

臺北市立中正高中 114 學年度第 1 次專任教師甄選【生物科】試題

說明：

1. 本次考試作答時間 100 分鐘，鈴響後請停筆，由監試人員協助收回題目卷與答案卷。
2. 請以黑色或藍色原子筆作答，作答可以不按題目順序，但務必於答案卷標明題號。未標示或標錯題號，導致無法閱卷評分之狀況，責任自負。

第一部分、名詞解釋，每題 2 分，共 10 分。

1. tropism	2. molecular clock	3. character displacement
4. flagship species	5. genetic flow and genetic drift	

第二部分、問答題：共 90 分，配分於各題後方。

一、有關細胞的生存、死亡、變異和免疫治療的相關問題。

1. 試著從誘因、作用過程及細胞型態變化加以說明 autophagy 與 apoptosis 的差異。(4 分)
2. 人類腫瘤的發生一半以上都與 *p53* 基因突變有關，請說明 *p53* 基因的功能。(3 分)
3. 請舉出現今癌症治療，有關免疫療法的策略。(3 分)

二、在選修生物 I 遺傳訊息的表現及生物科技應用兩個單元，學生經常提出以下的疑問。請你針對問題做合理的解釋。

1. 細胞分裂的次數增加，染色體端粒 (telomere) 變短的原因？(2 分)
2. DNA 複製的過程需要解旋酶 (helicase) 及引子 (primer) 的參與，但為何轉錄的過程卻都不需要呢？(2 分)
3. 限制酶 (restriction enzyme) 來自細菌，主要功能是切割外來 DNA (如噬菌體 DNA)，避免病毒感染。然而，細菌自身的 DNA 也可能含有相同的識別序列，為什麼不會被切割呢？(2 分)

三、在 2024 年 12 月份《科學人》期刊「別打開潘朵拉之盒，即刻停止研究鏡像生命」。文中提及自然界的生物分子，都具有特定對掌性，例如蛋白質中的胺基酸左旋，DNA 和 RNA 都是右旋居多。過去化學家已經製造過許多鏡像蛋白和遺傳分子，並已獲准運用在一些藥物當中，正因為鏡像生物分子，很難被自然界的酵素分解，有助於藥物在體內久留。那麼，如果能製造出大量具對掌性的生物分子，並創造出「鏡像版本」的生物將會怎麼樣？

以 T7 RNA 聚合酶為例，它是一種源自 T7 噬菌體的酶，專門催化 RNA 的合成。2022 年 10 月研究人員在《Science》期刊發表了 Mirror-image T7 transcription of chirally inverted ribosomal and functional RNAs 論文，文中提及已成功合成了鏡像 T7 RNA 聚合酶，該鏡像酶能夠高效且精確地以鏡像 DNA 為模板進行轉錄，生成長度達 2.9 kb 的鏡像 RNA 分子，包括鏡像 5S、16S 和 23S 的核糖體 RNA，這項研究為鏡像生物學系統奠定了基礎。

1. 在課堂中，學生經常問起，自然界中 DNA 為何是右旋，難道沒有左旋的嗎？你該如何回答。(2 分)
2. 鏡像分子 L-DNA 及 L-RNA 在生物技術開發的潛在應用價值為何。(2 分)

四、乳糖操縱組 (Lac Operon)

環境中存有葡萄糖時，大腸桿菌會優先利用葡萄糖，因此參與葡萄糖代謝的基因會持續且快速的表現，甚至乳糖存在時，乳糖操縱組結構基因表現也不高，需要經由一種 CAP (Catabolite Activator Protein) 的活化，然而 CAP 的活化與 cAMP 的濃度有關。若將大腸桿菌放置於右表甲~丁四種不同培養環境，Lac Operon 的表達也會有所不同。

組別	葡萄糖濃度	乳糖濃度
甲	高	低
乙	高	高
丙	低	低
丁	低	高

1. 說明葡萄糖、cAMP 與 CAP 的關聯性。(2分)
2. 甲、乙、丙、丁四組中，Lac Operon 結構基因表達最高的是哪一組？(1分)
3. 續上題，說明 Lac Operon 的調控機制。(4分)

五、國際 C₄ 水稻計畫目的是將 C₃ 型水稻改良為 C₄ 型水稻。C₃ 與 C₄ 型作物最大的不同在於光合作用的場所與效率。請問：

1. 將 C₃ 型水稻改良為 C₄ 型水稻能解決哪些問題？(2分)
2. 「水稻主要是利用 α -澱粉水解酵素 (α -amylase) 將澱粉分解成糖。研究團隊發現：缺糖時，水稻利用調控因子 MYBS1 促進 α -澱粉水解酵素產生，把儲存的澱粉分解成糖；糖濃度過高時，則利用 MYBS2 來抑制 α -澱粉水解酵素的產生。」請推測並說明如果要將 C₃ 型水稻改良為 C₄ 型水稻應該怎麼調整 MYBS2 及 α -澱粉水解酵素的表現？(3分)

六、生命的起源

1. 雷迪的腐肉生蛆是生源說與無生源說(自然發生說)初期的重要實驗，為什麼無法完全證實生源說或推翻無生源說？(2分)
2. 科學家在找尋生命起源的過程中，對生命的定義眾說紛紜，以色列遺傳學家特里福諾夫 (Edward Trifonov) 收集多方意見並綜整出對生命的定義：「生物能夠在自我複製的同時產生變化。」而美國國家航空暨太空總署 (NASA) 早在 1990 年代中期，為了要尋找外太空生物的可能性，也定義：「生命是能夠進行達爾文式演化的自給自足化學系統。」根據此文，回答以下問題。
 - (1) 請問此兩個定義都強調了生命的哪些核心特徵？(2分)
 - (2) 承上題，符合生命特徵的生命起源應該是什麼樣貌？請從化學分子與功能等進行說明。(3分)

七、「綠色植物在紅光(波長 660nm) 和紅外線(波長>680nm) 分別照射下，各有各的光合作用效率。但植物在這二種光同時照射下，它們的光合作用效率遠大於這二種光單獨照射時的光合作用效率的總和。」請解釋為什麼同時照射紅光與遠紅光的光合作用效率遠大於這二種光單獨照射時的光合作用效率的總和？(3分)

八、世代交替

1. 世代交替是學習植物學重要的主題之一，為呼應 108 課綱，教學內容與過程應該要強調哪些重點？(2分)

2. 水母也有世代交替，其生活史簡述如下：「雌性水母在海水中產生卵，並釋放到海洋中，卵受精後發育成浮浪幼蟲 (planula larva)，這是一種自由游動、扁平、具纖毛且對稱的幼體。浮浪幼蟲隨後定居於海底，並發育成水螅體群體 (polyp colonies)，也被稱為水螅蟲 (hydroids)。水螅蟲會產出約 1 毫米大小的幼水母。幼水母以浮游生物為食並開始成長，在幾週後，它們逐漸性成熟，成為成體水母 (medusa)。」請比較水母與植物的世代交替有何異同？(2分)

九、骨骼肌與心肌

- 繪圖說明骨骼肌收縮的原理。(4分)
(須包含運動神經元軸突、運動終板、鈣離子、肌漿網、肌動蛋白、肌球蛋白)
- 參考下圖，說明為何骨骼肌可以強直收縮，而正常心肌無法強直收縮？(4分)
(須提及絕對不反應期及相關離子機制，並推論心肌無法強直收縮具有何生理意義)

十、神經傳遞

- 簡易比較交感神經與副交感神經的主要神經傳遞物質及其在目標器官上產生的 EPSP (興奮性突觸後電位) 或 IPSP (抑制性突觸後電位) 作用。(4分)
- 說明 Cl⁻ 通道在鎮靜劑中的作用原理。(2分)

十一、以嬰兒吸吮母親乳頭及哺乳期停經為例，作圖搭配文字說明來解釋激素的正回饋 (positive feedback) 及負回饋 (negative feedback) 機制。(4分)

十二、製作一個圖表來比較 ADCC (Antibody-Dependent Cell-Mediated Cytotoxicity) 和 CDC (Complement-Dependent Cytotoxicity) 的異同處。(4分)

十三、腎臟透過腎元調節水分與電解質的再吸收，其中亨利氏環的逆流機制 (Countercurrent Mechanism) 在尿液濃縮過程中扮演關鍵角色，請說明此機制如何影響滲透壓梯度。(3分)

十四、植物吸收氮源的機制：

- 你會如何跟學生解釋大部分生產者吸收的含氮化合物形式是 NH₄⁺ 和 NO₃⁻？(2分)
- 一般而言，植物體對 NH₄⁺ 的耐受度相較於 NO₃⁻ 要低，請說明 NH₄⁺ 造成的毒害及植物體的調節機制。(3分)

十五、miRNA 與基因表現的關係：

- 繪圖說明 miRNA 的作用機制。(2分)
- siRNA 與 miRNA 有什麼不同。(2分)
- 若綜整上述兩小題的內容為一篇簡單的閱讀文本，請搭配選修生物「基因的表現與調節」章節內容，出一題五個選項的多選題，並寫出參考答案與詳解。(5分)

十六、鐮型血球貧血症：

- 以下為期中考題目：「某人類族群之中，成人且帶有鐮形血球性狀 (SS') 的比例為 30%、正常血球性狀 (SS) 的比例為 70%，請問若此族群之等位基

$$f(s) = \frac{140 + 30}{200} = \frac{170}{200} = \frac{17}{20} = 0.85$$
$$f(s') = \frac{30}{200} = \frac{3}{20} = 0.15$$

下一代

$$f(SS) = (0.85)^2 = 0.7225$$

因頻率未改變，下一代成年時，正常血球性狀的基因型頻率為何？」右圖為小明回答此題的計算過程，請協助他訂正錯誤。(2分)

2. 美國波士頓的九歲小女孩哈瑞斯，從雙親身上遺傳到導致鐮狀細胞疾病的突變基因，但完全看不出有任何健康問題。哈瑞斯運氣會這麼好，是因為她還遺傳了另一個基因突變，導致哈瑞斯的血紅素含有 20%的胎兒血紅素，但大多數健康成年人，血紅素只有 1%是胎兒血紅素。美國 FDA 在 2023 年 12 月核准 CRISPR 療法用來治療鐮型血球貧血症。請參考右圖，從改變胎兒血紅素表現來說明此治療方法的概念為何？(3分)