

# 九十九學年度高級中學地球科學能力競賽決賽

## 【口試考題】參考答案

### —作答說明—

- 注意事項：

- 1.本試題共有10頁。

- 2.本試題包含地質、氣象、地球物理與海洋、天文，共四大類，每類4題。

- 3.各類頁次如下：地質第1頁、氣象第3頁、地球物理與海洋第5頁、天文第7頁。

- 考試方式：共抽考2題。

- 1.自選題1題：由考生決定類別，並抽題1題作答。

- 2.任選題1題：考生除自選該類外，將從另三類中抽出一題作答。

- 考試時間：

每人10分鐘。口試時，考生念完題目後，於進行作答時開始計時，第8分鐘按鈴一次，第10分鐘按鈴二次結束。

## 一、地質

1.蘇格蘭地質學家 James Hutton (1726 ~ 1797) 提出：

『The present is the key to the past』，或翻譯成「現在是過去的鑰匙」，或有稱之為「鑑今識古說」，其涵意包括了以下兩個學說：

(1) 均變學說 (Principle of Uniformitarianism)

(2) 均因學說 (Principle of Actualism)

請說明上述二學說在地質上的意義。

解答：(1) 地質作用的機制與作用結果自古以來皆同。

(2) 任一地質作用自古以來皆重複地在循環進行。

2.河流因其流量與流速而具有「侵蝕、搬運、堆積」等地質營力作用，請說明河流的作用機制所造成的現象有那些？

解答：

(1) 侵蝕作用：

下切侵蝕：加深作用。

側向侵蝕：加寬作用。

向源侵蝕：加長作用。

(2) 搬運作用：

最大搬運力 (Competence)：所能帶動之沈積物的最大顆粒。

最大承载力 (Capacity)：所能帶動之沈積物的最大量。

3.蘇花公路與小林村山崩事件，都與豪雨有關，請問豪雨為何能導致邊坡失穩？

參考答案：

(1) 雨水會增加孔隙壓力，降低地層摩擦阻力；

(2) 地層含水量增加會增加下滑重力

(3) 地層中的軟弱岩層 (如頁岩、凝灰岩、泥岩)，遇水可能軟化、泥化，降低地層的抗剪強度

(4) 水的沖刷作用可能侵蝕坡腳或鬆軟層面，造成邊坡失穩

(5) 當地下水沿邊坡內部排出時，動水壓力增加滲流方向的滑動力，不利邊坡穩定

4.地球數十億年來皆保持有液態水的存在，請問是什麼機制維繫地表溫度不致太熱（如金星）或太冷（如火星）？

參考答案：

- (1) 風化與隱沒作用：當地球溫度較高時，大氣含水量較高，風化作用強盛，導致較多碳酸鹽沉積於海底，降低大氣中溫室氣體含量，因而降溫。部分海底的碳酸鹽隨隱沒作用被帶入地函，受高溫變質或熔融作用釋放出二氧化碳，隨火山活動進入大氣，當地球溫度較低時，風化作用降低，大氣中二氧化碳的流失量減少，而火山作用仍持續將二氧化碳帶入大氣中，因而氣溫漸升。
- (2) 地球與太陽之間的距離：恰好足以使地球可存在大氣與水層
- (3) 生物的回饋作用：當地球溫度較高時，冰雪融化，植被增加，光合作用減少大氣中的溫室氣體，氣溫漸降。反之，則植被減少，大氣中二氧化碳的流失量減少，氣溫漸升。

## 二、氣象

### 1.說明造成天氣預報誤差的主要原因。

參考答案：

大氣系統的物理過程很複雜，受到許多因素控制，其中一些物理因素，例如輻射、雲等，預報模式無法確切處理，容易造成預報誤差。大氣系統具有不確定性，因此一些初始觀測資料的小誤差，會隨著預報時間增長而逐漸擴大，也是造成天氣預報誤差的主要原因。另外，海陸分布及複雜山脈、地形的影響，更增加預報的困難度。

因為混沌(chaos)，大氣系統初始狀態的微小改變，而顯示出的不確定的行為(Erratic behavior)，可能導致大氣系統以後的狀態，顯然有大而不可預知的變化。另外也可能因為蝴蝶效應(butterfly effect)，因為某地空氣受到擾動之後，經過連鎖反應，長時間以後可能導致另一個遙遠的地方發生暴風雨。因此，初始微小的偏差可能造成難以預測的結果。

### 2.氣象衛星遙測與氣象雷達遙測之原理與觀測項目有什麼差異？

參考答案：

一般氣象衛星遙測是被動式遙測，接收來自雲層反射太陽可見光輻射而得可見光雲圖，或雲頂發射之紅外線輻射而得紅外線雲圖。接收來自水氣發射之微波而得水氣分布圖。

氣象雷達遙測是主動式遙測，雷達向四面八方發射電磁波，當電磁波遇到降雨區之水滴時，部分電磁波會被反射回來，而由雷達天線接收到，可得降水回波之分布，而由雨滴隨風移動相對於雷達所造成之都卜勒效應可得降水區內相對於雷達之徑向風場

### 3.冬季冷鋒過境前後，氣壓、風向、溫度、露點溫度以及相對濕度會有什麼變化？

參考答案：

冷鋒過境前：氣壓漸降、風向為偏南或西南風、溫度較高、水氣多露點溫度高，  
相對濕度大

冷鋒過境後：氣壓漸升、風向為偏北或東北風、溫度降低、水氣少露點溫度低，  
相對濕度由高變低

4. 太平洋副熱帶高氣壓與冬季大陸性高氣壓(例如蒙古高壓)的溫度、溼度秉性以及氣壓之垂直變化有什麼差異?

參考答案：

太平洋副熱帶高氣壓是位在溫暖洋面上之暖心高壓，底層溫暖潮濕，氣壓隨高度減小的幅度比較和緩，因此到高層高壓仍很明顯。

冬季大陸性高氣壓是位在冬季寒冷的大陸上，溫度低而且乾燥，是冷心高壓，氣壓隨高度減小的幅度比較劇烈，因此到高層高壓已很微弱甚至變成低壓或低壓槽。

### 三、地球物理與海洋

1.11/16 三讀通過之地質法要求主管機關須公布畫出地質敏感區，請問：

- (1)所謂地質敏感區包括哪些？(像高雄縣燕巢鄉的泥火山、南投縣信義鄉神木村、台中縣太平市車籠埔地區、台北縣野柳女王頭，哪些有可能作為地質敏感區而受到開發管制?)
- (2)地質敏感區中，活動斷層如何界定？
- (3)依你的認知目前有什麼方法可以作為活動斷層之調查手段(含破壞性、非破壞性、地質、地球化學、地球物理等可能方法)?

參考答案：

- (1)地質法第五條 中央主管機關應將具有特殊地質景觀、地質環境或有發生地質災害之虞之地區，公告為地質敏感區。因此，以此標準，上述之區域均有可能被列入地質敏感區，但實際認定仍需經由中央主管機關的地質敏感區審議會審議後決定。
- (2)過去曾有斷層活動跡象，未來仍可能再度發生錯動之斷層。我國目前將活動斷層分為三類：
  - (a)第一類活動斷層，過去一萬年內曾經發生錯動之斷層；
  - (b)第二類活動斷層，過去一萬年至十萬年間曾經發生錯動之斷層；
  - (c) 第三類活動斷層，錯動時間以及未來活動可能性存有疑問者。
- (3)破壞性:挖溝、斷面開挖、鑽井取樣。非破壞性：地表地質調查、地球物理探查。  
 地質：岩性分析、粒徑分析、礦物分析、孢粉分析、漂浮木或埋藏木樹輪分析等  
 地球化學：礦物化學組成分析、逸出氣體分析、碳十四定年、熱螢光定年…  
 等等  
 地球物理：地球物理井測、地表地電阻探測、震測、氦放射性測量、地表電磁探測、大地電磁探測、透地雷達探測等

2.什麼是板塊運動學說？全球板塊運動最直接的證據為何？

參考答案：

地球的最外層分裂成超過 10 多塊的板塊，這些板塊在其底下較熱物質流動的帶動下，相鄰板塊間進行相對運動。板塊間相對運動可由太空大地測量方法，如 GPS，之結果來驗證。

3.濁水溪因爲其溪水挾帶大量泥沙，長年混濁，因而得名。一些調查結果顯示，濁水溪口流出的沈積物，其中顆粒比較粗的砂會向南輸送，顆粒比較細的泥會向北輸送，請試說明其原因。

參考答案：

沈積物粒徑大者其沉降速度高，於河口快速堆積，台灣西岸波浪能量主要集中於冬季，由西伯利亞高壓引致的東北季風所產生的波浪由北向南傳遞，於碎波帶內產生向南的沿岸流，將河口沈積物沿岸向南輸送，造成海岸變遷。另一方面，沈積物粒徑小者其沉降速度緩慢，懸浮於水中時間較長，出河口後受科氏力作用向北岸靠攏，進一步隨台灣海峽北向的平均流向北輸送，過程中再緩慢沉降。

4. 大氣與海洋之間具有顯著的交互作用，進行動量、熱量與諸如水氣及二氧化碳等物質的交換，請依據其作用之時間尺度，由短到長，依序舉例說明有哪些重要的海氣交互作用機制。

參考答案：

**秒：**波浪，波浪改變海面粗糙程度，影響大氣至海洋的動量通量，另一方面，波浪破碎捲入空氣增加氣體（例如二氧化碳等）溶解於海水之速率，同時破碎白沫將海鹽結晶送入大氣提供凝結核有助於水循環。

**數日：**颱風，吸收低緯度海水表層熱量傳遞至大氣、轉變為動能，並透過雲層減低太陽輻射接收、海洋的垂直方向混合方式降低颱風路徑上海水表面溫度。

**數月：**表層洋流：藉由表層海水流動平衡高低緯度太陽輻射熱能收支。

**2~7 年：**聖嬰現象：赤道太平洋海水溫度變化引起大氣變化。

**數百年至數千年：**溫鹽環流：深海與大氣間的交互作用，影響全球氣候。

#### 四、天文

1.變星是指亮度與電磁輻射不穩定的，經常變化並且伴隨著其他物理變化的恆星。請說明變星亮度或是電磁輻射變化的可能原因，以及我們從其變化週期中所能探索的物理或化學特性。

參考答案：

變星可以大致分為兩大類，第一類為亮度變化源自於恆星本身，比如說恆星體積週期性膨脹收縮造成光度變化；第二類為雙星系統，因兩星彼此互繞，週期性的相互遮掩，造成觀察時亮度變化。

第一類稱為本質變星，恆星的亮度由於星球自身的物理特性所而改變。這類的變星可以再往下分成三種類別。

脈動變星：在恆星演化中，半徑交替的擴展和收縮，是演化晚期的過程。織女星 RR 型變星或造父變星可以用來定距。透過光譜顏色的變化，可以推估半徑變化情形。

激變或爆發型變星：往往發生在有交互作用的雙星系統中，或是瀕臨死亡的大質量恆星，恆星表面經歷如閃焰、物質拋射或是爆發的過程，像新星、激變星與超新星。超新星爆發的光變曲線與最大亮度可以用來做為距離量測。

第二類為雙星系統：恆星的光度變化是由外在的物體造成的，像自轉或是食。可以分為兩種主要的類別。

食雙星：當雙星互繞時，會互相遮蔽到，造成光度的變化。光度變化可以得到軌道週期。部分食雙星的光度變化曲線可以用來決定伴星的半徑大小。

自轉變星：恆星的變化是本身自轉造成的現象。例如恆星表面有星斑(就像太陽黑子一樣)影響到視亮度，或是自轉速度太快變成橢圓球的形狀。由光變曲線可以得到自轉週期，並且推估星斑大小。

2.極光是地球上最美的現象之一，但是為何只在極區，而不在赤道低緯度地區出現？極光是否只有地球才會發生？原因為何？

參考答案：

極光產生的原因是來自於大氣外的高能粒子(電子和質子,通常來自於太陽)撞擊高層大氣中的原子的作用。這種相互作用常發生在地球磁極周圍區域。當為太陽風的一部分荷電粒子在到達地球附近時,被地球磁場俘獲,使這些高能粒子沿著磁力線朝向磁極下落。當這些高能粒子與大氣中的氧和氮原子碰撞,擊走電子,使之成為激發態的離子,這些離子中的電子躍遷時便會發射不同波長的輻射,產生出紅、綠或藍等色的極光特徵色彩。在低緯度地區,由於地球磁場與地面越趨平行(不同於極區的磁場是垂直於地面),因此帶電粒子在大氣層外被磁場捕獲後,會沿著磁力線向兩極方向運動,而無法進入低層大氣與大氣原子產生碰撞,除非是大型磁爆帶來大量的高能粒子,否則幾乎無法在低緯度地區產生極光。

因此,極光的產生需要有幾個要素,包含了來自於太陽的高能粒子、足夠強度可以捕捉這些粒子的行星磁場、以及提供發光原子的行星大氣。因此,一些行星上都可以看到類似地球極光的現象。例如木星、土星、天王星、海王星等巨氣體行星(類木行星),他們磁場的磁極基本上都離地理南北極不遠,因此極光狀態類似,都出現在極區上空,且磁場可偏折帶電粒子(電子、質子或離子)等,保護行星表面不受太陽風暴的侵襲。但是如金星、火星的磁場都很微弱,因此極光現象並不明顯。

3.試就回歸線(Tropic)的天文意義做一說明。另西洋的占星術 3 月 21 日春分那一天出生的人為白羊座(天文學稱為牡羊座)，如今此一期間的太陽卻位處於黃道上的雙魚座？就天文學而言此為何種現象使然？試申論之。

參考答案：

回歸線是太陽直射(視位置，Apparent Positions)地球的極限緯圈，成因緣起於赤道面與黃道面的不重疊。因為地球的章動(nutation)，回歸線的緯圈也會跟著做修正。由於有了回歸線伴隨著形成了極圈並產生了氣象上的五帶(熱帶，南、北溫帶及南、北寒帶)。

春分點是指赤道平面和黃道的兩個相交點的一個(另一個是秋分點)。冬至後，太陽從南向北移動，在春分那一天通過這一點。

希臘時代的星象學家喜帕恰斯發現春分點大約在雙魚座和牡羊座之間，因此定立牡羊(白羊)座成為黃道第一宮。而現在春分點大約是在雙魚座裡面。春分點的位置每年都往前移動一點，這就是分點歲差。分點指的就是春分點，是太陽光直射赤道的時候。以地球的觀點看來，此時太陽正處在天空中的某一位置(相對於各恆星間，當然是用推測的)。天文學家發現這一點在天空中會移動的(也就是每年春分時太陽並不在天空中的同一點上)。事實上，由於歲差(precession)的作用，現在的地球看起來比兩千年前「慢」了一個星座，所以按照日期算，原來是某個星座的，其實是前一個星座；例如牡羊座的人依現在的演算法是雙魚座等。

4.網路曾謠傳：“「2006年8月27號天空上有二個月亮」。8月26日剛好是星期六，那天大家可以到高一點的地方等到凌晨看月亮！兩百七十二年後才會再出現一次，機會難得！請記下這一天並且不要錯過這次難得的機會。一定要轉發給你的朋友因為一旦錯過這次，我們沒有機會再次見到這樣的景觀了。

請針對上述謠傳做一批評。

參考答案：

針對上述謠傳有此一說：從八月份開始，火星將會在晚上呈現出最明亮的時候。從肉眼來看，它會像月亮那麼大。繞著地球走了34.56英里後，它的大小將在2006年8月27號達到最大。

在2006年8月27日凌晨00:30一定要觀看哦！那時天空會看上去有兩個月亮！相同的景觀再出現將會在2278年。然因火星之視直徑遠小於月亮(參考下表)，故上述說明顯難令人接受。較有可能是在望月時分，因太陽西下時分正好滿月東升，又兩者之視直徑相當(參考下表)，故有可能出現二個「月亮」。

	太陽 <i>Sun</i>	月球 <i>Moon</i>	火星 <i>Mars</i>
與地球相距	$1.495 \times 10^8$	$3.844 \times 10^5$	$5.575 \times 10^7$
視直徑(平均)	31'59"	31'5"	25"