

# 九十二學年度高級中學地球科學科 能力競賽決賽口試試題與解答

國立臺灣大學 地質學系

## 地質

一、三塊一樣大小與形狀的石頭，分別為花岡岩、閃長岩、玄武岩。小明在河的左岸撿起閃長岩塊用力擲向對岸，差了一點點就到岸邊而掉在水裏。請問小明接下來該選那一塊石頭，才比較有機會投到對岸？為什麼？(已知三塊石頭的孔隙率都很低，且具有一般標準的礦物組成。)

解答：

(1)小明應該選較輕的花岡岩塊。雖然岩石的密度會隨著其中礦物組成與孔隙度而變化，但題目已限定低孔隙率，且具有一般的礦物組成，因此可以用平均密度來看這個問題。常見的深成岩的密度變化範圍如下表：

岩石名稱	平均密度	密度範圍
花岡岩 (Granite)	2.67	2.60~2.73
花岡閃長岩 (Granodiorite)	2.71	2.65~2.77
正長岩(Syenite)	2.76	2.65~2.85
石英閃長岩 (Quartz diorite)	2.82	2.72~2.92
閃長岩 (Diorite)	2.85	2.75~2.95
輝長岩 (Gabbro)	2.99	2.85~3.15

(Ref: McGraw-Hill Encyclopedia of the Geological Sciences, 1978, p.391)

而玄武岩的密度變化也很大，如果在標準溫壓情況下而且無孔隙的話，密度約在2.8~3.1之間，平均約接近3。所以很明顯的小明應該選比玄武岩塊還要輕了約10%的花岡岩塊才比較有機會擲到對岸。回答本題的學生只要知道花岡岩為大陸地

殼的主要成分，玄武岩為海洋地殼的主要成分，而且大陸地殼比較輕，就可以回答此問題。(當然也要知道閃長岩是介在二者之間的中性岩，平均密度應該也在中間。)  
(2)只有純鋁塊。四種材料的密度如下：鋁(=2.70)，鐵(=7.86)，金(=19.3)，鑽石(=

3.52)。因此只有純鋁塊比閃長岩輕。

二、請解釋什麼是「順向坡」。房子蓋在順向坡下會很危險嗎？有什麼其他方法可以補強岩層或預防山崩災害嗎？

解答：

(1)順向坡為岩層的傾斜方向與地形斜坡之傾斜方向大致上一致的坡面。其實將房子蓋在順向坡下並不一定會很危險，因為發生「順向坡滑動」必須具備三個條件：**(a)** 斜坡必須是順向坡；**(b)** 地層或不連續面的傾角要小於斜坡的坡度（也就是在坡面上可以看到地層的層面）；**(c)** 地層或不連續面的傾角要夠大（即要大於潛在滑動面的內摩擦角）。當然若是施工不當，將順向坡的連續岩層之坡腳挖斷，造成失去支撐的順向地層，就會很容易發生像林肯大郡般的災害。

(2)**岩栓**、**岩錨**及**擋牆**都是補強岩層與防止順向坡滑動的最常用措施。其中岩栓與岩錨類似，都是長條形鋼條（岩栓的長度一般可達 8 公尺，岩錨的長度則可超過 30 公尺），將其埋入岩體後並進行張拉，如此可以提高潛在滑動面上的抗剪強度。在坡腳建造堅固的擋牆，則可以降低岩層滑動的機會，但需要配合排水措施，以排除地下水在岩層內造成的水壓。另外若岩層中有軟弱地層（如薄層頁岩、黏土層等），可能需要將其移除並實施**灌漿**，或岩層中有過多裂縫時，也需要進行**裂縫灌漿**以提高順向坡的穩定性。

三、都市裏的高樓大廈的外牆與內部裝潢常常黏貼著天然石材製造的石片，不僅美觀而且具有質感。但是雖然可以使用的岩石種類應該很多，真正使用的建材卻種類有限，其中要以花岡岩（片麻岩）與石灰岩（大理岩）最為常見。請問在台灣塵土飛揚的環境中，使用哪一種較好？為什麼？（假設不考慮表面經過鍍膜等特殊處理過的石材）

解答：

使用花岡岩（片麻岩）較好。因為兩個理由：**(1)** 塵埃中的礦物顆粒常會較方解石硬（摩氏硬度大於 3），因而會刮蝕石灰岩（大理岩）石材表面，使其短時間內失去光澤，甚至局部侵蝕出現孔洞。至於花岡岩（片麻岩）主要由石英、長石等較硬的礦物組成，相對之下較能保持光滑的表面。

**(2)** 台灣地區常下酸雨（北臺灣 pH 值平均約 4.5 左右），因此由碳酸鹽類礦物組成的石灰岩（大理岩）會與酸反應而分解，釋出二氧化碳氣體，加速毀損。

四、台北盆地北邊的大屯山是座火山。距離上一次噴發距今僅有十幾萬年，種種跡象顯示其仍有再次活動的可能。請問如果你（妳）是負責觀測火山活動的調查員，應該採取哪些措施？進行哪些觀測？

解答：

**(1)** 措施—**(a)** 設立各種觀測儀器進行監測、**(b)** 研究過去火山噴發之地質歷史—包括噴發年代、週期、噴發形態、影響範圍等，**(c)**

最後並應研判與預測可能發生的災害，建議有關當局建立緊急應變措施。

(2)觀測－(a)進行火山氣體監測、(b)火山與其周圍之微地震觀測、(c)重力異常觀測、(d)地熱觀測、(e)地表地形變化觀測等。

### 海洋與地球物理（一至八題為海洋，九至十一為地物）

一、第四紀冰期時的海水面比現在的海水面下降大約多少公尺，那時的台灣海峽是否與現在的情況不同？有何種證據支持你的看法？

解答：

第四紀冰期時海水面比現在約下降 140 公尺當時台灣海峽出露於空氣中。可由哺乳類化石（如象等）在台灣海峽出現得到證實。

二、海洋地殼主要由那種岩石構成？並說明此種岩石中最主要的兩種礦物？

解答：

海洋地殼主要由玄武岩構成，其中最主要的兩種礦物為斜長石及輝石。

三、我們用什麼數據（方法）可以推論海底擴張？

解答：

我們可以利用磁力異常（倒轉），熱流值分佈，沈積物之年代與厚度等來推論海底擴張。

四、海水與河水化學成分最大的差異為何？

解答：

海水中主要含有  $\text{NaCl}$  ( $\text{Na}^+=30.61\%$ ，

$\text{Cl}^-=55.05\%$ ) 河水中主要含有  $\text{HCO}_3^-$  (48.6%) 及  $\text{Ca}^{++}$  (12.5%)。

五、請說明東海陸棚沈積物的主要特性。

解答：

東海陸棚沈積物大部分為第四紀冰期時之殘留沈積物，粒度較粗（砂質）。

六、北大西洋比北太平洋更常見船撞冰山的災難，為什麼？

解答：

北大西洋與北極海暢通，極區附近形成的冰山大量流入北大西洋，而北太平洋只有白令海峽與北極海相通，白令海峽的海流又是由北太平洋流入北極海，因此北太平洋較少冰山，發生船撞冰山的機率就較小。

七、在海難中，拼命掙扎的人愈容易下沉，為什麼？

解答：

在海面拼命掙扎的人急促呼吸時，會把肺部的空氣排出體外，殘存在肺部的空氣減少，因而人的比重會增加，在海中就更容易下沉了。

八、在同一處海邊，今天早上 9:00 時最低潮，則明天早上最低潮會在何時發生？為什麼？

解答：

早上 9:50 最低潮。潮汐漲落主要是因月球引力而起，每一地方的潮汐漲落都依其相對於月球的位置而變化。月球“繞”地球一圈需 24 小時 50 分鐘，因而每日的最低潮時刻

每經一日就會延後 50 分鐘。

九、台灣地區的地震活動特性為何?

解答：

台灣地震活動大都於東北外海及東部區域，其主要為菲律賓海板塊及歐亞大陸板塊碰撞所形成。但台灣島內特別在西南區域亦有許多大地震，其主要為碰撞前緣之逆衝構造所造成形成許多活動斷層。

十、台灣地震活斷層的分佈及其與臺灣歷史災害性地震的關係？

解答：

台灣活動斷層主要由板塊碰撞前緣之逆衝構造所形成。台灣島內與外海相比雖無較頻繁之地震，但大部分的災害性地震，大都在台灣西部及西南部區域。如 1935 年新竹-台中烈震，1960 年嘉義區域地震及 1999 年集集大地震。

十一、地震發生時，我們首先想要了解的是地震的位置及大小。試問如何決定此參數？

解答：

地震發生的位置可由收到的第一個震波的到時，藉由多個地震站的到時，決定其距離。另由 P 波及 S 波到時的時間差亦可估計其可能的距離。而地震大小以地震規模表示，以地震站記錄的地震波，經過波進行路徑的衰減修正後，以其震幅大小決定其規模大小。

十二、台灣地區的地熱主要分佈於何處?您認

為理由是什麼?

解答：

台灣地區的地熱主要分佈於北部大屯火山地區，地熱溫度高，中央山脈尚封存著台灣變質過程的餘熱，屬中溫地熱。

十三、布蓋重力之意義為何?台灣地區的布蓋重力異常(指高區及低區)大致上位於何處?其所代表之地質意義是什麼?

解答：

布蓋重力是指地球基準面以下(一般以海平面為基準面)之岩層密度之重力反應，以加速度單位 mgal ( $10^{-3}\text{cm/s}^2$ )表示之。台灣地區之布蓋重力高區異常位在台灣東部海岸山脈;而低區異常位在中央山脈處。主要意義是台灣東部鄰近海洋地殼，而中央山脈地區地殼較厚。

## 大氣

一、為何「山雨欲來風滿樓」?「煙雨濛濛」又如何?(提示:可由天氣狀態及盛行天氣系統著手)

解答：

(1)「山雨欲來風滿樓」:山區旺盛上昇氣流造成低層水汽上昇凝結成雲,乃至成雨,而此時在向風面之高處明顯可感受到風力。

(2)「煙雨濛濛」:初春綿綿細雨,主因為天氣系統較弱,一般為淺鋒(冬春交替)、層狀雲為主。(考生可自由發揮,例如冬雨亦有此類似現象)

二、何謂逆溫？其與空氣污染關係如何？冷鋒來襲時，是否會發生逆溫現象？其與空氣污染關係又為何？

解答：

- (1)對流層大氣之溫度應為自地表向上”遞減”，若發生溫度反轉，即上熱下冷情形，即稱之逆溫，通常形成穩定大氣，低風速，空氣污染物擴散不易，空氣品質不良。
- (2)冷鋒之冷暖氣團分布垂直剖面來看，的確造成所謂暖空氣在上，冷空氣在下之”鋒面型逆溫”，但因風速大，移動快，甚或下雨，因之不會造成空氣品質惡化，反倒有助於空氣流動及清除作用。

三、何謂溫室效應？主要之溫室效應氣體有哪些？其來源為何？

解答：

- (1)溫室效應為地球大氣讓太陽輻射短波進入而為地表吸收，地表再放射長波(黑體輻射原理)回天空，以紅外線為主，而大氣將之限制在其下，而產生阻隔作用，以使大氣保有溫度。另外，如花室暖房之玻璃(或透明塑膠罩)屋亦是。
- (2)CH<sub>4</sub> 水稻田、農牧、沼澤等。  
CO<sub>2</sub> – 化石燃料使用，海洋排放。  
H<sub>2</sub>O(氣相水汽) – 蒸發作用。  
N<sub>2</sub>O – 土壤中的生化作用。  
CFCs – 冷煤、氣膠噴劑、電子清洗劑等。

四、試舉出兩個例子，說明海洋如何影響大氣。

解答：

海洋對大氣的影響最直接的就是氣溫的分佈。暖流或是冷流影響海岸城市氣溫影響顯著。在大氣現象部份，海溫的高低影響海面可感熱通量和潛熱（水氣）通量大小，對颱風的生成以及強度的影響很大。海溫和洋流的變化形成聖嬰反聖嬰現象，影響長期大氣運動和降雨的分佈。

五、你知道氣象局發布的颱風警報包含哪些內容嗎？試說明他的含意。

解答：

中度颱風編號第 0321 號(國際命名：LUPIT、中文譯名：盧碧、國際編號：0321)

中心位置:26 日 08 時的中心位置在北緯 12.5 度，東經 136.8 度，預測進行速度及方向：以每小時 13 公里速度，向西北進行。

中心氣壓：945 百帕。

近中心最大風速：每秒 45 公尺，相當於 14 級風。

瞬間最大陣風：每秒 55 公尺，相當於 16 級風。

暴風半徑：七級風暴風半徑 250 公里，十級風暴風半徑 100 公里。

預測位置：

十二小時:26 日 20 時的中心位置在北緯 13.0 度，東經 135.5 度，

二十四小時:27 日 8 時的中心位置在北緯 13.5 度，東經 134.3 度，

四十八小時:28 日 8 時的中心位置在北緯 14.7 度，東經 132.6 度，

七十二小時:29 日 8 時的中心位置在北緯 16.8

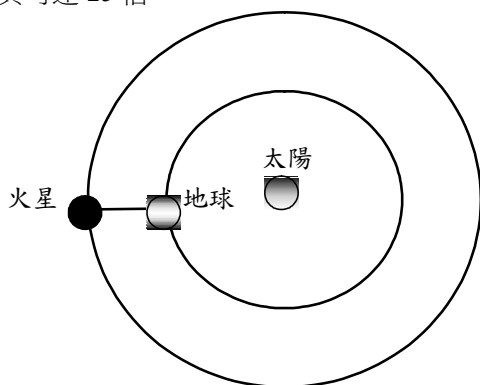
度，東經 131.1 度。

## 天文

一、在夜空中，紅色的火星自古就一直吸引人類的注意。依據美國海軍天文台的推算，火星與地球的距離，在今年八月二十七日中原標準時間 17:51 時，達到數萬年來最接近的一刻，只有 55,758,006 公里遠。這次超級「火星大接近」在媒體大量報導下更是引起全球觀賞火星的熱潮。說明在哪些條件下，火星與地球的距離最接近？分別說明「火星大接近」的主要條件與次要條件。

解答：

火星的距離遠近與亮度起伏可以用下圖來示意。火星與地球都繞著太陽運行，當地球與火星都位於太陽的一側時，兩者最近，稱為「火星大接近」，大約每兩年發生一次，此時火星看起來非常明亮。火星離地球很遠時，看起來就暗淡許多，火星最亮與最暗的亮度差異可達 25 倍。



天文學家用「衝」(opposition) 這個專有名詞來描述行星與地球最接近的時刻，此時行星

在午夜時分大致位於「中天」，整晚都可以觀賞。每隔兩年，會有一次「火星衝」。如果這時，火星位於近日點附近則「火星衝」將是火星距離相對比較近的時候，特別稱為「火星大接近」或「火星大衝」，天文學專有名詞為「近日點衝」(perihelic oppositions)。當然今年八月二十七日火星超級大接近便是屬於「近日點衝」，而地球又剛好位於遠日點附近，距離就更近了，火星看起來特別大、特別亮，視直徑約為 25 角秒，亮度達到 2.9。其次，地球軌道面與火星軌道面並不重疊，如果在「火星大接近」時，地球剛好位於兩行星軌道面的相交的節線上(即火星、地球與太陽形成一線)，則兩行星的距離會更接近一點。另外，月球、金星、水星等對地球與火星的重力，也會對地球與火星的軌道產生細微的擾動，影響到兩行星的相對距離。

二、依據過去一百多年來的監測，地球大氣中二氧化碳的濃度確實在增加中，其原因是「人為因素」造成的，還是「非人為因素」的循環現象？說明你的觀點，並提出可行的觀測方案。

解答：

雖然目前的學術界主流理論認為「地球大氣中二氧化碳的含量的增加，是由於人類活動所致。例如汽車排氣、工廠燃燒所產生的廢氣。」但是，依據「全球變遷研究」對過去數萬年至數百萬年的大氣成分分析結果，發現地二氧化碳成分有類似週期性的起伏，很可能目前的「二氧化碳成分增加」是在循環的增加過程中。

另一種說法是，如果大氣中的二氧化碳成分增加，有利於植物的成長，植物數量增加，促進光合作用會消耗所增加的二氧化碳。但是，過度砍伐林木則會增加大氣中的二氧化碳含量。

這問題目前仍沒有絕對性的定論。可是有越來越多的證據顯示，目前地球大氣中的二氧化碳之增加，與人類工業活動過度排放二氧化碳有關。

三、人類遲早會移民火星。但是火星的天然環境惡劣，大氣非常稀薄，平均大氣壓力不到地海平面大氣壓力的 1%；火星大氣中的二氧化碳成分高達 95%以上。雖然確定火星地表下有水，但目前還沒確定有水的地點與含量。在初期的火星移民先遣隊中，重刑犯可不可以隨行？說明你的論點。

解答：

沒有標準答案，只要可以說出一番道理都可以接受。

重刑犯的個性大都強悍，在惡劣環境下的適應力比一般人強。這是可以考慮的優點。在實例中，或從某些電影中，顯示如果提供抵免刑期之類的誘因，重刑犯有可能達成困難的任務。

四、就你所知，有關月球起源有哪些學說？請扼要說明？

解答：

**地球分裂說**—月球由地球分裂出去。

**地月同時形成說**—月球和地球一樣，是在 46

億年前由相同的太陽星雲中的氣體和塵埃凝聚而成的。

**捕獲說**—在數十億年前，經過地球附近的天體被地球重力「捕獲」。

**外來天體擦撞說**—經過地球附近的一個天體，與地球擦撞，並被地球重力捕獲。隨後，混合著外來天體與地球表層物質的物體冷凝形成目前的月球。此一理論為目前的主流。在美國登月任務中，太空人取回不少月球岩石與土壤；前蘇聯也由無人登月小艇攜回少量的月球土壤。化驗分析這些採自月球的樣本，發現月球的成分和地球不同。地球是鐵多硅少，月球是鐵少硅多；地球鈦礦很少，月球卻很多，讓專家相信月球應該不是從地球分出去的。

五、離太陽近的「類地行星」與離太陽遠的「類木行星」，分別說明兩種行星的特徵。

解答：

在太陽系中，水星、金星、與火星，不論就體積、密度、或外形，都與地球類似，所以稱這四顆行星為類地行星。它們的特徵是體積小、密度大（約為水的五倍），而且都具有岩石表層；此外祇有少數衛星，甚至沒有。在小行星帶以外，有四顆體積龐大的氣態行星，分別為木星、土星、天王星與海王星，稱為「類木行星」。最小的海王星體積比地球大 60 倍以上，最大的木星比地球大 1000 倍，它們的平均密度低約與水相當，沒有明顯的固態表面，也都有光環系統，而且有許多衛星，本身像個小型的太陽系。