中六生物練習卷：遺傳、DNA 與基因表達

中六（S6）　生物　｜　時限：75 分鐘　｜　總分：100 分　｜　共 12 題

甲部：DNA 結構、複製與基因表達（第 1 至 4 題）

本部分共 4 題，合共 28 分，建議時間 20 分鐘。

1. 描述 DNA 分子的三項結構特徵，並解釋互補鹼基配對如何確保複製的準確性。（6 分）
答案：兩條多核苷酸鏈反向平行，糖-磷酸骨架在外側而鹼基在內側，2 分。鹼基以氫鍵配對：腺嘌呤與胸腺嘧啶形成兩條氫鍵，鳥嘌呤與胞嘧啶形成三條氫鍵，嘌呤與嘧啶配對使螺旋寬度恆定，2 分。複製時每條母鏈作模板，只有互補鹼基能配對，故子鏈序列與母鏈相同，DNA 聚合酶並校正錯配，2 分。

2. 描述 Meselson 與 Stahl 的實驗，並解釋實驗結果如何支持半保留複製。（6 分）
答案：大腸桿菌先在含重氮 15N 的培養基中繁殖，DNA 被標記成高密度，1 分。轉入 14N 培養基後在不同時間抽取 DNA 作密度梯度離心，第一代只出現一條中間密度帶，2 分。第二代出現中間密度帶與輕帶，比例約 1 比 1，2 分。結果顯示每個子 DNA 有一條鏈來自母鏈、一條為新鏈，即半保留複製，可排除保守複製與分散複製，1 分。

3. 描述真核細胞由基因製造多肽的過程，並指出兩個轉錄後修飾。（8 分）
答案：RNA 聚合酶在細胞核內以模板鏈為模板，按互補原則合成前體 mRNA，2 分。轉錄後修飾：剪除內含子並接合外顯子、在 5′ 端加帽、在 3′ 端加多腺苷酸尾，任答兩項共 2 分。成熟 mRNA 經核孔進入細胞質，1 分。核糖體上轉運 RNA 的反密碼子與密碼子配對，以起始密碼子 AUG 開始，氨基酸之間形成肽鍵，至終止密碼子釋放多肽，3 分。

4. 某 mRNA 的編碼區共 903 個核苷酸，包括一個終止密碼子，且不含多腺苷酸尾。計算它最多可編碼的氨基酸數目，並解釋在第 4 個核苷酸之後插入一個鹼基的後果。（8 分）
答案：903 除以 3 等於 301 個密碼子，2 分。扣除一個終止密碼子，最多編碼 300 個氨基酸，2 分。插入一個鹼基使讀碼框由該處起移位，2 分。其後所有密碼子被重新分組，氨基酸序列大幅改變，並常提前出現終止密碼子，形成截短而無功能的多肽，2 分。

乙部：孟德爾遺傳、遺傳圖解與性連遺傳（第 5 至 8 題）

本部分共 4 題，合共 32 分，建議時間 30 分鐘。

5. 在豚鼠中，黑毛等位基因 B 對白毛等位基因 b 為顯性。兩隻黑毛豚鼠交配，共產下 32 隻後代，其中 24 隻黑毛、8 隻白毛。推斷雙親的基因型，並用旁氏表解釋這個比例。（8 分）
答案：白毛後代的基因型為 bb，兩個 b 等位基因分別來自兩位親本，故雙親皆帶 b，1 分。雙親均為黑毛，故基因型同為 Bb，2 分。旁氏表組合：四分之一 BB、二分之一 Bb、四分之一 bb，3 分。BB 與 Bb 均表現黑毛，合共四分之三，即 32 乘以四分之三等於 24 隻；bb 佔四分之一即 8 隻，與觀察數字相符，2 分。

6. 在豌豆中，圓粒等位基因 R 對皺粒 r 為顯性，黃子葉等位基因 Y 對綠子葉 y 為顯性。以 RrYy 植株與 rryy 植株測交，500 株後代中圓黃 210 株、圓綠 40 株、皺黃 35 株、皺綠 215 株。計算重組率，並解釋結果。（8 分）

答案：若兩對基因獨立分配，測交後代應為 1 比 1 比 1 比 1，各約 125 株，1 分。觀察以親本型（圓黃與皺綠）佔絕大多數，2 分。重組型為圓綠 40 株加皺黃 35 株等於 75 株，1 分。重組率等於 75 除以 500 再乘以 100%，等於 15%，2 分。重組率低於 50% 表示兩對基因位於同一條染色體上（連鎖），並在減數分裂時發生交叉互換，2 分。

7. 一對視力正常的夫婦誕下一名紅綠色盲的兒子。以 X 連隱性遺傳解釋原因，並計算他們的每個女兒是帶因者的概率。（8 分）

答案：色盲等位基因位於 X 染色體上且為隱性，男性只有一條 X 染色體，故一個隱性等位基因即致病，1 分。兒子從父親獲得 Y 染色體、從母親獲得 X 染色體，1 分。兒子的色盲等位基因必來自母親，故母親為帶因者，2 分。父親的基因型為正常的 X 加 Y，不會傳遞色盲等位基因給女兒，2 分。女兒從父親得正常 X，從母親得正常 X 或色盲等位基因的機會各半，故為帶因者的概率是二分之一，即 50%，2 分。

8. 人類 ABO 血型由 I^A、I^B、i 三個等位基因決定。父親為 AB 型，母親為 O 型。列出子代可能的血型及概率，並解釋 AB 型的表現方式。（8 分）

答案：AB 型父親的基因型為 I^A I^B，O 型母親為 ii，2 分。子代從父親獲得 I^A 或 I^B，從母親必定獲得 i，2 分。故一半子代為 I^A i 即 A 型，一半為 I^B i 即 B 型，2 分。不可能出現 AB 型或 O 型，因母親不帶 I^A 與 I^B、父親不帶 i，1 分。I^A 與 I^B 為共顯性，兩者同時存在時分別製造 A 抗原與 B 抗原，紅血球同時帶有兩種抗原，1 分。

丙部：突變、基因工程、數據分析與遺傳輔導（第 9 至 12 題）

本部分共 4 題，合共 40 分，建議時間 25 分鐘。

9. 比較沉默突變、錯義突變與無義突變，並以鐮狀細胞貧血說明錯義突變的後果。（10 分）

答案：基因突變是 DNA 鹼基序列的永久改變，可為取代、插入或缺失，2 分。沉默突變：鹼基改變但因遺傳密碼具簡併性，編碼的氨基酸不變，1 分。錯義突變：一個密碼子改變，使一個氨基酸被另一個氨基酸取代，1 分。無義突變：密碼子變成終止密碼子，多肽提前終止，1 分。鐮狀細胞貧血由血紅蛋白基因第 6 個密碼子由 GAG 變為 GUG 引起，穀氨酸被纈氨酸取代，2 分。血紅蛋白在低氧下聚合，紅血球呈鐮刀形，2 分。鐮狀紅血球易溶血並阻塞微血管，引起貧血與疼痛，但對瘧疾有部分抵抗力，1 分。

10. 描述利用基因工程使大腸桿菌製造人類胰島素的主要步驟，並舉出一個優點與一個關注。（10 分）

答案：以限制酶切出人類胰島素基因，2 分。用同一種限制酶切開質體載體，產生互補的黏性末端，2 分。以 DNA 接合酶把胰島素基因連入質體，形成重組質體，2 分。把重組質體導入大腸桿菌，並以抗生素抗性等標記篩選成功轉化的菌落，2 分。大量培養細菌後提取並純化胰島素，1 分。優點：可大量生產、純度高、不依賴捐贈者血液；關注：抗藥性基因可能擴散至環境中的細菌，1 分。

11. 以凝膠電泳分析四人的 DNA 短重複序列，各條帶的位置（以 bp 表示）如下：疑父甲 300、500；疑父乙 250、300、500；孩子 250、500；母親 300、700。判斷哪位疑父不能排除，並解釋理由。（10 分）

答案：孩子每一條帶必須來自父親或母親其中一方，2 分。孩子的 250 bp 帶不在母親的 300 bp 與 700 bp 之中，故必來自生父，2 分。疑父甲沒有 250 bp 帶，可以排除，2 分。疑父乙同時具有 250 bp 帶，其 300 bp 與 500 bp 帶亦與孩子的 500 bp 帶相容，2 分。結論：疑父乙不能排除為生父；惟短重複序列只表示吻合，仍須更多位點方可下結論，2 分。

12. 一名男子的弟弟患囊性纖維化（自體隱性遺傳病）。該男子健康，其妻子並無家族病史。假設人群中帶因者頻率為二十五分之一，計算他們的孩子患病的概率，並說明遺傳輔導的兩個要點。（10 分）

答案：患病弟弟的基因型為同型合子隱性，其雙親必各帶一個隱性等位基因，2 分。該男子健康，故基因型可為同型合子顯性或雜合，在健康子女中雜合佔三分之二，2 分。妻子為帶因者的概率為二十五分之一，1 分。孩子患病須雙親皆帶因而後各傳入一個隱性等位基因，概率為三分之二乘以二十五分之一再乘以四分之一，等於一百五十分之一，約 0.67%，3 分。遺傳輔導要點：說明風險屬機會率而非必然、建議作帶因者檢測並提供支援與跟進，2 分。

TutorZone 中六（S6）生物練習卷｜題目與文章為原創，並非任何學校或出版社的教材。