

2017 年國際生物奧林匹亞競賽

國手選拔營

理論評量試題

第一部分

Student Code :



注意事項：

- 1.本部份試題共 9 頁(含封面)，共 100 分。請檢查是否有缺頁，若有缺頁請立即告訴試務人員
- 2.作答時請核對試題封面是否和你的考號相同。
- 3.請在試題卷上用藍(黑)筆作答，並請保持試卷的整潔。
- 4.試題答案可寫至題目背面，但請標上題號。

第一部分：(100 分)

一、國際賽型題（本大題請作答於答案卷上）

下列 1-13 題為國際賽型題，不等距得分(每題 4 分，共 52 分，4 個敘述答對 0 得 0 分，答對 1 得 0.2 分，答對 2 得 1 分，答對 3 得 2 分，答對 4 得 4 分)

1. 鐸蛋白(Toll protein)最早發現於果蠅胚胎，功能為調節背腹部體軸的發育，缺少鐸蛋白會造成果蠅胚胎的畸形發育。1996 年，霍夫曼(Jules Hoffmann)現一種鐸基因突變的果蠅，因訊息轉譯的缺失無法合成抗黴素(drosomycin)而被真菌感染，後來證實鐸蛋白能辨識病原體的特殊構造，引發果蠅分泌多肽抵抗感染。1997 年，詹衛(Charles Janeway)等人在人類免疫細胞中發現類似果蠅鐸蛋白的人類鐸蛋白，接著許多相似的分子逐一被發現，都具有類似的構造與受體的功能，被命名為類鐸受體(toll-like receptor; TLR)。TLR 為一古老的蛋白家族，菸草的 TLR 能助其抵抗菸草鑲嵌病毒，可說是生物抵抗病原體入侵的最前線。請回答其描述是正確 (T) 或是錯誤 (F)？
 - (A) TLR 可啟動先天性免疫反應，與適應性免疫反應的啟動無關
 - (B) TLR 利用從植物界到動物界都常見的訊息傳遞途徑，以啟動對感染的控制
 - (C) TLR 可促進多細胞生物的演化，無法抵禦感染者就無法生存，TLR 在分子結構上的相似度，提供了追蹤生物起源的途徑
 - (D) 人類已知的 TLR 有 10 種，每種 TLR 能辨識某類病原體的特定基本組成，因同一類病原體的基本組成相同，只要 10 種 TLR 就可防禦幾乎所有已知的病原體。這些 TLR 也可以成組集合起來作用，不同細胞上可有不同類型的組合

2. 自然殺手(Natural killer, NK)細胞起源於淋巴前驅細胞，佔人類血液中淋巴球的 5-10%。NK 細胞表面缺乏專一性的抗原受體，主負責非專一性防禦。細胞表面有抑制性(inhibitory)和活化性(activating)受體，若與正常細胞接觸，正常細胞表面的第一型 MHC 分子與抑制性受體結合，傳遞抑制 NK 細胞活性的訊息，細胞不會被活化；在細胞被病毒感染或轉為腫瘤細胞後，第一型 MHC 分子的表現常會發生異常，當與 NK 細胞接觸時，便無法獲得抑制性受體的訊息，於是 NK 細胞活化進行胞殺作用。只有活化訊息存在，且抑制的訊息異常或不存在時，NK 細胞才會進行胞殺作用。請回答其描述是正確 (T) 或是錯誤 (F)？
 - (A) NK 細胞由骨髓前驅細胞(myeloid precursor cells)分化而來
 - (B) NK 細胞表面有 IgG 分子的受體，可在 IgG 的協助下殺死目標細胞
 - (C) NK 細胞表面有許多膜蛋白能接受來自目標細胞的刺激，調節 NK 細胞活性
 - (D) NK 細胞可藉穿孔素(perforin)在目標細胞膜形成孔洞，讓顆粒酶進(granzyme)入目標細胞並改變其粒線體膜的通透性，啟動細胞凋亡(apoptosis)來胞殺腫瘤細胞和被病毒感染細胞

3. 免疫系統異常或受損，生物體無法對抗病原體所引起的疾病時，稱為免疫不全症(immunodeficiencies)。免疫不全症有先天性及後天性兩類，先天性是起因於基因或是免疫系統發育時的缺陷，一般又分為吞噬細胞免疫缺陷、補體缺乏、抗體缺乏及細胞免疫缺陷等四類。後天免疫不全症是由後天因素如病毒感染、化學治療及免疫抑制劑而導致免疫缺失，目前最嚴重的是 AIDS。請回答其描述是正確 (T) 或是錯誤 (F)？
- (A) 吞噬性白血球缺陷的特徵之一是細菌性的感染會增加
 (B) 先天無顆粒性白血球症是因淋巴性(lymphoid)前驅細胞的缺陷所導致
 (C) 狄喬治症(DiGeorge syndrome)患者先天胸腺發育不良，血液中缺乏 T 細胞
 (D) HIV-1 與 HIV-2 進入 T 細胞都要有 CCR5 共同受體，故 HIV-1 與 HIV-2 的相關性要比 HIV-1 與 SIV 的相關性高
4. 生物體中的細胞一般通過凋亡(apoptosis)或壞死(necrosis)二者之一而死亡。請回答其描述是正確 (T) 或是錯誤 (F)？
- (A) 細胞培養時若缺乏氧或營養、改變 pH 值或溫度會引起凋亡
 (B) 凋亡發生時細胞的結構溶解、胞膜破壞、胞器腫脹、染色質分散呈絮狀
 (C) 凋亡時會發生自噬反應、基因調控、新蛋白的合成、凋亡小體的出現、細胞間 Ca^{2+} 的增加等現象，而壞死時無這些現象發生
 (D) 胸腺中的 CD4 及 CD8 雙陽性 T 細胞會進行兩種株落選擇：(1)使對 MHC 分子辨識力太弱的雙陽性 T 細胞凋亡，因其無法辨識抗原，(2)使會對自身抗原產生免疫反應的雙陽性 T 細胞凋亡，以免其引起自體免疫疾病
5. 樹突細胞(dendritic cell, DC)在血液中數量不多，但被認為是免疫系統中最具抗原呈獻能力的細胞，也是聯絡先天性免疫及適應性免疫間的關鍵細胞。請回答其描述是正確 (T) 或是錯誤 (F)？
- (A) 未成熟(immature)樹突細胞變成成熟(mature)樹突細胞時，吞噬的能力增加
 (B) 樹突細胞可起源於骨髓幹細胞或淋巴幹細胞，不同起源的樹突細胞分布的位置與功能也會有不同
 (C) 有些樹突細胞在骨髓中形成後可經血液進入皮膚的表皮層，稱為蘭格漢氏細胞(Langerhans cell)
 (D) 樹突細胞可在先天性免疫反應過程中獲得病原體成分，將之從感染部位帶至淋巴結，以細胞膜上的第二型 MHC 分子將抗原片段呈現給 T 細胞，導致 T 細胞活化而產生適應性免疫反應

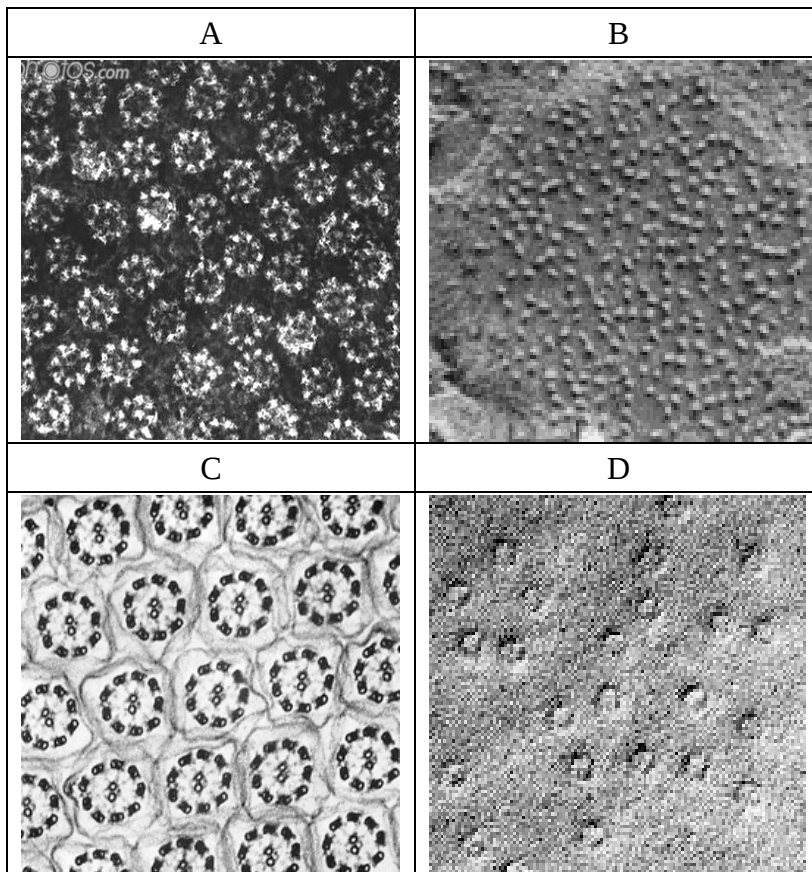
6. 福氏耐格里變形蟲(*Naegleria fowleri*, Nf)俗稱食腦變形蟲(brain-eating amoeba)，生活史中會出現滋養體、囊體及鞭毛體等時期，滋養體在不適環境中可形成鞭毛體，泳動快，24h 內可再變回滋養體，但不能形成囊體。42°C 時繁殖最旺盛。Nf 會沿著人類嗅神經進入腦部而引發原發性阿米巴腦膜腦炎(Primary amoebic meningoencephalitis, PAM)，感染致死率可達 99%。請回答其描述是正確 (T) 或是錯誤 (F)？
- (A) Nf 為一種在人類腦部寄生的寄生性物種
 (B) Nf 感染人體途徑也包括食入受滋養體污染的食品(飲水)
 (C) 變形蟲若能突破血腦屏障而進入人類腦部，就會引發 PAM
 (D) 滋養體嗜熱，是生活史中的致病時期，遇逆境時可形成囊體
7. 免疫反應牽涉到造血細胞、發炎細胞、淋巴球等細胞間複雜的交互作用，扮演細胞之間相互溝通角色的是細胞素(cytokines)。細胞素是白血球及其他體內細胞為因應各種刺激而分泌的低分子量調控蛋白。這些蛋白能協助調控免疫功能性細胞的發育及其他直接的效應物作用。請回答其描述是正確 (T) 或是錯誤 (F)？
- (A) 淋巴素(lymphokines)僅由淋巴球所分泌，而單核素(monokines)則是由單核球與巨噬細胞所分泌的細胞素
 (B) 細胞素能結合到目標細胞之細胞膜上的專一性受體，引發訊息傳遞途徑進而改變目標細胞的基因表現
 (C) 當合併兩種細胞素作用於細胞活動的效果，比用個別細胞素的加成作用效果更好時，稱為細胞素的拮抗作用
 (D) 由活化的 T 細胞所分泌的細胞素可影響 B 細胞、Tc 細胞、自然殺手細胞、巨噬細胞、顆粒細胞、甚至造血幹細胞(hematopoietic stem cell)的活性
8. 下列為有關細胞核的敘述，請回答其描述是正確 (T) 或是錯誤 (F)？
- (A) 核膜包括以平行方式相互重疊的兩層膜狀構造，內外膜之間的間隙，平滑內質網中的內腔相連
 (B) 穿透核膜的核孔擁有類似於通道的功能
 (C) 生物分子會藉由核轉運蛋白 (karyopherin) 分子中介通過核孔
 (D) 內輸蛋白 (importin) 與外輸蛋白 (exportin) 會幫助生物分子由細胞核運送到高式體 (Golgi apparatus)

9. 下列何種生物分子，可以藉由核孔進入細胞核中，完成生物功能？

請回答其描述是正確 (T) 或是錯誤 (F)？

- (A) 轉錄因子 (transcription factor)
- (B) 訊息 RNA (mRNA)
- (C) 葡萄糖分子 (glucose)
- (D) 白蛋白分子 (albumin)

10. 下列何者為核孔的電子顯微鏡圖？請回答其描述是正確 (T) 或是錯誤 (F)？



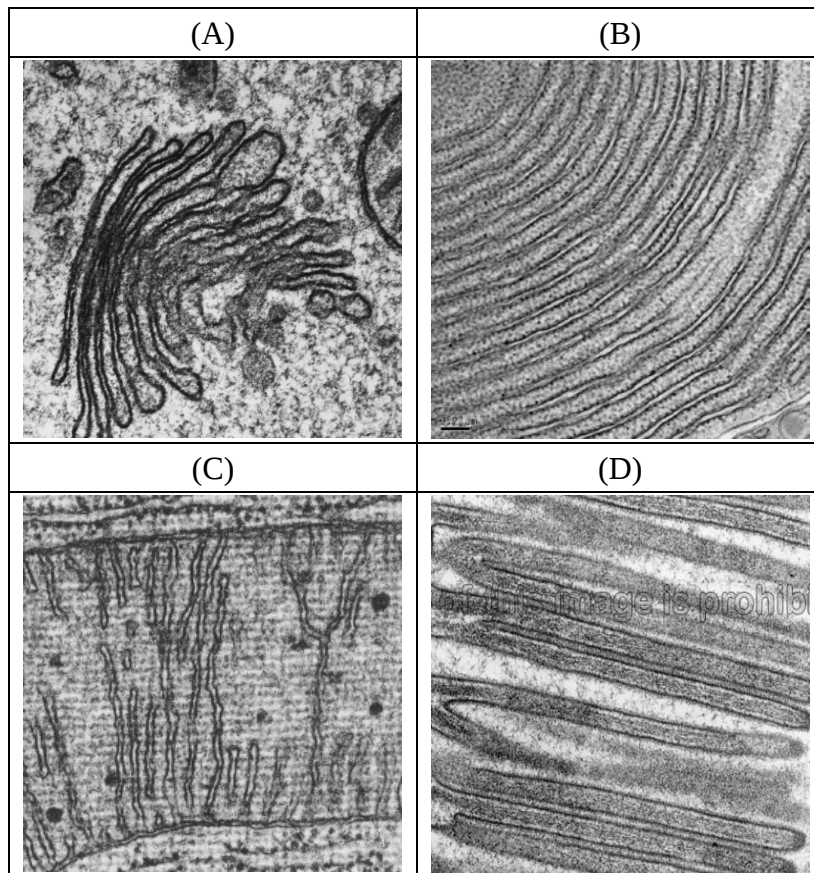
11. 高氏體 (Golgi apparatus) 是 1898 年義大利解剖學家卡米洛·高基 (Camillo Golgi) 發現的並命名。下列有關高氏體的功能，請回答其描述是正確 (T) 或是錯誤 (F)？

- (A) 與蛋白質加工分選有關
- (B) 與蛋白質分解有關
- (C) 與蛋白質分泌有關
- (D) 與細胞呼吸有關

12. 高氏體在下列何種細胞中較為發達？發達者選正確 (T) 不發達者選錯誤 (F)？

- (A) 漿細胞 (plasma cell)
- (B) 甲狀腺細胞 (thyrocyte)
- (C) 神經細胞 (neurons)
- (D) 心肌細胞 (Cardiomyocytes)

13. 下列何者為高氏體的電子顯微鏡圖？請回答其描述是正確 (T) 或是錯誤 (F)？



二、問答題(共 29 分)

1. 比較節肢動物與人類的免疫反應 (4 分)

2. 台灣最近發生禽流感，導致許多家禽類的大量死亡；此波禽流感是由 A 型 H5N6 亞型高病原性禽流感病毒造成，人類感染後死亡率極高，影響健康安全與社會經濟甚鉅。請問

(1) 何謂高病原性禽流感病毒？ (5 分)

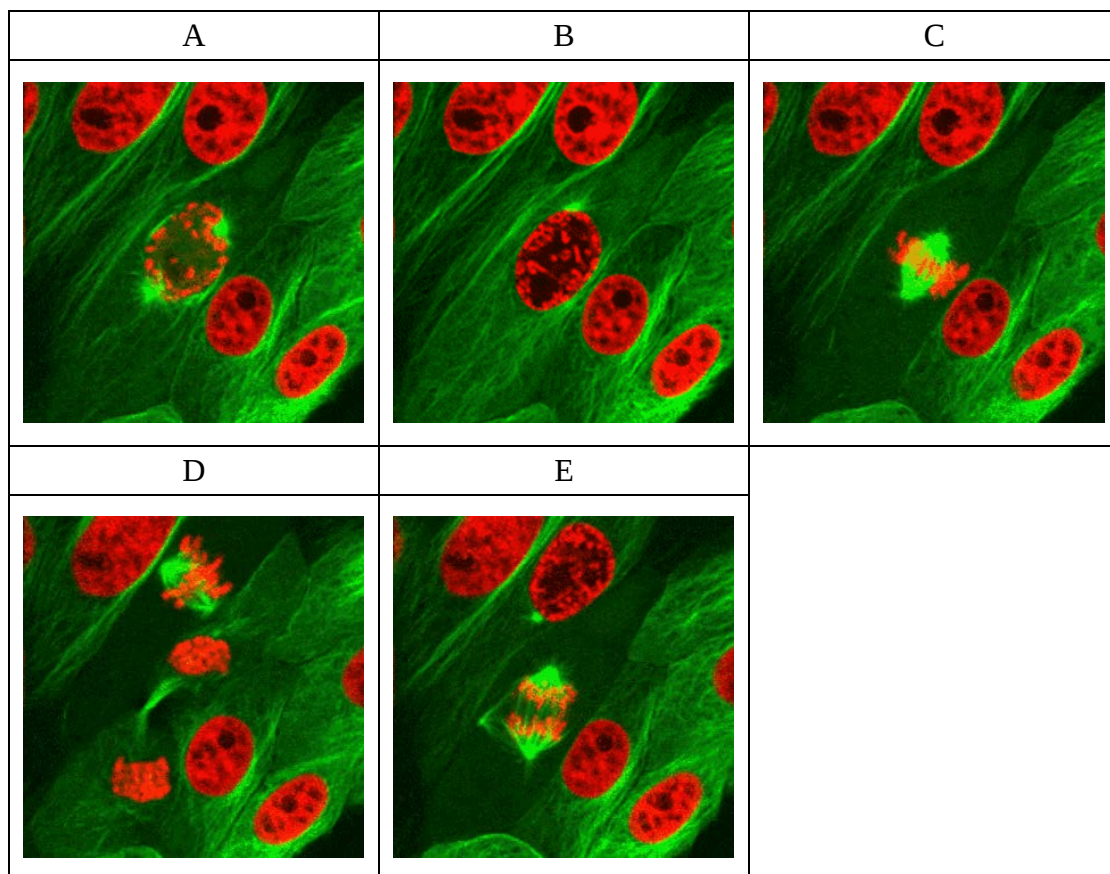
(2) H5N6 病毒代號中的 H 與 N 分別所指為何？ (5 分)

3. 古菌 (archaebacterium) 與真細菌 (eubacterium) 在細胞構造上同屬原核細胞生物，如果撇開與生態上的不同，請盡量寫出二者在細胞結構上的差異。(8 分)

4. 請比較細菌鞭毛與真核細胞鞭毛在構造與運動方式上的差異。(7 分)

三、填充題(共 19 分)

1. 小明在利用曠時攝影 (time lapse photography) 觀察並記錄細胞分裂的過程，分別以綠色及紅色螢光染料進行相關生物分子標定染色。其結果如下表 A-E 所示。



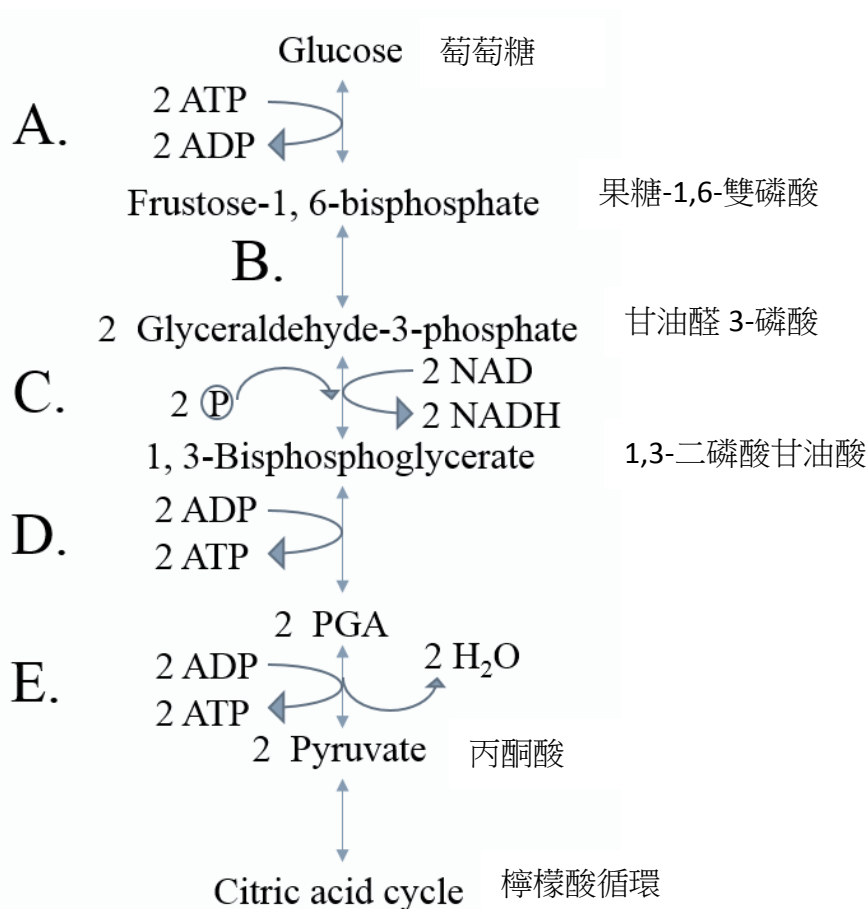
- 1.1 請問紅色與綠色螢光染料，分別染上何種生物分子？
(答錯任何一小題，不予計分) (2 分)

綠色	紅色

- 1.2 請依照細胞有絲分裂 (mitosis) 的順序，將 A-E 的結果依序填入下表。
(答錯任何一小題，不予計分) (5 分)

前期 prophase	前中期 prometaphase	中期 metaphase	後期 anaphase	末期 telophase

2.



上圖是糖解反應的步驟。每一步驟都用一個字母代表。請使用這些字母來回答下列的問題。

2-1. 有何步驟顯示一個分子分成兩個較小的分子？(2 分) _____

2-2. 有何步驟顯示無機磷酸鹽被加到反應物中是哪一個步驟？(2 分) _____

2-3. 有何步驟顯示有磷酸化反應，且其磷酸鹽的來源是 ATP？(2 分) _____

3. 以下為減數分裂的基本步驟，請以此回答下列問題

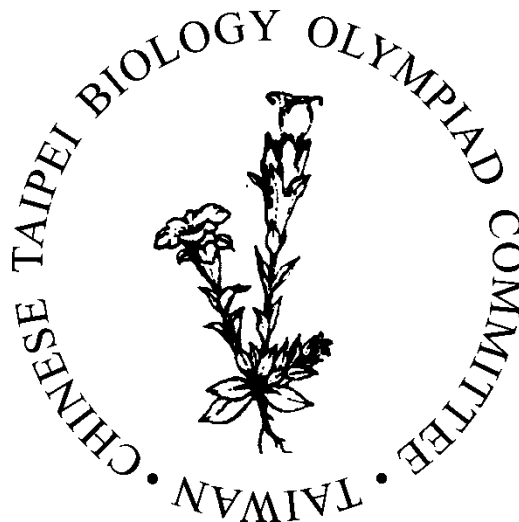
- 形成四個新的核，每個核所含的染色體均為親本的一半
- 四分體位於赤道板上
- 姐妹染色體分離
- 同源染色體分離
- 聯會 (synapsis)；染色體成對移動到細胞中間

3-1. 從上面的描述，減數分裂的順序？(3 分) _____

3-2. 上述步驟中，何者也會見之於有絲分裂？(3 分) _____

2017 年國際生物奧林匹亞競賽
國手選拔營
理論評量試題
第二部分

Student Code :



注意事項：

- 1.本部份試題共 10 頁(含封面)，共 100 分。請檢查是否有缺頁，若有缺頁請立即告訴試務人員
- 2.作答時請核對試題封面是否和你的考號相同。
- 3.請在試題卷上用藍(黑)筆作答，並請保持試卷的整潔。
- 4.試題答案可寫至題目背面，但請標上題號。

第二部份:(共 100 分)

1.下列是有關植物種子發芽的相關敘述：

請針對下表左列項目 1~8 填入右列正確的相對應的描述代號(A~Z)，在表格中填入相對應的描述代號即可。 (每小題 2 分，共 16 分)

種子發芽	(填入描述代號)	描述之代號			
1. 會影響種子發芽的環境因子		A	水	L	細胞分裂素
2. 會影響種子發芽的荷爾蒙		B	氧氣	M	種皮太厚
3. 玉米種子穗上發芽乃因		C	溫度	N	種皮含抑制因子
4. 種子無法發芽的原因可能		D	風力	O	離層酸太低
5. 影響種子發芽的光接受體		E	光或黑暗	P	高茉莉酸
6. 條件適合種子發芽時		F	生長素	Q	隱花色素
7. 參與種子發芽的酵素		G	吉貝素	R	光敏素 A
8. 提供種子發芽的營養份來源		H	茉莉酸	S	光敏素 B
		I	水楊酸	T	膨壓變小
		J	乙烯	U	膨壓變大
		K	離層酸	V	氧化酶
				W	α -水解酶
				X	β -水解酶
				Y	脂肪分子
				Z	澱粉

2. 下列是有關照光與黑暗處理對於開花與基因表現，以及質體（或葉綠體）發育的相關敘述，試根據下表與下圖，回答下列相關問題：(共 34 分)

(表一)：阿拉伯芥野生型(Columbia)與其他四種不同突變體(*co-1*, *gi-2*, *ld-1*, 與 *hy2*)分別種植在連續照光(continuous light)，以及連續黑暗(continuous darkness)中，進行開花時間的調查，分別以開花天數(Days to anthesis)，以及抽花莖時葉子數目(Number of Leaves)來表示。

Strain	In continuous light		In continuous darkness	
	Days to anthesis	Leaves	Days to anthesis	Leaves
實驗一				
Columbia	20.4 ± 3.6	7.8 ± 0.84	30	6.4 ± 0.54
<i>co-1</i>	26.4 ± 4.6	11.8 ± 1.6	30	6.2 ± 0.44
<i>gi-2</i>	39.6 ± 6.7	24.2 ± 5.4	30	6.8 ± 0.44
<i>ld-1</i>	60.4 ± 9.3	45.4 ± 6.0	41	10.4 ± 2.1
實驗二				
Columbia	20.4 ± 5.5	7.6 ± 0.55	30	7.6 ± 0.55
<i>hy2</i>	16.4 ± 4.0	4.0 ± 0.70	30	7.6 ± 1.14

(表二)：根據圖一基因表現量化的結果。最左列是不同受光誘導的基因(*rbcS*, *cab*, *chs*, *rbcL*, *psa A*)，在光中生長(Light-solid(1))的樣品中其基因表現量當作 100，其餘樣品：黑暗液體培養(Dark-liquid 3)含搖動，以及黑暗固體培養(Dark-solid 2)中是相對於光中者的基因表現量。

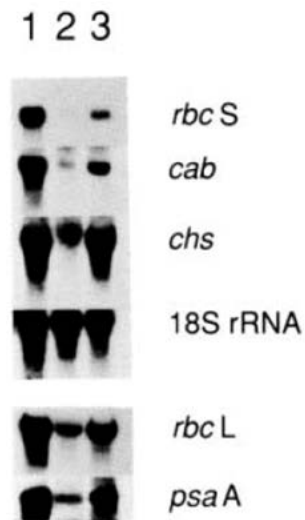
Genes	Light-solid (1)	Dark-liquid (3)	Dark-solid (2)
<i>rbc S</i>	100	20	>1
<i>cab</i>	100	18	1.5
<i>chs</i>	100	70	15
<i>rbc L</i>	100	24	11
<i>psa A</i>	100	36	7

(圖一)：受光誘導的基因其 mRNA 在不同樣品中的表現量。

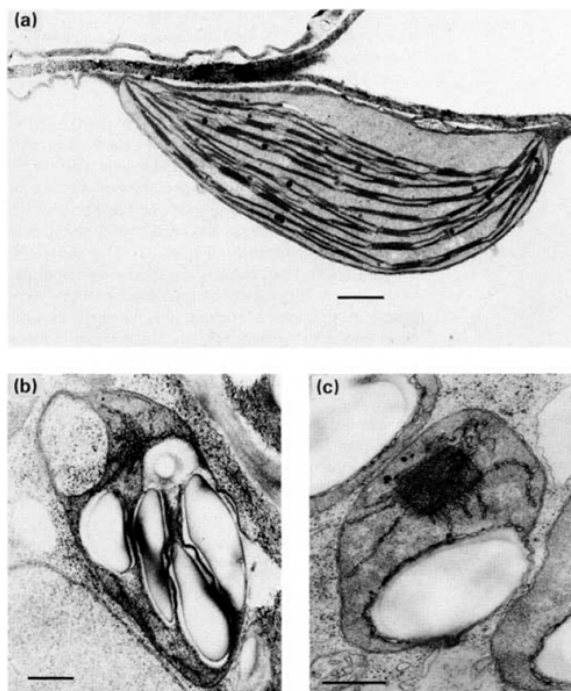
Lane 1: 在光中生長的阿拉伯芥。

Lane 2: 黑暗中固體培養基生長的阿拉伯芥。

Lane 3: 黑暗中液體培養基含搖動生長的阿拉伯芥。



(圖二)：阿拉伯芥植物生長在光中或黑暗液態培養基中葉綠體或質體的電子顯微鏡圖。15 天大的植物用來進行觀察。(a). 光中生長植物的質體。(b 與 c). 黑暗液態培養基中生長植物的質體。



**(1) 在表一中，四種突變體在光中和黑暗中開花時間與野生型比較，有何差別？
(10 分)**

**(2) 在表一中，試比較光中與黑暗中生長的植物，其調控開花的機制是否相同
(2 分)？為什麼？ (3 分)**

**(3) 根據圖一與表二，比較受光調控基因的表現，可以得到何種結論 (5 分)？
解釋可能的原因。(2 分)**

**(4) 根據圖二，比較(a)、(b)與(c)圖中質體發育上的差異 (3 分)。(b)與(c) 圖中
明顯可見巨大白色橢圓形構造是什麼？ (3 分)**

**(5) 根據表一、表二，以及圖一、圖二的結果，提出光照與黑暗對於開花影響
的結論，並且推論可能的原因。**

結論： (4 分)

原因： (2 分)

3. 繪製一個系統發育樹(phylogenetic tree)以說明我們目前對苔蘚類植物(Bryophyte)、石松類植物(Lycophyte)、蕨類植物(Pteridophyte, fern)、裸子植物(Gymnophyte)和被子植物(Angiosperm)之間演化的關係。請以輪藻類(Charophyte)作為外群(outgroup)，並將至少一個衍生的特徵(derived characteristic)標示於系統發生的每個分支(clade)上，亦即所述特徵對於由分支點(clade node)共同祖先之後的生物體是唯一的。(10 分)

4. 寄生植物 (P, parasitic plant) 是必須從宿主植物 (H, host plant) 中獲得部份或全部營養需求的植物，目前已知約 4,100 種寄生植物寄生於 1,900 種開花宿主植物。基本上，寄生植物均具有吸器(haustoria)，藉以從宿主吸取水分和養分。(共 30 分)

(1) 寄生植物就其與宿主的關係特性，可依其是否必須依賴宿主以完成其生活史 (life cycle)而分為絕對寄生(Obligate parasite)或兼性寄生(Facultative parasite)；著生於宿主的主要部位而分為莖部寄生(Stem parasite)或根部寄生(Root parasite)；在自然狀況下其是否可進行光合作用而分為半寄生(Hemiparasite)或全寄生(Holoparasite)。

i) 於空格中填入對(O)或錯(X)。(每格 0.5 分，3 分)

全寄生植物必為絕對寄生植物		絕對寄生植物必為全寄生植物	
兼性寄生植物必為半寄生植物		半寄生植物必為兼性寄生植物	
莖部寄生植物必為半寄生植物		根部寄生植物必為全寄生植物	

ii) 請分別描述下列六種寄生植物的特徵，並列表比較異同。(9 分)

菟絲子(*Cuscuta*) : stem holoparasite

非洲白鷺花(*Hydnora* spp.) : root holoparasites

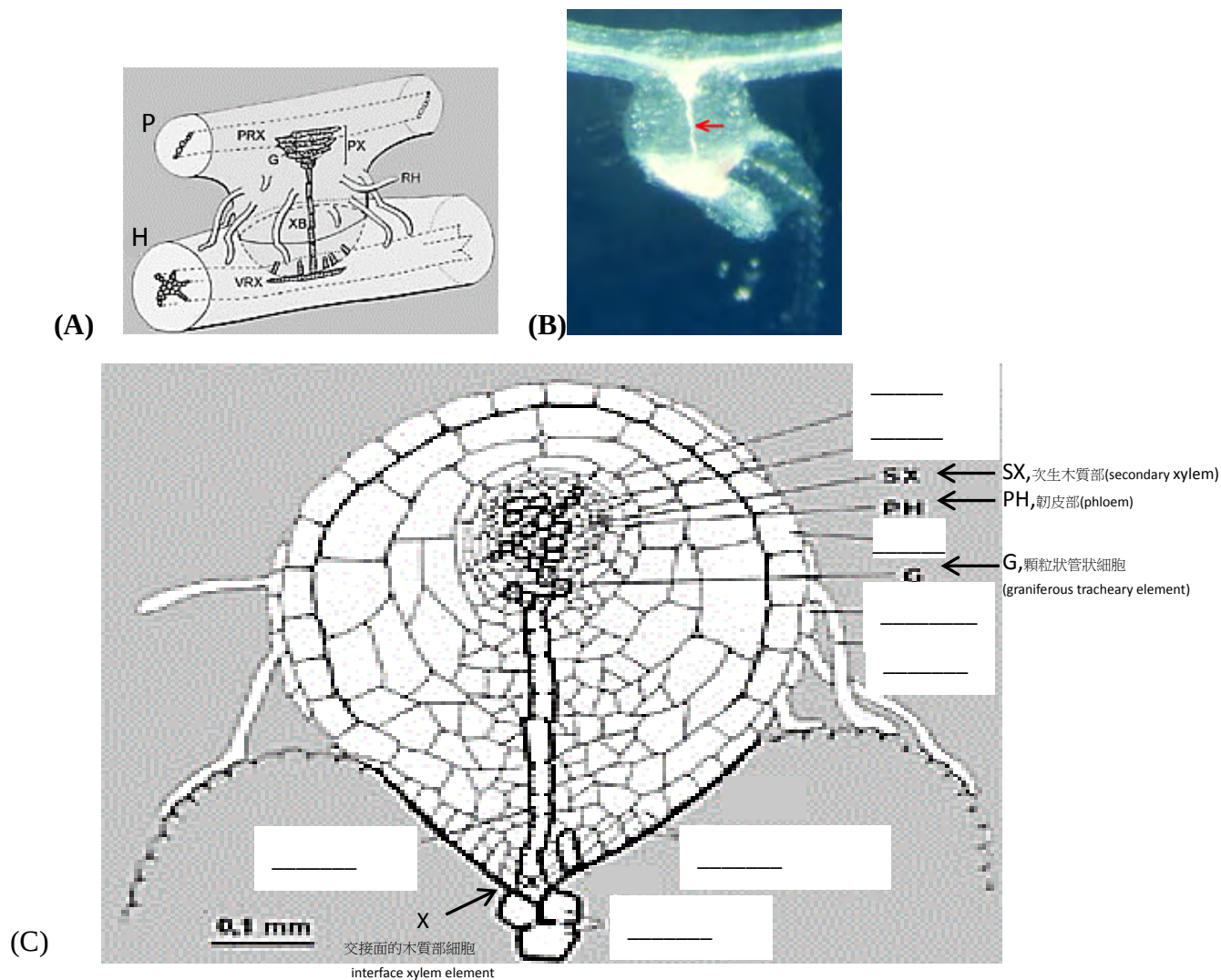
槲寄生(*Mistletoe*) : obligate stem hemiparasite

澳洲聖誕樹(*Nuytsia floribunda*) : obligate root hemiparasite

列當(*Orobanche*) : root holoparasites

鼻花(*Rhinanthus*) : facultative root hemiparasite

- (2) 下列為某種玄參科寄生植物與其宿主植物間部分根部構造的切片。(A)為 3D 立體圖；(B)為切片自發性螢光(auto-fluorescence)影像圖；(C)為寄生植物吸器橫切片與其宿主間的組織圖。



i) 圖 A 中寄生植物(P; 上方)與宿主植物(H; 下方)根部的切面顯示其木質部分別為幾個星芒 (arch)? 星芒頂端的細胞屬於哪種組織? 寄生植物的吸器與宿主植物直接相連接的細胞種類可能為何? (6 分)

ii) 圖 B 中紅色箭頭所指具自發性螢光的影像為何種組織? 其主要產生螢光的物質為何? (4 分)

iii) 請由下列的組織細胞名稱挑選出正確的名稱，依序填入圖 C 的空格中。(8 分)

E ,表皮(epidermis)	T ,根毛(root hair)
En ,內皮層(endodermis)	HX ,寄主木質部細胞(host xylem element)
Pc ,周鞘(pericycle)	IP ,界面薄壁細胞組織(interface parenchyma cell)
S ,外皮層(exodermis)	XB ,木質部橋之單排導管細胞(Vessel member of single-stranded xylem bridge)。

5. 植物體的莖系統(shoot system)與根系統(root system)之間，哪些組織是相連結的？簡要分析不同植物體的莖系統與根系統的大小與形態，為何會有不同與變異？另說明植物連續無限的生長(indeterminate growth)如何加強了表現型可塑性(phenotypic plasticity)。(10 分)

2017 年國際生物奧林匹亞競賽

國手選拔營

理論評量試題

第三部分

Student Code :



注意事項：

- 1.本部份試題共 9 頁(含封面)，共 100 分。請檢查是否有缺頁，若有缺頁請立即告訴試務人員
- 2.作答時請核對試題封面是否和你的考號相同。
- 3.請在試題卷上用藍(黑)筆作答，並請保持試卷的整潔。
- 4.試題答案可寫至題目背面，但請標上題號。

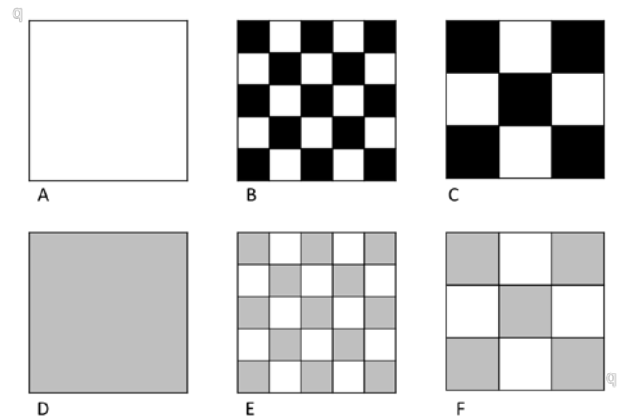
第五部分：(100 分)**1. 是非題(每題 2 分，共 10 分)**

烏賊在不同底質環境中會偽裝其體色與體態，研究者可將其體色偽裝大致分成：均勻型、斑駁型與破碎型(如圖一)。將同一批體型體色相仿的 20 隻烏賊分別放入由 6 種斑塊底色(圖二，A 至 F)的水族箱中，得到以下數據：

	A	B	C	D	E	F
均勻型	20	0	0	19	0	0
斑駁型	0	18	1	1	10	5
破碎型	0	2	19	0	10	15



(圖一)：三種烏賊的偽裝體色



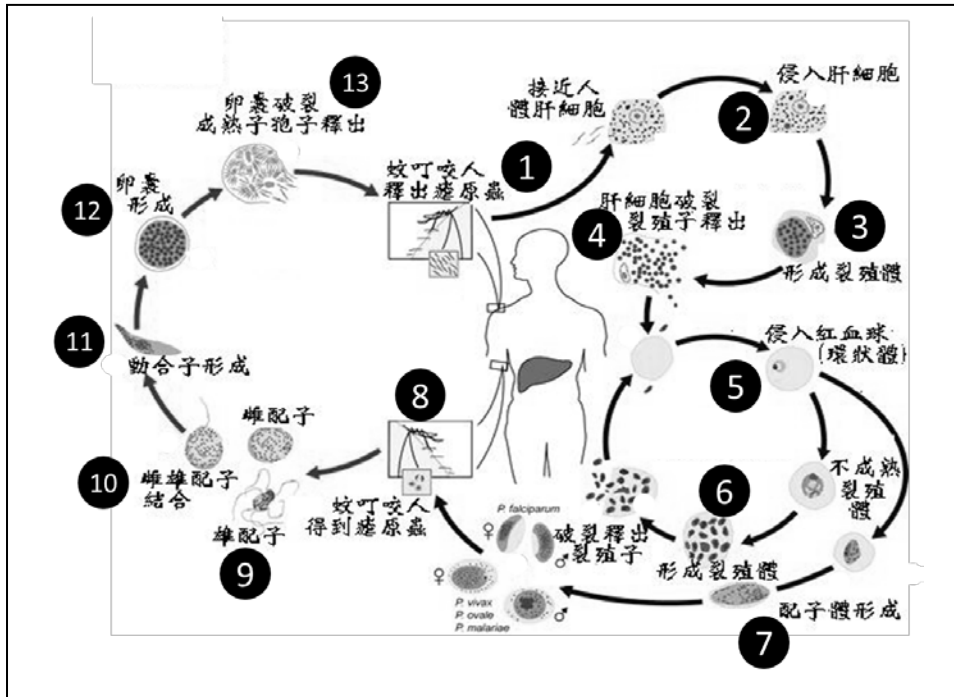
(圖二)：水族箱的 6 種斑塊底色(A 至 F)

根據以上實驗數據，回答以下敘述是否正確：

- A. () 均勻型的出現頻率與斑塊顏色對比無關
- B. () 斑塊越小，破碎型的出現頻率越低
- C. () 斑塊顏色對比越大，斑駁型出現頻率越高
- D. () 相較於斑塊大小，斑塊顏色對比斑駁型出現頻率的影響較大
- E. () 相較於斑塊顏色對比，斑塊大小對破碎型出現頻率的影響較大

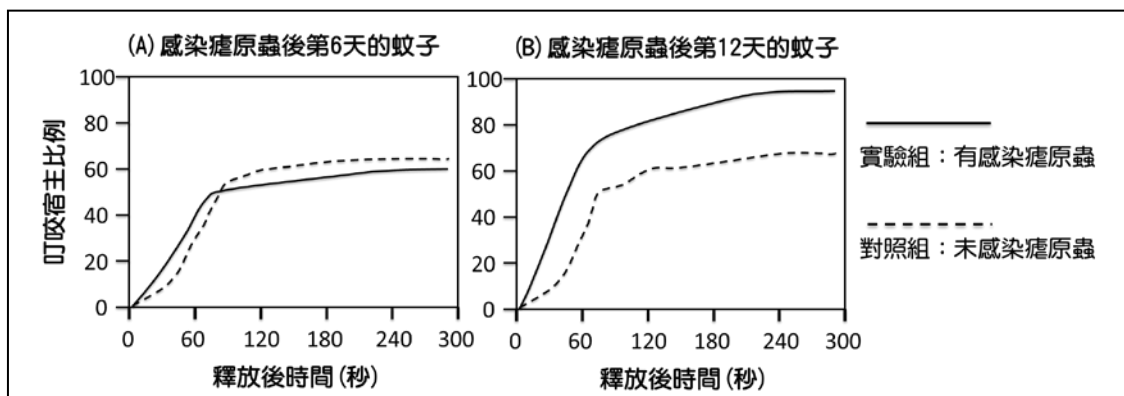
二、填充題 (A~E, 每題 3 分, 共 15 分)

請參考以下瘧原蟲生活史簡圖, 回答下列問題:



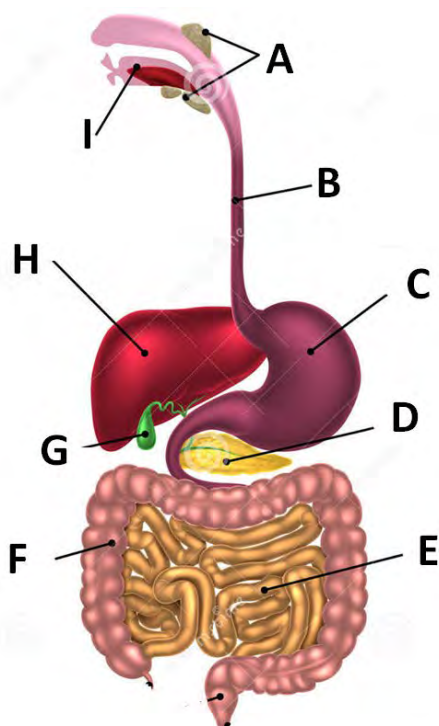
藉由瘧原蟲之生活史中不同的形態與感染位置、宿主等, 可分成 1 至 13 個時期, 請問:

- 瘧原蟲的哪些時期是屬於單倍體 (_____)
- 瘧原蟲的無性繁殖在那些時期產生 (_____)
- 人類瘧疾典型的症狀有週期性的發燒、畏寒、冒冷汗, 請問這些症狀的發生跟瘧原蟲的那些時期較為相關 (_____)
- 科學家利用含有瘧原蟲的血液餵食蚊子, 再觀察蚊子感染瘧原蟲後第 6 天與第 12 天的覓食行為(在紗網包覆的籠內釋放蚊子, 紀錄不同時間內叮咬宿主的蚊子之累積比例), 得到以下圖表。請問 A 圖與 B 圖中的瘧原蟲分別可對應到其生活史的哪個時期 (A: _____ B: _____)



- (承上題) 若是感染瘧原蟲後第 6 天的蚊子, 與感染瘧原蟲後第 12 天的蚊子有相同的覓食行為, 請問對瘧疾的感染率會造成何種影響?

三、下方左圖為人體消化系統的示意圖，下右表表示酵素或化合物。利用下圖與表回答問題 1. 及 2.。(9 分)



代號	酵素 (酶) 或 化合物
甲	澱粉酶 (Amylase)
乙	唾液澱粉酶 (Ptyalin)
丙	胰蛋白酶 (Trypsin)
丁	麥芽糖酶 (Maltase)
戊	胺基胜酶 (aminopeptidase)
己	膽鹽 (Bile salts)
庚	鹽酸或胃酸 (HCl)
辛	脂肪酶 (Lipase)
壬	胃蛋白酶 (Pepsin)

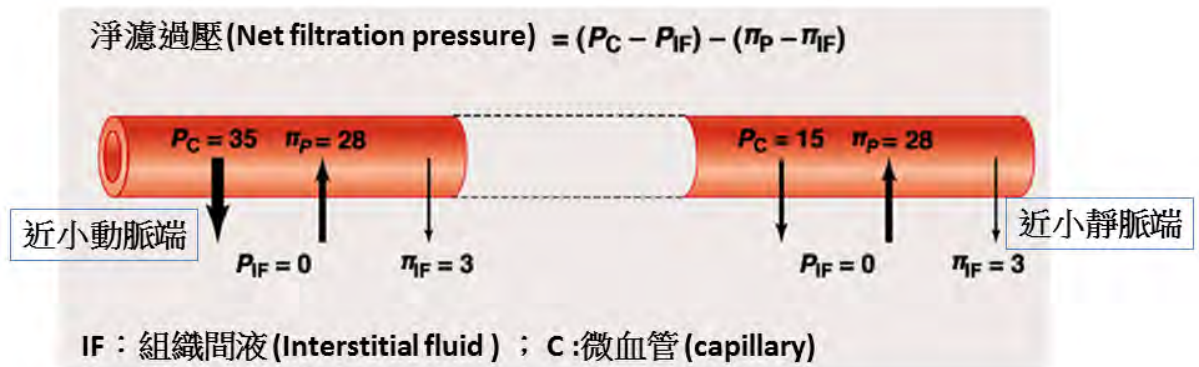
以英文字母代號 (代表器官) 與中文字代號 (代表酵素或化合物) 填入下列各題的空格中：(並非所有代號都會使用到，被有些代號可能會使用超過 1 次)

- 在器官 1a 裡，脂肪被酵素(或化合物) 1b 與 1c 分解為脂肪酸 (fatty acid) 和甘油 (glycerol)，這些酵素或化合物分別是由器官 1d 所產生。(4 分)
- 蛋白質首先在器官 2a 裡，被酵素(或化合物) 2b 所消化，這種酵素或化合物必須先被酵素或化合物 2c 活化起來，才能消化蛋白質。消化所得的產物則進一步被酵素(或化合物) 2d 消化為短鏈胜肽 (或稱寡胜肽；oligopeptide)，而這種酵素或化合物是由器官 2e 所產生的。(5 分)

答案請填以下表格

1a	1b	1c	1d	
2a	2b	2c	2d	2e

四、下圖為人體微血管及淨濾過壓的示意圖，據以回答問題。(8 分)



1. 寫出四個影響淨濾過壓作用力的名稱及其作用方向
(每項 1 分，共 4 分)。

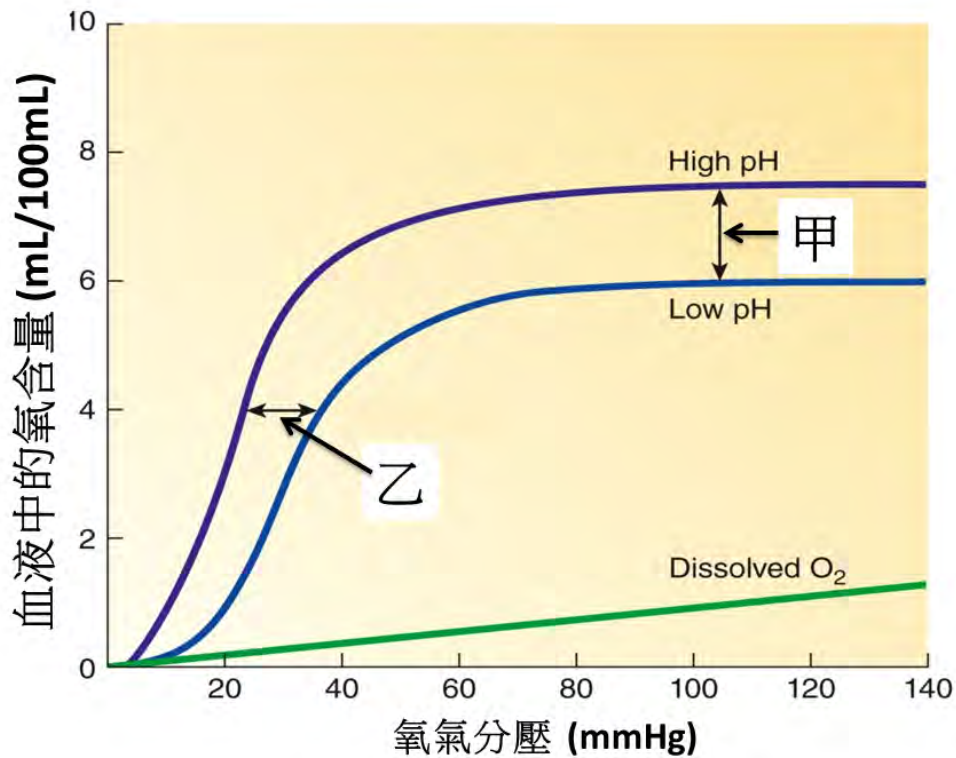
題號	作用力名稱	作用方向(流出或流入微血管)
(1)		
(2)		
(3)		
(4)		

2. 該圖也適用於描述腎絲球中的濾過作用。

(1) 在正常健康人體的腎絲球濾過作用中，少掉哪一個作用力？(1 分)

(2) 少掉該作用力的原因為何？(3 分)

五、人體血液攜帶氧氣的能力，會因應生理狀態的改變，如體溫、酸鹼值等而有所變化。下圖為一正常健康個體，因應不同氧氣分壓，及酸鹼值的改變，血液中的氧含量變化情形。「甲」及「乙」為兩項重要的生理反應，據以回答問題 1.及 2.。(8 分)



1. 該兩項重要生理反應的名稱 (每項 1 分，共 2 分)

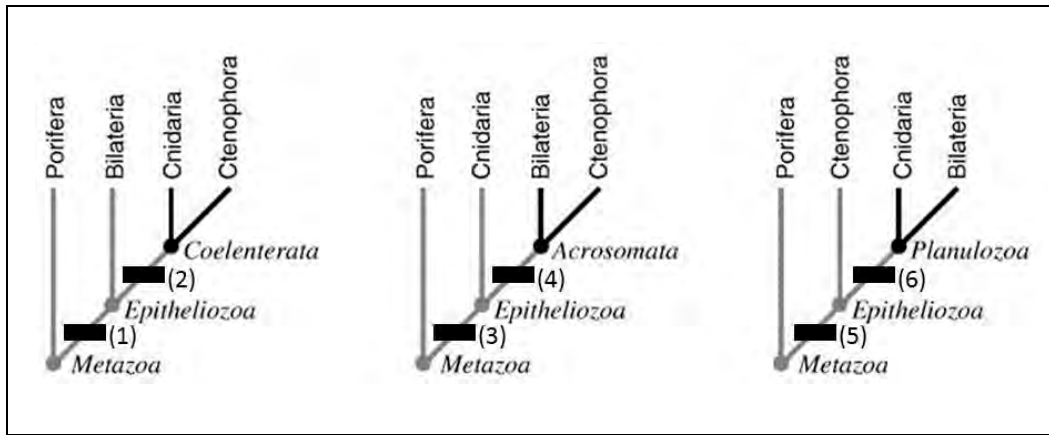
2. 該兩項重要生理反應的機轉 (每項 3 分，共 6 分)

六、問答題(共 18 分)

1. 不同的神經纖維其軸突可以有粗細以及是否有髓鞘包覆而加以分類，請比較這些型態上的差異與神經功能，生理角色扮演的差異。(6 分)
2. 神經軸突可以被許旺氏細胞(Schwann cell)或是寡突細胞(oligodendrocyte)包覆而形成許多分節的髓鞘，請問若髓鞘是如同電線的外覆橡皮一樣完整包覆整條軸突，與形成許多分節的結構會有何差別？(6 分)
3. 如果沒有髓鞘包覆的神經也可以傳遞動作電位，為何在傷害所造成神經失去髓鞘或是一些急性發炎性去髓鞘多發性神經病變的過程中神經會失去傳遞動作電位的功能？(6 分)

4. VX 神經毒劑中毒者最後往往因呼吸肌麻痺而導致死亡，請說明其影響神經訊息傳遞的機制進而解釋造成呼吸肌麻痺的原因。(7 分)

七、問答題



1. 這是動物界(Metazoa)內四個分類群(海綿動物 Porifera、兩側對稱動物 Bilateria、刺絲胞動物 Cnidaria，與櫛板動物 Ctenophora)親緣關係的三個對立假說。請問有那些形態共衍徵(synapomorphic characters)可能支持這些假說成立？請將這些節間(internode)上的可能共衍徵填在下方。

(每題 3 分，共 18 分)

(1) _____

(2) _____

(3) _____

(4) _____

(5) _____

(6) _____

2. 承上題，假設這三個假說都是由同一個矩陣產生，並由最簡約法(Parsimony)所演算推測而得，而且樹長(tree length)相同，你要如何決定何者是最佳假說？。(7 分)

2017 年國際生物奧林匹亞競賽

國手選拔營

理論評量試題

第四部分

Student Code :



注意事項：

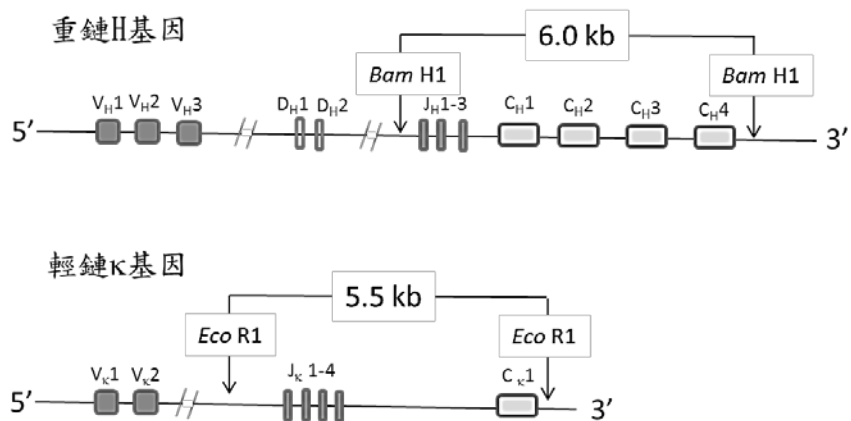
- 1.本部份試題共 4 頁(含封面)，共 100 分。請檢查是否有缺頁，若有缺頁請立即告訴試務人員
- 2.作答時請核對試題封面是否和你的考號相同。
- 3.請在試題卷上用藍(黑)筆作答，並請保持試卷的整潔。
- 4.試題答案可寫至題目背面，但請標上題號。

哺乳類的抗體是由四條蛋白鏈所組成，二條重鏈(H)，二條輕鏈(L)，其與抗原結合的部位是高度變化的可變區(V)，其餘區域構成不可變區 (C)。重鏈的可變區是由三種稱為 V、D、J 的基因片段來決定的，而輕鏈則只有 V 和 J 二種基因，以人類為例，大約有 20 個不同的 V 基因，20 個不同的 D 基因及 4 個 J 基因，且抗體基因表現時呈現有對偶基因排除(Allelic exclusion)現象，亦即兩個對偶基因只有一個會表現。

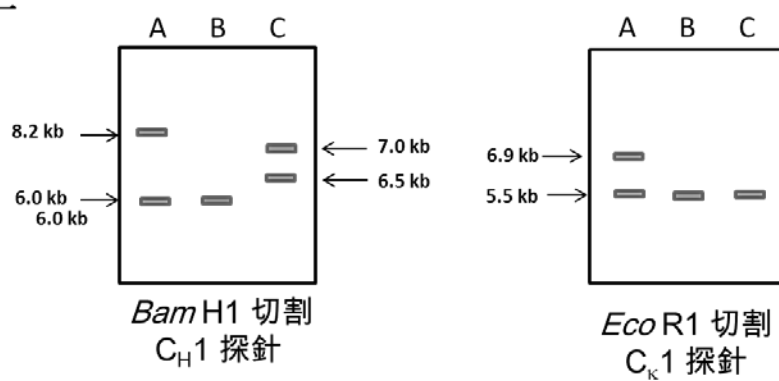
1987 年諾貝爾生理醫學獎頒給利根川進(S. Tonegawa)博士，因其在 1976 年發表於「美國國家科學院院誌」(Proceedings of the National Academy of Science)的一篇論文結果可以解釋免疫系統能製造多樣性抗體的遺傳理論。他以小鼠為模式的實驗結果指出，哺乳類發育期間，每一種不同基因會因隨意的組合而聚在一起。因此，就會在遺傳物質上產生數千個相異的可變異區域。由於每個抗體具有四個可變異區域，而基因本身係依隨機的方式遺傳，因此造成抗體具有上億種變異的可能。其結果亦證實了 1960 年代加州理工學院的德萊爾 (W. Dreyer) 及班奈特 (C. Bennett) 等人認為如能隨意組合構成抗體的不同蛋白質，就能產生數以百萬計的抗體可變區以因應可能接觸的抗原，並成功解釋了免疫系統能以有限的基因製造出無限的不同抗體分子之可能性。

研一新生小英剛進實驗室時，其指導教授給小英三管萃取自稀有哺乳類動物多多龍貓的肝臟、前驅 B 淋巴瘤細胞 (pre-B lymphoma cell) 及 IgM 抗體分泌漿細胞的基因體 DNA，因標籤掉落無法辨識其身分，並交代小英設計實驗以區分此三種 DNA。於是小英仔細檢視了下圖一所示的多多龍貓抗體重鏈及輕鏈的基因結構圖譜及限制酶切割位點及數字顯示切割 DNA 片段大小，並找到實驗室冰櫃中有用同位素標定好的 C_H1 及 C_k1 DNA 探針(Probe)，於是小英將三管 DNA 分別標示為樣品 A、B、C，並各以 Bam H1 及 Eco R1 限制酵素切割完全後，進行洋菜膠 DNA 電泳，膠體內 DNA 再分別轉漬到醋酸纖維膜上後，經變性處理後，分別以 C_H1 及 C_k1 DNA 探針進行雜合(hybridization)，圖二為小英進行南方墨點法分析的實驗結果。

圖一



圖二



1. 請替小英說明並解釋 A、B、C 樣品各為何種細胞? (40 分)

2. 除 DNA 重組外，還有什麼基因表現的分子機制可造成抗體分子的多樣性？
(30 分)

3. 抗體蛋白製造後需經那些修飾及組裝後才分泌出形成具功能性抗體分子？
(40 分)

2017 年國際生物奧林匹亞競賽
國手選拔營
理論評量試題
第五部分

Student Code :



注意事項：

- 1.本部份試題共 8 頁(含封面)，共 100 分。請檢查是否有缺頁，若有缺頁請立即告訴試務人員
- 2.作答時請核對試題封面是否和你的考號相同。
- 3.請在試題卷上用藍(黑)筆作答，並請保持試卷的整潔。
- 4.試題答案可寫至題目背面，但請標上題號。

第五部分：(100 分)

單選題（每題 3 分，共 24 分）

一、草原生態系覆蓋廣大的地表面積（約 40%），因此在碳的蓄積、生物多樣性的維護及牧草的生產上極為重要。草原因組成物種的差異通常可區分為 C₃ 草原、C₄ 草原及混合草原。

1.() 就 C₃ 草原及 C₄ 草原而言，其單位面積的淨初級生產量（net primary production, NPP）的大小次序為：

(A) C₄ 草原 > C₃ 草原

(B) C₃ 草原 > C₄ 草原

2.() 全球氣候變遷所導致的兩種主要趨勢是大氣層中二氧化碳濃度的上升及全球氣溫的持續上升。二氧化碳濃度的上升對 C₄ 草原及 C₃ 草原的影響為：

(A) 草原中的 C₃ 植物的光合作用效率隨之提高

(B) 草原中的 C₄ 植物的光合作用效率隨之提高

3.() 全球氣候變遷氣溫升高對 C₄ 草原及 C₃ 草原的影響為：

(A) 草原中的 C₃ 植物的光合作用效率隨之提高

(B) 草原中的 C₄ 植物的光合作用效率隨之提高

4.() 中新世末期（6-8 百萬年前），草原在熱帶及溫帶地區的面積迅速擴張，成為全球重要的生物群系，此可能與當時大氣中的二氧化碳濃度有關。此草原的類型為：

(A) C₄ 草原

(B) C₃ 草原

5.() C₃ 及 C₄ 物種同時存在的草原包括南、北美洲、中亞、南非、澳洲及紐西蘭等地區，在這類草原中 C₃ 及 C₄ 兩類植被的平衡將影響到草原的初級生產量、草食動物的食性、根部及凋落物的分解速率、營養鹽循環等生態功能。未來在全球變遷之下，可能影響其平衡的因子除二氧化碳濃度及氣溫之外，還包括一些其他因素，其中最重要的為：

(A) 土壤含氮量

(B) 土壤水分

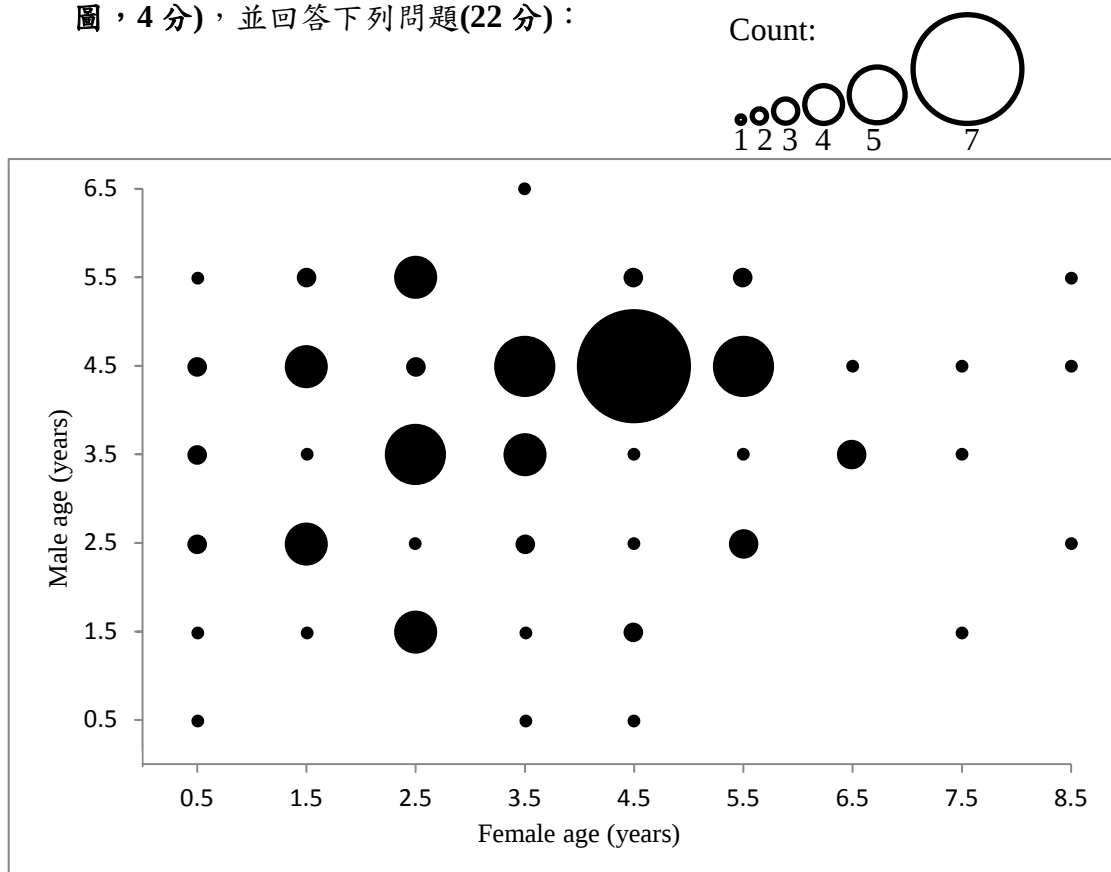
(C) 火災

二、熱帶森林在全球的碳循環上居重要角色，因為它們佔有全球總初級生產量（Gross primary production, GPP）的一半，含有全球碳蓄積量的 40%。但就熱帶森林而言，有多項因子會影響其碳蓄積量，包括群落組成、干擾歷史、演替階段、氣候、土壤等因素。

- 1.() 就演替階段而言，其單位面積總初級生產量為：
 - (A) 次生林 > 原始森林
 - (B) 原始森林 > 次森林
- 2.() 就演替階段而言，其單位面積淨初級生產量為：
 - (A) 次生林 > 原始森林
 - (B) 原始森林 > 次森林
- 3.() 目前測量生態系單位面積的淨初級生產量（Net Ecosystem Production, NEP）的最常用方法為：
 - (A) 直接在田野量取每年所產出的生物量（如樹幹直徑、凋落物重量等）
 - (B) 以儀器量取從該生態系進出的二氧化碳的通量（單位面積及單位時間的流通量）
 - (C) 以儀器量取從該生態系進出的氧氣的通量（單位面積及單位時間的流通量）

填充及是非題（共 26 分）

三、下圖為在美國南方某一飼養園區內觀察分析自由生活的白尾鹿其六年內繁殖時配對成功的記錄，試根據圖中所示之資料做一鹿隻年齡之分布圖（長條圖，4 分），並回答下列問題(22 分)：



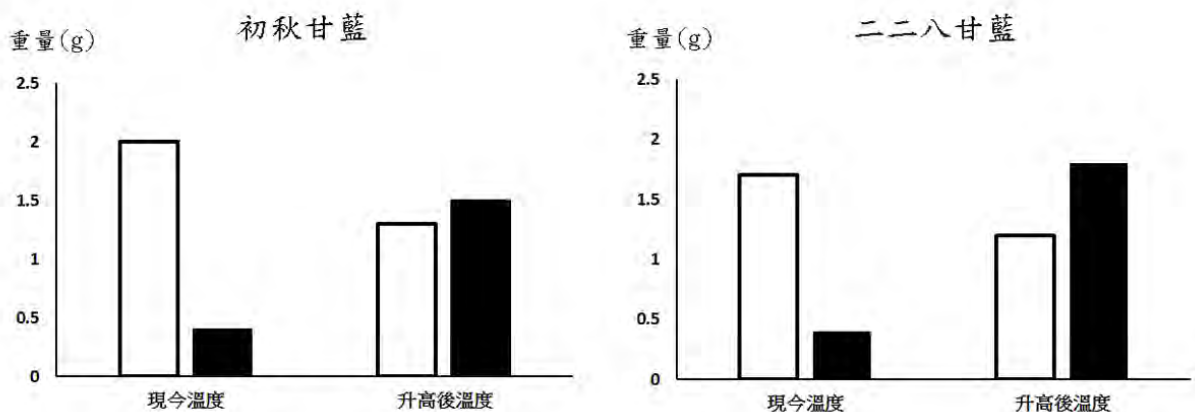
- 1.圖中有幾個配對_____ (2 分)
- 2.同齡配對者有幾對_____ (2 分)
- 3.雄性配對年齡大於雌性者有幾對_____ (3 分)
- 4.兩性間年齡差別最大為_____歲(1 分)，有_____對(1 分)
- 5.非同齡配對中，歲數差異出現頻度最高的是差_____歲(1 分)，有_____對(1 分)
- 6.雄性平均年齡為_____歲(小數點 2 位) (3 分)
- 7.此飼養鹿群各年齡層中數量最多的應是一歲以下的個體(1 分) (對 錯)
- 8.此族群的雌雄性比愈小，則一夫多妻的機會愈小(1 分) (對 錯)
- 9.配對之年幼雄性個體其身體發育狀況應比同齡配對之雌性個體佳
(1 分) (對 錯)
- 10.在此族群可觀察到性擇的現象(1 分) (對 錯)
- 11.年長雄鹿與年幼雌鹿配對的原因，可能是產生的子代較多(1 分) (對 錯)
- 12.此族群的雄性死亡率較雌性高(1 分) (對 錯)
- 13.完成此研究主要需仰賴鹿隻繁殖期時在野外長期行為的觀察
(1 分) (對 錯)
- 14.繁殖期的長短有可能影響配對的結果(1 分) (對 錯)

是非及繪圖題（共 25 分）

四、甘藍(高麗菜)偏好生長在氣候較涼爽的地區，在冬季溫度較低時臺灣平地適合種植，但由於平地栽種的面積較大，冬季盛產時往往導致甘藍價格低落；相對地，在夏季當臺灣平地溫度太高，導致平地所栽種的甘藍品質(口感)不佳時，臺灣的山區由於溫度較平地低，因此依然適合甘藍的種植，但由於山區栽種的面積較小，產量少，往往導致在夏季時，產於山區品質較佳的甘藍價格昂貴，因而誘使農民持續在山區種植甘藍，或甚至增加在山區種植甘藍的面積，造成山區水土保持與經濟開發的衝突。

為了推估全球溫度與二氧化碳濃度持續上升是否會影響臺灣高冷甘藍的產量，導致臺灣中高海拔山區逐漸不適合甘藍的種植，研究者將甘藍幼苗分別種植在四種不同大氣溫度與二氧化碳濃度組合的四個生長箱中，其他的環境條件，例如光照週期與濕度則維持一致。這四個生長箱分別提供下列四種環境：1.現今大氣溫度與現今大氣二氧化碳濃度；2.現今大氣溫度與升高後大氣二氧化碳濃度；3. 升高後大氣溫度與現今大氣二氧化碳濃度；4. 升高後大氣溫度與升高後大氣二氧化碳濃度。升高後溫度與升高後二氧化碳濃度，根據聯合國氣候變遷政府間專家委員會(Intergovernmental Panel on Climate Change)於 2013 年的報告，推估全球在 2100 年的溫度有可能較目前增加 4°C ，二氧化碳濃度增加為 936 ppm(目前大約為 400 ppm)。甘藍的品種，研究者選擇了普遍種植在中高海拔山區的「初秋」甘藍，和夏天普遍種植在平地，較耐熱但食用口感較差的「二二八」甘藍，以比較不同品種的甘藍對於溫度和二氧化碳濃度的升高是否有不同的反應。研究者在每一個生長箱均放置了高度相近的 10 棵初秋甘藍幼苗與 10 棵二二八甘藍幼苗並任其生長，二個月後，移除幼苗並記錄每棵幼苗重量，之後計算出每個生長箱，相同甘藍品種 10 棵幼苗平均重量。最後得到的平均值如圖 A(為了簡化，未畫出每個平均值的標準差)：

(A)



其中空心柱代表現今大氣二氧化碳濃度，實心柱代表升高後二氧化碳濃度。

根據圖 A 的結果，回答下列問題(是非題，每題 3 分)：

- () 1. 當大氣溫度升高時，初秋甘藍小苗的重量會減少。
- () 2. 當大氣溫度升高時，二二八甘藍小苗的重量會減少。
- () 3. 當大氣二氧化碳濃度升高時，二二八甘藍小苗的重量也隨之增加。
- () 4. 當大氣溫度與大氣二氧化碳濃度均升高時，初秋甘藍小苗的重量會減少。
- () 5. 當大氣溫度與大氣二氧化碳濃度均升高時，二二八甘藍小苗的重量會減少。

假設研究者放入了某種不同品種的甘藍小苗於同樣的四個生長箱中，二個月後得出下列平均重量(g)：

	現今大氣溫度	升高後大氣溫度
現今大氣二氧化碳濃度	3	1.5
升高後大氣二氧化碳濃度	2	0.5

請根據以上表格資料，仿效圖 A 畫出一個類似的圖 B(6 分)：

根據你所畫出的圖 B，回答下列問題(是非題，每題 2 分)：

- () 1. 當大氣溫度升高時，該品種甘藍小苗的重量會減少。
- () 2. 當大氣二氧化碳濃度升高時，該品種甘藍小苗的重量會減少。

是非題 (10 小題，共 25 分)

五、胡椒蛾(*Biston betularia*)是廣布於北半球溫帶的一種蛾類，在英國的數量也相當多。1850 年以前，英國的胡椒蛾幾乎都是淺色型，體色基本為灰色，帶有不規則的黑褐色斑點。1848 年有人發現到深色型的胡椒蛾，至 1895 年時，英國有些地區的深色型胡椒蛾數量大增，甚至佔了所有胡椒蛾的 98%。另外，也有部分胡椒蛾具有中間型的體色。



圖特(J.W. Tutt)認為，英國的樹幹及樹枝原本長有蘚苔與地衣，所以淺色型胡椒蛾停在上面時有良好的隱蔽效果，不易被鳥發現。工業革命造成英國在 19 世紀大量燃燒煤，空氣中的二氧化硫與煤煙沾染到樹幹上，導致蘚苔與地衣死亡且顏色變黑，使深色型胡椒蛾有良好的隱蔽效果，而讓深色型胡椒蛾數量占優勢。

1950 年代，凱特威爾 (H. B. D. Kettlewell) 在英國伯明罕進行一系列實驗。在其中一個實驗，他選擇了工業區附近的受污染樹林，利用標記-釋放-再捕捉的方式來研究不同色型胡椒蛾的數量變化。凱特威爾將野外捕捉及實驗室培養的胡椒蛾，以無害的染料在不同色型胡椒蛾腹部做標記，於每天清晨時將標記後的蛾釋放至樹幹上(共 630 隻)，讓其自由活動，最後安靜的棲息在樹幹上，再於當天夜間以水銀燈及費洛蒙陷阱來捕捉樹林中的胡椒蛾(共 770 隻)。實驗總共進行了 11 天，計算捕獲胡椒蛾的總數與有標記的胡椒蛾之數量，結果列於下表。

時間 (1953 年)	釋放 (有標記) 的蛾數量			總 數	捕捉蛾數量			總 數	捕捉到有標記的 蛾數量			總 數
	深 色 型	淺 色 型	中 間 型		深 色 型	淺 色 型	中 間 型		深 色 型	淺 色 型	中 間 型	
6 月 25 日	10	12	10	32	8	0	1	9	-	-	-	-
6 月 26 日	0	0	0	0	127	15	7	149	3	1	1	5
6 月 27 日	33	11	15	59	34	5	1	40	1	0	1	2
6 月 28 日	37	21	5	63	23	3	3	29	2	0	2	4
6 月 29 日	0	0	0	0	55	10	1	66	5	4	0	9
6 月 30 日	68	26	8	102	37	3	2	42	1	0	1	2
7 月 1 日	90	21	3	114	76	9	2	87	19	2	2	23
7 月 2 日	74	21	3	98	75	13	4	92	28	6	0	34
7 月 3 日	68	15	0	83	77	11	10	98	25	3	1	29
7 月 4 日	67	10	2	79	66	9	2	77	23	2	0	25
7 月 5 日	0	0	0	0	73	3	5	81	16	0	0	16
總數	447	137	46	630	651	81	38	770	123	18	8	149

資料來源: Kettlewell, H.B.D. 1955. Heredity (9):323-342.

請依下列敘述回答下列問題。(是非題，每題 2.5 分)

- () (A) 這個實驗可以驗證胡椒蛾的顏色受遺傳基因控制。
- () (B) 基因漂變可以造成胡椒蛾的顏色比例在 40 年內完全反轉。
- () (C) 這個實驗可以支持黑色型胡椒蛾在受汙染樹林的存活率較高。
- () (D) 這個實驗可以支持中間型胡椒蛾在受汙染樹林的存活率低於黑色型胡椒蛾。
- () (E) 這個實驗可以驗證胡椒蛾在英國的主要掠食者為鳥類。
- () (F) 原本生存在研究地的胡椒蛾之個體移動，可能會影響實驗結果。
- () (G) 如果在未受汙染的樹林(樹幹為淺色)進行同樣實驗，可以預期淡色型胡椒蛾的存活率較高。
- () (H) 環境中過多的黑色微粒，可能使胡椒蛾吸收較多黑色微粒，進而使體色變深，這個實驗無法排除此可能性。
- () (I) 如果環境汙染獲得控制，樹幹顏色轉為淺色，淡色型胡椒蛾的數量比例應該會提高。
- () (J) 如果環境汙染獲得控制，樹幹顏色轉為淺色，淡色型、中間型、暗色型胡椒蛾的數量比例應該會趨近於 1:2:1。