

國立臺灣大學
104 學年度高中科學班資格測驗試題本
生物

—作答注意事項—

考試時間：共 120 分鐘（請自行斟酌分配時間）

作答方式：務必作答於「各科答案卷上」，請以黑色或藍色原子筆、鋼珠筆或中性筆作答，並標明題號。

一、現代生物學的進展，有賴於各種技術尤其是各種不同顯微鏡讓我們不僅可以看到而且看得更清楚生物個體的器官、組織、胞器甚或細胞內之單分子。請回答下列問題：

- (1) 當我們使用螢光顯微鏡時，根據不同螢光物質，我們會設定不同濾片組來對應此螢光物質之激發光(excitation)及發射光(emission)，請問激發光(excitation)及發射光(emission)的作用各為何？(4分)那一種光波長較長？(2分)
- (2) 螢光顯微鏡可偵測到發螢光之物質，生物體雖有部分物質可發出自我螢光但大部分卻都不發螢光，如果你要螢光顯微鏡下觀察細胞骨架蛋白如微管(microtubule)或肌動蛋白(actin)，你該怎麼做？(5分)
- (3) 螢光顯微鏡雖可偵測到細胞或生物體發出之螢光，但在目鏡或相機下所看到的卻是視野下樣本所發射出之所有螢光，這樣的結果常導致有厚度的樣本螢光影像模糊！共軛對焦顯微鏡(confocal microscope)的發明，解決了這個問題！請說明共軛對焦顯微鏡是如何辦到的？(5分)
- (4) 在1873年顯微鏡學家Ernst Abbe即指出傳統光學顯微鏡的解析度為多少奈米(nanometer)？(2分)它等於幾公分？(2分)此為光學極限，這意味著在細胞內螢光標定分子直徑在此光學極限內即無法清楚顯像！2014年諾貝爾化學獎頒給了三位顯微鏡學家突破了這個極限，你知道他們做了些甚麼嗎？(4分)

二、G-蛋白質聯結受體(G protein-coupled receptor, GPCR)是一個家族的細胞表面穿膜受體，粗估佔有可轉譯蛋白質基因體的4%。請回答下列問題：

- (1) GPCR 穿膜幾次？(2分)
- (2) GPCR 如何活化下游 G-蛋白質？(4分)
- (3) 甚麼是細胞內第二訊息傳遞者(second messenger)，請舉出一個 G-蛋白質第二訊息傳遞者並說明它的功能。(4分)

三、海膽是發育生物學研究常用之模式物種，其中最為人熟知的是海膽卵在受精過程中為確保只有單一精子進入卵子所產生一連串的變化。海膽卵受精後在外觀上最明顯的改變是由精卵結合處逐漸與細胞膜分離之受精套膜(fertilization envelope)。請回答下列問題：

- (1) 請設計試驗證明受精套膜可防止多個精子進入卵內。(4分)
- (2) 受精套膜的形成與卵內鈣離子濃度之升高有關，請問科學家要如何在受精過程偵測卵內鈣離子濃度的變化？(4分)
- (3) 請設計試驗證明受精套膜的形成與卵內鈣離子濃度之升高有關。(4分)
- (4) 請說明受精卵內鈣離子濃度的調控機制。(4分)

四、胚發育過程中，早期胚細胞逐漸由全能性(totipotent)轉變成為只能發育成數種特定細胞之多能性(pluripotent)細胞，最後分化成只有單一功能的體細胞。請回答下列問題：

- (1) 從全能性，多能性到完全分化之體細胞這一系列之變化是如何調控？(4分)
- (2) 完全分化之體細胞有可能被誘導成為多能性甚或全能性的細胞嗎？(4分)請說明或設計試驗來支持你的看法。(4分)

五、動物在發育的過程中，許多轉錄因子的表現與否會決定幹細胞最後分化成不同之體細胞，例如纖維母細胞表現 Myod 之後，會分化成骨骼肌細胞
請問 Myod 這個轉錄因子至少需要哪些蛋白質區塊(domain)來達成其轉錄因子之功能？(4分)

實驗室進行分析時，發現 Myod 基因序列中如果產生一些特定突變可能可以增加其轉錄因子之能力，請設計實驗來證實這個假設，並說明預期之結果。(設計實驗請包括實驗組以及控制組)(4分)

六、神經細胞在接受刺激之後會在樹突以及細胞本體部分去極化(depolarization)，接著在軸突的部位產生動作電位(action potential)，最後在神經突觸的部分藉由流入的鈣離子刺激而釋放神經傳導物質。科學家經過嘗試，發現許多藥物可以分開刺激神經細胞，例如麩胺酸(Glutamate)可以刺激樹突去極化，奈非西坦(Nefiracetam)可以增加神經突觸內之鈣離子濃度，而利多卡因(Lidocaine)可以增加動作電位的產生。
許多神經毒素例如破傷風毒素會阻擋神經訊號傳遞，請設計實驗來測試破傷風毒素藉由干擾哪一點來造成神經傳導的中斷。(8分)

七、學生在野外捕捉野鹿，發現其中 60%有蝨子，而 50%有跳蚤。其中同時有蝨子以及跳蚤的野鹿為 20%
請問抓到一隻沒有寄生蟲的野鹿機率是多少？(3分)
請問抓到一隻野鹿身上有跳蚤，這隻野鹿上可以找到蝨子的機率是多少？(3分)

八、銘印作用(imprinting)是禽類在孵出時由親代或其他移動物體所給予之刺激，使幼雛與親代所產生之緊密連結。請回答下列問題：
(1) 請舉出一個銘印作用的例子並說明其重要性。(4分)
(2) 銘印作用可能只在某一小段所謂[敏感時期]會發生，你支持這個說法嗎，請

設計試驗測試此一假說。(4分)

(3) 銘印作用似乎在哺乳動物並不明顯，請說明可能之原因。(4分)

(4) 我們可以如何運用銘印作用來進行動物保育工作。(4分)