

一、單一選擇題

編號：671822 難易度：中

1. ()有關基因轉殖的原理，下列何者正確？ (A) DNA 遺傳訊息在生物間通用 (B) 生物體 DNA 所攜帶遺傳訊息皆相同 (C) 生物體的基因皆相同 (D) DNA 的核苷酸順序所有生物皆相同。

答案：(A)

解析：(A)帶有遺傳訊息的 DNA 小片段，會先轉錄成 RNA，再間接轉譯製造出蛋白質產物，其中 DNA 上所攜帶的遺傳密碼由三個相鄰核苷酸之含氮鹼基序列所組成，因此基因轉殖原理即是利用核苷酸共通性，將 DNA 遺傳訊息在生物間共通使用。(B)不同的生物體其 DNA 所攜帶遺傳訊息不一定相同，因此無法以 DNA 所攜帶遺傳訊息相同作為基因轉殖原理。(C)不同的生物體其基因不一定相同，因此無法以生物體基因相同作為基因轉殖原理。(D) DNA 的核苷酸順序所有生物皆不相同，因此無法以 DNA 的核苷酸順序都相同作為基因轉殖原理。故選(A)。

出處：試題集錦

編號：671823 難易度：中

2. ()有關基因轉殖技術的敘述，何者正確？ (A) 基因轉殖技術常以抗生素基因作為目標基因 (B) 細菌和病毒的質體常應用在基因轉殖技術中，作為承載目標基因的工具 (C) 通常用一種限制酶處理含目標基因的 DNA 和承載目標基因的質體 (D) 要生產人類胰島素時，僅能取胰島細胞來選取目標基因。

答案：(C)

解析：(A)基因轉殖技術常以抗抗生素基因作為選殖基因。(B)細菌才有質體而病毒沒有質體，細菌的質體與病毒則常應用在基因轉殖技術中，作為承載目標基因的工具。(C)目標基因 DNA 和承載目標基因的質體，需用同一種限制酶處理。(D)人類胰島素基因可由一般體細胞來選取。

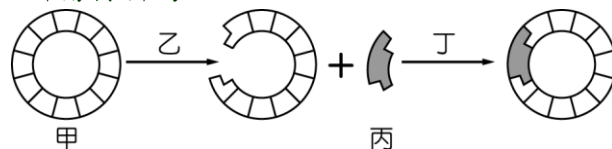
出處：試題集錦

編號：671824 難易度：中

3. ()欲使細菌生產人類胰島素，下列哪個材料不需準備？ (A) 限制酶 (B) 人類胰島素基因 (C) RNA 聚合酶 (D) DNA 連接酶。

答案：(C)

解析：基因轉殖過程中，製備重組 DNA 所需材料為：



甲為細菌質體 DNA；乙為限制酶(A)；丙為人類胰島素基因(B)；丁為 DNA 連接酶(D)。

出處：試題集錦

編號：671825 難易度：中

4. ()基因轉殖是目前改造生物表現的一項重要技術，下列敘述何者正確？ (A) 目前只能將重組 DNA 轉殖進入原核細胞 (B) 質體會將重組的 DNA 送入宿主細菌的細胞核 (C) 基因改造生物簡稱 OMG (D) 重組 DNA 與基因轉殖技術皆包含在遺傳工程之內。

答案：(D)

解析：(A)目前除了能將重組 DNA 轉殖進入原核細胞外，真核生物細胞如真菌界、植物界及動物界皆有轉殖成功的案例。(B)質體會將重組的 DNA 送入宿主細菌的細胞質中。(C)基因改造生物簡稱 GMO (Genetically Modified Organism)。

出處：試題集錦

編號：671826 難易度：易

5. ()下列何者是載體的功能？ (A) 轉錄宿主細胞的基因 (B) 轉譯外來基因的蛋白質 (C) 組合兩段不同來源的基因 (D) 轉移外來基因至宿主細胞中。

答案：(D)

解析：載體是一種 DNA 載具，能用來將目標基因送入細胞內。DNA 載體還能在生物體內複製，連帶使目標 DNA 的量增加，使目標的 DNA 序列和功能易於分析。在研究中所得到的目標 DNA，常以 DNA 連接酶連接至載體上成為重組 DNA，而後再植入生物體內。目前常用的載體有細菌的質體以及病毒的 DNA。

出處：試題集錦

編號：671827 難易度：中

6. ()(a)將帶有胰島素基因的質體放回細菌體內；(b)自人類細胞中取出胰島素基因；(c)細菌大量繁殖產生大量的胰島素；(d)將取出的胰島素基因打入細菌體內；(e)將胰島素基因與細菌的質體接合；(f)取出的胰島素基因插入細菌的染色體中，正確的過程順序為何？ (A)(b)(d)(f)(c) (B)(b)(f)(d)(c) (C)(b)(e)(

a)(c) (D)(b)(d)(a)(c)。

答案：(C)

解析：取出胰島素基因作為目標基因，將胰島素基因與細菌質體連接在一起，形成重組 DNA，轉殖回細菌體內表現，產生大量胰島素。

出處：試題集錦

編號：671828 難易度：中

7. () 如果想利用重組 DNA 的技術，將胰島素基因轉殖入細菌的質體中，試問胰島素基因與質體的 DNA 兩端如何處理？ (A) 利用不同酵素各切成單股 (B) 各利用一種酵素，其一切成單股，另一切成雙股 (C) 利用相同酵素各切成單股 (D) 利用不同酵素各切成雙股。

答案：(C)

解析：(C) 利用相同的限制酶辨識並切斷特定 DNA 序列，通常可形成互補的單股黏性端，有利於重組 DNA。

出處：試題集錦

編號：671829 難易度：易

8. () 在遺傳工程的技術中基因能被用來轉殖，使其能在細菌中表現，下列何者可提供基因來源？ (A) 僅有細菌 (B) 僅有病毒 (C) 僅有真核生物細胞 (D) 所有生物或人工合成的 DNA 均可。

答案：(D)

解析：所有生物或人工合成的 DNA 均可作為目標 DNA，提供基因來源。

來源：屏東高中修訂

出處：試題集錦

編號：671830 難易度：易

9. () 下列關於質體的敘述，何者錯誤？ (A) 由 RNA 組成 (B) 為染色體外的環狀構造 (C) 與細菌正常生理作用無關 (D) 可作為重組 DNA 的載體。

答案：(A)

解析：(A) 質體由 DNA 組成。

來源：臺南二中

出處：試題集錦

編號：671831 難易度：中

10. () 在重組 DNA 技術中，所謂的載體指的是下列何者？ (A) 能將 DNA 切成許多小片段的酵素 (B) 細菌的染色體 (C) 可與轉殖的基因產生 DNA 重組，並將轉殖基因載入宿主體內的 DNA (D) 不含基因的 DNA 片段。

答案：(C)

解析：(A) 需特殊的酶才能將 DNA 切成許多小片段的酵素。(B) 質體是細菌的環狀 DNA，但不是染色體。(D) 載體是含基因的 DNA 片段。

來源：臺南女中

出處：試題集錦

編號：671832 難易度：難

11. () 基因轉殖是指下列何者？ (A) 將目標 DNA 在體外切割、選擇的過程 (B) 將重組 DNA 移入接受細胞的過程 (C) 將目標 DNA 與載體結合的過程 (D) 篩選基因轉殖生物並大量繁殖的過程。

答案：(B)

解析：(A) 選取目標基因。(C) 基因重組。(D) 選殖。

來源：豐原高中

出處：試題集錦

編號：671833 難易度：中

12. () 質體對於生物科技相當重要，乃因它們可被用來執行下列何種功能？ (A) 蛋白質合成的工作檯 (B) 切割 DNA 片段的工具 (C) DNA 複製的模版 (D) 將目標基因送入細菌的載體。

答案：(D)

解析：(A) 核糖體。(B) 特殊的酶。(C) 單股 DNA。

出處：試題集錦

編號：671834 難易度：難

13. () 下列有關載體的敘述，何者錯誤？ (A) 在遺傳工程上是用來攜帶 DNA 片段進入合適的宿主細胞 (B) 病毒的基因也可為載體 (C) 通常不帶任何基因 (D) 細菌的質體也可以為載體。

答案：(C)

解析：(C) 載體通常帶有基因。

出處：試題集錦

編號：671835 難易度：易

14. ()植物生技學家可運用原生質體(去除細胞壁的細胞)的相關技術,使不同種或自花授粉不親和的植物間進行細胞融合。下列何者是植物學家運用此項技術的主要用意? (A)了解精子與卵結合的過程 (B)進行植物的營養繁殖 (C)將細菌的基因轉殖入植物體的基因中 (D)改良品種。

答案：(D)

解析：細胞融合為取兩種植物體,將其細胞融合,以獲得新品種。

出處：試題集錦

編號：671836 難易度：易

15. ()下列有關生物技術的敘述,何者錯誤? (A)重組DNA為生物技術之一 (B)現今的生物技術以遺傳工程來操控基因表現 (C)遺傳工程也稱為基因工程 (D)是近代才有的技術。

答案：(D)

解析：(D)前人也使用生物技術,如酒精發酵。

出處：試題集錦

編號：671837 難易度：易

16. ()想要製造出代代相傳的螢光老鼠,水母體中的螢光基因一定要能進入老鼠的哪一種細胞中? (A)腦細胞 (B)肌肉細胞 (C)生殖細胞 (D)皮膚細胞。

答案：(C)

解析：體細胞無法經由生殖方式將特徵傳遞給下一代,生殖細胞才能經過生殖方式將特徵傳遞給下一代。

出處：試題集錦

編號：671838 難易度：中

17. ()下列有關基因轉殖技術的敘述,何者正確? (A)應用性廣,但污染性亦高 (B)為一種技術密集、經濟效益高的新興技術 (C)可培育出許多新種而無危險性 (D)可加速生物演化,培育出超級生物,維持生態平衡。

答案：(B)

解析：(A)污染性低。(C)存在危險性。(D)干擾生態平衡。

出處：試題集錦

編號：671839 難易度：難

18. ()有關基因轉殖的生物技術,目前的發展及知識何者正確? (A)現在已有基因轉殖的鼠、鮭魚及豬 (B)基因轉殖的生物技術常需載體協助,此載體成分為蛋白質 (C)基因轉殖的食物至目前為止並無產生不良影響,所以可大量製造,無需約束 (D)基因轉殖的技術必能使生物體愈來愈適應環境。

答案：(A)

解析：(B)載體成分為DNA。(C)基因轉殖的食物至目前為止尚無法確實了解其所產生的不良影響,所以仍需約束。(D)基因轉殖的技術未必能使生物體愈來愈適應環境。

來源：虎尾高中

出處：試題集錦

編號：671840 難易度：中

19. ()下列有關基因轉殖生物的敘述,何者錯誤? (A)目標基因可在基因轉殖細菌內表現其特性 (B)基因轉殖植物的目標基因只能來自植物 (C)將螢火蟲的螢光素基因轉殖於菸草幼苗,則會發光 (D)具腫瘤基因的目標基因轉殖於向日葵幼苗,則幼苗會長腫瘤。

答案：(B)

解析：(B)各種生物基因皆可作為目標基因轉殖入植物。

出處：試題集錦

編號：671841 難易度：中

20. ()人類基因轉殖技術,成功使菸草、棉花等作物具有抗害蟲能力,關於這項技術的應用,下列何者正確? (A)轉殖蘇力菌的毒蛋白基因 (B)昆蟲吃了含毒蛋白的作物,會因為無法繁殖後代而絕種 (C)這項技術廣泛應用可使病蟲害問題一勞永逸 (D)促使害蟲滅絕是這項技術的附加價值。

答案：(A)

解析：(B)蘇力菌可產生毒蛋白,害蟲食入後將會死亡。(C)毒蛋白的作用對象為鱗翅目昆蟲,不是所有蟲害皆可解決。(D)無法使害蟲滅絕。

來源：竹北高中

出處：試題集錦

編號：671842 難易度：易

21. () 遺傳工程中的「載體」，其主要作用為下列何者？ (A) 將細胞自甲處載送至乙處 (B) 將目標基因自細胞外載送至細胞內 (C) 將細胞所需之酵素運至細胞內 (D) 將轉殖後之細胞運輸至個體內。

答案：(B)

解析：載體是一種 DNA 載具，能用來將目標基因送入細胞內。DNA 載體還能在生物體內複製，連帶使目標 DNA 的量增加，使目標的 DNA 序列和功能易於分析。在研究中所得到的目標 DNA，常以 DNA 連接酶連接至載體上成為重組 DNA，而後再植入生物體內。目前常用的載體有細菌的質體以及病毒的 DNA。

出處：試題集錦

編號：671843 難易度：中

22. () 下列有關質體的敘述，何者錯誤？ (A) 由 DNA 所組成 (B) 與細菌正常生理作用無關 (C) 其上不攜帶任何基因 (D) 可作為重組 DNA 的載體。

答案：(C)

解析：(C) 有基因，如抗藥性等。

出處：試題集錦

編號：671844 難易度：中

23. () 我們可利用基因轉殖技術，將水母的螢光蛋白基因轉殖到魚體內產生螢光魚，下列關於螢光魚的敘述何者正確？ (A) 螢光魚的下一代必為螢光魚 (B) 螢光魚為一新物種 (C) 螢光魚必無法產生下一代 (D) 螢光魚可合成螢光蛋白。

答案：(D)

解析：(A) 有性生殖產下的不一定有螢光蛋白基因。(B) 仍能 and 同種魚生下有繁殖力的子代，故非「新物種」。(C) 若正常活著，生殖能力也可能正常。

出處：試題集錦

編號：671845 難易度：易

24. () 作為載體的質體上常含有抗生素抗藥性的基因，具有此類基因的主要目的應為何？ (A) 避免重組 DNA 受到抗生素破壞 (B) 使細菌能不受病毒的攻擊 (C) 篩選含有重組 DNA 的細菌 (D) 抗藥性基因為目標基因。

答案：(C)

解析：(C) 若轉殖成功，細菌應具有抗藥性。

出處：試題集錦

編號：671846 難易度：易

25. () 利用基因轉殖技術可製造出分解油汙能力較強的細菌來分解油汙，降低油汙對環境的危害。請問轉殖進入細菌的物質應該為何？ (A) 分解油汙的酵素 (B) 和油汙親和力高的蛋白質 (C) 分解油汙的基因 (D) 能辨識油汙的蛋白質。

答案：(C)

解析：(C) 轉殖的物質應為目標基因。

來源：翰林試題

出處：試題集錦

編號：671847 難易度：易

26. () 下文中有四個括號，每個括號內有兩個名詞，而其中只有一個名詞符合全文敘述。早年(心臟病；糖尿病)也被稱為「富貴病」，主要是因為治療此病的胰島素須從豬、牛的(胰臟；腦下垂體)中萃取，不僅費時，而且價格昂貴。現今生物科技進步，可藉由遺傳工程技術改造微生物，提升藥用胰島素的生產效率。在改造微生物使其生成人體胰島素的過程中，技術人員通常會先將人體胰島素的(蛋白質；生成基因)組裝於(載體；粒線體)中，再轉殖入微生物內。轉殖成功的微生物就可被用來誘導生成胰島素了。根據本文，試問下列哪一個選項的答案組合正確？ (A) 心臟病、腦下垂體、生成基因、粒線體 (B) 糖尿病、胰臟、生成基因、載體 (C) 心臟病、胰臟、蛋白質、載體 (D) 糖尿病、腦下垂體、生成基因、粒線體。

答案：(B)

解析：糖尿病又稱為富貴病；胰島素可由牛的胰臟中萃取；基因轉殖需轉入目標基因；目標基因組裝於載體中，因此答案為(B)。

出處：試題集錦

編號：671848 難易度：易

27. () 近年來生物科技快速發展，基因轉殖的應用也愈來愈多，下列有關基因轉殖的敘述何者正確？ (A) 無論生物科技再怎麼進步，生物體的基因只能由親代遺傳而來 (B) 有些細菌除了染色體外，在細胞核中尚有較小型的環狀 DNA，稱為質體 (C) 載體是一種 DNA 載具，能在細胞內複製，目前使用的載體只有細菌的質體 (D) 科學家發現細菌中與抗藥性有關的部分基因會存在於質體中 (E) 基因轉殖是利用 DNA 連接酶將目標基因與宿主細胞

的染色體直接接合。

答案：(D)

解析：(A)生物體的基因不只由親代遺傳而來，還可以將外源基因透過基因轉殖連接而來。(B)細菌沒有細胞核。(C)細菌的質體和病毒為目前常使用的載體。(E)基因轉殖並非直接將目標基因與宿主細胞的染色體接合，而是利用載體作為運送目標 DNA 進入細胞，並在細胞內複製，使 DNA 增量或表現。

出處：試題集錦

編號：671849 難易度：中

28. ()下列何者是載體的功能？ (A)調節宿主細胞的基因表現 (B)切割外來的基因 (C)連結兩段不同來源的基因 (D)轉移外來基因至宿主細胞中。

答案：(D)

解析：DNA 載體的性質與功能：1. 通常為細菌的質體 (plasmid) 或病毒 DNA，並藉助其感染宿主細胞的專一性。2. 可作為運送目標 DNA 進入特定細胞的載具。3. 可在細胞體內複製，連帶使目標 DNA 增量。4. 通常含有可供篩選的基因 (如含有抗生素抗藥性基因的質體)，以標定載送成功的特定細胞位置。5. 轉入的目標基因若能在細菌細胞正常表現，便能獲得大量且純度較高的基因產物。(A)載體無法調節宿主細胞的基因表現。(B)具有切割基因能力的是特殊酵素。(C)具有連結兩段不同來源基因能力的是特殊酵素。(D)具有轉移外來基因至宿主細胞中能力的是載體。

來源：屏東女中

出處：試題集錦

編號：671850 難易度：中

29. ()下列何者為基因轉殖？ (A)將目標 DNA 在體外切割、選擇的過程 (B)將剪接後的目標基因移入接受細胞的過程 (C)將目標基因與載體接合的過程 (D)篩選基因轉殖生物並大量繁殖的過程。

答案：(B)

解析：基因轉殖：藉由剪接後的目標基因將特定基因轉殖入微生物、動物或植物細胞內，使其在被轉殖的生物體內發揮其功能的技術。(A)具有將目標 DNA 在體外切割能力的是剪接後的目標基因使用到第一種特殊的酶。(B)將剪接後的目標基因移入接受細胞的過程稱為基因轉殖。(C)將目標 DNA 與載體結合的過程稱為剪接後的目標基因。(D)篩選基因轉殖生物並大量繁殖的過程，是利用含有抗生素的養基篩選含有剪接後的目標基因的細菌。

出處：試題集錦

編號：671851 難易度：中

30. ()下列有關基因轉殖的敘述，何者正確？ (A)需要在活細胞中才能將 DNA 剪接成功 (B)利用基因轉殖技術可藉由細菌生產人類的胰島素 (C)複製羊桃莉就是基因轉殖的成功範例 (D)需使用一種酵素來剪接目標基因。

答案：(B)

解析：(A)(B)基因轉殖可在細菌胞外來進行，剪接完成的基因可導入細菌胞內。(C)複製羊桃莉是將轉殖乳腺細胞的細胞核植入去除細胞核的未受精的卵細胞中培育的複製動物技術。(D)剪接目標基因的過程中需要用到兩種不同的酵素。

出處：試題集錦

編號：671852 難易度：中

31. ()關於基因轉殖技術的敘述，何者錯誤？ (A)科學家利用基因轉殖技術製造出複製羊桃莉 (B)基因轉殖的生物必須經過嚴密的控制，以免危害到生態 (C)基因轉殖技術可改善糧食缺乏的問題 (D)基因轉殖技術至今仍無法評估其對人類世界的衝擊，需仔細思考因應對策。

答案：(A)

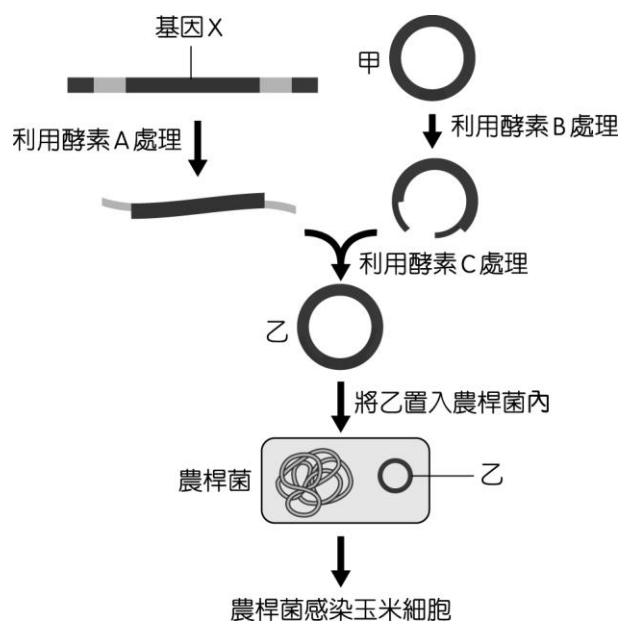
解析：(A)複製羊桃莉的生物科技技術是先將一隻白面母羊的乳腺細胞 (2n) 僅取出其細胞核，再將之與另一隻黑面母羊之去除細胞核後的卵 (0n)，進行細胞融合，融合之後的細胞 (2n) 培養成胚胎，再將此胚胎植入另一隻黑面母羊子宮內，使其著床並發育，此項複製動物技術並未運用到基因轉殖的技術。

來源：屏東女中

出處：試題集錦

編號：671853 難易度：易

32. ()蘇力菌 (*Bacillus thuringiensis*, Bt) 是一種昆蟲病原細菌，會產生具有專一性殺蟲效果的結晶毒蛋白，此毒蛋白可有效毒殺鱗翅目及鞘翅目等昆蟲，常應用於植物病蟲害防治。如附圖所示，若科學家欲透過遺傳工程獲得具抗蟲能力的基因轉殖玉米，下列敘述何者錯誤？



(A) 基因 X 的來源為蘇力菌的毒蛋白基因 (B) 酵素 A 與酵素 B 代表相同的 DNA 限制酶 (C) 乙常具有抗藥性基因，有助於選殖的進行 (D) 將乙置入農桿菌的過程，稱為重組 DNA (E) 基因轉殖成功的玉米細胞將會製造毒蛋白。

答案：(D)

解析：(D) 將乙置入農桿菌的過程，稱為轉殖。

出處：試題集錦

編號：671854 難易度：中

33. () I. 取得含重組 DNA 分子之細菌、II. 用限制酶切開質體 DNA、III. 由細菌萃取質體、IV. 混合外源基因 (目標基因) 和質體、V. 以 DNA 連接酶連接 DNA。以上為基因轉殖技術製備重組 DNA 的步驟，下列何者為正確的次序？ (A) III, II, I, IV, V (B) IV, II, I, III, V (C) III, II, IV, V, I (D) IV, V, I, II, III (E) V, IV, III, II, I。

答案：(C)

解析：重組 DNA 的步驟：①從細菌分離出質體 (III)，②使用相同限制酶切割質體與目標基因 (II→IV)，③使用 DNA 連接酶將質體與目標基因接合形成重組 DNA (V)，④將質體轉殖進入新的細胞，⑤在培養基中加入抗生素以選殖轉殖成功的細菌。

出處：試題集錦

編號：671855 難易度：易

34. () 基因轉殖技術可用來飼養動植物或製造藥物，就像是轉殖螢光基因至斑馬魚中可使其發出螢光，相當於轉殖_____至_____中可使其_____。上述空格可填入選項如下，請問下列何者正確？ (A) 生長激素；老鼠；生長快速 (B) 胚胎細胞；羊隻；複製 (C) 耐熱基因；番茄；生長良好 (D) 胰島素；大腸桿菌；製造胰島素 (E) 蛇毒血清；馬匹；產生抗體。

答案：(C)

解析：(A) 轉殖製造生長激素的酵素基因。(B) 複製非基因轉殖技術。(D) 轉殖製造胰島素的基因。(E) 血清製作不屬於基因轉殖技術。

出處：試題集錦

編號：671856 難易度：易

35. () 現今的基改作物可分為兩大方向：抗除草劑與抗蟲。例如：美國孟山都公司生產的耐嘉磷塞基改黃豆及玉米，將能抵抗除草劑「嘉磷塞」的基因轉殖入作物，使其可耐受除草劑；或是將蘇力菌的 Cry 蛋白基因轉殖入玉米中，使玉米產生 Cry 蛋白造成害蟲消化道穿孔，有抗蟲的效果。下列關於這些基改作物的敘述，何者錯誤？ (A) 目前的基改作物都種植在溫室中，以避免基因汙染 (B) 抗蟲基改作物可以減少殺蟲劑的使用，降低對生態系的危害 (C) 抗蟲基改作物可能使有耐受性的昆蟲逐漸增加而失去效果 (D) 抗除草劑的作物可能因傳粉而使周圍也出現對除草劑有抗性的超級雜草。

答案：(A)

解析：(A) 目前的基改作物已有田野種植。

出處：試題集錦

編號：671857 難易度：中

36. () 下列何者為完整「基因轉殖」的描述？ (A) 將目標 DNA 在體外切割、選擇的過程 (B) 將剪接後的目標基因移入接受細胞的過程 (C) 將目標基因與載體接合的過程 (D) 篩選基因轉殖生物並大量繁殖的過程。

答案：(B)

解析：基因轉殖是藉由重組 DNA 將特定基因轉殖入微生物、動物或植物細胞內，使其在被轉殖的生物體內發揮其功能的技術。(A) 可將目標 DNA 在體外切割的是限制酶。(C) 將目標 DNA 與載體結合的過程稱為重組 DNA。(D) 篩選基因轉殖生物並大量繁殖的過程是利用含有抗生素的培養基篩選含有重組 DNA 的細菌。

出處：試題集錦

編號：671858 難易度：中

37. ()有關基因轉殖的進行，下列敘述何者正確？ (A) DNA 的剪接過程需在細胞中進行，因細胞中才有酵素可作用 (B) 要生產人類胰島素時，僅能取胰島細胞來選取目標基因 (C) 進行基因轉殖的目標基因與載體，需來自同一物種 (D) 重組 DNA 需轉殖入活細胞中才能合成蛋白質。

答案：(D)

解析：(A) DNA 的剪接過程可在細胞外進行。(B) 要生產人類胰島素時，亦可選擇其他細胞來選取目標基因。(C) 進行基因轉殖的目標基因與載體可來自不同種生物。

出處：試題集錦

編號：671859 難易度：中

38. ()如果想利用重組 DNA 的技術，將胰島素基因植入細菌的質體中，試問胰島素基因與質體的 DNA 兩端如何處理？ (A) 利用不同酵素各切成相同切位的單股 (B) 各利用一種酵素，其一切成單股切位，另一切成雙股切位 (C) 利用相同酵素各自切成相同切位的單股 (D) 利用不同酵素各切成不同切位的雙股。

答案：(C)

解析：限制酶能辨識並切斷特定的 DNA 序列，因此利用相同限制酶來切斷特定目標 DNA，以及擔任載體的質體 DNA，製造出相同的黏著端，以利 DNA 連接酶將特定目標 DNA 連接至質體 DNA 上，便可形成重組 DNA。

出處：試題集錦

編號：671860 難易度：中

39. ()下列有關基因轉殖技術的敘述，何者正確？ (A) 基因轉殖細菌具有抗抗生素基因，在基因轉殖的過程中，功能是将培養液中的其他細菌殺死 (B) 載體的功能是用來攜帶目標基因進入細胞內的工具，常見的載體包括細菌質體及病毒 RNA (C) 限制酶能辨識並切割特定的胺基酸序列，以利進行 DNA 重組 (D) DNA 連接酶可將目標基因與載體連接起來，形成重組 DNA。

答案：(D)

解析：(A) 基因轉殖細菌具有抗抗生素基因，可使轉殖成功的細菌具有對抗抗生素的能力，因此常會在培養基中加入抗生素藉以篩選出成功轉殖的菌株。(B) 載體的功能是用來攜帶目標基因進入細胞內的工具，常見的載體包括細菌質體及病毒 DNA。(C) 限制酶能辨識並切斷特定的 DNA 序列。

出處：試題集錦

編號：671861 難易度：難

40. ()下列有關基因轉殖技術在畜牧業上的應用，何者正確？ (A) 可以利用顯微注射方式，將人類生長激素基因注入小鼠受精卵中 (B) 將生長因子的基因轉殖至鮭魚體內，目的在萃取鮭魚體中的生長因子，用來治療侏儒症患者 (C) 將人類蛋白質基因導入羊的染色體中，即可以大量生產複製羊 (D) 在基因轉殖羊的體細胞內無法找到外源基因。

答案：(A)

解析：(A) 動物細胞常利用顯微注射的方法將目標基因注射到轉殖細胞內。(B) 要將生長因子的基因轉殖至鮭魚受精卵內，才能在鮭魚體內萃取生長因子。(C) 複製羊生物技術方式是先將一隻白面母羊的乳腺細胞 (2n) 取出其細胞核，再將之與另一隻黑面母羊去除細胞核後的卵 (0n) 進行細胞融合，融合之後的細胞 (2n) 培養成胚胎，再將此胚胎植入另一隻黑面母羊子宮內，使其著床並發育。此項技術並未運用到人類蛋白質基因。(D) 人類凝血因子基因經基因轉殖技術顯微注射方式注入山羊受精卵，使成長後的山羊乳汁中含有凝血因子。

出處：試題集錦

編號：671862 難易度：中

41. ()下列有關基因轉殖植物的敘述，何者正確？ (A) 是利用植物細胞特有的全潛能性，以無性繁殖大量生產 (B) 可先製造出基因轉殖農桿菌，將其感染植株，產生基因轉殖植物 (C) 黃金米因成功將合成葉黃素的基因轉殖入水稻的基因體，使米粒富含豐富的葉黃素而得名 (D) 臺灣已可以廣泛種植基因改造的抗輪點病毒木瓜。

答案：(B)

解析：(A) 利用植物細胞特有的全潛能性，無性繁殖大量生產稱為植物組織培養。(C) 黃金米因成功將合成 β 胡蘿蔔素的基因轉殖入水稻的基因體，使米粒富含豐富的 β 胡蘿蔔素而得名。(D) 臺灣目前並未核准任一基因改造作物的種植。

出處：試題集錦

二、多重選擇題

編號：671863 難易度：中

42. ()有關基因轉殖技術目前的發展及知識，下列哪些正確？(應選 2 項) (A) 現在已有基因轉殖的魚、鮭魚及豬 (B) 基因轉殖的生物技術，常需載體協助，此載體成分為蛋白質 (C) 基因轉殖的食物至目前為止並無產生不良影響，所以可大量製造，無需約束 (D) 基因轉殖的技術必能使生物體愈來愈適應自然環境 (E) 基因轉殖的生

物可能使原物種（未基改生物）面臨淘汰。

答案：(A)(E)

解析：(A)現在已有基因轉殖的動物有：轉殖水母螢光基因的螢光魚、轉殖生長素基因的鮭魚及轉殖人類第九凝血因子基因的轉殖豬。(B)基因轉殖的生物技術需載體協助，此載體成分為DNA。(C)基因轉殖的食物至目前為止尚無法確定其安全性是否無慮，所以仍需有所約束與節制。(D)基因轉殖的技術未必能使生物體愈來愈適應自然環境。(E)基因轉殖的生物可能因強化的特徵，而使原物種（未基改生物）競爭相對弱化而導致淘汰。

出處：試題集錦

編號：671864 難易度：中

43. ()重組DNA是利用人工方式將不同來源的DNA剪接在一起，可以利用此技術合成特定的藥物以治療疾病。下列有關此技術的敘述，哪些正確？（應選2項）(A)需要載體攜帶目標基因 (B)需要外加DNA連接酶，進行DNA的接合 (C)需要外加RNA聚合酶，合成基因表現的產物 (D)需要選用能抗抗生素的宿主細胞，以利篩選含重組DNA的細胞 (E)合成的藥物都是醣類。

答案：(A)(B)

解析：(A)(B)重組DNA的步驟：①從細菌分離出質體→②使用相同限制酶切割質體與目標基因→③使用DNA連接酶將質體與目標基因接合形成重組DNA→④將質體轉殖進入新的細胞→⑤在培養基中加入抗生素以選殖轉殖成功的細菌。(C)重組DNA的過程中無需外加RNA聚合酶。(D)步驟④中，轉殖質體所進入新的細胞本身不具有質體（即不具有抗抗生素的特性），新的細胞是當重組DNA成功轉殖進入細胞後，才會具有抗抗生素的特性，方能在具抗生素的培養基中選殖轉殖成功的細胞。(E)合成的藥物為目標基因產物，成分是蛋白質。

出處：試題集錦

編號：671865 難易度：中

44. ()下列有關基因轉殖的敘述，哪些正確？（應選3項）(A)DNA重組可跨越不同的物種 (B)DNA重組需先用限制酶將目標基因剪下 (C)需選擇特定可轉移的RNA作為載體，將目標基因帶入目標細胞 (D)生物技術可實行的前提是所有生物均遵守分子生物學中心法則 (E)重組DNA進入欲轉殖的目標細胞後，可以只複製目標基因的DNA。

答案：(A)(B)(D)

解析：(C)載體須為DNA。(E)載體DNA會隨之複製。

出處：試題集錦

編號：671866 難易度：難

45. ()下列有關質體的描述，何者正確？（應選3項）(A)質體可作為載體，將動物或植物基因送入細菌體內進行複製 (B)質體為細菌染色體外游離於細胞質之環狀DNA分子 (C)質體DNA不含基因，其存在與否並不影響細菌正常生理 (D)含有質體的細菌，其子代亦含有相同的質體 (E)質體DNA必須插入細菌的DNA才能一起進行複製。

答案：(A)(B)(D)

解析：(C)質體DNA含有基因。(E)可獨立於細菌DNA，自行複製。

出處：試題集錦

編號：671867 難易度：難

46. ()如欲利用細菌大量生產人類胰島素，則下列敘述何者正確？（應選4項）(A)需有適當載體將人類胰島素基因置入細菌 (B)載體本身的複製需依賴細菌 (C)需有適當酵素對載體與人類胰島素基因進行切割與黏合 (D)重組後的載體DNA，必須在細菌體內從事轉錄、轉譯以合成人類胰島素 (E)生產人類胰島素的遺傳工程技術也可用來生產疫苗。

答案：(A)(C)(D)(E)

解析：(B)載體本身可自行獨立複製。

出處：試題集錦

編號：671868 難易度：中

47. ()下列有關載體的敘述，何者正確？（應選3項）(A)能攜帶外來的基因進入宿主細胞 (B)細菌的質體可作為載體 (C)細菌的染色體亦可作為載體 (D)在宿主細胞內能發生複製 (E)會促進宿主的DNA複製。

答案：(A)(B)(D)

解析：(C)太大，不適合。(E)通常獨立於宿主DNA，自行複製。

出處：試題集錦

編號：671869 難易度：中

48. ()如欲利用酵母菌大量生產人類的胰島素，則下列敘述何者正確？（應選2項）(A)需有合適的RNA載體將人類胰島素基因置入酵母菌 (B)需有合適的DNA載體將人類胰島素基因置入酵母菌 (C)需使用不同類型的限制酶切割載體與人類胰島素基因 (D)需使用DNA連接酶黏合切割後的載體與人類胰島素基因 (E)基因轉殖成

功的酵母菌可以在細胞質內，進行轉錄及轉譯成人類的胰島素。

答案：(B)(D)

解析：(A)需使用 DNA 載體。(C)需使用相同類型的限制酶切割載體與人類胰島素基因，才會形成相同切割位，有利進行黏合。(E)酵母菌為真核細胞，轉錄在細胞核內進行。

出處：試題集錦

編號：671870 難易度：中

49. ()下列有關遺傳工程的敘述，哪些正確？(應選3項) (A)組成質體的含氮鹼基包括 A、U、C、G 四種 (B)將蘇力菌的毒蛋白轉殖到番茄中可對抗部分蟲害 (C)製作重組 DNA 時須使用限制酶與 DNA 連接酶 (D)目標基因可使用人工合成之 DNA (E)若挑選帶有抗藥性基因之質體進行轉殖，宿主細菌需本身不具抗藥性。

答案：(C)(D)(E)

解析：(A)質體的組成 DNA，質體的含氮鹼基包括 A、T、C、G 四種。(B)轉殖到番茄中可對抗部分蟲害的是蘇力菌的毒蛋白基因。

出處：試題集錦

編號：671871 難易度：易

50. ()進行基因轉殖時會使用到的酶有兩種，下列何者為此兩種酶的功用？(應選2項) (A)限制基因的轉錄作用 (B)切割目標基因 (C)限制 DNA 的複製 (D)連接目標基因。

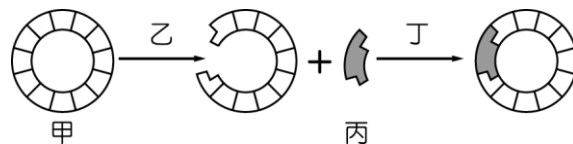
答案：(B)(D)

解析：進行基因轉殖時，所使用到的第一種酵素，具有將挑選特定的目標基因進行剪斷，第二種酵素則是將目標基因接連在一起。

出處：試題集錦

編號：671872 難易度：中

51. ()附圖為遺傳工程實驗的部分過程示意圖，甲~丁代表各不同階段參與作用的成分。根據附圖的資料，下列敘述哪些錯誤？(應選3項)



(A)甲可以是細菌的染色體 (B)乙是某種蛋白質 (C)丙可以是人工合成的 DNA 分子 (D)丁是 DNA 聚合酶 (E)圖中各階段的反應都必須在細胞內進行。

答案：(A)(D)(E)

解析：(A)甲可以是細菌的質體。(B)乙為特殊酵素，本質是蛋白質。(C)丙為目標基因，可以是人工合成的 DNA 分子。(D)丁為另一種特殊酵素。(E)乙、丁過程皆在細胞之外環境完成。

出處：試題集錦

編號：671873 難易度：難

52. ()關於利用細菌生產人類胰島素的敘述，下列哪些正確？(應選3項) (A)先將胰島素基因置入細菌內，再由細菌做重組 DNA (B)目標基因剪接過程中所用的特殊酵素是同一個酵素 (C)能產生胰島素的細菌屬於基改生物 (D)胰島素基因一定要轉殖進入細菌體內，否則無法表現合成產物 (E)含有胰島素基因的細菌，細胞分裂後的子細胞也含有此基因。

答案：(C)(D)(E)

解析：(A)先將胰島素基因放在試管內利用酵素進行剪接。(B)目標基因剪接過程中所用的特殊酵素不是同一個酵素。

出處：試題集錦

編號：671874 難易度：中

53. ()下列哪些為基因轉殖技術發展的好處？(應選3項) (A)解決現今所有的文明病 (B)了解基因在細胞中所執行的功能 (C)促進物種之演化 (D)提升農產品的產量與經濟價值 (E)使已滅絕的生物復活。

答案：(B)(C)(D)

解析：(A)目前尚無法解決所有的文明病。(E)目前尚無法使已滅絕的生物復活。

出處：試題集錦

編號：671875 難易度：中

54. ()下列有關遺傳工程的敘述，哪些正確？(應選2項) (A)利用遺傳工程技術目前尚無法大量製造藥物以作為醫療用途 (B)目前遺傳工程技術僅能進行原核生物的基因改造 (C)目前市面上已有基因改造食品在販售、流通 (D)基因轉殖玉米目前尚無法大量生產 (E)科學家已利用遺傳工程技術生產人類的胰島素、生長素等，提供醫療使用。

答案：(C)(E)

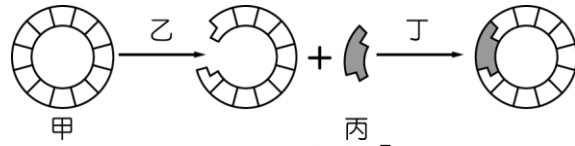
解析：(A)目前已有利用遺傳工程技術而大量製造作為醫療用途的藥物，如利用酵母菌生產人類胰島素。(B)目前能製作

基因改造的生物有細菌、酵母菌、植物等。(D)基因轉殖玉米目前已經大量生產並於市面上銷售。

出處：試題集錦

編號：671876 難易度：中

55. ()附圖為遺傳工程實驗的部分過程示意圖，甲~丁代表各不同階段參與作用的成分。根據圖中的資料，下列敘述哪些正確？(應選2項)



(A)「甲」可以是細菌的質體 (B)「乙」是某種激素分子 (C)「丙」可以是植物的RNA分子 (D)「丁」為抗體分子 (E)圖中各階段的反應可在試管內反應完成。

答案：(A)(E)

解析：(B)乙為特殊酵素，不是激素。(C)丙的成分也需要是DNA分子才可以。(D)丁是特殊酵素。

出處：試題集錦

編號：671877 難易度：中

56. ()下列關於基因轉殖的操作過程，哪些正確？(應選4項) (A)常以細菌的質體或病毒的DNA為載體 (B)載體可將外源基因引入他種生物細胞中 (C)利用DNA聚合酶將基因自染色體切下 (D)外源基因和載體組成重組DNA (E)重組DNA在基因轉殖生物體內需能複製、轉錄、轉譯，才算成功。

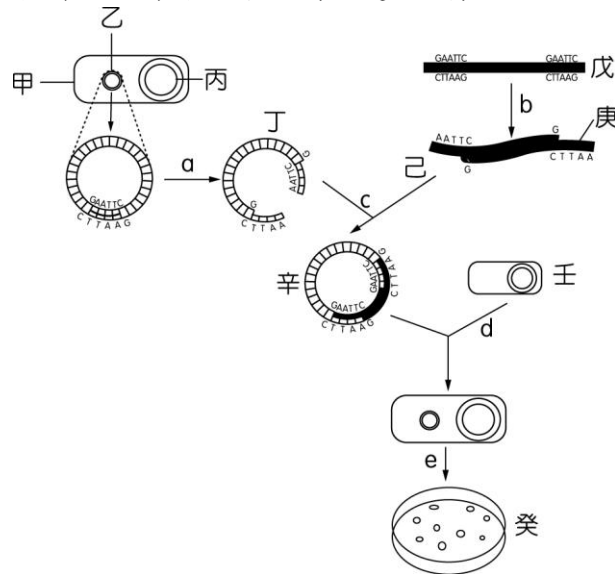
答案：(A)(B)(D)(E)

解析：(C)DNA聚合酶是在DNA進行複製時，才會使用到，而將基因自染色體切下要利用特殊酵素。

出處：試題集錦

編號：671878 難易度：易

57. ()附圖為重組DNA的操作流程，下列敘述何者正確？(應選4項)



(A) a、b 一般用同一種特殊酵素來切割 (B) c 為特殊酵素 (C) 丁為目標基因，己為載體 (D) 辛為重組DNA (E) 第一家生技公司 Genetech 利用此技術生產胰島素。

答案：(A)(B)(D)(E)

解析：(C)丁是載體、己為目標基因。

出處：試題集錦

編號：671879 難易度：中

58. ()下列哪些是作為一個載體所必備的條件？(應選4項) (A)在宿主細胞內能進行轉錄和轉譯 (B)具有辨識基因(如抗抗生素基因、螢光基因) (C)能轉移外來基因至宿主細胞中 (D)環狀DNA分子 (E)能攜帶目標基因。

答案：(A)(B)(C)(E)

解析：載體的性質與功能：①通常利用細菌的質體(plasmid)或病毒的DNA來做為載體。②可作為運送目標DNA進入特定細胞的載具((C)正確)。③可在宿主細胞體內複製，使目標DNA增量。④通常含有可供篩選的基因(如含有抗生素抗藥性基因的質體)，以標定載送成功的特定細胞位置((B)正確)。⑤轉入的目標基因((A)正確)若能在細菌細胞正常表現((E)正確)，便能獲得大量且純度較高的基因產物。(D)細菌的質體為環狀DNA分子，但病毒的DNA就不是環狀DNA分子。

出處：試題集錦

編號：671880 難易度：中

59. ()下列對於基因轉殖技術的相關敘述，哪些正確？(應選4項) (A)轉殖基因在生物體內表現，常可突破生物種類

的界線 (B)轉殖抗蟲基因進入蔬果作物中，可減少農藥的使用 (C)人類胰島素可由基改大腸桿菌製造 (D)將維生素 B 打入蔬果作物中，可促進其維生素 B 的合成 (E)了解基因的位置及功能是基因轉殖技術所需的背景知識。

答案：(A)(B)(C)(E)

解析：(D)要將製造維生素 B 的基因打入蔬果作物中，才可促進作物合成維生素 B。

出處：試題集錦

編號：671881 難易度：易

60. ()下列有關「基因轉殖動物」的敘述，哪些正確？(應選 4 項) (A)基因可來自同種生物 (B)基因可來自不同種生物 (C)該基因可以是植入動物的成體 (D)該基因可以是植入動物的受精卵或胚胎 (E)該基因只能藉由載體植入。

答案：(A)(B)(C)(D)

解析：(E)也可藉由顯微注射方式植入外源基因。

出處：試題集錦

編號：671882 難易度：中

61. ()下列哪些為基因改造生物可能對生態環境造成的衝擊？(應選 4 項) (A)培育出競爭力高的生物，而使自然界的生物無法與其競爭而滅亡 (B)破壞生態環境的生物多樣性 (C)使雜草對農藥產生抗性，而出現超級雜草 (D)加速自然界生物演化的進行 (E)可減低農藥、肥料等造成汙染而不會對自然界造成任何影響。

答案：(A)(B)(C)(D)

解析：(E)基因改造生物的轉殖基因可能會汙染原生物種，改變原生物種的生態地位。

出處：試題集錦

編號：671883 難易度：中

62. ()基因改造食品被要求應有明顯標示，這是因為人們對基因改造食品有下列哪些疑慮之故？(應選 4 項) (A)是否可能危及食用者健康 (B)外來基因進入人體後是否可能嵌入細胞的染色體中 (C)外來基因是否可能干擾正常基因的活動 (D)使用的載體是否可能突變而致病 (E)是否會增強食用者的免疫能力。

答案：(A)(B)(C)(D)

解析：(E)是否為基因改造食品與增強食用者的免疫能力無關。

出處：試題集錦

編號：671884 難易度：中

63. ()美國麻州水產生技公司於 1990 年代研發出一種基因轉殖技術，可使大西洋鮭魚的生長速度增加一倍。研究人員在大西洋鮭魚的受精卵中注入兩種基因，一種基因是國王鮭魚的生長激素基因，另一個則是來自和鮭魚沒有近親關係的大洋鱈魚的相關抗凍基因。這兩種基因會隨機插入大西洋鮭魚的染色體 DNA 之中，使得基改後的大西洋鮭魚體內分泌更多的生長激素。哪怕是在寒冷的季節中，生長激素依然 24 小時分泌，這克服了天然大西洋鮭魚因為太冷的冬季，導致生長停滯的原有難關。基改鮭魚從飼養到上市，原需 24~30 個月，基改後縮短成 18 個月內，這大大的降低飼料的成本，且體型更大。此種基改鮭魚，中文被直譯為「水產優勢鮭魚」，環保人士則稱牠「科學怪魚 (Frankenfish)」。請問「水產優勢鮭魚」具有以下哪些特性？(應選 3 項) (A)為具有三種基因的鮭魚 (B)生長激素分泌能力大於野生大西洋鮭 (C)低溫條件下，仍能顯著生長 (D)成熟後，會變成國王鮭魚 (E)成長過程中，飼料成本降低。

答案：(B)(C)(E)

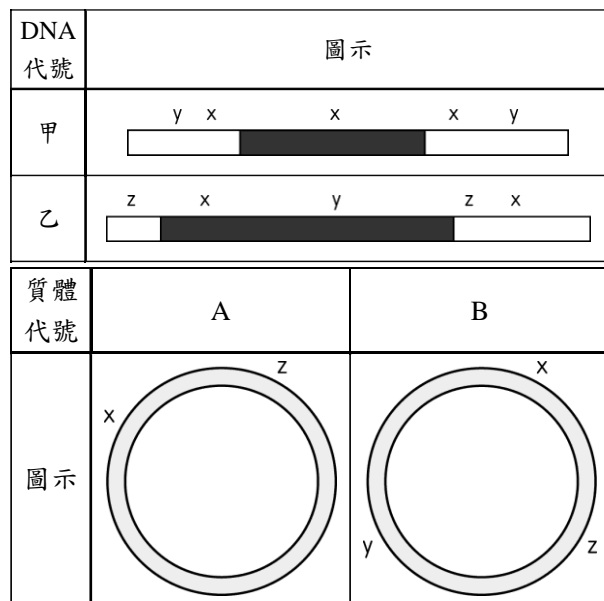
解析：(A)水產優勢鮭魚為研究員在大西洋鮭魚的受精卵(原本就具有 n 種性狀，即具有 n 種基因)中注入兩種基因，因此水產優勢鮭魚具有 n+2 種基因。(B)依據內文：「注入的國王鮭魚的生長激素基因，使得基改後的大西洋鮭魚體內分泌更多的生長激素」，可知水產優勢鮭魚生長激素分泌能力大於野生大西洋鮭。(C)依據內文：「哪怕是在寒冷的季節中，生長激素依然 24 小時分泌，這克服了天然大西洋鮭魚因為太冷的冬季，導致生長停滯的原有難關」，可知水產優勢鮭魚在低溫條件下，仍能顯著生長。(D)水產優勢鮭魚成熟後，不會變成國王鮭魚。(E)依據內文：「基改鮭魚從飼養到上市，原需 24~30 個月，基改後縮短成 18 個月內，這大大的降低飼料的成本」，可知水產優勢鮭魚成長過程中，飼料成本降低。

出處：試題集錦

三、題組

編號：671885 難易度：難

1. 已知 *EcoRI*、*BamHI*、*HindIII* 三種限制酶會針對其識別序列對 DNA 進行切割，分別以 x、y、z 表示其切割點位置。附表列出進行重組 DNA 實驗時所使用的材料，包括具有 P 外源基因的甲 DNA 片段、具有 Q 外源基因的乙 DNA 片段(具有基因訊息的部分以黑色表示)，以及 A、B 兩種質體。請回答下列問題：



- () (1) 請選出可以對表列所有 DNA 進行切割的限制酶種類？ (A) *HindIII* (B) *EcoRI* (C) *BamHI* (D) 無法判斷。
- () (2) 若要切割完整的外源基因片段，則應該以下列何種 DNA 片段——限制酶材料做搭配？ (A) 甲——*BamHI* (B) 甲——*EcoRI* (C) 乙——*EcoRI* (D) 乙——*BamHI*。
- () (3) 假設限制酶在實驗過程中皆有作用完全，且一重組 DNA 中只具有一個完整的外源基因。請問下列的實驗材料組合中，何者無法產生符合上述條件的重組 DNA？ (A) 甲——B (B) 甲——A (C) 乙——B (D) 乙——A。

答案：(1)(B)；(2)(A)；(3)(B)

解析：(1) 已知 *EcoRI* 限制酶切割點位置為 x、*BamHI* 限制酶切割點位置為 y、*HindIII* 限制酶切割點位置為 z，因此

	<i>EcoRI</i> (切割點 x)	<i>BamHI</i> (切割點 y)	<i>HindIII</i> (切割點 z)
DNA 甲	有	有	無
DNA 乙	有	有	有
質體 A	有	無	有
質體 B	有	有	有

故選(B)。

(2)

	<i>EcoRI</i> (切割點 x)	<i>BamHI</i> (切割點 y)	<i>HindIII</i> (切割點 z)
DNA 甲	破壞 P 外源基因	保留完整 P 外源基因	無切割點
DNA 乙	破壞 Q 外源基因	破壞 Q 外源基因	保留完整 Q 外源基因

- (A) 甲——*BamHI*：保留完整 P 外源基因。
 (B) 甲——*EcoRI*：破壞 P 外源基因。
 (C) 乙——*EcoRI*：破壞 Q 外源基因。
 (D) 乙——*BamHI*：破壞 Q 外源基因。

故選(A)。

(3)(A)

	<i>EcoRI</i> (切割點 x)	<i>BamHI</i> (切割點 y)	<i>HindIII</i> (切割點 z)
DNA 甲	破壞 P 外源基因	保留完整 P 外源基因	無切割點
質體 B	有	有	有

因此可利用 *BamHI* 來製備重組 DNA。

(B)

	<i>EcoRI</i> (切割點 x)	<i>BamHI</i> (切割點 y)	<i>HindIII</i> (切割點 z)
DNA 甲	破壞 P 外源基因	保留完整 P 外源基因	無切割點
質體 A	有	無	有

因此無法利用 *EcoRI*、*BamHI* 以及 *HindIII* 來製備重組 DNA。

(C)

	<i>EcoRI</i> (切割點 x)	<i>BamHI</i> (切割點 y)	<i>HindIII</i> (切割點 z)
DNA 乙	破壞 Q 外源基因	破壞 Q 外源基因	保留完整 Q 外源基因
質體 B	有	有	有

因此可利用 *HindIII* 來製備重組 DNA。

(D)		<i>EcoRI</i> (切割點 x)	<i>BamHI</i> (切割點 y)	<i>HindIII</i> (切割點 z)
DNA 乙		破壞 Q 外源 基因	破壞 Q 外源 基因	保留完整 Q 外源基因
質體 A		有	無	有

因此可利用 *HindIII* 來製備重組 DNA。

出處：試題集錦

編號：671886 難易度：中

2. 基因重組轉殖是現代生物學一個重要的研究方法，其中相當早期的一個方法便是將重組後的質體轉殖入大腸桿菌細胞內，但並非每個大腸桿菌都會被轉殖成功，此時便需要特殊基因協助辨識質體轉殖是否成功，以下有三個不同的質體，其中安比西林和卡納黴素是抗生素，可使細菌死亡，GFP 是綠色螢光蛋白。之後將不同處理的大腸桿菌分別放入不同的洋菜培養基中，得到的情況如下表，「+」表示有菌落生成，「-」表示沒有菌落生成，試以實驗結果回答下列問題：

大腸桿菌植入的質體	洋菜培養基 A (無抗生素)	洋菜培養基 B (含安比西林)	洋菜培養基 C (含卡納黴素)
無質體	+	-	-
質體 x	+	+	+
質體 y	①	②	+
質體 z	③	④	⑤

- () (1) 根據實驗與基因轉殖相關技術推斷，①~⑤中，哪些需要加入該質體（即符號為+）？（應選3項） (A) ① (B) ② (C) ③ (D) ④ (E) ⑤。
- () (2) 上述實驗中的大腸桿菌菌落，可進一步利用 GFP 基因表現出的螢光來進一步觀察，請根據實驗結果與上文來判斷下列敘述哪些正確？（應選3項） (A) 使用質體 x 進行轉殖，並使用洋菜培養基 A 加以培養，全部的菌落都會發螢光 (B) 使用質體 x 進行轉殖，其細菌可以在培養基 B、C 中存活並形成菌落 (C) 使用質體 y 進行轉殖，並使用洋菜培養基 B 加以培養，全部的菌落都會發螢光 (D) 使用質體 z 進行轉殖，並使用洋菜培養基 B 加以培養，全部的菌落都會發螢光 (E) 使用質體 z 進行轉殖，並使用洋菜培養基 C 加以培養，沒有任何菌落形成。

答案：(1)(A)(C)(D)；(2)(B)(D)(E)

解析：(1)(I) 無質體大腸桿菌，不具任何抗抗生素基因，因此只能存活在無抗生素培養基 A，但不能存活在培養基 B（含抗生素安比西林）與具抗生素卡納黴素培養基 C（含抗生素卡納黴素）。

(II) 含質體 x 大腸桿菌，具有抗抗生素安比西林與卡納黴素兩基因，因此除了能存活在無抗生素培養基 A，亦能存活在培養基 B（含抗生素安比西林）與培養基 C（含抗生素卡納黴素）。

(III) 含質體 y 大腸桿菌，不具有抗抗生素安比西林基因但有抗卡納黴素基因，因此除了能存活在無抗生素培養基 A，亦能存活培養基 C（含抗生素卡納黴素）；但不能存活在培養基 B（含抗生素安比西林）。

(IV) 含質體 z 大腸桿菌，具有抗抗生素安比西林基因但不具有抗卡納黴素基因，因此除了能存活在無抗生素培養基 A，亦能存活在培養基 B（含抗生素安比西林）；但不能存活在培養基 C（含抗生素卡納黴素）。

因此：

大腸桿菌植入的質體	洋菜培養基 A (無抗生素)	洋菜培養基 B (含安比西林)	洋菜培養基 C (含卡納黴素)
無質體	+	-	-
質體 x (抗安比西林) (抗卡納黴素)	+	+	+
質體 y (抗卡納黴素) (發綠色螢光)	① (+)	② (-)	+
質體 z (抗安比西林) (發綠色螢光)	③ (+)	④ (+)	⑤ (-)

- (2)(A) 質體 x 不含螢光基因，不會發螢光。(B) 含質體 x 大腸桿菌，具有抗抗生素安比西林與卡納黴素兩基因，因此除了能存活在無抗生素培養基 A，亦能存活在培養基 B（含抗生素安比西林）與培養基 C（含抗生素卡納黴素），因此可在培養基 B 與 C 內形成菌落。(C) 含質體 y 大腸桿菌，除了具有抗卡納黴素基因外仍具 GFP 螢光基因，除了能存活在無抗生素培養基 A，亦能存活在培養基 C（含抗生素卡納黴素）；但不能存活在培養

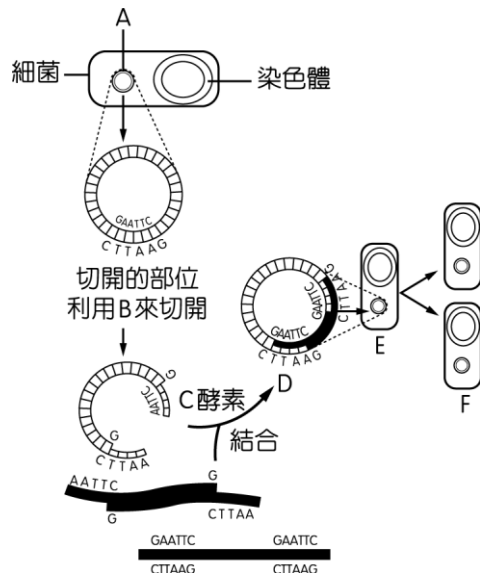
基 B (含抗生素安比西林)，因此在培養基 B 中，沒有菌落，也不會有螢光。(D)含質體 z 大腸桿菌，具有抗安比西林基因外，尚具有 GFP 螢光基因，除能存活在無抗生素培養基 A，亦能存活在培養基 B (含抗生素安比西林)，因此在培養基 B 中有菌落形成，且菌落會有螢光。(E)含質體 z 大腸桿菌，具有抗安比西林基因外，尚具有抗卡納黴素基因，除了能存活在無抗生素培養基 A，亦能存活在培養基 B (含抗生素安比西林)；但不能存活在培養基 C (含抗生素卡納黴素)，因此在培養基 C 中沒有菌落，也不會有螢光。

出處：試題集錦

編號：671887 難易度：中

3. 基因編輯 (Genome Editing) 是直接生物的染色體中插入、刪除或修改某一段 DNA 的技術，此方式與以往的基因轉殖技術不盡相同。基因轉殖技術是將重組 DNA 隨機插入寄主的染色體內，而基因編輯是在特定位置插入基因片段。許多遺傳性疾病起因於基因突變，藥物無法根治，基因編輯技術可以利用特定酵素 (如 Cas9) 精準的刪除突變基因，由於細胞天生具有自動修補能力，因此只要把正確的基因送入細胞核，就有機會讓細胞拿來修補 Cas9 剪下的 DNA 斷口，連結正確基因、完成基因編輯。

() (1) 附圖是重組 DNA 與基因轉殖過程的示意圖，文章中所提到的 Cas9，其功能與圖中 A~E 物質的何者最接近？



(A) A (B) B (C) C (D) D (E) E。

() (2) 有關以往的基因轉殖技術與現代的基因編輯技術之比較，下列敘述哪一項正確？ (A) 基因轉殖技術會改變生物體的遺傳表徵，基因編輯技術不會 (B) 理論上基因轉殖技術與基因編輯技術皆可治癒糖尿病 (C) 基因轉殖技術 DNA 嵌入精準度較低，基因編輯技術精準度較高 (D) 基因轉殖技術無法將外源基因插入寄主染色體內，基因編輯技術可以 (E) 基因轉殖技術必須使用細菌質體作為重組 DNA 的材料，基因編輯技術不需要。

答案：(1)(B)；(2)(C)

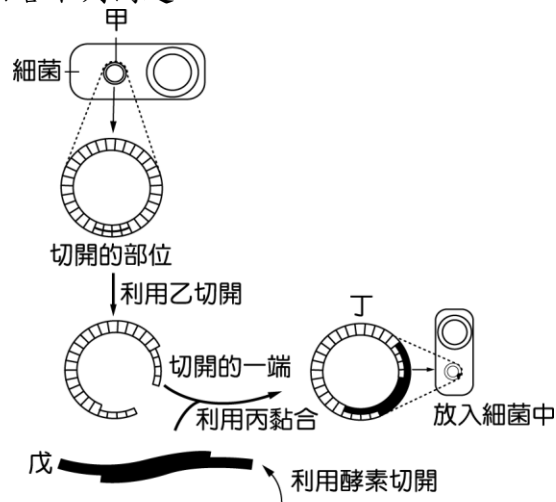
解析：(1) A 為質體 DNA，B 為切斷 DNA 的酵素，C 為連接 DNA 的酵素，D 為重組 DNA，E 為基因轉殖細菌。Cas9 是可刪除突變基因的酵素，功能與 B 相近。

(2) (A) 皆會改變生物體的遺傳表徵。(B) 基因轉殖用於製造胰島素提供給病患，無法治癒糖尿病。(D) 皆可以，只是基因轉殖技術是隨機插入，基因編輯可以精準插入特定位置。(E) 重組 DNA 不一定要使用細菌質體，亦可使用噬菌體 DNA 或人工合成 DNA。

出處：試題集錦

編號：671888 難易度：易

4. 附圖為遺傳工程示意圖，根據此圖，回答下列問題：



() (1) 在附圖中，此細胞所表現的最重要特性，與何者最有關？ (A) 甲 (B) 乙 (C) 丙 (D) 戊。

() (2) 下列有關附圖中戊的敘述，何者正確？ (A) 為 RNA (B) 可為胰島素 (C) 可為螢光基因 (D) 可能是某種酵素。

() (3) 下列敘述何者正確？ (A) 甲可攜帶乙進入新的細胞 (B) 乙又稱為限制酶 (C) 戊來自於甲 (D) 甲與戊均為蛋白質。

答案：(1)(D)；(2)(C)；(3)(B)

解析：(1) 遺傳工程中細胞所表現的最重要特性即是外源基因或目標基因(戊)。故選(D)。

(2) (A) 戊為外源基因或目標基因，成分為 DNA。(B) 胰島素成分為蛋白質，不是 DNA。(C) 螢光基因成分為 DNA。(D) 某種酵素成分為蛋白質，不是 DNA。

(3) (A) 甲可攜帶戊進入新的細胞。(C) 戊來自甲以外的其他生物。(D) 甲與戊均為 DNA。

出處：試題集錦

編號：671889 難易度：中

5. *EcoRI* 是大腸桿菌 (*E. coli*) 體內的一種限制酶，可辨識 GAATTC 的序列，並在 GA 之間予以切割。

() (1) 若以 *EcoRI* 處理一段鹼基序列：CTGAATTGCCTTATGAATTCCGAATTCGAATC，則該序列將會被切成幾個片段？ (A) 2 (B) 3 (C) 4 (D) 5 (E) 6。

() (2) 承上題，下列何者是其中一個片段的鹼基序列？ (A) CTGAATTGCCTTAT (B) AATTGCCTTATG (C) AATTCG (D) AATTCCG (E) ATTCCGA。

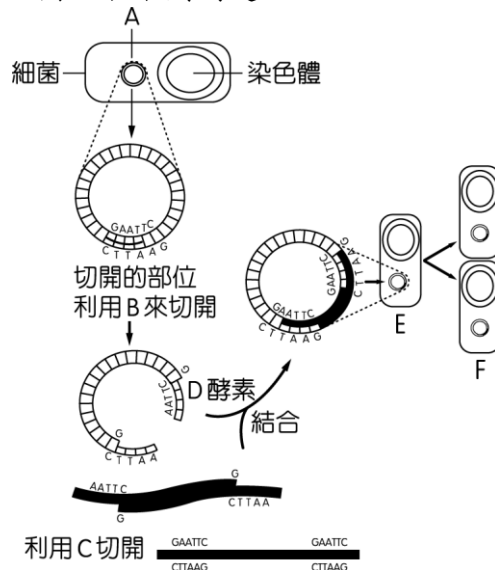
答案：(1)(B)；(2)(D)

解析：*EcoRI* 可辨識的序列為 GAATTC：所以 CTGAATTGCCTTATGAATTCCGAATTCGAATC 有兩個辨識位置，可切成 3 段片段：① CTGAATTGCCTTATG、② AATTCCG、③ ATTCCGAATC。

出處：試題集錦

編號：671890 難易度：易

6. 附圖為基因轉殖技術的操作過程示意圖，請依圖回答下列問題：



() (1) 圖中的 C 是何種酵素？ (A) 和 B 完全相同 (B) 和 D 完全相同 (C) 與 B、D 皆不同 (D) B、C、D 三者皆相同。

() (2) 基因轉殖技術可能有何應用價值？ (A) 生產大量疫苗、激素 (B) 生產抗病性的玉米 (C) 提高農作物的產量 (D) 以上皆是。

() (3) 我們可利用相關的基因轉殖技術，將水母的螢光蛋白基因轉殖到魚體內產生螢光魚，關於螢光魚下列敘述何者正確？ (A) 螢光魚的下一代必為螢光魚 (B) 螢光魚為一新物種 (C) 螢光魚必無法產生下一代 (D) 螢光魚可合成螢光蛋白。

() (4) 承上題，為什麼水母的螢光蛋白基因在魚的體內亦有相同作用？ (A) 各種生物的基因表現方式相同 (B) 各種生物的核糖體組成成分相同 (C) 各種生物的 DNA 組成成分相同 (D) 各種生物的 RNA 組成成分相同。

答案：(1)(A)；(2)(D)；(3)(D)；(4)(A)

解析：(1) A——質體，B、C——相同的限制酶，D——DNA 連接酶。

(2) 皆為此技術的應用價值。

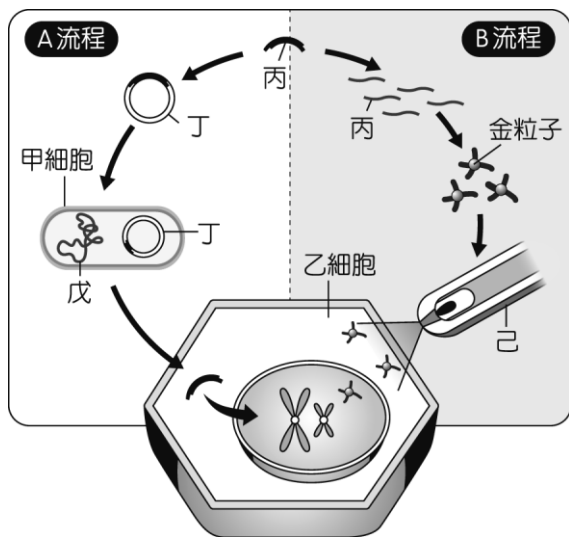
(3) (A)(C) 不一定。(B) 不是新物種。

(4) (A) 遵守基因表現的中心法則。

出處：試題集錦

編號：671891 難易度：中

7. 附圖為製作某基因轉殖生物的兩種操作流程：



- () (1) 甲細胞最有可能為下列何者？(在(A)~(C)中選一項) 乙細胞最有可能為下列何者？(在(D)、(E)中選一項) (A)蘇力菌 (B)大腸桿菌 (C)農桿菌 (D)動物受精卵 (E)植物細胞。
- () (2) 構造丁為何者？(應選2項) (A)細菌的染色體 (B)細菌的質體 (C)重組DNA的載體 (D)重組DNA的外源基因 (E)重組DNA的目標基因。
- () (3) 丙、丁、戊中原本都有5'-GAATTC-3'的序列，此為EcoRI酵素的專一性作用位置。下列關於EcoRI酵素的敘述，哪些正確？(應選3項) (A)為一種限制酶 (B)為一種DNA連接酶 (C)會將序列中DNA兩股間的氫鍵切割開來 (D)EcoRI酵素主要辨識DNA迴文序列 (E)經酵素切割後的DNA，末端會出現單股的構造。
- () (4) 下列有關附圖中基因轉殖B流程的敘述，哪些正確？(應選2項) (A)此法為基因槍 (B)此法為組織培養 (C)此法適用於所有細胞 (D)此法需使用載體 (E)此法利用高壓氣流將金粒子送入乙細胞。

答案：(1)(C)(E)；(2)(B)(C)；(3)(A)(D)(E)；(4)(A)(E)

解析：(1) A流程為利用重組DNA的製備將目標基因轉殖進入細菌胞內；B流程為利用基因槍以金粒子將目標基因轉殖進入植物細胞體內。因此：甲為可穿透植物細胞壁的農桿菌，選(C)。乙為植物細胞，選(E)。

(2) 丁為細菌的質體或重組DNA的載體。(A)細菌的染色體為構造戊。(D)重組DNA的外源基因為構造丙。(E)重組DNA的目標基因亦為構造丙。

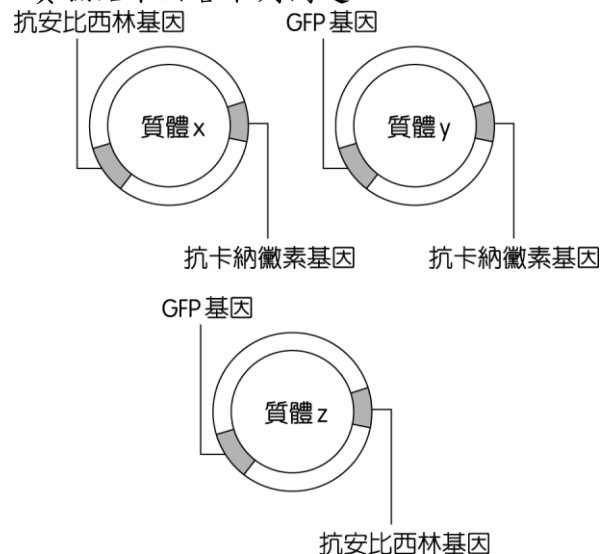
(3) EcoRI為一種限制酶，能辨識並切斷特定含氮鹼基序列的DNA骨架。(B)限制酶不是一種DNA連接酶。(C)限制酶會將序列中DNA兩骨架切斷開來。

(4) (A) B流程為利用基因槍的方式以金粒子將目標基因轉殖送入植物細胞體內。(B)利用植物細胞特有的全潛能性，無性繁殖大量生產稱為植物組織培養。(C)此法僅適用於特定植物細胞。(D)使用基因槍的方式無需製備載體。

出處：試題集錦

編號：671892 難易度：難

8. 基因重組轉殖是現代生物學重要的一個研究方法，其中相當早期的一個方法便是將重組後的質體轉殖入大腸桿菌細胞內，但並非每個大腸桿菌都會被轉殖成功，此時便需要特殊基因協助辨識質體轉殖是否成功，以下有三個不同的質體，其中安比西林和卡納黴素是抗生素，可使細菌死亡，GFP是綠色螢光蛋白。之後將不同處理的大腸桿菌分別放入不同的洋菜培養基中，得到的情況如下表，試以實驗結果回答下列問題：



大腸桿菌植入的質體	洋菜培養基 A (無抗生素)	洋菜培養基 B (含安比西林)	洋菜培養基 C (含卡納黴素)
無質體	+	-	-
質體 x	+	+	+
質體 y	+	-	+
質體 z	①	②	③

- () (1) 請問表格中①②③的情形，應該為何？ (A)+、+、- (B)+、+、+ (C)+、-、+ (D)+、-、- (E)-、+、+。

- () (2) 上述實驗中的大腸桿菌菌落，可進一步利用 GFP 基因表現出的螢光來進一步觀察，請根據上述結果，選出下列正確的敘述？(應選 2 項) (A) 使用質體 x 進行轉殖，並使用洋菜培養基 A 加以培養，全部的菌落都會發螢光 (B) 使用質體 y 進行轉殖，並使用洋菜培養基 A 加以培養，全部的菌落都會發螢光 (C) 使用質體 y 進行轉殖，並使用洋菜培養基 B 加以培養，全部的菌落都會發螢光 (D) 使用質體 z 進行轉殖，並使用洋菜培養基 B 加以培養，全部的菌落都會發螢光 (E) 使用質體 z 進行轉殖，並使用洋菜培養基 C 加以培養，只有部分的菌落會發螢光。

答案：(1)(A)；(2)(B)(D)

解析：(1)(a) 無質體大腸桿菌因不具有抗安比西林基因以及抗卡納黴素基因，因此可存活在洋菜培養基 A (無抗生素)，但不能存活在洋菜培養基 B (含安比西林) 以及洋菜培養基 C (含卡納黴素)。(b) 含質體 x 轉殖之大腸桿菌具有抗安比西林基因以及抗卡納黴素基因，因此可存活在洋菜培養基 A (無抗生素)、洋菜培養基 B (含安比西林) 以及洋菜培養基 C (含卡納黴素)。(c) 含質體 y 轉殖之大腸桿菌具有 GFP 基因以及抗卡納黴素基因，因此可存活在洋菜培養基 A (無抗生素) 以及洋菜培養基 C (含卡納黴素)，但不能存活在洋菜培養基 B (含安比西林)。(d) 含質體 z 轉殖之大腸桿菌具有 GFP 基因以及抗安比西林基因，因此可存活在洋菜培養基 A (無抗生素) 以及洋菜培養基 B (含安比西林)，但不能存活在洋菜培養基 C (含卡納黴素)。

(2)(A) 因為質體 x 不具有 GFP 基因，所以不管在哪一個培養基中都不會發螢光。(B) 含質體 y 轉殖之大腸桿菌具有 GFP 基因以及抗卡納黴素基因，因此可存活在洋菜培養基 A (無抗生素) 且全部的菌落皆會發螢光。(C) 含質體 y 轉殖之大腸桿菌具有 GFP 基因以及抗卡納黴素基因，無法存活在洋菜培養基 B (含安比西林)，因此培養基 B 內不會有任何菌落，且不會發螢光。(D) 含質體 z 轉殖之大腸桿菌具有 GFP 基因以及抗安比西林基因，因此可存活在洋菜培養基 B (含安比西林)，且全部的菌落皆會發螢光。(E) 含質體 z 轉殖之大腸桿菌具有 GFP 基因以及抗安比西林基因，無法存活在洋菜培養基 C (含卡納黴素)，因此培養基 C 內不會有任何菌落，且不會發螢光。

出處：試題集錦

四、閱讀測驗

編號：671893 難易度：難

9. 研究特定基因所扮演的角色，過往我們可以透過基因剔除 (knockout) 技術，但其最大的問題在於複雜的工序、過高的技術門檻以及龐大資金的需求。而 CRISPR / Cas9 技術解決了上述的問題，讓基因研究變得更加平易近人。基因剔除技術的兩項重要關鍵，分別為①具有找到目標基因的方式；②具有破壞或取代目標基因的方法。過往科學家使用的工具主要有兩種，一是 ZFN (Zinc Finger Nuclease)；另一種是 TALEN。這兩者都是利用蛋白質來標定 DNA 的位置，然後利用 FokI 核酸酶剪斷要修改的基因，再進行插入或移除。不過 ZFN 和 TALEN 用來辨識 DNA 位置的蛋白質都不容易製作，這些困難要等到 CRISPR / Cas9 的出現才得以解決。

CRISPR 全名為「群聚且有規律間隔的短回文重複序列」(clustered regularly interspaced short palindromic repeat)，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 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 (CRISPR associated protein 9) 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，可以藉由外界所給予的導引 RNA (gRNA) 去辨認目標基因，進一步進行特定 DNA 切割，以往必須曠日廢時才能得到合適的 ZFN，此時只要合成適合的導引 RNA 即可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 (Huntington's disease) 等。

- () (1) 下列關於基因編輯相關敘述，何者正確？ (A) 現今最常用的技術是 ZFN (B) TALEN 技術主要源自於細菌的免疫系統 (C) CRISPR 技術主要透過 FokI 核酸酶進行 DNA 的切割 (D) ZFN 用來辨識 DNA 位置的蛋白質不容易製作。
- () (2) 下列關於本文的敘述，何者正確？ (A) 基因編輯技術中使用到的 gRNA 是來自噬菌體本身的核酸 (B) CRISPR 基因編輯技術目前只能使用在原核細胞中 (C) Cas9 利用導引 RNA 得到辨認目標 DNA 序列的能力 (D) 在小鼠中基因編輯愛滋病毒相關基因無法有效控制愛滋病毒在細胞中的增殖。

答案：(1)(D)；(2)(C)

解析：(1)(A)(D) 依據內文：「不過 ZFN 和 TALEN 用來辨識 DNA 位置的蛋白質都不容易製作，這些困難要等到 CRISPR / Cas9 的出現才得以解決」，得知：現今最常用的技術是 CRISPR / Cas9，ZFN 用來辨識 DNA 位置的蛋白質不容易製作。(B) 依據內文：「CRISPR 是一種常見於細菌或古細菌的免疫系統。」，得知：主要源自於細菌免疫系統的是 CRISPR 技術。(C) 依據內文：「ZFN……TALEN……然後利用 FokI 核酸酶剪斷要修改的基因，再進行插入或移除」，得知：透過 FokI 核酸酶進行 DNA 切割的是 ZFN 以及 TALEN 技術。

(2)(A) 依據內文：「此時只要合成適合的導引 RNA (gRNA) 即可精確地辨識與剪接目標基因」，得知：基因編輯技術中使用到的 gRNA 是來自人工合成的核酸。(B) 依據內文：「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」，得知：CRISPR 基因編輯技術不僅只使用在原核細胞中，在哺乳類生物亦有所突破。(C) 依據內文：「可以藉由外界所給予的導引 RNA (gRNA) 去辨認目標基因，進一步進行特定 DNA 切割」，得知：Cas9 利用導引 RNA 得到辨認目標 DNA 序列的能力。(D) 依據內文：「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」，得知：在小鼠中基因編輯愛滋病毒相關基因已有效控制愛滋病毒在細胞中的增殖。

出處：試題集錦

編號：671894 難易度：中

10. 1980 年代末期，有病毒學家開始著手研究 mRNA 疫苗，直到新型冠狀肺炎（COVID-19）爆發前，已成功開發出可預防流感、瘧疾與狂犬病等傳染性疾病的 mRNA 疫苗。而近期因應 COVID-19 所開發的眾多疫苗中，mRNA 疫苗的優良防護效果，也讓它成為民眾較為信賴的疫苗選擇，包括 BNT162b2（輝瑞-BioNTech 疫苗）和 mRNA-1273（Moderna 莫德納疫苗）。

mRNA 疫苗顧名思義就是利用 mRNA 引發人體免疫反應的疫苗。以輝瑞疫苗為例，其利用的是可以轉譯出新型冠狀病毒棘狀蛋白的 mRNA，注入人體後細胞就能製造出病毒的棘狀蛋白，繼而引發一系列的免疫反應，產生對病毒的免疫力。

而 mRNA 疫苗是如何被製作出來的呢？首先，會透過基因轉殖技術，將含有病毒特定基因的質體轉殖入大腸桿菌，經由大腸桿菌繁殖的同時複製出大量的質體，再將質體從大腸桿菌中萃取出來，確認其序列無誤後便可利用酵素切取質體中的病毒基因片段，接著再由 RNA 聚合酶轉錄出 mRNA。至此雖然獲得了疫苗中最重要主體，但下一階段才是關鍵的步驟。mRNA 是單股結構，其穩定性不如 DNA 的雙股結構來得高，容易受到高溫破壞，而且人體內具有許多可將 RNA 分解的酵素（如 RNase），所以需要提供 mRNA 足夠的保護才能使其進入人體細胞中。目前的方式多是將 mRNA 包裹於由脂質製成的膜內，形成「脂質奈米顆粒」（lipid nanoparticle, LNP），如此一來可供施打的疫苗便算是完成了，不過要注意的是，雖然有了脂質的保護，但還是改變不了 mRNA 容易受高溫破壞的性質，因此在運輸與儲存的過程中都必須保持低溫，才能維持 mRNA 疫苗的效力。

另外在 2021 年 9 月，同樣發展出 COVID-19 疫苗的——阿斯特捷利康（AstraZeneca，簡稱 AZ）宣布，將與英國生技公司 VaxEquity 合作開發「自我擴增 RNA」（self-amplifying RNA，簡稱 saRNA）的技術，發展新一代的 RNA 療法與疫苗。saRNA 是另一種 RNA，其作用原理與 mRNA 相似，但多了自我複製、擴增的能力，因此 saRNA 可以比 mRNA 轉譯出更多的蛋白質。若這項技術成功開發出來，不但能降低 RNA 疫苗或藥劑的使用劑量與投藥頻率，也將能拓展 RNA 療法更多的可能性。（文章擷取自三民誌第 17 期 2021 年 12 月 RNA 在醫學上的應用）

() (1) 根據本文，下列敘述何者錯誤？ (A) 相較於 DNA，RNA 有結構穩定，不易造成患者基因長期改變與容易發展客製化醫療等優點 (B) mRNA 疫苗除了應用在新冠肺炎之外，也可以用來預防流感、瘧疾與狂犬病 (C) 在大腸桿菌繁殖複製 DNA 時所參與的酵素是 DNA 聚合酶 (D) 除了 mRNA 疫苗以外，現在也正積極發展 saRNA 的疫苗。

() (2) 根據文章，下列推論何者最合理？ (A) 脂質奈米顆粒可以穿過細胞膜，運送 mRNA 抵達細胞內部，故可知此膜狀構造與細胞膜是相似的 (B) 透過施打新冠肺炎疫苗，使病毒的 mRNA 運送至細胞核後，配合人體的核糖體就可以轉譯出病毒的棘狀蛋白，引發一系列的免疫反應 (C) 利用新冠肺炎病毒的 DNA 建構出重組 DNA 時，是利用 DNA 聚合酶切割質體，再用連接酶將 DNA 重新黏接起來 (D) 眾多新冠疫苗中的莫德納疫苗目前接種劑量是 0.5 mL，若改使用 saRNA 製作此疫苗，則劑量應維持 0.5 mL 或更多。

答案：(1)(A)；(2)(A)

解析：(1)(A) 依據內文：「mRNA 是單股結構，其穩定性不如 DNA 的雙股結構來得高，容易受到高溫破壞……」，得知相較於 DNA，RNA 結構較不穩定。

(2)(A) 依據內文：「目前的方式多是將 mRNA 包裹於由脂質製成的膜內，形成「脂質奈米顆粒 (lipid nanoparticle, LNP)」，得知脂質奈米顆粒可以穿過細胞膜，其結構與細胞膜相似。(B) 依據內文：「利用的是可以轉譯出新型冠狀病毒棘狀蛋白的 mRNA，注入人體後細胞就能製造出病毒的棘狀蛋白……」，得知人體細胞的轉譯發生在細胞質的地方，而施打的新冠肺炎疫苗便是使病毒的 mRNA 運送至細胞質進行轉譯而產生病毒的棘狀蛋白，繼而引發一系列的免疫反應，產生對病毒的免疫力。(C) 新冠肺炎病毒的遺傳物質為 RNA，不是 DNA。建構重組 DNA 時，切割質體的酵素是 DNA 限制酶，而不是 DNA 聚合酶。(D) 依據內文：「若這項技術成功開發出來，不但能降低 RNA 疫苗或藥劑的使用劑量與投藥頻率，也將能拓展 RNA 療法更多的可能性」，得知若改使用 saRNA 製作此疫苗，則劑量應維持比 0.5 mL 更少。

出處：試題集錦

編號：671895 難易度：難

11. 農桿菌原來只是植病學家研究的對象，演變為農業生技的重要技術媒介，其歷史可追溯到西元 1897 年，義大利的 Fridiano Cacara 博士首先在葡萄藤的根莖交接處，觀察到如腫瘤般脹大的病徵。經進一步分離研究，發現它是由桿狀的細菌 *Agrobacterium vitis* 感染所致。1974 年，美國洛克菲勒大學的 Armin C. Braun 博士證實植物的腫瘤組織即使沒有細菌存在，仍可繼續增生繁殖，顯示這些受感染的植物細胞已被細菌分泌出的某種物質改變。而隨著近代分子生物學的進步，終於在農桿菌中分離出與產生腫瘤能力有關的大型質體，命名為 Ti 質體 (Tumor-inducing Plasmid)。1977 年，美國華盛頓大學的 Eugene W. Nester 博士、Mary-Dell Chilton 博士等人更發現，在植物腫瘤細胞中有一段誘導腫瘤的質體 DNA 存在，使得受感染的植物細胞產生如此劇烈變化，因此稱這段 DNA 為 T-DNA。這結果顯示農桿菌可以跨越原核生物與真核生物的鴻溝，把遺傳物質從原核生物轉移至真核生物，進而改變真核生物的生長與發育。

農桿菌感染植物後使其產生腫瘤，是為了能利用腫瘤細胞不斷增生的能力，同時讓腫瘤細胞產生可供農桿菌利用的能量，而不需用到農桿菌本身的資源。農桿菌原存在於土壤裡，當植物因機械性傷害或昆蟲咬傷產生傷口時，這些傷口會分泌一些酚類化合物或醣類分子，用於修補傷口或抵抗病原菌入侵。這時農桿菌會利用 VirA 致病蛋白質所組成的感應系統，去感受這些植物分子的存在，進而伺機攻擊植物，開始其感染過程。農桿菌利用致病蛋白質把 Ti 質體打開，截切一段特定 DNA 產生單股的 T-DNA，把 T-DNA 運送至植物細胞核中，以幫助 T-DNA 插入植物染色體中。在野生種農桿菌 T-DNA 上，含有負責合成植物激素的基因。當植物細胞表現 T-DNA 時，會使得植物細胞大量合成植物生長素和細胞分裂素，造成植物細胞不正常地增生分裂產生腫瘤。

- () (1) 科學家常以下列何者為媒介，將重組 DNA 送入植物細胞內？ (A) 大腸桿菌 (B) 腫瘤細胞 (C) 蘇力菌 (D) 農桿菌。
- () (2) 文中提到「1974 年，美國洛克菲勒大學的 Armin C. Braun 博士證實植物的腫瘤組織即使沒有細菌存在，仍可繼續增生繁殖，顯示這些受感染的植物細胞已被細菌分泌出的某種物質改變」。其中的「某種物質」是什麼？ (A) VirA 致病蛋白質 (B) Ti 質體 (C) T-DNA (D) 酚類化合物。
- () (3) 若想將螢光酵素基因轉殖至菸草細胞中，使細胞不腫瘤化並能經組織培養製造出螢光菸草，最可行的方法是利用下列哪一種經改造後的農桿菌去感染菸草細胞？ (A) 將螢光酵素基因插入 T-DNA 中 (B) 將 Ti 質體更換成螢光酵素基因 (C) 將螢光酵素基因插入農桿菌本身的染色體中 (D) 將螢光酵素基因插入合成 VirA 蛋白質的基因中。
- () (4) 關於農桿菌之 T-DNA 和 Ti 質體之敘述，何者錯誤？ (A) Ti 質體是 T-DNA 上的一段序列 (B) T-DNA 是農桿菌體內一段腫瘤誘導 DNA (C) 致病蛋白質可有類似限制酶能切開 Ti 質體的功能 (D) Ti 質體是從農桿菌中分離出與細菌的腫瘤產生能力有關的大型質體。

答案：(1)(D)；(2)(C)；(3)(A)；(4)(A)

- 解析**：(1) 依據內文：「這結果顯示農桿菌可以跨越原核生物與真核生物的鴻溝，把遺傳物質從原核生物轉移至真核生物，進而改變真核生物的生長與發育」，得知科學家常以農桿菌為媒介將重組 DNA 送入植物細胞內。
- (2) 依據內文：「1974 年，美國洛克菲勒大學的 Armin C. Braun 博士……終於在農桿菌中分離出與產生腫瘤能力有關的大型質體，命名為 Ti 質體」，以及「1977 年，美國華盛頓大學的 Eugene W. Nester 博士……發現，在植物腫瘤細胞中有一段誘導腫瘤的質體 DNA 存在，使得受感染的植物細胞產生如此劇烈變化，因此稱這段 DNA 為 T-DNA」，得知 1974 年 Armin C. Braun 博士找到的是造成產生腫瘤能力的 Ti 質體，而其所欲尋找的「細菌分泌出的某種物質」則是由 1977 年 Eugene W. Nester 等所找到的「使得受感染的植物細胞產生如此劇烈變化」的 T-DNA。
- (3) 依據內文：「在野生種農桿菌 T-DNA 上，含有負責合成植物激素的基因。當植物細胞表現 T-DNA 時，會使得植物細胞大量合成植物生長素和細胞分裂素，造成植物細胞不正當地增生分裂產生腫瘤。」，得知若想使細胞不腫瘤化並能經組織培養製造出螢光菸草，則須將螢光酵素基因轉殖至農桿菌 Ti 質體的 T-DNA 上，使得 Ti 質體的 T-DNA 無法製造植物生長素和細胞分裂素，而是製造出插入的螢光酵素基因，故選(A)。
- (4) 依據內文：「農桿菌利用致病蛋白質把 Ti 質體打開，截切一段特定 DNA 產生單股的 T-DNA，把 T-DNA 運送至植物細胞核中，以幫助 T-DNA 插入植物染色體中」，得知 T-DNA 是位在 Ti 質體上的一段序列，故選(A)。

出處：試題集錦

編號：671896 難易度：難

12. 首例經基因編輯的人類嬰兒於 2018 年誕生，同時引起世人對此技術的關注與相關研究倫理的討論。這項技術針對染色體上 DNA 的特定位置進行序列切除、插入或置換。其原理是對特定 DNA 位置進行辨識，與製造此處雙股 DNA 的斷裂。目前主要有三種核酸酶系統可以使用，分別為鋅指核酸酶 (ZFN)、類轉錄活化因子核酸酶 (TALEN) 以及 CRISPR/Cas9。當雙股 DNA 斷裂時，細胞核內的修復系統便會啟動，並嘗試重新黏合斷裂的 DNA，此種修復方式稱為非同源性末端接合。然而在黏合的過程中可能發生錯誤，使目標 DNA 上造成缺失或插入性突變。若細胞在修復斷裂的雙股 DNA 時，利用與切口兩端相同的序列進行同源重組來修復 DNA，則會使目標 DNA 恢復原本序列。首例基因編輯嬰兒計畫使用 CRISPR/Cas9 對人類愛滋病毒受器基因 *CCR5* 進行編輯，使其失去原有功能，此計畫下誕生了一對雙胞胎，她們的 *CCR5* 基因上有著不同的突變，愛滋病毒可能因無法辨識突變的 *CCR5* 蛋白質，而失去對人的感染力。然而，對基因編輯可能產生的影響未有足夠的了解之前，貿然對人類進行基因編輯的風險，以及計畫執行者是否對受試者揭露充分的相關資訊，皆使此一計畫充滿爭議。
- () (1) ZFN 的酵素功能與下列何者最接近？ (A) 胰蛋白酶 (B) DNA 聚合酶 (C) RNA 聚合酶 (D) 限制酶。
- () (2) 從文中判斷，首例基因編輯嬰兒的誕生，經歷下列哪一過程？ (A) 以 TALEN 在 *CCR5* 基因上製造雙股 DNA 斷裂 (B) 以 CRISPR/Cas9 在 *CCR5* 基因上製造單股 DNA 斷裂 (C) 以非同源性末端接合進行 DNA 修復 (D) 以同源重組進行 DNA 修復。
- () (3) 下列哪些是基因編輯嬰兒計畫對人類族群的可能風險？(應選 3 項) (A) *CCR5* 基因上的突變無法遺傳給下一代 (B) 失去 *CCR5* 蛋白質功能對人的健康產生影響 (C) 基因編輯技術必造成後代染色體異常 (D) 基因編輯後的 *CCR5* 基因轉譯出具新功能的 *CCR5* 蛋白質 (E) 除了 *CCR5* 基因，染色體 DNA 上有其它可被核酸酶系統辨識的序列，因而在非目標 DNA 上造成突變。

答案：(1)(D)；(2)(C)；(3)(B)(D)(E)

- 解析**：(1) 依據內文：「…其原理是對特定 DNA 位置進行辨識，與製造此處雙股 DNA 的斷裂。目前主要有三種核酸酶系統可以使用，分別為鋅指核酸酶 (ZFN)、類轉錄活化因子核酸酶 (TALEN) 以及 CRISPR/Cas9 …」，可知 ZFN 會對特定 DNA 位置進行辨識，並製造此處雙股 DNA 的斷裂，此即與限制酶的酵素功能相似，故選(D)。
- (2) (A)(B) 基因編輯嬰兒是利用 CRISPR/Cas9 在 *CCR5* 基因上製造雙股 DNA 斷裂，不是利用 TALEN 製造 DNA 斷裂，且製造出的 DNA 斷裂是雙股斷裂不是單股斷裂。(C)(D) 依據內文：「…首例基因編輯嬰兒計畫使用 CRISPR/Cas9 對人類愛滋病毒受器基因 *CCR5* 進行編輯，使其失去原有功能，此計畫下誕生了一對雙胞胎，她們的 *CCR5* 基因上有著不同的突變，愛滋病毒可能因無法辨識突變的 *CCR5* 蛋白質，而失去對人的感染力。」，可知 *CCR5* 基因原本可被人類愛滋病毒辨識而感染人類，經 CRISPR/Cas9 編輯過的 *CCR5* 基因即失去原有功能，使得愛滋病毒因無法辨識突變的 *CCR5* 蛋白質，而失去對人的感染力。這種使目標 DNA (*CCR5* 基因) 失去原本序列功能的修復方式，稱為非同源性末端接合。

(3)(A)若 *CCR5* 基因位於生殖細胞，則此突變可遺傳給下一代。(C)無法依據內文得知基因編輯後基因序列是否會造成染色體異常，甚至此異常染色體會遺傳至下一代。

出處：試題集錦

編號：671897 難易度：難

13. 水稻是亞洲人的主要糧食作物，將野生稻與栽培稻雜交時常會造成無法產生後代的「雜交不稔」現象，這樣的遺傳障礙會妨礙將野生稻中有利的基因導入栽培稻中。為了了解這種妨礙基因轉殖的屏障，最新的研究報告指出，野生稻與栽培稻之間雜交不稔主要由數量性狀基因座 (quantitative trait locus, QTL) 所決定；這組 QTL 含有 2 個基因，皆表現在配子發生時；其中一個基因產生一個毒性分子，會影響花粉的發育，而另一個基因則產生一個解毒分子，是花粉存活所必需。因此，這組 QTL 的遺傳特性能夠成為引導產生種子演化發展的基礎，促進生殖隔離。請回答下列問題：

- () (1) 有關野生稻與栽培稻間雜交不稔的現象，下列相關的敘述何者正確？ (A) 每個基因的突變都會造成雜交不稔 (B) 發生在逆境情況下 (C) 是個「毒性—解毒系統」的調控關係 (D) 由單個基因所調控。
- () (2) 下列有關水稻雜交試驗的敘述，何者正確？ (A) 野生稻因不利於雜交，所以是無用的遺傳資源 (B) 含有解毒分子的花粉，有利於種子的產生 (C) 不具有解毒分子的花粉，環境條件適合時仍可以存活 (D) QTL 是指 RNA 分子的數量。

答案：(1)(C)；(2)(B)

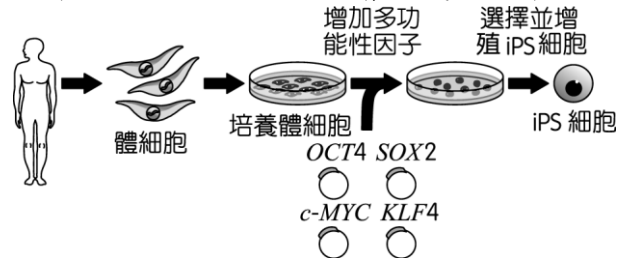
解析：(1)(A)(B) 依據內文：「最新的研究報告指出，野生稻與栽培稻之間雜交不稔主要由數量性狀基因座 (quantitative trait locus, QTL) 所決定」，可知造成雜交不稔主要由數量性狀基因座所決定，與逆境情況無關。(C)(D) 依據內文：「這組 QTL 含有 2 個基因，皆表現在配子發生時；其中一個基因產生一個毒性分子，會影響花粉的發育，而另一個基因則產生一個解毒分子，是花粉存活所必需」，可知雜交不稔由 2 個基因所調控，且是個「毒性—解毒系統」的調控關係。

(2)(A) 依據內文：「這樣的遺傳障礙會妨礙將野生稻中有利的基因導入栽培稻中」，可知野生稻也有有利的基因。(B)(C) 依據內文：「其中一個基因產生一個毒性分子，會影響花粉的發育，而另一個基因則產生一個解毒分子，是花粉存活所必需」，可知含有解毒分子的花粉有利於種子的產生。若不具有解毒分子的花粉，則另一基因會產生一個毒性分子，而影響花粉的發育。(D) 依據內文：「這組 QTL 含有 2 個基因」，可知 QTL 是指基因的數量。

出處：試題集錦

編號：671898 難易度：中

14. 2012 年諾貝爾醫學獎得主之一為日本的山中伸彌，其所研究的主題為「誘導性多功能幹細胞」(Induced pluripotent stem cells, iPS 細胞)。2006 年時，山中伸彌將四個重要的調節基因 *OCT4*、*SOX2*、*C-MYC* 和 *KLF4*，分別由反轉錄 (可利用 RNA 為模版製造 DNA) 病毒插入細胞的 DNA 中。這些基因的產物為轉錄因子，可以將成年體細胞回復成胚胎狀態，具有分裂成各種型態細胞的能力，所以 iPS 細胞可能很快會取代胚胎幹細胞，開啟治療的曙光。



最近，日本科學家利用由雌性實驗鼠胎兒體細胞培養得到的 iPS 細胞，添加生理活性物質促進其分化，培養出原始生殖細胞。科學家進而將其和能發育成卵巢的細胞一起培養，之後再移植到雌鼠的卵巢中，成功獲得了尚未成熟的卵。之後科學家將其從卵巢中取出，人工培養到成熟可受精狀態，再使這些卵和正常實驗鼠的精子體外受精後，成功誕生出健康、有正常生殖能力的小鼠。該研究小組於 2011 年 8 月曾成功「人造」實驗鼠精子，因此理論上利用 iPS 細胞培養的精子 and 卵可以「人造」受精卵，進而使「人造生命」成為可能，這對不能生成卵的不育女性是一個好消息。2014 年，美國約翰霍普金斯大學的研究人員利用 iPS 細胞培養出視網膜細胞，科學家把電極連接到單一感光細胞，並且對著感光細胞照射光源，感光細胞接著就釋出了一個生化訊號，看起來與人體視網膜感光細胞的反應類似，這項技術讓有視網膜病變的患者有重見光明的可能性。

- () (1) 文章中，山中伸彌所研發的 iPS 細胞的特性描述，哪些正確？(應選 3 項) (A) 具有分裂成各種型態細胞的能力 (B) 可以免除由胚胎取得幹細胞的道德危機 (C) iPS 細胞可培養成精子和卵 (D) 可以由 iPS 細胞分裂發育成完整的個體 (E) iPS 細胞可發育成一個完整的眼睛。
- () (2) 使用反轉錄病毒將外來 DNA 插入細胞 DNA 的技術時，接在病毒核酸上的分子構造為何？ (A) DNA (B) 蛋白質 (C) RNA (D) 核糖體。

答案：(1)(A)(B)(C)；(2)(C)

解析：(1)(D) 由 iPS 細胞培養可得原始生殖細胞，還需要後續的有性生殖過程，並且得於母體中生長發育，才能得到完整的子代個體。(E) 2014 年的研究培養出視網膜感光細胞，目前尚不確定能否達成完整的器官製作。

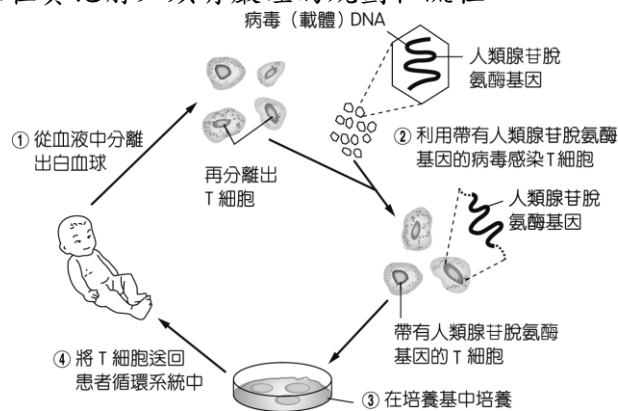
(2) 反轉錄病毒為 RNA 病毒，RNA 才能與此單股連接。

出處：試題集錦

編號：671899 難易度：易

15. 基因療法是指將外來的基因送入特定的細胞內，以治療遺傳疾病的方式。第一個成功的案例出現在美國，患者得了

一種稱為先天性腺苷脫氨酶缺乏症（簡稱 ADA）的疾病，由於缺少腺苷脫氨酶，患者通常會喪失免疫能力，很容易因為感染疾病而死亡。治療的方法如附圖，先將自身的 T 細胞取出，再利用病毒載體攜帶正常的基因轉殖入細胞內，然後送回病人的循環系統，經過一段時間觀察，病情有顯著的改善。但不是所有的基因療法都能成功地治癒疾病，失敗的案例也層出不窮，主要是因為這種療法尚在起步階段，而且對於許多疾病的運作機制和遺傳調控過程並不是十分清楚，這些都是基因療法有待克服的障礙，所以在實施前必須有嚴謹的規劃和流程。



- () (1) 請問文章中基因療法所使用的載體為下列何者？ (A) 腺苷脫氨酶基因 (B) T 細胞 (C) 質體 (D) 病毒。
- () (2) 關於先天性腺苷脫氨酶缺乏症的敘述，下列何者正確？ (A) 患者會出現喪失免疫能力的現象 (B) 只有白血球會攜帶此疾病的基因 (C) 不會遺傳給後代 (D) 造血功能也會喪失。
- () (3) 關於基因療法的敘述，下列何者正確？ (A) 能夠治療目前所有的遺傳疾病 (B) 可以改變病患的性狀 (C) 可以治療傳染性疾病 (D) 成功率相當高。

答案：(1)(D)；(2)(A)；(3)(B)

解析：(1) 文中顯示載體為病毒。

(2) 缺乏腺苷脫氨酶，患者通常會喪失免疫功能。

(3) (A) 目前基因療法能治療的疾病仍少。(C) 非治療傳染性疾病的方法。(D) 仍在起步中，失敗的案例層出不窮。

出處：試題集錦

編號：671900 難易度：中

16. 番茄為自花授粉的植物，原產於溫帶地區，近年由於其營養價值而大量在臺灣種植。然而臺灣夏季高溫多溼，大多數品種不耐熱，造成產量降低。早期農業為了提升番茄在亞熱帶地區的產量，挑選特定品系番茄雜交，進行育種，目前已有某些品系具有耐熱的性質。近年也利用基因轉殖的方式，轉殖耐熱基因至不耐熱的品系，使其具有耐熱的性質。

已知不耐熱品系的番茄，在高溫生長時有以下特性：葉片容易捲曲、雌蕊花柱高於雄蕊、花粉發育異常、授粉後花早落。科學家發現轉殖基因 A 於不耐熱的番茄品系中，可使高溫生長下的雌蕊花柱不會高出雄蕊；轉殖基因 B 於不耐熱的番茄品系中，可使花粉在高溫下萌發率提高，此研究有助於提高番茄於高溫地區的產量。據此，請回答下列問題：

- () (1) 要改善番茄於高溫下生長產量降低的問題，哪一個特性並非迫切需要改善的？ (A) 葉片容易捲曲 (B) 雌蕊花柱高於雄蕊 (C) 花粉發育異常 (D) 授粉後花早落。
- () (2) 關於早期育種的方式和現今使用基因轉殖的方式，下列敘述何者正確？ (A) 育種是利用無性生殖的特性，基因轉殖是利用突變的方式 (B) 育種和基因轉殖皆能保證產生的番茄品系具備想要改變的特定性狀 (C) 育種和基因轉殖皆屬於人擇 (D) 育種會產生遺傳物質的重組，基因轉殖則不會有遺傳物質的重組。
- () (3) 關於轉殖基因 A 與 B 的敘述，何者正確？ (A) 基因 A 可提高花粉的活性 (B) 基因 A 可促進番茄自花授粉成功率 (C) 基因 B 不可促進番茄的受精機率 (D) 基因 B 不可提高花粉的活性。
- () (4) 關於基因轉殖的敘述，何者正確？ (A) 基因轉殖就是一種生物複製技術，可以保留優良的性狀 (B) 基因轉殖與傳統育種技術，都同樣只是改善農作物和牲畜基因的行為，可以無限制的大量推廣 (C) 基因轉殖可應用於試管嬰兒，可改善人類無法生育的問題 (D) 基因轉殖所造成的衝擊目前尚無法預估，因此政府應立法規範基因改造生物的流通。

答案：(1)(A)；(2)(C)；(3)(B)；(4)(D)

解析：(1) (A) 葉片捲曲與植物的生殖較無直接關聯。(B)(C)(D) 與番茄的受精作用較相關。

(2) (A) 育種仍為有性生殖，選出符合人類需求的個體；基因轉殖非突變，而是植入特定基因。(B) 不能保證完全符合。(D) 皆具有基因重組的特性。

(3) (A) 基因 B。(C) 可促進受精機率。(D) 可提高花粉活性。

(4) (A) 基因轉殖非複製的技術。(B) 因影響層面仍無法認定，因此不宜無限制的大量推廣。(C) 基因轉殖應用在試管嬰兒，與改善無法生育的問題無關。

出處：試題集錦

編號：671901 難易度：難

17. 某甲身體出現血糖過高的現象，經過醫生證實「此人體內胰島素的濃度比一般正常人低許多」，也就是甲具有糖尿病。科學家推測醫療糖尿病的可能方法，整理後有下列 2 點：a. 給予糖尿病患者降血糖藥劑，使血糖降低至正常數值。b. 給予糖尿病患者胰島素，以取代原本缺乏的胰島素。科學家再根據可能的 a、b 兩種醫療方法，繼續深入探討。發覺其他血緣關係與人類相近的動物也會分泌胰島素，但其結構與人的胰島素略有差異，可能會造成免疫的相關問題，於是繼續

朝著基因工程的概念思考，推論「若將人類的胰島素基因植入細菌中，則細菌就可產生人類的胰島素了。」根據以上敘述，回答下列各題：

- () (1) 科學家發現「其他血緣關係與人類相近的動物也會分泌胰島素，但其結構與人的胰島素略有差異，可能會造成免疫的相關問題」，真正科學的概念或理論上，血緣關係與胰島素的結構會有相關性嗎？(A)會，因為胰島素的結構與生物體內的基因有關 (B)會，因為生物無法通用不同胰島素 (C)不會，因為就已經叫胰島素了，所以都是一樣的 (D)不會，因為胰島素只要會降低血糖就好，不會造成其他問題。
- () (2) 由科學家的推論，「若將人類的胰島素基因植入細菌中」這句話，在生物學上該如何做到將基因植入細菌的操作？(A)將基因以限制酶活化再滲入 (B)將細菌染色體抽出再插入基因 (C)將細菌質體抽出再插入基因 (D)以微探針將基因注入細菌體內。
- () (3) 若科學家真的把人類的基因植入細菌體內，且順利活化基因，細菌能根據此植入基因產生人類的蛋白質嗎？(A)可以，因為細菌具有核糖體 (B)不可以，因為細菌的基因表現方式與人類不同 (C)可以，因為細菌體內高基氏體和人類的相同 (D)不可以，因為生物種類不同，胺基酸也不同。
- () (4) 若科學家真的把非細菌的基因植入細菌體內，需要何種酵素把目標基因剪下？需要何種酵素把目標基因黏進細菌的DNA？(應選2項) (A)聚合酶 (B)限制酶 (C)核苷酸酶 (D)連接酶。

答案：(1)(A)；(2)(C)；(3)(A)；(4)(B)(D)

解析：(1) 生物間的遺傳物質具有種別上的差異性，胰島素是基因的蛋白質產物，血緣關係與人類相近的動物便會存在著與人類胰島素基因某種程度上的差異，這些基因上的差異性便會在蛋白質產物上造成變異。因此，對病患施打他種生物來源的胰島素，便會在患者體內引發免疫相關問題，故選(A)。

(2) 將人類胰島素基因及細菌質體DNA利用重組DNA的技術，重新組合，最後再將此重組DNA轉殖入原本不含質體的細菌，並大量培養此細菌，使其大量產生人類的胰島素，故選(C)。

(3) (A)核糖體是蛋白質的合成場所，而細菌具有無膜狀胞器：核糖體，可依據細胞內的DNA內容來轉譯出蛋白質產物。(B)細菌與人體的基因表現皆是依據遺傳中心法則(DNA → RNA → 蛋白質)來完成轉錄作用及轉譯作用。(C)細菌屬於原核生物，不具有膜狀胞器。(D)胺基酸分子為構成蛋白質的最小基本單元，不具有種別性的差別。

(4) 重組DNA的技術是利用限制酶把目標基因剪下，再利用連接酶把目標基因黏進細菌的DNA。

出處：試題集錦

編號：671902 難易度：中

18. 科幻小說中將基因改造的蚊子，變成天然的疫苗注射器，雖然現在的科技尚無法實現這樣的幻想，但改造害蟲讓牠無法成為病源的傳播者，甚至成為對抗病害的新武器，卻是個可行的點子。

此外，基因轉殖也可用於改良益蟲，例如：蜜蜂容易受到病害和寄生蟲的侵害，昆蟲遺傳學家正在努力增強其抗病性及對抗殺蟲劑的能力；有些科學家則試圖為蠶轉殖入蜘蛛的基因，使其蠶絲能更加堅韌，可用於製造防彈背心、降落傘或人工韌帶。

為了避免基因汙染，科學家可能會利用輻射來破壞基因、改造昆蟲的生育能力，導致基因改造昆蟲的健康不佳，野放後也很難和同類競爭。基因改造昆蟲是會移動的小生物，因此比基因改造作物更難以掌控。當我們滿心期待剋蟲新利器時，更應小心評估那不可預知的風險。(參考資料：GM 基因改造科技資訊網：

http://gm.coa.gov.tw/web/content/theme/theme_1.aspx?cid=7) 請根據本文，回答下列問題。

- () (1) 每年全球農業因蟲害造成數十億美元的損失，同時有數百萬人因蟲害所帶來的疾病而死亡，下列何者為本文提供的解決方法？(A)使用低汙染性的殺蟲劑 (B)隔離有害昆蟲 (C)利用生物防治 (D)使用基因轉殖方式改造害蟲。
- () (2) 以下何者非基因改造昆蟲的應用？(A)使蠶吐出更堅韌的蠶絲 (B)使害蟲無法攜帶病害 (C)使益蟲能製造殺蟲劑 (D)使益蟲能對抗殺蟲劑。
- () (3) 下列哪一方法能最有效防止基因轉殖昆蟲的基因外流至生態系，影響到生態環境中的其他生物？(A)破壞基因改造昆蟲的生育能力 (B)破壞基因改造昆蟲的移動能力 (C)減短基因改造昆蟲的壽命 (D)增加殺蟲劑的使用。

答案：(1)(D)；(2)(C)；(3)(A)

解析：(1) 原文摘要：改造害蟲讓牠無法成為病源的傳播者，甚至成為對抗病害的新武器。

(2) (A)為蠶轉殖入蜘蛛的基因，使其蠶絲能更加堅韌，可用於製造防彈背心、降落傘或人工韌帶。(B)改造害蟲讓牠無法成為病源的傳播者。(C)(D)昆蟲遺傳學家正在努力增強其抗病性及對抗殺蟲劑的能力，而不是使昆蟲「製造」殺蟲劑。

(3) 原文摘要：為了避免基因汙染，科學家可能會利用輻射來破壞基因改造昆蟲的生育能力，導致基因改造昆蟲的健康不佳，野放後也很難和同類競爭。

出處：試題集錦

編號：671903 難易度：中

19. 近年來農藥的發明使病蟲的危害大幅降低，可是害蟲可能產生抗性，農藥也對環境造成嚴重壓力，因此現代農業藉由生物科技將抗蟲基因轉殖入農作物中，讓農作物本身具有抗蟲特性。目前已廣泛使用的抗藥基因，主要來自「蘇力菌」(*Bacillus thuringiensis*)。蘇力菌會產生抗蟲結晶蛋白——Bt 蛋白，當該蛋白進入特定昆蟲的腸道，會與腸道中特定的專一性受體(receptor)結合並破壞其腸道，最終造成害蟲死亡。因此轉殖蘇力菌的結晶蛋白基因可讓植物產生抗蟲的特性，而人類和其他哺乳類動物的腸道並沒有此特定受體，因此不會對其產生傷害。另外臺大葉開溫教授也從甘藷中選

殖出抗蟲基因「甘藷儲藏蛋白基因」。甘藷儲藏蛋白是一種胰蛋白酶抑制因子，可以抑制許多不同昆蟲腸胃道中分解蛋白質的酵素，使其無法消化蛋白質而停止進食，如果勉強進食則會引起腹瀉。甘藷儲藏蛋白的另一特性是可以抵抗昆蟲腸道中 pH 值 9~11 的鹼性環境，而無法在人類和其他哺乳動物的腸胃道中生存，因此不會造成不良影響。轉殖甘藷儲藏蛋白基因的基改作物對環境破壞較小，因為蘇力菌的 Bt 蛋白會殺死昆蟲，而具有抗性的昆蟲則會將抗性基因傳給下一代，但是甘藷儲藏蛋白卻不會殺死昆蟲，只是讓昆蟲不繼續吃作物。請依本文所述及相關知識，回答下列問題：

- () (1) 本文中提蘇力菌可以運用於病蟲害的危害防制，請問下列敘述何者正確？ (A) 當蘇力菌進入昆蟲腸道後，可以破壞昆蟲的腸道而抑制病蟲的危害 (B) 昆蟲會因應蘇力菌轉殖作物而產生抗性基因 (C) 蘇力菌的 Bt 蛋白可專一性針對害蟲進行防治 (D) 人體腸道中可有效分解 Bt 蛋白，因此不會受到 Bt 蛋白的影響。
- () (2) 請問本文中有關甘藷儲藏蛋白的敘述，何者正確？ (A) 甘藷儲藏蛋白可以抑制蛋白分解酵素的作用 (B) 作用機制和蘇力菌 Bt 蛋白相似，皆透過影響腸道來殺死害蟲 (C) 相較於來自細菌的 Bt 蛋白，因為甘藷儲藏蛋白基因來自植物所以對環境影響較小 (D) 甘藷儲藏蛋白能忍受昆蟲腸道的酸性環境。
- () (3) 請問下述選項中，何者的關係最接近本文中的 Bt 蛋白與 Bt 蛋白受體？ (A) 蘇力菌與 Bt 蛋白 (B) 胰島素與胰島素受體 (C) 受器與神經元 (D) 抗生素與細菌。

答案：(1)(C)；(2)(A)；(3)(B)

解析：(1)(A) 是蘇力菌所產生的抗蟲結晶蛋白 (Bt) 蛋白進入特定昆蟲的腸道，才會與腸道中特定的專一性受體結合並破壞其腸道，最終造成害蟲死亡。(B) Bt 蛋白會殺死昆蟲，而具有抗性的昆蟲則會將抗性基因傳給下一代。(D) 人類的腸道是因為沒有能與 Bt 蛋白結合的受體，因此不會受到 Bt 蛋白的影響。

(2)(B) 蘇力菌的 Bt 蛋白會殺死昆蟲，但是甘藷儲藏蛋白卻不會殺死昆蟲，只是讓昆蟲不繼續吃作物。(C) 甘藷儲藏蛋白基因來自植物，但對環境影響較小是因為 Bt 蛋白會殺死昆蟲，但甘藷儲藏蛋白不會殺死昆蟲，只是讓昆蟲不繼續吃作物。(D) 甘藷儲藏蛋白能忍受昆蟲腸道的是鹼性環境。

(3) Bt 蛋白與 Bt 蛋白受體是專一性的關係。(A) 蘇力菌會製造 Bt 蛋白。(B) 胰島素與胰島素受體是專一性的關係。(C) 受器與神經元之間無專一性的關係。(D) 抗生素與細菌為非專一性關係，抗生素作用機制在干擾細菌的某些生理代謝。

出處：試題集錦

編號：671904 難易度：難

20. 研究特定基因所扮演的角色，過往我們可以透過基因剔除 (knockout) 技術，但其最大的問題在於複雜的工序、過高的技術門檻以及龐大資金的需求。而 CRISPR / Cas9 技術解決了上述的問題，讓基因研究變得更加平易近人。基因剔除技術的兩項重要關鍵，分別為(1)具有找到目標基因的方式；(2)具有破壞或取代目標基因的方法。過往科學家使用的工具主要有兩種，一是 ZFN (Zinc Finger Nuclease)；另一種是 TALEN。這兩者都是利用蛋白質來標定 DNA 的位置，然後利用 FokI 核酸酶剪斷要修改的基因，再進行插入或移除。不過 ZFN 和 TALEN 用來辨識 DNA 位置的蛋白質都不容易製作，即便可運用於各種生物，但科學家往往要費九牛二虎之力才能修改一個基因，這些困難要等到 CRISPR / Cas 出現才得以解決。

基因編輯為近年來的新興技術，主要是利用源自原核生物體內的一些 DNA 內切酶 (如 Cas9 蛋白) 攻擊特定 DNA 所產生的破壞來達到類似的效果。CRISPR / Cas9 主要是源自細菌身上的免疫系統，是用來對抗外來 DNA (如噬菌體) 的入侵，Cas 蛋白會辨認外來 DNA 上的特徵，然後將其水解除滅。CRISPR / Cas9 技術之所以會受到青睞，主要的理由是因為它可以藉由外界所給予的導引 RNA 去辨認目標基因，進一步進行特定 DNA 切割，以往必須曠日廢時才能得到合適的 ZFN，此時只要合成適合的導引 RNA 便可，合成特定核酸序列對現今科學家可不是難事，這使得實驗操作成本得以大幅度的降低。這套簡單廉價的基因編輯工具被運用在各種原核與真核模式生物上，使得基因的研究更加容易。

- () (1) 下列有關基因編輯的敘述，何者錯誤？ (A) DNA 編輯系統包含 CRISPR 和 Cas9 (B) CRISPR 和 Cas9 皆為一段特定序列的 DNA (C) Cas9 利用導引 RNA 得到辨認目標 DNA 序列的能力 (D) CRISPR 和 Cas9 為細菌抵抗外界攻擊的一種免疫能力。
- () (2) 下列本文的相關敘述，何者正確？ (A) CRISPR 和 Cas9 限制用在原核生物的基因編輯 (B) CRISPR 和 Cas9 雖方便使用但其價格昂貴 (C) CRISPR 和 Cas9 這套系統是在噬菌體內發現的 (D) 只需修改導引 RNA 的序列便可改變基因編輯的目標序列。
- () (3) 過往基因研究所遇到的困境，下列何者錯誤？ (A) TALEN 用來辨識 DNA 位置的蛋白質不容易製作 (B) ZFN 用來辨識 DNA 位置的蛋白質不容易製作 (C) ZFN 和 TALEN 僅能用於真核生物的基因研究 (D) 複雜的工序和過高的技術門檻。

答案：(1)(B)；(2)(D)；(3)(C)

解析：(1)(B) 依據內文第二段：「主要是利用源自原核生物體內的一些 DNA 內切酶 (如 Cas9 蛋白) ……」可知 Cas9 是蛋白質而非一段特定序列的 DNA。

(2)(A)(B) 依據內文第二段：「這套簡單廉價的基因編輯工具被運用在各種原核與真核模式生物上，使得基因的研究更加容易」。可知 CRISPR 和 Cas9 可運用在原核生物以及真核生物的基因編輯，既方便且廉價。(C) 根據內文第二段：「CRISPR / Cas9 主要是源自細菌身上的免疫系統」，不是在噬菌體內發現的。(D) 根據內文第二段：「因為它可以藉由外界所給予的導引 RNA 去辨認目標基因，進一步進行特定 DNA 切割」。

(3)(C) 據內文第一段：「不過 ZFN 和 TALEN 用來辨識 DNA 位置的蛋白質都不容易製作，即便可運用於各種生物，但科學家往往要費九牛二虎之力才能修改一個基因」，因此，ZFN 和 TALEN 能用於各種生物的基因研究。

出處：試題集錦

21. 逆轉細胞時鐘的 iPS 細胞

身體內大部分都是已經分化完全的細胞，例如：皮膚、肌肉、神經細胞等，這些體細胞不會再轉變為其他細胞。什麼是幹細胞？幹細胞和已分化完全的體細胞有顯著的差異性，具有分裂及分化能力，在體內受刺激後，分化成特定的細胞。幹細胞可依發育的時期分為兩類：胚胎幹細胞和成體幹細胞。

人類的受精卵，在受精後 24 至 30 小時，一邊分裂一邊由輸卵管往子宮移動。過程中，受精卵進行有絲分裂而使細胞數目增加，但受精卵的體積並未增加，因此細胞愈分愈小。細胞間逐漸出現一個充滿液體的空腔，這些細胞團會被分成兩個區塊，分別是外面的滋養層及中央的內細胞團。滋養層將來會形成部分的胎盤，內細胞團則會形成胚胎。內細胞團的細胞即一般所謂的胚胎幹細胞，為全能幹細胞，有潛能發展為新個體的能力。

成體幹細胞存在於胎兒和成人的組織器官中，這些多功能性幹細胞無法形成新個體，但可被誘導分化成身體各種組織細胞。另外還有造血幹細胞、神經幹細胞，則為多潛能性幹細胞，只能分成特定種類的細胞。這些幹細胞具備分化與細胞複製的能力，也成為再生醫學領域最被期待的細胞來源。

2006 年日本山中伸彌教授將四種轉錄因子植入皮膚細胞，使皮膚細胞成為幹細胞，有多功能分化能力，並可持續增生分裂。利用成人的體細胞，逆轉細胞分化程序，變回幹細胞型態後，再誘導使其分化為肌肉、神經與骨骼細胞等。山中伸彌教授將成體的體細胞變為誘導性多功能幹細胞（Induced Pluripotent Stem Cell，簡稱 iPS 細胞）的新技術在 2012 年獲得諾貝爾生理醫學獎。

iPS 不是源自胚胎，所以在細胞來源取得的道德爭議較小，日本京都大學也在 2018 年 7 月底宣布將使用 iPS 治療帕金森氏症，成為全球首例。或許 iPS 細胞能成為未來細胞療法、器官移植、再生醫學、新藥開發等現代醫學治療的新契機，但是目前仍有安全疑慮，因為幹細胞有可能形成腫瘤並引發免疫反應。

- () (1) 關於山中伸彌的 iPS 細胞，下列敘述何者正確？ (A) iPS 細胞具有多功能分化能力 (B) iPS 細胞可受精後發育成小鼠 (C) iPS 細胞是利用骨髓幹細胞植入轉錄因子後製成 (D) iPS 細胞與胚胎幹細胞一樣會有道德爭議問題。
- () (2) 文章標題的「逆轉細胞時鐘」，是在比喻什麼事情？ (A) iPS 細胞可倒轉細胞的分裂程序 (B) iPS 細胞可逆轉每天睡眠清醒的生理時鐘 (C) iPS 細胞是由成體細胞逆轉分化程序而形成 (D) iPS 細胞可以倒轉新藥開發的歷程。

答案：(1)(A)；(2)(C)

解析：(1)(A)(C) 依據內文第四段：「2006 年日本山中伸彌教授將四種轉錄因子植入皮膚細胞，使皮膚細胞成為幹細胞，有多功能分化能力，並可持續增生分裂，……，將成體的體細胞成為誘導性多功能幹細胞（Induced Pluripotent Stem Cell，簡稱 iPS 細胞）」。可知 iPS 細胞是利用皮膚細胞植入轉錄因子後製成，具有多功能分化能力。(B) iPS 細胞無受精能力。(D) 依據內文第五段：「iPS 不是源自胚胎，所以在細胞來源取得的道德爭議較小」。

(2) 依據內文第四段：「2006 年日本山中伸彌教授將四種轉錄因子植入皮膚細胞，使皮膚細胞成為幹細胞，有多功能分化能力，並可持續增生分裂。利用成人的體細胞，逆轉細胞分化程序，變回幹細胞型態後，再誘導使其分化為肌肉、神經與骨骼細胞等」。可知 iPS 細胞是由體細胞逆轉分化程序而形成，故選(C)。

出處：試題集錦

五、問答題

編號：671906 難易度：中

22. 何謂 DNA 載體？有什麼功能？

答：

答案：載體是一種 DNA 載具，能用來將目標基因送入細胞內。DNA 載體還能在生物體內複製，連帶使目標 DNA 的量增加，使目標 DNA 的序列和功能易於分析。在研究中所得到的目標 DNA，常以 DNA 連接酶連接至載體上，成為重組 DNA，而後再植入生物體內。目前常用的載體有細菌的質體以及病毒的 DNA。

出處：試題集錦

編號：671907 難易度：中

23. 某種寒帶魚類具有抗血液凍結的基因，若要將此基因轉殖到在臺灣養殖的魚類上，以培養出能抵抗寒流的品種，你能說明主要的處理步驟嗎？

答：

答案：以限制酶切割出抗血液凍結基因
⇒ 選擇適當載體（如精子）
⇒ 製作重組 DNA
⇒ 將重組 DNA 轉殖入魚的受精卵
⇒ 選殖出能抵抗寒流的魚。

解析：也可以利用顯微注射法，將抗血液凍結基因注入魚的受精卵中。

出處：試題集錦

六、混合題

編號：671908 難易度：中

24. 科技的進步大幅改善人類的的生活。由於地球的資源有限，人類如何生活才能永續發展成為重要課題。當今全球共同的問題包括：維護環境、開發能源與能源的有效利用。

在開發能源方面，各國努力尋找再生能源，例如：生質能。許多國家主要是以甘蔗、玉米等糧食作物為原料，獲得蔗糖和澱粉以提煉並生產生質酒精。此技術雖已成熟，但總有不經濟、不環保，以及爭奪糧食的質疑。

近年來，各國科學家積極利用農業廢棄物如玉米稈及稻稈中的纖維素、半纖維素等成分，提煉出木糖或葡萄糖，經純化過程，皆可製成純度相當高的生質酒精。在提煉生質酒精的過程中，細胞壁中的木質素會降低纖維素的分離效率。目前以基因轉殖技術增加纖維素產量或提高纖維素利用效率，可以改善這個問題。

根據已習得的知識與上文，回答下列問題：

- () (1) 下列有關利用植物做為原料製成生質酒精的敘述，哪些正確？(應選3項) (A)目前人類已可從甘蔗、玉米中的蔗糖和澱粉，成功製成酒精 (B)利用玉米稈、稻稈等農業廢棄物中的半纖維素、纖維素均可製成酒精 (C)甘蔗、玉米的蔗糖和澱粉與水稻莖稈中的纖維素均存在於細胞壁中 (D)甘蔗、玉米的蔗糖和澱粉與水稻莖稈中的纖維素均存在於液泡 (E)蔗糖、葡萄糖的分子量均較纖維素的分子量為小。
- (2) 利用基因轉殖技術可以改善提煉生質酒精過程的問題。如果要增加纖維素的產量，基因轉殖的目標生物為何？如果選擇纖維素分解酵素的基因作為目標基因，請問可以達到何種改善的效果？

答：

答案：(1)(A)(B)(E)；(2)要增加纖維素產量的基因轉殖生物是玉米或水稻。提高纖維素利用效率。

解析：(1)(A)依據內文：「許多國家主要是以甘蔗、玉米等糧食作物為原料，獲得蔗糖和澱粉以提煉並生產生質酒精」，得知此選項正確。(B)依據內文：「各國科學家積極利用農業廢棄物如玉米稈及稻稈中的纖維素、半纖維素等…皆可製成純度相當高的生質酒精」，得知此選項正確。(C)(D)甘蔗、玉米的蔗糖和澱粉不是存在細胞壁中，而是存在細胞質內；而水稻莖稈中的纖維素則是存在細胞壁中。(E)蔗糖屬於雙醣類分子、葡萄糖屬於單醣類分子，而纖維素則屬於多醣類分子，因此蔗糖、葡萄糖的分子量均較纖維素的分子量為小。

(2)①依據內文：「科學家積極利用農業廢棄物如玉米稈及稻稈中的纖維素、半纖維素等成分，提煉出木糖或葡萄糖…」，得知纖維素存在於玉米稈及稻稈中，因此如果要增加纖維素的產量，基因轉殖的目標生物為玉米或水稻。②依據內文：「科學家積極利用農業廢棄物如玉米稈及稻稈中的纖維素、半纖維素等成分，提煉出木糖或葡萄糖，經純化過程，皆可製成純度相當高的生質酒精…」，得知從纖維素到製成生質酒精的分解過程中，若增加纖維素分解酵素，則纖維素分解成生質酒精的過程將會加速進行。

出處：試題集錦

編號：671909 難易度：難

25. 自然界中某一純品系玉米 A 具有高抗病力（顯性表徵），但是對除草劑敏感（隱性表徵），科學家找到另一具抗除草劑基因（G）的純品系玉米 B，此兩種玉米可雜交產生後代。育種人員想了解玉米 B 與玉米 A 雜交數代後，其子代仍具有抗除草劑能力的比例有哪些變化，因此作了以下兩組實驗：

實驗一：雜交的子代不篩選，子代繼續與玉米 A 雜交

	雜交	結果
親代 (P)	A×B	F ₁
第 1 子代 (F ₁)	F ₁ ×A	F ₂
第 2 子代 (F ₂)	F ₂ ×A	F ₃
第 3 子代 (F ₃)	F ₃ ×A	F ₄

實驗二：雜交後去除不具抗除草劑的子代，僅留具抗除草劑能力的子代繼續與玉米 A 雜交

	雜交	結果
親代 (P)	A×B	F' ₁ 僅留下具有抗除草劑能力的子代 H ₁
第 1 子代 (F' ₁)	H ₁ ×A	F' ₂ 僅留下具有抗除草劑能力的子代 H ₂
第 2 子代 (F' ₂)	H ₂ ×A	F' ₃ 僅留下具有抗除草劑能力的子代 H ₃
第 3 子代 (F' ₃)	H ₃ ×A	F' ₄ 僅留下具有抗除草劑能力的子代 H ₄

- () (1) 依據文中提供的訊息，有關玉米 A 與玉米 B 遺傳學的敘述，下列哪一項正確？(A)抗病力與抗除草劑屬於兩種表徵 (B)玉米 A 與玉米 B 染色體數目應相同 (C)玉米 B 屬於基因改造作物 (D)玉米 B 具有高抗病力與抗除草劑的顯性表徵 (E)玉米 B 抗除草劑性狀的基因型應為 GG 或 Gg。
- () (2) 下列有關實驗一、二中抗除草劑基因的敘述，哪些正確？(應選2項) (A)F₁、F'₁ 與 H₁ 的基因型種類與數量比例皆相同 (B)H₂、H₃ 與 H₄ 的基因型相同，但是各別在 F'₂、F'₃、F'₄ 中的數量比例逐漸下降 (C)

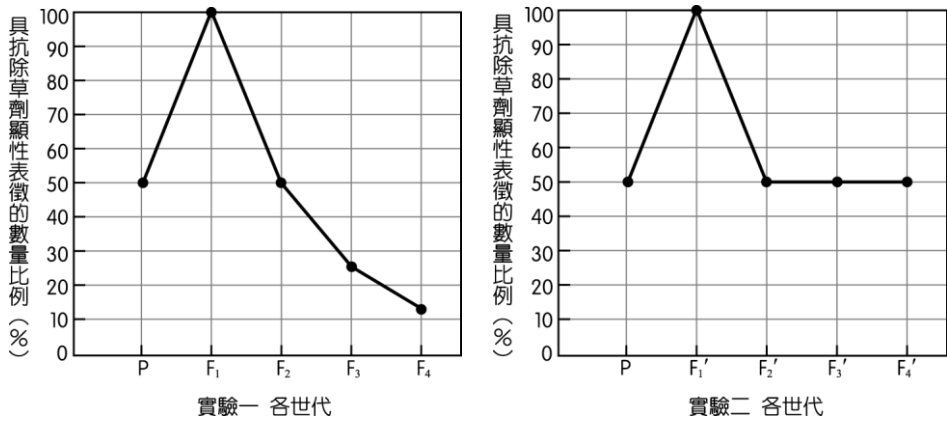
F₄ 與 F'₄ 皆有抗除草劑玉米的存在 (D)實驗二的結果不符合孟德爾的遺傳法則 (E)實驗一的結果符合獨立分配律。

(3) 假設實驗一與實驗二育種過程中，其他環境因子皆相同的情況下，請依據實驗設計的步驟，計算實驗一與實驗二中各世代具有抗除草劑顯性表徵的數量比例，並將其結果繪製成折線圖。

(4) 假設實驗一與實驗二育種過程中，其他環境因子皆相同的情況下，請依據實驗設計的步驟與分析結果，分別預測實驗一 F₅ 與實驗二 F'₅ 的子代中，基因型 Gg : gg 的數量比例分別為多少？

答：

答案：(1)(B)；(2)(A)(C)；(3)  ; (4) 1 : 15。



1 : 1。

解析：(1)(A)抗病力與抗除草劑屬於兩種性狀，表徵是性狀表現出來的顯隱性表現。(C)基因改造作物帶有外源基因，文章中並未提及。(D)文章中未提及玉米 B 的抗病力資料，因此無法判斷。(E)文章中提到玉米 B 為純品系，因此基因型應只有 GG。

(2) 基因型：玉米 A (gg)、玉米 B (GG)。

實驗一

雜交形式	子代基因型比例
親代雜交 AxB gg×GG	F ₁ 皆為 Gg
第 1 子代雜交 F ₁ ×A Gg×gg	1 / 2 Gg、1 / 2 gg F ₂ → Gg : gg = 1 : 1
第 2 子代雜交 F ₂ ×A Gg×gg gg×gg	2 / 8 Gg、6 / 8 gg F ₃ → Gg : gg = 1 : 3
第 3 子代雜交 F ₃ ×A Gg×gg gg×gg gg×gg gg×gg	2 / 16 Gg、 14 / 16 gg F ₄ → Gg : gg = 1 : 7

實驗二

雜交形式	子代基因型比例
親代雜交 AxB gg×GG	F' ₁ 皆為 Gg H ₁ 為 Gg (具抗除草能力)
第 1 子代雜交 H ₁ ×A Gg×gg	1 / 2 Gg、1 / 2 gg F' ₂ → Gg : gg = 1 : 1 H ₂ 為 Gg
第 2 子代雜交 H ₂ ×A Gg×gg	1 / 2 Gg、1 / 2 gg F' ₃ → Gg : gg = 1 : 1 H ₃ 為 Gg
第 3 子代雜交 H ₃ ×A Gg×gg	F' ₄ → Gg : gg = 1 : 1 H ₄ 為 Gg

(B) 實驗二中，H 的基因型皆為 Gg，在各子代的數量比例皆相同。(D) 實驗二的雜交結果仍符合孟德爾的遺傳法則。(E) 實驗一、二皆為觀察單一性狀的結果，屬於孟德爾的分離律。

(3) 依據前題解析表格，可知各世代具抗除草劑表徵的比例：P = 1 / 2 (50%)、F₁ = 1 (100%)；F₂ = 1 / 2 (50%)、F₃ = 1 / 4 (25%)、F₄ = 1 / 8 (12.5%)、F'₁ = 1 (100%)、F'₂ = 1 / 2 (50%)、F'₃ = 1 / 2 (50%)、F'₄

=1/2 (50%)。對應各世代相對位置並標示後，以直線將各世代數值連結即為折線圖。

(4)由實驗設計可知子代顯性表徵的基因型皆為 Gg。由折線圖可知實驗一隨著世代增加，顯性表徵比例逐漸降低，其 Gg 比例的關係式為 $F_n = 2/2^n$ ，因此 $F_5 = 1/16$ ，所以 Gg : gg = 1 : 15。實驗二皆以子代顯性表徵 Gg 作為與 gg (玉米 A) 交配的對象，因此 F_5 的 Gg : gg = 1 : 1 (由折線圖亦可判斷出來)。

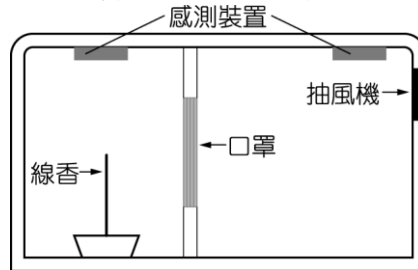
出處：試題集錦

編號：671910 難易度：中

26. 隨著霾害、空汙日漸嚴重，PM_{2.5}、PM₁₀ 等懸浮粒子伴隨著空氣分子，在我們呼吸時進入體內而帶來心肺疾病，因此許多人會配戴口罩來作防護。甲生想要研究市售口罩有效防護的使用時間，找到某研究團隊 T 的資料如下：

研究主題：市售口罩對懸浮微粒 PM_{2.5} 的過濾效果

實驗內容：設計實驗裝置，如附圖所示，其中感應懸浮微粒的感測裝置採用 PM_{2.5} 感應器 PMS5003，先將棉質口罩放入裝置中，打開抽風機後再將點燃的線香放入裝置中。5 分鐘後讀取數值並記錄，更換棉質口罩，重複上述步驟 2 次，得到 3 個數據為 1 組；再換不同種類口罩，重複上述實驗，得到數據如附表所示：



表、市售各類口罩過濾線香前、後的汙染物濃度 (單位：μg / m³)

口罩種類	過濾前感應器 3 次量測數值			過濾後感應器 3 次量測數值		
	棉質口罩	1025	1031	1022	852	863
一般平面口罩	1169	1203	1198	746	763	789
活性碳口罩	1255	1296	1313	136	153	161
PM _{2.5} 口罩	1369	1410	1397	84	99	96
醫用口罩	1425	1487	1468	101	123	365
N95 口罩	1271	1332	1396	93	88	98

當新冠病毒在臺灣開始流行時，口罩也順勢成了外出時必備的物品，此外為了群體免疫，施打疫苗也成為重要的課題，目前全球的新冠疫苗大致分為四類：

一、mRNA 疫苗：將製造新冠病毒表面棘蛋白的 mRNA 送至人體細胞，並轉譯出棘蛋白，人體的免疫系統便會針對棘蛋白產生專一性抗體，產生對新冠病毒的免疫力。美國輝瑞藥廠與德國 BioNTech 聯手的 BNT 疫苗，以及美國製藥公司莫德納 (Moderna) 疫苗即屬此種疫苗。

二、腺病毒載體疫苗：將製造新冠病毒表面棘蛋白的 RNA 轉為 DNA 後，放到弱化、無法複製的腺病毒內，再將此腺病毒打入人體。腺病毒進入人體細胞後，其 DNA 可轉錄、轉譯產生新冠病毒棘蛋白，進而引起人體對新冠病毒的免疫力。英國藥廠阿斯特捷利康 (AstraZeneca) 和牛津大學共同研發的 AZ 疫苗即屬此類。

三、重組蛋白疫苗 (又稱次單位疫苗)：將製造新冠病毒表面棘蛋白的 RNA 轉為 DNA 後，藉重組 DNA 及基因轉殖技術將棘蛋白 DNA 植入昆蟲或倉鼠細胞，使其大量生產棘蛋白，再純化、加工製成疫苗。美國諾瓦瓦克斯 (Novavax) 和臺灣高端與聯亞疫苗屬之。

四、滅活疫苗：先大量培養新冠病毒，再藉由化學藥劑 (如福馬林)、加熱或放射線處理，使病毒失去活性後製成疫苗，其中仍有新冠病毒棘蛋白以引起人體免疫力。中國科興和國藥疫苗屬之。

各種疫苗的保護力及副作用不同，但皆可大幅度降低被新冠病毒感染後形成重症的風險。此外，我們要努力提升新冠疫苗的接種率，才有機會達到「群體免疫」效果。以臺灣來說，預估至少需 65% 的人有足夠免疫力，病毒才不容易傳播，才能達到群體皆有保護力的效果，因此疫苗的有效性與接種率是否夠高，都是影響疫情能否早日落幕的關鍵。

() (1) 下列關於新冠病毒疫苗的敘述，何者正確？ (A) 疫苗原理都是讓人體對新冠病毒棘蛋白產生抗體 (B) 以原理來看，滅活疫苗的保護力最差 (C) 打疫苗後就不會被新冠病毒感染 (D) 臺灣需有 1000 萬人接種疫苗就能達到群體免疫的目的 (E) 被新冠病毒感染後可趕快施打疫苗來治療。

(2) 四種疫苗中，mRNA 疫苗須於 -20 °C (莫德納疫苗) 或 -70 °C (輝瑞疫苗) 以下極低溫保存，但其他三種疫苗不用，請推測原因。

答：

答案：(1)(A)；(2)mRNA 與 DNA、蛋白質相比，結構較不穩定，易被酵素分解，使用低溫保存可降低酵素活性，使 mRNA 不易被分解。

解析：(1)(B)從原理上看不出哪一種疫苗的保護力較差，要做臨床試驗才知道。(C)打了新冠疫苗後仍可能被傳染，但重症機率大幅降低。(D)臺灣約 2300 萬人 $\times 65\% = 1495$ 萬人，因此 1000 萬人施打疫苗仍無法達到群體免疫的目的。(E)疫苗是用來做疾病的預防，不是治療。

出處：試題集錦

編號：671911 難易度：難

27. 流感快篩試劑是利用偵測檢體中是否含有特定抗原，作為判斷是否有 A 型或 B 型流行性感感冒病毒（簡稱流感病毒）的依據，成本較低，操作容易且快速。此外，亦可利用反轉錄聚合酶連鎖反應（reverse transcription polymerase chain reaction, RT-PCR）技術偵測檢體中是否含有特定核酸序列，作為判斷是否有 A 型或 B 型流感病毒的依據，成本與技術門檻較高且較耗時，但是檢驗結果較為準確。某醫院進口了一批新研發上市的流感快篩試劑，為了測試該批試劑的檢測效果與正確率，在病患的同意下，除了利用流感快篩試劑進行快篩診斷之外，亦將病患的檢體送至實驗室，利用 RT-PCR 技術檢測樣本中是否含有流行性感感冒病毒，收集到的資料如表一。

表一 利用快篩試劑與 RT-PCR，
檢測檢體中是否含有流行性感感冒病毒的檢測結果

病患編號		甲	乙	丙	丁	戊
快篩結果	A 型流感	-	+	-	-	-
	B 型流感	-	-	+	+	-
RT-PCR 檢測結果	A 型流感	-	+	-	-	+
	B 型流感	-	-	-	+	-
病患編號		己	庚	辛	壬	癸
快篩結果	A 型流感	-	-	+	-	+
	B 型流感	-	+	-	-	-
RT-PCR 檢測結果	A 型流感	-	-	+	-	+
	B 型流感	-	+	-	-	-

註：+代表陽性反應，-代表陰性反應。

() (1) 流感快篩試劑中應含有以下何種物質？ (A) 可辨認流感病毒的抗體 (B) 流感病毒的 DNA (C) 流感病毒的蛋白質殼體 (D) 流感病毒的 RNA。

() (2) 哪些病患完全沒有罹患 A 型以及 B 型流感？（應選 3 項） (A) 甲 (B) 乙 (C) 己 (D) 庚 (E) 壬。

(3) 哪些病患確認有 A 型流行性感感冒？（請寫出編號）

(4) 流感快篩呈現陽性，但被篩檢者體內並無此病毒稱為偽陽性，但若流感快篩呈現陰性，但體內卻有此病毒，稱為偽陰性。表一中哪些患者為偽陽性？哪些患者為偽陰性？

而這十位病患皆在同一天去看門診，其中病患甲因其旅遊史屬於武漢肺炎（Coronavirus disease 2019, COVID-19）高危險群，經武漢肺炎病毒檢測呈現陽性，故這十位病患皆經隔離且利用 RT-PCR 技術進行武漢肺炎病毒檢測，檢測結果如表二。

表二 武漢肺炎病毒檢測結果

病患編號	甲	乙	丙	丁	戊
RT-PCR 檢測結果	+	-	-	-	-
病患編號	己	庚	辛	壬	癸
RT-PCR 檢測結果	-	-	-	+	-

註：+代表陽性反應，-代表陰性反應。

() (5) 利用 RT-PCR 技術檢測樣本中是否含有武漢肺炎病毒，主要是偵測何種分子？ (A) 可辨認武漢肺炎病毒的抗體 (B) 流感病毒的 RNA (C) 武漢肺炎病毒的蛋白質殼體 (D) 武漢肺炎病毒的 RNA。

() (6) 下列關於本文的敘述，何者正確？ (A) 快篩的結果往往比 RT-PCR 準確 (B) 流感快篩試劑可用來檢測武漢肺炎病毒 (C) 武漢肺炎病毒之遺傳物質中嘧啶數量等於嘌呤數量 (D) 表一及表二結果證實無人同時感染流感以及武漢肺炎。

答：

答案：(1)(A)；(2)(A)(C)(E)；(3)乙、戊、辛、癸；(4)丙為偽陽性，戊為偽陰性；(5)(D)；(6)(D)

解析：(1)據內文第一段：「流感快篩試劑是利用偵測檢體中是否含有特定抗原……」，而要能夠偵測抗原則需使用可辨識流感病毒的抗體，故選(A)。

(2)完全沒有罹患 A 型以及 B 型流感者須以 RT-PCR 檢測結果呈陰性反應，即病患編號甲、丙、己、壬。

(3)確認有 A 型流行性感冒患者需以 RT-PCR 檢測 A 型流感結果呈陽性反應，即病患編號乙、戊、辛、癸。

(4)偽陽性患者為流感快篩呈現陽性反應，病患有：編號乙 (A 型流感)、丙 (B 型流感)、丁 (B 型流感)、庚 (B 型流感)、辛 (A 型流感) 以及癸 (A 型流感)，但以上 6 人經 RT-PCR 檢測結果體內並無此病毒的是丙 (RT-PCR 檢測 B 型流感檢測結果為陰性者)；偽陰性患者為流感快篩呈現陰性反應 (即病患 A 型流感與 B 型流感快篩呈現陰性反應)，有甲、戊、己以及壬，但以上 4 人經 RT-PCR 檢測結果體內卻具有此病毒的是戊 (RT-PCR 檢測 A 型流感檢測結果為陽性者)。

(5)據內文第一段：「亦可利用反轉錄聚合酶連鎖反應 (reverse transcription polymerase chain reaction, RT-PCR) 技術，偵測檢體中是否含有特定核酸序列，作為判斷是否含有 A 型或 B 型流感病毒的依據」，因此借助 RT-PCR 檢測主要是偵測的物質為 (D) 武漢肺炎病毒的 RNA。

(6)(A)據內文第一段：「亦可利用反轉錄聚合酶連鎖反應 (reverse transcription polymerase chain reaction, RT-PCR) 技術，偵測檢體中是否含有特定核酸序列，作為判斷是否含有 A 型或 B 型流感病毒的依據，成本與技術門檻較高且較耗時，但是檢驗結果較為準確。」，因此快篩的結果沒有比 RT-PCR 檢測準確。(B) 流感快篩試劑是用來檢測流感病毒的蛋白質產物 (抗原)，不可用來檢測武漢肺炎病毒，因為兩病毒的遺傳序列不同，蛋白質產物 (抗原) 亦不同，因此流感快篩試劑無法辨識出武漢肺炎病毒的蛋白質產物 (抗原)。(C) 武漢肺炎病毒為 RNA 病毒，其遺傳物質中嘧啶數量不一定等於嘌呤數量。(D) 表一 RT-PCR 檢測確實有流感病毒的患者是乙 (A 型流感)、丁 (B 型流感)、戊 (A 型流感)、庚 (B 型流感)、辛 (A 型流感) 以及癸 (A 型流感)；表二 RT-PCR 檢測確實有武漢肺炎病毒的患者是甲與壬，因此無人同時感染流感以及武漢肺炎。

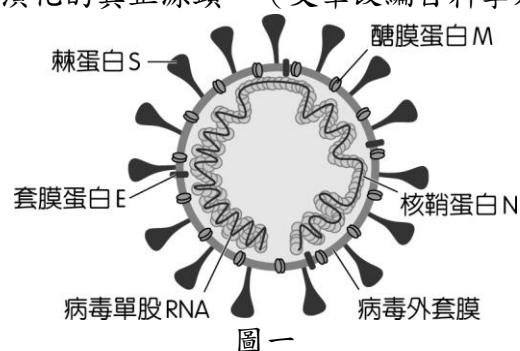
出處：試題集錦

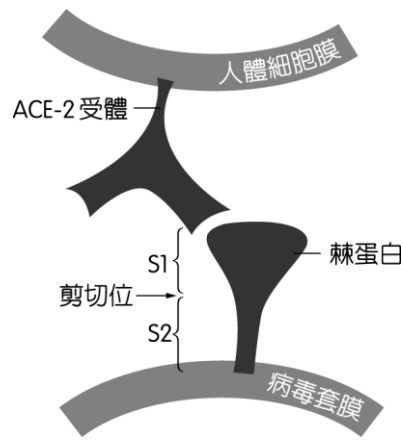
編號：671912 難易度：難

28. 2019 年 11 月 17 日，中國湖北省武漢市一張胸部電腦斷層掃描 (CT) 影像出現毛玻璃狀結節 (nodule)，疑似新型肺炎病例，病因成謎。12 月 30 日武漢中心醫院醫師李文亮透過網路社群通知同事，華南海鮮市場出現類似嚴重急性呼吸道症候群 (SARS) 的病患。不幸的是，李文亮因這種新型肺炎於 2020 年 2 月 7 日病逝於武漢金銀潭醫院。但疫情迅速從中國傳到新加坡、韓國、日本等亞洲區域，蔓延到歐美地區，死亡和感染病例以指數型曲線與日俱增，人類正面臨 21 世紀的瘟疫。

會感染人類的冠狀病毒包括：引起輕微症狀的人類冠狀病毒 OC43、HKU1、NL63、229E 以及引起嚴重症狀的中東呼吸症候群冠狀病毒 (MERS-CoV)、嚴重急性呼吸道症候群冠狀病毒 (SARS-CoV)、新冠病毒。從基因組分析可發現，新冠病毒與 SARS 病毒基因相同度約有 80%，複製酶的胺基酸序列相同度達到 94%，表明這兩種病毒屬於同一類；而新冠病毒與中國雲南當地的中華菊頭蝠 (*Rhinolophus affinis*) 冠狀病毒 RaTG13 整體基因相同度更達到 96%，代表演化關係更接近。但如果比較與感染細胞直接相關的棘蛋白 (spike protein) 基因組，新冠病毒與 RaTG13 的相同度高達 93%，與 SARS 病毒的相同度卻只有 75% 左右，因此科學家已排除新冠病毒與 SARS 病毒的同源關係。

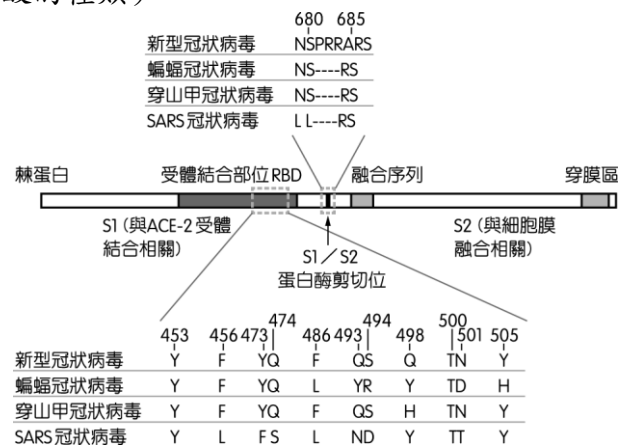
冠狀病毒因其表面的棘蛋白在電子顯微鏡下看起來像是皇冠周圍的凸起裝飾而得名 (如圖一)。棘蛋白在冠狀病毒上扮演感染細胞的關鍵角色，目前已證實新冠病毒感染人體是透過棘蛋白結合到人體細胞表面的第二型血管收縮素轉化酶 (ACE-2) 受體；接著棘蛋白被細胞內的蛋白酶剪切，暴露出融合肽序列進而與細胞膜融合，順利進入細胞 (如圖二)。比較新冠病毒與 SARS 病毒的棘蛋白胺基酸序列，可發現幾處明顯的差異。首先是棘蛋白的受體結合區 (RBD)，新冠病毒的棘蛋白會與 ACE-2 緊密地結合，形成棘蛋白-ACE-2 複合體。兩種病毒結合到 ACE-2 的 RBD，至少有六個關鍵胺基酸相異，新冠病毒與人類 ACE-2 受體的結合常數因這項差異提高 20 倍，比起 SARS 病毒具更高的感染力。相較其他冠狀病毒，新冠病毒棘蛋白另一個特別之處在於蛋白質中間多了一小段多鹼性肽序列 PRRA。科學家推測 PRRA 序列讓人類細胞內的蛋白酶 Furin 可以更快速且有效率地剪切棘蛋白，活化與細胞膜融合的步驟以感染細胞。這段特殊的多鹼性肽也可能是造成新冠病毒全球大流行的關鍵，但還需要更多實驗證明其功能。PRRA 序列成為科學家尋找新冠病毒演化足跡的重要片段，目前所有已知的野生株冠狀病毒都沒有這段序列，宛如天外飛來一筆地加入新冠病毒的棘蛋白基因，使得科學家追溯新冠病毒的起源變得十分棘手。如果能夠找到其他帶有該片段 (或是部分片段) 的冠狀病毒及其宿主，就有可能推斷出新冠病毒演化的真正源頭。(文章改編自科學人 109 年 5 月份)





圖二

- () (1) 下列關於新型冠狀病毒的敘述，何者正確？ (A) 利用核鞘蛋白 N 與人體細胞表面的第二型血管收縮素轉化酶 (ACE-2) 受體結合 (B) 目前發現的冠狀病毒有三種，包含 2003 年的 SARS 病毒、2015 年的 MERS 以及 2019 年的新型冠狀病毒 (C) 科學家已經證實新型冠狀病毒是由 SARS 病毒突變而來 (D) 新型冠狀病毒的遺傳物質僅有 RNA。
- () (2) 下列關於本文的敘述，哪些正確？ (應選 3 項) (A) 經由基因組分析發現，SARS 病毒與新型冠狀病毒的演化關係最接近 (B) 目前推測，相較於 SARS 病毒，新型冠狀病毒可能是因為多鹼性胺基酸序列 (PRRA) 造成全球大流行 (C) 新型冠狀病毒所造成的疫情最初是由歐美地區爆發 (D) 目前無法確認新型冠狀病毒的真正源頭是否來自蝙蝠 (E) 推測新型冠狀病毒造成大流行的原因，其中一項為新型冠狀病毒的 RBD 與 SARS 病毒相比，至少有六個關鍵胺基酸相異，導致新型冠狀病毒與人類 ACE-2 受體的結合常數提高。
- (3) 以下為四種病毒的棘蛋白之胺基酸序列的比較，試推測由圖顯示何種病毒與新冠病毒的親緣關係較為接近？ (不同字母，如：N、S、Y、Q 為胺基酸的種類)



- () (4) 承第(3)題圖及本文，下列敘述何者正確？ (A) 由(3)題圖就可完全判定新型冠狀病毒是來自哪一株病毒的突變 (B) 棘蛋白可作為臨床治療標的 (C) 利用合成高度專一抗體偵測新冠病毒核鞘蛋白 N 是最可行的快篩方式 (D) 所有冠狀病毒皆會引起嚴重呼吸道感染。

答：

答案：(1)(D)；(2)(B)(D)(E)；(3)穿山甲冠狀病毒；(4)(B)。

解析：(1)(A) 據內文第三段：「目前已證實新冠病毒感染人體是透過棘蛋白結合到人體細胞表面的第二型血管收縮素轉化酶 (ACE-2) 受體」，因此新型冠狀病毒是利用棘蛋白 S，而不是核鞘蛋白 N 與人體細胞表面的 ACE-2 受體結合。(B) 據內文第二段：「會感染人類的冠狀病毒包括：引起輕微症狀的人類冠狀病毒 OC43、HKU1、NL63、229E 以及引起嚴重症狀的中東呼吸症候群冠狀病毒 (MERS-CoV)、嚴重急性呼吸道症候群冠狀病毒 (SARS-CoV)、新冠病毒」，因此目前發現的冠狀病毒就超過四種。(C) 據內文第二段：「但如果比較與感染細胞直接相關的棘蛋白 (spike protein) 基因組，新冠病毒與 RaTG13 的相同度高達 93%，與 SARS 病毒的相同度卻只有 75% 左右，因此科學家已排除新冠病毒與 SARS 病毒的同源關係。」可知科學家已經排除新型冠狀病毒是由 SARS 病毒突變而來。(D) 由新型冠狀病毒電子顯微結構圖可知新型冠狀病毒為單股 RNA 病毒。

(2)(A) 據內文第二段可知，SARS 病毒與冠狀病毒 RaTG13 的演化關係較接近。(B) 據內文第三段：「相較其他冠狀病毒，新冠病毒棘蛋白另一個特別之處在於蛋白質中間多了一小段多鹼性胺基酸序列 PRRA。科學家推測 PRRA 序列讓人類細胞內的蛋白酶 Furin 可以更有效率地剪切棘蛋白，活化與細胞膜融合的步驟以感染細胞。這段特殊的多鹼性胺基酸也可能是造成新冠病毒全球大流行的關鍵」。(C) 據內文第一段可知，新型冠狀病毒所造成的疫情最初是由中國爆發。(D) 據內文第三段：「PRRA 序列成為科學家尋找新冠病毒演化足跡的重要片段，目前所有已知的野生株冠狀病毒都沒有這段序列，宛如天外飛來一筆地加入新冠病毒的棘蛋白基因，使得科學家追溯新冠病毒的起源變得十分棘手。如果能夠找到其他帶有該片段 (或是部分片段) 的冠狀病毒及其宿主，就有可能推斷出新冠病毒演化的真正源頭」，因此目前仍無法確認新型冠狀病毒的真正源頭是否來自

蝙蝠。(E)據內文第三段：「首先是棘蛋白的受體結合區(RBD)，新冠病毒的棘蛋白會與ACE-2緊密地結合，形成棘蛋白-ACE-2複合體。兩種病毒結合到ACE-2的RBD，至少有六個關鍵胺基酸相異，新冠病毒與人類ACE-2受體的結合常數因這項差異提高20倍，比起SARS病毒具較高的感染力」，可知(E)正確。

(3)四種病毒棘蛋白的胺基酸序列分別為：

病毒	胺基酸序列	差異
新型冠狀病毒	Y-F-Y-Q-F-Q-S-Q-T-N-Y	0
蝙蝠冠狀病毒	Y-F-Y-Q-L-Y-R-Y-T-D-H	6
穿山甲冠狀病毒	Y-F-Y-Q-F-Q-S-H-T-N-Y	1
SARS冠狀病毒	Y-L-F-S-L-N-D-Y-T-T-Y	8

因此與新冠病毒的親緣關係較為接近的是胺基酸序列差異數最少的穿山甲冠狀病毒。

(4)(A)題圖僅可判別所研究病毒彼此之間遠近的關係，無法藉此來判定新型冠狀病毒是來自哪一株病毒的突變。(

C)最可行的快篩方式是利用合成高度專一抗體偵測新冠病毒的棘蛋白S。(D)OC43、HKU1、NL63與229E等冠狀病毒僅是引起輕微症狀的呼吸道感染。

出處：試題集錦

七、多重選擇題

編號：672384 難易度：中

1. ()為使轉殖Bt(來自細菌的抗蟲蛋白質)基因的大豆能順利上市，廠商進行以下試驗：經基因轉殖的基改大豆與一般大豆中蛋白質種類與各蛋白質含量是否除了Bt外沒有不同。下列哪些是廠商做這項試驗的理由？(應選2項)
- (A)了解基改大豆是否影響非目標性昆蟲 (B)了解基改大豆是否可能使抗Bt害蟲增加 (C)了解基改大豆中是否產生可能引發毒性的新物質 (D)了解基改大豆中致敏性高的蛋白質是否增加 (E)了解基改大豆的繁殖能力是否增強。

答案：(C)(D)

解析：(A)(B)(E)與抗蟲蛋白質的種類及含量比較無關。(C)細菌Bt基因之產物為抗蟲蛋白質，廠商要做的試驗項目為抗蟲蛋白質的種類及含量比較，因此了解基改大豆中是否產生可能引發毒性的新物質為蛋白質種類的試驗項目。(D)了解基改大豆中致敏性高的蛋白質是否增加為蛋白質含量的試驗項目。故選(C)。

出處：試題集錦