

2009 年第廿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：部分 A

生態學

A49. 下表為溫帶二個生態系生產力的估算結果：雨林及一年生作物的耕地。所有的結果以 $\text{MJ}/\text{m}^2 / \text{year}$ ($1 \text{ MJ} = 10^6 \text{ J}$) 單位表示。

	[I] 雨林	[II] 一年生作物耕地
粗初級生產力	188	102
呼吸作用 (自營性生物)	134	38
呼吸作用 (異營性生物)	54	3

在此二生態系中，異營生物之呼吸作用與淨基礎生產量 (net primary production, NPP) 的比值，何者較高？其理由為何？由 A - F 選擇出正確的答案。

- (A) [I] < [II]：雨林與作物區（一年生作物的耕地）相較，雨林有較高的 GPP 及更多的消費者
- (B) [I] < [II]：雨林與作物區相較，雨林有較高之 NPP 及較多的消費者

- (C) [I] < [II]：雨林與作物區相較，雨林有較高之 NPP 及較少的消費者
- (D) [II] < [I]：雨林與作物區相較，雨林有較低之 GPP 及較多的消費者
- (E) [II] < [I]：雨林與作物區相較，雨林有較低之 NPP 及較多的消費者
- (F) [II] < [I]：雨林與作物區相較，雨林有較低之 NPP 及較少的消費者

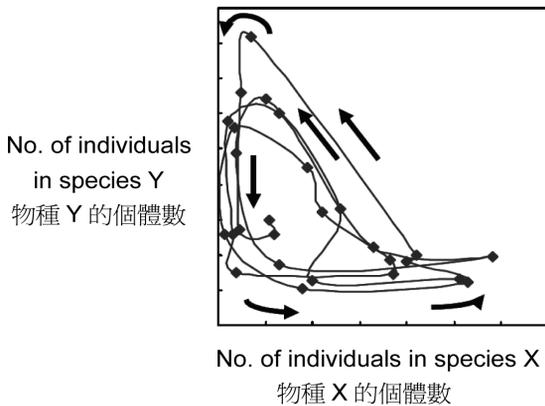
A50. 在絕大多數食物網中，輸入食物網的能量主要仰賴的方式為何？選出下列敘述何者最有可能？

- (A) 初級消費者的吃草速率
- (B) 整個生態系中的物質循環速率
- (C) 生產者轉化太陽能為化學能的速率
- (D) 固氮細菌的作用
- (E) 在每一營養階層由於呼吸作用所造成的熱能散失

A51. 在一已經穩定的陸域生態系中，下列何種因素對維持此生態系中各個族群的穩定有增進作用？

- (A) 食物網由許多營養階層所組成，但每一個營養階層內只有少數物種
- (B) 由一些生產者所組成，且其皆有非常高的生產率
- (C) 活躍的分解者造成快速的營養循環
- (D) 各個食物網中的營養階層簡單，且其中不同生物的生態地位之重疊性很有限
- (E) 具有一些突出及競爭性的優勢物種

A52. 物種 X 及 Y 其族群大小會隨時間改變而呈負相關之現象。箭頭以逆時針方向的順序顯示二族群的動態，選擇最可能的解釋組合及其理由。



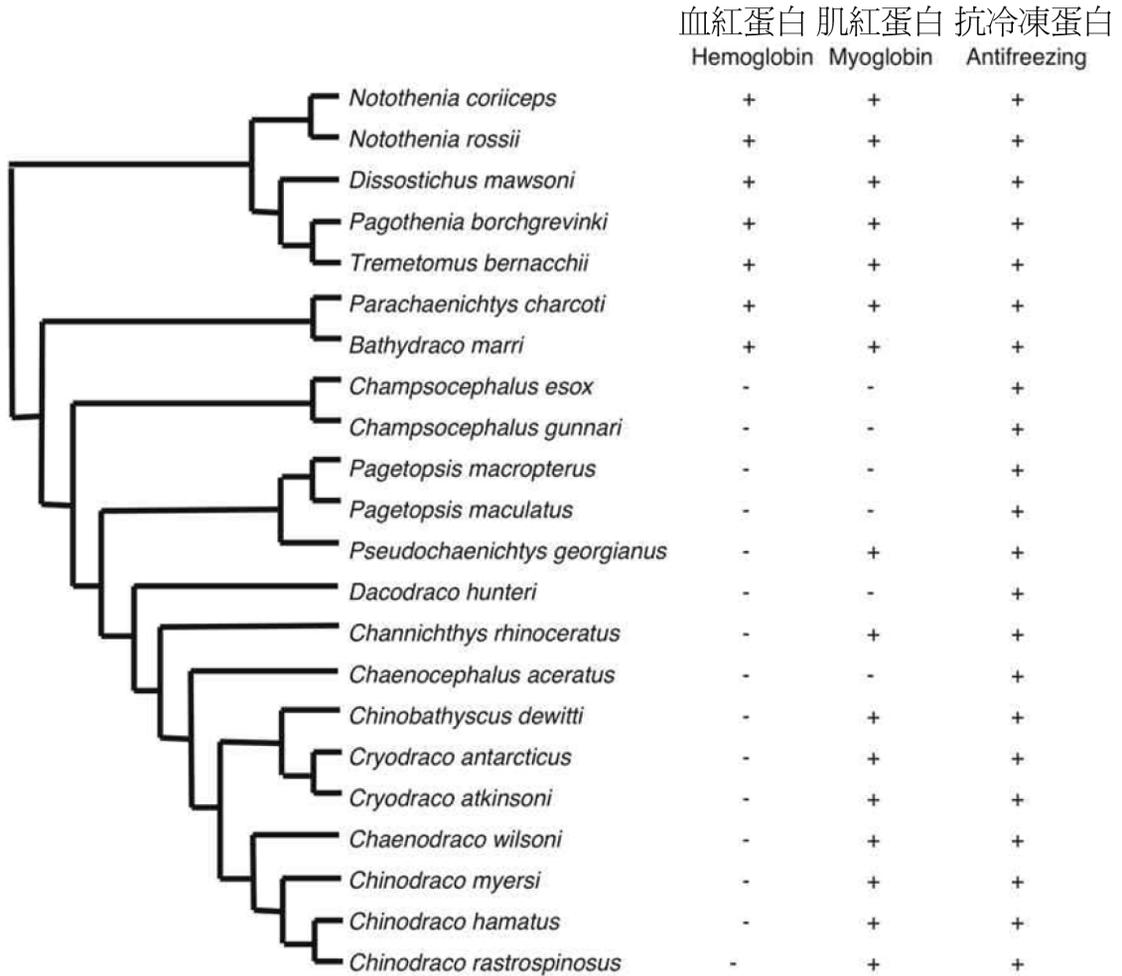
	X 及 Y 種間的關係	理由
(A)	種間競爭	Y 種個體在 X 種個體密度高時減少 Y 種個體在 X 種個體密度低時增加

(B)	種間競爭	Y 種個體在 X 種個體密度中等時增加 X 種個體在 Y 種個體密度中等時減少
(C)	掠食者(X)及獵物(Y)	在密度低時，當 X 種個體增加時，Y 種減少
(D)	獵物(X)及掠食者(Y)	在密度高時，當 X 種個體減少時，Y 種增加

生物系統分類

A53. 下圖的親緣關係樹顯示南極冰魚及其相近物種之間的親緣關係。在此，冰魚是指在此親緣關係樹中喪失血紅蛋白(hemoglobin)者，也因此，其血液是透明的。有些冰魚種類的肌肉細胞亦喪失肌紅蛋白(myoglobin)，在這些冰魚中，肌紅蛋白是因特殊的突變而喪失其功能。此外，冰魚及其相近物種具有抗冷凍的糖蛋白以免在其組織內形成冰晶。在下圖親緣關係樹的右側列出各物種是否具有血紅蛋白、肌蛋白與抗冷凍蛋白。據此圖，下列何者正確？

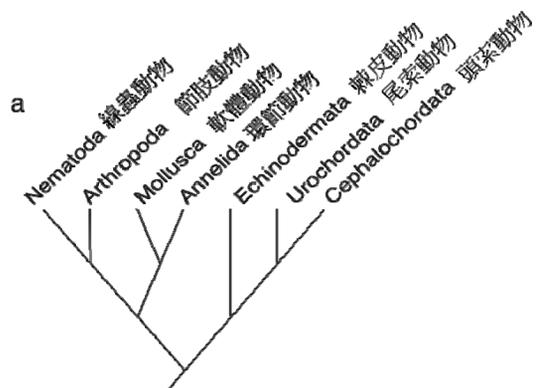
- (A) 在冰魚親緣關係分支中，抗冷凍蛋白是最近才出現的
- (B) 在冰魚親緣關係分支中，肌紅蛋白曾發生多次的喪失
- (C) 在冰魚喪失血紅蛋白之前，抗冷凍蛋白是必須的
- (D) 比起喪失肌紅蛋白，喪失血紅蛋白是最近才發生的特性
- (E) 因為肌紅蛋白可取代血紅蛋白的功能，故冰魚可喪失血紅蛋白

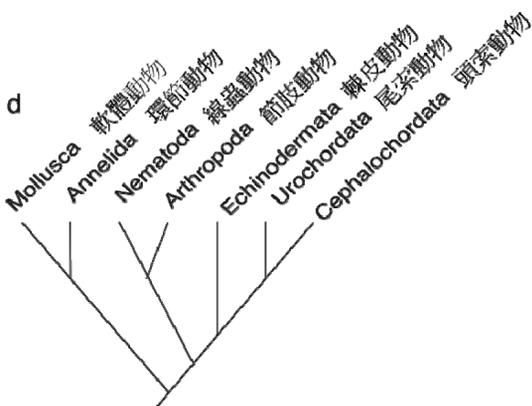
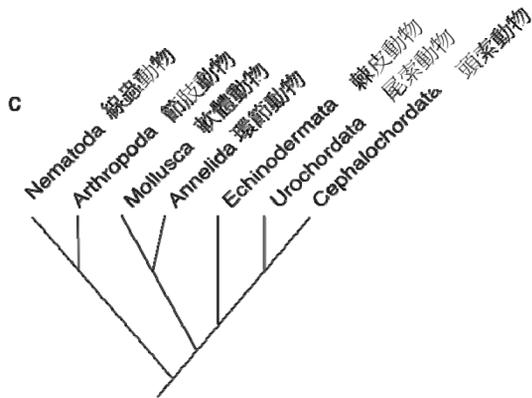
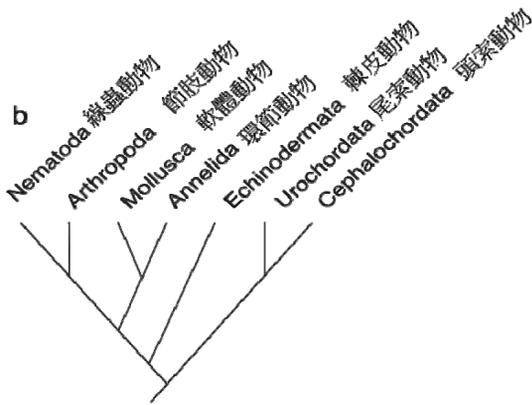


A54. 下列是各後生動物門所共有的衍生特徵（共衍徵）之敘述，哪些親源關係圖符合這些敘述？

- I. 具有擔輪幼蟲是軟體動物及環節動物的共衍徵
- II. 蛻皮是節肢動物及線蟲動物的共衍徵
- III. 具有脊索是尾索動物及頭索動物的共衍徵
- IV. 由原口發育成肛門的歷程是尾

索動物、頭索動物及棘皮動物的共衍徵





- (A) a
- (B) a, c
- (C) a, d
- (D) b, c
- (E) a, b, d
- (F) a, c, d.

理論試題：部分 B

細胞生物學

B1. 以乾重為基礎計算，分別比較下列化學元素在草本維管束植物或哺乳動物的肝臟中所占的平均比率，何者明顯較高？在較高者的空格畫「X」。

(3 分)

- (A) 氮
- (B) 氧
- (C) 鈣
- (D) 鉀
- (E) 鈉
- (F) 磷

B2. 配合題。請將下列『水的特性』與『對於生物好處』進行配對，將「A-E」填入適當空格中：(2.5 分)

➤ 水的特性

- I. 在可見光範圍內，水對光的吸收量低
- II. 高的熱容量 (高比熱)
- III. 的高熱能 (高熔解熱；高凝固熱)
- IV. 高蒸散熱
- V. 分子極性

➤ 對於生物好處

- (A) 由脂分子組成的生物膜其熱動態性是穩定的
- (B) 陸生植物及動物可以在水減少量最低的狀況下，達到自我降溫的目的
- (C) 動植物在變動的環境下，溫度的

改變極微小

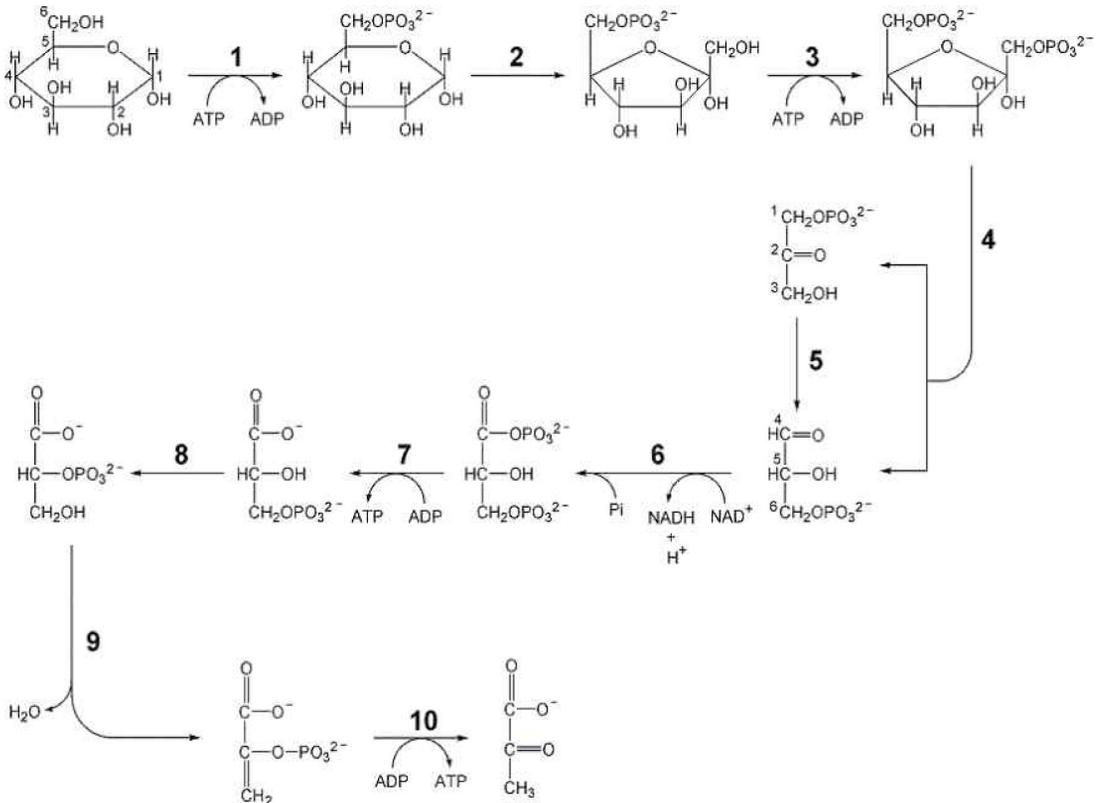
(D) 植物可以有效利用光能在光合作用上

(E) 在低溫下，動植物可受到保護，避免被冰凍

B3. 一個基因的編碼區長度為 735 個鹼基對，其中並無終止密碼。計算該基因轉譯出蛋白質的分子量。本題一個游離的胺基酸平均分子量為 122，該蛋白質含有 5 個雙硫鍵。必須寫出計算式。(3 分)

B4. 糖解作用在所有生物都是必要的。(3.5 分)

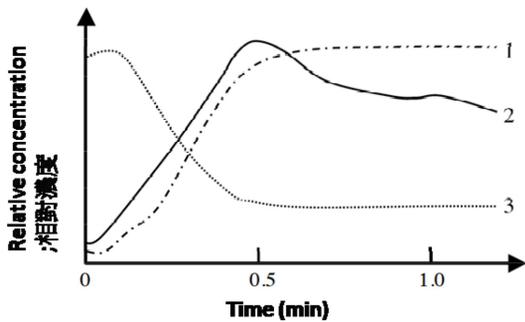
(1) 下圖為糖解作用的反應過程。圖中數字表示催化反應的酵素。將這些參與的酵素分別歸類到下列的酵素類型中。請將圖中代表反應的酵素數字代號 (1 - 10) 配合寫到適當的酵素類型代號 (A - F) 空格中。請注意，有些酵素類型可能沒有對應的酵素數字代號。



➤ 酵素類型

- (A) 氧化還原酶
- (B) 轉基酶
- (C) 分解酶
- (D) 溶解酶
- (E) 異構酶
- (F) 接合酶

(2) 在含氧的培養基中培養肌肉細胞，會迅速消耗氧氣而形成缺氧狀態。當移除氧氣時（圖中 0 處），立刻測定與關葡萄糖代謝相關的三種化合物濃度，其相關濃度變化如下圖：



請將圖中代謝物濃度曲線 (1, 2, 與 3) 與代表的代謝物 (A, B 與 C) 進行配對

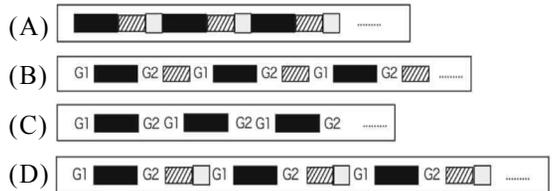
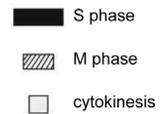
➤ 代謝物

- (A) 葡萄糖-6-磷酸 (G6P)
- (B) 乳酸
- (C) 果糖-1,6-二磷酸

B5. A – D 為不同型式的細胞周期，請與 I – IV 的不同細胞型態進行正確的配對。(2 分)

➤ 細胞型態

- I. 人類表皮細胞
- II. 128 細胞時期的海膽胚細胞
- III. 果蠅唾腺細胞
- IV. 黏菌的原生質體



B6. 提供具有 $[^3\text{H}]$ 標示的尿嘧啶 (uridine) 於微生物培養基中，進行細胞培養。分離細胞內容物後，偵測 mRNA 是否具有放射性，實驗顯示 1×10^6 細胞的 mRNA 中可偵測到有 2.5×10^{-12} picomole 的尿嘧啶具有放射性。假設 mRNA 的核苷酸序列組成是隨機的，且 mRNA 的平均長度為 3,000 鹼基，請計算在培養過程中，共有多少 mRNA 分子被合成 (3 分)

B7. 分離模式植物阿拉伯芥 基因 Z 轉譯起始點上游的基因片段，其大小分別為 0.3, 0.6, 0.9, 1.2, 與 1.5-kbp，分別標記為 Za, Zb, Zc, Zd, and Ze。這些片段分別接上來自大腸菌的 β -葡萄糖醣醛酸酶 (β -glucuronidase (GUS))，這些重組基因 (chimeric

genes) 分別送入阿拉伯芥中，為了偵測送入的重組基因所表現的 GUS 基因活性，因此進行活體呈色反應 (in-situ chromogenic reaction)，植株分別標記為 Za-GUS, Zb-GUS, Zc-GUS, Zd-GUS, 與 Ze-GUS。下圖為重組基因在阿拉伯芥的心形胚胎中 GUS 活性反應結果與重組基因的構築與圖。(4 分)

基於上述結果，請將 基因 Z 上游不同大小的 DNA 片段 (I, II, III 與 IV) 與功能 (A - G) 進行配對。

➤ 上游區域

I. -1,500 to -1,201

II. -1,200 to -901

III. -900 to -601

IV. -600 to -301

➤ 功能

(A) 基因表現強與組織特異性無關

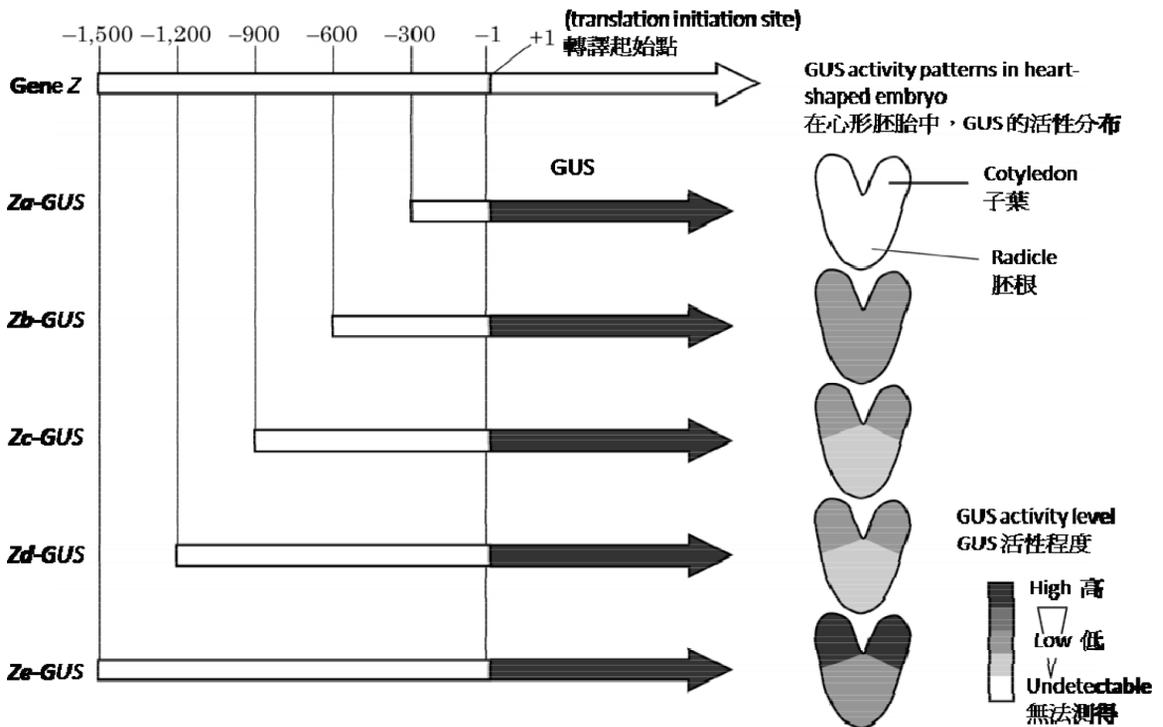
(B) 僅在 子葉組織 中有促進基因表現能力

(C) 僅在 非子葉的其他組織 中有促進基因表現能力

(D) 在 子葉組織 中會抑制基因表現

(E) 在 非子葉的其他組織 中會抑制基因表現

(F) 基因表現僅受到些微影響



植物解剖與生理

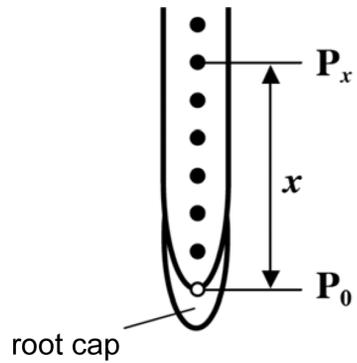
B8. 土壤中缺乏某一特定礦物元素會導致植物葉片出現特殊的褪色現象（褪色症），這與該礦物元素在植物代謝上的角色以及移動性（轉運）有關。以下分別描述鎂、鐵及氮等元素缺乏時的病徵（葉褪色情形）、代謝角色以及移動性。

- 缺乏時的病徵
 - (A) 缺此元素將導致嫩葉發生褪色症
 - (B) 缺此元素將導致老葉發生褪色症
- 元素移動性
 - (C) 此元素在植物中的移動很快速
 - (D) 此元素在植物中的幾乎不會移動
- 代謝角色
 - (E) 此元素是電子傳遞系統的組成成分之一，而且也是某些葉綠素-蛋白質複合體合成所必須的成分
 - (F) 此元素是為植物細胞中組成的要素，包括胺基酸、核酸以及葉綠素等的成分
 - (G) 此元素參與了多種酵素的活化，而且是葉綠素環狀結構的一部分

請將這三種礦物元素分別和上述三類敘述做聯結。(A, B 為缺乏時的病徵；C, D 為礦物元素移動性；E, F, G 為代謝角色)

B9. 由細胞分裂及增長的空間角度來分析植物根生長的情形。在根軸的不同

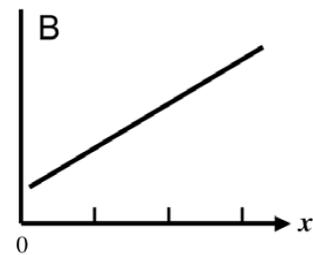
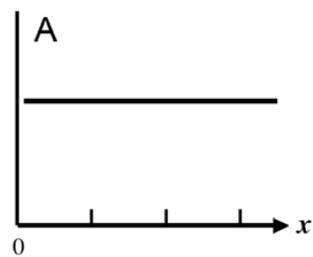
部位以石墨顆粒進行標示， x 是從根冠內之根尖(P_0)到 P_x 的距離。

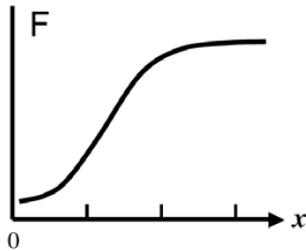
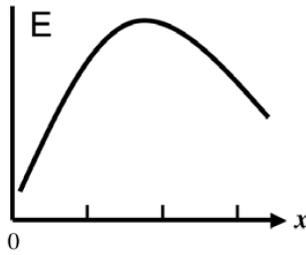
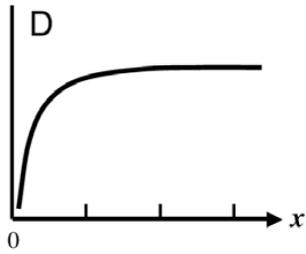
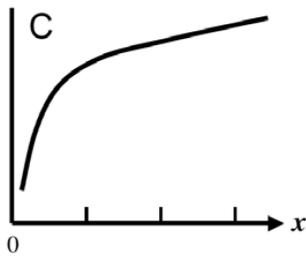


對每一個標示部位 P_x ，下列數據是須收集的：

- I. P_0 到 P_x 的所有表皮細胞數
- II. P_0 到 P_x 的所有分裂的表皮細胞數
- III. 增長速率 (P_x 自 P_0 遠移的速率)

若數據對 x 作圖，數據所出現的圖形各為何者？請針對每一個數據選出最適當的圖形。





變種	Treatment	開花	
		短日照	長日照
一年生	低溫處理	No	Yes
	未處理	No	Yes
二年生	低溫處理	No	Yes
	未處理	No	No

在第二個實驗中，低溫處理及未處理的一年生與二年生變種植物進行嫁接（如下圖），並在長日照條件下生長。記錄枯木與接穗部分是否開花。兩種嫁接（#1 and #2）的結果整理如下表。

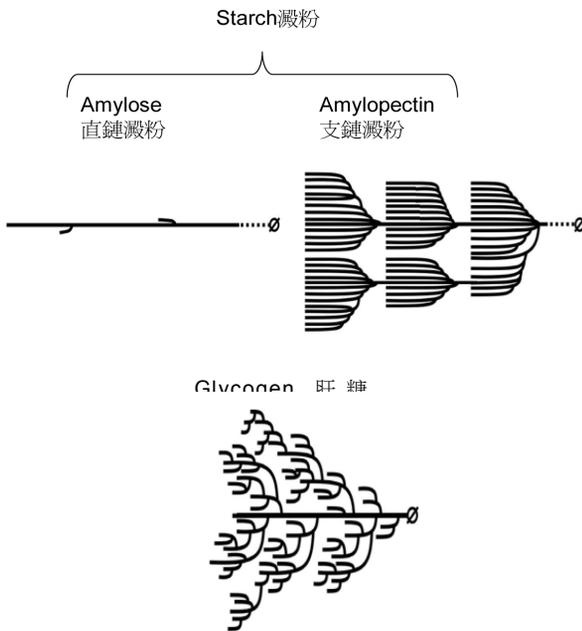


		Strain	Treatment	Flowering
嫁接 #1	枯木	一年生	未處理	Yes
	接穗	二年生	未處理	Yes
嫁接 #2	枯木	二年生	低溫處理	Yes
	接穗	二年生	未處理	Yes

B10. Henbane (*Hyoscyamus niger*) 是一種茄科的藥用植物。根據其開花特徵，可將此植物分成兩個變種，一變種是一年生，另一變種是二年生。在第一個實驗中，分別檢測低溫處理及日照長度，對一年生與二年生變種之開花影響。為此目的，低溫處理及未處理的植物分別在短日照下或長日照下生長，下表顯示此植物的開花情形。

假設開花激素參與此物種的開花過程，根據以上結果，試判定一年生與二年生植物的莖頂分生組織與葉的性質。在答案紙上表格中，關於開花激素是否有反應(1)以及開花激素是否產生(2)，在適當的空格標示 "X"。

B11. 植物與動物分別以累積澱粉及肝糖為其儲存的多醣類。澱粉包含有兩種不溶於水的葡萄糖聚合物：直鏈澱粉 (amylose) 及支鏈澱粉 (amylopectin)，直鏈澱粉不分支且成直線；支鏈澱粉具多且有規律地的分支，分支常聚成團。肝糖也是一種分支的葡萄糖聚合物，但不像支鏈澱粉，而是相對較短且為水溶性，其分支短、不規則、且不聚成團。



➤ 回答下列 3 小題

(一) 澱粉的生物合成過程中有三類酵素參與：鏈延長酶、分支酶、去分支酶。水稻突變型 (Sugary) 在某去分支酶有缺失，此突變型的胚乳會累積似肝糖的多醣類，而非支鏈澱粉。根據此資訊，野生型的去分支酶在澱粉合成之角色是：

- (A) 從支鏈澱粉去除所有分支而形成直鏈澱粉
- (B) 減短支鏈澱粉的每個分支
- (C) 使支鏈澱粉的分支型式規律化
- (D) 切斷支鏈澱粉的 $\alpha 1 - 4$ 糖苷鍵

(二) 在種子成熟過程中所經歷乾燥時期之前，水稻突變型 (Sugary) 種子與野生型的大小及外形沒有差別；然而在乾燥時期時，突變型 (Sugary) 種子縮小且有皺褶。此現象暗示：與野生型比較，在乾燥之前，突變型 (Sugary) 種子含有：

	儲存多醣類	水
A	多	少
B	多	多
C	少	多
D	少	少

(三) 細菌及藍綠菌會累積類似肝糖的多醣類以儲存葡萄糖。下列敘述何者可合理解釋多醣類儲存的演化？

- 植物與動物的共同祖先能合成：
- (A) 支鏈澱粉及肝糖，但植物在演化過程中喪失合成肝糖的能力
 - (B) 支鏈澱粉及肝糖，但動物喪失合成支鏈澱粉的能力
 - (C) 支鏈澱粉但非肝糖，但動物獲得合成肝糖的能力
 - (D) 肝糖但非支鏈澱粉，但植物獲得合成支鏈澱粉的能力

B12. 當黃豆根部感染根瘤菌 (Rhizobium) 後，會形成根瘤。一隱性突變型 (HN) 具有形成根瘤過量之表現型，如圖 1 所示，突變型的根比野生型 (WT) 形成較多根瘤；且其莖部生長較野生型遲緩。圖 2 顯示在野生株與突變株中不同部位嫁接，觀察根瘤表現型的結果。在沒有根瘤菌的情況下，野生株與突變株差異很大。



圖 1

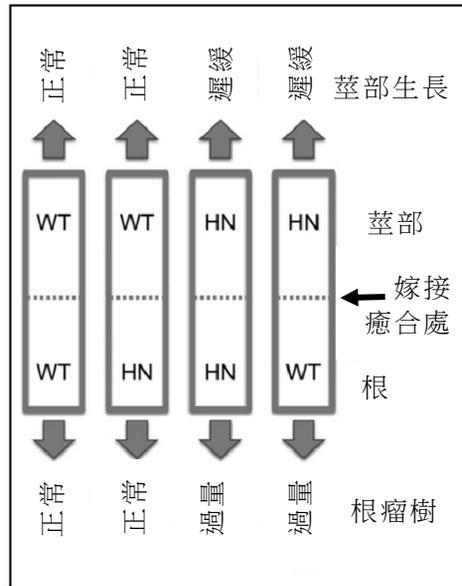


圖 2

根據上述資訊，何者較合理？在 I, II, III 三個敘述，分別從大括弧中選出正確選項，並在答案卷上對應空格中標示 “X”。

I. 由突變株的 $\left\{ \begin{array}{l} \text{A. 莖部} \\ \text{B. 根} \end{array} \right\}$ 判定根瘤過量表現型

II. 由 HN 突變株，根瘤過量的性狀是 $\left\{ \begin{array}{l} \text{A. 造成} \\ \text{B. 根} \\ \text{C. 無關於} \end{array} \right\}$ 莖部生長遲緩

III. 野生型的莖部 $\left\{ \begin{array}{l} \text{A. 可正向調節} \\ \text{B. 可負向調節} \\ \text{C. 與調節無關} \end{array} \right\}$ 根瘤樹

(待續)