

2012 年第廿三屆國際生物奧林匹亞競賽 --理論試題(1)

中華民國生物奧林匹亞競賽代表團

理論試題：A 卷

細胞生物學

A1. 下表為胺基酸的遺傳密碼

	U	C	A	G	
U	Phe	Ser	Tyr	Cys	U
	Phe	Ser	Tyr	Cys	C
	Leu	Ser	STOP	STOP	A
	Leu	Ser	STOP	Trp	G
C	Leu	Pro	His	Arg	U
	Leu	Pro	His	Arg	C
	Leu	Pro	Gln	Arg	A
	Leu	Pro	Gln	Arg	G
A	Ile	Thr	Asn	Ser	U
	Ile	Thr	Asn	Ser	C
	Ile	Thr	Lys	Arg	A
	Met	Thr	Lys	Arg	G
G	Val	Ala	Asp	Gly	U
	Val	Ala	Asp	Gly	C
	Val	Ala	Glu	Gly	A
	Val	Ala	Glu	Gly	G

某些病毒（例如煙草鑲嵌病毒 TMV）的 RNA 遺傳密碼中，會有”煞車失靈”的轉譯終止密碼子。在煙草鑲嵌病毒 TMV，當宿主的核糖體有 95%的機會遇到這些終止密碼子，會終止勝肽的合成，但是其他時候則會繼續讀過去這些終止密碼子。

以下的序列秀出由煙草鑲嵌病毒來的一部份 mRNA。以下序列可能會造出兩條勝肽鏈的選項請打勾(✓)，不會的選項請打叉(✗)。(1.8 分)

- (A) 5'-AUG-UCU-UGU-CUU-UUC-ACC-CGG-GGG-UAG-UAU-UAC-CAU-GAU-GGU-UAA-3'
- (B) 5'-AUG-ACC-CGG-GGG-UUU-CUU-UUC-UAG-UAU-GAU-CAU-GAA-GGU-UGU-UAA-3'
- (C) 5'-AUG-CUU-UUC-UCU-UAU-UAG-CAU-GAU-GGU-UGU-ACC-CGG-GGG-CCC-UAA-3'
- (D) 5'-AUG-CAU-GUU-CUU-UUC-UCU-UAU-UGU-GGU-UGU-ACC-CGG-GGG-UUC-UAA-3'

- (E) 5'-AUG-CAU-GAU-GGU-UGU-ACC-CGG-GGG-UAG-CUU-UUC-UCU-UAU-UGC-UAA-3'
(F) 5'-AUG-UCU-UAU-UGG-CAU-GAU-GGU-UGU-CUU-UUC-ACC-CGG-GGG-AAA-UAA-3'

A2. 粒線體主要被認為具有下列功能

- (A) 產熱作用
(B) 細胞凋亡
(C) 產生 ATP
(D) 脂肪酸代謝

細胞大量存在粒線體的請打勾(✓)，粒線體之含量中等的請以短破折號表示(-)，沒有粒線體的打叉(✕)。請對應粒線體之主要功能於匹配的對應細胞(1.8 分)

A3. 將以下 DNA 分子，按照可將雙股分開之溫度(melting temperature, Tm)，由低到高排列。(0.9 分)

- (A) 5'-AAGTTCTCTGAA-3' 3'-TTCAAGAGACTT-5'
(B) 5'-AGTCGTCAATGCGG-3' 3'-TTCAAGAGACTT-5'
(C) 5'-GGACCTCTCAGG-3' 3'-TTCAAGAGACTT-5'

A4. 有不同的機制會導致細胞自殺— 此現象稱為細胞凋亡 (apoptosis)。其中有一種情況是由活性氧物質 (reactive oxygen species) 所導致。粒線體的外膜表面有一個稱為 Bcl-2 的蛋白質。另一個蛋白質 Apaf-1 則可以結合 Bcl-2。活性氧物質導致 Bcl-2 釋放出 Apaf-1 和第三個稱為 Bax 的蛋白質來穿過粒線體的膜導致 cytochrome c 的釋放。被釋放的 cytochrome c 可與 Apaf-1 和 caspase 9 形成一個複合體。此複合體依序活化很多的蛋白質水解酶來水解細胞的蛋白質。

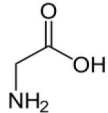
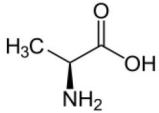
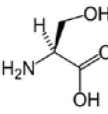
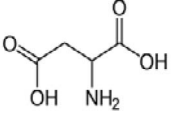
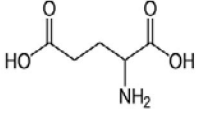
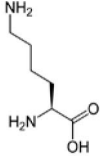
當細胞在以下的情況接觸到活性氧物質時，細胞的命運將會如何？

- I. 細胞表現出一種突變形式的 Apaf-1，可持續 (總是) 結合 Bcl-2
II. 細胞無法表現出 Bcl-2
III. 細胞過量表現出一種形式的 Bcl-2，其目的地僅可被指定於細胞膜
IV. 一個可以延長 Bcl-2 之半衰期的化學物質被加入細胞中。

細胞處於 I 到 IV 的狀況時，其命運為何：(2 分)

- (A) 細胞會抵抗細胞凋亡
(B) 細胞會執行細胞凋亡
(C) 細胞的命運無法被預測

A5. 下表秀出某些胺基酸的化學結構、 pK_1 、 pK_2 和 pK_R 。

Amino acid	Structural formula	pK_1 α -COOH	pK_2 α -NH ₂	pK_R side chain
Glycine (Gly)		2.35	9.78	---
Alanine (Ala)		2.35	9.87	---
Serine (Ser)		2.19	9.21	---
Aspartic acid (Asp)		1.99	9.9	3.9
Glutamic acid (Glu)		2.1	9.47	4.07
Lysine (Lys)		2.16	9.06	10.54

5.1 計算出一段由 7 個胺基酸所組成之胜肽鏈 (A 到 C) 的主要形式 (離子態的或中性的), 在 pH 1、pH 7 和 pH 12 的狀況下。計算出他們對應的淨電荷 (net charges), 請寫概估的整數 (3.6 分)

5.2 哪一個 pH 值是用來分離這三段胜肽鏈的最佳電泳條件? 最佳的那一個 pH 值請打勾(✓), 其餘的 pH 值請打叉(✗)。(0.6 分)

A6. 以下哪一個細胞週期的順序是真核細胞的典型特徵? [G: gap; S: 合成期(synthesis); M: 細胞分裂期(mitosis)]? 正確的順序請打勾(✓), 不正確的打叉(✗) (0.5 分)

(A) G₁ - S - G₂ - G₀ - M

(B) G₀ - G₁ - S - G₂ - M

- (C) $G_1 - G_0 - G_2 - S - M$
- (D) $G_1 - G_0 - G_1 - G_2 - S - M$
- (E) $G_1 - G_0 - G_1 - S - G_2 - M$

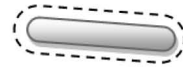
A7. 關於 G_2 時期

7.1 對於有關 G_2 時期的描述，對的請打勾(✓)，錯的請打叉(✗)。

- (A) 細胞內同源染色體排列在赤道板上。
- (B) 細胞內同源染色體已被紡錘絲拉向紡錘體兩側。
- (C) 細胞內同源染色體還沒有被複製。
- (D) 細胞內同源染色體數量是單倍(n)。

7.2 一個處於 G_2 時期的人類體細胞，其內含有多少條染色質絲？(0.5 分)

A8. 三種細菌(A 到 C)的形態如下：



A (球形菌)

B (鞭毛桿菌)

C (具莢膜的桿狀細菌)

8.1 細菌在自然情況下，傾向貼附於表面並以一種稱為生物膜 (biofilms) 的形式存在。在貼附時期，當細菌到達表面以進行貼附的過程中，就在他們非常靠近表面時，細菌將遭遇到一個排斥力的區域。哪一個細菌較具優勢來克服此排斥區？

正確的一個答案請打勾(✓)，其餘較不正確者請打叉(✗)。(0.6 分)

- (A) 細菌 A
- (B) 細菌 B
- (C) 細菌 C

8.2 當克服此排斥區而到達表面後，此三種細菌貼附於表面的能力似乎不同。將此三種細菌的表面貼附能力排序，寫於答案卷上。(0.6 分)

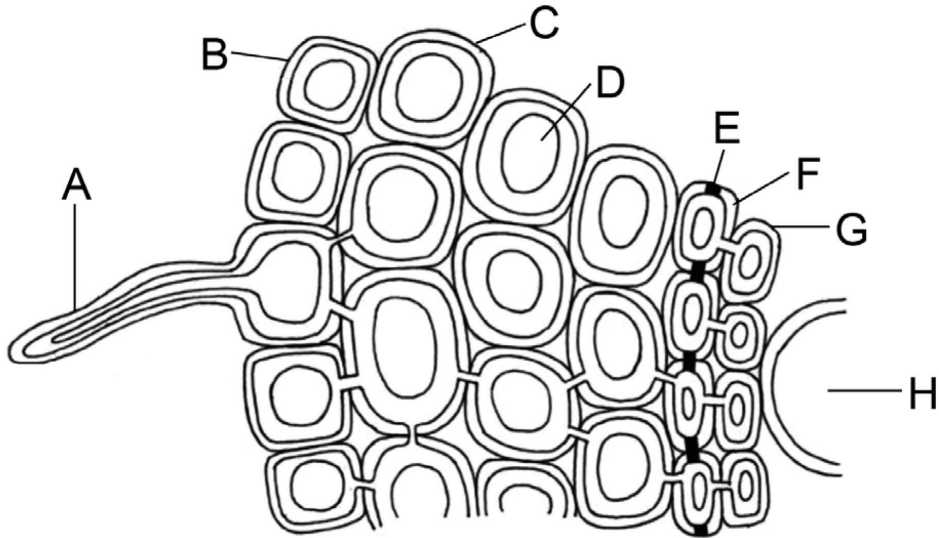
8.3 一個停滯不動的水池原本富含有機物質，但雨後不久養分濃度就被稀釋。此三種細菌都受影響，而嘗試在此狀況下存活。將正確的敘述打勾(✓)，不正確的敘述打叉(✗)。(0.6 分)

- (A) 細菌 A 允許相對最快的養分擴散速度，讓養分進入細胞內部。
- (B) 細菌 B 可延長其鞭毛以獲取水面上的養分
- (C) 細菌 C 有莢膜可活躍地吸附更多養分

A9. 一位實驗室的助理在觀察未知細菌前，用不同染劑對其染色。所使用的染劑已知可以染出(i) 脂多醣(lipopolysaccharide)、(ii) 核膜(nuclear envelope)、(iii) DNA、(iv) 細胞質(cytoplasm) 和(v) 核糖體(ribosomes)。不論樣品中含有何種細菌，染劑都可以有染色效果的物質為何。可被染到的請打勾(✓)，不會被染到的打叉(✗)。(1分)

植物解剖及生理學

A10. 根據以下所示根的橫切面圖來回答下列問題



10.1 用下表的號碼(1-18)來分別對應上圖所標示之構造(A~H) (1.6分)

No.	Part 構造	No.	Part 構造
1	下皮	10	厚壁細胞
2	內層細胞	11	卡氏帶
3	木質部薄壁細胞	12	中央液胞
4	表皮細胞	13	韌皮部薄壁細胞
5	木質部纖維	14	周鞘
6	根毛	15	伴細胞
7	外皮細胞	16	韌皮部纖維
8	木質部導管	17	內皮細胞
9	皮層薄壁細胞	18	厚角細胞

10.2 下列三種為離子及水吸收的路徑

I. 共質體路徑。

II. 質外體路徑

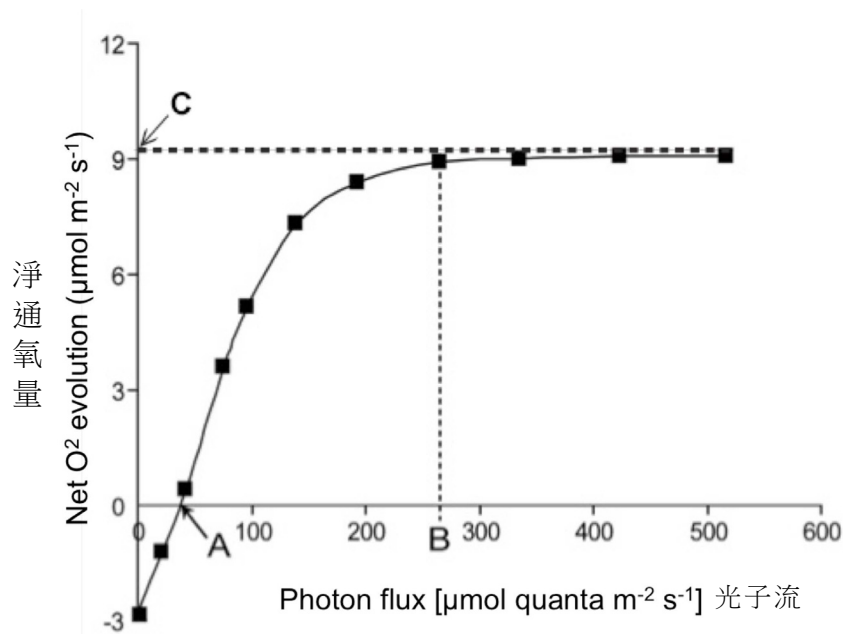
III. 穿膜路徑

在答案紙上的圖中，從根外至 H，以連續不斷的曲線畫出三種不同路徑並分別標示(I, II 及 III)

A11. 將植物構造(1-10)對應其功能(A-J)

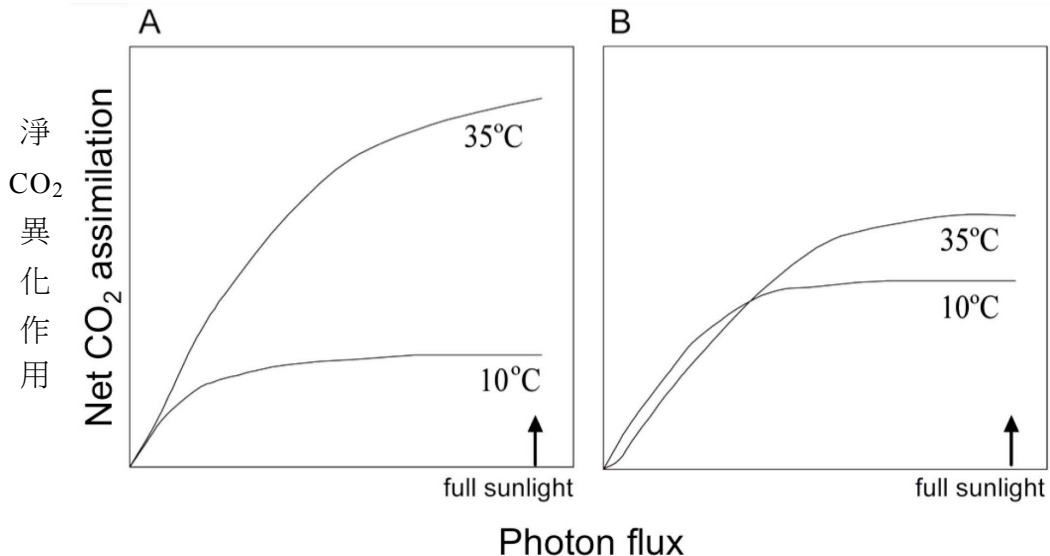
植物細胞 / 組織構造		功能 / 特性	
1	類綠囊的膜	A	細胞間的聯繫網絡
2	維管束形成層	B	儲存水分、消化酶及無機與有機物質
3	中央液胞	C	產生新的植物組織/器官
4	原生質絲	D	特化的無細胞核之薄壁細胞
5	頂端分生組織	E	胚珠表面的開孔，花粉管由此處進入胚珠
6	周皮	F	機械性支持
7	篩管	G	具有負責傳遞電子之蛋白質
8	毛茸	H	產生次生的維管束組織
9	次生細胞壁	I	次生的保護組織
10	珠孔	J	保護與吸收

A12. 根據下圖來判斷下列敘述(a-h)中哪些是正確的？ 正確者標示(✓)；錯誤者標示(✗)



- (A) 此圖是光合作用的 O_2 反應曲線
- (B) 圖中的 A 點是光飽和點
- (C) 圖中的 B 點是光補償點
- (D) 圖中的 C 點代表光合作用的最大速率
- (E) 若植物生長在大於 B 點所對應數值的光照強度下，則植物將停止生長
- (F) 若植物生長在小於 A 點的光照強度下，則植物的呼吸作用速率會大於光合作用
- (G) 若植物生長在大於 A 點的光照強度下，則植物會生長(累積生物量)

A13. 下圖為 C_4 與 C_3 植物葉片光合作用之光反應曲線，根據圖來判斷下列敘述，正確者標示(✓)；錯誤者標示(✗)

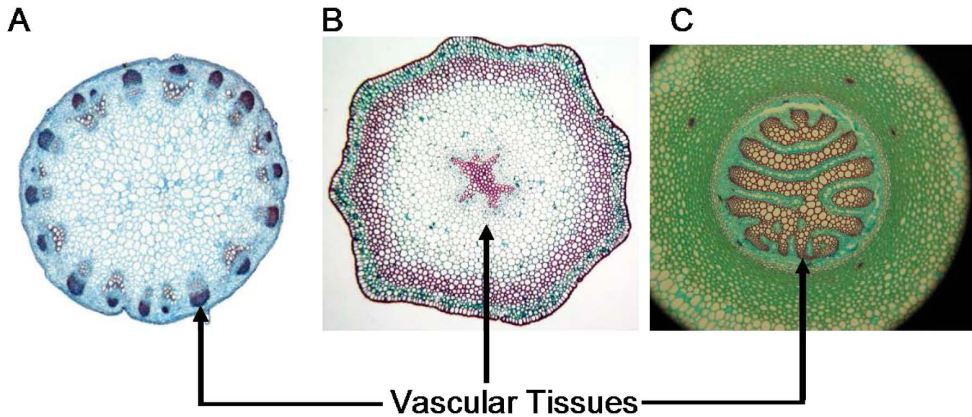


- (A) A 圖顯示出 C_4 植物的特性
- (B) 在高溫及強光下， C_3 植物比 C_4 植物更具競爭優勢，因為 C_3 植物的光呼吸降低
- (C) 在低溫及弱光下， C_3 植物比 C_4 植物更具競爭優勢，因為 C_3 植物可吸收較多的光子

A14. 判斷下列有關光合作用之敘述，正確者標示(✓)；錯誤者標示(✗)

- (A) 在光反應過程中，光磷酸化作用會有 ATP 產生
- (B) 在光反應的起始過程中，光的重要角色是產生游離氧
- (C) 在植物細胞中，ATP 合成酶只位在類綠囊的膜上
- (D) 循環式光磷酸化反應需要有光系統 II
- (E) 參與 CO_2 固定成為糖的特定酵素位在葉綠體的基質中

A15. 將下列植物依其演化順序由原始至進化排列



A16. 將敘述/作用(A-J)對應專有名詞(1-10)

專有名詞		敘述 / 作用	
1	乙烯	A	對一天中晝夜長短的生理反應
2	光週期性	B	抑制側芽生長
3	頂芽優勢	C	在完整植株中，促使莖伸長
4	向觸性	D	在低溫下可促進開花
5	葉序	E	葉與果實的脫落
6	植物生長素(刪除)	F	莖朝向光源彎曲生長
6	細胞分裂素	G	葉在莖上的排列順序
7	吉貝素	H	植物對碰觸的反應
8	平衡石	I	延緩老化
9	春化作用	J	向地性

植物解剖及生理學

~~A17. 此題已刪除~~

A18. 以下數據為 A~D 四種哺乳動物的呼吸率、心搏率及體溫

動物	呼吸率(吸氣/分鐘)	心搏(次/分鐘)	體溫(°C)
A	160	500	36.5
B	15	40	37.2
C	28	190	38.2
D	8	28	35.9

18.1 依照身體之每單位體積所具表面積由大至小將動物 A 至 D 排序 (0.8 分)

18.2 依照動物體所具血液總量由大至小將動物 A 至 D 排序 (0.8 分)

A19. 下列兩個敘述分別與兩生類、爬蟲類、鳥類、哺乳類的呼吸過程相關，若正確請打鉤(✓)；錯誤請打叉(✗) (1.6 分)

- I. 以負壓方式強迫使氣體進入肺部
- II. 肺部在每次呼吸循環均完全換氣

A20. 動物的氣體交換涉及不同的呼吸器官(a-d) 及循環系統(開放或閉鎖式)。表中動物(成體)使用開放式循環系統者打鉤(✓)、閉鎖式循環系統者打叉(✗)；並寫出其使用的器官代碼(a-d) (2.6 分)

- a. 肺 b. 鰓 c. 皮膚 d. 氣管

A21. 尿液為血漿經流腎臟時經過連續過濾而產生，針對哺乳動物的腎臟，判別下列敘述的真偽，正確請打鉤(✓)；錯誤請打叉(✗)

- (A) 腎臟能對血壓有直接影響
- (B) 腎臟能幫助調控循環的總血量
- (C) 亨耳氏套可除去血液中的水分、離子及養分
- (D) 能排泄高張尿液的動物如沙漠中的跳鼠，其亨耳氏套較短
- (E) 腎臟能配搭肺臟來控制血液中的 pH 值
- (F) 腎臟能排泄氫離子和再吸收碳酸氫鈉，以幫助血液中 pH 值的維持
- (G) 腎臟能處理代謝作用所產生的揮發性酸
- (H) 酸中毒時，氨(NH₃)是由近曲小管細胞所產生
- (I) 腎絲球的過濾速率會受血壓所影響
- (J) 腎臟能產生 ADH(抗利尿激素)

A22. 哺乳動物的唾液分泌量與其進食的咀嚼次數相關，將下列動物(a-e) 與答案卷上的唾液分泌量作配對 (1 分)

- a. 狼 b. 馬 c. 牛 d. 人

A23. 過敏乃因人類免疫系統再次接觸某些抗原所引起。相對的，假性過敏雖在臨床上類似過敏，但缺乏免疫上的發展步驟。(0.8 分)

下列項目是此二病理過程的觀察：

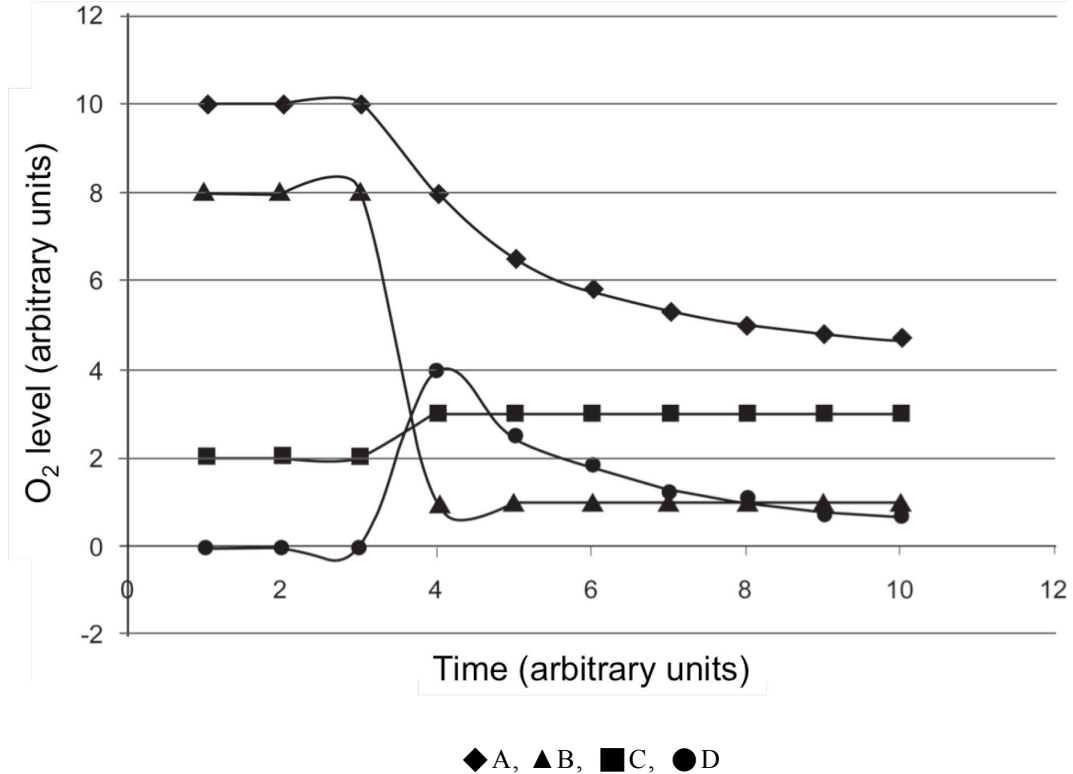
- (A) 血清中 IgE 類的抗體量上升
- (B) 血清中可偵測到專一性的 IgE
- (C) 發炎主要介質－組織胺 的釋出
- (D) 抗原必須達到一最小劑量才能引起反應
- (E) 參與 CO₂ 固定成為糖的特定酵素位在葉綠體的基質中

分別針對過敏及假性過敏，各觀察項目若是符合在答案卷上打鉤(✓)，不符合打叉(✗)

A24.動物化石的年齡可用其骨中碳的同位素 ¹⁴C 來測定，¹⁴C 如何累積在骨中？下列敘述對的打鉤(✓)；錯的打叉(✗) (0.6 分)

- (A) 藉由攝取及同化動物骨中有機質
- (B) 藉由轉化 CO₂ 成為骨中的有機質
- (C) 藉由將呼吸時所殘留的 CO₂ 累積到骨中

A25.歐洲(淡水)鰻通常藉由鰓來得到氧，但也能用皮膚呼吸而長時間離開水。下圖顯示當鰻被移出水後，其血中氧的飽和度及氧經不同器官的供應，



將下列敘述(I~IV)與上圖之曲線(A-D) 配對 (1.2 分)

- I. 血中氧的飽和度
- II. 經鰓供應的氧
- III. 經皮膚供應的氧
- IV. 經魚鰓供應的氧

A26.動物的解剖特徵與其食性(a~d) 的適應相關

- a. 肉食動物
- b. 雜食動物
- c. 非反芻類植食動物
- d. 反芻類植食動物

26.1 將不同食性(a-d) 與動物的齒式(I-IV)作配對(1.2 分)

- I. 無上方門齒、具牙床、臼齒只能橫向移動
- II. 犬齒高度發達用以撕裂
- III. 後方具有適於研磨的齒式(臼齒)
- IV. 門齒用以穿刺、臼齒略帶角度、下顎能作環狀(垂直及橫向)移動

26.2 植食動物、雜食動物及肉食動物腸胃道表面積對體表面積的比例不同，將不同食性(a-d) 與答案卷上動物腸胃道表面積對體表面積的比例作正確配對 (1.2 分)

A27.將不同消化系統適應(a-c) 與下列解剖敘述作配對(0.9 分)

解剖敘述：

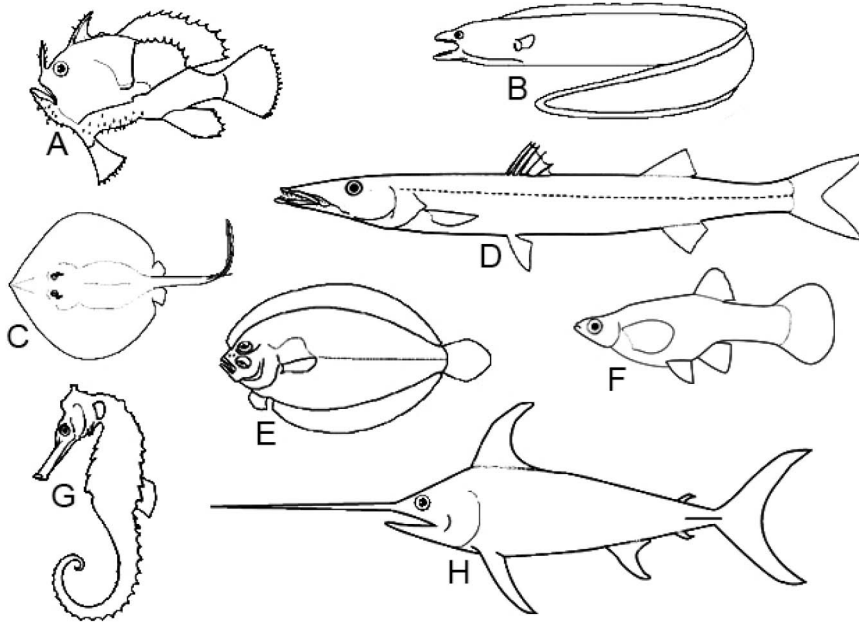
- I. 簡單的胃、能有限的以葉為食
- II. 簡單的胃、不能以葉為食
- III. 高度發達呈囊狀的胃、可廣泛而有效地以葉為食

消化適應：

- a. 在通過主要的消化及吸收位置後，進行大量的發酵
- b. 在主要消化及吸收位置前，先進行大量的發酵
- c. 不能消化穀物、水果及蔬菜中的某些物質

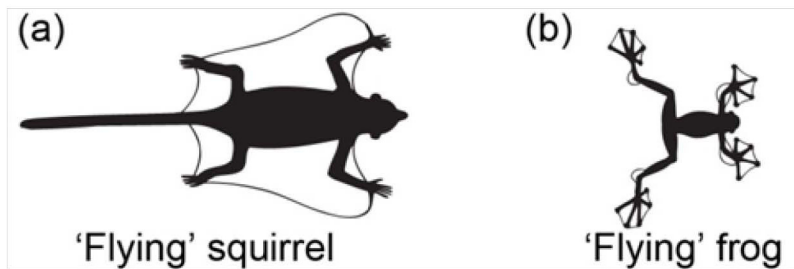
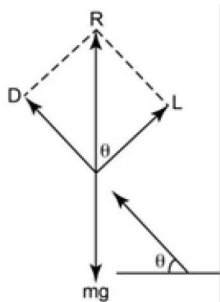
A28 魚類會適應不同的垂直水域(如表層、中層、底層) 或不同的特殊棲所(如海草床、石隙)。牠們的游速部分決定於其體型，將不同的魚(A-H，圖示未按比例繪製) 與

其居所環境及游速作配對，並指出最快與最慢者各兩種(2.4 分)



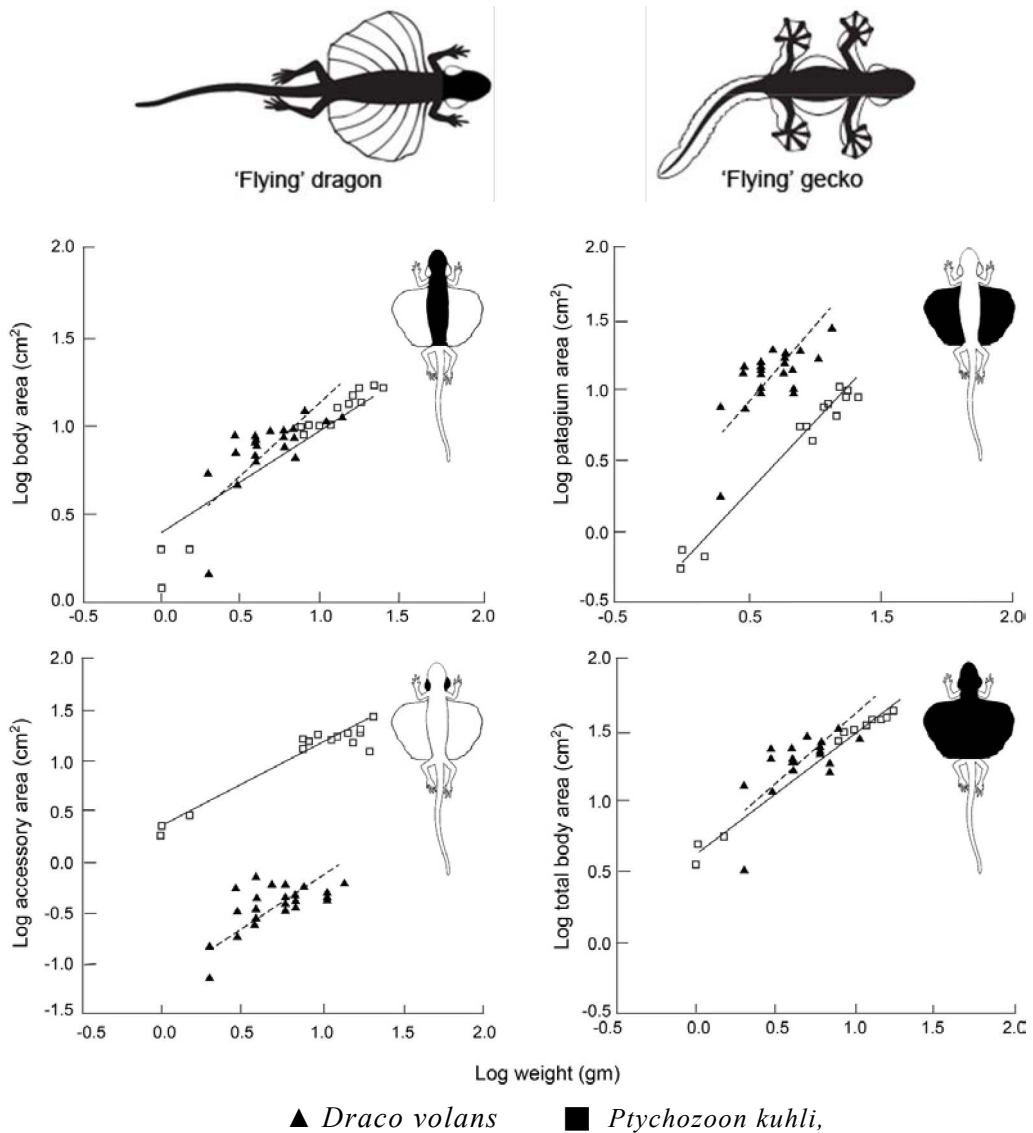
A29. 在脊椎動物的各綱中，至少都有一些物種偶爾會適應以飛翔的方式在空中移動(如飛魚、飛蛙、飛蜥蜴及飛鼠)。牠們不具真正的飛行能力，但可藉由非擺動的方式移動，如滑翔及跳傘的方式來阻緩其下降。

29.1 會滑行的動物儘量減少拉力(D)並用昇力(L)來營造出更有利的昇與拉的比例(L/D ratio)，而動物採取跳傘方式移動者則儘量增加 D，此係因此類動物通常沒有足夠的表面積來產生足夠的 L。當一隻動物進行穩定的滑翔時，好幾種力量作用於其上(參閱下圖)。當身體伸張時所產生的阻力(R)與氣流接觸時會產生昇力(L)。與行動方向相反的拉力(D)亦會呈現，而重量(mg)也會有類似的作用。下降的路線與地面呈一夾角為(θ)。



由答案卷中所提供的 L/D 及 θ 資訊表，選擇適當的動物(a 或 b)填入

29.2 在飛蜥蜴中，飛膜是連接前、後肢間的皮褶, Russell and Dijkstra (2001)比較二種蜥蜴 *Draco volans* (飛龍) 和 *Ptychozoon kuhli* (飛行守宮)的飛膜及具有流體力學的其他輔助面積。

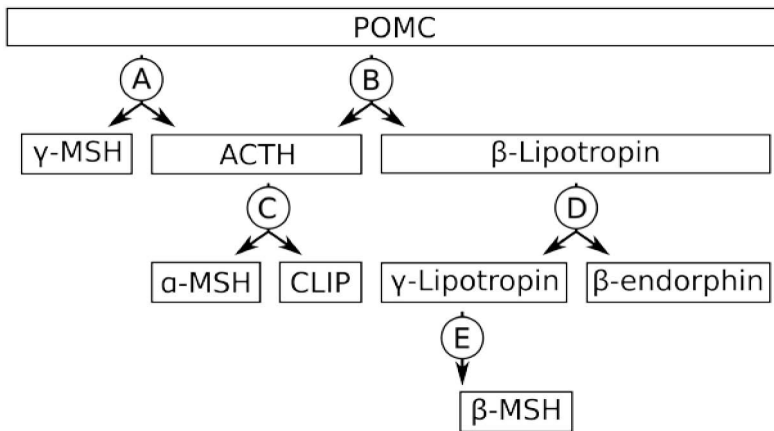


下列敘述有關蜥蜴在空中移動時所產生的形態適應，可從此研究得出正確結論者打鉤(✓)；錯誤打叉(✗)

- 雖然 *D. volans* 的平均重量小於 *P. kuhli*，但牠們每單位重量之表面積則非常接近
- 由飛膜面積及重量的比較顯示：在兩個物種體重相當時，*P. kuhli* 有較大的飛膜

- c. *D. volans* 之輔助構造對於整體可用之流體力學面積較 *P. kuhli* 能提供更多且更顯著的作用
- d. 此二物種之總體表面積是非常相似的
- e. 在 *D. volans* 的飛膜對整體面積的貢獻遠大於 *P. kuhli*，而 *P. kuhli* 則靠更多的附屬膜翅及褶皺來補償

A30. 腦垂體中的幾種調節性多肽可由 POMC 原多肽分子形成，POMC 可經(A-E) 蛋白分解為不同產物。下面的各個多肽分子均以 N-端在左、C-端在右來代表。



30.1 一個細胞由 POMC 造出 β-MSH 最少需幾種酵素(1 分)

30.2 一個細胞由 POMC 造出 α-MSH 最少需幾種酵素(1 分)

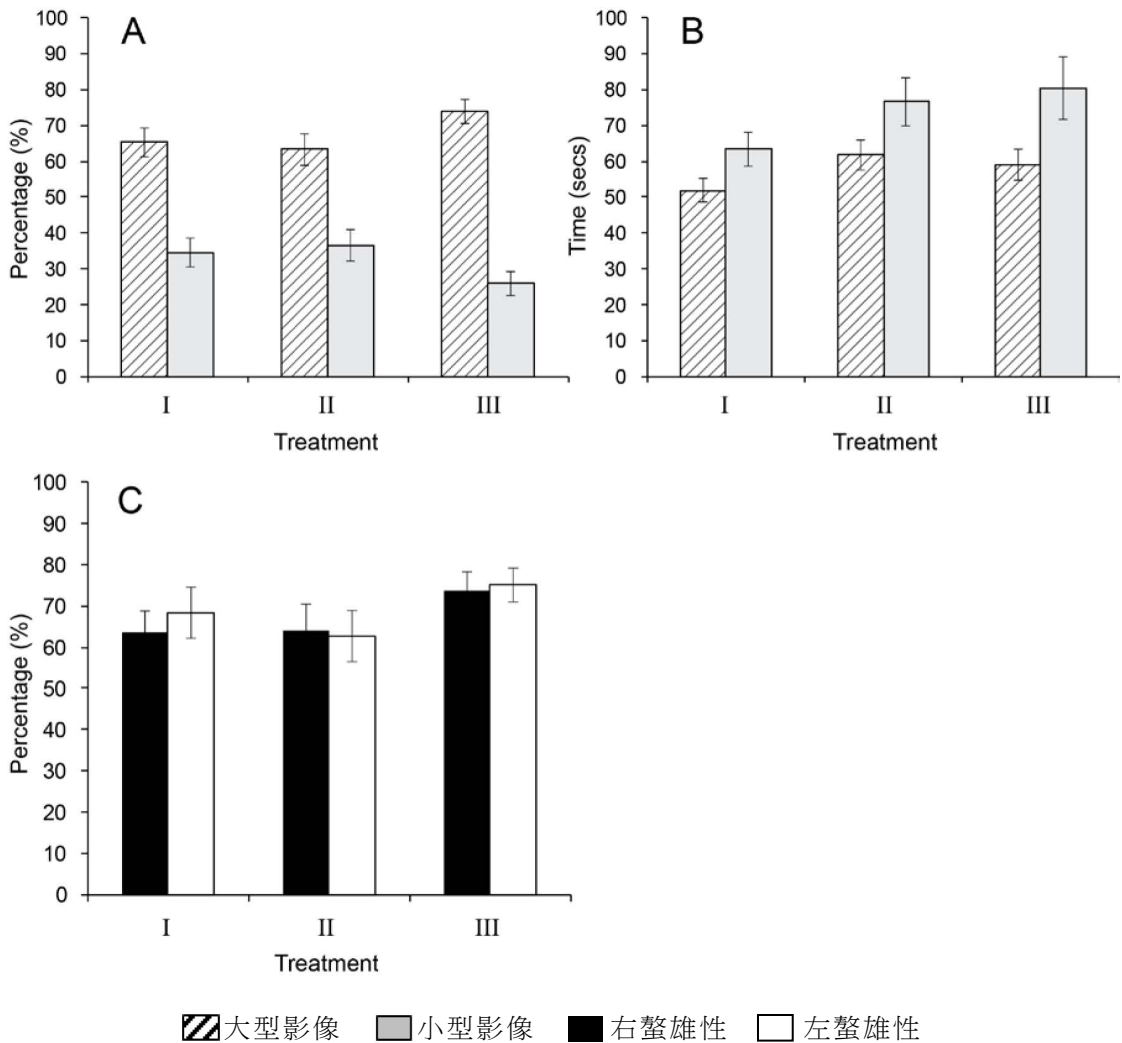
動物行為學

A31. 雄性招潮蟹用其大螯來傳遞信息，如：爭奪洞穴時打鬥、向雌性示意時舞動等。一位學生用鏡子所呈現個體兩種不同大小的影像，來研究雌雄間的互動行為，觀察雌性對同一雄性個體對雌性示意時在鏡中呈現不同影像時的反應。三組鏡像組合分別為 10x : 3x (10 倍 : 3 倍 第 I 組)、3x : 1x (第 II 組) 及 10x : 1x (第 III 組)。以 10 隻雄性個體分別對 20 隻雌性個體進行實驗，針對上述 3 組實驗，每組重複 3 次。她記錄各組實驗數據，雌蟹對影像反應的比例(圖 A)及雌蟹受刺激後前往影像前所花的時間(圖 B)，另亦紀錄該雄性的的大螯是在右側或左側(圖 C)。

下列有關雌雄間互動實驗所下的結論，正確者請打勾(✓)，錯誤者請打叉(✗)，不確定者以減號(-)表示。(1.5 分)

- a. 一般而言，雌蟹喜好體型較大的雄性

- b. 在伴侶的性擇中，雄性的大螯在左側或在右側扮演關鍵的角色
- c. 雄性的大螯揮動得較快者，一般會吸引較多的雌性
- d. 在實驗組別 II 及 III 間，其雌性決定是否對雄性產生反應，所花費的平均時間有所差異
- e. 雄性大螯的差異，可能是影響雌性最後做出決定的關鍵



(待續)