

3-1
生物的演化演化觀念的
形成與發展

- 小獵犬號之旅使達爾文發現生物地理分布與物種形成的關係
- 馬爾薩斯與萊爾的著作讓達爾文領悟生物演化的起因
- 華萊士的論文促使達爾文發表演化論並出版物種源始

達爾文的
演化理論

- 天擇：對環境具較佳適應力的個體，有較高機會比適應力較差者留下更多子代；經過許多世代後，具高適應力者（與其基因）在族群中所占比例逐漸增加，即為天擇。
- 英國胡椒蛾受工業化影響，在天擇壓力下改變族群中黑白體色的比例
- 達爾文利用動物與植物培育等人擇實驗，說服大眾接受天擇的觀念

共同祖先
與演化的關係

- 生命的歷史如同一棵樹，祖先經由累世修飾而發展為開枝散葉的後裔
- 達爾文的演化觀點可同時解釋生物的同源性及多樣性

3-2
演化證據與
分類系統

演化證據

- 化石證據：可記錄生物外表形態及生理構造的改變，並記錄其生存年代與環境
- 解剖學證據：透過解剖學可看出生物同源器官的演化重塑，了解生物的同源性
- 胚胎學證據：比較胚胎發育各階段的相似程度，可判斷動物間的演化過程及親緣關係
- 生物地理學證據：對照現生種與化石種地理分布的時、空變化，可以了解生物的起源處及拓展時遷徙路徑
- 分子生物學證據：相似的遺傳物質及生化機制顯示地球上的生命具有共同的祖先

分類系統
之演變

- 林奈確立二名式命名法作為物種的學名，並創立生物分類系統
- 懷塔克依生物細胞構形、營養方式及生活史等，提出五界分類系統
- 渥易斯將原核生物界分為細菌界與古菌界，晚期提出三域分類系統

生物的同源性
與多樣性

- 演化樹狀圖能表達生物演化路徑，亦能顯示生物的同源性與多樣性
- 演化樹狀圖可討論生物分類，同一枝條的類群有較相近的親緣關係

親緣關係
的可重建性

- 建立正確演化樹是生物學家的目標，但所有演化樹都存著不確定性
- 新的事證使學者們重新修訂演化樹

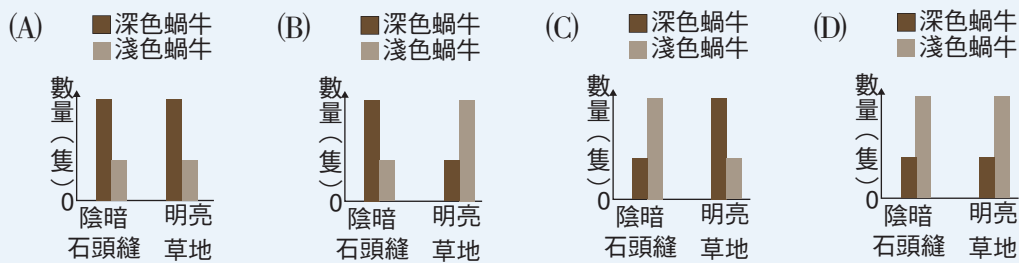
3-1 生物的演化

溫故知新

1. 生物在長久時間中，世世代代逐漸發生外形或構造的改變稱為演化。
2. 解釋生物如何演變的相關理論：
 - 「神創論」：生物並非演化而來，是神所創造出來。
 - 「用進廢退說」：拉馬克提出，生物會隨環境變化而改變，後天獲得的改變可以遺傳給下一代。
3. 目前最被接受的學說是達爾文提出的「天擇說」。
4. 天擇說的演化觀點：個體差異→過度繁殖→生存競爭→適者生存。

小試身手

- 1 已知一地區的某種蝸牛其外殼有深色及淺色之分。在此地區無論是陰暗的石頭縫處或明亮的草地處皆可發現此種蝸牛，且此地區有一種以此蝸牛為食的天敵。阿泰調查了此種蝸牛在兩處的數量後作圖，並據此推論出該天敵主要是利用視覺捕食蝸牛，下列何者最可能是他的調查結果？

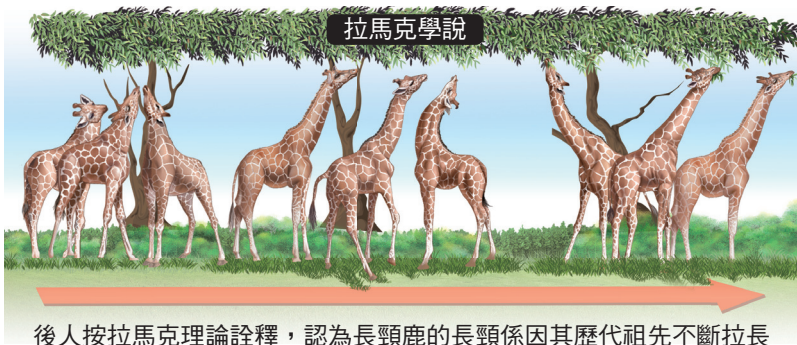


答：_____。

學習概念

1

演化觀念的形成與發展 (配合課本 p.110)

理論	重點	代表人物
(一) _____ ①論	1. 物種是上帝所創，每個物種皆有獨特使命，且設計完美、不會改變及永恆存在。 2. 藉由研究自然萬物，使人能夠更理解上帝的計畫與智慧。	_____ _____ _____ ②
(二) _____ _____ ③論	1. 論點： (1) 生物在適應的過程中，經常使用的器官漸趨發達，不用的器官則逐漸退化。 (2) 個體的性狀會受環境影響而發生改變。 → 後天獲得的新性狀可以 遺傳至子代 。 (3) 例如：長頸鹿的長頸係因其歷代祖先不斷拉長脖子，以採食高處的樹葉所致，且將世代累積的長度遺傳給子代。 2. 挑戰： (1) 實驗：魏斯曼將老鼠尾巴剪斷連續 21 代→尾巴並未變短或消失。 (2) 證明：體細胞的改變， 無法遺傳給下一代 。 3. 貢獻： (1) 最早主張生命形式會隨時間改變。 (2) 最早用 _____ ④解釋生物演化的學者 → 試圖從機制層面來探討生物演化的過程。 (3) 強調生物性狀改變與適應環境的關聯性。 <div data-bbox="467 1487 1263 1832" style="text-align: center;">  <p>拉馬克學說</p> </div> <p>後人按拉馬克理論詮釋，認為長頸鹿的長頸係因其歷代祖先不斷拉長脖子，以採食高處的樹葉所致，且將世代累積的長度遺傳給子代。</p>	_____ _____ _____ ⑤

 即時演練

1. 有關演化的敘述，下列何者正確？

- (A)突變常對生物體有害，故不利於生物演化 (B)現今的猿猴為人類於演化上的祖先
(C)人類大量使用抗生素，使得抗藥性的細菌增加，為天擇作用的結果 (D)達爾文的演化論，是拉馬克用進廢退論的基礎 (E)林奈也是演化論的支持者

答：_____。

2. 下列有關達爾文演化論的敘述，哪些正確？（應選 3 項）

- (A)生物族群都有過度繁殖的趨勢 (B)族群的成長不受環境資源的限制 (C)族群中某些成員具有較強的適應性 (D)生物的演化須先具有遺傳變異，再經過天擇作用
(E)個體因適應環境而改變的性狀可以經由生殖作用傳遞給後代

答：_____。

二、天擇的實例

3

1. 胡椒蛾的顏色

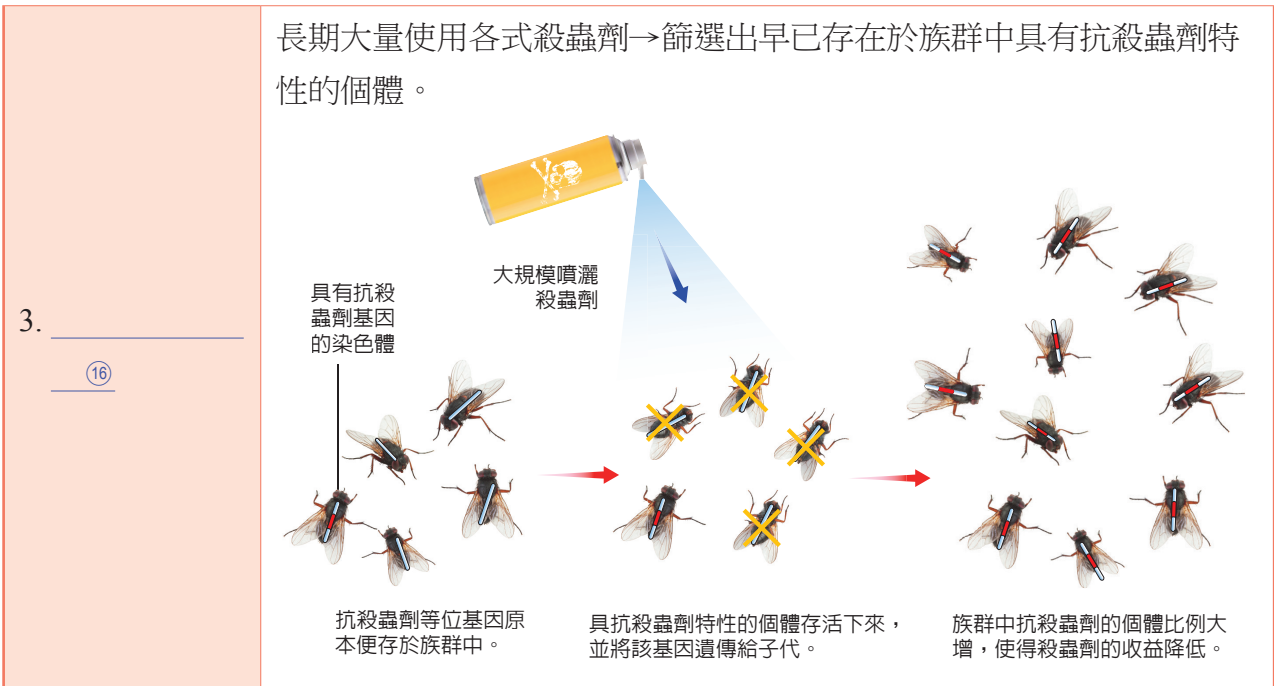
- (1) 1848 年以前→白色型占絕大多數。
- (2) 19 世紀開始，工業發展造成汙染（環境覆蓋煤灰）。
- (3) 鳥類易捕食白色蛾 $\xrightarrow{\text{黑色蛾存活率高}}$ 黑色型占絕大多數。
- (4) 鳥類（天敵）扮演天擇的角色。
- (5) 1956 年，制定空氣汙染防治法案→汙染逐漸受到控制，白色蛾比例逐漸提高。



2. _____

(15)

- (1) 新生兒體重 \approx 2.8~3.6 kg（最能適應新生環境）。
- (2) 體重太輕→嬰兒死亡率較高。
- (3) 體重太重→危及母親生命、無法順利生產。



三、人擇

1. 以人類的需求而選擇培育特定表徵之生物的方式稱為「人擇」。
2. 達爾文利用許多年的時間進行家鴿的配種實驗，培育出各式各樣外形特殊的家鴿，證實人擇對生物性狀造成很大的影響。



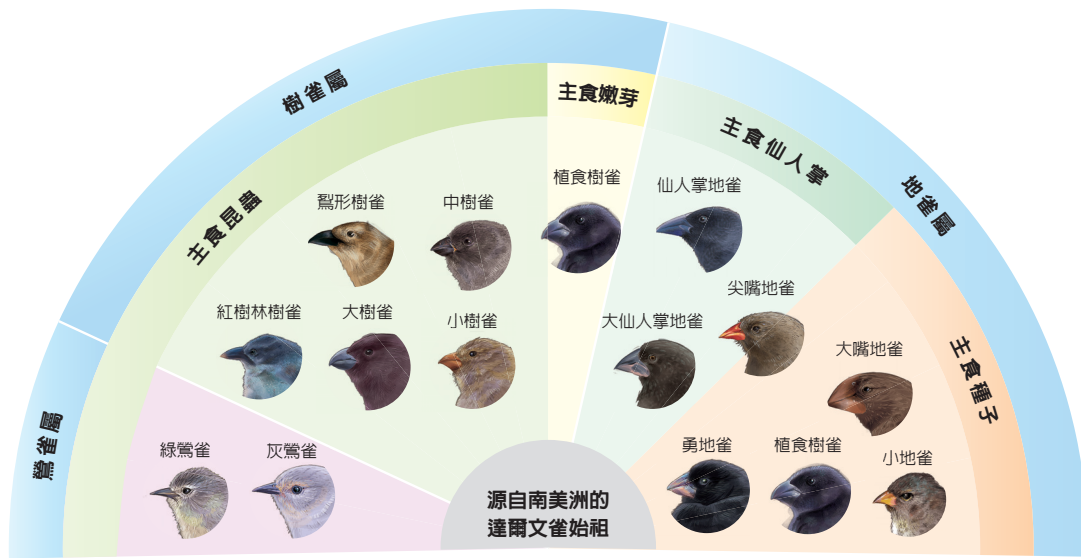
▲家鴿的人擇

學習概念

3

共同祖先與演化的關係 (配合課本 p.120)

1. _____ ⑰：所有生物，皆來自共同祖先，經歷了一代代的修飾並累積這些改變，最後成為散居各處適應不同棲地的後裔。
2. 在演化樹上的每個分支處都代表著重要的演化事件，例如：
 - (1) 達爾文雀的外觀非常相似，每種達爾文雀之間擁有共同祖先，而造成他們種化的主因為：不同島嶼上擁有不同的 _____ ⑱。
 - (2) 非洲大湖區湖裡的雌鯛，原本單一譜系的雌鯛，因為 _____ ⑲及食物選擇，在短短 5000 年之間演化出超過 500 種。
3. 達爾文的演化論同時解釋了 _____ ⑳及 _____ ㉑。

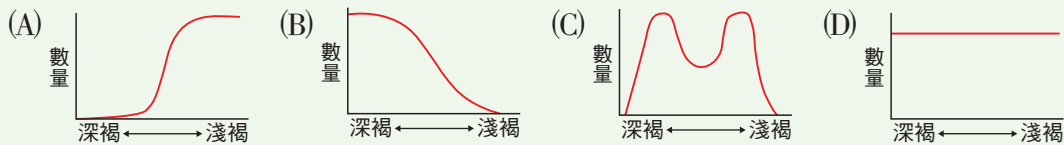


▲達爾文雀的演化

即時演練

3

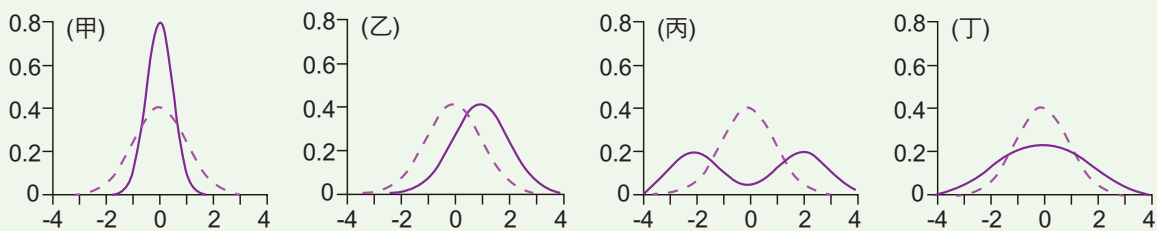
1. 某種蝗蟲體色深淺由遺傳決定，當牠生活在淺色沙漠環境時，其體色與數量的關係圖應為下列何者？



答：_____。

2. (甲)~(丁)為天擇模型圖，橫軸為族群某一表現型的測量值，縱軸為相對頻率，虛線為天擇前，實線為天擇後的頻率分布圖。下列敘述哪些正確？（應選 3 項）

(A)圖甲表示天擇沒有作用 (B)圖乙頻率正值個體的存活或生殖率較高 (C)圖丙平均值附近的個體較不適應 (D)圖丁離平均較遠的個體較不適應 (E)圖丙的情況最有可能形成新物種



答：_____。

3. 天擇是達爾文演化論的核心，下列何者不屬於天擇作用？

(A)無毒蝴蝶的斑紋愈來愈像有毒蝴蝶的斑紋 (B)花蜂偏好紅花，導致某種植物紅花比例增加 (C)從前的玉米果粒很小，經多年篩選後才產生現今大果粒的玉米 (D)年雨量逐漸增加使植物果實逐漸變大，食果性鳥類的喙隨之變大 (E)長期使用殺蟲劑，久而久之出現抗藥性昆蟲族群

答：_____。

3-1

課後練習

單選題

- () 1. 下列何者不是達爾文天擇說的內容？
 (A)生物的演化為長時間連續的變化
 (B)同一類的生物都是來自於共同的祖先
 (C) DNA 是可以代代相傳的遺傳物質
 (D)遺傳變異是最重要的演化動力
 (E)累世修飾
- () 2. 從適應和演化的角度來看，養雞場平時不宜在雞隻飼料中添加抗生素的最主要原因為下列哪一項？
 (A)會增加雞隻飼養的成本
 (B)會加速雞隻對抗生素產生抗藥性
 (C)會加速有抗藥性病原體的比例增加
 (D)會讓病原體滅絕，減少地球的生物多樣性
 (E)避免讓人吃到抗生素，因有些人會對抗生素過敏
- () 3. 天擇說的演化觀點：①適者生存；②變異；③天擇；④累積變異。其正確的順序為何？
 (A)②③①④ (B)①③④②
 (C)④③②① (D)①②③④
 (E)③①④②
- () 4. 能演化的最小生物單位是下列何者？
 (A)細胞 (B)生物個體 (C)族群
 (D)物種 (E)生態系
- () 5. 下列有關達爾文及其演化論的敘述，何者正確？
 (A)是第一個提出生物歷經長時間的影響會產生變化之學說
 (B)根據此學說，現存的黑猩猩應該為現今人類的祖先
 (C)生物個體的體細胞因主動適應環境而產生的變化會遺傳至下一代
 (D)下一代的遺傳變異來自於親代在減數分裂與受精作用時，等位基因的分離與重組
 (E)具有優勢性狀的個體較易贏得生存競爭，而使具有該性狀的個體在族群中所占比例越來越大

多選題

- () 1. 「推動生物演化的主要原因，是天然環境對生存競爭中生物個體所施予的選擇作用」是達爾文演化論的中心思想。下列哪兩項是此說中與演化有關的要點？（應選 2 項）
- (A)體細胞突變產生新品系 (B)族群內的遺傳變異
(C)天擇創造新的性狀 (D)物種內的生存競爭
(E)環境影響性狀的表現
- () 2. 下列哪些敘述與拉馬克所提出的演化概念相符？（應選 3 項）
- (A)生物的演化是持續性的漸變 (B)所有生物都有共同祖先
(C)精卵的突變是造成子代變異的關鍵 (D)鯨的後肢因長久不使用而逐漸退化
(E)島嶼上的尖喙雀類是因長久啄食昆蟲而使其喙逐漸變尖
- () 3. 有一火山島，表面是紅色與灰色的岩石，原來住著同數的紅鼠與灰鼠族群。有一天火山爆發，所形成的火山灰厚厚的覆蓋著整個島，此後紅鼠的數量一代一代增加，但灰鼠的族群卻一代一代的減少，哪些條件形成這種結果？（應選 2 項）
- (A)火山灰使環境保持紅色 (B)紅鼠的生活史較長
(C)必須有捕食鼠類的動物 (D)需有含紅色色素的食物供應
(E)要有多倍體的紅鼠
- () 4. 比較面積與地形相似的大陸性島嶼及海洋性島嶼上的物種，下列敘述哪些正確？
- 註：**大陸性島嶼（如：臺灣），原與鄰近大陸相鄰，物種也與之相近；海洋性島嶼（如：夏威夷），來自火山噴出物與珊瑚礁，初形成時無生物分布，隨後才由水、空氣自鄰近大陸傳播抵達。（應選 2 項）
- (A)大陸性島嶼的物種種類較少
(B)大陸性島嶼的物種具有較高的遷移能力
(C)大陸性島嶼上的物種種化速度通常較快
(D)海洋性島嶼的特有種比例較高
(E)海洋性島嶼上通常較少有大型哺乳類動物
- () 5. 下列關於生物演化的敘述，哪些正確？（應選 3 項）
- (A)遺傳變異是生物演化的先決條件
(B)經長時間的演變過程，同一類生物有不同的祖先
(C)突變和變異結果的好壞，由環境決定
(D)遺傳變異來自遺傳重組與突變
(E)非生殖細胞的變異，也可以遺傳給後代而影響演化

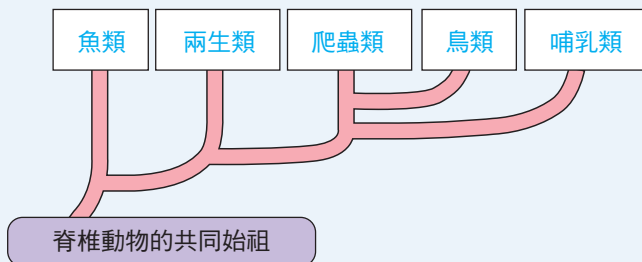
3-2

演化證據與分類系統



溫故知新

1. 化石是古代生物的遺體、活動痕跡或排遺，經石化作用而形成，是推斷生物演化最直接的證據。
2. 現在有些生物的形態與祖先化石幾乎沒有差異，這些生物稱為活化石。
3. 脊椎動物可能的演化順序：



4. 生物可分為五大界：原核生物界、原生生物界、真菌界、植物界、動物界。

小試身手

1. 右表為小慧列出家燕及家雨燕的分類資料，她推論「家燕和家雨燕在分類上為不同科的生物」，依生物分類階層的概念，小慧最可能是根據表中的哪一項內容作出推論？

(A)綱 (B)目 (C)屬 (D)種

答：_____。

	家燕	家雨燕
綱	Aves	Aves
目	Passeriformes	Apodiformes
屬	<i>Hirundo</i>	<i>Apus</i>
種	<i>rustica</i>	<i>nipalensis</i>

學習概念

1

演化證據 (配合課本 p.124)

一、_____ ①：生物演化最有力而直接的證據。

1. 化石：保存在地層中的古生物遺體、硬殼、骨骼、生物活動時所遺留的爬痕。

生物體的堅硬部分 $\xrightarrow{\text{石化作用}}$ 形成化石，多見於_____ ②。

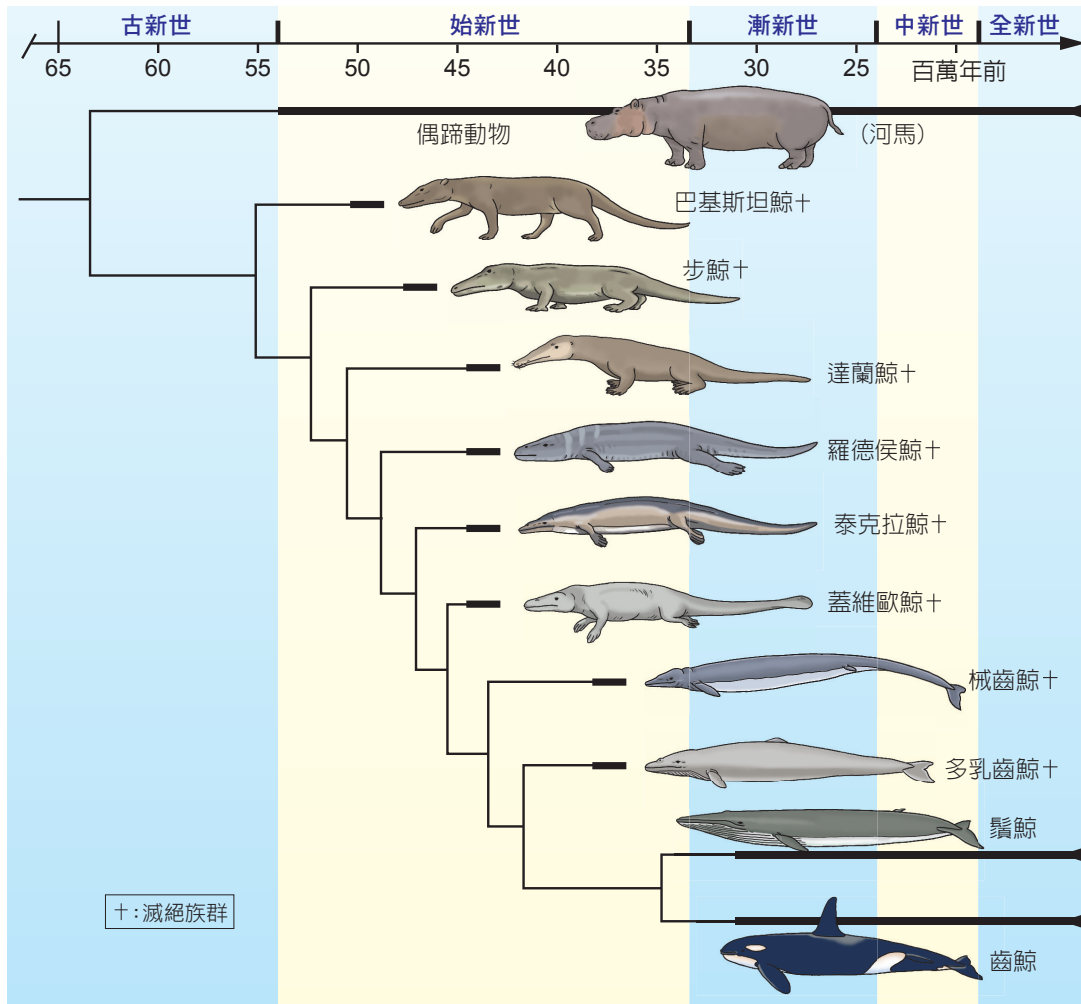
2. 化石的形成：

冰層中	西伯利亞的猛獁象（長毛象）→在冰層中不易受微生物腐化分解。
陸地上	易被風化、吞食、腐化分解→不易形成化石。
水底	迅速被沉積物覆蓋→減緩腐化分解速度→易形成化石。
琥珀	小型生物陷入松脂、樹脂中→硬化後形成化石。
火山灰	火山灰、瀝青→迅速掩埋覆蓋→可形成化石。
痕跡化石 (生痕化石)	1. 動物在泥地上活動所留下的腳印、爬痕。 2. 動物停棲的巢穴。

3. 化石年代的決定：

相對年代	上層較新	愈年輕地層的化石→生物的種類較多、形態及構造均較_____ ③。
	下層古老	愈古老地層的化石→生物的種類較少、形態及構造均較_____ ④。
絕對年代	碳 14 法	測定三萬年以內的岩石 ($C^{14} \rightarrow N^{14}$ 半衰期 5730 年)。
	鉀氫法	測定三萬~百萬年之間的岩石 ($K^{40} \rightarrow Ar^{40}$ 半衰期 13 億年)。
	鉛鈾法	測定百萬年以上的岩石 ($U^{238} \rightarrow Pb^{206}$ 半衰期 45 億年)。

4. _____ ⑤：根據化石出土時在地層中所處的岩層位置，可瞭解該化石所代表生物體的生存年代；經比較一系列相關化石的形態差異，可知道相關物種的演化過程。



▲ 鯨類演化樹

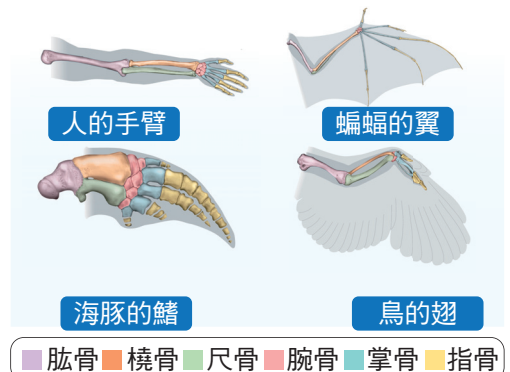
5. _____ ⑥：演化上非常原始的現存生物種類，保留過去原始的特性，但非真正的化石。例如：腔棘魚、鸚鵡螺、銀杏。

二、解剖學的證據

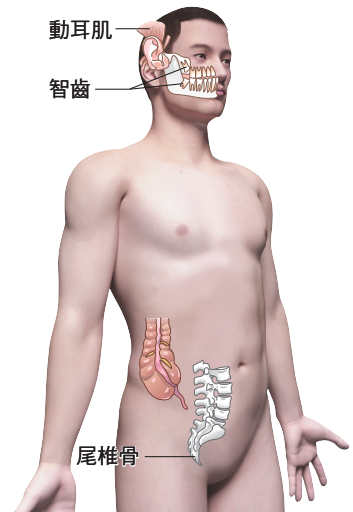
1. _____

⑦

- (1) 生物在適應環境的過程中，演化出外觀或功能不同，但基本解剖構造相同的器官，稱為同源構造。
- (2) 同源器官的胚胎發生來源相同→可作為演化的證據。
- (3) 同一分類階層的生物→彼此間都具有相似的構造。
例如：鯨豚的前肢、蝙蝠的翼、馬的前肢及人的前肢。
- (4) 哺乳類的前肢與爬蟲類的前肢的骨骼構造相似→外觀差異很大、功能各異→適應不同環境。



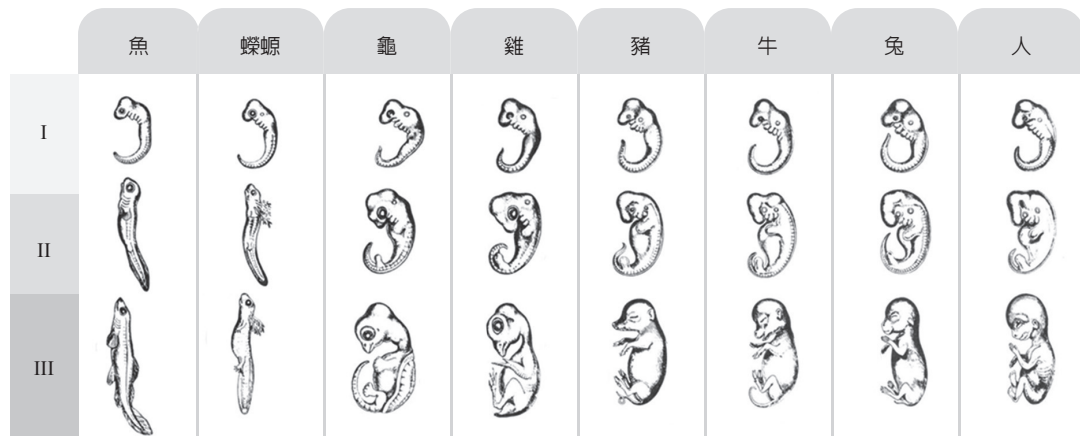
<p>2. _____</p> <p>⑧</p>	<p>(1)不同生物所具有功能相同，但演化來源不一定相同的構造，稱為同功構造。</p> <p>例如：①鳥類的翼、昆蟲的翅、鼯鼠的飛膜→均具飛翔的功能，但來源不同。</p> <p>②仙人掌的刺及玫瑰的刺來源不同，但同樣有禦敵功能。</p> <p>(2)同功器官的胚胎發生來源不一定相同→不可作為演化的證據。</p>
<p>3. _____</p> <p>⑨</p>	<p>(1)有些生物具有一些較微小且功能不明顯的退化構造，但在其祖先的生理機能運作上可能很重要，這類構造稱為痕跡構造。</p> <p>例如：①紐西蘭的奇翼鳥 (Kiwi) → 翼退化。</p> <p>②蛇的四肢退化→ 僅蟒蛇仍有後肢殘留痕跡。</p> <p>③現存鯨類均沒有後鰭→ 但具有退化的骨盆和後腿骨。</p> <p>④洞穴中及地底的生物→ 眼退化。</p> <p>(2)突變和天擇造成器官不利於環境→與用進廢退無關。</p> <p>(3)人類的痕跡構造：例如：_____ ⑩。</p>



三、胚胎學的證據

1. 血緣關係相近的生物個體→都經過相似的胚胎發生過程。

- (1) _____ ⑪ (Haeckel) 1866 年提出：脊椎動物的胚胎發育早期都非常相似，到後期則相異性逐漸增加。
- (2) 脊椎動物的早期胚胎均具 _____ ⑫ 及 _____ ⑬，但在成體中，有些動物的咽裂卻消失。
- (3) 分類階層大的特徵先出現→分類階層小的特徵後出現。
例如：觀察魚、蠓螈、龜、雞、兔、牛、豬及人的胚胎發生，發現區別較大的分類階層如門、綱的特徵先出現，而屬、種的特徵較後出現。
- (4) 藉由比較胚胎發育各階段的相似程度，可用來判斷動物之間的演化過程及親緣關係。
- (5) 演化往往是在舊有的構造上賦予新的功能，例如：人類的咽裂並非消失，而是發展成耳咽管。



▲數種脊椎動物早期胚胎發生的比較。

知識補充站

恩斯特·海格 (Ernst Heinrich Philipp August Haeckel, 1834 ~ 1919)

海格為達爾文演化論的忠實擁護者，並提出具高度爭議與批評的胚胎發生重演說 (Recapitulation Theory, 即個體發生史重演親緣關係發生史)，認為達爾文找不到的演化論證據就在自己提出的胚胎重演說中，但此學說是一過度簡化的理論模型，並刻意略過不相似的動物胚胎，且過度強調生物在自然位階中的高、低等級概念。更糟的是，海格將自己的學說毫不保留地應用到人類社會，成功鼓動了種族主義、法西斯主義和納粹主義的流行。

即便如此，海格對脊椎動物胚胎發育特徵的描述紀錄，例如：咽裂 (pharyngeal slits) 的生成等共同現象，則屬正確的觀察，且他創造的諸多名詞，例如：生態學 (ecology)、親緣譜系 (phylogeny)、個體發生 (ontogeny) 等等，反而因為自然科學/演化研究領域日漸壯大而廣為人知。

延伸閱讀：「德國達爾文」恩斯特·海格 <https://case.ntu.edu.tw/blog/?p=21649>

四、生物地理學的證據

1. 探討生物於地理空間上的分布，藉由對照現生種與化石種資訊，可以了解生物的起源處及拓殖、播遷的過程。亦可做為地質學板塊構造理論，板塊運動的證據。

例如：舌羊齒、北美洲、歐亞大陸的狼與澳洲已滅絕的袋狼。

知識補充站

舌羊齒

已滅絕古生代的裸子植物，在非洲、澳洲、南美洲都有化石紀錄，因此創造論者遂據此攻擊演化論，質疑它無法解釋彼此隔絕的大陸竟會演化出同樣的植物。達爾文猜測可能有塊南極大陸（當時尚無人抵達南極），曾經與南半球這幾塊大陸相連，讓舌羊齒得以散布生長。因此若能在南極找到舌羊齒的化石，就能證明達爾文是對的。



西元 1912 年，在史考特 (Robert F. Scott, 1868 – 1912) 團隊努力之下，終於在南極大陸找到舌羊齒化石，成功捍衛了達爾文的主張，解決了地質學家長期以來的爭議，但史考特團隊卻也不敵南極氣候，在此趟旅程中喪生。

2. _____ ⑭：某同類群生物的物種起源中心，只會在一个時間一個地點出現一次。

(1) 藉由 _____ ⑮的研究，科學家推測人類的種源中心在非洲。

(2) 澳洲在中生代時與其他陸地分離，無其他胎盤動物互相競爭，因此保留了许多原始哺乳類。

① 單孔類：生殖孔和泄殖腔同屬一個開口的卵生哺乳類動物。

(例如：_____ ⑯)。

② 有袋類：胎盤發育不全，將胎兒置於育兒袋中哺育至成熟。

(例如：_____ ⑰)。

(3) 島嶼上的生物由相鄰的大陸遷徙而來，因此與原大陸相似。

① 加拉巴哥群島鄰近南美洲，島上生物與南美洲相似。

② 臺灣鄰近歐亞大陸，冰河時期時曾多次相連，因此物種起源中心多位於歐亞大陸。而後演化出島嶼型的動物相與植物相，約有四分之一的物種為特有種或亞種。

3. _____ ⑱：一個種源中心逐漸向外擴張而演化出多個物種。

(1) 加拉巴哥群島的鸚鵡(達爾文雀)共同祖先來自中南美洲，牠們抵達島嶼後，因競爭與適應環境，逐漸演化出不同的物種。

(2) 象的祖先可以追溯至約五千五百萬年前，最古老的始祖象源自於北非，而後輻射演化出多種不同的象。



▲ 象的物種起源及其遷移路徑

五、生物化學及分子生物學的證據

<p>比對 ⑱</p>	<p>比對不同物種之某特定酵素之胺基酸序列 → 可了解物種間親緣關係的遠近。</p> <p>1. 生物都是由共同祖先經長久時間演化而來，因此即使分類系統上較疏遠的生物之間（例如：人類、細菌），亦含有相似的蛋白質。</p> <p>2. 分析比較各種脊椎動物血紅素的胺基酸數目和排序： 親緣關係愈近 → 紅血球組成之 ㉒ 差異愈少。</p> <p>細胞色素 c 基因的胺基酸序列相似度 (%) (和人類相比)</p> <table border="1"> <caption>細胞色素 c 基因的胺基酸序列相似度 (%)</caption> <thead> <tr> <th>物種</th> <th>相似度 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>念珠菌</td> <td>50%</td> </tr> <tr> <td>蛾</td> <td>70%</td> </tr> <tr> <td>魚</td> <td>80%</td> </tr> <tr> <td>烏龜</td> <td>85%</td> </tr> <tr> <td>鴨子</td> <td>90%</td> </tr> <tr> <td>豬</td> <td>90%</td> </tr> <tr> <td>猴子</td> <td>95%</td> </tr> <tr> <td>人</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table> <p>▲ 由細胞色素 c 基因之胺基酸序列的相似度可看出生物間的親緣關係（其中念珠菌為真菌的一種）。</p>	物種	相似度 (%)	念珠菌	50%	蛾	70%	魚	80%	烏龜	85%	鴨子	90%	豬	90%	猴子	95%	人	100%
物種	相似度 (%)																		
念珠菌	50%																		
蛾	70%																		
魚	80%																		
烏龜	85%																		
鴨子	90%																		
豬	90%																		
猴子	95%																		
人	100%																		
<p>比對 ㉑</p>	<p>DNA 鹼基序列的比較：</p> <p>1. 親緣關係愈近 → 某特定基因的 ㉒ 差異愈小。</p> <p>2. 依據鹼基差異分析 → 組合成親緣關係樹。</p> <p>※ 粒線體夏娃： 威爾遜（美）認為粒線體是母系遺傳：根據現代人粒線體 DNA 的分析 → 推測現代人均是 20 萬年前居住在<u>非洲</u>的一名女子（<u>夏娃</u>）的子孫。</p>																		

即時演練

1. 有甲、乙、丙、丁四種蜥蜴，其某功能基因之部分 DNA 序列如右圖。如果這段 DNA 序列的相似度，可以反映這些蜥蜴間的親緣關係，則和蜥蜴乙親緣關係最接近的種類是下列哪一項？
- | 蜥蜴 | 某功能基因之部分 DNA 序列 |
|----|-----------------------------------|
| 甲 | ATGGGTGTTATTTCTTCCGGATGTAAATATT |
| 乙 | ATGGGTGTTATTTCTCCTCCGGATGTAAATATT |
| 丙 | ATGGGTGTCATTTCTTCTGGATCAAAGTATT |
| 丁 | ATGGGTGTTATCTCTTCCGGATCAAAGTATT |

(A) 蜥蜴甲 (B) 蜥蜴丙 (C) 蜥蜴丁 (D) 蜥蜴甲和丙

答：_____。

2. 以下哪個例子適合拿來說明輻射演化？

- (A)猛獁象經白令陸橋在美洲與亞洲之間移動 (B)南美洲的毒斑蝶與毒蛺蝶在各地分化為不同的擬態群 (C)加拉巴哥雀在加拉巴哥群島上分化為喙型不同的物種 (D)不同種的淡水龜可輕易雜交 (E)臺灣島上的烏頭翁與白頭翁分布在中央山脈的兩側。

答：_____。

學習概念 2 生物分類系統之演變 (配合課本 p.130)

一、生物分類系統——生物的命名及分類必須系統化、標準化及國際化

1. 最早的分類系統：由希臘哲學家亞里斯多德提出，將生物區分成動物與植物。他以梯狀方式分類並排列生物，認為所有生物都有其特定地位。

2. 分類學之父——_____ ②③

(1) 林奈依照生物的特徵，依相似程度低到高分為_____ ②④。

(2) 林奈認為生物皆是神創造的，生物不會演化，將生物分類只是為了彰顯神的美好。

(3) 現代的分類學

① 修改為界、門、綱、目、科、屬、種階層

② 階層越往上：

生物種類越_____ ②⑤、相似特徵越_____

②⑥、親緣關係越_____ ②⑦。

階層越往下：

生物種類越_____ ②⑧、相似特徵越_____ ②⑨、親緣關係越_____ ③⑩。

界	植物界	動物界
門	種子植物門	脊索動物門
綱	雙子葉植物綱	哺乳綱
目	豆目	靈長目
科	豆科	人科
屬	豌豆屬	人屬
種	豌豆	智人

3. 俗名與學名

(1) 十六世紀法國生物學家包興 (Bauhin) 認為植物命名方式過於混亂，首先提出二名法，並由林奈發揚光大。

(2) 俗名的困擾：

① _____ ③① 例如：山蘇（鳥巢蕨）、七里香（月橘）

② _____ ③② 例如：杜鵑

③ 易生混淆 例如：鯨魚、章魚、山椒魚、鮑魚→名稱有魚，但都不是魚類

(3) 學名：

① 學名特性：一種生物僅有一個學名，學名的組成為「_____ ③③ + _____ ③④」

例如：人類學名 *Homo sapiens*。

② 文字：拉丁文或拉丁化文字（國際通用）。

③ 屬名相同者，親源關係較_____ ③⑤；種小名相同者可能差很遠。

例如：臺灣草蜥 *Takydromus formosanus*

蓬萊草蜥 *Takydromus stejnegeri*

臺灣蛇蜥 *Ophisaurus formosanus*

 即時演練

1. 關於目前使用的生物分類系統的敘述，下列哪些正確？（應選 2 項）

- (A) 依據生物間的親緣關係建置而成
- (B) 愈高的分類階層所包含的生物之相似性愈高
- (C) 屬於同科的生物必屬於同綱
- (D) 分類階層愈低，所包含的生物種類愈多
- (E) 最高等的生物位於分類系統的最高階層

答：_____。

學習概念 3 生物的同源性與多樣性 (配合課本 p.136)

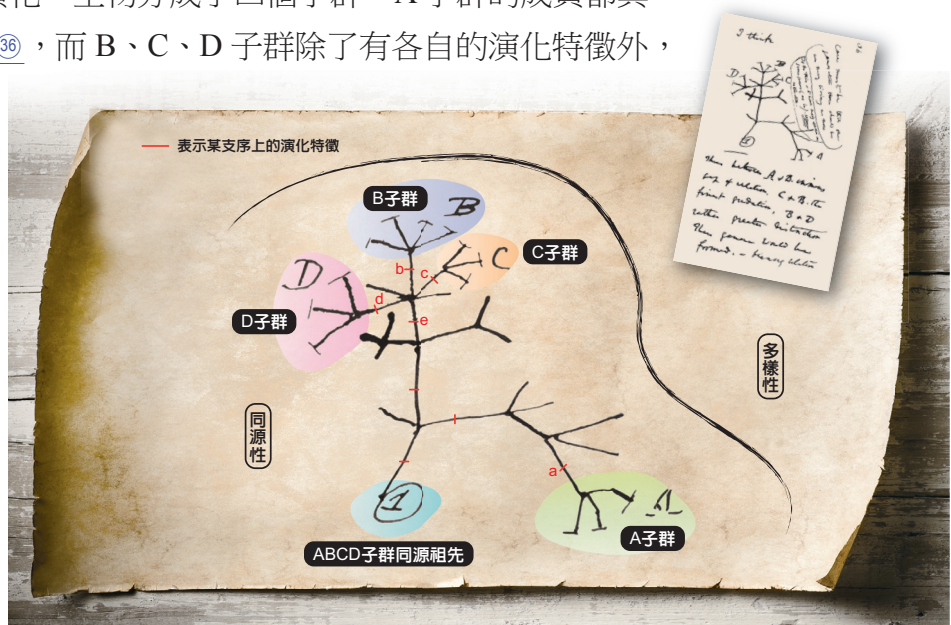
一、達爾文的樹狀圖

1. 同源性：隨著生物不斷演化，物種持續出現或滅絕，從原來的共同祖先逐漸演化至目前的生物多樣性，而當我們沿著枝條追本溯源時，則可察覺到生物的同源性。

2. 親緣關係：隨著演化，生物分成了四個子群，A 子群的成員都具備演化特徵_____ ③⑥，而 B、C、D 子群除了有各自的演化特徵外，

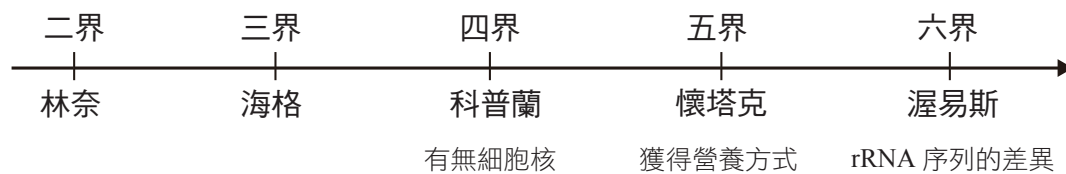
它們還共有更早出現的演化特徵_____ ③⑦。

由此可知，B、C、D 子群彼此間的親緣關係較近，而與 A 子群的親源關係較遠。



3. 分類系統的演進：隨著生物化學、分子生物學及生物資訊學領域興起，人類對生物多樣性、生物親緣關係及演化的了解漸增。

- (1) 二界系統：18 世紀林奈依生物是否具運動能力將生物分為動物界和植物界兩個界。
- (2) 三界系統：德國的生物學家海格提出第三界——原生生物界，將從前被放在植物界內的較簡單且含糊的生物，以及顯微鏡下看到的細菌和大部分微生物，重新歸類在原生生物界內。
- (3) 四界系統：將原核生物的分類概念融入了三界分類系統。原核生物從原生生物界分離出來，列入了原核生物界
- (4) 五界系統：1969 年，美國懷塔克（Whittaker）依據生物的細胞構造及其^{③⑧}，將原本真菌獨立成為一界，提出五界系統，將生物分成原核生物界、原生生物界、菌物界、植物界和動物界。
- (5) 六界系統：1977 年美國渥易斯（Woese）依據 rRNA（核糖體 RNA）序列的差異性，將原核生物界再分成^{③⑨}和^{④⑩}，加上原來的原生生物界、菌物界、植物界和動物界，而形成六界系統。
- (6) 三域系統：1990 年渥易斯將原生生物界、菌物界、植物界和動物界合稱為^{④①}域，加上^{④②}域和^{④③}域而形成三域系統。



※ 分類系統的演進及比較

林奈 1735 年	海格 1866 年	懷塔克 1969 年	渥易斯 1977 年	渥易斯 1990 年	
2 界系統	3 界系統	5 界系統	6 界系統	三域系統	
未分類	原生生物界	原核生物界	古菌界 細菌界	古菌域 (含古菌界) 細菌域 (含細菌界)	原核生物
植物界	植物界	原生生物界 (含藻類) 真菌界	原生生物界 (含藻類) 真菌界	真核生物域 (含原生生物界、植物界、 真菌界、動物界)	真核生物
動物界	動物界	植物界	植物界		
動物界	動物界	動物界	動物界		

※ 古菌與細菌差異

域	界	細胞核	膜狀胞器	細胞壁	其他特徵	種類
細菌域	細菌	×	×	有 成分為肽聚糖	DNA 呈環狀	藍綠菌、革蘭氏陽性菌、螺旋菌
古菌域	古菌	×	×	有 成分非肽聚糖	a. DNA 呈環狀 b. 常出現於極端環境	甲烷菌、極端嗜鹽菌、極端嗜熱菌

 即時演練

1. 甲烷菌是屬於三域分類系統中的哪一域？

(A)細菌域 (B)古菌域 (C)真核生物域 (D)無核域

【107.指考】

答：_____。

2. 由於演化理論的發展和科學的進步，在不同時代科學家提出不同的分類系統。下列有關分類系統的敘述，哪些是正確的？（應選 3 項）

(A)林奈根據生物是否具運動能力而將其分為動物界和植物界 (B)科學家使用光學顯微鏡觀察後，將肉眼看不見的單細胞生物歸為原核生物界 (C)科學家將具有細胞壁而異營性的生物歸為菌物界 (D)科學家在五界系統後更提出六界系統，將原核生物界區分為真細菌界和古細菌界 (E)三域系統的分類系統認為古細菌、真細菌和真核生物三者間，前兩者的親緣關係較近

答：_____。

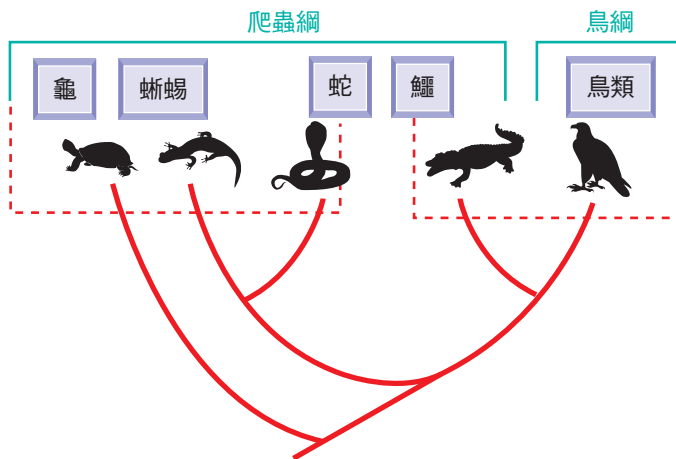
學習概念 4 親緣關係的可重建性 (配合課本 p.137)

一、生物分類學家、演化生物學家的目標為釐清物種之間的親緣關係、建立正確的演化樹，基於可信的證據，盡可能做出客觀、接近事實的判斷，但所有重建的演化樹，都僅是從所有證據與資訊中，建立的「最可能」結果。

1. 鱷、蛇、蜥蜴、龜的親源關係：

(1) 過去：依外表特徵容易將鱷、蛇、蜥蜴、龜等歸於爬蟲類。

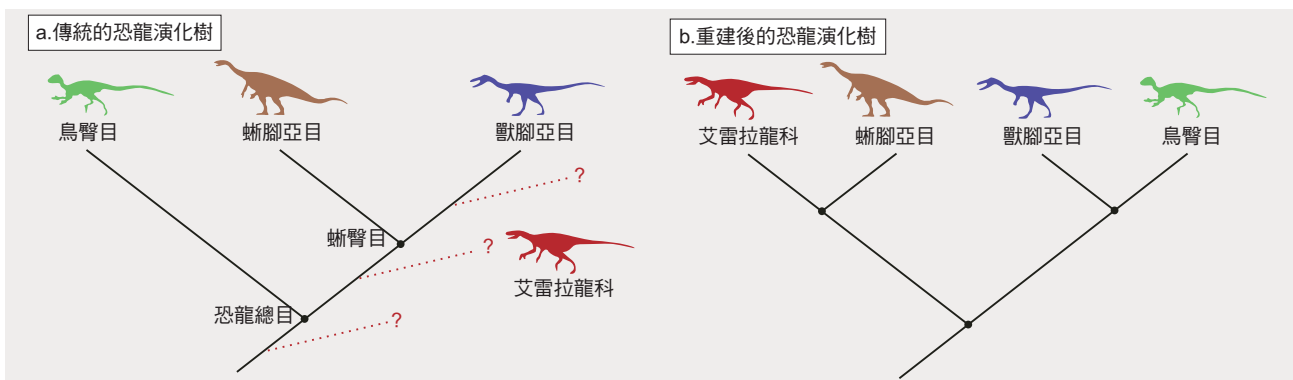
(2) 重建：加入解剖學、分子生物學等證據後，顯示鱷和④的親緣關係較近，而非和蛇、蜥蜴的親緣關係較近。



◀ 鳥類及爬蟲類的演化樹：過去的分類方法將龜、蜥蜴、蛇及魚鱷列入爬蟲綱，而鳥類則是鳥綱，現今分類學家均認為鱷和鳥類的親緣關係較近（虛線所示）。

2. 鳥類起源：

- (1) 過去：認為鳥類與恐龍分別演化自古老的爬蟲類。
- (2) 重建：中國遼寧地區出土許多有羽毛的小型恐龍化石，因此古生物學與動物學家修正理論觀念，認為鳥類是「蜥臀目」恐龍的後裔。



知識補充站

「鳥臀目」與「蜥臀目」

所有的恐龍可依骨盆結構，分為「鳥臀目」與「蜥臀目」兩大類群。傳統分類觀點認為，鳥臀目恐龍多為有喙的草食性物種，其骨盆結構與鳥類較近似；蜥臀目則包括大型的腕龍與肉食性的暴龍等，現今鳥類演化自蜥臀目祖先。包括翼龍、魚龍、蛇頸龍等，都不屬於真正的恐龍。

延伸閱讀：泛科學：恐龍分類大革命？新研究提出了恐龍全新的分類方式

(<https://pansci.asia/archives/11697>)

3. 科學的過程便是不斷的懷疑與辯證，在生物學的領域裡高階分類單元的異動其實並不罕見。

		關於「人類世」				
第四紀	全新世 Holocene	+0.01		人類開始記錄歷史	人類世 (Anthropocene) 一詞，是由 1995 年的諾貝爾化學獎得主，荷蘭大氣化學家保羅·克魯岑於 2000 年提出，指地球因人類活動而對氣候、環境與生態產生重大影響，在地質紀錄上留下了顯著的印記，但目前對於人類世的確切起始時間並無定論。有些主張認為，人類世起始於十八世紀瓦特改良蒸汽機的時期；另有些科學家則認為，人類世應從人類進入農業時期就已開始。	
	更新世 Pleistocene	+1.8		冰河期、人類出現		
第三紀	上新世 Pliocene	+5		非洲南猿出現		
	中新世 Miocene	+23		哺乳動物和種子植物持續分支演化		
	漸新世 Oligocene	+34		大多數哺乳動物目崛起		
	始新世 Eocene	+57		單子葉植物優勢崛起		
	古新世 Paleocene	+65		主要哺乳類、鳥類的演化、靈長類始祖出現		
新生代 Cenozoic						
白堊紀 Cretaceous		+144		被子植物出現、恐龍滅絕		中生代 Mesozoic
	侏羅紀 Jurassic	+208		裸子植物成為優勢物種、鳥類出現		
	三疊紀 Triassic	+245		恐龍和哺乳類出現		
二疊紀 Permian	+286		現代幾個昆蟲目起始	古生代 Paleozoic		
石炭紀 Carboniferous	+360		種子植物出現、爬蟲類起始、兩生類優勢			
泥盆紀 Devonian	+408		兩生類與昆蟲出現			
志留紀 Silurian	+438		維管束植物出現			
奧陶紀 Ordovician	+505		脊椎動物(魚類)崛起、植物登陸			
寒武紀 Cambrian	+544		大多數無脊椎動物起源			
原生代 Proterozoic						
上部前寒武紀 Upper Precambrian		+2000		動物起源 最古老真核生物化石	太古代 Archaean	
下部前寒武紀 Lower Precambrian		+3400		大氣中開始充滿氧氣 已知最古老化石(原核生物)地球誕生		

▲地質年代表及生物演化情形

學習概念 5 生物的滅絕 (配合課本 p.139)

一、45：常態性發生且滅絕速率較均等的滅絕事件。

二、46：在相對短期內大規模發生生物滅絕現象。

- 發生原因：環境劇烈變動，造成生物不適應，例如：47等。

 即時演練

1. 猛獁象 (Mammoth) 又稱為長毛象，大部份在距今 1 萬年時突然全部滅絕。科學家從冰天雪地裏把一些保存完好的猛獁象遺體挖出，除了進行研究外，也送到世界各國巡迴展覽。下列有關這些被挖出的猛獁象遺體之敘述，哪些正確？(應選 2 項)
- (A) 這些遺體因為皮毛保存完整，所以是一種活化石 (B) 為了保存這些被挖出的猛獁象遺體之完整性，最好利用福馬林浸泡 (C) 猛獁象遺體被送到世界各國巡迴展覽，有助於人類對猛獁象原始的生活型態有所了解 (D) 若以現代人類獵殺大型動物的需求考量，我們可假設猛獁象的滅絕可能與原始人的獵殺有關 (E) 猛獁象存活的時候，地球上還沒出現人類

答：_____。

2. 下列有關生物滅絕的敘述，何者錯誤？

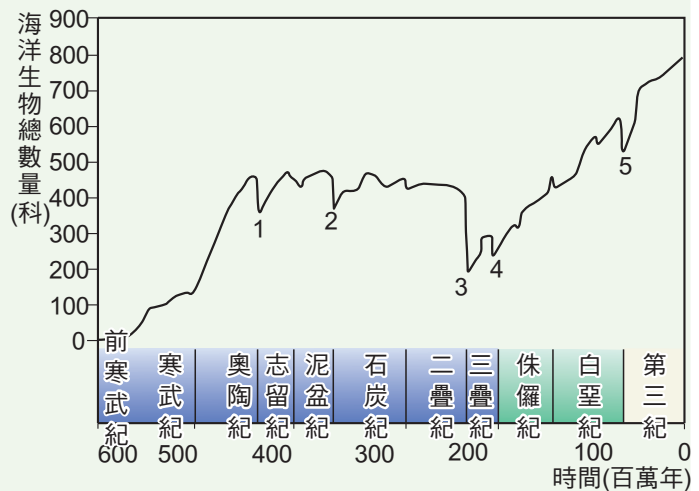
(A) 地質史上的生物大滅絕包括奧陶紀、泥盆紀、二疊紀、三疊紀、白堊紀等末期 (B) 地球上的生物大滅絕主因包括造山運動、小行星撞擊、陸塊的分合及氣候的影響等 (C) 恐龍的滅絕原因最新的理論是小行星撞上地球後，所有地球上的恐龍在一夕之間全部死亡 (D) 約 300 年前模里西斯島 (Mauritius island) 的嘟嘟鳥 (Dodo bird) 滅絕，主因是棲地限制及人類的獵殺等，此為背景滅絕 (background extinction) 的實例之一 (E) 若人類不停止破壞生態，人類將可能是造成第六次大滅絕的主要原因

答：_____。

3. 右圖為地球歷史上生物的五大滅絕事件 (分別以數字 1、2、3、4、5 表示)，如果生物總數量以科為單位，則下列何者是最合理的推論？(應選 3 項)

(A) 某種生物的滅絕是因為其他競爭力更強的動物出現而導致，如三葉蟲被恐龍所取代，而恐龍又被胎盤類哺乳類動物所取代 (B) 每次生物大滅絕事件發生後，生物總數量便會急遽的增加到超過前一次生物大滅絕前的總數量 (C) 生物大滅絕可定義為在很短的時間內 (幾百萬年)，生物總數量急遽的減少 (D) 生物總數量只要是持續且緩慢的減少，便可稱為生物大滅絕事件 (E) 生物總數量只要有減少，即可稱之為生物大滅絕事件

答：_____。

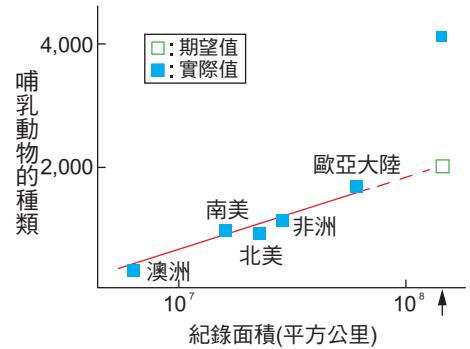


3-2

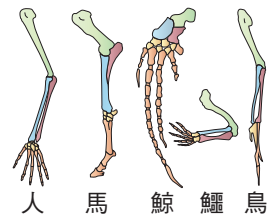
課後練習

單選題

- () 1. 已知全球的哺乳類目前約有 4500 種，右圖橫座標軸箭頭所指的位置是全世界陸地合併後的面積。何以現生哺乳類的種類數比期望值高出許多？



- (A) 地理隔離的效應
(B) 人類的育種
(C) 外來種的引入
(D) 環境負荷量呈指數增加
(E) 競爭激烈
- () 2. 大部分的有袋類或單孔目哺乳類分布於澳洲的主要原因為何？
- (A) 人為育種加強的結果
(B) 澳洲地理環境特殊，使得胎盤哺乳類不易存活
(C) 板塊漂移，使得胎盤哺乳類出現之初，澳洲已與其他大陸分離
(D) 基因突變，使得澳洲的胎盤哺乳類皆突變成有袋類或單孔目哺乳類
(E) 澳洲氣候環境條件宜人，最適合有袋類
- () 3. 生物甲與生物乙同目，生物乙和生物丙同科，生物丙和生物丁同綱，則生物甲和生物丁的關係為何？
- (A) 同目 (B) 同科 (C) 同綱 (D) 同屬 (E) 同種
- () 4. 右圖表示雉科鳥類之起源中心在亞洲，曲線代表等種線。試問這是哪一方面的演化證據？
- (A) 分子生物學上 (B) 化石上
(C) 胚胎學上 (D) 解剖學上
(E) 生物地理學上



- (A) ①③④⑤ (B) ②③④⑤ (C) ②③④ (D) ②③ (E) ①③④

多選題

- () 1. 解剖學和比較生物學提供了演化上同源器官的證據，下列何者屬於此類證據？（應選 3 項）
- (A) 人的手和鯨的前肢
 - (B) 狗的眼睛和魚的眼睛
 - (C) 仙人掌的刺和玫瑰的刺
 - (D) 蝙蝠的前肢和鳥的翅膀
 - (E) 鯨的鰭和吳郭魚的鰭
- () 2. 下列哪些生物不屬於原核生物的範圍？（應選 3 項）
- (A) 細菌 (B) 真菌
 - (C) 病毒 (D) 藍綠藻（菌）
 - (E) 瘧原蟲
- () 3. 下列關於真菌的敘述，哪些正確？（應選 3 項）
- (A) 全部為多細胞生物 (B) 全部為真核細胞生物
 - (C) 全部為異營性生物 (D) 全部為寄生性生物
 - (E) 在生態系中多屬分解者
- () 4. 鄰近南美洲的加拉巴哥群島和鄰近非洲西岸的威德角群島地理緯度和氣候相似，但加拉巴哥群島生物相相似於南美洲，威德角群島的生物相與非洲較為類似，造成這兩群島的生物種類不同的可能原因為哪些？（應選 2 項）
- (A) 具有相同的種源中心
 - (B) 具有不同的種源中心
 - (C) 生殖隔離產生新種
 - (D) 地理隔離
 - (E) 具有不同的氣候
- () 5. 在決定不同物種間或不同分類群間的親緣關係時，下列哪些項目可以加以利用？（應選 3 項）
- (A) 蛋白質的胺基酸序列
 - (B) DNA 鹼基序列
 - (C) 化石
 - (D) 同源結構（homologous structures）
 - (E) 同功結構（analogous structures）

探討活動 3-3

病毒在分類系統中的歸類



重點整理與思考方向

(配合課本 p.144)

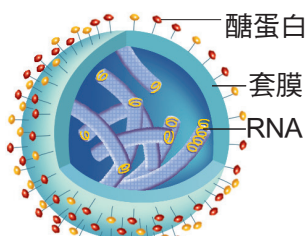
第一階段 —— 分組探究	
①病毒的研究史	④病毒與疾病
②病毒的構造	⑤病毒與基因轉殖
③病毒的感染過程	⑥病毒的突變

一、病毒的研究史

- 1886年，荷蘭科學家梅耶發現_____ ①會從患病的植株傳染給健康的植株，但找不到致病的病原體。
- 1892年，俄國微生物學家伊凡諾斯基發現患病菸草植株的汁液利用過濾細菌用的細瓷濾器過濾後，其濾液仍會使健康的植株染病。
- 1935年，美國科學家_____ ②製得菸草鑲嵌病毒（TMV）的結晶。

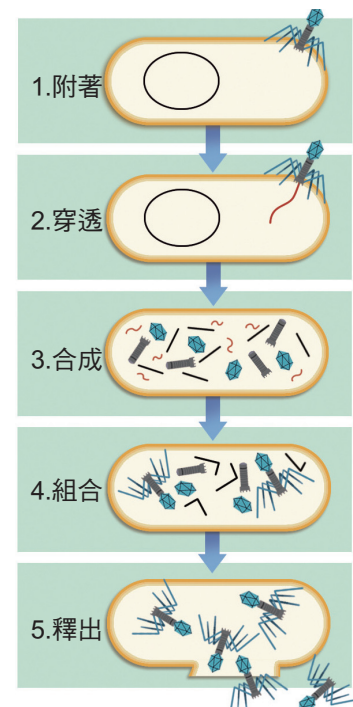
二、病毒的構造

- 構造：外殼（_____ ③）+ 中心核酸（_____ ④）
- 部分動物病毒具_____ ⑤，由脂雙層構成（來自宿主），是病毒感染宿主細胞的工具，與感染宿主的專一性有關例如：流感病毒、愛滋病毒。



三、病毒的感染過程（以噬菌體為例）

1. 附著：病毒附著在特定的宿主細胞表面。
2. 穿透：病毒將核酸注入宿主細胞中，外殼留在宿主細胞表面
3. 合成：病毒利用宿主細胞，複製病毒本身的遺傳物質（DNA 或 RNA）、蛋白質外殼以及酵素。
4. 組合：病毒的遺傳物質與蛋白質外殼在宿主細胞內進行組合，產生完整的病毒子代。
5. 釋出：將宿主細胞分解，釋出複製完成的子代，繼續感染鄰近的細胞。

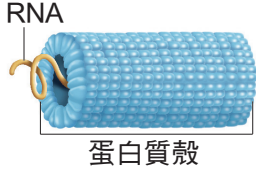
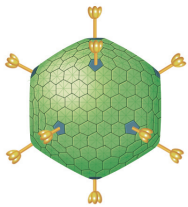
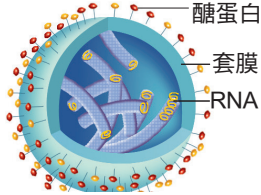
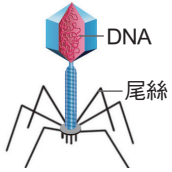


四、病毒與疾病

1. 依核酸種類可分：

DNA 病毒（以 DNA 為遺傳物質）	RNA 病毒（以 RNA 為遺傳物質）
腺病毒→支氣管炎 痘病毒→天花（已絕跡） 肝炎病毒（B 型肝炎） 噬菌體	菸草鑲嵌病毒、小兒麻痺、腸胃炎、德國麻疹 流行性感冒、腮腺炎、登革熱、狂犬病 愛滋病、肝炎病毒（A、C、D 型肝炎）

2. 依宿主類型可分：

種類	植物病毒	動物病毒		細菌病毒 （噬菌體）
寄主	植物	動物		細菌
形狀	_____ ⑥	_____ ⑦	_____ ⑧	_____ ⑨ （登月小艇狀）
例子	菸草鑲嵌病毒 	腺病毒 	流感病毒 	噬菌體 

五、病毒與基因轉殖

1. 反轉錄病毒載體（Retroviral Vector）：

最早使用且最普遍的載體，使用具有外套膜的 RNA 病毒，將反轉錄生成的 DNA 插入宿主的染色體中，達到基因轉殖的目的。

2. 腺病毒載體（Adenovirus Vector）：

目前基因轉殖效率最高、且種類最多的病毒載體，屬於雙螺旋 DNA 病毒。對分裂或不分裂的細胞均能感染，適合活體內使用，所以非常廣用，但易引起強烈的免疫反應。

3. 腺相關病毒載體（Adeno-associated viral Vector）：

綜合了前兩者的特性（反轉錄病毒：會嵌入宿主染色體；腺病毒載體：會感染不分裂的細胞），且不會誘發強烈免疫反應的副作用，感染力強。

六、病毒的突變

- 病毒單一個鹼基突變大部分是無意義的，當突變的位置或數量導致最後產出的胺基酸不同，才有可能使病毒產生不同變異。

2. 相較於 RNA 病毒，DNA 病毒較不容易產生突變。

因 DNA 病毒使用宿主細胞的 DNA 聚合酶進行複製時，宿主的 DNA 聚合酶具有校正的功能，因此其突變率相對於使用其他複製方法的病毒來得低。

3. RNA 病毒突變例子：流感病毒

流感分為 A、B、C 型三種，其中 A 型流感引起的症狀最嚴重。

(1) A 型流感：

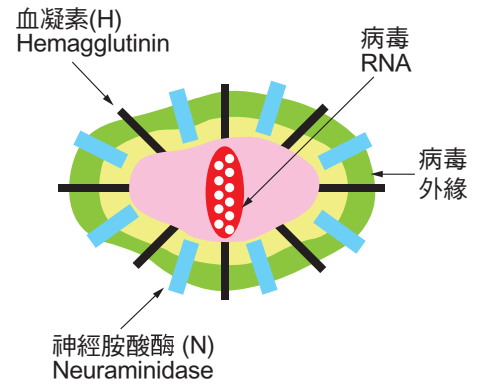
- ① 亞型：依照表面 H 抗原（血球凝集素）及 N 抗原（神經胺酸酶）不同，可分為許多亞型，能在人群中傳播的亞型有 H1N1、H1N2、H3N2 三種。
- ② 宿主：人、豬、鯨、禽、馬。
- ③ 容易造成季節性流行。

(2) B 型流感

- ① 無其他亞型，感染的症狀較 A 型流感輕，也會造成季節性流行。
- ② 以人類為宿主。

(3) C 型流感

- ① 為三種流感中，感染症狀最輕微者，通常不會引發流行。



▲ 流感病毒的構造



重點整理與思考方向

（配合課本 p.136）

第二階段 — 主題討論

病毒在分類系統中的歸類

子題（一）病毒適不適合用現有的生物分類系統加以分類、命名？

子題（二）現行的病毒分類系統施行方式為何？

子題（三）動動腦，我們還可以怎麼幫病毒分類呢？

一、病毒並無歸入分類系統中，因其具有部分生物特徵及非生物特徵

1. _____ ⑩：在活細胞內才有生命現象。
2. 缺乏 _____ ⑪（細胞膜、細胞核、細胞質）。
3. 缺乏 _____ ⑫ → 無代謝作用。
4. 在寄主細胞外呈 _____ ⑬ 狀。

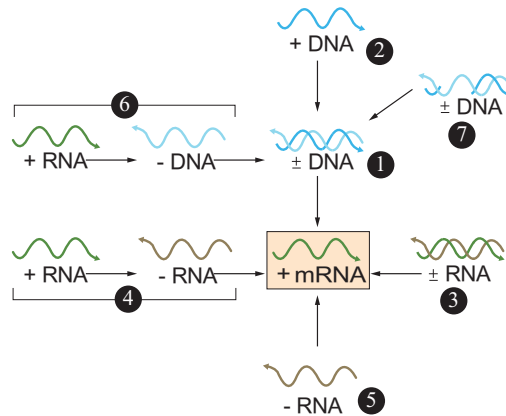
二、早期的病毒分類

1. 以疾病症狀為依據，如：肝炎病毒、腦炎病毒。
2. 以傳播方式為依據，如：節肢動物攜帶性病毒（arbovirus）。

三、現行的病毒分類——巴爾的摩病毒分類 (Baltimore classification)

病毒要合成蛋白質，必須先具有 mRNA，之後才轉譯成蛋白質，因此美國巴爾的摩根據不同病毒的基因組產生_____⑭的方式，將病毒分為七類：

1. 雙鏈 DNA 病毒。
2. 單鏈 DNA 病毒 (+) DNA。
3. 雙鏈 RNA 病毒。
4. (+) 單鏈 RNA 病毒。
5. (-) 單鏈 RNA 病毒。
6. 單鏈 RNA 反轉錄病毒。
7. 雙鏈 DNA 反轉錄病毒。



探討活動 3-3

課後練習

單選題

- () 1. 下列關於病毒的敘述，何者正確？
 (A)病毒通稱為噬菌體 (B)病毒是絕對寄生 (C)病毒使寄主細胞的 DNA 重組，造成寄主細胞死亡 (D)數種病毒不能同時感染一種寄主
- () 2. 下列何者非為流感病毒的可能宿主？
 (A)人類 (B)豬 (C)鴿子 (D)鸚鵡 (E)番茄
- () 3. 若取放射性同位素 ^{32}P 和 ^{35}S ，分別標記在噬菌體的核酸及蛋白質外殼上，將受此病毒感染的寄主細胞做放射性同位素測定，下列現象何者正確？
 (A)寄主細胞內有 ^{32}P 和 ^{35}S (B)寄主細胞內有 ^{32}P ，細胞外有 ^{35}S
 (C)寄主細胞內有 ^{35}S ，細胞外有 ^{32}P (D)寄主細胞外有 ^{32}P 和 ^{35}S ，細胞內則無
 (E)細胞內均無 ^{32}P 和 ^{35}S
- () 4. 伊波拉病毒 (Ebola) 是人畜共通病毒，其結構由外而內為套膜 (上有許多病毒跨膜醣蛋白)、核殼蛋白、核糖核酸。主要的感染途徑是透過患者體液傳染，如血液、汗、嘔吐物、排泄物、尿液、唾液或精液等，可導致伊波拉病毒出血熱，具有 50% 至 90% 的致死率，致死原因主要為中風、心肌梗塞、低血容量性休克或器官衰竭。下列關於伊波拉病毒的相關敘述，何者正確？
 (A)可感染果樹，導致農產量大幅下降 (B)核糖核酸是利用宿主的 DNA 聚合酶合成
 (C)套膜的結構為磷脂雙層 (D)核殼蛋白與病毒的入侵過程及細胞毒性有關
 (E)此病毒僅能感染人類的細胞

- () 5. 有關愛滋病病原體的敘述，下列何者正確？
 (A)具有套膜（膜套） (B)不具有酵素 (C)其核酸為 DNA
 (D)主要侵犯人體神經系統 (E)可在體外自由移動傳播

多選題

- () 1. 下列關於病毒的敘述，哪些正確？（應選 3 項）
 (A)病毒是非常微小的有機體，必須利用電子顯微鏡才能觀察到
 (B)病毒只感染特定的宿主，對感染的組織不具有專一性
 (C)在自然狀況下，感染細菌的病毒，不會進入動植物體內
 (D)病毒雖然能感染特定的宿主，但是有些病毒感染動物也會感染人類
 (E)病毒的遺傳物質為 DNA 或 RNA
- () 2. 民國九十二年春季，「嚴重急性呼吸道症候群（SARS，也稱非典型肺炎）」的疫情在臺灣奪走數十人的寶貴生命，對臺灣的社會與經濟也產生重大的衝擊。下列關於引起這次 SARS 病原體的描述，哪幾項是正確的？（應選 3 項）
 (A)該病原體為一種新型的「冠狀病毒」
 (B)該病原體的個體體積比大腸桿菌還小
 (C)該病原體在生物細胞以外的環境中，將無法複製繁衍
 (D)該病原體會使被感染的人體細胞死亡，因此在生態系中扮演分解者的角色
 (E)該病原體的組成很簡單，細胞核膜以內為遺傳物質，細胞核膜以外為外鞘蛋白
- () 3. 下列哪些構造內兼具有 DNA 與 RNA？（應選 2 項）
 (A)染色體 (B)核仁 (C)葉綠體 (D)粒線體 (E)噬菌體
- () 4. 下列對於病毒感染的敘述，哪些錯誤？（應選 3 項）
 (A)病毒在適宜環境下，本身具有運動能力
 (B)動物病毒對寄主有專一性，但對器官或組織則不具專一性
 (C)寄主感染專一性由蛋白質外殼決定
 (D)病毒不具胞器，屬於原核生物界
 (E)病毒不具酵素，故無法於一般的洋菜培養基培養
- () 5. 下列哪些生物在三域分類系統中屬於真核生物域的範圍？（應選 2 項）
 (A)大腸桿菌 (B)酵母菌 (C)噬菌體 (D)腺病毒 (E)草履蟲

探討活動 3-4

胡椒蛾的體色演化



重點整理與思考方向

(配合課本 p.147)

科學，必須不斷被驗證。英國胡椒蛾除了是驗證達爾文演化論的經典實例之一外，也是實事求是的科學精神之最佳典範。以下就讓我們來回顧胡椒蛾演化案例的精彩片段吧！

一、論證攻防：

1. 1896 年，鱗翅目學者塔特 (J. W. Tutt) 描述胡椒蛾的現象並提出假說：當樹幹受汙染變黑後，黑化型體色較為隱蔽，正常型被鳥類捕食的比率高，導致黑化型的比率逐漸增加。
2. 鳥類學家與昆蟲學家反駁！他們懷疑鳥類不是胡椒蛾的主要捕食者，因鳥類為日行性，而胡椒蛾是夜間活動的昆蟲，白天難見其蹤跡。
3. 1953 年，凱特威爾 (H. B. D. Kettlewell) 在英國伯明罕開始一系列實驗，驗證塔特的觀察與說法，並於 1955 和 1956 年發表，為胡椒蛾演化案例打下重要的科學基礎。
4. 雖有許多文獻支持凱特威爾，但也受到許多質疑聲浪，馬傑魯斯 (M.E.N. Majerus)，眾多質疑者之一，於 2009 年將質疑歸納成四類：
 - (1) 無視胡椒蛾原本的生態與行為：

胡椒蛾會找樹枝的陰暗處停棲，而非樹幹上明顯的位置，因此樹幹提供保護色的效果，可能對黑蛾與白蛾比例改變不具太大影響力。
 - (2) 過於人工或實驗過程不嚴謹：

以人工布置的環境來模擬鳥類差異性捕食實驗時，需考慮到鳥類的學習能力，可能會因為反覆的實驗而增強對蛾的辨識能力。
 - (3) 操弄數據或造假：

凱特威爾的數據分析不合乎現代的統計標準，未以統計學的方法測試差異是否顯著。
 - (4) 假科學議題（對演化生物學或生態學的誤解）：

誤將蝙蝠取食比率和鳥類選擇性取食造成的死亡率與天擇放在一起衡量。

二、新觀點：

1. 1980 年，克雷德 (E.R.Creed)

胡椒蛾的體色演化跟工業化有關，但可能是其他因素的影響，例如黑化型對於汙染的耐受力強，使其族群比例不斷攀升。

然而，這場胡椒蛾演化的議題並未停止，來自各地的科學家們不斷地提出新的假設與驗證，也許哪一天，科學家提出了更好的證據，結果變得完全不同也說不定！



重點整理與思考方向

(配合課本 p.149)

一份完整的科學報告，應該具備：

1. 標題 (Title)

確切表達文章的內容，不可過於籠統。

2. 摘要 (Abstract)

簡單扼要的描述研究內容，包含主要的結果與結論 (約 300 字左右)

3. 前言 (Introduction)

(1) 研究動機為何？

(2) 在看文章前，必須具備的先備知識。

閱讀參考文獻後，整理出有關這個題目或問題之學術成長過程，以及目前學術認知的情況，並特別說明目前學術認知中所欠缺的部分。

(3) 此研究的研究目的或假說。

4. 材料與方法 (Materials and methods)

(1) 說明此研究需用到的器材及材料 (含實驗對象)。

(2) 說明此研究是如何進行的，至少需包含：實驗時間 (When)、實驗地點 (Where) 及實驗設計 (How)。

5. 結果 (Results)

(1) 須呈現匯整好的資料，而非原始紀錄資料，可用圖 (Figure) 或表 (Table) 搭配文字說明。

(2) 對結果詮釋或推論應寫於「討論」部分而非「結果」部分。

6. 討論 (Discussion)

(1) 對結果的說明與解釋，避免重複地陳述結果。

(2) 對原本提出的假說做出結論，並說明如何改進研究方法或技術上可能的缺失

(3) 與其他研究結果比較。

(4) 此結果於學術上的意義及價值為何？

(5) 接下來可以做哪些後續的研究。

7. 結論 (Conclusion)

對整個研究結果及討論做的定論與總結。

8. 參考文獻 (References)

詳細且完整的列出整個研究所參考的文獻及資料，並注意引用格式 (可參考 APA 格式)。




小提醒

可以先至小論文網站或其他正式科學論文上，找尋這一些要素如何被放在報告中。

歷屆試題實戰演練



單選題

- () 1. 達爾文的演化原理中提及：每一族群均有可遺傳的變異，而使個體間的特徵有所不同。下列有關支持此一族群現象的細胞學基礎，何者正確？ 【104.學測】
-  (A)有絲分裂時發生染色體突變 (B)有絲分裂時發生染色體重組 (C)減數分裂第一階段時發生聯會，染色體互換 (D)減數分裂第二階段時發生染色體重組 (E)胚胎發育時發生體細胞傷害
- () 2. 聯合國大會宣布 2015 年為「國際光之年」，世界各國紛紛展開推廣活動，希望大眾了解「光科技」的重要性。想要了解光的特性，首先要認識電磁波光譜。電磁波可依其頻率的高低或波長的長短來劃分。將波長由長到短排列，則分別為無線電波、微波、紅外線、可見光、紫外線、X 射線及伽瑪射線，而波長愈長的能量愈低。人眼可看到的只有可見光，其波長約介於 380 ~ 750 nm。高效率藍光發光二極體 (LED) 的發明，促使明亮省電的可見光光源得以實現，因而獲頒 2014 年物理諾貝爾獎。此外，由於雷射光是單一波長的光源，易聚光為極細且強的光束，因此雷射的發明對現代科技應用貢獻甚多。演化使生物與光呈現多樣化的關係。動物以視覺感應光，偵測週遭環境，植物以生化反應從光中提取能量，但只有少數物種主動發光。會發光的生物體通常發冷光，此冷光不同於白熱光。螢火蟲是在陸地上發黃光的生物，雙鞭毛蟲（又稱甲藻）則在夜間發藍綠光，使海水閃放藍綠光。天文觀測是以接收宇宙中天體所發出的光為主，科學家透過觀測恆星、星系所發出的光，得以研究恆星演化、宇宙起源等問題。光速雖然快，但在浩瀚的宇宙中，許多天體發出的光仍須傳遞很久才會抵達地球。下列有關生物體與光的關係，何者正確？ 【105.學測】
- (A)發光生物所發出的冷光，其波長都位於波譜的藍綠帶 (B)螢火蟲於夜間發出一閃一閃熱輻射 (C)生物具有發光能力是適應的結果 (D)甲藻因為會發光而改稱為雙鞭毛蟲 (E)多數植物會從光中提取能量主動發光
- () 3. 根據 1990 年 Carl Woese 將生物分成三域，分別是古細菌、細菌和真核生物，其中前兩域的生物以前屬於原核生物。試問，下列甲~己的特性中，哪些是古細菌與細菌共有的？ 甲、具有核糖體，乙、具有環狀染色體，丙、細胞膜的結構與真核細胞不同，丁、可以進行糖解作用產生能量，戊、不具有細胞壁，己、不具有內質網。 【100.指考】
- (A)甲乙丁戊 (B)甲乙丁己 (C)乙丙丁戊 (D)乙丁戊己

- () 4. 科學家挑選與致病病毒具有相同抗原特性的病毒，加以培養，再以高溫或藥劑使其外殼去除活性，經調配後即為「失活病毒疫苗」或稱「致弱病毒疫苗」。僅具有病毒外殼，而不包含遺傳物質的疫苗，稱為「類病毒疫苗」，可大幅降低疫苗注射後的副作用。下列有關病毒與疫苗的敘述，何者錯誤？【102.學測】
- (A)病毒不具細胞質與胞器 (B)病毒由核酸中心與蛋白質外殼組成 (C)病毒不具完整的酵素系統，無法獨自製造蛋白質 (D)「失活病毒疫苗」的蛋白質外殼已變性，但仍然保有抗原的特性 (E)「類病毒疫苗」僅具病毒外殼，因而不具抗原的特性

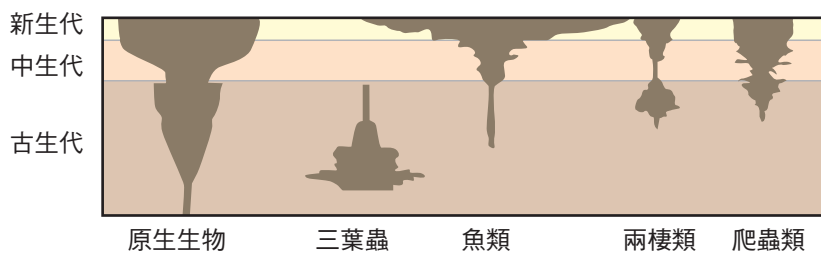


- () 5. 生物的演化過程相當漫長，不易直接觀察，常藉由各種證據方能推論其演變的歷程。下列有關各種演化證據的敘述，何者錯誤？【103.學測】
- (A)根據化石及其所在地層，可推測古生物外形及其生活的環境 (B)根據鯨的鰭與麻雀翅膀的骨骼構造，可推測兩構造為同源器官（同源構造） (C)根據昆蟲與爬蟲類的胚胎發育過程，可推測兩者在綱的階層上具有共同祖先 (D)根據化石的地理分布，可推測當時大陸板塊的位置與現今是否相同 (E)根據物種之DNA 分子核苷酸序列的相似性，可推測物種間的親緣關係之遠近



- () 6. 下列何者最可能做為現生物種由共同祖先演化而來的證據？【104.指考】
- (A)始祖鳥和啄木鳥的腳具有角質鱗片 (B)古生代貝殼形態與現生牡蠣一樣 (C)硬骨魚、鳥及哺乳動物具有鰓裂 (D)木麻黃和松具有針狀葉

- () 7. 原生生物、三葉蟲、魚類、兩棲類以及爬蟲類在古生代、中生代以及新生代隨時間的物種豐富度變化如下圖，圖中越寬表示物種豐富度越高，則何者是在中生代一度豐富度急遽縮減，而目前的物種豐富度與其古生代豐富度相近？



【109.試辦考試】

- (A)原生生物 (B)三葉蟲 (C)魚類 (D)兩棲類 (E)爬蟲類

- () 8. 細菌和人體細胞的構造，有共通性也有歧異性，下列有關兩者的比較何者正確？
- (A)兩者的細胞核中都有粒線體 (B)兩者的細胞內都有高基氏體 (C)兩者的細胞質中都有核糖體 (D)細菌沒有細胞膜，但有細胞壁與外界區隔 (E)人體細胞沒有細胞壁，內部的次構造皆用膜包圍



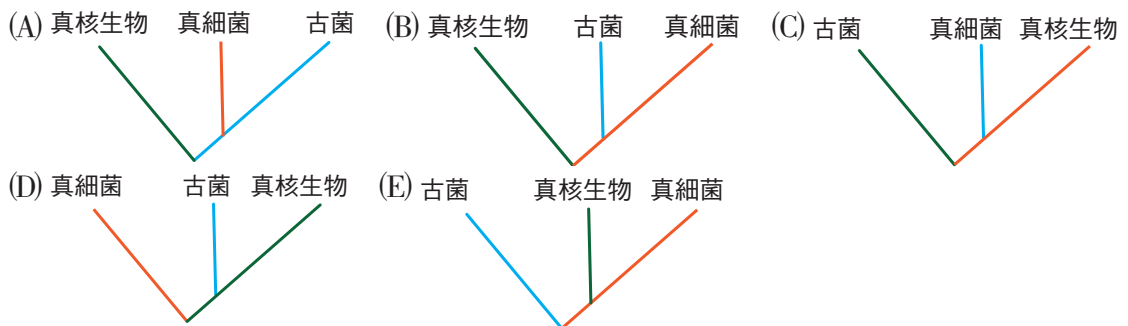
【108.學測】

- () 9. 螺旋藻為一種藍綠菌，而小球藻則為一種綠藻，螺旋藻及小球藻皆被認為富含人體所需的養分。下列有關這兩者的敘述何者正確？ 【108.學測】



(A)兩者皆具葉綠體 (B)兩者皆行光合作用光反應產生氧 (C)兩者的細胞壁主要皆由肽聚醣組成 (D)在三域系統中螺旋藻是細菌，而小球藻是植物 (E)螺旋藻以葉黃素，而小球藻則以葉綠素為主要光合色素

- () 10. 現生的不同物種都是經過分歧演化而來，因此物種或類群間的分歧順序可以用樹及樹枝的關係來表示，稱之為生命樹。下列構成生物體之自然分群及群間關係的生命樹，何者正確？ 【108.學測】



- () 11. 林奈及其後繼者的系統分類中，任何一個物種均可唯一地被歸類於屬、科、目、綱、門及界等六個層級之一。然而 1990 年代之後，「域」被外加於「界」之上，並普遍為生物學界所接受。下列何者是促成此一行動之關鍵？



(A)發現 DNA 病毒 (B)發現 RNA 病毒 (C)發現具有雙層脂質外膜的病毒 (D)發現現生古(細)菌較相似於真核生物，而非(真)細菌 (E)發現(真)細菌存在的地層比古(細)菌更為古老 【109.學測】

多選題

- () 1. 下列有關生物學上所發展的演化理論之敘述，哪些正確？(應選 2 項)



(A)神創說(自然神學論、創造論)認為物種皆適應於其生存環境，不隨時間而改變各性狀之特徵 (B)林奈認為物種皆由演化而來，其分類系統中，同科之物種必較同屬相似 (C)拉馬克認為親代及其後代持續鍛鍊某一器官，此器官會發生適應性的改變 (D)魏斯曼以實驗說明：體細胞之性狀發生適應性改變，才會發生演化現象 (E)達爾文發現達爾文雀物種在加拉巴哥群島與同緯度海島不同，與環境有關而與演化無關 【104.學測】

- () 2. 病毒個體微小，但對生物體的影響頗巨，有關病毒的敘述，下列哪些正確？（應選 3 項）

(A)病毒只能在活細胞內進行複製 (B)病毒不會同時以 DNA 及 RNA 為其遺傳物質 (C)病毒會發生突變，也受天擇影響而發生適應性演化 (D) A 型流感病毒為 DNA 病毒，會造成人類呼吸道的疾病 (E)冠狀病毒是一群 RNA 病毒，其共同祖先距今不超過十年

【110.試辦考試】

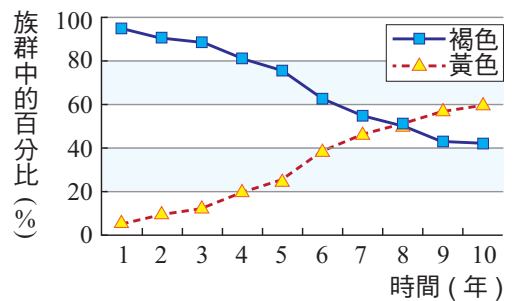
- () 3. 依據「界、門、綱、目、科、屬、種」之生物分類系統，若從某個「科」的成員中隨機採取兩個樣本，其基因差異（距離）通常會高（大）於下列哪些分類階層？（應選 2 項）



【106.學測】

(A)目 (B)綱 (C)門 (D)物種 (E)屬

- () 4. 某種蛾其翅膀的顏色是由單基因的兩個等位基因 T 與 t 所決定。基因型 TT 與 Tt 的顏色為褐色，基因型 tt 的顏色為黃色。生物學家對此蛾族群進行十年調查的結果如右圖所示。下列判斷哪些正確？（應選 2 項）



【105.學測】

(A)等位基因 T 與 t 中， t 為顯性 (B)基因型 TT 在族群中的比例逐年升高 (C)等位基因 T 與 t 並存於族群中 (D)褐色蛾在族群中的比例逐年降低 (E)此蛾族群大小因黃色蛾比率的增加而變大

- () 5. 達爾文的小獵犬號之旅，途經厄瓜多爾及加拉巴哥群島。回國後分析旅途所見及所收標本，歸納出共同祖先及物種形成的概念。有關此概念的推衍哪些正確？（應選 3 項）



【107.學測】

(A)加拉巴哥群島及厄瓜多爾分處兩大洋演化出不同種的鸞鳥 (B)哺乳動物以乳汁養育幼兒，可證明哺乳動物有共同祖先 (C)麻雀與企鵝的翼可證明有共同祖先，但蝙蝠則不是此祖先的後嗣 (D)通常地層古老的化石構造簡單，年輕的相對複雜，可證明祖先及後代之關係 (E)原核及真核生物皆以轉錄及轉譯製造蛋白質，可推論生物界可能單一起源

- () 6. 共同祖先之後代所呈現的同源結構是衡量後代物種間組成自然類群之準則。有關相對自然類群形成之推論，下列哪些正確？（應選 2 項） 【111.學測】



- (A) 雞和人因體溫恆定而歸為同一類群，而非雞與鱷魚
 (B) 烏龜與蝙蝠因具有後肢而歸為同一類群，而非烏龜與海豚
 (C) 吳郭魚和鮭魚因具硬骨結構而歸為同一類群，而非吳郭魚與鯊魚
 (D) 植物和動物因其細胞具有細胞核而歸為同一類群，而非植物與細菌
 (E) 無尾熊和貓熊因生態習性相似而歸為同一類群，而非無尾熊與袋鼠

- () 7. 姊姊和弟弟唸過演化的主題後，姊姊做小結：「達爾文的天擇理論說明了族群會改變的原理」。下列他們兩人一來一往的後續對話，哪些正確？（應選 3 項）



- | | |
|-----|---|
| (A) | 「那麼！天擇對 DNA 的改變就不管用了！」。 |
| (B) | 「DNA 發生突變後，某些較適合的性狀，天擇後會將它保留下來」。 |
| (C) | 「反之，對於有害的 DNA 突變，大部分天擇後會將它們移除」。 |
| (D) | 「有關 DNA 的現代理論已經取代十九世紀 <u>達爾文</u> 的演化理論了」。 |
| (E) | 「DNA 序列若發生趨同演化現象，則較不容易推論長時間的演化面貌」。 |

【111.學測】

- () 8. 下列有關親緣關係重建的敘述，哪些正確？（應選 2 項） 【104.指考】

- (A) 指標化石做為定年工具，其生存地史時間愈長則愈精準
 (B) 通常解剖構造比外觀及功能特性更容易保留祖先特徵
 (C) 人和雞的胚胎期出現鰓裂，可說明兩者間的趨同現象
 (D) 碳水化合物及脂質常用於推斷物種間的親緣關係
 (E) 不同地史時代的水陸分布，可用於推測物種的演化過程

- () 9. 有關達爾文的演化論，下列哪些敘述正確？（應選 2 項） 【110.學測】



- (A) 親代競爭力較強的性狀在後代族群中出現的頻率會提高
 (B) 達爾文提出天擇說時，未參考孟德爾的遺傳定律
 (C) 越常使用的器官會越發達，且此優勢會遺傳到下一代
 (D) 當環境資源有限時，可經由突變提高優勢並增加個體數
 (E) 特有種皆是由不同地理環境的不同始祖演化而來

- () 10. 若以生物分類系統中之「綱」為基準，下列哪些是不同源的同功器官？（應選 2 項）

- (A) 鳥的翅膀與昆蟲的翅膀 (B) 鼠的後肢與牛的後肢 (C) 海豚的前肢與人類的
 (D) 狗的嘴與烏龜的嘴 (E) 馬的前肢與蝙蝠的手翼 【110.試辦考試】

混合題

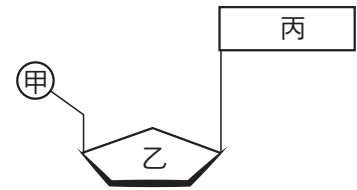
1. ~ 3. 為題組

新冠肺炎（Coronavirus Disease 2019, COVID-19）是由 SARS-CoV-2 導致的傳染性肺炎，並且引發全球大流行之疫情。依據您所學的生物學知識及最近社會大眾對病毒、疫苗及疫情之關心及問題探討，回答下列問題。 【111.學測】

- () 1. 右圖為冠狀病毒 RNA 中核苷酸之模式圖，有關此圖之描述下列哪些正確？（應選 3 項）



- (A)甲為磷酸基 (B)乙為去氧核糖
(C)丙可能是胞嘧啶 (D)丙可能是鳥糞嘌呤
(E)丙不可能是尿嘧啶

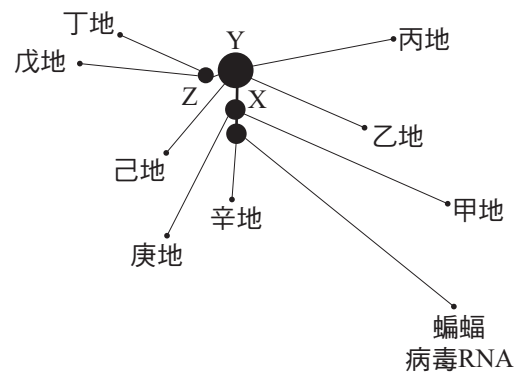


- () 2. 有關冠狀病毒在目前三域生物分類系統歸類的敘述，哪些正確？（應選 2 項）



- (A)此病毒長度通常小於 $1 \mu\text{m}$ ，長度太小是目前生物分類系統未將病毒列入的原因
(B)此病毒之核心不具 DNA，是被排除在目前生物分類系統之外的主要原因
(C)此病毒缺乏基本的細胞結構，故尚待分類學者引入生物分類系統
(D)此病毒的基因重組現象相當高，故較不適用於分析同源結構來重建其演化關係
(E)此病毒 SARS-CoV-2 未使用二名法為學名，是目前尚未將它納入生物系統之主因

3. 分析不同新冠病毒的完整基因體，並以來自蝙蝠之病毒 RNA 做為親緣關係網絡圖的根，如右圖，其中之線段長度代表 RNA 序列之差異程度；X、Y 及 Z 分別為不同中心點變異病毒株的 RNA；以及甲~辛等代表各地點病毒株的 RNA。請擷取此圖資訊，繪一個蝙蝠病毒 RNA、X、Y 及 Z 之分支關係圖。並寫出哪一地點的病毒 RNA，與 X 和蝙蝠病毒 RNA 親緣關係最接近。



分支關係圖	親緣關係最近的地點

4. ~ 6. 為題組

在發展為現代生物學的路途上，有許多傑出的科學家提出或做出關鍵性的理論或實驗，因而奠定生物學的發展方向。例如林奈以二名法命名物種及其分類制度，以便呈現生物體系的自然脈絡。達爾文以共同祖先的後代為概念，將自然脈絡以分歧演化加以解釋。孟德爾以遺傳因子（基因）的表現行為勾串祖先及後代間之關聯。另一方面，後代並非完全忠實的承襲祖先的特徵，而適應多變的環境，達爾文據此以天擇理論成功解釋演化現象。

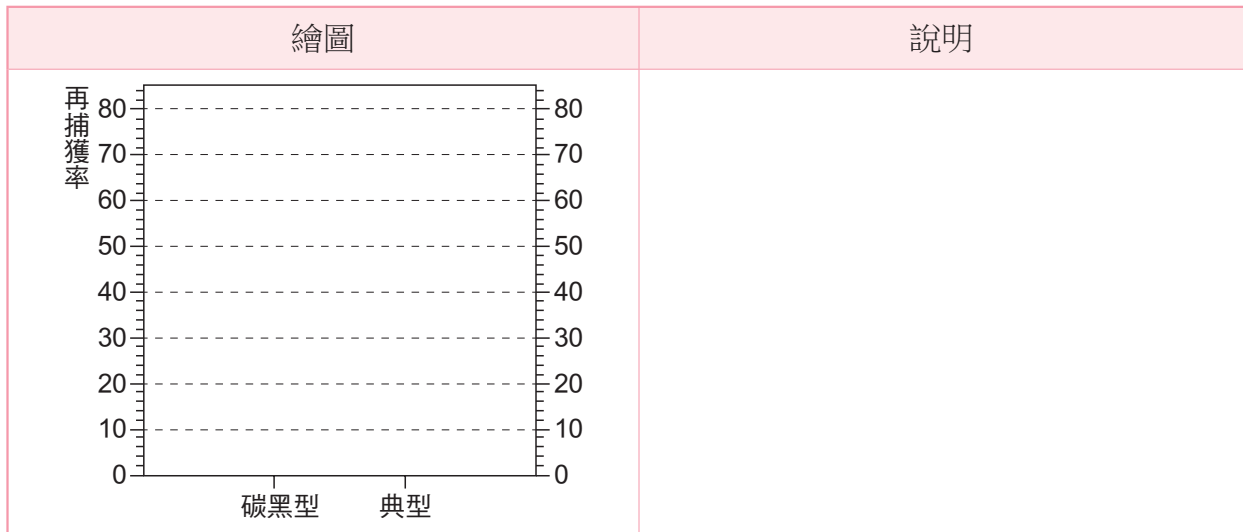
為了證實天擇是族群發生演化的力量之一，齊特沃在英國工業城市伯明罕附近進行鳥類差異性掠食胡椒蛾（*Biston betularia*）的實驗。工業革命前的西元 1800 年左右，伯明罕市的胡椒蛾體色只白色斑紋一型，稱之為典型（typical）。1820 年左右，cortex 基因發生突變，產生碳黑型（carbonaria）。到了 1900 年左右，工業城附近的碳黑型數量已超越典型。齊特沃認為鳥類對白、黑兩色蛾在淡色及深色樹皮背景有顯著不同的掠食率，他也以標記－釋放－再捕的方式，證實體色與背景近似的保護色具有正面的存活效益。這項胡椒蛾實驗因此成為生物會發生演化的重要案例。請依本文之要旨及所學回答下列有關基因、染色體、細胞、生物體、族群及物種在自然中繁衍所發生的現象。

【110.試辦考試】

- () 4. 有關演化理論與親緣關係分類系統相互影響的敘述，哪些正確？（應選 2 項）
- (A) 林奈之分類制度顯示，*Biston betularia typical* 是胡椒蛾的物種名
- (B) 達爾文的分歧演化顯示，同屬的物種間的關係必定較同科的密切
- (C) 孟德爾遺傳模式顯示，認為祖先有基因基礎的外表型特徵一定會出現在後代中
- (D) 基因發生突變是產生演化最原始的力量，天擇接著作用於變異的族群
- (E) 典型及碳黑型兩色蛾的數量隨時間發生改變，凸顯達爾文理論所描述的種內競爭
- () 5. 基因存在生物體中，得以複製、移轉及演化的重點之一是證實基因位於染色體。此項基因與染色體的關聯，由包法利、洒吞及其他學者相繼提出，稱之為遺傳的染色體理論（chromosome theory of inheritance），下列敘述哪些正確？（應選 2 項）
- (A) 包法利研究細胞分裂發現：缺少一些染色體的海膽仍可發育為成體
- (B) 洒吞觀察蝗蟲的配子生成過程發現：染色體的數目減半，對應孟德爾遺傳之分離律
- (C) 孟德爾做實驗的基因應該恰好位於不同的染色體，因此發現了獨立分配律
- (D) 典型的孟德爾遺傳理論也適合運用於解釋古菌的生殖及遺傳現象
- (E) 摩根研究果蠅發現：性聯遺傳也足以用典型的孟德爾遺傳理論加以解釋

6. 齊特沃的實驗發生於 1953 年，此時英國伯明罕市之工業發展正酣。下表之資料為模擬此實驗所得之數據；實驗一開始標記並釋放之數量如第 2 欄所示，捕獲係指實驗中所捕獲包括有標記和無標記之蛾，再捕獲係指前項捕獲的蛾中具有標記之數量，並且以釋放時之標記量為基準，計算為再捕獲率。請選擇下表中之適當資料做成柱形圖，以凸顯天擇力是族群特徵發生改變的因素之一，並說明所繪柱形圖之意義。

	標記並釋放 (數量)	標記並釋放組成 (%)	捕獲 (數量)	捕獲組成 (%)	再捕獲 (數量)	再捕獲率 (%)
碳黑型	298	70.5	425	84.1	83	27.9
典型	94	22.2	55	10.9	12	12.8
其他型	31	7.3	25	5.0	5	16.1
總數或平均	423	100.0	505	100.0	100	18.9



學習成效診斷



單選題

- () 1. 下列哪一位科學家對於物種演化的主張與達爾文最接近？
 (A)林奈 (B)牛頓 (C)華萊士 (D)拉馬克 (E)亞里斯多德
- () 2. 下列何者無助於遺傳變異？
 (A)基因突變 (B)染色體互換 (C)非同源染色體的獨立分配 (D)染色體複製
 (E)受精作用
- () 3. 下列關於拉馬克及其演化理論的敘述，何者正確？
 (A)著有物種源始並提出用進廢退說 (B)認為後天獲得的特徵可以遺傳至後代
 (C)認為現代物種皆起源自共同的祖先 (D)用進廢退說沒有科學根據而無益於演化論的推展 (E)認為生物常使用的構造會愈趨退化
- () 4. 下列關於達爾文及其演化理論的敘述，何者錯誤？
 (A)華萊士與達爾文共同發表有關物種形成的看法 (B)著有物種源始並認為環境的改變使生物的遺傳性變異經過逐代篩選 (C)認為現代物種皆起源自共同的祖先 (D)長期的選擇和累積可產生新變異 (E)遺傳變異與天擇為演化的必要條件
- () 5. 去年夏天，林同學在某地區進行野兔的族群調查研究，結果發現該族群中的野兔毛色不一，如右圖。試問造成該族群的野兔毛色不同之最主要原因為下列何者？
 (A)變異 (B)競爭 (C)適應 (D)天擇 (E)用進廢退



- () 6. 人類及其他脊椎動物在胚胎發育時均有鰓裂，此一事實支持下列何者？
 (A)魚類是人類的祖先 (B)脊椎動物的胚胎在水中呼吸 (C)脊椎動物有共同的祖先 (D)魚類是人類的近親 (E)長久不使用的結果
- () 7. 痕跡構造形成的原因，以現今的演化理論認為：
 (A)受損的結果 (B)用進廢退的結果 (C)變異及適應環境的結果 (D)人擇的結果
 (E)長久不使用的結果

多選題

- () 1. 下列各器官中哪些和人的手掌互為同源構造？（應選 3 項）
 (A)鳥的翅膀 (B)鯉魚的胸鰭 (C)蝴蝶的翅膀 (D)烏龜的前肢 (E)蝙蝠的翼
- () 2. 下列有關親緣關係重建的敘述，哪些正確？（應選 2 項）
 (A)指標化石做為定年工具，其生存地史時間愈長則愈精準
 (B)通常解剖構造比外觀及功能特性更容易保留祖先特徵
 (C)人和雞的胚胎期出現鰓裂，可說明兩者間的趨同現象
 (D)碳水化合物及脂質常用於推斷物種間的親緣關係
 (E)不同地史時代的水陸分布，可用於推測物種的演化過程
- () 3. 一實驗研究人員不小心搞混了兩瓶裝有病原體的溶液。已知其中一瓶為流感病毒、另一瓶為大腸桿菌。請問下列哪些檢測可以協助他分辨？（應選 2 項）
 (A)檢測是否有蛋白質 (B)檢測是否有細胞壁 (C)檢測是否有 DNA
 (D)檢測是否有 RNA (E)檢測是否有磷脂質
- () 4. 流感疫苗需要每年重新接種的原因，與下列哪幾項敘述有關？（應選 2 項）
 (A)人體的免疫系統每年會更新一次
 (B)流感病毒的遺傳物質為單股 DNA
 (C)流感病毒的遺傳物質容易發生突變
 (D)流感病毒感染宿主後，會有一年的潛伏期
 (E)流感病毒表面蛋白的抗原特性容易發生改變
- () 5. 2019 年底爆發的 COVID-19 為對人類的健康產生嚴重威脅的呼吸道疾病。為抵抗此一疾病，科學家們絞盡腦汁設計疫苗，希望建立人類自身的免疫力以對抗之。其中一類疫苗為腺病毒載體疫苗，以腺病毒為載體裝載 COVID-19 的棘蛋白基因，感染肌肉細胞，使肌肉細胞表現棘蛋白來引發人體的提升免疫能力，以利未來若不幸感染 COVID-19 後，可運用已建立的免疫能力對抗之。有關於腺病毒載體疫苗的敘述，哪些正確？（應選 2 項）
 (A)腺病毒具有轉錄與轉譯的酵素系統，可以自行合成 COVID-19 棘蛋白
 (B)裝載 COVID-19 棘蛋白基因的腺病毒注射後，也會造成人類的呼吸道肺炎症狀
 (C)只要接受過腺病毒載體疫苗的接種，就不會被 COVID-19 感染
 (D)疫苗接種後，免疫能力提升，有望降低被 COVID-19 後感染後的重症情形
 (E)表現 COVID-19 棘蛋白的肌肉細胞引發免疫反應後，也會被免疫細胞清除，造成接種部位的肌肉頭痛與泛紅

- () 6. 根據 1990 年 Carl Woese 將生物分成三域，分別是古細菌、細菌和真核生物，其中前兩域的生物以前屬於原核生物。試問，下列特性中，哪些是古細菌與細菌共有的？（應選 3 項）
 (A)具有核糖體 (B)具有環狀染色體 (C)細胞膜的結構與真核細胞不同 (D)可以進行糖解作用產生能量 (E)具有內質網
- () 7. 馬跟人一樣，Y 染色體都是父子代代相傳，粒線體則是子女繼承自母親。目前全世界馬的 Y 染色體變異極為有限，都能追溯到相當近期的一位馬爸爸。請問此一關於馬的演化證據，與下列哪些相似？（應選 2 項）
 (A)地層中蕨類植物的化石類似今日的蕨類植物
 (B)牛和羊的胰島素胺基酸序列接近
 (C)雞的胚胎早期類似魚的胚胎有咽鰓裂（咽弓）
 (D)可在世界各地發現不同種類的平胸鳥類（不會飛、無法渡海）
 (E)黑猩猩與人類有相近的 DNA 序列

題組題

2015 年，瑞典烏普沙拉大學的動物遺傳學家 Leif Andersson 等人發現了控制達爾文雀喙形狀的基因 ALX1，他們最近又發現了另一個控制大小的基因。天擇對這個雀喙大小基因的選汰，和 2004-2005 年因加拉巴哥群島因乾旱而產生的演化變化有關，其中一種達爾文雀的喙變小了，因而避免在食物短缺的情況下和其他達爾文雀競爭。

當達爾文在 1835 年踏上加拉巴哥群島時，達爾文雀祖先在約兩百萬年前就抵達了當地而演化出了 18 種不同物種，各自適應不同生態棲位。有些達爾文雀有強大的喙，能夠咬碎種子，有些就有細長的喙可以捉昆蟲，有些的喙甚至尖銳到能夠吸血。

為了瞭解他們的遺傳變異，他們定序了來自六種鳥的 60 隻個體的基因體，加上其他鳥類的 120 個基因體分析牠們的親緣演化關係。他們發現有一個基因 HMGA2 的相似程度和喙大小相關，反而和親緣關係較無關。HMGA2 在已知會影響其他動物的面部大小和結構，它對達爾文雀的喙大小也有關鍵影響。這個發現發表在期刊《科學》（Science）。

2003 年的乾旱，造成一種達爾文雀—中嘴地雀（*Geospiza fortis*）中有喙比平均大的個體全軍覆沒，因為牠們無法和更擅長吃大種子的大嘴地雀（*Geospiza magnirostris*）競爭，而喙比平均小的個體則躲過浩劫，因為牠們更擅長吃小種子。

他們發現 HMGA2 遺傳變異的頻率改變和這個演化上的轉變有關。這個基因遺傳變異成為天擇的目標，讓擁有較小喙的中嘴地雀得以逃過乾旱的災難。

原文：CASE 報科學〈【生物演化】達爾文雀喙大小之謎〉／黃貞祥，網址：<https://case.ntu.edu.tw/blog/?p=24463>

- () 1. 請問下列哪些組別雀鳥的基因 *HMG2* 相似程度較高？（應選 3 項）
- (A) 皆屬地雀屬的尖嘴地雀 (*Geospiza difficilis*) 及大嘴地雀 (*Geospiza magnirostris*)
 (B) 皆屬雀形目的大嘴地雀 (*Geospiza magnirostris*) 及麻雀 (*Passer montanus*)
 (C) 皆屬地雀屬的尖嘴地雀 (*Geospiza difficilis*) 與吸血地雀 (*Geospiza septentrionalis*)
 (D) 地雀屬的尖嘴地雀 (*Geospiza difficilis*) 及樹雀屬的大樹雀 (*Camarhynchus psittacula*) (E) 皆屬地雀屬的大嘴地雀 (*Geospiza magnirostris*) 和吸血地雀 (*Geospiza septentrionalis*)
- () 2. 科學家數年後回到加拉巴哥群島，發現擅長吃小種子的雀鳥數量大幅減少，其他雀鳥的數量無顯著增減，請問下列哪些推論的原因最有可能？（應選 2 項）
- (A) 乾旱持續發生，產生小型種子的樹無法結果，造成吃小種子的雀鳥數量減少
 (B) 雨季讓森林裡的昆蟲得以大量繁衍，讓原本吃小種子的雀鳥紛紛改吃蟲 (C) 擅長吃大種子的大嘴地雀自 2003 乾旱後族群擴大，攻擊吃小種子的雀鳥，造成其數量降低 (D) 乾旱造成加拉巴哥群島無足夠的水提供吃小種子的雀鳥飲用而渴死 (E) 森林中以產生小種子的樹為食的昆蟲大量增加，使小種子產量銳減，以其為食的雀鳥因食物不足而大量死亡

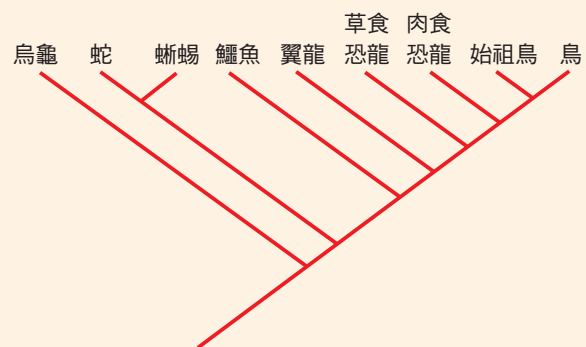
演化與分類學理論於二十世紀有了革命性的發展，此發展源自德國昆蟲學者威利·赫尼格 (Willi Hennig) 的主張。認為分類必須反映親緣關係 (phylogeny)，而親緣關係只能藉由共祖關係的確認獲致。他認為當我們分析生物間的親緣關係時，可以將有變異的同源特徵分為較為原始的

「祖先特徵」 (ancestral characters) 以及較為進化的「衍生特徵」 (derived characters)，而共同擁有相同的衍生特徵才能當作生物親緣關係接近來自同一祖先 (common ancestor) 的證據。赫尼格還進一步將生物分為「單系群」

(monophyletic group)、 「並系群」 (paraphyletic group) 與「複系群」

(polyphyletic group) 等三類，分別定義為「單系群」：成員演化自同一共同祖先，並包含由此一祖先演化出來的所有成員；「並系群」：成員演化自同一共同祖先，但是沒有包含由此一祖先演化出來的所有成員；「複系群」：成員演化自不同祖先。赫尼格指出只有「單系群」才是合理的分類群，「並系群」與「複系群」則否。赫尼格的理論被稱為支序系統學 (cladistic classifications)。上圖便是某學者根據赫尼格理論所作鳥類 (birds) 和爬蟲類 (reptiles) 的親緣關係圖。

依據上文內容和習得的知識以及上圖，回答下列問題：



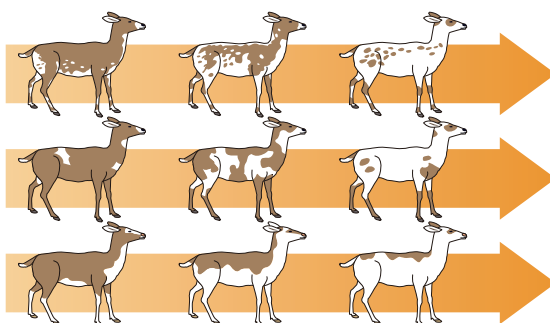
【97.指考改編】

- () 3. 根據赫尼格的理論，下列哪些選項中的兩群分類群可合為一單系群？（應選 2 項）
- (A) 蛇與蜥蜴 (B) 鱷魚與蜥蜴
(C) 鳥與始祖鳥 (*Archaeopteryx*) (D) 鱷魚與翼龍 (*Pterosaurs*)
(E) 肉食恐龍與草食恐龍
- () 4. 根據赫尼格的理論，下列關於鳥類和爬蟲類的敘述，何者正確？
- (A) 爬蟲類是一並系群
(B) 恐龍是合理的分類群
(C) 鱷魚和烏龜的親緣關係要比鱷魚和鳥類的親緣關係來得近
(D) 鳥類和爬蟲類分為獨立的兩個分類群是合理的



- () 1. 重建親緣關係樹的方法有很多種，例如發現新種化石、生物地理學的研究、生物化學的方法等等，而科學家也能藉由親緣關係樹知道許多藏在自然界中的秘密。請問：以下哪些問題可由親緣關係樹來回答？（應選 3 項）
- (A) 狂犬病毒感染食肉動物的傳染途徑為何？ (B) 生物體的複雜結構究竟是短時間或是需要長時間慢慢演化而來？ (C) 臺灣野豬為臺灣原生種或是航海時代時引進臺灣的豬？ (D) 在非洲大湖區中演化快速的雌鯛科魚類其種源中心源自哪裡？ (E) 鯨豚類在演化過程中是否有二次返海？
- () 2. 臺灣的森林裡有三種鼯鼠（飛鼠）。大赤鼯鼠和白面鼯鼠這兩種飛鼠體型大小相似，主要皆以植物為食，為夜行性動物。不過大赤鼯鼠主要分布在海拔 1500 m 以下的中、低海拔區域，白面鼯鼠則主要存活於海拔 1200 m 以上的中、高海拔山區，兩者在海拔的分布上有明顯的區隔，僅有小部分重疊。下列哪些情況可能造成大赤鼯鼠及白面鼯鼠這樣海拔分布區隔的現象？（應選 3 項）
- (A) 大赤鼯鼠必須食用的植物種類分布在中、低海拔，白面鼯鼠必須食用的植物種類則分布在中、高海拔 (B) 捕食鼯鼠的貓頭鷹只存在中低海拔，白面鼯鼠因臉部的毛色較易被發現，因此無法在中低海拔地區長期立足 (C) 相較於白面鼯鼠，大赤鼯鼠無法在較低溫的環境下存活 (D) 大赤鼯鼠帶有某種只出現在較高溫的低海拔區域的病菌，雖然不會對大赤鼯鼠本身有任何影響，但會讓遭受感染的白面鼯鼠死亡 (E) 大赤鼯鼠擅於挖掘，因此製造出許多樹洞讓不擅於挖掘的白面鼯鼠利用

- () 3. 人類文化千萬年的傳承，動植物的馴化占了很重要的一部分。右圖為三種野生鹿種在馴化後漸漸變成淺色皮毛的過程，就演化的觀點下列敘述何者正確？



- (A) 演化是一種連續的動態過程，由於人類喜歡淺色毛皮，因此淺色的基因逐漸被保留遺傳 (B) 演化是一種連續的動態過程，由於人類喜好淺色毛皮，深色皮毛基因漸漸突變成淺色皮毛基因，並被保留遺傳 (C) 演化是一種即時性的回饋結果，由於人類的喜好，野鹿努力讓自己皮毛顏色變淺，並將此基因遺傳給後代 (D) 此現象與演化並無關係，純屬巧合 (E) 人類的豢養長期餵食有害物質，破壞深色基因使毛色變淺

4. ~ 6. 為題組

已知病毒的大小範圍是 20 ~ 400 nm，且病毒都無法在細胞外生長與繁殖。而大多數的細菌直徑雖約 0.2 ~ 2.0 μm ，但黴漿菌 (0.1 ~ 0.25 μm) 和立克次體 (0.3 ~ 0.5 μm) 比一般細菌小許多。小明有意求證某種植物發生病害是否由病毒引起，乃將患病植物的組織攪碎並離心，將上清液以 0.45 μm 孔徑的濾膜過濾後，取得可能含有病毒的樣本。實驗至此，小明將面對幾個問題待釐清，試回答下列 4 ~ 6 題：

4. 過濾後，可能含有病毒的樣本是在濾膜上，還是濾液中？請勾選並說明原因。

答：	樣本位置	原因
	<input type="checkbox"/> 濾液	
	<input type="checkbox"/> 濾膜	

5. 取得的樣本中是否可能還有細菌存在？請勾選並說明原因。

答：	是否還有細菌存在	原因
	<input type="checkbox"/> 可能	
	<input type="checkbox"/> 不可能	

() 6. 小明要如何處理才能在殺死細菌的同時，又能保持病毒的活性？

- (A) 以酒精進行消毒
- (B) 在培養基中加入抗生素
- (C) 將培養基置於水中煮沸
- (D) 用強鹼清洗培養基
- (E) 以紫外光照的培養基