

2020 年中華民國生物奧林匹亞競賽

國手選拔複賽

B 卷



- 多重選擇題：第 1~30 題，共 30 題，每題 2 分，合計 60 分、每題 5 個選項，答錯選項倒扣 0.4 分，倒扣至單題 0 分。
- 填充題：共 7 題，合計 20 分
- 本卷共計 80 分。

注意事項： 1. 本考試測驗時間為 **100** 分鐘。

2. 本考試試題乙本 **21** 頁(不含封面)，繳卷時必須繳回「答案卡」及「答案卷」，試卷可攜回。
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、多重選擇題

1. 下列有關細胞訊息 (cell communication) 系統的描述，何者正確？

- (A) 細胞通訊通常發生在鄰近細胞
- (B) 大多數信號受體位於核膜的外膜
- (C) 細胞信號發展時程遠不如脊椎動物免疫系統
- (D) 訊息傳導機制主要為蛋白質磷酸化 (phosphorylation)
- (E) 為了回應訊號，細胞可能藉由 RNA 的轉錄以改變細胞活動

2. 下列何者為細胞內次級訊息傳遞者 (second messenger) ？

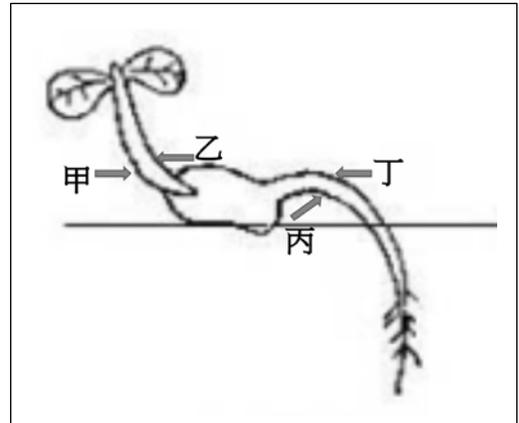
- (A) IP_3
- (B) ATP
- (C) cAMP
- (D) cGMP
- (E) Diacylglycerol, DAG (二酸甘油酯)

第 3~4 題為題組

有關右圖所示植物幼苗根部的向地生長及莖的背地生長現象，回答 3-4 題。

3. 下列相關敘述，何者正確？

- (A) 影響根向地生長及莖背地生長的主要激素是細胞分裂素
- (B) 此激素濃度在甲側 > 乙側
- (C) 此激素濃度在丙側 > 丁側
- (D) 甲側的此激素濃度會促進根部的向地生長
- (E) 此激素是由根部合成的



4. 下列相關敘述，何者正確？

- (A) 根向地生長的感應部位在根冠 (root cap)
- (B) 根向地生長的感應部位在靜止區 (quiescent center)
- (C) 根向地生長涉及鈣離子的參與
- (D) 根向地生長時，細胞內的氫離子濃度保持恆定
- (E) 莖背地生長與向光性的作用原理類似

5. 為了解決大氣二氧化碳持續增加的問題，開始進行相關綠能開發研究，其中對於生物燃料(biofuels)的敘述，下列何者正確？
- (A) 生物燃料直接或是間接來自生物的生物量(biomass)
 - (B) 生物燃料直接或間接來自陸地植物的光合作用
 - (C) 使用生物燃料主要是為了碳中和(carbon neutral)
 - (D) 生物柴油(biodiesel)和乙醇(ethanol)是現今世界使用的主要生物燃料
 - (E) 因使用生物燃料而大量減少化石燃料的使用

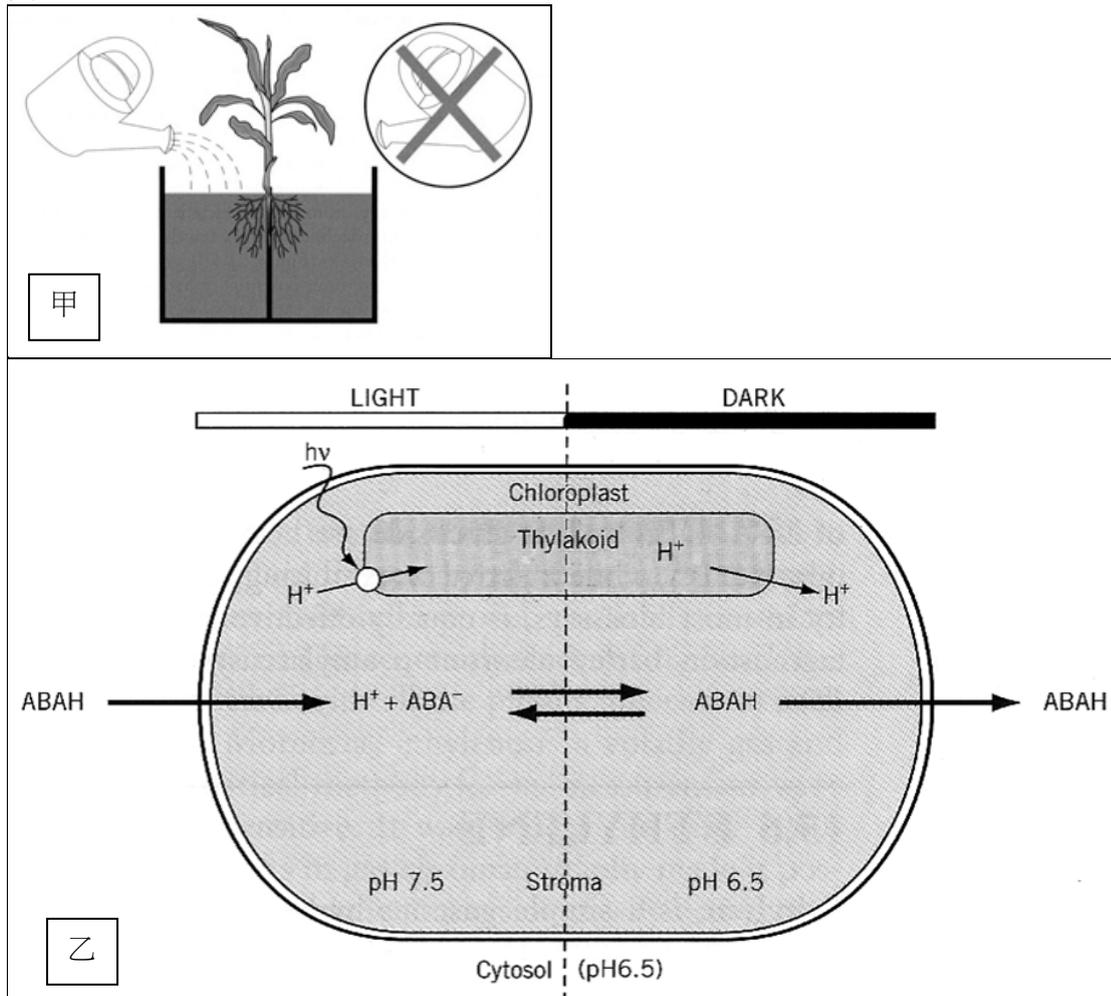
第 6~7 為題組

台灣隨處可見的構樹是桑科(Moraceae)植物，具有許多實用價值，例如嫩葉可餵鹿、樹皮可製作多種手工器物或造紙、果實可食等。以下為構樹的部分形態描述，請從其形態特徵嘗試連結至構樹之適應特性，回答以下問題。

構樹的樹皮灰褐，富纖維素，上有凸起腺點。全株有乳汁。葉互生，葉形有兩種：幼株的葉子為心形，長大後的葉子為三至五個深裂；葉背布滿細毛茸。雌雄異株，雄花組成長形的葇荑花序，每朵雄花有 4 枚雄蕊；雌花聚集成球團狀，稱為頭狀花序，每朵雌花的絲狀花柱上則有細毛。果實呈球形，為多數的瘦果且其外覆有肉質的花被與苞片所共同組成聚合果。

6. 有關構樹所分泌的乳汁，下列何者正確？
- (A) 乳汁是植物的主要代謝產物
 - (B) 葉的乳汁含有生物鹼，牛、羊食後會中毒
 - (C) 在傷口處有乳汁的分泌與凝集利於阻擋病菌入侵
 - (D) 乳汁是構樹與榕樹同屬於桑科的特徵
 - (E) 乳汁是構樹與聖誕紅的共同特徵，但二者不屬於同一科
7. 有關構樹樹皮的應用，如何從其組成特性來解釋？
- (A) 樹皮表面的毛茸使製成的樹皮衣柔軟
 - (B) 樹皮的木栓層使製成的樹皮衣防水
 - (C) 樹皮衣的主要材料是韌皮部的纖維
 - (D) 樹皮中可造紙的細長纖維是來自韌皮部的組成
 - (E) 除了樹皮的纖維，木材的纖維也可用來造紙

下圖甲、乙分別為植物荷爾蒙離層酸(ABA)的實驗研究與作用機制圖，據此推論 8-10 問題：



8. 根據甲圖，植物根部以不透水材質隔絕兩側，左側正常供水，右側不供水，經過一段時間後測得結果與敘述何者正確？

- (A) 右側葉片逐漸枯黃，左側則否
- (B) 右側葉片氣孔傳導度逐漸下降，左側則否
- (C) 左右兩側的葉片 ABA 均增加
- (D) 若將右側根部萃取液來處理玉米種子的萌芽實驗，結果會抑制澱粉酶活性；但是左側則否
- (E) 整株的乾重量會下降或不增加

9. 根據乙圖，在光、暗時段，植物葉肉細胞的 ABA 在葉綠體(chloroplast)、細胞質(cytosol)與類囊膜(thylakoid) 之間的轉移，下列敘述何者正確？

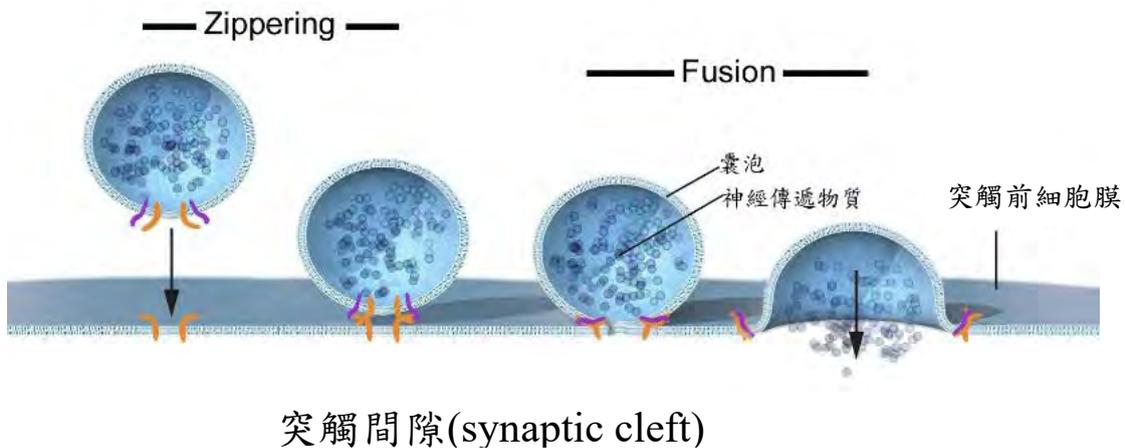
- (A) ABAH 容易進出葉綠體，ABA⁻ 則否
- (B) 白天葉綠體較酸，晚上較鹼
- (C) 葉綠體酸鹼值的改變與光反應的電子傳遞有關
- (D) 類囊膜氫離子的濃度梯度高時有助於 ATP 的合成
- (E) 葉綠體較高的 pH 值比較低的 pH 值容易引起氣孔關閉

10. 根據甲、乙兩圖及相關知識，下列敘述何者正確？

- (A) ABA 與植物葉片水分的調節有關
- (B) 就 ABA 的來源言之，圖甲根部為內生型，圖乙葉片為內生與外源型
- (C) ABA 之傳輸，在輸導組織的韌皮部進行
- (D) 若甲圖發生在玉米果穗接近成熟期時，容易發生穗上發芽的現象
- (E) 玉米種子發育晚期，ABA 會促進儲存性蛋白質的合成

第 11~12 題為題組

11. 2013年諾貝爾生物醫學獎得主之一Thomas C. Sudhof發現了在神經末梢中突觸囊泡 Zippering (鍊合, 即突觸囊泡被固定在細胞膜附近等著被釋放)以及Fusion (融合; 即囊泡膜與細胞膜融合而釋放出神經傳遞物質)過程(參考圖示), 其中SNARE complex與Zippering步驟有關, 下列何者屬於SNARE complex成員?



(本題提供彩色圖)

- (A) Synapsin(突觸蛋白)
 - (B) Syntaxin(突觸融合蛋白)
 - (C) SNAP-25 (Synaptosomal-associated protein 25, 突觸小體相關蛋白 25)
 - (D) Synaptobrevin(突觸小泡蛋白)
 - (E) Rab (ras-related protein, ras 相關蛋白)
12. 承上題，正常生理期狀態下關於 Fusion 過程的相關描述何者正確？
- (A) 突觸前細胞膜必須要產生動作電位
 - (B) 鈉離子流入是直接造成 fusion 的主要原因
 - (C) 過程中牽涉到蛋白質被酵素水解
 - (D) synaptotagmin(突觸素)參與囊泡融合的過程
 - (E) 鈣離子是誘發此融合過程的必要因素

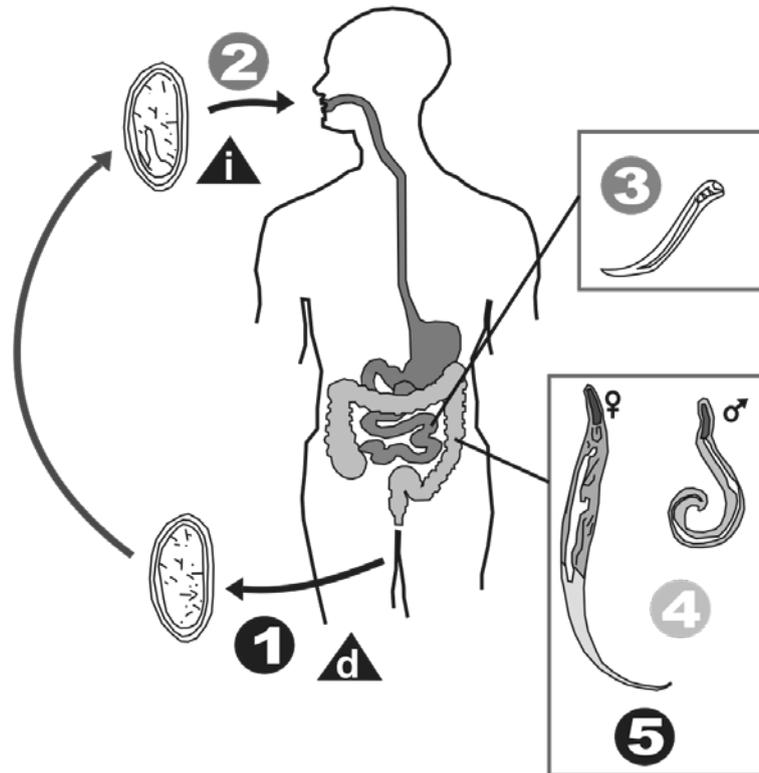
13. 下列有關哺乳類骨骼形態與運動關聯性的陳述正確？
- (A) 人科動物的骨盆寬度受到雙足步行演化的影響
 - (B) 人科動物的雙足步行影響了恥骨聯合(pubic symphysis)的可動性
 - (C) 人科動物的恥骨聯合容易造成新生兒難產
 - (D) 恥骨沒有聯合狀況的哺乳動物的新生兒通常很大
 - (E) 具有恥骨聯合狀況的哺乳動物新生兒通常較大
14. 鱷魚上提腳跟時，最需運用下列何肌？
- (A) 膕肌
 - (B) 脛骨前肌
 - (C) 脛骨後肌
 - (D) 半腱肌
 - (E) 腓腸肌

第 15~16 題為題組

天啊，最近為了準備生奧複賽，吃不下睡不著，痘痘變得好多。壓力大是現代人經常遇到的情形，不僅會影響情緒，亦會引起諸多的生理反應，試回答下列問題

15. 當人處於壓力狀態下時，皮質醇(cortisol)會大量分泌並引發多種反應。請問下列哪些生理反應會受到皮質醇的影響？
- (A) 醣質新生作用(gluconeogenesis)
 - (B) 蛋白質分解代謝 (protein catabolism)
 - (C) 肌肉細胞攝取葡萄糖
 - (D) 脂肪細胞內三酸甘油酯(triglyceride)分解代謝
 - (E) 肝細胞對胰島素的敏感性
16. 除了皮質醇外，在壓力狀態下時，體內那些激素也會大量分泌？
- (A) 多巴胺(dopamine)
 - (B) 血管加壓素 (vasopressin)
 - (C) 睪固酮 (testosterone)
 - (D) 副甲狀腺素 (parathyroid hormone)
 - (E) β 腦內啡 (β -endorphin)

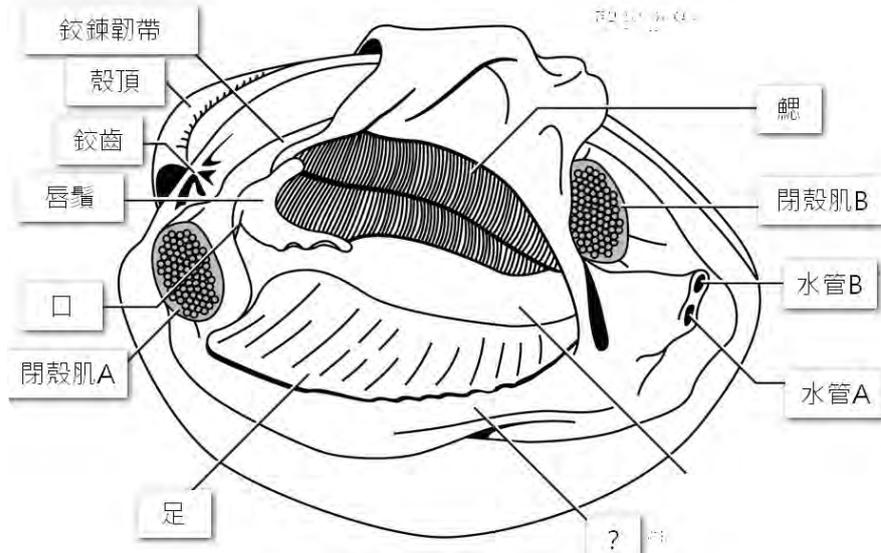
第 17 題



17. 根據上圖所示之寄生蟲生活史，下列敘述何者正確？(2 分)

- (A) 人類為其最終宿主
- (B) 此寄生蟲擁有複雜生活史
- (C) 此寄生蟲可自體感染
- (D) 此寄生蟲有近親交配的機會
- (E) 此寄生蟲可能為鉤蟲

第 18 題



18. 根據此雙殼貝解剖示意圖，請判斷下列何者正確？

- (A) 考量開閉殼時造成的水壓差，水管 B 為入水管
- (B) 閉殼肌 A 位於前端
- (C) 潛沙時水管朝上，口部向下
- (D) 問號構造為外套膜
- (E) 進食方式為以足部挖取或沾粘基質送入口中

19. 以下有關 CRISPR/CAS9 基因編輯技術的描述何者是正確的？

- (A) 這項技術是源自細菌的免疫系統
- (B) 這項技術需要用到 DNA 修補的酵素
- (C) 這項技術可以精準地製造染色體上特定基因的突變
- (D) CRISPR/CAS9 是使用一段互補 DNA 來辨識作用目標序列
- (E) 基因編輯目前仍有脫靶 (off targeting) 的可能，因此還不能用在人類身上

20. 分子篩膠體層析管柱是生化實驗常使用的方法，它是一個注滿特殊膠體的管柱。當我們把生物樣品注入這個管柱後，然後用緩衝液不斷沖洗流過管柱，樣品會依照分子量大小而在管柱中移動。分子量越小的分子，因為容易進入膠體中微小的隙縫，因此移動速度較慢，會最後才離開管柱。以下有關分子篩膠體層析管柱的描述何者正確？

- (A) 這種層析管柱的長度越長分離效果越好
- (B) 這種方法可以用來去除蛋白質樣品中的鹽分
- (C) 如果一個 1000 個鹼基對的 DNA 跟一個具有 1000 個胺基酸的蛋白質一起通過管柱，蛋白質會先通過離開管柱
- (D) 如果注入樣品的體積太大會影響分子篩膠體管柱的分離效果
- (E) 分子篩膠體層析管柱可以用來分析蛋白質的分子量

第 21 題

生物個體的表型可透過估算變異(variation)的方差值(variance)得知造成表型差異(V_p)的來源。其一般估算方法可表示為 $V_p = V_a + V_d + V_i + V_e$ ，表型的遺傳率(h^2)可由以下算式求得 $h^2 = V_a/V_p$ ，族群內表型的估計遺傳率(h_t^2)為以下算式：

$$h_t^2 = \frac{h^2}{1 - F(1 - h^2)}$$

某天你於生物教室中發現一個紀錄各項數據的表格。

項目	數值
N(族群大小)	362
M(無效數據)	23
V_a	0.2
V_d	0.1
V_i	0.1
V_e	0.1
V_p	0.5
F(近交係數)	0.25

21. 請問以下描述何者正確？

- (A) 當遺傳率(h^2)越小則估計遺傳率(h_t^2)越大
- (B) 當近交係數(F)越大則估計遺傳率(h_t^2)越小
- (C) 你所發現的實驗族群其估計遺傳率(h_t^2)為 0.3
- (D) 此族群中表型的遺傳率(h^2)為 0.4
- (E) 族群大小(N)的多寡可能影響近交係數(F)

22. 人類染色體 DNA 總長約 2 公尺能與組蛋白緊密纏繞成核小體組成的染色質，並規則摺疊壓縮組裝到直徑約 2 微米的細胞核中。研究生將 A、B 及 C 三種人類細胞分離得的核染色質樣品交給甲及乙兩位專題生，要他們各自用微球菌核酸酶進行處理，再萃取各樣品中的 DNA 後，進行膠體電泳分析後檢視並記錄膠體中各樣品 DNA 片段之大小，其結果如下表所示。

樣品	專題生甲 DNA 片段(base pairs)	樣品	專題生乙 DNA 片段(base pairs)
A	200、400、600、800	A	146
B	180、360、540、720	B	146
C	190、380、570、760	C	146

依據染色質結構知識及上表結果，請問下列敘述何者為真？

- (A) A、B 及 C 三種樣品可能是三種不同種類型的細胞
- (B) 纏繞核小體上的 DNA 片段大小為 146 鹼基對
- (C) A、B 及 C 三種樣品中其兩核小體間連接 DNA (linker DNA) 大小分別約為 54、34 及 44 鹼基對
- (D) 兩位專題生進行實驗時，其樣品核酸酶作用時間不同
- (E) 專題生甲的樣品有 DNA 降解酵素污染現象
23. 氯黴素 (Chloramphenicol, CAP) 是一種廣效性抗生素，最早是從鏈黴菌 (*Streptomyces venezuelae*) 分離出來。由於結構簡單，目前主要多為人工化學合成。早期氯黴素常用為治療傷寒 (typhoid)，但因為其具有嚴重的全身性副作用，加上近年來氯黴素被濫用，使得氯黴素抗藥性細菌增加，氯黴素的作用機轉在於抑制細菌的蛋白質轉譯作用。下列關於氯黴素作用機制及抗藥性的敘述何者為正確？
- (A) 氯黴素會與細菌核糖體的 23S rRNA 結合，抑制肽基轉移酶 (peptidyl transferase) 的作用
- (B) 氯黴素會與細菌核糖體的 16S rRNA 結合，抑制肽基轉移酶 (peptidyl transferase) 的作用
- (C) 氯黴素抗藥性細菌常見其核糖體 23S rRNA 有突變現象
- (D) 氯黴素抗藥性細菌常見其核糖體 16S rRNA 有突變現象
- (E) 氯黴素抗藥性細菌會產生氯黴素乙醯轉移酶 (chloramphenicol acetyltransferase) 使氯黴素失去活性

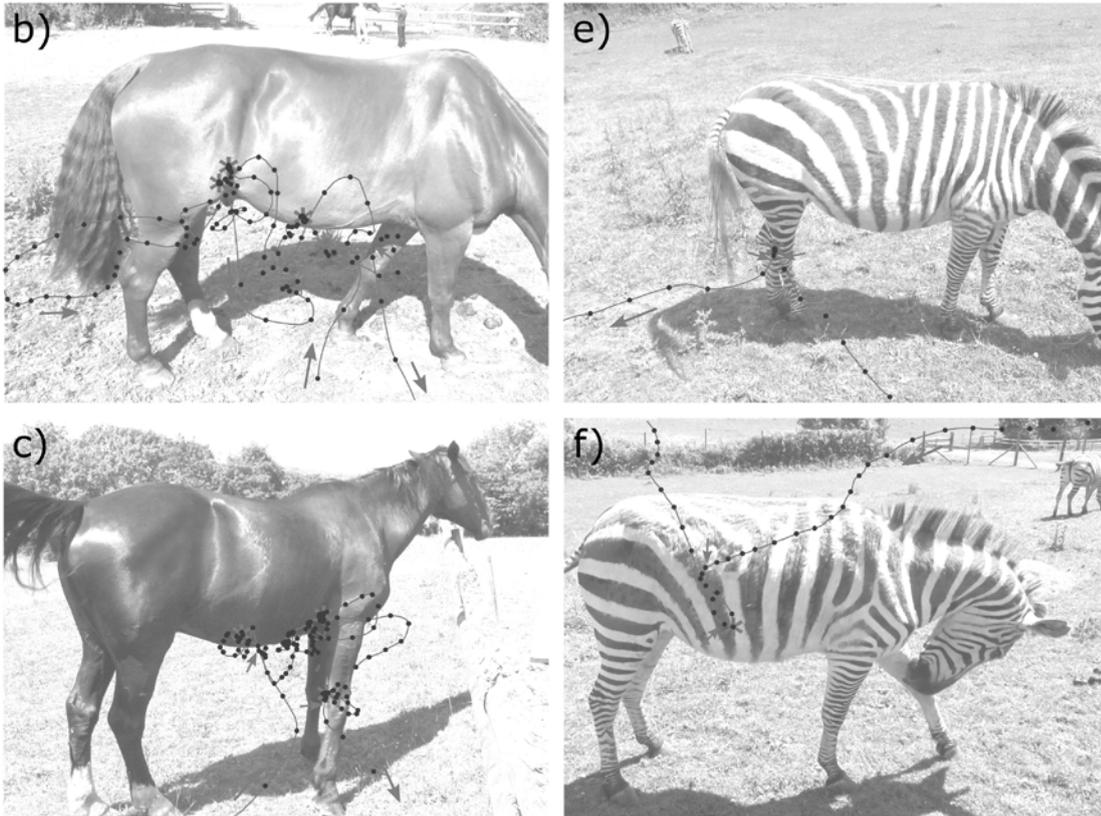
24. 當一種動物在野外數量太少，或者過去曾在某些地區出現，但現在已經消失時，有時會考慮從別的地方，例如動物園、圈養中心或者野外數量還是很多的地方，引入野放新的個體(reintroduction)，以增加野外族群數量，或讓某物種重新分布在某些地區。例如美國在 1995 年將捕捉自加拿大的一些灰狼重新野放至黃石公園，而臺灣也曾有學者建議應該考慮重新引入梅花鹿、石虎、雲豹等野生動物至臺灣的野外環境。不過引入野放新的個體到野外環境需要考量許多因素，才能增加引入的成功率，下列那些是可能需要考量的因素：

- (A) 野放動物的體型大小，和野放地區的同種動物體型大小差異不大
- (B) 野放的地區，是否還有同種動物存在
- (C) 野放地區威脅物種存活的因素是否還存在
- (D) 野放是否會導致某些疾病的散播
- (E) 當地民眾是否支持野放

25. 某些疾病會對野生動物造成相當致命的影響，例如目前僅分布在澳洲塔斯馬尼亞島的袋獾(Tasmanian devil，又名塔斯馬尼亞惡魔)，自 1996 年起因為感染了一種會在袋獾之間互相傳染(尤其當袋獾彼此之間打鬥時)，致死率最高可達 90%的腫瘤(devil facial tumor disease)，導致袋獾的數量在塔斯馬尼亞島的東部大幅下降，僅剩島的西部有較多的族群。下列那些措施未必有助於降低這種腫瘤對於袋獾的影響：

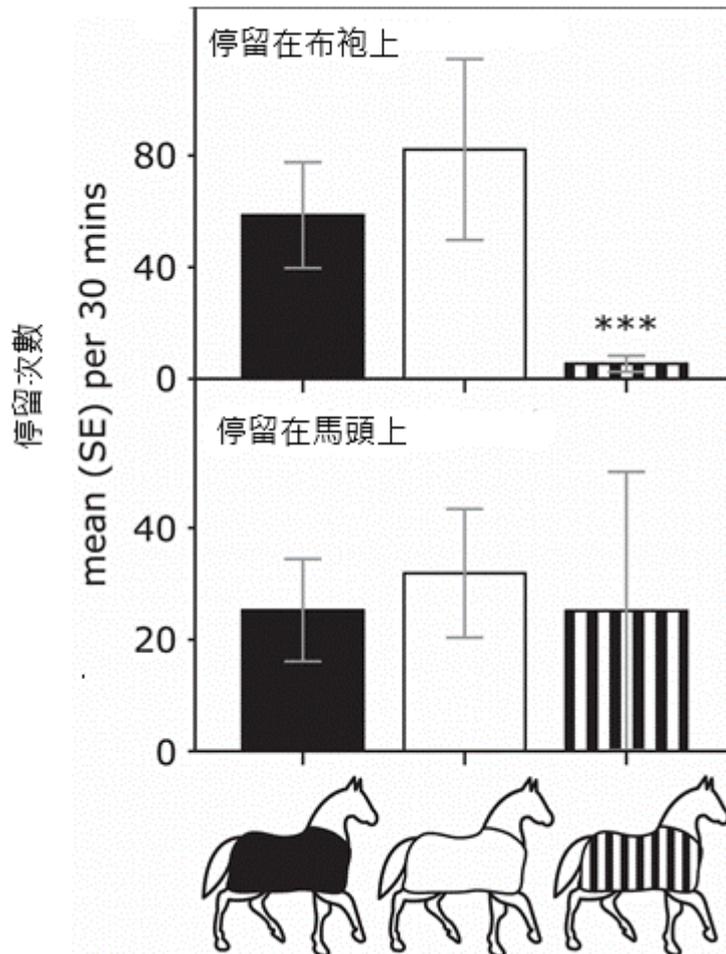
- (A) 安置部分未受腫瘤感染的袋獾
- (B) 建立生態廊道(corridor)，幫助小族群基因交流
- (C) 隔離受腫瘤感染的袋獾
- (D) 開發疫苗以降低感染腫瘤對袋獾的負面影響
- (E) 在許多定點提供食物讓袋獾的族群增加

26. 為測試斑馬條紋是否會影響馬蠅(會吸食馬血)的飛行與停留，科學家們(Caro et al. 2019)觀察馬蠅在接近純色馬和斑馬時的行為，並用攝影機記錄馬蠅的行為。以下四圖分別是一次馬蠅接近純色馬或斑馬時的行為，線條為馬蠅的飛行路徑，線條上每一圓點代表間隔 0.1 秒時的位置，長箭頭代表飛行方向，星型圖案代表馬蠅停留在馬身上的位置。請問由以下馬蠅飛行路徑圖，下列哪些敘述是合理的推論？



- (A) 純色馬吸引較多的馬蠅接近
- (B) 馬蠅比較傾向停留在純色馬身體上
- (C) 馬蠅在接近純色馬身體時，飛行速度較慢
- (D) 馬蠅在純色馬身體上的停留時間較長
- (E) 純黑色馬比純白色馬吸引較多馬蠅

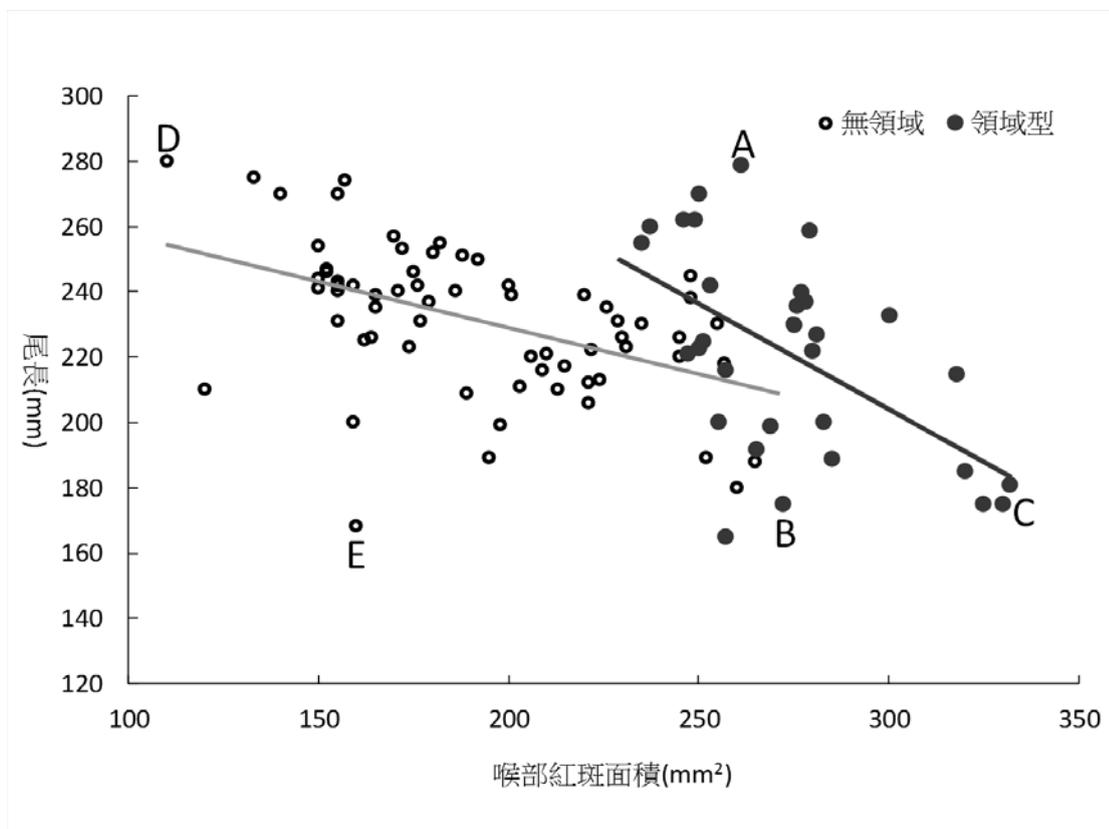
27. 為深入測試斑馬條紋是否會影響馬蠅的行為，科學家們(Caro et al. 2019)將七隻純色馬分別披上純黑色、純白色、及斑馬條紋的布袍，並記錄在 30 分鐘內馬蠅停留在布袍上的次數及停留在馬頭(沒有披上布袍)上的次數。請問由以下二張圖，下列哪些敘述是合理的推論？



- (A) 純色背景吸引較多的馬蠅停留
- (B) 馬蠅在純色背景上的停留時間較長
- (C) 斑馬條紋可以降低馬蠅的停留次數
- (D) 馬蠅比較偏好白色背景
- (E) 馬蠅並不依賴氣味來察覺馬的存在

28. 假設某種鳥類之社會性屬一夫一妻制，雌雄個體共同繁殖育幼，但仍有可能出軌的情形。雄鳥尾長是吸引雌鳥的特色，尾羽越長對雌鳥的吸引力越大，交配機會越高。另在雄鳥喉部有紅色羽毛形成斑塊，面積越大表示其在雄鳥間的競爭能力越強，即在有限的資源環境下，有較高的機會爭得領域來進行繁殖。下圖是研究人員在某地對本種雄鳥外表特徵之測量結果，實心圓點代表擁有領域之雄鳥，空心圓點代表沒有領域之雄鳥，試問下列敘述何者正確？

- (A) 此處繁殖棲地已呈現飽和狀態，故整體族群的繁殖情形正趨向緩慢
- (B) A 個體繁殖成功的機會大於 B 個體
- (C) C 個體繁殖成功的機會大於 D 個體
- (D) E 個體幾乎沒有繁殖成功的可能
- (E) 2 種影響繁殖成功的形質間無相關性

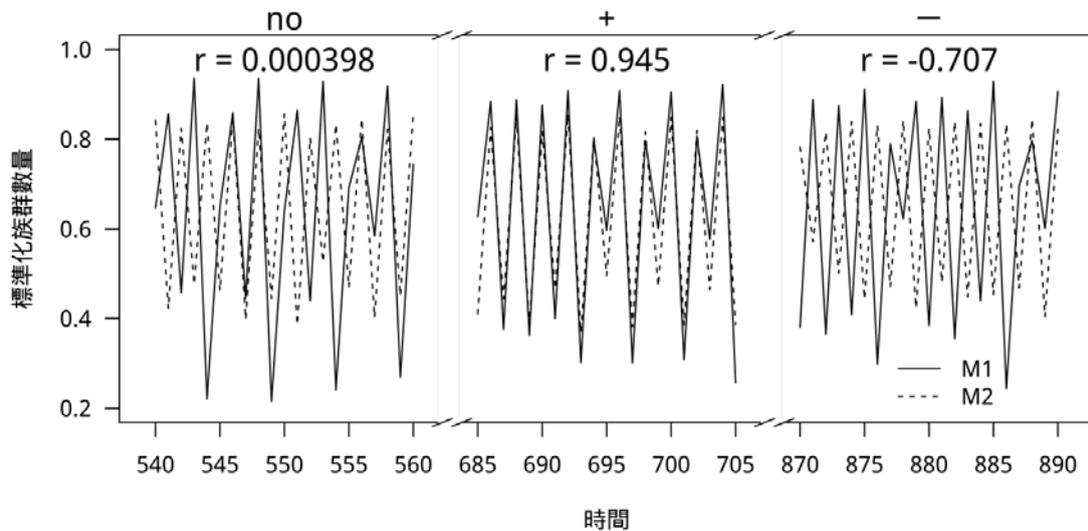


29. 物種之間的交互關係為群落生態學研究的主題之一，下圖為兩個物種(M_1 和 M_2)其族群數量隨時間之變化， M_1 之族群數量用實線表示， M_2 則為虛線。兩者間之交互關係如下方公式所示：

$$M_1(t+1) = 3.8M_1(t)[1 - M_1(t)] - 0.02M_1(t)M_2(t)$$

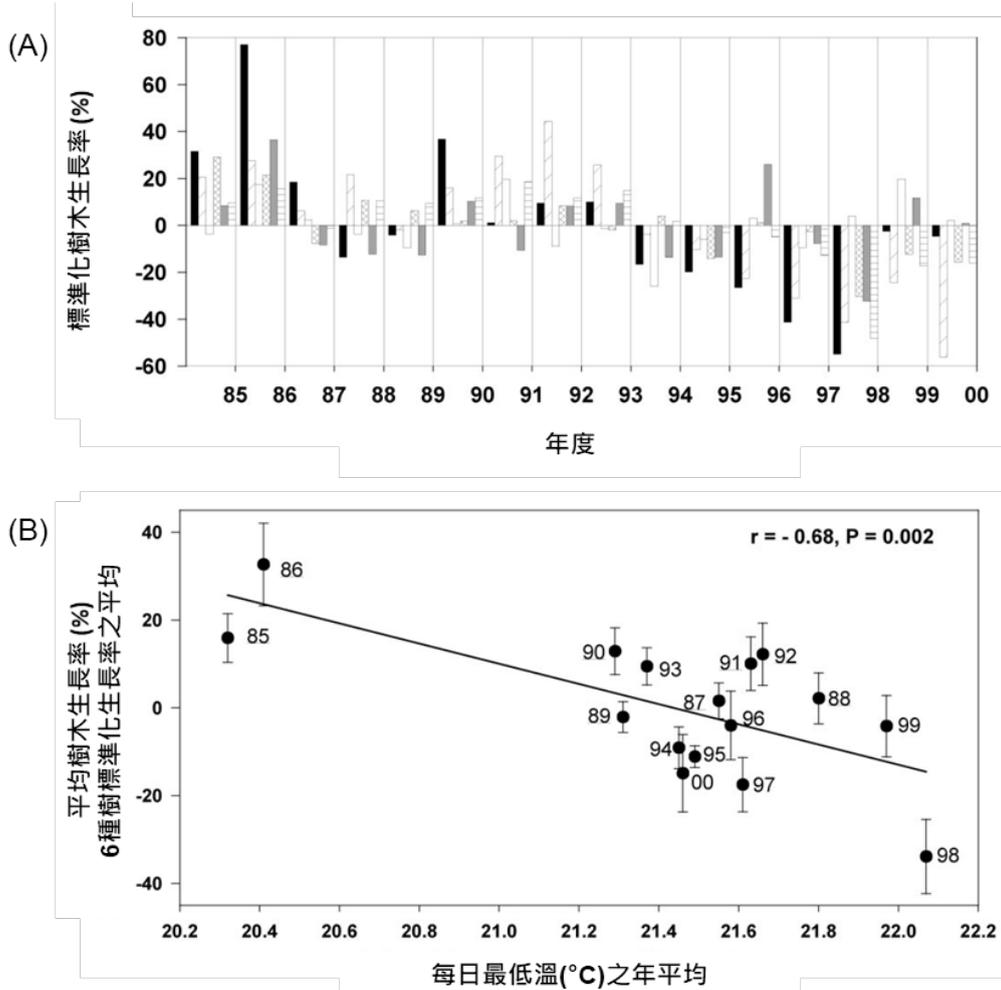
$$M_2(t+1) = 3.5M_2(t)[1 - M_2(t)] - 0.08M_2(t)M_1(t)$$

其中 t 為時間， $M_1(t)$ 和 $M_2(t)$ 則為 t 時間點時 M_1 與 M_2 的族群數量。這兩個物種的族群數量在三個不同時間區段 ($t = 540-560, 685-705, 870-890$) 之相關係數 (r) 標示於圖片上方，no 代表兩者間沒有相關性，+ 代表正相關，- 代表負相關。請問下列敘述何者正確？



- (A) M_1 在 $t+1$ 時間點的族群數量與 M_2 在 t 時間點的族群數量有關
- (B) 當 $t = 540-560$ 時，兩個物種間的族群數量沒有顯著相關，表示這兩個物種的族群動態在這個時間區段內不會互相影響
- (C) 當 $t = 685-705$ 時，兩個物種間的族群數量為正相關，顯示這兩個物種的交互關係在這個時間區段為互利共生
- (D) 當 $t = 870-890$ 時，兩個物種間的族群數量為負相關，顯示這兩個物種的交互關係在這個時間區段內為彼此互相競爭
- (E) 這兩個物種間的交互關係會隨著時間改變

30. 森林為陸域生態系中最大的碳庫(carbon pool)，近年來氣候變遷如何改變森林動態為許多生態學家關注的議題。熱帶生物學家 Clark 等人 1984 年開始在哥斯大黎加的熱帶雨林中長期監測 6 種樹木的生長狀況，圖(A)為此 6 種樹在 1984–2000 年每年的標準化生長率，計算方式為各年度生長率之數值減去該樹種 16 年之平均後再除以標準偏差，數值介於-100%與 100%之間，不同樹種的數值用不同圖案的直條表示；圖(B)則為各年度每日最低溫之年平均和平均樹木生長率(6 種樹木標準化生長率之平均)之相關性，圖片右上角所標示之數值為兩者間皮爾森相關係數(r)與其顯著性(P)。請問下列敘述何者正確？



修改自 Clark *et al.* (2003) PNAS

- (A) 在 1995–2000 年，多數樹種的生長率都高於其在研究期間的平均值
- (B) 各樹種的生長率都在 1986 年時達到最高
- (C) 這 6 種樹的平均生長率在 1998 年時最低
- (D) 根據此研究結果，樹木的生長可能會受到環境溫度變化所影響
- (E) 根據此研究結果，暖化會加速森林樹木的生長

二、填充題（請填寫於答案卷）

國際賽型題：

- 注意：國際賽型題為不等距給分，每題四項，全錯者得 0 分，答對一、二、三、四項分別得 0.5、1、2、4 分。

報導：

2020 年 1 月，耶魯大學與哈佛醫學院的科學家共同發表神經系統是抵抗腸道感染的關鍵。腸道菌能與免疫系統和平共存，是依賴免疫細胞與腸壁某些細胞間高度協調的資訊交換。科學家原以為這兩種細胞在釋放抵禦感染的抗菌分子上也極為重要，但卻發現對入侵細菌釋放抗感染因子的是腸道內的神經細胞，而不是免疫細胞或腸壁細胞。這發現為引起人體食物中毒及其他細菌感染的神經反應提供新看法。我們以前認為免疫細胞和腸壁細胞可通過調控抗微生物蛋白進行交流，進而防禦入侵的細菌。但實際上是神經系統告訴細胞該怎麼做。在對抗腸道病原體時，介白素 18 (interleukin-18, IL-18) 的作用極為重要，介白素是一些細胞所分泌的因子，早期發現時認為它們是在白血球之間做信號傳遞之用，如 IL-18 是巨噬細胞分泌，作用在 Th1 細胞上，使 Th1 細胞分泌 γ 干擾素 (IFN γ)，或作用在自然殺手細胞使其活性增加。但是當科學家從免疫細胞和腸壁細胞中刪除 IL-18 時，小鼠仍然能抵禦沙門氏菌的腸道感染，排除了它們作為負責免疫反應物質的可能。但是若刪除由神經細胞產生的 IL-18，小鼠就更容易受到感染，顯示它在抵抗感染時的關鍵作用。因為神經系統能長距離通訊，神經細胞在防禦病原體時的作用值得繼續探討。

1. 判斷以下四個敘述是否正確，在下表的對應欄位中填入 **T**（代表正確）或 **F**（代表錯誤）
- (A) 白血球都能產生 IL-18，作用在其他白血球上
 - (B) 不論免疫細胞或腸壁細胞都需要靠類型識別受體 (pattern recognition receptor, PRR) 來辨認病毒、細菌、菌物與寄生蟲構造上的重要分子
 - (C) IL-18 促使 Th1 細胞分泌 IFN γ ，並增加自然殺手細胞的活性，與抑制癌細胞生長有關；與過敏、自體免疫、神經失調等發炎反應無關
 - (D) 腸道是消化器官也是免疫器官，腸道微生物與免疫機能密切相關，腸道菌能接收並解讀來自身體其他器官的訊息並做出反應；腸道內更有複雜的神經系統，能透過腦腸軸線 (gut-brain axis) 與腦聯絡，許多神經深入腸道內層，匯集訊息傳給中樞神經，並與腸躁症、憂鬱症、焦慮症、自閉症、慢性疲勞等身心疾病都和腦腸軸線相關。本研究更指出神經細胞產生的 IL-18 能抵抗感染

題號	敘述	(A)	(B)	(C)	(D)
1	T 或 F				

(本題請填寫於答案卷)

2. 下列為一些生物學研究上常使用的模式生物 (model organism)

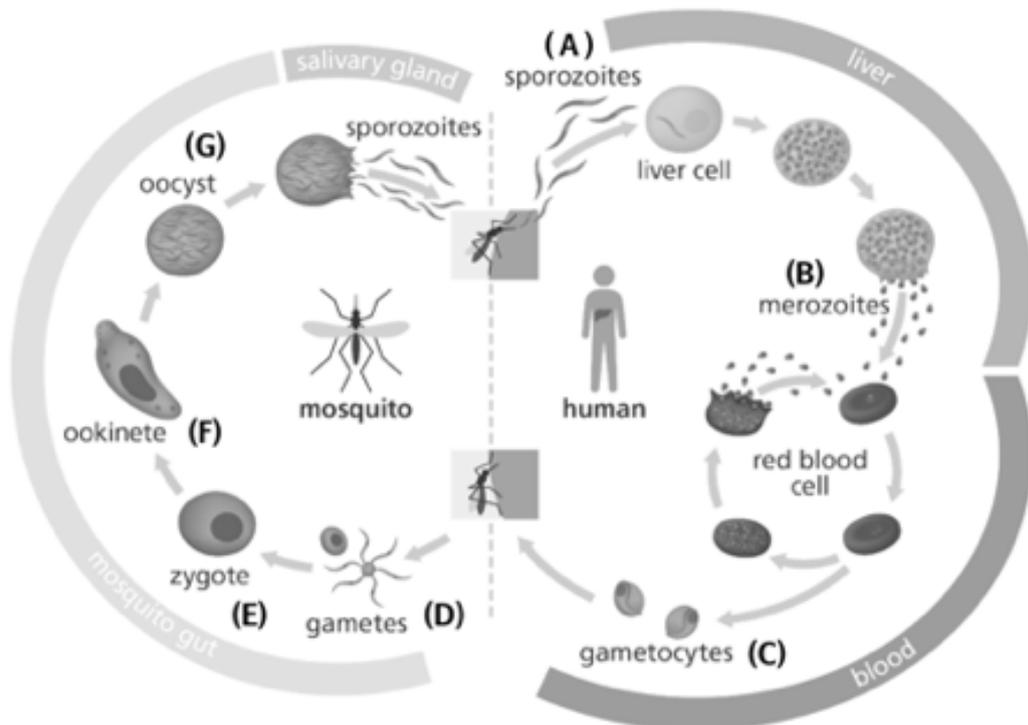
- A. 阿拉伯芥 (*Arabidopsis thaliana*)
- B. 小鼠 (*Mus musculus*)
- C. 麵包酵母菌 (*Saccharomyces cerevisiae*)
- D. 秀丽隱桿線蟲 (*Caenorhabditis elegans*)
- E. 斑馬魚 (*Danio rerio*)
- F. 黑腹果蠅 (*Drosophila melanogaster*)
- G. 恆河猴 (*Macaca mulatta*)
- H. 裂殖酵母菌 (*Schizosaccharomyces pombe*)
- I. 大腸桿菌 (*Escherichia coli*)
- J. 雞 (*Gallus domesticus*)

請依研究項目所需使用或曾被重要研究人員使用過的模式生物填答下列空格
(本題全對 4 分，每錯一個扣 1 分，直到扣完本題分數為止)

研究項目或研究人員	限填答最適當或最常使用的一項模式生物
細胞週期 (cell cycle)	
細胞凋亡 (apoptosis)	
免疫反應 (immune response)	
生物體再生與修復 (bio-regeneration)	
第一個染色體被完全定序 (DNA sequencing)	
摩根 (Thomas H. Morgan)	
巴斯德 (Louis Pasteur)	
光敏素 (phytochrome)	

(本題請填寫於答案卷)

3. 頂複門的學名 *Apicomplexa* 來源於拉丁文單詞 *apex* (頂端) 和 *complexus* (複合) : 特指在頂複門的生命週期還在孢子階段時在細胞內的一組細胞器。瘧疾 (*malaria*) 是一種會感染人類及其他動物的全球性寄生蟲傳染病，其病原瘧原蟲 (*Plasmodium spp.*) 藉由瘧蚊 (*Anopheles spp.*) 散播，隸屬囊泡藻界 (*Chromalveolata*)，皆為單細胞生物。下圖為瘧原蟲的生活史，請在英文字母 (B~H) 處填入是單套 (n)，或是雙套 (2n) 的遺傳物質。(本題全對 4 分，每錯一個扣 1 分，直到扣完本題分數為止)



mosquito 瘧蚊
oocyst 卵囊
ookinete 合子運動期
zygote 合子
gametes 配子

Sporozoites 孢子體
merozoites 裂殖仔蟲
red blood cell 紅血球
gametocytes 配子母細胞

題目	位置	A	B	C	D	E	F	G
3	n or 2n							

(本題請填寫於答案卷)

4. 人類的美人尖髮線是顯性表徵，有一對夫婦，二人都是美人尖的異型合子，如果二人計畫生 4 個小孩，則 4 個小孩中只有二個具美人尖的機率是多少？(2 分)

題目	答案
4	

(本題請填寫於答案卷)

5. 兔子的毛皮顏色基因有 4 種等位基因；C (全黑)、CH (灰)、H (末端黑) 和 A (白色)，其中 C 對 CH、H 和 A 都為顯性；CH 對 H 和 A 為顯性；H 對 A 為顯性。在一個達到哈-溫平衡的兔子族群中，四種等位基因的等位基因頻率為：

$$C = 0.3, CH = 0.2, H = 0.4, A = 0.1$$

則此族群中，灰色兔子所佔比例是多少？(2 分)

題目	答案
5	

(本題請填寫於答案卷)

6. 胺基酸序列的相似程度(similarity, s)於 1970 年代由科學家 Wunsch 與 Needleman 以動態程式設計方法(dynamic programming)進行二段序列相似程度的計算，其目的在於估算出二段序列的最大相似程度，為目前生物資訊學中排比(alignment)概念的開端。假設我們以以下的評分系統進行二段序列的排比，最高的總分即為最佳的相似度(s)。當一號核苷酸序列為 CCCG，二號核苷酸序列為 CAG，我們可得到最高總分為四分的以下三種排比結果：(2 分)

情況 A

序 1	C	C	C	G
序 2	C	A	-	G
Score	2	1	-1	2

評分系統： $s(C,C)+s(C,A)+s(C,-)+s(G,G)=2+1-1+2=4$

情況 B

序 1	C	C	C	G
序 2	-	C	A	G
Score	-1	2	1	2

評分系統： $s(C,-)+s(C,C)+s(C,A)+s(G,G)=-1+2+1+2=4$

情況 C

序 1	C	C	C	G
序 2	C	-	A	G
Score	2	-1	1	2

評分系統： $s(C,C)+s(C,-)+s(C,A)+s(G,G)=2-1+1+2=4$

請問以下二段核苷酸序列，若以上述評分系統進行排比估算，最高總分為多少？

序 1: CTATCCGATC

序 2: CTAATCCGTC

題目	答案
6	

(本題請填寫於答案卷)

7.甲及乙兩鳥歌唱之曲目分別為甲鳥 ABCDFH，乙鳥 ABCEGI，若兩鳥對唱，甲唱 A 乙回 A(相同曲目)則挑釁程度最高，若甲唱 A 乙回 B 或 C(共有曲目)則挑釁程度較高，若甲唱 A 乙回 E，或甲唱 D 乙回 E(各有曲目)則挑釁程度最低。研究人員在野外觀察到此兩鳥 6 次相遇對唱的紀錄，每次對唱有 3 回合(例如 AACEDG 代表第一回合甲 A 乙 A、第二回合甲 C 乙 E、第三回合甲 D 乙 G)，其下為兩鳥 6 次相遇對唱的結果：
1.AAACAG 2.AGABAA 3.AAAAAA 4.AABBCC 5.FGFGFG 6.FGHIDE。

試按其具有之挑釁或敵意程度由高而低排列之。(2 分)

(請由高而低排列之，填寫數字即可)

題目	答案
7	

(本題請填寫於答案卷)