

111 學年度全國高級中學 學科能力測驗模擬考試

自然考科

—作答注意事項—

考試範圍：物理(全)上半冊、化學(全)上半冊、生物(全)上半冊、
地球科學(全)上半冊

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，應以橡皮擦擦拭，切勿使用修正液（帶）。
- 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，可以使用修正液（帶）。
- 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，恐將影響成績並損及權益。
- 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



99362104-31

版權所有 · 翻印必究

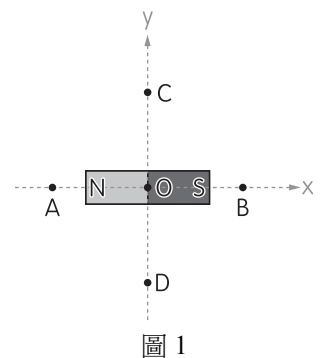
第壹部分、選擇題（占 72 分）

說明：第 1. 題至第 36. 題，含單選題及多選題，每題 2 分。

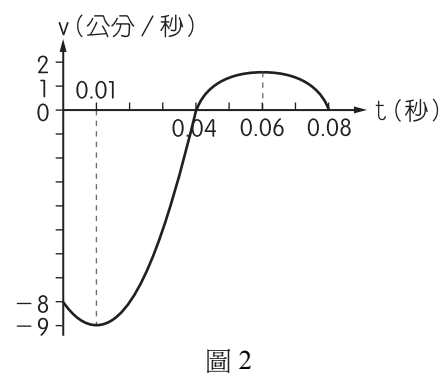
1. 克卜勒太空望遠鏡又發現了一顆「類地行星」，該行星的半徑大小、溫度皆與地球接近，亦為岩石行星，推測在其表面有液態水存在，適合孕育生命。太空人在此行星表面上做實驗發現，在不考慮阻力的情形下，由靜止釋放的小鐵球，經 1 秒鐘時間，大約落下 10 公尺，假設地球表面的重力加速度為 10 公尺 / 秒²，則下列關於此行星的敘述，哪些正確？（球

體積 $V = \frac{4}{3}\pi R^3$ ，R 為球的半徑）（應選 2 項）

- (A) 該行星表面的重力加速度量值為 5 公尺 / 秒²
(B) 該行星表面的重力加速度量值為 20 公尺 / 秒²
(C) 該行星的平均密度約為地球的 0.5 倍
(D) 該行星的平均密度約為地球的 2 倍
(E) 在該行星測得的重力常數 G 值，為在地球上測得 G 值的 2 倍
2. 如圖 1，將磁棒放在桌上，磁棒的左端為 N 極、右端為 S 極，磁棒的中心與坐標原點 O 重合，並使磁棒長軸平行 x 軸。圖中 A、B、C、D 四點與原點 O 的距離皆相等且共平面，則根據法拉第所提出的磁力線概念判斷，下列有關磁場的敘述，何者正確？



- (A) A、B 兩處的磁場量值相等，但方向相反
(B) C、D 兩處的磁場量值相等，但方向相反
(C) 原點 O 處的磁場方向向右
(D) 原點 O 處的磁場量值為零
(E) 原點 O 處的磁場量值大於 A、B 兩處的磁場量值
3. 攀岩風氣愈來愈興盛，室內攀岩不受天候影響。體重 60 公斤重的小翰在初次攀岩練習時，不慎鬆手落下，身體以水平的狀態，鉛直下落在緩衝軟墊上。圖 2 為小翰落在軟墊過程的鉛直方向速度與時間關係圖，假設 $t=0$ 時小翰開始接觸軟墊，且速度向上為正。下列敘述，何者正確？



- (A) 在 $t=0.01$ 秒瞬間，小翰恰到達下落過程的最低點
(B) 在 $t=0.01 \sim 0.04$ 秒過程中，小翰向上運動且愈來愈慢
(C) 在 $t=0.01 \sim 0.04$ 秒過程中，小翰所受的合力方向向上
(D) 在 $t=0.04$ 秒瞬間，小翰所受的合力為零
(E) 在 $t=0.06$ 秒瞬間，小翰恰離開軟墊

4. 1909 年拉塞福以 α 粒子撞擊金箔探究原子的內部結構，下列關於此實驗與其原子模型的敘述，哪些正確？（應選 2 項）
- (A) 原子不是組成物質的基本粒子
 - (B) α 粒子偶爾會有大角度散射，主要是因為原子的正電荷集中於極小的原子核內
 - (C) 原子核是由質子與中子組成
 - (D) 原子核內所帶正電與核外電子所帶負電的電量相等
 - (E) 拉塞福進而提出電子環繞原子核運行的原子行星模型

5. 如圖 3，戰鬥機沿著圖示虛線軌跡斜向上加速飛行，則周圍氣體（包含噴出廢氣）對其作用力的合力可能是下列哪一個力？

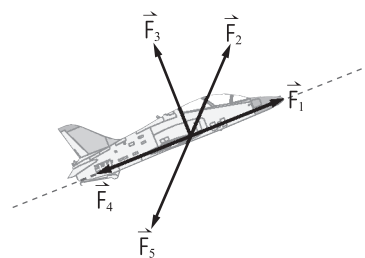


圖 3

- (A) \vec{F}_1
- (B) \vec{F}_2
- (C) \vec{F}_3
- (D) \vec{F}_4
- (E) \vec{F}_5

6. 承 5. 題，自然界的基本交互作用中，哪幾種對戰鬥機飛行的影響最為明顯常見？（應選 2 項）
- (A) 重力作用
 - (B) 電磁力作用
 - (C) 強作用（強核力）
 - (D) 弱作用（弱核力）
 - (E) 夸克作用

7. 甲、乙兩衛星繞地球作等速圓周運動，表 1 是兩衛星的質量與公轉週期的資料，若不考慮其他星體的影響，則在相等時間內，甲、乙兩衛星與地球的連線掃過的面積之比值為若干？

表 1

衛 星	甲	乙
衛星質量	m	3m
衛星公轉週期	T	8T

- (A) $\frac{1}{8}$
- (B) $\frac{1}{4}$
- (C) $\frac{1}{3}$
- (D) $\frac{1}{2}$
- (E) 1

8. 下列哪些為國際單位制（SI）的基本單位？（應選 2 項）
- (A) 庫侖
 - (B) 安培
 - (C) 克耳文
 - (D) 牛頓
 - (E) 焦耳

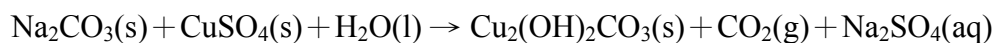
9. 下列關於物質間基本交互作用的敘述，何者正確？
- (A)質子是由夸克構成，質子內夸克間的交互作用為強核力
 - (B)中子是由夸克與電子構成，強核力與弱核力都是中子內夸克間的交互作用
 - (C)原子核內兩質子間的強核力量值與兩質子距離的平方成反比
 - (D)拉塞福的 α 粒子散射實驗中，只有當 α 粒子夠靠近金原子核時，強核力才能使 α 粒子產生大角度的散射
 - (E)固態的物體裡，由於分子為電中性，相鄰分子藉由彼此間的重力作用，只能小幅度的來回振盪，所以粒子間的相對位置及距離不易改變

10.、11. 題為題組

「銅綠」是一種名貴的礦物石，主要成分為鹼式碳酸銅（ $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ ）。它是銅與空氣中的氧氣、二氧化碳和水等物質反應產生的綠色鏽衣。

銅綠常用於顏料、滅菌劑，在中藥上具有退翳、斂瘡、殺蟲的功效，明朝李梴所著《醫學入門》中記載提純銅綠的方法：「水洗淨，細研。水飛去石澄清，慢火熬乾。」文中「水飛」的操作方法是將不溶於水的礦石與少量水混合研磨至糊狀，再加入大量的水後，取其上層液體，以細網篩選可得懸浮的細粉。

10. 工業上常用碳酸鈉與硫酸銅來製備銅綠，反應式如下：（係數未平衡）



將 16.0 克的硫酸銅與足量的碳酸鈉溶液反應，最多可生成銅綠多少克？（原子量：H=1.0，C=12.0，O=16.0，Na=23.0，S=32.0，Cu=64.0）

- (A) 11.1
 - (B) 16.0
 - (C) 22.2
 - (D) 32.0
 - (E) 45.0
11. 在《醫學入門》中記載提純銅綠的步驟中，不包含下列哪一種操作？
- (A)傾析
 - (B)過濾
 - (C)蒸發
 - (D)研磨
 - (E)蒸餾

12.~14. 題為題組

道耳頓曾堅持微粒都是因異性相吸所組成，始終否認像氫氣（ H_2 ）、氧氣（ O_2 ）、氮氣（ N_2 ）等氣體是由兩個性質相同的原子所構成，因它們之間是互相排斥的，他認為，化合物中的兩種不同元素只能各由一個原子組成，例如：水是 HO ，此論點與當時給呂薩克和亞佛加厥兩學者的論點相違背，在當時缺乏精密儀器與基礎理論下，造成了長時間的爭論。

12. 以目前科學的觀點來看，相同的兩個原子形成分子的原因，下列哪一選項最正確？
- (A) 相同原子的性質相同，因物以類聚，故可相互結合形成 1 個分子
 - (B) 只要是較小的原子，其互斥力較小，即可相互結合形成 1 個分子
 - (C) 因為原子可再分割，故各取半個原子使其結合，即可形成 1 個分子
 - (D) 原子中的電子受到另一個相同原子的原子核吸引，故可相互結合形成 1 個分子
 - (E) 相同原子因其價殼層缺乏電子而不穩定，故可藉由相互共用價電子而形成 1 個分子
13. 亞佛加厥提出分子說，認為一切氣體在相同狀況下，相同體積中含有相同的分子數目。此論點在目前科學理論與真實氣體行為上，不一定正確，其原因為下列何者？
- (A) 不同氣體，其分子的體積不同，分子愈大者，其氣體體積愈大
 - (B) 不同氣體，其分子的質量不同，分子質量愈大者，其氣體體積愈大
 - (C) 鈍氣為單原子分子，故其氣體體積小於多原子氣體的體積
 - (D) 不同氣體，其分子的中子數目不同，中子數目愈多者，其氣體體積愈大
 - (E) 不同氣體，其分子間的作用力不同，作用力愈小者，其氣體體積愈大
14. $25^\circ C$ 、 $1\ atm$ 的環境下稱為 NTP， CH_4 、 NH_3 、 HF 及 H_2S 四種物質在 NTP 下皆為氣體，依據亞佛加厥分子說，下列敘述何者正確？（原子量： $F=19$ ， $S=32$ ）
- (A) 相同質量的四種氣體，所含原子數最多者為 NH_3
 - (B) 相同質量的四種氣體，所含氫原子數最少者為 H_2S
 - (C) NTP 下，同體積的四種氣體，所含氫原子數最多者為 CH_4
 - (D) NTP 下，同體積的四種氣體，所含分子數最少者為 HF
 - (E) NTP 下，同體積的四種氣體，所含分子數最多者為 HF

15.、16. 題為題組

據新聞報導，農曆新年時某戶人家以化學元素符號編寫門聯，上聯為「Ag Zn Na F Ga Hf Mg」，下聯為「Re Sg Tc Au As Sc Ti」，橫批則寫「F Cl CHO CHO」，其中部分符號對應中文為 Hf（鈳，4B 族）、Re（錒，7B 族）、Sg（鑷，6B 族）、Tc（鎝，7B 族）、CHO（醛基，有機官能基）。整副春聯以中文音譯分別為「迎新納福家和美」、「來喜得金身康泰」、「福祿雙全」，如此以化學元素諧音拼出吉祥話，在網路上被廣為流傳。

15. Hf 在週期表上位於第六週期的 4B 族元素，整副春聯中哪一個元素與 Hf 同一族？
- (A) Ga
 - (B) Zn
 - (C) As
 - (D) Sc
 - (E) Ti

16. 下列關於此副春聯相關化學元素的敘述，哪些正確？（應選 2 項）

- (A) Na、F、Mg 原子半徑大小： $\text{Na} > \text{Mg} > \text{F}$
- (B) 上聯與下聯的各元素中，有 4 個元素的價殼層在 M 層
- (C) 「迎新納福家和美」所代表的 7 個元素中，有 2 個屬於非金屬元素
- (D) Mg 與 F 所形成的離子化合物，其晶體中的原子個數比 $\text{Mg} : \text{F} = 2 : 1$
- (E) 若 F 與 Cl 結合成化合物 ClF，其路易斯結構中的兩個元素皆滿足八隅體法則

17. 圖 4 為某研究生對氧的三態進行研究所得的圖形，其中溫度的單位 K 為絕對溫度，壓力的單位為毫米汞柱 (mmHg)，P、Q 兩條曲線將狀態分為三個區域，分別為 A、B、C。下列關於氧狀態的敘述，哪些正確？（應選 3 項）

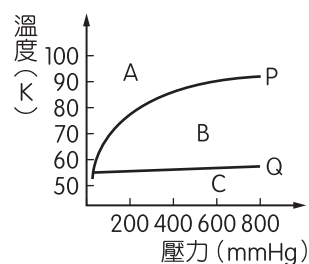


圖 4

- (A) A 區域氧的狀態為固態
- (B) 液態氧可以存在的最低溫度約為 55 K
- (C) 1 atm 下，液態氧的沸點約為 90 K
- (D) 由圖 4 可知，當壓力小於 800 mmHg，氧不可能以固態存在
- (E) 定容與定壓 (400 mmHg) 下持續加熱 70 K 的氧，一段時間後可觀察到氧有沸騰的現象

18. 某混合物經濾紙色層分析後，結果如圖 5 所示。若各成分與濾紙間的作用力為 F_1 ，各成分與展開液間的作用力為 F_2 ，則混合物中哪一種成分的 $(F_2 - F_1)$ 值最小？

- (A) 甲
- (B) 乙
- (C) 丙
- (D) 丁
- (E) 戊



圖 5

19. 「細胞學說」的確立，開啟了生物學更進一步的研究與發展。下列哪一敘述最符合細胞學說的定義或延伸推論？

- (A) 細胞學說源自於虎克發明顯微鏡
- (B) 許來登、許旺與魏修以實驗證實所有生物皆由細胞所組成
- (C) 布朗將植物細胞內的球狀構造稱為細胞核，實際上是液泡構造
- (D) 「細胞是來自細胞」提供了地球生物具有共同祖先的間接證據
- (E) 「生物細胞的染色體皆位於細胞核內」屬於細胞學說的延伸推論

20. 某同學利用 5 種不同材料製作玻片標本，在光學顯微鏡下進行觀察並記錄。請問下列哪些實驗操作與現象觀察不合理？（應選 3 項）

選項	實驗材料	製作方法	現象觀察
(A)	洋蔥根尖	利用刀片橫切出薄片後染色觀察	觀察細胞有絲分裂
(B)	口腔黏膜	以牙籤刮取黏膜後塗抹在有生理食鹽水的玻片上，染色觀察	觀察細胞形狀與細胞核位置
(C)	青江菜	撕取表皮，取適當大小置於玻片後觀察	觀察葉肉細胞
(D)	水蘊草	用鑷子取下一片葉子做成玻片標本，直接觀察	觀察葉綠體與細胞質流動
(E)	血液	以採血針取血後塗抹於有蒸餾水的玻片上，無須染色即可觀察	觀察紅血球

21. 某生想萃取香蕉的 DNA 進行觀察，下列相關敘述何者正確？

- (A) 磨碎香蕉的目的之一是可增加與酵素接觸的總表面積
- (B) 加入鳳梨汁可以破壞細胞壁與細胞膜
- (C) 加入洗碗精可以溶解染色體
- (D) 加入 5 M 濃食鹽水可以將 DNA 凝聚析出
- (E) 萃取香蕉皮的效果會比香蕉果肉佳

22.、23. 題為題組

肌萎縮性脊髓側索硬化症（ALS）俗稱「漸凍人症」，患者罹病後中樞神經系統的運動神經細胞會快速凋亡，在兩三年內逐漸出現神經肌肉萎縮、四肢癱瘓、無法言語、無法吞嚥、甚至呼吸衰竭等病徵。科學家利用「誘導性多功能幹細胞」分化出運動神經細胞，並對其進行基因表現的分析，最後鑑定出 690 個與 ALS 相關的基因。

研究人員於 2022 年發現一個稱為 *KANK1* 的基因，普通人的 *KANK1* 基因異常造成的神經毒性與在 ALS 患者大腦中觀察到的非常相似。當 *KANK1* 基因表現程度過低，會使神經細胞中產生 TDP-43 蛋白沉積造成毒性，導致細胞核與細胞質之間的轉運功能產生缺陷，神經細胞因此退化及死亡。假如 ALS 患者帶有會破壞 *KANK1* 功能的基因突變，只要將 *KANK1* 的基因表現量上調，就可能成為其治療標靶。而在未刻意挑選患者是否帶有 *KANK1* 突變的情況下，研究團隊發現，ALS 患者運動神經元中 *KANK1* 的表現量與 ALS 的嚴重程度有直接相關性。

22. 根據上文，下列有關 ALS 疾病的敘述，何者正確？

- (A) ALS 屬於複等位基因的遺傳疾病
- (B) ALS 患者的腦細胞中可檢測出大量 TDP-43 蛋白
- (C) TDP-43 蛋白沉積源自於 *KANK1* 的過度表現
- (D) *KANK1* 基因經轉錄轉譯後產生 TDP-43 蛋白
- (E) *KANK1* 愈活化，ALS 病症愈嚴重

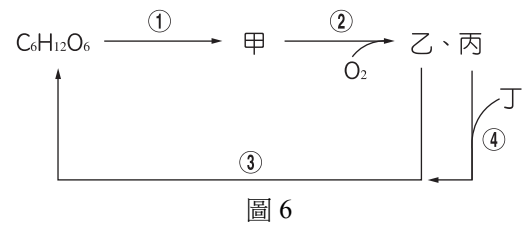
23. 下列有關人體 *KANK1* 基因的表現敘述，哪些正確？（應選 2 項）

- (A) *KANK1* 基因的複製主要由 DNA 聚合酶來進行
- (B) *KANK1* 基因僅位於神經細胞細胞核的染色體內
- (C) *KANK1* 基因為 DNA 片段，複製後進入細胞質進行轉譯
- (D) *KANK1* 基因愈活化，細胞質內產生的蛋白質 TDP-43 愈少
- (E) 轉錄過程中，*KANK1* 基因模版上出現 T 時，配對的鹼基改由 U 取代

24. 真核細胞的哪些構造中可進行基因轉譯作用？（應選 3 項）

- (A) 細胞核
- (B) 粗糙內質網
- (C) 高基氏體
- (D) 粒線體
- (E) 葉綠體

25. 圖 6 是植物細胞內光合作用與呼吸作用的相關過程，其中①~④代表生理過程發生的場所，甲~丁代表有關的化學物質，根據此圖判斷下列敘述何者正確？
- (A)此圖為含葉綠體的植物細胞在一整日中的運作模式
 - (B)在細胞內缺乏氧氣供應的狀態下，仍能產生乙和丙
 - (C)圖中僅有場所①不能合成 ATP
 - (D)③會進行異化代謝，需 ATP 協助進行
 - (E)甲物質為乳酸，累積過多對細胞有毒性



26.、27. 題為題組

存在人體腸道中的大腸桿菌是一種細菌，能合成維生素 B 和 K 供人體使用。然而，食品或飲水一旦出現大腸桿菌，就代表食品直接或間接被糞便污染，因此常作為衛生檢定的指標。大部分的大腸桿菌無致病性，少數會致病的大腸桿菌被稱為「病原性大腸桿菌」，會引起腹瀉、腹痛等症狀，嚴重時還會導致腸道出血。

26. 下列有關大腸桿菌的敘述，何者正確？
- (A)大腸桿菌可藉由有絲分裂產生更多子代
 - (B)飲料中大腸桿菌數量超標代表水質中含有糞便
 - (C)能合成維生素 B 和 K 的大腸桿菌沒有致病性
 - (D)研究人員可經由光學顯微鏡觀察到大腸桿菌
 - (E)腹瀉與腹痛皆由致病性大腸桿菌造成
27. 大腸桿菌與人類細胞皆含有的構造包含下列哪些？（應選 2 項）
- (A)染色體
 - (B)粒線體
 - (C)質體
 - (D)溶體
 - (E)核糖體
28. 圖 7 為南半球某處的一個湖泊，此時正好有東風從湖泊吹向陸地，請問當風進入陸地後，將偏轉成何種風向？
- (A)北風
 - (B)東風
 - (C)西北西風
 - (D)東南東風
 - (E)北北東風

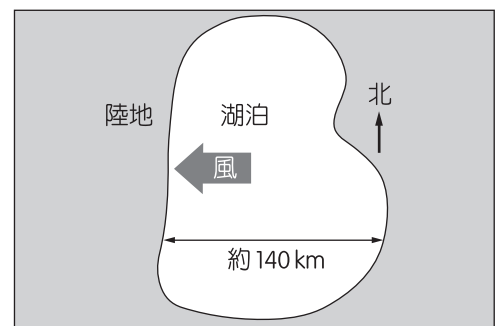


圖 7

29. 圖 8 為美國太空總署的探測車「好奇號」在 2015 年 4 月 15 日於火星上連續拍攝日落的合成照片，請問當時好奇號大約位於火星的何處？

- (A)北緯 80 度
- (B)北緯 23.5 度
- (C)南緯 80 度
- (D)南緯 23.5 度
- (E)赤道附近



圖片來源：NASA / JPL - Caltech / MSSS / Texas A & M Univ.

圖 8

30. 2022 年，天文學家們找到了至今為止所發現彼此間距離最遠的一個棕矮星雙星系統，棕矮星是一種「失敗的恆星」，因其質量小於一般恆星，因此無法點燃中心的核融合反應而形成一顆正式的恆星，當其表面逐漸冷卻之後，表面的大氣、溫度等特徵會與行星十分接近。請問要觀測這種溫度可能接近行星的棕矮星，使用下列何種波段觀測較為合適？

當其表面逐漸冷卻之後，表面的大氣、溫度等特徵會與行星十分接近。請問要觀測這種溫度可能接近行星的棕矮星，使用下列何種波段觀測較為合適？

- (A)β 射線
- (B)γ 射線
- (C)X 射線
- (D)紫外線
- (E)紅外線

31. 阿翔外出進行地質考察，於某地記錄了岩層出露的情況（如圖 9），其中有岩脈甲、乙，以及具葉理結構的變質岩。阿翔在岩脈甲、乙中觀察到大量白色礦物，此礦物滴加鹽酸後沒有反應，且在岩層的葉理結構中，觀察到許多片狀黑雲母平行排列。已知葉理是變質岩受到高壓作用後，使得其中所含的長柱狀或片狀礦物平行排列而形成。下列關於甲、乙岩脈與變質岩的敘述，何者正確？

- (A)甲岩脈是最早生成的，因為其中含有受到擠壓的證據
- (B)乙岩脈是最早生成的，因為其中沒有受到擠壓的證據
- (C)含有葉理的變質岩是最早生成的，因為甲、乙岩脈皆截切過變質岩
- (D)含有葉理的變質岩是最早生成的，因為位於地層的最下方
- (E)岩脈甲、乙中含有由碳酸鈣組成的礦物

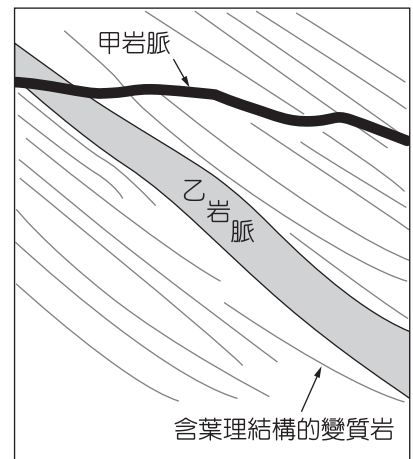


圖 9

32. 圖 10 為地球上甲、乙兩地點的日出時間、日落時間與全天日照時數（對應的數字代表時間長度）圖，請依圖示資料判斷，此兩地點可能分別位於下列何處？

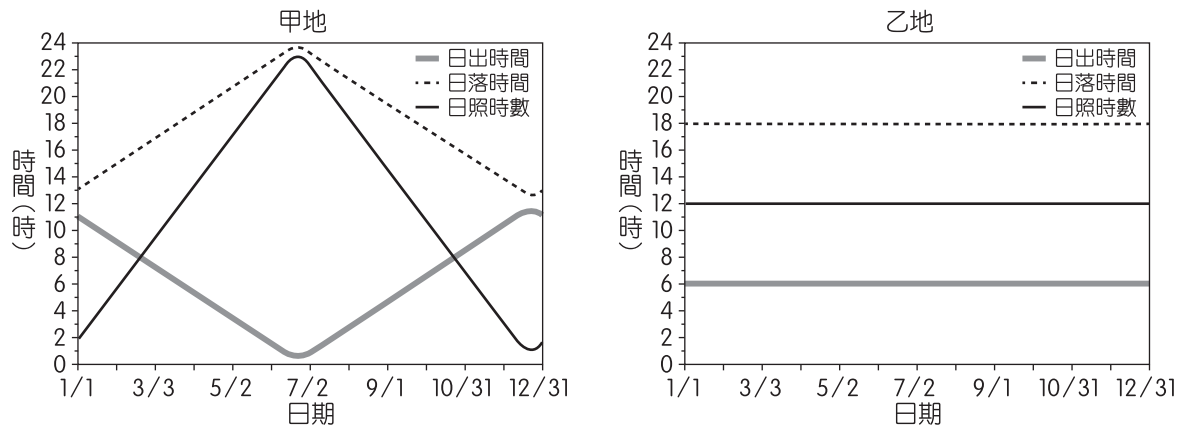


圖 10

- (A) 甲位於北緯 23.5 度，乙位於南緯 45 度
 - (B) 甲位於赤道，乙位於北緯 45 度
 - (C) 甲位於北緯 60 度，乙位於赤道
 - (D) 甲位於南緯 66.5 度，乙位於北緯 90 度
 - (E) 甲位於南緯 90 度，乙位於赤道
33. 2021 年 2 月 18 日，美國太空總署的探測車「毅力號」成功降落在火星表面「傑澤羅坑」邊緣的一個三角洲旁，如圖 11 白圈處，此地層中富含黏土礦物與碳酸鹽。為了解火星的地質狀況，確認火星是否適合生物生存，毅力號將在火星上蒐集多個土壤及岩石樣本，沉積物、沉積岩及火成岩是毅力號主要的蒐集目標，樣本封袋後，在未來十年內會有任務將其取回。下列關於毅力號登陸地點與執行任務的敘述，哪些正確？

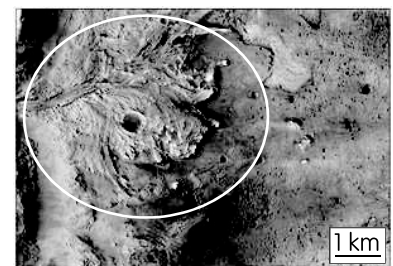


圖 11

- (應選 3 項)
- (A) 碳酸鹽通常只在有水的環境中形成
 - (B) 三角洲的存在，表示此地過去可能有河川流過
 - (C) 地表可見許多坑洞，此為火山噴發的遺跡
 - (D) 蒐集沉積岩是因為其中所含的大量化石可用來確認火星地層形成的先後順序
 - (E) 蒐集火成岩的原因在於火成岩是了解地層形成年代的良好材料

34. 表 2 為太陽系天體的分類，其中甲為某種天體類型，而乙、丙為某種太陽系天體分類的依據，下列關於此表格的敘述，哪些正確？（應選 2 項）

表 2

分類依據 \ 天體類型	行星	甲	太陽系小天體
繞行太陽公轉	✓	✓	✓
乙	✓	✓	×
丙	✓	×	×

- (A)甲應為「小行星」
 (B)乙應為「位於科伊伯帶」
 (C)丙應為「清除軌道鄰近物質」
 (D)冥王星被歸類為甲
 (E)穀神星被歸類為太陽系小天體
35. 2022 年 2 月 15 日，人們觀測到有史以來最大的日珥噴發，已知日珥與太陽磁場活動及日冕物質的拋射有關，拋射物質的主要成分為帶電的質子與電子，還好本次噴發處在太陽的背面，若是朝向地球，很可能對我們的生活造成衝擊。下列關於太陽活動的敘述，哪些正確？（應選 2 項）
- (A)地球磁層是日冕拋射物質不會直接襲擊地球的主要防護罩
 (B)日冕拋射物質可被有效束縛在地球的大氣層當中
 (C)日冕拋射物質若撞擊地表，可能形成隕石坑
 (D)此現象與流星雨的成因有關
 (E)此現象與極光的成因有關
36. 2022 年 3 月 28 日的清晨，在太陽升起前，東方天空可見十分熱鬧的天象，在彎彎的月亮旁可見紅色的火星、黃白色的金星與土星，金星此時的視星等接近 -4 等，而火星的視星等則接近 1 等；在仰角稍高處，還可見到白色、視星等接近 1 等的牛郎星。下列關於此清晨天象的敘述，哪些正確？（應選 2 項）
- (A)表面溫度最低的是紅色的火星
 (B)表面溫度最高的是白色的牛郎星
 (C)金星和土星的表面溫度差不多
 (D)火星和牛郎星的視星等接近，表示此兩天體與地球之間的距離差不多
 (E)當天金星的亮度約為牛郎星的 100 倍

第貳部分、混合題或非選擇題（占 56 分）

說明：本部分共有 6 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，應以橡皮擦擦拭，切勿使用修正液（帶）。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.~39. 題為題組

由實驗發現，物體與接觸面間的最大靜摩擦力及動摩擦力，其量值皆與正向力的量值成正比。將質量為 10 公斤的 A 木塊與質量為 20 公斤的 B 木塊靜置於水平的粗糙桌面上，中間連結一理想的彈簧，兩木塊間的距離恰為彈簧原長，且定 A 木塊中心點的位置為原點 O，如圖 12 所示。若兩木塊的表面性質相同，A 木塊與桌面間的最大靜摩擦力為 80 牛頓、動摩擦力為 70 牛頓，重力加速度 $g = 10$ 公尺 / 秒²，請以本文資訊回答下列問題：

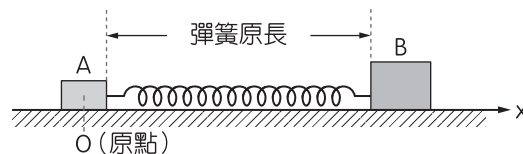


圖 12

37. 若 $t=0$ 時開始對 A 木塊施一向右水平推力 F ，推力 F 從零慢慢線性增加，當 $t=5$ 秒 A 木塊啟動瞬間，調整水平推力 F ，使 A 木塊等速接近 B 木塊，當 $t=25$ 秒時 B 木塊恰要啟動。過程中 A 木塊的位置 (x) 與時間 (t) 的關係圖如圖 13 所示，則 $t=10$ 秒瞬間，彈簧的彈力量值為若干牛頓？

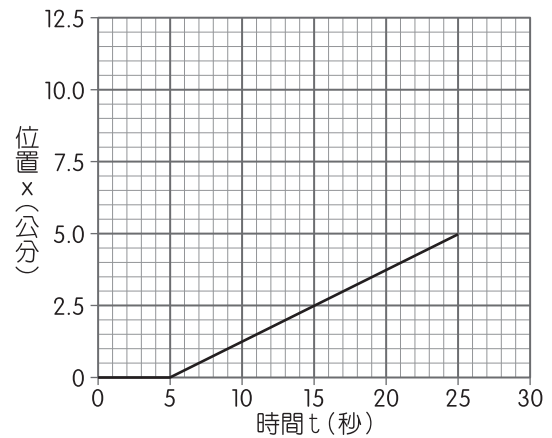


圖 13

- (A) 20
- (B) 30
- (C) 40
- (D) 50
- (E) 60

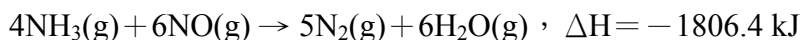
38. 承 37. 題， $t=10$ 秒瞬間，水平推力量值為 F 、A 木塊所受的摩擦力量值為 f_A 、B 木塊所受的摩擦力量值為 f_B ，則 F 、 f_A 、 f_B 之量值大小關係應如何才合理？（2 分）

39. 承 37. 題，請在答題卷上，畫出 $t=0 \sim 25$ 秒期間水平推力量值 F （牛頓）與時間 t （秒）的關係圖。（4 分）

40.~42. 題為題組

一氧化氮是空氣污染物的成分之一，吸入初期會有輕微的眼部與呼吸道刺激症狀，如咽部不適、乾咳等，若長時間暴露或吸入高濃度一氧化氮，則會導致肺水腫、呼吸窘迫甚至引發高鐵血紅蛋白血症。

一氧化氮可以利用氨氣還原法來吸收，其反應式如下：



某生於密閉容器中充入 2.0 mol $\text{NH}_3(\text{g})$ 和 3.0 mol $\text{NO}(\text{g})$ ，使其發生上述反應，在不同溫度與壓力下，記錄反應達平衡時混合物中 N_2 的莫耳分率與壓力的數據，所得圖形如圖 14。

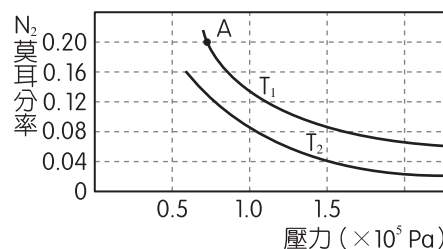


圖 14

40. 在化學反應中，若反應為吸熱反應，則在高溫條件下產物的產率會增加，反之，若反應為放熱反應，則在低溫條件下產物的產率會增加，由上述實驗數據的圖形，判斷下列敘述何者正確？

- (A)此反應為吸熱反應，故 $T_1 > T_2$
- (B)此反應為吸熱反應，故 $T_2 > T_1$
- (C)此反應為放熱反應，故 $T_1 > T_2$
- (D)此反應為放熱反應，故 $T_2 > T_1$
- (E)此反應為放熱反應，但 T_1 與 T_2 曲線切線斜率幾乎相同，故 $T_1 = T_2$

41. 在氨氣還原法吸收一氧化氮的反應式中，下列有關 4 種物質的敘述，哪些正確？（應選 2 項）

- (A)皆為分子物質
- (B)僅有 1 種物質的路易斯結構含有雙鍵
- (C)有 3 種物質含有孤對電子
- (D)4 種物質的路易斯結構都滿足八隅體法則
- (E)4 種物質以水分子所含的電子數最多

42. NO 的轉化百分率 = $\frac{\text{反應掉 NO 的莫耳數}}{\text{反應初 NO 的莫耳數}} \times 100\%$ 。溫度為 T_1 時，計算在 A 點狀況下， NO

的轉化百分率為多少 %？（答案取 3 個位數）（4 分）

43.~45. 題為題組

植物的花色會受到基因與環境因子的調控而呈現多種顏色。某植物的花色是由兩對等位基因控制，顯性基因 A 會產生酵素甲，讓花色呈現紫色；顯性基因 B 會產生酵素乙，讓紫色花變為紅色花；其中酵素乙對溫度較敏感，當環境溫度低於 20°C 時，酵素乙不活化。圖 15 是此種植物的花色合成途徑。

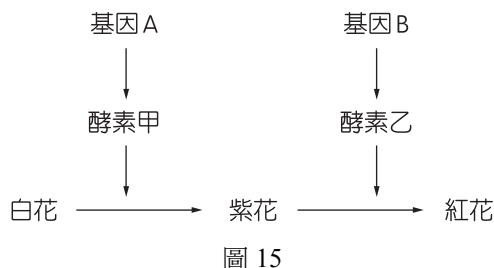


圖 15

43. 請根據上述資料回答下列問題：

- (1) 白花的基因型有幾種？請列出全部的基因型。(2分)
- (2) 如果想種出紅色花的植株，應該如何選種（寫出所有可能的基因型）與培育（寫出環境條件）？(2分)

44. 下列相關敘述哪些正確？（應選 2 項）

- (A) 紫花植株與白花植株雜交，第一子代可能全開紅花
- (B) 紫花植株自交，子代有機會出現紅花
- (C) 同一棵紅花植株可能會開出白花或紫花
- (D) AAbb 基因型的植株在環境溫度高於 20°C 時會開紅花
- (E) 酵素甲與酵素乙的活性都會受溫度影響而改變花色

45. 若將基因 A 的顯性 DNA 片段與細菌質體進行基因重組，則下列敘述何者正確？

- (A) 16°C 下，基改細菌會變成紫色
- (B) 20°C 下，基改細菌會產生酵素甲與酵素乙
- (C) 25°C 下，基改細菌的酵素甲可以讓紅花變成紫色
- (D) 適當溫度下，基改細菌的酵素甲可以讓白花變成紫色
- (E) 適當溫度下，基改細菌的酵素乙可以讓紫花變成紅色

46.~48. 題為題組

圖 16 為 2022 年 2 月 3 日上午 8 時的地面天氣圖，請依圖示回答下列問題：

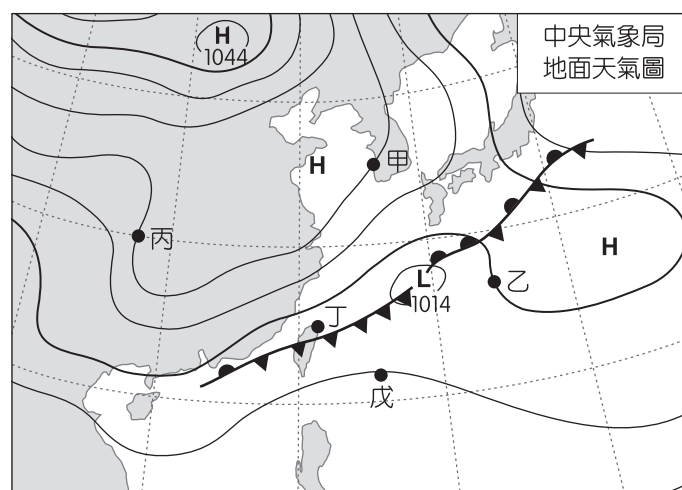
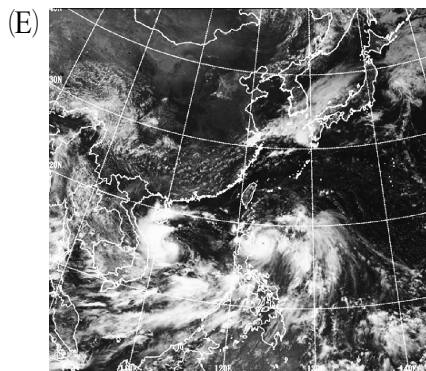
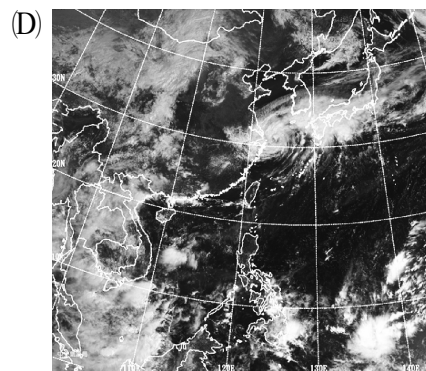
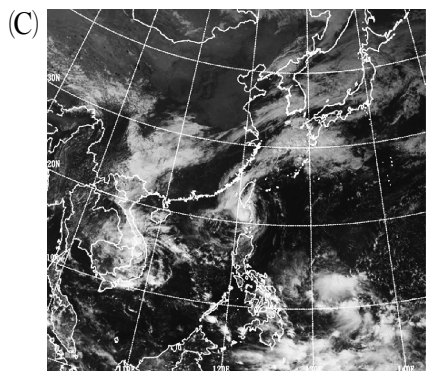
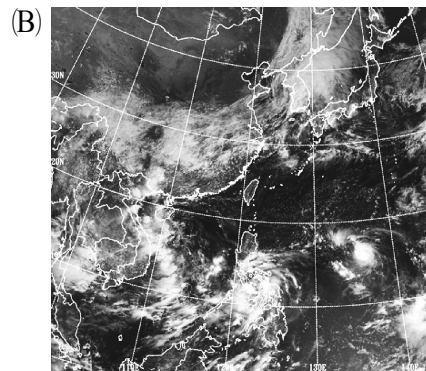
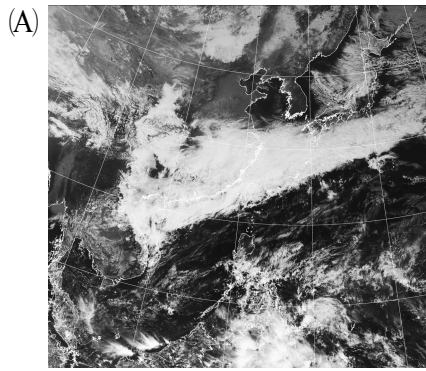


圖 16

46. 請問選項中哪兩個地點的風向較為接近？（(A)~(C)中選一項）其風向較接近何者？（(D)、(E)中選一項）

選項	地點	選項	風向
(A)	甲、丙	(D)	偏北風
(B)	乙、丙	(E)	偏南風
(C)	丙、丁		

47. 依據圖 16 的地面天氣圖，請問下列何者最可能為當天的衛星雲圖？（圖片來源：中央氣象局）



48. 依據此日的地面天氣圖，請回答下列問題：

- (1) 甲、乙、丁、戊中，哪個地點的天氣變化最明顯？（1 分）
- (2) 說明空氣垂直運動時，能出現水相變且釋放潛熱的原因。（2 分）
- (3) 請舉出一項因空氣垂直運動而釋放潛熱的實例。（1 分）

49.~54. 題為題組

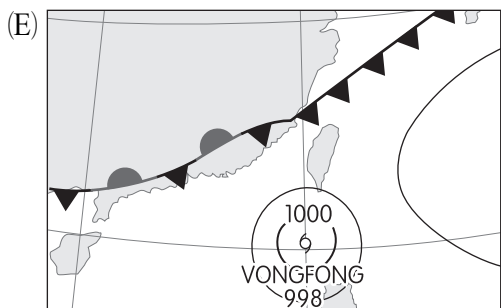
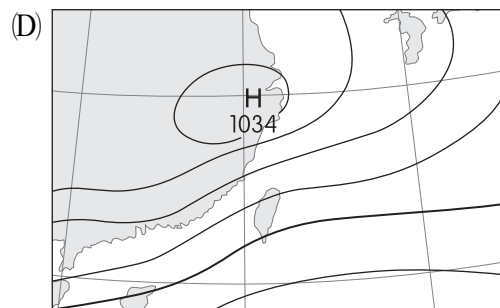
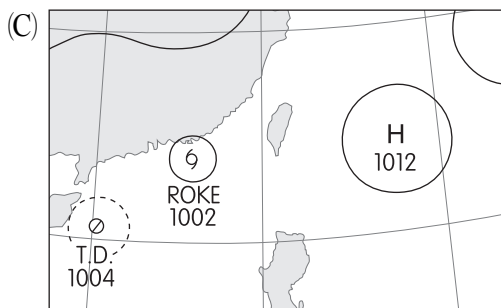
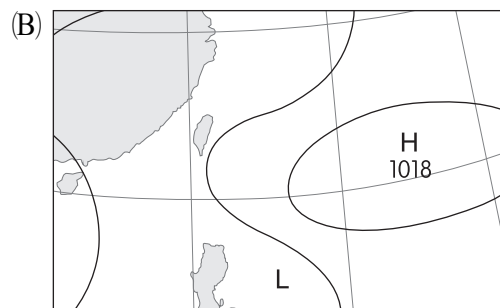
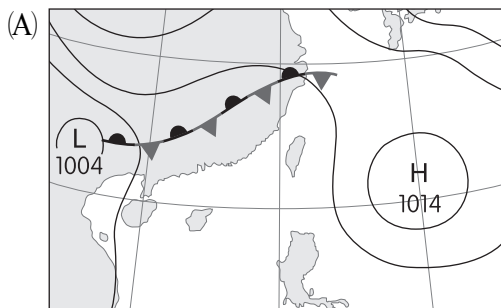
一個機場的設立需要考慮很多面向，尤其在跑道的規劃是很重要的一環，例如：跑道的寬度、長度及方向等。其中跑道的方向必須配合機場所在地盛行風的方向，才能夠在大部分的日子讓飛機得到適合起降的風向。

飛機的飛行和四個作用力有關，分別是飛機所受的重力（ W ）、空氣的阻力（ f ）、推進器產生的推力（ F ），還有因為機翼上下翼面壓力差產生的升力（ F' ），這些力共同作用的結果，才能將飛機送上天空。除了以上的作用力，飛機在起降時，需要仰賴逆風才容易達到需要的速度，也能因此縮短跑道的長度。

一般而言，機場在動工前需要調查出五年以上的風向，數據統計出來才能決定跑道座向。符合七成以上的盛行風向，就能規劃出較合適的跑道方向，如桃園機場的配置；部分機場因風向會隨季節而有很大差異，此時便會設計成交叉跑道，或增設側風跑道，如美國舊金山國際機場的配置。

桃園機場在秋冬季時吹東北季風的時間較長，在夏季則常吹西南風，一年中超過三分之二的時間皆為此兩種風向，故可配合此盛行風向選擇跑道方位的配置。

49. 當飛機以水平飛行時，請以題目所示之 F 、 f 、 W 、 F' 四個符號，在答題卷上以箭頭標示飛機所受的四個作用力之方向。（2 分）
50. 根據飛機飛行所需要的四種作用力，須符合下列哪些條件，飛機才能夠起飛？（應選 2 項）
 (A) $F < f$ (B) $F > f$ (C) $W < F'$ (D) $W > F'$ (E) $W > f$
51. 當飛機跑道長度為 3000 公尺，某一架飛機由靜止開始滑行，起飛時的速度要達到時速 240 公里，則由靜止起動至起飛過程中，其平均加速度約需為多少？
 (A) 9.6 公里 / 時² (B) 9.6 公尺 / 秒²
 (C) 960 公里 / 時² (D) 9600 公里 / 時²
 (E) 9600 公尺 / 秒²
52. 下列選項中，何者最可能為桃園冬季時出現的地面天氣圖？



53. 桃園機場在秋冬季時吹東北季風的時間較長，因此大部分時間飛機在此起飛與降落應該分別朝哪個方向？（請寫出從哪個方向朝向哪個方向）（2 分）
54. 根據文章，桃園機場最理想的跑道走向為何？
- (A)南北走向
(B)東西走向
(C)東北—西南走向
(D)東南—西北走向
(E)秋冬季和夏季適用的跑道走向不同

55.~60. 題為題組

鈣板藻是一群會形成碳酸鈣板的海洋性單細胞浮游藻類，每年能將 15 億公噸的碳捕捉進碳酸鈣中，其中又以艾密利鈣板藻 (*Emiliana huxleyi*) 為最常見的種類。

大多數生物鈣化是在細胞外形成結晶（例如：珊瑚的骨骼與軟體動物的殼），但鈣板藻是在細胞內製造鈣板，再運輸至細胞外堆疊，所以從外觀上可以看到層層鈣板，就像是一棟棟鈣板屋內居住著一顆細胞。鈣板形成的機制如下：由高基氏體形成特殊囊泡，此囊泡中有逐漸成形的有機質基板；接著各種小囊泡攜帶相關物質（例如：鈣離子、碳酸氫根、負電性多醣類及蛋白質等）與特殊囊泡接合，此時可觀察到鈣板囊泡與網狀囊泡接合狀態。最後，鈣板囊泡會移至細胞膜附近，以胞吐方式將鈣板送至細胞膜外堆疊（可參考圖 17 ~ 19）。鈣板形成過程中需要許多無機物的參與，主要是鈣離子和碳酸氫根，兩者可在鈣板囊泡中進行化學反應： $\text{HCO}_3^- + \text{Ca}^{2+} \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}^+$ ，所生成的碳酸鈣再經由鈣板藻細胞內的多醣體運輸至細胞外層並形成定型的鈣板結構，以保護生物體本身。

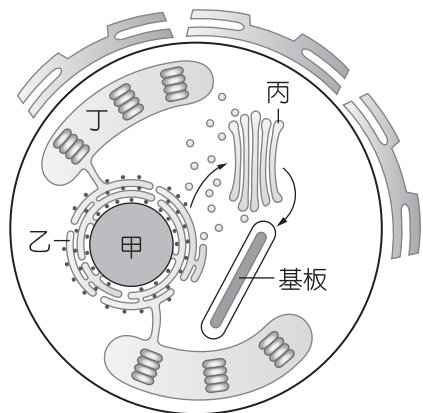


圖 17

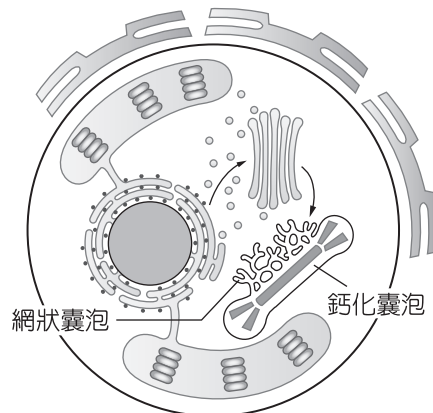


圖 18

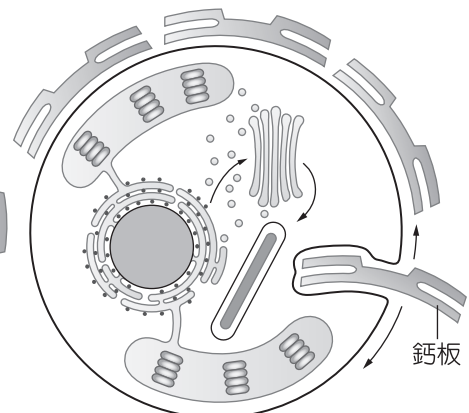


圖 19

鈣板藻能以兩種型態生活於海洋中，一種為單倍體型態，另一種為雙倍體型態。單倍體生物是指遺傳物質為單套的生物體，而雙倍體生物則是具有雙套遺傳物質的生物體，人類即是雙倍體生物，僅有單套遺傳物質的生殖細胞（配子）。配子無法獨立生存來完成生命的傳遞，但單倍體的鈣板藻可獨立生存，也可進行細胞分裂完成生殖現象。有關單、雙倍體的艾密利鈣板藻比較說明如表 3。

表 3

	雙倍體鈣板藻	單倍體鈣板藻
遺傳物質數量	雙套	單套
鈣板特徵	結晶較大且呈輻射狀	無
鞭毛	無	有

另有研究指出，鈣板藻會被鈣板藻病毒（EhV-86）感染，此病毒是一種大型 DNA 病毒，當雙倍體鈣板藻被病毒感染後，會有兩種命運，其一是細胞溶解走向死亡，另一種是經由細胞分裂形成單倍體型態。除了本身的遺傳物質差異外，鈣板藻也對海洋中的元素含量變化很敏感。在一些研究中，矽元素被認為可穩定鈣板藻所形成的非晶型碳酸鈣，因此矽元素的含量與鈣板藻的生存息息相關。然而自新生代開始，因地表矽藻類生物大量出現，海洋中的矽元素含量大幅降低，也影響了鈣板藻的生存。面對這樣的環境變化，有些鈣板藻卻可改用環境中的「鍺」元素進行類似的生理機制，顯示其對於元素需求的多樣性。

鈣板藻可將環境中的碳酸氫根、鈣離子運送至體內，再經由鈣板藻囊泡（coccolith vesicle）的反應生成保護自我的碳酸鈣殼，不但達到了保護自己的優勢，亦可藉由此「固碳作用」維持地表的碳循環。這種神奇的小生物不只懂得保護自己，還可以為減緩全球暖化盡一份心力唷！

55. 圖 17 為艾密利鈣板藻的細胞構造，有關其構造型態和功能說明如下：

- 甲：雙層膜構造，構造中具有遺傳物質。
- 乙：膜狀構造與細胞核相連，主要功能為運輸物質。
- 丙：可形成囊泡將物質分泌至細胞外。
- 丁：雙層膜，構造中可觀察到類囊體規則排列。

則下列敘述哪些正確？（應選 3 項）

- (A) 艾密利鈣板藻其遺傳物質的複製與轉錄皆發生於甲構造中
- (B) 艾密利鈣板藻形成的鈣板基質位於乙構造的囊泡中
- (C) 艾密利鈣板藻可於丙構造上的核糖體合成蛋白質
- (D) 艾密利鈣板藻可於丁構造中製造 ATP 並用來合成葡萄糖
- (E) 艾密利鈣板藻的甲與丁構造皆具有脂雙層與核酸

56. 艾密利鈣板藻於細胞內合成鈣板的過程中，需要製造富含天門冬胺酸的蛋白質作為基質以維持鈣板的形狀。請問下列關於富含天門冬胺酸的蛋白質運輸路徑，何者正確？

- (A) 平滑內質網→囊泡→高基氏體→囊泡→細胞膜
- (B) 粗糙內質網→囊泡→高基氏體→囊泡→細胞膜
- (C) 高基氏體→囊泡→平滑內質網→囊泡→細胞膜
- (D) 粗糙內質網→囊泡→葉綠體→囊泡→細胞膜
- (E) 細胞膜→囊泡→高基氏體→粗糙內質網

57. 圖 20 為艾密利鈣板藻生活史，圖 21 是艾密利鈣板藻的遺傳物質示意圖，A、B 及 R 表示 3 個基因。請依據文章說明，並參考圖 20 與圖 21，回答下列各題：

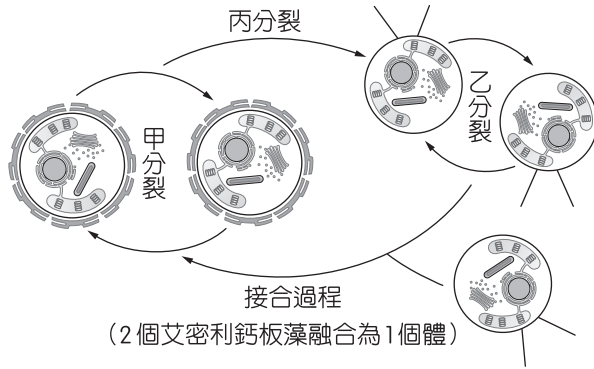


圖 20

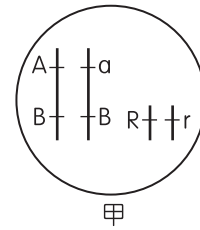


圖 21

- (1) 圖 20 中，哪一個分裂過程可觀察到同源染色體彼此分離？（請填代號）（1 分）
 - (2) 圖 21 中，甲是單倍體或雙倍體型態的艾密利鈣板藻？（1 分）
58. 鈣板藻藉由形成碳酸鈣來保護自己，關於由鈣板藻生成的碳酸鈣之敘述，下列哪些正確？（應選 2 項）
- (A) 屬於一種離子化合物，熔點高
 - (B) 易溶於水，水溶液可導電
 - (C) 其化學結構中僅有離子鍵，不存在共價鍵
 - (D) 易堆疊形成結晶以保護鈣板藻
 - (E) 其組成與石灰岩中的碳酸鈣相同，可說明道耳頓所提出的倍比定律
59. 從新生代開始，因水中矽藻類生物大量增生，導致水中矽元素濃度下降。部分鈣板藻可轉而使用環境中的鋇元素進行類似的生理作用，試解釋其可替代矽元素的可能理由。（2 分）
60. 鈣板藻形成鈣板的過程可將環境中的碳酸氫根轉換成碳酸鈣，同時也達到了固碳的效果。請問下列哪些化學反應亦有固碳作用的效果？（應選 2 項）
- (A) 呼吸作用
 - (B) 木柴燃燒
 - (C) 光合作用
 - (D) 石灰岩的形成
 - (E) 動、植物死亡後，體內的油脂轉化成石油

