中六生物練習卷：神經與內分泌協調

中六（S6）　生物　｜　時限：75 分鐘　｜　總分：100 分　｜　共 12 題

甲部：神經系統與協調機制（28 分）

甲部四題全部作答，須寫出膜電位數值與方向。

1. 1. 下圖描述一個運動神經元的膜電位變化：靜息電位為 -70 mV，刺激後膜電位升至閾值 -55 mV 即產生動作電位，最高值為 +30 mV。(a) 計算由靜息電位到最高值的電位變化幅度，以及靜息電位與閾值之差。(b) 解釋靜息電位得以維持的原因，並說明去極化階段離子如何移動。(c) 說明動作電位為何不會沿軸突反向傳播。

答案：(a) 由靜息電位至最高值的變化 = 30 − (-70) = 100 mV；靜息電位與閾值之差 = -55 − (-70) = 15 mV。（2 分）(b) 鈉鉀泵以主動運輸把鈉離子泵出、鉀離子泵入，加上膜對鉀離子的通透性較高，使膜外帶正電、膜內帶負電，維持 -70 mV 的靜息電位。去極化時電壓門控鈉通道打開，鈉離子大量內流，膜內電位上升至 +30 mV。（3 分）(c) 動作電位過後，該段軸突膜進入不應期，鈉通道仍處於失活狀態，故不能再被激發，訊號只能由細胞體向軸突末梢單向傳導。（2 分）評分要點：電位變化須帶正負號；只寫「鈉流入」而沒有提及鈉鉀泵或不應期，最多得一半分數。失分提示：把去極化寫成鉀離子外流，方向相反即全錯。

2. 2. 一個神經路徑含 3 個突觸，每個突觸的傳遞延遲為 0.4 毫秒。(a) 計算整條路徑的突觸總延遲。(b) 有髓鞘軸突的傳導速度約 100 米每秒，無髓鞘軸突約 1 米每秒，計算兩者的速度比並解釋差異。(c) 描述神經遞質由突觸前神經元釋放至引起突觸後電位的完整過程。

答案：(a) 突觸總延遲 = 3 × 0.4 = 1.2 毫秒。（2 分）(b) 速度比 = 100 ÷ 1 = 100 倍。有髓鞘軸突的髓鞘具絕緣作用，動作電位只在郎氏結之間跳躍傳導，故速度快得多。（3 分）(c) 動作電位到達突觸前末梢 → 鈣離子內流 → 突觸小泡與前膜融合並以胞吐釋放神經遞質 → 遞質擴散過突觸間隙 → 與突觸後膜受體結合 → 引發鈉離子內流，產生突觸後電位。（2 分）評分要點：鈣離子內流與胞吐各 1 分，受體結合與後電位各 1 分；漏鈣離子一步扣 1 分。失分提示：把遞質寫成「直接進入」突觸後神經元，屬概念錯誤。

3. 3. 縮手反射由受刺激到手臂縮回約需 0.08 秒，而同一動作若由大腦有意識發出約需 0.25 秒。(a) 計算兩者的時間差及反射比隨意動作快多少百分比。(b) 寫出縮手反射弧的五個組成部分，並指出反射中樞所在位置。(c) 解釋反射不經大腦意識仍能保護身體的原因，並說明大腦在反射中的角色。

答案：(a) 時間差 = 0.25 − 0.08 = 0.17 秒；反射快 0.17 ÷ 0.25 × 100% = 68.0%。（2 分）(b) 感受器（皮膚痛覺受器）→ 感覺神經元 → 脊髓內的反射中樞（中間神經元）→ 運動神經元 → 效應器（手臂肌肉）。反射中樞位於脊髓灰質。（3 分）(c) 反射路徑短且不經大腦皮層，故反應快，可在受傷前先縮手；大腦同時接受到訊號，可感知疼痛並在事後調節或抑制動作，但不能取消已完成的反射。（2 分）評分要點：五個組成部分各 0.5 分，中樞位置 0.5 分；只寫「脊髓」而沒有寫灰質不扣分。失分提示：把反射中樞寫成大腦，整部分失分。

4. 4. 大腦的功能分區包括大腦皮層、小腦與延髓。(a) 分別寫出三者在協調身體活動上的主要功能。(b) 一名病人小腦受損，寫出兩項可觀察到的病徵並解釋成因。(c) 說明延髓受損為何比大腦皮層局部受損更易致命。

答案：(a) 大腦皮層：負責意識、思維、記憶、語言與隨意動作；小腦：協調肌肉活動、維持平衡與姿勢；延髓：控制心跳、呼吸與血壓等不隨意功能。（3 分）(b) 兩項病徵：動作不協調（步態不穩）與失去平衡（難以直線行走）。成因是小腦無法整合來自肌肉與內耳的位置訊息，不能修正動作的力度與方向。（2 分）(c) 延髓控制心跳與呼吸等維持生命的功能，受損可在數分鐘內致命；大腦皮層局部受損多影響特定功能（如語言或肢體活動），其餘功能仍可維持。（2 分）評分要點：三項功能各 1 分；(c) 須寫出「維持生命」與「局部功能」的對比。失分提示：把記憶或語言寫成小腦功能，屬常見混淆。

乙部：效應器與激素調節（32 分）

乙部須引用題中數據，百分比取一位小數。

5. 5. 肌節在肌肉收縮前後的測量如下：A 帶長度 1.6 微米不變，I 帶由 0.9 微米縮短至 0.5 微米，H 區由 1.0 微米縮短至 0.6 微米。(a) 計算收縮前後的肌節長度，以及肌節縮短的百分比。(b) 根據滑動肌絲學說，解釋 A 帶長度不變而 I 帶與 H 區同時縮短的原因。(c) 說明 ATP 與鈣離子在整個收縮過程中的角色。

答案：(a) 收縮前肌節長度 = 1.6 + 0.9 = 2.5 微米；收縮後 = 1.6 + 0.5 = 2.1 微米；縮短百分比 = (2.5 − 2.1) ÷ 2.5 × 100% = 16.0%。（3 分）(b) 粗肌絲（肌凝蛋白）與細肌絲（肌動蛋白）本身長度不變，A 帶代表粗肌絲全長，故長度不變；收縮時細肌絲向肌節中央滑入，重疊區域增加，故 I 帶與 H 區同時縮短，兩者縮短量同為 0.4 微米，與滑動學說一致。（3 分）(c) 鈣離子與肌鈣蛋白結合，令原肌凝蛋白移位、暴露結合位；ATP 供給肌凝蛋白頭部擺動與脫離，並供鈣離子泵把鈣離子收回肌質網。（2 分）評分要點：(a) 兩個長度各 1 分、百分比 1 分；(b) 須指出肌絲長度不變。失分提示：寫成「肌絲收縮變短」即與滑動學說矛盾，該部分不給分。

6. 6. 一名健康成年人進食含澱粉的一餐後，血糖由空腹 5.4 mmol/L 升至最高值 8.8 mmol/L，兩小時後回落至 5.6 mmol/L；血中胰島素由 12 mU/L 升至 68 mU/L。(a) 計算血糖升幅及其百分比升幅，以及胰島素升幅的倍數。(b) 解釋血糖上升如何經負反饋引起胰島素分泌，並寫出胰島素的兩個靶器官及其作用。(c) 說明血糖回落至空腹水平時，哪一種激素分泌增加及其作用。

答案：(a) 血糖升幅 = 8.8 − 5.4 = 3.4 mmol/L；升幅百分比 = 3.4 ÷ 5.4 × 100% = 63.0%；胰島素升幅 = 68 ÷ 12 = 5.67 倍。（3 分）(b) 血糖上升由胰島的乙細胞感受，分泌胰島素；胰島素促進肝臟與肌肉細胞把葡萄糖轉為糖原及加速細胞攝取葡萄糖，使血糖下降，血糖下降後再抑制胰島素分泌，形成負反饋。（3 分）(c) 血糖回落時，胰島的甲細胞分泌胰高血糖素，促進肝糖原分解為葡萄糖並釋放入血，使血糖回升至空腹水平。（2 分）評分要點：兩個靶器官各 1 分，負反饋機制 1 分；(c) 須寫出肝糖原分解。失分提示：只寫「胰島素降低血糖」而沒有寫途徑，只得 1 分。

7. 7. 甲狀腺素與促甲狀腺激素（TSH）的調節屬負反饋。某病人服藥前後數據如下：甲狀腺素由 55 nmol/L 升至 145 nmol/L，TSH 由 4.8 mU/L 降至 1.2 mU/L。(a) 計算甲狀腺素的升幅百分比及 TSH 的降幅百分比。(b) 解釋 TSH 下降的原因，並指出分泌 TSH 的腺體。(c) 若病人長期服用過量甲狀腺素，預測其體重、體溫與心跳的變化並解釋。

答案：(a) 甲狀腺素升幅 = 90 ÷ 55 × 100% = 163.6%；TSH 降幅 = 3.6 ÷ 4.8 × 100% = 75.0%。（3 分）(b) 血中甲狀腺素升高，經負反饋抑制下視丘與腦下垂體前葉，減少 TSH 分泌；分泌 TSH 的腺體是腦下垂體前葉。（2 分）(c) 體重下降（代謝率上升、消耗增加）、體溫上升（產熱增加）、心跳加快（交感反應增強）。三項各須有機制解釋，只列現象不給分。（3 分）評分要點：(b) 必須同時寫「負反饋」與「腦下垂體前葉」。失分提示：把 TSH 寫成由甲狀腺分泌，屬方向倒轉的錯誤。

8. 8. 三名成年人的口服葡萄糖耐量測試結果如下（mmol/L）：正常參考值為空腹 5.5、兩小時 6.5；甲的空腹 8.2、兩小時 14.5；乙的空腹 6.9、兩小時 9.8。(a) 分別計算甲、乙兩人空腹與兩小時血糖超出正常參考值的幅度。(b) 判斷甲、乙兩人分別最可能患哪一型糖尿病，並各舉一項支持證據。(c) 說明甲型糖尿病患者注射胰島素而非口服的原因。

答案：(a) 甲：空腹超出 2.7 mmol/L，兩小時超出 8.0 mmol/L；乙：空腹超出 1.4 mmol/L，兩小時超出 3.3 mmol/L。（4 分）(b) 甲最可能患一型糖尿病：兩小時血糖遠高於參考值且空腹已明顯偏高，符合胰島素絕對不足；乙最可能患二型糖尿病：空腹僅略高、兩小時升幅較小，符合胰島素阻抗為主。（3 分）(c) 胰島素是蛋白質激素，口服會被胃蛋白酶及胃酸分解而失去活性，故須注射以保持結構完整並進入血液。（1 分）評分要點：(a) 每項 1 分；(b) 判斷與證據須配對，只寫類型沒有證據得一半。失分提示：以單一空腹數值判斷類型，忽略兩小時數值，會被扣分。

丙部：比較、應用與實驗設計（40 分）

丙部須有明確結論、機制解釋與可量度的預測。

9. 9. 比較神經協調與激素協調兩種機制。(a) 由傳遞途徑、速度、作用時間長短與作用範圍四方面列表比較。(b) 以「受驚時心跳加快」為例，說明兩種機制如何先後配合。(c) 解釋神經系統雖以電訊號傳遞，仍必須依賴激素才能完成長期調節。

答案：(a) 傳遞途徑：神經經神經元與突觸，激素經血液運送；速度：神經快（可達每秒百米），激素慢（以分鐘計）；作用時間：神經短暫，激素持久；作用範圍：神經局限於所支配的效應器，激素可達全身但只作用於有受體的細胞。（4 分）(b) 受驚時交感神經先令心跳即時加快（數秒內）；同時腎上腺髓質分泌腎上腺素經血液運送，延長並加強心跳加快與血糖上升的反應，兩種機制先後配合，令身體維持備戰狀態。（3 分）(c) 神經訊號短暫且局限，不能維持長期變化；生長、代謝率、生殖等需持續數日至數年的調節，必須由激素經血液持續作用；神經系統亦控制激素的分泌（如下視丘調控腦下垂體），兩者互相依賴。（3 分）評分要點：(a) 四項各 1 分；(b) 須寫出「先後」與「加強」；(c) 須有具體例子。失分提示：只列四項名稱而沒有比較內容，只得 1 分。

10. 10. 某有機磷農藥抑制乙醯膽鹼酯酶。噴灑後，害蟲先出現肌肉痙攣，其後全身麻痺死亡。(a) 解釋乙醯膽鹼酯酶的正常功能。(b) 說明酶被抑制後，突觸間隙乙醯膽鹼濃度如何改變，以及為何先痙攣後麻痺。(c) 提出兩項可減低人類接觸同類農藥風險的措施，並各說明理由。

答案：(a) 乙醯膽鹼酯酶在突觸間隙把乙醯膽鹼水解為乙酸與膽鹼，使遞質迅速清除，突觸後膜得以復極化，避免連續刺激。（2 分）(b) 酶被抑制後，乙醯膽鹼不斷累積，突觸後膜持續去極化，肌肉持續受刺激而出現痙攣；長時間去極化令受體失去敏感度（去敏感化），訊號無法再傳遞，肌肉因而麻痺。（5 分）(c) 兩項措施：穿戴防護衣物及手套（減少皮膚接觸與吸收）；噴灑後徹底清洗暴露部位並更換衣物（移除殘留農藥，降低經皮膚吸收量）。（3 分）評分要點：(b) 須分別解釋「累積」與「去敏感化」，只寫一端最多 3 分；(c) 每項須有理由，只寫措施不給分。失分提示：把痙攣寫成「酶加速分解遞質」，因果倒轉。

11. 11. 兩名健康成人參與水分平衡測試：甲一日飲水 1.0 升，乙飲水 3.0 升。結果：甲尿量 0.5 升、尿液滲透壓 900 mOsm/L、血中抗利尿激素 6.5 pmol/L；乙尿量 2.2 升、尿液滲透壓 300 mOsm/L、抗利尿激素 1.4 pmol/L。(a) 計算兩人尿量比、尿液滲透壓比及抗利尿激素比。(b) 解釋乙的抗利尿激素較低的原因，並寫出感受器與效應器的位置。(c) 若某人抗利尿激素分泌不足，預測其尿量與口渴程度並解釋。

答案：(a) 尿量比 = 2.2 ÷ 0.5 = 4.4 倍；尿液滲透壓比 = 900 ÷ 300 = 3 倍；抗利尿激素比 = 6.5 ÷ 1.4 = 4.64 倍。（3 分）(b) 乙飲水多，血液滲透壓下降，下視丘的滲透壓感受器偵測到變化，減少抗利尿激素分泌；效應器是腎臟集尿管與遠曲小管，管壁對水的通透性下降，水分重吸收減少，故尿量大、尿液稀。（4 分）(c) 尿量大幅增加（可達每日數升），口渴與飲水量同時增加；因大量水分隨尿流失，血液滲透壓上升，觸發口渴中樞。（3 分）評分要點：(b) 感受器與效應器各 1 分，機制 2 分；(c) 尿量與口渴各 1 分，解釋 1 分。失分提示：把效應器寫成腦下垂體，忽略腎臟，該部分失分。

12. 12. 一名學生欲研究咖啡因對靜息心率的影響，初步數據：未飲咖啡因時平均心率 68 次每分鐘，飲用含 200 毫克咖啡因飲品後平均 79 次每分鐘。(a) 計算心率升幅及其百分比升幅。(b) 寫出一個可驗證的假說，並設計對照實驗（須寫出控制變數、樣本數與量度方法）。(c) 指出兩項可能影響結果的干擾因素，並各提出改善方法。

答案：(a) 心率升幅 = 79 − 68 = 11 次每分鐘；升幅百分比 = 11 ÷ 68 × 100% = 16.2%。（2 分）(b) 假說：飲用 200 毫克咖啡因後，靜息心率會比對照組高。設計：受試者隨機分為實驗組與對照組，每組至少 15 人；實驗組飲含 200 毫克咖啡因飲品，對照組飲同量無咖啡因飲品；控制變數包括飲品溫度、飲用量、測試時間、年齡與運動習慣；飲用前後各量度心率三次取平均，比較兩組平均升幅。（6 分）(c) 兩項干擾：受試者知曉分組產生心理效應 → 採用雙盲設計；測試前運動或情緒影響心率 → 測試前靜坐 10 分鐘並統一測試環境。（2 分）評分要點：(b) 假說 1 分、分組 1 分、控制變數 2 分、量度方法 2 分。失分提示：只寫「找兩組人比較」而沒有控制變數與樣本數，最多得 2 分。

TutorZone 中六（S6）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。