

國立嘉義高中110學年度學術性向資賦優異【數理類】複選評量—生物能力評量試題

※請在答案卷上依題號以藍筆或黑筆作答，用鉛筆作答者不予計分

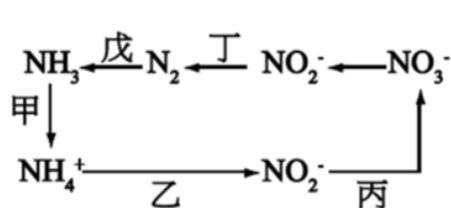
一、單選題：每題3分，答錯不倒扣

- 1、下列關於各種人體幹細胞的分化能力比較，何者正確？ (A)全能幹細胞>多潛能性幹細胞>成體幹細胞 (B)全能幹細胞>成體幹細胞>多潛能性幹細胞 (C)成體幹細胞>多潛能性幹細胞>全能幹細胞 (D)多潛能性幹細胞>成體幹細胞>全能幹細胞。

◎新冠肺炎(COVID-19)快篩檢測，目前國際間檢測法主要針對「核酸」、「抗原」與「抗體」三種。與後兩者比較，「核酸檢測」是以反轉錄-恆溫式圈環形核酸增幅法(RT-LAMP)檢測技術來執行，除了不需特殊儀器與專業醫事人員操作外、操作時間可從4小時縮短為20分鐘，所以比一般使用的標準聚合酶連鎖反應(PCR)檢測法能夠更快取得結果。「抗原檢測」是能找出正處於感染中者，而「抗體檢測」則是找出曾感染過者。三者搭配不僅可增加目前國內檢測能量，且快速找出可能的傳播者並加以隔離，避免防疫破口。其中核酸快篩是文中所述三種快篩試劑中最準確的篩檢方式，然而快篩後仍需經由PCR進行更精確的檢測。試回答2~3題：

- 2、PCR技術步驟中有三種溫度控制：a. 50~60°C、b. 72°C、c. 90~95°C及三個步驟：I黏合引子對、II分離目標DNA雙股、III DNA複製，針對溫度與步驟搭配及進行的先後順序，下列排列何者正確？ (A)c—II，a—I，b—III (B)c—I，a—II，b—III (C)a—I，b—II，c—III (D)c—II，b—III，a—I。
- 3、有關PCR技術的敘述，何者正確？ (A)在RNA聚合酶的作用下，核酸會依次在引子上伸展 (B)所使用的引子是人造的2個DNA片段 (C)引子的鹼基只要能與基因中的任意某一段配對即可 (D)可改造遺傳密碼。
- 4、氮循環(如圖一)是由生物及非生物系統合一的一系列過程來完成。此過程通過大氣、陸地及海洋生態系進行一系列氧化還原反應，將氮化合物進行轉換。下列有關轉換過程的敘述，何者**錯誤**？ (A)脫氮細菌的還原作用使氮回到大氣 (B)海洋中的固氮作用可由藍綠菌完成 (C)氨化作用是指將 N_2 轉化為 NH_3 (D)硝化作用可將 NH_4^+ 氧化為 NO_2^- 和 NO_3^- 。

表一



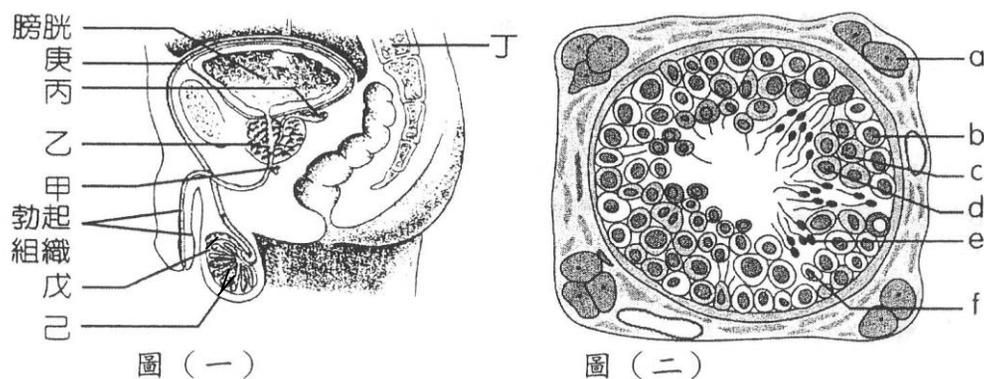
圖一

生物種類	腺嘌呤 A	鳥糞嘌呤 G	胞嘧啶 C	胸腺嘧啶 T
大腸桿菌	25.1%	24.9%	24.9%	25.1%
酵母菌	31.8%	18.7%	17.1%	32.4%
人類	30.3%	19.5%	19.9%	30.3%

- 5、表一為大腸桿菌、酵母菌和人類的DNA中四種含氮鹼基所占的比例。根據附表，可做下列哪個推論？ (A)四種含氮鹼基在DNA中可任意兩兩配對 (B)含氮鹼基A與G的數量大致相等，T與C的數量大致相等 (C)人類的C和大腸桿菌的C組成不同 (D)不同物種的DNA，各種含氮鹼基所占的比例不同。

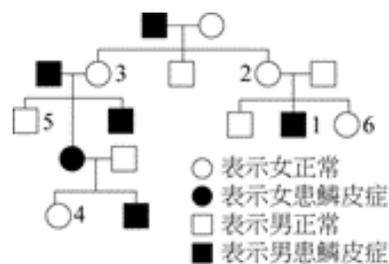
二、多選題：每題5分，答錯不倒扣

◎圖二中，圖(一)為男性生殖器官的側面圖(戊位於己上方)，圖(二)為己器官部分橫切面之放大圖。請依據圖示內容回答6~7題：

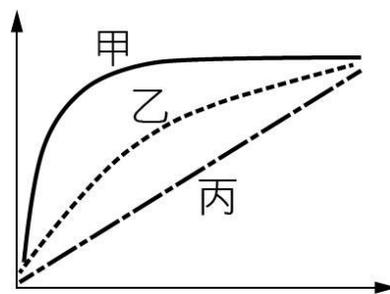


圖二

- 6、 依據圖(一)所示，下列敘述何者正確？ (A)甲、乙、丙、己皆具有腺體的功能 (B)乙一對，位於膀胱下方，中年男性此處常發現有癌細胞的存在 (C)丙可貯存大量精子，待射精時才將精子排出 (D)己外覆陰囊可調節溫度，使己的環境溫度較腹腔中低 (E)男嬰在出生後 1~2 個月睪丸才會下降到陰囊中，否則罹患隱睪症。
- 7、 依據圖(二)所示，下列敘述何者正確？ (其中 b、c、d、e 為不同時期的細胞)？ (A)圖(二)為圖(一)中戊的橫切面 (B)腦垂腺所分泌的 FSH 會刺激 b→e 的過程 (C)腦垂腺所分泌的 LH 會刺激 a 分泌睪固酮 (D)e 釋出人體後的壽命約為 24 小時，可在酸性環境中快速活動 (E)管腔中的 e 即是男生射精時精子的最終狀態，已具有受精能力。
- 8、 鱗皮症是一種屬於性聯遺傳的疾病，會使人皮膚呈魚鱗狀，圖三為某家族關於此種疾病的遺傳情形，根據此圖判斷，下列敘述哪些正確？ (A)鱗皮症的等位基因為一種隱性等位基因 (B)控制鱗皮症的等位基因位於 X 染色體上 (C)個體 1 的鱗皮症等位基因可能來自其外祖父 (D)個體 3 和 4 基因型不相同 (E)個體 5 必不含造成鱗皮症的等位基因。



圖三



圖四

- 9、 圖四為三個生態系穩定度的關係圖，圖之橫軸為生態系中之物種數，縱軸為生態系之初級生產力，下列敘述哪些正確？ (A)生態系穩定度：乙 < 甲 (B)物種間的取代性：甲 < 丙 (C)物種多樣性：丙 < 甲 (D)各物種生態區位的獨特性：甲 < 乙 (E)食物網的複雜程度：甲 < 乙。

◎植物雖不能動，但卻具有某些防禦機制以對抗外界的傷害，如利用體表的毛、刺、幾丁質或木栓質來保護植株本身免於受傷害；也會利用囊泡內的次級代謝物(如植物鹼和單寧酸等)來防禦掠食者；更會分泌化學物質抑制別種植物的種子萌芽或生長，以降低資源競爭。有些植物的次級代謝物可用於製藥，如奎寧(quinine)。無論草食動物或侵略者是否存在，這些防禦構造或化學物質一直存在植物體。

傷害也可誘導植物產生防禦機制，如葉片被寄生蜂咬傷時，植物會快速產生與草食動物消化酵素結合的蛋白酶抑制劑。從蕃茄的實驗結果得知，受傷的葉子會將系統素前驅蛋白切割出由 18 個胺基酸組成的系統素(systemin)，經由受傷組織的細胞壁或細胞間隙運輸到鄰近的韌皮部，再傳送到整個植物體。系統素會與細胞膜的受器結合，引起細胞內產生茉莉酸(jasmonic acid)，並傳訊給細胞核內相關的基因，使整株植物產生蛋白酶抑制劑，達到防禦的效果。試回答第 10 題：

- 10、 下列有關蕃茄誘導防禦機制之敘述，哪些正確？ (A)植物體受傷時，會誘導系統素的產生 (B)系統素與茉莉酸結合而活化防禦機制 (C)系統素在細胞壁和細胞間隙移動，進入韌皮部而傳遍全株 (D)系統素將訊息直接傳遞給細胞核內相關的基因，並令其產生蛋白質抑制劑 (E)茉莉酸將訊息傳遞給細胞核內的特定基因，並進而在細胞質內製造蛋白酶抑制劑。

三、混合題：60%，每題 3 分(未特別標註者全對給 3 分，錯一項給 2 分，錯二項給 1 分，錯三項以上不給分)

◎寵物與人類的關係，有超過萬年的歷史，人口愈來愈多的同時，寵物的數量也跟著上升，流浪動物的數量也是增加。自 2003 至 2015 年為止，臺灣每年都有至少 8 萬隻流浪貓狗進入收容所，流浪中的可能還有數萬隻，這些流浪動物的來源可能是飼主棄養、自由放養犬貓的後代，以及流浪犬貓的後代，雖然有「動物保護法」的施行，但是流浪犬貓問題始終沒有辦法被解決，政府過去以「通報、捕捉、收容、撲殺」的被動模式處理既有的流浪犬貓，對於未被捕捉的貓狗卻毫無對策，放任其在外不斷繁殖，因此出現生生不息、源源不斷、怎麼抓都抓不完的奇怪現象。

TNR 是 Trap (誘捕)、Neuter (絕育)、Return (放回原地) 的縮寫，人們企圖用比較人道的方式管理，減少流浪犬貓的數量，早在 2012 年之前就在歐洲經過實驗獲得成效。傳統捕捉撲殺移除的方式，無法全數捕捉動物，反倒

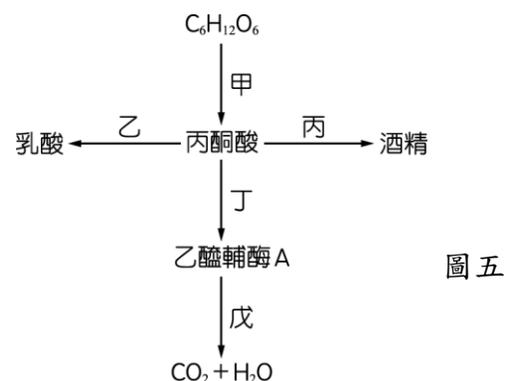
會引發高死亡率與高出生率的循環，而且一旦移除後，留下的生活空間，又會有新的個體進入，這種循環，在社區的具體表現就是叫春、打架與跳蚤傳播。除了人道問題外，最主要的難處在於無法解決社區生活品質的要求，使用 TNR 方式控制社區動物數量的主要關鍵，在於計算出環境負荷量後，確保每隻動物都失去繁殖能力但健康存活，同時要逐步擴大作業區域，確保尚未結紮的動物不易尋找繁殖對象。於是執行 TNR 的區域一旦擴大，經過流浪動物的生命週期後，將大幅減少；社區內的動物因為失去繁殖的動力，也較容易融入社區生活。試回答 11~12 題：

- 11、 採用捕捉撲殺移除的方式，處理流浪犬貓的問題，最終往往無法真正減少流浪犬貓的數量，主要的原因是（多選） (A)環境負荷量餘裕增加，還可以大量繁殖 (B)高死亡率會引發高出生率 (C)社區民眾大量野放寵物 (D)有外部新個體遷入 (E)流浪動物太多，撲殺移除緩不濟急。
- 12、 TNR 在執行之前，應該先掌握何種資訊，以確保後續降低流浪犬貓的成果？ (A)捕捉動物的技術 (B)製作陷阱的技術 (C)社區的環境負荷量 (D)流浪犬貓的確切位置。

◎生物科技不斷進步，疫苗研發與製備的方式也不斷更新。針對新冠肺炎疫苗(主要以 SARS-CoV-2 病毒表面的棘蛋白作為抗原成分)，目前台灣有使用或開發的，包括次單位疫苗，mRNA 疫苗及腺病毒載體疫苗的發展。次單位疫苗是利用基因重組的轉殖細菌或酵母菌，來生產病原體抗原性蛋白質部分成分，也稱重組次單位疫苗，這些成分能引起保護性的免疫反應。例如：國產高端次單位疫苗。mRNA 疫苗是直接將病毒表面的棘蛋白 mRNA 打到體內，直接利用這段 mRNA 序列讓人體細胞製造對人體無害的病毒棘蛋白部分結構，在體內引發免疫反應後就能讓免疫系統獲得記憶，保護我們對抗真正的病毒感染。例如：莫德納及 BNT 疫苗即是。腺病毒載體疫苗是將病原體抗原的基因插入腺病毒的核酸中，以其為載體來做成疫苗。當疫苗以注射方式進入人體，特定抗原的基因可在細胞內被表現而生成抗原，誘發免疫反應，以預防病原體之入侵，例如：AZ 疫苗。試回答 13~14 題：

- 13、 因應台灣地區也開始爆發新冠肺炎確診個案，政府緊急採取各項防範措施之外，也積極採購及接受他國捐贈疫苗供全民施打，有些人注射完的當天晚上有略微的發燒，最可能的原因是下列何者？ (A)非專一性免疫反應啟動 (B)B 細胞增生 (C)抗體發揮作用 (D)胞毒 T 細胞撲殺病毒。
- 14、 下列有關新冠肺炎的疫苗的敘述，哪些正確？（多選） (A)腺病毒載體疫苗內含新冠病毒的抗原蛋白 (B)腺病毒載體疫苗是利用重組 DNA 技術將新冠病毒的抗原基因植入載體中 (C)mRNA 疫苗注入人體進入細胞後會在細胞核中進行轉譯製造出抗原蛋白 (D)三種疫苗皆須用到重組 DNA 技術進行基因重組 (E)三者中，只有次單位疫苗是直接注入抗原蛋白。

- 15、 做麵包時，為什麼會膨膨的，請在圖五的細胞呼吸之反應步驟中，試以代號寫出到底進行了哪些反應？(以代號回答，全對才給分)



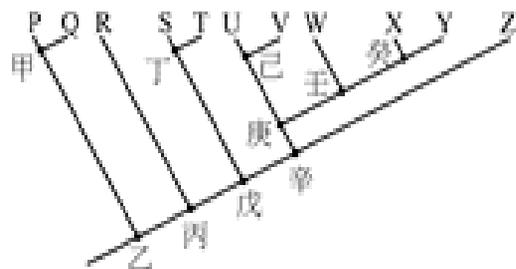
- 16、 若酵母菌進行有氧呼吸時，會進行圖五中哪些步驟？(以代號回答，全對才給分)。並分別寫出其反應進行的場所(代號一場所)。

◎在美洲，秋行軍蟲（草地貪夜蛾）大多都出現在玉米田，然而該蟲有少部分族群在水稻及小型禾本科植物被發現，進而得知秋行軍蟲有 2 個品系科學家推測秋行軍蟲正逐漸分化為兩個不同的亞型，已有基因序列的分歧產生。這兩種生殖隔離不完全的亞型，其生存的環境與外形均沒有差異，其中一亞型主要以水稻為食，另一亞型則主要以玉米為食，兩亞型除了棲地（偏好的食草）不同外，性費洛蒙（可吸引異性前來交尾）與交尾的時間點亦有不同。2002 年，美國昆蟲學家 Michael G. Pogue 以形態特徵為依據，進行了夜盜蛾屬最早的親緣關係研究，2011 年，他又以細胞色素 C 氧化酶次單元 1(Cytochrome C oxidase subunit I, COI)的 DNA 序列進行本屬 10 種物種與若干外群的分子種系發生學分析。2015 年，一篇分子種系發生學研究也以 COI 序列分析了夜盜蛾屬 27 種物種間的親緣關係，結果亦顯示主食玉米與主食水稻的兩亞型各自形成一演化支。試回答 17~18 題：

- 17、 若現今秋行軍蟲的兩種亞型仍符合生物種的定義，試問下列哪些組合與之相當？（多選） (A)拉布拉多犬與黃金獵犬 (B)馬與驢 (C)黑人與白人 (D)黏菌與水黴菌 (E)菊石與鸚鵡螺。

- 18、 請問秋行軍蟲的兩種亞型正在以哪些方式達到生殖隔離？（多選） (A)地理隔離 (B)時間隔離 (C)行為隔離 (D)機械隔離 (E)配子隔離。

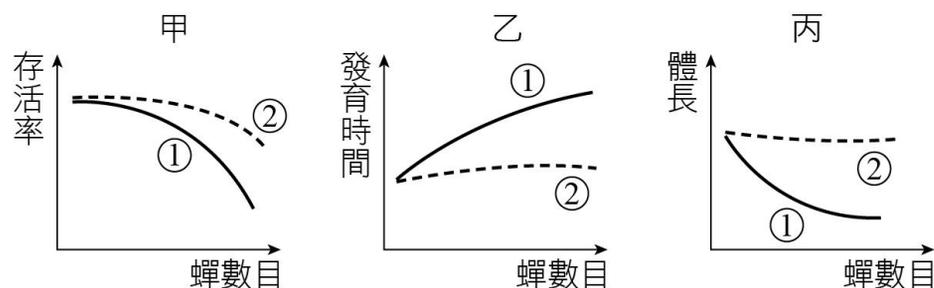
◎圖六為科學家長期研究毛茛科植物的某一個屬所製作出來的親緣關係樹，P~Z 代表該屬內現生的 11 個種類，甲~癸代表的是演化過程中出現的祖先種類。已知 P、Q、R、S 四個種類為蜜蜂傳粉，T、U、V、W、Z 五個種類為蜂鳥傳粉，X 和 Y 為蛾類傳粉。試回答 19~20 題：



圖六

- 19、 根據生命樹的圖示，有關 P~Z 物種的親緣關係的敘述，下列哪些正確？（多選） (A)P~Z 所有種類均源自於共同的祖先 (B)U、V、W、X、Y 皆由有共同祖先庚演化而來 (C)P、Q、R、S、T 四個種類演化出來的時間較 U、V、W、X、Y、Z 還要晚 (D)在所有蜂鳥傳粉種類中，與蛾類傳粉種類親緣關係最近的為 Z (E)Z 與蛾類傳粉的種類親緣關係較近，與蜜蜂傳粉的種類親緣關係較遠。
- 20、 若有證據指出甲~戊祖先種類依賴蜜蜂傳粉，己~癸祖先種類依賴蜂鳥傳粉，請推測這些植物傳粉方式的演化順序應為何種趨勢？

◎生物學者正在研究某種蟬的族群生態學，他們發現此種蟬以大米草的植物汁液為食。於是生物學者將此種蟬與定量的大米草放在固定大小的飼養箱裡頭飼養。設計了 5 種不同密度的飼養箱：10 隻、15 隻、20 隻、25 隻、30 隻，其族群監測結果如圖七中甲、乙、丙中的黑色實線（曲線①）。試回答 21~22 題：



圖七

- 21、 根據上述實驗步驟請問此研究的操縱變因為何？
- 22、 承上題，科學家將實驗條件稍微調整，將原本固定數量的大米草植株改換為持續提供新鮮植株。其族群監測結果如圖甲、乙、丙中的虛線（曲線②）。則下列實驗結果推論何者較為合理？（多選） (A)若持續供應大米草，並不直接影響蟬的存活率、體長、發育時間 (B)若持續供應大米草，蟬的存活率依舊有隨著密度增加而下降的趨勢 (C)若持續供應大米草，蟬的體長與發育時間隨著密度增加而下降的趨勢則不明顯 (D)從實驗結果推測，大米草可能並非此種蟬利用的主要資源 (E)從實驗結果推測，大米草可能為此種蟬利用的主要資源。

◎基因編輯技術日新月異，除了大家熟悉的重組 DNA 技術，近年的新主流則是 2010 年才被提出的 CRISPR/Cas9 系統。

CRISPR/Cas9 全名為「群聚且有規律間隔的短回文重複序列叢集關聯蛋白」，是一種常見於細菌或古細菌的免疫系統。這些原核細胞會將入侵細胞內的噬菌體（一種感染細菌的病毒）DNA 分解，將部分片段保留於自己的基因體中。轉錄這段 DNA 產生的 RNA 與 Cas9 核酸酶等關聯蛋白組合成複合體，CRISPR/Cas9 可透過此複合體記憶及偵測相同病毒的 DNA 片段，抵禦攻擊並摧毀之，以免被感染。科學家則透過修改 CRISPR/Cas9 中的 RNA 序列，使其能精確地辨識與剪接目標基因，加上細胞本身的修復機制或提供外源基因，成功在多種細胞或生物身上完成 DNA 序列的修補與編輯。例如科學家已成功利用 CRISPR/Cas9 消滅實驗老鼠細胞中的愛滋病毒基因，阻止愛滋病毒在細胞中不斷增殖；或透過腺病毒帶著 CRISPR/Cas9 感染小鼠的疾病部位，活化細胞中的基因來改善第一型糖尿病、亨丁頓舞蹈症等。

CRISPR/Cas9 便宜且簡單便利，因此研究成果進步飛速，「依自己的想像創造完美的人」似乎已指日可待，

相關倫理問題及法規限制是否能跟上科技的發展，才更需要大眾的關心。試回答 23~24 題：

23、重組 DNA 已行之有年，可提高成功率的各種方法也被陸續提出，而 CRISPR/Cas9 的發現則大大加速了基因編輯的研究發展。下列敘述，何者正確？ (A)重組 DNA 技術中主要利用載體辨識並切割目標 DNA 序列 (B)CRISPR/Cas9 利用 DNA 序列與目標 DNA 互補 (C)CRISPR/Cas9 可透過複合體中 RNA 序列的編輯，較為精準地切割目標基因 (D)重組 DNA 技術可廣泛應用於各種生物，CRISPR/Cas9 目前僅能應用於細菌的基因編輯。

24、請將文中所提到的名詞 DNA、RNA、細菌、病毒與人體細胞，請依尺寸由大至小排列：(全對才給分)

◎病毒感染已成為人類最大殺手，更甚戰爭和饑荒。新冠肺炎造成的死亡持續攀升，嚴重特殊傳染性肺炎 (COVID-19) 是由嚴重急性呼吸道症候群冠狀病毒 2 型 (SARS-CoV-2) 在 2019 年末月引發的全球大流行疫情。SARS-CoV-2 是一種具有包膜的、不分節段的正鏈單股 RNA 病毒，病毒粒子被宿主細胞提供的脂質雙層所包裹，其中含有核酸及核衣殼蛋白，膜上有三種主要蛋白：包膜蛋白 (E 蛋白)、膜蛋白 (M 蛋白) 和刺突蛋白 (S 蛋白)。試回答第 25 題：

25、圖八為新型冠狀病毒的構造甲~丁示意圖，下列針對代號—構造—功能的配對，請寫出三者間正確的配對？(每組三者配對完全正確才給分)

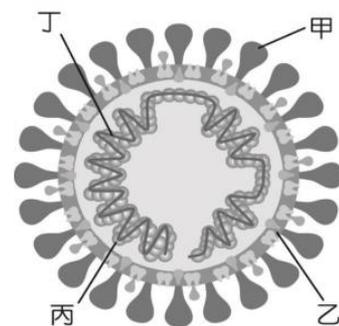
構造：A、RNA B、DNA C、刺突蛋白 D、外套膜 E、核衣殼蛋白質

功能：①是病毒離開宿主時由宿主細胞膜或核膜攜帶而來

②帶有病毒的基因

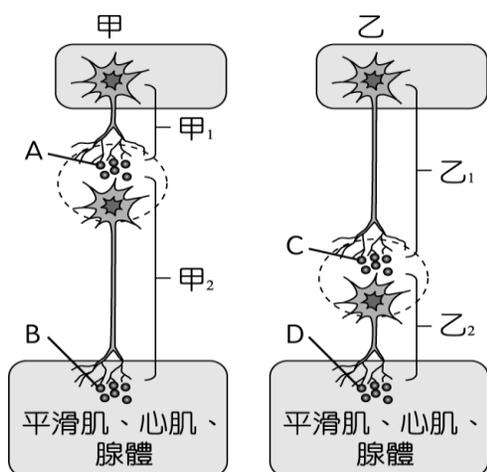
③由胺基酸所組合而來的大分子，可保護病毒遺傳物質

④病毒選擇寄主的主要構造，可和寄主細胞膜上的受體結合

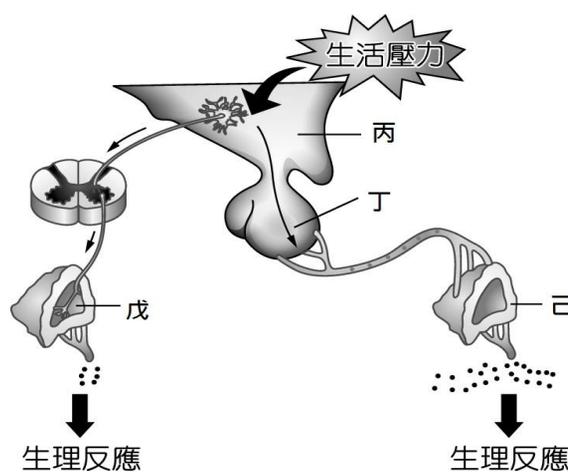


圖八

◎因為 COVID-19 疫情的流行，全球人民持續處於高度的壓力下。圖九中甲、乙表示兩種自律神經的類型，其中甲類型由甲₁與甲₂組成，乙則由乙₁與乙₂組成，而 A、B 分別為甲₁與甲₂所釋放的神經傳遞物，C、D 分別為乙₁與乙₂所釋放的神經傳遞物。圖十為面臨壓力時，人體透過神經與內分泌調節生理狀態之示意圖。圖中丙、丁、戊、己為神經或內分泌構造，請回答 26~27 題：



圖九

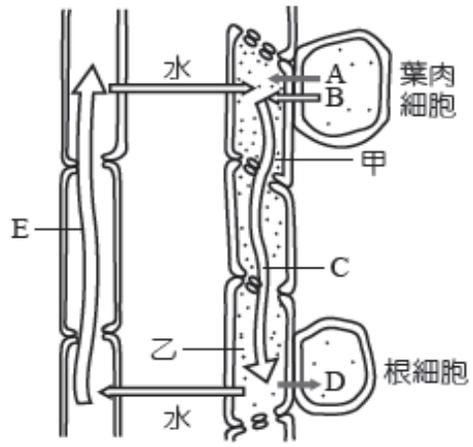


圖十

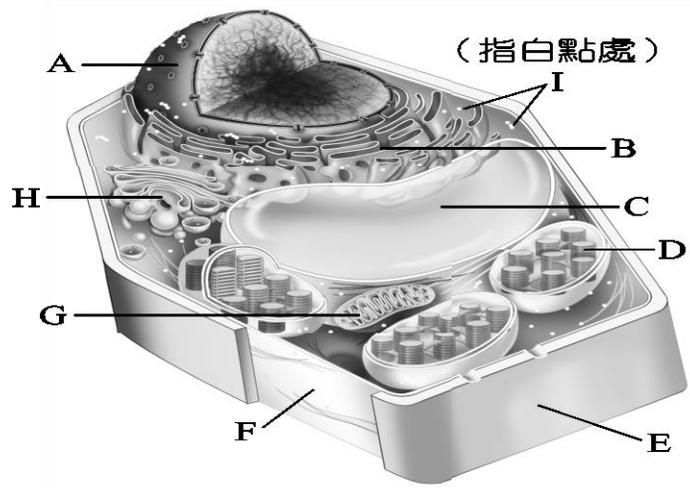
26、圖九中的神經傳遞物 A、B、C、D 中，哪些為乙醯膽鹼？(代號)

27、面對短期壓力或危險時會活化圖九中的甲或乙(二選一)？進而促使圖十中的戊或己(二選一)產生分泌物，可作用於心臟節律點上，使心搏次數加快？(代號)

28、圖十一為植物運輸有機養分的示意圖，A、D 為蔗糖分子的運輸，B 為水分子的運輸，C 為篩管中養分的運輸，E 為導管中水分子與無機鹽的運輸的運輸，請問代號 A~E 的運輸過程，哪些步驟需要消耗能量？



圖十一



圖十二

◎承上題，對應上題圖十二植物細胞的構造示意圖，試以代號回答 29~30 題：

- 29、 哪些是木質部中導管細胞沒有的構造？
- 30、 細胞的哪些構造內含有核酸？

試題結束！