

2009 年第廿屆國際生物奧林匹亞競賽 --理論試題(4)

中華民國生物奧林匹亞競賽代表團

動物解剖與生理

B13. (3 分) 三位病患 I、II 及 III 均呈現甲狀腺素過低的症狀。病患 I 的下視丘有缺損，病患 II 的腦垂腺前葉有缺損，病患 III 的甲狀腺有缺損。三位病患均被投予 TRH，並分別於投予 TRH 前，以及投藥後 30 分鐘，分別測量他們體內 TSH 濃度如下表

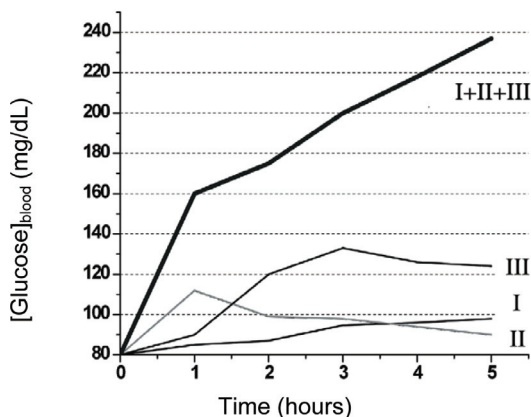
	投予 TRH 前	投予 TRH 後
健康個體	低於 10	10~40 間
(A)	低於 10	10~40 間
(B)	10~40 間	高於 40
(C)	低於 10	低於 10

以字母代號 A, B, C，填入病患代號 I - III 的正確欄位中。

B14. (2.5 分) 此題為題組，計三小題
下圖為單獨或合併投予三種激素 I、II 及 III 所造成血糖濃度的變化

(1) 這些激素屬於下列哪一種功能？

- (A) 降血糖
- (B) 昇血糖



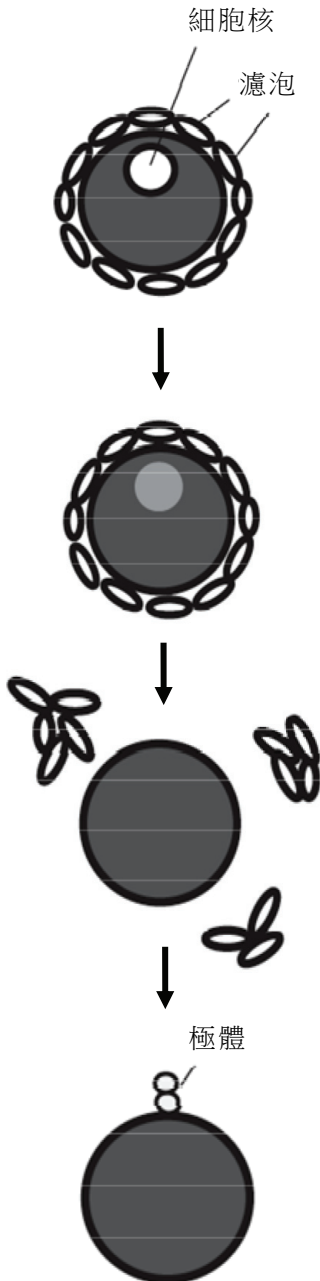
(2) 這些激素間的交互作用，可歸類為下列何種關係？

- (A) 加成作用
- (B) 拮抗作用
- (C) 協同作用
- (D) 無

(3) 根據圖中的結果，這些激素最有可能為下列那三種？

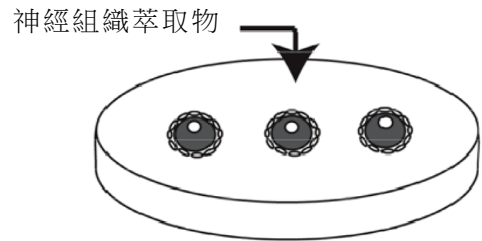
- (A) 胰島素
- (B) 抗利尿激素
- (C) 腎上腺素
- (D) 腎素
- (E) 升糖素
- (F) 血管收縮素原
- (G) 糖皮質素
- (H) 降鈣素
- (I) 心房鈉泌素

B15. (4 分) 海星的卵子在生殖腺中的濾泡內成長。卵子會於第一次減數分裂前期停止分裂，而停留在未成熟的狀態。若受到刺激，未成熟的卵子會繼續進行減數分裂，並失去核膜 (如下圖)。

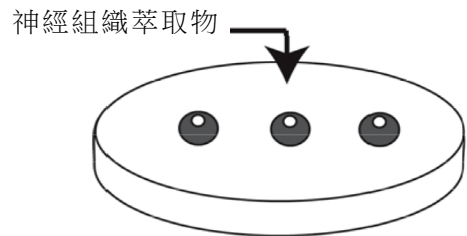


為了解造成繼續分裂的機制，進行以下實驗。

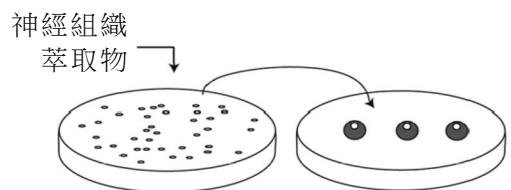
實驗 1：將取自海星成體的神經組織萃取物，加到被濾泡包圍的未成熟卵上時，減數分裂重新恢復。



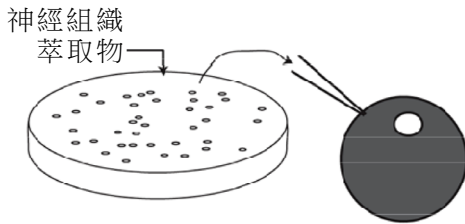
實驗 2：將取自海星成體的神經組織萃取物加到移除濾泡的未成熟卵上時，減數分裂不會恢復。



實驗 3：將取自海星成體的神經組織萃取物，先加到分離出來的濾泡中，再將培養液加到未成熟卵上，減數分裂會重新恢復。



實驗 4：將取自海星成體的神經組織萃取物，先加到分離出來的濾泡中，再將培養液直接注射入未成熟的卵內，減數分裂不會恢復。



根據上述實驗結果，提出四種假說。

假說 1：神經組織的萃取液內含有某種物質，可直接作用在未成熟的卵上，造成減數分裂的恢復。

假說 2：神經組織的萃取液中含有某種可使未成熟卵恢復減數分裂的物質，但濾泡阻斷了該物質與未成熟卵的接觸。

假說 3：神經組織的萃取液中具有某種可恢復減數分裂物質的前驅物，需經由濾泡進行處理後，才會形成具活性的物質，使減數分裂恢復。

假說 4：神經組織的萃取液可誘使濾泡分泌某種物質，該物質可作用於未成熟卵的表面，使減數分裂重新恢復。

分別指出上述哪些假說會被推翻，哪些假說不會被推翻。

B16. (2 分) 將蛙受精卵中的細胞核移出後，再將細胞核植回去核的卵中。在另一個實驗中，在去核的卵中注入一個腸道上皮細胞的細胞核。上述的兩種實驗中，卵都會發育並長成正常的蝌蚪。

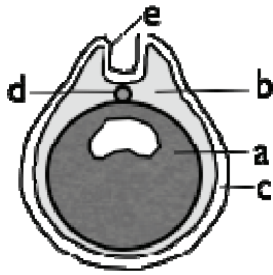
(1) 從 A~E 中選出正確的敘述。在蛙受精卵分化形成蝌蚪的腸道上皮細胞的過程中：

- (A) 基因表現的模式沒有改變
- (B) 有些基因沒有表現，但基因本身並未在發育過程中喪失。
- (C) 所有的基因均能表現
- (D) 蛋白質的總量並無變化
- (E) RNA 的總量並無變化

(2) 上述的實驗中使用蛙腸道的上皮細胞。如在哺乳類身上進行該實驗，在理論上，所有種類的細胞應該均可作為核的來源，但實際上有少數細胞是不能的。下列各種細胞中，哪些不適合作為核的來源。

- (A) B 淋巴球
- (B) 肝細胞
- (C) 乳腺細胞
- (D) 胚胎幹細胞
- (E) 視錐細胞

B17. (2 分) 下圖為脊椎動物胚胎在神經脊時期的橫切示意圖。



(1) 下列是有關圖中(a), (b), (c) ,(d)所分化出來的組織或器官之敘述，請辨認下列敘述是正確或是錯誤，並在適當的欄位中標上“X”的記號。

- (A) 分化自(a)的組織常與分化自(b)的組織經常一起出現
- (B) (c) 的分化結果有時會改變
- (C) (d) 會分化成脊椎（脊椎骨）
- (D) 大部分的循環系統均分化自(b)

(2) 神經管分化自(e)。下列為有關神經管形成及發育過程的敘述，請辨認下列敘述是正確或是錯誤，並在適當的欄位中標上“X”的記號。

- (A) 神經管壁的細胞日後會分化成神經膠細胞及神經細胞（神經元）
- (B) 神經管的管腔部分日後會完全被填滿
- (C) 幾乎所有來自神經管的神經組織會構成中樞神經系統
- (D) 源自神經管的視泡會變成眼球內視網膜上皮中的色素細胞

B18. (3 分) 造成細胞內感染的細菌和病毒，必須與細胞表面的受體結合，才能成功侵入細胞。HIV 能專一性感染

輔助性 T 細胞，因為該細胞表面有 CD4 分子，而沒有 CD8。此特性可使輔助性 T 細胞與其他淋巴球區分。因此，有假說認為 CD4 是 HIV 的受體。

(1) 下列實驗中哪兩個可確認此假說？實驗以檢測是否：

- (A) 加入抗 CD4 的抗體，與具 CD4 的 T 細胞和 HIV 共同培養，可抑制 HIV 感染 T 細胞。
- (B) 加入抗 CD8 的抗體，與具 CD8 的 T 細胞和 HIV 共同培養，可抑制 HIV 感染 T 細胞。
- (C) 加入抗 HIV 的抗體，與具 CD4 的 T 細胞和 HIV 共同培養，可抑制 HIV 感染 T 細胞。
- (D) 在不會被 HIV 感染的 T 細胞（無 CD4 表現）中，強行表現 CD4，可使該 T 細胞恢復對 HIV 的感受性。
- (E) 在不會被 HIV 感染的 T 細胞（無 CD8 表現）中，強行表現 CD8，可使該 T 細胞恢復對 HIV 的感受性。

(2) 已知 HIV 不會感染小白鼠，雖然小白鼠輔助性 T 細胞也具有 CD4，這是因為小白鼠形式的 CD4 不能與 HIV 結合。為研究 HIV 感染人體細胞的機制，進行下列實驗，獲得以下結果：

- 1. 當人體的 CD4 基因在老鼠的 T 細胞上表現時，HIV 可與細胞結合但不能感染。

2. 在已經表現人類 CD4 的老鼠細胞中，額外表現人體化學增活素受體 (CXCR4)，HIV 可感染該細胞。
3. 當人體的 CD4 和 CXCR4 基因在小白鼠細胞內表現，並將細胞培養於含有 SDF-1a(SDF-1a 是 CXCR4 的配體) 的環境中，HIV 感染細胞的過程會受到干擾。

基於上述實驗結果，下列敘述何者正確？

- (A) 若小白鼠的細胞表現 CXCR4，則 HIV 感染細胞時不需要 CD4
- (B) HIV 與細胞結合需要人類的 CD4 協助，而該作用會被 SDF-1a 配體的增強
- (C) 即使小白鼠的 T 細胞表現了人體的 CD4，HIV 仍需要 CXCR4 才能與 T 細胞結合
- (D) HIV 與細胞結合時，需要人體 CD4 的協助，而 HIV 感染細胞時則需要 CXCR4

- (B) 1/2
- (C) 1/4
- (D) 1/8
- (E) 0

- (2) 在下列組合中，何者會造成第 2 個小孩罹患溶血症？

	First child	Second child
(A)	Rh-positive	Rh-negative
(B)	Rh-negative	Rh-positive
(C)	Rh-negative	Rh-negative
(D)	Rh-positive	Rh-positive

- (3) 在 Rh 血型的抗原不相容性上，哪些主要的分子或細胞參與導致胎兒及新生兒溶血症的發生？請從 A~F 中，選擇 2 個正確的選項。
- (A) T 細胞
- (B) IgM 抗體
- (C) 補體
- (D) γ 干擾素
- (E) IgG 抗體
- (F) 穿孔

行為學

- B19. (3 分) 大部分人體的紅血球可以表現 Rh (恆河猴) 抗原於細胞表面，但有些人的 Rh 抗原則是陰性的。

某 Rh 陰性的婦女和某異型合子 Rh 陽性的男人結婚並育有 3 個小孩。

- (1) 3 個小孩全部都是 Rh 陽性的機率是多少？
- (A) 1

- B20. (3 分)

- (1) 蜜蜂搜索離巢 100 公尺以上距離蜜源時，會用其跳搖擺舞時間的長短來顯示蜜源距離，如圖 1。

圖 2 表示 Acc 和 Aml 兩種蜜蜂跳搖擺舞所發的平均時間與蜜源距離的關係。



圖 1

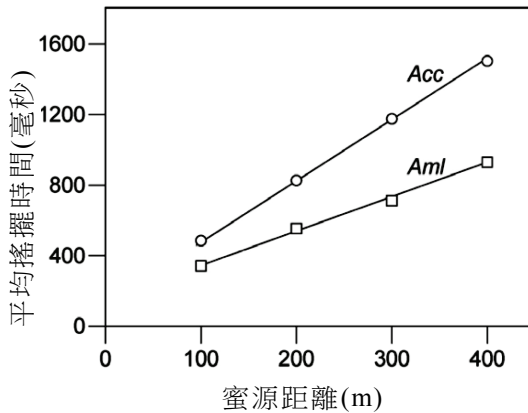


圖 2

Acc 和 Aml 兩種蜜蜂跳搖擺舞所花時間為 800 毫秒時，根據下列數據回答其蜜源距離。

- 130 160 190 220 250
280 310 340 370 400

(2) 將 Acc 和 Aml 兩種蜜蜂混合飼養，可成功將一方蜂蛹置入對方蜂窩內孵化，並為對方蜜蜂所接受。而在異巢孵化長大的蜜蜂，仍然可以表現出圖 2 中與自己同種蜜蜂相同的行為。

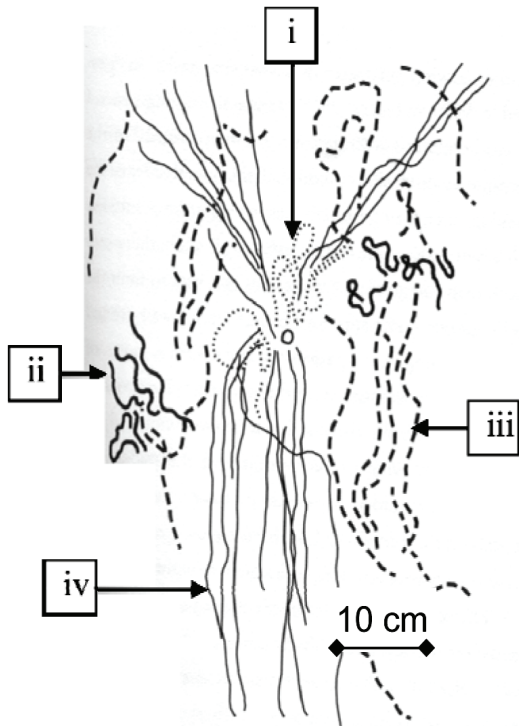
訓練異巢長大的 Aml 蜜蜂去搜索離巢 500m 遠的蜜源，結果發現 Aml 蜜蜂在 Acc 蜜蜂巢內所跳搖擺舞，仍可使 Acc 蜜蜂正確找到蜜源。此實驗於兩者角色互換時，所得結果亦同。

由這些實驗結果，找出表演者（編碼）及接受者（解碼）獲得資訊來源的方式。

	資料編碼 (表演者)	資料解碼 (接受訊息者)
(A)	基因決定	基因決定
(B)	基因決定	社會學習
(C)	社會學習	基因決定
(D)	社會學習	社會學習

B21. (2 分) 紅色的收穫螞蟻是群居的社會性動物，其利用不同類群的螞蟻來完成不同的功能。下圖是某一螞蟻聚落的圖示，圖中空心圓為巢穴的出口，四種不同線條則是不同功能類群螞蟻活動的路徑。請找出下列不同功能群的螞蟻(A to D)相對應的活動線條(i to iv)。

- (A) 搜索食物的螞蟻。
- (B) 巡邏的螞蟻。
- (C) 巢穴維護的螞蟻。
- (D) 清理糞便及垃圾的螞蟻



B22. (2 分) 鳥類有不同的鳴唱方式，此係藉由腦來調節鳴管（鳥類發聲器官）所導致的結果。有種鳥類會發出兩種不同鳴聲：生殖時期的雄鳥發出較長歌聲以及生殖季節以外的簡易短叫聲。

- (1) 如將此鳥之幼鳥飼養在無聲的環境中，則成鳥均不能產生明確的長歌聲。下列敘述中，何者最適解釋此一現象？
- (A) 無聲環境下，雌雄差異不易產生。
 - (B) 鳴唱行為是由後天學習的一種行為模式。
 - (C) 無聲環境下，鳴唱基因無法受印

痕的影響而表現。

(D) 無聲環境下，聽覺系統無法發育。

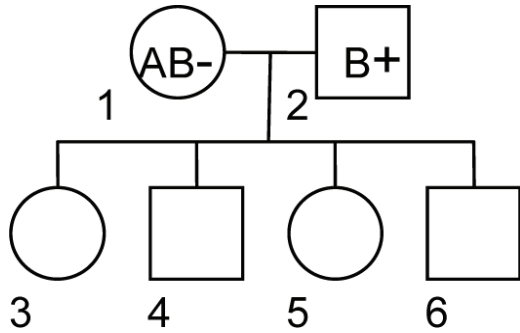
- (2) 雞與鵪鶉二者關係雖然很近，叫聲卻不同。將 5 天大的小雞胚胎上控制發育為腦組織的部分，用相同位置的棕色鵪鶉胚胎腦組織取代，小雞胚胎孵化後的腦會出現棕色部分，顯示此部分是由鵪鶉胚胎腦組織衍生而來。當此小雞長大後，會發出鵪鶉的叫聲，而不是雞的叫聲。以此實驗結果推論，下列哪些結論最為適宜？

- I. 叫聲是因種而異，且由基因決定
- II. 叫聲是孵化以後才決定
- III. 叫聲是由鳴管的構造來決定

- (A) 只有 I
- (B) 只有 II
- (C) 只有 III
- (D) I 和 II
- (E) I 和 III
- (F) II 和 III

遺傳和演化

B23. (4 分) 下圖為某一家族的族譜。在一項實驗中，將不同家族成員的血漿和血球兩兩混合配對，以測試血液凝固情形，若凝固為(p)，不凝固為(a)。在族譜中，AB-代表成員 1 (母親) 的表現型為 AB 型及 Rh 陰性，B+代表成員 2 (父親) 的表現型為 B 型及 Rh 陽性。



此實驗結果如下，空白的欄位代表在此實驗中並未測試該組合。

		Plasma donor 血漿捐贈者					
		1	2	3	4	5	6
Cell donor 血球捐贈者	1		p	a	p		p
	2	p		a			p
	3	p	p		p	p	p
	4	a	a	a		p	
	5	p	p				
	6	a	p		p	a	

- (1) 成員 6 的表現型為何？
- (A) A 型及 Rh 陽性
 (B) A 型及 Rh 陰性
 (C) B 型及 Rh 陽性
 (D) B 型及 Rh 陰性
 (E) AB 型及 Rh 陽性
 (F) AB 型及 Rh 陰性
- (2) 這個家族中哪個成員的 ABO 血型和 Rh 血型的基因型，兩者皆為同型合子

- (A) 成員 2
 (B) 成員 3
 (C) 成員 4
 (D) 成員 5
 (E) 成員 6

B24. (4 分) 在玉米有一個單一的基因座決定種子的顏色；等位基因 A 造成有顏色的種子，等位基因 a 則造成沒有顏色的種子。另外一個基因座決定種子的形狀；B 造成平滑種子，b 則是皺縮種子。

將有色平滑種子的植株與無色皺縮種子植株進行交配，得到如下子代：

- I. 376 株具有有色平滑種子
 II. 13 株具有有色皺縮種子
 III. 13 株具有無色平滑種子
 IV. 373 株具有無色皺縮種子

(1) 親代的基因型為何？

- (A) AABb x aaBb
 (B) AaBb x aabb
 (C) AAbb x aaBB
 (D) AaBb x AaBb
 (E) aabb x AABB

(2) 重組的發生頻率為何？

- (A) 0.335%
 (B) 1.68%
 (C) 3.35%
 (D) 6.91%
 (E) 48.52%

(3) 同一染色體上的三個基因座依 C、D

和 E 的順序排列。使用類似上述之實驗，發現 C、D 之間的重組頻率為 10%，D、E 之間為 20%。假設染色體的互換是隨機發生的，則 C、E 間的預期重組頻率為何？

B25. (3 分) 演化距離被定義為在兩不同 DNA 序列中，每一核苷酸位置被其他核苷酸取代的數目。演化速率則定義為每年每一核苷酸位置被其他核苷酸取代的數目。我們從兩個物種中選取了兩段 DNA 序列（每種各一段），發現此兩段序列間的演化距離為 0.05。假設演化速率為 10^{-8} ，則

- (1) 此兩段序列在多少年前分化？
 - (2) 一般情況下，兩段序列間的分化時間 (T1) 和兩個物種的分化時間 (T2) 的關係為何？
- (A) $T1 < T2$
 (B) $T1 = T2$
 (C) $T1 > T2$

B26. (3 分) 前胰島素原是胰島素基因的初級產物，主要由 4 個部分組成：訊息肽、B 鏈、C 鏈以及 A 鏈等胜肽。經過去除訊息胜肽和 C 胜肽等多次的修飾作用後，才可生成胰島素。

- (1) 下列哪一個胜肽負責把多胜肽送入內質網？
- (A) A 鏈胜肽
 (B) B 鏈胜肽
 (C) C 胜肽

(D) 訊息肽

- (2) 比較哺乳動物之間的胺基酸序列，結果顯示物種之間序列的相似性，具有不同程度上的明顯差異。下列何者為最好的解釋？

(A) 方向性天擇 (選汰)

(B) 頻率相關的天擇

(C) 過顯性天擇 (異型合子優勢)

(D) 純化天擇 (對抗缺失性突變的天擇)

- (3) 哪一個胜肽在哺乳動物之間差異最大？

(A) A 鏈胜肽

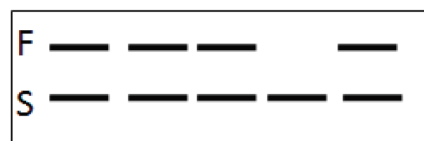
(B) B 鏈胜肽

(C) C 胜肽

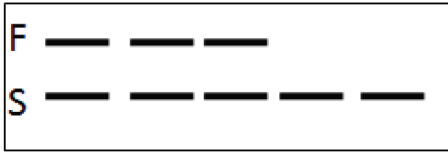
(D) 訊息胜肽

B27. (4 分) 為定量瀕臨絕種植物物種的基因歧異度，針對不同子群間 (I-IV) 的基因變異，來進行蛋白質的分析。子群 I 為該物種數量最多的子群，其餘三個子群 (II-IV) 均只有子群 I 數量的 $1/7$ 。自每一子群中各取五個個體進行分析。下圖為各子群蛋白質電泳分析的示意圖，每一樣本中的條帶分別代表了基因座 F 及/或基因座 S (F and/or S)，而其 F 與 S 的組合，分別代表了不同的表現型。

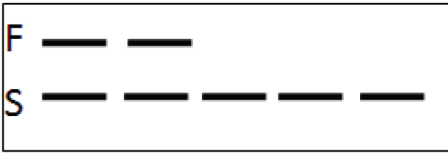
Subpopulation I 子群 I



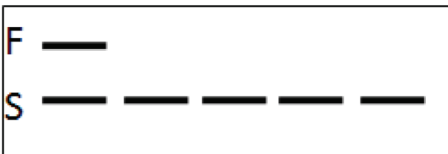
Subpopulation II 子群 II



Subpopulation III 子群 III

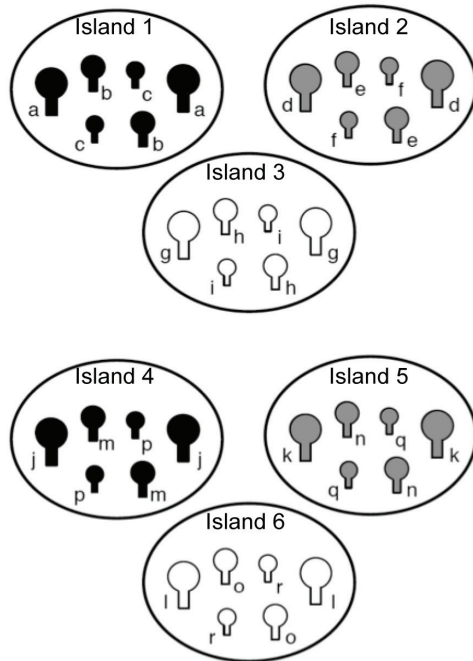
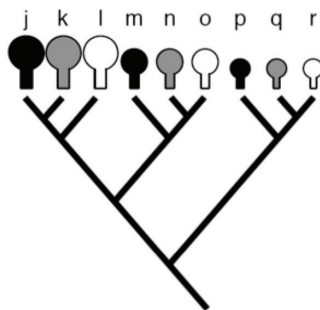
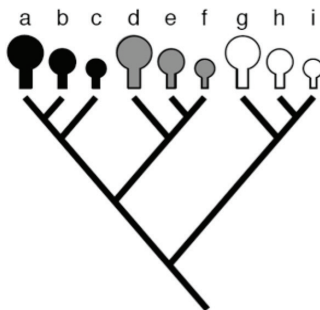


Subpopulation IV 子群 IV



- (1) 試估算該物種中出現 F 基因的頻率。
- (2) 上述哪一個子群為最孤立的子群。
- (3) 經過數代以後，我們發現相較於子群 I 而言，子群 II、III 及 IV 中 F 基因出現之頻率變化較為顯著。下列何者為最合理的解釋？
 - (A) 基因漂流
 - (B) 物種遷移
 - (C) 突變
 - (D) 天擇

B28. (3 分) 島嶼被認為是生物演化和群集組成的“實驗地”。下圖有兩個親緣關係樹，每個關係樹各有 9 個物種 (a-i and j-r) 及在 6 個島上的群集組成。這些物種的性狀以大小和顏色來表示。

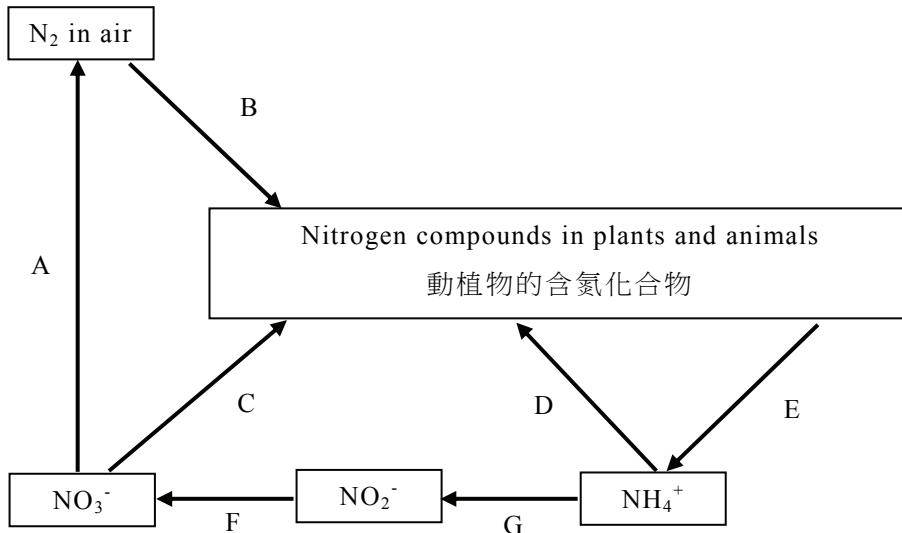


以下那些解釋可以說明，這些島嶼上的群集組成受到何種機制的影響？請從 A 到 H 中選出三個正確的答案。

選項	島嶼	物種的演化與遺傳結構	物種間的生態交互作用
(A)	1, 2, 3	親緣上緊密相關	後代物種發生競爭排斥現象
(B)	1, 2, 3	輻射適應	後代物種發生生態地位 (niche) 特化
(C)	4, 5, 6	輻射適應	後代物種生態地位重疊
(D)	4, 5, 6	同域種化	具有競爭關係的生態地位特化
(E)	4, 5, 6	親緣相距遙遠的物種	具有競爭關係的生態地位特化
(F)	1, 2, 3	常見於海洋島嶼而非與大陸相連的島嶼	
(G)	4, 5, 6	常見於孤離的島嶼而非靠近大陸的島嶼	
(H)	1, 2, 3 vs 4, 5, 6	群集 4、5、6 比群集 1、2、3 對外來種入侵更為敏感	

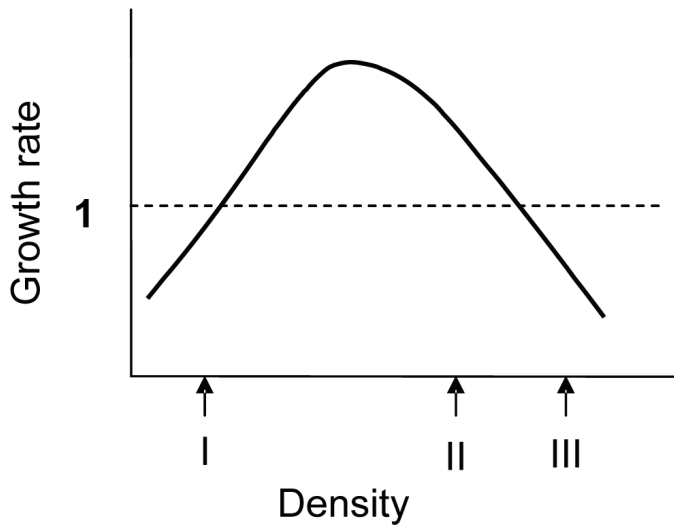
生態學

B29. (3 分) 下圖是生態系中含氮化合物的循環

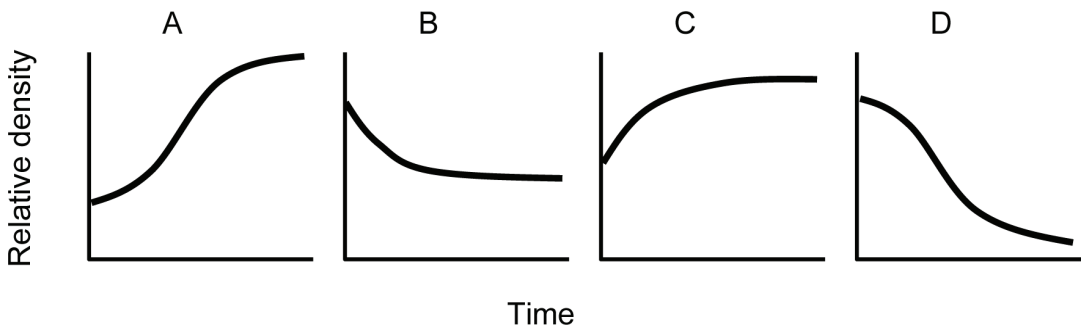


- (1) 圖中哪些過程沒有細菌參與？由 A 至 G 中選出兩項
- (2) 圖中哪一過程包含某種植物與某種細菌的共生關係？
- (3) 農夫會想要在農田中抑制住圖中的哪一過程？

B30. 下面是某種動物的族群密度(N_t)及族群成長速率($R = N_{t+1} / N_t$)的關係圖



由下面圖中選出族群密度分別在上圖 I、II、III 時所對應的族群生長類型。注意 A 到 D 圖中的 y-軸為相對密度而非上圖中的絕對密度。

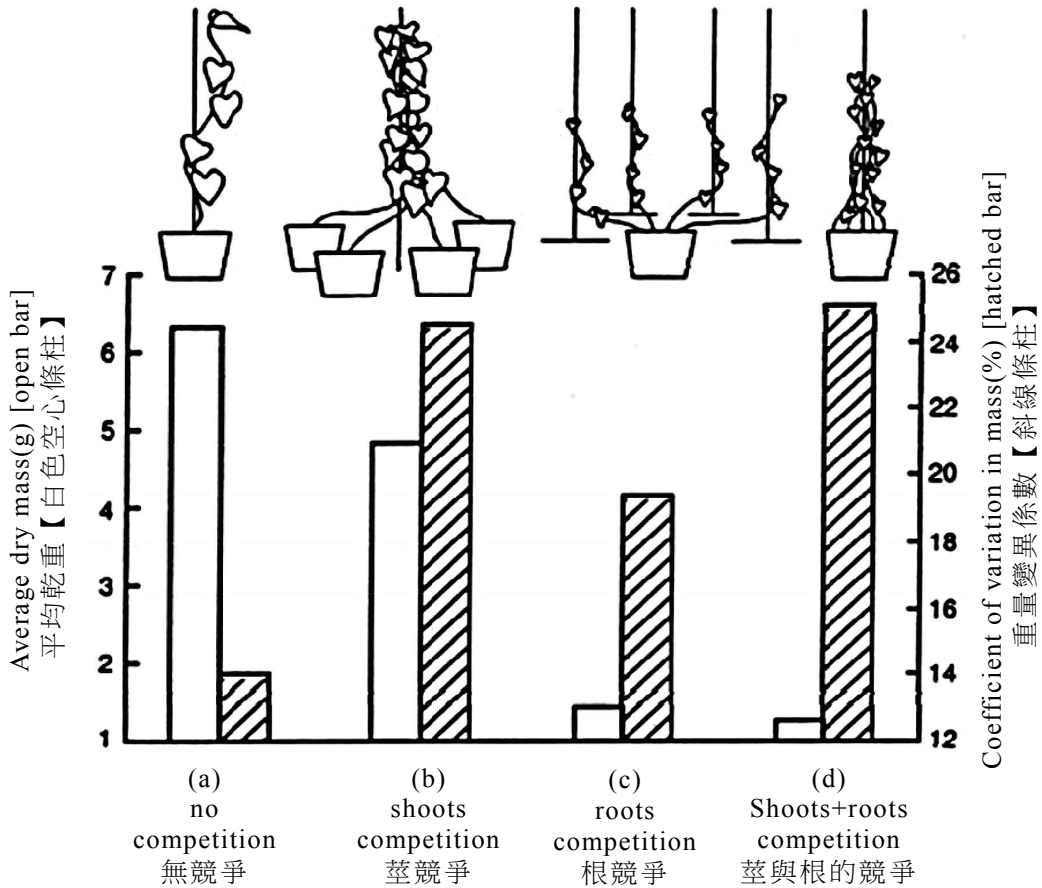


B31. (2.5 分) 物種間的競爭排斥會受許多生態因子調控。判斷下列有關競爭排斥的描述是否正確，“是”或“非”都要在適當欄位中劃“X”。

➤ 競爭排斥：

- (A) 在生態地位 (niche) 相似的物種之間強烈
- (B) 偶爾會因環境干擾而被中斷
- (C) 起因於物種的消長
- (D) 會因物種棲地的分隔而減緩
- (E) 是因有關鍵物種而發生

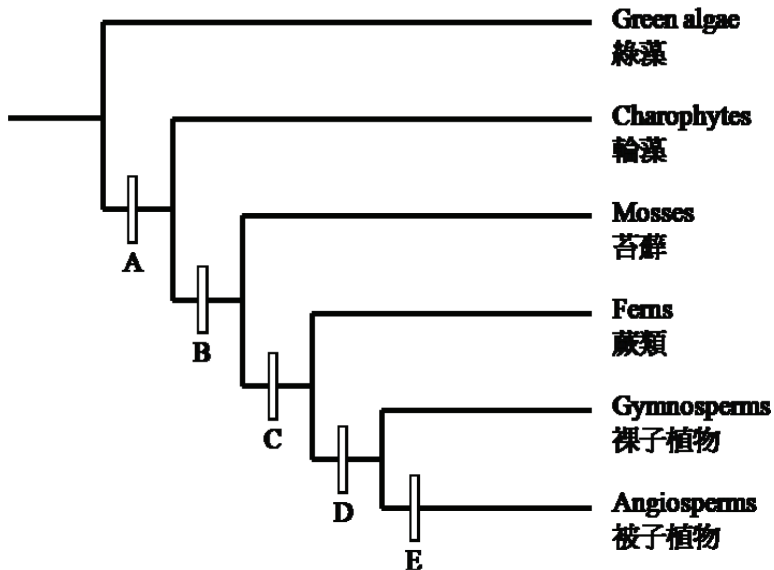
B32. (3 分) 下圖顯示用一種爬藤植物 *Ipomoea tricolor* 為材料所做的實驗結果，實驗中區分根的競爭與莖的競爭。柱狀圖中的白色空心條柱為植物的平均乾重，斜線條柱則為植物重量間的變異係數(標準差與平均的比值)，判斷以下對此競爭的三個描述是否正確，在“是”或“非”的適當欄位劃“X”。



- (A) 競爭光要比競爭土壤營養物對植物平均乾重的影響更大
- (B) 在競爭狀態下，某些植物體競爭土壤營養物的壟斷能力較其競爭光的壟斷能力強
- (C) 植物在獨自生長時，土壤營養物是生長的限制因子，光則不是

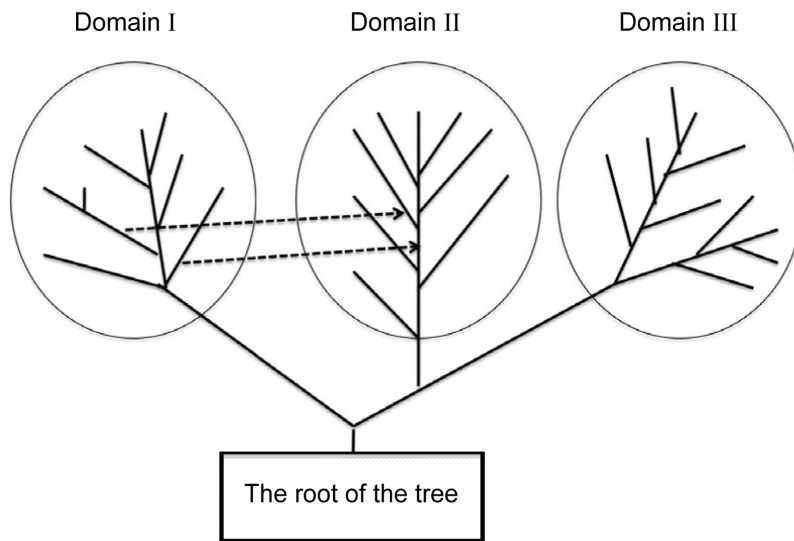
生物系統分類

B33. (3 分) 在此綠色植物親緣關係樹中，下面 I 到 VI 的性狀分別是由 A 到 E 的哪一分支獲得？



- | | | |
|--------|------------|-----------|
| I. 花粉 | II. 管胞或假導管 | III. 角質層 |
| IV. 種子 | V. 心皮 | VI. 多細胞的胚 |

B34. (5 分) 根據分子序列分析得到的親緣關係樹，顯示生物有如下三大類群。Woese 根據此在 1990 年代提出生物三域的概念。



- (1) 用來建立此親緣關係樹的分子為何？此分子的優點為何？請自下表中選出正確答案。

	分子	優點
(A)	核糖體蛋白	低胺基酸序列置換率
(B)	核糖體蛋白	高胺基酸序列置換率
(C)	核糖體 RNA	低核苷酸序列置換率
(D)	核糖體 RNA	高核苷酸序列置換率
(E)	球蛋白	低胺基酸序列置換率
(F)	球蛋白	高胺基酸序列置換率
(G)	Transfer RNA	低核苷酸序列置換率
(H)	Transfer RNA	高核苷酸序列置換率

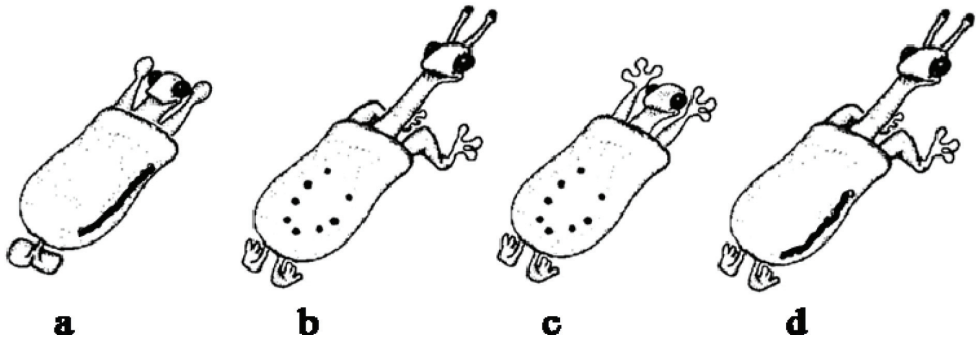
- (2) 兩條虛線箭頭顯示假想的內共生事件。在此 Domain I 的成員成為 Domain II 的內共生體。哪兩類生物會參與此一事件？他們分別變成 Domain II 細胞中的何種構造，他們現在在 Domain II 生物體內的功能為何？

	Domain I	Domain II	Function
先發生的			
後發生的			

Domain I	Domain II	生物功能
1. 藍綠菌	1. 粒線體	1. 光合作用
2. 綠球藻	2. 呼吸鏈	2. 固氮作用
3. 格蘭氏陰性呼吸菌	3. 鞭毛	3. 糖解作用
4. 格蘭氏陰性發酵菌	4. 葉綠體	4. 呼吸作用
5. 螺旋體	5. 葉綠素	5. 接合作用
6. 病毒	6. 細胞核	6. 運動

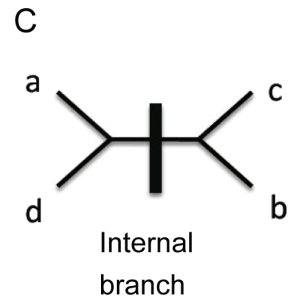
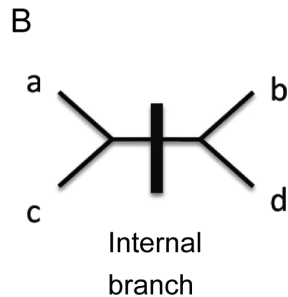
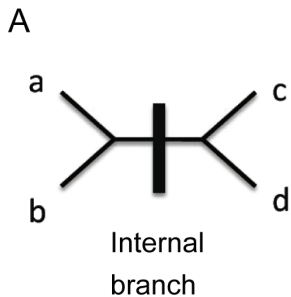
- (3) Domain I, II, 與 III 分別為下列何者
- (A) 古細菌
- (B) 真細菌
- (C) 真核生物

B35. (4 分) 有一位分類學家 Joseph Camin 為他的學生創造出人造的虛擬生物 Caminalcule，以下為四種不同的 Caminalcule
仔細觀察下列四種 Caminalcule



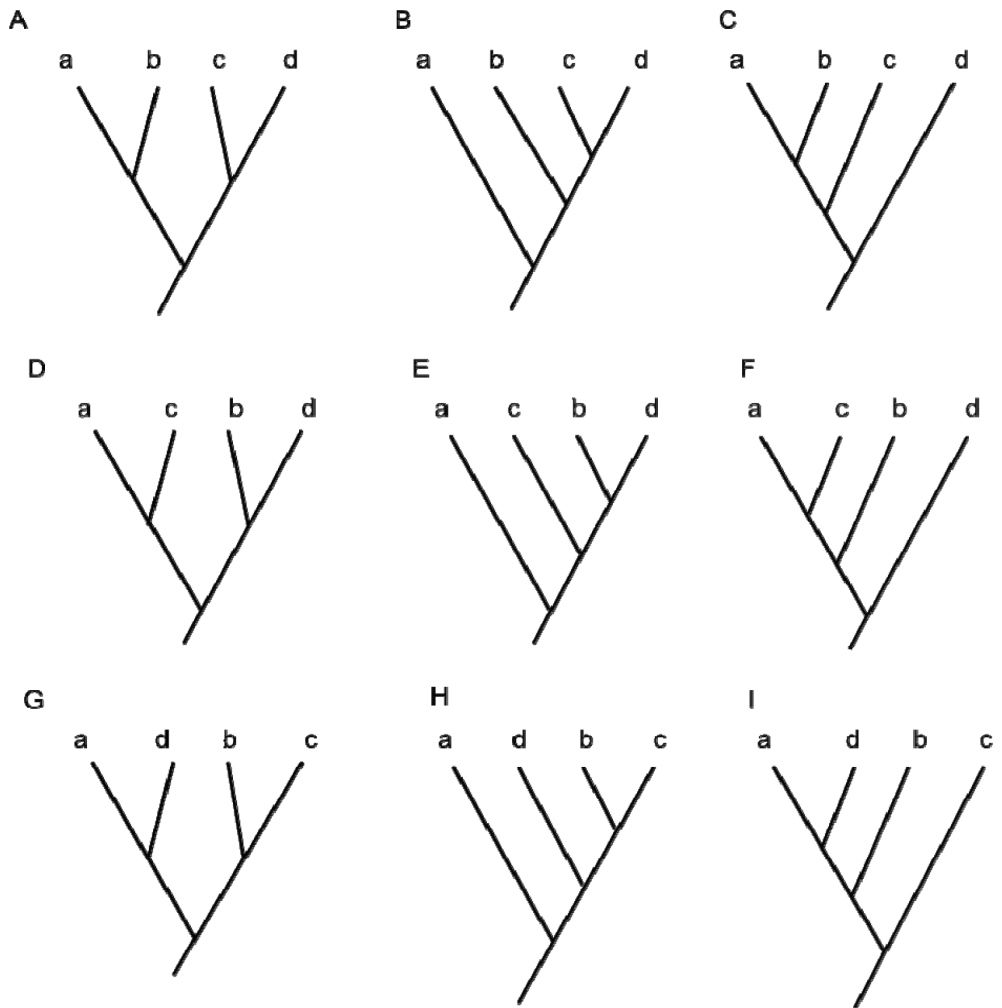
(1) 針對此四種 Caminalcule，依據下列特徵選擇一個最適當的支序圖（親緣關係樹）。最有可能的數狀圖應該四部分支標示最多特徵

- | | | | |
|-------|-------|-------|------|
| 1. 觸角 | 2. 腹點 | 3. 肘 | 4. 趾 |
| 5. 頸 | 6. 側線 | 7. 後肢 | |



(2) 在問題 (1) 的特徵中，有哪些特徵是在四個種類中的兩種呈現趨同演化（獨立獲得或失去）？

(3) 假設 Caminalcule a 是其他三種的姊妹類群，從下列各圖中選出最適當且有根的樹狀圖。



(完)