中六生物練習卷：遺傳與分子生物學、生物工程與生物科技、生態系統與能量流、人體生理與運輸、植物生理與光合作用、健康疾病與免疫

中六　生物　｜　時限：60 分鐘　｜　總分：100 分　｜　共 24 題

甲部　遺傳與分子生物學（18 分）

回答下列各題，須列出計算步驟及單位。

1. 某物種的雙鏈 DNA 有 1200 個鹼基對，其中鳥嘌呤（G）佔全部鹼基的 40%。求 G、C、A、T 各自的鹼基數目，並說明你用了哪一條鹼基配對規則。

答案：鹼基總數 = 1200 × 2 = 2400。G + C = 2400 × 40% = 960，故 G = C = 480。A + T = 2400 − 960 = 1440，故 A = T = 720。規則：G 與 C 以三個氫鍵配對、A 與 T 以兩個氫鍵配對，故 G = C、A = T。

2. 一段基因的編碼區（exon）共 900 個鹼基對，若全部用於轉譯，最多可編碼多少個氨基酸？形成的胜肽鏈有多少個胜肽鍵？並解釋為何要扣減。

答案：密碼子數 = 900 ÷ 3 = 300 個。其中一個為終止密碼子，不編碼氨基酸，故最多 299 個氨基酸；胜肽鍵數 = 氨基酸數 − 1 = 299。

3. 兩個基因獨立分配，親本為 AaBb × AaBb。若產生 1600 個子代，寫出四種表現型的預期比例及各自的數目。

答案：AaBb × AaBb 的表現型比例為 9:3:3:1。數目：顯／顯 = 900；顯／隱 = 300；隱／顯 = 300；隱／隱 = 100。

4. 上述實驗實際觀察到的數目與預期不完全相同。指出一個原因，並說明應使用哪一種統計檢定去判斷差異是否顯著，以及其虛無假設。

答案：原因：子代數目有限，受精是隨機事件，故出現取樣誤差（chance deviation）。檢定：卡方檢定（chi-square goodness-of-fit test），此例自由度 = 4 − 1 = 3。虛無假設：觀察數目與 9:3:3:1 的預期數目沒有顯著差異。若 $p < 0.05$ 則拒絕虛無假設。

乙部　生物工程與生物科技（17 分）

回答下列各題，須列出計算步驟；比率以百分比表示並取一位小數。

5. 以聚合酶鏈反應（PCR）由 1 個 DNA 分子開始擴增。計算 20 個循環後的 DNA 分子數目；並求要超過 1,000,000 個分子最少需要多少個循環。

答案：每循環倍增，故分子數 = 2^n。20 個循環：2^20 = 1048576 個分子。2^19 = 524288 少於 1,000,000，2^20 = 1048576 超過，故最少需 20 個循環。

6. 一個質體載體長 4000 bp，插入一段 1200 bp 的目標基因後形成重組質體。求重組質體的總長度，以及插入片段佔重組質體的百分比。

答案：總長度 = 4000 + 1200 = 5200 bp。插入片段佔比 = 1200 ÷ 5200 × 100% = 23.1%。

7. 把 10^{-3} 稀釋的細菌液 100 μL 塗布於瓊脂平板，培養後數得 120 個菌落。計算原液的細菌濃度（CFU/mL），並寫出計算式。

答案：CFU/mL = 菌落數 ÷ 塗布體積 × 稀釋倍數 = 120 ÷ 0.1 mL × 1000 = 1200000，即 1.2×10^{6} CFU/mL。

8. 凝膠電泳的標準曲線顯示：1000 bp 片段遷移 2.0 cm，100 bp 片段遷移 6.0 cm。估算 300 bp 片段的位置，並解釋較小的片段為何移動得較快。

答案：遷移距離與片段大小的對數成反比。以內插法：$d = 2.0 + (6.0 - 2.0) \times (\log 1000 - \log 300) \div (\log 1000 - \log 100) \approx 4.09$ cm，即約 4.09 cm。較小片段受凝膠纖維網的阻力較小，故在相同電壓下移動較快、距離較遠。

丙部　生態系統與能量流（17 分）

回答下列各題；能量以 kJ 表示，並取整數。

9. 某生態系統的生產者一年固定 50000 kJ 能量，相鄰營養級的能量傳遞效率為 10%。計算初級、次級及三級消費者可得能量，並解釋其餘能量的去向。

答案：初級消費者 = 50000 × 10% = 5000 kJ；次級消費者 = 5000 × 10% = 500 kJ；三級消費者 = 500 × 10% = 50 kJ。其餘約 90% 能量以呼吸作用的熱能散失，另有部分未被攝食、以及以糞便形式排出（未被同化）。

10. 一個種群由 200 隻增至 260 隻（一年內，無遷入遷出）。計算其內在增長率 r 及倍增時間，並說明該增長屬於哪一種增長模式。

答案：$r = (N_1 - N_0) \div N_0 = (260 - 200) \div 200 = 0.30$（每年）。倍增時間 $t_d = \ln 2 \div r = 0.693 \div 0.30 \approx 2.31$ 年。在資源無限的條件下屬指數增長（exponential growth）；實際環境會因資源有限而趨向邏輯斯諦增長。

11. 以標記重捕法估算族群：首次捕捉並標記 40 隻，放回後再捕捉 50 隻，其中 16 隻帶有標記。估算族群大小，並列出此方法的兩個假設。

答案：Lincoln index：$N = (M \times C) \div R = (40 \times 50) \div 16 = 125$ 隻。假設：（1）標記個體在族群中均勻混合，重捕為隨機樣本；（2）期間沒有出生、死亡、遷入或遷出，且標記不影響存活率或被捕獲的機會。

12. 某地的先鋒群落只有 3 種植物，經演替後頂極群落有 12 種。計算物種數目的增幅（數目及百分比），並舉出兩項演替期間環境的改變。

答案：增幅 = 12 − 3 = 9 種；百分比 = 9 ÷ 3 × 100% = 300%。環境改變：（1）土壤有機質及養分增加、土層變厚，保水力提高；（2）植物遮蔽增加使地表濕度上升、光照減少，為耐陰物種創造條件；（3）食物鏈及生境複雜度增加，生態位分化令生物多樣性上升。

丁部　人體生理與運輸（16 分）

回答下列各題，須列出公式及單位。

13. 某人在靜息時心率為 72 次／分鐘，每搏輸出量為 70 mL。計算其心輸出量（以 mL/min 及 L/min 表示），並寫出所用公式。

答案：公式：心輸出量 = 心率 × 每搏輸出量。$72 \times 70 = 5040$ mL/min = 5.04 L/min。

14. 同一人運動時心率升至 140 次／分鐘，每搏輸出量增至 110 mL。計算運動時的心輸出量，以及它為靜息時的多少倍。

答案：運動時心輸出量 = $140 \times 110 = 15400$ mL/min = 15.4 L/min。倍數 = $15400 \div 5040 = 3.06$ 倍。

15. 某人的腎小球濾過率為 125 mL/min。計算每日產生的濾液量（L/day）；若 99% 的濾液被腎小管重吸收，求每日尿量。

答案：每日濾液 = 125 mL/min × 60 × 24 ÷ 1000 = 180 L/day。尿量 = 180 × (1 − 0.99) = 1.8 L/day。

16. 某人的潮氣量為 500 mL，呼吸頻率 12 次／分鐘，解剖死腔約 150 mL。計算每分鐘通氣量及肺泡通氣量，並解釋兩者的差異為何重要。

答案：每分鐘通氣量 = 500 × 12 = 6000 mL/min。肺泡通氣量 = (500 − 150) × 12 = 4200 mL/min。差異 = 1800 mL/min（約佔 30%），由於死腔氣體不參與氣體交換，只有肺泡通氣量決定實際的氧氣吸收與二氧化碳排出。

戊部　植物生理與光合作用（16 分）

回答下列各題，須列出計算步驟及單位。

17. 一片葉在光強 600 μmol m^{-2} s^{-1} 下淨固定 18 μmol CO_2 m^{-2} s^{-1}。計算其量子產量，並說明此數值偏低的一項可能原因。

答案：量子產量 = 18 ÷ 600 = 0.03，即約 3%。偏低原因：部分吸收的光能以螢光或熱的形式散失；亦有部分光合產物在呼吸作用中被消耗，故淨固定量低於總光合量。

18. 一株植物在 5 小時內因蒸騰失水 45 g，葉面積為 0.03 m^2。計算蒸騰速率（g/h 及 g m^{-2} h^{-1}），並指出兩種影響蒸騰速率的環境因素。

答案：蒸騰速率 = 45 g ÷ 5 h = 9 g/h；每單位葉面積 = 9 ÷ 0.03 = 300 g m^{-2} h^{-1}。環境因素：相對濕度（越低越快）、風速（越大越快）、溫度（越高越快）、光照（氣孔張開）。

19. 在光強 200、400、800 μmol m^{-2} s^{-1} 下，測得淨光合速率為 8、15、16 μmol CO_2 m^{-2} s^{-1}。描述速率隨光強的變化，並解釋在較高光強時的限制因子。

答案：200 至 400 之間速率由 8 升至 15，增幅明顯，顯示光強為限制因子；400 至 800 之間只由 15 升至 16（約 +7%），趨向光飽和，此時二氧化碳濃度、溫度或葉綠素含量成為限制因子。

20. 若把樹幹的樹皮環狀剝去（環剝），環剝位置以上的葉片糖分累積，以下的根部最終枯死。解釋此現象，並指出所涉及的運輸組織。

答案：樹皮中的韌皮部負責把光合作用產生的蔗糖由源（葉）向積（根、果實）作雙向運輸。環剝切斷韌皮部，蔗糖無法向下運到根部，故在環剝位置上方累積；根部缺乏糖分供應，呼吸作用受阻而枯死。木質部位於樹皮內側，負責運送水和礦物質，環剝初期未必受影響。

己部　健康、疾病與免疫（16 分）

回答下列各題，須列出計算步驟；百分比取一位小數。

21. 某傳染病的基礎傳染數 R_0 = 5。計算群體免疫閾值，並解釋其意義。

答案：閾值 = 1 − 1/R_0 = 1 − 1/5 = 0.80，即 80%。意義：當社群中有 80% 以上的人具免疫力，每個感染者平均只會傳染少於一人，疫情便會消退。

22. 某疫苗接種率為 85%，疫苗有效率為 90%。計算社群中實際具免疫力的比例，並判斷對 R_0 = 5 的疾病是否足以形成群體免疫。

答案：實際受保護比例 = 疫苗覆蓋率 × 有效率 = 0.85 × 0.90 = 0.765，即 76%。群體免疫閾值為 80%，76% 低於閾值，故不足。有效傳染數 $R_{eff} = R_0 \times (1 - 0.765) = 5 \times 0.235 = 1.175 > 1$，疫情仍會擴大。

23. 一病人體內有 10^9 個細菌，抗藥突變的自然頻率為 10^{-6}。計算治療前已存在的抗藥菌數目，並解釋為何必須完成整個抗生素療程。

答案：抗藥菌數目 = $10^9 \times 10^{-6} = 10^3 = 1000$ 個。抗生素殺死大部分敏感菌，但抗藥菌存活並大量繁殖，形成抗藥族群；若中途停藥，殘存的抗藥菌會在無競爭下迅速增生，並可能把抗藥基因透過質體傳給其他細菌。因此必須完成療程以徹底清除，減少抗藥性篩選。

24. 解釋疫苗如何令人體產生免疫記憶，並比較主動免疫與被動免疫（注射抗體）的優缺點。

答案：疫苗含抗原（減毒或滅活病原體、其蛋白質或多醣），由抗原呈遞細胞呈遞給輔助 T 細胞，再活化針對該抗原的 B 細胞及細胞毒性 T 細胞；B 細胞分化為漿細胞分泌抗體，部分分化為記憶 B 細胞及記憶 T 細胞。再次感染時記憶細胞可迅速大量增殖，產生更快更強的抗體反應。主動免疫：需數週才生效，但記憶持久，可長期甚至終身保護。被動免疫：抗體即時提供保護，適合緊急情況，但沒有記憶細胞，保護只維持數週至數月。

TutorZone 中六生物練習卷｜題目與文章為原創，並非任何學校或出版社的教材。