中五生物練習卷：細胞週期與有絲分裂、酵素動力學與抑制劑、光合作用與呼吸作用能量效率、孟德爾與性聯遺傳及血型概率、族群增長與標放再捕、群落多樣性、疫苗與群體免疫（100 分）

年級：中五 ｜ 科目：生物 ｜ 時限：75 分鐘 ｜ 總分：100 分 ｜ 題數：24 ｜ 答案版

第一部分　細胞週期、有絲分裂與細胞分化（16 分）

全部計算須列出公式、代入數字及單位；百分比一律取一位小數。

#	題目	答案	分數
1	某動物的體細胞週期分為 G1 期 10 小時、S 期 8 小時、G2 期 4 小時及 M 期 2 小時。(a) 求一個完整細胞週期的時數；(b) 計算 M 期佔整個週期的百分比（一位小數）；(c) 說明 S 期內發生的主要事件。	(a) 週期 = 10 + 8 + 4 + 2 = 24 小時。(b) M 期佔比 = 2 ÷ 24 × 100 = 8.3%。(c) S 期進行 DNA 複製，每條染色體形成兩條姊妹染色分體，DNA 含量加倍但染色體數目不變。	4
2	在顯微鏡下觀察 200 個正在分裂的細胞，其中 16 個處於 M 期，M 期估計歷時 2 小時。(a) 求 M 期細胞所佔比例；(b) 由此估計整個細胞週期的時數；(c) 解釋此法可能高估或低估週期長度的原因。	(a) 比例 = 16 ÷ 200 = 0.08（8.0%）。(b) 週期 ≈ 2 ÷ 0.08 = 25.0 小時。(c) M 期細胞體積較圓、較易辨認，容易多計，令比例偏高而週期被低估；若固定時間不足亦可能抽樣偏差。	4
3	人類體細胞有 46 條染色體。某細胞剛完成 S 期。(a) 此時細胞有多少條染色體？(b) 有多少條姊妹染色分體？(c) 後期（anaphase）著絲點分裂後，細胞內暫有多少條染色體？(d) 兩個子細胞各有多少條染色體？	(a) 仍為 46 條（DNA 已複製但著絲點未分裂）。(b) 每條染色體有 2 條染色分體，共 46 × 2 = 92 條。(c) 著絲點分裂後姊妹染色分體各自成為獨立染色體，暫有 92 條。(d) 胞質分裂後每個子細胞得 46 條，與母細胞相同。	4
4	(a) 比較有絲分裂與減數分裂在子細胞數目及染色體數目上的差別；(b) 說明為何皮膚幹細胞能不斷補充表皮細胞，而神經元一般不能；(c) 舉出一項有絲分裂失控可能引致的後果。	(a) 有絲分裂產生 2 個子細胞，染色體數目與母細胞相同（2n→2n）；減數分裂產生 4 個子細胞，染色體數目減半（2n→n）。(b) 幹細胞保留分裂能力，可自我更新並分化成表皮細胞；神經元已高度分化，通常退出細胞週期（G0 期）不再分裂。(c) 形成腫瘤／癌細胞，可侵襲鄰近組織或經血液轉移。	4

第二部分　酵素動力學、米氏方程與抑制劑（18 分）

速率以 μmol min⁻¹ 或 μmol min⁻¹ mg⁻¹ 表示，須寫出單位。

#	題目	答案	分數
5	某酶反應在 30 分鐘內生成 45 μmol 產物。(a) 求平均反應速率（μmol min⁻¹）；(b) 同一實驗在 60 分鐘內生成 90 μmol，速率是否相同？解釋原因。	(a) 速率 = 45 ÷ 30 = 1.5 μmol min⁻¹。(b) 90 ÷ 60 = 1.5 μmol min⁻¹，與 (a) 相同；因底物充足且酶量固定時，初速率恒定，產物量與時間成正比。若底物耗盡或產物抑制則速率會下降。	5
6	在 pH 5、6、7、8 下測得同一酶的活性（相對單位）分別為 22、48、35、9。(a) 指出最適 pH；(b) 計算 pH	(a) 最適 pH 為 6（活性最高 48 單位）。(b) 48 ÷ 9 = 5.3 倍。(c) 過酸或過鹼改變酶蛋白的離子	5

	6 的活性是 pH 8 的多少倍（一位小數）；(c) 解釋 pH 偏離最適值時活性下降的原因。	鍵與氫鍵，令三維結構（活性位）變形甚至變性，底物不能再結合，活性下降。	
7	某酶的 Vmax 為 40 μmol min⁻¹、Km 為 2 mM。(a) 當底物濃度為 6 mM 時，用米氏方程求反應速率；(b) 當底物濃度等於 Km 時，速率是多少？(c) 說明 Km 值的生物學意義。	(a) $v = V_{max}[S] \div (K_m + [S]) = 40 \times 6 \div (2 + 6) = 30.0$ μmol min⁻¹。(b) [S] = Km 時 $v = 40 \times 2 \div (2 \times 2) = 20.0$ μmol min⁻¹，即半數 Vmax。(c) Km 是達到半數 Vmax 所需的底物濃度，反映酶與底物的親和力；Km 越小親和力越高。	4
8	比較有競爭性抑制劑與非競爭性抑制劑：在同一底物濃度 6 mM、Vmax 40 μmol min⁻¹、Km 2 mM 下，加入競爭性抑制劑後表觀 Km 升至 6.0 mM（Vmax 不變），加入非競爭性抑制劑後 Vmax 降至 20.0 μmol min⁻¹（Km 不變）。(a) 分別計算加抑制劑後在該底物濃度下的速率；(b) 說明為何高底物濃度可克服競爭性抑制。	(a) 競爭性：$v = 40 \times 6 \div (6.0 + 6) = 20.0$ μmol min⁻¹；非競爭性：$v = 20.0 \times 6 \div (2 + 6) = 15.0$ μmol min⁻¹。(b) 競爭性抑制劑與底物爭奪同一活性位，提高底物濃度可使底物佔據多數活性位，速率可回復至接近 Vmax；非競爭性抑制劑結合於別位（變構位），增加底物不能解除抑制。	4

第三部分　光合作用、呼吸作用與能量效率（16 分）

能量以 kJ 表示，取一位小數；方程式須平衡。

#	題目	答案	分數
9	光合作用總反應式為 $6CO_2 + 6H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$。某葉片製造了 0.5 mol 葡萄糖。(a) 需要多少 mol CO_2？(b) 相當於多少克 CO_2？(c) 同時釋出多少 mol O_2？	(a) $CO_2 = 6 \times 0.5 = 3.0$ mol。(b) 質量 $= 3.0 \times 44 = 132$ g（同時用去 54 g 水）。(c) $O_2 = 3.0$ mol。	4
10	某水生植物在 0、2、4、6、8 klx 光照下每分鐘的氧氣泡數目為 0、12、28、40、41。(a) 描述氧氣釋放量隨光照強度的變化；(b) 估計光飽和點；(c) 解釋光照強度為 0 時仍有少量氣泡可能的原因；(d) 若把溶液改為 0.1% 碳酸氫鈉，預測曲線有何變化？	(a) 0–6 klx 間氧氣釋放量隨光照增強而上升，2 klx 時 12 個、4 klx 時 28 個、6 klx 時 40 個，升幅逐漸收窄；6–8 klx 只由 40 升至 41 個。(b) 光飽和點約 6–7 klx，此時再增光亦不能提高光合速率。(c) 0 klx 時光合作用停止，但呼吸作用仍進行而放出 CO_2，少數氣泡或來自水中溶解氣體逸出；真正的淨氧釋放為零或負值。(d) 碳酸氫鈉提供額外 CO_2，同一光照下曲線整體上移、飽和點後移。	4
11	有氧呼吸完全氧化 1 mol 葡萄糖釋放 2870 kJ，可合成 38 個 ATP；每合成 1 mol ATP 需 30.5 kJ。(a) 計算儲存於 ATP 的能量；(b) 求能量轉換效率（一位小數）；(c) 說明其餘能量的去向。	(a) ATP 能量 $= 38 \times 30.5 = 1159$ kJ。(b) 效率 $= 1159 \div 2870 \times 100 = 40.4\%$。(c) 其餘 1711 kJ 主要以熱形式散失，部分用於維持體溫。	4
12	肌肉在缺氧時進行乳酸發酵，1 mol 葡萄糖只產生 2 個 ATP。(a) 計算乳酸發酵的能量效率（一位小數）；(b) 求有氧呼吸效率是乳酸發酵的多少倍（一位小數）；(c) 說明劇烈運動後肌肉仍感痠痛及呼吸急促的原因。	(a) 效率 $= 2 \times 30.5 \div 2870 \times 100 = 2.1\%$。(b) $40.4 \div 2.1 = 19.0$ 倍（或 $38 \div 2 = 19$ 個 ATP）。(c) 乳酸在肌肉積聚引起痠痛，需經血液運往肝臟氧化；同時要償還氧債，清除乳酸並補充 ATP，故呼吸與心跳仍快。	4

第四部分　孟德爾遺傳、性聯遺傳與血型概率（18 分）

概率以分數及百分比同時表示；基因型須用標準符號。

#	題目	答案	分數
13	兩隻雜合黑色小鼠（Aa × Aa）交配，黑色為顯性。(a) 寫出親本產生的配子；(b) 用棋盤法求子代基因型比例；(c) 求子代表型比例；(d) 若產生 200 隻子代，預期黑色約多少隻？	(a) 每隻親本產生 A 與 a 兩種配子，各佔一半。(b) 子代基因型 AA : Aa : aa = 1 : 2 : 1。(c) 表型 黑 : 白 = 3 : 1。(d) 黑色 = 200 × 3/4 = 150 隻（白色約 50 隻）。	5
14	豌豆的 A/a 控制種子形狀、B/b 控制顏色，兩對基因位於不同染色體。AaBb × aabb 測交，產生 160 粒種子。(a) 寫出四個配子類型；(b) 求子代表型比例；(c) 每種表型預期多少粒？(d) 若兩對基因位於同一染色體，結果會怎樣？	(a) 來自 AaBb 的配子為 AB、Ab、aB、ab，各佔 1/4。(b) 表型比 1 : 1 : 1 : 1。(c) 每種 = 160 × 1/4 = 40 粒。(d) 會出現連鎖，親本型（AB、ab）遠多於重組型，比例偏離 1:1:1:1，重組頻率由兩基因間的距離決定。	5
15	色盲是 X 染色體隱性遺傳。一名帶基因但表現正常的母親（X^C X）與正常父親（X Y）結婚。(a) 寫出可能的子代基因型及比例；(b) 兒子患色盲的概率；(c) 女兒患色盲的概率；(d) 為何男性患者遠多於女性？	(a) 子代：X^C X（帶基因女）、X X（正常女）、X^C Y（色盲男）、X Y（正常男），比例 1 : 1 : 1 : 1。(b) 兒子中 1/2（50%）色盲。(c) 女兒全部正常，其中 1/2 為帶基因者，患色盲概率 0。(d) 男性只有一條 X，一個隱性等位基因即致病；女性需兩條 X 同時帶病基因（父必為患者、母為帶基因或患者）才會發病，故較罕見。	4
16	父母血型分別為 A 型（I^A i）與 B 型（I^B i）。(a) 寫出子代可能血型及比例；(b) 兩名子女皆為 O 型的概率；(c) 若該夫婦有 4 名子女，期望有多少名為 AB 型？(d) 說明為何 O 型父母不可能生出 AB 型子女。	(a) 子代 I^A I^B（AB）、I^A i（A）、I^B i（B）、i i（O），比例 1 : 1 : 1 : 1，即各 25%。(b) 每名子女 O 型概率 1/4，兩人皆 O 型 = 0.25 × 0.25 = 0.0625（6.25%）。(c) AB 型概率 1/4，4 名子女期望 1 名。(d) O 型父母基因型必為 i i，只能傳 i，子代不可能帶 I^A 或 I^B，故只能是 O 型。	4

第五部分　族群增長、標放再捕與群落多樣性（16 分）

族群估計須列公式；指數只取整數。

#	題目	答案	分數
17	某草原生產者固定 20,000 kJ m^{-2} yr^{-1} 能量，每一營養級只有 10% 能量傳遞至下一級。(a) 求初級、次級、三級消費者的能量；(b) 說明其餘 90% 的去向；(c) 為何食物鏈一般只有 4–5 級？	(a) 初級消費者 = 20,000 × 10% = 2,000 kJ；次級 = 2,000 × 10% = 200 kJ；三級 = 200 × 10% = 20 kJ m^{-2} yr^{-1}。(b) 其餘 90% 用於呼吸作用（以熱散失）、形成排泄物與未消化的殘骸，進入分解者。(c) 能量每級只剩約十分之一，到第四、五級已不足以養活可繁殖的族群，故鏈不會太長。	4
18	某族群年初有 100 隻，年內出生 20 隻、死亡 8 隻、遷入 4 隻、遷出 2 隻。(a) 求淨增長數目；(b) 求增長率（%）；(c) 求年底族群數目；(d) 若環境資源固定，長期會出現什麼增長模式？	(a) 淨增長 = 20 − 8 + 4 − 2 = 14 隻。(b) 增長率 = 14 ÷ 100 × 100 = 14.0%。(c) 年底 = 100 + 14 = 114 隻。(d) 資源、食物與空間有限，族群最終呈 S 型（邏輯斯諦）增長，接近環境承載量後趨於穩定，並受疾病、捕食與競爭調節。	4
19	用標放再捕法估算蝸牛數目：首次捕捉並標記 80 隻放回，待其均勻混合後再捕 100 隻，其中 8 隻帶標記。(a) 用公式估算族群大小；	(a) N ≈ (M × C) ÷ R = (80 × 100) ÷ 8 = 1,000 隻。(b) 標記動物較易再被捕（如變慢、顏色顯眼）、標記脫落令 R 偏細；兩者都令估算偏高。(c) 若標記影響活動	4

	(b) 列舉兩項令估算偏高的因素；(c) 為何標記不能影響蝸牛的活動或存活？	或存活，帶標與無標個體被捕機會不再相同，公式的「混合均勻、等機率被捕」假設失效。	
20	群落 A 的四個物種數量比例為 0.25、0.25、0.25、0.25；群落 B 為 0.7、0.1、0.1、0.1。(a) 用 $D = 1 - \Sigma p^2$ 分別計算兩群落的辛普森多樣性指數（兩位小數）；(b) 哪個群落多樣性較高？(c) 若群落 B 的優勢種消失，多樣性會怎樣變化？	(a) A：$\Sigma p^2 = 4 \times 0.25^2 = 0.25$，$D = 1 - 0.25 = 0.75$；B：$\Sigma p^2 = 0.7^2 + 3 \times 0.1^2 = 0.52$，$D = 1 - 0.52 = 0.48$。(b) 群落 A 較高（$0.75 > 0.48$），四個物種均勻分布。(c) B 失去優勢種後只剩三個物種各佔 1/3，$D = 1 - 3 \times (1/3)^2 = 0.67$，多樣性反而上升，但總個體數大減，生態功能未必恢復。	4

第六部分　免疫、疫苗、群體免疫與疾病監測（16 分）

比率一律以每十萬人口表示，取一位小數。

#	題目	答案	分數
21	某傳染病的基礎傳染數 $R_0 = 4$。(a) 計算達到群體免疫所需的疫苗覆蓋率（%）；(b) 若人口為 {pop:,} 人，需多少人接種？(c) 說明為何實際所需覆蓋率通常高於理論值。	(a) 門檻 $= 1 - 1/R_0 = 1 - 1/4 = 0.75$，即 75.0%。(b) 700,000 × 75.0% = 525,000 人。(c) 疫苗保護率非 100%、部分人不能接種（嬰兒、免疫抑制者）、人口混合不均、R_0 在密集環境會上升，故需更高覆蓋率。	4
22	某人先後兩次接觸同一抗原，抗體濃度在第二次接觸後 3 日內急升至 5 倍，而首次需約 14 日。(a) 分別命名兩次反應；(b) 解釋第二次反應較快較強的原因；(c) 說明疫苗如何利用此機制；(d) 舉出一種不經抗體而殺死病原體的免疫機制。	(a) 首次為初級免疫反應，第二次為次級（記憶）免疫反應。(b) 首次接觸後產生記憶 B 及記憶 T 細胞，再次接觸時迅速增殖並分化為漿細胞，故抗體量更大、更快、維持更久。(c) 疫苗含無害抗原（減毒、滅活或片段），誘導記憶細胞而不致病，日後真感染時可即時動員。(d) 細胞毒 T 細胞直接殺死受感染細胞；吞噬細胞（巨噬／中性粒細胞）吞噬病原體。	4
23	某城市人口 50,000，一年內錄得 150 宗新症。(a) 計算發病率（每十萬人口，一位小數）；(b) 若明年人口增至 {int(popn*1.2):,} 而發病率不變，預計新症數目；(c) 區分發病率（incidence）與盛行率（prevalence）。	(a) 發病率 = 150 ÷ 50,000 × 100,000 = 300.0 宗／十萬人。(b) 60,000 × 300.0 ÷ 100,000 = 180 宗。(c) 發病率是一定時間內的新症數目，反映風險與傳播速度；盛行率是某時點的全部現存病例，反映疾病負擔，受病程長短影響。	4
24	(a) 解釋為何抗生素對病毒無效，而對細菌有效；(b) 說明不當使用抗生素如何導致抗藥性；(c) 舉出兩項控制抗藥性蔓延的公共衞生措施；(d) 為何完成整個抗生素療程重要？	(a) 抗生素針對細菌特有結構（細胞壁、細菌核糖體、DNA 迴旋酶），人體細胞及病毒無這些目標；病毒無代謝，需用抗病毒藥。(b) 不必要或不足量使用會殺死敏感菌而留下帶抗藥基因的個體，它們大量繁殖並可經質體把基因水平轉移給其他細菌。(c) 醫生按指引處方、病人不自行購買、農牧業限制使用、院內感染控制與手部衞生。(d) 中途停藥會留下最頑強的抗藥菌株並復發，且增加傳播機會。	4