中四生物練習卷：呼吸作用、光合作用與氣體交換

中四（S4）　生物　｜　時限：75 分鐘　｜　總分：100 分　｜　共 12 題

甲部：資料題與葉片結構（32 分）

回答全部題目，答案須寫在指定位置。

1. 資料一：光合作用的總反應式為 6CO2 + 6H2O → C6H12O6 + 6O2。資料二：呼吸作用把葡萄糖分解，把能量釋出供細胞活動使用。(a) 指出資料一反應式中的兩種反應物，並說明各自從何而來。（3 分）(b) 解釋光合作用與呼吸作用在氣體交換上如何互相依賴。（3 分）

答案：(a) 二氧化碳由大氣經氣孔擴散入葉；水由根吸收，經木質部運到葉。（3 分）(b) 光合作用釋出的氧可供呼吸作用使用，呼吸作用釋出的二氧化碳可供光合作用使用；兩者互相補充，使大氣中氧與二氧化碳的含量保持穩定。（3 分）

2. 下圖為雙子葉植物葉片的橫切面，可見上表皮、柵狀組織、海綿組織、葉脈及下表皮。(a) 描述柵狀組織在結構上兩項有利於光合作用的特徵。（4 分）(b) 解釋氣孔多集中於下表皮對陸生植物減少水分散失的好處。（4 分）

答案：(a) 細胞呈柱狀且排列緊密，可容納較多葉綠體；位於葉片最上層，最接近陽光；細胞間隙少，縮短二氧化碳的擴散距離。（4 分，每項 2 分）(b) 下表皮受陽光照射較少、溫度較低，蒸騰較慢；氣孔避開直射陽光，可在進行氣體交換的同時減少水分散失。（4 分）

3. 一名學生以水草進行實驗，改變光源與水草的距離，記錄 15 秒內收集到的氣泡數目：距離 10 cm 有 40 個、20 cm 有 18 個、30 cm 有 9 個。(a) 計算距離 20 cm 時每分鐘的氣泡產生速率。（4 分）(b) 解釋為何光源由 20 cm 移近至 10 cm 的速率增幅，與光強度的增幅不成正比。（4 分）

答案：(a) 18 ÷ 15 × 60 = 每分鐘 72 個氣泡。（4 分，列式 2 分、答案及單位 2 分）(b) 30 cm 至 20 cm 時光強度由限制因子變成較充足，速率由 36 升至 72，增加 1 倍；20 cm 至 10 cm 時光強度增為 4 倍，但速率只由 72 升至 160（約 2.2 倍）；因為二氧化碳濃度或溫度已成為限制因子，葉綠體的光反應接近飽和，多餘光能未能用於增加產物。（4 分）

4. 一名學生把盆栽天竺葵放在黑暗中 48 小時，再用不透光紙片遮蓋部分葉片，然後置於陽光下 6 小時。取下葉片以熱酒精脫色，再滴加碘液。(a) 說明實驗前把植物置於黑暗 48 小時的目的。（4 分）(b) 描述預期見到的結果。（3 分）(c) 解釋為何用熱酒精而不用水煮脫色。（3 分）

答案：(a) 令葉片原有的澱粉在黑暗中被運走或經呼吸作用消耗，使實驗開始時葉片不含澱粉，確保滴碘液測到的澱粉是照光期間產生的。（4 分）(b) 未被遮蓋的部分呈藍黑色，被遮蓋部分呈黃褐色（碘液本色）。（3 分）(c) 葉綠素溶於酒精而不溶於水；熱酒精可加速溶解葉綠素，使葉片褪色，方便觀察碘液的顏色反應。（3 分）

乙部：實驗設計與生理數據（36 分）

計算題須列出計算步驟，並註明單位。

5. (a) 指出呼吸作用與燃燒在能量釋放方式上的兩項差異。（3 分）(b) 解釋劇烈運動後肌肉出現酸痛，以及運動後仍持續急促呼吸的原因。（6 分）

答案：(a) 呼吸作用在常溫下由酶催化，分多個步驟逐步釋放能量，部分能量儲存於 ATP；燃燒在高溫下進行，一次過釋放能量，大部分以熱和光散失。（3 分）(b) 劇烈運動時氧氣供應不足，肌肉細胞進行無氧呼吸產生乳酸，乳酸積聚引致酸痛；運動後持續急促呼吸以供應額外氧氣，把乳酸氧化或運往肝臟，並補充肌肉的氧儲備，即償還氧債。（6 分）

6. 資料：某人在靜止時呼吸頻率為每分鐘 12 次，每次吸入空氣 0.5 L；運動時呼吸頻率為每分鐘 30 次，每次吸入 2.0 L。(a) 計算靜止與運動時每分鐘的肺通氣量，並求兩者的倍數。（4 分）(b) 列出運動時呼吸加深加劇的兩項原因。（2 分）(c) 解釋肺通氣量增加如何有助肌肉持續收縮。（3 分）

答案：(a) 靜止：$12 \times 0.5 = 6$ L/min；運動：$30 \times 2.0 = 60$ L/min；倍數 $60 \div 6 = 10$ 倍。（4 分）(b) 血液中二氧化碳濃度上升；血液 pH 下降，刺激呼吸中樞。（2 分）(c) 更多氧氣進入肺泡並擴散入血液，供肌肉進行有氧呼吸產生 ATP；同時加速排出二氧化碳，減少乳酸積聚，使肌肉可持續收縮。（3 分）

7. 資料：把 20 g 正在發芽的綠豆放入保溫瓶，瓶內溫度由 20.0 °C 升至 24.0 °C；以 20 g 已煮沸冷卻的綠豆作對照，溫度只升 0.4 °C。假設瓶內水的質量為 100 g，水的比熱容為 $4.2\ \text{J g}^{-1}\ ^\circ\text{C}^{-1}$。(a) 計算發芽綠豆組釋放的熱能，並求出每克綠豆釋放的熱能。（4 分）(b) 解釋為何要設置已煮沸冷卻綠豆的對照組。（5 分）

答案：(a) 熱能 $= mc\Delta\theta = 100 \times 4.2 \times 4.0 = 1680$ J；每克綠豆釋放 $1680 \div 20 = 84$ J。（4 分）(b) 煮沸冷卻的綠豆已死亡，不能進行呼吸作用，用以證明升溫源自活種子的呼吸作用，而非細菌分解或環境溫度變化；對照組只升 0.4 °C，說明主要的熱源是活種子。（5 分）

8. (a) 描述氣孔在日間與夜間的開合變化，並指出控制開合的細胞名稱。（4 分）(b) 解釋在炎熱乾燥的中午，部分植物氣孔暫時關閉對生存的利與弊。（5 分）

答案：(a) 日間氣孔張開，夜間大多關閉；開合由兩個保衛細胞控制，保衛細胞吸水膨脹時氣孔張開，失水時氣孔關閉。（4 分）(b) 利：減少蒸騰，避免過量失水而萎蔫，保持細胞膨壓；弊：二氧化碳進入減少，光合作用速率下降，氧氣排出亦受阻，長期關閉會令葉溫上升。（5 分）

丙部：比較與應用（32 分）

解釋題須用完整句子作答。

9. 指出光合作用與呼吸作用在以下四方面的差異：能量變化、氣體交換方向、發生的細胞器、進行的時間。（8 分）

答案：能量：光合作用把光能儲存於有機物，呼吸作用把有機物中的能量釋放；氣體：光合作用吸收二氧化碳並釋出氧，呼吸作用吸收氧並釋出二氧化碳；細胞器：光合作用在葉綠體進行，呼吸作用主要線上粒體內進行；時間：光合作用只在有光時進行，呼吸作用日間與夜間不停進行。（8 分，每項 2 分）

10. 某農夫在溫室種植番茄，希望提高產量。(a) 解釋在光照充足下提高溫室內二氧化碳濃度為何能增產。（4 分）(b) 指出並解釋另外一項可提高產量的措施。（4 分）

答案：(a) 二氧化碳是光合作用的原料，在光照充足時成為限制因子；濃度提高，暗反應速率上升，製造更多葡萄糖，淨光合作用速率增加，有機物累積更多。（4 分）(b) 把溫室溫度調至最適（約 25 °C 左右），提高酶活性；或延長光照時間以提供更多光能；或補充水分與礦物質（如鎂與氮），維持葉綠素及蛋白質合成。（4 分）

11. 一名學生以水草在紅光、綠光及白光下分別測得每分鐘氣泡數目為 42、8 及 45。解釋三組結果的差異。（8 分）

答案：白光含各色光，總能量最高，淨光合作用最強，故氣泡最多（每分鐘 45 個）；紅光可被葉綠素大量吸收，速率接近白光（每分鐘 42 個）；綠光大部分被葉片反射或穿透，吸收最少，光合作用最弱，故氣泡最少（每分鐘 8 個）；氣泡數目反映氧氣產生的速率。（8 分）

12. 在太空站的密閉艙內，科學家計劃以藻類與植物維持太空人的氧氣供應。解釋為何需要光合作用生物，並指出一項仍需額外處理的問題。（8 分）

答案：藻類與植物吸收太空人呼出的二氧化碳進行光合作用，釋出氧氣供呼吸，並製造有機物作為食物，同時淨化艙內空氣；仍需處理：長期照明所需的能源、礦物質（氮、磷）循環、植物病蟲害，以及密閉系統中氧與二氧化碳濃度的波動控制。（8 分）

TutorZone 中四（S4）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。