

第一部份：(100 分)

1. 美國牛肉又出問題了！美國是世界牛肉及相關產品最大輸出國之一。自 2003 年底爆發瘋牛病疫情至今，已經引起世界性的恐慌。瘋牛症的病原是具有感染性的「普恩毒體」(Prion)。經過多年的研究之後，美國加州大學教授普西納(Stanley Prusiner)證實「普恩毒體」是由一種 PrP 蛋白質形成，他因而獲得 1997 年的諾貝爾獎。以下敘述是要測驗你對「普恩毒體」的認識，請在正確的敘述前方空格中，打「X」號，其他空格不可作記號。(20 分)

- (A) 普恩毒體蛋白具有極其穩定的化學結構
  - (B) 野生型的普恩毒體蛋白會在健康動物的大腦中表現
  - (C) 在正常人、小鼠及許多哺乳動物的染色體上，也有 PrP 的基因
  - (D) 變形的 PrP 能使人類產生新型庫雅氏症(Creutzfeldt-Jakob disease)
  - (E) 普恩毒體疾病只在人、牛和綿羊產生，因為只有這些物種表現 PrP
  - (F) 普恩毒體是一種慢病毒(slow virus)，侵入體內慢慢作用許久後才發病
  - (G) 普恩毒體疾病具有高度傳染性，可以通過體液傳播
  - (H) 普恩毒體疾病能夠藉輸血、器官移植而感染
  - (I) 遺傳上剔除 PrP 基因的小鼠，對普恩毒體疾病具有抗性
  - (J) 普恩毒體疾病可以藉骨髓移植而治癒
  - (K) 普恩毒體中沒有核酸物質
  - (L) 普恩毒體疾病特徵是在中樞神經中出現海綿狀的組織空洞
  - (M) 變形的 PrP 對蛋白酶分解的抵抗力比野生型的 PrP 強
  - (N) PrP 基因發生突變時，可造成普恩毒體疾病
  - (O) 基因未發生突變，但轉譯好的 PrP 發生變形而造成普恩毒體疾病
  - (P) 普恩毒體疾病在基因突變時兼具感染性與遺傳性；未突變時只具感染性
  - (Q) 普恩毒體疾病是一種體染色體的顯性遺傳
  - (R) 普恩毒體疾病不能跨物種傳染
  - (S) 變形 PrP 與野生型 PrP 接觸後，會改變野生型的摺疊方式，使之出現變異
  - (T) 野生型 PrP 蛋白質的二級結構主要是  $\alpha$ -螺旋，變形 PrP 卻以  $\beta$ -摺疊為主
2. 正常細胞中只含一個 PrP 基因，試推測變形 PrP 的生成可能是因為 RNA 剪接的不同而造成兩種蛋白質嗎？為什麼？(5 分)

## 考生編號

3. 在普恩毒體疾病感染後，免疫系統對它會發生什麼作用？(5分)
4. 台灣社會中近年發生了蠻牛事件及燒炭自殺事件，分別造成人體的氰化物及一氧化碳中毒；氰化物及一氧化碳分別能與粒線體中還原及氧化態的細胞色素 cyt a3 作專一性的結合。請在答案欄中將正確答案以「X」號標示，其他空格不可作記號。(10分)
- (A) 氰化物和一氧化碳對粒線體的毒性相同
  - (B) 對粒線體的毒性，氰化物遠比一氧化碳強
  - (C) cyt a3 是電子傳遞鏈中的複體 IV 的一部分
  - (D) cyt a3 具有含鐵的物質，能像血紅素一樣攜帶氧
  - (E) 電子經過電子傳遞鏈，最後由 cyt a3 將電子傳給氧
  - (F) 電子經 cyt a3 傳給氧時，會短暫出現中間產物如過氧化氫
  - (G) 一氧化碳對動物的毒性，主要是能結合其他的含鐵物質如血紅素
  - (H) 氰化物會與 cyt a3 中的三價鐵離子結合，使肝、腦等組織無法利用氧
  - (I) 燒炭致死主要因為一氧化碳與 cyt a3 結合，妨害細胞有氧呼吸的進行
  - (J) 燒炭致死主要因為一氧化碳與血紅素的結合能力超過氧，使組織無氧可利用

答案欄：

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J

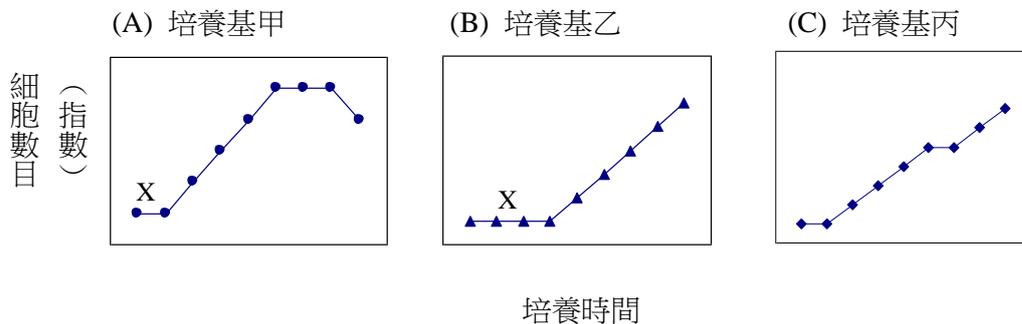
5. 吳大哲是一位極熱衷研究的大學教授，有一天，他到關子嶺泡溫泉，回程時由溫泉的出水口附近採集 20 毫升的溫泉水，帶回實驗室。請寫出二種實驗方法，以了解溫泉水中的細菌數量？(10分)。

## 考生編號

6. 承上題，吳大哲從溫泉水純化了一株耐熱細菌，並發現如果用培養的活菌做材料，可以偵測到一個相當重要且可有商業用途之酵素活性反應，但是當他將此細菌磨碎後，想要純化此酵素時，卻發現在粗萃取液(crude extract)中無法偵測到此酵素活性的存在。推測造成在粗萃取液中無法偵測到此酵素活性最有可能的原因並請寫出三種。(10分)

7. 大腸桿菌分別培養在僅含一種碳源養分的培養基甲和乙，及同時含有前述兩種碳源養分的培養基丙中，三組大腸桿菌於 37°C 下培養所測得生長曲線如圖一。根據生長曲線圖，回答以下問題：

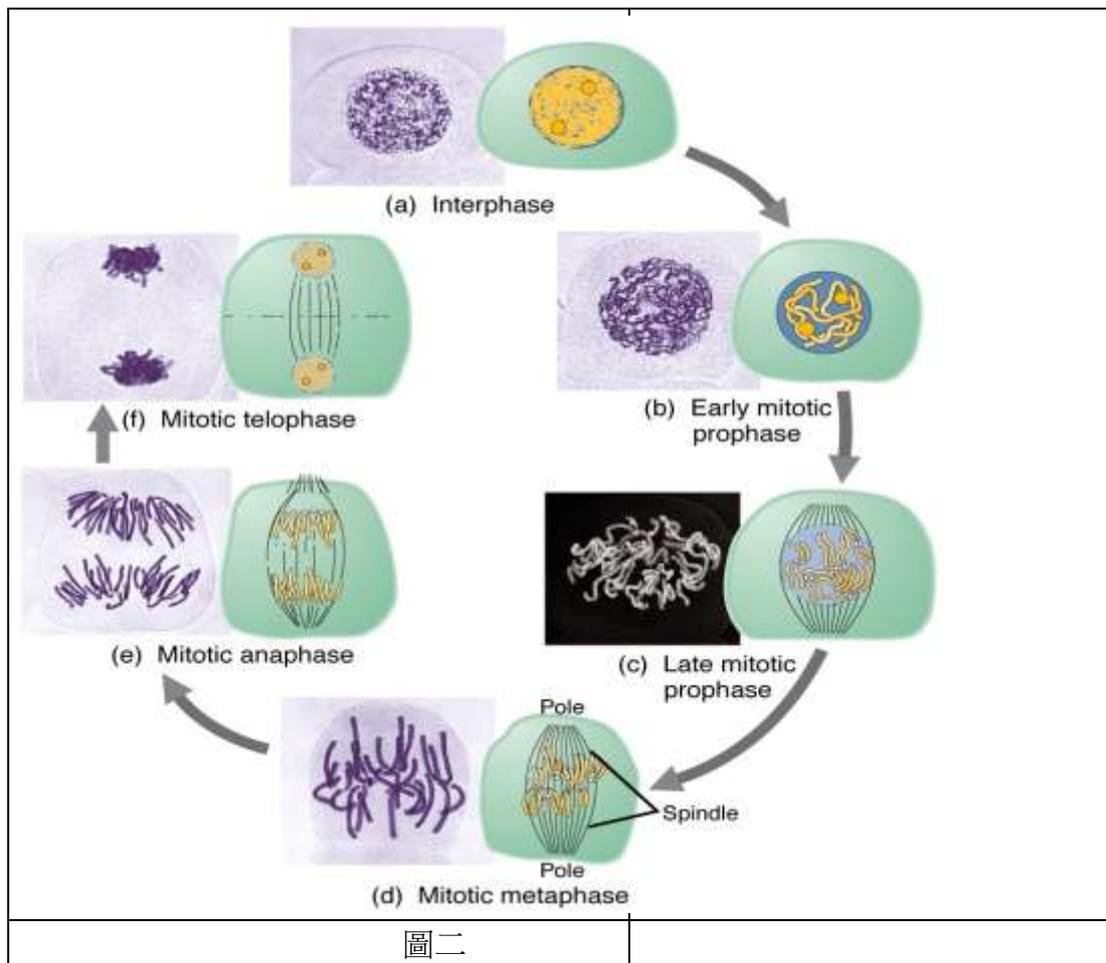
- (A) 說明圖 A 與圖 B 中的 X 階段之細菌的生長狀況為何？(5分)  
(B) 說明造成 X 階段差異的原因為何？(5分)  
(C) 試說明圖 C 中大腸桿菌生長的生理意義。(5分)



圖一、大腸桿菌培養於不同碳源培養基的生長曲線

## 考生編號

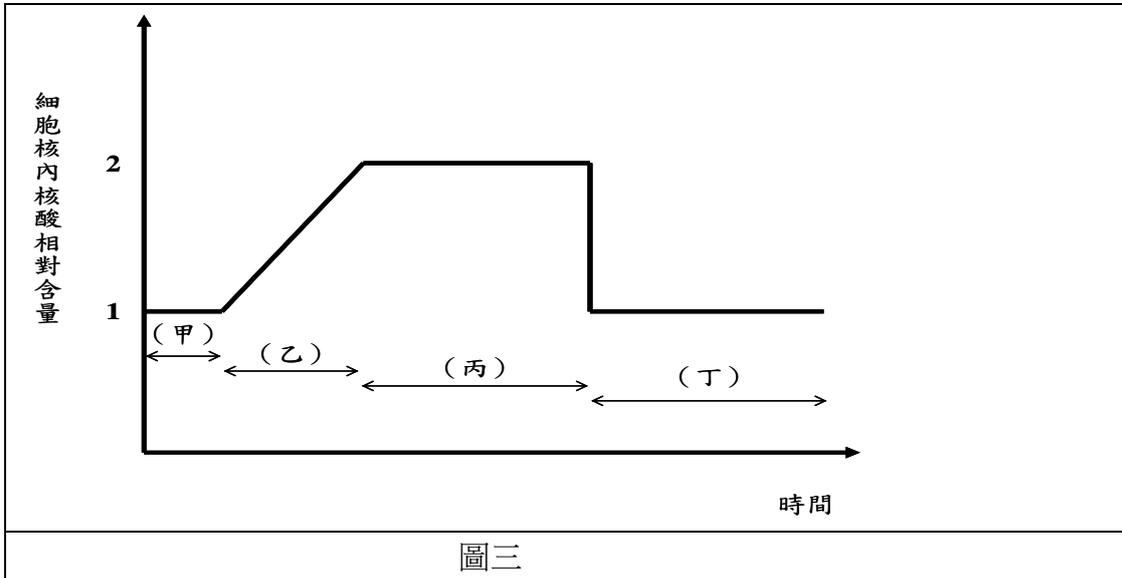
真核細胞分裂時，細胞核內的遺傳物質被分為兩部份，分別進入兩個新生成的子細胞內〔圖二〕。細胞質分裂則是將母細胞的細胞質大略等分為二，成為兩個新的子細胞。牛滴蟲病（Trichomoniasis）是鞭毛蟲 *Trichomonas fetus* 感染牛隻後所引起的傳染病，此病原體前端有三根鞭毛，後端有一根，前進快速，但不侵入活組織中產生毒素。此鞭毛蟲可在含動物性蛋白質之培養基中生長，培養時會出現多核型態的細胞。根據細胞分裂的機制，回答問題 8~10：



圖二

8. 說明出現多核現象的原因。(10分)

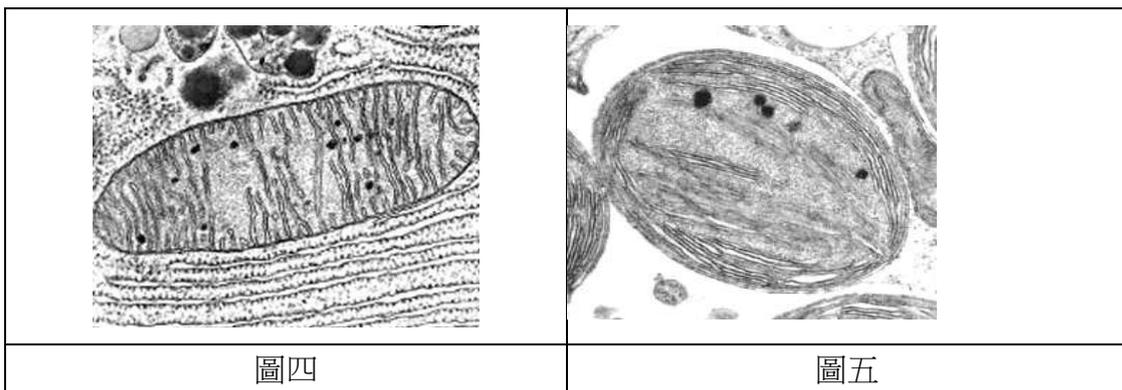
9. 圖二為正常細胞分裂時細胞核內核酸相對含量與時間的關係。依照核酸的含量可以分為(甲)~(丁)四個階段，利用圖一中細胞分裂的(a)~(f)各個時期，將正確時期的代號分別填入答案欄中：(8分)



答案欄：

階段	(甲)	(乙)	(丙)	(丁)
答案				

10. 在圖三中，基因重組可能發生在哪一個階段？(2分)
11. 胞器是細胞的器官，為了維持許多複雜的細胞生理現象，需要許多胞器來分工合作。下圖中(圖四、圖五)分別為何種胞器？其功能為何？(5分)

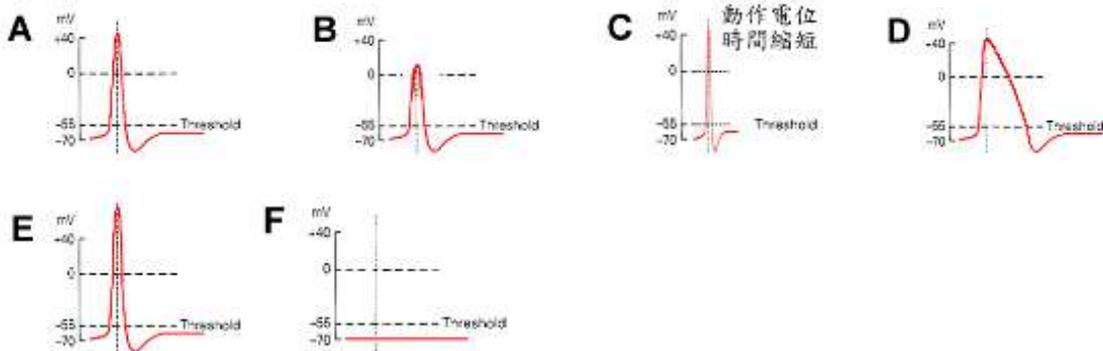
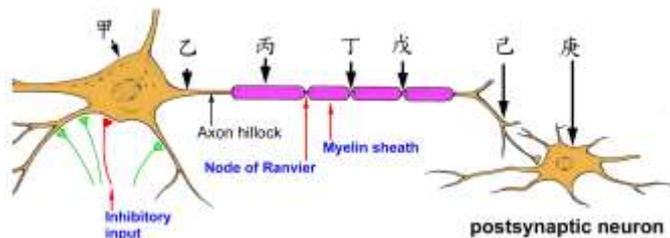


第二部份：(100 分)

一、選擇是非題(56 分)

- ( ) 1. 在神經傳遞物質的釋放過程中有許多蛋白質牽涉其中，其中將 synaptic vesicle 固定在細胞骨架上以防止 synaptic vesicle 隨便移動的蛋白質是？synaptotagmin synapsin synaptobrevin rab3A 以上皆非。
- ( ) 2. 承接上題，當下用來消除魚尾紋的肉毒桿菌毒素，其所作用的 target 其中之一為？synaptotagmin synapsin synaptobrevin rab3A 以上皆非。
- ( ) 3. 承接上題，當作細胞外所流入鈣離子的感知器 (sensor) 而和 fusion 及 exocytosis 有關的蛋白質是？synaptotagmin synapsin synaptobrevin rab3A 以上皆非。

以下 4~10 題為題組。右圖為神經與神經之間形成突觸之簡易結構圖，關於突觸前神經的基本資料如下：靜止膜電壓 (RMP) = -70 mV；氯離子的平衡電位 ( $E_{Cl}$ ) = -60 mV； $E_{Na}$  = +50 mV； $E_K$  = -70 mV，當突觸前神經受強大刺激之後在末梢會釋放 glutamate 當作其神經傳遞物質。下列為一些關於此神經受刺激興奮之後可能的電位變化：



據此回答下列問題：

- ( ) 4. 當神經受到刺激，而在“庚”記錄到正電流內流所造成的興奮性電位改變時，在“丙”可以記錄到的訊號為？A B C D E F 以上皆非。
- ( ) 5. 當神經受到刺激而在 axonhillock 記錄到“A”的圖形時，在沙林毒氣存在情況之下，在“己”記錄到的電位變化為？A B C D E F 以上皆非。

## 考生編號\_\_\_\_\_

- ( ) 6.當神經受到刺激而在 axonhillock 記錄到“A”的圖形時，在汞離子存在情況之下，在“己”記錄到的電位變化為？A B C D E F G 以上皆非。
- ( ) 7.當神經受到刺激而在 axonhillock 記錄到“A”的圖形時，在黑寡婦蜘蛛毒素（抑制鉀離子通道）存在情況之下，在“己”記錄到的電位變化為？A B C D E F G 以上皆非。
- ( ) 8.當神經受到刺激而在 axonhillock 記錄到“A”的圖形時，在劍毒蛙毒素存在情況之下，在“己”記錄到的電位變化為A B C D E F G 以上皆非。
- ( ) 9.在何種物質存在情況下，興奮此神經可以在“庚”記錄到較平常更大的正電內流河豚毒素 汞離子劍毒蛙毒素黑寡婦毒素以上皆是。
- ( ) 10.（是非題）當神經雖受到興奮性的強烈刺激，但是在“甲”無法形成動作電位時，則在“丁”也絕對無法記錄到動作電位的訊號。
- ( ) 11. 以一個完整細胞的細胞膜來看，哪一因素主要是影響神經的膜電壓在靜止未受刺激（resting membrane potential）時較接近  $K^+$  的平衡電位 ( $E_K$ )，而在動作電位的瞬間膜電位接近  $Na^+$  的平衡電位  $E_{Na}$ ？1 溫度 2 細胞膜對相關離子的通透性 3 離子電荷數目 4 離子細胞內外濃度 5 以上均是。
- ( ) 12. 神經的快速軸突運輸系統組成為 microtubule，具雙向運輸功能，其中1 dynein 負責將物質由細胞體運送到神經末梢，而 kinesin 則是負責將物質由神經末梢以逆向方式運送到細胞體。 2 合成 ACh 的酵素 choline acetyltransferase 是由慢速神經軸突運送系統所運送 3 由神經 target 所釋放出來的神經滋養因子是經由快速軸突運輸系統所運送 4 快速軸突運輸系統可進行雙向運輸 5 以上皆錯誤。
- ( ) 13. 神經依功能結構的差異可以大致分為三大區域，下列敘述何者正確？1 其中只有軸突具有髓鞘的包覆，在樹突部份是沒有髓鞘包覆的 2 神經的軸突上面往往有很多的 dendrite spine，其功能是用來形成 active zone 以儲存神經傳遞物質 3 神經的 axon hillock 又稱為 trigger zone，因為這個地方的  $Na^+$  離子密度最低，所以是神經受刺激之後是否可以形成動作電位的決定位置 4 有些神經很長，甚至可以達到一公尺，所謂神經很長事實上是因為他樹突很長所造成 5 以上均錯誤。
- ( ) 14.下列項目中何者不是確認 Acetylcholine (ACh)為一種神經傳遞物質的必要因素？1 運動神經末梢內存在有 ACh 合成酵素 choline acetyltransferase 2 運動神經末梢 ACh 被包覆在 vesicle 中等著被釋放 3 ACh 釋出神經末梢之後，在突觸後的細胞膜上有相對應的接受器來加以辨識4 ACh 釋放之後會被水解酵素 cholinesterase 水解破壞5 ACh 是一種興奮性傳遞物質。

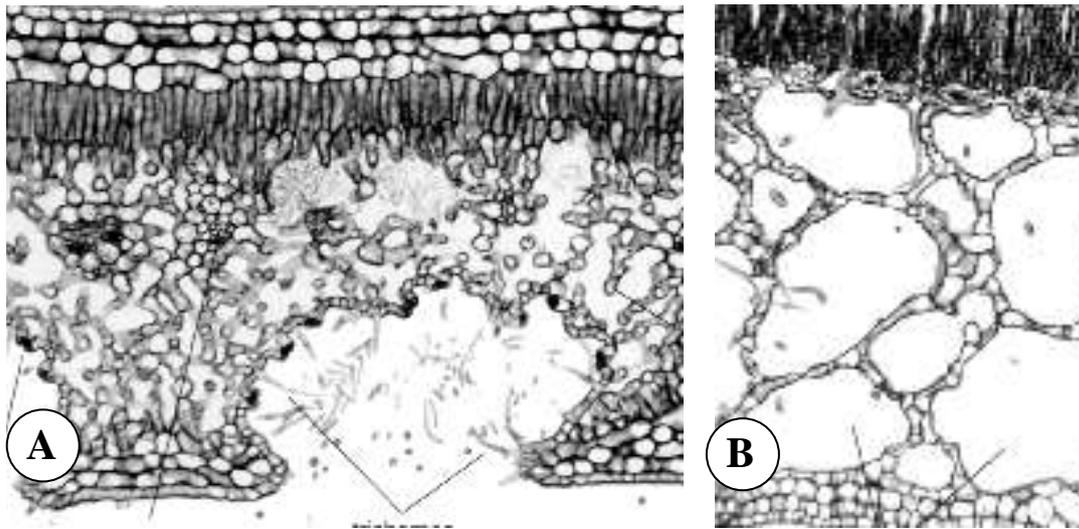
二、問答題（44 分）

1. 當神經受到刺激超過閾值（**threshold**）時，會產生動作電位而傳遞訊號。若以“打出全壘打牆外的球就是全壘打，不管打超過全壘打牆多遠，可得一分(指打擊時場內壘包上並無其它跑者而言！)”來解釋神經受到外界刺激之後動作電位的產生是否適合，請申論之。（12 分）
  
2. 某人於野外探險時，被不明物體咬了一口而呼吸麻痺導致死亡，請根據週邊運動神經系統訊息傳遞的角度來推測四種可能造成呼吸麻痺的機轉，並分別詳細說明之（16 分）。
  
3. 神經細胞膜電位的傳遞可以分為 **passive response** 與 **active response**，請問兩者之間的差異與其生理角色(16 分)。

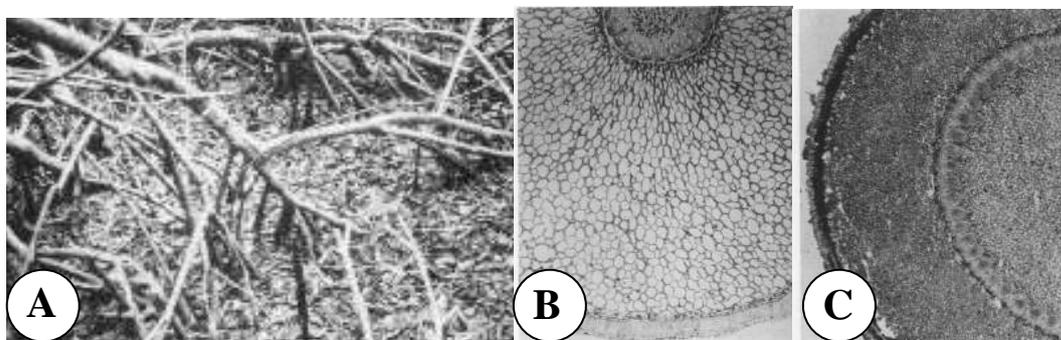
第三部份：(100 分)

一、若一正立方體的植物細胞其邊長為  $10\mu\text{m}$ ，試問其體積為多少  $\mu\text{m}^3$ ？  
亦即多少  $\text{m}^3$ ？而在一  $5\text{cm}^3$  的空間中可填滿多少個此種細胞？ (10 分)

二、下列 A 圖與 B 圖是取自兩種植物部分葉片的橫切面，試區別其分別取自旱生或水生的植物；另就表皮、葉肉組織之相關構造簡述你所判斷的依據。(20 分)

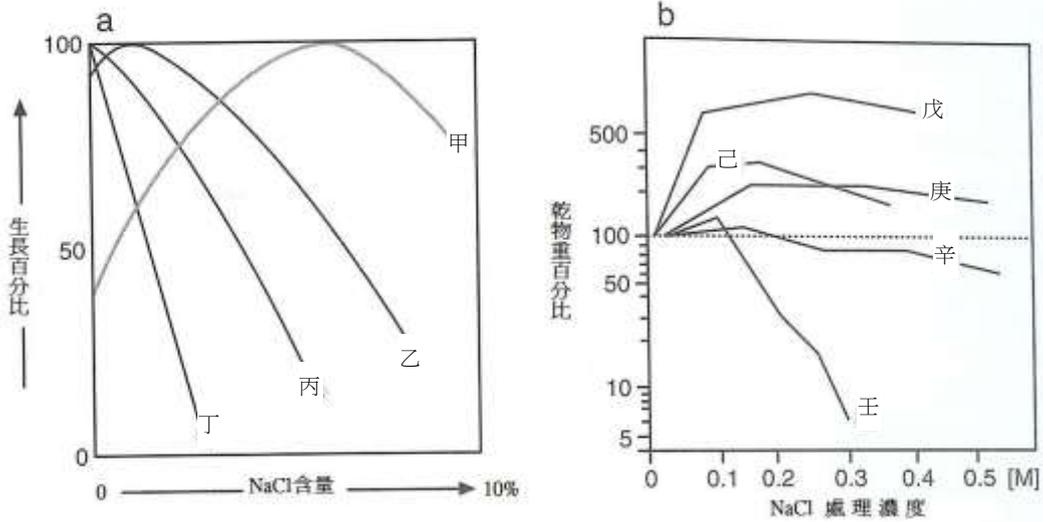


三、下列 A 圖是 *Rhizophora* 紅樹科植物莖部形成不定根的形態；B 圖與 C 圖則為部分不定根的橫切面，試區別其分別是取自不定根埋於海邊沼澤的部份，或是暴露於空氣的部份，另就中軸與皮層的解剖構造簡述你所判斷的依據。(20 分)



## 考生編號 \_\_\_\_\_

四、下圖為甲~壬九種植物之生長受鹽分影響的實驗結果，圖 a 為 0~10% 的 NaCl 含量對物種甲~物種丁的鮮重生長百分比的影響，圖 b 為 0.1~0.5 M 的 NaCl 對物種戊~物種壬的乾物重生長百分比的結果，據此實驗填寫下列問題 (Na 原子量為 23，Cl 原子量為 35.5)：



1. 配合題：請就左欄的 NaCl 百分比選擇右欄(A)至(F)中最適當的配合。(20 分)

- |                  |   |
|------------------|---|
| _____ 0.88% NaCl | (A) 17 g/L NaCl                           |
| _____ 1% NaCl    | (B) $1.5 \times 10^5 \mu\text{M}$ NaCl    |
| _____ 1.5% NaCl  | (C) 15000 ppm NaCl                        |
| _____ 2% NaCl    | (D) 0.17 M NaCl                           |
|                  | (E) 1 M $\text{Na}^+$ 與 1 M $\text{Cl}^-$ |
|                  | (F) 340 mmol/L NaCl                       |

2. 填充題：請圈選下一行敘述之括號內正確的答案，並列出計算的式子加以說明。(10 分)

10% NaCl 的鹽含量 (高於、等於、低於) 0.5 M NaCl 的鹽含量

計算的式子與說明：

---



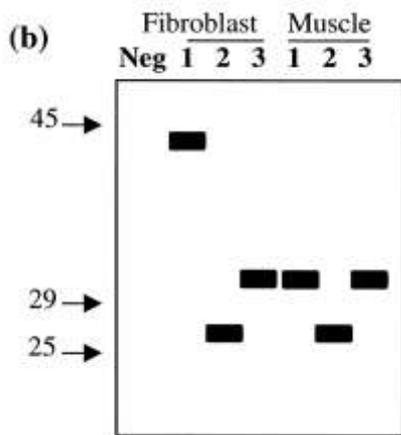
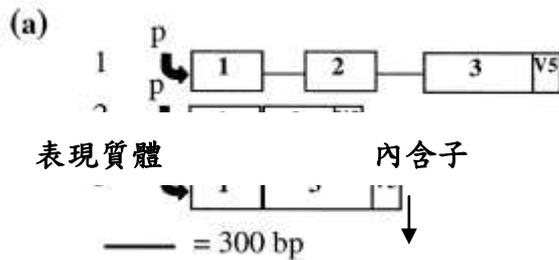
---

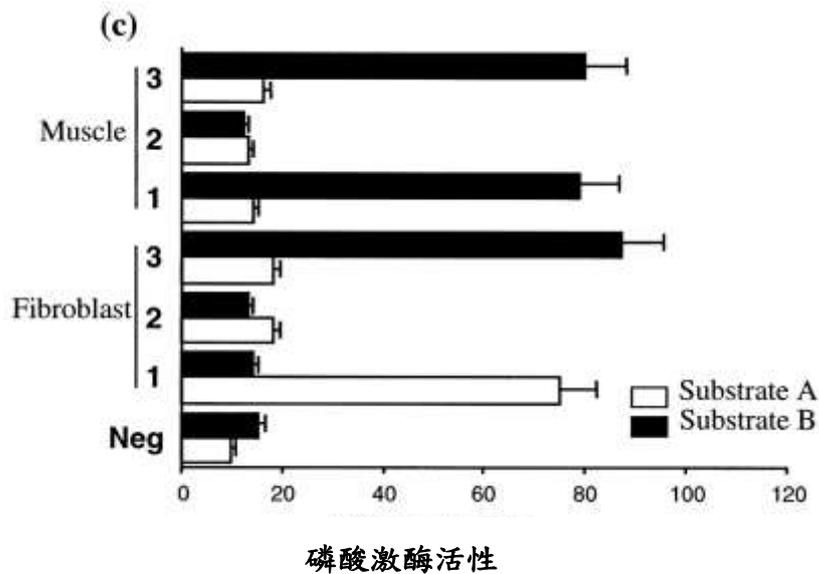
3. 簡答題：請問 a、b 兩圖中，哪一種圖示較能判別耐鹽性的物種？最主要的理由為何？(請以 30 字內回答此問題。)(20 分)

第四部份：(100 分)

1. 在一些細菌的細胞內，常含有一些由小型環狀 DNA 構成的質體(plasmids)。質體上具有基因，可賦予細菌一些額外的功能。請舉出三個這種額外功能基因的例子，並加以詳細說明之。(20 分)
2. 假設你發現了一種會導致小鼠脊椎彎曲的突變，且此種性狀只在雌性小鼠表現。當你用脊椎彎曲雌鼠與正常性狀的雄鼠交配後，所產生的後代永遠呈現：1/3 脊椎彎曲雌鼠，1/3 正常雌鼠，1/3 正常雄鼠。請用遺傳學原理來解釋為何會產生此種比例的後代。(30 分)

3.





人類的蛋白質 PK 具有磷酸激酶活性，其基因含有三個外顯子(exon)及兩個內含子(intron)，由 PK 基因之 cDNA 序列得知其可表現一個約 38 Kd 大小的蛋白質，小明將 PK 基因之基因組 DNA [ 如圖(a)中之表現質體 1 ]及其含不同外顯子 DNA 片段之 cDNA [ 圖(a)中之表現質體 2 及表現質體 3 ]分別做成蛋白質表現質體，且 3 種表現質體所表現之蛋白質皆帶有 V5 氨基酸序列，可被 V5 抗體所偵測到，圖(a)之字母 P 所表示之質體啟動子(promoter)在肌肉( muscle )及纖維母( fibroblast )細胞中皆有活性。小明將這 3 種表現質體分別送入肌肉及纖維母細胞中，使其表現 PK 蛋白，經兩天後，將細胞之蛋白質分離，並以膠體電泳後，以 V5 抗體進行西方墨點分析(Western blot analysis)，其結果如圖(b)所示：Neg 表示陰性對照組，1,2,3 分別為表現質體 1,2,3 所表現之蛋白質，左邊數字表示該分子量大小之蛋白標幟之所在位置。小明並將這些細胞中所表現之 PK 蛋白以 V5 抗體將之結合後加以純化，並以 PK 磷酸激酶之受質 A 或受質 B 分別進行純化 PK 蛋白之磷酸激酶活性測定，其結果如圖(c)所示。

請依據以上敘述及圖示之結果回答下列問題:

- 請解釋表現質體 1 在肌肉( muscle )及纖維母( Fibroblast )細胞中表現之 PK 蛋白質分子量不同之可能原因？(16 分)
- 由圖(C)磷酸激酶活性測定結果，請推測在有或無外顯子 3(exon 3)存在下，對 PK 蛋白激酶催化活性有何影響？並請說明你推測結論的依據。(18 分)
- 請問哪一個外顯子可能影響 PK 磷酸激酶對受質選擇性？為什麼？(16 分)

第五部份：(100 分)

1. 左列的項目，目前已經或正值被發展成為人類的藥用物品。請將右側的藥用名稱填寫在適當的空格內。(5 分)

___麵包養殖黴	A.治療瘧疾
___青脆枝	B.抗生素
___吸血蝙蝠的唾液	C.抗癌藥物
___金雞納樹	D.疏通血管的藥
___加勒比海珊瑚	E.割傷藥膏

2. 要是沒有真菌存在，下面哪些事做不到？(2 分)

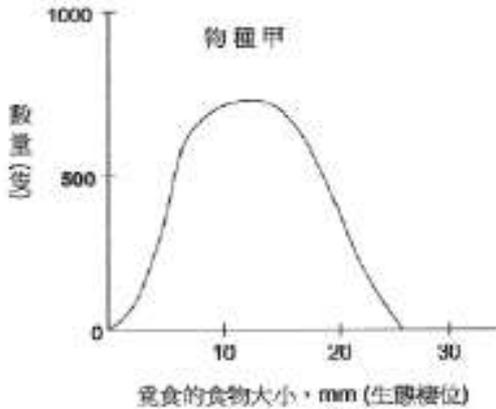
- (A) 吃比薩餅上層的香腸與草菇
- (B) 住在一個沒有動植物屍體的地方
- (C) 在蔬菜沙拉上澆灑起司做的沙拉醬
- (D) 烤麵包
- (E) 吃臭豆腐

3. 由始祖鳥的化石證據中，我們推論它們並不具有像大部分現生鳥類一樣高超的飛行技術，試列舉三項由始祖鳥的化石中所推斷的形態特徵來說明這項推論。(6 分)

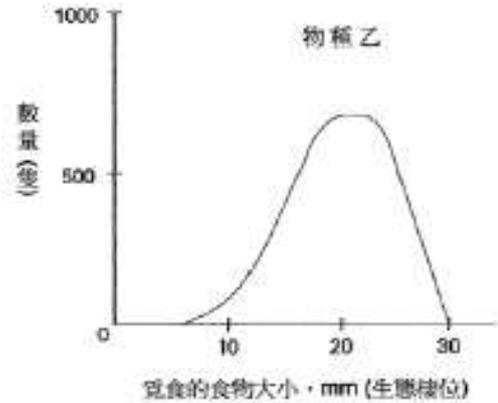
- A. \_\_\_\_\_
- B. \_\_\_\_\_
- C. \_\_\_\_\_

4. 甲和乙為兩個分布在相隔的地理區，但是在覓食的生態棲位（niche）上重疊性很大的物種（圖 A 與 B）。有一天因為某種原因，物種乙入侵到物種甲的分布區域，數年之後物種甲與物種乙在生態棲位上有了一些改變。試就圖 C 與圖 D，分別說明物種甲與物種乙彼此之間可能發生了什麼事情（每一個答案限在 50 字以內）？（20 分）

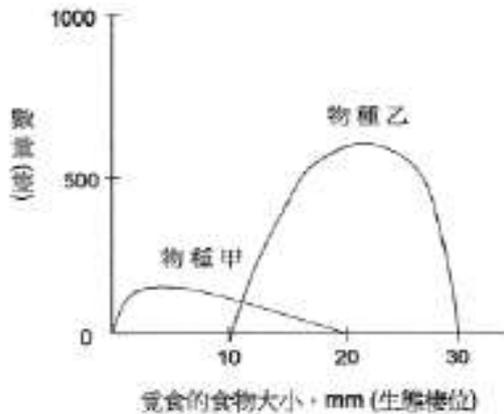
(A)



(B)



(C)



(D)

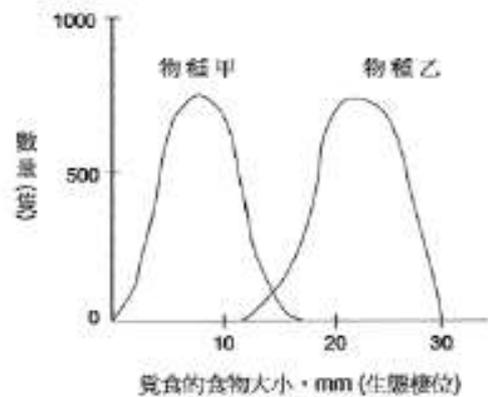


圖 C 可能發生的事\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

圖 D 可能發生的事\_\_\_\_\_

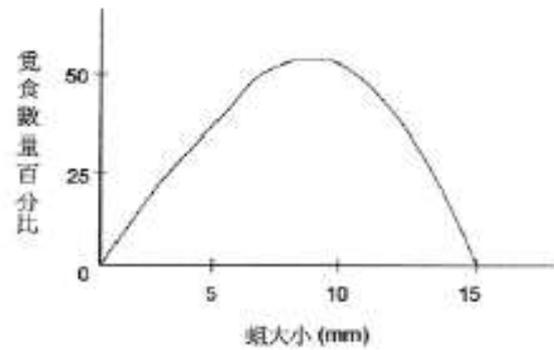
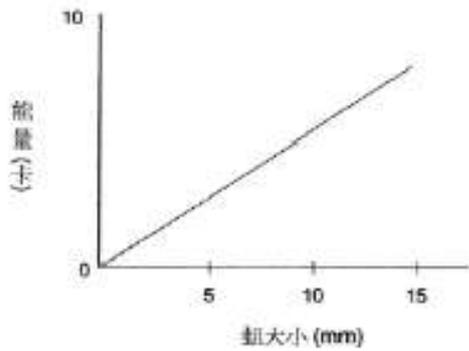
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

5. 動物在自然環境中覓食，理論上而言會以最少的能量花費來攝入最多的能量，在動物行為中稱之為最佳覓食策略理論 (optimal foraging theory)。有一種鵪鶉是專門以撿拾牛糞中孳生的蛆為食，調查結果發現蛆的體型大小和其所含能量成正比如圖 A。假設不同體型大小的蛆在牛糞中的數量都一樣，由最佳覓食策略理論推論，15mm 最大的蛆應該會是鵪鶉的最愛。事實卻不然，在自然界中，鵪鶉取食不同大小蛆的百分比如圖 B，與上述理論不盡符合，試簡述四項理由解釋之 (每一個理由說明限在 20 字以內)。(20 分)

(A)

(B)



- A. \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_
- B. \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_
- C. \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_
- D. \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

## 考生編號\_\_\_\_\_

6. 兩排同種源的楓樹在同一時間栽植，成長 5 年之後，在春季時將其中的一排楓樹，每一棵皆從頂到地罩上 1cm x 1cm 網目的網子，是為甲組，另外的一排不罩網子，是為乙組。在秋天落葉前，黃生在甲乙兩組每一棵樹上各隨機摘取 100 片葉子，逐一量測葉片面積及葉子性狀。試回答以下的問題(共 17 分)。
- A. 蟲害對甲乙兩組的葉片所造成的影響將呈現如何之差異？為什麼？（5 分）
  - B. 不罩網的乙組可否視為對照組？為什麼？（5 分）
  - C. 這個研究的目的是想要證明什麼？（7 分）

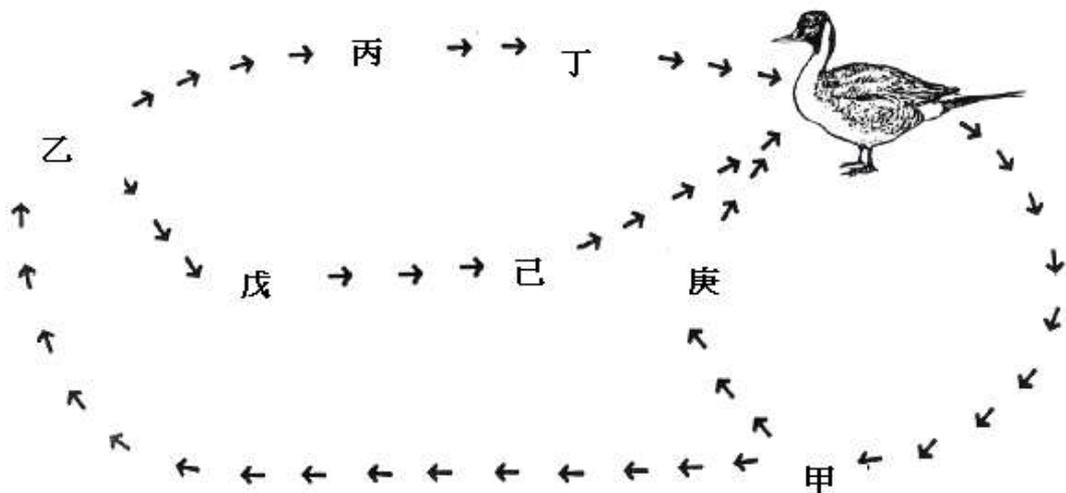
7. 鴨群因為臘腸桿菌中毒而大量死亡，簡單說來是肇因於連續高溫的氣候，久久不雨而水位下降，在一個缺氧而鹹度增加的環境裡，臘腸桿菌行無氧呼吸而釋放出大量毒素。以下這些是在美國西部某一年發生的鴨子臘腸桿菌中毒死亡事件中的各重要份子：

(A) 請依據它們所扮演的腳色，嘗試將這些不同的份子串聯起來，填入下圖中的甲~庚處（以英文字母代號表示各份子即可）。（21 分）

(B) 此圖可以視為是一個食物網嗎？為什麼？（3 分）

(C) 在什麼情況下或是可以採取哪些行動，可能可以停止鴨子臘腸桿菌中毒事件的傳播？（6 分）（共 30 分）

-  a. 活的鴨子
-  b. 因為臘腸桿菌而中毒死亡的鴨子屍體
-  c. 因為其他任何原因而死亡的鴨子屍體
-  d. 帶有臘腸桿菌毒素的蛆
-  e. 不帶有臘腸桿菌毒素的蛆
-  f. 含臘腸桿菌毒素的活的無脊椎動物
-  g. 含臘腸桿菌毒素的死的無脊椎動物
-  h. 在底泥中的臘腸桿菌



考生編號\_\_\_\_\_