中四生物練習卷：細胞結構、物質運輸與酶

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

甲部　細胞結構與顯微鏡

甲部：計算題須列出公式與步驟，答案須附正確單位。

1. 資料一：某學生使用目鏡 ×10、物鏡 ×40 的顯微鏡觀察洋蔥表皮細胞。（a）計算該顯微鏡的總放大率；（b）視野中一個細胞影像的直徑為 20 mm，求該細胞的實際直徑（以 μm 表示）；（c）另一個細胞的實際直徑為 60 μm，求它在相同放大率下的影像直徑（以 mm 表示）；（d）說明觀察前把洋蔥表皮染色的其中一項好處。

答案：（a）總放大率 = 目鏡放大率 × 物鏡放大率 = 10 × 40 = 400 倍（2 分）。（b）實際直徑 = 影像直徑 ÷ 放大率 = 20 mm ÷ 400 = 0.05 mm = 50 μm（3 分）。（c）影像直徑 = 60 μm × 400 = 24000 μm = 24 mm（3 分）。（d）染色令細胞壁、細胞核等結構的對比增加，較易辨認細胞的邊界與內部構造（1 分）。

2. （a）一個立方體形細胞的邊長為 20 μm，計算它的表面積、體積及表面積對體積的比值（以 μm^{-1} 表示）；（b）另一個邊長 10 μm 的立方體細胞，重複上述三項計算；（c）解釋為何體積較小的細胞，物質進出細胞的擴散效率較高；（d）指出單以表面積對體積比值推論擴散效率的一項限制。

答案：（a）邊長 20 μm：表面積 = $6 \times 20^2 = 2400\ \mu m^2$，體積 = $20^3 = 8000\ \mu m^3$，比值 = 2400 ÷ 8000 = $0.30\ \mu m^{-1}$（3 分）。（b）邊長 10 μm：表面積 = $600\ \mu m^2$，體積 = $1000\ \mu m^3$，比值 = 600 ÷ 1000 = $0.60\ \mu m^{-1}$（2 分）。（c）體積較小的細胞，其表面積對體積比值較大，即每單位體積有較大的膜面積可供物質進出，擴散距離亦較短，故擴散效率較高（3 分）。（d）比值只考慮面積與體積，未考慮細胞形狀的褶皺、膜上運輸蛋白的數目及代謝速率等差異（1 分）。

3. （a）寫出線粒體、葉綠體及高爾基體各一項主要功能；（b）心肌細胞的線粒體數目遠多於口腔上皮細胞，試加以解釋；（c）指出粗糙內質網上核糖體的角色；（d）說明溶酶體在細胞內的兩項作用。

答案：（a）線粒體進行有氧呼吸，釋放能量供細胞使用；葉綠體進行光合作用，把光能轉化為化學能；高爾基體修飾、包裝及分泌蛋白質（3 分）。（b）心肌細胞需要持續收縮，能量需求高，故線粒體數目較多，以提供足夠的三磷酸腺苷（2 分）。（c）核糖體是蛋白質合成的場所，把氨基酸組裝成多肽鏈（1 分）。（d）溶酶體含有水解酶，可分解細胞內的衰老細胞器或外來的物質，亦可參與細胞凋亡（2 分）。

4. （a）描述細胞膜的流動鑲嵌模型，並指出磷脂雙層與蛋白質的排列方式；（b）解釋為何脂溶性分子較易通過細胞膜，而帶電離子較難；（c）說明膽固醇在動物細胞膜中的一項功能；（d）解釋細胞膜具選擇透性的意思。

答案：（a）磷脂分子排列成雙層，親水的頭部向外、疏水的尾部向內；蛋白質分子鑲嵌在磷脂雙層之中或附着在其表面，可橫向移動，故整個模型稱為流動鑲嵌模型（3 分）。（b）磷脂雙層內部為疏水區，脂溶性分子可溶於其中而直接通過；帶電離子具水合層且難溶於脂質，須經通道蛋白或載體蛋白才能通過（2 分）。（c）膽固醇插入磷脂分子之間，調節膜的流動性，令膜在不同溫度下保持穩定（2 分）。（d）細胞膜只容許某些物質通過，而對其他物質限制或阻止其通過，這種特性稱為選擇透性（2 分）。

乙部　物質穿越細胞膜的運輸

乙部：解釋題須以水勢、濃度梯度或膜蛋白的概念作答，並用完整句子表達。

5. 資料二：三條大小相近的馬鈴薯條分別浸在蒸餾水、0.2 mol dm⁻³ 蔗糖溶液及 0.6 mol dm⁻³ 蔗糖溶液中 30 分鐘。第一條由 2.0 g 變為 2.3 g，第二條由 2.5 g 變為 2.3 g。（a）計算第一條馬鈴薯條質量的變化百分比；（b）計算第二條馬鈴薯條質量的變化百分比；（c）指出哪一條馬鈴薯條最可能浸在蒸餾水中，並解釋原因；（d）說明實驗前把馬鈴薯條表面水分吸乾的原因。

答案：（a）質量變化百分比 = (2.3 − 2.0) ÷ 2.0 × 100% = +15%（2 分）。（b）質量變化百分比 = (2.3 − 2.5) ÷ 2.5 × 100% = -8%（2 分）。（c）第一條最可能浸在蒸餾水，因蒸餾水的水勢高於細胞液，水分經滲透進入細胞，令細胞膨脹、質量增加；第二條質量下降，顯示水分由細胞流出（3 分）。（d）吸乾表面水分可避免殘留水分影響質量讀數，令起始與最終質量在相同條件下比較（2 分）。

6. （a）解釋人類紅血球放入蒸餾水及放入 0.9% 氯化鈉溶液時，分別會出現甚麼變化；（b）寫出水勢的定義，並指出純水的水勢數值；（c）解釋溶質濃度較高的溶液，其水勢較低的原因；（d）植物細胞放入高濃度蔗糖溶液後出現質壁分離，說明這個現象與水勢的關係。

答案：（a）放入蒸餾水時，水勢高於細胞質，水分經滲透大量進入紅血球，細胞脹大並溶血；放入 0.9% 氯化鈉溶液時，溶液與細胞質水勢相近，細胞形狀大致不變（2 分）。（b）水勢指單位體積水的自由能，反映水分子移動的趨勢；純水的水勢為零（2 分）。（c）溶質粒子佔據部分空間並與水分子結合，令自由水分子數目減少，水分子離開溶液的趨勢降低，故水勢較低（2 分）。（d）高濃度蔗糖溶液的水勢低於細胞液，水分由液泡經細胞質流出細胞，液泡縮小，細胞膜與細胞壁分離，形成質壁分離（2 分）。

7. （a）比較單純擴散、易化擴散與主動運輸三者在三方面的分別：是否需要膜蛋白、是否消耗代謝能量、能否逆濃度梯度進行；（b）舉出人體內一個主動運輸的例子；（c）解釋為何低溫會同時減慢易化擴散與主動運輸。

答案：（a）單純擴散不需要膜蛋白、不消耗代謝能量、只能順濃度梯度進行；易化擴散需要通道蛋白或載體蛋白、不消耗代謝能量、只能順濃度梯度進行；主動運輸需要載體蛋白、消耗代謝能量、可逆濃度梯度進行（3 分）。（b）小腸上皮細胞吸收葡萄糖，或腎小管重吸收葡萄糖（2 分）。（c）低溫降低分子動能，令擴散及載體蛋白的構形改變減慢；同時降低呼吸速率，減少三磷酸腺苷供應，故易化擴散與主動運輸均減慢（3 分）。

8. 資料三：一條根毛近似為圓柱體，長 0.5 mm、直徑 0.02 mm，圓周率取 3.14。（a）計算一條根毛的側面表面積（以 mm² 表示）；（b）計算 1 000 條根毛的總側面表面積；（c）把同一段平滑根表面（面積 1 mm²）與 1 000 條根毛的總表面積比較，並指出這對植物吸水的好處；（d）指出根毛吸收水分主要依賴哪一種運輸方式。

答案：（a）側面表面積 = π × 直徑 × 長度 = 3.14 × 0.02 × 0.5 = 0.0314 mm²，約 0.031 mm²（2 分）。（b）1 000 條根毛的總表面積 = 1 000 × 0.0314 = 31.4 mm²（2 分）。（c）1 000 條根毛的總表面積約為 1 mm² 平滑表面的 31 倍，大幅增加吸收表面積，令單位時間內可吸收更多水分及礦物鹽（3 分）。（d）水分進入根毛主要依賴滲透（1 分）。

丙部　酶與代謝反應

丙部：酶活性題目須同時考慮活性位點形狀與反應速率，數值答案保留三位有效數字。

9. 資料四：一個實驗以過氧化氫酶催化過氧化氫分解，首 3 分鐘收集到 18 cm³ 氧氣。（a）計算平均產氣速率（以 cm³ min⁻¹ 表示）；（b）若把酶的量加倍而受質充足，預測速率並解釋；（c）寫出一個會令第 4 至 5 分鐘速率下降的因素。

答案：（a）平均產氣速率 = 18 cm³ ÷ 3 min = 6.0 cm³ min⁻¹（3 分）。（b）酶量加倍後速率約為 12 cm³ min⁻¹，因活性位點數目增加，在受質充足時更多受質可同時被催化（3 分）。（c）受質濃度隨反應進行而下降，或產物累積產生抑制作用，或酶逐漸變性（任答一項，2 分）。

10. 某酶的初始反應速率在 20 °C 時為 12 cm³ min⁻¹，該酶的溫度係數 Q_{10} 為 2。（a）計算 30 °C 時的預測速率；（b）計算 40 °C 時的預測速率；（c）說明為何在 60 °C 時速率接近零，並解釋原因。

答案：（a）30 °C 的預測速率 = 12 × 2 = 24 cm³ min⁻¹（3 分）。（b）40 °C 的預測速率 = 24 × 2 = 48 cm³ min⁻¹（2 分）。（c）60 °C 已高於該酶的最適溫度，酶分子的肽鏈及氫鍵被破壞，活性位點變形，酶永久變性，受質無法與活性位點結合，故速率接近零（3 分）。

11. （a）解釋 pH 改變如何影響酶的活性，並說明最適 pH 的概念；（b）解釋重金屬離子為何能抑制酶活性；（c）說明競爭性抑制劑與非競爭性抑制劑的一項分別；（d）解釋酶只能催化特定受質，並指出這個特性與活性位點形狀的關係。

答案：（a）pH 改變會影響酶分子中氨基酸側鏈的電荷，令氫鍵及離子鍵斷裂，活性位點形狀改變，酶與受質形成的複合物減少；最適 pH 指酶活性最高時的 pH 值（2 分）。（b）重金屬離子與酶分子的硫氫基結合，破壞酶的三維結構，令活性位點變形，酶因而失去活性（2 分）。（c）競爭性抑制劑與受質競爭活性位點，可藉增加受質濃度減輕抑制；非競爭性抑制劑結合在活性位點以外的位置，改變活性位點形狀，增加受質濃度亦不能解除抑制（2 分）。（d）活性位點具特定的三維形狀及電荷分佈，只有形狀互補的受質才能結合，故每種酶通常只催化一種受質（2 分）。

12. （a）描述一個量度溫度對酶活性影響的實驗步驟，包括須控制的變數；（b）指出實驗中兩項須保持不變的變數；（c）說明為何要用同一批次的酶及同一濃度的受質；（d）指出以氣體體積量度反應速率時的一項誤差來源。

答案：（a）把等量的酶溶液與受質溶液分別置於不同溫度的水浴中預熱，再混合並即時計時；每隔固定時間量度產物量或氣體體積，計算反應速率（3 分）。（b）酶的濃度、受質濃度、pH 及反應時間（任答兩項，2 分）。（c）確保各組的酶活性及受質濃度一致，令速率差異只由溫度這個自變量造成（2 分）。（d）氣體可能溶於水或部分漏出，令量得的氣體體積較實際少（1 分）。