DSE 生物練習卷：遺傳與分子遺傳

中六（S6）　生物　｜　時限：75 分鐘　｜　總分：50 分　｜　共 12 題

甲部（每題 2 至 3 分，共 14 分）

回答所有題目；遺傳題須列出基因型及遺傳圖解。

1. 一對雜合子（Aa × Aa）小鼠交配，A 為顯性、a 為隱性。(a) 列出子代的基因型及比例。(b) 求子代表現隱性性狀的機率。

答案：(a) Aa × Aa 的子代基因型比例為 AA : Aa : aa = 1 : 2 : 1。(b) 只有 aa 表現隱性性狀，機率為 1/4，即 0.25（25%）。評分：基因型比例 1 分；隱性機率 1 分。常見失分：把 1 : 2 : 1 當成表現型比例。

2. 以雜合子（Bb）與隱性純合子（bb）進行測交。(a) 寫出測交的遺傳圖解（基因型）。(b) 求子代中出現 Bb 的機率。

答案：(a) Bb × bb 的子代為 Bb : bb = 1 : 1，即各佔一半。(b) 出現 Bb 的機率為 1/2，即 0.5。評分：遺傳圖解正確 1 分；機率 1 分。常見失分：把測交與自交混淆。

3. 雙基因雜交 AaBb × AaBb，兩對基因位於不同染色體上。(a) 寫出子代的表現型比例。(b) 若子代共 320 隻，求預期出現 aabb 的數目。

答案：(a) 兩對基因獨立分配，子代表現型比例為 9 : 3 : 3 : 1。(b) aabb 佔 1/16，320 × 1/16 = 20 隻。評分：比例 1 分；數目 1 分。常見失分：誤用 1/4 計算雙隱性。

4. 人類 ABO 血型中，I^A 與 I^B 為共顯性，i 為隱性。父親為 I^A i（A 型），母親為 I^B i（B 型）。(a) 列出子代可能出現的血型。(b) 求子代為 O 型的機率。

答案：(a) I^A i × I^B i 的子代基因型為 I^A I^B、I^A i、I^B i、ii，血型分別為 AB 型、A 型、B 型、O 型。(b) O 型（ii）的機率為 1/4，即 0.25。評分：血型齊全 1 分；機率 1 分。常見失分：漏掉 AB 型。

5. 某雙鏈 DNA 樣本中，腺嘌呤（A）佔全部鹼基的 30%。(a) 求胸腺嘧啶（T）所佔的百分率，並說明依據。(b) 求鳥嘌呤（G）與胞嘧啶（C）各佔的百分率。

答案：(a) 雙鏈 DNA 中 A 與 T 互補配對，數目相等，故 T 亦佔 30%。(b) G + C = 100% − 30% − 30% = 40%，而 G = C，故 G 與 C 各佔 20%。評分：T 的數值與理由 1 分；G、C 各 1 分。常見失分：忘記 G = C。

6. 某基因的編碼區（不計內含子）長 900 個核苷酸。(a) 求該編碼區可組成的密碼子數目。(b) 若不計終止密碼子，求可譯出的氨基酸數目。

答案：(a) 密碼子數目 = 900 ÷ 3 = 300 個。(b) 其中一個為終止密碼子，不編碼氨基酸，故氨基酸數目 = 300 − 1 = 299 個。評分：密碼子數 1 分；扣終止密碼子 1 分；答案 1 分。常見失分：忘記扣除終止密碼子。

乙部（每題 3 至 5 分，共 11 分）

須顯示完整計算過程，百分率取三位有效數字。

7. 某隱性遺傳病在人群中的發病率為 1/10000，族群符合哈代-溫伯格平衡。(a) 求隱性等位基因的頻率 q。(b) 求顯性等位基因的頻率 p。(c) 求帶因者（雜合子）在人群中的百分率（取三位有效數字）。

答案：(a) $q^2 = 1/10000 = 0.0001$，$q = 0.01$。(b) $p = 1 - 0.01 = 0.99$。(c) $2pq = 2 \times 0.99 \times 0.01 = 0.0198$，即約 1.98%。評分：q 1 分；p 1 分；2pq 及百分率 1 分。常見失分：把發病率當作 q 而非 q^2。

8. 一對夫婦中，母親為 X 連鎖隱性遺傳病（血友病）的帶因者（X^H X^h），父親正常（X^H Y）。(a) 求兒子患病及女兒患病的機率各為多少。(b) 求他們生下一個患病孩子的整體機率，並解釋女兒為何不會患病。

答案：(a) 兒子從母親取得 X^h 的機率為 1/2，故兒子患病機率 0.5；女兒必從父親取得 X^H，故患病機率為 0。(b) 兒子與女兒各佔一半，整體患病機率 = 1/2 × 1/2 = 1/4，即 0.25。評分：兒子 1 分；女兒 0 分並解釋 1 分；整體機率 1 分。常見失分：以為女兒有一半機會患病。

9. 某 mRNA 的編碼區長 372 個核苷酸，末段含一個終止密碼子。(a) 求密碼子數目。(b) 求由該 mRNA 譯出的多肽鏈氨基酸數目。(c) 若第 40 個密碼子的第一個鹼基由 G 變為 A，而氨基酸序列沒有改變，指出這種突變的名稱並解釋原因。

答案：(a) 密碼子數目 = 372 ÷ 3 = 124 個。(b) 扣除一個終止密碼子，氨基酸數目 = 124 − 1 = 123 個。(c) 此為沉默突變；遺傳密碼具簡併性，多個密碼子可編碼同一種氨基酸，故鹼基改變但氨基酸序列不變。評分：密碼子 1 分；氨基酸 1 分；名稱與簡併性解釋 3 分。常見失分：把沉默突變說成錯義突變。

丙部（第 10 至 12 題，共 25 分）

長題目：須分段作答，並解釋所用原理。

10. 一對表現型正常的夫婦均為某隱性遺傳病的帶因者（Tt × Tt）。(a) 求每胎孩子表現正常的機率。(b) 若他們計劃生三個孩子，求三個孩子全部表現正常的機率（以百分率表示，取三位有效數字）。(c) 解釋為何實際家庭中三個孩子全正常的比例未必等於理論值。

答案：(a) 每胎正常的機率為 3/4，即 0.75。(b) 三胎全部正常 = $(3/4)^3 = 0.421875$，即約 42.19%。(c) 每個孩子是獨立事件，理論值只是長期平均；實際家庭數目少，隨機波動大，所以比例未必等於理論值。評分：每胎 1 分；三胎乘積 2 分；百分率 1 分；獨立事件解釋 3 分。常見失分：把 3/4 直接乘 3 而非取三次方。

11. 某封閉族群共 50000 人，其中 500 人患某隱性遺傳病，族群處於哈代-溫伯格平衡。(a) 求 q^2 及 q。(b) 求 p 及帶因者（2pq）的基因型頻率。(c) 求該族群中帶因者的人數。(d) 列出哈代-溫伯格平衡成立所需的兩項條件，並說明若族群出現近親通婚，帶因者比例會如何改變。

答案：(a) $q^2 = 500 / 50000 = 0.0100$，$q = 0.1$。(b) $p = 1 - 0.1 = 0.9$；$2pq = 0.1800$。(c) 帶因者人數 = 50000 × 0.1800 = 9000 人。(d) 條件：隨機交配、族群夠大、無突變、無遷移、無自然選擇（任答兩項）。近親通婚增加同型合子，帶因者（雜合子）比例會下降，隱性病發率上升。評分：q^2 與 q 2 分；p 與 2pq 2 分；人數 1 分；條件與近親影響 3 分。常見失分：把人數寫成頻率。

12. 某細菌基因的編碼區共 1200 個鹼基對，其中沒有內含子。(a) 求密碼子數目，並求不計終止密碼子時多肽鏈的氨基酸數目。(b) 若在編碼區第 100 個鹼基的位置缺失了兩個鹼基，指出這屬於哪一類突變，並求受影響的氨基酸由第幾個開始改變。(c) 解釋為何缺失兩個鹼基通常比缺失三個鹼基對蛋白質功能的影響更大。(d) 若同一基因的另一株細菌只是在第 100 個鹼基發生一處取代而氨基酸不變，說明這種情況對蛋白質功能的影響，並比較兩者的後果。

答案：(a) 密碼子數目 = 1200 ÷ 3 = 400 個；扣除終止密碼子，氨基酸數目 = 399 個。(b) 缺失兩個鹼基屬移碼突變；第 100 個鹼基位於第 34 個密碼子，故由第 34 個氨基酸起全部改變。(c) 缺失兩個鹼基會令讀框移位，之後所有密碼子被重新解讀，整條多肽鏈的氨基酸序列大改，通常提早出現終止密碼子；缺失三個鹼基只刪去一個氨基酸，讀框不變，影響較局部。(d) 取代而氨基酸不變屬沉默突變，蛋白質結構與功能通常不受影響，故對表現型的後果遠較移碼突變輕微。評分：密碼子與氨基酸 2 分；突變類型 1 分；起始位置 2 分；讀框解釋 3 分；沉默突變比較 2 分。常見失分：以為缺失兩個鹼基只影響一個氨基酸。

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。