

高雄市 115 學年度市立高級中等學校聯合教師甄選 生物科試題卷

【※答案一律寫在答案本上】

一、單選題(每題 1 分，共 6 分)

1. 在人類女性正常的月經週期中，關於下視丘、腦垂腺前葉、卵巢與子宮內膜之間激素調控機制的敘述，下列何者正確？(A)月經週期的濾泡期早期，高濃度的動情素 (Estrogen) 會對下視丘產生強烈的正回饋，促使 GnRH 大量分泌 (B)排卵前，成熟濾泡分泌極高濃度的動情素，會引發下視丘與腦垂腺的正回饋作用，導致黃體成長素 (LH) 激增 (C)排卵後形成的黃體會大量分泌黃體素 (Progesterone)，刺激子宮內膜增生，同時對下視丘與腦垂腺產生正回饋 (D)若卵子未受精，黃體素濃度會因為黃體的持續存在而升高，最終導致子宮內膜剝落形成月經。
2. 將一株基因型為 GgHh 的植物與 gghh 的植物進行雜交，得到的子代表現型與數量如下：雙顯性 (G_H_) 105 株、單顯性 (G_hh) 395 株、單顯性 (ggH_) 405 株、雙隱性 (gghh) 95 株。根據此實驗結果及遺傳學原理，下列敘述何者正確？(A)由上述子代數據可知，親代 GgHh 的兩個顯性基因排列為相斥相 (Gh/gH)，且 G 與 H 兩個基因間的互換率為 20% (B)若不進行雜交，而是將此 GgHh 雙雜合子植物進行自交，則其自交子代中出現雙隱性 (gghh) 個體的理論機率為 4% (C)遺傳圖譜上的距離單位為分摩根 (cM)，1cM 的物理意義代表染色體上確切的 1 個 DNA 鹽基對 (Base pair) 的物理長度 (D)隨著兩個基因在染色體上的物理距離不斷增加，其測得的互換率也會成正比例無限增加，最高可以達到 100%。
3. 族群遺傳學中的哈溫定律 (Hardy-Weinberg equilibrium) 在某些前提下成立。若某果蠅族群中，控制翅型的基因有長翅 (V) 與殘翅 (v)，且該族群處於哈溫平衡。已知殘翅個體佔 16%，請問該族群中，在長翅個體中異型合子 (Vv) 所佔的比例約為多少？(A)48% (B)57% (C)84% (D) 32%。



4. 關於神經元化學突觸（Chemical synapse）的訊息傳遞機制，下列敘述何者正確？(A)動作電位傳遞至神經軸突末梢時，會直接打開電壓門控鉀離子通道，促使神經傳導物質釋放 (B)突觸前神經元將神經傳導物質釋放至突觸間隙的過程，是透過促進性擴散（Facilitated diffusion）完成 (C)動作電位到達突觸前末梢時，會促使電壓門控鈣離子通道開啟，鈣離子流入細胞內引發突觸囊泡與細胞膜融合 (D)所有的神經傳導物質與突觸後受體結合後，必定會導致突觸後神經元產生去極化（Depolarization）。
5. 近年國際重要公共衛生新聞指出，高病原性禽流感病毒（H5N1）不僅造成全球野生鳥類與家禽大量死亡，更出現「跨物種傳播（Spillover）」至哺乳動物（如美國乳牛、海獅及少數人類）的案例。關於病毒跨物種傳播與演化的生物學概念，下列敘述何者正確？(A)禽流感病毒屬於 DNA 病毒，由於其 DNA 聚合酶缺乏校對功能，極易發生突變而改變宿主專一性 (B)病毒表面的血球凝集素（Hemagglutinin, HA）發生基因突變，使其能有效結合哺乳動物細胞表面的受體，是跨物種感染的關鍵 (C)病毒為了能在新的哺乳動物宿主體內生存，會主動啟動「定向演化（Directed evolution）」，精準產生適應新環境的突變基因 (D)一旦 H5N1 成功感染了哺乳動物，該病毒就會立刻喪失感染鳥類的能力，轉變為只在哺乳動物間傳播的專一性病毒。
6. 在受質層次磷酸化（Substrate-level phosphorylation）中，磷酸基團的轉移具有高度的能量耦合特异性。關於此機制的生化特性，下列敘述何者正確？(A)提供磷酸基團的代謝中間產物，其水解所釋放的標準自由能變化必須為正值，才能將磷酸基轉移給 ADP (B)在糖解作用中，甘油醛-3-磷酸去氫酶（GAPDH）直接催化了受質層次磷酸化，產生一分子 ATP (C)磷酸甘油酸激酶（Phosphoglycerate kinase）與丙酮酸激酶（Pyruvate kinase）是細胞質中執行受質層次磷酸化的關鍵酵素，分別利用 1,3-二磷酸甘油酸（1,3-BPG）與磷酸烯醇丙酮酸（PEP）作為高能磷酸提供者 (D)當人體處於有氧狀態且粒線體功能正常時，受質層次磷酸化會被完全抑制，細胞完全仰賴氧化磷酸化來供應 ATP。

二、多重選擇題(每題 2 分，共 6 分)

1. 2023 年諾貝爾生理醫學獎頒發給奠定有效 mRNA 疫苗發展基礎的核苷酸鹼基修飾技術。關於 mRNA 疫苗的免疫學機制與分子生物學原理，下列敘述哪些是正確的？(A)未經修飾的體外轉錄 mRNA 直接注入人體組織時，容易被樹突細胞等先天免疫細胞上的類鐸受體 (Toll-like receptors) 辨識為外來病原，引發強烈且不必要的發炎反應 (B)關鍵突破研究，在於發現將 mRNA 序列中的尿嘧啶 (Uridine) 替換為假尿嘧啶 (Pseudouridine)，能成功使其「躲避」先天免疫系統的辨識 (C)經過核苷酸鹼基修飾的 mRNA，不僅大幅降低了細胞毒性與發炎反應，還能顯著提升其在宿主細胞內被核糖體轉譯為抗原蛋白質的效率 (D)此技術開發的 mRNA 疫苗，其主要作用機制是將修飾後的 mRNA 嵌入宿主細胞的染色體 DNA 中，使人體獲得產生該抗原的永久記憶 (E)臨床應用上，這些修飾後的 mRNA 通常必須利用脂質奈米顆粒 (Lipid nanoparticles, LNPs) 進行包覆，以保護 RNA 免受體內核糖核酸酶 (RNase) 降解，並協助其透過內吞作用穿透細胞膜。
2. 關於大腸桿菌乳糖操作組 (lac operon) 的基因調控機制，下列敘述哪些是正確的？(A)乳糖操作組屬於誘導型操作組 (inducible operon)，在缺乏乳糖的環境中，其結構基因預設處於關閉狀態 (B)當環境中葡萄糖濃度降低時，細胞內的 cAMP 濃度會隨之下降，進而活化 CAP (CRP) 蛋白 (C)異乳糖 (Allolactose) 可作為誘導物 (inducer)，能與抑制蛋白 (repressor) 結合並改變其構型，使其脫離操作子 (D)抑制蛋白 (repressor) 是由 lacZ 基因所編碼產生，負責阻擋 RNA 聚合酶 (E)若環境中同時存在葡萄糖與乳糖，大腸桿菌會啟動乳糖操作組，優先利用乳糖作為能量來源。
3. 下列關於分子生物的中心法則的敘述，哪些是正確的？(A)克里克提出的中心法則明確指出，遺傳訊息絕對不可能從「蛋白質」回傳給「蛋白質」，或從「蛋白質」逆向傳遞給「核酸」 (B)某些反轉錄病毒 (如 HIV) 能利用反轉錄酶 (Reverse transcriptase) 將 RNA 反轉錄為 DNA，這項發現並不違背分子生物中心法則 (C)普恩蛋白 (Prion) 引發的海綿狀腦病變中，變異型 PrP^{Sc} 蛋白是透過將自身的「胺基酸序列資訊」傳遞給正常型 PrP^C 蛋白來完成複製

(D)微小 RNA (miRNA) 與長鏈非編碼 RNA (lncRNA) 的發現，證實了 RNA 可以是遺傳訊息傳遞的中間產物，但還無法證實本身即可作為基因表現的功能性終產物 (E)某些 RNA 病毒具有 RNA 依賴性 RNA 聚合酶 (RdRp)，能以 RNA 為模板直接複製出 RNA，這屬於中心法則中所定義的「特殊訊息傳遞 (Special transfer)」。

三、非選題(共 69 分)

1. 一雌雄同體自體受精的雙套生物，已知基因型為 AaBbCc。所生下子代中表現型與比例如下表一，字母大寫代表該表徵為顯性，小寫代表表徵為隱性。

表一、子代表現型與比例

表現型	ABC	ABc	AbC	Abc	aBC	abC	aBc	abc
比例	1	4	1	4	4	4	1	1

請問：

- (1)三種基因在染色體上的相對關係為何？(請以圖表示)(2 分)
- (2)連鎖的兩基因重組率為何？(2 分)
- (3)以此為例題，在教學時該如何指導學生解題？(5 分)
2. 血液離開心臟進入不同階段的血管後，會出現血壓、流速、血管口徑的變化，請簡單介紹變化過程，並盡可能連結概念間關係。(10 分)
3. 請舉例說明，人體生理調節的類型。(8 分)
4. 科學上許多事情的理解並非都靠持續小小的觀察，有些是根據理論(或稱典範)。不同理論(典範)所描述的世界是不同的世界，而不是相同世界的不同觀點。請評論比較，孟氏遺傳、遺傳的染色體學說、分子遺傳，三者的核心理論與看見的世界有何差異。(10 分)
5. 請解釋生態系中，食物鏈長度級數受限的可能原因有哪些？(5 分)

6. 酵素動力學抑制劑

某科學家研究一種能分解特定毒素的酵素 (Enzyme X)。他測量了在不同受質 (毒素) 濃度下，酵素催化反應的初速率。接著，他加入了某種潛在的藥物 (Inhibitor Y) 並重複實驗。實驗結果如下描述：

- 未加抑制劑時：隨著受質濃度增加，反應速率急劇上升，最後達到最大反應速率 (V_{max}) 為 100 單位，此時對應的受質濃度約為 10 單位。
- 加入 Inhibitor Y 後：隨著受質濃度增加，反應速率上升較緩慢。但是，當受質濃度極高 (達到 50 單位以上) 時，其最大反應速率 (V_{max}) 依然可以達到 100 單位。

- (1) 根據上述數據，Inhibitor Y 屬於哪一種酵素抑制劑？(競爭型抑制劑 或非競爭型抑制劑？) (2 分)
- (2) 請利用「酵素與受質結合」的觀點，論述你判斷的理由為何？ (4 分)
- (3) 請將實驗結果繪製成曲線關係圖，並請清楚標示各項變因名稱。 (5 分)

7. 葉綠體是植物進行光合作用的場所，針對「光反應非循環電子傳遞鏈」的構造、機轉與教學設計，回答下列問題：

- (1) 請以高中生物教師的角色，於答案卷上設計一幅適合高中生理解與學習的「光反應非循環電子傳遞鏈」構造與機轉示意圖。(10 分)

備註①繪圖規範：圖中必須明確標示出以下內容：

- a. 雙層類囊體膜及其內外空間名稱
- b. 光系統 II (PSII) 與光系統 I (PSI)
- c. 電子的根本來源與最終去向
- d. 電子傳遞方向 (以箭頭表示)
- e. 質子 (H^+) 的累積方向與 ATP 合成酶

備註②標示文字說明：請配合圖示，以條列式簡要說明圖中如何呈現「物質變化」與「能量轉換」。

- (2) 學生在學習「光反應」至「碳反應」的連結過程中，常出現認知衝突或迷思概念。請列舉出 3 項高中生最常見的光合作用迷思概念，並針對每項迷思提出具體的教學引導或破除策略。(6 分)

四、綜合題(共 19 分)

【從蠶的繁殖行為到人工蠶血的開發】

蠶在繁殖季節時，常可見體型較小的雄蠶利用前肢長期附著於雌蠶背部，一同游向潮間帶產卵，因此早期常被視為典型的一夫一妻制（單配偶制）動物。然而，近代行為生態學家發現，在雌蠶產卵時，周圍常聚集數隻未附著的雄蠶（稱為「衛星雄」，satellite males），並於雌蠶排卵時共同釋放精子進行受精。研究人員採集同一窩卵並進行 DNA 親子鑑定，發現同一卵窩中的子代往往具有多個不同的父源，證實了蠶的交配體制屬於多雄多雌的混交制（promiscuity）。

另一方面，蠶的藍色血液中的變形細胞萃取物（Limulus Amebocyte Lysate, 簡稱 LAL），遭遇革蘭氏陰性菌細胞壁特有的物質——內毒素（LPS）時，會啟動級聯酵素反應（enzyme cascade）而產生凝固現象，此反應長期被應用於醫療器材與藥品的內毒素污染檢測。然而，每年大量捕捉野生蠶進行採血，已嚴重衝擊蠶的野外族群生存與生態平衡。為此，生技科學家正致力於兩種替代方案：一是利用基因工程產製重組檢測蛋白；二是大量生產蠶體內的天然防禦物質——抗菌肽（如 Tachyplesin I），以期降低對野生蠶資源的依賴。已知 Tachyplesin I 具有抑制細菌生長的能力。該肽的部分 DNA 編碼股（coding strand）序列如下：

5'- AAG TGG TGT TTT CGT GTT TGT TAT CGT GGT ATT TGT TAT CGT CGT
TGT CGT-3'

其轉錄後形成之 mRNA 序列為：

5'-AAG UGG UGU UUU CGU GUU UGU UAU CGU GGU AUU UGU UAU CGU
CGU UGU CGU-3'

閱讀資料後，回答以下問題：

1. 近代行為生態學研究證實，蠶在繁殖過程中存在「附著雄（attached male）」與「衛星雄（satellite male）」兩種不同的繁殖策略。請從行為生態學與生物演化的角度，回答下列問題：
 - (1) 請闡述「附著雄」與「衛星雄」之間的互動關係與其各自在受精過程中的優劣勢。(4 分)
 - (2) 同一卵窩中子代具有「多父源」的現象，對蠶的族群在生物演化與環境適應上有何益處？(3 分)

2. 遺傳資訊與突變分析

- (1) 請依據下表二：部分密碼子與胺基酸對照表，請寫出題幹中此段抗菌肽 Tachyplesin I 前 6 個密碼子所轉譯出的原始胺基酸序列（請一律以胺基酸單字母簡寫表示，並標註 N 端與 C 端才給分）。（3 分）

表二：部分密碼子與胺基酸對照表

密碼子	胺基酸簡寫	密碼子	胺基酸簡寫
AAG	K (Lys)	GUU	V (Val)
UGG	W (Trp)	UAU	Y (Tyr)
UGU/UGC	C (Cys)	GGU	G (Gly)
UUU/UUC	F (Phe)	AUU	I (Ile)
CGU	R (Arg)	UAA/UAG	終止密碼子

- (2) 若在基因轉殖過程中，該段 DNA 編碼股序列的第 7 個鹼基（由 5'端數起）因化學誘變不慎缺失（Deletion）了一個鹼基，請寫出突變發生後，該段 mRNA 所轉譯出的前 4 個胺基酸序列（請一律以胺基酸單字母簡寫表示，並標註 N 端與 C 端才給分）。（3 分）
3. 生技科學家致力於利用基因工程大量生產 Tachyplesin I 或重組檢測蛋白以替代傳統鰲血（LAL）。請從「生態保育（野外族群與多樣性）」與「醫療生技產業風險管理（產量與品質控制）」兩個維度，詳細論述此生技轉型所帶來的正向影響。（6 分）

高雄市115學年度

