一、筆試題

生物科　筆試題

題目卷

※請注意※

(1) 筆試作答時間總共 80 分鐘，不可以提前離場。

(2) 筆試題題目卷含封面共 22 面，答案卷 3 面，交卷時全部繳回。

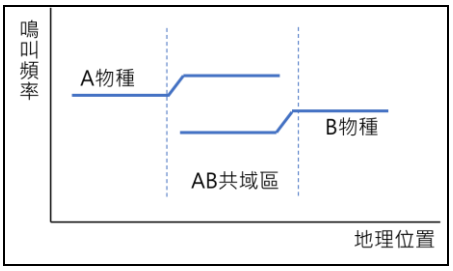
(3) 開始作答後，請先在題目卷第 1 面及**答案卷每一面**填寫競賽編號。

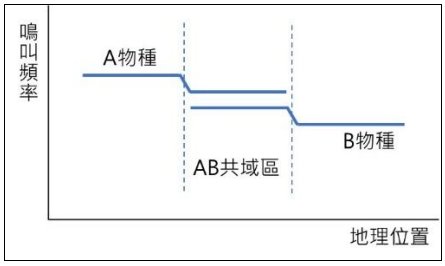
(4) 除解題及作答需要外，不可在題目卷及答案卷上填寫任何記號。

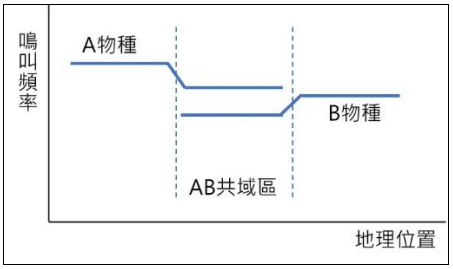
(5) 所有答案均需書寫於「答案卷」，僅作答於題目卷者不予計分。

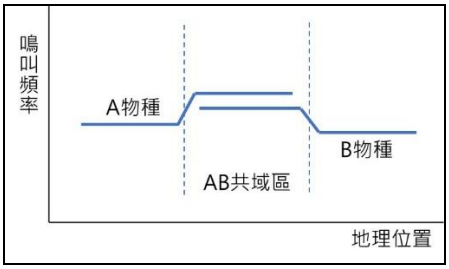
單選題 A 區(每題 1 分，共 34 分)

1. 根據演化理論，當兩個鳴唱聲頻率非常接近的近緣物種，分布在相同區域時，天擇會驅使牠們的鳴唱聲往「趨異」的方向演化。下列哪一個圖最能適切地表達這樣的理論？

(A)


(B)


(C)


(D)


2. 承上題。科學家發現兩個物種在共域的交會地帶，會有非常少量的雜交個體發生。科學家推測，造成這種演化方向，最可能的背後成因是？

(A) 兩個物種雜交的子代，適存性比兩個純系親本好，所以兩個物種會互相學習對方的叫聲。
(B) 兩個物種雜交的子代，適存性比兩個純系親本差，所以兩個物種會避免彼此的叫聲重疊。
(C) 兩個物種雜交的子代，適存性跟兩個純系親本一樣好，所以叫聲會互相趨同。
(D) 其中一個物種的適存性總是比另一個物種好，所以兩物種的叫聲都會一起往適存性較佳的頻率移動。

3. 2022 年秋天，《生物多樣性公約》超過 190 個締約方代表，一致通過了未來 10 年內全球各國對於生物多樣性保育的努力目標。這份文件稱為？

(A) 名古屋議定書。
(B) 卡塔赫納生物安全議定書。
(C) 愛知目標。
(D) 昆明蒙特婁生物多樣性框架。

4. 承上題。上述的公約文件提出一個全球矚目的行動方案，稱為「30 by 30」。它希望達到的目標是？

(A) 在 2030 年之前納入 30%的物種進入保護名單。
(B) 在 2030 年之前將全球 30%的陸域與海域面積納入保護。
(C) 在 2030 年之前降低 30%的森林砍伐。
(D) 在 2030 年之前增加 30%的森林碳匯。

5. 中央研究院鍾國芳研究員發表在 PNAS 的研究顯示，南島語族從台灣出發，在航向大洋洲的路徑上，一路攜帶了構樹進行種植。藉由分析構樹在各個島間的遺傳結構，證明了台灣是南島語族的原鄉。哪一項理由最可能是**錯誤的描述**，或者它**不支持**人類播遷的證據？

(A) 台灣的構樹擁有大洋洲之中最高的遺傳多樣性。
(B) 航程越往遠方，構樹的遺傳多樣性越高。
(C) 航程越往遠方，有越多島嶼的構樹是無性生殖的。

(D) 在航程最遙遠的島嶼，仍然可以找到與台灣相同的基因型。

6. 遊蕩犬隻的管理一直是台灣嚴重的環境爭議。目前國內仍廣泛使用 TNR（捕捉/結紮/釋回）的方法，試圖降低遊蕩犬隻的數量，而結紮之後的犬隻則由民間團體在野外繼續餵食。然而清華大學顏士清教授團隊發表在 Global Ecology and Conservation 的研究顯示，TNR 在台灣的郊區環境對減少遊蕩犬隻幾乎毫無效益。根據大多數生態學家和行為學家的看法，下列敘述何者**不是**政策失敗的主要原因？

(A) 只要結紮比例太低，未結紮的犬隻就有機會繼續生殖。
(B) 持續投餵的餌食，會增加未結紮犬隻的生殖潛能。
(C) 野外環境並不是封閉族群，餵食點造成的食物量增加，會吸引新的犬隻遷入。
(D) 政府挹注在餵食的經費不足，導致新生的小狗食源欠缺，不斷往外擴散。

7. 關於外來入侵種的描述，下列敘述何者**錯誤**？

(A) 外來入侵種會增加本地生物的滅絕風險。
(B) 島嶼生態系對外來入侵種造成的負面衝擊特別敏感。
(C) 原本島嶼上的生物群落是特殊的，而外來入侵種會降低島嶼生物群落的特殊性。
(D) 若是已經被人為馴養過的動物在野外繁殖（如豬、羊、犬、貓等），並不屬於外來入侵種。

8. 黑熊與棕熊的攻擊事件，近日成為日本在野生動物管理上嚴重的挑戰。下列敘述何者較接近其可能的成因？

(A) 日本的人口數量增加，並往郊區移動，造成人熊衝突事件上升。
(B) 部分熊隻改變過去的習性，進入有人居住的郊區環境進行覓食。
(C) 日本近年的伐木業興盛，造成部分森林環境的熊隻流離失所。
(D) 日本近年獵人的數量持續上升，造成熊隻學習仇視並攻擊人類。

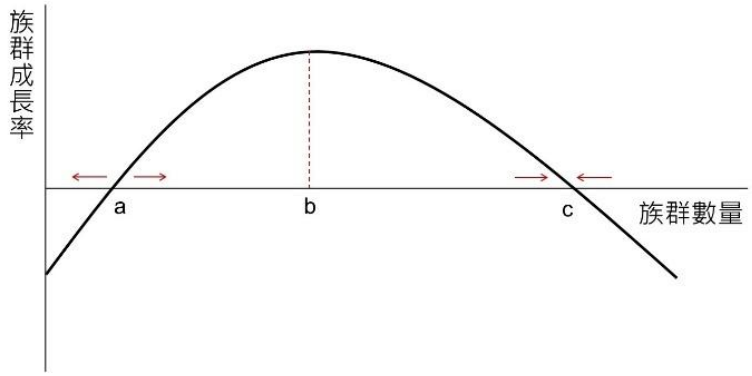
9. 草鴞是台灣目前西南部平原地區最瀕危鳥種之一，居住在干擾頻繁的草生地帶，但這些棲地常與農墾地區大量重疊。其中，農藥、鼠藥、鳥網、遊蕩犬隻等等，均成為草鴞嚴重的生存威脅。面對這種土地利用上的衝突，最適切的管理方法應該是？

(A) 由國家統一蒐購農地，讓其逐漸荒廢，成為草鴞適當的棲所。
(B) 鼓勵農民進行平地造林，減少農地面積，以避免草鴞誤入有毒的棲息環境。
(C) 鼓勵農民維持原有生計，但是宣導農藥、鼠藥減量，以維持草鴞在原棲地與人類共存。
(D) 將衝突地點的草鴞捕捉，野放到台灣花東地區較無汙染的棲地環境。

10. 關於馴化作物的敘述，下列敘述何者**錯誤**？

(A) 一年生的物種，比多年生物種更容易成為人擇的篩選對象。
(B) 農作物的產能高於野外採集的產能，讓少數的農民得以供養大多數的人民，因而讓人類早期的聚落得以發展軍隊和統治階級。
(C) 由於大多數的作物歷經人類的反覆篩選，並不能視為生物多樣性保護的對象。
(D) 全球各地廣泛栽種相同的物種與類似的品系，被認為是生物多樣性流失的警訊。

11. 本圖為熊鷹假想的族群成長曲線圖。橫軸為族群數量，縱軸為在該族群數量時相對應的族群成長率。請問下列敘述何者**錯誤**？



(A) 當族群數量等於 b 時，族群數量會逐漸上升，直到抵達 c 為止。
(B) 當族群數量大於 c 時，族群數量會逐漸下降，直到回到 c 為止。
(C) 數量 b 稱為「最小存活族群」，當族群數量小於 b 時，物種帶有極高的滅絕風險。
(D) 當族群數量小於 a 時，族群數量會開始不可逆地往下降。

12. 華萊士線穿越婆羅洲與蘇拉維西、峇里島與龍目島之間的海峽，是全世界最有名的生物地理學分隔線。這條假想界線的兩側在物種組成上有極大的差異，而造成這個差異最主要的原因來自？

(A) 華萊士線兩側的經度差異。
(B) 華萊士線兩側的緯度差異。
(C) 華萊士線兩側信風帶的吹拂方向不同。
(D) 華萊士線兩側位在不同的陸塊上，自古就有明確的地理區隔。

13. 非洲三大湖區的慈鯛被認為是「輻射適應」的經典案例。下列敘述何者**不是**科學家推測其為輻射適應的證據？

(A) 同一個湖裡的慈鯛擁有共同的祖先。
(B) 同一個湖裡的慈鯛在非常短的時間之內發生物種的演化。
(C) 同一個祖先的慈鯛適應不同的生態棲位，而產生食性上的明顯分隔。
(D) 外來入侵的尼羅尖吻鱸造成湖中慈鯛大量消失，證明這些慈鯛面臨類似的生態威脅。

14. 以「r 策略」繁殖的物種產生的子代「重量不重質」，而以「K 策略」繁殖的物種則是「重質不重量」。對這兩種生殖策略，下列敘述何者**錯誤**？

(A) 大多數 K 策略的物種，子代體型比 r 策略的物種大。
(B) 大多數 K 策略的物種，對子代投入更多的親代照顧。
(C) 大多數 K 策略的物種適應嚴重干擾的變動環境，而 r 策略的物種適應穩定的棲地環境。
(D) K 策略的物種較易受到人類捕獵的影響，而成為瀕危的物種。

15. 關於物種分類學，下列敘述何者正確？

(A) 當不同科學家反覆為同一個物種命名時，應該採用年代較後的命名，因為後者擁有較紮實的科學證據。
(B) 當兩種不同的動物具有相同的屬名和種名，發表年代順序較前的物種應進行修訂，並改變其物種名稱。
(C) 物種的發表者可以用學名致敬領域內貢獻卓著的學者，無論該學者仍然在世或已經過世。
(D) 根據最新的命名規約，DNA 序列資訊是物種獲得有效命名權的必要條件。

16. 根據孟德爾的分離率，在沒有天擇、個體隨機交配的情形下，不管 A 或 a 在族群裡的比例為何，異型合子 Aa 的比例均不會超過 50%。但是遺傳學家檢測龜山島狐蝠成體的某個基因座，卻發現高達 75% 的異型合子。以下何者是最**不合理**的解釋？

(A) 因為小族群發生近親交配，導致高比例的異型合子。
(B) 因為異型合子在嬰幼兒的存活率高於同型合子，導致異型合子存活至成體的比例較高。
(C) 這個基因座有可能牽涉到免疫系統，或牽涉到族群的個體辨識機制。
(D) 狐蝠的成體可能具有「與不同基因型個體配對」的傾向。

17. 某種鳥類具有明顯的雌雄二型性，其中雄鳥的紅色喉部是雌鳥偏好的性擇特徵。科學家的研究顯示四件事情：(1) 喉部顏色越紅的個體，雌性越青睞。(2) 喉部顏色越紅的個體，羽蝨的數量越多。(3) 紅色程度相同的雄性，當寄生的羽蝨數量越多，冬天的死亡率越高。(4) 羽蝨數量相同的雄性，紅色程度越高，冬天的死亡率越低。請問下列敘述何者**錯誤**？

(A) 喉部紅色的特徵無助於抵禦羽蝨攻擊。
(B) 喉部紅色的特徵代表那隻雄性可以忍受較嚴重的羽蝨寄生。
(C) 喉部紅色的性狀是雄性打腫臉充胖子給雌性看的無用特徵。
(D) 雌性偏好的雄性特徵通常可遺傳給兒子，而她自己的偏好可以遺傳給女兒。

18. 有一群昆蟲生活在樹幹上，樹皮的顏色從淺灰到深棕不等。這些昆蟲的體色也有連續變化，從淡黃色到深棕色。鳥類是牠們的主要掠食者。經過數年的觀察，研究人員發現，在空氣污染使樹皮變黑的地區，昆蟲族群逐漸以深色個體為主。為什麼在污染地區，深色昆蟲會變得越來越多？

(A) 深色個體在變黑的樹皮上較不易被掠食，生存與繁殖成功率較高，因此深色等位基因的比例逐代上升。
(B) 昆蟲為了生存而必須改變顏色，因此在一生中會變深。
(C) 污染直接導致所有昆蟲基因突變，使體色變深。
(D) 深色個體的增加是隨機基因漂變 (genetic drift) 造成的，與環境無關。

19. 承上題，上述的現象最有可能由何種類型的擇汰壓力所導致？

(A) 穩定天擇 (stabilizing selection)
(B) 性擇 (sexual selection)
(C) 定向天擇 (directional selection)
(D) 分裂天擇 (disruptive selection)

20. 某種草分布在不同海拔的地區，從低海拔（炎熱乾燥）到高海拔（涼爽潮濕）。研究人員進行了「交互移植實驗」 (reciprocal transplant experiment)：
將低地族群與高地族群的種子分別種在低地與高地。生長一季後發現：

- 在**低地**，**低地族群**的存活率與繁殖成功率高於高地族群。
- 在**高地**，**高地族群**的存活率與繁殖成功率高於低地族群。

根據上述交互移植實驗結果，下列敘述何者結論最符合研究發現？

(A) 兩個族群在基因上完全相同，在任何環境表現一致。
(B) 各族群在原生環境中表現最佳，顯示不同環境壓力下產生了地區適應 (local adaptation)。
(C) 高地族群在所有環境中都表現最好，因為它們來自更嚴苛的環境。
(D) 觀察到的差異是隨機變異，與環境無關。

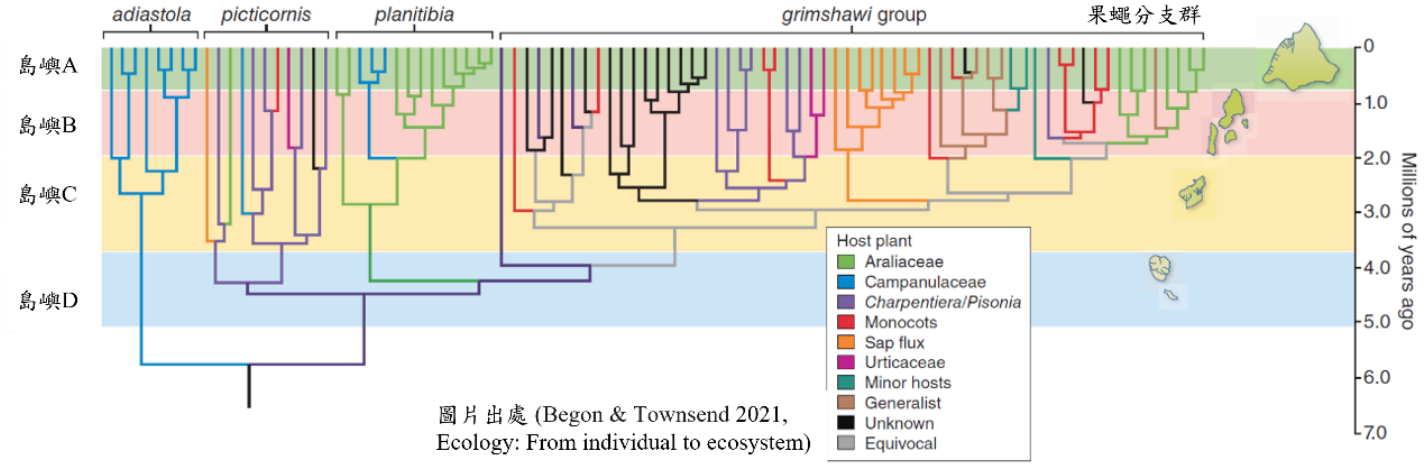
21. 在兩個森林樣區調查了物種組成，結果如下：

樣區	出現的物種
A	甲、乙、丙、丁
B	乙、丙、丁、戊

請問以下何者多樣性數值正確 $(\alpha_A, \alpha_B, \beta, \gamma)$？

(A) (4, 4, 2, 5)　(B) (4, 4, 3, 8)　(C) (4, 1, 8, 2)　(D) (1, 1, 4, 8)

22. 研究發現，夏威夷群島上的果蠅 (*Drosophila*) 在較舊的島嶼上多為祖先型物種，而在較新的島嶼上則出現較近期演化出的物種（如下圖）。下列敘述何者最能解釋這些果蠅物種的分佈模式？



圖片出處 (Begon & Townsend 2021, Ecology: From individual to ecosystem)

(A) 當新的島嶼形成時，來自舊島嶼的祖先族群會遷移過去，並因地理隔離而產生新物種。
(B) 果蠅在每個島上各自獨立演化，島與島之間沒有遷移。
(C) 較新的島嶼有較高的突變率，直接導致新物種的產生。
(D) 較新的島嶼上的果蠅只是透過競爭取代了舊島上的物種，並沒有演化變化。

23. 下列何種種化機制和其他情境**不同**？

(A) 一齧齒類族群因地殼運動被高山分隔，數千年後基因差異累積，導致兩地鼠無法再交配。
(B) 同一湖泊中分化成表層攝食型與底層攝食型的魚類族群，雙方交配率下降並最終形成兩新物種。
(C) 兩相鄰草原族群間形成窄區雜交帶，但雜交個體的適應力低，使雙方族群仍維持區別。
(D) 兩種鳥類外形相似、棲地重疊，但其求偶舞蹈與鳴唱節奏完全不同，因此不會互相吸引。

24. 一場火山爆發使夏威夷群島上的某地區變得乾旱且環境惡劣。兩個原生雀鳥族群倖存下來：

- **族群 A：** 有 500 隻個體，仍保有中等程度的遺傳變異。
- **族群 B：** 僅剩 20 隻個體，經歷嚴重的瓶頸效應。

在接下來的 50 年裡，這兩個族群都必須面對極端乾旱與劇烈的溫度變化。以下哪一項最有可能發生，並**最能解釋兩族群在長期存續機率上的差異？**

(A) 族群 A 較有存續機會，因為較高的遺傳多樣性增加了個體具備適應極端環境特徵的可能性。
(B) 族群 B 會更快適應，因為小族群的演化速度較快。
(C) 兩個族群的抗逆性相同，因為天擇作用與族群大小無關。
(D) 族群 B 會因自然選汰而快速恢復遺傳多樣性。

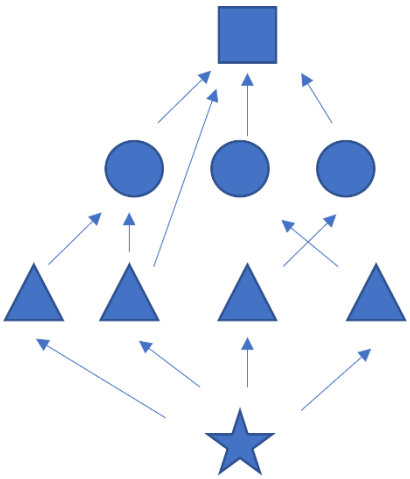
25. 在一個隔離島上，某鳥類族群因颱風只剩下少數個體存活。數十年後，牠們與原始族群在羽色

比例上顯著不同。此現象最可能是：

(A) 天擇 (natural selection)　(B) 性擇 (sexual selection)
(C) 奠基者效應 (founder effect)　(D) 基因流動 (gene flow)

26. 在一棵倒下的巨木上，苔蘚首先佔據新產生的缺口，之後草本、灌木與樹木逐漸取代前者。同時，研究者發現，灌木叢的樹冠層減少苔蘚區的光照，導致苔蘚密度下降。這個描述說明哪些生態機制？
(A) 種間競爭與生態演替　(B) 互利共生與共演化
(C) 群聚動態與趨同演化　(D) 競爭排斥與地區適應

27. 右圖為一稻田所觀察到的食物網，請問下列哪一項種間交互作用無法被呈現於以下食物網中？



(A) 造瘿昆蟲在植物的莖上產卵，形成蟲瘿，供幼蟲棲息並作為食物來源。
(B) 造瘿昆蟲會受到寄生蜂的攻擊。
(C) 寄生蜂受甲蟲幼蟲和啄木鳥的攻擊。
(D) 授粉蜂幫助榕屬植物傳播花粉。

28. 下列何種生殖隔離機制和其他情境**不同**？

(A) 虎紋鱒為虹鱒 (*Oncorhynchus mykiss*) 與溪鱒 (*Salvelinus fontinalis*) 雜交後產生的個體，常具高度攻擊性，無法繁殖但可生存
(B) 研究者在同一棲地觀察到兩種夜行性青蛙，一種僅在春季夜間鳴叫，另一種在夏季鳴叫，即使生活重疊仍不會交配。
(C) 兩種外形相似的甲蟲在相同地區活動，但雄蟲交尾器的形狀差異導致無法成功交配。
(D) 不同的海膽物種的卵子表面有各自特殊的蛋白質，當不同海膽物種將卵子和精子釋放到海水中進行體外受精時，精子會因為無法辨識異種的卵，而無法受精。

29. 因為棲息環境與人類活動區域大幅重疊，石虎目前僅存稀少的族群量，被列為一級保育類生物。保育學者目前正積極地採取各種保育策略，包括建立安全的生態廊道串聯棲地、劃設國有林地以作為潛在合適的棲息所、實施境外保育、推動友善農耕、教育推廣等，維持石虎在台灣的族群量。藉由**以上**描述，哪項原因最有可能為石虎族群量近幾十年驟減的主因？

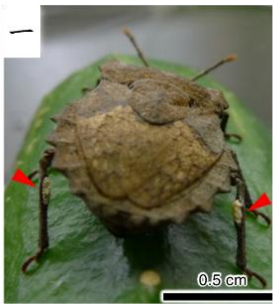
(A) 氣候變遷　(B) 棲地減少與破壞　(C) 外來種引入　(D) 過度捕獵

30. 近期發表於 Nature 期刊上 (Perry *et al.*, 2025) 的研究，透過分析熱帶珊瑚礁化石沉積，重建過去珊瑚礁生長速率與生態環境之間的關係，並將其結果應用於預測未來珊瑚組成的變化。他們模擬不同溫室氣體排放情境如何影響與海平面上升速率，估算珊瑚礁表面與海面之間的相對水深變化，並預測到 2100 年的整體趨勢。模型預測，到 2060 年，珊瑚礁表面上方的水深將增加約 0.3 至 0.5 公尺；而在超過 2°C 的暖化情境下，到 2100 年水深將增加 0.7 至 1.2 公尺。「這種現象將使得海浪更容易直達岸邊，提升洪水與侵蝕風險，並改變近岸水流與生態系的結構」，根據引號內描述的現象，持續的升溫將影響珊瑚礁在哪方面的表現？

(A) 物種分布　(B) 群集動態　(C) 演化適應　(D) 生態系功能

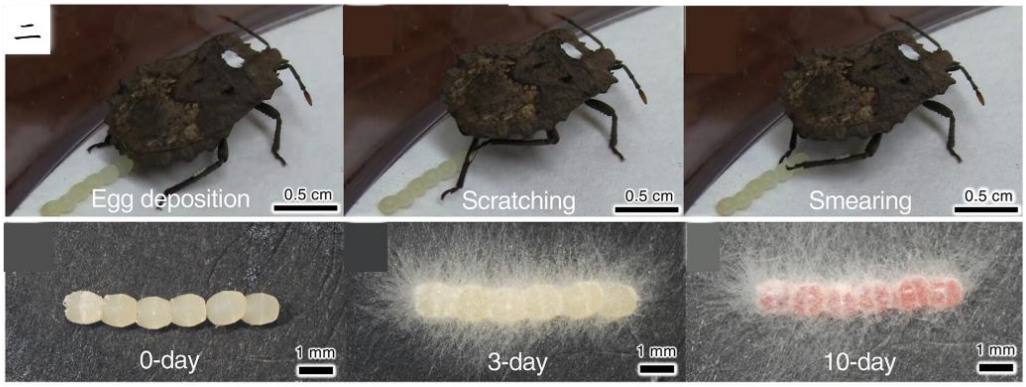
31. 許多寄生蜂 (parasitoid wasps) 會將卵產在其他昆蟲體內或體表，寄生蜂幼蟲孵化後便以宿主的身體為食。對體型嬌小的昆蟲而言，這樣的行為多導致小型昆蟲的死亡。發表於 Science 期刊上 (Nishiro *et al*. 2025) 的研究發現，某些盾椿象科 (Dinidoridae) 的雌椿象能透過後腳的多孔角質器官 (porous cuticle organ)，分泌物質來支持真菌的生長（如下圖一），之後利用菌絲保護卵塊，免於被寄生蜂侵害。當雌椿象產卵時，會摩擦後腿器官，把真菌菌絲塗抹到卵塊上；接著菌絲在卵表面蔓延，形成一層物理屏障，阻止寄生蜂穿刺卵殼（如下圖二）。這層真菌網可有效排斥寄生蜂，直到椿象幼體孵化為止。

一



圖片出處 (Nishiro et al. 2025, Science)

二



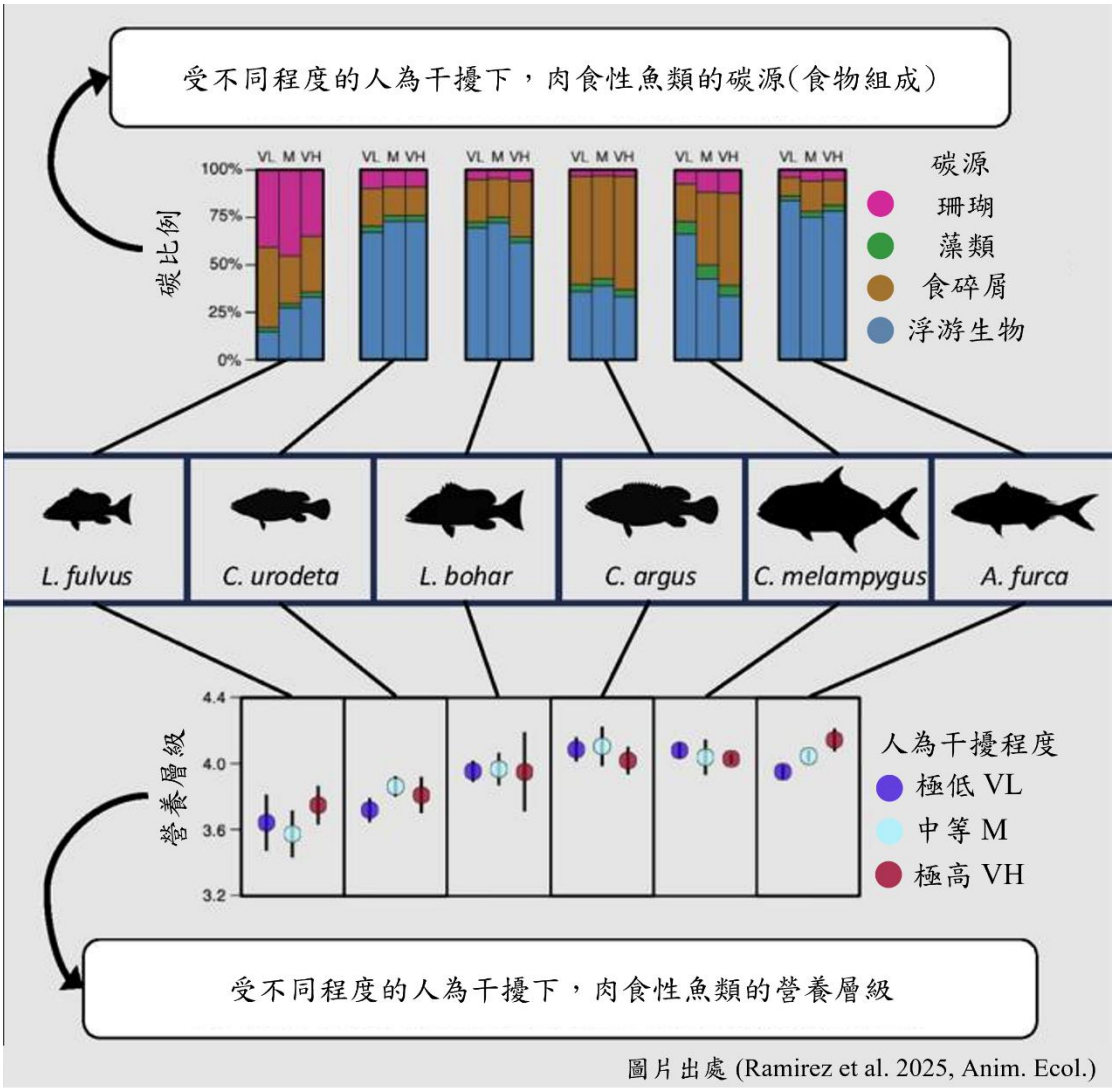
根據這些描述，椿象和真菌之間為何種關係？

(A) 捕食　(B) 寄生　(C) 競爭　(D) 互利共生

32. 在一個多樣性高的雨林中，兩種螞蟻在形態上非常相近，也有同樣的食物組成。其中一種螞蟻較常在清晨活動，另外一種螞蟻較常在午後開始活動，但兩種螞蟻的活動範圍高度重疊。請問兩種螞蟻最有可能出現的交互作用為何者？上述的行為又暗示這兩種螞蟻可能會透過何種機制互動，讓他們共同生活在同一片雨林呢？

(A) 共生、空間分隔　(B) 競爭、時間分隔　(C) 寄生、型態分隔　(D) 共生、行為分隔

33. 下圖為發表於 Journal of Animal Ecology 期刊中的文章，探討人為干擾對於珊瑚礁生態系的衝擊。研究發現，這幾種出現在珊瑚礁生態系的肉食性魚類，在不同人為干擾程度的地區中，食物組成和營養階級存在高度相似性。



圖片出處 (Ramirez et al. 2025, Anim. Ecol.)

請問以下選項，何者最有可能是文章的結論？

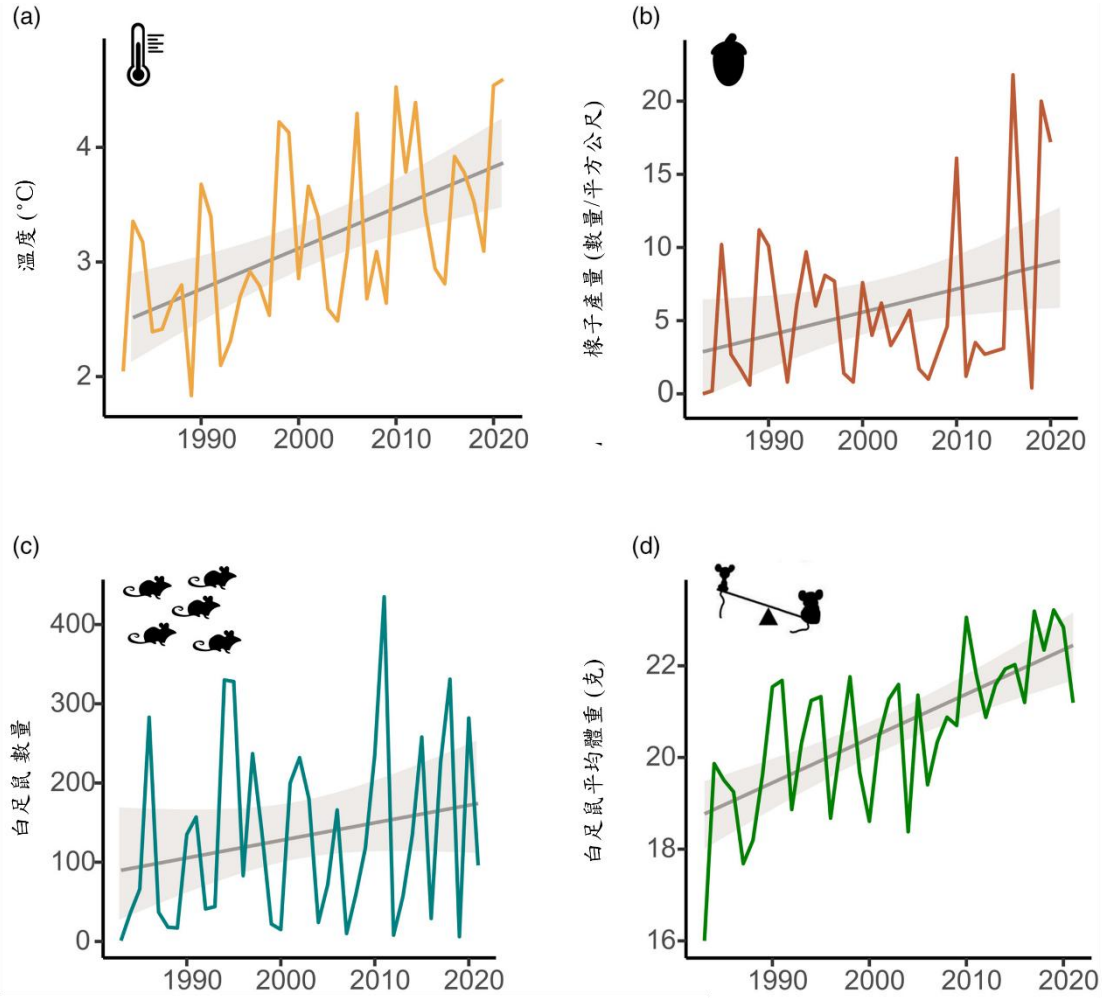
(A) 即使是多樣性高的熱帶生態系，嚴重的人為干擾，還是會使得廣食性的消費者無法有效的連結基層資源與高營養階層的能量流動。

(B) 在高多樣性的生態系中，人為干擾引起的生態系結構與功能變化，不一定會破壞整體能量流動與營養階層關係。

(C) 珊瑚礁魚類的群集組成與棲地複雜度因人為干擾而改變，使得物種難以維持其生態棲位的大小和位置、以及營養階層。

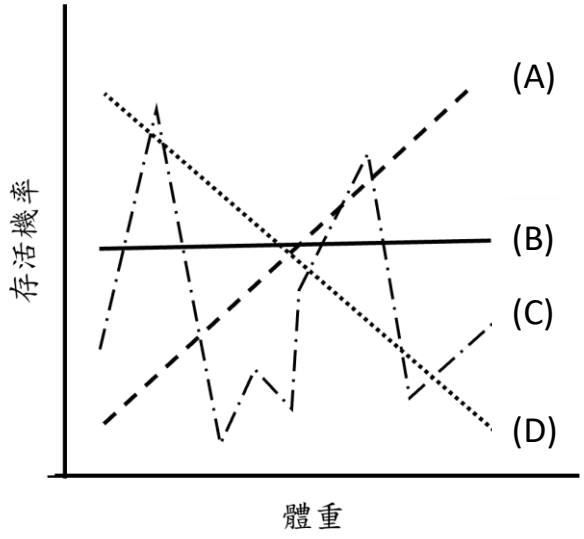
(D) 人為干擾會造成食物網中的能量通道減少、或消費者的流失，進而導致食物網的不穩定。

34. 下圖為一個美國研究團隊，整合 1983 年至 2021 年於 Holt 實驗林的生態資料。這片森林屬於松木橡木混合林，而白足鼠 (*Peromyscus leucopus*) 是這片森林的一個優勢物種，會食用橡樹產生的橡子。這個團隊發現，橡子的產量和橡樹生長與當地的春季氣溫間呈正相關。同時，也觀察到白足鼠的族群數和體重間的關係。(如下圖(a)~(d))



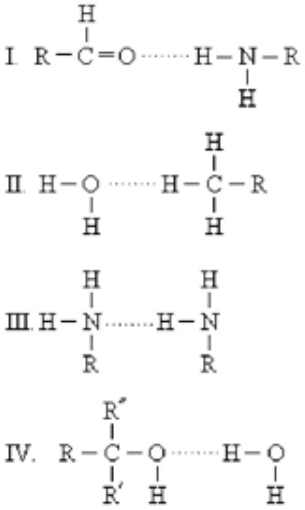
圖片出處 (Dri et al. 2025, Anim. Ecol.)

根據上方圖片中資訊，以下何者最有可能是白足鼠存活率和體重間的相關曲線？



單選題 B 區 (每題 1 分，共 33 分)

35. 下列何者***不是***形成氫鍵 (hydrogen bond) 的正確方式？（符號 R 代表一般有機基團，氫鍵以虛線表示。）



(A) I (B) II (C) III (D) IV

36. 一個水分子最多可以與鄰近水分子形成幾個氫鍵 (hydrogen bond)？

(A) 1 (B) 2 (C) 3 (D) 4

37. 人體血液的 pH 值主要維持在 7.4，是由下列哪一種系統調節？

(A) 水 (Water) (B) 三磷酸腺核苷 (ATP)
(C) 碳酸氫鹽緩衝系統 (bicarbonate buffer system) (D) A and B

38. 具有不可電離側鏈的胺基酸 (amino acids) 在下列何種情況下呈兩性離子 (zwitterion)？

(A) 在生理酸鹼值 (pH = 7.4) 下 (B) 在任何溶液中
(C) 僅在酸性溶液中 (D) 僅在鹼性溶液中

39. 甘胺酸 (glycine) ***不是***立體異構物 (stereoisomer)，其原因是：

(A) 不含手性碳原子 (chiral carbon) (B) 不形成對映異構物 (enantiomers)
(C) 不存在兩個不可重疊的鏡像形式 (D) 以上皆是

40. 蛋白質中的雙硫鍵 (disulfide bond) 可以形成於：

(A) 在三維空間中彼此接近的半胱胺酸 (cysteine) 之間
(B) 僅在蛋白質序列中相鄰的半胱胺酸 (cysteine) 之間
(C) 蛋白質中任意兩個胱胺酸 (cystine) 之間
(D) 任意兩個甲硫胺酸 (methionine) 或半胱胺酸 (cysteine) 之間

41. 多胜肽鏈 (polypeptide chain) 的方向可能突然改變，幾何結構受限，主要是因為存在：

(A) 精胺酸 (arginine) (B) 甘胺酸 (glycine)
(C) 脯胺酸 (proline) (D) 白胺酸 (leucine) 或異白胺酸 (isoleucine)

42. 一個分子由一種構形 (conformation) 轉變為另一種構形時，涉及：

(A) 僅鍵旋轉 (B) 共價鍵 (covalent bonds) 的斷裂與重建
(C) 以對稱中心為基準的反轉 (D) 以上皆可

43. 幾乎所有肽鍵 (peptide bond) 都呈反式 (trans) 架構，其原因是：

(A) 順式肽鍵 (cis peptide bonds) 較弱
(B) 反式肽鍵 (trans peptide bonds) 較強
(C) 順式肽鍵阻礙 R 基團的相互作用
(D) 反式肽鍵可減少 R 基團的立體障礙

44. 化學動力學 (chemical kinetics) 與酵素動力學 (enzyme kinetics) 的主要差異為：

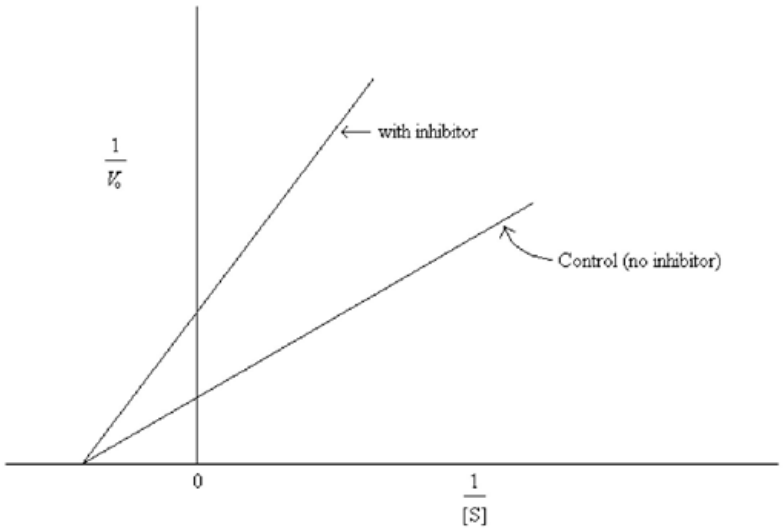
(A) 酵素反應會受到酸鹼值 (pH) 的影響
(B) 酵素反應依賴受質 (substrate) 濃度

(C) 酵素反應依賴酵素 (enzyme) 的濃度及其再生循環
(D) 以上皆是

45. 在酵素反應的 Lineweaver-Burk 作圖中，Km 的數值可由下列何者決定？

(A) x 截距 (x-intercept)
(B) y 截距 (y-intercept)
(C) x 截距的負倒數 (negative reciprocal of the x-intercept)
(D) y 截距的倒數 (reciprocal of the y-intercept)

46. 下圖所示數據代表哪一種類型的抑制 (inhibition)？



(A) 競爭型 (Competitive)　　(B) 不競爭型 (Uncompetitive)
(C) 非競爭型 (Noncompetitive)　　(D) 不可逆性 (Irreversible)

47. 胃蛋白酶 (pepsin) 與胰蛋白酶 (trypsin) 在胰臟中以酵素原 (zymogen) 的形式產生。若它們直接以活性酵素產生，可能導致：

(A) 由於本身電荷，它們無法運送至腸道
(B) 伴護分子 (chaperone) 無法正確摺疊它們
(C) 它們會形成不具活性的寡聚體
(D) 它們會開始分解並破壞胰臟蛋白質

48. 光合作用中第一光系統 (PS I) 為***<u>非循環式</u>***的原因是：

(A) 比第二光系統 (PS II) 反應慢
(B) 反應中心必須由其他來源的電子還原
(C) 反應中心在光系統複合體中排列得更緊密
(D) 在此光系統中不可能存在循環電子傳遞過程

49. 葉綠體 (chloroplast) 中光反應 (light-dependent reactions) 的發生位置是：

(A) 基質 (stroma)　　(B) 類囊體 (thylakoids)
(C) 外膜 (outer membrane)　　(D) 內腔 (lumen)

50. 以下有關 C4 植物的敘述，何者***<u>錯誤</u>***？

(A) 傾向於在高溫及強光下生長
(B) 可降低 Rubisco 活躍細胞中 CO_2 與 O_2的比值
(C) 玉米是 C4 植物的例子
(D) 它們避免浪費性的光呼吸 (photorespiration)

51. 在真核細胞中，信使 RNA（mRNA）3' 端的 poly(A)尾巴在轉錄後與轉譯過程中扮演多重角色。下列敘述何者最正確？

(A) poly(A)尾巴是 RNA 聚合酶 II 在轉錄起始時的結構，用來標示基因的起點。
(B) poly(A)尾巴可穩定 mRNA 並促進核糖體循環利用以提升轉譯效率。
(C) poly(A)尾巴的長度在轉錄後會再增長，因此不影響 mRNA 的降解速率。
(D) poly(A)尾巴僅存在於真核核糖體 RNA (rRNA)，而在信使 RNA 中已經被降解。

52. 在真核細胞中，DNA 的主要功能除了儲存遺傳訊息外，還透過染色質結構與表觀遺傳(epigenetic)修飾參與基因表達調控。下列哪一項最能說明此功能？

(A) DNA 可直接提供能量給轉錄因子使用
(B) DNA 透過剪接作用形成成熟的 mRNA
(C) DNA 在細胞質中與核糖體結合進行轉譯
(D) DNA 透過甲基化與組蛋白(histone proteins)修飾影響基因是否被轉錄

53. DNA 與 RNA 在糖分子的差異會影響分子穩定性，下列哪一個敘述正確？

(A) RNA 去氧核醣上缺乏 2'–OH，使其比 DNA 更穩定
(B) RNA 去氧核醣上缺乏 2'–OH，使其比 DNA 不穩定
(C) RNA 核醣擁有 2'–OH 容易被水解，因此比 DNA 不穩定
(D) DNA 含核醣擁有 2'–OH 容易被水解，使其比 RNA 更穩定

54. 在真核細胞 DNA 複製過程中，領先股(leading strand)與落後股(lagging strand)的合成需要多種蛋白協同進行。下列關於此過程的敘述何者最正確？

(A) 領先股與落後股皆由 DNA polymerase α 進行長鏈延伸，但方向相反
(B) 領先股與落後股兩者皆依賴 PCNA (Proliferating Cell Nuclear Antigen)作為滑動夾(sliding clamp)進行延伸
(C) RPA (Replication Protein A) 蛋白主要負責穩定已配對的雙股 DNA，防止其重新解開
(D) DNA polymerase δ 在落後股上可自行移除 RNA 引子並直接連接岡崎片段

55. DNA 複製起始時，哪一種酶負責打開雙股 DNA，並形成複製叉（replication fork）？

(A) DNA ligase (接合酶)　　(B) DNA helicase (解旋酶)
(C) Topoisomerase (拓撲異構酶)　　(D) DNA polymerase δ (聚合酶 δ)

56. 下列關於啟動子(promoter)的敘述，何者最正確？

(A) 核心啟動子通常包含 TATA box，並直接決定 RNA 聚合酶 II 的精確起始位置
(B) 啟動子僅存在於真核細胞，而原核細胞不需要啟動子即可啟動轉錄
(C) 啟動子序列主要作用於 mRNA 剪接 (splicing)，與轉錄無關
(D) 啟動子與轉錄因子沒有直接交互作用，僅透過核糖體進行調控

57. 在真核生物的轉譯起始過程中，哪一個步驟最先發生？

(A) 60S 核糖體大次單元與 mRNA 結合
(B) 起始轉運 RNA (tRNA)攜帶甲硫胺酸（Met）與小次單元結合
(C) 起始因子 IF-2 (initiation factor 2)水解 GTP 提供能量
(D) 核糖體辨識 mRNA 的起始密碼子 AUG 並直接開始延伸

58. 在轉譯終止過程中，當終止密碼子（UAA、UAG 或 UGA）出現時，會發生什麼事？

(A) 終止密碼子對應的 tRNA 帶入最後一個胺基酸
(B) 核糖體停留不動，等待 DNA 修復
(C) 終止因子（release factor）結合，促使多肽鏈釋放

(D) mRNA 被立即降解，蛋白質無法合成

59. 在真核細胞中，經由粗糙內質網（rough ER）合成並進行初步修飾的分泌性蛋白，接下來會經由哪個細胞器進一步進行糖基化（glycosylation）與分類？

(A) 核仁（nucleolus）　(B) 溶體（lysosome）
(C) 高基氏體（Golgi apparatus）　(D) 液泡（vacuole）

60. 下列關於經過脂化修飾（lipid modification）的蛋白質如何定位至質膜（plasma membrane）的敘述，何者最正確？

(A) 經脂化修飾的蛋白質會直接插入膜中而不需其他步驟
(B) 蛋白質先附著於內質網膜，再運送至質膜
(C) 蛋白質經脂化後立即被送入內質網腔（ER lumen）
(D) 脂化修飾主要增加蛋白質的水溶性，使其容易擴散到質膜表面

61. 在真核細胞訊息傳遞中，哪一種敘述最正確？

(A) 配體（ligand）只與膜受體（membrane receptor）結合
(B) 配體主要通過蛋白酶（protease）切割來啟動訊號
(C) 核受體（nuclear receptor）只與 RNA 結合
(D) 配體可與膜受體或核受體（nuclear receptor）結合

62. 在 G 蛋白偶聯受體（G protein-coupled receptor, GPCR）路徑中，活化的 G 蛋白通常會影響下列哪一種分子？

(A) 腺苷酸環化酶（Adenylyl cyclase）　(B) 核糖體（Ribosome）
(C) 胞質骨架（Cytoskeleton）　(D) tRNA（Transfer RNA）

63. 在真核細胞中，MAPK（絲裂原活化蛋白激酶，Mitogen-Activated Protein Kinase）訊息傳遞路徑的主要功能是什麼？

(A) 調控基因表達與細胞分裂，協助細胞對外界刺激作出反應
(B) 參與植物細胞中捕捉光能並進行碳固定的光合作用（photosynthesis）過程，以產生有機分子供能
(C) 負責核糖體組裝及蛋白質合成中肽鍵（peptide bond）形成的催化作用
(D) 促進粒線體內電子傳遞鏈（electron transport chain）進行，以產生 ATP 作為能量來源

64. 細胞膜的主要結構基礎是什麼？

(A) 由蛋白質分子組成的雙層結構（protein bilayer），內含多種膜蛋白，用於支持細胞膜的形狀和部分功能
(B) 由細胞核內的 DNA 雙股組成的結構，主要承載遺傳資訊，並不構成細胞膜的結構基礎
(C) 由附著在膜蛋白或脂質上的醣類分子組成的單層結構（carbohydrate monolayer），主要參與細胞識別與訊號傳遞
(D) 由磷脂質（phospholipid）分子排列而成的雙層結構（phospholipid bilayer），形成疏水尾端向內、親水頭部向外的流動性膜

65. 細胞膜上的醣蛋白（glycoproteins）與醣脂（glycolipids）的主要功能是什麼？

(A) 作為細胞的能量儲存分子，將糖類暫時存放以供細胞代謝使用
(B) 提供細胞膜的機械支撐與結構維持，幫助細胞抵抗外界壓力
(C) 協助細胞間的辨識與訊息傳遞，參與細胞互動與免疫反應
(D) 參與胞內廢物或毒素分解過程，協助細胞清除有害物質

66. 除了能量代謝之外，粒線體還參與哪一種細胞過程？

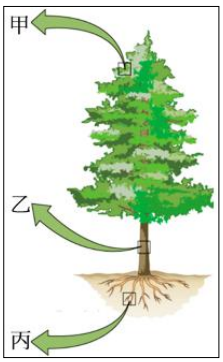
(A) 調控細胞凋亡（apoptosis），釋放細胞凋亡相關蛋白，啟動程式性死亡
(B) 負責細胞內蛋白質的合成與轉譯過程，由核糖體與 tRNA 協同完成
(C) 協助 pre-mRNA 的剪接，將內含子（intron）去除並連接外顯子（exon）
(D) 參與細胞核內核糖體亞單位組裝與成熟過程，影響蛋白質合成效率

67. 在真核細胞中，microRNA（miRNA） 通常透過哪種方式發揮作用？

(A) 與 DNA 雙股結合，阻止基因複製（gene replication）
(B) 與轉運 RNA（tRNA）結合，阻止胺基酸攜帶與蛋白質合成
(C) 與核糖體 RNA（rRNA）結合，阻止核糖體組裝與蛋白質合成
(D) 與信使 RNA（mRNA）結合，抑制轉譯（translation）或促進 mRNA 降解（degradation）

單選題 C 區 (每題 1 分，共 33 分)

68. 右圖中「甲-丙」代表某棵喬木的三個部位。當該喬木正在旺盛地進行蒸散作用時，甲-丙三個部位的平均水勢最可能為下列何者？



(A) 甲：1.4 Mpa；乙：0.5 Mpa；丙：0.2 Mpa
(B) 甲：0.2 Mpa；乙：0.6 Mpa；丙：1.4 Mpa
(C) 甲：-1.5 Mpa；乙：-0.6 Mpa；丙：-0.2 Mpa
(D) 甲：-0.2 Mpa；乙：-0.5 Mpa；丙：-1.4 Mpa

69. 學者針對細胞膜是具備流動性的特性，提出細胞膜的「流體鑲嵌模型 (Fluid mosaic model)」，以下關於流體鑲嵌模型的敘述何者**不正確**？

(A) 動物細胞的細胞膜是磷脂雙層膜 (lipid bilayer) 構造。
(B) 膜上鑲嵌可滑動的蛋白質，這些蛋白質統稱為「受器 (receptor)」。
(C) 磷脂質是構成細胞膜具備流動特性的主要物質。
(D) 除了蛋白質，細胞膜上還有碳水化合物及脂質。

70. 下表中「甲-戊」為有關「菌根 (mycorrhiza)」的敘述，試問表中甲-戊的敘述中，哪幾項正確？

甲	全球大多數 (>80%) 陸生植物都與菌根菌有互利共生的關係。
乙	菌根菌幫助植物吸收水分和礦物鹽，植物則主要提供含氮養分給菌根菌。
丙	內生菌根的菌絲會穿入根部細胞的原生質內部，並形成叢枝狀結構。
丁	外生菌根的菌絲會形成菌鞘包圍在根部外側，部分菌絲則穿入細胞間隙。
戊	針葉樹常與外生菌根共生；禾本科植物則常與內生菌根共生。

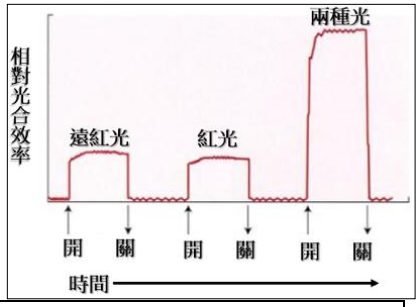
(A) 甲、丙、丁　(B) 乙、丙、戊　(C) 甲、丁、戊　(D) 丙、丁、戊

71. 大分子進出細胞膜的方式有胞吞作用 (endocytosis) 及胞吐作用 (exocytosis)，其敘述如下所示，試問以下敘述何者完全正確：

甲	胞吐作用是將胞內物質通過囊泡包裹並外送至細胞膜外，而包裹物質的囊泡在達成任務後會被細胞間質吸收再利用。
乙	神經突觸前端釋放神經傳導物質，將訊號從一個神經元傳遞到另一個神經元，此種傳遞方式為胞吐作用的一種。
丙	受體媒介型胞吞作用 (receptor-mediated endocytosis) 為胞吞作用的一種，是細胞透過專一性的受體與外來分子結合，進而啟動胞吞作用。
丁	胞吞作用是細胞膜通過內陷，將膜外的小分子包裹之後吞入細胞膜內。
戊	胞吞作用可將細菌或病毒碎片吞入細胞膜內。

(A) 甲、丁　(B) 丙、丁　(C) 乙、丙、丁　(D) 甲、乙、丙、戊

72. 二十世紀中期，學者以綠藻進行不同光照對光合效率（每吸收一個光子可釋放多少個氧氣分子）影響的實驗。結果顯示，綠藻單獨接受紅光 (660 nm) 或遠紅光 (710 nm) 的照射時，各自僅有較低的光合效率；但若同時接受二種光的照射時，則光合效率顯著增加，並大於二種光單獨照射時的光合效率的總和（見右圖）。試問上述實驗結果可支持下表的何種論點？



甲	藍光無法激活綠藻的光合作用。
乙	紅光或遠紅光的照射均可使綠藻產生氧氣。
丙	相較於遠紅光的照射，紅光照射能讓綠藻生成更多 ATP。
丁	綠藻的光合系統中，可能包含兩種會協同作用的光化學反應。

(A) 甲、乙、丙、丁
(B) 乙、丙
(C) 乙、丁
(D) 僅丁

73. 下列有關哺乳類動物其心臟組織和構造的敘述，何者正確？

(A) 除了心肌細胞外，心臟組織中亦包括其他細胞幫助維持心臟結構。
(B) 心臟本身可透過心房及心室的血液獲得氧氣及養分的供應。
(C) 心肌細胞主要是靠糖類氧化作用獲取能量。
(D) 心肌細胞內的粒線體數量會比血管內皮細胞的為低。

74. 水分子穿過細胞「原生質膜」的<u>最主要</u>運輸機制為下列何者？

(A) 簡單擴散作用 (B) 促進性擴散作用 (C) 一級主動運輸 (D) 二級主動運輸

75. 血管是循環系統非常重要的一部份，以下敘述何者**<u>不正確</u>**？

甲	動脈、靜脈及微血管三類血管中，動脈和靜脈具有瓣膜，能防止血液回流。
乙	血液中的高密度脂蛋白 (HDL) 會沉積在動脈內壁形成斑塊，造成血管硬化。
丙	微血管主要透過胞吞和胞飲作用進行氧氣、營養和廢物的交換。
丁	血管內皮細胞能分泌激素並透過一氧化氮來調節血管的擴張和收縮。

(A) 甲、乙、丙 (B) 乙、丁 (C) 丙、丁 (D) 甲、乙、丙、丁

76. 對植物的薄壁細胞而言，水分子必須穿過「原生質膜（甲）」和「液泡膜（乙）」才能進入液泡之中。根據你對細胞構造與功能的瞭解，試判斷下列有關甲、乙兩種生物膜的輸水效率（輸水數目/單位面積/單位時間）比較，何者正確？
(A) 甲 > 乙 (B) 甲 < 乙 (C) 甲 = 乙 (D) 依 C3 或 C4 植物而異

77. 腎元是泌尿系統中非常重要的部分，以下對腎元的敘述何者正確？

甲	人類的每顆腎臟約有 1 億個腎元。
乙	腎元內含有腎絲球、鮑氏囊、腎小管及微血管等構造。
丙	鮑氏囊位於腎髓質，其主要功能是將血液中的無機鹽、葡萄糖和尿素等小分子物質濾出，形成濾液。
丁	腎小管主要的功能是再吸收有用的物質（如葡萄糖、氨基酸等）及分泌腎素調節血壓。
戊	腎絲球屬於微血管網之構造。

(A) 甲、乙、丁 (B) 甲、丙、戊 (C) 乙、丁、戊 (D) 甲、乙、丙、丁、戊

78. 固氮作用 (nitrogen fixation) 是自然界「氮循環」的一個重要環節。下表內有關固氮作用的描述，何者正確？

甲	固氮作用是將 N_2 氧化成 NH_4^+的反應過程。
乙	生物固氮反應僅發生於與植物共生的微生物細胞內。
丙	生物固氮反應會大量消耗細胞能量 ATP。
丁	生物固氮反應的固氮酶會受到氧氣的抑制。

(A) 甲、乙　(B) 丙、丁　(C) 甲、丙　(D) 僅丁

79. 結締組織可分成緻密結締組織與疏鬆結締組織，下列敘述何者**不正確**？

(A) 不論是緻密結締組織及疏鬆結締組織，其組織間均含有膠原蛋白 (collagen)。
(B) 結締組織間的膠原蛋白是由纖維母細胞所分泌的。
(C) 骨骼外層的纖維膜由於排列不規則，在分類上屬於疏鬆結締組織。
(D) 結締組織因受傷引起長期發炎反應，會促使組織產生纖維化的狀況。

80. 為能順利完成自身的生活史過程，植物需從環境中攝取某些營養元素。這些元素被稱之為植物的「必要元素 (essential elements)」。下表有關植物必要元素的敘述，何者正確？

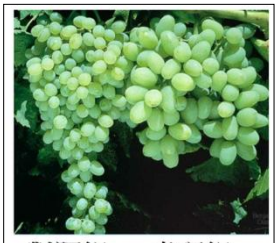
甲	目前已知植物至少需要 17 種必要元素。
乙	植物的必要元素都是經由根部吸收進入植物體內。
丙	必要元素中，需求量高的巨量元素比需求量低的微量元素更為重要。
丁	植物生長期間，缺乏必要元素的症狀都會首先顯現於新生組織。

(A) 甲、乙、丙　(B) 乙、丙、丁　(C) 僅甲　(D) 僅乙

81. 心臟跳動的關鍵包括心肌細胞的「去極化」和「再極化」兩個主要階段，下列敘述何者**不正確**？

(A) 心肌細胞受刺激時，胞外大量鈉與鈣離子透過離子通道進入胞內，造成去極化。
(B) 參與再極化過程，有鈣離子往胞內流入、鉀離子往胞外流出、鈉鉀幫浦維細胞膜電位穩定。
(C) 緊密型連結 (tight junction) 的存在讓興奮信號能夠更快的在心肌細胞之間傳遞，進而快速達到同步性。
(D) 除了引發的再極化而使心肌舒張之外，活化迷走神經亦可直接刺激心肌的舒張。

82. 某品種葡萄於結實期間進行荷爾蒙的噴灑處理後，其結果如右圖。試問該噴灑的荷爾蒙最可能為下列何者？


對照組　處理組

(A) 生長素 (auxin)。　(B) 吉貝素 (gibberellic acid)。
(C) 細胞分裂素 (cytokinin)。　(D) 乙烯 (ethylene)。

83. 腎素－血管收縮素－醛固酮系統（簡稱 RAAS）為調節血壓重要的機制，以下敘述何者**不正確**？

(A) 肝臟所分泌的轉化酶 (converting enzyme) 可將第一型血管收縮素轉換成第二型血管收縮素。
(B) 腎素可將血管收縮素原 (angiotensinogen) 活化，轉變成第一型血管收縮素。
(C) 脫水或失血時，會刺激體內 RAAS 活化，使血壓升高。
(D) 醛固酮會促進腎小管對鈉離子和水的再吸收，增加總血液量，使血壓回升。

84. 下表關於氣體荷爾蒙「乙烯」的功能敘述，何者**不正確**？

甲	促進果實成熟。
乙	抑制落葉。
丙	促進花與果實的脫落。

丁	促進老化作用。

(A) 甲、丁 (B) 乙、丙 (C) 甲、丙 (D) 僅乙

85. 下列有關動物的消化系統的敘述，哪些**不正確**？

甲	消化作用可分成物理性消化及化學性消化。
乙	物理性消化是以磨碎、攪拌、水解的方式讓食物由大塊變成小塊。
丙	食物經消化酶作用，由大分子變成小分子的過程，稱之為「化學消化」。
丁	物理消化的作用是增加食物的表面積（接觸面積），進而加速化學消化的進行。
戊	胃酸的作用之一是使胃部呈酸性環境並協助胃蛋白酶來乳化脂肪。

(A) 丙、戊 (B) 甲、丁 (C) 乙、戊 (D) 乙、丙

86. 下列哪一項特徵最直接支持植物起源於輪藻？
(A) 植物與輪藻的生活史都有世代交替。
(B) 植物與輪藻的葉綠體內都含葉綠素 a、b。
(C) 植物與輪藻的光合產物都可以澱粉形式儲存。
(D) 植物與輪藻在細胞分裂期間都會形成細胞板。

87. 下列關於消化道及消化腺的敘述，哪些正確？

甲	咽是呼吸道的一部份，並不屬於消化道。
乙	大腸組織位於消化道的後端，負責吸收水份及鹽類，並且會有腸道菌共生。
丙	唾腺主要的功能是分泌澱粉酶，分解食物中的澱粉。
丁	膽汁是由膽囊分泌，其作用是乳化脂肪。
戊	部份腸道的消化液呈弱鹼性，其目的是中和胃酸及提供弱鹼環境幫助消化。

(A) 甲、乙、丙 (B) 乙、丙、戊 (C) 丙、戊 (D) 甲、丁

88. 下列何者為多數學者認為粒線體與葉綠體都具有雙層膜的最主要原因？
(A) 它們都是由內質網演化而來。
(B) 它們都源自被吞入的原核生物。
(C) 它們都是細胞核的複製產物。
(D) 它們都由多個核糖體合併形成。

89. 下列關於不同動物的呼吸系統之描述，有幾項**不正確**？

甲	人體會厭軟骨的功能是推動喉頭上升及支持軟骨組織。
乙	水螅依靠肺泡水進行氣體交換。
丙	當人體吸氣時肋間肌收縮，肋骨架下降。
丁	臺北樹蛙及蝗蟲會透過循環系統的輔助進行氣體交換。
戊	人體氧分壓低、pH 低、低溫的組織會促使血紅素增加氧氣的釋放。

(A) 2 項 (B) 3 項 (C) 4 項 (D) 5 項

90. 下表甲-戊依序為葉片氣孔受光照刺激而被誘導開啟的過程描述，試問表中的各項敘述中，何者**不正確**？

甲	位於保衛細胞細胞質內的向光素受到藍光的刺激而被活化。
乙	向光素進而激活細胞膜上的 H^+幫浦，並將 H^+主動運輸**出**保衛細胞。
丙	保衛細胞的細胞膜去極化後可開啟 K^+通道，讓 K^+被動進入細胞內。
丁	Cl^-與 NO^-也進入保衛細胞，同時胞內澱粉分解產生蔗糖與蘋果酸。
戊	保衛細胞內的溶質濃度增加後造成滲透勢上升，水分從周邊表皮細胞進入保衛細胞，膨

	壓上升後導致保衛細胞彎曲及氣孔開張。

(A) 甲、丙、戊　(B) 乙、丁　(C) 僅甲、丙　(D) 戊

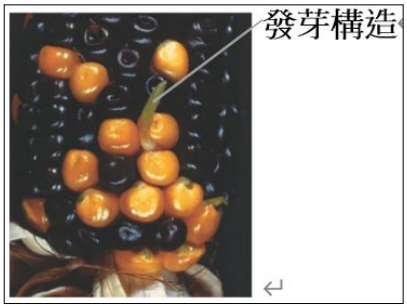
91. 以下關於人體內分泌及激素的描述何者正確？

甲	分泌激素的組織一般稱為腺體。
乙	非專一性作用於細胞或組織。
丙	僅需分泌微量激素即可造成生理效果。
丁	激素的分泌需透過專一的管腺。
戊	激素大多以血液當作運輸工具。

(A) 甲、丙、戊
(B) 乙、丙、丁
(C) 丙、丁、戊
(D) 甲、乙、丁

＊第 92-93 題為題組＊

92. 右圖為玉米棒（玉米果穗）的一部分，其中有一顆玉米種子因基因突變而發生提前萌芽的現象，並在玉米棒上產生如圖中所示的「發芽構造」。試問該「發芽構造」屬於幼苗的哪一部位？



(A) 胚根 (radicle)　(B) 子葉 (cotyledon)
(C) 葉鞘 (coleoptile)　(D) 種皮 (seed coat)

93. 若上圖中玉米種子的提前發芽是因無法生成某種荷爾蒙，則該荷爾蒙最可能為下列何者？
(A) 生長素 (auxin)　(B) 分裂素 (cytokinin)
(C) 乙烯 (ethylene)　(D) 離層素 (abscisic acid)

94. 下列關於腦垂腺的敘述何者**<u>不正確</u>**？

甲	腦垂腺前葉具有合成及儲存激素的功能。
乙	生長激素分泌異常只會造成侏儒症。
丙	抗利尿激素是由腦垂腺後葉進行合成及儲存。
丁	促腎上腺皮質激素 (ACTH) 的分泌異常會導致人類面對壓力反應時的失常。
戊	皮質醇分泌過量會導致促腎上腺皮質激素分泌量下降。

(A) 乙、丁、戊　(B) 甲、丁　(C) 乙、丙　(D) 甲、乙、丙

95. 為要確認光合作用產生的氧氣來源，二十世紀中期加州大學柏克萊分校的科學家以含有不同「氧同位素」的 $C^{16}O_2$ 和 $H_2{}^{18}O$ 作為綠球藻 *(Chlorella)* 光合作用的反應物，再於分析光合產物後，得知光合反應簡式如下： $C^{16}O_2 + 2\ H_2{}^{18}O \rightarrow CH_2{}^{16}O + {}^{18}O2 + H_2{}^{16}O$ 根據此一結果，下表的敘述中，何者正確？

甲	氧氣的來源為 CO_2。
乙	氧氣的來源為 H_2O。
丙	光合作用是一種水合反應 (hydration reaction)。
丁	光合作用是一種氧化還原反應 (redox reaction)。

(A) 甲、丙　(B) 僅乙　(C) 乙、丙　(D) 乙、丁

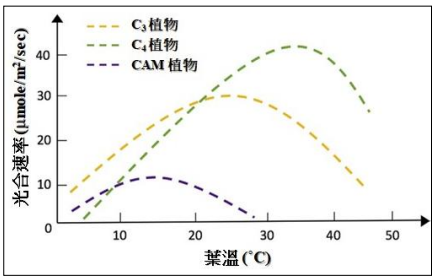
96. 以下關於甲狀腺與副甲狀腺之敘述，有幾項是正確的？

甲	副甲狀腺可調節體內的新陳代謝及體溫。

乙	碘攝食缺乏會導致甲狀腺功能低下。
丙	甲狀腺與副甲狀腺皆可分泌甲狀腺素。
丁	副甲狀腺亢進會導致高血鈣，進而造成腎結石及疲勞。
戊	副甲狀腺素分泌不足會導致低血鈣，可能引起骨質疏鬆。

(A) 僅甲與丙；2 項正確　　(B) 僅乙與丁；2 項正確
(C) 僅甲、乙、丙；3 項正確　　(D) 僅丙、丁、戊；3 項正確

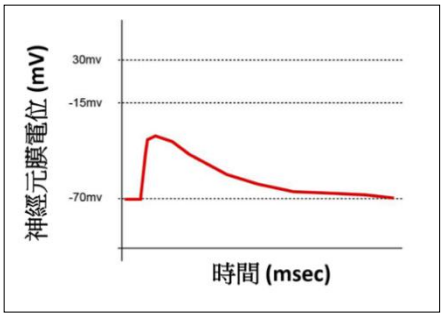
97. 右圖顯示溫度如何影響 C_3、C_4 及 CAM 三類植物的光合速率，試根據圖中資料，判斷下表敘述中，何者正確？



甲	當葉溫高過 25ºC 時，C_4 植物的光合速率最佳。
乙	當葉溫低於 20ºC 時，C_3 植物的光合速率最佳。
丙	在測試的溫度範圍內，CAM 植物的光合速率均為最差。
丁	當葉溫到達 50ºC 時，各類植物的光合作用均會停止。

(A) 甲、乙、丙、丁　(B) 僅甲、乙、丁
(C) 僅甲、乙　(D) 僅丙、丁

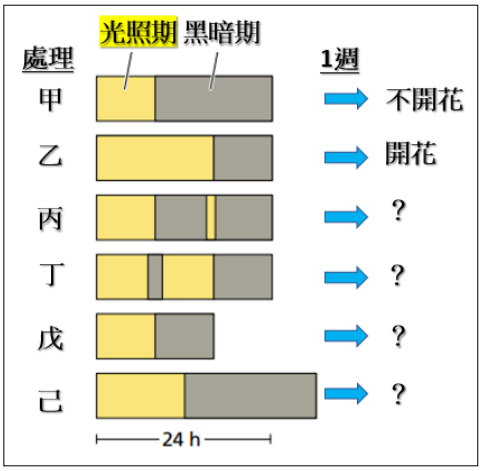
98. 下列哪些離子通道的開啟，會引發如附圖中神經細胞膜電位的變化？



甲	氯離子通道。
乙	鈣離子通道。
丙	鈉離子通道。
丁	鉀離子通道。

(A) 甲、乙　(B) 乙、丙　(C) 丙、丁　(D) 甲、丁

99. 科學家用「植物 P」進行光週期影響植物開花的實驗。「甲–己」為不同的光週期處理組（如右圖所示），各組分別連續 7 天進行光週期處理後，結果「甲組不會開花」，而「乙組則會開花」。試據此訊息判斷下表「丙–己」四組是否會開花的敘述，何者正確？



a	丙組–會開花。
b	丁組–不會開花。
c	戊組–會開花。
d	己組–不會開花。

(A) a、b、c、d
(B) a、c、d
(C) b、c
(D) 僅 d

100. 下列哪一項是特異性（適應性）免疫 (specific immunity) 的最佳例證？
(A) 皮膚作為物理屏障阻止病原體入侵。
(B) 組織損傷引起的發炎反應。
(C) 接種麻疹疫苗後產生抗體。
(D) 胃酸破壞攝入的微生物。

【試題結束】

二、實驗操作題

生物科　試場 D201　試題

實驗器材：

器材一	數量
載物臺測微器（玻片）	1 片
小型電子秤	1 台
尖頭鑷子	1 支
鈍頭鑷子	1 支
10 mL 量筒	1 個
50 mL 量筒	1 個
250 mL 燒杯	1 個
抹布	1 條
尺	1 支

器材二	數量
光學複式顯微鏡 （左眼含目鏡測微器）	1 台
樣本 A	1 份
樣本 B	1 份
樣本 C	1 份
樣本 D	1 份
樣本 E	1 份
樣本 F	1 管
樣本 G	1 管
小包面紙	1 包
純水	1 瓶
載玻片	5 片
蓋玻片	1 盒
單面刀片	1 片
塑膠培養皿	1 組
3 mL 塑膠滴管	2 支

※請注意※

1. 本試場所需之器材與材料皆已置於桌上，請**確實核對**清單上所列各項物品。
   若有短缺，請立刻舉手向評審老師報告。
2. **所有器材與材料用完後，不再補發。**
3. 作答時間**共 60 分鐘**。
4. 本試卷**共 6 頁（含本封面頁、作答區）**，交卷時全部繳回。
5. 試卷多餘空白處可以註記實驗過程或記錄結果的草稿。其餘除答題外，不可在試卷上填寫任何記號。
6. 本試場使用光學複式顯微鏡，請依標準步驟操作，若經發現操作不當，例如在中高倍鏡時將玻片放上或拿下、在中高倍鏡時轉動粗調節輪、玻片未拭乾就放上載物臺、未放置蓋玻片就將載玻片放上載物臺，及其他不當操作，將酌予**扣分**。
7. 單面刀片鋒利，操作過程請注意安全，勿割傷手指。如操作過程不小心割傷，請舉手請求協助，試場內備有急救箱可進行簡易包紮。
8. 請將答案填入末頁作答區。

【試題一】加工食品原料種類判斷題

一、 實驗步驟說明：

1. 材料樣本 A、B、C 各一份。
2. 以鑷子夾取少量樣本，於載玻片上用刀片小心切下小塊組織。
3. 接著於載玻片的組織上滴上一滴純水。蓋上蓋玻片後，用面紙小心擦拭載玻片上多餘的水滴，再置於光學複式顯微鏡下，以不同倍率下進行觀察，判斷這些樣本組織屬於何種來源。

二、 依序回答下列問題：

1. 已知 A、B、C 三樣本可能為以香菇、豬肉、大豆蛋白炒製而成的肉鬆或素肉鬆，根據鏡檢結果，請判斷這三份樣本的原料分別為何種材料？須說明判斷理由方可計分。(9 分)
2. 請於 400X 放大倍率下，畫出視野中樣本 A、B、C 的形態。(9 分)
3. 已知載物臺測微器每一小格的寬度為 10 μm，目鏡測微器的每一小格寬度未知。若在 400X 倍率下，目鏡測微器所量得每一小格代表物體的寬度為多少？需列出計算公式方可得分。(6 分)
4. 承上題，取出樣本 A 置於顯微鏡下觀察，請問樣本 A 的細胞寬度(直徑)約為多少 μm？請選出最合理的答案。(3 分)

   (A) 0.5 – 1 μm (B) 5 – 10 μm (C) 30 – 100 μm (D) 200 – 500 μm (E) > 5,000 μm
5. 承第 4 題，樣本 A 的細胞中，可以看到許多橫紋，請問兩條橫紋間的間隔之平均寬度落在下列哪個範圍內？(3 分)

   (A) 0.02 – 0.2 μm (B) 1 – 2 μm (C) 10 – 20 μm (D) 100 – 200 μm (E) 1,000 – 2,000 μm

【試題二】植物特徵與演化

植物形態與演化歷史和環境相關，由解剖特徵可以提供許多訊息。馴化 (acclimation) 是指個體因應環境變化而產生的短期、非遺傳性的生理或行為調整；而適應 (adaptation) 是指生物族群經過演化，在結構或功能上獲得可遺傳的特徵。

一、 實驗步驟說明：

1. 植物莖樣本 D、E 各一份。
2. 製作徒手切片樣本。準備一片載玻片，於其上滴上一滴純水。
3. 以單面刀片小心切下薄薄的莖的橫切面，置於載玻片上的水中。蓋上蓋玻片後，用面紙小心擦拭載玻片上多餘的水滴，再置於光學複式顯微鏡下，以不同倍率下進行觀察。

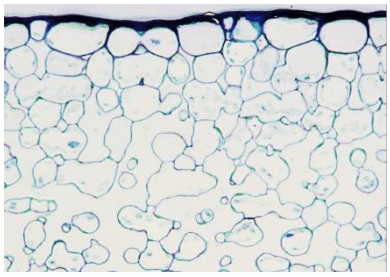


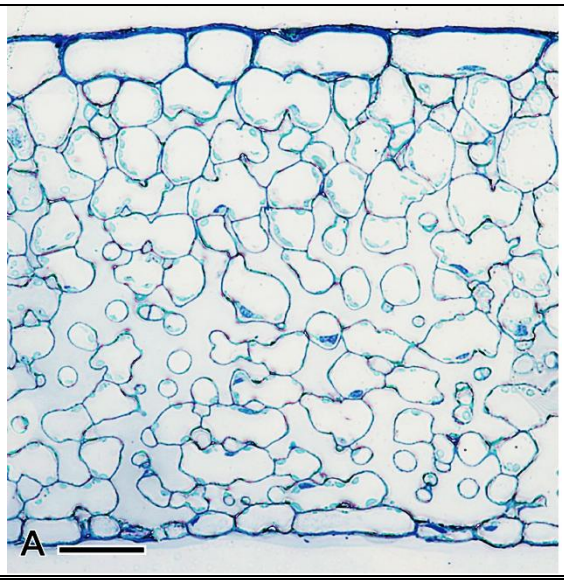
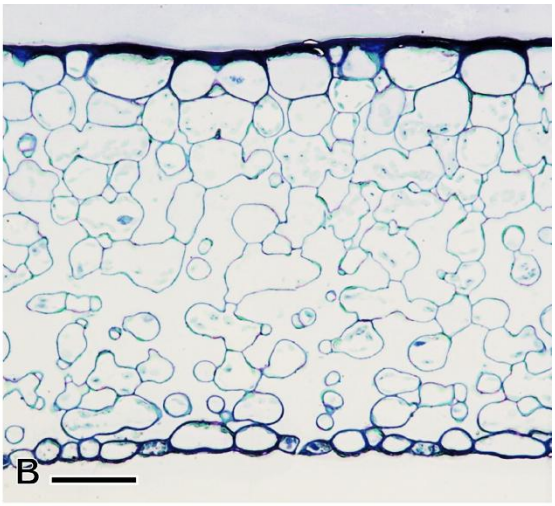
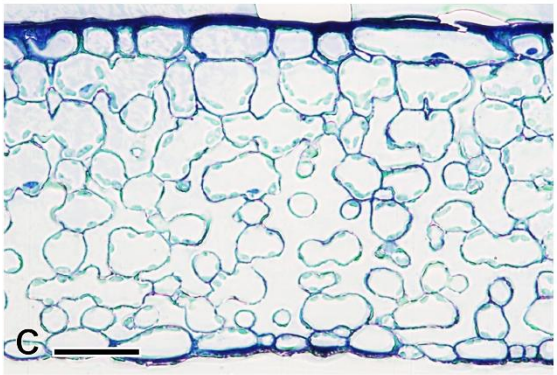
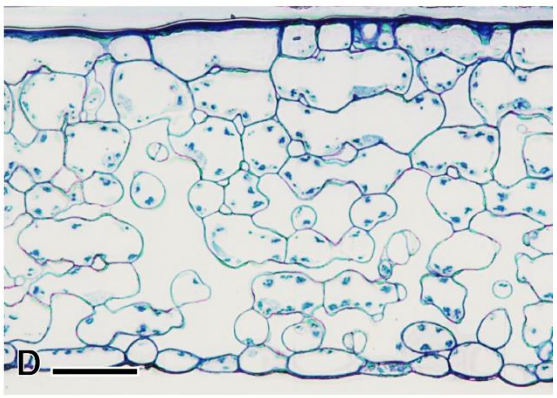
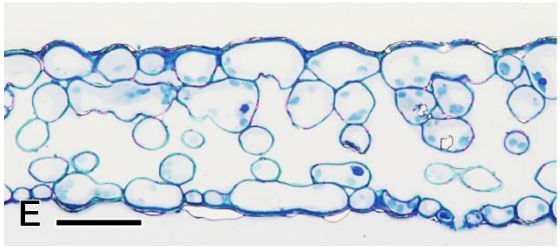
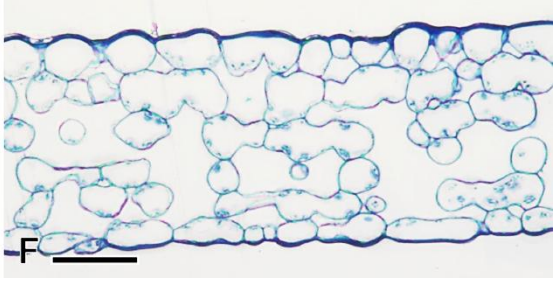
圖 1

二、 依序回答下列問題：

1. 請畫出視野中樣本 D 與 E 的橫切面形態，並指出其中的維管束、木質部和韌皮部。(12 分)
2. 這兩個材料中有一個是單子葉植物，請問是哪一個？並說明你的判斷依據。(6 分)
3. 這兩個材料中有一個是水生植物，請問是哪一個？並說明你的判斷依據。(6 分)
4. 圖 1 為某植物的葉片剖面圖，請在作答區標示出表皮細胞、氣孔、葉肉細胞。(9 分)
5. 有甲乙丙三棵植物，在形態上有些微差異，已知它們在野外分別生長在不同環境中，其葉片解剖照片分別為 AB、CD、EF。(本小題不考慮角質層的狀況)

（1） 在它們原來的野外環境中，取下葉片進行切片，得到圖 A、C、E，請問甲乙丙何者最可能生活在全日照的環境中？為什麼？(6 分)

（2） 為了測試三者的形態差異，是因為環境不同下的短時間內的馴化，還是長時間下適應的結果，進行共園實驗（common garden)。將它們搬到半遮蔭的環境中一起種植，一段時間後，甲乙丙三個植物新生成的葉片解剖圖分別為 B、D、F。由實驗結果來看，請問甲乙丙三個植物的形態差別是「馴化」或是「適應」？請說明你判斷的依據。(6 分)

<table>
<tr><td colspan="2">甲</td></tr>
<tr><td>實驗前</td><td>實驗後</td></tr>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td colspan="2">乙</td></tr>
<tr><td>實驗前</td><td>實驗後</td></tr>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td colspan="2">丙</td></tr>
<tr><td>實驗前</td><td>實驗後</td></tr>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
</table>

【試題三】硬骨密度的估算

桌上有 2 支密封離心管（樣本 F、G)。在本試題中，請將每一管視為一塊動物骨骼；不可開啟或倒出內容物。請利用桌上器材估算兩者的密度，並完成問題。

一、 條例出你設計的方法（僅限三個步驟)(6 分）

二、 請估算骨骼密度（需在答案紙中寫出計算過程)(8 分）

三、 F 與 G 為哺乳類與鳥類之同一骨位骨骼。何者可能是鳥類？並寫出你判斷的依據。(5 分）

四、 除了上述結果外，為了達到能夠順利飛行的目的，鳥類在演化上還發展出哪些陸生哺乳動物沒有的特徵？請列舉出三項。(6 分）

【試題結束，請將答案填入作答區】

【試題三】作答區

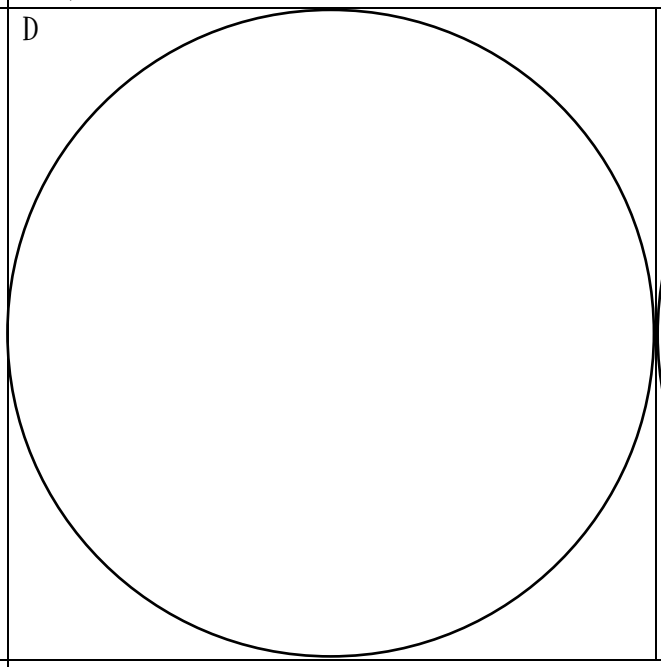
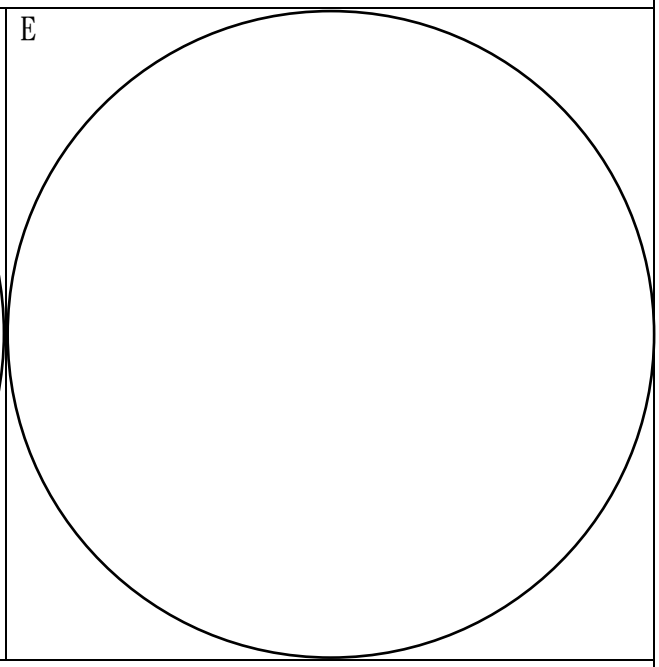
題號	答案
一	
二	骨骼名稱 | A | B 骨骼密度（g/cm^3） | |
三	□ F □ G 可能是鳥類。 判斷依據：
四	

【試題一】作答區

題號	答案		
1			
2	A	B	C
3			
4			

5	

【試題二】作答區

題號	答案	
1	D 	E 
2		
3		
4		
5		

生物科　試場 D203　試題 A

一、　**實驗器材：**

器材一	數量
剪刀	1 支
口紅膠	1 個

器材二	數量
資料夾(內含試題紙 1 張)	1 個

※請注意※

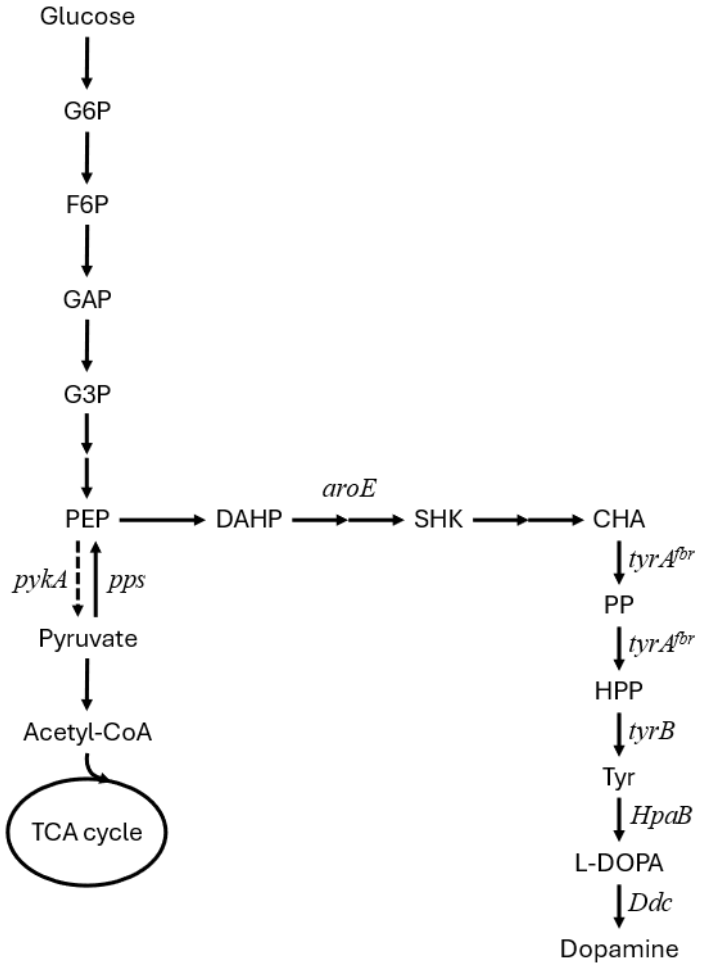
1. 本試場所需之器材與材料皆已置於桌上，請**確實核對**清單上所列各項物品。若有短缺，請立刻舉手向評審老師報告。
2. **所有器材與材料用完後，不再補發。**
3. A、B 卷作答時間**共 60 分鐘**。
4. 本試卷(A 卷)**共 7 頁**，交卷時全部繳回。
5. **每頁試卷均需填寫競賽編號；除解題過程及作答需要外，不可在試卷上填寫任何記號。**

大腸桿菌質體設計—基因層面提升多巴胺合成效率

二、 實驗說明：(請根據實驗說明配合後面題目作答)

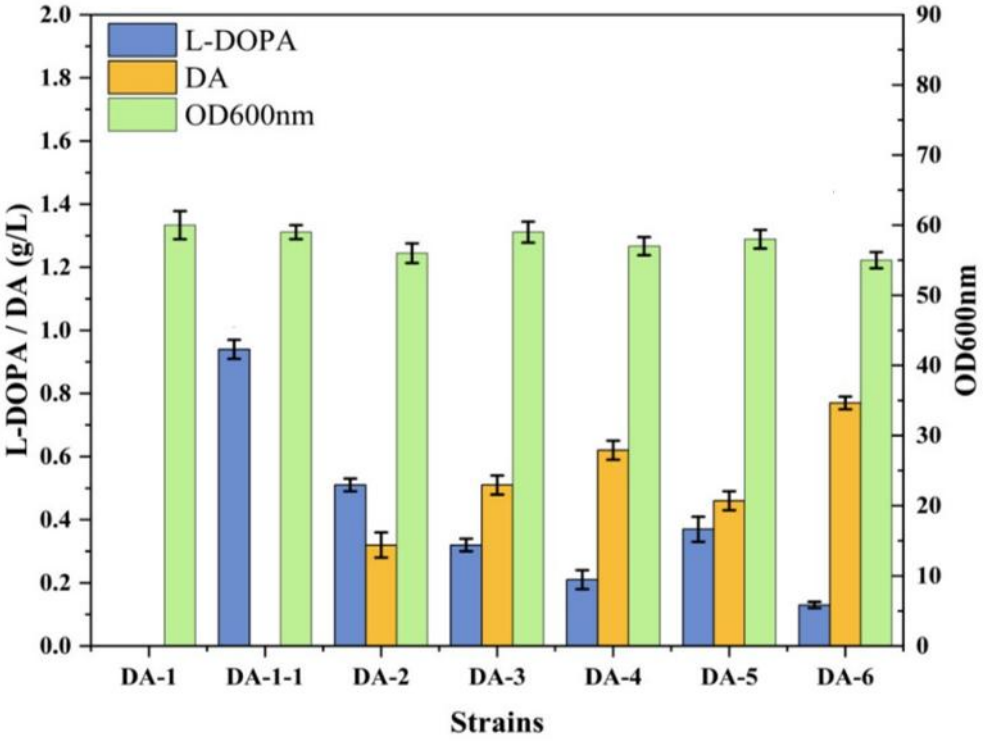
多巴胺(Dopamine, DA)是一種在臨床上具有高度價值的分子。它不僅是人類神經傳導的重要物質，也是治療帕金森氏症等疾病的藥物前驅物，並在合成材料與生物製程中展現應用潛力。然而由於來源有限，且化學合成成本高昂，如何在微生物中高效率地合成多巴胺，成為合成生物學與代謝工程的重要研究方向。

大腸桿菌(*Escherichia coli, E. Coli*)因為基因操作容易、技術成熟、培養成本低廉，而被廣泛應用為分子生物學與合成生物學中的「細胞工廠」。近年來已有研究證實，只要在大腸桿菌中導入特定基因組並調控其代謝流量，就能使其利用胺基酸前驅物酪胺酸(L-tyrosine)合成多巴胺。已經有研究人員透過導入多巴胺脫羧酶(Dopa Decarboxylase, DDC)基因以及大腸桿菌自身的單加氧酶系統(HpaB)，成功建立了從酪胺酸到多巴胺的合成途徑，並進一步藉由調控啟動子強度、基因拷貝數調整，顯著提升了多巴胺產量。另外也透過核糖體結合位點(Ribosome-binding site, RBS)的優化，也能在大腸桿菌內精細調控酵素路徑的表現，進一步改善多巴胺的合成效率。這些成果驗證了大腸桿菌作為多巴胺生物合成平台的可行性。已知所使用的質體骨架足夠大可以容納下所有要求，請依據題目提示設計出一個質體(Plasmid)使其能在大腸桿菌中高效率合成多巴胺。



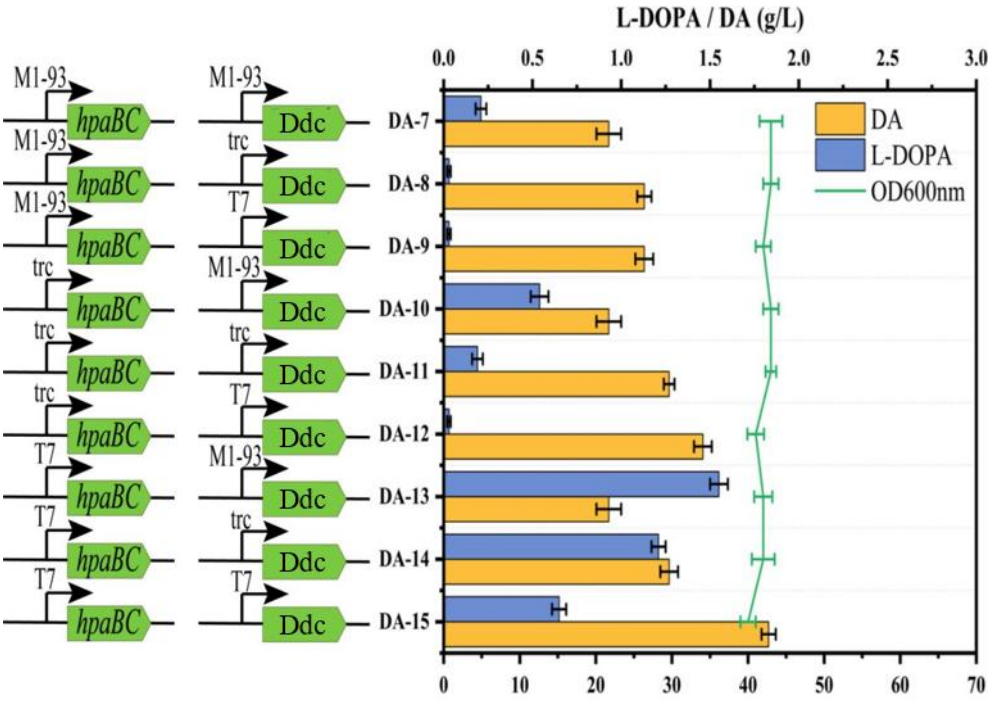
圖一、多巴胺代謝路徑

在這個設計中，HpaB 負責將酪胺酸轉換為 L-DOPA，是路徑的上游調控者。除了 HpaB 之外，多巴胺脫羧酶是將 L-DOPA 轉換為 Dopamine 的關鍵酵素。研究團隊提供了來自不同物種的 DDC 基因。第一個為 *HaDdc* 基因，來自異色瓢蟲(*Harmonia axyridis*)；第二個 *SsDdc* 基因，來自家豬 (*Sus scrofa*)；第三個 *HsDdc* 基因，來自人類(*Homo sapiens*)；第四個 *CfDdc* 基因，來自中國帆立貝(*Chlamys farreri*)；第五個 *DmDdc* 基因，來自果蠅(*Drosophila melanogaster*)。研究團隊提供了一張比較圖(圖二)(DA-1-1 為已導入正確 *HpaB* 基因，DA-2 ~ DA-6 分別對照上述基因順序)，顯示不同 DDC 在 *E. coli* 中的轉錄量與 Dopamine 產量，請依據數據，判斷導入哪一個基因可以達到最高多巴胺產量(實驗操作 #1)。



圖二、在 *E.coli* 中導入不同物種 *DDC* 基因對於多巴胺產量的影響

質體中基因的表現強度很大程度取決於啟動子(promoter)的選擇。研究中有三種不同強度的構成型啟動子(T7、trc、M1-93)，分別對應強、中、弱三種不同的基因轉錄強度，以及一個誘導型啟動子(IPTG-promoter)。弱啟動子能降低代謝負擔，但可能導致產量不足；中等強度啟動子常用於平衡代謝流量；強啟動子能大幅提升基因表現；誘導型啟動子則能透過 IPTG 控制表現，適合用於需要動態調控的基因。請根據(圖三)，選擇適合的啟動子接在 *HpaB* 及 *Ddc* 基因前，讓 Dopamine 產量最高、前驅物 L-DOPA 殘留最少(實驗操作 #2、#3)。



圖三、不同強度的啟動子與目標基因搭配之 L-DOPA/DA 產量結果

而為了讓質體能在 *E. coli* 中表現目標基因與篩選大腸桿菌是否含有質體以提高生產效率，需要選擇一個合適的複製起點(ori)與一個抗生素抗性基因。研究團隊提供了幾種 ori：*ColE1* ori 是 *E.coli* 常用的高拷貝 ori；*SV40* ori 則是哺乳動物專用；*2μ* ori 來自酵母。請選擇適合的複製起點(實驗操作 #4)。至於抗性基因，則使用最常見的 *E. coli* 抗性基因 *AmpR*，用大腸桿菌啟動子 bla 驅動，來提供大腸桿菌對於 ampicillin 抗性。

最後，雖然研究團隊已經在質體中設計了 *AmpR* 抗性基因，能夠在含 ampicillin 的培養基上篩選出成功轉殖的菌株，但這種篩選方式僅能確認菌株在篩選時「曾經帶有質體」，無法實時反映質體是否仍穩定存在於大腸桿菌中。為了補足這個資訊空缺，研究團隊考慮加入一個報導基因模組(GFP)，作為「質體活性」的指標。這個報導基因不參與多巴胺的合成，也不應干擾代謝流量。為了達成這個目的，研究人員希望能透過誘導的方式控制其表現，使其在需要時才啟動，並能以綠螢光訊號(GFP)回報質體是否仍存於大腸桿菌內且依然具有活性。請根據此想法在質體後端加入合適的報導基因(GFP)以及其啟動子模組(實驗操作 #5)。

三、 實驗操作：

#1 選擇適合的 DDC gene (3 分)

_____

#2 選擇適合的 HpaB 啟動子 (3 分)

_____

#3 選擇適合的 Ddc 啟動子 (3 分)

_____

#4 選擇適合的 Ori 複製起點 (3 分)

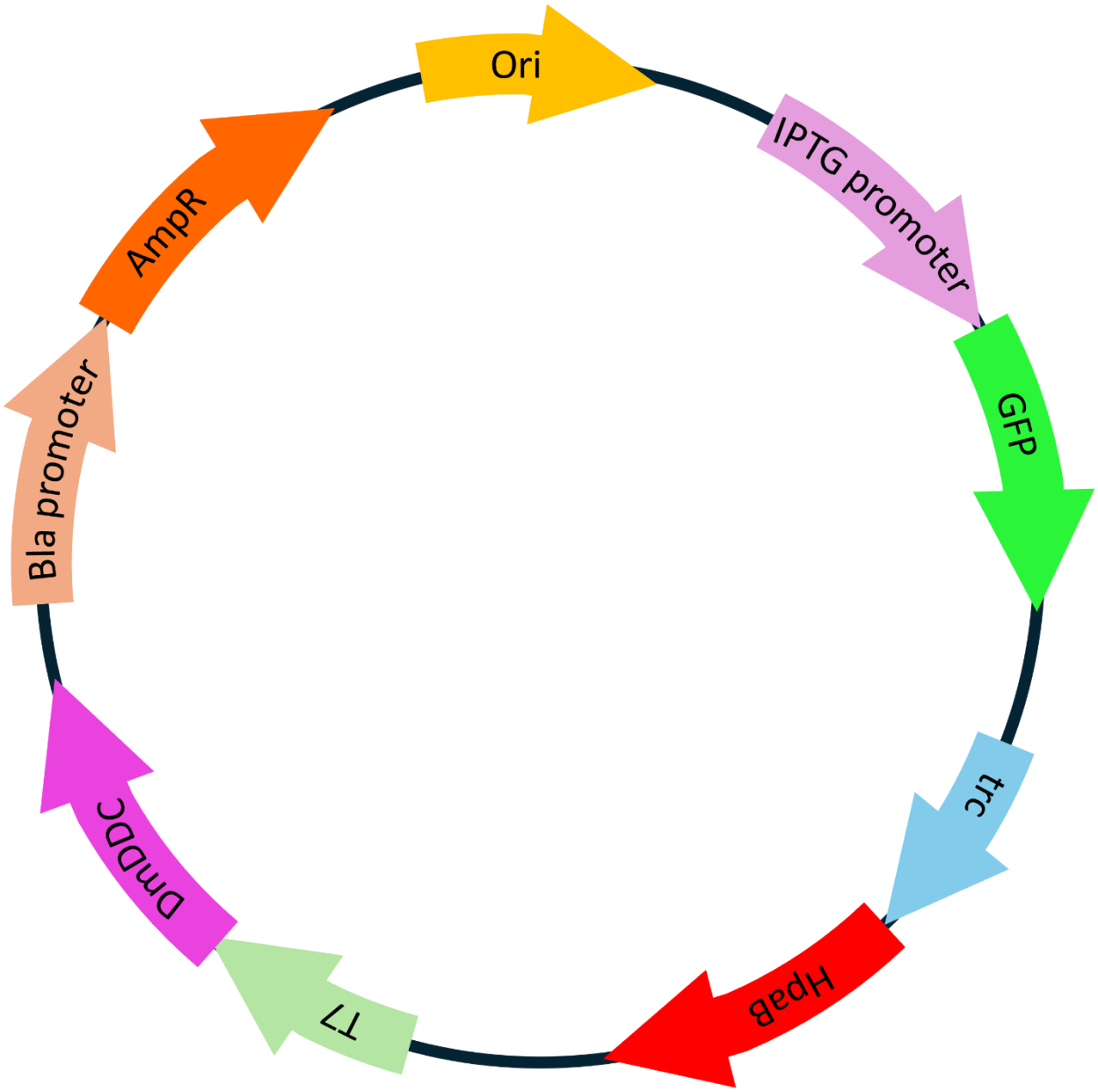
_____

#5 選擇適合的 GPF 啟動子 (3 分)

_____

#6　請依照題目敘述拼貼出符合需求的質體（每個模組 3 分）。

(請將答案黏貼在各題下方作答區域)



四、 回答問題：

1. GFP 的螢光表現是否能代表 DDC 的表現？請說明原因。(8 分)

答：

2. 在 Dopamine 的代謝路徑圖中，磷酸烯醇式丙酮酸(PEP)是一個關鍵調控點。PEP 可以進入糖解作用，經由 pykA 酵素轉換為 pyruvate，進一步流入 TCA 循環；但它同時也是合成 L-DOPA 的重要前驅物。若過多的 PEP 被轉換為 pyruvate，會減少多巴胺合成的產率。
研究人員曾嘗試透過兩種策略來改善這個問題：

   1. 抑制 pykA，減少 PEP 流入 TCA 循環。 (6 分)
   2. 增加 ppsA 的表現，將 pyruvate 重新轉換回 PEP，補充前驅物。 (6 分)

   請個別針對這兩個思考方向設計策略，**直接在質體架構中加入或修改內源基因的模組**，以優化 PEP 的利用效率並提升 Dopamine 的產量。

答：

(1)

(2)

【試題結束】

生物科　試場 D203　試題 B

實驗器材：

器材一	數量
微量分注器 (1 mL)	1 支
微量吸管尖 (1 mL)	1 盒
微量離心管架	1 個
15 mL 試管架	1 個
500 mL 燒杯 (丟棄微量吸管尖)	1 個
細奇異筆	1 支
浮板	1 個

器材二	數量
(A) 嬰兒配方奶 (15%)	1 mL
(B) 含糖碳酸飲料	1 mL
(C) 零卡碳酸飲料	1 mL
(D) 二次水	1 mL
本氏液	5 mL
2 mL 微量離心管	4 支
手套	1 雙
面紙	1 包

※請注意※

1. 本試場所需之器材與材料皆已置於桌上，請**確實核對**清單上所列各項物品。若有短缺，請立刻舉手向評審老師報告。
2. **所有器材與材料用完後，不再補發。**
3. A、B 卷作答時間**共 60 分鐘**。
4. 本試卷(B 卷)**共 4 頁**，交卷時全部繳回。
5. **每頁試卷均需填寫競賽編號，除解題過程及作答需要外，不可在試卷上填寫任何記號。**

題目：配方奶與含糖飲料的代謝比較 (共 50 分)

一、實驗說明：

近期知名廠商發布影音指出，部分嬰兒配方奶的含糖量偏高，甚至接近市售含糖飲料，引發大眾對嬰兒營養與健康的關注。糖類是重要的能量來源，不同種類與濃度的糖分，會影響細胞代謝的速率與身體的負擔。

本題組透過簡化實驗設計，將 **(A)嬰兒配方奶**（15%，按照該配方奶廠商標示之泡製方式製備）、**(B)市售含糖碳酸飲料**（已完成退氣處理 degas）、**(C)市售零卡碳酸飲料**（已完成退氣處理 degas）與 **(D)二次水**（負控制組）所含糖分作比較。

本實驗題組使用本氏液（Benedict 試劑）檢測糖分。本氏液是一種淺藍色化學試劑，由硫酸銅、檸檬酸鈉和碳酸鈉配製而成，主要用來檢測還原性糖，包括所有的單糖和除蔗糖之外雙糖。本氏液與含醛基之還原糖反應時會將硫酸銅中的二價銅離子（Cu^{2+}）還原成一價銅離子（Cu^{+}），並以氧化亞銅（Cu_2O）的形式產生紅色沉澱。請根據實驗結果進行記錄，回答後續問題並進行推論。

二、實驗操作或圖示：

實驗目的：以本氏液檢測還原糖，比較 (A) ~ (D) 樣品還原糖相對含量。

實驗步驟：

1. 標記試管：A、B、C、D 各 1 支。
2. 分裝樣品：每管加入樣品 0.5 mL。
3. 加本氏液（請配戴手套）：加入 0.5 mL 本氏液（與樣品 1:1 體積）。
4. 混勻＋水浴：將樣品插入浮板，舉手比出 **1** 交給監考人員置於 60 ℃ 熱水浴（管口朝上，勿浸沒），自行計時反應 10 分鐘，反應完畢舉手比出 **2** 由監考人員取回，冷卻 1 分鐘。
5. 判讀顏色：由藍 → 綠 → 棕 → 橘 → 磚紅。
6. 提供葡萄糖標準液（0 ~ 10 w/v %，如圖 1），可以此對照 (A) ~ (D)樣品的分級。
7.

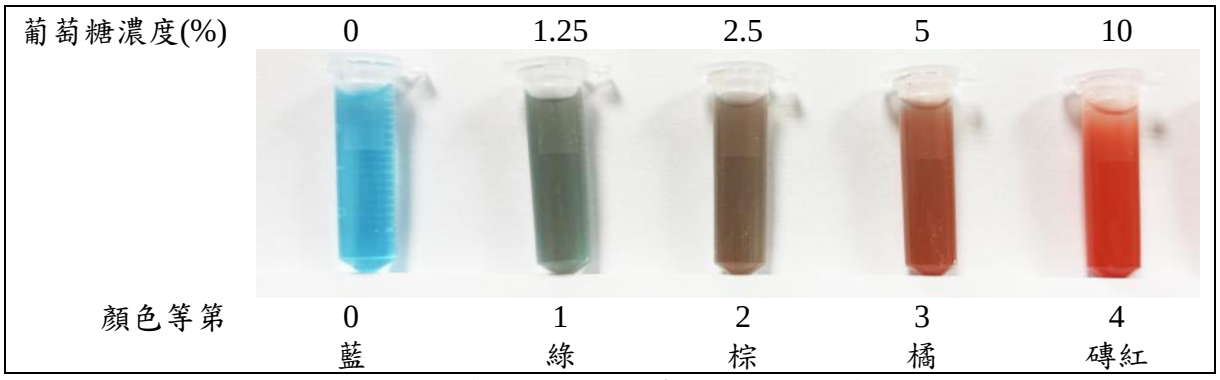


圖 1：葡萄糖標準液濃度與顏色等第

8. 記錄：以 0 ~ 4 分等第及色票（0=藍、1=綠、2=棕、3=橘、4=磚紅）評分，並記錄於表 1。
9. 微量分注器使用完畢，調回最大值刻度(1000)（未調回扣總分 2 分）。

備註：本氏液屬強鹼且含銅鹽，請**配戴手套**及**眼鏡或護目鏡**小心操作，含反應液之微量離心管於考試後交由監考人員統一回收處理。

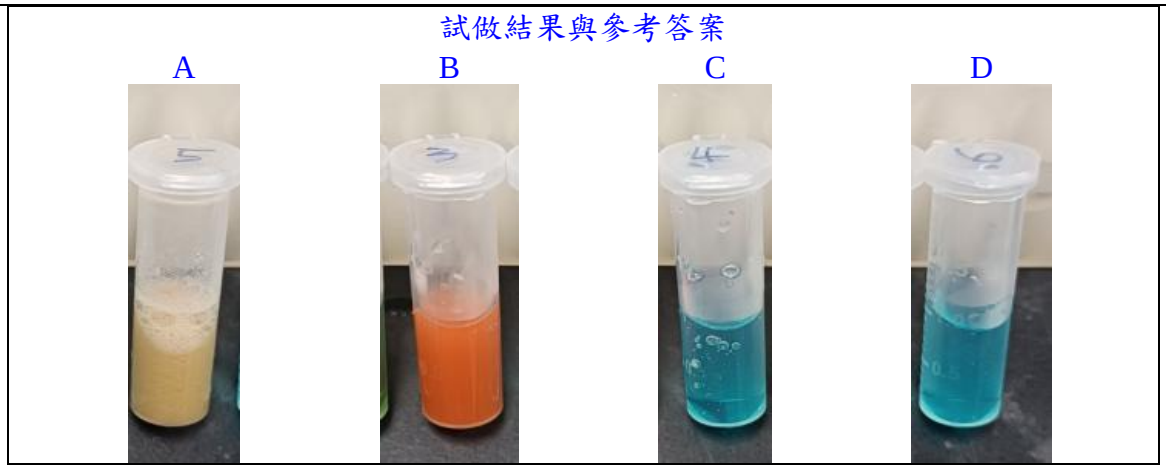
三、回答問題：

1. 實驗結果紀錄表 (16 分)

表 1：本氏液檢測色階紀錄（顏色等第請參考圖 1）

樣品	顏色等第（0~4）	顏色與外觀描述（澄清/沉澱/混濁）
(A) 配方奶		
(B) 含糖碳酸飲料		
(C) 零卡碳酸飲料		
(D) 二次水		

試做結果與參考答案



2. 根據本氏液還原糖檢測，(A)嬰兒配方奶、(B)含糖碳酸飲料與(C)零卡碳酸飲料(D)二次水所含糖分由高至低順序為何？（2 分）

答：

3. 請說明本氏液檢測之氧化還原反應中，何者為還原劑？何者為氧化劑？顏色判讀邏輯為何？（6 分）

答：

4. 本題以 0.5 mL 樣品＋0.5 mL 本氏液、60 °C 水浴 10 分鐘。若想提升鑑別度，請提供兩個可行的改良策略並說明原因。(6 分)

答：

5. 說明為何需要同時檢測 (C) 零卡碳酸飲料與 (D) 二次水？預期它們在本氏液中的反應差異與用途？（4 分）

答：

6. 利用本氏液測試比較不同飲品之糖類有什麼樣的限制，會導致結果判讀受到影響？請列出兩項（4 分）

答：

7. 雖然配方奶含糖分，媒體以「配方奶含糖量 ≈ 含糖飲料」做比較並討論其對嬰幼兒健康之影響。請簡述三項配方奶與市售碳酸含糖飲料之差異（例如：營養組成結構、攝食情境與代謝負擔等面向），並總結此比較是否妥當。（12 分）

答：

【試題結束】

【器材整理】

1. 考試結束請將桌面擦拭乾淨。
2. 請將試卷第 1 頁所列「器材一」放置於桌面右上角。
3. 請將試卷第 1 頁所列「器材二」放進「封口袋」內，帶至門口回收箱統一處理。

生物科　試場 D205　試題

實驗器材：

器材一	數量
計時器	1 臺
簽字筆	1 支
微量離心管架	1 個
50 mL 離心管架	1 個
50 mL 玻璃燒杯(裝有蒸餾水)	1 個
手套	1 雙
尖鑷	1 把
小剪	1 把

器材二	數量
0.1 mg/mL DPPH	5 mL
50 mg/mL 維生素 C 樣本	10 mL
10 mM NaOH	10 mL
10 mM HCl	10 mL
蒸餾水(於器材一 50 mL 燒杯內)	20 mL
鋁箔紙	1 張
微量離心管	30 個
96 微孔盤	1 個
1 mL 針筒	6 支
石蕊試紙	20 張
文蛤	4 顆
單面刀片	1 把
滴管	3 支
標準人工海水	2 份
去鈣離子人工海水	1 份
高鉀離子人工海水	1 份

※請注意※

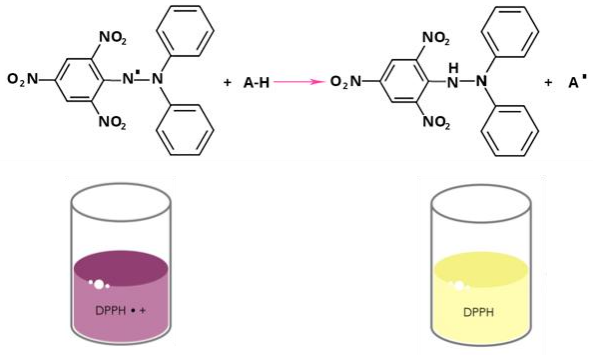
1. 本試場所需之器材與材料皆已置於桌上，請**確實核對**清單上所列各項物品。若有短缺，請立刻舉手向評審老師報告。
2. **所有器材與材料用完後，不再補發。**
3. 作答時間**共 60 分鐘**。
4. 本試卷**共 5 頁**，交卷時全部繳回。
5. **每頁試卷均需填寫競賽編號，除解題過程及作答需要外，不可在試卷上填寫任何記號。**

試題一：不同 pH 值之維生素 C 對清除自由基能力的影響

一、實驗說明：

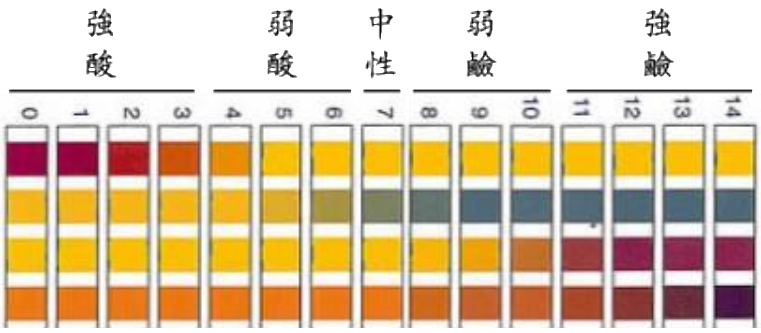
自由基 (free radical) 是體內代謝過程中產生的高反應性分子，若過量累積會造成細胞氧化壓力，進而引發老化或疾病。維生素 C 能提供電子或氫原子以中和自由基，降低自由基對細胞的傷害。

DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) 結晶粉末為紫色，是一種穩定的自由基，當遇到抗氧化劑時會被還原成黃色或無色。因此可利用吸光值 (517 nm) 估算物質的抗氧化能力。



氧化態 DPPH　　還原態 DPPH

（圖一、DPPH 變色示意圖）



pH值色卡

（圖二、石蕊試紙於不同 pH 值下之呈色）

二、實驗操作或圖示：

1. 準備微量離心管，使用簽字筆標示組別。
2. 於微量離心管中使用蒸餾水稀釋維生素 C 樣品並混合均勻。
3. 用 1 mL 針筒取 100 µL DPPH 至 96 微孔盤中。
4. 用 1 mL 針筒取 100 µL 稀釋之維生素 C 樣品加入至含有 100 µL DPPH 之 96 微孔盤中。
5. 輕拍搖晃 96 微孔盤，使用鋁箔紙避光靜置 10 分鐘後，觀察顏色變化。

三、回答問題：[請於答案卷回答]

1. 請將維生素 C 樣本進行適當稀釋成 6 管後（12 分），按上述的實驗操作找出清除自由基所需之最低濃度（需寫出樣本最終濃度（4 分）和稀釋（9 分）的過程）。

2. 維生素 C 的抗氧化能力會受到 pH 值的影響，請利用本試場提供的 HCl、NaOH 和蒸餾水調整維生素 C 至指定 pH 值。

   (1) 先將維生素 C 稀釋至 50 µg/mL 並記錄稀釋方法。（3 分）

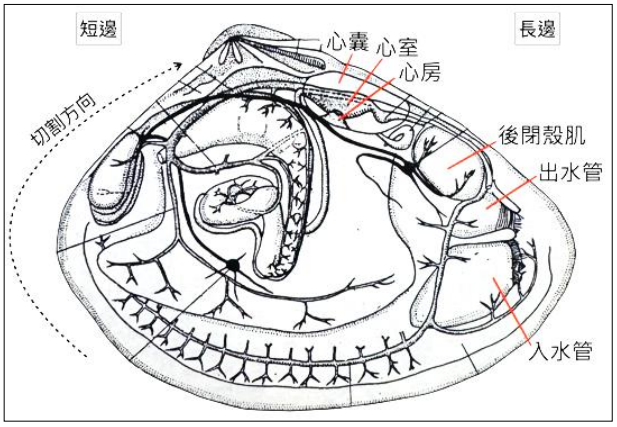
   (2) 承上題，使用上步驟所配置之 50 µg/mL 維生素 C 進行酸鹼滴定，使最終濃度為 25 µg/mL，體積為 1 mL。並於下方表格記錄指定 pH 值（pH=3、5、7、9、11；以石蕊試紙檢測並參照圖二色卡）所使用之 HCl、NaOH 以及蒸餾水的體積。（15 分）

   (3) 承上題，請依據二、實驗操作所述流程分別測試上題所配置之不同 pH 值維生素 C 的抗氧化效果，並根據實驗結果討論 pH 值是如何影響維生素 C 的抗氧化能力？（7 分）

試題二：文蛤心跳觀察

一、實驗操作或圖示：

1. 請對照附圖將手上的文蛤絞合處朝上、外殼的短邊在左、長邊在右、開口處朝下。
2. 利用單面刀片自開口處插入，並沿著外殼短邊輕輕劃開，必要時可輕輕以刀片掰一下協助開殼。
3. 持尖鑷深入殼內將粘附於上殼的外套膜摳下，如有需要可以小剪切斷沾黏處。
4. 分離上殼，並將文蛤置於盤上找到心臟並觀察。



（圖三、文蛤解剖示意圖）

二、回答問題：[請於答案卷回答]

1. 在進行完整的科學研究時需設定比較基準值並顧及包含生物性重複、技術性重複等要求方能對所得之結果具有足夠信心。現擬驗證不同條件的人工海水對文蛤心跳的影響，請參考範例表示方式以代號表示操作流程，並盡可能設計完整的實驗。(10 分)

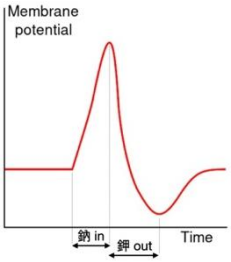
選項：
(A) 解剖文蛤 (B) 加入並浸潤「指定條件人工海水」兩分鐘
(C) 量測心跳次數並計時一分鐘 (D) 加入並浸潤「標準人工海水」兩分鐘
(E) 更換新文蛤
例：實驗操作-解剖文蛤並量測於標準人工海水時一分鐘心跳次數；回答方式：A→D→C

問題：擬驗證「去鈣離子人工海水」對文蛤心跳的影響（請回答實驗設計流程）

2. 為簡化實驗流程，請僅針對以下表格要求分別記錄指定條件下的心跳次數。(20 分)

文蛤代號	標準人工海水（次/1 分鐘）	去鈣離子人工海水（次/1 分鐘）
1 號文蛤		
	平均：	平均：
文蛤代號	標準人工海水（次/1 分鐘）	高鉀離子人工海水（次/1 分鐘）
2 號文蛤		
	平均：	平均：

3. 以脊椎動物為例，請分別繪製（1）心肌動作電位與（2）心肌節律點電位的波形。並參考附圖神經動作電位的繪圖方式於圖中標示鈉、鉀、鈣三種離子的進出情形。(10 分)



4. 河口環境因每日受潮汐與淡水涇流影響故其每日鹽度變化大，已知文蛤常生長於河口入海淺灘處的沙地中，試對上述試題中「去鈣離子人工海水」對文蛤心跳的影響推論一合理的假說解釋。(10 分)

【試題結束】

試題一：不同 pH 值之維生素 C 對清除自由基能力的影響 答案卷

1. 請將維生素 C 樣本進行適當稀釋成 6 管後，按上述的實驗操作找出清除自由基所需之最低濃度（需寫出樣本最終濃度和稀釋的過程）。

管數	1	2	3	4	5	6
維生素 C 濃度(μg/mL)						

(每格 2 分，共 12 分)

＊稀釋過程：

(9 分)

＊最低濃度：

(4 分)

2. 維生素 C 的抗氧化能力會受到 pH 值的影響，請利用本試場提供的 HCl、NaOH 和蒸餾水調整維生素 C 至指定 pH 值。

（1） 先將維生素 C 稀釋至 50 μg/mL 並記錄稀釋方法。

＊稀釋方法：

(3 分)

（2） 使用上步驟所配置之 50 μg/mL 維生素 C 進行酸鹼滴定，使最終濃度為 25 μg/mL，體積為 1 mL。並於下方表格記錄指定 pH 值所使用之 HCl、NaOH 以及蒸餾水的體積。

樣本 pH 值	HCl (mL)	NaOH (mL)	蒸餾水 (mL)
3			
5			
7			
9			
11			

(每格 1 分，共 15 分)

（3） 請分別測試上題所配置之不同 pH 值維生素 C 的抗氧化效果，並根據實驗結果討論 pH 值是如何影響維生素 C 的抗氧化能力？。

(7 分)

試題二：文蛤心跳觀察 答案卷

1. 進行完整的科學研究時需設定比較基準值並顧及包含生物性重複、技術性重複等要求方能對所得之結果具有足夠信心。現擬驗證不同條件的人工海水對文蛤心跳的影響，請參考範例表示方式以代號表示操作流程，並盡可能設計完整的實驗。(10 分)

選項：
(A) 解剖文蛤 (B) 加入並浸潤「指定條件人工海水」兩分鐘 (C) 量測心跳次數並計時一分鐘
(D) 加入並浸潤「標準人工海水」兩分鐘 (E) 更換新文蛤
例：實驗操作-解剖文蛤並量測於標準人工海水時一分鐘心跳次數；回答方式：A→D→C

＊問題：擬驗證「去鈣離子人工海水」對文蛤心跳的影響（請回答實驗設計流程）

(10 分)

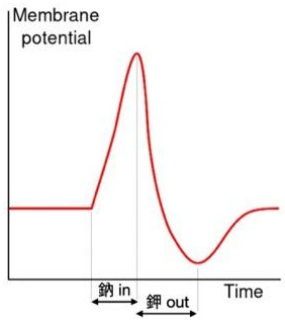
2. 為簡化實驗流程，請僅針對以下表格要求分別記錄指定條件下的心跳次數。

文蛤代號	標準人工海水（次/1 分鐘）	去鈣離子人工海水（次/1 分鐘）
1 號文蛤		
	平均：	平均：
文蛤代號	標準人工海水（次/1 分鐘）	高鉀離子人工海水（次/1 分鐘）
2 號文蛤		
	平均：	平均：

(20 分)

3. 以脊椎動物為例，請分別繪製（1）心肌動作電位與（2）心肌節律點電(位的波形。並參考附圖神經動作電位的繪圖方式於圖中標示鈉、鉀、鈣三種離子的進出情形。

心肌動作電位 (5 分)	心肌節律點電位 (5 分)



（4） 河口環境因每日受潮汐與淡水涇流影響故其每日鹽度變化大，已知文蛤常生長於河口入海淺灘處的沙地中，試對上述試題中「去鈣離子人工海水」對文蛤心跳的影響推論一合理的假說解釋？。

(10 分)

三、口試題

生態 口試題目

1. 請問您養過什麼動物，或是種過什麼植物？您從飼養或種植的過程中，學到那些跟生物有關的知識？
2. 請問您曾經在野外觀察過動物或植物嗎？有沒有什麼讓您印象最深刻的物種？
3. 如果您是一個生物學家，您是否會從這些觀察過的生物找到有趣的研究題材？您要如何下手設計實驗？
4. 據您所知，台灣現在面臨最嚴重的生態考驗有哪些？需要進行哪些措施來挽救這些瀕危的物種，或是受到威脅的生態系？
5. 請問造成都市化效應的成因為何？
6. 請舉例說明都市化效應如何衝擊生物多樣性？
7. 承上述舉例，如何收集數據去證實確實是都市化造成？
8. 都市常見生物，通常都會具有哪些特徵？

細胞 口試題目

1. 你平日會用 AI 做些什麼？在生醫科學的領域，你認為 AI 未來的功能可能會有哪些？所以有哪些工作可能會/不會被淘汰？
2. 生物醫學界這兩年有哪些比較受到矚目的重大研究發現？未來可能為這個領域帶來重大改變。
3. 2025 年諾貝爾生理醫學獎頒發給發現〝調節性 T 細胞〞，試問調節性 T 細胞在身體上的功能是甚麼?主要調控的基因是甚麼?
4. 在腫瘤環境中，抑癌基因通常會呈現甲基化還是乙醯化?為什麼?
5. 為什麼同一個基因在不同組織中可以表現出不同蛋白質？
6. 家族疾病僅見母系傳遞，如何判斷為粒線體遺傳或 X 連鎖顯性？需哪些家系訊息與檢測？
7. 3D 細胞培養/類器官相較 2D 細胞培養的優缺點。
8. 什麼是液態切片 (Liquid Biopsy)？相較於傳統的組織切片，它在癌症診療上有哪些優勢？並請指出其目前的侷限性。

動物 口試題目

1. 請定義神經傳導物質並舉出三種種類
2. 請舉出兩種神經傳導物質的作用方式
3. 請問 dopamine/ACh/5-HT 分別與哪些疾病有關
4. 請列舉腫瘤細胞的 4 個以上特徵
5. 目前的癌症化療藥物為什麼會導致病人掉頭髮或腸胃道受損？

6. 殺死快速分裂細胞可能會傷害正常細胞，如果今天要你設計一種「只殺癌細胞、不傷正常細胞」的藥物，你會選擇攻擊腫瘤的哪一個特徵？為什麼你覺得那個特徵是癌細胞獨有，而正常細胞絕對沒有的？
7. 糖尿病和胰島素的分泌有著密切的關連性，試問胰島素如何調控血糖？血糖升高會導致糖尿病，何謂第 1 型糖尿病?第 2 型糖尿病?
8. 為了要以動物實驗來證實人蔘萃取物在某個濃度範圍內有降血糖的功能，試問：前述所提的動物實驗至少要設計幾個組別才能滿足上述所提及的人蔘降血糖的功效？
9. 接上題，以目前生物科所學的知識而言，人蔘降血糖的動物實驗，要測何種指標的改變能證實人蔘的功效?又要測何種指標的改變能證實人蔘的安全性？(以目前生物學的知識，各舉出 2 例)

植物 口試題目

1. 甚麼是「光呼吸」?
2. 光呼吸對作物的生產力會有何影響?光呼吸對水稻和玉米的生產力影響程度相似嗎？
3. 科學上，我們可以如何利用生物技術來降低光呼吸對作物生產力的影響?
4. 植物生長需要多種礦物營養素，試列舉三種最重要的，並說明其功能。
5. 根圈微生物能促進植物吸收礦物營養，試列舉兩種這類微生物，並說明其功能。
6. 礦物營養元素可分為"可移動"與"不可移動"兩類。當這些元素缺乏時，在植物生長上會有什麼主要差異?
7. 氣候變遷會影響哪些環境因子，影響情形為何?
8. 從植物生理上討論氣候變遷對植物的影響?
9. 從生態上討論氣候變遷對植物的影響?