

2024 年中華民國生物奧林匹亞競賽

國手選拔複賽

A 卷



1. 單選題：共 79 題，共 98 分。

第 01~12、17~19、21~23、25~27、30~35、37~42、44~46、48~56、59~61、64~75 題為 1 分題，計 60 分

第 13~16、20、24、28~29、36、43、47、57~58、62~63、76~79 題為 2 分題，計 38 分

2. 填充 1 題：共 1 題，共 2 分。

3. 本卷共計 100 分。

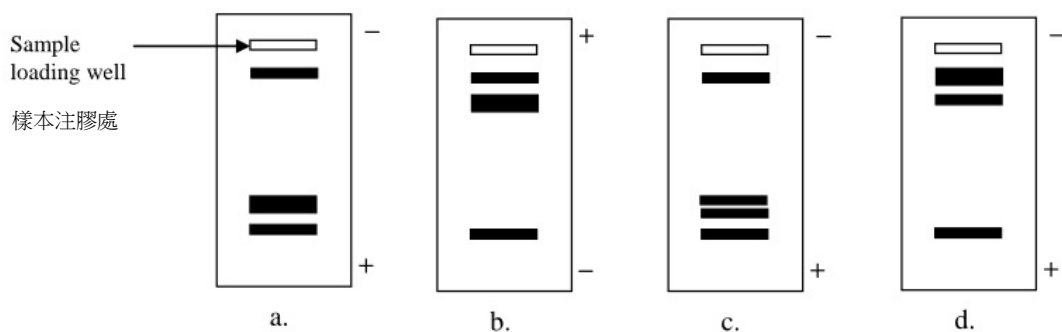
注意事項： 1. 本考試測驗時間為 **100** 分鐘。

2. 本試題乙本共 **25** 頁（不含封面），繳卷時必須繳回「答案卡」及「答案卷」，試卷，考試後可攜回。

3. 作答方式：請用 **2B** 鉛筆在「答案卡」上作答，修正時若以橡皮擦修正必須擦拭乾淨。「答案卷」請用藍色或黑色原子筆作答，以鉛筆作答者不計分。

一、單選題：

- 根據小寶看病時的自訴，出國旅遊時曾被壁蝨(ticks)叮咬過，醫師首先應排除下列何種疾病的可能？(1 分)
 - 焦蟲症(babesia)
 - 黑熱病(kala azar)
 - 萊姆症(lyme disease)
 - 邊蟲症(anaplasmosis)
 - 艾利希體症 ehrlichiosis)
- 下列何者是胞殺性 T 細胞攻擊的最主要目標？(1 分)
 - 血液中的病毒
 - 移植的外來細胞
 - 被抗體結合的細菌
 - 被病毒感染的細胞
 - 被 CD8 分子標定的外來細胞
- 下列有關外泌體(exosome)的敘述，何者錯誤？(1 分)
 - 大小約 30-150 奈米
 - 具脂質雙層膜的結構
 - 功能只有排出細胞內廢物
 - 也有細胞間訊息溝通的功能
 - 內含物包括 DNA、RNA、miRNA、脂質及蛋白質
- 利用核酸限制酶切割一個環狀的 DNA 質體，已知可切出 200 bp、400 bp、以及 900 bp 等三個片段，然後將切割後的片段用瓊脂糖凝膠 (agarose gel) 進行電泳分離。下列何者為正確的實驗預期結果？(1 分)



- a
- b
- c
- d
- 以上均不正確

5. 小寶分析一段人類 DNA 序列，試圖找出此序列是否與某一疾病相關，下列何組數據顯示此序列與此疾病**最不相關**？(1 分)

組別	患病族群具有此序列的比例	健康族群具有此序列的比例
(A)	10%	90%
(B)	90%	10%
(C)	20%	80%
(D)	35%	65%
(E)	52%	48%

6. 將生長於 37°C 的大腸桿菌培養基移到 20°C 環境下讓它繼續生長，歷經數個世代後，此時新生的細胞膜會有何種改變來適應此新環境？請選出一個最恰當的答案。(1 分)

- (A) 增加細胞膜中的磷脂含量
- (B) 增加細胞膜中的離子通道
- (C) 增加細胞膜中的蛋白質含量
- (D) 增加細胞膜中的不飽和脂肪酸含量
- (E) 增加細胞膜中的脂肪酸疏水尾端長度

7. 2009 年，因發現染色體端粒及端粒酶(telomeres and telomerase)保護機制，伊莉莎白·布萊克本、卡羅爾·格雷德、傑克·索斯塔克三人共同獲諾貝爾醫學獎。研究結果說明端粒在細胞壽命和健康的重要性，對細胞壽命、疾病和癌症等產生了深遠影響。下列有關端粒縮短與老化的關係敘述，何者正確？(1 分)

- (A) 端粒縮短抑制凋亡
- (B) 端粒縮短導致細胞增殖加快
- (C) 端粒縮短提高 DNA 的穩定性
- (D) 端粒縮短增強細胞的再生能力
- (E) 端粒縮短與細胞分裂次數有關

8. 自噬(autophagy)是細胞自我分解的途徑，為控制細胞生理的重要關鍵之一。它參與多項生物功能，包括保養、腫瘤抑制、免疫調節等。自噬功能異常與多種人類疾病相關。2016 年，大隅良典因對自噬的重要貢獻獲得諾貝爾生理學或醫學獎。下列有關細胞凋亡(apoptosis)與壞死(necrosis)的最主要區別敘述，何者正確？(1 分)

- (A) 凋亡導致炎症反應，而壞死則不導致
- (B) 凋亡發生在單個細胞，壞死發生在細胞群
- (C) 壞死涉及細胞膜的破壞，而凋亡則不涉及
- (D) 壞死是有序的細胞死亡過程，而凋亡是無序的
- (E) 凋亡是自然發生的，而壞死是由外部因素引起的

9. 細胞老化(aging)是指細胞因多種內外部因素的影響而失去其正常功能和能力的過程。細胞老化與個體老化和多種慢性疾病的發展有關，因此在醫學和生物學研究中受到廣泛關注。下列何種現象在細胞老化過程中，是最常見的？(1 分)
- (A) DNA 損傷的積累
 - (B) 粒線體活性的提高
 - (C) 蛋白質合成的加速
 - (D) 電離輻射傷害的減少
 - (E) 增加細胞分裂的頻率
10. 細胞週期素(cyclin)能藉由下列何種機制直接調控細胞週期？(1 分)
- (A) 降解組蛋白(histone)
 - (B) 生長因子受體的磷酸化
 - (C) 激活 G 蛋白(G protein)
 - (D) 啟動進行 DNA 複製所必需的基因
 - (E) 激活細胞分裂關鍵調節因子的蛋白質激酶
11. 下列何種初級訊息傳遞訊分子是親脂性的，可以穿透細胞膜並與細胞質的受體相互作用？(1 分)
- (A) 雌激素(estrogen)
 - (B) 表皮生長因子(EGF)
 - (C) 轉化生長因子(TGF β)
 - (D) 百日咳毒素(pertussis toxin)
 - (E) 血小板衍生生長因子(PDGF)
12. 小寶近期鑑定出一種分子，相信它在訊息傳遞路線中扮演著重要的角色。然而，目前我們所了解有關這個分子的唯一資訊是它具有親水性。你預期這個分子會在哪裡與受體進行最初的作用？(1 分)
- (A) 囊泡內
 - (B) 細胞核內
 - (C) 細胞質內
 - (D) 細胞膜的內側表面
 - (E) 細胞膜的外側表面

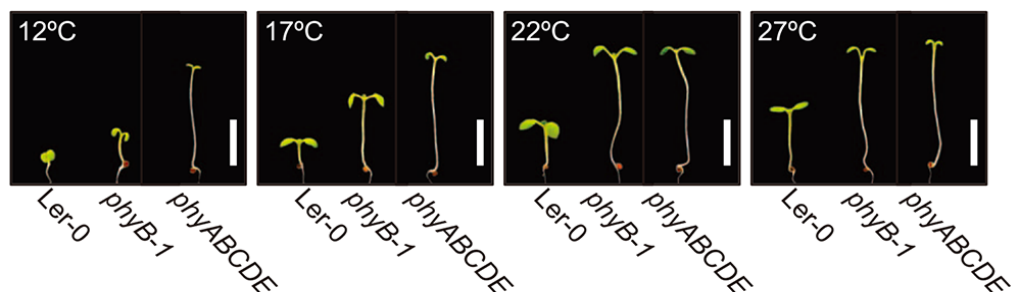
13. 下列有關全身性紅斑性狼瘡(systemic lupus erythematosus, SLE)的敘述，何者正確？(2 分)
- (A) 可用病人血清 IgE 抗體含量做為指標做診斷
 - (B) 病名源自首位患者被狼咬過而造成臉部紅斑
 - (C) 好發於高齡免疫力降低的女性，男女發生比例約為 1:3
 - (D) 患者免疫系統會攻擊皮膚、關節、腎臟、神經系統，造成發炎
 - (E) 患者產生抗雙股 DNA 抗體 (anti-dsDNA Ab) 造成疾病，屬遺傳性疾病與環境因子無關
14. 人類體細胞大約分裂複製 40 次之後便會停止分裂而死亡，這是由於每次分裂之後其染色體長度便會減短一些。下列何者是體細胞染色體隨著分裂次數增加而逐漸減短的原因？(2 分)
- (A) 體細胞的端粒酶(telomerase)不具有活性
 - (B) 體細胞具有端粒酶基因，但不會加以表現
 - (C) 體細胞的 DNA 複製酶會將端粒酶加以分解
 - (D) 體細胞在胚胎發育過程中會經由基因刪除過程，將其端粒酶基因加以刪除
 - (E) 體細胞的 DNA 複製酶活性會隨細胞年齡而逐漸衰退，以致無法複製出完整的端粒
15. CRISPR(Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats, CRISPR)技術已經在生物學、醫學和農業等領域取得了巨大的突破，但也同時引發了倫理和道德等爭議。下列何者為 CRISPR 技術最關鍵的步驟？(2 分)
- (A) 轉錄 mRNA
 - (B) 抑制基因表現
 - (C) 增強基因表現
 - (D) 切割 DNA 雙股
 - (E) 複製 DNA 序列
16. 下列何者為極性細胞最主要的特徵？(2 分)
- (A) 具有隨機方向的組織
 - (B) 各個面皆被基底膜包覆
 - (C) 能夠形成多個相連的細胞層
 - (D) 只與細胞外基質(ECM)而不與其他細胞結合
 - (E) 細胞具有明顯的頂端(apical)和基底側(basolateral)

17. 高等植物的固碳酵素核酮糖-1,5-二磷酸羧化酶/加氧酶(Rubisco)之敘述，何者正確？(1 分)
- (A) 是由兩個大次單元與兩個小次單元所構成之蛋白質
 - (B) 大、小次單元係均由葉綠體基因組所合成與組裝
 - (C) 其固碳效率不高，因此演化出具有二氧化碳濃縮機制的「克蘭茲解剖構造」(Kranz anatomy)
 - (D) 植物的光呼吸作用與磷酸烯醇丙酮酸羧化酶(也稱為 PEP 羧化酶、PEPCase)有關，與 Rubisco 無關
 - (E) Rubisco 的活化依賴氧氣與鈣離子
18. 下列有關於植物細胞原生質連絡絲(plasmodesmata)的敘述，何者正確？(1 分)
- (A) 可分為初生原生質絲(primary plasmodesmata)及次生原生質絲(secondary plasmodesmata)兩者，初生原生質絲在母細胞出現，而次生原生質絲在其子細胞出現
 - (B) 原生質連絡絲壁可分為三層：細胞膜、胞質套筒(cytoplasmic sleeve)以及連絡微管(desmotubule)
 - (C) 原生質連絡絲是質體外途徑(apoplast pathway)運輸的主要元件
 - (D) 連絡微管由細胞骨架的中間絲(Intermediate filaments)構成，這可能也是原生質連絡絲控制物質運輸的機制之一
 - (E) 原生質連絡絲的管口部分聚集胼胝質(callose)，使原生質絲的管徑縮小控制物質運輸，因此病毒無法藉由其運動蛋白入侵鄰近細胞
19. 下列植物根部吸收土壤礦物質的相關敘述，何者正確？(1 分)
- (A) 土壤團塊帶正電荷，可吸附銨鹽等陽離子礦物質
 - (B) 植物根部可利用土壤團塊的離子交換作用，吸收硝酸鹽
 - (C) 在鹼性土壤中，鋅元素易於被植物吸收利用
 - (D) 鉀元素屬於水稻的微量營養元(micronutrients)，易由土壤中吸收足夠鉀鹽
 - (E) 鐵元素不易被植物吸收利用，根部可分泌有機型式的螯合物(chelating agents)來幫助吸收

20. 植物次級代謝物(secondary metabolites)，是其產生的小分子產物。一般而言，並非生物生存所必須物質，不像許多普遍的大分子如蛋白質、核酸和多醣類用以製造生物生命進行過程中的基礎結構。因為沒有適當的運用器官，往往在代謝作用中被移出而轉移到液泡或儲存於樹皮，被視為代謝廢棄物，然而在某些特殊狀態，則具有防衛機制及調節者分子的角色。下列次級代謝物的相關敘述，何者**錯誤**？(2 分)
- (A) 人類歷史中最著名的次級代謝物就是用來治療人體細菌感染的「青黴素」
 - (B) 相較於植物次級代謝物單寧酸(tannic acid)，咖啡含植物初級代謝物(primary metabolites)，可做為飲品
 - (C) 植物次級代謝物主要可分為萜烯類(terpenoids)、酚類(phenolics)、含鐵化合物類等三大類
 - (D) 抗癌紫杉醇屬於植物次級代謝物的萜烯類物質
 - (E) 植物次級代謝物奎寧(quinine)可治鎌刀型血球貧血症
21. 有關光合色素的層析分離的敘述，下列何者正確？(1 分)
- (A) 大部份植物光合色素僅可分離出葉綠素 a 和葉綠素 b
 - (B) 色層分析法包含移動相即可
 - (C) 此實驗的應變變因是展開液成分
 - (D) 此實驗的操縱變因是色素移動距離
 - (E) 由測得未知物的 Rf 值可以推斷此未知物為何種色素
22. 有關植物激素 ABA 相關的敘述，下列何者正確？(1 分)
- (A) 抑制種子內儲藏性蛋白的累積
 - (B) 當種子成熟時其含量會大量增加
 - (C) 葉子枯萎掉落乃是其含量較多的緣故
 - (D) 玉米穗上發芽乃是其含量較多的緣故
 - (E) 乾旱逆境時其含量顯著下降、茉莉酸含量增加

第 23-24 為題組

下圖是阿拉伯芥幼苗在不同溫度下生長的結果。Ler-0: 野生型；*phyB-1*: 光敏素 B 缺失的突變體；*phyABCDE*: 5 種光敏素缺失的突變體。根據下圖的外表型，回答問題 23-24：



23. 有關阿拉伯芥幼苗對於溫度的反應，下列敘述何者錯誤？(1 分)
- (A) 較高溫度可以促進細胞的延長
 - (B) 光敏素 B 是阿拉伯芥感應溫度的主要光受體
 - (C) 光敏素可以感應溫度
 - (D) 溫度高時光敏素主要以 Pfr 型式存在
 - (E) 不同型式的光敏素存在會受溫度影響
24. (承上題)，有關上述幼苗的外表型，下列推論何者正確？(2 分)
- (A) 光敏素直接結合至促進細胞延長的基因的啟動子，促進其基因的表現
 - (B) 光敏素直接結合專一性轉錄因子，以促進其下游基因的表現
 - (C) 光敏素直接結合至生長素合成基因的啟動子，促進其基因的表現
 - (D) 相較於 12°C 時，溫度 27°C 時造成抑制更多下游基因的表達
 - (E) 溫度不會影響光敏素的構型
25. 在高溫環境下，植物細胞面臨過度的膜流動性(membrane fluidity)，可能會導致膜結構的不穩定。下列哪項敘述是植物細胞用來調節膜的結構，以應對長時間高溫暴露的環境？(1 分)
- (A) 降低膜結構中膽固醇的含量
 - (B) 改變膜的脂質成分，使其具有更長的脂肪醯基尾部和較少的雙鍵
 - (C) 改變膜的脂質成分，使其具有較短的脂肪醯基尾部和較多的雙鍵
 - (D) 改變膜的脂質成分，使其具有較短且較不飽和的脂肪醯基尾部
 - (E) 降低膜的膽固醇含量並改變脂質成分以具有較短的脂肪醯基尾部

26. 植物和微生物的互動關係，可以明顯地影響植物對環境壓力的適應反應，例如，來自鹽或熱逆境環境的植物內生菌可提高植物在環境壓力條件下的適應性。在乾旱逆境下的土壤微生物群落可以提高植物的耐旱性等，然而植物為什麼會依賴不同的微生物共生體是合作演化的重要問題。植物和微生物共生體的關係，可以分為垂直性傳遞關係和水平重新關聯關係，前者為當植物和微生物共生體呈現跨世代共同傳播現象，後者為每一世代植物和微生物共生體重新建立關聯關係。有關植物與微生物交互作用的敘述，下列哪項敘述最能解釋為何植物會依賴多樣化的共生體，並指出可能的演化合作機制？(1 分)
- (A) 多樣化的微生物共生體可提供植物更多適應環境壓力的選擇，使植物能夠更有效地應對各種不同的逆境環境
 - (B) 多樣化的微生物共生體使植物能夠藉由水平重新結合的方式，在每一世代中更靈活地調整與不同微生物的協作，提高整體適應性
 - (C) 植物透過與多種微生物共生體的互動，能夠獲得更大範圍的基因變化，進而增加對環境壓力的適應性
 - (D) 不同微生物共生體提供各種不同的化學訊號，此訊號可更有效的引導植物的基因表現，導致植物更傾向於與多樣化的微生物共生體協作
 - (E) 多樣化的微生物共生體提供植物在面對環境壓力時的基因多樣性，從而增加植物族群的生存機會
27. 陸地植物演化的重要事件之一是其可能的祖先水生綠藻轉變到陸地環境，稱為陸地化。現今陸地植物最早可辨認的化石來自距今約 4.25 億年前的志留紀晚期，因此推測第一個進入陸地環境生存的植物祖先物種，出現多種形態和生理適應，使植物能夠應對與陸地生活的一系列環境變化，例如水分缺乏。有關植物適應乾燥環境的演化過程，下列哪種植物適應乾燥環境的演化特徵包括根的內皮層(endodermis)和外皮層(exodermis)的形成？(1 分)
- (A) C4 光合作用機制的產生
 - (B) 葉片的增大和氣孔的增多
 - (C) 結構性細胞壁改變
 - (D) 綠色藻類的轉變
 - (E) 光合作用碳濃縮機制(carbon concentrating mechanisms)

28. 春美草(*Claytonia virginica*)是一種生長於北美東部林地的春季開花草本植物，花朵顏色呈現從白色、淡粉色至粉紅色。草食性蛭螭會取食此物種的花朵，此蛭螭偏好取食粉紅色花朵，植株若被嚴重取食有可能會因此而死亡。另外，幫此植物授粉的蜜蜂偏好粉紅色的花朵而不是白色的花朵，因此粉紅色花朵比白色花朵的春美草會有較大的相對結果率。研究人員進行野外調查時發現，不同花色比例在研究的族群中每年都維持穩定的頻率。若研究人員從研究族群中將所有草食性蛭螭皆移除，隨著時間的推移，此族群中花朵顏色的分布推測會發生什麼變化？(2 分)
- (A) 粉紅色花朵的百分比應會隨時間推移而增加
 - (B) 白色花朵的百分比應會隨著時間的推移而增加
 - (C) 花色顏色的頻度應保持不改變
 - (D) 花朵顏色的分布應隨時間呈現隨機波動
 - (E) 花朵顏色最終全部轉變為白色
29. 在植物學中，「無種子維管植物(seedless vascular plants)」指的是一群陸地植物，擁有維管束組織，但不具備種子特徵，其主要繁殖方式為孢子。不同的分類群，如蕨類植物、石松類植物、卷柏類植物等，都歸類於這一類群。然而，在植物演化歷史的相關證據推論中，這些無種子維管植物之分親緣譜系為平行系群(paraphyletic)而非單系群(monophyletic)，形成的因素相當複雜。有關此現象的敘述，下列何者正確？(2 分)
- (A) 與無種子維管植物相較，無維管植物與種子植物有更接近的共同祖先
 - (B) 因無種子維管植物類群溯祖包含他們的共同祖先，此系群同時包含該祖先的有種子後裔
 - (C) 無種子維管植物中，蕨類和石松類植物的親緣較接近
 - (D) 由於生態環境的多樣性，無種子維管植物類群因適應而有不同的演化路徑
 - (E) 此類群包含早期的有種子植物，其後裔演化為無種子維管植物，形成複雜演化模式
30. 下列有關不同果實發育的敘述，何者正確？(1 分)
- (A) 豆莢是由單一心皮發育而來，成熟時果皮肉質
 - (B) 蘋果果實的肉質果皮來自子房壁的增生
 - (C) 大型瓜果(如：西瓜)的果柄源自花柄的繼續增生，其有明顯的次級生長
 - (D) 鳳梨果實的果柄源自花柄的繼續增生，但沒有次級生長
 - (E) 木瓜果實的內壁著生黑色種子，稱為胎座，屬於內果皮

31. 下列有關形成層的敘述，何者正確？(1 分)
- (A) 雙子葉木本植物莖中的維管束形成層以向內增生木質部為主
 - (B) 雙子葉木本植物莖中的木栓形成層以向內增生木栓層為主
 - (C) 一棵 5 年的雙子葉喬木，其莖中的維管束形成層厚度約為 5 層細胞厚
 - (D) 一棵 2 年的雙子葉喬木，其根中的維管束形成層厚度約為 1 層細胞厚
 - (E) 彩葉草為雙子葉草本植物，故沒有形成層的增生
32. 下列有關裸子植物木材的敘述，何者正確？(1 分)
- (A) 組成包括大量的木質部和少量的韌皮部
 - (B) 其木質部的輸水管道組成均一，皆為管胞
 - (C) 其射髓為多列細胞，夾雜在輸水管道之間
 - (D) 其松脂道與射髓分開，夾雜在輸水管道之間
 - (E) 其年輪是由於導管口徑大小不同所形成，可反映出歷年的氣候變遷
33. 下列關於水母生活史的世代交替何者敘述正確？(1 分)
- (A) 水螅體(polyp)的染色體是雙套
 - (B) 水母體(medusa)的染色體是單套
 - (C) 水母體可以分裂形成碟狀幼體(ephyra)
 - (D) 水螅體可以行減數分裂產生配子
 - (E) 浮浪幼蟲(planula)的染色體是單套
34. 關於蛞蝓(slug)和渦蟲(planarian)，下列敘述何者正確？(1 分)
- (A) 都是假體腔生物
 - (B) 都是輻射卵裂
 - (C) 都是螺旋卵裂
 - (D) 屬於後口類生物
 - (E) 分類位階在蛻皮動物總門之下
35. 下列關於幹細胞(stem cell)的敘述何者是正確？(1 分)
- (A) 只有在胚胎時期才有
 - (B) 只有脊椎動物才有幹細胞
 - (C) 是從囊胚分離純化出來
 - (D) 誘導型多能幹細胞(induced pluripotent stem cell)具有類似胚胎幹細胞(embryonic stem cells)的分化功能
 - (E) 各種幹細胞都可分化為內胚層(endoderm)、中胚層(mesoderm)和外胚層(ectoderm)

36. 脊椎動物發育過程中，下列敘述何者正確？(2 分)
- (A) 青蛙的受精卵會在植物極(vegetal hemisphere)形成第一次卵裂(cleavage)，也決定了胚胎生長時的方向
 - (B) 神經管(neural tube)的形成是神經板(neural plate)向外皺褶形成
 - (C) 脊索(notochord)由外胚層形成
 - (D) 人體的脊索在出生前就退化，只剩下髓核(nucleus pulposus)的部分位在椎間盤內
 - (E) 脊索附近的外胚層細胞會移動形成一個個的體節(somite)，之後會發育為脊椎骨(vertebrate body)
37. 以下哪些情況，會導致貧血性缺氧(anemic hypoxia)？(1 分)
- a) 通氣不足 b) 氰化物中毒 c) 血紅素異常 d) 紅血球數量不足
 - e) 一氧化碳中毒
 - (A) 只有 a, b, & c
 - (B) 只有 b, c, & d
 - (C) 只有 c, d, & e
 - (D) a, b, c & d
 - (E) b, c, d, & e
38. 同時兼具內分泌腺體(endocrine gland)功能的細胞或組織，包括下列何者？(1 分)
- a) 心肌細胞. b) 脂肪細胞. c) 胎盤. d) 下視丘內的神經細胞.
 - (A) a, b & c only
 - (B) b, c & d only
 - (C) a, c & d only
 - (D) a, b, & d only
 - (E) a, b, c, & d
39. 下列哪一種軸突，可能具有最慢的動作電位傳導速率？(1 分)
- (A) 軸突直徑 10 μm ，有髓鞘的
 - (B) 軸突直徑 50 μm ，無髓鞘的
 - (C) 軸突直徑 20 μm ，有髓鞘的
 - (D) 軸突直徑 30 μm ，無髓鞘的
 - (E) 軸突直徑 10 μm ，無髓鞘的

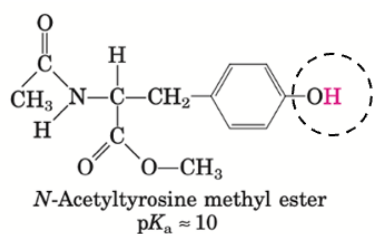
40. 有關胃的消化作用敘述何者正確？(1 分)
- (A) 無論胃內是否有食物，胃平滑肌具有的基本電氣節律(electrical rhythm：每分鐘三次去極化)都是相同的
 - (B) 胃收縮在胃底部(fundus)最強
 - (C) 胃泌素(gastrin)會降低胃的收縮力而腸抑胃泌素會增加胃的收縮力
 - (D) 胃的主細胞(Chief cell)會分泌 HCl 和胃泌素
 - (E) 胃的壁細胞(Parietal cell)會分泌 HCl 和胃泌素
41. 丁丁是個醫學系學生，超愛看基諾李維演的捍衛任務，John Wick 人帥又略帶憂鬱的氣質總是讓他百看不厭。為了報復蘇俄黑幫殘殺亡妻送他的小狗，John Wick 帥氣的單槍匹馬衝進黑幫的巢穴，大開殺戒。不長眼的白目黑二代被 John Wick 砍了一刀，血流如注，丁丁不禁思索這時白目黑二代的感壓受器(baroreceptor)會如何反應？(1 分)
- (A) 感壓受器將增加對延腦心血管中樞內所有細胞的激發速率(firing rate)
 - (B) 感壓受器將刺激延腦內交感神經系統，並抑制延腦內副交感神經系統
 - (C) 感壓受器將減少對延腦心血管中樞內所有細胞的激發速率
 - (D) 感壓受器將抑制延腦內交感神經系統，並抑制延腦內副交感神經系統
 - (E) 別擔心，這種小傷不會影響黑二代的感壓受器活性
42. 在全身循環中，組織中代謝廢物的濃度__甲__；氧濃度的__乙__；組織 pH 值__丙__都會使組織充血(1 分)
- (A) 甲：上升，乙：上升，丙：上升
 - (B) 甲：上升，乙：下降，丙：下降
 - (C) 甲：下降，乙：上升，丙：上升
 - (D) 甲：下降，乙：下降，丙：上升
 - (E) 甲：下降，乙：下降，丙：下降
43. 大山和小美是兩個熱愛生理學的學生，上課學到交感神經和副交感神經可控制瞳孔之擴張與收縮，為了要證實這個現象，兩人用筆燈互相照射對方的眼睛時會發生下列哪一項狀況？(2 分)
- (A) 筆燈照射會活化副交感神經系統，導致虹膜外環肌收縮和瞳孔收縮
 - (B) 筆燈照射會活化交感神經系統，導致虹膜外環肌收縮和瞳孔收縮
 - (C) 筆燈照射會活化副交感神經系統，導致虹膜內環肌收縮和瞳孔收縮
 - (D) 筆燈照射會活化交感神經系統，導致虹膜外環肌收縮和瞳孔擴張
 - (E) 筆燈照射會活化副交感神經系統，導致虹膜外環肌收縮和瞳孔擴張

44. 以下哪個動物的結構與功能之配對正確？(1 分)
- (A) 領鞭毛蟲(choanoflagellates)之鞭毛(flagella)與攝食有關
 - (B) 纖毛蟲(ciliates)的纖毛(cilia)與攝食有關
 - (C) 白點蟲(Ichthyophthirius)的纖毛與運動有關
 - (D) 櫟實蟲(acorn worms)的纖毛與輸送食物有關
 - (E) 輪蟲(rotifers)的鞭毛與運動及收集食物都有關
45. 以下哪個動物為內溫動物(endotherms)？(1 分)
- (A) 鮪魚
 - (B) 孔雀魚
 - (C) 鰻魚
 - (D) 虱目魚
 - (E) 吳郭魚
46. 有關斑馬斑紋功能的假說之一是體溫調節。請問以下哪一個現象可解釋此假說的合理性？(1 分)
- (A) 沒有條紋的驢子無法調節體溫所以只能生存在蒙古
 - (B) 同屬的馬沒有條紋所以只能生存在北美洲與歐洲
 - (C) 黑白相間的條紋可讓斑馬的體表形成熱對流
 - (D) 黑白相間的條紋可增加斑馬體溫增加面對掠食者時逃跑的動力
 - (E) 只有身體後半段有條紋的斑驢是因為體溫調節能力不佳而絕滅
47. 以下哪一種特質的動物最不容易受到暖化的衝擊而絕滅？(2 分)
- (A) 性別決定因子為溫度的熱帶龜鱉類
 - (B) 一年一世代幼蟲仰賴春天萌發嫩葉為生的蝴蝶
 - (C) 中美洲熱帶雨林底層的箭毒蛙
 - (D) 分布於婆羅洲森林線上端的鳥類
 - (E) 分布於台灣西部平原的物種
48. 自從 CRISPR/Cas 9 基因編輯技術發明之後，這項技術也很快地被應用在農業上。在 2017 年時，美國食品藥物管理局就核准了使用基因編輯技術製造的抗旱大豆。以下有關基因編輯作物的描述，何者正確？(1 分)
- (A) 基因編輯的大豆跟基因改造大豆是一樣的
 - (B) 上市後的基因編輯大豆基因組中帶有 CRISPR/Cas 9 等外來基因
 - (C) 基因編輯被視為一種精準育種的技術
 - (D) 基因編輯所花費的時間與金錢比傳統育種更多
 - (E) 基因編輯後的大豆，其表徵無法使用傳統育種達成

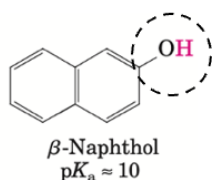
49. 以下有關膽固醇的介紹，何者正確？(1 分)

- (A) 植物會產生膽固醇
- (B) 細胞膜中的膽固醇越多細胞膜的流動性越高
- (C) 細胞膜中的膽固醇越多細胞膜的強度越高
- (D) 高密度脂蛋白(HDL)負責將從小腸吸收的膽固醇送到肝臟儲存
- (E) 低密度脂蛋白(LDL)的膽固醇含量較低，所以有較高 LDL 時代表有更好多的膽固醇

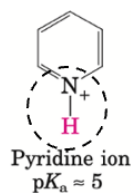
50. 以下藥品在虛線圓圈處的官能基的 pK_a 標示在每個藥品的下方，請問在配置這些藥品的水溶液時，哪一項描述是正確的？(1 分)



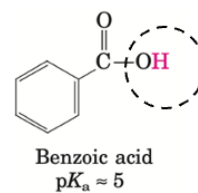
(甲)



(乙)



(丙)



(丁)

- (A) 甲在鹼性的溶液中溶解度比較高
- (B) 乙在酸性的溶液中溶解度比較高
- (C) 丁在酸性的溶液中溶解度比較高
- (D) 在酸性的溶液中，甲的溶解度比丙高
- (E) 在酸性的溶液中，乙的溶解度比丁高

51. 真核細胞於細胞週期的哪一時期，其前複製複合體(pre-replication complex)會組裝在複製起始點(origins)上？(1 分)

- (A) G_0
- (B) G_2
- (C) M
- (D) S
- (E) G_1

52. 病毒由核酸及蛋白組成，結構簡單，高度依賴宿主細胞的生化合成工廠，當新冠病毒感染人類細胞後，會分別在哪裡複製其核酸及轉譯其病毒蛋白？(1 分)
- (A) 病毒核酸複製及病毒蛋白轉譯都在細胞質內進行
 - (B) 在細胞核內複製其核酸，並在內質網內轉譯病毒蛋白
 - (C) 在細胞核內複製其核酸，並在細胞質內轉譯病毒蛋白
 - (D) 病毒核酸複製及病毒蛋白轉譯都在細胞核內進行
 - (E) 在細胞質內複製其核酸，並在細胞核內轉譯其蛋白
53. 真核生物細胞完成分裂後，兩個子細胞內的基因組 DNA 複製後出錯機率約為 10 億分之一，此要歸功於負責 DNA 複製的有些聚合酶具有校正功能，能將 DNA 複製過程中可能被嵌入的錯配核苷酸移除，再嵌入正確配對之核苷酸。此校正功能主要為該 DNA 聚合酶具有下列何種活性？(1 分)
- (A) 5'往 3'核酸內切酶(endonuclease)
 - (B) 5'往 3'核酸分解酶(nuclease)
 - (C) 3'往 5'核酸內切酶(endonuclease)
 - (D) 3'往 5'核酸外切酶(exonuclease)
 - (E) 5'往 3'核酸外切酶(exonuclease)
54. 若依照孟德爾的豌豆實驗，以黃色種子純品系和綠色種子純品系為親本進行雜交，而 F1 和 F2 均自交，則將所有 F2 植株上所結種子混和後，黃色種子與綠色種子的比例為何？(1 分)
- (A) 9 : 7
 - (B) 7 : 5
 - (C) 5 : 3
 - (D) 3 : 1
 - (E) 1 : 1

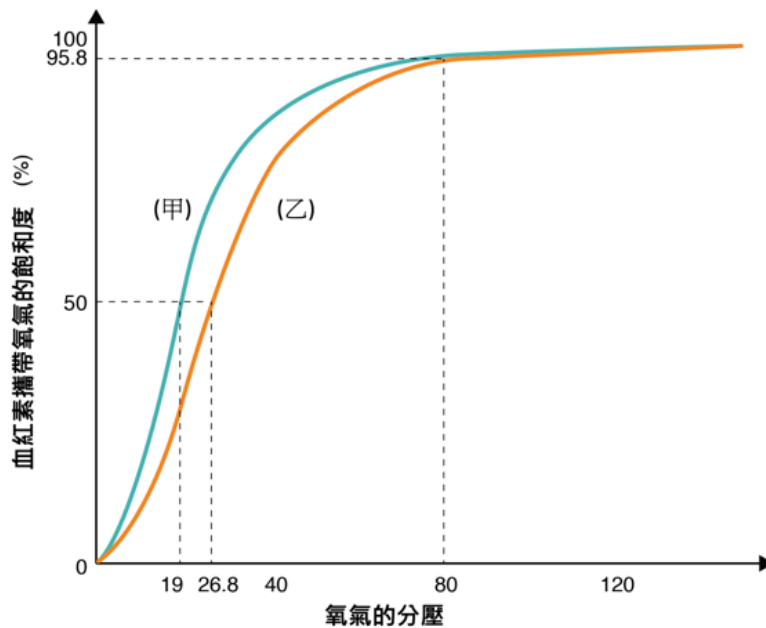
55. 有一實驗室研究出芽酵母菌中組胺酸(histidine)的合成途徑，找到 9 個 **a** 交配型的單倍體隱性突變株 (**a1~a9**)，這些突變株都無法自行合成組胺酸，必須在基本培養基中外加組胺酸才能生長。之後利用交配型轉換技術，將 **a1~a9** 分別轉換為 α 交配型單倍體的對應突變株 $\alpha1\sim\alpha9$ ，**a1** 和 $\alpha1$ 除了交配型不同外，其餘基因型皆一樣，**a2~a9** 和 $\alpha2\sim\alpha9$ 也具同樣對應關係。將此二組突變株進行各種組合交配，並對所得之二倍體進行組胺酸合成測試，結果如下表，其中「+」代表可以在缺少組胺酸的培養基生長；「-」代表無法在缺少組胺酸的培養基生長。依照此測試結果，若不考慮基因內互補 (intragenic complementation)，可以推定這 9 種突變至少位於幾個不同的基因？(1 分)

	a1	a2	a3	a4	a5	a6	a7	a8	a9
$\alpha1$	-	+	+	-	+	+	-	+	+
$\alpha2$	+	-	+	+	-	+	+	-	+
$\alpha3$	+	+	-	+	+	+	+	+	-
$\alpha4$	-	+	+	-	+	+	-	+	+
$\alpha5$	+	-	+	+	-	+	+	-	+
$\alpha6$	+	+	+	+	+	-	+	+	+
$\alpha7$	-	+	+	-	+	+	-	+	+
$\alpha8$	+	-	+	+	-	+	+	-	+
$\alpha9$	+	+	-	+	+	+	+	+	-

- (A) 2
(B) 4
(C) 6
(D) 7
(E) 9
56. 家族性高膽固醇血症(familial hypercholesterolemia)是一種遺傳性疾病，會造成動脈粥狀硬化(atherosclerosis)，此疾病與表現「低密度脂蛋白受體(low-density lipoprotein receptor, LDL-R)」的基因 LDLR 有關。具正常 LDLR 等位基因的同型合子細胞有正常數目的 LDL-R；具突變等位基因的同型合子細胞沒有 LDL-R，幼兒期便會發病；而異型合子細胞只有一半數目的 LDL-R，通常在 30 歲以後會發病。此家族性高膽固醇血症的遺傳模式屬於下列何種？(1 分)
- (A) 融合遺傳
(B) 共顯性遺傳
(C) 完全顯性遺傳
(D) 不完全顯性遺傳

(E) 顯性上位效應遺傳

57. 下圖是兩種血紅素在不同氧氣分壓(橫軸)下，所攜帶氧氣的飽和度(縱軸)，以下有關這兩個曲線的描述何者正確？(2 分)



- (A) 甲血紅素可能是在 pH 較低的環境
 (B) 甲血紅素比乙結合更多氫離子與氯離子
 (C) 如果將調控分子 2,3-二磷酸甘油酸(2,3-bisphosphoglycerate)從血紅素上移除，就會從甲變成乙
 (D) 甲血紅素的表現比較類似胎兒的血紅素
 (E) 乙血紅素的表現比較類似於蠶豆症的血紅素
58. 在分子生物學和生物化學中，持續合成能力(processivity)是酵素催化連續反應而不釋放其受質(substrate)的能力。下列何種與細胞 DNA 複製相關的酵素在作用時不具有持續性？(2 分)
- (A) DNA 聚合酶 I
 (B) DNA 聚合酶 II
 (C) DNA 聚合酶 III
 (D) 拓樸酶 I(topoisomerase I)
 (E) 解旋酶(helicase)

59. 桑格定序(Sanger sequencing)、次世代定序(next-generation sequencing)，與第三代定序法(third-generation sequencing)的異同，下列何者正確？(1 分)
- (A) 前兩者均為弗雷德里克·桑格(Frederick Sanger)博士發明之定序技術
 - (B) 後兩者的定序反應中均需加入 DNA 聚合酶(polymerase)
 - (C) 三者的定序反應中均需加入雙去氧三磷酸核苷酸(ddNTP)
 - (D) 桑格定序單個定序長度約 400 ~ 1,000 個核苷酸，次世代單個定序長度約 50 ~ 400 個核苷酸
 - (E) 桑格定序自動定序儀一日可定序產出的核苷酸序列量，比後二者大一千萬倍
60. 端粒(telomere)位於真核生物染色體的兩端。下列對於端粒的敘述何者正確？(1 分)
- (A) 端粒的核苷酸序列較染色體其他部分的核苷酸序列，更頻繁地進行轉錄、轉譯
 - (B) 端粒由串聯重複 (tandem repeat) 核苷酸序列組成
 - (C) 每次染色體複製都會增加一些端粒的核苷酸序列
 - (D) 若端粒核苷酸序列變短，則該細胞易變成癌細胞
 - (E) 端粒酶 (telomerase) 協助端粒維持長度。端粒酶在人體幹細胞的濃度遠較在其他人體細胞的濃度要低
61. 腸道中有許多微生物，有了次世代定序法(next-generation sequencing)的幫助，近年來對於腸道微生物群(gut microbiota)的了解已有長足的進步。對於腸道微生物群的描述，下列何者正確？(1 分)
- (A) 腸道益生菌(probiotics)的服用對腸道微生物群的菌種豐富度及組成沒有影響
 - (B) 腸道微生物群的菌種豐富度和組成與消化道疾病息息相關，與非消化道疾病則無關
 - (C) 次世代定序法可快速定序出大量核苷酸序列，利用分子鑑定(DNA barcoding)來鑑定腸道微生物物種，並估算腸道微生物群的菌種豐富度及組成
 - (D) 鑑定腸道微生物物種的核苷酸序列屬於 23S 核糖體 RNA 基因，所有的菌種基因體中均有 23S 核糖體 RNA 基因
 - (E) 腸道微生物群的菌種豐富度和組成因人而異，同一個人的腸道微生物群則一生不變

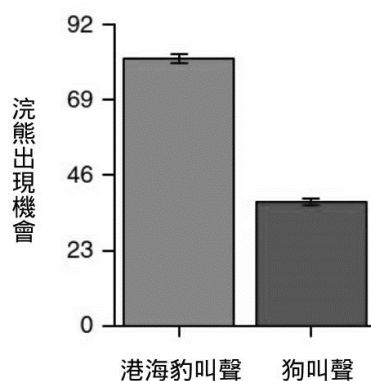
62. BLAST(basic local alignment search tool)演算法可以用來比對核苷酸或胺基酸序列之異同，是一個常用的生物資訊程式。對於 BLAST 的描述，下列何者正確？(2 分)
- (A) BLAST 可用來在核苷酸或胺基酸資料庫中，快速找到相同或相近的序列，並評估其比對精準度
 - (B) BLAST 可用來在期刊文獻資料庫中，快速搜尋並提取研究的目標核苷酸或胺基酸序列，並進行序列比對
 - (C) BLAST 可用來將次世代定序(next-generation sequencing)的結果讀值做清理及修剪，以增加序列比對的精準度
 - (D) BLAST 可用來將核苷酸或胺基酸序列進行快速序列比對，並建構親緣演化樹，了解物種間的演化關係
 - (E) BLAST 可用來將核苷酸或胺基酸序列進行快速序列比對，並繪出核苷酸或胺基酸序列的二級、三級、及四級結構
63. 下列有關同源染色體互換的敘述，何者正確？(2 分)
- (A) 因為四分體中只有內側的二個同源染色體可以發生互換，所以互換率最多為 50%
 - (B) 細胞基因圖譜(cytogenetic map)是由互換率推定染色體上各基因的位置
 - (C) 若二基因間互換率為 50% 則此二基因位於不同的染色體
 - (D) 互換率代表二條同源染色體間發生互換的機率
 - (E) 同源染色體互換在體細胞中也會發生
64. 在 MacArthur 和 Wilson 所提出的島嶼生物地理學理論中，島嶼的物種數量最不會受到下列哪個因子的影響？(1 分)
- (A) 島嶼面積
 - (B) 島嶼與大陸的距離
 - (C) 生物遷入島嶼的速率
 - (D) 島嶼所處的緯度
 - (E) 島嶼上生物的滅絕速率
65. 下列所有事件中，哪個事件對於全球碳循環的貢獻最小？(1 分)
- (A) 岩石風化
 - (B) 火山爆發
 - (C) 動物和植物的呼吸作用
 - (D) 浮游植物的光合作用
 - (E) 人類燃燒石化燃料

66. 生態系氮循環的過程中，所謂的脫硝反應(denitrification)指的是下列哪個過程？(1 分)
- (A) 細菌固定空氣中的氮
 - (B) 將 NH_4^+ 轉換為 NO_2^-
 - (C) 將 NO_2^- 轉換為 NO_3^-
 - (D) 植物吸收 NO_3^-
 - (E) 細菌將氮氣釋放回大氣中
67. 一群研究人員觀察到一種社交性動物在不同季節表現不同的行為。在春季，牠們展示出積極的求偶行為，並形成穩定的社交結構。然而，在冬季，牠們變得相對孤獨，並避免與其他個體接觸。這種季節性的行為轉變最有可能是由於：(1 分)
- (A) 氣溫的改變
 - (B) 日照時間的變化
 - (C) 食物供應的變化
 - (D) 繁殖機會的增加
 - (E) 天敵的出現
68. 承上題，一群研究人員正在觀察一種社交性動物的群體行為。在觀察期間，他們注意到群體中的一些個體表現出明顯的領導行為，包括指引群體移動和確保食物安全。這種行為通常被稱為：(1 分)
- (A) 學習行為
 - (B) 領域行為
 - (C) 適應行為
 - (D) 群居行為
 - (E) 階級制度
69. 一個溫帶湖泊生態系中，浮游植物的數量在春季急劇增加。這種現象最有可能是因為以下哪個環境因子所造成？(1 分)
- (A) 水中溶氧濃度的上升
 - (B) 氣溫的升高
 - (C) 磷酸鹽等養分的增加
 - (D) 湖泊水位的升高
 - (E) 仔稚魚數量的增加

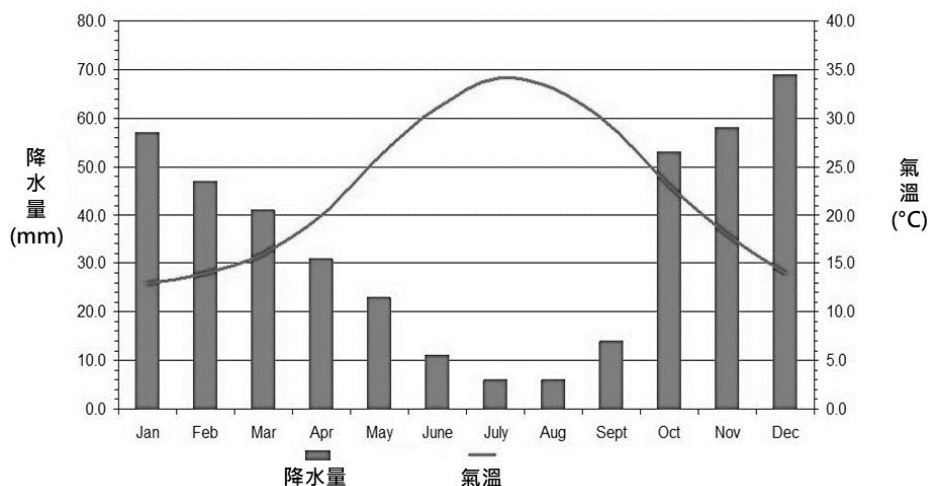
70. 一般而言，棲地面積對其物種多樣性的影響呈正相關。試問下列敘述何者**錯誤**？(1 分)
- (A) 環境需求可分為普遍性物種與專一性物種，後者受到棲地面積大小的影響較大，故對後者設立保護區而言，面積大小是最重要的考量
 - (B) 面積愈大，包含不同特性的環境機會增加，有利於較多不同環境需求的物種棲息
 - (C) 在一定面積下，環境的變異度增加，有時反而會造成物種多樣性減少，歸因於環境中對某些物種的有效生存空間減少，造成該物種隨機滅絕的機會增加
 - (D) 面積越大物種多樣性愈高，可能是物種滅絕機會越小，新種遷入機會越大所致
 - (E) 面積越大物種多樣性愈高，有可能是取樣面積越大，記錄物種數越多所致
71. 鳥類有集中在清晨鳴唱的現象，造成此種現象可能的因素之一，是在整晚休息後宣示自己的存在，避免其他個體入侵。期間不同種類及同種個體間所產生的干擾在所難免。鳥類鳴唱內容及音頻各異。試問下列敘述何者**錯誤**？(1 分)
- (A) 不同鳥種音頻之重疊性越高，其鳴唱時間可能分佈的差異性愈大，此屬一種行為上的因應
 - (B) 鳥類在此種壓力下，可能會對鳴唱曲目內的某些音頻特別敏感，藉此與共域的其他鳥種有所區隔，故預期在鳥類豐度越高的地區，其鳴聲的變異性越高
 - (C) 鳥類鳴唱的時間不變，可能會在同一環境中選擇不同的地點進行，以為區隔
 - (D) 鳥類為了減少或避免與其他鳥類共域時所遭受到的干擾，會演化出其特有的音頻
 - (E) 在有蟬鳴與鳥鳴唱音頻相似的環境中，預期鳥在蟬鳴的高峰期會減少其鳴唱的活動
72. 甲烷是一種溫室氣體，其大量的排放與地球暖化有關。試問下列敘述何者**錯誤**？(1 分)
- (A) 甲烷造成暖化的效果，超過二氧化碳 20 倍以上
 - (B) 保育人士建議人類減少對牛肉的食用，可有利於減緩地球暖化的趨勢
 - (C) 白蟻排放大量的甲烷也是促進地球暖化的殺手，應對其進行生物防治
 - (D) 減少食物哩程亦有助於減緩地球暖化的趨勢
 - (E) 極地覆冰的溶解，可能會造成大量甲烷的釋放，加速地球暖化

73. 氣候變遷對全球不同地區降雨情況產生相當多樣的影響，有些地區面臨降雨不均勻的問題，降雨大量集中在短時間，乾旱發生的頻度則持續上升，而乾旱也為很多地區的森林帶來嚴重的影響。下列關於乾旱對於森林影響的敘述，何者**錯誤**？(1 分)
- (A) 乾旱使得森林地被乾燥易燃，森林火災發生的機率大幅增加
 - (B) 乾旱導致森林覆蓋面積減少，而森林減少又會影響林分與區域性的水分循環
 - (C) 許多昆蟲的族群數量因為乾旱而顯著下降，但也因此降低樹木被樹皮甲蟲等害蟲侵害的風險
 - (D) 乾旱導致土壤乾燥，增加土壤侵蝕的風險，而這會降低土壤中的養分，影響植物的生長
 - (E) 隨著乾旱發生的時間與頻度增加，森林中的物種組成也會隨之改變
74. 福壽螺是一種來自南美洲的淡水螺類，早期為了食用而引進台灣，但因為螺肉有寄生蟲，且肉質不佳而被大量棄養，進而成為台灣最嚴重的入侵生物之一。請問下列敘述何者**錯誤**？(1 分)
- (A) 福壽螺在台灣因為缺乏天敵控制其族群數量，族群因而得以快速擴張
 - (B) 在福壽螺的原生地阿根廷，因為環境變遷，導致其族群快速下降
 - (C) 在福壽螺引進初期，因為缺乏有效的防治手段，當其族群開始快速擴張後，防治工作變得更加困難
 - (D) 福壽螺有相當高的繁殖率，一年能夠繁殖多次，每次產卵量大且孵化時間短
 - (E) 福壽螺對於環境的適應力很強，就算遇到乾旱或是寒流，仍然能夠繁殖，使其快速地在台灣的水域擴張
75. 凋落物分解速率的快慢會影響生態系統內的養份循環，以及碳吸存的能力。請問下列關於凋落物分解速率的說明，何者**正確**？(1 分)
- (A) 一般而言，闊葉樹的葉片因為富含纖維素，因此分解速率較針葉樹慢
 - (B) 真菌是凋落物中木質素最主要的分解者
 - (C) 雲霧林帶因為潮濕多雨，葉片的分解速率高於低地森林
 - (D) 氮含量較高的葉片通常分解較慢
 - (E) 在樹冠鬱閉度較低的環境，凋落物分解速率較慢

76. 加拿大溫哥華附近的小島上住有許多浣熊，這些浣熊的食物主要為潮間帶的紅岩蟹(red rock crab)，紅岩蟹則是會取食玉黍螺(periwinkle snail)。研究者在浣熊經常覓食的潮間帶附近，分別播放會捕食浣熊的狗的叫聲，以及不會捕食浣熊的港海豹(harbor seal)的叫聲，然後觀察浣熊出現的機會(%)，結果如下圖。根據結果，下列哪個敘述正確？(2 分)



- (A) 浣熊的行為不會受到是否聽到捕食者叫聲的影響
 (B) 觀察到浣熊出現機會不同，可能與浣熊的族群數量不同有關
 (C) 預期當播放狗的叫聲時，紅岩蟹的數量會下降
 (D) 預期當播放狗的叫聲時，玉黍螺的數量會上升
 (E) 研究結果顯示行為的改變有機會影響接續的其他食性階層
77. 下圖是某地月均溫與月降水量之長期統計資料，請問下列哪種植物特徵較能適應該地之氣候環境？(2 分)



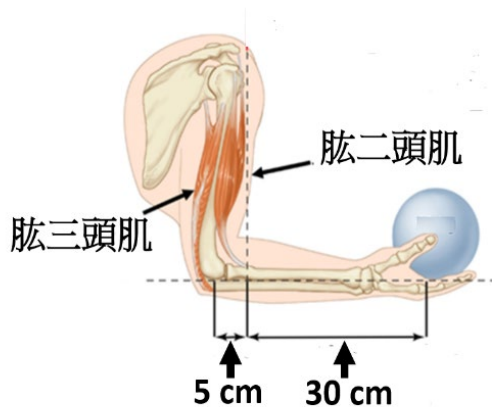
- (A) 硬葉植物
 (B) 淺根系植物
 (C) 一年生植物
 (D) 複葉植物
 (E) 漿果植物

78. 花豹是獨居的動物，其爬樹能力很強，且常有將獵物拖到樹上進食的習慣，在不同環境中所面臨不同的競爭壓力，會有可能改變其作息方式。在現今人為壓力下，其仍能在既有的棲息環境中生存，是大型貓科動物中適應性最強的動物。試問下列敘述何者錯誤？(2 分)
- (A) 花豹的爬樹能力與黑熊的爬樹能力皆有利於他們覓食空間的拓展，屬於趨同演化
 - (B) 花豹精湛的爬樹及儲食能力有利於其躲避如獅子或老虎等天敵的威脅
 - (C) 花豹主要集中分佈在非洲大陸，是大型貓科動物中分佈最廣的一種物種
 - (D) 花豹在世界上是受到保護的物種，但牠們生活在與人相近的地區，有時會捕食人所飼養的家畜如牛羊等，常遭當地人忌恨而獵殺，造成其生存危機
 - (E) 狒狒及羚羊都是花豹常捕的獵物，在此兩種生物共同存在時，增加了花豹覓食的選擇，有利於其捕獲獵物
79. 環境壓力梯度假說(stress gradient hypothesis)是指隨著環境壓力改變，植物間的交互作用也會改變：當環境壓力低時，物種間以競爭關係為主；但當環境壓力高時，物種之間會轉變為促進(facilitation)關係。依照環境壓力梯度假說，下列推論何者正確？(2 分)
- (A) 在熱帶雨林中，物種間交互作用多以促進關係為主
 - (B) 在乾旱環境中，不同種植物間因為競爭而容易形成均勻分布
 - (C) 在寒原生態系，物種之間因為低溫、強風的限制，容易在空間上形成隨機分布
 - (D) 在高環境壓力下，植物種間對於養分的競爭會更為劇烈
 - (E) 在高山生態系，森林界線以上的灌叢會提高其下草本植物的存活率

(本頁請作答於答案卷)

二、填充題：

1. 當肱二頭肌收縮產生力量時，能使置放於手掌中的圓球及手部姿勢維持不變(如附圖，據以回答 1a & 1b)。



- 1a. 調控肱二頭肌收縮的運動神經元是來自脊椎的哪幾節？(1 分)
(注意：頸椎以 C 代表，胸椎以 T 代表；例如 C1，代表頸椎第一節)
- 1b. 當肱二頭肌收縮產生 35 公斤(kg)的力量時，請問需置放多少公斤的圓球於手掌中，能使手部姿勢維持不變？(1 分)
(注意：需要列出計算公式，骨骼及肌肉的重量可忽略不算)。