

2012 年第廿三屆國際生物奧林匹亞競賽 --理論試題(5)

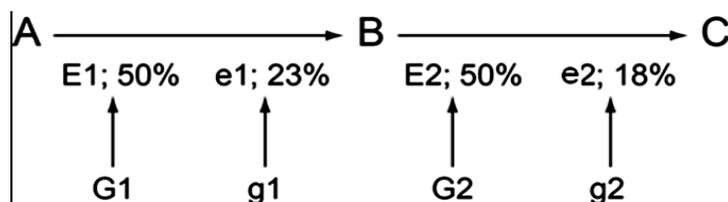
中華民國生物奧林匹亞競賽代表團

理論試題：B 卷

遺傳學和演化

B33. 在一個二倍體生物中，有一個二步驟代謝過程，包含以下要件：

Gene 1 (G1) 表現酵素 E1，E1 將受質 A 轉化為中間產物 B，突變等位基因 g1 產生的缺失酵素只有 46% 的正常 E1 效能；Gene 2 (G2) 表現酵素 E2，E2 將中間產物 B 轉化為產物 C，突變等位基因 g2 產生的缺失酵素只有 36% 的正常 E2 效能。對任一酵素而言，每一個等位基因貢獻其 50% 的酵素總量。此二步驟的反應速率相同。



將 G1G1g2g2 個體和 g1g1G2G2 個體交配後，在其 F₂ 子代中，會增加(累積)中間產物 B 的個體比例為何？(2 分)

B34. 在一特定品種的狗中，無毛性狀為 Hh 異結合型，正常有毛狗為隱性同結合型 hh，顯性同結合型 HH 的幼犬通常出生時已死亡，其口和耳皆不正常。如果無毛狗和無毛狗交配，產下的所有幼犬中，平均只有 6 隻小狗可以長到斷奶，其中會有幾隻無毛狗？幾隻正常有毛狗？若是無毛狗和正常有毛狗交配產下的幼犬，到斷奶時，平均會有幾隻無毛狗？幾隻正常有毛狗？(1.8 分)

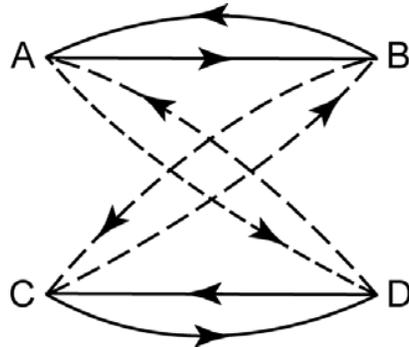
B35. 人類紅-綠色盲有二種：deuteranopia 和 protanopia，由位於 X 染色體上的二個不同基因所控制。一個針對 18,121 位挪威孩童的調查顯示：在 9049 位男童中，725 有色盲，其中 551 位是 deuteranopia，174 位是 protanopia；40 位色盲女童中，37 位是 deuteranopia，3 位是 protanopia。

df	χ^2
1	3.841
2	5.991
3	7.815
4	9.488
5	11.070

Table: χ^2 values for $\alpha = 0.05$

請由男孩的資料中估算 deuteranopia 的等位基因頻率(不考慮 protanopia)，並依據所得之等位基因頻率，使用 χ^2 test 去檢測女孩的色盲表現型頻率分布是否符合哈-溫平衡，符合請畫勾(✓)，不符合請畫叉(✗)。

B36. 下圖是一個美國原住民部落內的氏族關係，圖中呈現的是婚姻限制條件，以及父親和他的小孩氏族之間的關係。圖中的虛線方向表示父親的氏族決定孩子的氏族；實線方向表示一個男人，他的妻子應具有的氏族為何。



部落中的四種氏族 A, B, C 和 D 之間的關係

一種流行於部落中的疾病 X，是由位於一個 Y 染色體上的顯性等位基因造成，請回答下列有關此疾病在四種氏族間傳遞關係的問題。

36-1. Maska 的氏族為 D，他有疾病 X，經過二個世代的生殖繁衍，其中包括他的兒子和孫子。這時有哪些氏族會受此疾病影響？受影響的請打勾(✓)，不受影響的請打叉(✗)。(2 分)

36-2. 若 Yonato (氏族 B)的父親有疾病 X，則 Tala (氏族 A) and Yonato(氏族 B) 的兒子(氏族 D)有疾病 X 的機率是多少？(2 分)

B37. 從紅麵包黴菌 *Neurospora crassa* 中分離出數個營養需求突變體，這些突變體在外加不同特定營養補充物後的生長情形紀錄於下表中，(+)代表生長，(0)代表不能生長。

Strain 突變種	Supplements added to minimal culture medium 外加營養補充物				
	Citrulline	Glutamic semialdehyde	Arginine	Ornithine	Glutamic acid
A	+	0	+	0	0
B	+	+	+	+	0
C	+	0	+	+	0
D	0	0	+	0	0

37-1. 在答案卷上用(1-5)指出以上五種營養補充物在代謝途徑的生成先後順序。
(1.5 分)

37-2. 在答案卷上指出相對應各代謝步驟被中斷的突變菌種。(1.2 分)

B38. A^1A^1 =致死， A^1A^2 =灰色， A^2A^2 =黑色， B^1B^1 =長毛， B^1B^2 =短毛， B^2B^2 =極短毛(毛絨)，而親本基因型是 $A^1A^2B^1B^2$ 。

38-1. 在成年的子代中，灰色毛絨個體所佔比例為何？(1 分)

38-2. 若毛絨性狀也會致死，則成年的子代中，黑色短毛個體所佔比例為何？(1 分)

B39. 設有下列數目的各種果蠅

	雄	雌	總計
野生正常型	80	60	140
突變體	30	30	60

如果此突變性狀為單純的體染色體隱性遺傳，這群果蠅的親本之基因型最可能為下列哪一種？對的請打勾(✓)，錯的請打叉(✗)。(1 分)

(A) $w w \times w+w+$

(B) $w+w \times w+w$

(C) $w+w \times w w$

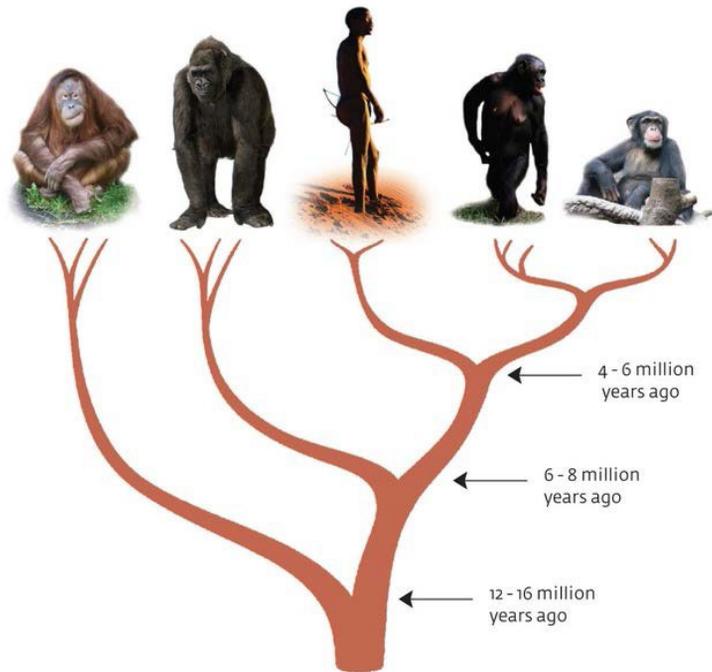
(D) $w+w \times w+w+$

(E) $w+ w+ \times w+ w+$

B40. 如果個體內來自父本的染色體，其上的等位基因是 L, M, 和 n，而來自母本染色體上的等位基因是 l, m, 和 N。則下列哪些染色體(等位基因組合)可以因為單次染色體互換而得到？對的請畫勾(✓)，錯的請畫叉(✗)。

- I. LMN
- II. LMn
- III. LmN
- IV. Lmn
- V. lmn

B41. 一般認為黑猩猩(*Pan troglodytes*)和侏儒猩猩(*Pan paniscus*)是與人類(*Homo sapiens*)演化關係最接近的存活物種。此三者和紅毛猩猩(*Pongo pygmaeus* and *P. abelii*)及大猩猩(*Gorilla gorilla* and *G. beringei*)共同形成 Homininae 亞科，他們的演化關係可以下圖呈現：



41-1. 此譜系樹說明了靈長類的演化關係，其建立的基礎是分子的資料，並被認為是可信的。下列的理由中，對的請打勾(✓)，錯的請打叉(✗)。(0.8 分)

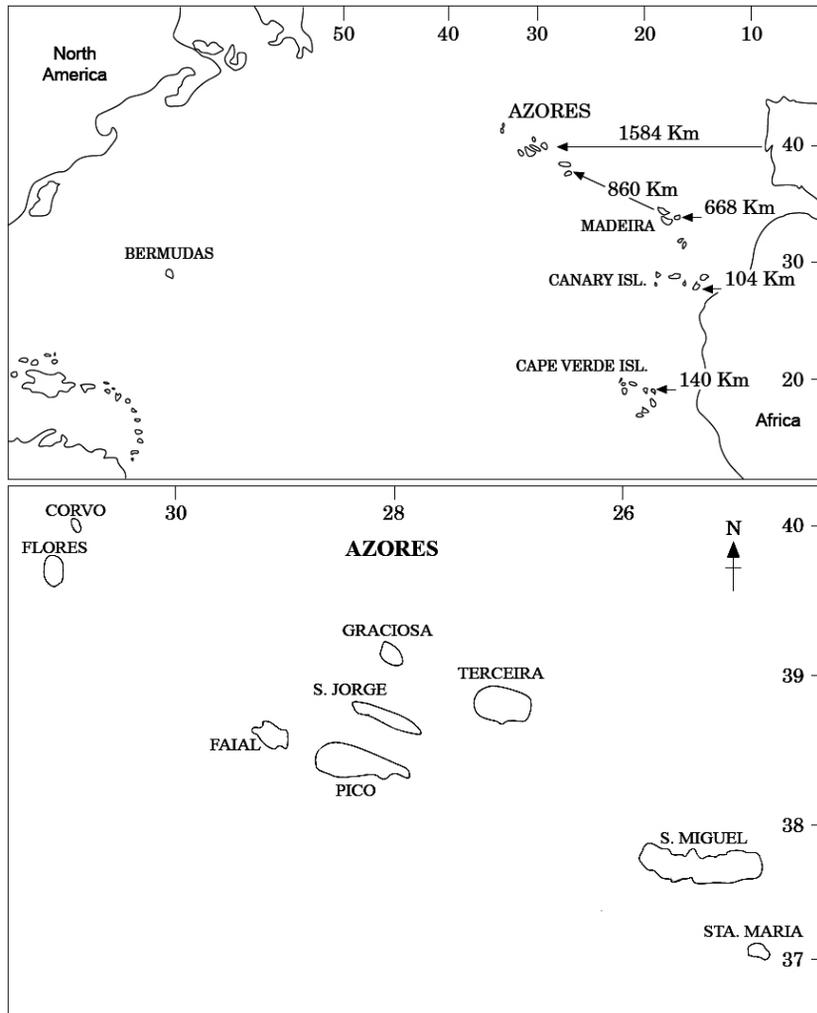
- (A) DNA 突變及多型性容易被辨識和分析
- (B) DNA 序列可以被轉換成蛋白質序列進行比較分析
- (C) 因為有大量的分子資料，可以進行精密的電腦分析。
- (D) 完整無斷裂的基因組 DNA 在經過數百萬年後，依然可以被找到。

41-2. 大部分屬於 Homininae 亞科的最古老化石都是在非洲被發現，而現存屬於此亞科的物種除紅毛猩猩外皆存在於非洲。這些有關化石分布的觀察支持下列何者？對的請打勾(✓)，錯的請打叉(✗)。(0.8 分)

- (A) “遠離非洲”假說：第一個人類是在非洲演化出後，再遷移至其他大陸。
 (B) “遠離亞洲”假說：最古老的現存物種- 紅毛猩猩，只在東南亞被發現。
 (C) “多元起源”假說。

生態學

B42. Borges and Brown (1999) 在亞述群島中的 3 島(Pico, Santa Maria and Terceira) 進行節肢動物多樣性(species richness)的研究。下圖顯示這些島與主要大陸：非洲及歐洲(在東方)及美洲(在北方)的相對位置。

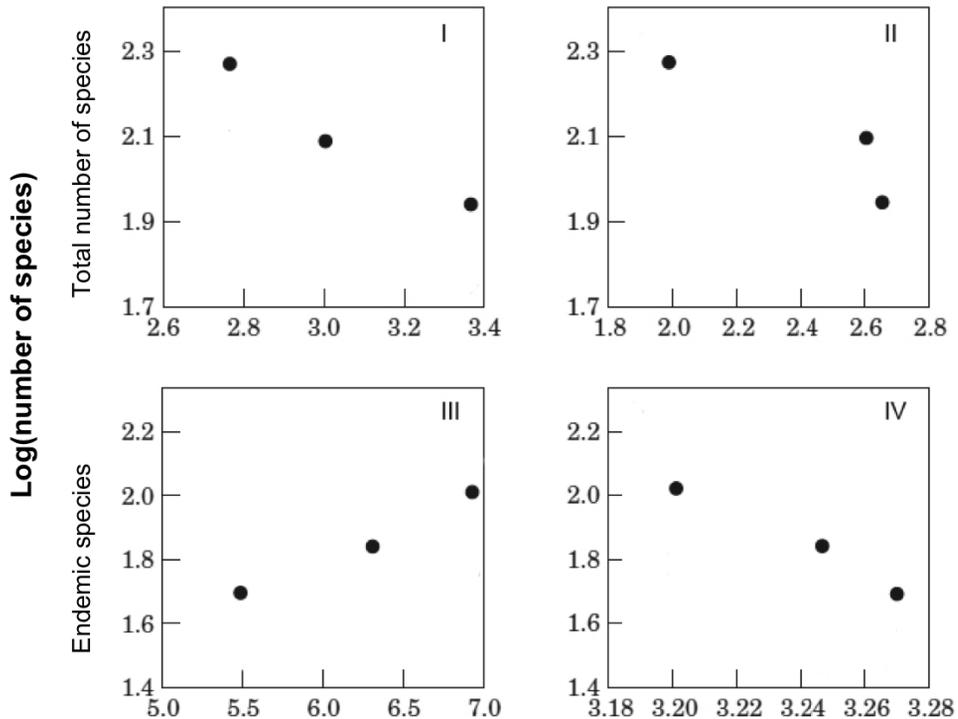


下表顯示此 3 島的一些特性

Island	Altitude (m) 高度(公尺)	Geological age (Myr) 地質年齡(百萬年)	Distance from mainland(km) 與大陸的距離(公里)
Pico	2351	0.037-0.300	1866
Santa Maria	587	8.12	1585
Terceira	1023	0.300-2	1770

42-1. 選擇下列提供的 X 軸的單位與下圖(I 至 IV)相對應(2.4 分)

- (A) $\text{Log}_{10}(\text{area in km}^2)$
- (B) $\text{Log}_{10}(\text{altitude in m})$
- (C) $\text{Log}_{10}(\text{distance from mainland in km})$
- (D) $\text{Log}_{10}(\text{geological age in years})$



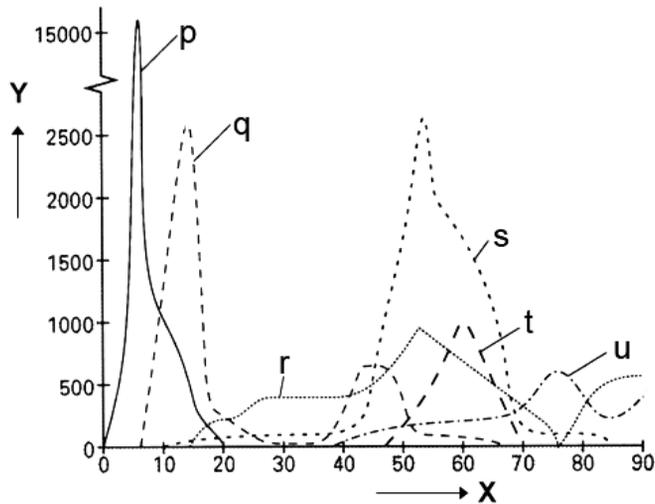
說明：Endemic species 特有種

42-2. 由圖估計此三島上所具有的特有種數量(至最近的整數) (1.2 分)

42-3. 由上資料顯示，下列敘述若正確者請打勾(✓)，錯誤者請打叉(✗)。(1.5 分)

- (A) 生物多樣性在高度最低(lowest maximum altitude)的島上最大，其隨島的高度增加而減少
- (B) 此項研究的結果支持物種-面積假說
- (C) 僅是隔離無法說明節肢動物在此三島多樣性的型態
- (D) 在此些島上物種多樣性的型態是受到生態及演化因子的影響
- (E) 此研究結果可完全支持 MacArthur 及 Wilson 所提出的島嶼生態假說

B43. Daniel 將燒杯內的水及乾草燒滾了一段時間，將其曝露在空氣中數日。在此期間，只有異營性的細菌出現在燒杯中。其後，他加了幾滴溝水並將燒杯蓋上，但仍留下空隙，所用的溝水只有異營性的單細胞生物(無細菌或真菌)。Daniel 定期檢視在一段時間中燒杯裡的不同物種(p - u)的族群變化。



X = Time (days); Y = number of individuals per ml at water surface

看到這些結果，有些 Daniel 的學生聲稱在燒杯內

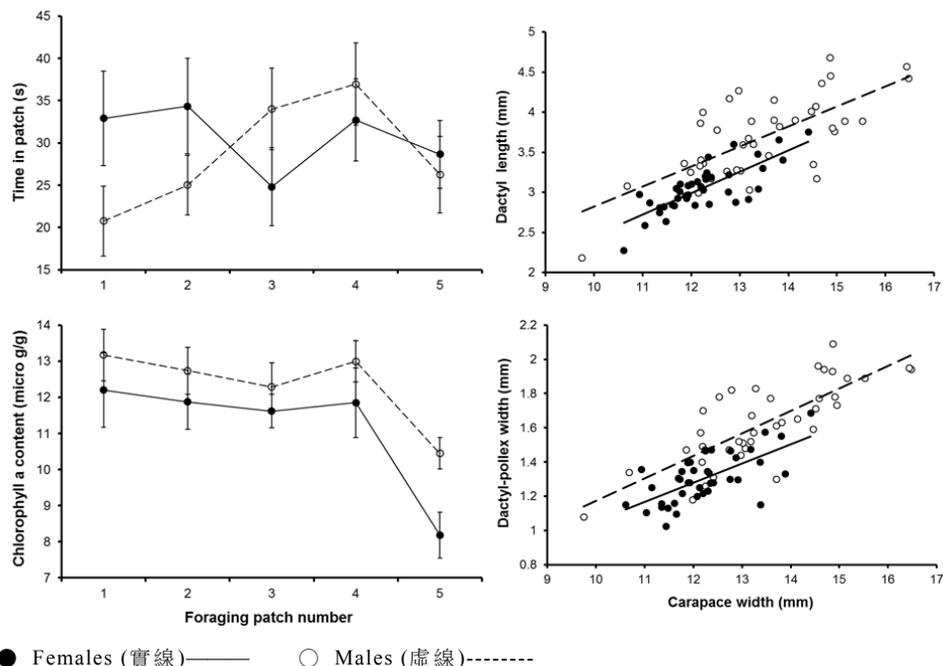
- I. 競爭可能會發生
- II. 消長是正在進行
- III. 在 40 至 50 天之間整體生物量是在增加中

其他一些學生甚至更進一步預測

- IV. 分裂的菌種，其數量將減至 0
 - V. 其他分裂的異營性單細胞生物，其數量將減至 0
 - VI. 將發展至極相，包括細菌及其他異營性單細胞生物，形成一穩定的自然平衡
- 指出敘述正確者請打勾(✓)，錯誤者請打叉(✗)。(1.2 分)

- B44. 二氧化碳(一種溫室氣體)的濃度增加，已被認為與全球氣候改變有關。二氧化碳可由大氣中移除，存入庫藏，來因應或減緩全球暖化並避免危險的氣候變遷。移除過程包括二氧化碳由大氣中經所有葉綠素植物的光合作用來吸取。考慮碳量於不同生態體系所貯存之單位面積，下列敘述正確者請打勾(✓)，錯誤者請打叉(✗)。(1 分)
- (A) 松林之淨初級生產力(NPP)(或淨碳吸收率) > 溫帶森林 > 熱帶森林
 - (B) 松林之碳匯(碳貯存量) > 溫帶森林 > 熱帶森林
 - (C) 溫帶草原之淨初級生產力(NPP) > 大草原(草原上有稀林) > 凍原
 - (D) 次級森林之淨初級生產力(NPP) > 極相
 - (E) 如與其他生態系相較，珊瑚礁具有非常高的淨初級生產力，他們對全球生物量生產的貢獻很大

- B45. 雄性招潮蟹具有膨大的螯足(大螯)，用以吸引配偶及防衛領域，但此大螯在覓食上卻毫無效用，故雄性只能用另一螯足來覓食，該螯足亦稱副螯。研究者提出許多策略來解釋雄性招潮蟹如何克服此項明顯的缺失。一位學生針對這些策略進行研究，她在退潮時選擇最先出現的 5 處沉積物區塊，對其間雌雄個體的覓食回合進行錄影。在蟹離開後，收集此 5 處的沉積物樣本，並對其內所含之葉綠素 a 之含量進行分析。雌性和雄性用以覓食的螯足其空間使用的變化亦加以比較。雌雄每秒平均掘食的次數藉由錄取的影像來分析：雌性 2.39 ± 0.08 次掘食；雄性 1.60 ± 0.06 次掘食。

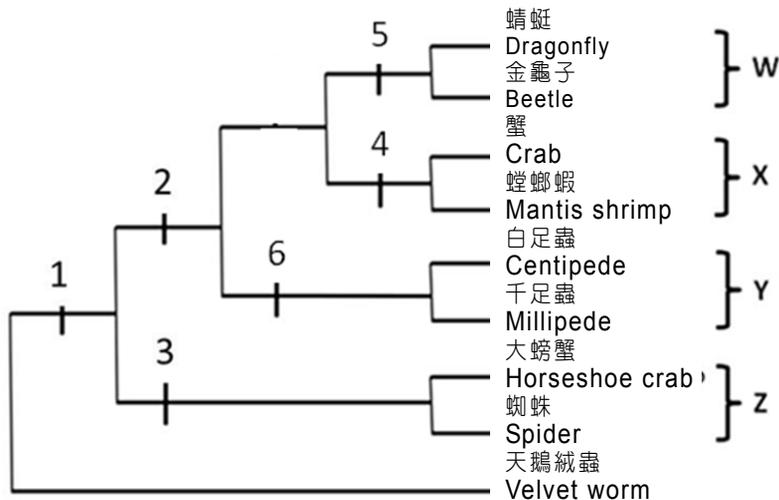


由學生研究所獲得的結果，下列敘述正確者請打勾(✓)，錯誤者請打叉(✗)。(2.4 分)

- (A) 雄性招潮蟹的掘食速率並沒有比雌性快，以補償其只有一隻覓食螯足的缺陷
- (B) 副螯在雌雄間呈現性別二型性
- (C) 一般而言，雄性招潮蟹在覓食區塊停留較久，以補償其只有一隻覓食螯足的缺陷
- (D) 一般而言，雄性招潮蟹離開覓食區塊時，該處葉綠素 a 含量較雌性離開時的含量為高
- (E) 雄性招潮蟹藉每次掘食較大量的沉積物，來補償其只有一隻覓食螯足的缺陷
- (F) 此一研究的結果不支持最佳覓食理論(optimal foraging theory)

生物系統分類

B46. 下面的支序圖顯示出被兩個或多個物種所共享的形態特徵(1-6)，以及他們最近的共同祖先



- 46-1. 哪些形態特徵(1-6)是答案卷上所指類群的共享裔徵?
- 46-2. 由答案卷所提供之表格來判斷出 W-Z 的類群
- 46-3. 依據你對這些生物和類群的了解，由標示的形態特徵(1 到 6)來配對出下列 I 到 VI 之形態特徵。
- 身體分成頭和延長的(及具體節的)軀幹；具有多對的腳(大於 12 對)
 - 身體分成頭、胸部和腹部；從胸部長出三對腳
 - 具關節/分段的附肢
 - 一或多對的觸角；具顎(咀嚼用的口器)

V. 兩對的觸角觸鬚；雙叉的附肢

VI. 沒有觸角觸鬚；沒有顎

46-4. 根據他們對應之親緣關係起源（列於答案卷），來分類下列的類群(I 到 IV)。

(1.2 分)

I. W and X

II. X and Y

III. Y and Z

IV. W, X, Y, and Z

(完)