

大學入學考試中心

分科測驗

生物考科考試說明

—111 學年度起適用—

中華民國 108 年 9 月

著作權屬財團法人大學入學考試中心基金會所有，僅供非營利目的使用，轉載請註明出處。若作為營利目的使用，應事前經由財團法人大學入學考試中心基金會書面同意授權。

分科測驗生物考科考試說明

目 錄

前言	1
壹、測驗目標	1
貳、測驗內容	2
參、試題舉例	4
附錄一、測驗目標及學習表現對應表	20
附錄二、自然領綱普通型高中（生物）之學習表現與學習內容	21
附錄三、混合題型及題組試題	28

分科測驗

生物考科考試說明

前言

民國 111 學年度起，「分科測驗生物考科」命題將依據 108 學年度實施之「十二年國民基本教育課程綱要國民中小學暨普通型高級中等學校—自然科學領域」（以下簡稱「自然領綱」）。本考試說明內容依據自然領綱之精神，主要選擇民國 108 年研究用試卷之生物考科試題為範例編輯而成，本說明分成三個重點，分別為測驗目標、測驗內容及試題舉例，供應試考生參考。

壹、測驗目標

生物考科之測驗目標，旨在測驗考生的學習成果，其達成方法則藉由不同的試題評量方式完成。為配合領綱，生物分科的評量融合自然領綱學習內容及學習表現之精神（見附錄一與附錄二），將測驗目標分成四大項，包含生物學知識、運用科學方法的能力、對生物學論述或實驗報告的閱讀理解、分析與判斷能力，以及推理論證能力等，以下分別敘述之：

一、測驗考生對生物學知識的認知能力

此測驗目標在評量考生所應該具有的生物學認知，以及將來銜接大學教育所需的關鍵性生物學知識，評定考生能否理解並整合運用進階能力於不同的情境中。此目標分成五個細目：

- 1a. 基本生物學知識
- 1b. 基本生物學實驗原理
- 1c. 日常生活中的生物學知識
- 1d. 生物學的延伸知識
- 1e. 生物學發展之歷史中所探討的問題及結論

二、測驗考生運用科學方法的能力

此測驗目標在評量考生能否運用不同科學方法來解決問題，包含圖表判讀、證據運用、資料分析與彙整等，來評定考生應用所學知識的能力。此目標分成四個細目：

- 2a. 觀察、蒐集、整理資料並形成假說的能力
- 2b. 設計及操作實驗的能力
- 2c. 了解實驗過程及檢測方法的能力
- 2d. 彙整資料、分析數據、判讀圖表及歸納結果的能力

三、測驗考生科學論述或實驗報告的閱讀理解、分析與判斷能力

閱讀與分析科學性新知與文章，為銜接大學教育重要的一環，著重評量考生對科學論述或報告的閱讀理解與分析能力。此目標分成三個細目：

- 3a.理解科學文獻內容的能力
- 3b.理解資料的產生過程和查核的能力
- 3c.根據科學文章做合理判斷的能力

四、測驗考生推理論證與建立模型的能力

此測驗目標在測驗考生對科學資料的綜合評價與表達說明能力，期許考生能達到綜合整理所學概念，最終目標為進一步評價與省思。此目標分成三個細目：

- 4a.推理因果關係與形成結論或模型的能力
- 4b.利用文字或圖表傳達科學研究結果的能力
- 4c.綜合或評價科學資料的能力

貳、測驗內容

一、測驗範圍

分科測驗生物考科之測驗內容以領綱所揭示的「必修生物」，及「加深加廣選修生物」（課程名稱為：1.細胞與遺傳，2.生命的起源與植物體的構造與功能，3.動物體的構造與功能，4.生態、演化及生物多樣性）與相關探討活動為範圍，此範圍分冊編輯為必修生物一冊及加深加廣選修生物四冊；共五冊。施測的內容將生物科課程綱要所羅列之知識主題加以整合，包含生物體的構造與功能（D）、地球環境（F）、演化與延續（G）、生物與環境（L）、科學、科技、社會及人文（M）與資源與永續發展（N）等六大主題，以及涵蓋在六大主題中的探討活動及實驗課程（表一）。

所施測之知識內涵包括基本的生物學知識、實驗原理、日常生活常識以及相關知識之統整及推理。換言之，所施測之基本生物學內容為生物體的結構與功能，分別以共通性、歧異性及遺傳性表現，並以生物體與環境之互動性為著眼，以顯示自然現象之特性，再歸納為一般通則，最終據此形成基本原理。

表一、分科測驗生物考科測驗主題及次主題

主題	次主題
生物體的構造與功能 (D)	細胞的構造與功能 (Da)
	動物植物的構造與功能 (Db)
地球環境 (F)	生物圈的組成 (Fc)
演化與延續 (G)	生殖與遺傳 (Ga)
	演化 (Gb)
	生物多樣性(Gc)
生物與環境 (L)	生物與環境的交互作用 (Lb)
科學、科技、社會及人文 (M)	科學、技術及社會的互動關係 (Ma)
	科學發展的歷史 (Mb)
	科學在生活中的應用 (Mc)
資源與永續發展 (N)	永續發展與資源利用 (Na)

二、題型與配分

111 學年度分科測驗生物考科之試卷架構分成兩個部分（表二）：第壹部分為選擇題型，包含單選題及多選題，占分比例以 70-80% 為原則；第貳部分包含非選擇題型或混合題型（含選擇題與非選擇題），占分比例以 20-30% 為原則；兩部分合計 100 分。非選擇題可包含填充題、簡答題及圖表繪製等題型。

表二、分科測驗生物考科試卷架構

試題類別		占分	總分
第壹部分	選擇題型 (包含選擇題、閱讀題及實驗題三部分)	70-80 分	100 分
第貳部分	非選擇題型或混合題型	20-30 分	

參、試題舉例

分科測驗生物考科考試說明以研究用試卷試題及近年來之指考試題作為舉例，為了能更明確對應測驗目標，舉例呈現方式依測驗目標排序進行，而舉例中如抽取混合題型及題組試題小題為例，則會於附錄三中完整呈現題組題樣貌。

一、測驗考生對生物學知識的認知能力

1a.基本生物學知識

[試題範例 1]

有關養分吸收的敘述，下列哪些正確？

- (A)口腔內的澱粉酶可將多醣代謝成為單醣，以利小腸吸收
- (B)小腸液中酵素可將胜肽分解成為胺基酸擴散進入小腸中
- (C)脂肪被胰液分解成脂肪酸及甘油後，由乳糜管協助運送
- (D)大腸吸收食物水分後，剩餘殘渣形成糞便排出體外
- (E)大腸內共生之細菌可製造維生素，提供人體利用

(108 年研究用試卷)

參考答案：CDE

測驗目標：1a.基本生物學知識

學習表現：科學認知

測驗內容：加深加廣選修生物

BDb-Va-1 動物體組織的構造與功能。

BDb-Va-2 動物體的器官系統之構造與功能。

說明：

本題測驗人體消化器官的養分吸收過程與機制。

- (A)澱粉酶分解多醣為雙醣，如麥芽糖。
- (B)胺基酸主動運輸進入小腸中。

1b.基本生物學實驗原理

[試題範例 2]

在細胞的滲透作用實驗中，取紫背萬年青的一片下表皮置於 1 M 的蔗糖溶液中。10 分鐘後在顯微鏡下觀察到紫背萬年青的下表皮細胞發生原生質萎縮。下列相關敘述，哪些正確？

- (A) 1 M 的蔗糖溶液是紫背萬年青下表皮細胞的高張溶液
- (B) 水分子由細胞內往外滲透，因而造成原生質萎縮
- (C) 液胞的滲透壓不變，以維持細胞基本體積
- (D) 細胞內液的滲透壓因水分子外移而變大
- (E) 細胞膜對水分的通透性變小

(108 年研究用試卷)

參考答案：ABD

測驗目標：1a.基本生物學知識

1b.基本生物學實驗原理

學習表現：科學認知

測驗內容：加深加廣選修生物

BDa-Va-2 生物膜的構造與功能。

說明：

本題藉由紫背萬年青實驗測驗細胞滲透作用的原理。

- (A) 由題幹得知，紫背萬年青放入蔗糖溶液中後下表皮細胞產生萎縮，因此可推測此 1M 蔗糖溶液濃度較紫背萬年青細胞內濃度高，屬於高張溶液。
- (B) (D) 水分子會往濃度高、滲透壓高的地方流，造成細胞內滲透壓升高。
- (C) 液胞滲透壓因水分子移到細胞外而變高。
- (E) 細胞膜對水分通透性是固有不變的性質。

1c. 日常生活中的生物學知識

[試題範例 3][本範例取自於題組題，完整樣貌請見附錄三]

內分泌系統是人體內非常重要，可以管理全身恆定的系統。下視丘可以被視為內分泌系統中，調整許多不同激素的控制中心以及源頭。例如在母體生產的過程中，下視丘會合成催產素，其釋放會刺激子宮收縮，而子宮收縮在生產過程中，又可刺激下視丘合成以及後續釋放催產素。另外，在一般女性月經週期時，下視丘會分泌 GnRH，刺激腦垂腺前葉釋放 LH 以及 FSH。LH 以及 FSH 會刺激濾泡發育成熟，而濾泡會分泌動情素刺激 GnRH 的分泌。黃體則會釋放黃體素，抑制下視丘分泌 GnRH。根據短文敘述，回答下列問題。

若今天有一位病人，她的下視丘以及腦垂腺之間，接近腦垂腺的地方出現增生腫瘤，物理性的壓迫兩者之間的神經軸突，請問這位病人的生產或是月經週期，哪一個會受到較大的影響？為什麼？

(108 年研究用試卷)

參考答案：(1) 生產會受到較大的影響。

(2) 下視丘神經細胞合成催產素後，經由神經軸突傳送至腦垂腺後葉，然後釋放，因此神經軸突被壓迫會影響催產素釋放。

測驗目標：1c. 日常生活中的生物學知識

4a. 推理因果關係與形成結論或模型的能力

學習表現：探究能力-思考智能 tr-Va-1

測驗內容：加深加廣選修生物

BDb-Va-1 動物體組織的構造與功能。

BDb-Va-2 動物體器官系統的構造與功能。

BDb-Va-3 動物體內恆定的生理意義與重要性。

BDb-Va-6 動物體的激素對生理作用的調節。

說明：

本題以女性體內的激素調節為題，測驗下視丘與腦垂腺在內分泌系統中擔任的角色。

1d. 生物學的延伸知識

[試題範例 4][本範例取自於題組題，完整樣貌請見附錄三]

生物的存活和成長發生交互作用。在族群的水平上，這些交互作用通常是正向的，例如，兩個微生物同時利用一個複雜的營養物，或鳥類合作築巢，造成成長及存活率都增加。然而也有負向的，導致生活資源的匱乏。有一種細菌（*Paenibacillus sp.*）則由於自身改變周遭環境的 pH，導致其族群大小迅速下降，形成所謂的「生態自殺」。實驗發現，此細菌之族群成長在低 pH 緩衝的情況下，8 小時就引發「自殺」現象，24 小時則全數死亡（圖 1-X）。但在中、高緩衝的情況下（圖 1-Y、Z），則不發生「自殺」現象。

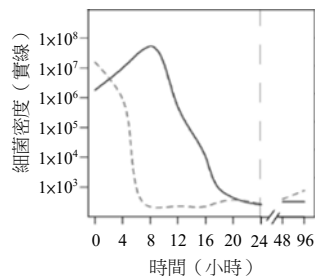


圖 1-X

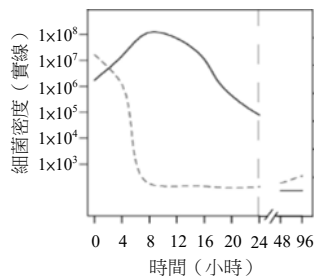


圖 1-Y

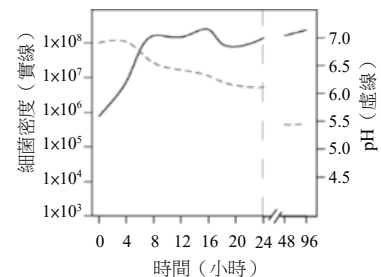


圖 1-Z

為了不使 *Paenibacillus sp.* 發生「生態自殺」現象，採用下列哪一方法較易達成？

- (A) 使用抗生素控制族群大小
- (B) 在培養基增加葡萄糖濃度
- (C) 與同屬另一物種混合培養
- (D) 略加溫度以加速族群成長

(108 年研究用試卷)

參考答案：A

測驗目標：1d. 生物學的延伸知識

2d. 彙整資料、分析數據、判讀圖表及歸納結果的能力

學習表現：探究能力-思考智能 tr-Va-1

測驗內容：加深加廣選修生物

BDb-Va-3 動物體內恆定的生理意義與重要性。

BLb-Va-2 族群特徵包括族群大小、族群密度、族群成長曲線、生存曲線及年齡結構等。

BLb-Va-4 生態系中的非生物因子與生物因子、能量流轉及元素循環。

說明：

本題延伸生物與環境的交互作用，藉由生態自殺的現象與結果、搭配過程紀錄的圖表，測驗考生科普文章理解與推估實驗變因的能力。

- (A)根據文章，細菌（*Paenibacillus* sp.）自身會降低週遭環境的 pH 值，使得該環境不利於細菌生長，導致該族群大小會迅速下降。因此若以抗生素抑制細菌生長，使細菌在相對較慢的速度下成長，不至於造成 pH 值的迅速下降，則可有效避免產生生態自殺的現象。

1e.生物學發展之歷史中所探討的問題及結論

[試題範例 5]

族群概念的產生，在演化生物學發展的過程至關重要。下列生物學的重要概述中，哪些需要族群的概念才可以成功地發展出來？

- (A)林奈的系統分類
 (B)拉馬克的用進廢退
 (C)達爾文的物競天擇
 (D)孟德爾的遺傳法則
 (E)許旺的細胞學說

(108 年研發試題)

參考答案：CD

測驗目標：1a.基本生物學知識

1e.生物學發展之歷史中所探討的問題及結論

學習表現：探究能力-思考智能 tr-Va-1

測驗內容：必修生物

BGb-Vc-2 達爾文的演化理論。

加深加廣選修生物

BGb-Va-5 現代生物演化理論。

BMb-Va-8 從科學史的觀點，說明現代生物演化理論之發展歷程。

說明：

本題測驗科學史知識及不同學者之理論，藉由過往學者的重要觀點，可以理解演化生物學發展受族群概念的影響。

- (A)林奈認為物種不變，因此沒有差異性個體（變異）的族群概念
 (B)拉馬克的用進廢退說明「個體」的「獲得性」性狀可遺傳，因而推動物種之演化

- (C)達爾文的物競天擇需要有變異的族群。如果此族群是複製體(克隆;clone)構成，則天擇亦無用武之地，故其理論值基於族群。
- (D)孟德爾歸納七個實驗性狀之結果，均透過族群遺傳的方式處理，而不是單一個體的父母子女之個體(親代與子代)之遺傳關係。
- (E)許旺提出所有生物體均由一個或一個以上的細胞所組成，細胞是所有生物體基本的生命單位，其理論中並沒有族群變異之概念。

二、測驗考生運用科學方法的能力

2a.觀察、蒐集、整理資料並形成假說的的能力

[試題範例 6][本範例取自於題組題，完整樣貌請見附錄三]

某生利用兩個 600 毫升的礦泉水寶特瓶來培養大團藻，甲瓶中有 5 公克土壤、200 毫升礦泉水；乙瓶中有 5 公克土壤、400 毫升礦泉水。兩瓶都加入一些大團藻活體，並使其密度相同，再用原來的瓶蓋密封，在相同溫度(20°C)及光照時間(10 小時)的環境中培養。每天觀察，並記錄族群的相對密度大小如圖 2。根據圖 2 回答下列問題。

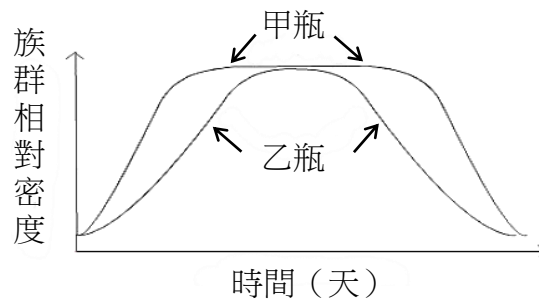


圖 2

某生提出「瓶中氧氣含量不同導致甲、乙兩瓶中大團藻生長曲線的不同」，這樣的說法，在科學研究上，應屬於下列何者？

- (A)觀察 (B)假設 (C)實驗 (D)結論

(108 年研究用試卷)

參考答案：B

測驗目標：2a.觀察、蒐集、整理資料並形成假說的的能力

學習表現：探究能力-問題解決 po-Va-2

測驗內容：加深加廣選修生物

BDb-Va-14 植物體對環境刺激的反應。

BLb-Va-2 族群特徵包括族群大小、族群密度、族群成長曲線、生存曲線及年齡結構等。

說明：

該題測驗考生透過圖表與題幹的說明，針對甲乙兩瓶不同的相對條件，透過對科學方法之了解，提出可被科學方法驗證之假說。

2b.設計及操作實驗的能力

[試題範例 7][本範例取自於題組題，完整樣貌請見附錄三]

人的血紅素在與氧結合以及沒有與氧結合的狀態，對不同波長光線的吸收有很大的差異。圖 3 中的兩曲線分別代表氧合血紅素（氧結合達飽和，寫為 HbO_2 ）與去氧血紅素（完全沒有與氧結合， Hb ）對波長 500 nm~900 nm 的吸收光譜。可以看到在 900 nm 的遠紅外光時， Hb 的光吸收量顯著小於 HbO_2 的光吸收量。醫院中我們常看到的血氧機就是利用這樣的特性，醫護人員可隨時偵測病人的血紅素攜氧量，以評估病人的心肺功能。

圖 4 是血氧機設計原理的簡單示意圖；主要是利用兩個不同波長的光，照射手指尖皮膚下血管中的血液，並在手指尖的另一端放置一個光感知器來偵測光被吸收情形。

藉由偵測血紅素在不同的氧結合量時，對此兩種光源吸收量的差異，經計算之後推測當時血液中血紅素的含氧量。閱讀上文後並輔以課本中動物呼吸的知識，試回答下列問題。

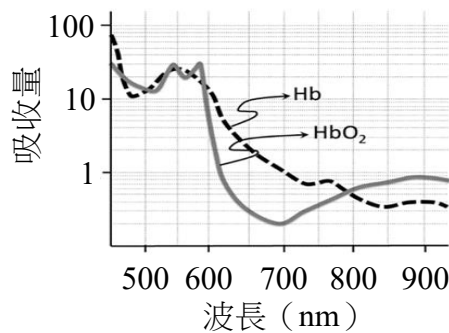


圖 3

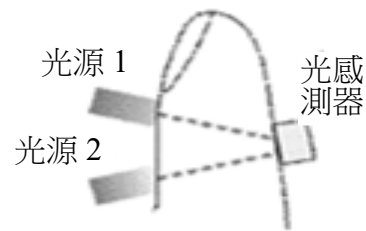


圖 4

從圖 3 與文中介紹，除 900 nm 的遠紅外光適合做為血氧機的光源外，下列哪一個波長的光最適合做為另外一個光源？

- (A) 500 nm (B) 550 nm (C) 700 nm (D) 800 nm

(108 年研究用試卷)

參考答案：C

測驗目標：1c.日常生活中的生物學知識

2b.設計及操作實驗的能力

學習表現：探究能力-思考智能 ti-Va-1

測驗內容：加深加廣選修生物

BDb-Va-3 動物體內恆定的生理意義與重要性。

BDb-Va-4 動物體對刺激的感應。

說明：

本題藉由血紅素在不同的氧結合量時，對光譜吸收量有差異，如何選擇最適波長以做為血氧機之設計基準。本題旨在測驗考生判讀圖表與實驗推測的能力。

2c. 了解實驗過程及檢測方法的能力

[試題範例 8]

某生進行血液抹片觀察。他在顯微鏡的照片中加註元件名稱後，在撰寫的報告中貼上所使用的顯微鏡與鏡中呈像的照片，如圖 5 所示。他在一張血球的顯微相片中測量血球之大小，直尺的標示單位為公分，如圖 6 所示。老師要求報告中需提供所有顯微相片的最終放大倍率值，若依課本中所述紅血球細胞直徑約 7.5 微米(μm)，則該生需在報告中寫入的血球顯微相片最終放大倍率約為幾倍？

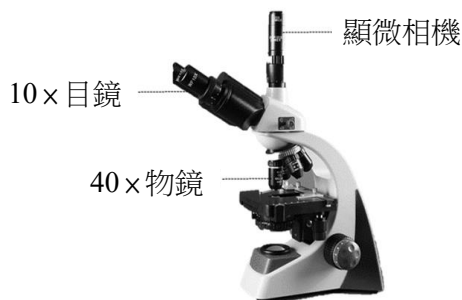


圖 5

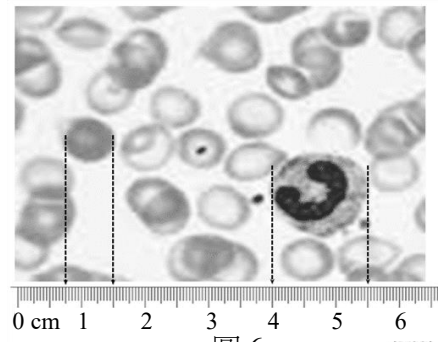


圖 6

(A) 40

(B) 400

(C) 1000

(D) 2000

(108 年研究用試卷)

參考答案：C

測驗目標：2c. 了解實驗過程及檢驗方法的能力

2d. 彙整資料、分析數據、判讀圖表及歸納結果的能力

學習表現：探究能力-問題解決 pe-Va-1

測驗內容：必修生物

BDa-Vc-1 不同的細胞具有不同的功能、形態及構造。

說明：

本題測驗實驗操作過程與記錄。其圖 6 中，左邊的細胞為紅血球，右邊為白血球。由紅血球測量值為 0.75 公分與實際大小 7.5 微米(μm)，得知其放大倍率為 1000 倍 ($1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{m}$)。本題由計算回推的方法，測驗同學對實驗過程之了解，需要順向學習具有一定之成效，才能有反思之能力。

2d.彙整資料、分析數據、判讀圖表及歸納結果的能力

[試題範例 9][本範例取自於題組題，完整樣貌請見附錄三]

某生由 2008 年至 2017 年間，連續 10 年觀察學校附近的生物多樣性。他將資料整理出三個最常出現的物種 (X, Y, Z)，並將其餘數十種不等物種集中成為第四類 (W)。然後加以分析，製成相對頻度圖如圖 7。

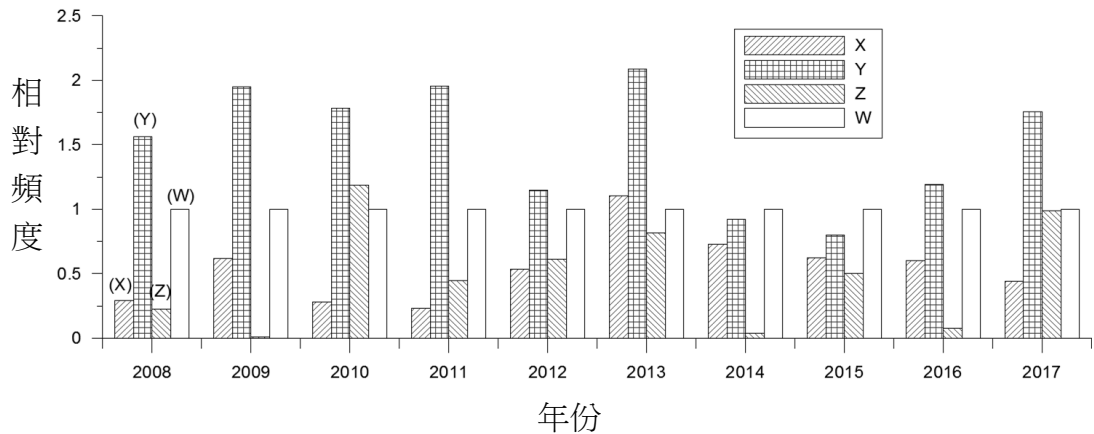


圖 7

此圖所能表示的生物多樣性，下列何者最貼切？

- (A)基因多樣性 (B)物種多樣性 (C)生態系多樣性

(108 年研究用試卷)

參考答案：B

測驗目標：1a.基本生物學知識

2d.彙整資料、分析數據、判讀圖表及歸納結果的能力

學習表現：探究能力-問題解決 pa-Va-2

測驗內容：加深加廣選修生物

BGc-Va-1 生物多樣性包含遺傳多樣性、物種多樣性及生態系多樣性三個面向。

BGc-Va-3 物種多樣性。

說明：

本題藉由圖表歸納 10 年間物種出現的頻度，並測驗與生物多樣性之間的連結，以彰顯物種多樣性之定義以及生態推論之基本面向。

- (A)基因多樣性以等位基因為歸類單位。
 (B)物種多樣性以物種為歸類單位。
 (C)生態系多樣性以功能性單位為歸類單位。

三、測驗考生科學論述或實驗報告的閱讀理解、分析與判斷能力

3a.理解科學文獻內容的能力

[試題範例 10][本範例取自於題組題，完整樣貌請見附錄三]

首例經基因編輯的人類嬰兒於 2018 年誕生，並引起世人對此技術的關注，與對此研究倫理的討論。這項技術針對染色體 DNA 上的特定位置進行序列切除、插入或置換。其原理是對特定 DNA 位置的辨識，與製造此處雙股 DNA 的斷裂。目前主要有三種核酸酶系統可以使用，分別為鋅指核酸酶 (ZFN)、類轉錄活化因子核酸酶 (TALEN) 以及 CRISPR/Cas9。當雙股 DNA 斷裂時，細胞核內的修復系統便會啟動，並嘗試重新黏合斷裂的 DNA。此種修復方式稱為非同源性末端接合。在黏合的過程中可能發生錯誤而在目標 DNA 上造成缺失或插入性突變。在修復斷裂的雙股 DNA 時，細胞也可利用與切口兩端相同的序列進行同源重組來修復 DNA。首例基因編輯嬰兒計畫使用 CRISPR/Cas9 對人類愛滋病毒受器基因 *CCR5* 進行剔除。此計畫下誕生了一對雙胞胎。她們的 *CCR5* 基因上有著不同的突變，但可能皆使 *CCR5* 蛋白質失去功能。愛滋病毒可能因無法辨識突變的 *CCR5* 蛋白質而失去對人的感染力。然而，對基因編輯可能產生的影響未有足夠的了解之前，貿然對人類進行基因編輯的風險，以及計畫執行者是否對受試者揭露充分的相關資訊，皆使此一計畫充滿爭議。

從文中判斷首例基因編輯嬰兒的誕生所採取的基因編輯經歷下列哪一過程？

- (A)以 TALEN 在 *CCR5* 基因上製造雙股 DNA 斷裂
- (B)以 CRISPR/Cas9 在 *CCR5* 基因上製造單股 DNA 斷裂
- (C)以非同源性末端接合進行 DNA 修復
- (D)以同源重組進行 DNA 修復

(108 年研究用試卷)

參考答案：C

測驗目標：1d.生物學的延伸知識

3a.理解科學文獻內容的能力

學習表現：探究能力-問題解決 po-Va-1

測驗內容：加深加廣選修生物

BGa-Va-3 遺傳訊息的複製。

BGa-Va-7 生物科技的應用。

說明：

本題以第一個基因編輯的人類嬰兒為例子，提供同學瞭解有關生物學的新訊息，測驗考生對科學文章的理解能力。

- (A)是以 CRISPR/Cas9 在 *CCR5* 基因上製造雙股 DNA 斷裂。
- (B)是雙股 DNA 斷裂，不是單股。
- (C)可由文章第六行得知。
- (D)此種修復方式稱為非同源性末端接合。

3b.理解資料的產生過程和查核的能力

[試題範例 11]

某生分別用抗A和抗B的血清分析30位同學血液，並觀察同學血液與抗A和抗B血清產生血液凝集反應的比例，實驗結果如表三。下列選項何者正確？

表三

血清	產生血液凝集 占總人數比例 (%)
抗 A 血清	41
抗 B 血清	17

- (A)17%同學的血液可以輸給A型血液的人
(B)可以自41%的同學血液分離出抗A蛋白
(C)由此數據顯示30名同學中沒有AB血型的人
(D)至少有42%的同學血液內帶有抗A和抗B抗體

(108 年指考試卷)

參考答案：D

測驗目標：1c.日常生活中的生物學知識

3b.理解資料的產生過程和查核的能力

學習表現：探究能力-問題解決 pa-Va-1

測驗內容：加深加廣選修生物

BDb-Va-7 動物體的防禦構造與功能。

說明：

此題在測驗考生對 ABO 血型的理解，由表格可知 41%的人血樣品與抗 A 血清產生凝集，代表有 41%帶有 A 抗原（A 型）。17%的人血樣品與抗 B 血清產生凝集，代表有 17%帶有 B 抗原（B 型）。若沒有 AB 型，則剩下的 42%為不帶有 A、B 抗原的 O 型。若 A 型與 B 型有交集，則可推測 O 型的個體 >42%。

3c.根據科學文章做合理判斷的能力

[試題範例 12][本範例取自於題組題，完整樣貌請見附錄三]

水稻是亞洲人的主要糧食作物，將野生型水稻與栽培型水稻雜交時常會造成無法產生後代的雜交不稔現象，這樣的遺傳障礙會妨礙將野生型水稻中有利的基因導入栽培型水稻中。為了瞭解這種妨礙基因轉殖的屏障，最新的研究報告指出，野生型水稻與栽培型水稻之間雜交不稔主要由數量性狀基因座（quantitative trait locus, QTL）所決定；這組 QTL 含有 2 個基因，皆表現在配子發生時；其中一個基因產生一個毒性分子，會影響花粉的發育，而另一個基因則產生一個解毒分子，是花粉存活所必需。因此，這組 QTL 的遺傳特性能夠成為引導產生種子演化發展的基礎，促進生殖隔離。根據上述短文回答下列問題。

下列有關雜交型水稻的敘述，哪些正確？

- (A)可含有有利的性狀，如生長勢良好和具有抗病性
- (B)經由基因遺傳工程產生
- (C)不經由 QTL 調控
- (D)具有逆境下生存競爭的優勢
- (E)經由單基因遺傳

(108 年研究用試卷)

參考答案：AD

測驗目標：3a.理解科學文獻內容的能力

3c.根據科學文章做合理判斷的能力

學習表現：探究能力-思考智能 tc-Va-1

測驗內容：加深加廣選修生物

BGa-Va-5 基因表現的調控。

BGa-Va-6 遺傳變異。

BGa-Va-7 生物科技的應用。

說明：

本題以雜交型水稻為例，測驗基因調控對於演化影響之相關概念。

- (A)在形成雜交型水稻的過程中，野生型水稻會將有利的基因導入栽培型水稻中。
- (B)雜交型水稻為栽培型水稻與野生型水稻雜交產生。
- (C)數量性狀基因座（QTL）調控水稻的配子，促進生殖隔離，故無論是雜交型、野生型、栽培型，皆受到 QTL 調控。
- (E)主要經由數量性狀基因座（QTL）調控。

四、測驗考生推理論證與建立模型的能力

4a.推理因果關係與形成結論或模型的能力

[試題範例 13][本範例取自於題組題，完整樣貌請見附錄三]

某生由 2008 年至 2017 年間，連續 10 年觀察學校附近的生物多樣性。他將資料整理出三個最常出現的物種 (X, Y, Z)，並將其餘數十種不等物種集中成為第四類 (W)。然後加以分析，製成相對頻度圖如圖 7。

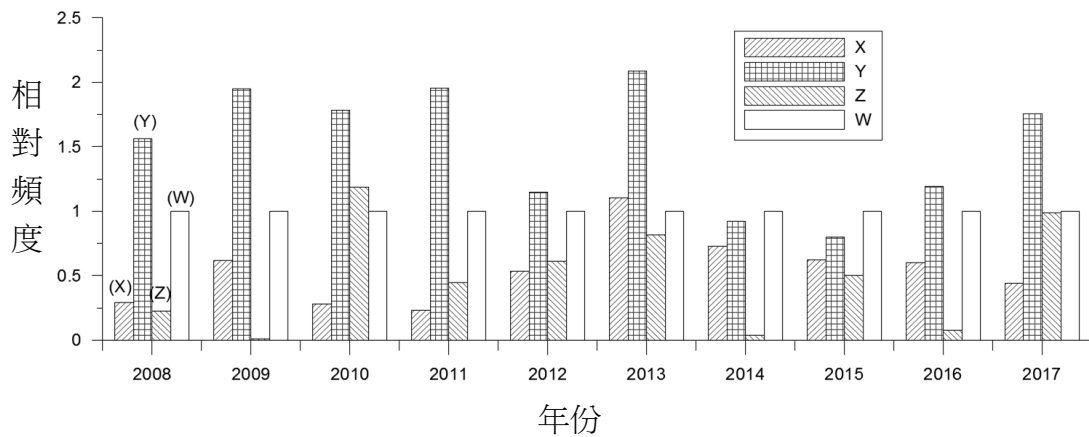


圖 7

有關此圖所顯示之生態及演化上之意義，下列哪些正確？

- (A) X 在此棲地成動態平衡
- (B) Y 為本地最優勢物種
- (C) Z 會在數年內在本地消失
- (D) W 的目的是做為對照組
- (E) 物種歧異度最高的年度是 2009 年

(108 年研究用試卷)

參考答案：ABD

測驗目標：1a.基本生物學知識

4a.推理因果關係與形成結論或模型的能力

學習表現：探究能力-問題解決 pa-Va-2

測驗內容：加深加廣選修生物

BGc-Va-3 物種多樣性。

BLb-Va-2 族群特徵包括族群大小、族群密度、族群成長曲線、生存曲線及年齡結構等。

BLb-Va-3 群集中族群間的交互作用、群集結構及演替。

說明：

本題由多年複雜資料歸納為四個類別之時間序列圖。藉由 W 類做為參考點，可推出各種數據的相對意義。本題藉由圖表歸納 10 年間物種出現的頻度測驗與生物多樣性間的連結，並測驗考生判讀圖表與探討背後意涵之能力。

(A) 仔細觀察 X 物種可發現該物種數量呈現穩定的波動。故可推測是處於動態平衡之狀態。

(B) Y 物種較其他物種相比其頻度最高，因此為最優勢物種。

(C) Z 物種在 2009 年幾乎消失，但於 2010 年恢復，可見本物種的起伏雖大，卻無法根據此圖表結果推估 Z 物種就此消失。

(E) 物種種類愈多表示物種歧異度愈大，而 2009 年的 Z 物種的相對頻度近乎為 0，因此歧異度不會較其他年份高。

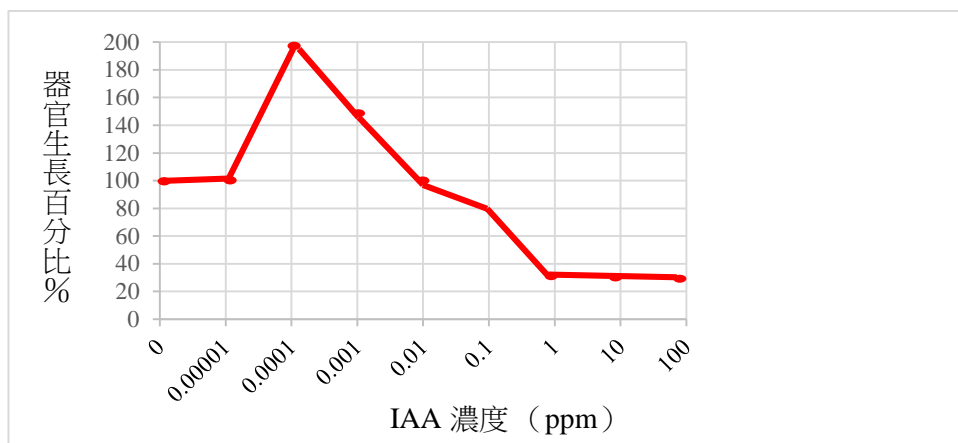
4b. 利用文字或圖表傳達科學研究結果的能力

[試題範例 14][本範例取自於題組題，完整樣貌請見附錄三]

某生做實驗想探討添加 IAA 對植物根和莖生長的影響。該生將實驗分成 A—I 組，每組 10 顆綠豆，分別泡置於不同濃度的 IAA 中，兩天後分別測量各組的根和莖增長的平均長度，但是記錄時忘記標示何者是根何者是莖，只好以先以甲、乙代替。若以對照組為基準（100%），請繪製 IAA 濃度與甲器官的生長百分比關係之折線圖。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
IAA 濃度 (ppm)	0	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	1	10	10^2
甲器官 平均生長長度 (cm)	2	2.02	4	3	2.1	1.6	0.6	0.6	0.6
乙器官 平均生長長度 (cm)	5	5.01	5	5.1	5.2	8	10	8.5	5.1

參考答案：



測驗目標：1a.基本生物學知識

4b.利用文字或圖表傳達科學研究結果的能力

學習表現：探究能力-問題解決 pc-Va-2

測驗內容：加深加廣選修生物

BDb-Va-13 植物激素會調節植物體的生理作用。

說明：

本題讓考生將實驗數據轉化為圖表，旨在評量考生利用圖表或文字傳達探究結果之能力。

4c.綜合或評價科學資料的能力

[試題範例 15][本範例取自於題組題，完整樣貌請見附錄三]

首例經基因編輯的人類嬰兒於 2018 年誕生，並引起世人對此技術的關注，與對此研究倫理的討論。這項技術針對染色體 DNA 上的特定位置進行序列切除、插入或置換。其原理是對特定 DNA 位置的辨識，與製造此處雙股 DNA 的斷裂。目前主要有三種核酸酶系統可以使用，分別為鋅指核酸酶 (ZFN)、類轉錄活化因子核酸酶 (TALEN) 以及 CRISPR/Cas9。當雙股 DNA 斷裂時，細胞核內的修復系統便會啟動，並嘗試重新黏合斷裂的 DNA。此種修復方式稱為非同源性末端接合。在黏合的過程中可能發生錯誤而在目標 DNA 上造成缺失或插入性突變。在修復斷裂的雙股 DNA 時，細胞也可利用與切口兩端相同的序列進行同源重組來修復 DNA。首例基因編輯嬰兒計畫使用 CRISPR/Cas9 對人類愛滋病毒受器基因 *CCR5* 進行剔除。此計畫下誕生了一對雙胞胎。她們的 *CCR5* 基因上有著不同的突變，但可能皆使 *CCR5* 蛋白質失去功能。愛滋病毒可能因無法辨識突變的 *CCR5* 蛋白質而失去對人的感染力。然而，對基因編輯可能產生的影響未有足夠的了解之前，貿然對人類進行基因編輯的風險，以及計畫執行者是否對受試者揭露充分的相關資訊，皆使此一計畫充滿爭議。

下列哪些是基因編輯嬰兒計畫的可能風險？

- (A) *CCR5* 基因上的突變無法遺傳給下一代
- (B) 失去 *CCR5* 蛋白質功能對人的健康產生影響
- (C) 基因編輯技術將造成後代染色體異常
- (D) 基因編輯後的 *CCR5* 基因轉譯出具新功能的 *CCR5* 蛋白質
- (E) 除了 *CCR5* 基因，染色體 DNA 上有其它可被核酸酶辨識的序列，因而在非目標 DNA 上造成突變

(108 年研究用試卷)

參考答案：BDE

測驗目標：1d. 生物學的延伸知識

4c. 綜合或評價科學資料的能力

學習表現：探究能力-思考智能 tc-Va-1

測驗內容：加深加廣選修生物

BGa-Va-3 遺傳訊息的複製。

BGa-Va-4 遺傳訊息的轉錄與轉譯。

BGa-Va-7 生物科技的應用。

說明：

本題測驗基因編輯嬰兒計畫的過程與原理。考生能否基於 DNA 修改的知識，佐以科學文章的理解，來推估新技術的產生對人類社會發展是否有未知影響，而有相關之疑慮。本題意在彰顯科學之有限性，以及無窮之希望性。

- (A) 文章只提及使用 CRISPR/Cas9 剔除人類愛滋病毒受器基因 *CCR5*，使得誕下的人類 *CCR5* 基因上有突變，若該人類能夠存活並能夠產生子代，則其子代很有可能會得到 *CCR5* 突變基因。
- (B) 目前對 *CCR5* 蛋白質的功能尚不完全了解。
- (C) 基因編輯造成突變而非染色體變異，因此後代也只遺傳突變，而不會增加染色體異常的發生。
- (E) DNA 上同樣的序列在基因體上很容易重複出現，可被核酸酶辨識系統辨識，進而在非目標 DNA 上造成突變。

附錄一、測驗目標及學習表現對應表

分科測驗生物測驗目標	學習表現	
一、測驗考生對生物學知識的認知能力		
1a.基本生物學知識	科學認知	推理論證 認識科學本質
1b.基本生物學實驗原理	科學認知 探究能力-思考智能 科學的態度與本質	
1c.日常生活中的生物學知識		
1d.生物學的延伸知識		
1e.生物學發展之歷史中所探討的問題及結論		
二、測驗考生運用科學方法的能力		
2a.觀察、蒐集、整理資料並形成假說的能力	探究能力-問題解決	觀察與定題
2b.設計及操作實驗的能力	探究能力-思考智能 探究能力-問題解決	想像創造 計畫與執行
2c.了解實驗過程及檢測方法的能力	探究能力-問題解決	計畫與執行
2d.彙整資料、分析數據、判讀圖表及歸納結果的能力	探究能力-問題解決	分析與發現
三、測驗考生科學論述或實驗報告的閱讀理解、分析與判斷能力		
3a.理解科學文獻內容的能力	探究能力-問題解決	觀察與定題
3b.理解資料的產生過程和查核的能力	探究能力-問題解決	分析與發現
3c.根據科學文章做合理判斷的能力	探究能力-思考智能	批判思辨
四、測驗考生推理論證與建立模型的能力		
4a.推理因果關係與形成結論或模型的能力	探究能力-問題解決 探究能力-思考智能	分析與發現 建立模型
4b.利用文字或圖表傳達科學研究結果的能力	探究能力-問題解決	討論與傳達
4c.綜合或評價科學資料的能力	探究能力-思考智能	批判思辨

附錄二、自然領綱普通型高中（生物）之學習表現與學習內容

一、學習表現

（內容係摘自「十二年國民基本教育課程綱要國民中小學暨普通型高級中等學校-自然科學領域」）

項目	子項	第五學習階段學習表現（加深加廣選修）
探究能力 - 思考智能 (t)	想像創造 (i)	ti-V a-1 能獨立察覺各種自然科學問題的成因，並能依不同情況發想各種假設及可行的解決方法，進而以個人或團體方式設計不同的實驗步驟，或創造新的實驗方法。
	推理論證 (r)	tr-V a-1 能運用一系列的科學證據或理論，以及類比、轉換等演繹推理方式，理解並推導自然現象的因果關係，或修正、說明自己提出的論點。
	批判思辨 (c)	tc-V a-1 能比較科學事實在不同論點、證據或事實解釋的合理性，並透過探索證據、挑戰思想、回應多元觀點的過程，進行批判論點或判斷科學證據的正確性。
	建立模型 (m)	tm-V a-1 能依據科學問題自行運思或經由合作討論來建立模型，並使用例如：「比擬或抽象」的形式來描述一個系統化的科學現象。進而能分析各種模型的特性，且了解模型可隨著對科學事物複雜關係的認知增加來修正。
探究能力 - 問題解決 (p)	觀察與定題 (o)	po-V a-1 能從學習活動、日常經驗及科技運用、自然環境、書刊及網路媒體中，進行各種有計畫、有條理、有效率的觀察，進而能察覺問題。
		po-V-a-2 能依據觀察、蒐集資料、閱讀、思考、討論等，確認並提出與生活周遭或學術探索相關，而適合科學探究或適合以科學方式尋求解決的關鍵問題（或假說）。當有多個問題同時存在時，能分辨並擇定優先重要之問題（或假說）。
探究能力 - 問題解決 (p)	計劃與執行 (e)	pe-V a-1 能辨明多個自變項或應變項並計劃適當次數的測試、嚴謹地預測活動的可能結果和可能失敗的原因。在有限的指導下，能依據指導或展現創意，依據問題特性、學習資源（設備、時間、人力等）、預期成果（包括信效度）、對社會環境的影響等因素，有效率地規劃最佳化的實作（或推理）探究活動或問題解決活動。
		pe-V a-2 能正確安全操作適合學習階段的物品、器材儀器、科技設備及資源。能進行精確、高效率之的質性觀察或數值量測，視需要能運用科技儀器輔助記錄。

項目	子項	第五學習階段學習表現（加深加廣選修）
	分析與發現 (a)	<p>pa-V a-1 能流暢運用思考智能、製作圖表、使用資訊及數學等方法，以有效整理資訊或數據。</p> <p>pa-V a-2 能運用科學原理、思考智能、數學、統計等方法，從所得的資訊或數據，形成解釋、發現新知、獲知因果關係、理解科學問題、解決問題或是發現新的問題。並能將自己的結果和同學的結果或其他相關的資訊比較對照，相互檢核，確認結果；如果結果不同，能進一步探究原因。</p>
	討論與傳達 (c)	<p>pc-V a-1 能理解同學的探究過程和結果(或經簡化過的科學報告)，提出合理而且較完整的疑問或意見。並能對整個探究過程中：包括，觀察定題、推理實作、數據信效度、資源運用、活動安全、探究結果等，進行反思、形成評價與改善方案，作為未來改進與提升能力的基礎。</p> <p>pc-V a-2 能利用口語、影像（例如：攝影、錄影）、文字與圖案、繪圖或實物、科學名詞、數學公式、模型等，表達探究之過程、發現或成果，並選擇合適的發表方式和途徑。視需要，並能摘要描述目的、特徵、方法、發現、價值、限制、運用及展望等。</p>
科學的態度與本質 (a)	培養科學探究的興趣(i)	<p>ai-V a-1 了解科學能力是多元的，擁有熱誠是從事與科學或科技有關的工作最重要的條件。</p> <p>ai-V a-2 透過了解科學理論的簡約、科學思考的嚴謹與複雜自然現象背後的規律，學會欣賞科學的美。</p>
	養成應用科學思考與探究的習慣(h)	<p>ah-V a-1 了解科學工作者經常遵循某些特定的標準（例如：可推廣性、簡約性等）判斷探究活動的可行性。</p> <p>ah-V a-2 運用科學的思考模式，例如：邏輯思考、精確性、客觀性等標準，判斷日常生活中科學資訊的可信度。</p>
	認識科學本質(n)	<p>an-V a-1 了解從事科學工作者具有一些共同的特質，例如：邏輯思考、精確性、心智開放、客觀性、保持懷疑、研究結果的可重覆性、誠實並符合倫理地發表研究成果等。</p> <p>an-V a-2 察覺到相同的自然現象，可用多個理論解釋；當現有的證據同樣都支持著這些理論，人們傾向採用較簡約的理論。</p> <p>an-V a-3 了解科學知識發展的歷史是與社會、文化、政治、經濟緊密相關。</p>

二、學習內容

內容係摘自「十二年國民基本教育課程綱要國民中小學暨普通型高級中等學校-自然科學領域」，分科測驗生物考科之測驗內容大綱，根據 12 年國民基本教育課程綱要高中 10~12 年學習內容，分成必修生物及加深加廣選修生物兩部分，敘述如下。

1. 必修生物學習內容

主題	次主題	學習內容
生物體的構造與功能 (D)	細胞的構造與功能 (Da)	BDa-Vc-1 不同的細胞具有不同的功能、形態及構造。
		BDa-Vc-2 原核細胞與真核細胞的構造與功能。
		BDa-Vc-3 ATP 是提供細胞生理作用所需能量的直接來源。
		BDa-Vc-4 光合作用與呼吸作用的能量轉換關係。
		BDa-Vc-5 真核細胞的細胞週期包括間期與細胞分裂期。
		BDa-Vc-6 真核細胞的細胞分裂。
		BDa-Vc-7 有絲分裂的過程。
		BDa-Vc-8 動物生殖細胞一般需經過減數分裂的過程形成配子。
		BDa-Vc-9 多細胞生物的受精卵經由有絲分裂與細胞分化的過程，形成不同類型的細胞。
演化與延續 (G)	生殖與遺傳 (Ga)	BGa-Vc-1 孟德爾遺傳法則中，性狀與遺傳因子之關係。
		BGa-Vc-2 孟德爾遺傳法則的延伸。
		BGa-Vc-3 遺傳的染色體學說之發展歷程。
		BGa-Vc-4 性聯遺傳。
		BGa-Vc-5 遺傳物質為核酸。
		BGa-Vc-6 分子遺傳學的中心法則。
		BGa-Vc-7 同一性狀具有不同的表徵。
	演化 (Gb)	BGb-Vc-1 生物性狀的表徵比例會變動。
		BGb-Vc-2 達爾文的演化理論。
		BGb-Vc-3 共同祖先的概念對生物分類系統之影響。
		BGb-Vc-4 演化證據對生物分類系統演變之影響。

主題	次主題	學習內容
		BGb-Vc-5 在地球上的生物經演化過程而形成目前的生物多樣性。
科學、科技、社會及人文 (M)	科學發展的歷史 (Mb)	BMb-Vc-1 細胞學說的發展歷程。 BMb-Vc-2 孟德爾依據實驗結果推論遺傳現象的規律性。 BMb-Vc-3 性染色體的發現。 BMb-Vc-4 演化觀念的形成與發展。
	科學在生活中的應用 (Mc)	BMc-Vc-1 基因轉殖技術的應用。

2.加深加廣選修生物學習內容

主題	次主題	學習內容（加深加廣選修）
生物體的構造與功能 (D)	細胞的構造與功能 (Da)	BDa-Va-1 細胞的分子組成。 BDa-Va-2 生物膜的構造與功能。 BDa-Va-3 酶的功能與影響酶活性的因素。 BDa-Va-4 呼吸作用包括有氧呼吸、無氧呼吸及發酵作用。 BDa-Va-5 能量流轉與生命維持的關係。 BDa-Va-6 細胞的生命歷程。
	動植物的構造與功能 (Db)	BDb-Va-1 動物組織的構造與功能。 BDb-Va-2 動物體的器官系統之構造與功能。 BDb-Va-3 動物體內恆定的生理意義與重要性。 BDb-Va-4 動物體對刺激的感應。 BDb-Va-5 動物體的神經系統對生理作用的調節。 BDb-Va-6 動物體的激素對生理作用的調節。 BDb-Va-7 動物體的防禦構造與功能。 BDb-Va-8 動物體的生殖與胚胎發育。 BDb-Va-9 植物體的組成層次。 BDb-Va-10 光合作用包括光反應與固碳反應。 BDb-Va-11 植物體的生殖。 BDb-Va-12 植物體內的物質運輸。 BDb-Va-13 植物激素會調節植物體的生理作用。 BDb-Va-14 植物體對環境刺激的反應。
地球環境 (F)	生物圈的組成 (Fc)	BFc-Va-1 生態學的研究層級主要為個體、族群、群集、生態系及生物圈。 BFc-Va-2 臺灣主要的生態系可分為自然系與人工生態系。

主題	次主題	學習內容（加深加廣選修）
演化與延續 (G)	生殖與遺傳 (Ga)	BGa-Va-1 遺傳的染色體學說的建立。 BGa-Va-2 確認 DNA 為遺傳物質的歷程。 BGa-Va-3 遺傳訊息的複製。 BGa-Va-4 遺傳訊息的轉錄與轉譯。 BGa-Va-5 基因表現的調控。 BGa-Va-6 遺傳變異。 BGa-Va-7 生物科技的應用。
	演化 (Gb)	BGb-Va-1 生源說與無生源說的爭論歷程。 BGb-Va-2 從無機物到有機物的演變，探討生物起源的過程。 BGb-Va-3 原核細胞形成的演化歷程。 BGb-Va-4 真核細胞形成的演化歷程。 BGb-Va-5 現代生物演化理論。 BGb-Va-6 族群遺傳學。 BGb-Va-7 演化與物種形成。
	生物多樣性 (Gc)	BGc-Va-1 生物多樣性包含遺傳多樣性、物種多樣性及生態系多樣性三個面向。 BGc-Va-2 遺傳多樣性。 BGc-Va-3 物種多樣性。 BGc-Va-4 生態系多樣性。 BGc-Va-5 造就臺灣生物多樣性的因素。 BGc-Va-6 生物多樣性的保育。
生物與環境 (L)	生物與環境的交互作用 (Lb)	BLb-Va-1 生態學的研究層級。 BLb-Va-2 族群特徵包括族群大小、族群密度、族群成長曲線、生存曲線及年齡結構等。 BLb-Va-3 群集中族群間的交互作用、群集結構及演替。 BLb-Va-4 生態系中的非生物因子與生物因子、能量流轉及元素循環。

主題	次主題	學習內容（加深加廣選修）
科學、科技、社會及人文 (M)	科學、技術及社會的互動關係 (Ma)	BMa-Va-1 探討代理孕母的倫理與法律問題。 BMa-Va-2 探討人類基因組計畫及其意義與重要性。
	科學發展的歷史 (Mb)	BMb-Va-1 從科學史的觀點，探討生物膜的模型之發展歷程。 BMb-Va-2 從科學史的觀點，探討生長素發現過程的相關實驗。 BMb-Va-3 從科學史的觀點，說明遺傳的染色體學說之發展歷程。 BMb-Va-4 從科學史的觀點，探討連鎖的相關實驗與推論。 BMb-Va-5 從科學史的觀點，探討確認 DNA 為遺傳物質之發展歷程。 BMb-Va-6 從科學史的觀點，探討 DNA 分子結構模型之發展歷程。 BMb-Va-7 從科學史的觀點，探討 DNA 複製為半保留複製模式之發展歷程。 BMb-Va-8 從科學史的觀點，說明現代生物演化理論之發展歷程。
	科學在生活中的應用 (Mc)	BMc-Va-1 生物科技的應用。 BMc-Va-2 以生態學的理论為基礎，規劃保育策略。 BMc-Va-3 可以實際案例，由研究、教育、立法或行政等方面來探討生物多樣性的保育。
資源與永續發展 (N)	永續發展與資源利用 (Na)	BNa-Va-1 棲地零碎化造成的邊緣效應對物種多樣性之影響。 BNa-Va-2 入侵外來種對物種多樣性之影響。

附錄三、混合題型及題組試題

[試題範例 3]非選擇題題組

內分泌系統是人體內非常重要，可以管理全身恆定的系統。下視丘可以被視為內分泌系統中，調整許多不同激素的控制中心以及源頭。例如在母體生產的過程中，下視丘會合成催產素，其釋放會刺激子宮收縮，而子宮收縮在生產過程中，又可刺激下視丘合成以及後續釋放催產素。另外，在一般女性月經週期時，下視丘會分泌 GnRH，刺激腦垂腺前葉釋放 LH 以及 FSH。LH 以及 FSH 會刺激濾泡發育成熟，而濾泡會分泌動情素刺激 GnRH 的分泌。黃體則會釋放黃體素，抑制下視丘分泌 GnRH。根據短文敘述，回答下列問題。

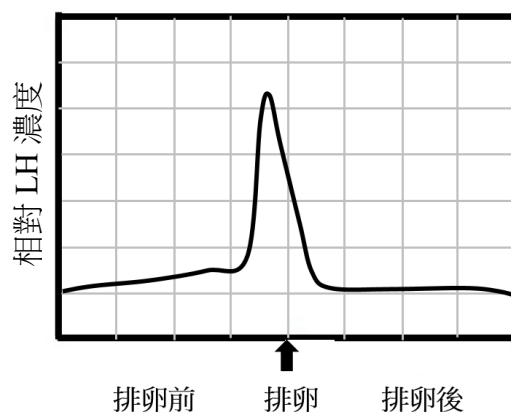
1. 催產素在生產過程中，是以什麼方式進行調控？
2. 若今天有一位病人，她的下視丘以及腦垂腺之間，接近腦垂腺的地方出現增生腫瘤，物理性的壓迫兩者之間的神經軸突，請問這位病人的生產或是月經週期，哪一個會受到較大的影響？為什麼？
3. 請畫出在排卵前後，體內血液中 LH 相對的濃度變化為何？並簡略解釋排卵前以及排卵後 LH 相對濃度變化的控制機制為何？

參考答案：1. 正回饋

2. (1) 生產會受到較大的影響。

(2) 下視丘神經細胞合成催產素後，經由神經軸突傳送至腦垂腺後葉，然後釋放，因此神經軸突被壓迫會影響催產素釋放。

3. (1)



(2) 排卵前，GnRH 透過動情素正回饋（或增加）GnRH 分泌，促使 LH 量持續上升。排卵後，GnRH 透過黃體素負回饋（或抑制）GnRH 分泌，促使 LH 量下降。

[試題範例 4]混合題

生物的存活和成長發生交互作用。在族群的水平上，這些交互作用通常是正向的，例如，兩個微生物同時利用一個複雜的營養物，或鳥類合作築巢，造成成長及存活率都增加。然而也有負向的，導致生活資源的匱乏。有一種細菌 (*Paenibacillus sp.*) 則由於自身改變周遭環境的 pH，導致其族群大小迅速下降，形成所謂的「生態自殺」。實驗發現，此細菌之族群成長在低 pH 緩衝的情況下，8 小時就引發「自殺」現象，24 小時則全數死亡 (圖 1-X)。但在中、高緩衝的情況下 (圖 1-Y、Z)，則不發生「自殺」現象。

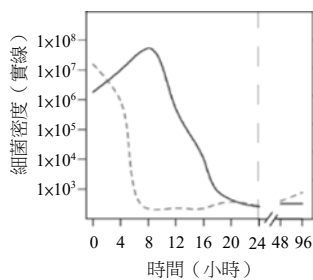


圖 1-X

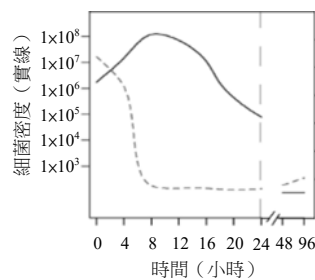


圖 1-Y

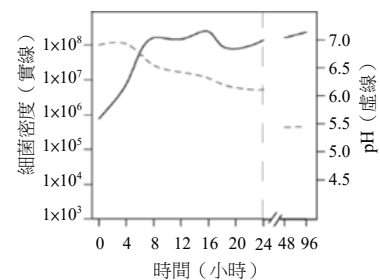


圖 1-Z

- 下列有關族群成長與存活曲線的敘述，哪些正確？
 - S-型成長曲線的適應期，此時成長率最高
 - S-型成長線的減速期，顯示大部分個體不適應環境
 - 呈現指數成長的族群，顯示此族群位於 S-型成長線的增長期
 - 呈現凸型（第一型）生存曲線的生物通常有護幼的機制
 - 成長曲線的類型與生存曲線分別描述兩個不相干的事件
- 為了不使 *Paenibacillus sp.* 發生「生態自殺」現象，採用下列哪一方法較易達成？
 - 使用抗生素控制族群大小
 - 在培養基增加葡萄糖濃度
 - 與同屬另一物種混合培養
 - 略加溫度以加速族群成長
- 前文的實驗及結果圖中，何者是操作變因？
 - 起始培養濃度
 - 細菌密度
 - pH 值
 - 緩衝濃度
- 某生為了抑制細菌族群之「生態自殺」現象，應將 *Paenibacillus sp.* 培養於何種環境中，可以使細菌存活？請說明原因。

參考答案：1. CD

2. A

3. D

4. 培養在高緩衝的環境能夠改變細菌自身環境的 pH 值，亦即緩衝細菌排出代謝物的 pH 值。

[試題範例 6] 選擇題題組

某生利用兩個 600 毫升的礦泉水寶特瓶來培養大團藻，甲瓶中有 5 公克土壤、200 毫升礦泉水；乙瓶中有 5 公克土壤、400 毫升礦泉水。兩瓶都加入一些大團藻活體，並使其密度相同，再用原來的瓶蓋密封，在相同溫度（20°C）及光照時間（10 小時）的環境中培養。每天觀察，並記錄族群的相對密度大小如圖 2。根據圖 2 回答下列問題。

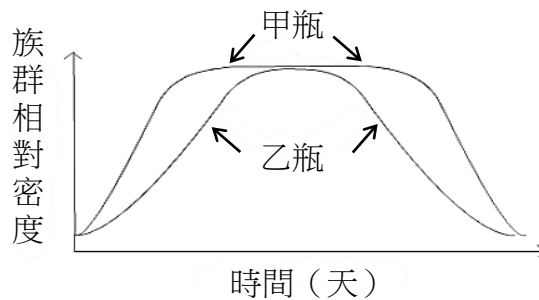


圖 2

1. 某生提出「瓶中氧氣含量不同導致甲、乙兩瓶中大團藻生長曲線的不同」，這樣的說法，在科學研究上，應屬於下列何者？

(A) 觀察 (B) 假設 (C) 實驗 (D) 結論
2. 下列與此研究相關的敘述，何者正確？

(A) 大團藻密度可以每平方公分的個體數表示

(B) 甲瓶的大團藻密度較乙瓶先到達高原期，族群密度也先下降

(C) 甲瓶的大團藻密度較乙瓶晚到達高原期，族群密度也後下降

(D) 水量或空氣量的不同，造成兩瓶族群相對密度變化的差異

參考答案：1. B

2. D

[試題範例 7] 選擇題題組

人的血紅素在與氧結合以及沒有與氧結合的狀態，對不同波長光線的吸收有很大的差異。圖 3 中的兩曲線分別代表氧合血紅素（氧結合達飽和，寫為 HbO_2 ）與去氧血紅素（完全沒有與氧結合， Hb ）對波長 500 nm~900 nm 的吸收光譜。可以看到在 900 nm 的遠紅外光時， Hb 的光吸收量顯著小於 HbO_2 的光吸收量。醫院中我們常看到的血氧機就是利用這樣的特性，醫護人員可隨時偵測病人的血紅素攜氧量，以評估病人的心肺功能。

圖 4 是血氧機設計原理的簡單示意圖；主要是利用兩個不同波長的光，照射手指尖皮膚下血管中的血液，並在手指尖的另一端放置一個光感知器來偵測光被吸收情形。

藉由偵測血紅素在不同的氧結合量時，對此兩種光源吸收量的差異，經計算之後推測當時血液中血紅素的含氧量。閱讀上文後並輔以課本中動物呼吸的知識，試回答下列問題。

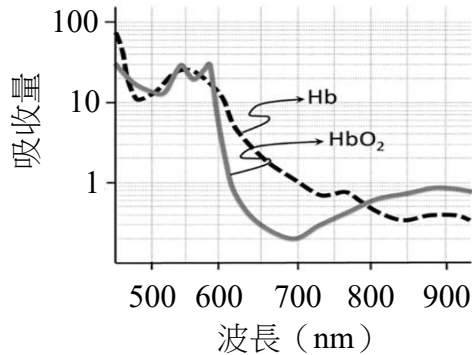


圖 3

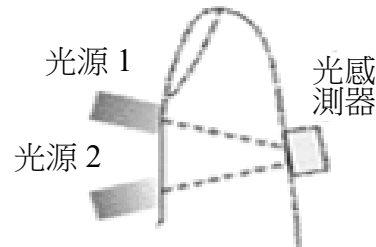


圖 4

- 從圖 3 與文中介紹，除 900 nm 的遠紅外線適合做為血氧機的光源外，下列哪一個波長的光最適合做為另外一個光源？
 (A) 500 nm (B) 550 nm (C) 700 nm (D) 800 nm
- 某生若將紅血球平鋪在培養皿之中，於溫度 37°C 與氧分壓適合的環境下，使用 pH=7.4 生理食鹽水培養 2 小時後，將紅血球收集於小試管，並進行照光與光吸收量測定，下列推測哪些正確？
 (A) 此時血紅素對 900 nm 光吸收量是大約是 0.3
 (B) 此時血紅素對 800 nm 光吸收量是大約是 0.5
 (C) 此時血紅素對 700 nm 光吸收量是大約是 0.1
 (D) 此時血紅素對 650 nm 光吸收量是大約是 1.1
 (E) 此時血紅素對 900 nm 光吸收量比對 600 nm 小
- 承上題，若某生將紅血球細胞培養在 pH=4.0 生理食鹽水中，其他條件均與上述相同。假設此時血紅素對 900 nm 光吸收量是 X，下列何者正確？（提示：氫離子濃度增加，會降低血紅素對氧的結合力）
 (A) $X \leq 0.3$ (B) $0.3 < X < 0.8$ (C) $X = 0.8$ (D) $X > 0.8$

參考答案：1. C

2. BCE

3. B

[試題範例 9、13] 選擇題題組

某生由 2008 年至 2017 年間，連續 10 年觀察學校附近的生物多樣性。他將資料整理出三個最常出現的物種 (X, Y, Z)，並將其餘數十種不等物種集中成為第四類 (W)。然後加以分析，製成相對頻度圖如圖 7。

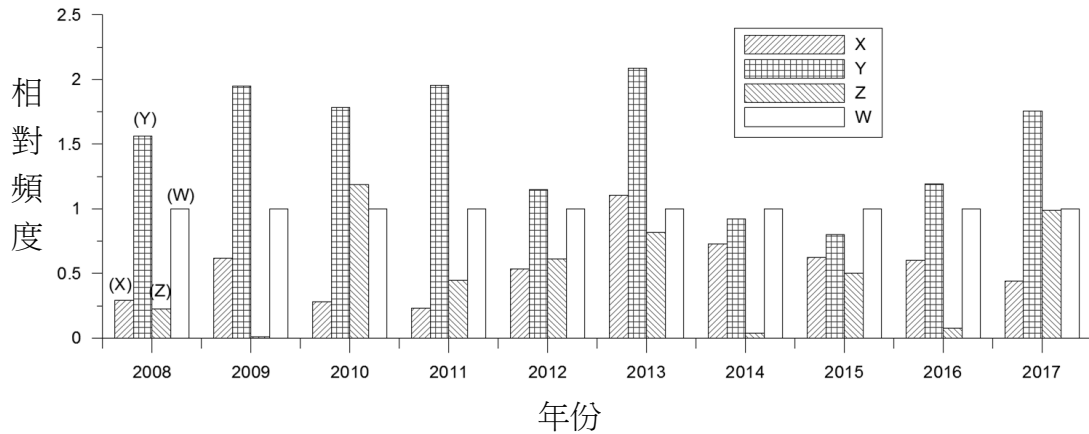


圖 7

- 此圖所能表示的生物多樣性，下列何者最貼切？
 (A) 基因多樣性 (B) 物種多樣性 (C) 生態系多樣性
- 有關此圖所顯示之生態及演化上之意義，下列哪些正確？
 (A) X 在此棲地成動態平衡
 (B) Y 為本地最優勢物種
 (C) Z 會在數年內在本地消失
 (D) W 的目的是做為對照組
 (E) 物種歧異度最高的年度是 2009 年

參考答案：1. B

2. ABD

[試題範例 10、15] 選擇題題組

首例經基因編輯的人類嬰兒於 2018 年誕生，並引起世人對此技術的關注，與對此研究倫理的討論。這項技術針對染色體 DNA 上的特定位置進行序列切除、插入或置換。其原理是對特定 DNA 位置的辨識，與製造此處雙股 DNA 的斷裂。目前主要有三種核酸酶系統可以使用，分別為鋅指核酸酶 (ZFN)、類轉錄活化因子核酸酶 (TALEN) 以及 CRISPR/Cas9。當雙股 DNA 斷裂時，細胞核內的修復系統便會啟動，並嘗試重新黏合斷裂的 DNA。此種修復方式稱為非同源性末端接合。在黏合的過程中可能發生錯誤而在目標 DNA 上造成缺失或插入性突變。在修復斷裂的雙股 DNA 時，細胞也可利用與切口兩端相同的序列進行同源重組來修復 DNA。首例基因編輯嬰兒計畫使用 CRISPR/Cas9

對人類愛滋病毒受器基因 *CCR5* 進行剔除。此計畫下誕生了一對雙胞胎。她們的 *CCR5* 基因上有著不同的突變，但可能皆使 *CCR5* 蛋白質失去功能。愛滋病毒可能因無法辨識突變的 *CCR5* 蛋白質而失去對人的感染力。然而，對基因編輯可能產生的影響未有足夠的了解之前，貿然對人類進行基因編輯的風險，以及計畫執行者是否對受試者揭露充分的相關資訊，皆使此一計畫充滿爭議。

1. ZFN 的酵素活性與下列何者最接近？
(A)胰蛋白酶 (B)DNA 聚合酶 (C)RNA 聚合酶 (D)限制酶
2. 從文中判斷首例基因編輯嬰兒的誕生所採取的基因編輯經歷下列哪一過程？
(A)以 TALEN 在 *CCR5* 基因上製造雙股 DNA 斷裂
(B)以 CRISPR/Cas9 在 *CCR5* 基因上製造單股 DNA 斷裂
(C)以非同源性末端接合進行 DNA 修復
(D)以同源重組進行 DNA 修復
3. 下列哪些是基因編輯嬰兒計畫的可能風險？
(A) *CCR5* 基因上的突變無法遺傳給下一代
(B)失去 *CCR5* 蛋白質功能對人的健康產生影響
(C)基因編輯技術將造成後代染色體異常
(D)基因編輯後的 *CCR5* 基因轉譯出具新功能的 *CCR5* 蛋白質
(E)除了 *CCR5* 基因，染色體 DNA 上有其它可被核酸酶辨識的序列，因而在非目標 DNA 上造成突變

參考答案：1. D

2. C

3. BDE

[試題範例 12]選擇題題組

水稻是亞洲人的主要糧食作物，將野生型水稻與栽培型水稻雜交時常會造成無法產生後代的雜交不稔現象，這樣的遺傳障礙會妨礙將野生型水稻中有利的基因導入栽培型水稻中。為了瞭解這種妨礙基因轉殖的屏障，最新的研究報告指出，野生型水稻與栽培型水稻之間雜交不稔主要由數量性狀基因座 (quantitative trait locus, QTL) 所決定；這組 QTL 含有 2 個基因，皆表現在配子發生時；其中一個基因產生一個毒性分子，會影響花粉的發育，而另一個基因則產生一個解毒分子，是花粉存活所必需。因此，這組 QTL 的遺傳特性能夠成為引導產生種子演化發展的基礎，促進生殖隔離。根據上述短文回答下列問題。

1. 有關野生稻與栽培種水稻雜交不稔的現象，下列相關的敘述，何者正確？
 - (A)每個基因的突變都會造成雜交不稔的現象
 - (B)發生在逆境情況下
 - (C)是個「毒性-解毒系統」的調控關係
 - (D)由單基因所調控

2. 有關水稻間基因轉移的屏障，下列相關的敘述何者正確？
 - (A)野生稻因不利於雜交，所以是無用的遺傳資源
 - (B)含有解毒分子的花粉，有利於種子的產生
 - (C)不具有解毒分子的花粉，環境條件適合時仍可以存活
 - (D)所謂的 ORF 是指 RNA 分子

3. 下列有關雜交型水稻的敘述，哪些正確？
 - (A)可含有有利的性狀，如生長勢良好和具有抗病性
 - (B)經由基因遺傳工程產生
 - (C)不經由 QTL 調控
 - (D)具有逆境下生存競爭的優勢
 - (E)經由單基因遺傳

參考答案：1. C

2. B

3. AD

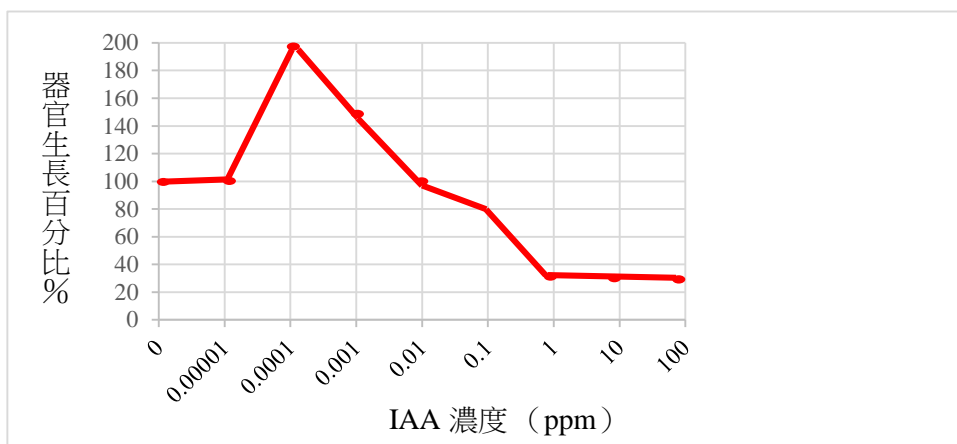
[試題範例 14]非選擇題題組

某生做實驗想探討添加 IAA 對植物根和莖生長的影響。該生將實驗分成 A—I 組，每組 10 顆綠豆，分別泡置於不同濃度的 IAA 中，兩天後分別測量各組的根和莖增長的平均長度，但是記錄時忘記標示何者是根何者是莖，只好以先以甲、乙代替。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
IAA 濃度 (ppm)	0	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	1	10	10^2
甲器官 平均生長長度 (cm)	2	2.02	4	3	2.1	1.6	0.6	0.6	0.6
乙器官 平均生長長度 (cm)	5	5.01	5	5.1	5.2	8	10	8.5	5.1

1. 若以對照組為基準(100%)，請繪製 IAA 濃度與甲器官的生長百分比關係之折線圖。
2. 請問甲器官較可能是實驗中的哪個器官？為什麼？
3. 若另做一個 J 組實驗，以未知 IAA 濃度 (X) 處理後，測得乙器官生長了 11 公分。請問 J 組實驗中，X 最可能的數值應該落於 A~I 哪兩組之間？

參考答案：1.



2. (1) 根

(2) 因為在高濃度的 IAA 處理下產生抑制生長效果

3. F~H 之間或 G~H 之間或 F~G 之間