

**107學年度普通型高級中等學校  
數理及資訊學科能力競賽-地球科學科決賽**

**口試考題    參考答案**

-作答說明-

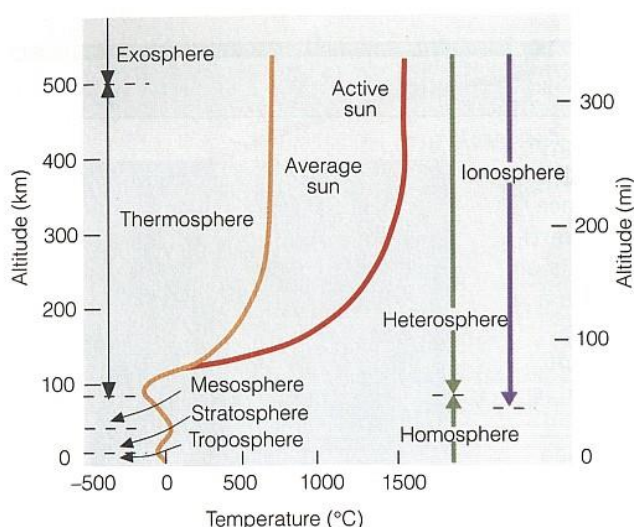
- 注意事項
  1. 本試題共有 16 頁。
  2. 本試題包含大氣、天文、地質及地球物理與海洋共四大類。
  3. 各科頁次如下:  
大氣科第 1~3 頁；天文科第 4~8 頁；地質科第 9~11 頁；  
地球物理與海洋第 12~16 頁。
  
- 考試方式:共抽考 2 題
  1. 自選題 1 題:由考生決定類別，並抽題 1 題作答。
  2. 任選題 1 題:考生除該自選該類外，將從另三類中抽 1 題作答。
  
- 考試時間:每人 10 分鐘  
口試時，考生唸完題目後，於進行作答時開時計時，第 8 分鐘響鈴一次，第 10 分鐘響鈴二次結束。

# 【大氣】

1. 舉出兩種大氣的分層依據，並說明利用該特性分層的大氣特性為何？

## 【參考答案】

可依溫度的分布、電離程度以及氣體混合狀態三種方式分層



**FIGURE 1.10**  
Layers of the atmosphere based on temperature (red line), composition (green line), and electrical properties (blue line). (An active sun is associated with large numbers of solar eruptions, described in Chapter 2.)

依「電離程度」分層與依「氣體混合狀態」分層的比較：

大氣分層	高度 (公里)	依「電離程度」分層	依「氣體混合狀態」分層
增溫層		電離層：中氣層上層（約 60 公里之上）和增溫層中的氮、氧等氣體分子，會吸收波長非常短（小於 0.2 微米）的太陽輻射，可生成許多離子，呈現電離現象，故稱電離層，可幫助無線電波的反射。	不均勻層：高於 85 公里以上的大氣，氣體濃度稀薄，氣體分子的分布受重力影響較多。重的粒子在下，輕的在上，使氣體混合的比例隨高度產生變化，故稱不均勻層。
中氣層	85		
平流層	50	中性層：約 60 公里以下的大氣層，無顯著的電離現象，自由電子較少，大多數原子或分子呈現電中性，故稱中性層。	均勻層：從地面至 85 公里左右，因氣體濃度較高，大氣分子碰撞較頻繁，故組成成分以一定比例混合，例如 21% 的氧氣與 78% 的氮氣，故稱均勻層。
對流層	8 ~ 16		

## 【大氣】

2. 再生能源有哪些(列舉四種)? 台灣目前以哪些再生能源為主? 風力發電為目前台灣極力發展的方向。試說明什麼樣的條件適合風力發電?

### 【參考答案】

1. 再生能源: 短期內可以獲得不斷補充, 以便供應人類使用。  
非再生能源: 短期內無法迅速產生的能源(石油、天然氣)
2. 風力、太陽能、水力
3. 持續不間斷的風, 且風速不可過大, 亦不可太小

3. 說明輻射霧、平流霧、升坡霧以及蒸氣霧的形成條件以及達到飽和的原因。

### 【參考答案】

輻射霧是因為晴朗無風或微風的潮濕夜晚到清晨時間, 由於地表長波輻射散熱而使靠近地面的空氣因溫度降低而達到飽和, 因而形成輻射霧。平流霧是因暖濕空氣經過冷海面, 因溫度下降而達到飽和, 形成平流霧。升坡霧是暖濕氣流因地形阻擋而爬升, 絕熱冷卻, 溫度下降而達到飽和。

## 【大氣】

4. 甚麼是 PM 2.5? PM2.5 濃度的單位是甚麼? 一般在甚麼樣的天氣條件比較容易發升高污染事件? 說明為甚麼台灣西南部經常會有高污染的事件發生?

### 【參考答案】

- 粒徑小於  $2.5 \mu\text{m}$  , 濃度單位是 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
- 一般高壓籠罩, 靜風或微風, 出現逆溫現象之穩定天氣, 比較容易出現高污染事件。
- 因為台灣西南部位於東北季風之背風弱風區域, 常有沉降逆溫和背風繞流輻合之現象。

## 【天文】

1. 哥白尼提出的日心說，也稱為地動說，是關於天體運動的和地心說相對立的學說，認為太陽是宇宙的中心，而不是地球。日心說推翻了長期以來居於統治地位的地心說，對於天文學產生了根本變革。請問有哪些觀測上的證據支持日心說？

### 【參考答案】

1. 伽利略以望遠鏡觀察到金星有盈虧(水星也有)，內行星都有最大距角
2. 外行星的逆行
3. 地谷(Tycho) 長時間的觀測編撰了當時最精確的星表，記錄有恆星和行星的位置與亮度。他遺留下的精準觀測數據，卻讓刻卜勒發現無法與地心說解釋，因此進一步以日心說解釋，並且發現行星運動的刻卜勒三大定律。

# 【天文】

2. 萊納·魏斯(Rainer Weiss)、巴里·巴利許(Barry Clark Barish)與基普·索恩(Kip Stephen Thorne) 三人於 2017 年以重力波量測的成就獲頒諾貝爾物理學獎。請簡單的說明何謂重力波？那些天體或現象是主要的重力波波源？原因為何？

## 【參考答案】

在廣義相對論裡，重力波是時空的漣漪。當投擲石頭到池塘裡時，會在池塘表面產生漣漪，從石頭入水的位置向外傳播。當帶質量物體呈加速度運動時，會在時空產生漣漪，從帶質量物體位置向外傳播，這時空的漣漪就是重力波。由於廣義相對論限制了重力交互作用的傳播速度為光速，因此會產生重力波的現象。相反地說，牛頓重力理論中的交互作用是以無限的速度傳播，所以在這一理論下並不存在重力波。

因為重力波時空的漣漪，因此重力波天文學可以透過利用重力波來對於劇烈天文事件所製成的重力波波源進行數據收集，例如，像白矮星、中子星與黑洞等密緻天體的星體所組成的雙星。此外，超新星與宇宙大爆炸等也是主要的重力波波源。天文學家可以利用重力波觀測到超新星的核心，或者大爆炸的最初幾分之一秒，而這些現象無法利用電磁波觀測。

## 【天文】

3. 電離層是位於距地表約 85~1000 公里高的區域，是可以反射、折射無線電波、導電率很高(電阻很小)的大氣層。近年，福衛三號利用無線電掩星技術提供全球電離層觀測資料，讓科學家得以全般性的研究電離層的變化與特性。請問電離層中大氣的導電率為什麼那麼高？除了人造衛星之外，我們在地表上有什麼方法可以觀測電離層電漿的結構？

### 【參考答案】

因為電離層是一層由太陽極紫外線與 X-ray 等高能輻射完全游離或部分游離的大氣層(電漿)。

可以用以下的方法觀測電離層電漿的結構：

- (1) 全日照相機(All sky camera)：利用 180 度廣角鏡頭，對著天空拍攝晚上大氣發光現象(例如氧原子發光的 630.0 nm 波段)，藉以了解電離層水平結構(氧原子是電離層主要的組成氣體)。

- (2) 電離層探測儀(Ionosonde)：發射不同頻率的電磁波到電離層，測量電磁波反射回來的傳播時間，可以推測不同濃度電漿的垂直高度分布情形。
- (3) 電離層特高頻雷達(VHF radar)：發射特定頻率的電磁波到電離層，測量電磁波散射回來的時間，可以得到電離層中特定擾動尺度之電漿結構分布。
- (4) 探空火箭：搭載電離層現地量測儀器，觀測火箭行徑路徑上的電漿濃度。
- (5) 地面 GPS 接收器：觀測 GPS 衛星訊號傳到地表 GPS 接收器之間的時間延遲量，可以推算衛星到接收器之間的電漿濃度積分值。



## 【天文】

4. 附圖為分別從地面與人造衛星(太空)所觀測的地球極光照片，請說明極光如何產生？照片中極光為什麼會在南北兩極呈現圓弧形的結構？



### 【參考答案】

來自太陽或地球磁層的帶電粒子，撞擊高層大氣(電離層)中的原子或分子，使該氣體原子或分子處於一種高能階的狀態，當回到低能階的穩定態時，會放出一定波長的光，此為極光。

太陽風吹往地球，會壓擠日側的地球磁力線以及拉長夜側的地球磁力線(磁尾)。來自於太陽的高能帶電粒子會受限於磁力線的作用，沿著地球磁力線往磁尾移動，並於磁尾磁力線重連處被加速，再次沿著磁力線回到地球南北兩極，進入大氣激發極光。這些磁力線是封閉磁力線(close field line)，離地磁極約  $20^{\circ}\sim 25^{\circ}$  地磁緯度，從極區往地表看去，就像是環繞著地磁極一圈，形成圓弧形的極光結構，稱為極光橢圓區。

## 【地質】

1. 請說明轉形斷層(transform fault) 在板塊構造上所扮演的角色，以及其與一般的走向滑移斷層(strike-slip fault)有何差異。

### 【參考答案】

轉形斷層為板塊邊界之一種，係連結兩段不同種類的板塊邊界或相同種類但不共線的板塊邊界而存在。與一般的走向滑移斷層最大的差異在於，此種斷層兩側被錯開的構造單位並不一定為原先同一段構造單位，如中洋脊，而此種位於轉形斷層兩側的構造單元被錯開的方向正好和被錯開的構造單元之間斷層面上走滑移的方向相反。

## 【地質】

2. 新生代全球海水面變化從中新世早期(21 百萬年前)至中新世中期(14 百萬年前) 上升約 80 米，台灣西部平原區的某一口井下資料顯示該段時間沈積了約 700 米的淺海相和濱海相地層，請討論說明全球海水面上升約 80 米的效應是否足以堆滿約 700 米的淺海相和濱海相地層，是否另有其他地質上的原因或作用形成約 700 米的淺海相和濱海相地層的堆積。(上部地函岩石密度：3.3g/cc，地殼岩石密度：2.8g/cc，沈積岩層密度：2.2g/cc，海水密度：1.1g/cc)

### 【參考答案】

根據艾利(Airy) 的大地均衡模型，約 80 米的全球海水面上升量若完全填滿淺海相和濱海相的沈積岩層，該地層所形成的壓力和 80 米深海水體所形成的壓力差值將由一段地函的壓力來加以補償。據此可以估算得到最後所填滿淺海相和濱海相的沈積岩層厚 160 米，遠不足以解釋 700 米的淺海相和濱海相地層堆積，因此必須另有其他地質上的原因或作用方能解釋約 700 米的淺海相和濱海相地層的堆積。由於該段地層屬淺海相和濱海相，代表在全球海水面上升的過程中沈積盆地一直處於沈積物填滿的狀態，為了增加沈積地層的厚

度，惟有海床或地殼同時向下沈陷的作用，才能持續形成更多的空間，堆積更厚的沈積地層。

3. 請說明“山”是如何造成的？

**【參考答案】**

板塊擠壓，火山噴發，鹽丘或泥丘貫入，河流侵蝕下切，…

4. 請說明何謂礦床？何謂污染？二者間的差別是什麼？能否轉變？

**【參考答案】**

有用的礦物集中是為礦床。有害的物質集中是為污染。

二者的最大差別即是對人類的影響是正面的還是負面的。

城市採礦與廢棄物處理，以及資源再生即為將污染轉變為礦產。

# 【地球物理與海洋】

1. 何謂震度？台灣的震度如何分級？影響震度的因素有那些？為何有時發生在花蓮或宜蘭地區的地震，反而在台灣北造成災情？

## 【參考答案】

震度，是用來描述一場地震的大小，表示地面的震動或建築物破壞程度。只有整數。

我國震度級數原本共分七級(0-6級)，但是九二一大地震的震度已經遠超過原來的設定，因此在2000年6月將震度分級改為八級，第七級的名稱為「劇震」。用地動加速度值分級。

影響震度的因素包括：

**震央距離：**在同一傳播路徑上，距離震央越遠，受到地震的破壞力越小。

**震源深度：**震源越深，地震波穿過的地層越厚，衰減得愈多，地表振動程度就越低，因此淺源地震的地表振動較深源地震為明顯；地震越深，地表振動程度就越低。

**地層結構的影響:**在地層鬆軟的地區，常由於地震波的放大現象，造成較嚴重的災害。而地層質堅硬地區，則無地震波放大現象，災害也相對降低。

**地形的影響:**盆地之地層由一層很厚的鬆軟土層覆蓋在岩層上方，當遠方地震波傳到盆地下方岩層後，震波再由岩層向上傳佈，經過多次反射、折射效應，使得傳到地表之地震波會產生放大效果，稱為盆地效應。

**傳遞路徑的影響:**地震波由震源呈輻射狀傳送出去時，常因地層的密度及硬度不同，而有震度不同的差異。所以即使與震央同等距離的地區，其震度並不相等。

台北都會區位在北台灣之鬆軟沈積盆地上。過去二十幾年來，地震一直是盆地內造成嚴重建築物損害與人員傷亡的主要天然災害，例如 1999 年的 921 大地震(ML=7.3)與 2002 年 3 月 31 日的花蓮外海地震(ML=6.8)。過去的研究顯示，盆地內部的低速物質與盆地幾何形狀會影響震波能量的傳播行為並延長地振動時間。台北盆地四周為群山所環繞，對比於相對較淺的盆地構造，盆地附近的地形對地震波傳遞所造成的影響可以預期。盆地效應的影響，又以盆地周圍最

大，盆地中心較小。如九二一集集大地震中，位於台北盆地邊緣的新莊，建築物就傳出嚴重的地震災情。

## 2. 試說明大陸飄移與磁極飄移的差異性。

### 【參考答案】

大陸漂移學說的最主要解說可能是 1915 年德國的氣象學家魏格納(Alfred Wegener)出版了他的(大陸和海洋的起源(TheOriginof Continentsand Oceans)一書後，才引起大家普遍的注意。魏格納和他的同事引用古氣候、古生物、岩層和地質構造線之可橫越大西洋互連，和大陸邊緣的幾何形狀上的配合來證明所有的大陸最早是連在一起，以後再發生漂移。他們提出原始大陸只有一塊，名叫 Pangaea(意思是全部陸地 AllLands)，是一個超大陸，四面為原始大洋(Panthalassa)所包圍。在一億六十萬年以前原是一整塊大陸，以後再開始分裂成數塊，分向各方漂移，造成目前所見的各大陸分佈情形。他們相信由輕的花崗岩組成的大陸可以在以玄武岩為主的較重的海洋上移動，至於漂移的動力，則認為主要是地球的自轉作用和潮汐作用。

古地磁研究所測得若干大陸在不同地質時間的磁極位置，結

果發現所測不同地質時間所成磁性岩石的磁極排列和位置並不相同。如果把某一大陸的磁極位置按其時代順序相連，就得到一條連續路線，最後的終點就是現在的磁極位置。這條連線名叫磁極移動路線(Polar Wandering Path)，解釋磁極的移動可以有兩種說法：一是地球的磁性在不同的時間有不同的位置這就名叫磁極的移動。一是磁極不動，而是大陸對著磁極而言，有相對的移動。雖然磁極可以移動，但是規模極小，可以說磁極和地理極的相對位置是仍舊一致的。所以另一個容易接受的學說是表面上看來似乎是磁極的移動，實際上是由於大陸的移動所造成的。

3. **Drake Passage** 是分開南美洲大陸以及南極大陸的海峽，  
試問假若板塊運動造成 **Drake Passage** 關閉會如何影響地球氣候？

**【參考答案】**

**Drake Passage** 關閉會造成環南極洋流的消失，短期影響可能因環南極洋流消失而釋出盤據南極大陸的冷氣團而降溫；長期則因外部熱能教易與南極大陸交換而使得南極大陸升溫，冰帽縮小地球反照率降低而使得地球平均溫度增加。



## 【地球物理與海洋】

1. 新聞報導台灣周遭海域最近有不少各國海軍艦艇來來去去，海面上的容易被發現，海面下的要有好的隱藏能力，若你是海軍潛艇艦長，你會選擇停留在台灣周遭海域的哪些區域以及你會盡量避免經過哪裡？為什麼？

### 【參考答案】

- (1) 選擇停留在有複雜地形區域且較深的地方例如台灣東北部的棉花峽谷。
- (2) 避免經過呂宋海峽及台灣海峽，呂宋海峽時常有內波，台灣海峽平均深度太淺，非不得已不要靠近。