DSE 生物練習卷：遺傳與分子遺傳學

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

甲部：短題（每題 4 分）

回答全部題目，須列出算式、代入數值及單位。

1. 某雙鏈 DNA 樣本中，腺嘌呤（A）佔全部鹼基的 30%。求（a）胸腺嘧啶（T）所佔的百分比；（b）鳥嘌呤（G）與胞嘧啶（C）各佔的百分比；（c）說明 A 與 T、G 與 C 之間氫鍵數目的差異，以及其對 DNA 穩定性的影響。（4 分）

答案：（a）A 與 T 互補配對，數目相等，故 T = 30%。（b）A + T = 60%，餘下 40% 由 G 與 C 平分，故 G = C = 20%。（c）A 與 T 之間形成 2 條氫鍵，G 與 C 之間形成 3 條氫鍵；G-C 含量愈高，解鏈所需能量愈大，DNA 愈穩定。評分：三個百分比各 1 分，氫鍵與穩定性 1 分。

2. 一段雙鏈 DNA 含 2000 個鹼基對，其中腺嘌呤有 600 個。求（a）鹼基總數；（b）鳥嘌呤的數目；（c）這段 DNA 的氫鍵總數。（4 分）

答案：（a）鹼基總數 = 2000 × 2 = 4000 個。（b）A = T = 600，故 A + T = 1200，G + C = 4000 − 1200 = 2800，G = C = 1400 個。（c）氫鍵 = 600 × 2 + 1400 × 3 = 1200 + 4200 = 5400 條。

3. 在豌豆中，高莖（T）對矮莖（t）為顯性。兩株雜合高莖豌豆雜交。求（a）子代基因型的比例；（b）子代表現型的比例；（c）子代高莖植株中，純合子的概率。（4 分）

答案：（a）Tt × Tt 的子代基因型為 TT : Tt : tt = 1 : 2 : 1。（b）TT 與 Tt 均表現高莖，故高莖 : 矮莖 = 3 : 1。（c）高莖佔 3/4，其中純合 TT 佔 1/4，故所求概率 = (1/4) ÷ (3/4) = 1/3。

4. 圓粒黃子葉豌豆（RrYy）自交，共得 320 粒種子。求四種表現型的預期數目，並指出此結果所依據的遺傳定律及其成立的條件。（4 分）

答案：兩對基因獨立分配，子代表現型比為 9 : 3 : 3 : 1。圓粒黃子葉 = 320 × 9/16 = 180 粒；圓粒綠子葉 = 320 × 3/16 = 60 粒；皺粒黃子葉 = 60 粒；皺粒綠子葉 = 320 × 1/16 = 20 粒，合計 320 粒。依據孟德爾的自由組合定律，成立條件是兩對基因位於不同對同源染色體上，且減數分裂時獨立分配。

5. 某基因的編碼區長 900 個鹼基對。求（a）轉錄成的 mRNA 的編碼鹼基數目；（b）密碼子的數目；（c）若不計算終止密碼子，多肽鏈的氨基酸數目。（4 分）

答案：（a）mRNA 由模板鏈轉錄而成，編碼鹼基數目為 900 個。（b）每三個鹼基為一個密碼子，900 ÷ 3 = 300 個密碼子。（c）最後一個密碼子為終止密碼子，不編碼氨基酸，故氨基酸數目 = 300 − 1 = 299 個。

6. 人類體細胞有 46 條染色體。求（a）配子的染色體數目；（b）減數第一次分裂後，每個子細胞的染色體數目、染色單體數目與 DNA 含量；（c）說明減數分裂對維持世代之間染色體數目的重要性。（4 分）

答案：（a）配子經減數分裂後染色體數目減半，為 23 條。（b）減數第一次分裂後同源染色體分離，每個子細胞有 23 條染色體，每條含 2 條染色單體，即 46 條染色單體，DNA 含量為 2C（與體細胞相同）。（c）減數分裂使配子染色體數目減半，受精後回復 46 條，使世代之間染色體數目保持穩定；同時互換與獨立分配增加遺傳變異。

乙部：應用題（每題 4 分）

遺傳題須寫出基因型、配子及龐氏表；解釋題須用完整句子。

7. 一株紫花豌豆與白花豌豆（pp）進行測交，子代有 84 株紫花、76 株白花。求（a）該紫花親本的基因型；（b）解釋子代比例的由來；（c）若該親本為 PP，預期子代的性狀如何。（4 分）

答案：（a）子代出現白花，故紫花親本必帶隱性基因，基因型為 Pp。（b）Pp × pp 的子代為 1 Pp : 1 pp，即紫花 : 白花 = 1 : 1；實驗得 84 : 76 ≈ 1 : 1，與預期相符（樣本數 160，隨機誤差可接受）。（c）PP × pp 的子代全為 Pp，全部表現紫花。

8. 色盲由 X 染色體上的隱性基因（b）控制。攜帶者母親（X^BX^b）與正常父親（X^BY）結婚。求（a）子代中出現色盲兒子的概率；（b）兒子中出現色盲的概率；（c）女兒中出現色盲的概率，並加以解釋。（4 分）

答案：龐氏表四個組合為 X^BX^B、X^BX^b、X^BY、X^bY，各佔 1/4。（a）只有 X^bY 表現色盲，故概率為 1/4。（b）兒子為 X^BY 或 X^bY 各佔一半，故兒子中色盲概率為 1/2。（c）女兒必從父親得到 X^B，最少帶一個顯性基因，故女兒中色盲概率為 0。

9. 某基因模板鏈上的一段序列為 TAC GCA TTG，轉錄後翻譯成 Met-Arg-Asn。若第二個密碼子對應的 DNA 發生一個鹼基對缺失，解釋此突變如何影響多肽鏈，並寫出此類突變的名稱。（4 分）

答案：密碼子以三個鹼基為單位連續閱讀，缺失一個鹼基對會使讀框由該位置起整體前移一位，之後所有密碼子重新組合，氨基酸序列大幅改變，甚至提早出現終止密碼子而使多肽鏈縮短。此類突變稱為移碼突變（frameshift mutation）。

丙部：長題（共 14 分）

長題須分點作答，並使用正確的生物學詞彙。

10. 聚合酶連鎖反應（PCR）由 1 個 DNA 分子開始，進行 30 個循環。求（a）最終得到的 DNA 分子數目（以標準式表示）；（b）寫出每個循環的三個步驟及其主要作用。（4 分）

答案：（a）每個循環把 DNA 數目加倍，30 個循環後數目為 2^{30} = 1,073,741,824，即約 1.07×10^9 個分子。（b）變性（約 95 °C）：氫鍵斷裂，雙鏈分開成兩條模板；退火（約 55 °C）：引子與模板兩端的互補序列結合；延伸（約 72 °C）：耐熱 DNA 聚合酶由引子開始合成新鏈。

11. 一個長 4500 bp 的質體被限制酶在兩個位置切開，其中兩段的長度為 1800 bp 與 1200 bp。求（a）第三段的長度；（b）凝膠電泳中哪一段移動最遠，並解釋原因。（4 分）

答案：（a）第三段長度 = 4500 − 1800 − 1200 = 1500 bp。（b）1200 bp 那一段移動最遠。凝膠形成網狀孔隙，片段愈短愈容易穿過孔隙，故遷移距離愈遠。

12. （a）描述真核細胞中一個基因由轉錄到翻譯的完整過程（4 分）。（b）說明無義突變（nonsense mutation）對所產生蛋白質的影響（2 分）。

答案：（a）轉錄：RNA 聚合酶結合啟動子並解開雙鏈，以模板鏈為模板按鹼基互補原則合成前體 mRNA；前體 mRNA 經剪接移除內含子成為成熟 mRNA，再經核孔離開細胞核。翻譯：mRNA 與核糖體結合，起始密碼子 AUG 對應甲硫氨酸；tRNA 以反密碼子與密碼子配對，逐個把氨基酸帶到核糖體，核糖體催化肽鍵形成並沿 mRNA 移動；遇終止密碼子時釋放多肽鏈。（b）無義突變把一個氨基酸密碼子變成終止密碼子，翻譯提前終止，產生的蛋白質縮短，通常失去原有功能。