

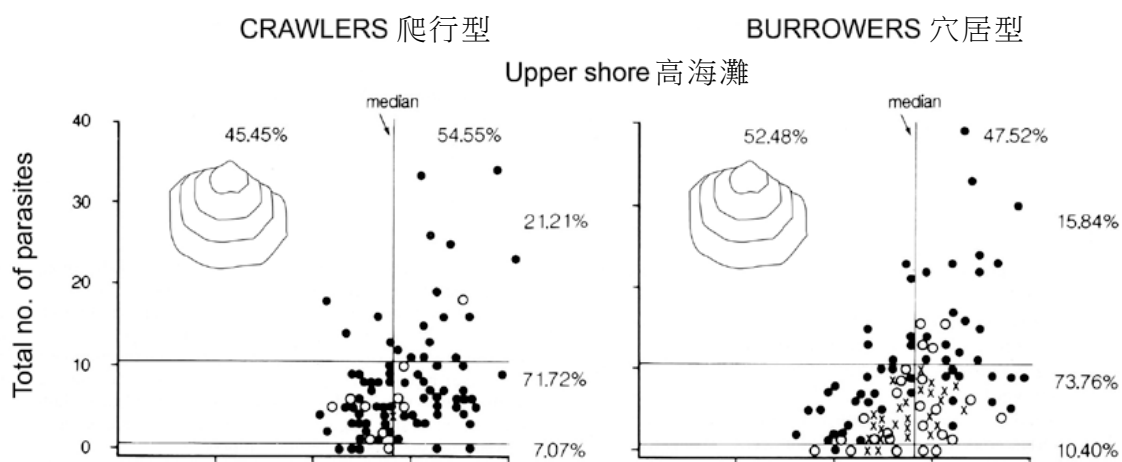
2012 年第廿三屆國際生物奧林匹亞競賽 --理論試題(3)

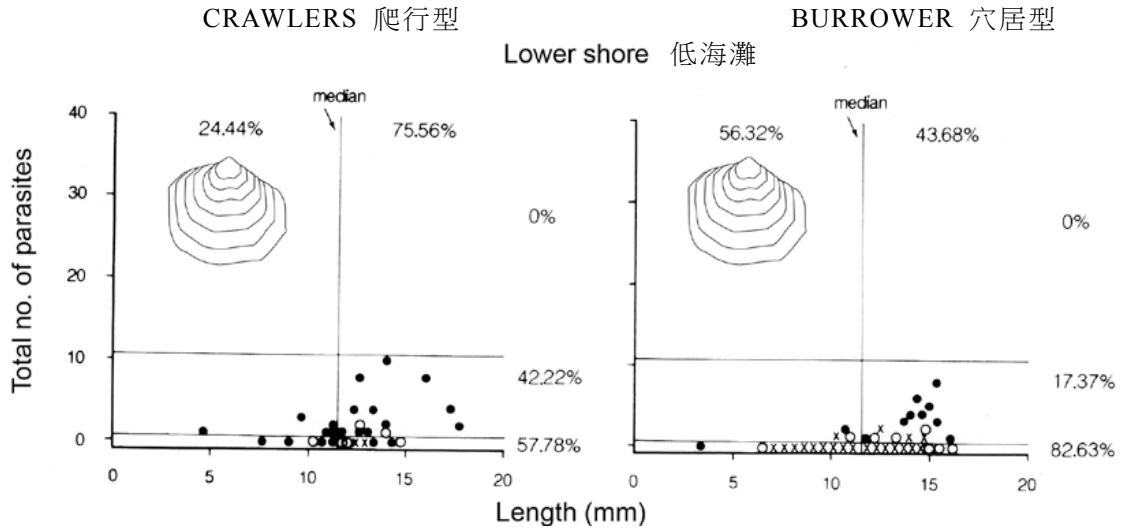
中華民國生物奧林匹亞競賽代表團

理論試題：A 卷

生態學(續)

A46.大多數的潮間帶動物生長率一般隨其生活處的高度而遞減。Lim 及 Green (1991) 研究一種常見的雙枚貝稱為波羅的海貝(*Macoma balthica*) 分布在加拿大哈德遜灣海岸的族群，又因其分布於兩個不同高潮位而細分為兩個次族群。貝殼上的年生長環在此兩個不同的次族群間有明顯差異(參閱下圖)，但牠們的遺傳特徵並無差異。波羅的海貝通常為穴居，埋在泥沙中來躲過天敵，牠是吸蟲類的中間宿主；而此寄生蟲的子代孢狀幼蟲主要出現在 此貝類 的卵巢中，造成卵巢部分或全部消失。此吸蟲的終寄主為潮間帶的鳥，會在退潮時 大量聚集在海灘的高處。此外，退潮時哈德遜灣的波羅的海貝也會在沙灘上爬行並留下明顯的痕跡。為比較爬行型與穴居型之波羅的海貝在 高、低兩處海灘的個體之差異，研究人員對寄生於此貝類殼的內表面之囊狀幼蟲(此吸蟲生活史的下一階段)之數目進行計算。結果如下圖：





圖中的符號代表貝類的數目：○, 1; ●, 2; ×, ≥ 3。直線將貝類依其中間數的長度分為小型及大型個體。

判斷下列有關 波羅的海貝的敘述：正確者以(✓)代表；錯誤者以(✗)代表

- (A) 在哈德遜灣的波羅的海貝之生長率符合一般在潮間帶所觀察的規則，即在低處生活的個體長得比高處者要快
- (B) 生活在越高處潮區的貝類被寄生的比例相對高於生活在低處者
- (C) 貝類的爬行行為有助於寄生蟲完成其生活史
- (D) 不論海灘高低，埋藏在沙中的貝類通常有較多的囊狀幼蟲
- (E) 在高海灘生活的貝類，其與潮間帶活動鳥類(即吸蟲最終寄主)的接觸增加，可能會造成此二種次族群之貝類遭寄生蟲感染量的差異
- (F) 高寄生蟲感染量促使貝類的個體長大，係因吸蟲使寄主喪失生殖能力，生殖投資下降所致
- (G) 環境因子可能對貝類在不同次族群之生長率表現的影響明顯的大於遺傳

生物系統分類學

A47.將下列特徵對應到正確的生物

Features: 特徵

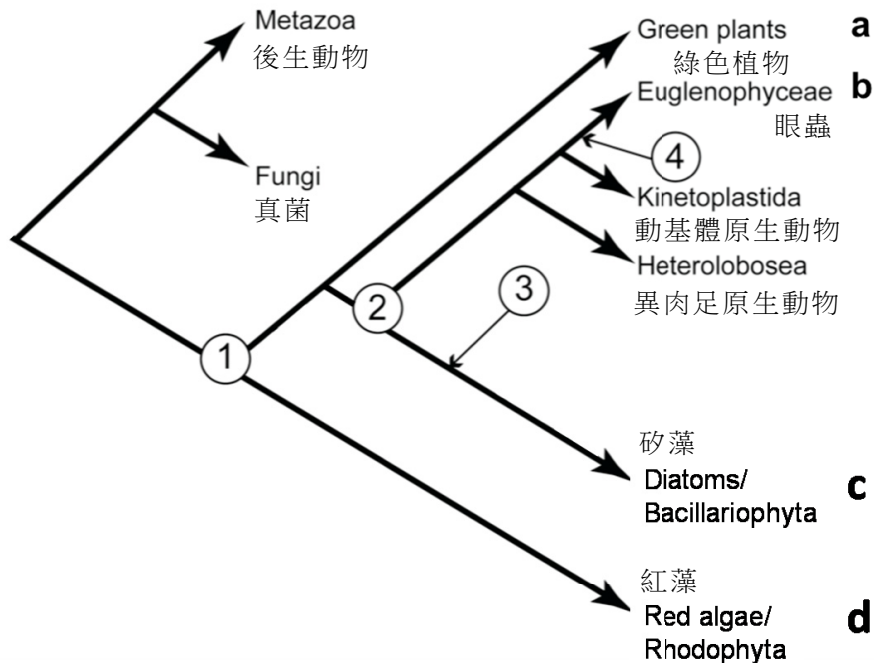
- I 具書肺；原先由 3 部分所組成但現在退化僅剩 2 部分的螯爪；砂囊
- II 退化的肋骨；在個體發生時進行變態

- III 貝後肢末端有鱗片覆蓋; 以通風氣囊作為呼吸器官; 可移動的上顎及下顎
- IV 細管狀的排泄器官, 且開口位在中腸與後腸之間; 軀體(tagmata)分為三部分; 具一對觸角
- V 特化的上皮肌肉細胞; 刺絲胞; 體制輻射對稱
- VI 利用羅蘭氏囊來感覺電子磁場及溫度差異; 軟骨; 通氣孔

Organisms: 有機體

- (A) 白鯊
- (B) 蒼蠅
- (C) 水鵝
- (D) 腦紋珊瑚
- (E) 蜘蛛
- (F) 青蛙

A48. 下圖為質體(plastids)之起源及演化的假說:



上圖中的數字(1~4)代表所發生的演化事件, 分別為: (1)初級的內共生現象; (2)喪失初級的質體; (3)及(4)次級的內共生現象。這些過程導致在不同分類群中出現具有或缺乏部分質體。

在答案紙上將分類群(a - d)與不同種質體作示當配對

A49. 支序系統分類的研究人員用類群間的比較來區別後裔衍生特徵及共享原始祖先型特徵。他們還用一個與所研究的材料親源相近的類群來當作外群。

條件：外群 是比所研究對象中的任何成員彼此之親源關係都較不相近的類群

假設：所有參與分歧為兩群的原始祖先型特徵皆屬於同源性特徵。

基於上述理論概念，研究人員將所研究類群的特徵資料列如下表中。

特徵	雙編碼的動物種類					
	A1	A2	A3	A4	A5	A6
a. 毛髮	0	0	0	0	1	0
b. 多了額外的胚膜之羊膜卵	0	1	0	0	1	0
c. 以四肢運動	0	1	0	0	1	1
d. 下顎具關節	0	1	1	0	1	1
e. 脊椎	0	1	1	1	1	1
f. Notocord 脊索	1	1	1	1	1	1

注意：表中的 0 代表沒有該特徵；1 代表具有該特徵

49.1 經由分析上表之資訊後，指出哪一個動物編碼是 外群? (0.2 分)

49.2 哪個特徵(a - f)是外群與研究的內群所共有的?。(0.2 分)

49.3 指出僅在 內群 中的所有成員共同具有的一個原始特徵。(0.2 分)

49.4 指出在答案紙上的支序圖中最後分歧點的特徵，寫出一最適當者。(0.2 分)

49.5 根據所分析的資訊，最能代表物種 A1 ~ A6 之親緣關係的支序圖如答案紙上所示，在空格中填入物種的編碼。(1.8 分)

理論試題：B 卷

細胞生物學

B1. 四種微生物的混合物從校園裡的不同地點蒐集而來，並且被培養於含有所有必須之元素（以離子態化合物的形式存在）的培養基（但是此培養基不含有碳源）。培養基一開始時為澄清（亦即：不混濁），接著於黑暗中搖瓶培養 24 小時（狀態一，Stage 1）。培養液接著於光亮中持續培養 24 小時（狀態二，Stage 2），然後再回復到黑暗

中接續培養 24 小時（狀態三，Stage 3）。這四個樣品的混濁度，在每一個培養狀態之後都被觀察與紀錄，結果如下：

Sample	End of Stage		
	I	II	III
1	Clear 澄清	Clear 澄清	Clear 澄清
2	Clear 澄清	Slightly turbid 有點混濁	Slightly turbid 有點混濁
3	Slightly turbid 有點混濁	More turbid 較混濁	Very turbid 非常混濁
4	Slightly turbid 有點混濁	Slightly turbid 有點混濁	Slightly turbid 有點混濁

在樣品 1 到 4 中含有下列哪些微生物(A-D)。有存在的請打勾(✓)，不存在的請打叉(✗)，並寫於答案卷上。(3.2 分)

- (A) 光合自營微生物
- (B) 化學-有機異營微生物
- (C) 帶有細胞儲存微粒（例如：內含體(inclusion bodies)）的微生物
- (D) 其細胞帶有類囊體膜的微生物

B2. 一個桿狀的細菌細胞被觀察到含有許多的線毛（線毛科的桿菌(fimbriae)）長於其表面。這些結構似乎可以伸長和縮短。指出這些構造的正确功能(請打勾✓)，不正确的答案請打叉(✗)。(1 分)

- (A) 遺傳重組
- (B) 用於貼附於表面
- (C) 在溶液中的活動能力
- (D) 用於防禦

B3. 兩個細菌細胞被橫切開來，細菌 A 以單層膜包覆其細胞；然而細菌 B 被兩層膜所包覆，並且此兩層膜被含有肽聚糖的狹小空間隔開。請於答案卷寫出哪一個細菌為革蘭氏陽性菌？哪一個細菌為革蘭氏陰性菌？(0.4 分)

B4. 一個研究用來檢驗真核基因在轉錄起始點上游所存在的調控因子（regulator element）。在初步的研究當中，一個研究人員藉由多重排列 900 個不同基因之-37 到 -26 的核苷酸序列，來執行電腦分析。所得到之基因同源性的百分比數據如下表所示：

		-37 (5')											-26 (3')
Base frequency (%) 鹼基出現 的頻率	A	21	16	4	91	0	95	67	97	52	41	16	24
	C	23	39	10	0	0	0	0	0	0	9	35	37
	G	28	35	3	0	0	0	0	3	12	40	38	30
	T	28	10	83	9	100	5	33	0	36	10	11	9

4.1 基於上述所給的數據，推測位於-35 到-29 之保守區域內的最有可能核苷酸序列（並且此序列是其調控因子的功能所必須）。請在答案卷上之空格填入 A, C, T, 或 G。（1.4 分）

4.2 刪除數個基因之-50 到-26 的核苷酸，會顯著地降低 RNA 聚合酶結合至該基因。請指出答案卷上哪些序列的功能特性，可以用來代表-50 至-26 之核苷酸序列的可能特性。適當的答案請打勾(✓)，不恰當的答案請打叉(✗)。(1 分)

B5. 荷爾蒙調控生理作用於不同的特化細胞中。對應下列之荷爾蒙(a - e)所調控之對應的生理作用(I - VII)。注意！有些作用可以被一個以上的荷爾蒙所調控。(2.8 分)

Hormone 荷爾蒙	Physiological process 生理作用
a. Insulin 胰島素	I gluconeogenesis 糖質新生作用
b. cortisol 皮質醇	II glycogenesis 肝糖合成作用
c. glucagon 升糖素	III glycogenolysis 肝糖分解作用
d. thyroid hormone 甲狀腺素	IV lipolysis 脂質分解作用
e. epinephrine 腎上腺素	V lipogenesis 脂質生成作用
	VI protein catabolism 蛋白質異化作用
	VII protein anabolism 蛋白質同化作用

B6. 下列哪項允許細胞膜在冷的溫度下仍能保持流動？正確的答案請打勾(✓)，不正確的答案請打叉(✗)。(0.8 分)

- (A) 藉由主動運輸
- (B) 藉由葡萄糖和氫離子的共同運輸作用
- (C) 藉由增加細胞膜上不飽合磷脂質的百分比
- (D) 藉由降低細胞膜內疏水性蛋白質的數目

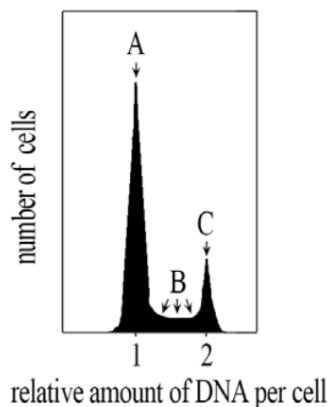
- B7. 細胞的不正常性會導致我們身體顯現出疾病和功能失調。對應下列之細胞不正常性 (I - V) 和其所造成之最可能的功能失調 (A - E)。(1.5 分)

Cellular abnormalities: 細胞的不正常性

- I. altered cellular receptor 變了樣的細胞受體
- II. uncontrollable cell division 無法控制的細胞分裂
- III. abnormal membrane transport protein 不正常的膜運輸蛋白
- IV. enzyme absence 酵素缺失
- V. absence of structural protein 結構蛋白的缺失

Disorders: 功能失調

- (A) 一位小孩有慢性的呼吸感染症；這位小孩之腸和肺的分泌物是濃厚黏稠的，並且他的汗水變成含有高濃度的鈉離子 (Na^+) 和氯離子 (Cl^-)
 - (B) 一位年輕人有胸痛。切片檢查顯示有不正常的、未分化的、癌轉移的細胞
 - (C) 一位外表型正常的男孩被診斷出對男性荷爾蒙是無感的；但是他的染色體有 46 條且為 XY
 - (D) 一位年輕男孩逐漸的虛弱，並且小腿肌肉持續地肌肉萎縮
 - (E) 被影響的孩童逐漸地失去行為能力與視力；其腦細胞有脂肪之大量累積。幼年即會死亡。目前沒有治癒的方法。
- B8. 一個複製中的細胞群被一種染劑染色；此染劑結合上 DNA 後可產生螢光。個別細胞之 DNA 含量利用螢光活化細胞分選儀 (fluorescence-activated cell sorting, FACS) 來測定，結果如下圖：



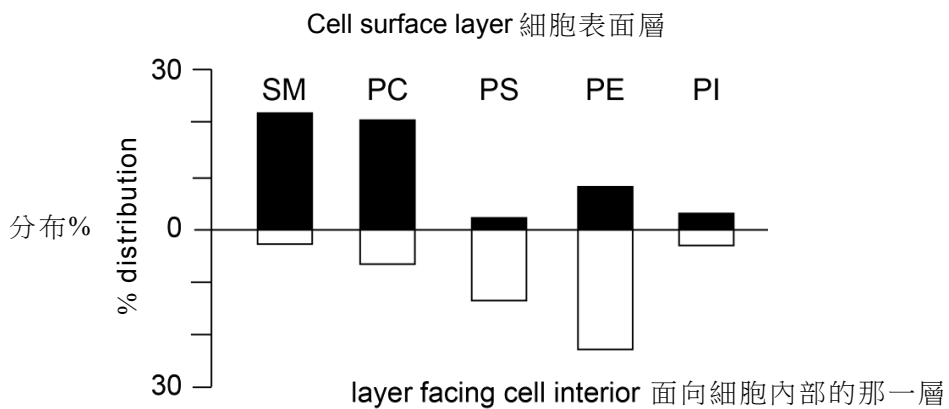
- (A) 從此圖可看出，哪一個細胞群 (A 至 C) 處於細胞週期的 S 時期？(0.9 分)
 - (B) 哪一個細胞群 (A 至 C) 處於細胞週期之最長的時期？(0.9 分)
- 適當的答案請打勾(✓)，不恰當的答案請打叉(✗)。

B9. 磷脂質是一種脂質，當其形成脂質雙層膜時也是所有細胞膜之主要成份

9.1 正確的敘述請打勾(✓)，錯誤的敘述請打叉(✗)。(1.2 分)

- (A) 疏水性的尾部指向細胞膜的內部
- (B) 細胞膜上的脂肪酸不具有雙鍵
- (C) 一但磷脂質被嵌入之後，磷脂質將永遠停留於細胞膜中
- (D) 蛋白質被雜亂無章地散布於此雙層膜

9.2 哺乳類之細胞膜被鑑定存有不同種類的磷脂質(分成 SM, PC, PE, PS and PI 這五種)。下圖顯示出穿過人類紅血球細胞膜之每一種磷脂質的百分比分布情形：



正確的敘述請打勾(✓)，錯誤的敘述請打叉(✗)。圖上標示的數值乃是大概值。

(0.8 分)

- (A) 一般來說，細胞膜可以被認為是不對稱的。
- (B) 全部膜磷脂質的百分之 24 含有 SM，百分之 4 含有 PI。
- (C) 全部內膜磷脂質的百分之 80 含有 PE，百分之 16 含有 PC。
- (D) 大部分的 PC 被侷限於紅血球之外表面，然而大部分的 PE 和 PS 則被侷限於紅血球之內表面。

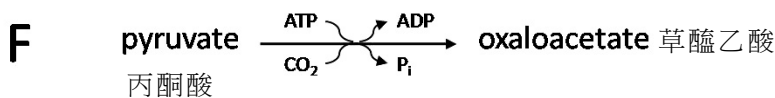
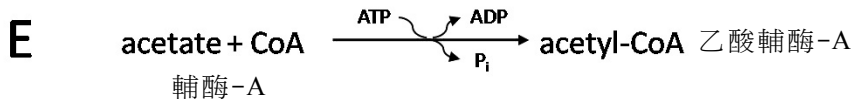
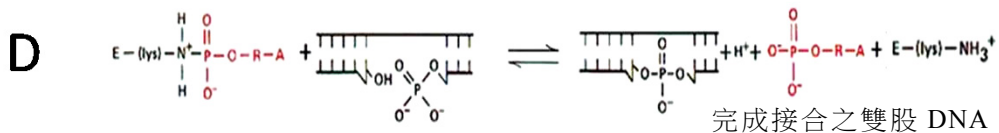
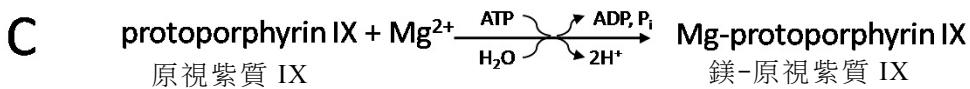
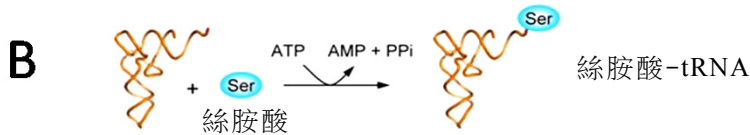
B10. 在一個水稻的研究中，吉貝素 gibberellins (GA)被發現在小苗生長時期扮演一個重要的角色。吉貝素抑制蛋白 (GARP) 控制了吉貝素所誘導之基因的表現。此蛋白質含有兩個區塊 (domains): (i) 調控區塊(DELLA) 和(ii) 抑制區塊(GRAS)。吉貝素 (GA) 結合至其受體之調控區塊(DELLA)時，導致抑制區塊(GRAS)與泛素連接酶複合體 (SCF ubiquitin ligase complex) 結合。此舉導致 GARP 被標定，並且被蛋白酶體(proteasome)所降解。GARP 被降解後，將導致吉貝素所誘導之基因的表現與小苗的生長。

基於這些訊息，於存在吉貝素 gibberellins (GA) 或缺乏不存在吉貝素之狀況下，並搭配 DELLA 區塊或 GRAS 區塊有功能缺失時，小苗可生長者請打勾(✓)，沒有生長者請打叉(✗)。請於答案卷作答。(1.2 分)

B11. 下列酵素(1 - 6) 催化化學鍵結(I to VI) 的形成。

酵素	化學鍵結
1. DNA 接合酶	I. 碳-氧鍵
2. 鎂離子螯合酶	II. 碳-硫鍵
3. 乙酸輔酶-A 合成酶	III. 碳-氮鍵
4. 胺基酸-tRNA 合成酶	IV. 碳-碳鍵
5. 丙酮酸羧化酶	V. 磷酸鍵
6. 穀胱甘肽合成酶	VI. 氮-金屬鍵

酵素催化的反應如下：



以個別的鍵結種類來對應酵素(1-6)及其匹配的酵素反應(A-F) (2.4 分)

植物解剖與生理學

B12.植物的細胞壁會限制細胞延伸，生長中的植物細胞處於酸性條件下可延伸得較快，且一群稱為延伸酶(expansins)的蛋白質是生長過程中調控細胞壁延伸的關鍵角色。在實驗中，相同長度的黃瓜下胚軸先以四種不同方式(1-4)處理，再黏接在延伸測量器上，然後測量下胚軸長度。

	處理方式
1	以 fusicoccin (一種可活化細胞膜上的酵素 H^+ -ATPase 之藥劑) 處理，並放在 pH 7 的緩衝液中
2	以 fusicoccin (一種可活化細胞膜上的酵素 H^+ -ATPase 之藥劑) 處理，加熱並放在 pH 4.5 的緩衝液中
3	先加熱，然後放在 pH 4.5 的緩衝液中
4	先加熱，然後放在 pH 4.5 的緩衝液中，且該緩衝液中有加入萃取自黃瓜下胚軸(緊鄰生長點)的均質液

下胚軸的長度可增加或維持不變，在答案紙上指出各種處理的結果，以(↑)代表增加；(=)代表維持不變。

(待續)