

108 年度全國科學班聯合學科資格考生物科試題卷

- 一、右圖 1 為某一大陸旁有四個小島，其中 a 為海底火山噴出所形成的島嶼，b 與 c 為珊瑚礁所形成的島嶼，而 d 島嶼原本為大陸的一部份，後來才與大陸分離，在冰河時期海平面降低時，會與大陸相連。此這四座島嶼的氣候與環境條件相似，請回答下列問題：(共 7 分)

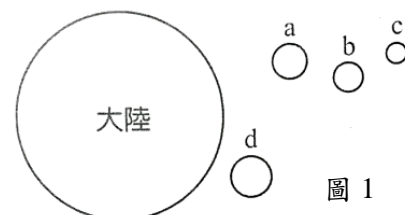


圖 1

- 若 a 與 d 島嶼的面積相當，則依島嶼生物地理學觀點，試比較這兩座島嶼的生物多樣性：
 - 物種豐富度。(1 分)
 - 特有種比例。(1 分)
- 此大陸上有一種蜥蜴，因一場颱風的侵襲使得部分個體藉著漂流木的乘載，順著洋流而遷移至 a、b、c 島嶼上，若干年後重新建立 3 個新的族群，下表中甲～丁為調查大陸與 a、b、c 三個島嶼上的蜥蜴，四個族群 V 基因座的基因型個體數。試問：

基因型	甲	乙	丙	丁
V^aV^b	200	30	300	0
V^aV^a	130	120	200	0
V^bV^c	100	200	20	240
V^cV^c	150	500	0	200
V^aV^c	100	80	0	0
V^bV^b	120	10	330	160

- 此事件可稱為基因漂變中的何種效應？(1 分)
 - 甲～丁四個族群，何者最有可能是代表大陸族群？(1 分) 為什麼？(1 分)
 - 試計算蜥蜴 V^a 等位基因在「大陸族群」中的頻率？(2 分)
- 二、演化學者常利用各種證據來建置生物間的親緣關係，化石、解剖、胚胎、核酸序列等等都被用來建構生物間親緣關係的依據，透過這些證據推演，讓我們能一窺這些多樣生物間有趣的演化與親緣關係。(共 10 分)
- 分子生物學的進步讓生物學家在探討演化時，可透過核酸序列分析來推判生物間的親緣性。生物因突變造成核酸序列差異，而核酸序列的變異可能會造成生物在生理或形態的改變，最終使生物種化。某科學家將取五種生物做研究，發現這五種生物皆具有 X 基因，因此想利用 X 基因的序列來重建這五種生物間的親緣關係圖。以下序列不同處以灰底與底線標示之，請根據下方序列進行推判，畫出這五種生物最可能的親緣關係圖。(5 分)

物種甲 ATCCGCCCGGGGTTTATGATGCC**TT**GCGAATG**CG**TGACGTGCAA**AT**TGGTGCAGTGC
 物種乙 ATCCGCCCGGGGTTTATGATGCC**AT**GCGAATG**CG**TGACGTGCAA**AT**TGGTGCAGTGC
 物種丙 ATCCGCCCGGGG**C**TTTATGATGCC**GT**GCGAATG**GG**TGACGTGCAA**AT**TGGTGC**AG**TGC
 物種丁 ATCCGCCCGGGG**C**TTTATGATGCC**GT**GCGAATG**GG**TGACGTGCAA**AT**TGGTGC**GG**TGC
 物種戊 ATC**AG**CCCGGGG**C**TTTATGAT**CC**CGTGC**GA**ATG**GG**TGACGTGCAA**AT**TGGTGC**AG**TGC

2. 單系群、並系群、複系群是在做演化分類時常用的術語，其定義如下：

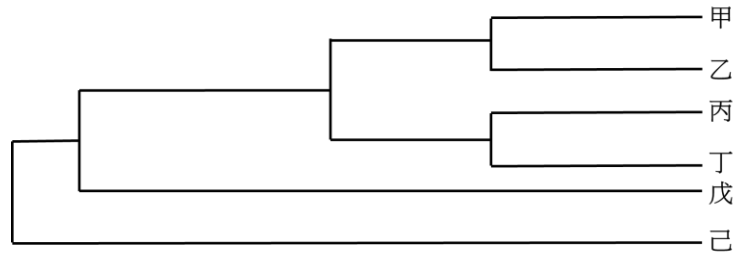
◇單系群(A)：成員演化自同一共同祖先，並包含由此一祖先演化出來的所有成員。

◇並系群(B)：成員演化自同一共同祖先，但沒有包含由此一祖先演化出來的所有成員。

◇複系群(C)：該系群當中的成員演化自不同祖先。

王姓科學家進行魚類親緣關係研究，取同屬（演化自同一共同祖先）的六種魚（甲~己），透過外觀與解剖證據繪製出下方的親緣關係圖。根據下方親緣關係圖回答下列問題。

下列問題請以 A, B, C 代號作答即可。



- (1) 若王姓科學家所研究的屬中僅有甲、乙、丙、丁、戊、己這六種魚，且親緣關係皆正確無誤。試問王姓科學家所研究的六種魚應屬於何種系群？（1分）
- (2) 王姓科學家發現，甲、乙兩種魚是台灣特有種，僅能在台灣發現牠們的蹤跡，將甲、乙兩種魚歸類成台灣特有系群。請問王姓科學家提出的台灣特有系群屬於何種系群？（1分）
- (3) 隔年陳姓科學家發現一個新魚種「庚」，庚與這六種魚同屬，也是台灣特有種，且與甲的親緣關係最接近。試問過去王姓科學家提出的台灣特有系群（甲乙兩種魚）應屬於何種系群？（1分）
- (4) 過去王姓科學家認為，他所研究的屬中僅有甲、乙、丙、丁、戊、己這六種魚，親緣關係如上圖所示，但事後廖姓科學家在澳洲的戊族群中獨立出了一新魚種「辛」（與戊親緣關係最近），其跟王姓科學家所研究的六種魚應為同屬。試問過去王姓科學家所研究的六種魚（甲~己）應屬於何種系群？（1分）
- (5) 過去王姓科學家認為，他所研究的屬中僅有甲、乙、丙、丁、戊、己這六種魚，親緣關係如上圖所示，但事後張姓科學家發現，其中的戊應與其他五種魚不同屬（演化自不同祖先）。試問過去王姓科學家所研究的六種魚（甲~己）應屬於何種系群？（1分）

三、上位關係是兩個基因互相作用的一種方式，當 X 等位基因可以影響 Y 等位基因的表現，則 X 等位基因為 Y 等位基因的上位基因。操縱組是細菌基因表現的調控方式，使細菌能夠根據環境條件，啟動或抑制基因的表現，例如誘導型的乳糖操縱組和抑制型的組胺酸操縱組。若大腸桿菌的組胺酸操縱組內有 hisA、hisB、hisC、hisD、hisF 五個構造基因參與組胺酸（一種必需胺基酸）的合成，一個基因對應一個酵素，當催化一個生化合成反應的酵素失去功能時，反應的生成物將無法合成，反應物則會大量累積在細胞內。下表為各種大腸桿菌菌株的基因型、組胺酸合成能力，和其細胞內所累積的大量化合物。（共 10 分）

（上標「+」代表野生型等位基因，上標「-」代表突變型等位基因）

大腸桿菌菌株基因型	組胺酸的合成	累積的大量化合物
hisA ⁺ 、hisB ⁺ 、hisC ⁺ 、hisD ⁺ 、hisF ⁺	可合成	無
hisA ⁻ 、hisB ⁺ 、hisC ⁺ 、hisD ⁺ 、hisF ⁺	無法合成	A
hisA ⁺ 、hisB ⁻ 、hisC ⁺ 、hisD ⁺ 、hisF ⁺	無法合成	B
hisA ⁺ 、hisB ⁺ 、hisC ⁻ 、hisD ⁺ 、hisF ⁺	無法合成	C
hisA ⁺ 、hisB ⁺ 、hisC ⁺ 、hisD ⁻ 、hisF ⁺	無法合成	D
hisA ⁺ 、hisB ⁺ 、hisC ⁺ 、hisD ⁺ 、hisF ⁻	無法合成	F
hisA ⁻ 、hisB ⁺ 、hisC ⁺ 、hisD ⁺ 、hisF ⁻	無法合成	A
hisA ⁺ 、hisB ⁻ 、hisC ⁺ 、hisD ⁺ 、hisF ⁻	無法合成	F
hisA ⁺ 、hisB ⁺ 、hisC ⁻ 、hisD ⁺ 、hisF ⁻	無法合成	F
hisA ⁺ 、hisB ⁻ 、hisC ⁻ 、hisD ⁺ 、hisF ⁺	無法合成	B
hisA ⁺ 、hisB ⁺ 、hisC ⁻ 、hisD ⁻ 、hisF ⁺	無法合成	C

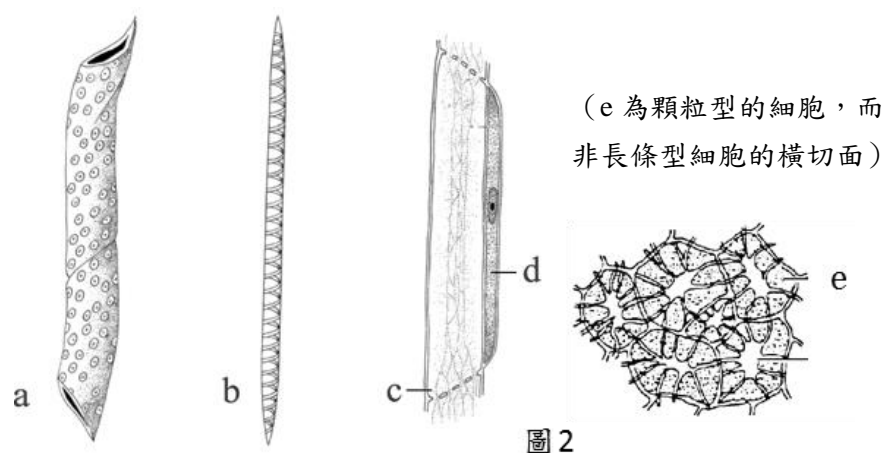
1. 根據上表，哪個基因為 hisF 的上位基因？（2分）
2. 化合物 A、B、C、D、F 在大腸桿菌細胞內轉化為組胺酸的過程順序為何？（4分）
3. 大腸桿菌組胺酸操縱組中的何種構造可與調節蛋白相結合？（1分）
兩者若結合後，對構造基因的表現有何影響？（1分）
4. 有關 hisA、hisB、hisC、hisD、hisF 五個構造基因的表現，下列敘述哪些正確？（多選）（2分，全對才給分）
(A)五個構造基因是分別被轉錄在 5 條不同的 mRNA 上
(B)轉錄和轉譯可同時進行
(C)初始 mRNA 經修飾後成為成熟的 mRNA
(D) RNA 聚合酶可結合在啟動子上促使構造基因表現
(E)組胺酸合成過量時會抑制構造基因的表現。

四、某種生物的 3 種性狀分別為身高 (T=高, t=矮)、頭部附肢 (A=有觸鬚, a=無觸鬚) 和鼻子形態 (S=朝天鼻, s=下彎鼻)。經某次異基因型個體試交實驗的結果，如下表所示，請回答下列問題：(共 8 分)

親代性狀	後代性狀及個數			
甲、高個子 有觸鬚	高個子 有觸鬚 46	矮個子 有觸鬚 7	矮個子 無觸鬚 42	高個子 無觸鬚 5
乙、有觸鬚 朝天鼻	有觸鬚 朝天鼻 47	有觸鬚 下彎鼻 3	無觸鬚 下彎鼻 48	無觸鬚 朝天鼻 3
丙、高個子 朝天鼻	高個子 朝天鼻 40	矮個子 朝天鼻 9	矮個子 下彎鼻 42	高個子 下彎鼻 9

1. 請從甲和乙二個實驗結果中計算：
(1) T/t 與 A/a 基因座之互換率為多少？（1分）
(2) A/a 與 S/s 基因座之互換率為多少？（1分）
2. 承上題，異基因型的親代細胞分裂時，有多少比例的生殖母細胞 T/t 與 A/a 基因座間發生互換？（2分）
3. 承第 1 小題，若進一步執行身高與鼻子形態的異基因型個體之試交，如上表丙之實驗結果。那麼這 3 種連鎖基因的排列順序為何？（2分）
4. 基因互換發生於生殖母細胞進行何種細胞分裂的哪個時期？（2分）

五、下圖 2 為植物的五種細胞，分別標示為 a、b、c、d、e。請根據下圖 2 的特徵分辨這些細胞，回答下列問題：
(共 8 分)



1. 上述細胞何者最可能在皮層中發現？（請寫出代號與中文名稱，1分，全對才給分）
2. 多年生的木本植物常會產生樹皮，然後逐漸剝落。
(1) 上述細胞中哪些可能會隨樹皮脫落？（1分）（以代號作答，應選 3 項，全對才給分）
(2) 說明這些細胞可能隨樹皮脫落的原因。（2分）
3. (1) a、b、e 較 c、d 細胞多了哪種形態的細胞壁？（1分）
(2) 該種細胞壁的產生是否會大幅增加該細胞外圍的體積？（1分）請說明原因。（2分）

六、動物或植物體中，相鄰的細胞間常藉著特殊的接觸方式彼此連接及交換訊息。植物的細胞壁上有原生質絲通過，使相鄰的細胞間彼此連接，細胞膜亦透過原生質絲彼此相連，使水和一些水溶性物質可以自由地在細胞間流動。在動物體內，細胞間靠三種方式相連。第一種為緊密連接（tight junction），是一種緊密的交界，相鄰的細胞在連接處其細胞膜相互融合，不留空隙，以防止細胞外液越過任何上皮組織的細胞層，如膀胱的細胞。第二種為帶狀體（desmosome）或叫固著連接（anchoring junction），許多動物的組織都是需要能伸縮、容易活動的，所以在兩個相鄰的細胞膜之間，由特定的蛋白質連接，使相鄰的細胞緊密結合在一起，形成拉扯力強、堅韌的構造，如口腔、胃、皮膚……等。第三種為隙型連結（gap junction），在相鄰的細胞間，其細胞膜上具有由特殊蛋白質圍繞而成的孔道，使兩個細胞的細胞質能相互流通，但只能讓胺基酸等小分子及離子通過，大分子則無法通過。請回答下列問題：（共7分）

1. 小腸絨毛上皮細胞為防止腸腔內物質與體液相混合，此為何種連接方式的功能？（1分）
2. 在動物胚胎發育中，細胞間需要頻繁的化學溝通及離子交流，此為下列何種連接方式的功能？（1分）
3. 根據下圖3，試問該切片可能取自人體哪個器官？（1分）

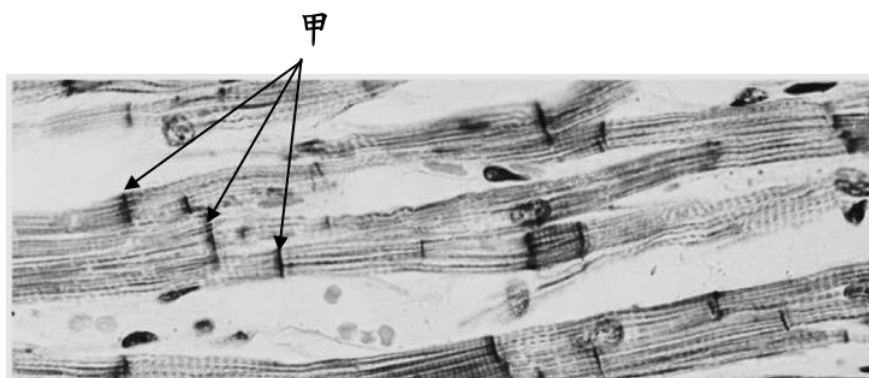


圖3

4. 承上題，上圖3的甲為該組織細胞之間的連結構造，較可能屬於何種類型？（1分）
該組織的此連接構造具有何生理功能？（1分）
5. 試問上圖3組織的成熟細胞中，何種構造可能較發達（多選）？（2分，全對才給分）
(A)細胞核 (B)粗糙內質網 (C)平滑內質網 (D)高基氏體 (E)核糖體 (F)粒線體。

七、某些植物、藻類及微生物體的細胞可進行光合作用。光合作用的反應可分為二大步驟，即光反應與碳反應。光反應後，葉綠體基質中的酵素即可利用光反應所產生的ATP及NADPH，以進行二氧化碳的同化作用，此反應過程稱為卡爾文循環（簡稱為卡氏循環）。而依照植物固定CO₂的形式，植物可又分為C₃（三碳植物）及C₄（四碳植物）型式。而影響光合速率的環境因子有光照、溫度、水、空氣、礦物質、逆境等等。試回答下列問題：（共10分）

1. 請依下表作答，比較C₃和C₄植物的葉肉中含葉綠體的細胞種類、固碳最初產物、氣孔張開時間和光合作用效率等四個項目。（每個比較項目1分，共4分）

	C ₃ 植物	C ₄ 植物
葉肉中含葉綠體的細胞種類		
固碳最初產物		
氣孔張開時間		
光合作用效率		

2. 以光照強度來講，「光補償點」是指：當光強度在光補償點時，有機物的形成與消耗相等。（但因夜晚純粹消耗有機物，所以實際上植物生存所需光強度略高於光補償點。）試問C₃、C₄植物何者光補償點較高？（1分）為什麼？（2分）
3. 所謂「光飽和點」為達到飽和點光強之後，光合速率不再增加，電子傳遞鏈、Rubisco活性、磷酸三碳糖代謝成為限制因子，因此通常認為此時光合作用受CO₂濃度所限制。當光強度超過一定程度時會發生光抑制。試問C₃、C₄植物何者光飽和點較高？（1分）為什麼？（2分）

八、花是被子植物用來吸引傳粉者的主要器官，而花形、花色、花香和花蜜都會影響傳粉者的選擇。*Petunia axillaris* 的花為具香氣的大白花，天蛾為其主要傳粉者；而 *Petunia exserta* 的花為無味柱頭突出的紅花，主要由蜂鳥傳粉。在傳粉試驗中不意外的天蛾皆選擇在 *P. axillaris* 而非 *P. exserta* 取蜜。而從 *P. axillaris* 與 *P. exserta* 的雜交第二代中選擇了花形相同的後代進行試驗結果如圖 4。其中 WS 為白色具香氣的花、WNS 為白色不具香氣的花、RS 為紅色具香氣的花而 RNS 則為紅色不具香氣的花。圖形則顯示天蛾拜訪各花朵的百分比，每次比較皆由一具香氣花朵與不具香氣的花進行比較。請回答下列問題：(共 6 分)

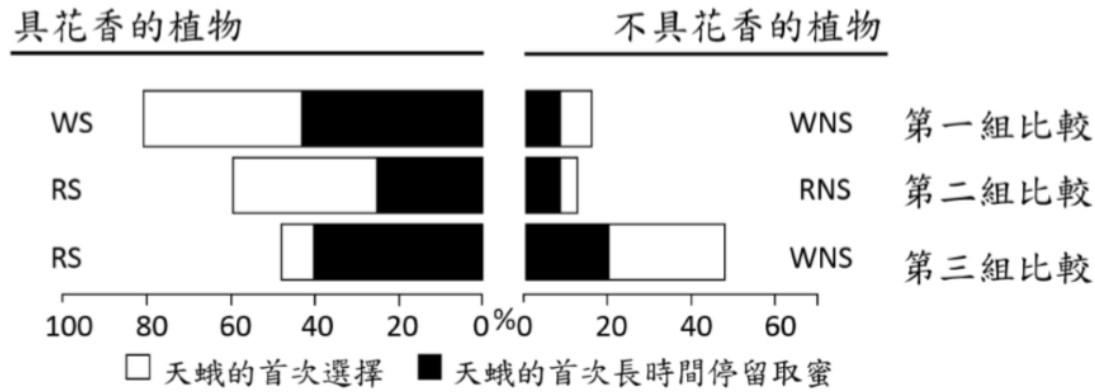


圖 4

- 下列有關 *Petunia axillaris* 與 *Petunia exserta* 的描述何者正確？(單選)(2分)
 (A)它們的種化可能導因於花朵變異造成的生殖隔離 (B)在野外兩者的遺傳物質可透過雜交互換 (C)因可產生可孕後代，兩者為同種 (D)若 *P. axillaris* 因發生突變失去花香將失去對天蛾的吸引力。
- 下列有關天蛾的特性，哪些正確？(多選，應選三項，全對才給分)(2分)
 (A)為夜行性，因此其視覺不靈敏 (B)選擇花朵採蜜時，天蛾僅依賴嗅覺 (C)停留吸蜜時，嗅覺訊息較視覺訊息重要 (D)選擇花朵採蜜時，視覺訊息與嗅覺訊息同等重要 (E)採蜜時，對白花的喜好勝於紅花。
- 若測量 *Petunia axillaris* 根尖細胞中 DNA 的含量，得細胞數-DNA 含量的分布圖如右圖 5。請解釋圖 5 中 DNA 含量在 100、200 時細胞數為何呈現高峰？(2分)

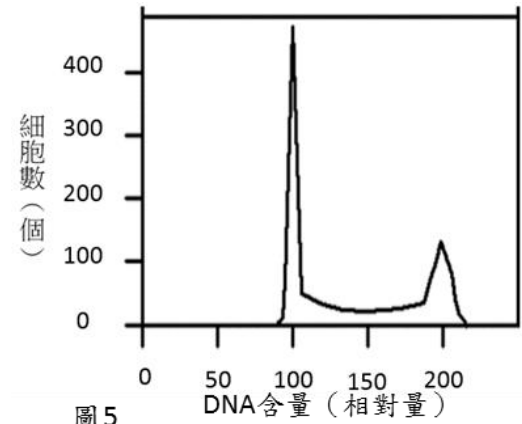


圖 5

九、來自養鴨場的排泄廢物增加了海域中的氮與磷含量。科學家收集了圖 6 中 A~G 海域的海水後，分別加入了銨 (NH_4^+) 與磷酸 (PO_4^{3-})，製成培養液，來培養光合浮游藻 (*Nannochloris atomus*)，藉此了解不同營養鹽對浮游生物生長的影響，圖 7 為實驗結果。根據圖 6 與圖 7 回答下列問題：(共 8 分)

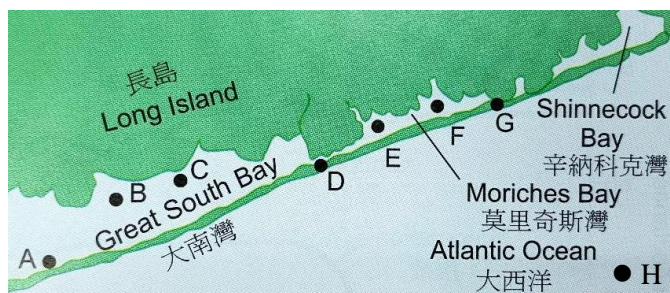


圖 6 紐約長島附近海域圖

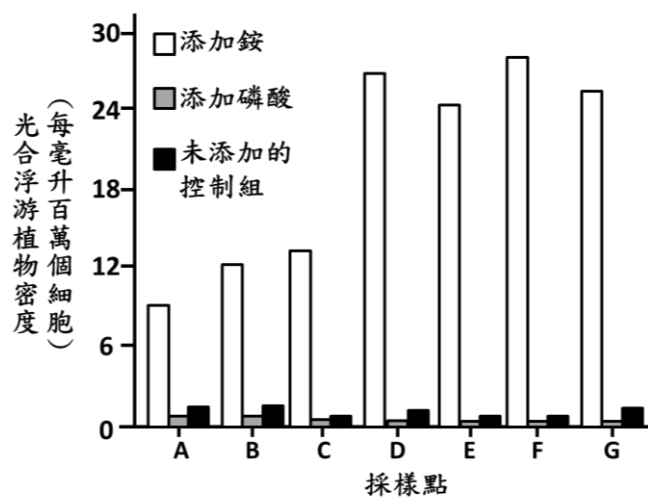


圖 7 不同添加物對光合浮游植物生長的影響

- 根據圖 7 實驗結果，判斷哪一種營養鹽是光合浮游藻的生長限制因子？並請說明理由。(2 分，理由正確才給分)
- 根據圖 2 與圖 3 判斷，養鴨場位置最接近下列哪一個區間？(1 分) 為什麼？(2 分)
(A) A~C 之間 (B) B~E 之間 (C) D~G 之間。
- 科學家在圖 6，H 海域中發現，水體中銨 (NH_4^+) 濃度很高，但植物性浮游藻類的生物密度卻很低。因此，科學家收集了 H 海域中的海水，分別做了如下表的處理，並以培養過程中 ^{14}C 相對的吸收量，視為測量初級生產量的指標，得到如下表的結果。請問 H 海域的植物性浮游藻類的生長限制因子為何？(1 分) 為什麼？(2 分)

實驗編號	加入實驗海水培養液中的養分	培養過程中 ^{14}C 相對的吸收量
甲	無	1.00
乙	銨 (NH_4^+) + 磷酸 (PO_4^{3-})	1.10
丙	銨 (NH_4^+) + 磷酸 (PO_4^{3-}) + Mg^{2+}	1.08
丁	銨 (NH_4^+) + 磷酸 (PO_4^{3-}) + Fe^{3+}	12.00

十、瀕危物種的族群一般很小，容易走向滅絕。科學家用最小存活族群 (minimum viable population, 簡稱 MVP) 的概念當作評估物種是否可以自然延續的指標。MVP 通常透過電腦模擬及計算後獲得，且計算過程必須考慮該族群的統計資料，包括死亡率、族群大小、棲地需求等。夏佛 (Mark L. Shaffer) 在 1981 年曾經提出關於 MVP 的定義：在可預期因子的影響之下，該族群在 1000 年內滅絕的機率小於 1%，所需維持的最小族群量。國際自然及資源保育聯盟 (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, 簡稱 IUCN) 也利用類似 MVP 的概念，並加入了世代週期的概念，將物種的瀕危程度加以分級。譬如易受傷害 (Vulnerable) 等級為：該族群在 100 年內滅絕的機率大於 10%，瀕危 (endangered) 等級為：該族群在 20 年或 5 個世代內，滅絕的機率大於 20%。嚴重瀕危 (Critically endangered) 等級為：該族群在 10 年或 3 個世代內，滅絕的機率大於 50%。透過這些量化的指標，在擬定保育策略上或是評估物種遭受的威脅程度，能提供更為具體的參考。回答下列問題：(共 7 分)

- 根據本文的描述，下列哪個敘述正確？(單選) (2 分)
(A) MVP 是用來預測瀕危物種的滅絕時間
(B) 合理推論 MVP 應為一個固定值，適用於所有物種
(C) 評估一個族群現狀是否安全，可使用 MVP 作為保育方針的參考
(D) IUCN 在評估瀕危生物族群的標準，與夏佛定義的 MVP 完全相同
- 下表資料是學者長期研究某地區不同物種的計算結果。假設僅以表格提供的資料作為判斷依據，並且參考 IUCN 的標準，哪一物種的族群情況最危險，最有可能需要投注保育資源？(2 分)

	時間長度	滅絕機率	物種世代長度
(A) 物種 1	100 年	5%	1 年 1 世代
(B) 物種 2	26 年	23%	2 年 1 世代
(C) 物種 3	24 年	23%	12 年 1 世代
(D) 物種 4	30 年	18%	6 年 1 世代

- 請解釋瀕危物種的族群數量少於最小存活族群時，很容易走進滅絕漩渦？(3 分)

十一、已知某人體重為 65 公斤重，休息狀態下心搏速率為 72 次/分鐘，心搏量為 70 毫升/次。請依據上述生理數值與各題敘述，回答下列問題：(共 10 分)

1. 正常情況下供應腎臟的血流量為心輸出量的 1/5，請估算此人在休息狀態下，一小時內全身血液理論上流經腎動脈的次數。(2 分)
2. 承上題，經檢測此人腎絲球體過濾率 (GFR) 為 110 毫升/分鐘，約佔他流經腎絲球體的血漿總量多少百分比？(2 分)
3. 承上題，若此人一天總尿量為 1.6 公升，請問他腎臟的再吸收率為多少？(2 分)
4. 右圖 8 為此入平均動脈血壓與腎絲球體過濾率 (GFR) 的關係圖，當平均動脈血壓在 80~160 毫米汞柱時，腎臟可自動調節，保持腎絲球體的過濾率的恆定，請依據腎臟過濾作用的動力來源推論，腎臟最可能透過何種方法達成自動調節？(2 分)
5. 當平均動脈血壓低於 80 毫米汞柱時，腎臟無法以自動調節保持 GFR，此時腎臟會透過何種機制調節全身血壓以提升 GFR？(2 分)

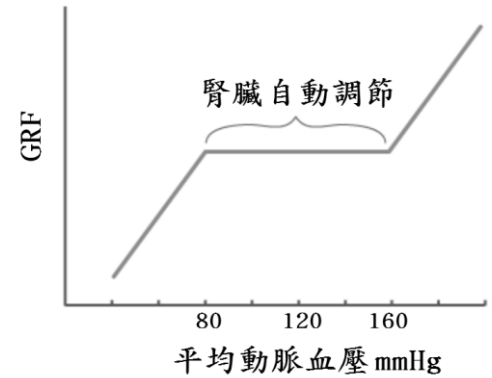


圖 8

十二、右圖 9 為某神經細胞的動作電位，絕對不反應期是指無論刺激多大，細胞都不會有反應的階段，而相對不反應期指該階段對一般該有反應的刺激沒反應，但若有很強的刺激，則仍會有反應。(共 6 分)

1. 此神經細胞產生動作電位的頻率，最快可以到達每秒多少次？(2 分)
2. 若是某種蜘蛛毒素會阻斷神經細胞的 K^+ 通道，這對動作電位產生的強度和寬度有何影響？(2 分)
3. 若是在神經細胞靜止時，測得細胞膜內外兩側的鈉鉀離子濃度如右表 (離子濃度為 mM)。請問在絕對不反應期，細胞膜內外兩側的鈉離子濃度和鉀離子濃度的變化情形為何？(2 分)

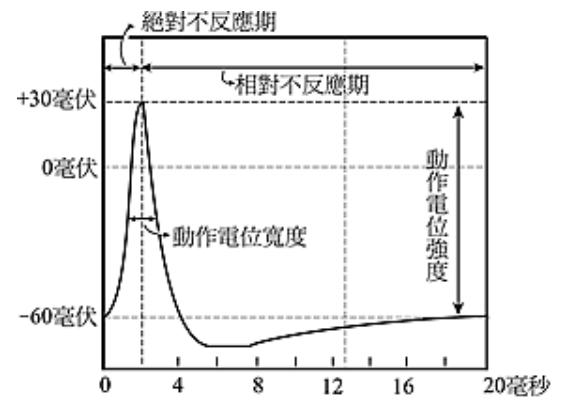


圖 9

	Na ⁺	K ⁺
細胞外	455	10
細胞內	72	345

十三、右圖 10 中 B 曲線為阿信休息狀態下，血液在不同的氧分壓狀態下所測得的血紅素結氧率曲線圖。(共 3 分)
請問 A、B、C 三條曲線中，哪一條曲線可代表阿信運動後其體內血紅素與氧氣結合率的狀態？(1 分，原因說明正確者才給分) 原因為何？(2 分)

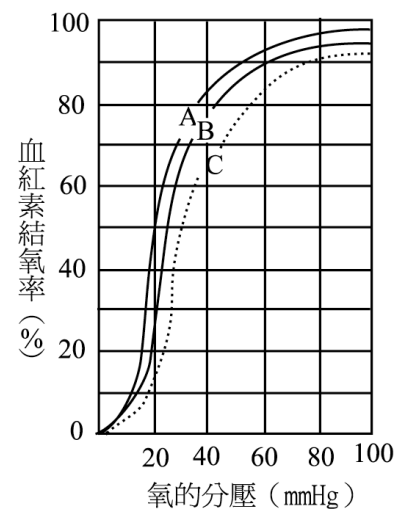


圖 10

試題結束