

科目：生物學

(全一頁)

※請以中文作答

一、(總分 40 分，每題 2 分)請解釋下列名詞

- | | | |
|-------------------|-----------------------------------|------------------------|
| 1. Chiasmata | 2. Locus | 3. Epistasis |
| 4. Pleiotropy | 5. Genomic imprinting | 6. Kinetochore |
| 7. Quorum sensing | 8. Single nucleotide polymorphism | 9. Apoptosis |
| 10. Neural crest | 11. Maternal effect gene | 12. Anaphylactic shock |
| 13. Chemiosmosis | 14. Proto-oncogene | 15. Opsonization |
| 16. Archenteron | 17. Bohr shift | 18. Ribozyme |
| 19. Morphogen | 20. Synaptonemal Complex | |

二、(總分 60 分)問答題

- (一) 請問乳癌類型是以哪些受體(receptor)進行分類？(6 分)
何謂三陰性乳癌？(4 分) Herceptin(Trastuzumab)為單株抗體藥物，主要用於治療哪一型乳癌患者？(4 分) Herceptin 的藥物作用機制為何？(6 分)
- (二) 請敘述 Totipotency, Pluripotency, Multipotency & Unipotency 等細胞分化潛力之定義。(8 分)並分別舉例其代表性細胞。(2 分)
- (三) 關於白色和棕色脂肪組織(White & brown adipose tissues)。請就其於身體分佈、生理功能、細胞型態和細胞大小等，說明此兩脂肪組織的差異。(5 分)棕色脂肪細胞表達 Thermogenin 基因，此基因之蛋白產物位於哪一胞器中？其作用機制為何？(15 分)
- (四) 請說明 Dideoxynucleotide terminator sequencing (Sanger Sequencing)的作用原理？(10 分)

(試題隨試卷繳回)

教育部 111 年公費留學考試試題 155

科目：細胞生物學

(全一頁)

※以中文或英文作答均可，評分基準相同。

1. Biological membranes play various roles in living cells. Please list and describe four different functions provided by biological membranes in cells. (20%)
2. The Golgi complex (apparatus) consists of flattened, disc-like cisternae with associated vesicles and tubules. Newly synthesized proteins are sequentially modified and move from the *cis* cisternae to the *trans* cisternae. Two contrasting models have been proposed to explain the movement of modifying proteins through the Golgi complex. Please compare the “vesicle transport model” and the “cisternal maturation model” with figure illustration. (30%)
3. Various proteins are imported or exported through nuclear pore complexes for proper localization within the cell. The GTPase Ran is required for both nuclear import and export. Please depict how the Ran is involved in (A) nuclear import (15%) and (B) nuclear export (15%) with figure illustrations.
4. Mitosis is one of the major stages of the cell division cycle, and special features occur during mitosis. Please describe the interaction among centromeres, kinetochores, and mitotic spindle in promoting mitosis. (20%)

(試題隨試卷繳回)

科目：植物生理學

(全一頁)

※以中文或英文作答均可，評分基準相同。

- 一、(總分 10 分)解釋植物的光呼吸(photorespiration)，並說明哪些因子會影響它的產生。(5 分)植物利用哪些機制克服此問題，以提高光合作用的機制。(5 分)
- 二、(總分 10 分)說明生長素(auxin)在植物胚胎發育過程中的功能為何?(5 分)如何證實所提出的觀點?(5 分)
- 三、(總分 15 分)以小麥種子為例，討論環境與荷爾蒙因子如何調控種子的休眠與發芽;(10 分)並且描述其種子儲藏的養分如澱粉，在發芽時如何轉移被利用?(5 分)
- 四、(總分 15 分)解釋並且比較植物光型態發生(photomorphogenesis)與避蔭反應(shade avoidance response)的差異;(5 分)以及目前所知有關兩者的分子機制，以調控幼苗的生長。(10 分)
- 五、(總分 15 分)描述阿拉伯芥中茉莉酸(jasmonic acid)生合成的途徑。(5 分)並闡述植物生長與防衛之間交互作用的機制，以利於植物在自然界的生存。(10 分)
- 六、(總分 15 分)描述更年性(climacteric)與非更年性(non-climacteric)果實成熟的差異;(5 分)並請闡述如何調控更年性果實成熟的時間，並且有效率的延緩此類果實的儲藏壽命?(10 分)
- 七、(總分 20 分)何謂滲透壓逆境(osmotic stress)?(5 分)植物採用哪些機制方法，以對抗乾旱環境?(5 分)如何應用分子生物技術培育出耐乾旱的農作物，試描述之。(10 分)

(試題隨試卷繳回)

科目：遺傳學(包含基因工程)

(全三頁，第一頁)

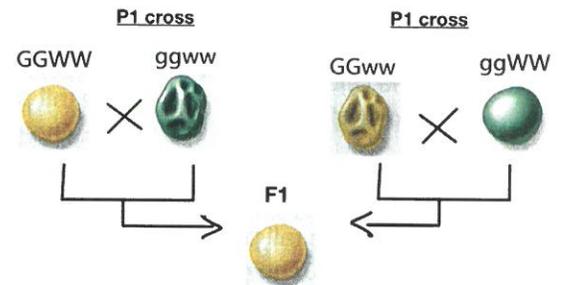
※考題可用英文或中文回答，不影響計分

Question 1. Using the constant pattern of results in the monohybrid crosses, Mendel derived three postulates or principles of inheritance. Please explain the definitions of Mendel's first three postulates (15%)

A. Unit factors in pairs (5%); B. Dominance/ recessiveness (5%); C. Segregation (5%).

Question 2. Mendel's fourth postulate: Independent assortment (20%)

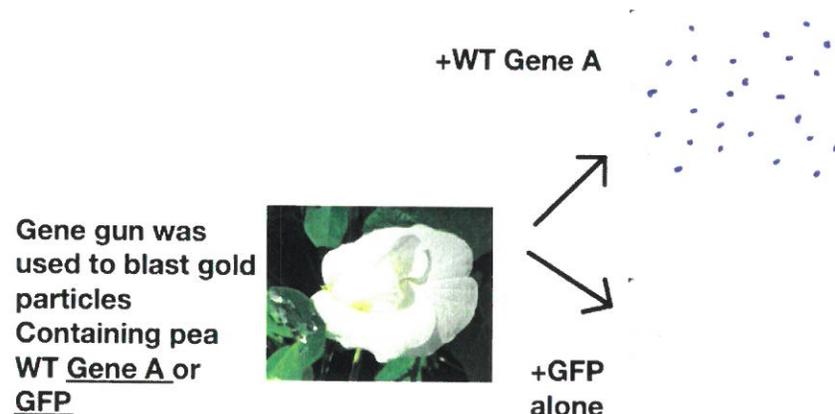
Mendel crossed peas having yellow (G) and round (W) seeds with peas having green (g) and wrinkled seeds (w), or yellow (G) and wrinkled (w) seeds with green (g) and round (W) seeds. All the F1 plants had yellow and round seeds. Diagram this cross through the F2 generation, using the Punnett table and calculate the combined probabilities of each F2 phenotypes.



Question 3.  Gene A encodes a transcription factor, which is responsible for regulating expression of a purple color gene. Cells in purple flowers accumulate purple pigments. Pea plants with white flowers do not accumulate purple pigments, even though they also carry an allele of Gene A. (30%)

Question 3-1. What are the differences between genes and alleles? (5%)

Question 3-2. Why does pea plant with white flowers do not accumulate purple pigments, even though they also carry an allele of Gene A? (10%)



(接下頁)

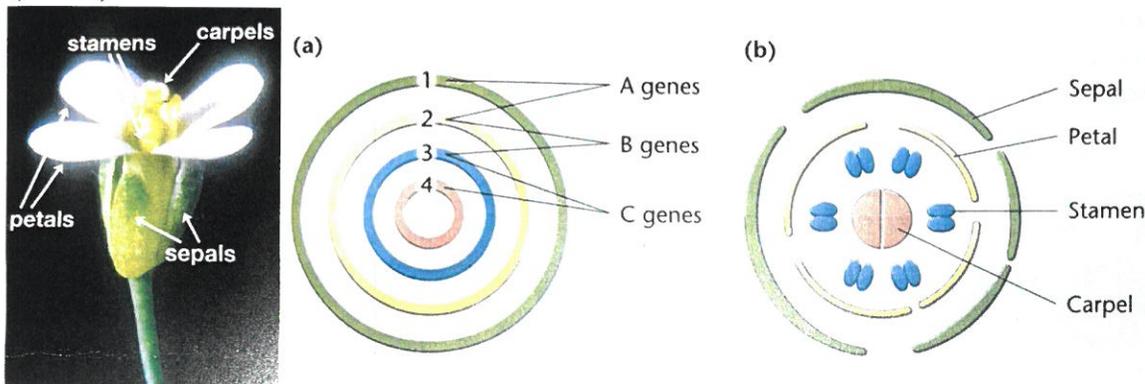
科目：遺傳學(包含基因工程)

(全三頁，第二頁)

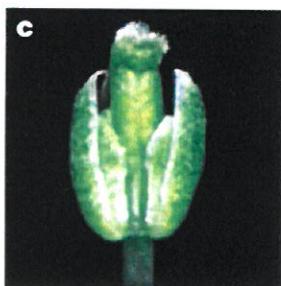
Question 3-3. What is a gene gun? (5%)

Question 3-4. Why do you think that expression of Gene A appears as purple spots in the leaves in the photo on the top? What does this mean? (10%)

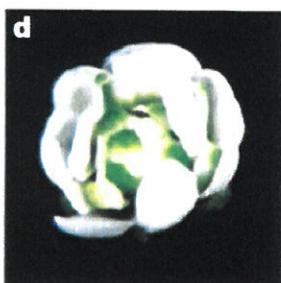
Question 4: In plants, pattern formation has been extensively studied using flower development in *Arabidopsis thaliana*. A cluster of a differentiated cells, call floral meristem, give rise to flowers. Each flower consists of four organs, sepals, petals, stamens, and carpels that develop from concentric rings of cells within the meristem. (20%)



Three classes of flora homeotic genes control the development of these organs. Acting alone Class A specifies sepals. Class A and class B together specify petals. Class B and Class C together control stamen formation. Class C acting alone specifies carpel. Mutations in homeotic genes cause organs to form in abnormal locations. The normal order of organs in a flower is sepals, petals, stamens, carpels.



Question 4-1: In this mutant (c), what could be the mutation that causes that the order of organs becomes sepals, sepals, carpels and carpels? (10%)



Question 4-2: This mutant plant (d) carries a mutation in the class C homeotic gene. Please describe the order of organs of this flower and explain the reason for what happens during flower formation. (10%)

(接下頁)

科目：遺傳學(包含基因工程)

(全三頁，第三頁)

Question 5. Beta-carotene in 150 grams of “Golden rice 2” can be efficiently converted into vitamin A that is enough for daily requirement of a 4-8 year-old child. The golden rice was made by introducing one gene from maize and one gene from bacteria. The resulting plant produced rice grains that were a yellow color due to the presence of beta-carotene. (15%)



Question 5-1: Is the golden rice a “transgenic” or “cisgenic” gene modified (GM) crop? Why? (5%)

Question 5-2: Most GM plants have been created using one of the two approaches: biolistic method or *Agrobacterium tumefaciens*-mediated transformation technology. Please explain and compare the biolistic method or *Agrobacterium tumefaciens*-mediated transformation. (10%)

(試題隨試卷繳回)

教育部 111 年公費留學考試試題 158

科目：生理學

(全二頁，第一頁)

一、(總分 20 分)回答下列有關細胞膜電位與相關生理機制的問題：

- (一) 以鈉、鉀離子為主，寫出 Goldman-Hodgkin-Katz 膜電位方程式，並依此方程式列出兩項決定細胞膜電位的主要因素。(6 分)
- (二) 解釋細胞膜上哪兩種穿膜蛋白的功能，如何分別造成上述兩項決定細胞膜電位的主要因素？(4 分)
- (三) 依 Goldman-Hodgkin-Katz 膜電位方程式，解釋上述兩項決定細胞膜電位的主要因素中的何者，其迅速改變可形成動作電位(action potential)與突觸後電位(postsynaptic potential)。(2 分)
- (四) 解釋細胞膜上哪兩種穿膜蛋白的功能，如何分別形成動作電位與突觸後電位？(4 分)
- (五) 列出形成動作電位與突觸後電位的上述兩種細胞膜蛋白功能特徵差異，同時以此差異解釋為何動作電位可達約+40mV，而突觸後電位為 0mV。(4 分)

二、(總分 15 分)有關感覺生理，回答下列有關問題：

- (一) 詳述視網膜中的感光細胞-Rod cells 對光刺激的反應，並以此為例闡述何謂 Sensory transduction。(6 分)
- (二) 解釋何謂感覺細胞的 Receptive field，並比較視網膜中 Rod cells 與 Ganglion cells 的 Receptive field 特徵差別。(4 分)
- (三) 描述視網膜中 Rod cells 與 Ganglion cells 間神經網路連結，並以此解釋 Rod cells 與 Ganglion cells 的 Receptive field 特徵差別。(5 分)

三、(總分 15 分)有關血紅素(Hemoglobin)攜帶 O₂ 功能，回答下列問題：

- (一) 描述血紅素與 O₂ 結合的 dissociation curve。(4 分)
- (二) 描述血紅素結構與 O₂ 親和力間的關係。(4 分)
- (三) 定義何謂 Bohr effect，並描述其對血紅素-O₂ dissociation curve 的影響。(4 分)
- (四) 胎兒血紅素結構與母體不同，使其與 O₂ 的 dissociation curve 與母體血紅素比較，有左移的特徵，討論此特徵對胎兒獲得 O₂ 的生理意義。(3 分)

(接下頁)

教育部 111 年公費留學考試試題 158

科目：生理學

(全二頁，第二頁)

四、寫出兩側頸或上胸節的脊髓哪一部位受損會分別造成下述(一)~(四)的功能損傷。(10分)

(一)痛、溫度覺喪失；(二)觸覺與本體感覺喪失；(三)無法維持姿勢；(四)手指操控功能喪失。

五、(總分 12 分)回答下列有關能量與代謝的問題：

(一)解釋何謂 absorptive stage 與 post-absorptive stage。(4分)

(二)闡述 post-absorptive stage，細胞中葡萄糖、脂肪的主要代謝反應。(4分)

(三)說明在 absorptive stage，主要激素對細胞葡萄糖代謝反應的調節。(4分)

六、(總分 28 分)回答下列有關下視丘、腦垂體與激素對行為調節與腎臟功能的問題：

(一)描述下視丘與腦垂體間的解剖構造關係與其如何對激素分泌的調節。(7分)

(二)如右圖，將一隻實驗鼠困於一具通氣孔的 50 ml 離心管 30 分鐘後，鬆開蓋口讓其可以自行脫困回復到原舒適的飼養空間。以上一小題的答案為主幹，討論該小鼠在受困與脫困回復過程中，此內分泌系統如何對這些狀況產生反應？(7分)



(三)若該小鼠脫困後，因長時間未飲水而產生缺水的狀況，此時該動物的腎臟會產生高濃度的尿液來減緩水的喪失。試以含下面 5 個專有名詞(不考慮出現次序)寫一短文來解釋此一過程。以中文或英文作答均可。(7分)

interstitial osmolarity、countercurrent multiplier system、collecting duct、Loop of Henle、vasopressin。

(四)請描述 Loop of Henle 上皮組織細胞的形態、構造與功能特徵，並闡述這些上皮組織細胞的形態、構造與功能特徵如何幫助形成 countercurrent multiplier system。(7分)

(試題隨試卷繳回)

科目：癌症生物學

(全一頁)

- 一、細胞治療(Cell therapy)是一個新興的醫療技術，我國衛福部在 107 年發布特管辦法，開放六類細胞治療技術可於國內核准之醫療機構施行。請敘述用來作為癌症治療的細胞治療技術原理及特點。(20 分)
- 二、腫瘤細胞在發展的過程當中有時會在細胞表面表達出腫瘤特有的抗原性物質，統稱為腫瘤特異性抗原(tumor specific antigen)。理論上，這些腫瘤特異性抗原會被人體免疫細胞辨識，並對腫瘤細胞進行毒殺或抑制生長。然而並非所有的腫瘤都受到免疫細胞的控制，請分析至少兩種腫瘤細胞逃脫人體免疫系統攻擊的作用機制。(20 分)
- 三、同上，請敘述臨床上針對腫瘤的免疫抑制能力的治療策略有哪些？(10 分)
- 四、腫瘤轉移(Metastasis)是加速患者死亡的一個主要原因。雖然循環腫瘤細胞(Circulating tumor cell/CTC)可在全身血液中循環，但腫瘤的轉移往往會出現在特定的組織或器官。試解釋腫瘤的器官轉移是如何調控？(20 分)
- 五、(總分 20 分)休眠(Dormancy)是癌症進展的一個特別階段，腫瘤細胞停止分裂，但在特定情況下仍保有一定的細胞增殖能力。試解釋為何腫瘤會休眠(Cancer Dormancy)？(10 分)處於休眠狀態的腫瘤是否需要治療，為什麼？(10 分)
- 六、誘導性多能幹細胞(inducible pluripotent stem cells/iPSCs)是再生醫學領域的重要工具，但是臨床應用的安全性飽受質疑，尤其是可能導致畸胎瘤(teratoma)的產生。試解釋誘導性多能幹細胞導致畸胎瘤發生的機制及可能解決的方法。(10 分)

(試題隨試卷繳回)

科目：生態學

(全一頁)

※請以中文作答

- I. 解釋名詞 (30%)
 - 1) Natural selection (5%)
 - 2) Sex selection (5%)
 - 3) Demographic stochasticity (5%)
 - 4) Ecosystem function (5%)
 - 5) Thermoregulation (5%)
 - 6) Allelopathy (5%)

- II. Please use scientific figures to illustrate the following ecological theories. The key concepts of each theory should be summarized. The researchers who proposed the theories should be identified. Note: the x- and y-axis of each figure should be labelled. (16%)
 - 1) Competitive exclusion principle (8%)
 - 2) Intermediate disturbance hypothesis (8%)

- III. Global change is an ongoing challenge for modern ecologists. Understanding how various organisms respond to global is an urgent task to develop effective strategies for conservation. An ecologist would like to examine whether global change alters **species interactions** in Taiwanese ecosystems. Please propose a research project to address the question. (34%)
 - 1) Please identify two native species that may interact with each other in local ecosystems in Taiwan. (5%)
 - 2) What is the nature of such interaction? Please explain this type of species interaction. (5%)
 - 3) How would you expect the relationship between these two species may be altered by global change? Please state your hypotheses and specify the variables. (8%)
 - 4) What is your experimental design? (12%)
 - 5) Please make graphs to illustrate your predictions. (4%)

- IV. Please apply the rules of **community assembly** to design a project to restore a lowland forest (400-800 m above sea level) that was destroyed by a recent typhoon near the Fushan area in Ilan (宜蘭福山地區). The forest is categorized as a broad-leaved evergreen forest. (20%)

(試題隨試卷繳回)

教育部 111 年公費留學考試試題 161

科目：保育生物學

(全一頁)

- 一、在生物多樣性保育工作中，保護區或特定棲地的物種多樣性的調查非常重要，建立保護區的 species inventory 工作是必須要件。請問 species inventory 是指什麼？要如何有效建立？(20 分)
- 二、針對某一地區進行特定類群物種調查時，若以調查時間為橫軸，累計調查所得物種數為縱軸作圖，當棲息在那個地區之該類群物種都被調查出來時，圖形應呈現什麼狀態？在哪個時間點可被認為調查已經完成？(20 分)
- 三、對動植物進行保育實施時，考量其生存及繁殖策略是偏向 K-selection 或 R-selection 十分重要，請解釋這兩種策略的差異，並說明採用這兩種策略的物種的保育考量有何不同？(20 分)
- 四、外來入侵生物現在已成國際生物保育上的重要問題。如果入侵種生物與被入侵的區域某物種相似，要用什麼策略判斷兩者是否同種？研究結果兩者同種或不同種預期會帶來的問題有何不同？分別應用什麼方法來研究入侵種生物對原生生物造成的影響？(20 分)
- 五、MacArthur & Wilson 於 1963 年建立的 Equilibrium Theory of Island Biogeography 模型被認為對保育生物學及保護區建立和管理非常重要，請解釋此一模型，以及為何它對保育生物學及保護區建立和管理非常重要？(20 分)

(試題隨試卷繳回)

教育部 111 年公費留學考試試題

162

科目：分子生物學

(全一頁)

※以中文或英文作答均可，評分基準相同。

1. Describe the functions of the following replication components and intermediates in eukaryotes: DNA polymerase III, helicase, single-stranded binding proteins, Okazaki fragments, and primase. (20%)
2. What is the transposon? List differences between the cut-and-paste mechanism of transposition and the replicative mechanism of transposition. (20%)
3. Describe the regulation of *E. coli trp* operon. How would attenuation in the *E. coli trp* operon change when a culture is shifted from a rich medium to one that is deficient in tryptophan? (20%)
4. The CRISPR-Cas system is an adaptive immunity in bacteria and archaea against bacteriophages and plasmids. The mode of action consists of three steps: acquisition, expression and interference. Explain the mechanism and applications of CRISPR-Cas system. (20%)
5. Define the following terms: (20%)
 - a. Internal ribosome entry site (IRES)-mediated translation
 - b. Histone deacetylase
 - c. Alternative RNA splicing
 - d. Promoter
 - e. Heterochromatin

(試題隨試卷繳回)

科目：免疫學

(全一頁)

- 一、(總分 20 分)免疫系統為宿主抵抗入侵病原的防禦機制，然而病原種類甚多，各種免疫細胞如何能有效率的辨識出病原，一直是免疫學中的重要研究課題，請簡述下列免疫細胞辨識抗原時所使用的特殊系統(各 5 分)，並比較其優缺點。(5 分)
 - (一)樹突細胞(Dendritic cells)
 - (二)T 細胞
 - (三)B 細胞

- 二、(總分 20 分)腫瘤免疫療法(immunotherapy)為近年將免疫學研究成果應用於臨床疾病治療上最成功的例子，(一)請簡述腫瘤免疫療法的基礎分子機轉為何？(10 分)
(二)對抗腫瘤的免疫細胞治療近年也被積極發展與討論中，請問免疫細胞治療的主要發展標的細胞為何？請簡述目前抗腫瘤的免疫細胞治療的主要發展方向及其工作原理。(10 分)

- 三、(總分 20 分)COVID-19 的疫情因為疫苗的發展逐漸地有被控制住，疫苗的原理為利用重組病毒蛋白，或是利用減毒病毒株，或是用 mRNA 疫苗方式在未感染之健康人體中安全展露病毒抗原，伴以佐劑之效應以誘發專一性免疫反應(抗體或 T 細胞)以對抗病毒之感染，請問：
 - (一)對抗病毒感染之重要免疫成分或細胞為何？(10 分)
 - (二)COVID-19 為呼吸道感染之病毒，請問以一般肌肉注射之疫苗所誘發之抗體，主要分類(Ig class)大多為哪一種？是否能對呼吸道黏膜中之感染產生足夠快速有效之第一線保護？該如何修正疫苗之設計以產生更有效之抗體保護？(10 分)

- 四、(總分 20 分)腸道益生菌被發現可應用於改善體質，也可調節免疫力。請問：
 - (一)腸道益生菌在腸道內可以發揮哪些功能以幫助宿主之生理機能？(10 分)
 - (二)腸道益生菌對於腸道甚至於全身的免疫調節角色為何？(10 分)

- 五、免疫細胞在不同狀態下(未活化 naive or resting，活化 activated)被發現具有完全不同之細胞代謝表徵(metabolic signature)，請選擇一種免疫細胞為例子說明在不同活化狀態下，其所表達出來的代謝表徵變化。(20 分)

(試題隨試卷繳回)