層溫度受日照的改變較不易。
- (3) 水的混合很快；海表層降溫時，上、下層海水會產生對流，風場亦會造成表層海水的混合，故海洋表層的溫差較陸地小。
- (4) 水具有「相」變化，潛熱很大；水的潛熱使得蒸發時吸熱，凝結時釋熱，與蒸發、凝結過程的增溫、減溫正好相反背道而馳，故可相對保持穩定。

4. 海洋是地球表面持續運動的最大水體，因造成運動的驅動力的不同，而產生不同的海洋運動，其時間與空間尺度亦不同。請就你的認識，列舉由大尺度至小尺度的海洋運動，並說明造成該尺度運動的原因與驅動力。

《參考答案》

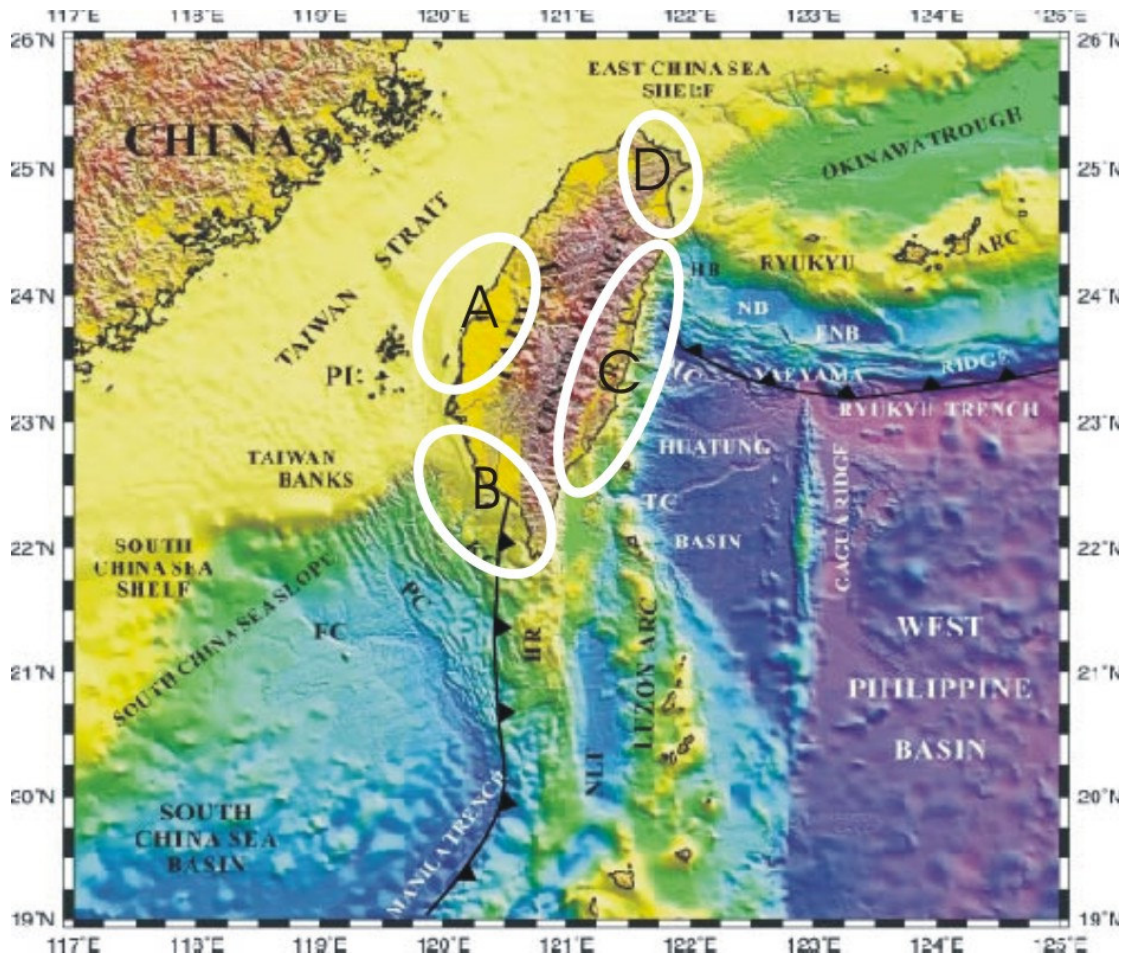
- 「溫鹽環流」為深層海水因溫度和鹽度而形成密度不均勻分佈，所引起的全球洋流循環系統，移動緩慢，時間尺度是以百年甚至千年來計算。
- 「潮汐」是海面主要受月球與太陽天體引力所引發的週期性流動所產生的水面升降現象，潮汐引發海水面上下運動，同時也會造成海水流動，稱為「潮流」。
- 表層海水可被風拖曳流動，海水一旦流動後，受陸地固體邊界、地球自轉的科氏力、以及海表面高低造成的重力差之控制，而形成各種尺度的「海面環流」。
- 海洋因海水密度的垂直變化而形成分層，此分層可受擾動而形成如海面之「內波」運動。
- 上層海洋的「垂直混合」運動主要因受大氣溫度的影響，近海面的海水隨溫度變化而密度改變，形成重力差而驅動。
- 海面因風驅動與重力作用而形成「波浪」運動，海面波浪亦會因地形影響改變運動與傳播。

5. 請描述大地震來臨時你對地面晃動的感覺(包括振動型態、激烈程度、歷時長短)，並盡量說明在不同時間，不同晃動所對應的地震波態(P波、S波、表面波)和地震震源之遠，近，深，淺的關係。

《參考答案》

- (A). 初期是接近上下振動的 P 波，其次振動幅度最大的 S 波，最後是歷時較長但幅度較小且緩慢的低模態表面波。
- (B). S 波是 SH+SV 故振動非水平亦非垂直，表面波是 L+R 非水平亦非垂直。
- (C). 短距離時都是高頻地震波且 P 波和 S 波很接近，故上下振動後，隨即伴隨激烈不規則振動的 S 波(也可能含高模高頻的表面波)。此時第三期的低模態表面波不顯著，因尚未發展完整。長距離時 P 波、S 波、表面波分野非常清楚，且第三期的低模態表面波特別明顯，故地面的緩慢振動將持續較久。
- (D). 淺層地震通常有比較明顯的表面波且其振幅較大故破壞力也較大。深層地震則因上地函和下地殼吸收高頻地震波，故縱然低頻波態完整其破壞力並不大。

6. 下圖為台灣陸上及其附近之海底地形分布圖。請問 A(嘉南沿海), B(高屏沿海), C(花東海岸), D(基隆宜蘭沿海)等四個地區，未來受到海嘯威脅之可能性如何？請分別討論之。



〈參考答案〉

- A：機會很小，因為台灣海峽海水太淺，且地震較少。
- B：具有海嘯襲擊之可能性，因為高屏沿海海底地形平緩，若南中國海地區發生大地震時，會有可能產生災害性之海嘯。
- C：海嘯襲擊可能性不高，雖然台灣東部地震頻繁，但是海岸地形陡峭，不利產生較大海嘯。
- D：具有海嘯襲擊之可能性，因為台灣東部地震頻繁，而且海岸地形並不陡峭，值得注意海嘯襲擊之可能性。

九十七學年度全國高級中學地球科學能力競賽決賽口試試題

(參考答案)

天文類

1. 地球與太陽的距離約 1.5×10^{11} 公尺。請問你會用什麼方法測量它？

〈參考答案〉

想像中最直接是用三角視差法對太陽測量。可是太陽太亮了，沒有背景星可作參考，這方法不可行。(日蝕時能看到背景星，但同時看到日蝕的基線不長，使這方法變得不實際)。

太陽系裡天體之運動軌道都可以天文單位表述，因此只要量出地球與某天體的距離就可以算出天文單位。當然要選靠近的天體，如金星、火星、近地小行星等。如在金星東大距或西大距時量出金星與太陽的距離為多少天文單位，再量地球與金星距離(雷達、三角視差或金星凌日)。近地小行星的距離測量比較準確，但軌道較受其他天體影響，需要精密計算。

目前測量靠近地球的天體的距離以雷達最精確。

2. 若今天太陽內部熱核反應完全停止，你認為接下來太陽會有什麼變化呢？對地球會不會產生重大影響，或什麼時候有重大影響？

〈參考答案〉

因為溫度高，會繼續輻射；核心慢慢收縮，溫度升高；直到核心被簡併電子壓力支撐時，溫度才不升高；可能在千萬年後，原有的熱能耗得差不多時便開始冷卻，這時地球就要面對一個暗淡的太陽了；不過太陽光度些微的變化也可能導致地球氣候的突變。

3. 說明行星與矮行星的定義與差別。

〈參考答案〉

行星：質量夠大，能夠憑著本身的重力克服本身物質的結構力，使整個星體成爲球形。而且能夠將運行軌道上的小顆粒或塵埃等物質清除。

矮行星：質量大，能夠憑著本身的重力克服本身物質的結構力，使整個星體成爲球形。但是無法將運行軌道上的小顆粒或塵埃等物質清除。

兩者的定義都依據「本身重力」必須克服「本身結構力」的條件，差別只在能否清除週圍附近的小物質。

4. 依據哈伯定律 $v=H_0 r$ ，只要一個星系的距離夠遠，它的奔離速度會大於光速。但是依據愛因斯坦的理論，一個物體最大的速度是真空中光速。你如何看待兩個結論？

〈參考答案〉

- 本問題不是要考學生對相對論的了解程度，而是要問當兩者都認為是正確的觀念，彼此衝突時，如何解套。只要能夠自圓其說的論點，都可以接受。下列是幾個物理上的說法。
- 天文學家在觀測一個星系的速率時，是測量此天體光譜特定譜線的波長，再依據都卜勒效應 (Doppler effect) 推算其與我們的相對速度 v 。當物體的速度 v 遠小於光速時，其波長天一輛與速度的關係如下

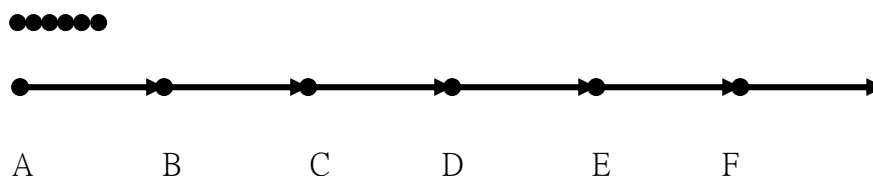
$$\Delta \lambda = (\lambda' - \lambda_0) / \lambda_0 = v/c$$

其中 λ_0 為某特定譜線的特徵波長， λ' 為此特定譜線的測量波長， c 為真空中之光速。但是在物體速度比較大時，必須使用相對論性之都卜勒公式

$$\Delta \lambda = (\lambda' - \lambda) / \lambda = [(1+v/c)/(1-v/c)]^{1/2}$$

因此依據上式所測量的天體速度，一定小於真空中的光速，因此不會產生矛盾。

- 從另一方面來說，如果有一星系的奔離速度大於光速，則其所發出的光永遠不會抵達地球而被觀測到，無法測量的物理量，無法探討。
- 宇宙膨脹導致之星系奔離速度，並不是星系本身高速奔離，而是宇宙膨脹的效果。星系本身的速度仍在光速之下，此觀念如下圖所示：



例如上上六個星系在 Δt 同時間膨脹同樣的間隔 (即每個星系都相隔同樣的距離)，但是從星系 A 看星系 F，則兩者的距離在 Δt 增加了六倍。因此，宇宙膨脹的觀念不能用狹義相對論來探討。