中四生物練習卷：細胞結構與顯微鏡放大率、酵素動力學與抑制、擴散滲透與水勢、光合作用與呼吸作用、DNA 與孟德爾遺傳、能量流與種群估算

年級：中四　｜　科目：生物　｜　時限：75 分鐘　｜　總分：100 分　｜　題數：24　｜　答案版

甲部：細胞、顯微鏡與放大率（18 分）

回答下列各題，須列出計算步驟、單位及有效數字。

#	題目	答案	分數
1	使用目鏡 ×10、物鏡 ×40 觀察細胞，照片上某細胞長 8.0 mm。(a) 求總放大率。(b) 求該細胞實際長度（以 mm 及 μm 表示）。(c) 若視野直徑為 1.8 mm，視野內可橫跨多少個同類細胞？	(a) 總放大率 = 10 × 40 = 400 倍。(b) 實際長度 = 8.0 mm ÷ 400 = 0.020 mm = 20.0 μm。(c) 細胞數目 = 1.8 mm ÷ 0.020 mm = 90 個。	5
2	寫出下列細胞結構的主要功能各一項：(a) 葉綠體 (b) 線粒體 (c) 核糖體 (d) 細胞壁。	(a) 葉綠體進行光合作用，把光能轉化為化學能（葡萄糖）。(b) 線粒體進行需氧呼吸，釋放能量合成 ATP。(c) 核糖體是蛋白質合成的場所。(d) 細胞壁提供支持、維持細胞形狀及防止過度吸水脹破（植物細胞由纖維素組成）。	4
3	某光學顯微鏡的解像度為 200 nm，電子顯微鏡為 0.2 nm。(a) 電子顯微鏡的解像度比光學顯微鏡高多少倍？(b) 直徑 20 nm 的核糖體可否用光學顯微鏡清楚分辨？解釋。(c) 電子顯微鏡觀察的標本必須是死的，原因為何？	(a) 倍數 = 200 nm ÷ 0.2 nm = 1000 倍。(b) 不可以。20 nm 小於光學顯微鏡解像度極限 200 nm，兩個相鄰點無法分辨，只會看到模糊影像。(c) 電子束須在高真空下運行，活標本的水分會蒸發，細胞死亡；故標本須經脫水及固定（或以重金屬染色）。	5
4	兩個立方體細胞的邊長分別為 10 μm 及 30 μm。(a) 分別求兩者的表面積與體積比（μm⁻¹）。(b) 求兩者之比。(c) 為何小細胞的物質交換效率較高？	(a) 邊長 a 的立方體 SA/V = 6a² ÷ a³ = 6/a，故 10 μm 細胞為 0.6 μm⁻¹，30 μm 細胞為 0.2 μm⁻¹。(b) 比值 = 0.6 ÷ 0.2 = 3.0。(c) 小細胞每單位體積有較大的表面積，擴散距離亦較短，物質進出細胞的速度相對代謝需求較快，故交換效率較高。	4

乙部：酵素與代謝（17 分）

回答下列各題，須列出計算步驟、單位及有效數字。

#	題目	答案	分數
5	某實驗量度酵素反應放出的氣體體積：0 分鐘 0 cm³、1 分鐘 5.0 cm³、2 分鐘 14.0 cm³、4 分鐘 25.0 cm³。(a) 求首 2 分鐘的平均反應速率。(b) 求第 2 至 4 分鐘的平均速率，並解釋為何速率下降。(c) 若要測定最大反應速率（Vmax），應怎樣做？	(a) 速率 = 14.0 cm³ ÷ 2.0 min = 7.0 cm³/min。(b) 速率 = (25.0 − 14.0) ÷ 2.0 = 5.5 cm³/min；受質被消耗、濃度下降，酵素活性位逐漸飽和/受質減少，故速率下降。(c) 不斷增加受質濃度，直至反應速率不再上升（平台），該速率即 Vmax。	4
6	某酵素的反應速率：20 °C 為 2.4、30 °C 為 4.8、40 °C 為 5.8、60 °C 為 0.2 cm³/min。(a) 求 20 °C	(a) Q10 = 4.8 ÷ 2.4 = 2.0。(b) Q10 = 5.8 ÷ 4.8 = 1.21，已低於 2，因高溫開始破壞酵素。(c) 60 °C 超過最適溫度，酵素的肽鏈及三維結構被破壞（變	5

	至 30 °C 的 Q10。(b) 求 30 °C 至 40 °C 的 Q10。(c) 解釋 60 °C 時速率為何幾乎為零。	性），活性位變形，受質無法結合，反應幾乎停止，且變性不可逆。	
7	胃蛋白酶最適 pH 約 2，胰蛋白酶最適 pH 約 8。(a) 哪一種在胃中作用？(b) 哪一種在小腸中作用？(c) 在 pH 4 時兩種酵素的活性如何？(d) 為何極端 pH 會使酵素永久失去活性？	(a) 胃蛋白酶（最適 pH 2，與胃酸的強酸性相符）。(b) 胰蛋白酶（小腸環境近中性至微鹼性）。(c) pH 4 時胃蛋白酶活性已明顯下降，胰蛋白酶活性亦很低，兩者都偏離最適 pH。(d) 過酸或過鹼會破壞氫鍵及離子鍵，改變蛋白質三維結構，活性位永久變形，屬不可逆變性。	4
8	對照實驗的反應速率為 6.0 cm³/min，加入某抑制劑後降為 3.0 cm³/min。(a) 求抑制百分率。(b) 再加入大量受質後速率回升至 5.8 cm³/min，這屬於哪類抑制？解釋。(c) 若加入受質後速率仍維持 3.0 cm³/min，又屬於哪類抑制？	(a) 抑制百分率 = (6.0 − 3.0) ÷ 6.0 × 100% = 50.0%。(b) 競爭性抑制：抑制劑與受質競爭活性位，增加受質濃度可排擠抑制劑，速率回升（可逆）。(c) 非競爭性抑制：抑制劑結合在活性位以外的位置，改變活性位形狀，增加受質也無法恢復速率。	4

丙部：擴散、滲透與水勢（17 分）

回答下列各題，須列出計算步驟、單位及有效數字。

#	題目	答案	分數
9	某植物細胞的溶質勢 ψs = −800 kPa，壓力勢 ψp = +300 kPa。(a) 求細胞的水勢 ψ。(b) 若把細胞放入水勢為 −500 kPa 的溶液，水會有淨移動嗎？(c) 若放入水勢為 −300 kPa 的溶液，水會向哪方向淨移動？解釋。	(a) ψ = ψs + ψp = −800 + 300 = -500 kPa。(b) 沒有淨移動，因細胞與溶液的 ψ 都是 −500 kPa，達平衡。(c) 溶液 ψ = −300 kPa 高於細胞的 −500 kPa，水由水勢較高（溶液）流向水勢較低（細胞），細胞吸水、膨壓上升。	4
10	把馬鈴薯條（每條初始質量 4.00 g）放入不同濃度的蔗糖溶液 30 分鐘：0.0 M 後為 4.36 g、0.2 M 後為 4.08 g、0.4 M 後為 3.60 g。(a) 求三者的質量變化百分率。(b) 由 0.2 M 與 0.4 M 的結果內插，估算馬鈴薯組織的等張濃度（即質量變化為零的濃度）。	(a) 0.0 M：+9.0%；0.2 M：+2.0%；0.4 M：-10.0%。(b) 由 +2.0% 到 −10.0%，零點位置 = 0.2 + 0.2 × [2.0 ÷ (2.0 + 10.0)] = 0.23 M，即約 0.23 M。	5
11	某染料在瓊脂中 30 分鐘擴散 2.0 mm。假設擴散時間與距離平方成正比，求染料擴散 4.0 cm 所需的時間（以小時表示），並解釋實際生物組織中擴散為何不能支持大型生物。	時間 ∝ 距離²，故 t = 30 min × (40 mm ÷ 2.0 mm)² = 12000 min = 200 小時。大型生物若只靠擴散，內部物質到達需時極長（本例 4 cm 便要 200 小時），遠超代謝所需，故需循環系統及呼吸系統加速運輸。	4
12	(a) 把紅血球放入蒸餾水會發生什麼事？解釋。(b) 把紅血球放入 0.9% 氯化鈉溶液又會如何？(c) 為何靜脈注射用 0.9% 氯化鈉溶液而不用純水？	(a) 蒸餾水水勢最高（ψ ≈ 0），水大量滲入紅血球，細胞脹大甚至破裂（溶血）。(b) 0.9% 氯化鈉與血漿等張，水量淨移動為零，細胞保持正常形狀。(c) 純水會令紅血球溶血、血漿稀釋及電解質失衡，危及生命；0.9% 溶液等張，可維持細胞體積及滲透平衡。	4

丁部：光合作用與呼吸作用（16 分）

回答下列各題，須列出計算步驟、單位及有效數字。

#	題目	答案	分數

13	光合作用：$6CO_2 + 6H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$（Mr：$CO_2$ = 44.0、O_2 = 32.0、$C_6H_{12}O_6$ = 180.0）。(a) 製造 1.8 g 葡萄糖需多少摩爾 CO_2？(b) 需 CO_2 多少克？(c) 同時放出氧氣多少克？	(a) $n(C_6H_{12}O_6) = 1.8 \div 180.0 = 0.010$ mol，摩爾比 6 : 1，故 $n(CO_2) = 0.060$ mol。(b) $m(CO_2) = 0.060 \times 44.0 = 2.64$ g。(c) $n(O_2) = 0.060$ mol，$m(O_2) = 0.060 \times 32.0 = 1.92$ g。	4
14	某水生植物在遞增光強度下每分鐘氧氣泡數目為：0（黑暗）、3.0、6.0、6.0、6.2（光強度單位 0、10、20、30、40）。(a) 光強度多少時達光飽和？(b) 飽和後什麼成為限制因子？(c) 如何用實驗證明該因子是二氧化碳？	(a) 光強度 20 單位（之後速率維持約 6.0，不再隨光增強而上升）。(b) 二氧化碳濃度（或溫度）成為限制因子。(c) 在同一光強度下加入碳酸氫鈉增加 CO_2 濃度，若氣泡速率上升，即證明 CO_2 是限制因子；對照組加等量蒸餾水。	4
15	酵母在無氧條件下把葡萄糖發酵：$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$（Mr：葡萄糖 180.0、乙醇 46.0；室溫摩爾體積 24.0 dm^3/mol）。(a) 5.4 g 葡萄糖可產生 CO_2 多少摩爾？(b) 在室溫下該 CO_2 的體積是多少 dm^3？(c) 同時產生乙醇多少克？	(a) $n(\text{葡萄糖}) = 5.4 \div 180.0 = 0.030$ mol，摩爾比 1 : 2，故 $n(CO_2) = 0.060$ mol。(b) $V = 0.060 \times 24.0 = 1.44\ dm^3$。(c) $n(\text{乙醇}) = 0.060$ mol，$m = 0.060 \times 46.0 = 2.76$ g。	4
16	某動物在 1 小時內消耗氧氣 200 cm^3、放出二氧化碳 160 cm^3。(a) 求呼吸商 RQ。(b) 由 RQ 推斷其食物成分。(c) 為何脂肪的 RQ 較碳水化合物低？	(a) RQ = CO_2 放出量 ÷ O_2 消耗量 = 160 ÷ 200 = 0.80。(b) 碳水化合物 RQ = 1.0，脂肪 RQ ≈ 0.7；0.8 介乎兩者之間，表示食物是碳水化合物與脂肪的混合物。(c) 脂肪含氫比例高、含氧比例低，完全氧化每克需較多氧氣，故放出 CO_2 對消耗 O_2 的比例較低（RQ 較小）。	4

戊部：DNA、遺傳與細胞分裂（16 分）

回答下列各題，須列出計算步驟、單位及有效數字。

#	題目	答案	分數
17	某 DNA 分子共有 1000 個鹼基，其中腺嘌呤 A 有 300 個。(a) 求胸腺嘧啶 T、鳥嘌呤 G、胞嘧啶 C 的數目。(b) 求 A 佔全部鹼基的百分比。	(a) 鹼基互補配對 A = T，故 T = 300 個；G + C = 1000 − 600 = 400，且 G = C = 200 個。(b) A 的百分比 = 300 ÷ 1000 × 100% = 30%。	4
18	人類體細胞有 46 條染色體。(a) 有絲分裂後每個子細胞有多少條？(b) 減數分裂產生的配子有多少條？(c) 受精卵有多少條？(d) 有絲分裂期間 DNA 何時複製？	(a) 46 條（有絲分裂染色體數目不變，維持二倍體）。(b) 23 條（減數分裂減半，單倍體）。(c) 受精卵 = 23 + 23 = 46 條，恢復二倍體。(d) DNA 在分裂間期（S 期）複製，此時染色體數目仍是 46，但每條已有兩份 DNA（兩條姊妹染色分體）。	4
19	兩株基因型 Tt 的豌豆雜交（T 為高莖顯性、t 為矮莖隱性）。(a) 寫出子代的基因型比。(b) 寫出表型比。(c) 若子代共 200 株，預期高莖及矮莖各多少株？	(a) 用棋盤法：TT : Tt : tt = 1 : 2 : 1。(b) 高莖 : 矮莖 = 3 : 1。(c) 高莖 = 200 × 3/4 = 150 株；矮莖 = 200 × 1/4 = 50 株。	4
20	某隱性遺傳病由等位基因 a 引起，兩名帶因者（Aa × Aa）結婚。(a) 每個孩子患病的概率是多少？(b) 兩個孩子都患病的概率是多少？(c) 為何帶因者（Aa）本身不患病？	(a) Aa × Aa 子代 1 AA : 2 Aa : 1 aa，患病 aa 佔 1/4，即 25%。(b) 兩名孩子都患病 = 1/4 × 1/4 = 1/16 = 6.25%。(c) a 為隱性，只有一個 a 時顯性等位基因 A 仍能製造足夠的正常蛋白質，故表型正常，但可把 a 傳給下一代。	4

己部：生態系統、能量流與種群（16 分）

回答下列各題，須列出計算步驟、單位及有效數字。

#	題目	答案	分數
21	某生態系統生產者固定能量 50 000 kJ，能量沿食物鏈每層只傳遞 10%。(a) 求初級、次級及三級消費者的可用能量。(b) 頂級捕食者所得能量佔生產者總能量的百分比是多少？(c) 為何能量逐層遞減？	(a) 初級消費者 = 50 000 × 0.1 = 5000 kJ；次級 = 500 kJ；三級 = 50 kJ。(b) 頂級捕食者（第四層）= 5 kJ，佔 5 ÷ 50 000 × 100% = 0.01%。(c) 每層生物以呼吸作用消耗大部分能量（以熱散失）、部分能量留在排泄物及未食部分，故只有約 10% 傳到下一層。	4
22	在 400 m² 的草地隨機放置 25 個 1 m² 樣方，共數得某植物 75 株。(a) 求該植物的密度（株/m²）。(b) 估算整片草地的植株總數。(c) 為何樣方必須隨機放置？	(a) 密度 = 75 ÷ 25 = 3.0 株/m²。(b) 總數估算 = 3.0 × 400 = 1200 株。(c) 隨機取樣可避免主觀選擇（例如專挑植株多的地方），使樣本具代表性，估算才不會偏高或偏低。	4
23	用捕捉–標記–再捕捉法估算蝸牛數目：首次捕捉 40 隻並標記，第二次捕捉 50 隻，其中有標記的 8 隻。(a) 用林肯指數估算種群大小。(b) 列出兩個令估算偏高的因素。(c) 為何標記不可影響蝸牛的生存或被再捕機會？	(a) N = (M × C) ÷ R = (40 × 50) ÷ 8 = 250 隻。(b) 例如：標記脫落（R 偏細）、標記令蝸牛更易被捕（R 偏大時反而低估，故須說明）、種群有出生死亡或遷入遷出、標記動物分佈不均。(c) 若標記影響生存或被捕機會，再捕樣本的標記比例便不代表真實比例，估算失準；取樣必須假設封閉種群及等機會被捕。	4
24	(a) 寫出碳循環中分解者的作用。(b) 為何大氣中的二氧化碳含量能長期保持相對穩定？(c) 大量燃燒化石燃料對碳循環有何影響？	(a) 分解者（細菌、真菌）把死亡生物及排泄物中的有機碳分解為二氧化碳，釋放回大氣，並把礦物養分歸還土壤。(b) 光合作用與呼吸作用（含分解作用）大致平衡：光合作用吸收的 CO2 與呼吸、分解放出的 CO2 相若；海洋亦溶解並儲存大量 CO2。(c) 燃燒化石燃料把長期封存的碳快速釋放為 CO2，打破平衡，令大氣 CO2 濃度上升，加劇溫室效應。	4