

2018 年國際生物奧林匹亞競賽

國手選拔營

理論評量試題

第一部分

Student Code :



注意事項：

- 1.本部份試題共 12 頁(含封面)，共 100 分。請檢查是否有缺頁，若有缺頁請立即告訴試務人員
- 2.作答時請核對試題封面是否和你的考號相同。
- 3.請在試題卷上用藍(黑)筆作答，並請保持試卷的整潔。
- 4.試題答案可寫至題目背面，但請標上題號。

第一部分：(100 分)**一、國際賽型題(共 35 分)**

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、2.5、5 分。

1. 癌細胞因能逃脫免疫系統的監控，使得癌症難以防治。史丹佛大學幹細胞生物學及再生醫學研究所 (Institute for Stem Cell Biology and Regenerative Medicine) 的研究團隊指出，癌細胞會過度表現 CD47，透過 CD47 路徑向巨噬細胞傳遞「別吃我」的訊息，助其躲過先天免疫 (innate immunity) 的攻擊。他們證實 CD47 會與巨噬細胞表面的訊息調節蛋白 α (signal regulatory protein α , SIRP α) 結合，抑制其對癌細胞的毒殺。他們後來又發現第二個「別吃我」的訊息傳遞路徑，是經由 β 2-微球蛋白(β 2-microglobulin, β 2M)，與巨噬細胞上的白血球類免疫球蛋白受體 B1 (leukocyte immunoglobulin-like receptor B1, LILRB1) 結合，而使癌細胞逃脫巨噬細胞的攻擊， β 2M 是第一型主要組織相容複體 (class I major histocompatibility complex, MHC-1) 的成分。癌細胞上 MHC-1 表現量的高低會影響抗 CD47 抗體的療效，MHC-1 表現越高，癌細胞對於抗 CD47 抗體抗藥性就越高。阻斷 MHC-1 或 LILRB1，都能提升巨噬細胞對癌細胞的吞噬作用。另外，某些癌細胞亦能透過降低細胞膜上的 MHC-1 表現，來逃避 T 細胞的毒殺。
- 判斷下列四個敘述是否正確，在下表中的對應欄位中填入 **T** (代表正確) 或 **F** (代表錯誤)。
- (A) MHC-1 在癌細胞表現量高的患者，用抗 CD47 抗體治療時療效較佳
 (B) 癌細胞 MHC-1 表現高的患者，用活化毒殺 T 細胞來治療的療效較佳
 (C) CD47/SIRP α 及 MHC-1/LILRB1 兩種路徑均可作為癌症免疫治療的標靶
 (D) MHC-1 把腫瘤抗原從細胞內帶到細胞膜上，呈獻給輔助 T 細胞辨識，以誘發適應性免疫 (adaptive immunity)

敘述	(A)	(B)	(C)	(D)
T 或 F				

2. 破傷風桿菌可經由傷口感染人體，釋放破傷風毒素攻擊神經細胞，抑制神經傳導物質甘胺酸(glycine)與 γ -aminobutyric acid (GABA)的釋放，甘胺酸減少造成運動神經元的過度刺激，導致肌肉僵直等症狀。科學家最近通過小鼠的研究發現，覆蓋在細胞表面的巢蛋白(nidogen)，是破傷風神經毒素進入神經系統的關鍵，神經毒素需先粘附在神經細胞表面的巢蛋白上再進入神經細胞，然後擴散毒害到整個神經系統。巢蛋白是一種細胞外基質(Extracellular Matrix, ECM)蛋白，參與多種蛋白互動以維護組織的完整，神經系統就是其中之一。巢蛋白覆蓋在神經細胞周圍，吸引破傷風神經毒素聚集，運動神經元末端含有大量的巢蛋白，所以即使低量的毒素也會產生強烈的毒性。
- 判斷下列四個敘述是否正確，在下表中的對應欄位中填入 **T** (代表正確) 或 **F** (代表錯誤)。
- (A) 施打破傷風類毒素可以阻止破傷風毒素進入神經細胞，因此能夠治療破傷風
- (B) 巢蛋白可被利用作為將藥物送入神經細胞的工具，正如利用修飾過的病毒將藥物運送入標的細胞的病毒療法(virotherapy)
- (C) 細胞外基質是宿主抵抗病原體入侵的屏障，破傷風桿菌能藉毒素結合蛋白，降解細胞外基質而進入神經系統
- (D) 細胞外基質是一種高度動態的網狀大分子結構，由動物細胞合成並分泌至細胞外的醣蛋白所組成，其成份可決定組織的特性，常見的成份有膠原蛋白(collagen)、纖維蛋白(fibronectin)、彈力蛋白(elastin)及層粘連蛋白(laminin)等。功能包括支持細胞生長、分化、黏附，並可作為傳遞訊息的重要管道。

敘述	(A)	(B)	(C)	(D)
T 或 F				

3. 利什曼原蟲屬 (*Leishmania*) 中的許多物種都可以感染人類，分別會引起皮膚性、內臟性、或黏膜性等不同型態的疾病，全世界約有 1200 萬人被感染。利什曼原蟲的真核單細胞個體，可在人類宿主細胞內寄生並繁殖。宿主對抗利什曼原蟲的防禦機制，包括以巨噬細胞所產生的活性氧化物 (Reactive Oxygen Species, ROS) 和活性氮化物 (Reactive Nitrogen Species, RNS) 來消除感染，但仍有許多利什曼原蟲能在人體內存活 40 年以上。研究發現利什曼原蟲缺乏過氧化氫酶 (catalases)，但卻有過氧化物還原酶 (peroxiredoxins)、硫醇(thiols)、激酶(kinases)、磷酸酶 (phosphatases)和抗壞血酸過氧化物酶(ascorbate peroxidase)。

- 判斷下列四個敘述是否正確，在下表中的對應欄位中填入 **T** (代表正確) 或 **F** (代表錯誤)。

- (A) 能逃脫宿主抗利什曼原蟲抗體的攻擊，是病原體能在宿主體內存活 40 年的關鍵
- (B) 宿主抵抗利什曼原蟲感染的能力，與宿主產生干擾素- γ (IFN- γ) 及 IFN- γ 受體的能力呈正相關
- (C) 巨噬細胞吞噬病原體後會形成吞噬小體 (phagosomes)，利什曼原蟲以其防禦性化合物躲過毒殺機制，在吞噬小體內生存並繁殖
- (D) 巨噬細胞表面的模式識別受體 (pattern recognition receptors, PRR)與利什曼原蟲表面分子作用，為宿主適應性免疫反應的重要機制

敘述	(A)	(B)	(C)	(D)
T 或 F				

4. 科學家嘗試以各種方法強化人體免疫系統來治療癌症，稱為癌症免疫療法。若癌症患者的免疫細胞無法辨識與對抗腫瘤細胞，科學家想到或許可以向健康捐贈者承借免疫細胞來併肩抗癌。研究團隊先將帶有基因突變的腫瘤細胞與健康捐贈者的免疫細胞混合，刺激免疫細胞的活化。接著將已活化免疫細胞中的靶向組件 (targeted components) 植入癌症患者免疫細胞中，使癌症患者的免疫細胞成功辨識癌細胞。T 細胞一般具有辨識異常細胞及消滅腫瘤的能力，能透過其他細胞表面呈現的蛋白片段，有效分辨入侵者。癌細胞的表面雖然也有外源蛋白片段 (foreign protein fragment) 或新生抗原 (neo-antigens) 的表達，卻能躲過 T 細胞的辨識及攻擊。科學家收集黑色素瘤患者在腫瘤細胞表面上呈現的所有外源蛋白片段，再測試患者 T 細胞的辨識度，結果發現儘管患者的癌細胞呈現了大量不同的外源蛋白片段，患者的 T 細胞仍無法辨識腫瘤細胞的異常蛋白片段，但健康捐贈者的 T 細胞就能成功辨識出許多患者 T 細胞無法辨識出的異常蛋白片段。
- 判斷下列四個敘述是否正確，在下表中的對應欄位中填入 **T** (代表正確) 或 **F** (代表錯誤)。
 - (A) 研究結果顯示利用健康捐贈者的免疫細胞來「外包」癌症免疫力，是癌症免疫療法中無法達成的一個夢想
 - (B) 如果想用他人的免疫細胞抗癌，需要找出可被 T 細胞辨識的外源蛋白片段，找出癌細胞呈現的異常片段，及找出更有效分離 T 細胞的方法
 - (C) 專家抽取健康捐贈者的骨髓，分離出幹細胞和 T 細胞，將幹細胞注入漿細胞白血病 (plasma cell leukemia) 患者體內，T 細胞先經體外培養，並接觸一種常附著在癌細胞表面的 WT1 蛋白後再注入病患體內，結果能有效治療患者。此種免疫療法可醫治所有癌症病患
 - (D) 體外共同培養黑色素細胞癌及小鼠 T 毒殺細胞前趨細胞(CTL precursors; 簡稱 CTL-Ps)，可發生抗原辨識作用，但缺乏共同刺激訊號時 CTL-Ps 無法增生並分化為效應 T 毒殺細胞。若將編碼 B7 配體的基因轉殖到黑色素細胞癌中，CTL-Ps 就會分化為效應 T 毒殺細胞來毒殺癌細胞。此種以基因轉殖提供共同刺激訊號(B7 配體)來活化 CTL-PS，屬於癌症免疫療法。

敘述	(A)	(B)	(C)	(D)
T 或 F				

5. 細胞膜主要由脂質、蛋白質和醣類組成，脂質的主要成分為磷脂和膽固醇，磷脂又可分為甘油磷脂(phosphoglycerides)和鞘磷脂(sphingomyelin, SM)。甘油磷脂包括磷脂醯膽鹼(卵磷脂)(phosphatidylcholine, PC)、磷脂醯絲氨酸(phosphatidylserine, PS)、磷脂醯乙醇胺(腦磷脂)(phosphatidylethanolamine, PE)、及磷脂醯肌醇(phosphatidylinositol, PI)。SM 在神經組織中含量高，特別在髓鞘(myelin)中。細胞膜上的 SM 經神經磷脂水解酶(sphingomyelinase, SMase)水解，可產生神經醯胺(ceramide)，是細胞外基質中的重要脂質，能緊密接連維持角質層脂質的完整，形成一層天然防水薄膜，更是近年許多新興食品與化妝品的活性成分，能影響細胞的生長、分裂、分化、凋亡，而有延緩皮膚衰老、保持青春、提高免疫力、抗腫瘤等作用，美國每年神經醯胺類產品的產值在 100 億美元以上。

● 判斷下列四個敘述是否正確，在下表中的對應欄位中填入 **T** (代表正確) 或 **F** (代表錯誤)。

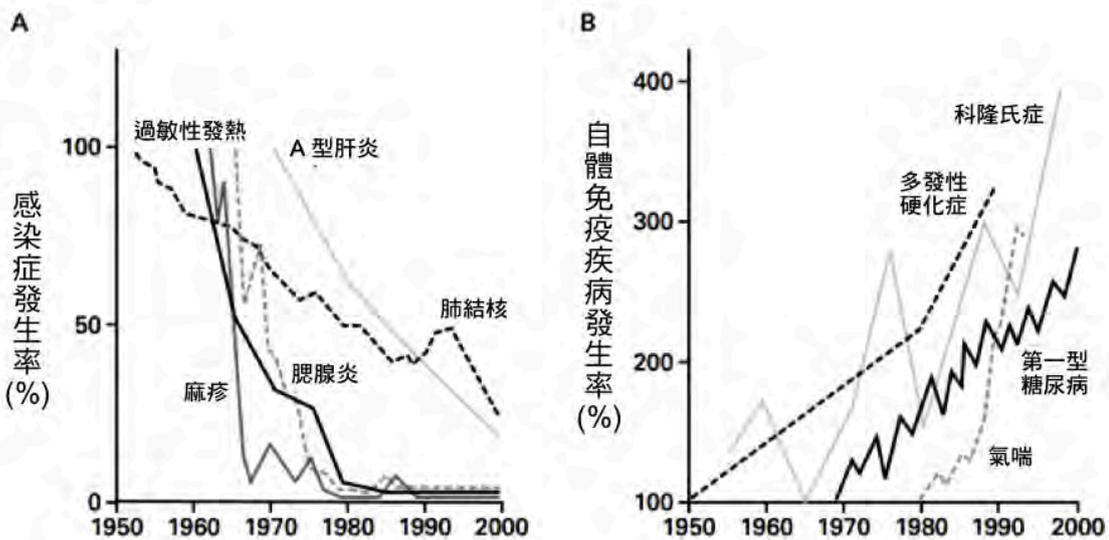
- (A) 神經醯胺與生物膜的結構及細胞外基質的組成相關，更是先天免疫防禦病原體入侵的一道防線
- (B) 膜脂質雙層中的脂質組成是不對稱的，PC 主要分佈在膜面向細胞質的內層，PS、PE、PI 主要分佈在膜的外層
- (C) 髓鞘可以保護神經元的軸突，在神經信息傳遞上極為重要，缺少 SM 會使髓鞘受損，神經訊息在受損部位傳遞變慢，導致肌肉反應不良，造成多發性硬化症(Multiple Sclerosis)
- (D) SMase 的基因缺陷會造成 SM 在腦、肝、腎、脾的堆積，導致腦部發育遲緩，影響智商甚至夭折，產生體染色體隱性遺傳的尼曼匹克症(Niemann-Pick disease)

敘述	(A)	(B)	(C)	(D)
T 或 F				

6. 核糖體為細胞中負責蛋白質合成的胞器，由於細胞需對外在環境的變化迅速調整其反應，並在短時間內進行細胞分裂，因此成熟之 ribosomal RNA 於真核細胞中可達 RNA 總量之 80%。在真核生物的染色體組中，核糖體基因的套數有時可達 2 萬套。真核生物的核糖體基因為一呈縱線排列頭尾相連的重複性基因，每個重複單元包含了小次單元、大次單元及 5.8S 基因，這些編碼區 (coding region) 由間隔區隔開，稱為內轉錄間隔區 (Internal transcribed spacer, ITS)。大、小次單元由外間隔區 (External spacer) 或稱基因間隔區區隔 (Inter-genic spacer, IGS)，5.8S 基因則位於內轉錄間隔區中。核糖體基因由於其序列高度保守的性質，使得其基因序列成為建構親緣關係的重要工具。
- 判斷下列四個敘述是否正確，在下表中的對應欄位中填入 **T** (代表正確) 或 **F** (代表錯誤)。
- (A) 由於不同的環境壓力，核糖體的大、小次單元基因在不同的區域演化速率各有不同，因此有不同的保守程度
- (B) 小次單元基因因為大小適中，常被用來建構親緣關係
- (C) 大次單元由於包含許多結構區 (domain)，由於演化較為迅速，因此序列上非常不保守，不適合用來建構親緣關係
- (D) 18S 和 28S 基因也包含了高度變異性區域，稱為擴張片段 (expansion segment)。在不同種間，28S 核糖體基因大小的變化，乃因其具有不同數量的擴張片段，通常並不建議使用來建構親緣關係

敘述	(A)	(B)	(C)	(D)
T 或 F				

7. 衛生假說 (hygiene hypothesis) 是一種醫學假說，指童年時因缺少接觸傳染源、共生微生物（如胃腸道菌群、益生菌）與寄生蟲，從而限制了免疫系統的正常發展，進而增加了罹患過敏性疾病的可能性。已開發國家青少年自身免疫性疾病與急性淋巴性白血病發病率的增加被認為與衛生假說有關。在一篇針對美國的流行病學統計上，可以發現，從 1950 年開始，可能因為疫苗施打、衛生意識抬頭，許多傳染性疾病如麻疹、肝炎、結核等病的盛行率大幅下降，但許多免疫失調疾病如多發性硬化症、第一型糖尿病、科隆氏症 (Crohn's disease)，以及過敏性疾病如氣喘等疾病的盛行率，卻是大幅上升。（如下圖）



● 判斷下列四個敘述是否正確，在下表中的對應欄位中填入 **T** (代表正確) 或 **F** (代表錯誤)。

- (A) 衛生進步誘發了自體免疫疾病
- (B) 缺乏暴露於各種微生物環境所造成的免疫遲鈍 (immune unresponsiveness) 現象，是造成自體免疫疾病的可能原因
- (C) 接種牛痘就是讓孩童多接觸並感染（可能較為弱化的）感染源以減少疾病的發生
- (D) 腸內菌種的表面組成成分與人類免疫系統交互作用後，可以為衛生假說提供支持的證據

敘述	(A)	(B)	(C)	(D)
T 或 F				

二、問答題(共 25 分)

1.物質需要通過細胞膜而進入細胞內，請分別說明下列 5 種分子通過細胞膜的方式。

(1)水分子 (2 分)

(2)氧氣分子 (2 分)

(3)質子 (2 分)

(4)葡萄糖分子 (2 分)

(5)膽固醇分子 (2 分)

2.簡要說明下列各反應 (每則請勿超過 100 字)

(1)光呼吸作用 (photorespiration) (5 分)

(2)有氧呼吸作用 (aerobic respiration) (5 分)

(3)厭氧呼吸作用 (anaerobic respiration) (5 分)

三、 單選題(共 15 分)

- _____ 1. 能夠改變葡萄糖吸收的蛋白質信號分子是什麼？以及其受體位於何處？(3 分)
- (A) 胰島素(insulin)；使用葡萄糖作為能量的各種類型的細胞
 - (B) 胰島素(insulin)；胰腺 β 細胞(beta cells of the pancreas)
 - (C) PDGF(血小板衍生型生長因子)；血液
 - (D) NGF(神經生長因子)；參與反射的神經
- _____ 2. 在細胞訊息傳遞中，催化磷脂酸肌醇 4,5-雙磷酸(PIP₂)分解成肌醇三磷酸(Inositol triphosphate, IP₃)和二醯甘油(diacylglycerol)的酵素為何？(3 分)
- (A) 磷酸轉移酶 C (phosphokinase C)
 - (B) 磷脂酶 C (phospholipase C)
 - (C) 磷酸二酯酶 C (phosphodiesterase C)
 - (D) 脂肪激素 (lipokine)
- _____ 3. 有關類固醇激素(steroid hormones)的訊息分子之描述，下列何種正確？(3 分)
- (A) 只在身體中特定位置製造，但距離很遠仍可受到其影響
 - (B) 親水性(hydrophilic)，因此不能穿透細胞膜
 - (C) 與細胞表面的受體結合，激發化學級聯(cascade)反應
 - (D) 不存在於人體的血液中
- _____ 4. 下列何種細胞胞器(cell organelle)與運動蛋白(motor protein)有關？(3 分)
- (A) 平滑內質網(smooth ER)
 - (B) 囊泡(vesicle)
 - (C) 原生質膜(plasma membrane)
 - (D) 葉綠體(chloroplast)
- _____ 5. 溶小體(lysosome)是存在於_____中的一種特化囊泡，含有可分解食物的消化酶。另一個相關的胞器為液胞(vacuole)，存在於_____中，含有酶但常作為儲存用的胞器。(3 分)
- (A) 動物；植物和真菌
 - (B) 植物；動物和真菌
 - (C) 植物和真菌；動物
 - (D) 動物和植物；真菌

四、問答題(共 10 分)

身為科學家的你，試圖藉由體細胞細胞核轉殖 (somatic cell nuclear transfer, SCNT) 的方法複製一隻羊，為達成此目標，首先你取出 A 羊乳腺(mammary gland)細胞中的細胞核，轉移到 B 羊的卵細胞中，該卵細胞已除細胞核 (enucleate)。接著殖入含有新細胞核的卵細胞放到假孕 (pseudo pregnant) C 羊體內，並命名新出生的複製羊為 D 羊，最後發現 D 羊出生就擁有與 B 羊一樣的遺傳疾病。

請解釋為什麼會發生這種現象，並說明可能是什麼因素導致這種疾病？(10 分)

五、填充題(每格 1.5 分，共 15 分)

核糖體，舊稱「核糖核蛋白體」或「核蛋白體」，是細胞中的一種胞器，由一大一小兩個次單元結合形成，主要成分是相互纏繞的 RNA（稱為「核糖體 RNA」，ribosomal RNA，簡稱「rRNA」）和蛋白質（稱為「核糖體蛋白質」，ribosomal protein，簡稱「RP」）。核糖體是細胞內蛋白質合成的場所，能讀取信使 RNA 核苷酸序列所包含的遺傳資訊，並使之轉化為蛋白質中胺基酸的序列資訊以合成蛋白質。在原核生物及真核生物（地球上的兩種具有細胞結構的主要生命形式，前者可細分為古菌、真細菌兩類）的細胞中都有核糖體存在。一般而言，原核細胞只有一種核糖體，而真核細胞具有兩種核糖體（粒線體和葉綠體中的核糖體與細胞質核糖體不相同）。核糖體可按沉降係數（sedimentation coefficient）進行分類。根據沉降係數的大小分類：55S 核糖體、70S 核糖體及 80S 核糖體等。

下表有關真核細胞與原核細胞核糖體沉降係數的比較，請將正確的答案選項（沉降係數）填入表中：

答案選項	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)
	80S	70S	60S	50S	40S	30S	28S
答案選項	(H)	(I)	(J)	(K)	(L)	(M)	(N)
	23S	20S	18S	16S	15S	5.8S	5S

分類	核糖體大小	次單位 (subunit)		rRNA	RP 種類
		大次單位	小次單位		
原核生物					31
					21
真核生物 (細胞質核糖體)					49
					33

2018 年國際生物奧林匹亞競賽
國手選拔營
理論評量試題

第二部分

Student Code :



注意事項：

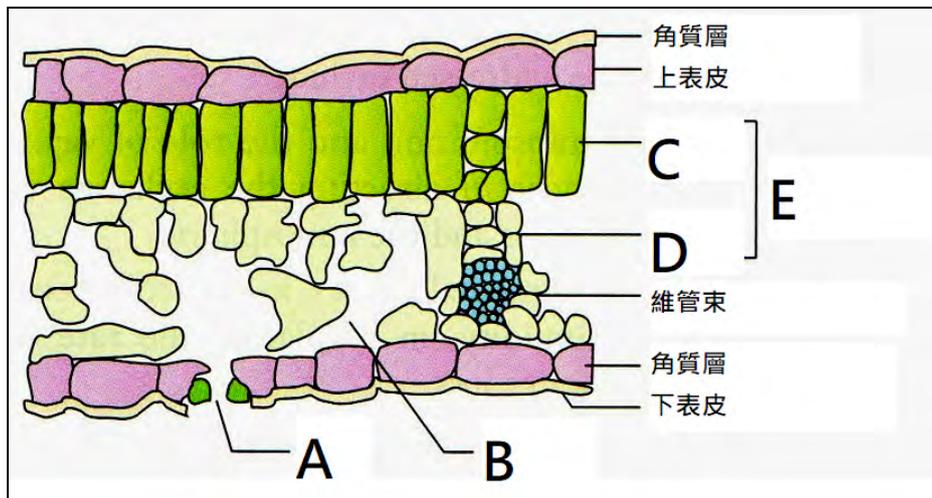
- 1.本部份試題共 6 頁(含封面)，共 100 分。請檢查是否有缺頁，若有缺頁請立即告訴試務人員
- 2.作答時請核對試題封面是否和你的考號相同。
- 3.請在試題卷上用藍（黑）筆作答，並請保持試卷的整潔。
- 4.試題答案可寫至題目背面，但請標上題號。

第二部分：(100 分)

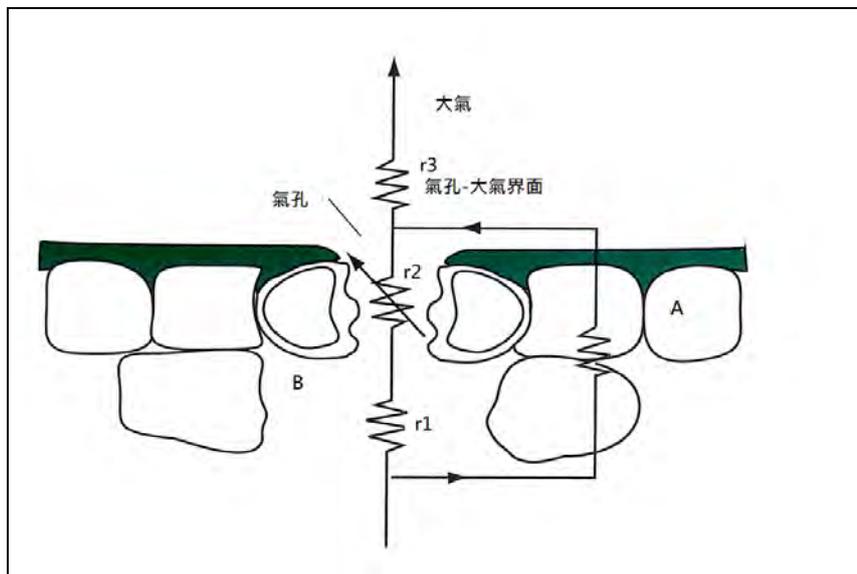
以下為植物水分生理相關主題，請依各主題說明回答問題。

一、植物水勢(water potential)

植物學家常利用植物水勢來預估其含水狀態與其他水分生理，以得知植物體內的生理功能及其作用機制。將這些知識應用在農業科技與栽培管理上，就可管控供水策略，提昇作物生產潛能與降低生產成本。下圖(a)為植物葉片構造, (b)為水分傳導途徑與傳導阻力：(共 25 分)



圖(a)植物葉片構造



圖(b)水分傳導途徑與傳導阻力 (傳導阻力以 r 表示)

下列為植物葉片水勢的相關題組，請回答下列題組問題：

- (1)請填寫圖(a)植物葉片構造：A _____, B _____, C _____,
 D _____, E _____。(10 分)

(2)在圖(b)中，植物生理學家借用物理學的電阻符號 r 來代表水分傳導阻力，請說明水分傳導阻力 r_1, r_2, r_3 分別代表何種水分傳導阻力？在夏日無風、艷陽高照的正午時，三者阻力中何者阻力最大？何者次之？並請說明理由（10分）

答：

(3)承上題，在輕風拂面，雨後的日出清晨，與題(2)的風和日麗的正午比較下， r_3 在前者(輕風拂面，雨後的日出清晨)環境下的數值較大嗎？並請說明理由（5分）

答：

二、光合產物的傳輸

植物學家研究光合產物傳輸至儲存器官的相關實驗中，發現水分生理影響光合產物的傳輸能力很重要，利用水勢可解釋及預估物質的傳輸能力。據此請回答下列題組：（共 25 分）

(1)在植物莖桿維管束組織的光合產物傳輸機制如何以水勢來說明？（10分）

答：

(2)維管束組織韌皮部的水分狀態如何以水勢公式來表示？其單位為何？（5分）

答：

(3)何謂壓力流理論(the pressure-flow hypothesis)？此理論如何驗證光合產物的傳輸至儲存器官？（10分）

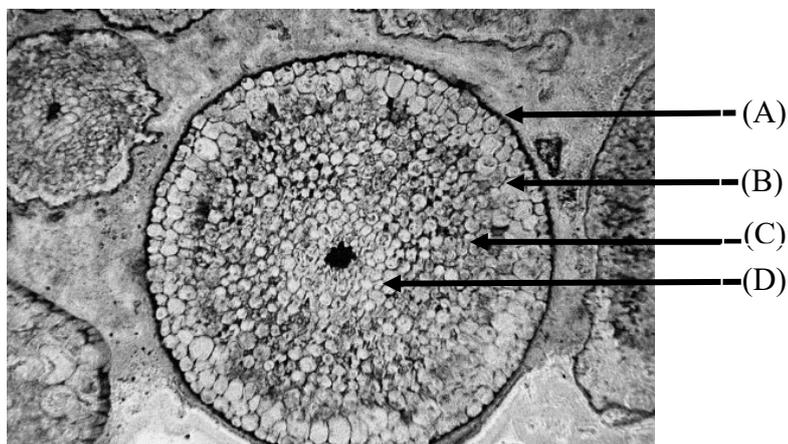
答：

以下為植物多樣性與相關主題，請依各主題說明回答問題。

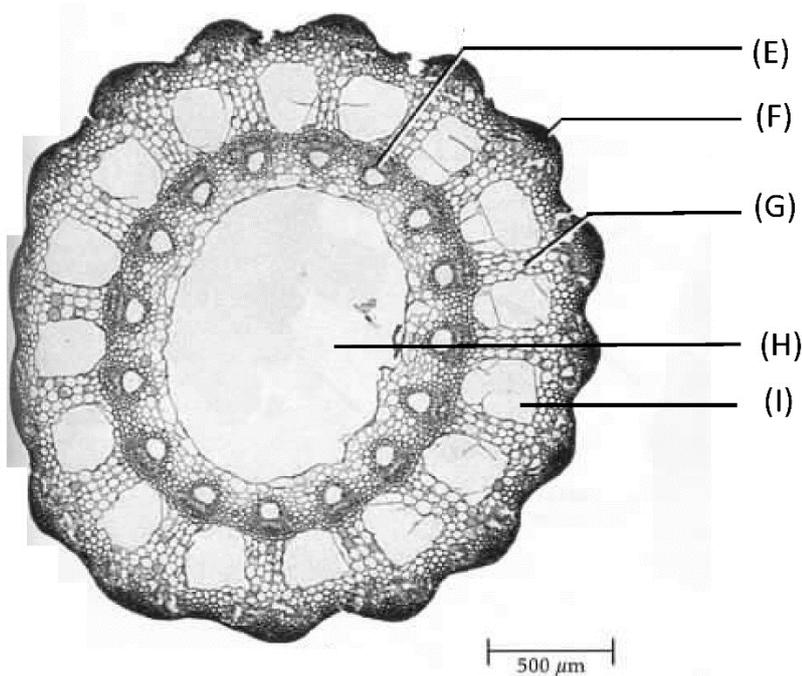
一、植物解剖特徵

植物外部與內部結構與特徵，為植物生長與生理功能的基礎，因此了解植物特徵，可以進而推論相關演化歷史。下圖(a)為已滅絕的萊尼蕨(*Rhynia*)莖的橫切面，(b)為木賊(*Equisetum*)莖的橫切：(共 25 分)

(a)



(b)



下列為植物解剖構造的相關題組，請回答下列題組問題： (2分*8=16分)

- (1) 請填寫圖下列構造： (A)_____、(B)_____、(C)_____、
 (D)_____、(E)_____、(F)_____、(G)_____、
 (H)_____。

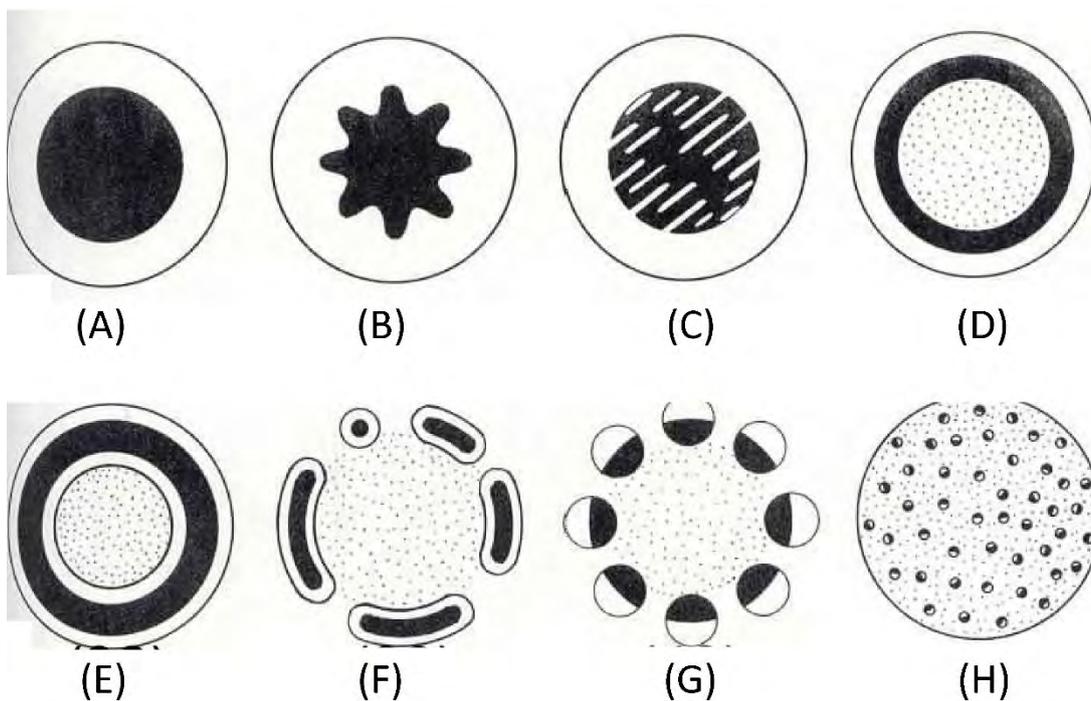
(2) 萊尼蕨和木賊的莖部維管束分別屬於哪一類型? (2分*2=4分)

二者的差異部分請說明?(5分)

答:

二、植物演化特徵

植物的中柱(stele)的構造型式，在進入陸地後演化出不同類型，此與陸地植物的演化分枝具有相關連性，下圖為中柱的主要類型，依據下圖回答下列問題：(共 25 分)



(1) 下列表格右欄，填入上圖中對應的代號。(1.5分*8=12分)

散生中柱(Atactostele)	
真中柱(Eustele)	
編織中柱(Plectostele)	
網狀中柱 (Dictyostele)	
星狀中柱(Actinostele)	
雙韌皮的管狀中柱(Amphiphloic siphonostele)	
單中柱(Haplostele)	
外韌皮管狀中柱(Ectophloic siphonostele)	

- (2) 依據上圖中 8 種不同類型的中柱的結構特徵，以無維管束植物(Nonvascular Plant)作為外群(outgroup)，繪製出一個所有維管束植物類群的系統發育樹(phylogenetic tree)，並以上圖中柱結構變化作為特徵，於系統發育樹的每個分支(clade)上至少標示一個衍生的特徵(derived characteristic)。(13 分)

2018 年國際生物奧林匹亞競賽
國手選拔營
理論評量試題
第三部分

Student Code :



注意事項：

- 1.本部份試題共 5 頁(含封面)，共 100 分。請檢查是否有缺頁，若有缺頁請立即告訴試務人員
- 2.作答時請核對試題封面是否和你的考號相同。
- 3.請在試題卷上用藍（黑）筆作答，並請保持試卷的整潔。
- 4.第 1.2.3 題答案請填寫於題目卷上。
- 5.第 4.5 題答案請填寫於答案卷上。

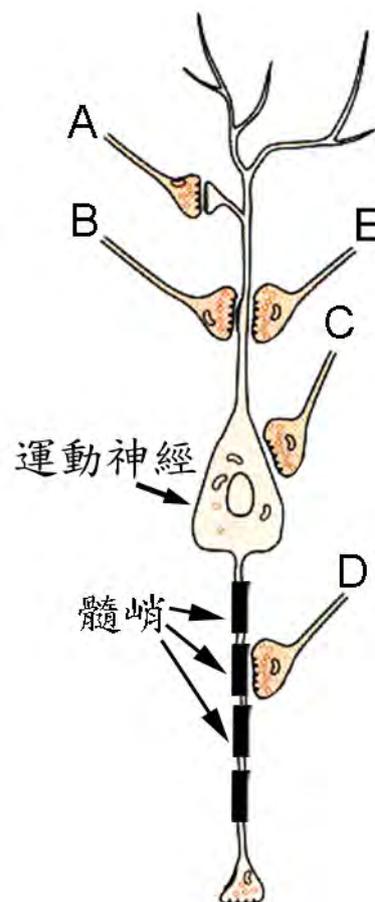
第三部分：(100 分)**1. 請回答下列問題(每格2分，共16分)**

- (1) 睪丸中 _____(細胞)會分泌 _____，此物質可受 _____ 調節，協助精子生成(Spermatogenesis)
- (2) 在卵巢中分泌雄性素的細胞為 _____
- (3) 卵巢中 _____ 會利用 _____ 將雄性素轉變為雌性素，協助卵子生成(Oogenesis)
- (4) 胚胎發育時，睪丸中 _____ 分泌 _____，抑制女性生殖器官發育

2. 小心閱讀下列敘述，選出關鍵資訊及數值後，進行運算。

一般所謂充氧血(oxygenated blood)，是指當氧分壓為 100 mmHg 時，氧合血紅素飽和百分比 $\geq 97.5\%$ 及溶解態氧為 0.3 mL/dL 的血液；而缺氧血(deoxygenated blood) 則是指當氧分壓為 40 mmHg 時，氧合血紅素飽和百分比 $\leq 75\%$ 及溶解態氧為 0.12 mL/dL 的血液。每 100 mL 的血液流經周邊組織時，身體約會耗去 5 mL 的氧氣，當血紅素與氧結合呈現完全飽和時(每克血紅素結合 1.5 mL 氧氣)，若每公升血液內含 200 克血紅素，請問在心輸出量(cardiac output)為每分鐘 15 公升時，有多少氧氣可自左心室送至主動脈？(必需寫出算式及計算步驟，否則不予評分) **(12 分)**

3. 右圖為某運動神經接受外界神經(A~E)支配的示意圖,其中 A, C, D, E 神經受刺激時所釋放的神經傳遞物質為 glutamate; B 神經受刺激時所釋放的神經傳遞物質為 GABA.



- (1) 填充題：當分別刺激 A~E 神經(刺激強度不足以誘發此神經產生動作電位)時,若藉由紀錄電極於運動神經細胞體紀錄細胞膜電壓的改變,這五條神經(A~E)對運動神經細胞膜電壓興奮性的影響由大到小的排列順序為(以">"符號列出大小順序) (10 分)

答: _____ > _____ > _____ > _____ > _____

- (2) 選擇題：若在短暫(5 毫秒)時間內分別連續刺激神經(A 或 C 或 D 或 E)以及 B 神經,則下列組合中 B 神經會發揮最大影響運動神經細胞膜電壓改變效果(所發揮的效益最強)的組合為? (2 分)
為什麼?(3 分)

答: _____

- (甲) 先刺激 A, 5 毫秒之後再刺激 B
(乙) 先刺激 B, 5 毫秒之後再刺激 A
(丙) 先刺激 C, 5 毫秒之後再刺激 B
(丁) 先刺激 B, 5 毫秒之後再刺激 C
(戊) 先刺激 E, 5 毫秒之後再刺激 B
(己) 先刺激 B, 5 毫秒之後再刺激 E
(庚) 先刺激 D, 5 毫秒之後再刺激 B
(辛) 先刺激 B, 5 毫秒之後再刺激 D

- (3) 問答題：當運動神經受外界刺激達到閾值而產生動作電位,動作電位傳到神經末梢之後會發生哪些變化而導致神經傳遞物質釋放? (10 分)

答:

4. 如圖 1(請翻下頁)所示為近年有關動物界主要類群的親緣關係假說之一，請依這個假說回答以下問題。請留意所有的回答可以同時輔以文字與示意圖以清楚表達你的觀點。

如果以最簡約法則(parsimony)的概念來推測特徵演化(character evolution)，以下特徵獨立出現(gain)與消失(loss)幾次？若某個特徵在一個類群內部有多態性(polymorphism)，也請指出來，並說明為何讓你無法判斷特徵的出現與消失次數？(30 分)(本題請將答案寫於答案卷上)

- (1) 頭
- (2) 體內授精
- (3) 濾食性
- (4) 漂浮性幼蟲
- (5) 水生
- (6) 成長過程中會蛻皮

5. 「環境溫度低，動物體型大；溫度高，動物體型則小」的生態現象，學術界稱之為「博根曼定理 (Bergmann's rule)」，博根曼本人在定義該現象時將對象範圍限定在同屬內親緣近的物種間，但後世學者經常將博根曼定理引申至解釋相同物種內不同族群間的體型差異。(本題請將答案寫於答案卷上)

2011 年新加坡國立大學的生物學家 Jennifer A. Sherida 和 David Bickford 討論動物體型與地理環境關係，並提出「動物體型縮小反映出全球氣候變遷實況」的驚人論點。隨後，美國和荷蘭地質考古學者發現古獸馬 (*Arenhippus*) 和古溪鹿 (*Diacodexis*) 這兩個類群的動物體型，確實在平均氣溫最高的時候最小。

然而佛羅里達大學的研究團隊比較了來自 30 個不同地理區域的鳥類與哺乳動物物種資料，進行體重與地理環境因子相關性分析。在總計 952 個鳥類和哺乳動物物種、共 273,901 筆標本記錄中，他們發現大部分物種 (79%) 之個體體重和生活環境氣溫之間沒有顯著相關性。符合博根曼定理的物種只佔了 14%，但也有 7% 的物種出現完全違背博根曼定理預測的現象——也就是棲息地越靠近赤道，體型反而越大。

所以，請問你認為要如何解釋多數動物的體型與溫度之關聯性不會合博根曼定理？若將此定理套用在變溫動物水生動物時，你推測可能會產生什麼樣的結果？(17 分)

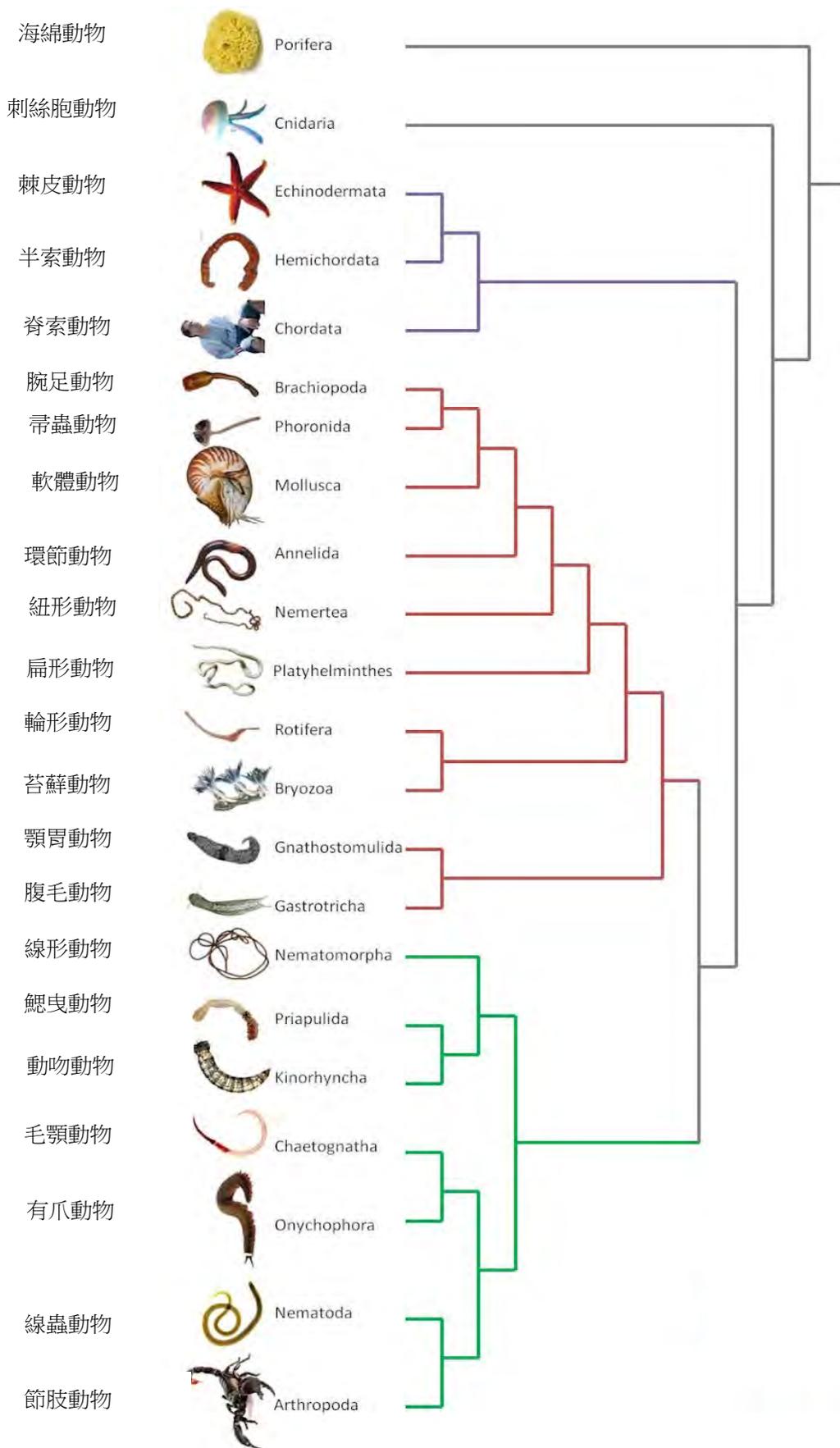


圖 1

2018 年國際生物奧林匹亞競賽
國手選拔營
理論評量試題

第四部分

Student Code :



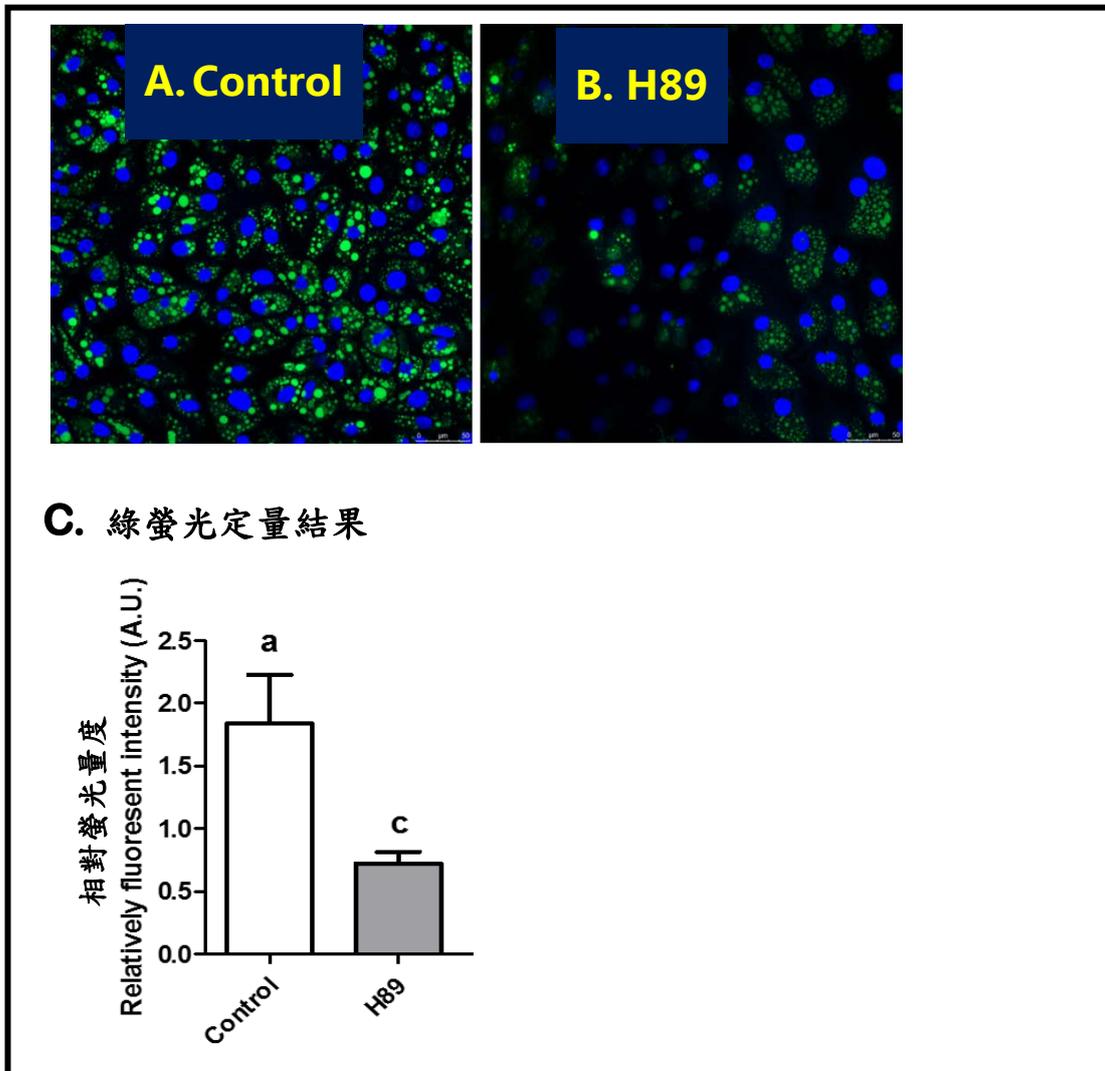
注意事項：

- 1.本部份試題共 4 頁(含封面)，共 100 分。請檢查是否有缺頁，若有缺頁請立即告訴試務人員
- 2.作答時請核對試題封面是否和你的考號相同。
- 3.請在試題卷上用藍（黑）筆作答，並請保持試卷的整潔。
- 4.試題答案請寫至答案卷，請標上題號。

第四部分：(100 分)

一、鳥類胚胎發育時內胚層上皮細胞(EEC)會吸收蛋黃中的營養分到胚胎中供胚胎發育所需。有一個基因(SOAT1)表現出來的酵素會將膽固醇加上一個脂肪酸形成膽固醇酯，根據研究此基因在胚胎發育的過程中扮演重要的角色，尤其是在增進對蛋黃脂肪利用方面不可或缺。由於此基因的表現顯著影響胚胎對蛋黃中脂肪的利用效率，也就會改變胚胎的發育速率，所以瞭解其基因表現的調控機制就非常重要。在 EEC 細胞培養液中加入促進 cAMP 的藥劑發現會增進此基因的表現，而且增進 cAMP 的標的基因 PKA 的功能。

1. 已知 PKA 會增進它的標的蛋白質的磷酸化，請問如何分析 PKA 的功能表現?(10 分)
2. H89 藥劑是 PKA 的抑制劑，添加 H89 之後影響 SOAT1 所產生的膽固醇酯顯著減少(圖一)，而且研究也發現，PKA 會促進 SOAT1 基因的表現。請問添加 H89 於 EEC 細胞培養液中，SOAT1 的 mRNA 表現會受到怎樣的影響?(10 分)



(圖一)

(圖一) H89 是 PKA 的抑制劑，添加 H89 之後 SOAT1 所產生的膽固醇酯顯著減少(上圖 A 及 B 中綠色螢光的油滴)，藍色為細胞核的染色結果。圖 C 中的 a 和 c 表示處理 A 及 B 組織間有顯著的差別。

(請將答案填寫至答案卷上)

二、承上題，如果科學家將 SOAT1 基因的啟動子全長加上一個報導基因，他就可以測定此啟動子受到調控的機制。

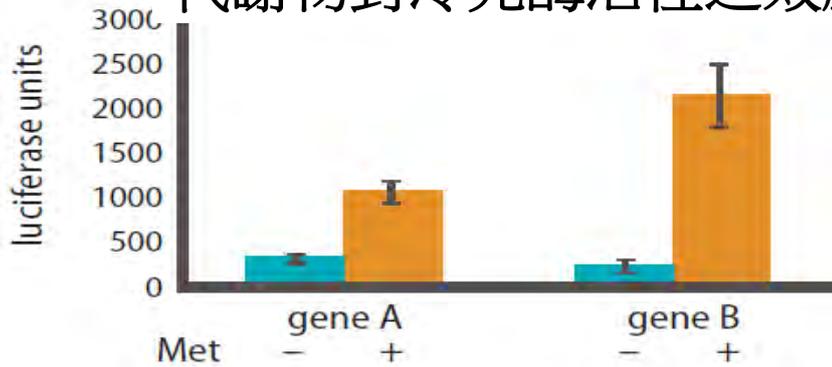
1. 如果加入抑制 cAMP 的藥劑，可以觀察到此報導基因表現的狀態為何？(5 分)
2. 如果加入拮抗 PKA 的藥劑，可以觀察到此報導基因表現的狀態為何？(5 分)
3. 如果加入促進 PKA 的藥劑，又可以觀察到此報導基因表現的狀態為何？(10 分)
4. 如果有另一個內泌素也會促進 PKA 功能，添加此內泌素又會怎麼影響此報導基因的表現？(10 分)

(請將答案填寫至答案卷上)

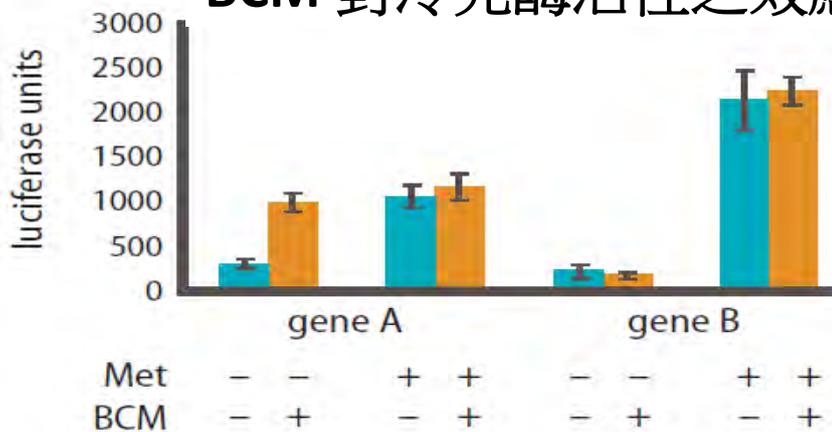
三、有些原核基因之 mRNA 的 5'端非轉譯區(5'UTR)可與特定代謝物(metabolite, Met)結合，並形成不同的二級結構，用以調節 mRNA 被轉錄或轉譯的狀況，因其能調節基因表現量，而被稱為核糖開關(riboswitch)。將此 5'UTR 序列與冷光酶 (Luciferase)報導基因連接，並建構此重組報導基因表現質體，即可將之送進細胞中，分析細胞中所表現的冷光酶活性，即可得知該核糖開關對報導基因表現之影響。實驗中又可檢測在添加代謝物(Met)狀況下報導基因的冷光酶活性，用以了解該代謝物影響基因表現的情形。下圖(a)所呈現的是將基因 A 及基因 B 的 mRNA 之 5'UTR 分別被接到冷光酶基因後，在有(+)或無(-)代謝物(Met)添加時所表現的冷光酶活性單位(luciferase units)。圖(b)則呈現當加入轉錄終止子抑制劑 BCM 對基因 A 及基因 B 的 5'UTR 核糖開關活性之影響。請依據上述實驗結果，回答下列問題。

- (A) 比較代謝物對基因 A 及基因 B 基因表現的影響，並推論代謝物影響兩基因之表現之可能層次是在轉錄或轉譯作用。(25 分)
- (B) 說明並比較基因 A 及基因 B 的 5'UTR 核糖開關受代謝物調節之情形。(25 分)

圖(a) 代謝物對冷光酶活性之效應



圖(b) BCM 對冷光酶活性之效應



(請將答案填寫至答案卷上)

2018 年國際生物奧林匹亞競賽

國手選拔營

理論評量試題

第五部分

Student Code :



注意事項：

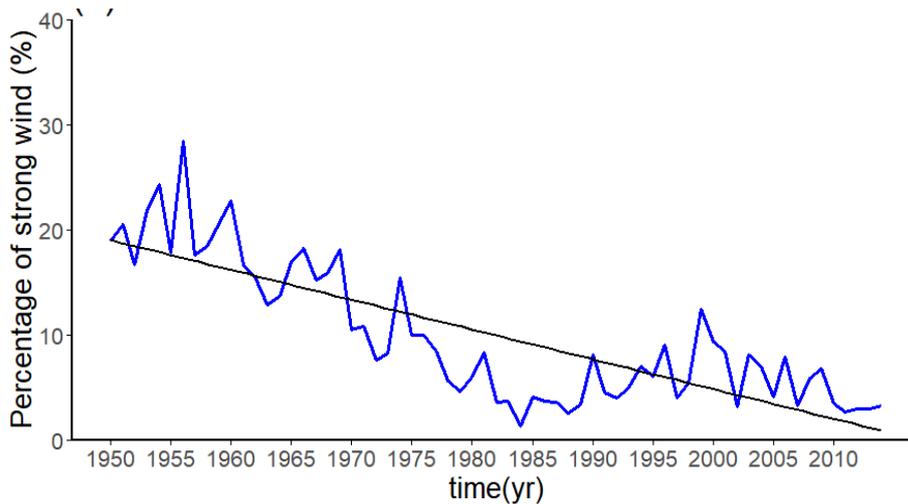
- 1.本部份試題共 9 頁(含封面)，共 100 分。請檢查是否有缺頁，若有缺頁請立即告訴試務人員
- 2.作答時請核對試題封面是否和你的考號相同。
- 3.請在試題卷上用藍（黑）筆作答，並請保持試卷的整潔。
- 4.試題答案可寫至題目背面，但請標上題號。

第五部分：(100 分)**一、選擇題(單選，每題 5 分、共 20 分)**

- _____ 1. 依據聯合國 2015 年 9 月所訂定之第 13 項「永續發展目標」(Sustainable Development SDGS)，目前人類發展所面臨最大的威脅是：
- (A) 氣候變遷
 - (B) 污染排放
 - (C) 兩極冰帽的融解
 - (D) 人口成長問題
- _____ 2. 為解決氣候變化問題，各國於 2015 年 12 月 12 日在巴黎 COP21 會議上通過了"巴黎協定"。在協議中，所有國家同意努力將全球溫度上升幅度控制在攝氏幾度？
- (A) 1° Celsius
 - (B) 2° Celsius
 - (C) 5° Celsius
 - (D) 6° Celsius
- _____ 3. 近 500 年導致物種滅絕的主要因素為：
- (A) 天然災害 (洪水、火災、地震等)
 - (B) 人類的活動
 - (C) 熱帶雨林的大面積砍伐
 - (D) 氣候變遷 (如氣溫上升)
- _____ 4. 考古時發現一群葉片化石，其中大部分的葉片邊緣為平滑的，只有少數具有鋸齒。這表示沉積當時的環境條件是：
- (A) 沉積地區是乾旱型的氣候
 - (B) 當地的雨量充足
 - (C) 當地的氣候是溫暖的
 - (D) 當地的氣候是寒冷的

二、問答題

- (一) 不論過去一百多年 (1873~1995) 來或是較近期的五十多年來 (約 1950 年代之後)，東亞氣候變遷以冬季季風的減弱趨勢最為明顯。東北季風的強度和西伯利亞高壓的強度呈正相關，東北季風強時，氣溫明顯下降，且會在局部地區造成強風事件，而隨者東北季風南下的寒潮更造成各地的極端低溫事件。(圖 1)顯示大武測站 1950-2013 年，東北季風強風的百分比，雖然強度呈現高低的波動，但整體呈現下降趨勢。另一方面就氣溫而言，隨著全球暖化，過去 100 年台灣的氣溫大約上升了攝氏 1.4 度，而且增溫的腳步又以最近的 30 年最快。



(圖 1) 大武測站 1950-2013 年，東北季風強風的百分比。

1. 氣候變遷對台灣森林物種組成及結構的影響

南仁山森林動態樣區 (永久樣區) 於 1990 年設立，樣區內所有直徑 ≥ 1 cm 之木本植物均加以量測、鑑定、繪製分佈位置圖、附上號碼牌。動態樣區包含位於山頂受東北季風影響的 3 公頃欖仁溪樣區及位於溪谷隱蔽處的 2.1 公頃南仁山溪谷樣區，兩樣區各做過三次複查，以了解樣區內各植株的新增、死亡及生長量。經過資料整理分析，每次複查的整體結果如表 1 (欖仁溪樣區) 及表 2 (南仁山樣區)，項目包含年份、物種數、植株密度、樹木截面積 (以每公頃的樹幹截面積總和代表生物量) 及 Simpson's 歧異度指數 (隨機取樣的兩個個體屬於不同種的機率%，值越大表示歧異度越高)。

表 1、欖仁溪樣區四次的調查結果。

調查年份	物種數	植株密度(公頃)	樹木截面積 (平方公尺/公頃)	Simpson's 歧異度
1991	109	14,956	42.31	24.37
1997	106	14,644	47.47	23.72
2005	104	12,723	45.31	23.52
2013	100	11,911	47.14	22.78

表 2、南仁山溪谷樣區四次的調查結果。

調查年份	物種數	植株密度(公頃)	樹木截面積 (平方公尺/公頃)	Simpson's 歧異度
1993	106	3,289	38.67	14.33
2000	103	3,426	42.82	14.06
2008	104	3,758	42.20	15.43
2013	105	3,620	42.64	14.97

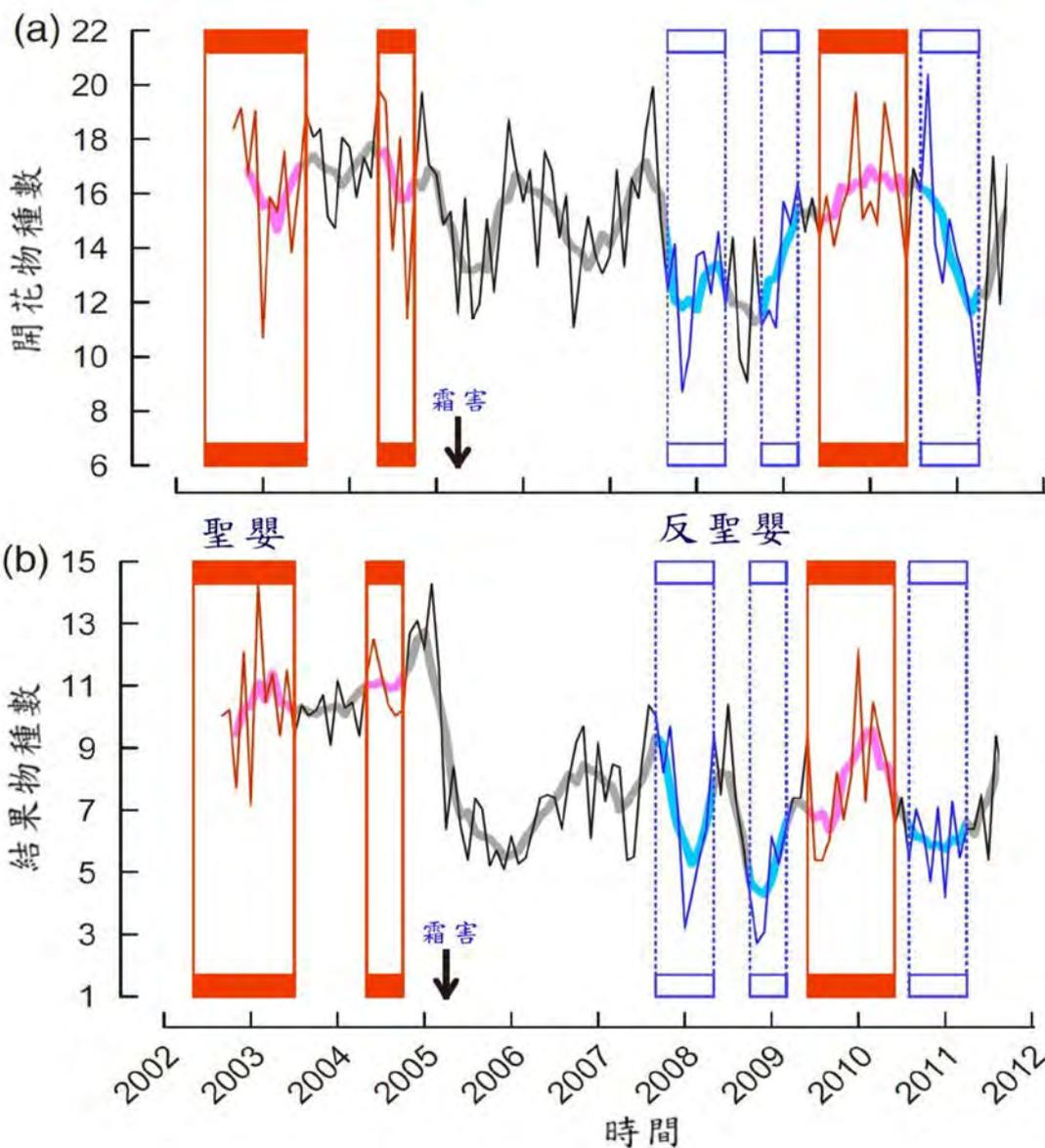
試比較欖仁溪樣區（表 1）及南仁山溪谷樣區（表 2），並同時比較同一森林內不同年份（特別是第一次及第四次調查）的結果，回答下列諸問題：

(1) 就 2013 年的調查結果，欖仁溪樣區及南仁山溪谷樣區森林特性的最主要的差異為何？並推測其原因。(14 分)

(2) 比較欖仁溪樣區第一次（1991 年）及第四次（2013 年）調查的植株密度及樹木截面積，試推測氣候變遷導致此差異的可能機制？(8 分)

2. 氣候變遷對對台灣森林物候的影響

在福山 25 公頃森林動態樣區內架設 87 收集網，十年間每週監測福山森林動態樣區內的落花、落果等物候現象，經資料分析後發現周期性的氣候變動（如聖嬰或反聖嬰現象）與極端氣候事件（2005 年三月的霜害），對於福山地區植物開花、結果均有明顯的影響（圖 2）。聖嬰(El Niño)及反聖嬰(La Niña)現象是指赤道太平洋的東部—中部（國際換日線及西經 120 度之間）的海溫異常變化之現象。當聖嬰或反聖嬰現象發生時會造成許多地區氣候異常，進而影響該地區之生態系統。東亞及東南亞受到的影響為聖嬰現象時，東北季風減弱，來自北方的冷空氣減少，造成暖冬。福山地區的月均溫上升、日照量增加、降雨量減少。反聖嬰現象發生時，東北季風增強，導致冬天較為濕冷。



(圖 2) 聖嬰及反聖嬰現象對福山森林植物物候的影響（紅色框為聖嬰期間、藍色框為反聖嬰期間）。細的上下波動線是開花物種數 (a) 及結果物種數 (b)；粗的是趨勢線，聖嬰期間為紫色，反聖嬰期間為青色，其他期間為灰色。

比較福山森林各年份開花物種數(圖 2a)及結果物種數(圖 2b)的結果,試回答下列諸問題:

(1) 聖嬰及反聖嬰現象對福山森林開花物種數的影響為何?(3分)

(2) 聖嬰及反聖嬰現象對福山森林結果物種數的影響為何?(3分)

(3) 極端氣候事件(2005年三月的霜害),對於福山森林開花物種數的影響為何?(3分)

(4) 極端氣候事件(2005年三月的霜害),對於福山森林結果種數的影響為何?(3分)

(5) 極端氣候事件(2005年三月的霜害)發生之後,開花及結果種數之逐年回復情形有相當的差異,其可能的原因為何?(6分)

(二) 外來種的入侵，會對全世界許多生態系造成相當嚴重的影響，包括可能造成當地原生物種的消失。

1. 臺灣野外環境亦可發現許多外來種生物，就魚類、兩棲類、爬蟲類、鳥類以及哺乳類各個類群，分別列舉一種可在野外環境觀察到，非家禽家畜類(包括貓、狗)的外來種生物。(10分)

2. 當外來種生物入侵時，可能會，也有可能不會，與食物鏈階層相同的原生物種有競爭的現象：(I)一旦入侵到原生物種存活的區域或棲地，外來種生物可能會直接排擠掉原生物種，導致原生物種當地族群的消失；(II)但是由於外來入侵種多出現在人為干擾嚴重的環境，較難入侵到生態系保存完整的棲地；相反地，許多原生物種出現在生態系保存完整的棲地，但無法適應這些人為干擾嚴重的環境，因此外來種入侵後，原生物種可能還是可同時存在，亦即外來種分布在人為干擾嚴重的環境，而原生物種則存活於生態系保存完整的棲地。

- (1) 假設有一外來種鳥類 A 入侵到體型與食物鏈階層相同的原生鳥類 B 的分布區域內，根據以上的敘述，可能發生(I)鳥種 A 競爭掉鳥種 B 的現象，亦或發生(II)鳥種 A 與鳥種 B 共存的情況。假設鳥種 A 與鳥種 B 可透過直接觀察的方式準確得知分布的狀況，簡述觀察到怎樣物種分布的現象時，可分別支持上述的兩種假說(亦即如何區分這兩種假說何者為真)? (10 分)

- (2) 簡述如何利用操控性實驗(例如移除鳥類等)，來更加確認(I)或(II)這兩個假說哪一個是正確的？(10分)
- (3) 若原生鳥種 B 因為數量稀少，野生動物管理單位因而想要增加鳥種 B 的數量時，當確認假說(I)或(II)何者是正確之後，野生動物管理單位如何分別因應假說(I)或(II)以增加鳥種 B 的數量？(10分)