

2008 年第十九屆國際生物奧林匹亞競賽 --理論試題(5)

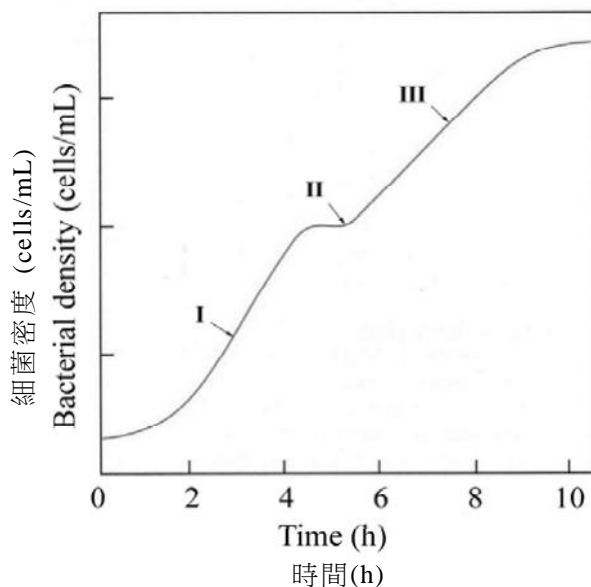
中華民國生物奧林匹亞競賽代表團

遺傳與進化 (20.5 分)

21. (2 分) 囊性纖維病變是一種隱性體染色體病變，若父母皆為此基因的攜帶者，他們生三個小孩其中兩個的表現型為正常的機率為何？

Answer: _____

22. (2 分) 大腸桿菌在含有葡萄糖及乳糖的培養基中生長，其生長曲線如下圖。



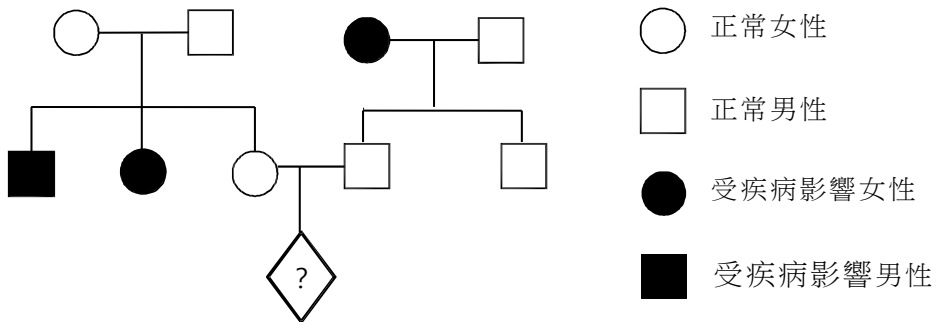
下列各現象在 I 至 III 三個時期中的哪一個時期最明顯？各(✓)一個

	I	II	III
乳糖被 β -galactosidase水解			
抑制子對 <i>lac</i> 操作子的親和力的降低			
CAP-cAMP 複合體連接在 <i>lac</i> 啟動子上			
葡萄糖的利用			

23. (2 分) 在小族群中, 某對偶基因 A 及 a 的頻率分別為 0.3 及 0.7, 但並非所有的 aa 個體均可存活至繁殖期, 基因型 aa 的相對適存率為 0.5, 其他基因型則可達 1。在下一代中, 異型合子所佔百分比為何?

Answer: _____%

24. (2 分) 由下面族譜圖中計算個體 \diamond 會受疾病影響的機率為何?

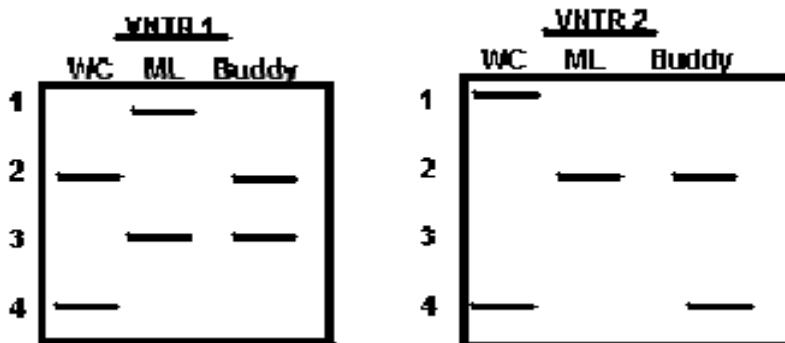


Answer: _____

25. (2 分) 兩個異型合子(Aa)交配, 最少要生多少個子代, 才能使至少有一個 aa 子代之機率大於 90%?

Answer: _____

26. (2 分) 下圖為一親本案例的檢驗結果: 被告 (D; 父)、母親(M)、孩子(B), VNTR1 的四個對偶基因 1, 2, 3, and 4 之頻率分別是 0.2, 0.4, 0.3, and 0.1; VNTR2 的四個對偶基因 1, 2, 3, and 4 之頻率分別是 0.1, 0.1, 0.2, and 0.6。



a. 上圖是否顯示 D 是孩子 B 的父親？在適當的空格打鉤(✓)

Yes	No

b. 孩子 B 的父親另有其人的機率為何？

Answer: _____

27. (2 分) 有些族群中會有近親交配，近親交配會降低異型合子的頻率，其影響數值為近親係數(F)，公式如下

$$\int_{\text{observed}}^{\text{heterozygotes}} = \int_{\text{expected}}^{\text{heterozygotes}} \times (1 - F)$$

(異型合子觀測值) (異型合子理論值)

f 代表頻率

若 $F = 1$ (全部都是近親交配)，族群個體都是同型合子

有一族群的個體數為 150，MN 血型之基因型之觀測值為：60 MM , 36 MN , 54 NN

a. 計算 F 值為多少？

Answer: _____

b. 若在同物種的另一族群中，基因頻率維持相同，但 F 值是上題的 $1/2$ ，計算 MN 的頻率應為多少？

Answer: _____

28. (2 分) 下方族譜顯示一個由體染色體顯性基因引起的疾病之傳遞情形。

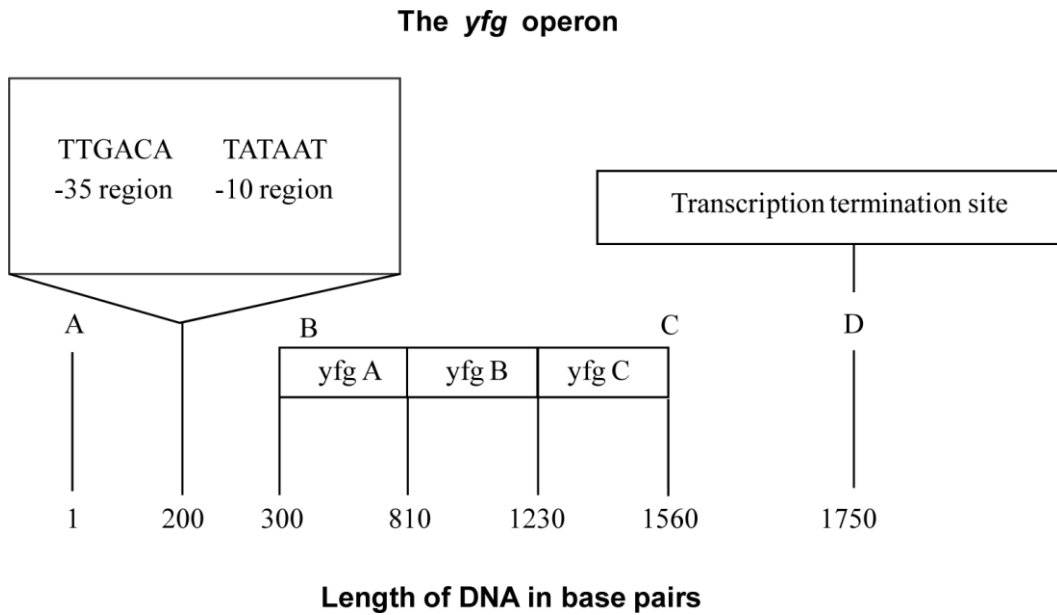
Generation



每個家族成員下方之數字代碼代表其多型性微衛星之基因型。根據第三代的基因型，計算該疾病與此微衛星基因座之間的重組頻率。

Answer: _____

29. (2 分) 下圖為某細菌雙股 DNA 的片段，帶有一個具 *yfgA*, *yfgB* and *yfgC* 三基因的多基因段操縱子，*yfg* 操縱子之 A 的周圍之某些核苷酸鹼基序列位置如圖所示。



回答下列問題

I. 由此操縱子所轉錄出的產物最少數目及長度為何？

- a. 具 1260 個核苷鹼基的單一轉錄產物
 - b. 具 1450 個核苷鹼基的單一轉錄產物
 - c. 範圍在 1451 與 1550 個核苷鹼基之間的單一轉錄產物
 - d. 分別具 330、420 及 510 個核苷鹼基的三段轉錄產物
- 在一個適當空格上打鉤(✓)

a.	b.	c.	d.

II. 由上面圖中計算出 *YfgA* 蛋白質的最大分子量應為_____kDa

(一個氨基酸的分子量以 110 Da 計算)

30. (2.5 分) 染色體上兩基因間之距離可由兩者之互換率來計算。在三個基因間的遺傳互換中，子代中的互換(CO)類型可分為下面三種：

- (i) 單次互換 I (SCO I)
- (ii) 單次互換 II (SCO II)
- (iii) 兩次互換 (DCO)

兩次互換(DCO)須有兩個單次互換同時發生

試交的子代中，無互換(NCO)的數值最高，SCO I and II 次之，DCO 最少。

異型合子與同型合子的果蠅交配所得之子代數目，如下表所示：

p^+ , q^+ , and r^+ 代表野生型； p , q , and r 代表突變型

Genotype	Number of progeny
$p q^+ r$	375
$p^+ q r^+$	355
$p q r$	50
$p^+ q^+ r^+$	45
$p^+ q^+ r$	75
$p q r^+$	85
$p q^+ r^+$	8
$p^+ q r$	7
	Total = 1000

中間基因(middle gene)是指 DCO 類型中改變的位置

(A) 哪一個是中間基因？在適當空格中打鉤(✓)

p	q	r

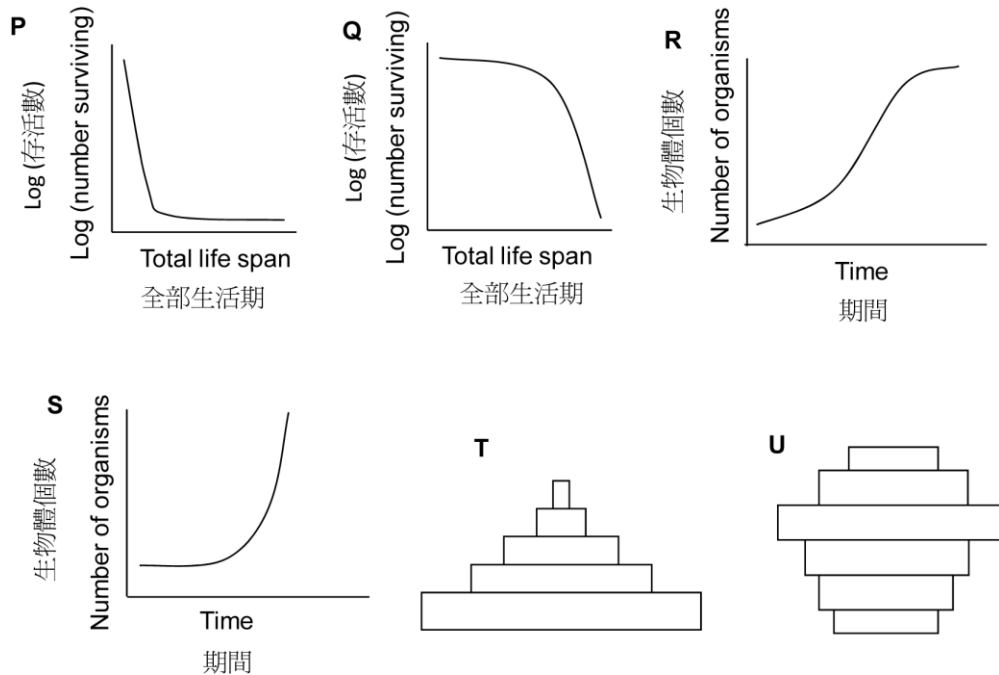
(B) 將 1%的互換訂為一個單位(mu)，分別計算 p , q , and r 之間的距離

Distance between p and q	_____mu
Distance between p and r	_____mu
Distance between q and r	_____mu

生態學 (16.5 分)

31. (1.5 分) 有一個正在增長中的 r -策略之昆蟲族群，由下列圖示中選擇可代表此昆蟲族群生長曲線、存活率曲線、及年齡結構圖，將選取之字母填於下表。

若有 A,B, C 三個體在理論上的呼吸量如下：



rowth curve 生長曲線	Survivorship curve 存活率曲線	Age structure 年齡結構

32. (3 分) 氮為礦物性營養鹽，對植物生長影響最大，大氣中含有約 80% 的氮氣，但只有銨鹽及硝酸鹽可被吸收，某些固氮菌(根瘤菌、氰化菌)能藉氮化酵素將 N_2 轉為 NH_3 ，這些細菌在農業上可做為生物肥料，在土壤中 NH_3 先轉為銨鹽(NH_4^+)，再轉為硝酸鹽，再藉脫氮菌轉為 N_2 釋出至空氣。植物吸收硝酸鹽，由根運送至莖，轉換成氮及胺基酸。



(A) 植物本身不固氮是因為：

- 氮容易由土壤中獲得
- 植物缺乏氮化酵素
- 固氮過程須消耗大量 ATP
- 固氮過程產生的氮會對植物造成傷害

對的選項打鉤(✓)

a.	b.	c.	d.

(B) 氮轉換過程中，固氮菌、硝化菌及脫氮菌所進行的反應類型,分別為下列何者？

- a. 還原、氧化、氧化
- b. 還原、氧化、還原
- c. 還原、還原、氧化
- d. 氧化、還原、氧化

對的選項打鉤(✓)

a.	b.	c.	d.

(C) 由所提供的資料，土壤中的細菌對植物生長無利：

- a. 固氮菌
- b. 硝化菌
- c. 脫氮菌
- ~~d. 硝化菌及脫氮菌~~

對的選項打鉤(✓)

a.	b.	c.	d.

33. (2 分) 不同種類的個體間的關係稱為種間關係(interspecific relationships)，某些種間關係如下：

1. 蘚苔(A)生長在樹幹及樹枝(B)上
2. 一種雌蛾(A)是龍舌蘭(*Yucca*)花(B)的特有傳粉者，她將花粉球放於花的柱頭，而後將卵產於部分子房中(並非全部)。幼蟲發育期間靠種子維生，若過多的種子被吃，則植物提早落果而殺死在內的幼蟲
3. *Wolbachia* 是像立克次體的細菌(A)會感染一些昆蟲(B)，被感染的雄性可能死亡，亦可能發育為雌體，造成族群中性別比例的改變(雌性過多)
4. 某種植物(A)藉由其花蜜吸引螞蟻(B) 以保護其不被草食動物覓食

上述 AB 物種間的關係如有利則以“+”表示，有害則以“-”表示，沒有影響則以“O”表示。由其下所提供的 7 種交互作用選擇正確者填入下列方格中：

選項：

- I. 無利並存
- II. 片利共生
- III. 競爭
- IV. 互利共生

V. 寄生

VI. 掠食

Number	A	B	交互作用類型
1.			
2.			
3.			
4.			

34. (4 分) 數學模式可用於解釋許多與掠食有關的行為，在一簡單數學模式中，假如掠食者會掠食兩種獵物：獵物 1 及獵物 2，掠食者遇到獵物時即會獵食。針對此掠食行為的相關因子 T_s , N_1 , N_2 , E_1 , E_2 , T_{H1} , and T_{H2} 定義如下：

T_s ：尋找獵物所花的總時間

N_1 ：單位時間遇到獵物 1 的數量

N_2 ：單位時間遇到獵物 2 的數量

E_1 ：由獵物 1 所得的能量

E_2 ：由獵物 2 所得的能量

T_{H1} ：捕捉及食用獵物 1 所需的操作時間

T_{H2} ：捕捉及食用獵物 2 所需的操作時間

(A) 在獵物被捕後，掠食者從不同獵物的獲利率(單位時間內獲得的卡路里)分別為何？

- a. $\frac{E_1}{T_{H1}}$ and $\frac{E_2}{T_{H2}}$
- b. $\frac{E_1}{T_{H1}+T_{H1}}$ and $\frac{E_2}{T_{H1}+T_{H2}}$
- c. $\frac{E_1}{N_1 T_{H1}}$ and $\frac{E_2}{N_2 T_{H2}}$
- d. $\frac{E_1}{T_{H1}+T_{H1}+T_s}$ and $\frac{E_2}{T_{H1}+T_{H2}+T_s}$

在對的選項打鉤(✓)

a.	b.	c.	d.

(B) 的獲利率(單位時間內獲得的卡路里)分別為何？

- a. $E = (E_1 + E_2)T_s$
- b. $E = E_1 N_1 + E_2 N_2$
- c. $E = (E_1 N_1 + E_2 N_2)T_s$

d. $E = \frac{E_1 N_1 \times E_2 N_2}{T_S}$

在對的選項打鉤(✓)

a.	b.	c.	d.

(C) 獲得總能量所需花費的總時間 (T) 為

a. $T = T_S + T_S(N_1 T_{H1} + N_2 T_{H2})$

b. $T = T_S + T_{H1} + T_{H2}$

c. $T = 1 + N_1 T_{H1} + N_2 T_{H2}$

d. $E = T_S + N_1 T_{H1} + N_2 T_{H2}$

在對的選項打鉤(✓)

a.	b.	c.	d.

(D) 下表是某種情形下所獲得的資料

T_S : 60 minutes

Prey1 獵物 1	Prey2 獵物 2
$N_1 = 2/\text{min}$	$N_2 = 5/\text{min}$
$T_{H1} = 10 \text{ min}$	$T_{H2} = 20 \text{ min}$
$E_1 = 1000 \text{ cal}$	$E_2 = 700 \text{ cal}$

上列數學模式支持下列何種假說？

- a. 此掠食者必須專注獵物 1 才可獲得較佳的能量效率(能量／時間)
- b. 此掠食者必須專注獵物 2 才可獲得較佳的能量效率(能量／時間)
- c. 掠食者不應專注捕食某一種獵物，因掠食者捕食兩種 獵物的好處大於只捕食其中任一種獵物
- d. 掠食者應專注捕食兩種獵物，也許其中任何一種有可能於未來無法獲得

在對的選項打鉤(✓)

a.	b.	c.	d.

35. (6 分) 一隻雌瘿蠅(*Eurosta solidaginis*) 通常在一些植物的芽上產一個卵，在蛋孵化後，幼蟲在芽間穿梭活動且形成蟲瘿(gall)，此類蟲瘿為許多鳥種提供特別營養的食物

(A) 一位學生在觀察後提出鳥喜好大型蟲瘿的假說，她在一處進行調查，測量有被鳥取食及沒有被鳥取食的蟲瘿大小(mm)，其結果如下：

Disturbed galls 被取食的蟲癭		Undisturbed galls 沒被取食的蟲癭	
Gall number	Width (mm)	Gall number	Width (mm)
1.	12	1.	18
2.	15	2.	15
3.	30	3.	22
4.	20	4.	12
5.	23	5.	20

你須測試此假說（某些需要統計測試，公式及 t 與卡方分布(Chi-square)的機率表列在本卷最後的附錄(Annexure)處）

I. 下列何者為正確的虛無假說？

- a. 鳥不選擇小型的蟲癭
- b. 鳥不選擇大型的蟲癭
- c. 鳥不根據蟲癭的大小來作選擇
- d. 鳥喜歡較大的蟲癭，不選擇較小的

在適當空格中打鉤(✓)

a.	b.	c.	d.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

II. 此一實驗需用之統計分析是

- a. t-測試
- b. 卡方分析
- c. t 及卡方皆需用
- d. t 或卡方分析都可

在適當空格中打鉤(✓)

a.	b.	c.	d.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

III. 自由度為何？ Answer: _____

IV. 所得之統計值（算至小數點兩位）

Answer: _____

V. 選擇正確的敘述

- a. 在 $p < 0.05$ 時，不能拒絕虛無假說
- b. 在 $p < 0.05$ 時，拒絕虛無假說

在適當空格中打鉤(✓)

a.	<input type="checkbox"/>
b.	<input type="checkbox"/>

- (B) 另一個學生又在其他多處進行觀察後，又提出了一個假說：鳥在蟲癭密度高的地方有較多的覓食。要測試此一假說，他調查了 6 處，結果如下：

Gall description 蟲癭概況描述	Site I	Site II	Site III	Site IV	Site V	Site VI	Total
Density 密度	High	Low	High	High	Low	Low	
Foraged 被取食	15	6	10	14	7	8	60
Undisturbed 沒有被取食	5	3	7	8	7	9	39
Total	20	9	17	22	14	17	99

I. 此虛無假說將是：

- 在蟲癭密度低的地方，鳥對蟲癭不做選擇
- 蟲癭密度的高低並不比蟲癭的大小更重要（兩者一樣重要）
- 鳥選擇蟲癭與該地的蟲癭密度無關
- 鳥選擇蟲癭與蟲癭大小無關，但與該地的蟲癭密度有關

在適當空格中打鉤(✓)

a.	b.	c.	d.

II. 要驗證此假說，所需用的統計分析為

- t-測試
- 卡方分析
- t 及卡方皆需用
- t 或卡方分析都可

在適當空格中打鉤(✓)

a.	b.	c.	d.

III. 自由度為何？Answer: _____

IV. 統計值（到小數點兩位）Answer: _____

V. 選擇正確的敘述

- 在 $p < 0.05$ 時，不能拒絕虛無假說
- 在 $p < 0.05$ 時，拒絕虛無假說

在適當空格中打鉤(✓)

a.	
b.	

動物行為 (11 分)

36. (2 分) 在一獵物的族群中，大多數的個體是獨居的，個體間相互遠離。但有些突變的個體出現，牠們會尋找同伴，以牠們當作肉盾來防禦掠食者，並因由於有突變者的靠近而變得顯目，造成獨居者被捕獲的機率增加，導致其適應度(fitness)減少。假設 P 為獨居個體在全為獨居性個體的族群中之適應度，但當獨居性個體被發現，並被群居性個體(social type, 即前述之突變種)利用時，相對於群居性個體而言，此獨居個體會損失一些適應性(以 B 代表)。但群居也有一些額外的代價(Cost, 以 C 代表)，其一為尋找同類個體當肉盾需要花時間；另一為形成群體後，對掠食者形成更顯著的目標。故當兩種不同類型(獨居及群居)同時存在時，若有掠食者出現，牠們有相同的機會躲藏在彼此的後面(即利用彼此當肉盾)以躲避掠食者的攻擊。根據遊戲(博弈)理論，將此兩種不同類型的個體之相互作用列於下表：

Payoff for 獲利的對象	In presence of	
	Solitary 獨居性	Social 群居性
Solitary 獨居性	P	$P - B$
Social 群居性	$P + B - C$	$P + B/2 - B/2 - C = P - C$

(A) 若 B 大於 C ，在一段時間後，哪類的行為類型將會在族群中佔優勢？

- a. 獨居性
- b. 社會性

在適當空格中打鉤(✓)

a.	
b.	

(B) 就任一獵物個體而言，在下列兩情形下，其平均的獲利分別為何？

- (i) 當牠進入一全屬獨居性個體組成的族群
- (ii) 當牠進入一全屬群聚性個體組成的族群

- a. $P - B/2 - C/2, P + B/2 - C/2$
- b. $P - B/2, P + B/2 - C$
- c. $P + B/2 - C/2, P - B/2 - C/2$
- d. $P + B/2, P - B/2 - C$

在適當空格中打鉤(✓)

a.	b.	c.	d.

37. (3 分) 遊戲理論的模式係源自經濟學，常用於行為生態學中來解釋動物個體間為競爭資源而產生的策略，例如在鷹與鴿的遊戲理論中，有 2 種類型的競爭個體：鷹型與鴿型，各有其不同的行為策略。John Maynard Smith 建議下列的利益分配：

獲勝	+50
受傷	-100
失敗	0
展示	-10

- (A) 假設(a)鷹與鴿相遇，鷹總是獲勝；(b)鷹與鷹相遇，有一半獲勝的機會，但亦有一半受傷的機會；(c)鴿與鴿相遇，總是互相展示，但只有一半獲勝的機會，(d)鴿從不向鷹展示。下列之矩陣中，就一攻擊者而言，牠面對不同的對手時，其平均的獲利為何？

		Opponent 對手	
		Hawk 鷹	Dove 鴿
Attacker 攻擊者	Hawk 鷹		
	Dove 鴿		

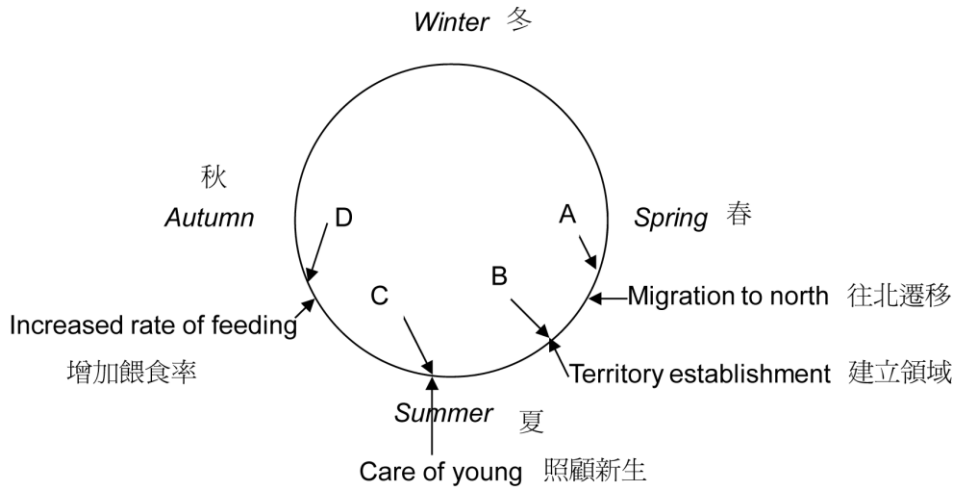
- (B) 演化上的穩定策略(ESS)為在族群中的一種策略，對其他策略而言，此策略總是會贏，決不會有機會被其他策略取代。根據上述鷹及鴿的策略，判斷下列敘述之真偽：

- 鷹是一種演化上的穩定策略(ESS)，當一族群中所有的個體皆採用此策略時，突變為鴿策略者不可能成功
- 鴿是一種演化上的穩定策略(ESS)，當一族群中所有的個體皆採用此策略時，突變為鷹策略者不可能成功

在適當空格中打鉤(✓)

Statement	True 真	False 偽
a.		
b.		

38. (2 分) 住在溫帶地區的白冠雀，下圖顯示出其在一年中有不同的行為表現



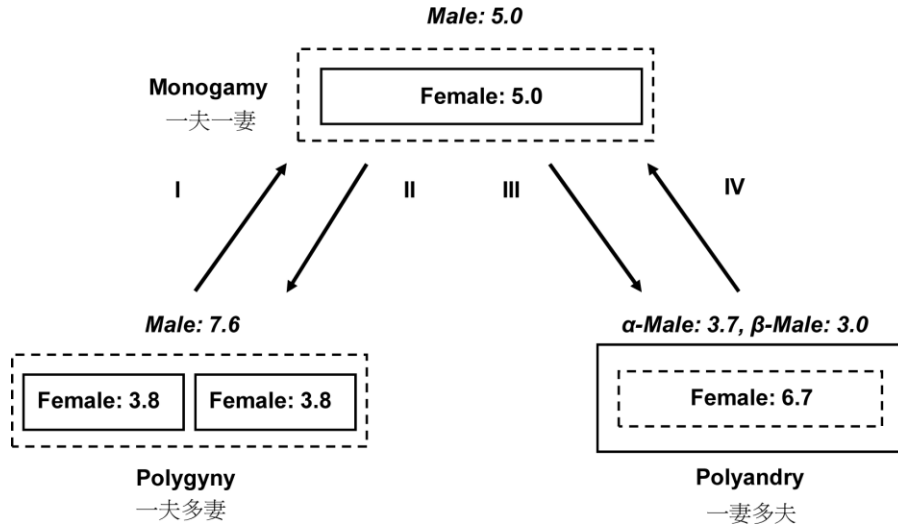
選配此鳥種之生理變化(I to V)與其一年中不同行為的表現(A to D)對應，選擇下列的選項，將羅馬數字填入下表中

選項：

- I. 換羽
- II. 卵巢萎縮
- III. 卵巢發育
- IV. 脂肪堆積
- V. 冬眠

Points in the behavioral cycle 一年中的行為表現	Physiological changes 對照之生理變化
A	
B	
C	
D	

39. (4 分) Dunnock(一種雀)是英國常見的鳥，雌鳥建立領域顯示在下圖的實線範圍，其可能由 1 或 2 隻(α and β)，無親緣關係的雄性來防衛(虛線範圍)，下圖為在不同的交配組合下，每季雌雄個體所養育的平均幼鳥數，圖中箭頭所示之方向為雌及雄鳥打算改變其婚配制度的取向。



(A) 由箭頭的方向找出特別的個體，其有打算改變婚配制度之意向。

- a. I: Male, II: Female, III: Female, IV: β -Male
- b. I: Female, II: Male, III: β -Male, IV: α -Male
- c. I: Female, II: Male, III: Female, IV: α -Male
- d. I: Male, II: Female, III: α -Male, IV: β -Male

在適當空格中打鉤(✓)

a.	b.	c.	d.

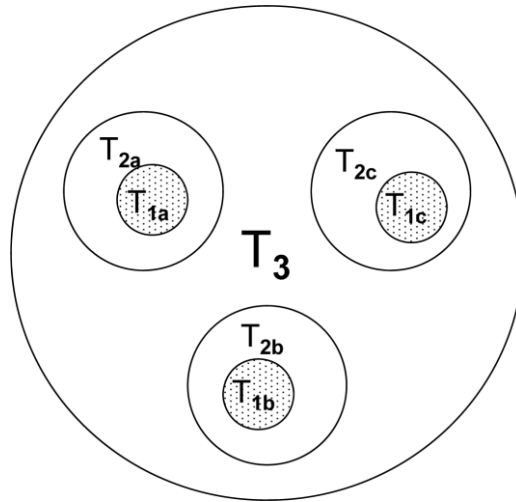
(B) 下列敘述何者為真？

- I. 一夫多妻制對雄性的好處是帶回巢餵幼鳥的食物增加，因為會有 2 隻雌鳥（而非 1 隻雌鳥）帶食物回巢餵幼鳥
 - II. 對雌鳥而言，一夫多妻制的缺點是單隻雄鳥照顧多隻雌鳥的子代，其結果造成每隻雌鳥的幼鳥受到雄鳥照顧之機會減少，尤其是本種雄鳥餵食幼鳥對幼鳥之存活相當重要
 - III. 對雌鳥而言，一妻多夫制的缺點是 2 隻與雌鳥交配的雄性間常會發生敵意的行為
 - IV. 對雄鳥而言，一妻多夫制的缺點是不能確定子代與牠的親緣關係
- a. I and II
 - b. II and III
 - c. I and IV
 - d. II and IV

在適當空格中打鉤(✓)

a.	b.	c.	d.

40. (2 分) 下圖中的圓圈顯示群在群中的關係， T_3 分類群代表最大的圓圈，其包括 3 個含有 T_2 分類群的圓圈；每一個 T_2 圈內有一分類群，以具有小點的圓圈代表，每一點代表一個體。



供之各種分類群的選項，選擇適當的選項，將其數字填入下表中。只有整表完全填寫且都答對才計分。

選項

- | | |
|--------------------------------------|-------|
| I. Annelida | 環節動物門 |
| II. Lepidoptera | 鱗翅目 |
| III. Polychaeta | 多毛綱 |
| IV. Mollusca | 軟體動物門 |
| V. Orthoptera | 直翅目 |
| VI. Insecta | 昆蟲綱 |
| VII. Arthropoda | 節肢動物門 |
| VIII. Crustacea | 甲殼綱 |
| IX. Gastropoda | 腹足綱 |
| X. Arachnida | 蜘蛛綱 |
| XI. <i>Lumbricus</i> (earthworm) | 蚯蚓屬 |
| XII. <i>Hirudo</i> (leech) | 水蛭屬 |
| XIII. <i>Gryllus</i> (cricket) | 蟋蟀屬 |
| XIV. <i>Unio</i> (freshwater mussel) | 淡水貽貝屬 |
| XV. <i>Euscorpias</i> (scorpion) | 蠍子屬 |
| XVI. <i>Daphnia</i> (water flea) | 水蚤屬 |

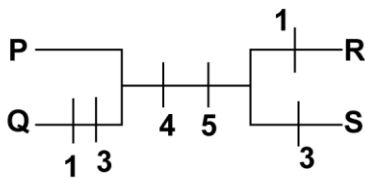
Taxon 分類群	Option/s 選項
T3	
T2a	
T1a	
T2b	
T1b	
T2c	
T1c	

41. (2 分) 四個物種 P, Q, R and S 的 DNA 序列如下

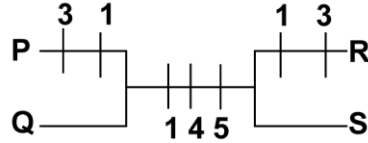
Species 物種	Sequence site 序列				
	1	2	3	4	5
P	A	G	T	T	C
Q	C	G	A	T	C
R	C	G	T	A	T
S	A	G	A	A	T

此四種之最簡單的系統親緣關係為何？

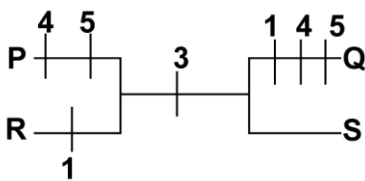
a.



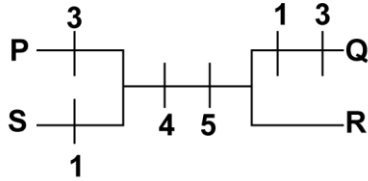
b.



c.



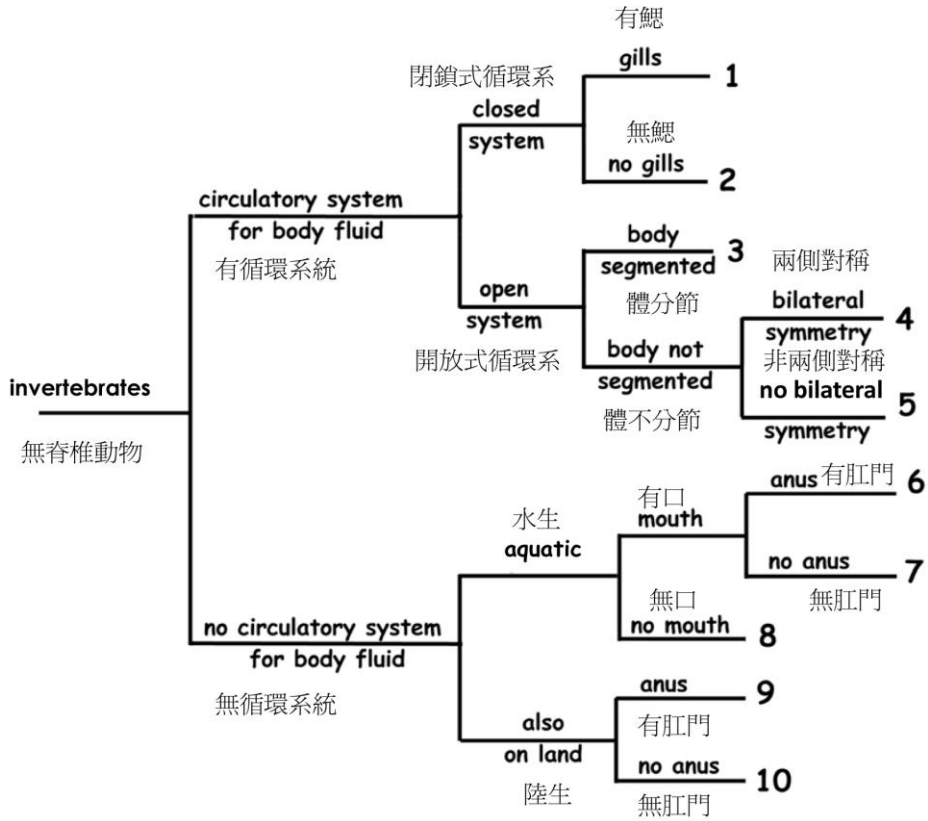
d.



在適當空格中打鉤(✓)

a.	b.	c.	d.

42. (5 分) 下圖為根據無脊椎動物的某些特徵所製作之分類圖



針對下表所列的分類群，請由上述分類圖選取適當之數字，填入下表中。

分類群	數字	分類群	數字
環節動物門（蚯蚓）		軟體動物門（陸生蝸牛）	
節肢動物門（龍蝦）		軟體動物門（烏賊）	
刺絲胞動物門（水母）		線形動物門（蛔蟲）	
棘皮動物門（海星）		扁形動物門（條蟲）	
軟體動物門（二枚貝）		海綿動物門（海綿）	

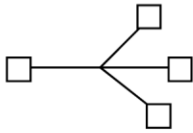
43. (4 分) 四個物種的遺傳距離如下列矩陣所示。其中的數字代表兩物種間的差異百分比。

	A	B	C	D
A	-	-	-	-
B	5	-	-	-
C	13	14	-	-
D	15	16	6	-

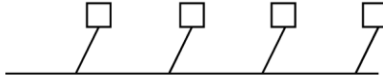
(A) 下列哪個樹狀圖結構最能適切地代表矩陣中的數據？

(樹狀圖中的方格代表物種，分枝的長度相當於彼此間之遺傳距離)

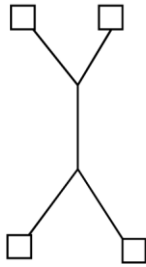
a.



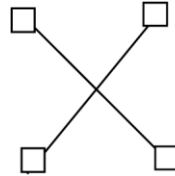
b.



c.



d.



在適當空格中打鉤(✓)

a.	b.	c.	d.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

(B) 根據上題所選的答案及利用矩陣中的數據，建構一個樹狀圖以正確顯示出四物種之遺傳親緣關係，並在分枝上註記其長度數值(即其遺傳距離)。

(完)