

九十八學年度高級中學地球科學能力決賽

【口試考題】 參考答案

— 參考答案說明 —

- 注意事項：
 1. 本試題參考答案共有9頁。
 2. 本試題包含天文、地球物理與海洋、地質及氣象共4大類。
 3. 各科頁次如下：
天文科第1~3頁；地球物理與海洋第4~5頁；
地質科第6~7頁；氣象科第8~9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1題作答。

- 考試時間：

每人10分鐘。口試時，考生唸完題目後，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、天文口試試題

【天文 1】

請簡要說明何謂吸積盤和那些天體擁有吸積盤。試以其中一個例子討論它們的成因。

【參考答案】

吸積盤是圍繞中心天體旋轉由氣體與塵埃所形成的盤狀結構。一般是扁平狀，但也有像甜甜圈的。在吸積盤中的物質會循螺旋軌道慢慢被吸進中心天體，因此需要外面提供物質才能維持吸積盤的存在。

吸積盤出現在極年青的恆星如原恆星、金牛 T 星等；雙星系統如激變變星、X 射線雙星、新星等；超重黑洞如活躍星系核。

成因都是引力加上角動量守恆。

極年青的恆星：物質來源是恆星形成過程中塌縮的雲氣。

雙星系統：致密天體（白矮星、中子星、黑洞）的吸積盤來自伴星的物質流（伴星在膨脹或恆星風等）。

超重黑洞：捕獲靠近星系中心之星際物質及星體（巨大引力可把星體撕碎）。

【天文 2】

請以大小、溫度、結構等說明紅巨星、主序星、白矮星的特徵。

【參考答案】

紅巨星：半徑是太陽的幾十到幾百倍；質量約 0.1~8 倍太陽質量；表面溫度小於 5000 K；呈紅色；中心是沒有核反應的氦核，氦核外是行熱核反應的氫殼層，再外面是對流帶。

主序星：大小約 0.1~20 太陽半徑；0.1 到大於 50 倍太陽質量；表面溫度約 3000~40000 K；中心是行氫熱核反應，核心外是對流帶或輻射帶（小於 0.4 太陽質量的主序星只有對流帶，0.4~10 太陽質量的主序星核心外是輻射帶然後是對流帶，大於 10 太陽質量的主序星則是核心外是對流帶然後是輻射帶）。

白矮星：大小如地球；質量小於 1.4 倍太陽質量（大部分在 0.5~0.7 之間）；表面溫度從幾千到超過幾萬度；成分大部分是碳和氧，沒有熱核反應，電子簡併壓取代熱氣壓撐起星球。

(接續下頁)

【天文 3】

現在的科學已經普遍的接受太陽能量的來源來自於太陽核心的核融合反應，請就你的瞭解舉出直接或間接的證據支持上述的事實。

【參考答案】

1. 偵測到太陽的微中子，這些微中子來自於核融合反應。
2. 根據理論計算，太陽內部的溫度高達千萬度，密度極高，已經達到核融合反應的生成條件。且目前估計核融合過程所釋放的能量和太陽每秒釋放出的能量相當。
3. 如果太陽的能量來源不是核融合，而是靠其他能量來源，如重力位能、化學能，則以太陽的質量與現在的光度估計，只能支持百萬年到千萬年尺度，遠小於目前已知地球年齡。

【天文 4】

就我們目前的瞭解，行星上原始生命的形成與發展需要哪些條件？並請據此請說明為何其他太陽系內的其他行星不適合生命的形成與發展。

【參考答案】

1. 具備一定的物質組成，包括生物有機體主要組成元素：碳、氫、氧、氮等。宇宙化學的研究已經證實了這幾種元素在行星際空間都是普遍存在的。
2. 生命最有可能在水中誕生，並且大部分時間生活在水中。水是地球上生物不可缺少的介質。此外，生物化學研究也發現有少量生物可以生活在溫度很低的液態氮和甲烷中。
3. 生命體中所發生的生物化學反應有適當的溫度要求，溫度太高，生物有機分子必然運動過劇甚至分解；溫度過低，生命過程過分緩慢甚至停頓。
4. 生命只有在與周圍環境進行物質交換才能生存，所以具有生命之行星必然存在適當的大氣層。而行星要留住大氣須具備相當質量。質量太小，引力太小，不可能有大氣。沒有大氣的行體，表面不可能有液態水或其他液態物質，沒有液態物質作為溶劑不可能有生命產生。

請學生就以上幾點發揮。

(接續下頁)

【天文 5】

月球上，水的探測這幾年成爲一個很熱門的問題，美國太空總署在 2009 年 11 月 13 日舉行記者會，正式宣布「月球火山口觀察與探測衛星」(LCROSS) 在月球表面「找到」水。請就您的天文以及其他地球科學領域的知識，簡要回答以下問題：

1. 從人類第一次登陸月球將部分月球樣本帶回地球後，科學家們就認爲月球表面是一個完全乾燥的世界。爲何水分子無法存在於月球表面上？
2. 如果您是太空總署的科學家，您相信月球表面可能有水的存在。您會在月球表面的何種地理位置與地形找尋水？理由爲何？

【參考答案】

這題是測試學生對於天文新聞與重大發現的瞭解。

1. 月球表面的溫差很大，白天在陽光垂直照射的地方高達攝氏 130 度，夜晚溫度可以降低到攝氏零下 180 度。因此，水很容易就蒸發掉。加上月球的引力只有地球的 1/6，因此無法留住水氣或空氣。
2. 如果要在月球上找尋水的存在，優先考慮的地點是兩極，因為兩極的溫度低，水分子有機會以水冰的方式存在，不被蒸發。在地形上，優先考慮找尋隕石坑，因為自古以來，彗星和隕星不斷地撞擊月球。這些物體中的大部分都含有水分，在月球演化過程中，如果彗星或隕石撞擊月球表面，有機會將水冰深埋於撞擊坑內，進而保存下來。

二、地球物理與海洋口試試題

【地球物理與海洋 1】

請問淺層和深層主震所產生的餘震系列有何不同，為什麼？

【參考答案】

主要原因：淺層為彈性層，主震造成的應力改變直接作用在彈性層上，易使達臨界點的介質產生破裂，故餘震易發生。

深層多塑性(或粘彈性)，主震造成的應力改變易被吸收再以較長的時間緩慢釋放，故餘震較少。

【地球物理與海洋 2】

請問何種板塊邊界發生的大地震個數佔全球大地震數目的最多數？為什麼？台灣附近有沒有這種板塊邊界？在那裡？

【參考答案】

聚合型板塊邊界 - 隱沒帶

發生地震的深度(範圍)最深，發生地震延伸的寬度最寬

台灣東部琉球隱沒帶系統與台灣南部馬尼拉隱沒帶系統

【地球物理與海洋 3】

台灣最高峰玉山的高度為 3951.798 ± 0.072 公尺，此高度為相對於大地水準面。請問什麼是「大地水準面」？它是如何定義？全球定位系統 (Global Positioning System, GPS) 測量出來的高度，是相對於大地水準面嗎？如不是，它是相對於什麼？

【參考答案】

大地水準面是與平均海水面最接近之重力等位面。

GPS 高程為相對於理想地球之參考橢球體面，它與大地水準面不同。

【地球物理與海洋 4】

海洋中在短期地質時間內出現的「廣大火成岩區 (Large Igneous Province)」(主要為玄武岩，如太平洋的 Ongtong Java) 是如何形成的？

【參考答案】

海洋中出現的廣大火成岩區，如太平洋的 Ongtong Java、印度洋的 Kerguelen 可能是「熱柱 (plume)」由地函上湧而形成。所謂熱柱即地函深部溫度較高的熱點 (hot spot) 產生部分熔融形成岩漿上湧至地殼而形成廣大的火成岩區

(接續下頁)

【地球物理與海洋 5】

工業排放溫室氣體二氧化碳 (CO₂) 的量日益增多，其中約三分之一可以被海洋所吸收。你認為用什麼方法可能會增加海洋對工業排放 CO₂ 的吸收量？

【參考答案】

在適當海域施放可溶性含鐵 (Fe) 鹽類以增加海洋浮游植物之數量，海洋浮游植物增多後可進行光合作用而吸收更多的二氧化碳 (CO₂) 進入海洋。

【地球物理與海洋 6】

海洋溫鹽環流在全球氣候變遷上扮演重要的角色，請說明一萬年前新仙女木事件的現象和溫鹽環流的可能關係。

【參考答案】

第四紀冰川期結束時，全球氣溫逐漸升高，北美大陸的勞倫泰德冰架開始融化，在西元前 1 萬年左右的時候，冰川融解開始加速，大量淡水進入北大西洋，導致全球海洋熱鹽環流終止，低緯度海域所吸收日照輻射無法輸送到高緯度地區，造成高緯度地區氣溫急劇下降，積聚了大量冰雪，潔白的冰雪對陽光反射率較高，造成地球吸收的太陽輻射減少，氣溫進一步降低，而更低的氣溫又導致冰雪覆蓋的面積進一步擴張，如此反復，使得地球在短時間內變得極其寒冷。

三、地質口試試題

【地質 1】

假如你（妳）是位工程地質師，受委託前往勘查山坡地的穩定性及進行災害風險評估，請問除考慮坡度及植被外應該調查那些地質或環境特徵？

【參考答案】

1. 是否為順向坡？
2. 是否有坡腳切移？
3. 附近類似之坡地是否有過山崩？
4. 是否位在土石流淺勢溪附近？
5. 是否位在豪大雨經常發生區，附近排水的能力為何？
6. 是否位在地震帶或活動斷層邊？
7. 山坡若為岩盤其岩性為何？是砂岩、頁岩或石灰岩或其他岩石？是否有解理或葉理？
8. 是否為河階或沖積扇堆積？
9. 山坡若履蓋土壤，其種類及厚度（岩盤深度）為何？是否有潛移現象？
10. 評估如果發生山崩其後果之嚴重性。
11. 其他。

【地質 2】

岩石一般分成那三大類？請敘述各類岩石之物理及化學特性，此三類相互間在不同的地質作用或條件下可能互相轉化，請詳細申論之。

【參考答案】

岩石分成火成岩、變質岩及沉積岩三大類：火成岩類中之侵入岩（深成岩）一般較密緻，礦物顆粒較粗且均勻，晶型明顯；而噴出岩（火山岩）顆粒較細，常有大顆粒之斑晶，其晶型完整嵌在細緻之基質中，火山岩有時有氣孔。變質岩類似火成岩，但其結構常帶葉理，且其中礦物有具方向性的排列，並經常可發現大小長短不等之石英脈。沉積岩之顆粒由細至粗皆有，但同一種沉積岩其顆粒相當均勻，但濁流岩除外。

此三類相互間可以互相轉化：(1) 露出地表之任何岩石（火成岩、變質岩及沉積岩）經由風化侵蝕作用及河川之搬運，可沉積在河床、湖泊、海邊及深海、是為沉積物；再經掩埋後的成岩作用可成為沉積岩。(2) 沉積岩進一步深埋或經由造山運動的擠壓或火成岩體的加熱可轉化成不同變質度之變質岩；若更進一步深埋至十幾公里深度或被帶入穩沒帶內，當溫度到達攝氏六、七百度以上則開始熔融，後經凝固可成為火成岩。(3) 火成岩（侵入岩或火山岩）未經由沉積的階段也可直接經由深埋及造山運動等之變質作用使其中礦物再結晶轉成變質岩。

可進一步問：

- (1) 侵入岩（深成岩）及噴出岩（火山岩）有何不同？
- (2) 濁流岩如何形成？（是沉積物經由深海峽谷在暴風雨或地震時，被濁流搬運至大陸坡下之深海沖積扇所形成之砂岩，其特性是顆粒淘選度很差大小摻雜）。

(3) 板岩及片岩是何類岩石此兩者有何不同？

(板岩及片岩皆為變質岩板岩變質度較低且板岩之葉理較平滑常可剝裂成板狀可做屋頂建材片岩之片理較不平滑不易成板狀)。

【地質 3】

現今地球之大陸地殼與海洋地殼之特性（如厚度、構成物質、比重、年齡等）有很大之差異，請詳述之，並申論造成此大差異之原因？

【參考答案】

大陸地殼之厚度約在三十公里至六十公里間，主要以含長石及石英等的花崗岩質之岩石組成，富含矽鋁質，平均比重約 2.7。而海洋地殼厚度約五至十公里間，厚度除在中洋脊外較大陸地殼均勻，其主要以含長石、輝石及玻璃質等之玄武岩質的岩石組成，富含鐵鎂質，平均比重約 2.7，比大陸地殼重而年齡較年青許多。

造成此兩者大差異之原因主要是成因上的不同：一般認為大陸地殼是地球早期因重力分層，比重較輕矽鋁物質形成的許多小的古地殼核心，經過多次的侵蝕、沉積、碰撞加大致使造山運動頻繁高山脈多地殼厚度不均勻；以及由於板塊運動時穩沒帶內的岩漿活動，促成地函物質的補注致使大陸塊逐漸成長加大，最後在二億多年前形成盤古大古陸後再漂移形成今日之大陸地殼分布。

而海洋地殼多數為海床擴張下的產物，直接由中洋脊或大陸裂谷下之地函物質，經由岩漿活動所形成。新的海床一直在生成，因此年齡較年青。另外因為地函物質多數含鎂鐵而矽鋁質甚低，因此其所衍生之岩漿物質為含鎂鐵之玄武岩質。當此玄武岩質的海洋地殼穩沒到大陸邊緣地殼之下時，因部份熔融使易熔的矽鋁物質先熔出，致使穩沒帶之岩漿活動所衍生之物質多數為近大陸地殼之物質如安山岩或質花崗岩質，使得大陸地殼逐漸加大。

【地質 4】

造山運動與氣候變遷有何關係？

【參考答案】

隆起的山脈可以改變大氣流動，使迎風面增加降雨（雪）量，進而增加風化與侵蝕作用。矽酸鹽礦物（如長石）在風化作用時，消耗空氣中的 CO_2 ，產生溶解於水中的重碳酸鹽離子（ HCO_3^- ），這些離子最終大多與水體中的鈣離子結合成石灰岩。這個過程造成大氣中的溫室氣體減少，使氣溫降低。降低的氣溫與隆起的山脈使更多的雪降在陸地，增加陽光的反射，地面因而變得更冷。由於氣溫的下降，更多的甲烷水合物將會生成，進一步降低大氣中溫室氣體含量。而造山運動也可能會造成古海洋的封閉，改變洋流與甚至浮游生物（如藻類）的數量，造成全球氣候發生改變。如果造山過程伴隨隱沒與火山作用，則火山爆發可能會釋放大量溫室氣體，但火山灰與 SO_2 也會形成遮蔽與反照作用，使整個氣候系統變得更為複雜。

四、氣象口試試題

【氣象 1】

一般而言，大氣的垂直運動和水平運動尺度各為多少？為什麼會有這樣的差異？並說明大氣垂直運動的重要性。

【參考答案】

一般而言，大氣垂直運動尺度約為每秒數公分，水平運動尺度約為每秒數公尺；因為垂直氣壓梯度大致與重力平衡，方向相反，所以在常態下大氣垂直運動很小。但較強的垂直運動常會導致成雲降水，造成天氣變化。

【氣象 2】

地表溫度會受到地面和土壤狀況的影響，試由地表能量收支的觀點回答下列問題：

1. 討論乾燥和潮溼的土壤對地表溫度日夜變化範圍（Range）的影響，並說明其原因。
2. 為什麼初下雪的夜晚，會感覺特別寒冷？

【參考答案】

1. 乾燥土壤的地表溫度日夜變化範圍比較大，潮溼土壤的地表溫度日夜變化範圍比較小。因為在白天，潮溼土壤的地表的反照率比乾燥土壤地表大，所吸收的太陽輻射能量比較少，同時潮溼土壤的蒸發比較大，一部分能量用於蒸發，所以白天潮溼土壤的地表溫度比乾燥土壤的地表溫度低，因此乾燥土壤的地表溫度日夜變化範圍比潮溼土壤的地表溫度大。
2. 新雪在短波輻射的吸收率及放射率都很低，會反射大部分的太陽輻射；雪在長波輻射的吸收率及放射率都很高。白天新雪吸收短波輻射很少，但晚上卻很有效率發射長波輻射，損失熱量，因此剛下了雪的夜晚特別寒冷。

【氣象 3】

飛行員駕駛飛機從北方寒冷的地區，飛往南方比較溫暖的城市，如果飛行員利用氣壓高度計沿著等壓面的高度飛行，而且沒有做高度校正，那麼飛機飛到南方較溫暖城市之上空時，飛機氣壓高度計所指示之高度和飛機實際所在的高度會有何差異？

【參考答案】

暖空氣上空的空氣柱溫度高、密度小，因此氣壓隨高度的變化比較小，相同等壓面間的氣柱厚度比較厚，所以飛機沿等壓面從冷區飛到暖區上空時，飛機所在之實際高度會比沒有經過校正之氣壓高度計所指示之高度高。

(接續下頁)

【氣象 4】

無雲靜風之夜間當一近地面相當厚度的空氣層溫度下降至露點（溫度）時，可能開始形成霧，說明霧發生前後空氣溫度和露點（溫度）的變化特性。

【參考答案】

1. 霧形成之前溫度因為輻射冷卻下降比較快，大約每小時 2°C ，霧形成之後，因為水氣凝結成霧滴，放出潛熱，同時霧也會吸收阻擋地面向外之長波輻射，所以溫度下降率會變小，大約每小時 0.5°C 。
2. 霧形成之前實際水氣量若沒有增加，露點溫度大約維持不變，霧形成之後，因為部分水氣凝結變成小霧滴，水氣減少，所以露點溫度會下降。

【氣象 5】

為什麼晴朗的天氣比有雲的天氣，清晨和午後地面風速的差別比較大？

【參考答案】

晴朗無雲的天氣，清晨時輻射冷卻效應強，近地面大氣相當穩定，風速小，午後由於太陽短波加熱地表，地表再透過輻射傳導與對流加熱低層大氣，造成大氣比較不穩定，易有亂流活動，而且上下對流混合作用增強，上層風速較大之動量會往下傳，因此地面風速會增大。有雲的天氣地面加熱作用小，所以午後上下混合作用較小，清晨和午後的風速差異較小。