

北北基高級中等學校

115 學年度學科能力測驗聯合模擬考試

自然考科

請於考試開始鈴響起，在答題卷簽名欄位以正楷簽全名

—作答注意事項—

考試範圍：物理(全)、化學(全)、生物(全)、地球科學(全)

考試時間：110 分鐘

作答方式：

- 選擇題用 2B 鉛筆在「答題卷」上作答；更正時以橡皮擦擦拭，切勿使用修正帶（液）。
- 除題目另有規定外，非選擇題用筆尖較粗之黑色墨水的筆在「答題卷」上作答；更正時，可以使用修正帶（液）。
- 考生須依上述規定劃記或作答，若未依規定而導致答案難以辨識或評閱時，恐將影響成績。
- 答題卷每人一張，不得要求增補。

選擇題計分方式：

- 單選題：每題有 n 個選項，其中只有一個是正確或最適當的選項。各題答對者，得該題的分數；答錯、未作答或劃記多於一個選項者，該題以零分計算。
- 多選題：每題有 n 個選項，其中至少有一個是正確的選項。各題之選項獨立判定，所有選項均答對者，得該題全部的分數；答錯 k 個選項者，得該題 $\frac{n-2k}{n}$ 的分數；但得分低於零分或所有選項均未作答者，該題以零分計算。

祝考試順利



99362204-35

版權所有 · 翻印必究

第壹部分、選擇題（占 72 分）

說明：第 1.題至第36.題，含單選題及多選題，每題 2 分。

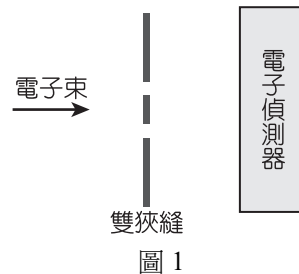
1. 在科幻電影《極限返航》中，主角搭乘太空船從地球出發前往離太陽系約 12 光年的類太陽恆星「天倉五」，試圖找到逆轉太陽逐漸黯淡的方法。由上述說明可知「天倉五」與太陽系間的關係，則下列敘述哪些正確？（應選 2 項）
(A)太空船從太陽系前往天倉五的飛行時間約為 12 年
(B)地球上的觀察者現在所看到的天倉五是 12 年前的樣子
(C)若太空船速率為 $0.5c$ （ c 為真空中的光速），則根據地球觀察者的計時約需 6 年可抵達天倉五
(D)光年是用來表示距離的單位
(E)光年是用來表示時間的單位
2. 星鏈（Starlink）是 SpaceX 的衛星網路計畫，透過數千顆低軌道衛星提供全球高速且低延遲的網路服務。已知地球半徑約為 6400 公里，而與地球赤道某地相對靜止的同步衛星公轉軌道平均半徑約為 42000 公里。若星鏈其中一部分的衛星軌道高度為距地表 550 公里，則可知此部分衛星其繞地球公轉週期約為多少分鐘？（ $\sqrt{6} \div 2.4$ ）
(A) 800
(B) 400
(C) 200
(D) 100
(E) 50
3. 警察測速照相使用的雷達槍是利用微波發射頻率為 24 GHz 的訊號，打到目標後反射返回，藉由微波訊號頻率的變化來換算目標移動的速率。今有一警察於筆直的高速公路旁測得由一車輛返回的訊號頻率高於 24 GHz，且頻率逐漸提高，則此車輛行駛的狀況可能為下列何者？
(A)車輛正在等速駛向警察
(B)車輛正在加速駛向警察
(C)車輛正在減速駛向警察
(D)車輛正在等速駛離警察
(E)車輛正在加速駛離警察
4. 卡文迪西（Cavendish）是英國著名的物理學家，英國劍橋大學的物理系實驗室便以他的家族來命名。這個實驗室的主任多是物理界的傑出人物，包括了馬克士威、拉塞福、湯姆森等人。關於這些物理學家們的貢獻，下列敘述哪些正確？（應選 2 項）
(A)湯姆森藉由實驗發現電子
(B)拉塞福透過金箔散射實驗發現原子核
(C)第一位實驗證實電磁波存在的科學家是馬克士威
(D)馬克士威以馬克士威方程式成功解釋光電效應
(E)湯姆森提出物質波學說

5. 每年十月的國慶煙火是大家期待的年度盛事，觀賞方位的選擇十分重要，若觀賞者不幸位於下風處，煙火爆炸後產生的煙霧就會遮蔽視線，使煙火色彩的繽紛度大幅下降。在此情況下，觀賞者常會發現煙火原本豐富的色彩變得模糊，且殘留的影像多半偏向紅、橙、黃等波段的色光。關於此現象的物理敘述，下列何者正確？
- (A)可見光中紅光的波長較短，遇到煙霧微粒時較容易發生繞射現象，進而穿透煙霧
(B)可見光中紅光的光子能量較大，具有較強的穿透力，能直接穿透濃密的煙霧微粒
(C)煙霧微粒對光產生散射，而紅光的波長較長，受到的散射程度較波長短的藍、紫光低
(D)煙霧微粒會吸收特定頻率的光，而可見光中的紅光頻率較高，恰好不在煙霧的吸收光譜範圍內
(E)煙霧僅會使紅、橙、黃波段之色光的傳播速率大幅變快，因此這些波段的光較容易穿透煙霧
6. 下列關於光電效應實驗與愛因斯坦的光子論之敘述，何者正確？
- (A)實驗發現無論何種金屬材質，都必須照射可見光才能產生光電效應
(B)光電流大小與照射在金屬表面的入射光頻率成正比
(C)入射的單一光子之能量由光波長決定，光的波長愈長，單一光子能量愈大
(D)光照射在金屬板上，當頻率大於某個特定頻率時，即使光強度很弱，仍會有光電子躍出
(E)依據光子論，單一光子可將能量轉移給多個電子

7、8. 題為題組

在生成式 AI 逐漸全球規模化應用的時代，其電力能源消耗也已成爲重要的核心議題，根據 Google 於 2025 年 8 月發布的最新技術報告，使用 Gemini 作單次文本查詢的能源消耗量為 0.24 Wh（瓦時），然而，隨著任務從文本查詢轉向更深度的思考，例如：圖像生成時，其單次能耗會飆升至 40 Wh。依據上述資料及所學，回答下列問題：

7. 若全球用戶每日處理的文本查詢請求總計約為 10 億次，則處理這些文本查詢的全天平均功率約為多少 W？
- (A) 2.4×10^6 (B) 4.0×10^6 (C) 1.0×10^7 (D) 2.4×10^7 (E) 8.6×10^7
8. 資料中心使用冷卻水循環系統散熱。若使用一次圖像生成的能量有 70% 轉化為廢熱由冷卻水循環系統帶走，冷卻水通過散熱區時水溫會升高 5°C ，若每秒使用 10 次圖像生成，則每秒需循環多少 kg 的冷卻水？〔水的比熱為 $4.2 \text{ kJ} / (\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ 〕
- (A) 1.3×10^{-2} (B) 4.8×10^{-2} (C) 13 (D) 19 (E) 48
9. 圖 1 為水平射出的電子束通過雙狹縫的實驗示意圖（圖示未依比例繪製），當電子打到電子偵測器上，會在偵測器上產生亮點。已知若調整電子的發射速度，當電子的速度愈大時，偵測器上觀察到的干涉圖樣條紋間距變小；反之，當電子的速度愈小時，干涉圖樣條紋間距變大。關於本實驗的實驗結果，下列敘述何者正確？
- (A)電子的速度不同會影響偵測器上干涉圖樣條紋的疏密
(B)電子偵測器上出現的干涉條紋，證實了電子具有粒子性
(C)電子之所以會產生干涉條紋，是因為電子在通過狹縫時，與狹縫邊緣的原子發生碰撞所致
(D)可以用牛頓運動定律計算出電子將由哪個狹縫通過
(E)將電子束調弱至「一次只發射一個電子」，長時間累積後，電子偵測器僅會在雙狹縫正後方的對應區域出現兩條亮帶



10. 近年「喪屍煙彈」氾濫，其中含有管制成分依托咪酯（etomidate），不法業者將此麻醉藥混入電子菸油，吸食後會產生意識不清、身體顫抖等症狀。已知該物質由 C、H、N、O 組成，分子量介於 200 ~ 250 之間。今鑑識人員取其純物質 2.44 g 進行完全燃燒分析：樣品中的 C、H、O、N 元素會被轉化為 CO_2 、 H_2O 、 NO_x ，產物先通過裝有無水過氯酸鎂的吸收管後，吸收管增重 1.44 g；再通過裝有氫氧化鈉的吸收管後，吸收管增重 6.16 g；再通過銅還原管， NO_x 被轉化為 N_2 ，最後收集到標準狀態下氮氣 224 mL。試問該物質的分子式為何？（在標準狀態下，每 mol 氣體的體積為 22.4 L；原子量：H=1，C=12，N=14，O=16）
(A) $\text{C}_{14}\text{H}_{16}\text{N}_2\text{O}_2$ (B) $\text{C}_{13}\text{H}_{12}\text{N}_2\text{O}_3$ (C) $\text{C}_{14}\text{H}_{18}\text{N}_2\text{O}_2$ (D) $\text{C}_7\text{H}_8\text{NO}$ (E) $\text{C}_{14}\text{H}_{16}\text{N}_2\text{O}$
11. 隨著科技發展，第三代半導體奈米材料氮化鎵（GaN）已廣泛應用於智慧型手機的快充產品；而固態硬碟（SSD）內部的快閃記憶體則主要利用矽（Si）晶圓進行資料儲存；在電子零件的封裝與清潔製程中，異丙醇（ $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ ）常被用來去除微量雜質，而電路板上的導線則多由鋁（Al）或銅（Cu）組成。關於上述內容，下列敘述何者正確？
(A) 氮化鎵（GaN）、矽（Si）及石墨烯均屬於網狀固體，並非由獨立分子組成，因此其化學式均為分子式
(B) 固態硬碟儲存單元的主要成分矽（Si）具有金屬光澤，其原子間是以金屬鍵結合，故具有半導體導電性質
(C) 清潔用的異丙醇化學式可寫成 $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$ ，此種能凸顯出羥基（—OH）官能基特性的化學式稱為示性式
(D) 異丙醇（ $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ ）結構中含有羥基（—OH），且能與水以任意比例互溶，因此在水溶液中可解離出 OH^- ，故屬於電解質
(E) 氮化鎵（GaN）是由金屬元素鎵與非金屬元素氮結合而成，因此兩者主要以離子鍵相互吸引形成共價網狀結構
12. 某生為了檢測市售食用醋中醋酸（ CH_3COOH ）的濃度，在 25 °C 下取用 20.0 mL、0.1 M 的食醋樣品放入錐形瓶，並加入 2 滴酚酞作為指示劑。接著使用 0.1 M 的氫氧化鈉（NaOH）強鹼溶液滴入錐形瓶中。當滴入 20.0 mL 的 NaOH 溶液時，錐形瓶內的溶液剛好由無色轉變為粉紅色，且持續 30 秒不褪色，達滴定終點。已知在 25 °C 下，水的離子積常數（ K_w ）為 1.0×10^{-14} 。關於此實驗下列敘述何者正確？
(A) 在滴定開始前，此溶液之 pH 值為 1.0
(B) 25 °C 時，若滴定過程中，若測得溶液之 $[\text{OH}^-]$ 為 10^{-9} M，則此時溶液之 pH 值應為 5.0
(C) 酚酞在此實驗中作為指示劑，其變色原理是與 NaOH 發生了氧化還原反應，進而產生顏色變化
(D) 定溫下，於溶液中持續滴入 0.1 M 的氫氧化鈉， K_w 值會逐漸變大
(E) 在滴定過程中若因中和放熱導致溶液溫度升高，則水分子解離程度減少，離子積常數 K_w 的數值會隨之變小

13. 某運動員在馬拉松比賽後，為了迅速補充能量，取出一包 18.0 g 的葡萄糖粉末（化學式為 $C_6H_{12}O_6$ ）倒入杯中，加入適量純水後，配製成總體積為 250 mL、密度為 1.08 g/mL 的透明溶液。下列關於此溶液的敘述，何者正確？
- (A) 若杯底無固體殘留且溶液呈現透明狀態，代表此溶液為過飽和溶液
 - (B) 此葡萄糖溶液為電解質溶液
 - (C) 由於葡萄糖分子量較大，此溶液屬於膠體溶液，若以雷射筆照射可見廷得耳效應
 - (D) 此溶液的體積莫耳濃度為 0.4 M
 - (E) 此溶液的重量百分率濃度應為 7.2%
14. 在校園防疫期間，老師請化學小老師協助將實驗室現有的 95% 酒精（體積百分率濃度）稀釋為 76% 的酒精 500 毫升。假設酒精與水混合時，總體積會等於兩者體積之和。關於配製與稀釋過程的敘述，下列何者正確？
- (A) 若在容量瓶中配製，先加入需配製的全部純水後再緩慢倒入酒精，此步驟是為了防止酒精因過程中接觸空氣導致大幅氧化
 - (B) 配製時，應先量取 375 毫升的 95% 酒精，再加入 125 毫升的純水，混合均勻後即可得到 500 毫升的 76% 酒精
 - (C) 取出 400 毫升的 95% 酒精，倒入 500 毫升容量瓶中，並加入純水至 500 毫升刻度處
 - (D) 為了確保濃度精確，應將 395 毫升的酒精置於燒杯中，並使用天平稱量純水質量，補足溶液總重量至 500 克
 - (E) 考量操作便利性，可直接使用 500 毫升的大型燒杯進行混合與配製，因為燒杯口徑寬大，較易精準觀察液面是否達到 500 毫升刻度線
15. 黑火藥（black powder）是中國古代四大發明之一，其主要成分為硝石（硝酸鉀）、硫磺及木炭。在理想狀態下，黑火藥燃燒的簡化化學反應式如下：
- $$xKNO_3(s) + yS(s) + zC(s) \rightarrow aK_2S(s) + bN_2(g) + cCO_2(g)$$
- 這種反應能在極短時間內產生大量氣體與熱量，進而產生巨大的爆炸壓力。今取 20.2 g 的 KNO_3 （式量為 101）、9.6 g 的硫（原子量為 32）及 1.2 g 的碳粉（原子量為 12）放入一耐壓之密閉容器內進行點火實驗。下列敘述哪些正確？（應選 3 項）
- (A) 該反應式平衡後，可得其最簡整數係數總和（ $x + y + z + a + b + c$ ）為 11
 - (B) 此實驗若反應完全，碳粉會完全耗盡
 - (C) 此實驗若反應完全，應消耗掉硝酸鉀 20.2 g
 - (D) 黑火藥燃燒是將化學能轉化為熱能釋放出的過程，故此反應為放熱反應
 - (E) 反應結束並冷卻至室溫後，容器內產生的氣體總莫耳數應為 0.6 mol

16.、17. 題為題組

根據臺灣《食品添加物使用範圍及限量暨規格標準》，二氧化硫（ SO_2 ）可作為漂白劑與防腐劑，廣泛應用於金針花、蜜餞或脫水蔬菜中。若加工過程添加過量，不僅違反《食品安全衛生管理法》，更可能引發消費者呼吸道不適。在實驗室鑑定中，常利用碘（ I_2 ）試劑與食品萃取液反應，將二氧化硫轉化為硫酸根（ SO_4^{2-} ）並使 I_2 轉為碘離子（ I^- ）。

16. SO_2 能與食品中的色素發生化學作用達到漂白效果。關於 SO_2 分子的路易斯結構描述，下列哪些正確？（原子序： $\text{C}=6$ ， $\text{O}=8$ ， $\text{S}=16$ ）（應選 3 項）
- (A) 二氧化硫分子中，所有原子皆滿足八隅體法則
(B) 二氧化硫分子的路易斯結構中，中心原子（硫）具有 1 對孤對電子（lone-pair electrons）
(C) 分子中的硫原子與兩個氧原子之間僅以單鍵結合
(D) 每個 SO_2 分子共有 18 個價電子
(E) 二氧化硫分子與二氧化碳（ CO_2 ）分子具有相同的價電子總數
17. I_2 與水溶液中的二氧化硫反應，其未平衡的離子反應式如下：
- $$a\text{SO}_2 + b\text{I}_2 + c\text{H}_2\text{O} \rightarrow d\text{SO}_4^{2-} + e\text{I}^- + f\text{H}^+$$
- 下列敘述何者正確？
- (A) 平衡後，水分子（ H_2O ）的係數 c 與 H^+ 的係數 f 數值相同
(B) 根據電荷守恆，反應式右側陰離子的電荷總和為 -3
(C) 平衡後，反應式中最簡整數係數總和（ $a+b+c+d+e+f$ ）為 12
(D) I_2 在此反應式中是氧化劑
(E) SO_2 轉變為 SO_4^{2-} 的過程，發生還原反應，因此是氧化劑
18. 根據衛生福利部與醫療報導指引，皮膚燙傷後應立即以「流動冷水」沖洗 15 至 30 分鐘，利用水的熱傳導與對流帶走皮下殘餘熱量，避免熱能持續向深層組織擴散。若遇生石灰（氧化鈣， CaO ）等化學物質灼傷，則須將氧化鈣粉末完全拂去後才能沖水，以免化學物質遇水產生劇烈化學反應釋放更多能量。已知生石灰與水反應的熱化學反應式如下：
- $$\text{CaO(s)} + \text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2\text{(s)} + 65.2 \text{ kJ}$$
- 關於此反應與能量的變化，下列敘述哪些正確？（應選 2 項）
- (A) 此反應為放熱反應，反應熱 $\Delta H < 0$
(B) 65.2 kJ 代表每生成 1 mol 的 $\text{Ca(OH)}_2\text{(s)}$ 時，會從環境吸收 65.2 kJ 的熱量
(C) 反應物的能量總和，較產物的能量總和高
(D) 若反應改為生成 $\text{Ca(OH)}_2\text{(aq)}$ ，反應熱不會改變
(E) 由此熱化學反應可知產物的能量較高，結構較不穩定
19. 進行「有絲分裂染色體的觀察」實驗時，檢視洋蔥根尖玻片標本的生長點，如圖 2，下列哪一選項的細胞出現比例最高？

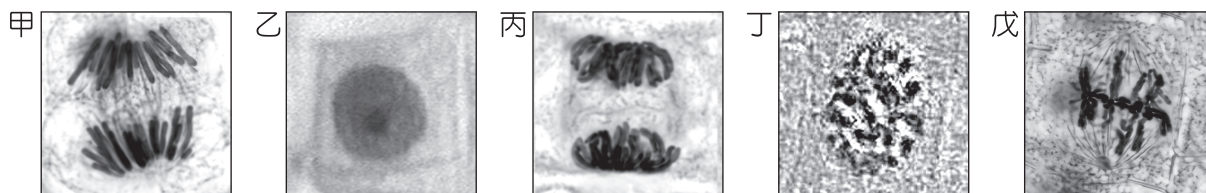


圖 2

- (A) 甲 (B) 乙 (C) 丙 (D) 丁 (E) 戊

20. 進行「細胞的構造與測量」實驗時，會使用載物臺測微器（每 1 mm 劃分為 100 小格）來校正目鏡測微器。在放大倍率為 100 倍時，觀測結果如圖 3 所示；並在放大倍率 100 倍的視野下觀測某細胞如圖 4，若將倍率轉換為 400 倍測量同一個細胞，下列相關敘述哪些正確？（應選 2 項）

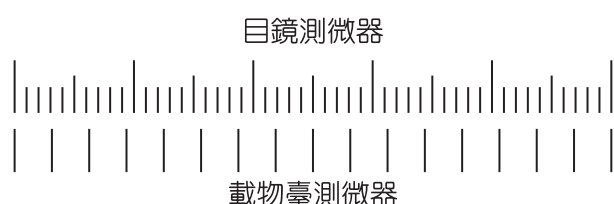


圖 3

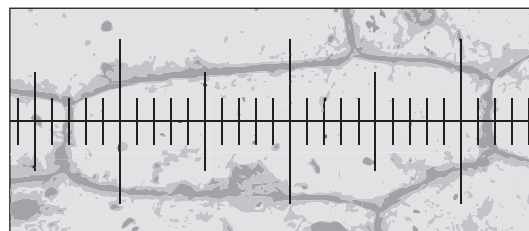


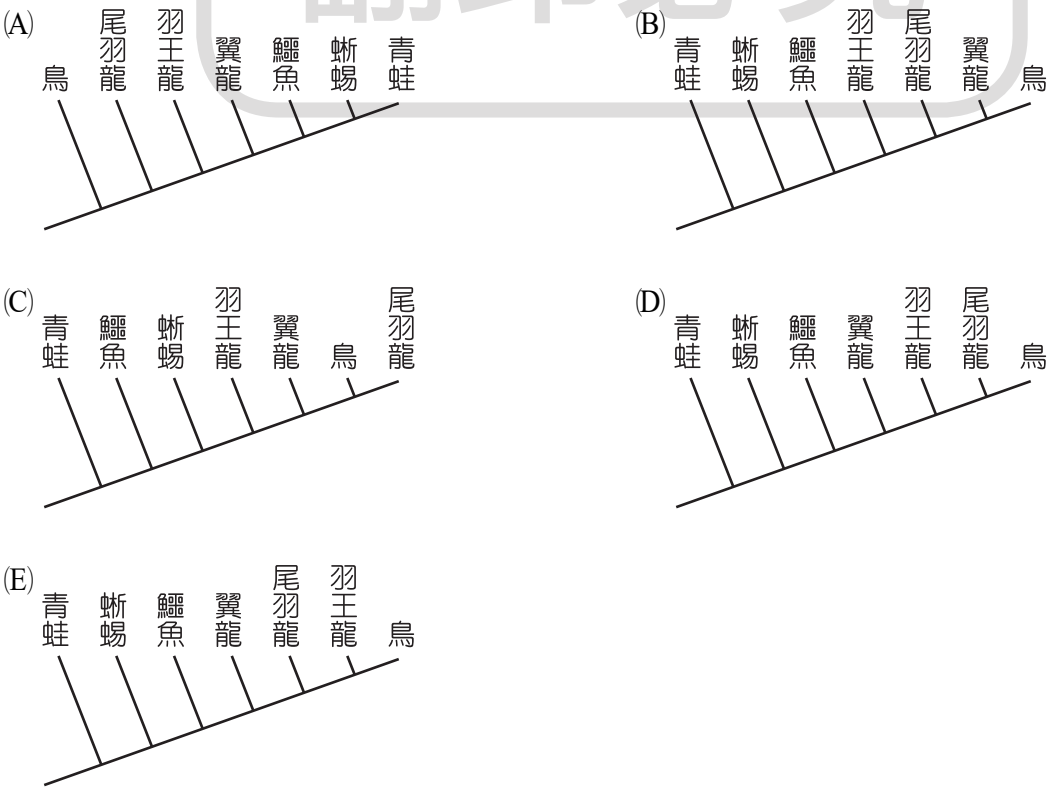
圖 4

- (A) 倍率轉換為 400 倍時，必須重新使用載物臺測微器校正目鏡測微器每小格代表的實際長度
(B) 因為倍率變大，視野下的觀測範圍會變大，且視野亮度變暗
(C) 目鏡測微器每小格代表的實際長度變為原來的 1 / 4 倍
(D) 目鏡測微器每小格的長度在視野中看起來變為原來的 4 倍
(E) 倍率轉換為 400 倍，不僅細胞在視野中被放大，圖 4 中的載物臺測微器也同步被放大
21. 人體內的各種血球均由造血幹細胞分裂、分化而來，紅血球發育成熟的過程中，細胞核會從細胞膜的一側向外擠出，粒線體則仿照一般細胞處理老化胞器的方式被移除，故成熟的紅血球沒有細胞核與粒線體；透過轉錄因子與細胞激素的刺激，造血幹細胞可分化為各種白血球，白血球細胞膜上具有被稱為 CD 抗原的分子，各種 CD 抗原可作為鑑定人體內白血球種類的依據。根據上文判斷，下列敘述哪些正確？（應選 2 項）
- (A) 紅血球發育成熟的過程中，粒線體被排除應與中心體有關
(B) 紅血球發育成熟後便失去進行有氧呼吸的能力
(C) 成熟的紅血球缺乏細胞核與粒線體，屬於原核細胞
(D) 白血球的 CD 抗原主要分布於細胞膜的內側
(E) 根據 CD 抗原的用途推測，CD 抗原的成分可能含有醣類
22. 《莊子·逍遙遊》：「朝菌不知晦朔，蟪蛄不知春秋，此小年也。」這裡的「朝菌」指的是清晨生長、傍晚即枯萎的蕈類。直到清末西學東漸，翻譯家將英文的 *Bacteria* 翻譯為「細菌」，將 *Fungi* 翻譯為「真菌」，從此「菌」才開始涵蓋微觀生物。甲烷菌、酵母菌與大腸桿菌等三種生物名稱內均有「菌」字，下列對於這三種生物的描述，哪些正確？（應選 2 項）
- (A) 三種生物的細胞質內均含核糖體
(B) 三種生物的細胞內均無核膜與核仁
(C) 三種生物的細胞壁主要成分均不相同
(D) 根據三域系統，甲烷菌與大腸桿菌屬於細菌域
(E) 甲烷菌與大腸桿菌的親緣關係較近，甲烷菌與酵母菌的親緣關係則較遠

23. 嘉磷塞是一種常見的非選擇性除草劑，會導致所有接觸藥劑的植物傷亡。隨著耐嘉磷塞的基改作物問世，種植此類基改作物的同時，嘉磷塞的使用量亦逐步擴大。根據學者調查，臺灣部分果園在施用嘉磷塞建議劑量之後，已經出現無法完全防除的牛筋草，這種牛筋草逐漸成為果園內主要的優勢雜草。下列針對此種優勢牛筋草生成機制的描述，何者正確？
- (A) 嘉磷塞誘發牛筋草發生突變，部分牛筋草產生耐嘉磷塞的基因
- (B) 牛筋草為了適應噴灑嘉磷塞的環境，在用進廢退的演化機制下生成抗藥性
- (C) 牛筋草的耐嘉磷塞基因，可能是耐嘉磷塞的基改作物經由傳粉雜交而轉移
- (D) 此優勢牛筋草是經由遺傳變異生成，在噴灑嘉磷塞的環境壓力下而成為適應者
- (E) 農民噴灑嘉磷塞造成耐嘉磷塞的牛筋草數量大增，此為人擇的結果
24. 表 1 為鳥、蜥蜴、青蛙、鱷魚、翼龍、羽王龍與尾羽龍的特徵比較結果，若以表 1 中的特徵作為推論親緣關係的證據，下列哪一個選項符合這些動物彼此間的親緣關係？

表 1

	羊膜卵	心臟結構	髑臼結構	體表特徵
鳥	有	四腔室	穿孔	正羽（具羽軸）
蜥 蜴	有	三腔室	非穿孔	角質鱗片
青 蛙	無	三腔室	非穿孔	溼潤皮膚
鱷 魚	有	四腔室	非穿孔	骨板鱗片
翼 龍	有	四腔室	非穿孔	毛狀纖維
羽王龍	有	四腔室	穿孔	原生羽（不具羽軸）
尾羽龍	有	四腔室	穿孔	正羽（具羽軸）



25. 某豌豆個體是由表徵圓滑綠色的種子發育而來，其基因型為 $Rr yy$ 。已知豌豆種子形狀與顏色的遺傳模式符合孟德爾遺傳法則，下列相關描述何者正確？
- (A) 此豌豆種子的圓滑與綠色表徵皆屬於顯性表徵
 - (B) 此豌豆若進行自花授粉，子代基因型出現 $Rr Yy$ 的機率為 $1/8$
 - (C) 此豌豆若進行試交，則第一子代皆為同型合子
 - (D) 此豌豆 Rr 與 yy 應位在不同對的染色體上，形成配子時，配子的基因型組合最多有 2 種
 - (E) $Rr yy$ 與 $RRYY$ 雜交時，若由 $Rr yy$ 提供花粉，子代表徵為圓滑綠色的機率較高；若由 $RRYY$ 提供花粉，子代表徵為圓滑綠色的機率較低
26. 孟德爾提出的遺傳法則奠定現代遺傳學的基礎，但後續研究發現許多性狀的遺傳與孟德爾遺傳法則不完全一致，下列相關描述何者正確？
- (A) ABO 血型遺傳為複等位基因遺傳，表徵由兩對以上的等位基因控制
 - (B) 血型 AB 型的個體基因型為 $I^A I^B$ ， I^A 與 I^B 皆為顯性等位基因且可同時表現
 - (C) 控制多基因遺傳的多對等位基因皆會分布在同一對同源染色體上
 - (D) 膚色遺傳屬於多基因遺傳，比較基因型 $AABbcc$ 與 $AaBbCc$ 個體的膚色，前者有 2 對基因表現顯性表徵，但後者有 3 對基因表現顯性表徵，故後者的膚色較深
 - (E) 不完全顯性遺傳（中間型遺傳）是指異型合子的表徵介於兩種純品系親代的表徵之間，例如：黑馬與白馬會生下具有黑白斑塊的子代
27. 華生和克里克於 1953 年共同發表 DNA 結構的模型，並在 1962 年獲頒諾貝爾生理醫學獎，開啟了分子生物學的時代。下列關於 DNA 構造與基因表現的描述，哪些正確？（應選 2 項）
- (A) DNA 由兩股多核苷酸構成，其中的含氮鹼基嘌呤與嘧啶各占 50%
 - (B) 組成 DNA 與 RNA 的核苷酸各有 4 種；由於兩者具有 3 種結構完全相同的核苷酸，因此組成 DNA 與 RNA 的核苷酸種類共有 5 種
 - (C) 若某段 DNA 分子其中一股的含氮鹼基序列為 ATTGCAG，以此段 DNA 為模版轉錄形成的單股 RNA，其鹼基序列應為 TAACGTC
 - (D) 當真核細胞進行基因表現時，該基因的兩股 DNA 均可作為模版，再透過 RNA 聚合酶轉錄出 RNA
 - (E) RNA 在轉譯過程中，特定的胺基酸會對應 RNA 的核苷酸序列，依序連接成多肽鏈
28. 地球誕生之初的大氣與海洋，演化至今已產生相當大的變化。目前已知地球原始海洋起源於距今約 40 億年前，到了 35 億年前的海洋中出現了藍綠菌，而後海床上開始堆積紅褐色的帶狀鐵礦。帶狀鐵礦一直累積至約 18 億年前，之後帶狀鐵礦曾一度停止累積。至於原始大氣源自於星雲時期的氫、氦、甲烷、氨等成分，演化至今大氣成分也早已不同。關於地球大氣與海洋的演化，下列敘述何者正確？
- (A) 原始星雲時期的成分包含氫、氦、甲烷、氨等，皆是被劇烈的太陽風吹散而無法保留至今
 - (B) 現今大氣的主要成分包含水氣、二氧化碳、氮氣等，皆是隕石撞擊地表時所帶來
 - (C) 40 億年前有海洋的證據，是人類找到 40 億年前海底火山噴發的玄武岩
 - (D) 35 億年前海水中的藍綠菌開始行光合作用製造氧氣，當時從淺海到深海都充滿了氧氣，使得鐵離子變成氧化鐵，造成帶狀鐵礦的沉積
 - (E) 18 億年前之後，帶狀鐵礦曾一度停止累積，是因為當時海水中的鐵離子幾乎都被氧化耗盡

29. 小明在網路上看到圖 5 的星軌照片，但是卻找不到任何拍攝資訊，試依據照片中的星軌資訊，推測下列敘述哪些正確？（應選 3 項）



圖 5

- (A)可能是在北緯 25 度地區朝東方拍攝
(B)可能是在北緯 25 度地區朝西方拍攝
(C)可能是在南緯 25 度地區朝東方拍攝
(D)可能是在南緯 25 度地區朝西方拍攝
(E)此現象是恆星的周日運動，源自於地球自轉造成的現象
(F)此現象是恆星的周年運動，源自於地球自轉並繞太陽公轉造成的現象
30. 獵戶座是冬季的知名星座，獵人肩膀上的亮星「參宿四」是構成冬季大三角的三顆恆星之一。參宿四是個明顯的紅色變星，表示它的視星等會在 0.0 等到 1.6 等之間變化，它的絕對星等是 -6.05 等。下列關於參宿四的敘述，何者正確？
(A)參宿四的表面溫度大於 10000 K
(B)參宿四的表面溫度與太陽的表面溫度相近
(C)參宿四最亮時之亮度，約為最暗時之亮度的 $(2.512)^{1.6}$ 倍
(D)參宿四到地球的距離，應小於 32.6 光年
(E)參宿四離地球太遠，以至於人類肉眼無法直接觀測，需使用望遠鏡才能觀測
31. 假設有甲、乙、丙、丁、戊五個地點，在高度為 0 km 時，用圖 6 之局部飽和水氣壓曲線圖來呈現這五個地點的大氣狀態。假設未飽和空氣塊在上升過程中，不與環境有熱量交換，每上升 1 km 溫度約降低 10°C ，露點溫度每上升 1 km 約降低 2°C ，且空氣塊達飽和後皆有充足之水氣，試問當空氣塊只舉升至表 2 的高度時，哪些地點「成雲的厚度」相同？（應選 2 項）

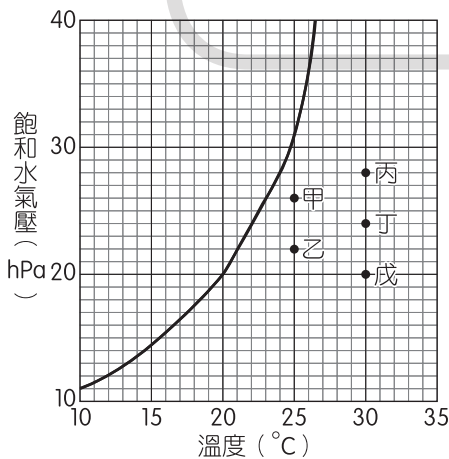


圖 6

表 2

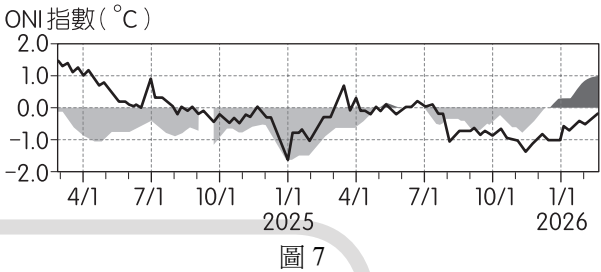
地 點	甲	乙	丙	丁	戊
舉升高度 (km)	2	1.25	1.75	2.25	3

- (A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁 (E)戊

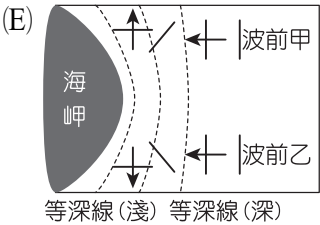
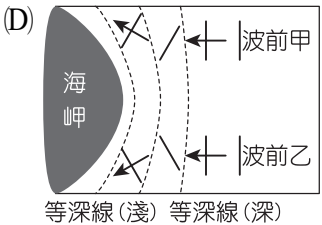
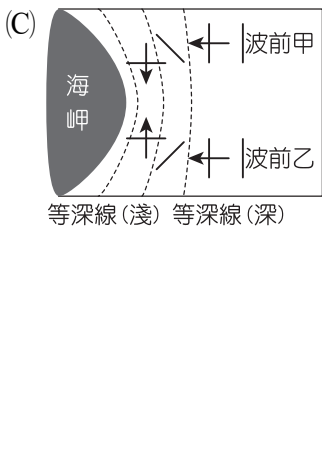
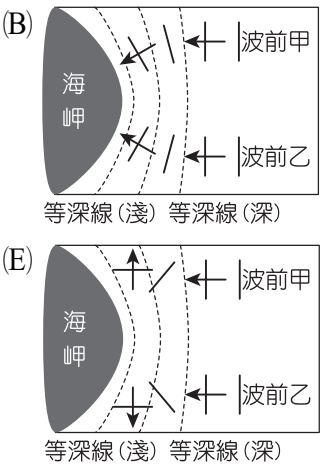
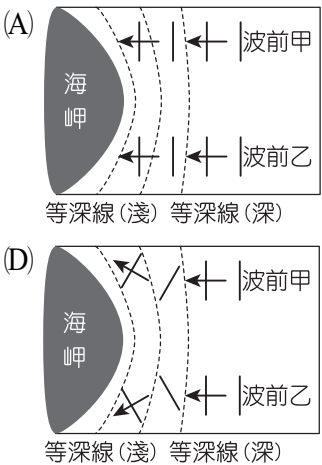
32. 聖嬰事件或反聖嬰事件的發生，通常會使用聖嬰海溫指標（Oceanic Niño Index，ONI）來判定。ONI 採用 Niño 3.4 區域（位於赤道中太平洋海域， 5°N - 5°S , 120°W - 170°W ）的異常海面溫度值，其計算原理是拿實際觀測值減掉過去的平均值。ONI 與聖嬰或反聖嬰事件的判定原則如表 3 所示。圖 7 呈現 2025 年 3 月初至 2026 年 2 月底之赤道表層海洋觀測結果，橫軸為觀測時間序，其中黑色實線代表 Niño 3.4 區域的 ONI 數值，可對應左側縱軸數值。圖中淺灰色範圍表示觀測到赤道表層海洋熱含量偏低；圖中深灰色範圍表示觀測到赤道表層海洋熱含量偏高。通常表層海洋熱含量的變化會領先海表面溫度的變化，根據圖 7 的數據趨勢，下列有關聖嬰與反聖嬰的敘述哪些正確？（應選 2 項）

表 3

聖嬰海溫指標（ONI）判定標準	判定結果
當 ONI 連續 5 個月高於平均值 0.5°C ，且大氣狀態也呈現典型聖嬰特徵	聖嬰事件
當 ONI 連續 5 個月低於平均值 0.5°C ，且大氣狀態也呈現典型反聖嬰特徵	反聖嬰事件



- (A)截至 2026 年 2 月底，ONI 數值低於平均，反映出聖嬰現象正處於增強階段
- (B)自 2026 年 1 月初至 2 月底，ONI 從 -1.0°C 回升至 -0.5°C 以上，顯示反聖嬰狀態呈現減弱趨勢
- (C)赤道表層海洋熱含量異常值由負轉正，代表目前已進入聖嬰事件的狀態
- (D)截至 2026 年 2 月底赤道表層海洋熱含量由低轉高，可推測未來可能由反聖嬰回復至正常狀態
- (E)從 2025 年 10 月初至 2026 年 1 月底都處於聖嬰事件的狀態
33. 臺灣東北角海岸地形崎嶇，常可見凸出於海面的「海岬」。假設有一列波前相互平行的波浪，由遠洋向著某段海岬海岸穩定傳播。已知波浪的傳播速度會隨水深變淺而減慢，進而產生偏折的現象。選項圖中左側深灰色區域為陸地，可見其海岬海岸之形貌，虛線為等深線，且當愈靠近海岬海岸，水深愈淺。黑色實線為海浪的波前（波前甲及波前乙），箭頭代表波浪的行進方向，若不考慮其他因素影響，下列選項何者為最可能的波浪傳播形式？



34.、35. 題為題組

美國國家航空暨太空總署（NASA）的火星探測器——洞察號（InSight）於 2018 年底登陸火星，並部署了一座極為靈敏的內部結構地震實驗儀（Seismic Experiment for Interior Structure，SEIS）。其目標為運用地震調查、大地測量學與熱傳導狀態對火星內部進行探測。後續因洞察號上的太陽能板被火星沙塵覆蓋，造成電池蓄能效率不佳，於 2022 年底因電池耗盡正式結束任務。在它的生涯中共偵測到 1319 次火星震（Marsquake），其針對火星內部各種探測資料至今仍持續為學術界作出貢獻，截至 2025 年仍不斷有突破性的研究成果產出。

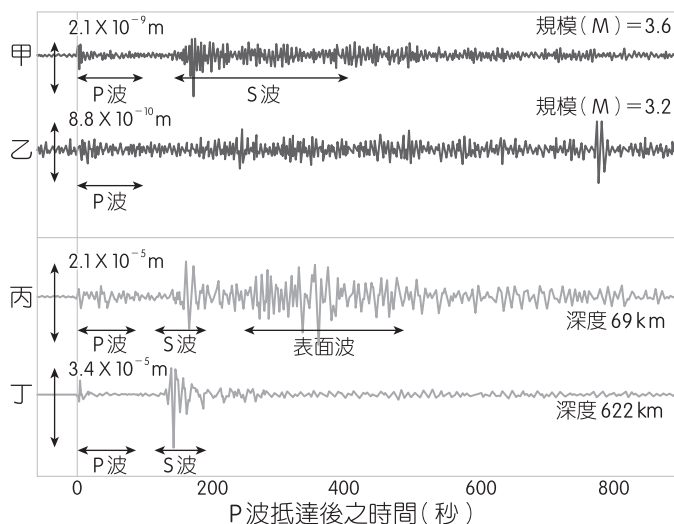


圖 8

34. 若某科學家發表了洞察號火星震的初步科學研究成果，並同步發表了火星震的波形紀錄，運用單站定位的概念計算出震央與「洞察號」的距離，同時對比了地球同等距離下的地震波差異。圖 8 是火星震與地球上地震的波形紀錄，甲跟乙為火星震事件，丙跟丁為地球上的地震事件，四個震動事件的震央和地震儀之距離約略相等。圖中橫軸為 P 波抵達後之時間排序，縱軸為振幅，振幅數字代表該起震動事件的最大振幅，該起事件可辨識的地震波波形，才會被標示在圖 8 中。下列有關波形紀錄的敘述，何者正確？

- (A) 丙事件的最大振幅，換算後約為甲事件的 1000 倍
- (B) 由丙、丁事件可發現，地震的震源深度愈深，愈容易在地表激發出振幅強烈的表面波
- (C) 圖中橫軸坐標的「0 秒」處，代表的是這四起事件的發震時間
- (D) 比較四起地震的波形紀錄，地球地震的芮氏規模應較火星地震大
- (E) 四起事件之 P 波、S 波及表面波的波形皆很明顯且易辨識

35. 承 34. 題，若科學家利用火星探測器收集到的火星震數據，成功繪製出火星內部的大尺度震波波速隨深度變化模型（深度未依真實比例繪製），示意圖如圖 9 所示。圖中的甲、乙分別代表兩種不同性質的實體波（P 波或 S 波）之波速變化，並且推論火星與地球有相似的內部分層結構特性，請依據圖表提供的數據與震波的物理特性，下列關於火星內部構造的描述，哪些較符合科學推論？（應選 2 項）

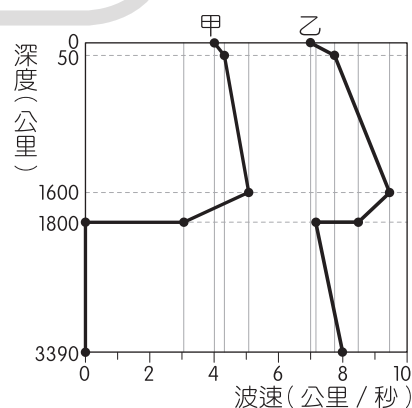


圖 9

- (A) 震波乙應該是 S 波，因為它的傳遞速度在各個深度都明顯快於震波甲
- (B) 在深度大約 50 公里處，波速發生了偏折，這代表該深度可能為不連續面
- (C) 震波甲在深度約 1800 公里處開始，波速驟降為 0 公里/秒，代表此深度以下開始進入液態物質
- (D) 約在深度 1600 公里處開始，存有波速隨深度遞減的區域，代表火星內部存在類似地球軟流圈的低速層
- (E) 根據圖 9 震波波速的轉折來分層，火星內部大致分為三層，可能包含火星地殼、火星地函及火星地核

36. 船舶從歐洲航行至亞洲通常須通過蘇伊士運河與印度洋，但現在可以選擇路徑更短的北極航道，如圖 10。據挪威諾爾蘭大學統計，2025 年穿越北極航道的船舶共計 88 艘及 103 艘次。關於北極航道與氣候變遷的關聯，下列敘述何者正確？

- (A) 若將數十億年以來的地球氣候分為冰室氣候與溫室氣候，現今的地球是溫室氣候，因近年來全球溫度升高，北極航道才出現
(B) 北極海的浮冰融化，將直接導致全球海平面上升
(C) 人類排放的溫室氣體，如氮氣、二氧化碳、甲烷等，加速了全球暖化
(D) 北極海的浮冰融化，會造成地球對太陽輻射的反照率增加
(E) 若未來北極海的浮冰持續融化，使航道愈來愈開闊，周遭海水吸熱後又會加速浮冰融化，此為正回饋反應

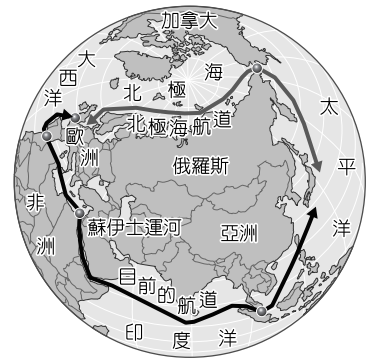


圖 10

第貳部分、混合題或非選擇題（占 56 分）

說明：本部分共有 8 題組，選擇題每題 2 分，非選擇題配分標於題末。限在答題卷標示題號的作答區內作答。

選擇題與「非選擇題作圖部分」使用 2B 鉛筆作答，更正時以橡皮擦擦拭，切勿使用修正帶（液）。非選擇題請由左而右橫式書寫，作答時必須寫出計算過程或理由，否則將酌予扣分。

37、38. 題為題組

2026 年 1 月，美國自由攀岩傳奇人物 Alex Honnold 徒手攀爬上台北 101，震撼全球。如圖 11 所示，Alex 在攀爬台北 101 的牆面時，必須隨時調整身體姿勢以維持平衡。在物理學中，物體若要保持靜止平衡，除了合力為零外，還必須達成「力矩平衡」，極度考驗其意志力與肌耐力。試回答下列問題：



圖 11

37. (a) 如圖 12，Alex 在某一段鉛直的牆面攀爬，某一瞬間身體保持靜止平衡，若忽略空氣之作用，且腳部與牆面間垂直摩擦力忽略不計，則除了圖中已標示的重力外，身體還需受到哪些作用力才能保持靜止平衡？請從下列代號中選出三個最適當的作用力，於答題卷作答區，以箭頭繪製該作用力，並將代號清楚標示在箭頭旁：（3 分）



圖 12

- (甲) 手部對牆的靜摩擦力 (乙) 牆對手部的靜摩擦力 (丙) 牆壁原子核內夸克間的強交互作用
(丁) 人對地球的萬有引力 (戊) 牆對手部的水平正向力 (己) 手部對牆的水平正向力
(庚) 牆對腳部的水平正向力 (辛) 人體與牆面接觸時，夸克衰變產生的弱交互作用
(壬) 腳部對牆的水平正向力
- (b) 實驗顯示，兩物體之間的最大靜摩擦力量值 $f_{s(\max)}$ 與接觸面的正向力量值 N 成正比，即 $f_{s(\max)} = \mu_s N$ ，其中比例常數 μ_s 稱為靜摩擦係數。承(a)題，在垂直攀爬中，假設 Alex 的手部與牆面間的靜摩擦係數 $\mu_s = 0.8$ ，Alex 的質量為 70 kg，試問他的手給牆面的垂直作用力量值至少應為多少 N，才能不下滑？（重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$ ）（3 分）

38. 力矩 (torque, τ) 的定義為力 (F) 與力臂 ($d_{\perp}$, 即支點到力作用線的垂直距離) 的乘積, 當物體處於力矩平衡時, 繞任一支點的「順時針力矩總和」必等於「逆時針力矩總和」。
- 假設 Alex 重力量值為 W , 其重心與牆面的水平距離為 d 。當他右手單手抓握支撐點 O 時, 牆面對其腳部的水平正向力為 N , 且腳部與支撐點 O 的垂直高度差為 h 。若僅考慮繞支撐點 O 的力矩平衡 (忽略空氣之作用), 則關於此系統的力學分析, 下列敘述何者正確?
- (A) 在腳與手的間距不變之情況下, 若 Alex 將身體更貼近牆面 (d 變小), 則腳部所需的正向力 N 會隨之變大
- (B) 承(A), 為了維持平衡, 牆面對腳部的正向力 N 之量值大小應與重心距離 d 成正比
- (C) 牆面對腳部的正向力 N 是為了抵消 Alex 的重力量值 W , 故兩者量值相等
- (D) 正向力 N 對支撐點 O 產生的力矩量值, 應等於重力量值 W 與高度差 h 的乘積
- (E) 若 Alex 向上移動縮短了腳部與支撐點的高度差 h , 在重心距離 d 不變的情況下, 所需的正向力 N 將會減小

39.~41. 題為題組

在 2024 ~ 2025 年期間, 我們經常可以在各大網路平臺或新聞媒體上看到大規模極光 (aurora) 出現的相關報導, 這與太陽活動有很大的關係, 其週期變化約 11 年, 而這兩年也恰逢太陽活躍的極大期。

如圖 13, 我們可以透過觀察太陽黑子來了解太陽活動的程度, 它是因為太陽表面高密度的磁場活動所導致的低溫區域, 當太陽黑子數量愈多時, 代表太陽活動愈劇烈, 當太陽黑子數量達到高峰時, 代表太陽處於活躍期, 此時太陽閃焰 (solar flare) 與日冕物質拋射 (corona mass ejection, CME) 發生的頻率及強度也會顯著增加。在太陽最外層的日冕, 不同原子在高溫狀態下, 會被電離成帶電粒子並且具有極高的速率 (約 $250 \sim 750 \text{ km/s}$) 得以脫離太陽引力的影響, 進而向外噴射形成太陽風, 其主要由電子、質子等帶電粒子所組成。當這些大量帶電粒子到達地球時, 會擾動地球磁場並且改變磁力線分布, 這稱為地球磁暴, 如圖 14 所示 (圖示未依比例繪製)。

這些帶電粒子也會受磁力線導引, 粒子加速流向南、北兩極並與高層大氣分子發生碰撞, 大氣中的原子受撞擊, 使得原子內的電子由基態躍遷至激發態, 待回到基態時釋放出不同的特定波長之光輻射, 形成紅、綠、藍與紫等不同色彩的絢麗極光。

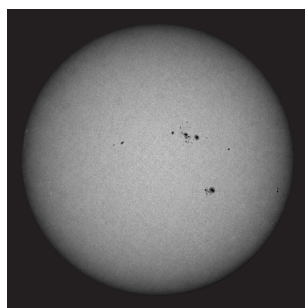


圖 13

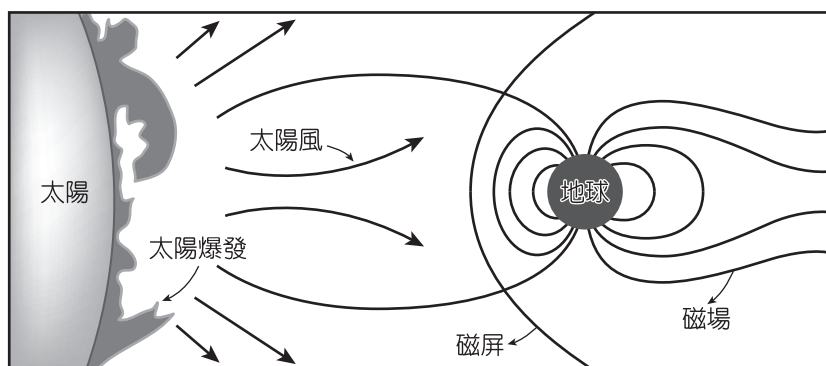


圖 14

39. 關於太陽活動對地球的影響，下列敘述何者正確？
- (A) 太陽風暴發生時，太陽表面的帶電粒子會立即抵達地球，速率與光速相同
 - (B) 只有在地磁北極點附近，才可以觀察到極光現象
 - (C) 當地球磁暴發生時，在地球上遠離太陽這側的磁力線分布會比較緊密且發生嚴重形變
 - (D) 太陽黑子是太陽表面磁場強度較強的區域
 - (E) 太陽黑子是太陽表面溫度較高的區域
40. 有關極光發光原理與原子能階的敘述，下列何者正確？
- (A) 極光是因太陽風中的帶電粒子直接進入地表與地面物質摩擦發光
 - (B) 原子由激發態回到基態時，會吸收特定波長的光子
 - (C) 不同顏色的極光成因之一，是因為原子中的電子在不同能階間躍遷所產生的結果
 - (D) 極光的發光原理與黑體輻射連續光譜的成因相同
 - (E) 帶電粒子在兩極與大氣碰撞後，原子獲得能量電子躍遷至較低能階
41. 根據科學家多年研究，地球磁場形成的可能原因之一，便是地球外核中液態的鐵、鎳等金屬之熱對流運動，再加上地球自轉產生的科氏力影響，進而在地球內部運動，並形成電流的效果，最後產生磁場，故我們可以視為地球內部埋藏著一根巨大的條狀磁鐵，如圖 15 所示。地磁對地球上的生物至關重要，它能阻擋高能帶電粒子流（太陽風）對地球大氣的剝離，並防止臭氧層消失。

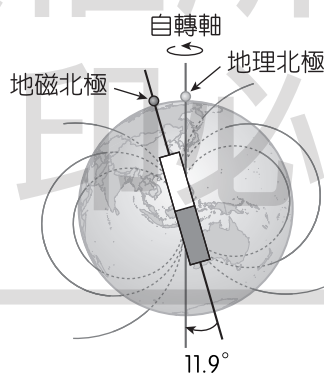


圖 15

- (a) 根據上述內容，我們可以用哪個物理原理來解釋地球磁場形成的原因？（1 分）
- (b) 若我們由地磁北極的正上方透視觀察地球內部的熔融金屬，如圖 16 所示，並假設這些熔融金屬是具有正電性的物質，請於答題卷作答區的虛線軌跡上，以「箭頭符號」標示出其流動的方向。（1 分）

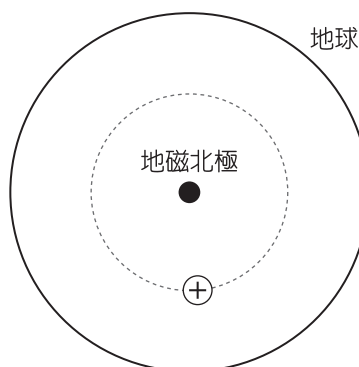


圖 16

42.、43. 題為題組

色層分析是一種分離與分析方法，常用的分析操作過程如下，使用濾紙或 TLC 片作為固定相來操作薄層層析實驗，如圖 17：

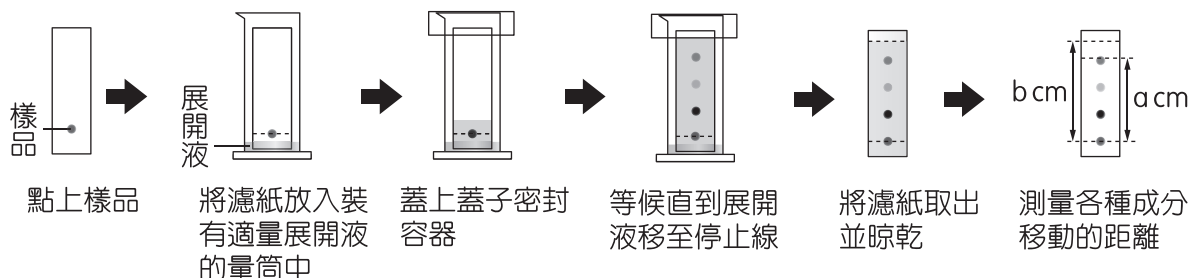


圖 17 薄層層析操作流程

在生物分析上，最常見的例子是利用濾紙來分離植物的光合色素。其作用原理為利用混合物中各成分在「固定相」與「移動相」之間的吸附力、溶解度差異，造成各成分移動速率不同，進而達到分離效果。色素與固定相的附著力愈大者，移動距離愈小；色素與移動相作用力愈大者，移動距離愈大。

比移值 (Retention Factor, R_f 值) = $\frac{\text{樣品自起點處至最後停留位置的距離}}{\text{起始線至停止線的距離}}$ ，因此 $0 \leq R_f \leq 1$ 。

R_f 值代表測定樣品與展開液、固定相之間的作用力大小關係。故可藉由分析 R_f 值的大小來判斷物質的種類是否相同。

色筆中含有多種色素，今利用以下步驟分離出色素 A、B、C、D，實驗步驟如下：

步驟 1：取長條濾紙，並在濾紙兩端以鉛筆輕輕畫線，作為起始線與停止線。

步驟 2：色筆在起始線上輕輕標記出一小點。

步驟 3：取適量的蒸餾水放入 100 mL 的量筒中，再將上述濾紙條垂直正立放入並蓋上鋁箔紙密封。

步驟 4：當蒸餾水上升至濾紙停止線時，取出濾紙，以吹風機吹乾，可分離出色素 A、B、C、D。

步驟 5：分析實驗結果如圖 18。

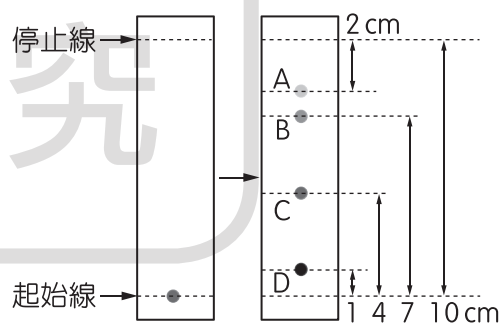


圖 18

42. 關於此實驗，下列敘述何者正確？

- (A) 可將鉛筆改用原子筆畫記起始線與停止線
- (B) 所使用的濾紙材質不會影響實驗過程與結果
- (C) 此實驗中，濾紙作為移動相，而水則作為固定相
- (D) 推測色素分子量大小關係為：色素 D > 色素 C > 色素 B > 色素 A
- (E) 將步驟 3 中，改用甲酸甲酯取代蒸餾水，可能會改變色素 A、B、C、D 的移動距離

43. 請利用題幹中已知條件，回答下列問題：

- (a) 色素與溶劑作用力大小的排序為何？(2 分)
- (b) 色素與溶劑作用力最大與最小其 R_f 值分別為何？(需列式計算)(4 分)

44.~46. 題為題組

咖啡豆的成分相當複雜，包含醣類、脂肪、蛋白質、有機酸、咖啡因、礦物質等數百種物質，其中礦物質中富含鹼金屬與鹼土金屬元素的鹽類。某生想記錄咖啡豆的萌芽過程，並想從咖啡豆中提取鉀鹽，經指導與蒐集資料後，進行實驗，資料、步驟及紀錄如下：

資料：已知每 100 g 咖啡豆所含礦物質成分如圖 19；

離子化合物在 25 °C 時的溶解度 (g / 100 g

水) 如表 4；圖 20(a)為生咖啡豆在萌芽過程中，氧氣吸收量與二氧化碳釋放量的曲線圖；圖 20(b)為生物細胞中的生理作用。

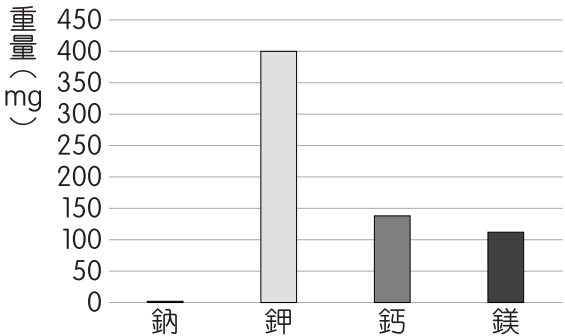


圖 19

表 4

陰離子 \ 陽離子	硫酸根 (SO_4^{2-})	氯酸根 (ClO_3^-)	過氯酸根 (ClO_4^-)	硝酸根 (NO_3^-)	碳酸根 (CO_3^{2-})
Na^+	111	103	208	105	111
K^+	130	10	1.3	161	121
Ca^{2+}	0.3	131	190	152	<0.01
Mg^{2+}	23	150	100	141	<0.01

(a)氧氣吸收量與二氧化碳量釋放曲線圖

(b)生物細胞中的生理作用

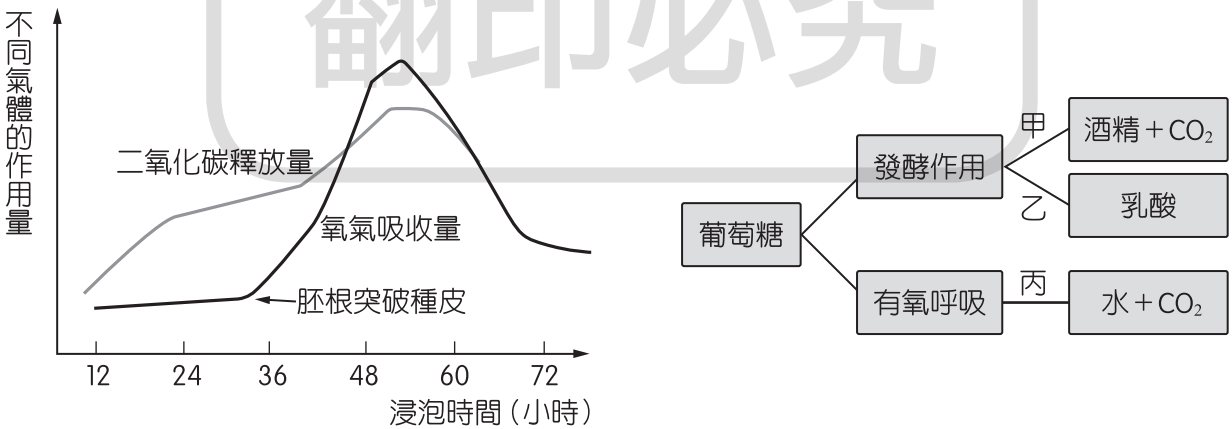


圖 20

- 步驟 1：取 20.0 克生咖啡豆並經清洗、烘乾後，混入適量木炭 (C) 進行高溫灰化，將其中的礦物質完全轉化為碳酸鹽與氧化物固體。
- 步驟 2：準確稱取步驟 1 固體產物並研磨成細粉，加入 100 mL 熱水，充分攪拌後靜置過夜。
- 步驟 3：將步驟 2 之溶液以濾紙去除不溶物後，於濾液中逐滴加入過氯酸銨 (NH_4ClO_4)，此時溶液開始產生沉澱，持續添加至不再析出新沉澱為止。
- 步驟 4：用濾紙收集步驟 3 之沉澱物，經乾燥後稱其初始質量。接著將沉澱物移入 550 °C 烘箱中加熱至重量不再變化，稱得最終固體質量較初始質量減少了約 46.2%。

已知步驟 4 中質量損失是因該沉澱物受熱發生分解反應所致。請依據上述實驗流程與已知條件，回答下列問題：（已知表 4 中五種陰離子之銨鹽皆具有良好水溶性；莫耳質量： $\text{NaCl}=58.5\text{ g/mol}$ 、 $\text{KCl}=74.5\text{ g/mol}$ 、 $\text{NaClO}_4=122.5\text{ g/mol}$ 、 $\text{KClO}_4=138.5\text{ g/mol}$ ）

44. 下列敘述，哪些選項正確？（應選 2 項）

- (A) 咖啡豆成分中的醣類、脂肪、蛋白質的組成原子皆含有碳、氫、氧
- (B) 步驟 1 中，將礦物質變成碳酸鹽的目的為去除鈉離子 (Na^+) 與鉀離子 (K^+)
- (C) 步驟 3 中，可用硝酸銨 (NH_4NO_3) 來替代過氯酸銨 (NH_4ClO_4)
- (D) 由表 4 可知，選用過氯酸銨 (NH_4ClO_4)，可有效分離 Na^+ 與 K^+
- (E) 將步驟 2 之溶液以濾紙去除不溶物，此分離方法是屬於萃取法

45. 根據步驟 4 說明，已知分解產生兩種物質，其中氣體為大氣中常見的氣體，推測此沉澱物加熱反應之反應式為何？（須標示狀態與加熱符號；原子量： $\text{Cl}=35.5$ ， $\text{K}=39$ ）（2 分）

46. 根據圖 20(a)、(b) 資料，推測下列敘述哪些正確？（應選 3 項）

- (A) 在長出胚根前，咖啡豆主要進行發酵作用中的甲反應
- (B) 由圖 20(a) 可知，浸泡時間一天內即可長出胚根
- (C) 由圖 20(a) 可知，在長出胚根前，氧氣吸收量與二氧化碳釋放量成正比
- (D) 在長出胚根後，氧氣吸收量大幅增加用以進行有氧呼吸反應
- (E) 推測丙反應，屬氧化還原反應

47. ~ 50. 題為題組

2026 年 1 月，美國極限攀岩大師 Alex Honnold 挑戰徒手攀登台北 101 大樓。在長達數小時的垂直向上過程中，其前臂肌肉需長時間維持高強度的收縮，體內細胞隨之進行劇烈的能量代謝。當體內氧氣充足時，肌肉細胞主要進行有氧呼吸，將葡萄糖氧化以產生大量 ATP；然而，面對極高強度的瞬間爆發力，若氧氣供應暫時不足，則細胞會啟動乳酸發酵以提供緊急能量。

為了支撐長時間攀爬時肌肉收縮所需的能量，細胞內的 ATP（腺苷三磷酸）必須不斷水解與再生。在細胞能量代謝中，ATP 必須與鎂離子 (Mg^{2+}) 結合形成 Mg-ATP 複合體，才能被腺苷三磷酸酶 (ATPase) 辨識並催化水解；ATP 的合成也極度依賴鎂離子，因為 ATP 合成酶必須在鎂離子的輔助下，才能有效地將 ADP 與磷酸基重新結合。因此，Alex 在挑戰過程中若因大量出汗導致體內電解質失衡，尤其是鎂離子濃度降低，不僅會阻礙 ATP 的合成，也會使現有的 ATP 水解速率變慢。然而細胞為了維持生命所需，ATP 水解速率減少幅度仍遠低於近乎停滯的合成反應速率，最後導致細胞內的能量循環癱瘓，進而引發肌肉疲勞。為維持生理恆定與運動表現，可適時補充含鎂的電解質飲品，確保細胞內有足夠的鎂離子，維持 ATP / ADP 循環的能量供應效率。

除了生化調控外，Alex 在攀爬時會頻繁在手上塗抹「止滑鎂粉」（主要成分為碳酸鎂）。這種白色粉末不溶於水，能有效吸收掌心汗水，增加手部與牆面及強化玻璃窗框間的摩擦力。雖然碳酸鎂性質穩定，但若攀爬過程遇上酸雨 ($\text{pH}<5.0$)，粉末會與酸性物質發生化學反應，進而影響止滑效果與攀登安全。

47. 關於文中提及的「有氧呼吸」與「乳酸發酵」，下列相關敘述哪些正確？（應選 2 項）
- (A) 有氧呼吸與乳酸發酵的第一階段反應均在粒線體中進行
 - (B) 人體肌肉細胞進行乳酸發酵反應時，除了產生乳酸，還會釋放出二氧化碳
 - (C) 當氧氣不足時，肌肉細胞轉而進行乳酸發酵反應，其目的是為了讓細胞能持續透過分解葡萄糖來獲得能量
 - (D) 乳酸發酵產生的能量少於有氧呼吸，是因為乳酸中仍有大量化學能未被釋出
 - (E) 無論是有氧呼吸或乳酸發酵，葡萄糖中的能量會全數轉移至 ATP 中
48. 關於 ATP 與鎂離子在肌肉細胞中的作用，下列敘述哪些正確？（應選 3 項）
- (A) 鎂離子可單獨與 ATPase 結合，並使 ATP 水解反應釋出更多能量
 - (B) ATPase 可將 ATP 水解形成 ADP 及磷酸基，並釋出能量
 - (C) 只要細胞內 ATP 濃度足夠，即使缺乏 ATPase 仍能維持原有的水解速率
 - (D) ATP 透過與鎂離子結合改變其空間構型，使其能與 ATPase 的活性位精確結合
 - (E) 透過鎂離子的補充，可使肌肉細胞持續進行呼吸作用產生能量
49. Alex 在挑戰過程中若因大量出汗導致體內電解質失衡，鎂離子濃度降低。
- (a) 請推論此現象會造成肌肉細胞內 ATP / ADP 的比值會上升、下降或不變？（1 分）
 - (b) 請說明理由。（1 分）
50. 工作人員在 Alex 攀爬 101 後，在休息室拾獲一包神祕白色粉末，懷疑粉末的成分可能是碳酸鎂。因此工作人員針對樣本進行了三項鑑定測試。下列哪一組數據最能判斷該粉末為碳酸鎂？

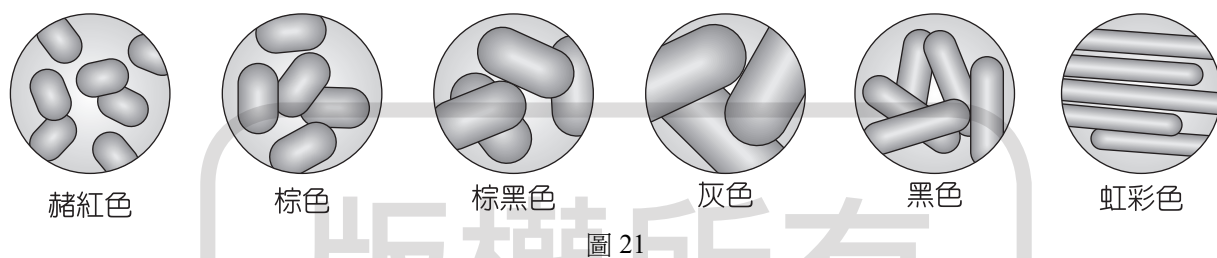
實驗項目	實驗一：加入純水	實驗二：加入稀鹽酸	實驗三：特定鑑定反應
(A)	形成澄清溶液	無氣泡產生	加入本氏液並加熱：呈藍色
(B)	形成混濁溶液	產生氣泡	將實驗二產生之氣體通入澄清石灰水：產生白色沉澱
(C)	形成澄清溶液	無氣泡產生	加入本氏液並加熱：呈橙紅色
(D)	形成混濁溶液	產生氣泡	測試飽和水溶液 pH 值：呈酸性
(E)	形成膠體懸浮	無氣泡產生	雙縮脲試劑：呈紫色

51.、52. 題為題組

鳥類羽毛的色彩來自黑素體（melanosome），單一個鳥類黑素體的長度約 $0.5 \sim 2 \mu\text{m}$ ，其生成須經歷下列 4 個階段：

- I. 黑色素細胞內，由胞器甲經胞器乙製造出原始的透明球形囊泡（初期黑素體）。
- II. 胞器乙釋出含有 PMEL17 蛋白質的囊泡，將囊泡送入初期黑素體中，其內的 PMEL17 蛋白質被酵素切割後，開始形成規律的縱向纖維支架，成為第二期黑素體。
- III. 胞器乙持續透過小囊泡，將酪胺酸酶等酵素送入第二期黑素體中，使酪胺酸轉化為黑色素；接著黑色素均勻沉積在支架表面使顏色轉深，發育為成熟的黑素體。
- IV. 黑色素細胞將成熟的黑素體轉移至正在發育的羽毛角質細胞中。

科學家發現，鳥類羽毛的顏色與角質細胞內黑素體的大小、形狀和排列方式有關，圖 21 為鳥羽顏色對應的黑素體示意圖。



近年來科學家在中國東北地區陸續發現各種具有羽毛的恐龍化石，包含中華龍鳥、小盜龍等，推論鳥類與有羽恐龍應有共同祖先。科學家自小盜龍化石羽毛取出樣本進行觀察，採樣部位為圖 22 左下角小盜龍示意圖內的白色圓點處，圖 22 背景為黑素體的顯微照相圖；圖 22 中的黑素體彼此頭尾相接、層狀排列，科學家分析後推論小盜龍的羽毛應具有虹彩光澤。

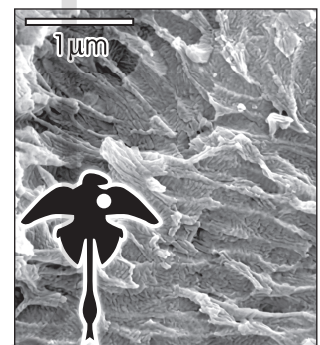


圖 22

51. 下列與黑素體有關的描述，哪些正確？（應選 2 項）

- (A) 黑色素細胞透過基因表現生成 PMEL17 蛋白質
- (B) 羽毛內角質細胞的黑素體是自胞外移入而非自行製造，由此推論角質細胞不具有生成 PMEL17 蛋白質的基因
- (C) 黑素體發育的過程中，會接收來自胞器乙的運輸囊泡，推測胞器乙為粗糙內質網
- (D) 根據圖 22 判斷，小盜龍化石羽毛內的單一個黑素體長度介於 $1 \sim 2 \mu\text{m}$
- (E) 根據圖 22 的判斷結果，黑素體和核糖體的體積大小相近

52. (a) 小盜龍化石羽毛與現今鳥類羽毛內的黑素體，應屬於同源構造還是同功構造呢？（2 分）
(b) 請說明理由。（2 分）

53.、54. 題為題組

透過精確觀測海水的溫度與鹽度，可以進一步了解海水的特性。為研究海表至深海的溫鹽特性，海洋科學家常使用溫鹽深儀（Conductivity Temperature Depth，CTD）進行觀測，溫鹽深儀是一種整合型的探測儀器，可即時觀測並回傳不同深度的海水溫度、鹽度，若搭配採水瓶取樣海水，可進一步回實驗室分析海水成分，有助於我們對於海洋物理、化學特性的理解。圖 23 為全球海水表面溫度分布圖，圖中細黑線與數字分別為等溫度線及其溫度值（ $^{\circ}\text{C}$ ），圖 24 為全球海水表面鹽度分布圖，圖中細黑線與數字分別為等鹽度線及其鹽度值（psu），請依圖 23、圖 24 回答下列問題。

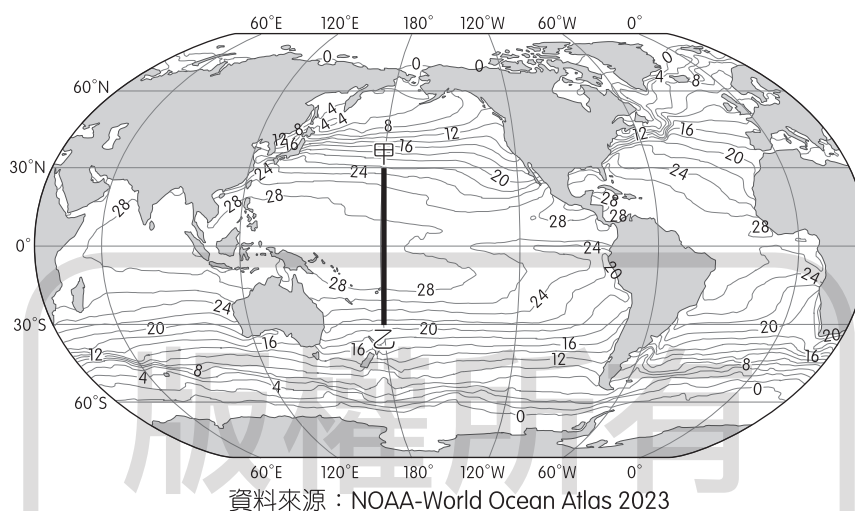


圖 23

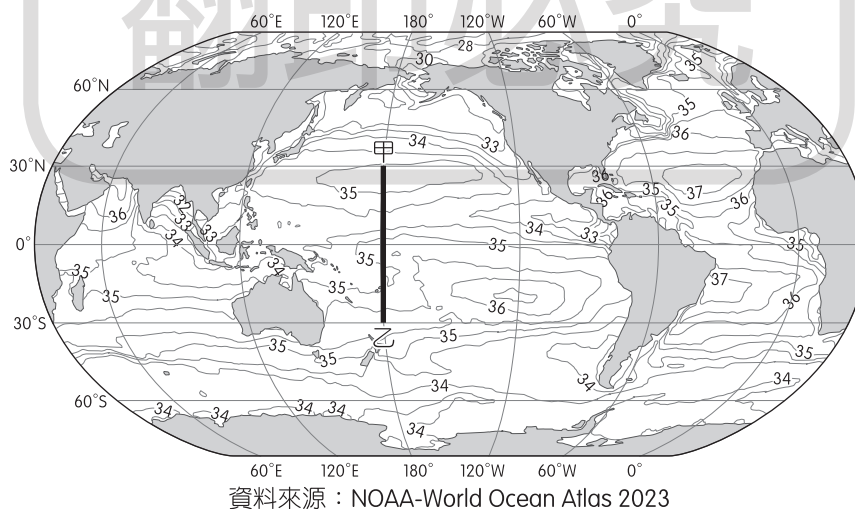
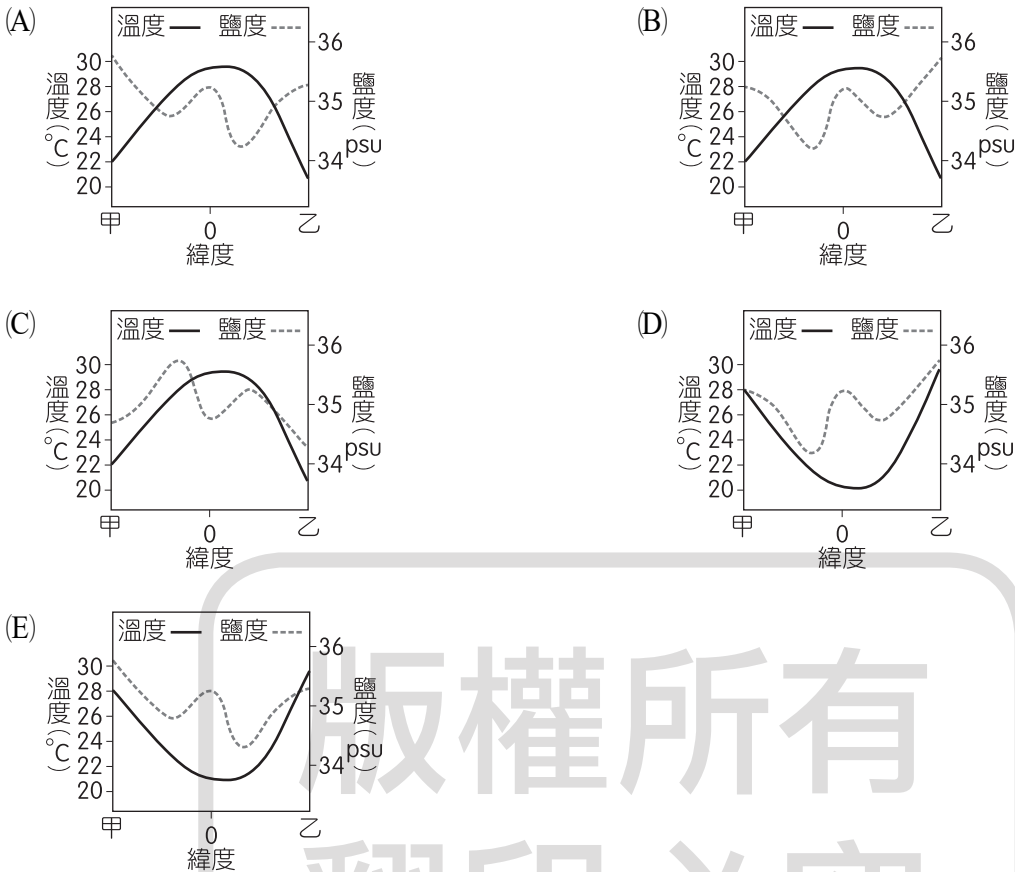


圖 24

53. 根據全球海水表面溫度（圖 23）與鹽度（圖 24）分布圖趨勢，下列哪一張圖最能代表太平洋地區（甲－乙線段）的海水表面溫鹽度分布情況？



54. 某次海洋研究船於大西洋進行海洋垂直觀測，此次觀測範圍由海表 0 m 至深度 2000 m，所蒐集之資料經抽樣 10 個深度位置如表 5 所示。

表 5

抽樣點	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
溫度 (°C)	27.5	27.4	24	20	14	9	5	4.3	3.6	3
深度 (m)	0	-50	-100	-200	-400	-600	-800	-1000	-1500	-2000

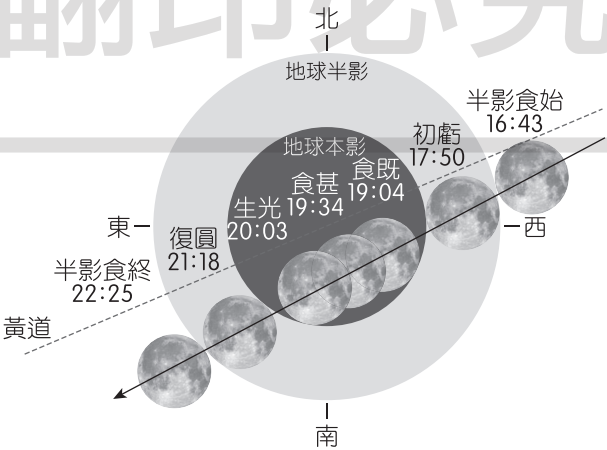
- (a) 根據此次抽樣資料繪製溫度隨深度變化圖，並將各點資料連線。（請於答題卷作答區作答）（2 分）
- (b) 承(a)題，根據繪製的溫度隨深度變化圖判斷，此次海洋研究船的觀測緯度地區為何？推論理由是什麼？（請於答題卷作答區作答）（2 分）

55.～57. 題為題組

2026 年 3 月 3 日元宵節適逢月全食，月全食通常表示月球依序經過地球的半影區域→本影區域→半影區域的過程，月球在通過本影區時，月面整個呈現紅色。表 6 為當天在臺北市立天文科學教育館觀測的預報資訊，表中之方位角以正北為 0 度，正東為 90 度，依此類推。圖 25 為月全食路線示意圖，當天臺灣本島皆可觀測到此天文現象，請依表 6、圖 25 回答下列問題。

表 6 2026 年 3 月 3 日月全食過程

月全食過程	時間 (時：分)	臺北市立天文科學教育館		階段說明
		仰角（度）	方位角（度）	
半影食始	16：42.8	－15	74.9	月球邊緣與地球半影外切
初虧	17：49.7	－0.2	82.5	月球邊緣與地球本影外切，此後開始缺角
月出	17：50.0	－	－	月球上緣接觸觀測者的地平線
食既	19：03.9	15.4	90.3	月球完全進入地球本影，月面呈現紅色，月全食開始
食甚	19：33.6	21.9	93.6	月球最接近地球本影中心的時刻，月面呈現最暗的紅色
生光	20：03.3	28.3	97.1	月球開始離開地球本影，月面邊緣開始變亮
復圓	21：17.5	44.2	107.8	月球邊緣完全離開地球本影，恢復圓形
半影食終	22：24.6	57.6	123.1	月球邊緣完全離開地球半影，不易察覺

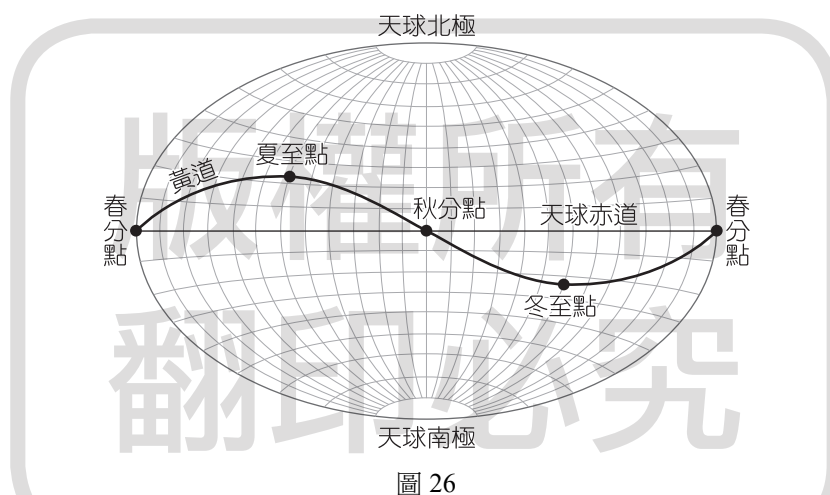


資料來源：臺北市立天文科學教育館

圖 25 2026 年 3 月 3 日月全食示意圖

55. 若天氣晴朗，當晚在臺北地區觀測本次月全食的過程，下列敘述何者正確？
- (A) 可以看到從半影食始到半影食終的全部過程
 - (B) 月球從東方地平線附近升起之後，將往東偏南方向逐漸升起
 - (C) 半影月食現象結束之後，月球恰好正準備沒入西方地平線之下
 - (D) 整個月全食過程中，月球最暗紅的階段是食既階段
 - (E) 即使天氣晴朗，因城市光害嚴重，位在臺北的觀測者其實看不見月全食現象

56. 已知月球繞地球的軌道是橢圓形，其近地點與遠地點距離分別約為 363000 公里與 405700 公里，兩者比值（ $\frac{\text{近地點}}{\text{遠地點}}$ ）約為 0.89。若月球繞地週期為 T ，考慮克卜勒行星運動定律與萬有引力定律，下列敘述哪些正確？（應選 2 項）
- (A) 月全食發生時，月球位於地球與太陽之間，且三者連成一直線
- (B) 若月球公轉平均軌道半徑變為原來的 4 倍，其公轉週期將變為 $4T$
- (C) 月全食期間，月面呈現暗紅色，主因是太陽光在地球大氣層產生了折射與散射
- (D) 根據克卜勒行星運動第二定律，月球在近地點之軌道速度為在遠地點之軌道速度的 0.89 倍
- (E) 月球繞地球的平均軌道半徑約為 384350 公里
57. 月全食發生在 2026 年 3 月 3 日，當天同時也是元宵節（農曆正月十五日），圖 26 為天球坐標圖，最北為天球北極、最南為天球南極，中間橫軸為天球赤道，曲線是黃道面，並標示四個分至點。



- (a) 假設黃道面與白道面（月球繞地的軌道面）是重合的，試畫出當天太陽在黃道面的位置及月球在黃道面的位置。請以小圓點標示太陽與月球，並在小圓點旁加註「太陽」、「月球」。（請於答題卷作答區作答）（2 分）
- (b) 承(a)題，請簡述繪製太陽與月球位置的判斷依據。（請於答題卷作答區作答）（2 分）