

第一部份：(100 分)

1. 科學家常以突變劑(mutagen)誘發細菌的突變，然後再以選擇性的培養基來篩選他所需的菌株。某細菌原來無法自行合成白氨酸(leucine)，又對卡那黴素(kanamycin)敏感，有位科學家想要得到不需白氨酸的抗卡那黴素菌株，請問他應該使用何種培養基來篩選？ (5 分)

2. 讀完背景介紹及實驗結果並回答問題。(20 分)

在臨床上要評估抗生素對某病原菌的療效，最方便的測定方式，是紙錠擴散試驗(disk-diffusion test)，用含抗生素紙錠，貼在已接種純種菌株的培養皿上，置於攝氏 37 度培養，隔日直接測量紙錠周圍的抑制圈的大小，並與標準範圍比較，可決定針對此病原菌最適合使用的抗生素(圖 1)。



(圖 1：細菌的紙錠擴散試驗，注意抑制圈內無細菌生長)

盤尼西林(penicillin)的結構和某些細菌細胞壁中五肽鏈中 D-Ala-D-Ala 的立體結構類似，能抑制這些細菌肽聚糖鏈的交聯作用。萬古黴素(vancomycin)在立體結構上與 D-Ala-D-Ala 契合，因此極易於與細胞壁末端的 D-Ala-D-Ala 結合，而阻止細胞壁前質加到正在增長的肽聚糖鏈上，革蘭氏陰性菌細胞壁外有層外膜，會阻礙萬古黴素直接與細胞壁前質結合。頭孢菌素(cephalomycin)的結構類似盤尼西林，有一個乙內醯胺環。四環黴素(tetracycline)可與核糖體的 30S 次單位結合，紅黴素(erythromycin)則可與 50S 次單位結合，抑制轉譯作用。

某位同學的實驗紀錄如下表：

黴素	抑制環直徑 (mm)		
	金黃色葡萄球菌	肺炎鏈球菌	大腸桿菌
盤尼西林	≤7	≤7	20
萬古黴素	17	19	≤7
頭孢菌素	9	8	17
四環黴素	19	22	18
紅黴素	19	22	18

請問：

(1) 抗生素對細菌作用的機制及感受性出現差異的原因？ (10 分)

(2) 本試驗中所用的培養皿，若是置於攝氏 37 度並 5%CO<sub>2</sub> 狀況下培養，對實驗結果是否有影響？為什麼？ (5 分)

(3) 說出兩個最主要的理由，解釋為什麼要繼續開發對細菌作用機制相同的新抗生素？ (5 分)

3.質體 (plasmid) 是一個雙股的環狀 DNA，帶有一些遺傳基因。當質體利用轉型 (transformation) 方式送入菌體後，此菌體即帶有質體的遺傳訊息。例如：pBR322 帶有抗生素 Amp 和 Tc 的抗藥性基因，pUC19 則帶有 Amp 的抗藥性基因；當質體 pBR322 轉型至不帶任何抗藥性基因的大腸桿菌細胞內後，則此菌株轉形成為能抵抗 Amp 和 Tc 的抗藥菌株。

小明在實驗中培養兩株不同型的大腸桿菌，其中 A 菌株能在含有 Tc 培養基上生長，但是 B 菌株只能在不含任何抗生素的培養基上生長。小明將質體 pBR322 和 pUC19 分別轉型入 A 和 B 菌株後，並分別培養在不同的培養基，於隔日觀察和記錄。

(1)推測菌株生長的結果，以“+”和“-”分別標示生長和不能生長。(8分)

質體	pBR322		pUC19	
菌株	A	B	A	B
培養基 不含抗生素				
含 Amp				
含 Tc				
含 Amp + Tc				

一個細菌在培養基生長一段時間後，因不斷的細胞分裂可以在培養基上形成一團肉眼可見的細菌聚集體，稱為菌落。將菌液塗抹在培養基，經隔夜培養後，由培養基上形成的菌落數目可以推測原菌液中的細菌數量。菌落數的單位以 CFU 表示之。

小明將  $2 \times 10^{-5}$  g 的質體 pUC19 與大腸桿菌的 A 菌株（約  $10^7$  細菌/ml）進行轉型實驗；轉型作用後，取出 0.1 ml 混合液，分別培養在不同培養基上；隔夜培養後，計數菌落數，得到的結果如下表所示：

培養基	菌落數目 (CFU)
不含抗生素	(甲) 長滿菌落，無法計數
含 Amp	(乙) 371
含 Tc	(丙) 長滿菌落，無法計數
含 Amp + Tc	(丁) 399

根據上表結果，回答第(2)~(3)題：

(2) 請解釋為什麼組別 (丙) 的菌落數與組別 (乙) 和 (丁) 的菌落數會產生如此大的差異？(7分)

(3)一般質體的轉型率可達  $10^9 \sim 10^{10}$  CFU/mg。試算出小明實驗結果的轉型率為多少？

(1) 計算式：\_\_\_\_\_ (5分)

(2) 轉型率：\_\_\_\_\_ (5分)

4.配合題(5分)：

下列為有關內質網之代號：

(R)粗內質網

(S)平滑內質網

(RS)粗及平滑內質網

(N)兩者皆非

請在以下五題有關內質網之陳述中，分別以代號填與各題目相對應之答案(可重覆選用)：

- (1)含有比細胞膜較少的膽固醇
- (2)參與細胞減少藥物毒性之反應
- (3)參與肝醣之分解
- (4)折疊膜蛋白的位置
- (5)可用電子顯微鏡觀察□

答案欄：

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

5. 配合題，細胞分裂週期，可分為下列五個時期：(20分)

G1期 S期 G2期 M期 G0期

請在以下 10 題中分別填入相對應的細胞分裂周期之各時期

- (1) 核內 DNA 之量增為雙倍
- (2) 核膜破裂成片段化
- (3) 姊妹染色體(sister chromatid)彼此分開
- (4) 細胞暫時不再進行分裂,並進入休止期
- (5) 植物初級細胞壁合成完成
- (6) 染色體(chromosomes)呈現出擴散(diffuse)和張開(extended)之狀況
- (7) 成熟動物體內大部分細胞所處之時期
- (8) 有絲分裂週期素(mitotic cyclin)之量極低
- (9) 有絲分裂週期素依賴激酶(mitotic CDK)的蛋白質存於細胞內
- (10) 細胞在環境逆境下,使細胞分裂週期檢查點(cell cycle check point)發生作用之時期

答案欄：

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
(6)	(7)	(8)	(9)	(10)

6. 細胞週期分為多個階段： $G_1$ 、S、 $G_2$  及 M。在每個階段中，細胞都須要完成特定工作。舉例而言，在 S 階段中，細胞會把原本的去氧核糖核酸 (DNA) 複製一份，使細胞於 M 階段進行有絲分裂 (mitosis) 和胞質分裂 (cytokinesis) 時，可把基因物質平均地分配到不同的子細胞。請回答下列題目：(12 分，每題 3 分)

\_\_\_\_\_ (1) 有絲分裂前期最主要的特徵為何？

- (A) 核仁會消失
- (B) 核膜會消失
- (C) 染色質會凝縮成染色體
- (D) 核糖體會消失
- (E) 中心粒會消失

\_\_\_\_\_ (2) 染色體出現倍增是發生於下列細胞週期中哪些階段？

- (A)  $G_1$  晚期 與 S 早期
- (B)  $G_2$  晚期 與 M 早期
- (C)  $G_1$  晚期 與  $G_2$  晚期
- (D) M 晚期 與 S 晚期
- (E) S 晚期 與  $G_2$  早期

\_\_\_\_\_ (3) 細胞增殖的控制點主要位於細胞週期的哪一個階段？

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

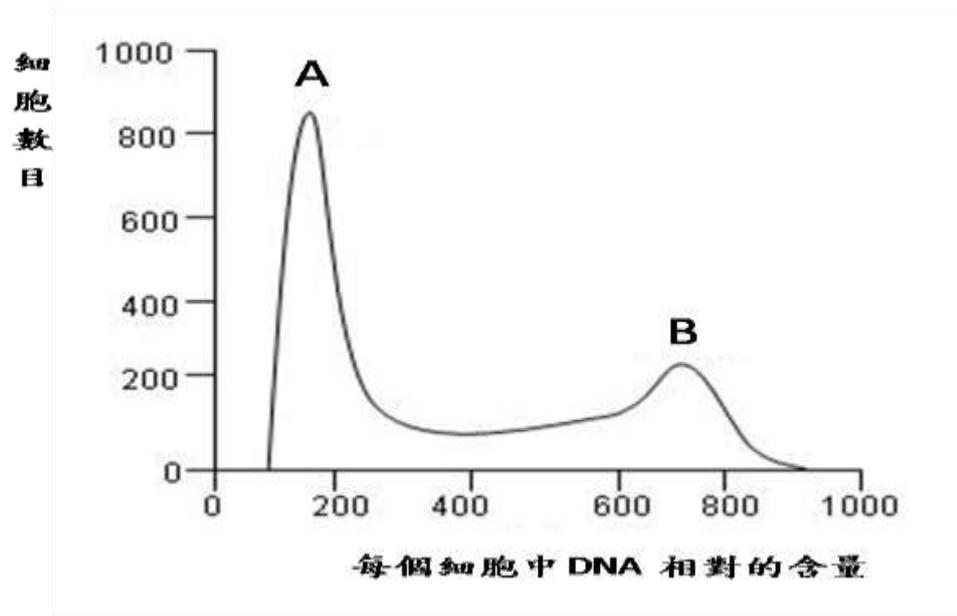
\_\_\_\_\_ (4) 細胞週期的長短取決於哪一個階段？

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

7. 碘化丙啉 (propidium iodide, PI) 是一種螢光物質，可以和細胞內的 DNA 結合，且結合量與 DNA 的量成正比；為了測定單個細胞中 DNA 的含量，可以讓細胞通過流式細胞儀 (Flow cytometer)，來計算各細胞的 PI 含量，可以了解處於不同細胞週期的細胞數目多寡。下圖為流式細胞儀所記錄的結果，以 DNA 含量為橫坐標，細胞數目為縱坐標。

請以 A 與 B 為參考點

- (1) 請與下圖中標識出你認為的細胞週期四個階段  $G_1$ , S,  $G_2$  與 M 期的位置。(8 分)
- (2) 並說明在這群細胞中哪一種細胞週期階段最長。(5 分)



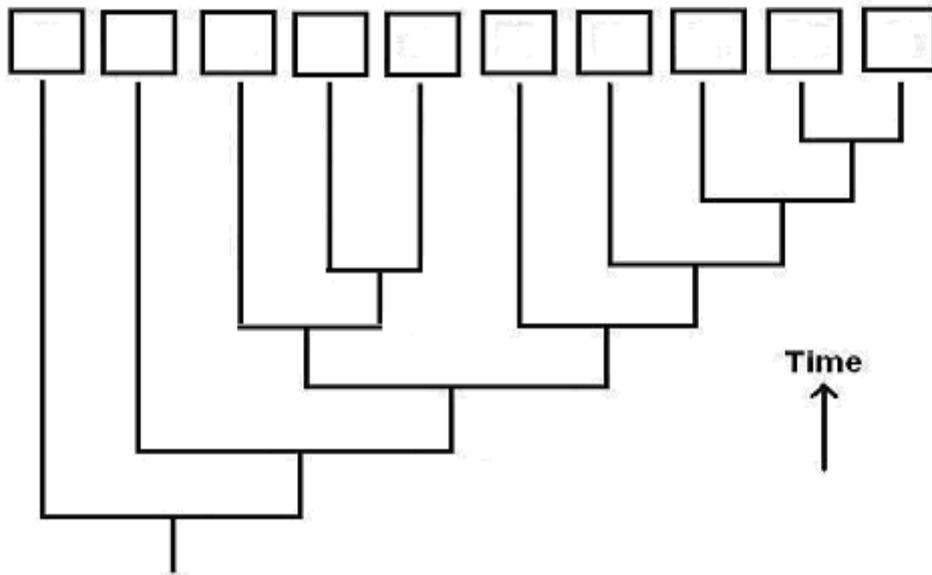
第二部份：(100 分)

1. 下表為十個分類群 (A~J) 之特徵比較，回答第 a~d 題。(共計 22 分)

分類群	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
特徵	胚層數	二	三	三	三	三	三	三	三	三
	胚胎原口端命運	□	肛門	□	□	肛門	肛門	□	肛門	□
	成體之肛門	-	+	+	-	+	+	+	+	+
	齒舌(Radula)	-	-	+	-	-	-	-	-	-
	體腔類型	-	腸腔	裂腔	-	腸腔	腸腔	裂腔	腸腔	裂腔
	脊椎骨	-	-	-	-	-	+	-	+	-
	脊索	-	-	-	-	+	+	-	+	-
	羊膜蛋	-	-	-	-	-	-	-	+	-
	體節	-	-	-	-	-	+	+	+	+
	成對附肢類型	-	-	-	-	-	鰓	疣足	五指型	二叉型

備註：+ 表示有此特徵； - 表示無此特徵

a. 請根據這些特徵選取上述分類群之代號填入方格中，以完成下列演化樹。(10 分)

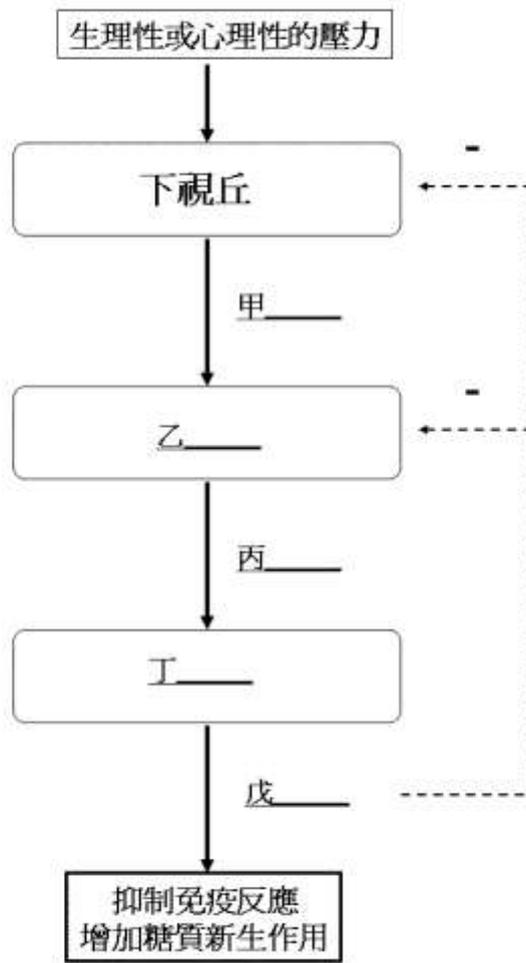


b. 在題 a 的演化樹中，哪一個特徵演化兩次以上？ \_\_\_\_\_(4 分)

c. 分類群 I 之姊妹群為何？ \_\_\_\_\_(4 分)

d. 分類群 F 之姊妹群為何？ \_\_\_\_\_(4 分)

2. 下圖為某種人類固醇類激素的釋放與調節的示意圖。請在空格內填入正確激素或構造之名稱。(共 15 分)



甲：\_\_\_\_\_

乙：\_\_\_\_\_

丙：\_\_\_\_\_

丁：\_\_\_\_\_

戊：\_\_\_\_\_

3. 以體感覺為例，說明中樞神經系統如何辨識刺激的屬性(種類)、來源及強度。(18分)

4~6 題複選題：

- \_\_\_\_\_ 4. 與其海水環境比較，硬骨魚類的體液通常為 (5分)
- (A) 高張溶液
  - (B) 低張溶液
  - (C) 等張溶液
  - (D) 有些高張有些等張
  - (E) 有些等張有些低張
- \_\_\_\_\_ 5. 下列何種構造或行為會減少體熱的流失? (5分)
- (A) 羽毛
  - (B) 皮下血管擴張
  - (C) 皮下脂肪
  - (D) 動靜脈靠近甚至纏繞
  - (E) 身體顫抖
- \_\_\_\_\_ 6. 下列何者為使用尿素排除含氮廢物的優點? (5分)
- (A) 毒性較低
  - (B) 可以以固體排出，減少水分的流失
  - (C) 水溶性甚高，容易排出
  - (D) 為氣體，可以經呼吸作用排出
  - (E) 可以先儲藏在體內，一兩天後再處理

7. 請舉例並比較外寄生生物(ectoparasites)與內寄生生物(endoparasites)對寄主利用策略的差異 (10 分)

8. 請舉例說明何為演化輻射(evolutionary radiation) (10 分)

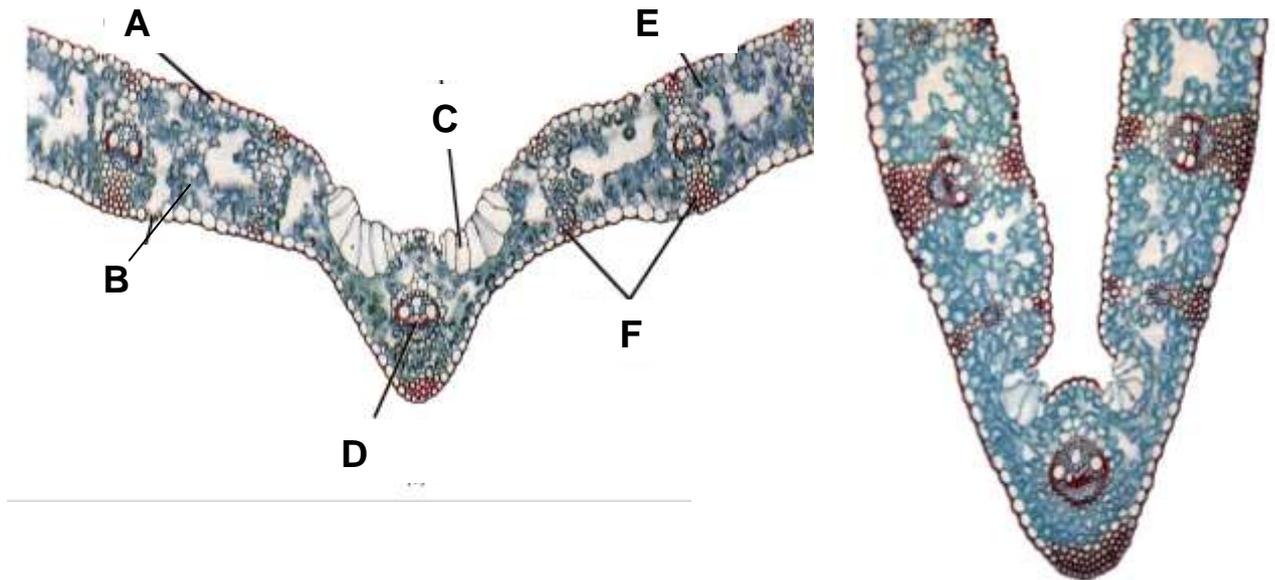
9. 請舉例並比較開放式與封閉式血液循環系統的差異 (10 分)

第三部份：(100 分)

判圖填充題

1. 下列兩圖為某種禾本科植物處於逆境前與後之葉片的橫切面。請指出主要是何種逆境所造成？  
 \_\_\_\_\_ (強光、強風、乾旱、高溫)；哪一個構造在此逆境下改變最為明顯？\_\_\_\_\_，請說明此  
 構造在葉片組織的相關位置：\_\_\_\_\_，此構造在葉片排列的情形：  
 \_\_\_\_\_；試解釋此構造在此逆境下造成的生理反應，就其細胞與相關胞器層次的  
 變化：\_\_\_\_\_，就器官層次相關作用的變化：\_\_\_\_\_。

(15 分)



1. 下列兩圖為\_\_\_\_\_ (單子葉、雙子葉) 植物的\_\_\_\_\_ (莖、根)

成熟部的橫切面及其局部的放大圖。請填寫各部位構造的名稱：

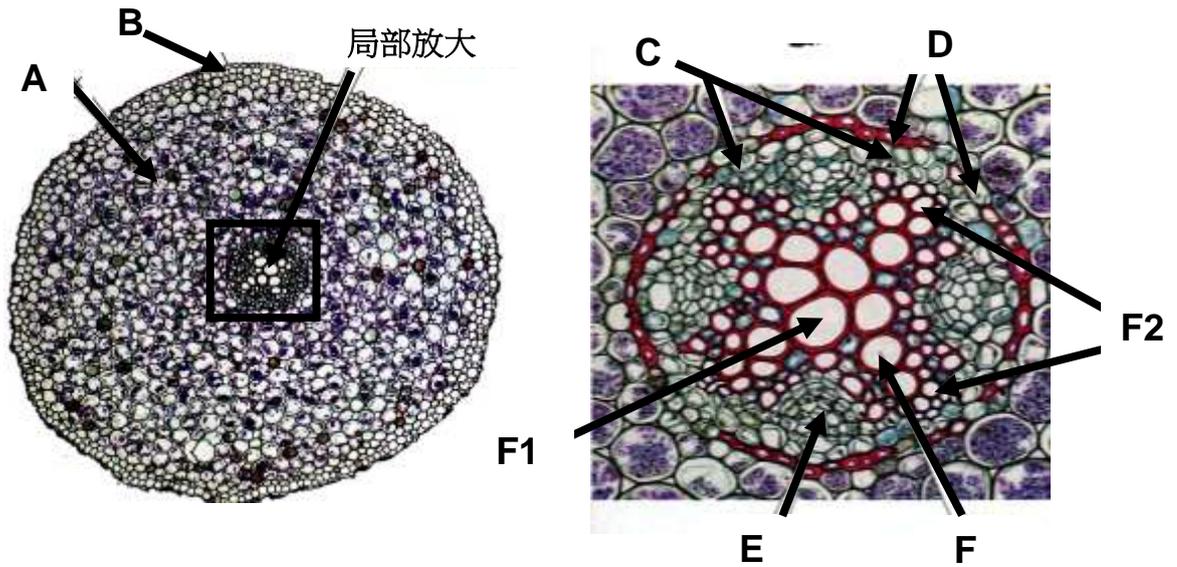
A：\_\_\_\_\_ B：\_\_\_\_\_

C：\_\_\_\_\_ D：\_\_\_\_\_

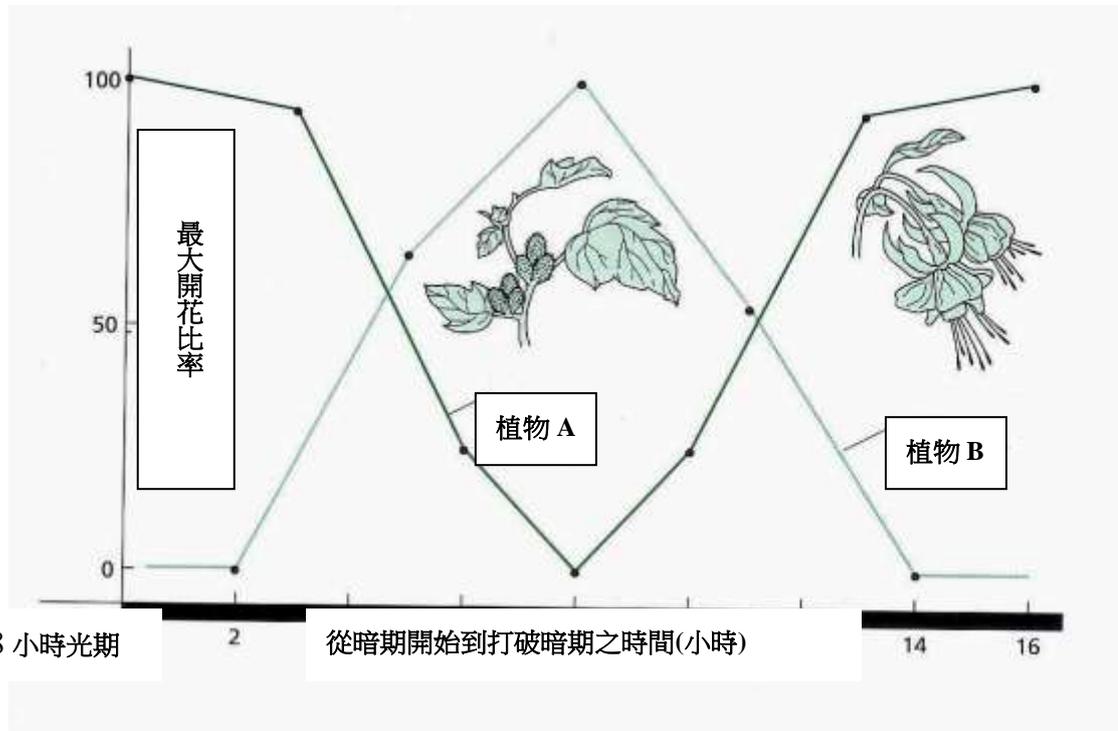
E：\_\_\_\_\_ F：\_\_\_\_\_

圖中 F 的構造依其細胞之分化成熟的次序而可將之分為 F1 與 F2 區，試就 E, F1, 與 F2 相關細胞之分化成熟的次序，依先而後排列之：\_\_\_\_\_。

(19 分)



3. 下圖為植物學家利用打破暗期影響植物開花的相關實驗結果，圖中「植物 A」打破暗期的處理方式為紅光照射 1 分鐘，「植物 B」打破暗期的處理方式為紅光照射 1 小時。



據此結果回答下列問題：(請填寫在空格裡) (20 分)

(A) 「植物 A」開花的臨界暗期為\_\_\_\_\_小時，不開花的條件為\_\_\_\_\_。

(B) 「植物 B」開花的臨界暗期為\_\_\_\_\_小時，不開花的條件為\_\_\_\_\_。

(C) 推測「植物 A」為\_\_\_\_\_植物 (由長日照植物、短日照植物及中性植物選答)

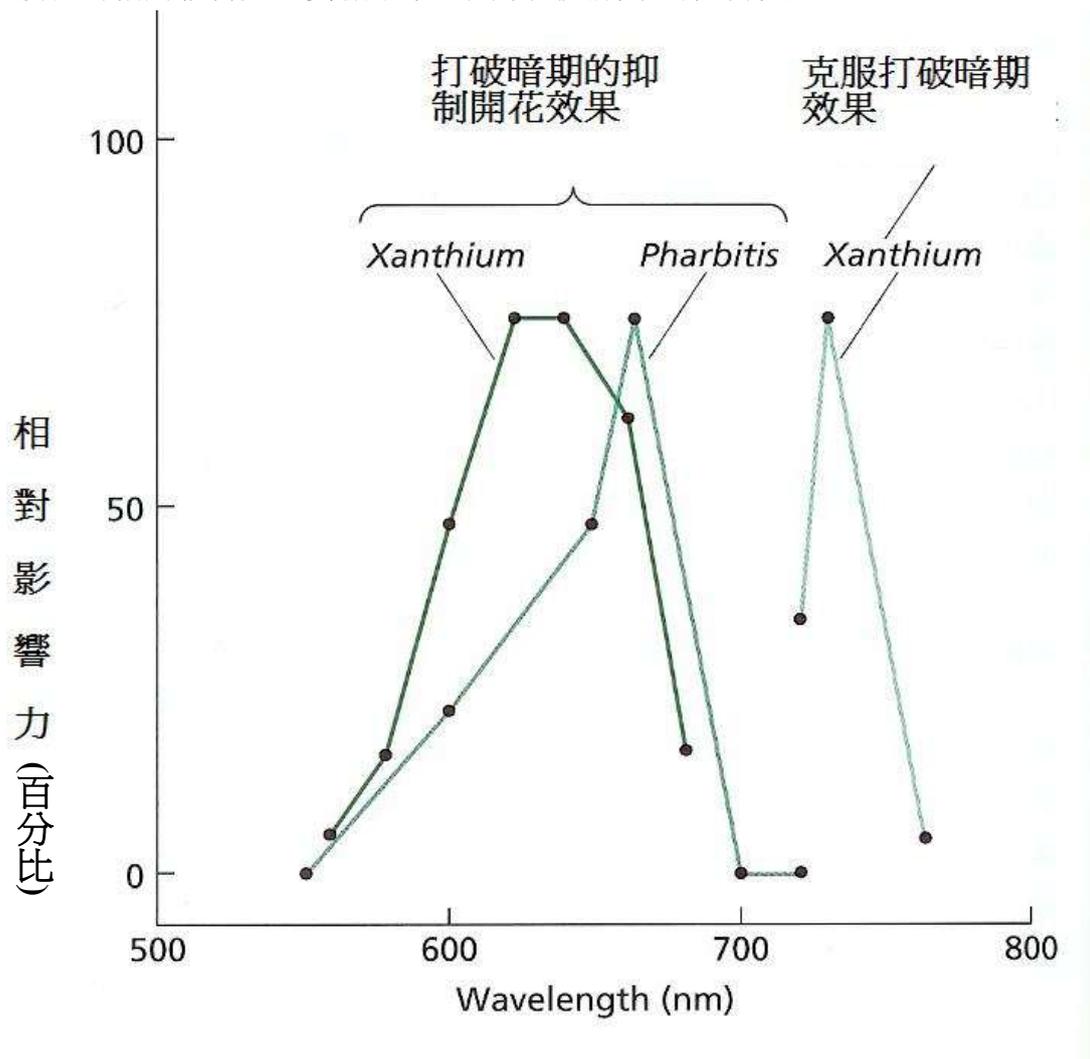
(D) 推測「植物 B」\_\_\_\_\_植物 (由長日照植物、短日照植物及中性植物選答)

(E) 此實驗結果告訴我們影響植物開花，暗期與光期何者重要？並說明理由。

簡答：

\_\_\_\_\_。

4. 下圖為短日照植物在打破連續暗期後，所造成抑制開花，以及克服此效果的各種波長的相對影響力之實驗結果，圖中英文所示為植物種類。



據此結果回答下列問題：(請填寫在空格裡) (20 分)

(A) 能打破暗期效應的色光為 \_\_\_\_\_，能恢復打破暗期效應的色光為 \_\_\_\_\_。

(B) 接受此色光的色素主要分佈在植物的 \_\_\_\_\_ 器官。

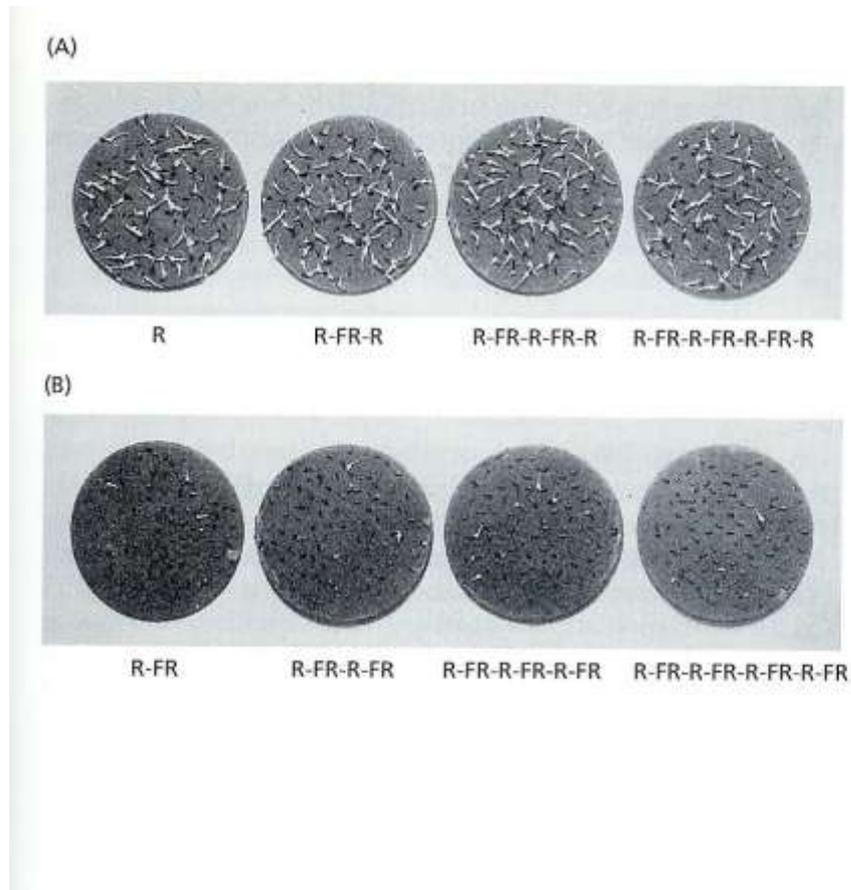
(C) 目前傾向認為打破暗期效應的色光被吸收後，能改變光敏素由 \_\_\_\_\_ 型改變為 \_\_\_\_\_ 型。

(D) 光敏素的 \_\_\_\_\_ 型具有生化活性。

(E) 光敏素的功能有很多，請簡答。

\_\_\_\_\_。

5. 下圖為萵苣種子不同光照條件的處理後萌芽能力的結果，圖中 F 代表紅光處理，FR 代表遠紅光處理。



據此結果簡答下列問題：(請填寫在空格裡) (10 分)

(A) 綜合上述結果，何種色光處理可令萵苣種子萌芽？答案及理由是：

\_\_\_\_\_。

(B) 色光控制萵苣種子萌芽的生理生化機制為

\_\_\_\_\_。

6. 下圖呈現某種三色堇植物之四種 (A-D) 可能的生殖方式，請分別標示之。走

莖之不定芽：\_\_\_\_\_； 地下莖之不定芽：\_\_\_\_\_； 蟲媒授粉的花：\_\_\_\_\_； 自

花授粉的花苞：\_\_\_\_\_。試就此四種生殖方式，其繁殖後之植株的基因組成與

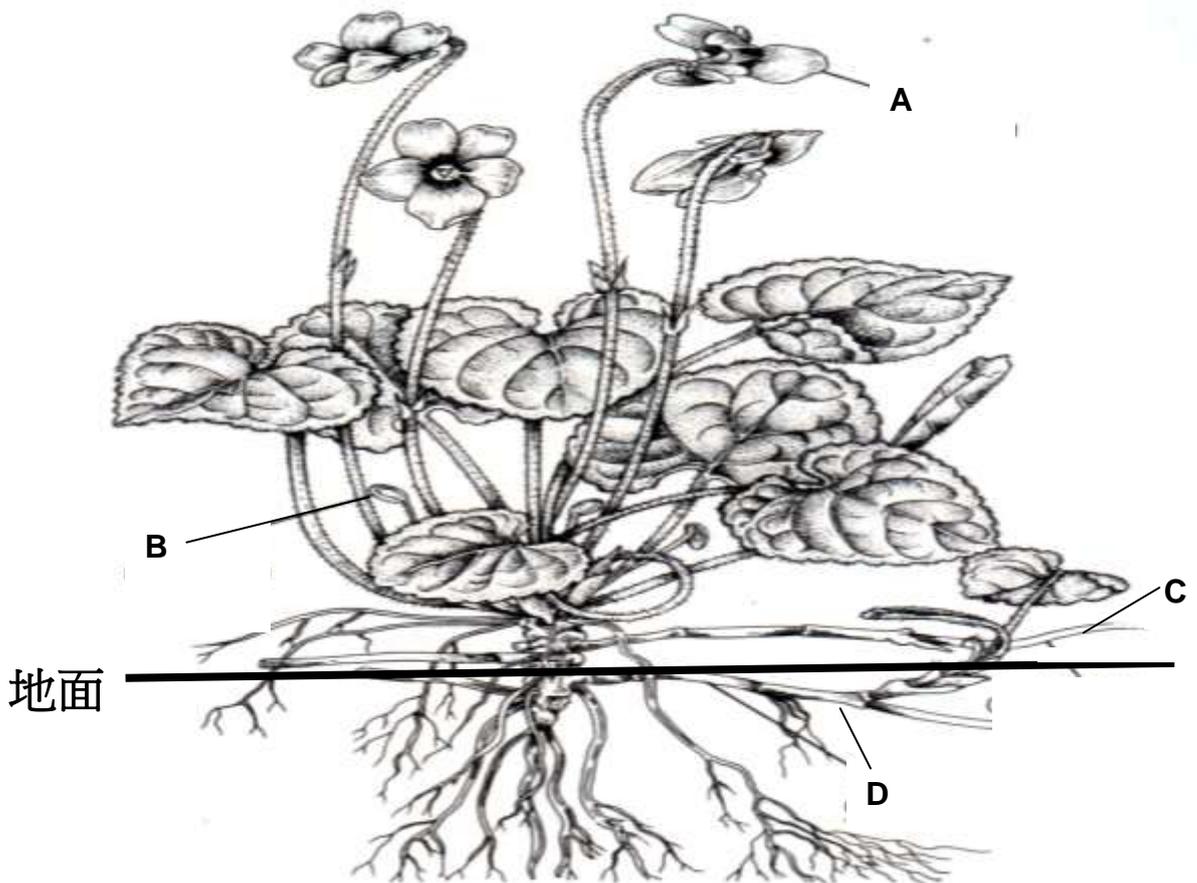
母株的基因組成的異同分別加以說明與比較。(16 分)

A: \_\_\_\_\_

B: \_\_\_\_\_

C: \_\_\_\_\_

D: \_\_\_\_\_



第四部份：(100 分)

1. 一名六歲大的小女孩莫莉，罹患了一種遺傳性貧血症 — Fanconi anemia，這是一種造血系統的缺陷，因此莫莉的白血球和血小板都是異常的。如果不接受骨髓的移植，莫莉將無法活下去。因此莫莉的父母決定：生個試管寶寶來救莫莉的命！因為再生一位子女，攜帶 Fanconi anemia 基因的機率高達百分之二十五，所以莫莉的父母進行人工體外受精。他們成功地生下了一個男嬰，命名為亞當。並為莫莉成功地進行了骨髓移植。

(1) 為何莫莉骨髓移植之前要進行基因篩檢，而不能隨便接受一位正常人的骨髓？請詳述其理由 (20 分)

(2) 何謂基因篩檢？請簡要敘述基因篩檢的流程 (以上述亞當為例) (20 分)

(3) 請敘述人類是否應該只是為了拯救一個罹患遺傳疾病的兒童，而蓄意地用基因技術製造一個新生命？寫出你/妳的看法 (20 分)

2. 人類多達 30 億對核苷酸 (nucleotides) 的 DNA 分子可以組裝在 0.2~1 $\mu$ m 直徑的細胞核內，其中組織蛋白 (histone) 具有十分重要的作用。(20 分)

請敘述: (1)組織蛋白化學組成之特點 (2)核小體 (nucleosome) 的結構  
(3)核小體中組織蛋白核心結構 (4)組織蛋白在生物演化上的意義

3. 病毒是一類只能在細胞或類似體系中才能增殖自身的簡單結構。試論述這類物質的可能起源並按四個步驟描述起源過程。(20 分)

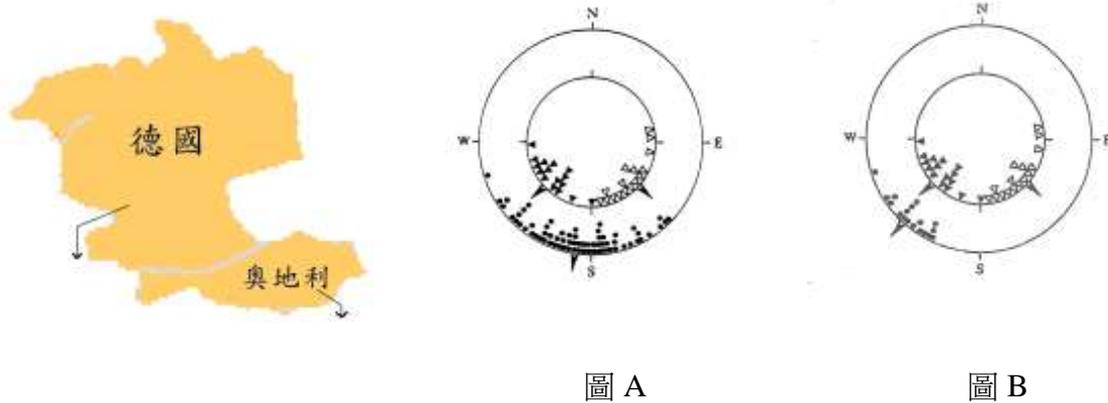
**第五部份：(100 分)**

一、複選題(每題 5 分，共 25 分)

- \_\_\_\_\_1. 演化會使生物完美嗎？
- (A) 會，因為適應通常是一種妥協
  - (B) 會，因為天擇能編輯現有的變異達成最理想的特徵
  - (C) 不會，因為並非所有的演化是適應性的
  - (D) 不會，因為適應與淘汰通常無法達到平衡狀態
- \_\_\_\_\_2. 下列何者不屬於巨演化(macroevolution)的研究範疇？
- (A) 大陸漂移對物種形成產生的影響
  - (B) 由化石記錄探究人類演化歷史上腦容量大小的變化
  - (C) 白頭翁與烏頭翁的雜交對族群遺傳結構的影響
  - (D) 二疊紀發生的大滅絕對海洋動物相組成的改變
- \_\_\_\_\_3. 生命條碼(barcode of life)計畫在全球正廣泛的進行，其目的在利用單一基因片段鑑識物種。試問關於這個研究構想的敘述何者正確？
- (A) 此構想為尋找物種或族群的特有的變異位點或特有的基因型
  - (B) 此遺傳資料庫的建立著眼於各物種的基因體序列的建立
  - (C) 未知物種的偵測乃根據族群間或物種間的生殖隔離與否進行確認
  - (D) 此資料庫的建立將包含現生生物及古生物的遺傳資訊
- \_\_\_\_\_4. 有關生態過渡帶(ecotone)的敘述哪幾項正確？
- (A) 因邊緣效應(edge effect)所以該環境的物種多樣性較高
  - (B) 鄰域種化(parapatric speciation)可能在此發生
  - (C) 異域種化(allopatric speciation)可能在此發生
  - (D) 為了產生更多的過渡帶，將大面積森林切割成小塊比較有助物種保育的進行
  - (E) 生態過渡帶的邊界通常十分清楚，沒有模糊地帶
- \_\_\_\_\_5. 下列哪幾項是生物時鐘的特性？
- (A) 在恆定狀況下仍然走動
  - (B) 週期長度穩定
  - (C) 由環境循環鎖定
  - (D) 不需要複雜的神經和內分泌系統，甚至不必要完整細胞，生物時鐘仍可運轉
  - (E) 細胞質內的蛋白質合成作用對生物時鐘的功能很重要

二、問答題(共 25 分)

黑頂林鶯(blackcap)是一種遷移性鳥類，德國西南部的黑頂林鶯(圖內圈的實心三角形)先飛向西南方，再往南遷移到非洲；奧地利的黑頂林鶯(圖內圈的空心三角形)則先飛向東南方，然後再往南遷移到非洲。將上述兩地黑頂林鶯交配後，產生了具遷徙能力的子代(圖外圈的實心圓)，大箭頭則代表三類黑頂林鶯的平均遷移方位。圖 A 及圖 B 分別代表了兩個不同的結果，在研究方法上圖 A 是將子代平均自德國及奧地利兩地放飛，而圖 B 則是僅將子代自德國放飛。試問：



(1) 如果結果是圖 A，從這個結果可以提出什麼假說？(5 分)

(2) 如果結果是圖 B，從這個結果可以提出什麼假說？(5 分)

(3) 設計實驗來驗證圖 B 的假說，詳述研究方法及步驟，並由預期結果加以推論之。(15 分)

三、填空、作圖及問答題(共 50 分)

鳥類飛行時會同時產生亂流阻力(或稱誘導阻力，induced drag)及因體型所產生的摩擦阻力(profile drag)，故需產生足夠的力量來克服此兩種阻力，達到其擬飛行的速度。

利用模型在風洞中進行實驗，亦即將模型固定，以不同的風速通過模型，測量其亂流阻力及摩擦阻力，就能了解鳥類飛行使用的力量(以假想的單位力量為測量單位)與飛行速度的關係。下表為風洞實驗所得之數據：

風速 (公里/時)	0	10	20	30	40	50	60	70
亂流阻力 (單位功率)	72	60	48	36	28	24	21	18
摩擦力 (單位功率)	0	4	8	12	18	26	36	50

舉例來說，當風速為每小時 30 公里時，模型產生的亂流阻力為 36 個單位，摩擦力為 12 個單位；但當風速為每小時 60 公里時，模型產生的亂流阻力為 21 個單位，摩擦力則為 36 個單位。

- (1) 鳥類飛行時克服亂流阻力所需的力量稱之為亂流功率(induced power)。由上表顯示，飛行愈快，亂流阻力愈\_\_\_\_\_，故所需使用的力量愈\_\_\_\_\_。(4 分)
- (2) 鳥類飛行時克服摩擦阻力所需的力量稱之為摩擦功率(profile power)。由上表顯示，飛行愈快，摩擦阻力愈\_\_\_\_\_，故所需使用的力量愈\_\_\_\_\_。(4 分)
- (3) 試依上表繪製一圖，其中包括(a)風速與亂流阻力的曲線關係；(b)風速與摩擦阻力的曲線關係；(c)風速與飛行力量的曲線關係。(18 分)

(4) 鳥類在何種速度下可以在空中飛行最久？（10分）

(5) 鳥類在何種單位力量下可以飛得最遠？試以圖示表示之。（14分）