詳解冊　2026

DSE 生物小白書・必修

Compulsory · Paper 1 · 2012–2025

從具體例子理解，再把方法用到完整原題。

目　錄

[閱讀指南] 從知識走到獨立作答 5
導讀 如何使用兩冊 5

[第一部] 讀圖、計算與科學探究 6
探究 由實驗現象走到有根據的結論 6

[第一部 I] 細胞與分子 8
知 I.a 生命分子 8
知 I.b 細胞的組織與構造 9
知 I.c 物質跨膜運輸 11
知 I.d 細胞週期與分裂 13
知 I.e 酶、光合作用與呼吸作用 15

[第一部 II] 遺傳與演化 19
知 II.a 基礎遺傳學 19
知 II.b 分子遺傳學 20
知 II.c 生物多樣性與進化 23

[第一部 III] 生命活動 24
知 III.a 植物的基本生命過程 24
知 III.b 動物的基本生命過程 25
知 III.c 生殖、生長與發育 28
知 III.d 協調與反應 29
知 III.e 體內平衡 35
知 III.f 生態系統 36

[第一部 IV] 健康與疾病 40
知 IV.a 個人健康 40
知 IV.b 疾病與預防 40
知 IV.c 身體防禦機制 41

[第二部 I] 細胞與分子：題型與練習 43
I.a 生命分子 43
題型 1：由組成、構造與用途解釋生命分子（綜合程度★★★☆☆） 43
I.b 細胞的組織與構造 47
題型 1：操作顯微鏡與辨認可見構造（綜合程度★★☆☆☆） 47
題型 2：用比例尺、視野與影像計算大小（綜合程度★★☆☆☆） 51
題型 3：以結構與證據理解細胞膜（綜合程度★★★☆☆） 55
題型 4：把細胞器的構造連到分工與配合（綜合程度★★★☆☆） 60
I.c 物質跨膜運輸 68
題型 1：比較擴散、載體運輸與能量需求（綜合程度★★★☆☆） 68
題型 2：從膜通透性實驗判斷可成立的結論（綜合程度★★★☆☆） 75
題型 3：由水勢差判斷細胞、液面與質量變化（綜合程度★★★☆☆） 81
I.d 細胞週期與分裂 93
題型 1：讀懂細胞週期、DNA 量與有絲分裂（綜合程度★★★☆☆） 93
題型 2：追蹤減數分裂中的染色體與變異（綜合程度★★★☆☆） 104
I.e 酶、光合作用與呼吸作用 112
題型 1：分清合成、分解與能量轉換（綜合程度★★☆☆☆） 112
題型 2：用酶模型解釋專一性、重複使用與抑制（綜合程度★★★☆☆） 114
題型 3：設計酶反應的對照並解讀曲線（綜合程度★★★☆☆） 121
題型 4：追蹤葉綠體中的物質與能量（綜合程度★★★☆☆） 148
題型 5：用葉片、對照與氣體收支研究光合作用（綜合程度★★★☆☆） 159
題型 6：追蹤呼吸途徑、ATP 與電子載體（綜合程度★★★☆☆） 178
題型 7：以氣體測試和呼吸計量度呼吸（綜合程度★★☆☆☆） 188

[第二部 II] 遺傳與演化：題型與練習 193

II.a 基礎遺傳學 193
題型 1：用孿生與羣體資料分辨遺傳及環境（綜合程度★★★★☆） 193
題型 2：由雜交比例反推基因型（綜合程度★★★☆☆） 200
題型 3：由家譜與育種資料推遺傳風險（綜合程度★★★★☆） 213
題型 4：讀取染色體組型與異常尺度（綜合程度★★★☆☆） 224
II.b 分子遺傳學 228
題型 1：由 DNA 結構與互補配對處理比例（綜合程度★★☆☆☆） 228
題型 2：由 DNA、mRNA 與 tRNA 追蹤蛋白質合成（綜合程度★★★☆☆） 232
題型 3：由 DNA 差異判讀蛋白質、性狀與親緣資料（綜合程度★★★☆☆） 240
II.c 生物多樣性與進化 250
題型 1：用可觀察特徵作分類與二分檢索（綜合程度★★★☆☆） 250
題型 2：用分子、化石與分支點推論親緣（綜合程度★★★☆☆） 264
題型 3：以變異、繁殖與隔離解釋演化（綜合程度★★★☆☆） 274

[第二部 III] 生命活動：題型與練習 288

III.a 植物的基本生命過程 288
題型 1：由根、莖與維管束構造解釋運輸及支撐（綜合程度★★★☆☆） 288
題型 2：用培養、示蹤與生長資料研究植物營養（綜合程度★★★☆☆） 304
題型 3：用蒸騰計與環境資料解釋植物失水（綜合程度★★★☆☆） 311
III.b 動物的基本生命過程 331
題型 1：從營養成分計算能量收支（綜合程度★★☆☆☆） 331
題型 2：由齒式與口腔構造解釋物理消化（綜合程度★★☆☆☆） 334
題型 3：配對消化液、器官與化學消化（綜合程度★★★☆☆） 337
題型 4：由小腸適應追蹤養分吸收與去向（綜合程度★★☆☆☆） 346
題型 5：把血管、組織液與淋巴連成交換路徑（綜合程度★★★★☆） 353
題型 6：由胸腔壓力與交換面解釋呼吸（綜合程度★★★★☆） 362
題型 7：沿循環追蹤血液、物質與壓力（綜合程度★★★☆☆） 375
III.c 生殖、生長與發育 390
題型 1：從傳粉、受精追蹤花到果實（綜合程度★★☆☆☆） 391
題型 2：比較有性與營養繁殖的遺傳後果（綜合程度★★☆☆☆） 400
題型 3：用測量與實驗分析生長、萌發和開花（綜合程度★★★☆☆） 403
題型 4：追蹤配子、受精、胚胎與母胎交換（綜合程度★★★☆☆） 410
III.d 協調與反應 422
題型 1：沿振動與神經訊號追蹤聽覺（綜合程度★★☆☆☆） 422
題型 2：由成像、調節與視網膜解釋視覺（綜合程度★★☆☆☆） 426
題型 3：把關節、肌腱與拮抗肌連到動作（綜合程度★★☆☆☆） 439
題型 4：用隔片、對照與曲線研究生長素（綜合程度★★★★☆） 447
題型 5：沿神經元、突觸與反射弧追蹤訊息（綜合程度★★☆☆☆） 461
III.e 體內平衡 477
題型 1：用血糖與激素資料解釋負反饋（綜合程度★★★☆☆） 477
III.f 生態系統 491
題型 1：沿箭頭追蹤碳和氮的循環（綜合程度★★★☆☆） 491
題型 2：以食物網與金字塔分析能量傳遞（綜合程度★★★☆☆） 507
題型 3：用得益、受損及生態位解釋物種關係（綜合程度★★★☆☆） 518
題型 4：用方格與樣帶研究物種分佈（綜合程度★★★☆☆） 534
題型 5：由起點、土壤與羣落資料解釋演替（綜合程度★★★☆☆） 542

[第二部 IV] 健康與疾病：題型與練習 551

IV.a 個人健康 551
題型 1：用資料評估飲食、運動與健康風險（綜合程度★★★☆☆） 551
IV.b 疾病與預防 559
題型 1：沿傳播途徑選擇預防及控制方法（綜合程度★★☆☆☆） 559
題型 2：把器官病變、症狀與疾病數據接起來（綜合程度★★★☆☆） 566
IV.c 身體防禦機制 572
題型 1：把屏障、吞噬與發炎連成防禦過程（綜合程度★★★☆☆） 572

題型 2：用抗體曲線解釋疫苗與免疫記憶（綜合程度★★★☆☆） 579
[資料與圖源] 原題、評分與圖像來源 595
來源 課程及題目 595
圖源 知識圖與原題圖的標示 595

Chapter 1

從知識走到獨立作答

導讀　如何使用兩冊

本冊先以具體例子與圖說明知識，再按可辨認的題型提供完整示範和針對練習。先讀相應知識頁，跟完例題的起手、推理和答案，然後獨立作答。學生冊保留全部知識和完整例題；詳解冊在相同題序補上每道練習的答案與解析。

本冊涵蓋必修的細胞與分子、遺傳與演化、生命活動、健康與疾病，收錄全部試卷一原題。題源包括 2012—2025 年、樣本卷及練習卷，共 753 道整題；同題的語言、掃描版本或小問不另作題量。必修與選修兩部分合計 817 道。星級表示整題的知識與推理綜合程度，並非考評局公布的難度或考頻。

2013 年卷一甲部第 9 題當年撤銷計分，本冊保留已修訂的題目專輯版本，並在題旁及詳解標明。中文掃描缺頁或不清的部分採同年英文原題：2013 年乙部第 6 題部分小問、2021 年乙部第 10 題一段文字，以及 2023 年卷一；均配中文解說。

問「描述」要交代量得的變化；問「解釋」要補上機制；問「根據資料」要把結論限於圖表能支持的範圍。每題題號旁列年份、卷別及原題號，解答另列所用評卷參考的物理頁序。

來源	甲部	乙部	整題數
2012 年	36	11	47
2013 年	36	10	46
2014 年	36	11	47
2015 年	36	11	47
2016 年	36	11	47
2017 年	36	11	47
2018 年	36	11	47
2019 年	36	11	47
2020 年	36	11	47
2021 年	36	11	47
2022 年	36	11	47
2023 年	36	11	47
2024 年	36	11	47
2025 年	36	11	47
樣本卷	36	12	48
練習卷	36	12	48

讀圖、計算與科學探究

Chapter 2

探究　由實驗現象走到有根據的結論

知識梳理

① 把一塊新鮮肝臟放進過氧化氫後，看見氣泡冒出，這是觀察。把餘燼木條放近氣體，看見木條復燃，也是觀察。進一步說「氣體是氧」，則已經把測試結果與氧能支持燃燒的知識連起來，是推論。 描述和解釋回答不同問題。描述回答「看到了甚麼、量到了甚麼」；解釋回答「為甚麼會這樣」。例如「細胞內容物與細胞壁分離」是顯微照片中的變化；「水因水勢差而由細胞內淨移出」是對變化的解釋。題目要求描述時，不能只交原因。自變量是實驗者有意改變的條件；因變量是記錄的結果；控制變量是為公平比較而盡量保持相同的其他條件。比較全脂與半脂牛奶時，牛奶種類是自變量，指示劑顏色是觀察結果，兩管的牛奶體積、脂酶體積和溫度則應相同。 對照並不是一律「不放酶」。要驗證哪個因素，就安排能隔開那個因素的比較。要檢驗過氧化氫是不是受質，可用相同新鮮組織加水作比較；要檢驗加熱對酶的影響，才把新鮮組織與煮沸組織放在相同受質溶液中比較。 結論的範圍不能超過證據。測了四種組織，不足以概括所有動物與植物的酶含量；看到顏色在終點不同，也不足以計算反應一開始有多快。看圖選句子時，應先問這張圖真正量了甚麼，而不是只挑自己記得正確的常識。

葉片上面的吸水劑由 2.40 g 變成 2.49 g，下面由 2.43 g 變成 2.56 g。上面吸水 0.09 g，下面吸水 0.13 g；先扣除各自起點，才有可比較的變化量。直接把兩個終點相減，只會得到 0.07 g，並不是兩面的失水差。

動手檢查

1. 眼睛直接看到木條復燃，屬於____；判斷氣體是氧，屬於____。
2. 比較兩管不同牛奶的實驗，自變量是____，並非最後的顏色。

填空答案：

1. 觀察；推論。；2. 牛奶種類。

點石成金　題目出現「描述、解釋、根據圖中、自變量、對照」時，先決定所需的是現象、機制、證據還是實驗設計。

知識梳理

① 兩組水生植物在不同色光下產生的氧氣體積，若只相差 0.01 mL，而量度工具的誤差量級約為 0.03 mL，這個差異比單次量度本身的不確定性還小。不能只因兩個數字不一樣，就判定色光真的改變了光合作用速率；應重複量度、比較各組數據的分散程度，並考慮量度精度。

② 如果另一個比較的組間差異達 1 mL，同樣約 0.03 mL 的量度誤差便小得多，對該差異的解釋較不關鍵。這也不等於做過正式統計檢驗：是否有可靠差異，仍要一起考慮重複結果、樣本差異與實驗設計。

③ 找誤差應從「它是否足以影響這次結論」出發。例如研究溫度與魚的呼吸頻率，升溫既可能增加魚的代謝，也可能降低水中溶氧。若只量溫度和呼吸次數，便未排除溶氧差異這個解釋；同步量度或控制溶氧，才能把兩個機制分開。

④ 生物科技探究亦要由問題帶動。例如用 DNA 指紋判斷親子關係，要先交代哪些帶必須由父母提供，再說明限制酶、電泳及比較步驟如何產生可判讀的證據。PCR 和電泳是取得或分析樣本的技術步驟，不宜把技術名稱本身當成要量度的因變量。

動手檢查

1. 兩組相差 0.01 mL，工具誤差量級約 0.03 mL，能否只因數字不同便斷定處理有效？
2. 升高水溫後魚的呼吸加快，除了代謝增快，還需檢查哪個可能解釋？

填空答案：

1. 不能。差異小於量度不確定性的量級，須考慮重複數據、分散程度與量度誤差。；2. 水中溶氧可能降低，魚因缺氧而增加呼吸頻率；應量度或控制溶氧。

細胞與分子

Chapter 3

知 I.a　生命分子

知識梳理

① 把麵包切開、在紙上滴一滴食油、把蛋白放進熱水，可見三類食物的性質並不相同。麵包中的澱粉是一種碳水化合物，食油主要含脂質，蛋白主要含蛋白質。生物不只把這些物質當作食物：細胞會用它們儲存能量、組成構造，或完成特定反應。判斷物質的作用，須把「由甚麼組成」與「在細胞中做甚麼」連接。

② 碳水化合物可由較小的糖分子組成。葡萄糖可被細胞用於呼吸作用；植物可把許多葡萄糖單位連成澱粉儲存，動物則主要以糖原儲存。纖維素也由葡萄糖單位構成，但排列及連接方式不同，適合構成植物細胞壁；人類消化道缺乏把纖維素充分水解的酶。因此「組成單位相同」不等於功能或可消化性相同。

③ 許多常見脂肪由甘油和脂肪酸組成，能儲存較多能量，並可作保溫及保護組織。磷脂具有親水部分和疏水部分，在水中可形成雙層；這種排列是細胞膜的重要基礎。脂質不應全部寫成只有「供能」一項用途。

④ 蛋白質由氨基酸按特定次序連接，再摺疊成特定形狀。澱粉酶、抗體和血紅蛋白都是蛋白質，卻分別參與催化、防禦和運氧；氨基酸次序及摺疊構造與功能有關。蛋白質亦可構成肌肉等組織，不能因為某蛋白質是酶，就把所有蛋白質都叫作酶。

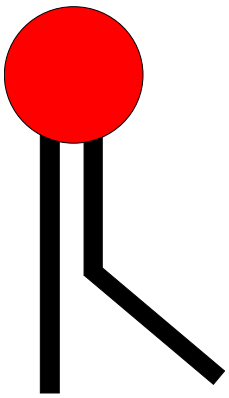
⑤ 核酸包括 DNA 和 RNA，其基本單位是核苷酸。每個核苷酸含糖、磷酸基和含氮鹼基；鹼基的排列保存或傳遞遺傳資料。DNA 與蛋白質不是同一類分子，基因能影響蛋白質製造，也不表示基因本身就是蛋白質。

⑥ 水是細胞中多種反應的介質，也參與運輸和溫度調節。汗液蒸發時從皮膚吸熱，正好顯示水在調節體溫的作用。無機離子所需量可以很少，功能卻不能以其他物質任意代替：植物需要含氮離子製造氨基酸、蛋白質和葉綠素等含氮有機物，鎂也是葉綠素的組成元素。磷是磷脂和核酸中磷酸基的組成元素。因此缺氮可限制葉綠素及膜蛋白的形成，缺磷可限制膜磷脂及核酸的形成；須逐項對應元素與產物，不能假定每項產物都同時含氮和磷。鈣有助骨骼及牙齒形成，鐵是血紅蛋白的組成元素。

⑦ 食物測試是在找某一類物質的化學證據。碘液遇澱粉呈藍黑色；把樣本與本氏液混合並在熱水浴加熱，有還原糖時可出現由綠、黃、橙到磚紅色的變化或沉澱。蛋白質可用雙縮脲反應檢測紫色；脂質可用透光油斑等方法辨認。測試前須先知道試劑、必要處理和陽性結果，不能把「沒有藍黑色」推成完全沒有營養。

食物測試：把處理與陽性證據一同核對

要檢測的物質	試劑或處理	陽性證據
澱粉	碘液	藍黑色
還原糖	本氏液；熱水浴加熱	可由綠、黃、橙至磚紅色沉澱
蛋白質	雙縮脲試劑	紫色
脂質	紙上油斑，待水分乾去後再觀察	持續透光油斑



磷脂示意：圓形頭部代表親水部分，兩條尾部代表疏水部分；它不是一個細胞。

動手檢查

1. 澱粉的組成單位是____；蛋白質的組成單位是____。
2. 碘液檢測的是____，本氏液配合加熱檢測的是____。

填空答案：

1. 葡萄糖；氨基酸。；2. 澱粉；還原糖。

點石成金　比較分子時，依次檢查組成單位、構造及功能；辨認食物測試時，把試劑和必要操作連接到顏色或沉澱。

知 I.b　細胞的組織與構造

知識梳理

① 觀察洋蔥鱗葉表皮，可看見細胞排列成一層，外側有較規整的細胞壁；觀察口腔上皮細胞，細胞的形狀較不規則，沒有細胞壁。兩者都有細胞膜、細胞質及細胞核。洋蔥鱗葉埋在地下，這些表皮細胞通常沒有葉綠體，因此不能只憑「植物細胞」便在每一張照片上加入葉綠體。

② 細胞膜包圍細胞內容物，控制物質進出。磷脂形成雙層，其中分佈着蛋白質；不同蛋白質可參與運輸、接收訊號或其他活動。流動鑲嵌模型強調膜並不是一塊僵硬實心板，而是多種分子構成、具有一定流動性的結構。選擇透過性指不同物質通過的難易程度不同，不是「所有小分子都能自由進出」。

③ 細胞核內的染色體含 DNA，與控制細胞活動及遺傳有關。粗糙內質網表面附有核糖體，與蛋白質製造及處理有關；核糖體是蛋白質合成的場所。線粒體參與需氧呼吸並形成 ATP；ATP 是細胞用來轉移可利用能量的分子。葉綠體進行光合作用。成熟植物細胞的液泡可儲存細胞液，其含水量影響細胞膨壓；細胞壁提供支持並限制細胞過度膨脹。

④ 例如分泌抗體的細胞需要製造大量蛋白質，因此可有較發達的粗糙內質網，也需要線粒體提供能量。答案應由「大量抗體」推到「蛋白質合成和能量需要」，再解釋細胞器，不能把細胞器名稱逐一列出就當作完成構造與功能的論證。

⑤ 細菌是原核生物，沒有由核膜包圍的細胞核，也沒有線粒體和葉綠體等有膜細胞器，但仍有細胞膜、DNA 及核糖體，能進行代謝。動物、植物、真菌和原生生物的細胞屬真核細胞。沒有細胞核不等於沒有遺傳物質，也不等於不能呼吸。

⑥ 許多相似而共同執行功能的細胞組成組織；數種組織合作可構成器官；器官再組成系統。例如肌肉組織、神經組織及結締組織共同參與心臟的工作，心臟則屬循環系統。從顯微照片計算實際大小時，須先把圖上長度與實物長度化成同一單位。

⑦ 放大率 = 圖像大小 ÷ 實際大小。

⑧ 若照片上的細胞長 40 mm，而實際長度為 80 μm，先把實際長度化成 mm，才相除：

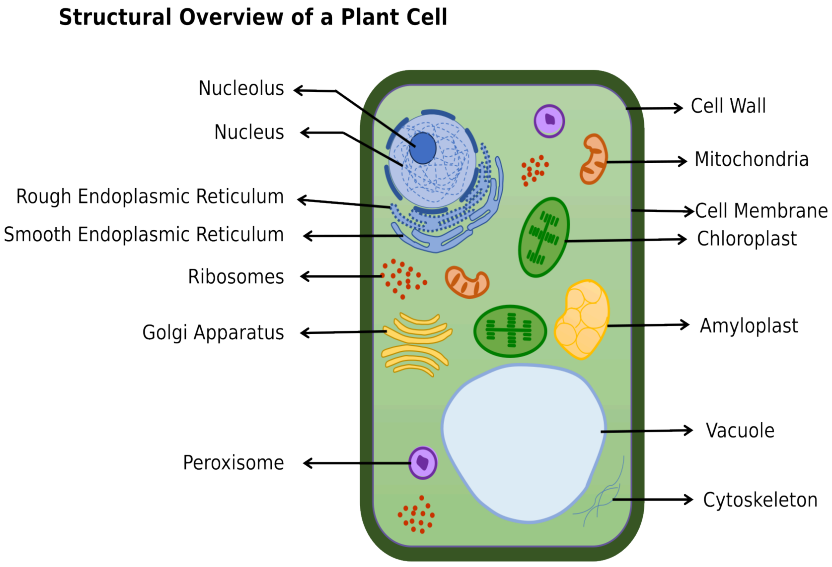
⑨ 80 μm = 80 ÷ 1000 mm = 0.08 mm。

⑩ 放大率 = 40 mm ÷ 0.08 mm = 500 倍。

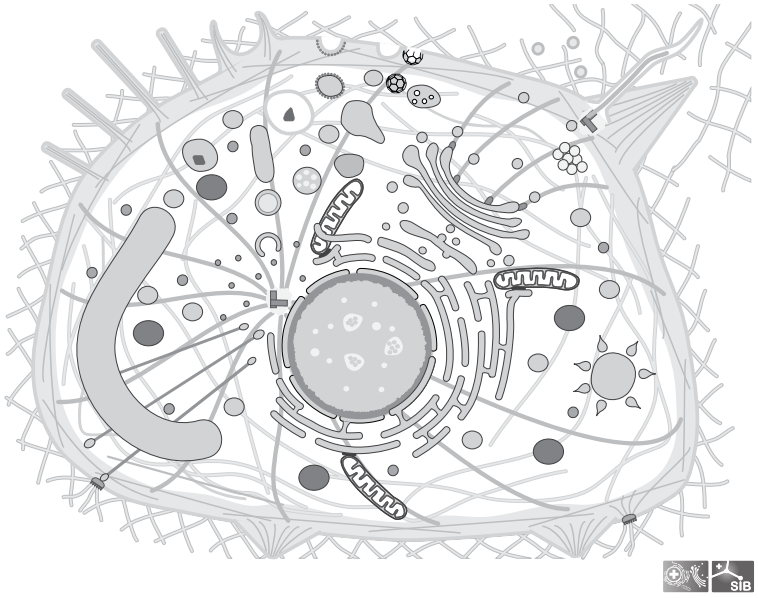
⑪ 這個比值不帶 mm 單位；放大率也不等於分辨率，圖像放得更大未必能分開更多細節。

由細胞到系統：以心臟為例

層次	具體對象	與下一層的關係
細胞	心肌細胞	許多細胞合作形成肌肉組織
組織	心肌、神經及結締組織	多種組織共同構成心臟
器官	心臟	與血管等共同參與循環系統
系統	循環系統	運輸血液，與呼吸及其他系統配合



植物細胞概覽。Cell wall＝細胞壁；chloroplast＝葉綠體；vacuole＝液泡。示意圖集合了典型構造，並非每種植物細胞都含圖中全部構造。



動物細胞概覽：先找細胞核、周圍的內質網，以及有內膜摺疊的線粒體；動物細胞沒有細胞壁和葉綠體。

動手檢查

1. 細菌沒有以核膜包圍的____，但仍有 DNA 和____。
2. 圖上長 30 mm 的細胞實際長 0.10 mm，放大率是____。

填空答案：

1. 細胞核；核糖體。；2. 300 倍。

點石成金　先判斷照片可見的構造，再把構造與題目指定的功能連接；量度時先統一單位。

知 I.c　物質跨膜運輸

知識梳理

① 把大小相近的薯條分別放進清水和較濃的蔗糖溶液，一段時間後，兩組的質量可能向不同方向改變。比較時須先記錄每條薯條原來的質量，再計算變化；不能因某條原本較粗、最後較重，便說它吸收水較多。

② 質量百分率變化 =（最後質量 − 原來質量）÷ 原來質量 × 100%。

③ 若薯條由 2.00 g 變成 2.10 g，先找改變了多少，再把改變量與原來質量比較：

④ 質量增加量 = 2.10 − 2.00 = 0.10 g。

⑤ 質量百分率變化 = 0.10 ÷ 2.00 × 100% = 5%。

⑥ 正值表示淨吸水，負值表示淨失水；在本實驗條件下，接近零的變化可用來估計內外水勢相近的蔗糖濃度。

⑦ 水分子會不停運動。當水能通過一層選擇性透膜，而膜兩邊的水勢不同，水的淨移動方向便是由較高水勢一側到較低水勢一側；這種移動稱為滲透。水可同時向兩個方向移動，「淨移動」是把兩個方向抵消後的結果，不是另一方向完全沒有水分子通過。 對沒有壓力差的簡單溶液，加入蔗糖會降低水勢。因此植物細胞放進足夠濃的蔗糖溶液時，外面水勢可低於細胞內，水從細胞內淨移到外面。作答時要說清楚比較的是外界溶液與細胞內容物，不能只寫「高到低」而沒有說是哪一種量。 植物細胞有細胞壁、細胞膜和液泡。細胞壁較堅硬，水分減少時不會像柔軟的細胞內容物那樣同步縮小。液泡失水、原生質體體積減少，細胞膜便可離開細胞壁，形成質壁分離。葉綠體隨細胞質向內聚集，是可以在顯微照片中觀察的現象。 把質壁分離的細胞放回適當較高水勢的環境，水可重新淨進入細胞，內容物膨脹。若細胞受到嚴重損傷，結果不一定可完全逆轉，因此不能不看條件就斷言每個細胞一定恢復。 擴散、滲透和整體流動要分開。氣孔外的水蒸氣散失是氣體擴散；水沿木質部導管運送是整體流動；水跨細胞膜的淨移動才需要用水勢和選擇透過性來分析。

⑧ 擴散是粒子持續隨機運動所產生的淨移動，通常由較高濃度區域到較低濃度區域。肺泡中氧擴散入血，紅血球運走氧，有助維持差異。較大交換面積、較短距離及較大的濃度差，通常有利擴散；粒子到達動態平衡後仍在移動，但兩方向的速率相同，沒有淨移動。

⑨ 氧可直接穿過磷脂雙層，屬簡單擴散。葡萄糖等物質不容易直接穿過膜內疏水部分，可以經特定運輸蛋白沿濃度梯度淨移動，稱為促進擴散。這個跨膜步驟不需要細胞代謝供能。例如紅血球膜上的葡萄糖載體，可讓葡萄糖由較高濃度一側淨移往較低濃度一側；有載體不等於一定是主動運輸。當運輸蛋白數目有限，載體運輸的速率也可出現飽和，不能只憑曲線有平台便判定需要 ATP。

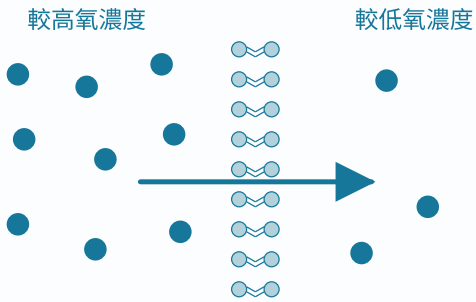
⑩ 主動運輸能把物質逆濃度梯度運送，需運輸蛋白和細胞代謝提供能量。例如根細胞可由外界較稀的溶液吸收礦物離子，使細胞內維持較高離子濃度。若細胞缺氧而 ATP 供應受限，主動運輸可能受影響；不能把這個能量需要套到所有擴散及滲透過程。

⑪ 紅血球沒有細胞壁。放進足夠稀的溶液時，水淨進入，細胞可脹破，這稱為溶血。植物細胞則可由細胞壁抵抗內容物膨脹而形成膨壓。說明兩種細胞在相同外液的差異，關鍵是有沒有能承受膨脹的細胞壁。

水草葉片的外框仍呈原來的多角形，綠色內容物卻集中到中央。外框保留與內容物縮小同時出現，才支持質壁分離；只寫「細胞變小」沒有分辨兩種構造。

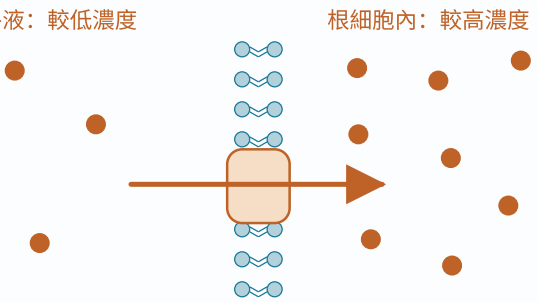
跨膜運輸：先認清移動的物質，再比較膜兩側

氧的擴散：由較高濃度到較低濃度



不直接消耗代謝能量；平衡後粒子仍移動。

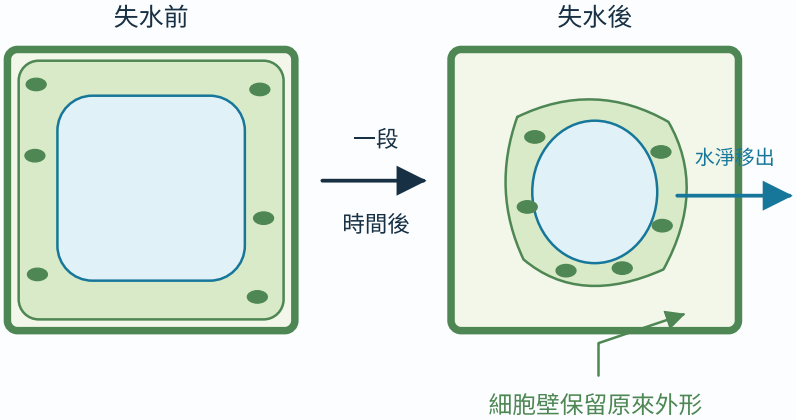
根吸收礦物離子：可逆濃度梯度



運輸蛋白＋代謝能量（ATP）
缺氧使 ATP 供應受限時，吸收可受影響。

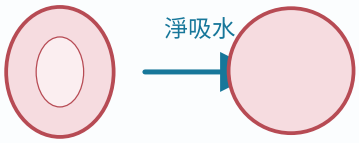
滲透：水由較高水勢一側向較低水勢一側淨移動

植物細胞放進足夠濃的蔗糖溶液



液泡及原生質體縮小，細胞膜可離開細胞壁。

紅血球沒有細胞壁
放入足夠稀的外液

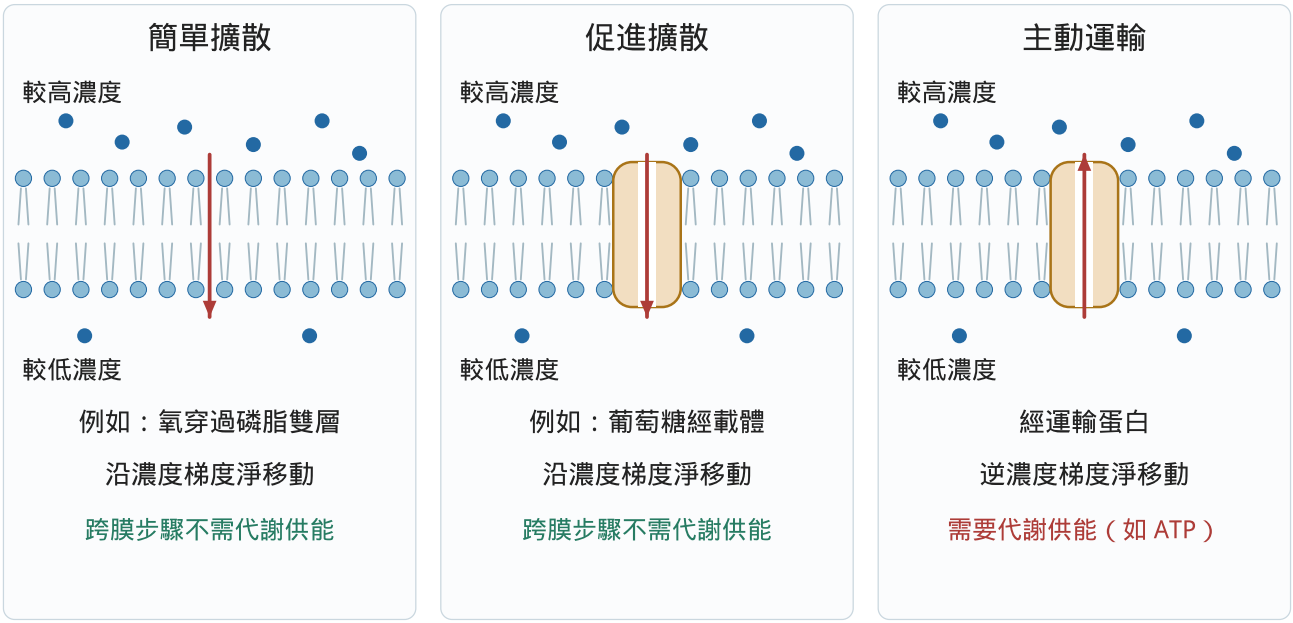


細胞膨脹
水太多時可脹破：溶血。

箭頭表示淨移動。
水分子仍可向兩邊通過。

比較膜兩側水勢與溶質分佈，再沿圖中箭頭判斷水的淨移動。

跨膜運輸：蛋白質、方向及供能須分開判斷



圖中箭頭表示淨運輸方向；有運輸蛋白不等於主動運輸。促進擴散的蛋白質也可因數目有限而出現速率飽和。

同時比較三件事：物質走磷脂還是運輸蛋白、淨移動方向、這個跨膜步驟是否需要代謝供能。

動手檢查

1. 滲透中，水由____水勢向____水勢淨移動。
2. 質壁分離時，主要向內收縮的是____，不是整個細胞壁。

填空答案：

1. 較高；較低。；2. 原生質體／細胞膜內的細胞內容物。

點石成金　先確定移動的是水還是溶質，再比較膜兩側相應的水勢或濃度；最後檢查是否逆梯度和需要代謝能量。

知 I.d　細胞週期與分裂

知識梳理

① 皮膚受損後，附近細胞可經分裂產生新細胞，協助修補。新細胞通常需要得到一整套與原細胞相同的遺傳資料，因此分裂前須先複製 DNA，再把複製好的資料有次序地分配。細胞週期包括生長、DNA 複製、核分裂及細胞質分裂；並不是每一刻都在把細胞切成兩半。

② 圖中用一個只有兩對同源染色體的細胞來計數：一對較長，一對較短，每對各有一條來自父方、一條來自母方。四條分屬兩套，所以寫成 2n = 4；n 表示一套的條數，在這個例子中 n = 2。

③ DNA 複製後，一條染色體可由兩條姊妹染色單體組成，以着絲點相連。這時 DNA 量增加，但不能只按 DNA 量便說染色體數已加倍；數染色體時要按題目所用的着絲點或分離狀態判斷。姊妹染色單體是同一條染色體複製所得，同源染色體則是通常一條來自父方、一條來自母方，帶有相應基因位置的一對。

④ 有絲分裂中，染色體凝縮，排列在細胞中央，姊妹染色單體分離到兩極，再形成兩個細胞核。配合細胞質分裂，通常得到兩個染色體數目相同、遺傳組成相近的子細胞。它用於生長、修補及部分無性生殖；若出現突變，子細胞仍可能產生差異。

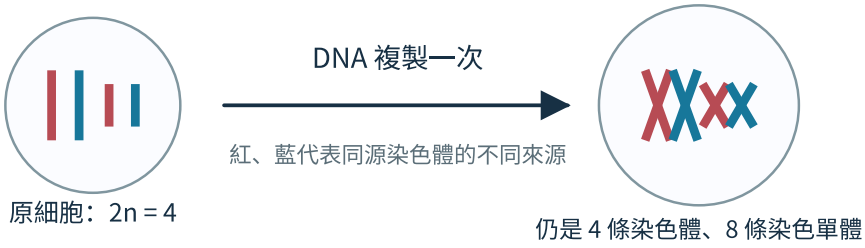
⑤ 減數分裂在 DNA 複製一次後進行兩次分裂。第一次主要分開同源染色體，第二次分開姊妹染色單體，通常產生四個單倍體產物。人類的配子帶 23 條染色體；精子與卵融合後，合子恢復 46 條。減半與受精互相配合，使有性生殖的染色體數不會每代不斷加倍。

⑥ 減數分裂亦可產生不同的遺傳組合。同源染色體在第一次分裂時的排列與分配，以及配對時可能發生的互換，都能增加組合差異。比較有絲與減數分裂時，至少對照分裂次數、先分開甚麼、產物數目、染色體數及遺傳差異，不能只背「一個相同、一個不同」。

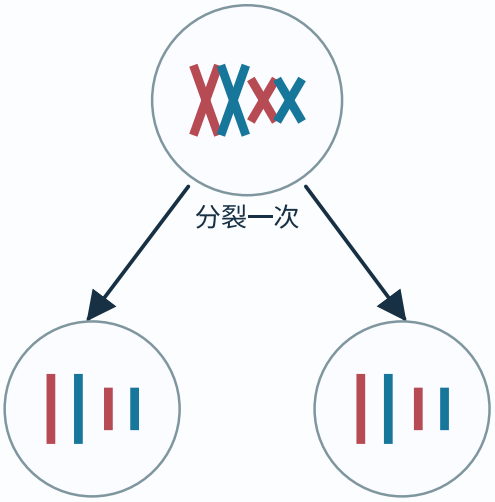
⑦ 回到 2n = 4 的圖：複製前是 4 條染色體，複製後仍是 4 條，每條有兩條姊妹染色單體，共有 8 條染色單體。有絲分裂讓兩半分開，每個子細胞取得 4 條染色體；減數第一次分裂後，每個細胞只得每對的一條，即 2 條已複製的染色體，第二次分裂再把姊妹分開，最後四個產物各有 2 條。

⑧ 同一個 X 形圖案代表一條已複製的染色體，不能因它看起來有兩條線便數成兩條。還要看題目問的是每個細胞、每個細胞核，還是整個正在分裂的細胞。圖中不畫互換時，一次分裂可以有兩個產物組合相同；「減數分裂可增加變異」不代表每次的四個產物必然四種都不同。

一次複製之後：有絲分裂與減數分裂分開甚麼？

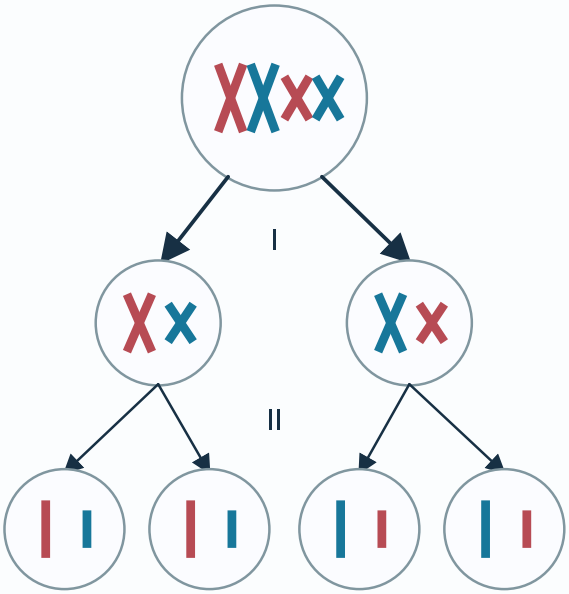


有絲分裂：分開姊妹染色單體



兩個子細胞，各有 4 條染色體。
每個子細胞保留兩對同源染色體。
在未發生突變的模型中，遺傳組成相同。

減數分裂：先同源，再姊妹



四個產物，各有 2 條染色體（n = 2）。
I 分開同源染色體，II 分開姊妹染色單體。
圖中未畫互換，這次分配形成兩種組合。

一個 X 形構造是一條已複製的染色體；兩半分開後，才各自算一條染色體。

以 2n＝4 追蹤染色體及 DNA 複製；分開計算染色體數與染色單體數。

動手檢查

1. 減數分裂第一次主要分開____，第二次主要分開____。
2. 人類精子有 23 條染色體，正常合子有____條。

填空答案：

1. 同源染色體；姊妹染色單體。；2. 46。

點石成金　先看圖中的同源染色體是否配對、哪一種結構正在分離，再判斷分裂階段及產物。

知 I.e　酶、光合作用與呼吸作用

知識梳理

① 萌發中的種子把儲存物分解成可利用的小分子，也把吸收或製造的物質組成新細胞。分解較複雜分子的過程屬分解代謝，合成較複雜分子的過程屬合成代謝；兩者合稱新陳代謝。多個步驟常由不同酶連接成代謝途徑，某一步受阻便可能改變上下游物質的含量。

② 過氧化氫能被分解，肝臟中的過氧化氫酶可使這個反應更快發生。過氧化氫是受質，也就是酶所作用的物質；氧等是產物；酶是生物催化劑，不應在反應式中被寫成反應後才出現的產物。

③ 過氧化氫分解成水和氧，需要先跨過反應的能量門檻，這個門檻稱為活化能。過氧化氫酶提供活化能較低的反應途徑，使相同溫度下有較多粒子能完成反應，故氧較快產生。酶不把額外能量注入反應，也不改變相同起始受質與最終產物之間的能量差。比較能量曲線時，兩條線的起點和終點應相同；有酶的一條最高點較低。 酶具有特定的三維結構，其中與受質結合並參與催化的區域稱為活性部位。鎖鑰模型用形狀配合來說明專一性：不是任意受質都能適當結合。模型只突出部分特點，不能因圖畫得像一把鎖，就以為它已證明酶的化學成分或所有反應細節。 酶完成一次催化後仍可作用於下一批受質。因此反應停止可能是受質不足，而不一定是酶耗盡。補加受質後重新產生氣泡，便與酶仍有活性、可重複使用一致。相反，若高溫令酶的結構改變，補受質未必能恢復原來活性。 酶的作用位置也是條件。小腸微絨毛膜上的消化酶與膜接觸；葉綠體基質內的卡爾文循環酶，不能因細胞器本身有膜就稱為膜上的酶。酶實驗常不是直接看到受質消失，而是看到產物造成的變化。過氧化氫酶實驗以氧氣起泡作線索；脂酶實驗則以脂肪酸令 pH 指示劑變色作線索。解釋必須把酶、受質、產物、測量現象逐一接上。

④ 植物新增的有機物需要碳。二氧化碳由空氣進入葉片，經光合作用被固定成有機物；有機物可形成儲存物質，也可用來建立細胞壁等身體構造。因此不能因根在土壤中，就把植物增加的生物量主要歸給土壤中的礦物質。葉片橫切面不是一張隨意的細胞拼圖。靠近表面的表皮包圍葉片，葉肉組織進行光合作用，維管束負責物質運輸。柵欄組織細胞較狹長、排列較緊密；海綿組織細胞間隙較明顯，與內部氣體移動有關。 組織分佈要放回葉片受光的實際條件理解。近水平的葉片上面較直接受光，主要光合組織靠近上面有利利用入射光。垂直葉片的兩面可隨太陽位置改變而受光，兩側較均勻的光合組織分佈便有不同的意義。 指出適應特徵時，先說看到哪個構造，再交代它如何幫助該功能。只寫「多光合作用」沒有說明機制；只寫某種葉片沒有柵欄層，也不能推出它不進行光合作用。 二氧化碳為新增有機物提供碳，並不等於葉片只需要二氧化碳。水、光、適當酶活性和礦物營養等也各有作用。短時間吸水造成鮮重變化，與真正形成新有機物必須分清。

⑤ 肺把氧帶進身體，但細胞利用營養物質釋放可利用能量的過程發生在細胞內。呼吸作用不等於吸氣、呼氣；肺部氣體交換與細胞呼吸需要靠循環系統連接。有氧呼吸包含多個階段。糖酵解在細胞質內進行；丙酮酸的後續處理及克雷伯氏循環主要在線粒體基質中進行；電子傳遞和氧化磷酸化與線粒體內膜有關。問位置時，必須分清整個細胞器與其中的基質、膜。 NAD、FAD 可作氫／電子載體。它們的還原形式把電子交給電子傳遞系統後，恢復成可再次接受氫／電子的形式。這種再生讓前面的反應可以繼續。NAD 參與糖酵解等反應，而 FAD 不是糖酵解中的必需載體，不能把兩者所有用途寫成完全一樣。 電子傳遞與內膜兩側的質子梯度相聯。質子經 ATP 合成酶流回時，促進 ATP 形成。ATP 可把能量供應與主動運輸、合成及肌肉活動等過程相連，因此不能只把 ATP 描述成「能量」而不說它是能參與能量轉移的物質。 肌肉形成乳酸的簡化過程可寫成葡萄糖轉成乳酸，不以氧作反應物，也不與酵母的酒精和二氧化碳產物相同。劇烈運動時乳酸增加，不代表全身所有細胞完全停止有氧呼吸。

⑥ 在合適範圍內升溫，粒子運動和有效碰撞增加，酶促反應可加快；溫度過高則可改變酶的三維構造，令活性部位不再適合受質。pH 改變亦可影響活性部位的形狀及帶電情況。抑制劑可能與受質競爭活性部位，亦可能在其他位置影響酶；能否以增加受質減輕抑制，必須看抑制的機制。

⑦ 植物的光化學反應在葉綠體的類囊體膜上進行。葉綠素吸收光能，水分解提供電子並釋出氧；過程形成 ATP 和 NADPH。卡爾文循環在基質進行，把二氧化碳固定到有機物，利用 ATP 及 NADPH 還原三碳化合物，部分產物可用來合成糖，其餘參與再生二氧化碳受體。因此碳固定不直接吸收光，仍依賴光化學反應的產物；不能把它理解成植物只在夜間進行的作用。

⑧ **光合作用的整體關係可概括為：**

⑨ 二氧化碳 + 水 → 有機物 + 氧氣（需要光能及光合色素）。

⑩ 若低光強下增加光照令光合速率增加，光可能是限制因素；到平台後再增加光仍無效，表示其他條件可能限制速率。須用另一項處理測試二氧化碳或其他因素，不能單憑平台便斷定只有一種原因。呼吸同時消耗部分光合產物，儀器量得的淨氣體交換不一定等於總光合速率。

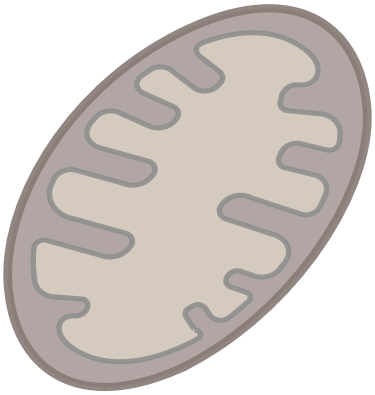
⑪ **糖酵解在細胞質進行：**葡萄糖經一系列步驟成為丙酮酸，並有 ATP 及 NADH 的淨生成。有氧時，丙酮酸可轉成乙酰輔酶 A，再進入克雷伯氏循環；碳以二氧化碳形式逐步釋出，電子載體接受高能電子。在線粒體內膜的氧化磷酸化中，載體被再氧化，能量用於大量 ATP 合成，氧作最終電子受體並形成水。

⑫ 缺氧時，肌肉細胞可把丙酮酸轉成乳酸，酵母則可形成乙醇及二氧化碳。這些轉化有助再生糖酵解所需的載體，令糖酵解繼續；它們並不是把有氧途徑的全部 ATP 產量照搬過來。比較途徑時，要逐一區分場所、氧的需要、產物及能量供應。

牛奶加入酚酞指示劑及適量鹼性溶液後呈粉紅色；加脂酶形成脂肪酸，粉紅色逐漸消失。酶沒有把牛奶漂白，變色是酸鹼指示劑對產酸的反應。

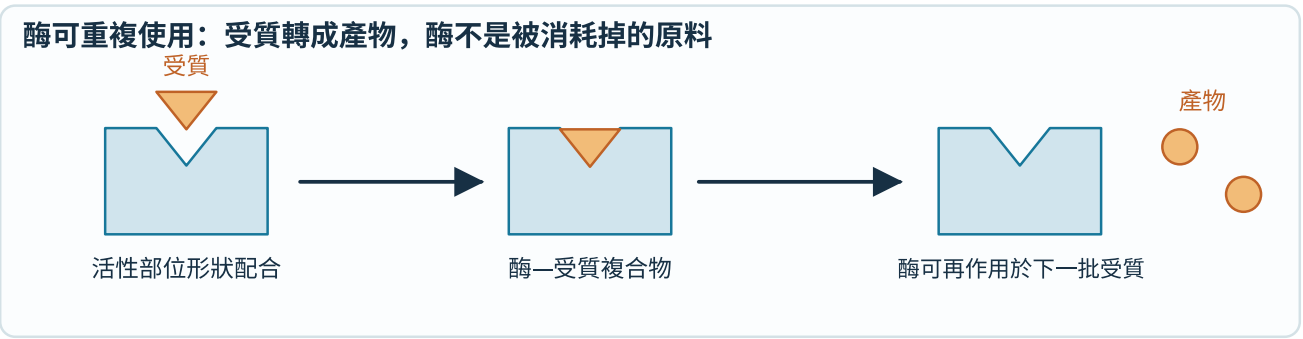
兩張葉片橫切面中，一張有上方緊密的狹長細胞層，另一張兩面較相似。這是比較組織分佈的證據，不是把兩張圖依次畫成同一片葉逐步變形。

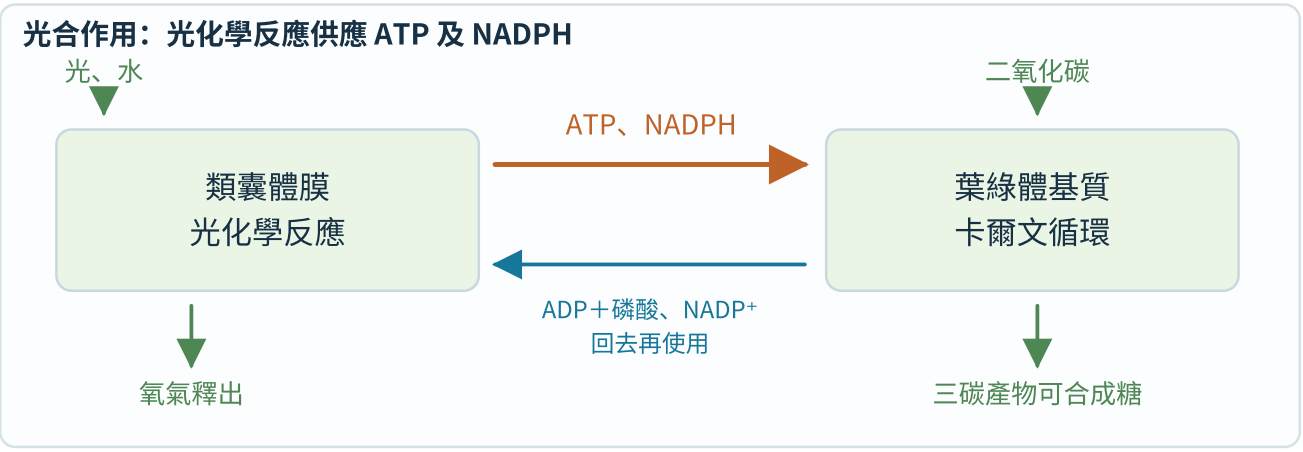
根表面被混凝土覆蓋後，氧供應受影響，根細胞可利用的呼吸能量下降，主動吸收礦物質便可能受阻。外部覆蓋並不是直接把根內每條導管堵住。

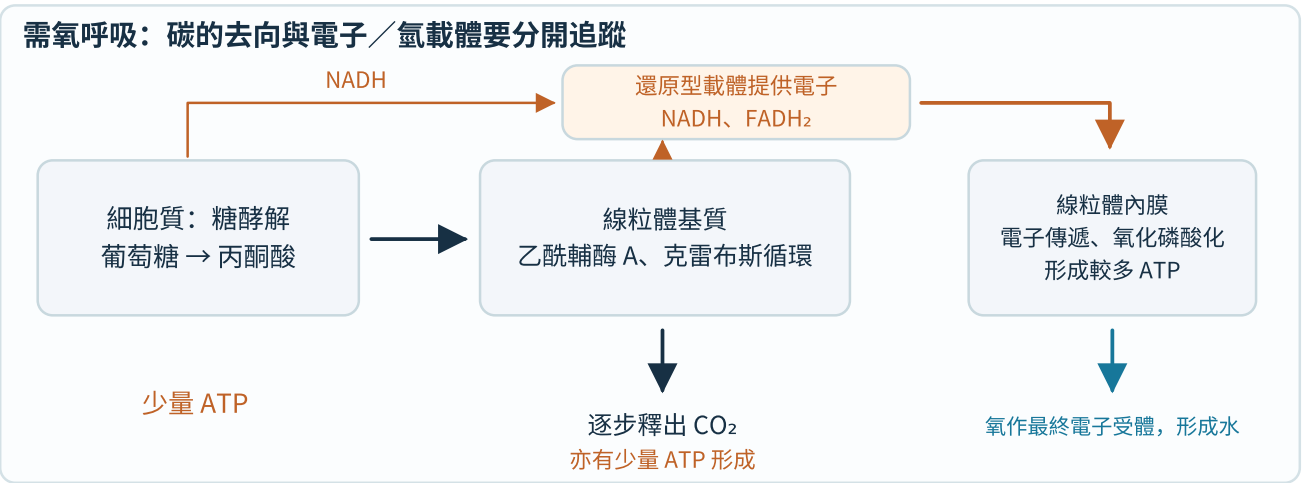


線粒體示意：外膜包圍胞器，內膜向內摺成嵴，增加相關反應可利用的膜面積。

代謝圖的三件事：受質去向、反應場所、能量轉移



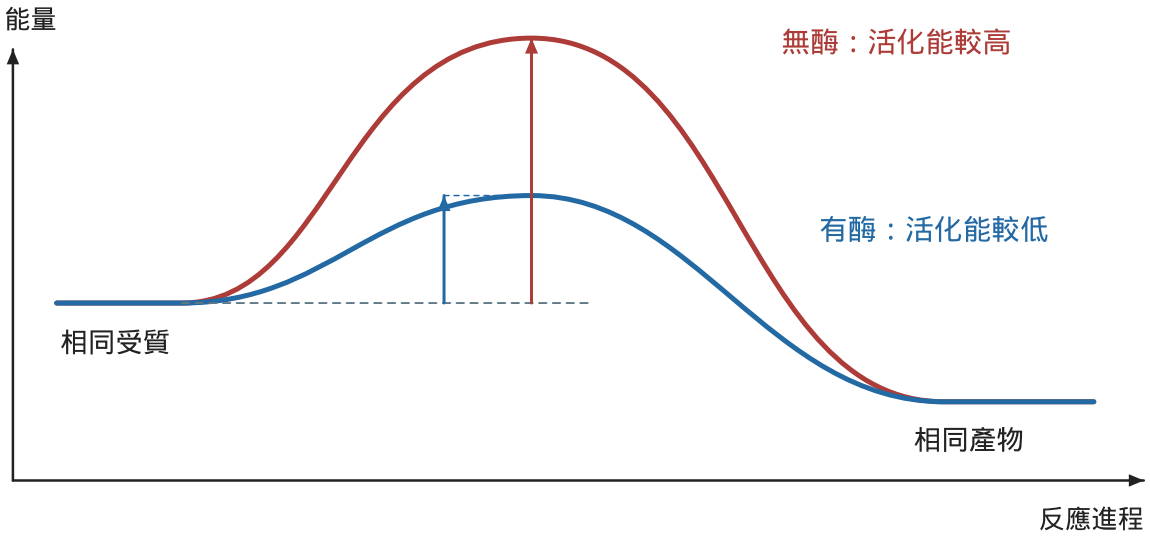




缺氧時：肌肉的丙酮酸可轉為乳酸；酵母可形成乙醇及 CO_2，並再生糖酵解需要的 NAD^+。

區分物質轉變與能量轉移；酶催化反應，但不憑空增加反應所需能量。

酶降低活化能，不改變相同反應的起點與終點



活化能由受質能量水平量到曲線最高點；兩途徑的整體能量差相同。

曲線只示意能量門檻；酶沒有把額外能量注入受質，也沒有在反應中被消耗。

兩條途徑使用相同受質並形成相同產物；酶降低能量門檻，受質與產物之間的能量差不因此改變。

動手檢查

1. 酶上與受質結合並參與催化的區域叫____；被酶作用的物質叫____。
2. 反應停止後補加受質又重新起泡，支持酶可以____。
3. 植物光合作用形成有機物的碳，主要取自____。
4. 寫葉片適應時，應由可見____連到其____，而不是只寫「有利生存」。
5. 糖酵解位於____；氧化磷酸化與線粒體的____有關。
6. 電子載體交出電子後得到____，使其能再次使用。

填空答案：

1. 活性部位；受質。；2. 重複使用。；3. 二氧化碳。；4. 構造；功能。；5. 細胞質；內膜。；6. 再生／恢復氧化形式。

點石成金　酶題先找受質、產物和測量指標；代謝題先定位場所，再追蹤碳、電子載體與 ATP；速率曲線須區分實測淨變化與總過程。

遺傳與演化

Chapter 4

知 II.a　基礎遺傳學

知識梳理

① 豌豆種子有的圓，有的皺。圓或皺是看得到的表型；控制這一性狀的等位基因組合，則叫基因型。同一個基因可以有不同版本，這些版本稱為等位基因。以一對等位基因控制種子形狀的模型為例，R 代表圓形的顯性等位基因，r 代表皺形的隱性等位基因。RR 與 Rr 都表現圓形，rr 表現皺形，所以只看圓形外觀，還不能分清是 RR 還是 Rr。

② Rr 植株的兩個等位基因，在形成配子時分開；每個配子只得其中一個，可帶 R 或 r。在這個模型下，兩種配子各佔一半。顯性只說明兩版本同時存在時的表現，並不表示該版本一定較常見、較有利或較強。

③ 把兩株 Rr 雜交，先在方格上方寫一方的 R、r 配子，左邊寫另一方的 R、r 配子。每格各取上方與左邊一個字母：得到 RR、Rr、rR、rr。Rr 與 rR 是同一基因型，故四格中有一格 RR、兩格 Rr、一格 rr。

④ **RR：**Rr：rr = 1：2：1。

⑤ **圓形：**皺形 = 3：1（完全顯性模型）。

⑥ 這是每次受精的理論機會，不是四個孩子的固定排隊次序。已經有一個皺形後代，不保證之後三個必定圓形；少量後代的觀察比例也未必剛好是 3：1。

⑦ 若想辨認一株圓形植株究竟是 RR 還是 Rr，可把它與 rr 雜交。RR 只形成 R 配子，與 r 結合後全部是 Rr；Rr 則形成 R 和 r，與 r 結合後有機會出現 rr。只要出現一個皺形後代，便能在此模型下排除親本為 RR。有限樣本全部圓形則只支持 RR，未必完全排除 Rr。

⑧ 分離定律處理同一基因的兩個等位基因如何分開。獨立分配則關乎不同基因的分配關係。以長毛 L、短毛 l，黑毛 B、白毛 b 為例，純種長白 LLbb 只形成 Lb 配子，純種短黑 llBB 只形成 lB 配子，第一子代因而全部為 LlBb。這一步不需要先假設基因不連鎖；不能因第一子代一致，就斷言已證明獨立分配。

⑨ 若再明確給定 L/l 與 B/b 可獨立分配，LlBb 才可按四種等機會配子 LB、Lb、lB、lb 來計算。兩個性狀的概率可在這個獨立條件下相乘。後代出現親代沒有顯示的性狀組合，可由減數分裂的重新分配和配子隨機結合產生，不必假設新突變。

⑩ ABO 血型有三種常見等位基因 I^A、I^B 和 i；每個人仍只有其中兩份。I^A 與 I^B 共顯性，i 對兩者為隱性。因此 A 型可為 I^AI^A 或 I^Ai，B 型可為 I^BI^B 或 I^Bi，AB 型為 I^AI^B，O 型為 ii。A 型與 B 型親本若生出 O 型孩子，孩子的兩個 i 必須分別由雙親提供，故雙親在此模型下必為 I^Ai 及 I^Bi。

⑪ 把這對親本的配子逐一組合，得到 I^AI^B、I^Ai、I^Bi、ii，四種表型 AB、A、B、O 各佔四分之一。這個比例屬這一對已確定基因型的親本，不能推成所有 A 型與 B 型配對都如此。

⑫ 正常人體細胞通常有 46 條染色體，配子帶 23 條。染色體組型按大小、形狀等把染色體排成組；X、Y 在大小和形態上不同。一般組型可顯示數目或較大構造異常，不能直接看見單一鹼基替換。

⑬ X 連鎖遺傳要把等位基因放回它所在的 X 染色體。以某隱性性狀為例，用 X^N 表示帶正常等位基因的 X，X^n 表示帶隱性等位基因的 X。帶因母親 X^NX^n 可形成 X^N 或 X^n 卵；正常父親 X^NY 可形成 X^N 或 Y 精子。四種組合依次為正常非帶因女兒、帶因女兒、正常兒子、表現該性狀的兒子。

⑭ 若尚未限定性別，表現該性狀的孩子佔四種組閤中的一種：

⑮ 表現性狀的孩子的機會 = 1 ÷ 4 = 1/4。

⑯ 若已知孩子是男孩，只在兩種兒子中比較：

⑰ 男孩表現性狀的機會 = 1 ÷ 2 = 1/2。

⑱ 分母改變，是因題目先給了性別條件。父親給兒子 Y，兒子的 X 來自母親；不能把父親的 X 直接畫給兒子。

⑲ 家譜推理先找能排除某種模式的親子組合。兩名未表現隱性性狀的親本，可各帶一份隱性等位基因而生出表現性狀的孩子；只看患病者人數多寡不能判定顯隱性。未知正常個體可能是純合，也可能是帶因者，須把可能性保留到有證據能排除為止。

⑳ 人的身高通常呈連續變異，受到多個基因及營養等環境因素影響；ABO 血型呈可分成類別的不連續變異。變異可源於遺傳重組、突變或環境。個體因鍛煉而肌肉增加，不等於其配子的 DNA 因需要而產生相同改變。基因突變能否影響蛋白質和性狀，則要用下一節的分子步驟逐項判斷。

X 卵子與 X 精子形成 XX，X 卵子與 Y 精子形成 XY。在這個簡化模型中，卵子都帶 X，配對的差別來自精子帶 X 還是 Y；這不表示父母任一方能主觀指定受精組合。

Rr × Rr：每格由雙親各取一個等位基因

另一方的配子	R（1/2）	r（1/2）
R（1/2）	RR，圓形	Rr，圓形
r（1/2）	rR＝Rr，圓形	rr，皺形

I^Ai × I^Bi：相同方法處理 ABO 血型

一方的配子	I^B（1/2）	i（1/2）
I^A（1/2）	I^AI^B，AB 型	I^Ai，A 型
i（1/2）	I^Bi，B 型	ii，O 型

帶因母親 X^NX^n × 正常父親 X^NY

母親的配子	父親 X^N（1/2）	父親 Y（1/2）
X^N（1/2）	X^NX^N：正常非帶因女兒	X^NY：正常兒子
X^n（1/2）	X^NX^n：帶因女兒	X^nY：表現性狀的兒子

動手檢查

1. 正常人體配子帶____套染色體；一般體細胞帶____套。
2. LLbb 與 llBB 的第一子代，在這兩個基因上的基因型為____。
3. 帶因母親與正常父親的上述配對中，未限定性別時表現性狀的機會是____；已知是男孩時則是____。

填空答案：

1. 一；兩。；2. LlBb。；3. 1/4；1/2。

點石成金　先清楚定義符號，寫出親本基因型及可能配子，再列組合；家譜先尋找能排除某模式的證據。

知 II.b　分子遺傳學

知識梳理

① 肝細胞和胰臟細胞都含大量相同的基因，卻不製造完全相同的蛋白質。差異可以來自哪些基因正在被表達，而不一定是整套 DNA 不同。基因是具有功能的 DNA 序列；染色體含有一條很長的 DNA 及相關蛋白質，同一條染色體上可有許多基因。

② DNA 常以兩條互補鏈構成雙螺旋，A 與 T 配對，C 與 G 配對；RNA 則通常用 U 代替 T。鹼基次序保存資料，骨架則由糖和磷酸基連接。題目給出一條鏈時，先確定它是 DNA 模板鏈、編碼鏈還是 mRNA，才能判斷下一條應怎樣寫。

③ 蛋白質合成先經轉錄，把 DNA 模板上某段資料轉成 RNA；在真核細胞中，相關過程主要在細胞核進行。mRNA 之後到達核糖體，翻譯過程按三個鹼基一組的密碼子讀取資料，tRNA 攜帶相應氨基酸，氨基酸逐一連接。在核糖體讀到終止密碼子時，翻譯終止；終止密碼子並不帶來另一個氨基酸。

④ 把一小段由起始到終止的序列實際讀一遍。5′ 和 3′ 是核酸鏈兩端的方向標記；兩條互補 DNA 鏈的方向相反，寫序列時不能只交換字母而忽略方向。

⑤ **DNA 編碼鏈：**5′—ATG GCT TGA—3′。

⑥ **DNA 模板鏈：**3′—TAC CGA ACT—5′。

⑦ 轉錄時，以模板鏈建立互補 RNA，A 對 U、T 對 A、C 對 G、G 對 C。所得 mRNA 如下，與編碼鏈相應，但以 U 代替 T：

⑧ **mRNA：**5′—AUG GCU UGA—3′。

⑨ 依三個鹼基一組讀取，AUG 指定甲硫氨酸 Met，GCU 指定丙氨酸 Ala，UGA 是終止訊號；tRNA 帶來相應氨基酸，核糖體把它們以肽鍵連接。這段所形成的短鏈為：

⑩ Met—Ala。

⑪ 若編碼鏈 GCT 變成 GTT，mRNA 的 GCU 便變成 GUU，該位置由 Ala 變成 Val；若 GCT 變成 GCC，GCU 變成 GCC，兩者仍指定 Ala。因此先改序列、再查密碼，才知道這次替換有沒有改變氨基酸。

⑫ **DNA 複製則不同於轉錄：**原來兩股分開，各自作為模板，按 A—T、C—G 建立新 DNA 股。每個新雙股分子保留一條原股及一條新股，稱為半保留複製。複製供細胞分裂傳遞遺傳資料，轉錄則產生參與基因表達的 RNA，不能把兩個產物都叫作 mRNA。

⑬ 基因突變涉及 DNA 序列改變，例如鹼基替換、插入或缺失。改變不一定使蛋白質改變，因為不同密碼子可能指定同一氨基酸，也可能發生在非編碼位置；但若改變影響蛋白質形狀或數量，就可能改變性狀。鐮狀細胞貧血可用來理解某個血紅蛋白基因的變化如何影響蛋白質及紅血球。

⑭ 染色體突變涉及染色體數目或較大片段構造的改變。唐氏綜合症常與第 21 號染色體多一份有關，與單一鹼基替換是不同尺度。突變可自發出現，也可能受輻射或某些化學物影響；產生何種變化並不是由生物需要甚麼來決定。

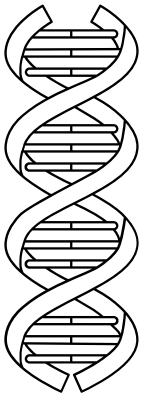
⑮ 重組 DNA 技術把選定 DNA 片段與載體結合，可使適當宿主製造所需物質，例如讓經改造的微生物製造人胰島素。DNA 指紋分析比較個體間具有變異的 DNA 區域，可用於身分或親子關係分析；證據應來自實際對應的條帶或序列，不能只憑兩人外貌相似。

⑯ 比較親子 DNA 圖譜時，先在相同的條帶位置逐一對照。以一個可遺傳的 DNA 標記為例，父親的兩條帶位於位置 1 和 3，母親位於位置 2 和 4；子女若在位置 1 和 4 有條帶，便可分別由父親和母親提供。若有多個標記，須同時解釋全部相關條帶，不能只選最相似的一條。DNA 指紋比較特定變異區域的模式，並沒有讀出每一個鹼基；整個基因組的測序和人類基因組計劃所提供的參考序列，回答的是另一層次的問題。

⑰ 人類基因組計劃提供人類基因組的參考序列與基因位置等資料，為尋找疾病相關變異及研究基因功能提供基礎。它並不表示每個人的序列完全相同，也不表示已單靠序列解釋所有疾病及性狀；基因表達、其他基因及環境仍可能影響結果。



核糖體以大小兩個亞基示意；它依 mRNA 的資料連接氨基酸，並不是保存全部遺傳資料的細胞核。



DNA 雙螺旋示意：兩側為糖和磷酸組成的主鏈，中間為互補配對的鹼基；圖中橫線數目沒有表示某一基因的實際長度。

把一小段 DNA 資料讀到氨基酸

先辨認鏈：以下只示範一段由起始到終止的序列

DNA 編碼鏈　5′ — ATG GCT TGA — 3′

DNA 模板鏈　3′ — TAC CGA ACT — 5′

互補配對：A—T、C—G；兩條鏈方向相反。

↓ 轉錄：以模板鏈建立互補 RNA

mRNA　5′ — AUG GCU UGA — 3′

mRNA 與編碼鏈的鹼基次序相應，但 RNA 用 U 代替 T。

↓ 翻譯：核糖體按三個鹼基一組讀取

AUG 甲硫氨酸（Met）	GCU 丙氨酸（Ala）	UGA 終止訊號

終止不是另一個氨基酸。

這段形成的短鏈：Met — Ala

tRNA 帶來相應氨基酸；氨基酸以肽鍵連接。

若編碼鏈 GCT 變成 GTT，mRNA 的 GCU 變成 GUU，這一位由 Ala 變成 Val。

若 GCT 變成 GCC，兩個 mRNA 密碼子仍都指定 Ala：替換不一定改變氨基酸。

由指定 DNA 股及方向推 mRNA，再按每三個鹼基一組讀出氨基酸。

動手檢查

1. DNA 的 A 通常與____配對；RNA 中代替 T 的鹼基是____。
2. 由 DNA 資料形成 RNA 稱為____；按 mRNA 合成蛋白質稱為____。

填空答案：

1. T；U。；2. 轉錄；翻譯。

點石成金　先辨認分子及其所在步驟，再追蹤鹼基次序如何影響 RNA、蛋白質和性狀；序列資料只能支持與其範圍相符的推論。

知 II.c　生物多樣性與進化

知識梳理

① 酵母、豆苗和家犬都有細胞核，但在取得營養、身體構造及細胞壁等方面有差異。分類把這些可比較特徵及演化關係組織起來，讓不同研究者能清楚指出所談的生物。學名採雙名法，前一部分為屬名，後一部分為種加詞；同一物種的學名比地方俗名更便於跨語言辨認。

② 依本課程所用分類框架，三域為細菌域、古菌域和真核生物域；六界則包括真細菌界、古細菌界、原生生物界、真菌界、植物界和動物界。細菌與古菌都屬原核生物，卻不是同一域。現代分類亦使用分子證據推斷親緣，因此新證據可能改變以往只憑外形建立的分組。

③ 二分檢索表每一步提供一對互斥特徵，例如「有翅」或「無翅」，再指向下一對或某個名稱。辨認鳥類時，喙的形狀、趾的構造等應由實物或圖像核對；「看起來相似」不能代替逐步選擇，也不能用尚未看過的特徵憑空設路徑。

④ 種羣中原本可以有可遺傳差異。環境條件令不同個體在取得資源、存活和繁殖方面出現差別，有利性狀便可能在後代較常見。跨越多個世代，種羣中的性狀比例可因此改變，這是自然選擇的基本因果鏈。 個體需要某種性狀，不會因此有方向地產生所需突變。長頸鹿的例子必須先有可遺傳的頸長差異，再連到食物高度、競爭、繁殖和遺傳，不能從「努力伸頸」直接跳到後代變長。 只寫適者生存仍不完整。若沒有留下後代或沒有可遺傳差異，便沒有說明為何下一代的性狀比例會改變。演化的比較單位是種羣跨世代，不是把一隻動物一生的成長當成演化。 分類要反映親緣關係，DNA 序列可提供分子比較的證據。外形、大小和名稱也可提供線索，但不應把「古菌」中的古字當成它與細菌如何分羣的證明。 科學觀念在社會文化背景中發展，其接受可受到歷史、宗教及文化因素影響。這與用甚麼證據判斷理論的科學效力是兩件事：大眾是否喜歡一個想法，不能直接決定它在科學上真或假。

⑤ 物種形成可涉及原來能交流的種羣被地理屏障分隔。不同種羣中的遺傳變異、選擇條件及其他演化過程使差異逐代累積；若最後形成生殖隔離，就可能成為不同物種。屏障本身不會在同一天把所有個體直接變成新物種。

⑥ 化石保存了不同時期的生物資料，可與解剖、胚胎及 DNA 等證據互相補充。化石紀錄不完整：能被保存的身體部位、沉積條件和被找到的地點都有偏差。因此沒有找到某一中間形態，不等於已證明它從未存在。研究生命起源時，也須區分可由證據檢驗的科學解釋、現有證據的限制，以及其他性質的主張。

高處仍有葉子的環境中，較長頸個體取得較多食物，存活及留下後代的機會較高。這是環境選擇已有差異，不是葉子在高處便指令每隻鹿長出長頸。

動手檢查

1. 自然選擇要從種羣中已有的可____差異開始。
2. 有利性狀增加，需要存活差異之外還有____及____。

填空答案：

1. 遺傳。；2. 繁殖差異；性狀傳給後代。

點石成金　檢索題按互斥特徵逐步前進；演化題由可遺傳差異開始，經生存繁殖差異，才推到多代後的種羣改變。

生命活動

Chapter 5

知 III.a　植物的基本生命過程

知識梳理

① 把有葉的芹菜莖放進帶顏色的水，染色液可沿莖向上移動，切面中某些位置特別明顯。這些位置有木質部，參與把水和溶於水的礦物質送往葉片。顏色顯示移動路徑，卻不能單靠顏色變深便計算每分鐘運送了多少水。

② 植物能以二氧化碳等無機物製造有機物，屬自養生物，但仍需要水及礦物質。缺氮可能限制氨基酸和蛋白質的合成，缺鎂可能影響葉綠素形成。比較不同營養液時，應只改變所研究的礦物質，其餘成分、光照及植物起始狀況盡量相同。

③ 根吸水、莖內運水和葉面失水，是一條相連的路徑，卻不是同一個過程。水進入活細胞可涉及滲透；水沿木質部長距離移動是整體流動；水在葉內蒸發後，水蒸氣經氣孔等途徑向外擴散，合稱蒸騰過程中的失水。 根細胞不只吸水，也吸收礦物質離子。當離子要逆濃度梯度進入細胞，便需要主動運輸和能量。根周圍缺氧會影響有氧呼吸，繼而影響依賴能量的吸收，所以土壤的通氣條件有生理意義。 氣孔是受保衛細胞調節的開口。比較葉片兩面時，在其他條件可比的情況下，失水較多的一面可與較多或較開的氣孔有關。題目給定選項時，要根據實驗能支持的最合適結論選取，而不把單次失水量當成所有植物氣孔分佈的定律。 吸水劑的質量增加是儀器記錄的量；由此推論葉面失去的水，依賴裝置密封和吸收水蒸氣等條件。它不是直接量到根的吸水速度，更沒有直接量到光合作用速率。 數據有不同起點時要比較變化量。在同一段時間內，若上面的裝置增加 0.09 g，下面增加 0.13 g，所捕集水分的差異為：

④ 增加量的差 = 0.13 − 0.09 = 0.04 g。

⑤ 若兩裝置原來質量不同，直接拿最後的 2.56 g 減 2.49 g，就混入了原有裝置質量差，不能代表葉片兩面的失水量差。

⑥ 木質部與韌皮部運送的物質不同。木質部主要運送水和礦物質，成熟導管是相連的中空構造，木質化的壁亦有支持作用；韌皮部則把蔗糖等有機養分由來源運到使用或儲存的部位，這稱為轉運。成熟葉常是來源，生長中的根、幼葉或果實可成為接受者。運輸方向取決於來源及接受部位，不能把韌皮部一律畫成只向下。

⑦ 葉內同時發生光合作用和呼吸。弱光或黑暗中，呼吸可使淨氧氣流入、二氧化碳流出；強光下，光合速率可超過呼吸，淨氣體交換方向相反。在光合與呼吸的相關速率相等時，外界可能測不到淨交換，卻不表示兩種過程都停止。

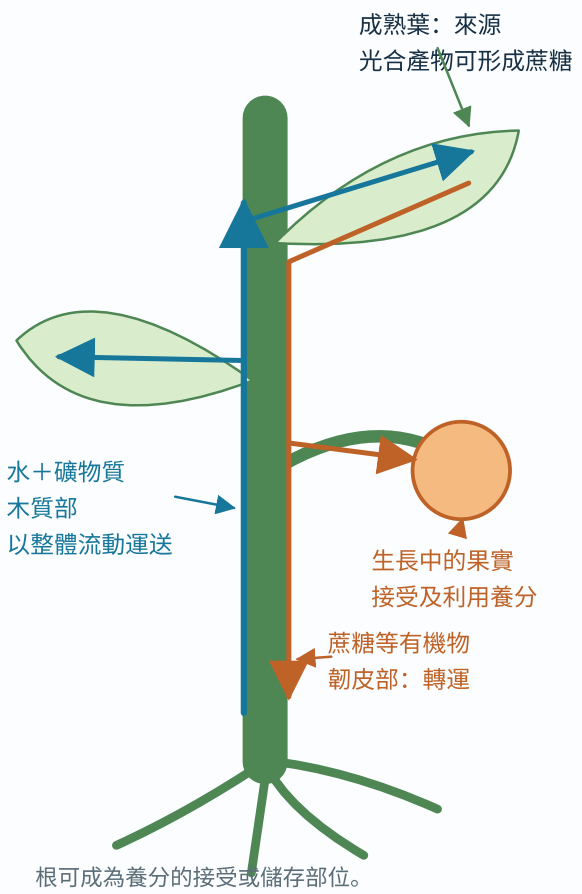
⑧ 氣孔的開閉影響氣體交換及水分流失。濕度較低通常增加葉內外水蒸氣的差異，風可帶走葉面附近的濕空氣，因此在氣孔等條件相近時有利蒸騰。氣泡蒸騰計量得的是吸水速率；因植物有一部分水會留在組織或被其他過程使用，吸水速率只是蒸騰速率的估計，不能在所有情況下當成完全相同。

⑨ 草本植物的支持部分依靠膨脹細胞相互支撐。缺水令細胞膨壓減少，葉片及嫩莖可萎蔫；木本植物則有較多木質化組織提供持續支持。把兩者比較時，應說明細胞含水狀態與細胞壁材料各有甚麼作用。

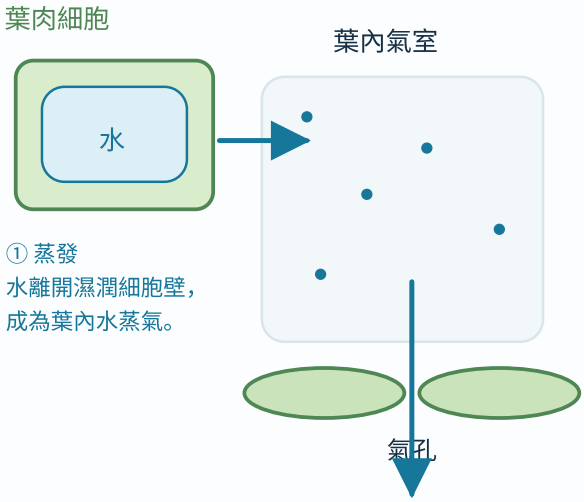
葉片兩面的吸水裝置各自捕集水蒸氣，不能把兩組結果用箭頭串成「上面變成下面」；它們是在共同條件下的並列比較。

一株植物中的三段水路，與另一條糖的運輸路

木質部運水；韌皮部由來源運往接受部位



把葉內失水分成兩步



② 擴散：水蒸氣經氣孔移到外界。
通風、較低濕度常有利散失；亦須看氣孔狀態。

根部吸收：不要把水和離子混為一談

水：外界水勢較高時，水可跨膜淨進入。

礦物離子：逆濃度梯度時需主動運輸。

根缺氧 → 呼吸供能受限 → 主動吸收可下降。

活細胞跨膜與導管長距離運水是不同機制。

韌皮部方向由來源與接受部位決定；不同部位可有不同方向，不能一律寫成向下。

沿根、莖、葉追蹤水和有機養分，分清木質部與韌皮部的物質及方向。

動手檢查

1. 木質部中的長距離運水主要是____，水蒸氣經氣孔向外則涉及____。
2. 比較兩份吸水劑時，應用最後質量減去各自的____。

填空答案：

1. 整體流動；擴散。；2. 起始質量。

點石成金　路徑題先分清水、礦物質或有機養分；速率題先確認儀器實際量到吸水還是失水；植物氣體交換要同時計入光合與呼吸。

知 III.b　動物的基本生命過程

知識梳理

① 吃下一份米飯、雞蛋和蔬菜，並不是把完整食物直接送到肌肉。米飯中的澱粉、雞蛋中的蛋白質等須先被消化，再把可吸收的小分子穿過腸壁送入體內。人依靠攝取其他生物製造的有機物，屬異養生物；攝食、消化、吸收、同化和排遺是同一路徑中不同的動作。

② 均衡膳食須按個體需要提供適量碳水化合物、脂質、蛋白質、維生素、礦物質、水及膳食纖維。成長中的孩子需要構成新組織的材料；活動量增加通常提高能量需要；妊娠亦改變某些營養需要。纖維不被人類消化酶充分分解，卻有助糞便形成及腸道運作。攝取量和需要不配合，可增加營養不足或過量的問題。

③ 牙齒及咀嚼把食物切碎，增加酶可接觸的表面積，屬機械消化；酶把較大分子水解成較小分子，屬化學消化。食道主要以蠕動推進食團。胃的攪拌和蛋白酶參與消化；小腸則接受胰液、膽汁及腸壁相關酶的作用。膽汁不含消化酶，乳化是把大油滴分散成小油滴，讓脂酶更容易接觸脂肪。

④ 小腸很長，內壁有皺褶、絨毛及微絨毛，增加吸收面積。上皮薄，縮短跨越距離；密集血管持續帶走葡萄糖及氨基酸，乳糜管則參與脂質的運輸。吸收是穿過腸壁進入內環境，同化則是細胞利用已吸收物質，例如把氨基酸組成自己的蛋白質。肝臟參與儲存、轉化及處理吸收所得物質，不能把「吸收」和「同化」當同義詞。

⑤ 食物進入口腔後，牙齒把它分成較小塊，唾液把它濕潤。分成較小塊會增加相同體積食物暴露的總表面積，讓消化酶較容易接觸食物，但這種機械處理本身不等於把大分子化學分解。 消化把不容易直接吸收的大分子轉成可吸收的小分子。澱粉在澱粉酶作用下形成較小糖類；麥芽糖還需由麥芽糖酶分解成葡萄糖。脂肪在脂酶作用下形成甘油和脂肪酸。因此不能把不同酶的工作和產物都省略成「食物變成葡萄糖」。 小腸吸收是物質由腸腔越過上皮進入體內的過程。進餐後血糖上升，需要把消化和吸收兩步都寫出：碳水化合物先形成葡萄糖，葡萄糖再由小腸進入血液。只寫「吃飯令血糖高」，沒有交代兩者如何連接。 大腸的重要作用之一是吸收水分。未消化物停留較久，通常有較多時間讓水被吸收，糞便便可較乾硬。若題圖只量食用纖維與停留時間，就應由這兩個變量起手，不把未測量的體積或成分當成圖中已證明的結果。 齒式把上、下顎各一側的門齒、犬齒、前臼齒和臼齒依次記錄。看到 X 光照片時，先確認是在數一側還是整排，再按牙的位置和形態分類；不能直接用背過的成人完整齒式取代圖中實際出現的牙齒。

⑥ 心房接收流回心臟的血，心室把血泵出。右心房接收腔靜脈的血，經右心室泵入肺動脈；肺靜脈把血送回左心房，再由左心室泵入主動脈。名字中的動脈、靜脈按血液離開或返回心臟區分，不是只按含氧量區分。 左心室供應體循環，需要較高壓力，肌肉壁較厚；右心室供應肺循環，壁相對較薄。看解剖照片時先比較壁厚，不靠紙上左右猜人體左右。 心室收縮把血泵入動脈，動脈壁因受壓而擴張；之後彈性回縮，有助在兩次心跳之間維持血流。這不是靠血管平滑肌像腸道般做蠕動來一路推血。 冠狀動脈供應心肌本身。若管腔因斑塊而變窄，心肌的血液供應受限，氧和呼吸底物不足，心臟肌肉的活動可受影響。回答冠心病機制，需把血管改變寫到心肌供應，而不能停在「膽固醇多」。 氣體交換依賴短擴散距離及持續的濃度差。肺泡的薄壁與微血管接近，縮短肺泡氣體與血液間的距離；血流持續帶走氧、帶來二氧化碳，有助維持交換所需差異。只有照片可見的特徵，才能當成從照片直接得出的證據。組織液題目還須區分壓力造成的液體移動、滲透作用和淋巴引流。解釋時先使用該題明示的交換模型，不把一句課本簡化描述推廣成所有組織在所有時刻都有相同淨迴流。

⑦ 吸氣時，橫膈膜收縮並變平，外肋間肌收縮使肋骨提起，胸腔容積增加，肺內氣壓降低至低於外界，空氣因壓力差流入。安靜呼氣時相關肌肉放鬆，彈性回縮令容積減少，肺內壓力升高，空氣流出。空氣流動是通氣；氧和二氧化碳跨肺泡壁與微血管壁移動則是氣體交換。

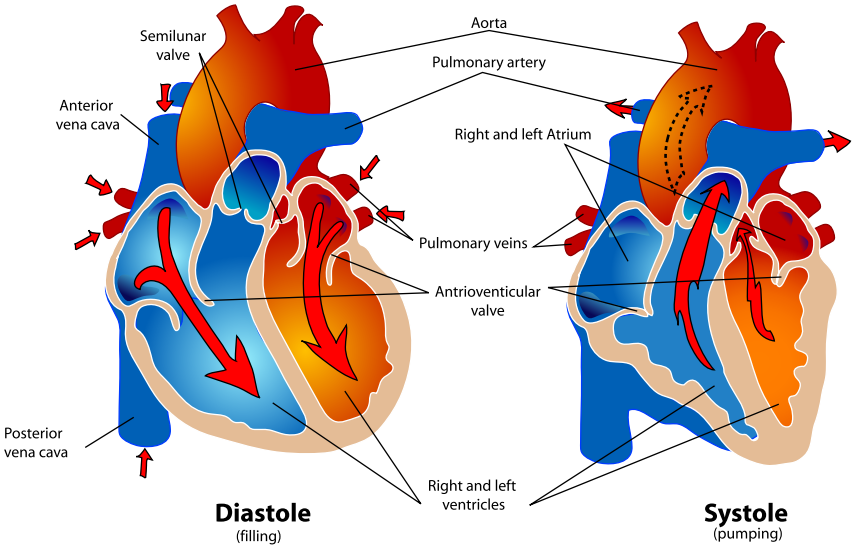
⑧ 肺泡數目多，提供大交換面積；薄壁縮短擴散距離，濕潤表面讓氣體先溶解，通氣及血流則維持差異。氧主要由紅血球內的血紅蛋白運送，二氧化碳則主要以碳酸氫鹽形式運送。二氧化碳可在組織產生後經血液到肺排出，不是只在肺內生成。

⑨ 血漿運送溶解物、熱及血細胞；紅血球運氧，白血球參與防禦，血小板參與凝血。動脈壁較厚而富彈性，承受由心臟產生的較高壓力；靜脈壓力較低，某些靜脈有瓣膜防止倒流，骨骼肌收縮亦可協助迴流；毛細血管壁薄，有利與周圍組織交換。

⑩ 部分血漿液體在毛細血管壓力作用下離開血管，形成組織液，讓血液與細胞之間交換物質。淋巴管收集未直接回到血液的部分組織液，形成淋巴，最後回到靜脈循環。淋巴循環亦參與脂質運輸及免疫。組織液通常不含紅血球，大型血漿蛋白也較少，不能把它寫成完全相同的血液。

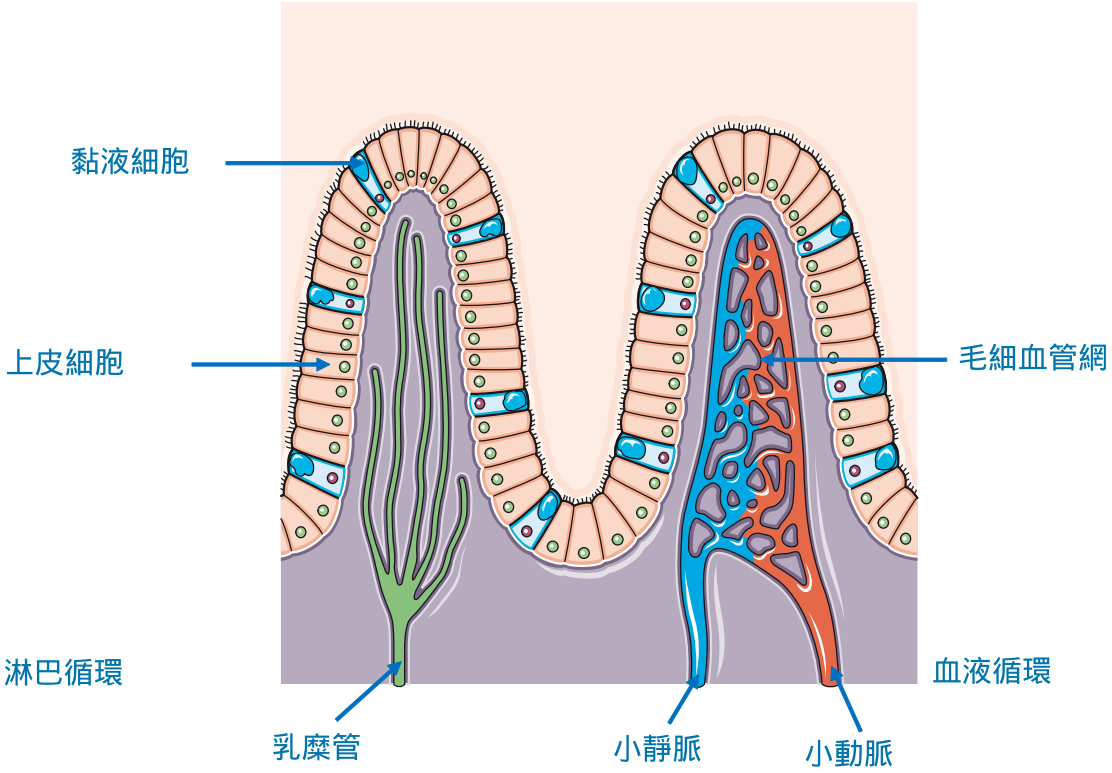
兩管牛奶均先加入同量酚酞指示劑，再加入同量脂酶和鹼。最後一管完全不再粉紅，另一管仍淺粉紅，可先判斷酸化程度不同；沒有變色所需時間，仍不能算出每分鐘消化多少脂肪。

某條血管把血帶到右心房，不代表它直接流進右心室。中間仍有心房、房室瓣和心室的次序，忽略這一步便容易混淆腔靜脈與肺動脈。



心臟舒張（左）與收縮（右）。Aorta＝主動脈；pulmonary artery＝肺動脈；pulmonary veins＝肺靜脈。沿箭頭辨認血流，再用兩側壓力差解釋瓣膜開閉；紅藍色表示血液含氧程度的示意差異。

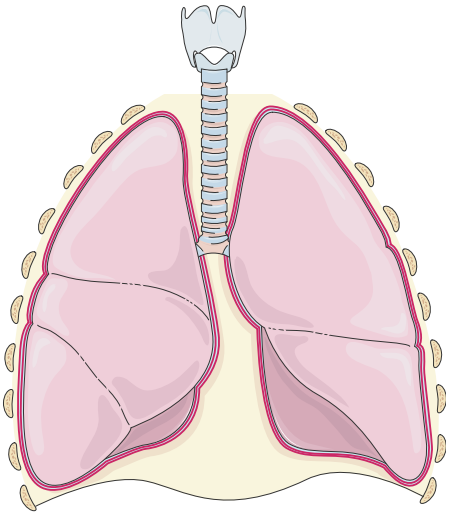
小腸絨毛：表面上皮與兩條吸收後的運輸路徑



每根絨毛都有乳糜管與毛細血管網，圖中分開顯示。

葡萄糖與氨基酸主要進入血液；脂質吸收後的主要運輸路徑涉及乳糜管。

每根絨毛都有乳糜管與毛細血管網，圖中分開顯示。葡萄糖和氨基酸主要進入血液，脂質的主要運輸路徑則涉及乳糜管。



肺與氣道的位置示意。空氣沿氣管、支氣管及更細的分支到達肺泡；右、左肺的葉數不同，不要把示意輪廓當作肺泡本身。

動手檢查

1. 把大分子分解成可吸收小分子的過程是____；小分子越過腸上皮進入體內是____。
2. 脂肪在脂酶作用下可形成____和____。
3. 右心室把血泵入____；左心室把血泵入____。
4. 心室舒張時有助維持主動脈血流的是血管壁的____。

填空答案：

1. 消化；吸收。；2. 甘油；脂肪酸。；3. 肺動脈；主動脈。；4. 彈性回縮。

點石成金　按食物、氧或二氧化碳的實際起點與終點排列路徑；構造題須連接面積、距離、壓力或濃度差；通氣與細胞呼吸分開作答。

知 III.c　生殖、生長與發育

知識梳理

① 有性生殖涉及配子結合；無性生殖不經配子融合。植物可以同時有兩種繁殖方式。馬鈴薯的花和含種子的果實與有性生殖有關，帶芽塊莖則可長成新植株，參與營養繁殖。塊莖含儲存物質和芽，直接由它長出新植株，可省去形成種子及建立小幼苗的一些步驟，縮短栽培繁殖所需時間。塊莖不是根，也不是鱗莖；名稱必須配合實際構造。同一葉片和塊莖的體細胞即使功能不同，通常仍具有相同的基本遺傳組成。花內的生殖細胞和果實內受精形成的胚，則可能具有不同套數或不同基因型。分化造成的功能差異，不應與受精或減數分裂造成的遺傳差異混為一談。細胞核和線粒體都可以含 DNA，但遺傳來源不相同。核 DNA 通常由雙親各提供一部分；人類線粒體 DNA 主要經母系傳遞。精子本身有線粒體，因此不能用「精子沒有線粒體」來解釋母系遺傳。看核移植或線粒體置換流程時，逐一追蹤移動的是細胞核還是含線粒體的細胞質。捐贈者卵子移去細胞核後，仍可保留線粒體；再加入另一人的卵核及父方精子，就會出現核 DNA 與線粒體 DNA 來源不同的情況。不能因涉及三個人就把 DNA 平分為三份。

② 細菌二分裂時先複製遺傳物質，再分成兩個細胞；馬鈴薯塊莖上的芽則可形成新植株。這些無性方式不依靠配子結合，通常能較快增加數目並保存親本的有利組合。有性生殖增加後代的遺傳組合差異，但需要形成配子及完成受精；哪種方式更有利，須看環境是否穩定、傳播需要及其他條件。

③ 花的花藥形成花粉，柱頭接受花粉，花柱連到子房，子房內有胚珠。傳粉是花粉由花藥移到柱頭；受精則是雄性配子與卵細胞融合。花粉萌發形成花粉管，讓雄性配子到達胚珠，受精後的合子發育成胚，胚珠通常成為種子，子房通常發育成果實。傳粉先發生，也不保證每一粒花粉都成功受精。

④ 昆蟲傳粉的花常有顏色、氣味或蜜吸引昆蟲，花粉較容易黏附；風媒花常有外露花藥和有利捕捉花粉的柱頭，並產生大量較輕花粉。比較時應把特徵與花粉如何離開、運送及落到柱頭相連。種子或果實散播則有助後代離開親本，減少局部競爭並到達其他適合地點。

⑤ 人類的睾丸形成精子，卵巢形成卵及分泌相關激素。精子沿生殖管道到達尿道排出；卵由卵巢排出後進入輸卵管。精子的鞭毛有助遊動，中段的線粒體提供能量，頭部含遺傳物質；卵較大，提供早期發育所需的細胞質。受精通常在輸卵管發生，早期胚胎分裂後到達子宮並着牀。

⑥ 胎盤使母體與胎兒的血液在短距離內交換氧、養分及代謝廢物，正常情況下兩者血液不直接大量混合。母體血紅蛋白並不是沿臍帶搬到胎兒身上；氧先跨越交換屏障，才由胎兒循環運送。胎盤也不是能擋住所有藥物和病原體的完全屏障。

⑦ 同卵雙生來自同一合子分成兩個胚胎，異卵雙生則由兩個卵分別受精形成。分娩涉及子宮收縮、子宮頸擴張及胎兒娩出等過程；親代照顧有助幼兒獲得營養、保護和適合發育的環境。母乳提供營養，也可提供某些抗體，這屬獲得現成抗體，並不是嬰兒已對所有感染形成自己的記憶細胞。

⑧ **避孕方法作用在不同步驟：**屏障方法阻礙精子進入或接近卵，激素方法可影響排卵等過程，結紮則阻斷配子運送路徑。要解釋一種方法，須指出它阻止哪一步，不能只列方法名稱。激素互相作用的完整機制見生殖週期的激素控制。

⑨ 生長指身體大小或物質量的不可逆增加，發育則包含構造和功能的改變。種子吸水後酶活動恢復，儲存物被分解以供呼吸和生長；在幼葉能充分光合前，乾質量可能先下降，因此吸水令鮮重增加不等於已增加同樣多的有機物。萌發通常需要合適水分、氧和溫度，光的需要因物種而異。

⑩ 用高度、葉面積、鮮重或乾重測生長，各有可測到和漏掉的部分。乾重較能反映有機物累積，但測量會破壞樣本；同一株植物的連續比較可用非破壞的高度或面積。生長曲線的斜率代表該量的增加速率，曲線高並不一定代表該時刻長得最快。

一個去核卵子與小美的卵核融合，再與丈夫的精子受精。核 DNA 來自小美和丈夫，線粒體 DNA 主要來自去核卵子的捐贈者。

動手檢查

1. 馬鈴薯的帶芽____可進行營養繁殖。
2. 移除卵子的細胞核，不等於同時移除細胞質內的____。

填空答案：

1. 塊莖。；2. 線粒體。

點石成金　先分辨配子形成、傳粉、受精、着牀或生長測量；由構造推功能時說清它有助哪一步，曲線題則分清數值與增加速率。

知 III.d　協調與反應

知識梳理

① 手碰到燙的表面時，皮膚感受器受刺激，訊號進入神經系統，肌肉收縮使手移開。這個例子可依次找出刺激、感受器、協調系統、效應器及反應。感受器在偵測變化，肌肉在完成動作，兩者即使相距很近也不是同一角色。

② 感受器把刺激轉換成神經訊號，感覺神經元把訊號帶向中樞，運動神經元把中樞的訊號帶向效應器。效應器可以是肌肉或腺體；不能把感受器和效應器只因都在肢體內就混為同一部位。膝部受到敲擊後，小腿迅速伸出。伸肌收縮並縮短，拉動骨骼，使關節伸展。因此肌肉名稱中的「伸」表示它造成的關節動作，不表示它自己被動拉長。 脊髓迴路可迅速完成反射，無須等待有意識決定。但察覺到敲擊或觸碰，還需要相關訊號傳到大腦皮層。反射已發生與個體意識到刺激，可以是同一事件中不同層次的神經處理。 看神經元圖，先利用傳導方向判斷功能，再用細胞體、樹突和軸突的位置支持辨認。不能只靠背過某張典型圖的朝向，因為題圖可以旋轉或改變排列。 灰質與較多神經元細胞體有關，白質與較多有髓神經纖維有關。大腦皮層在外，內部主要白質；脊髓中央的 H 形區則是灰質。相同的材料名稱在不同器官不一定有同樣內外排列。

③ 眼要把來自物體的光聚焦在視網膜。若焦點落在視網膜後，到達視網膜時光線尚未充分會聚，可用凸透鏡增加會聚程度；若焦點在視網膜前，則需要適當減少入眼光線的會聚，用凹透鏡作矯正。 判圖先追蹤光線真正相交的位置，再選透鏡，不應先看選項中的「近視、遠視」便套記憶。透鏡的任務是改變光路，並不是把視網膜

移到焦點。 聲音經鼓膜和聽小骨，以機械振動方式傳到內耳。耳蝸液體運動刺激感覺毛細胞，毛細胞再把這種刺激轉成神經訊號，經聽神經傳到腦部。 鼓膜或聽小骨的損傷可妨礙傳聲；耳蝸毛細胞或神經訊號路徑的損傷則是另一類問題。金屬棒經牙齒和頭骨傳來的骨傳導，可繞過部分外耳、中耳環節，卻仍需要內耳感受和神經傳遞。 流程題每個空格要配合前後的物理或生物過程。前半段是振動，後半段是神經衝動；不能把「聲音到達大腦」當成省略全部中間步驟的解釋。

④ 大腦與有意識感覺、思考及隨意動作等活動有關，小腦協調動作及平衡，延腦參與呼吸、心率等自動調節，脊髓則傳遞訊號並參與反射。感覺神經元把訊號帶向中樞，中間神經元在中樞連接，運動神經元把訊號送到效應器。

⑤ 神經衝動到達突觸前末端，可促使神經遞質釋放，遞質擴散跨過突觸間隙，與突觸後膜受體結合，產生後續作用。受體和釋放部位的分佈使典型化學突觸具有特定傳遞方向；不能把突觸間隙畫成一段完全連續的軸突。

⑥ 看近物時，睫狀肌收縮，懸韌帶張力減小，晶狀體較厚、折光力增加；看遠物時方向相反。這是調節晶狀體形狀的調視。瞳孔反射則調節入眼光量：光強時環狀肌收縮使瞳孔縮小。兩者不是同一組肌肉做同一件事。

⑦ 視桿細胞對弱光較敏感，視錐細胞有助辨別顏色及精細影像；色盲與相關視錐細胞的功能差異有關。耳蝸負責把聲音的機械振動轉成神經訊號；耳的平衡構造與聽覺構造須按位置及功能分開。

⑧ 耳廓收集聲波，外耳道把聲波傳到鼓膜；鼓膜與聽小骨的振動傳入內耳，耳蝸內的感覺毛細胞把機械刺激轉為神經訊號。耳咽管連通中耳與咽部，有助平衡鼓膜兩側氣壓；半規管主要感受頭部轉動，參與平衡，不能把它當作聽覺感受器。眼的角膜和晶狀體共同使光線折射，視網膜接收所形成的影像，再由視神經傳訊至腦。

⑨ 把幼苗放在單側光旁，莖可逐漸向光彎曲。生長素在莖兩側的分佈改變，較多生長素一側在合適濃度下伸長較快，造成彎曲。根對生長素的敏感程度不同，較高濃度可抑制根細胞伸長，因此不能把莖的濃度反應原封不動套到根。彎曲是兩側生長差造成，不是莖尖像動物一樣走向光源。

⑩ 激素由內分泌腺分泌入血，只對有適當受體的細胞產生相應作用。與神經協調相比，激素通常經血液傳送，作用可較廣、較持久；神經通常把訊號沿特定路徑送到相應部位。速度和持續時間是一般比較，不代表每一種激素都必然比每一個神經反應慢同樣倍數。

⑪ 骨骼提供支持和槓桿，關節容許骨之間移動。肌腱把肌肉連到骨，韌帶把骨連到骨並穩定關節。鉸鏈關節主要在一個平面屈伸，球窩關節容許較多方向活動。屈肘時，肱二頭肌收縮而肱三頭肌相對放鬆；伸肘時互換。肌肉只能藉收縮拉動，不能主動推回骨，因此需要拮抗肌配合。神經肌肉接點的遞質傳遞可觸發肌肉反應。

若題圖中一條神經路徑由脊髓通向腿部肌肉，即使畫在上方，也因傳導方向而屬運動路徑；上下位置本身不是神經元分類的理由。

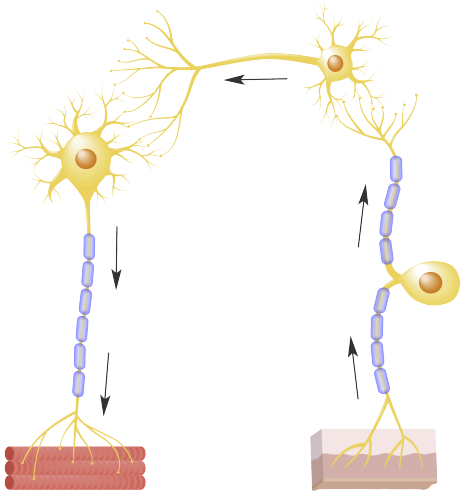
牙齒咬住連着鋼琴的金屬棒，不代表聲波直接沿金屬走進大腦；仍需在內耳發生感覺訊號的轉換。

看近物與看遠物：不要混用瞳孔反射的肌肉

情境	睫狀肌	懸韌帶張力	晶狀體與折光力
看近物	收縮	減少	較厚、較凸；折光力增加
看遠物	放鬆	增加	較薄、較平；折光力減少

屈肘和伸肘：肌肉收縮是在拉動骨

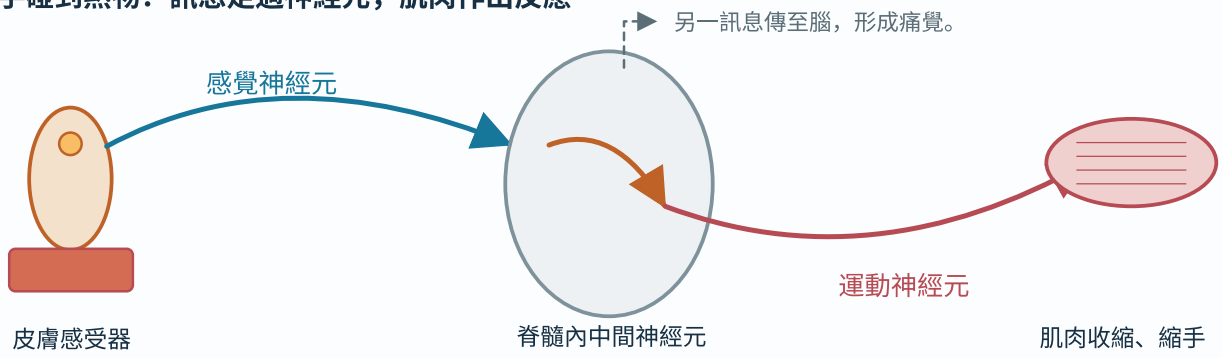
動作	肱二頭肌	肱三頭肌
屈肘	收縮、縮短	相對放鬆
伸肘	相對放鬆	收縮、縮短



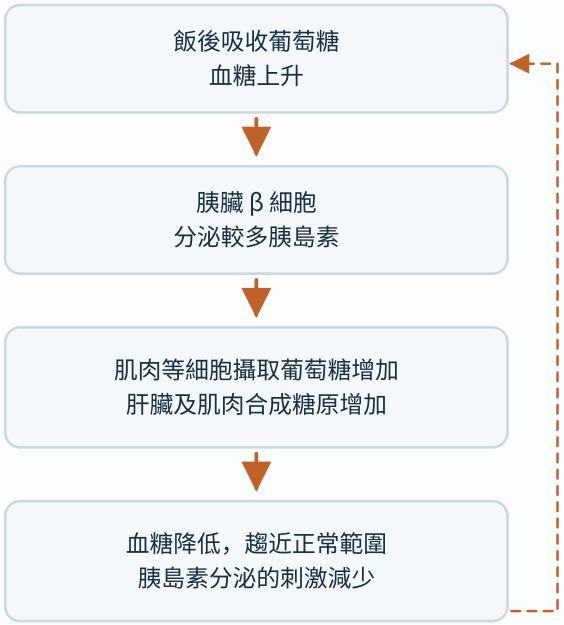
神經元形態與傳訊方向：右方感覺神經元接收訊息，經上方中間神經元傳到左方運動神經元，再到下方肌肉。沿箭頭追蹤訊號；神經元是一個細胞，神經則包含多條神經纖維等結構。

從刺激到反應：反射弧與負反饋

手碰到熱物：訊息走過神經元，肌肉作出反應

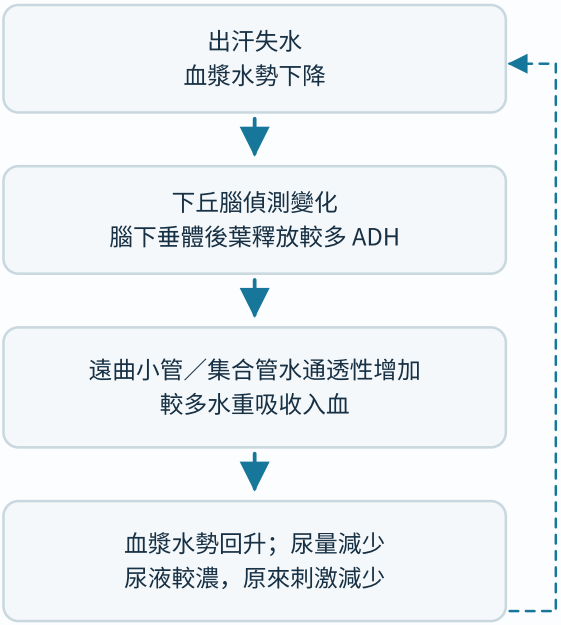


飯後血糖回復：胰島素



負反饋：反應抵消原來的偏差。

出汗失水後：ADH 與腎

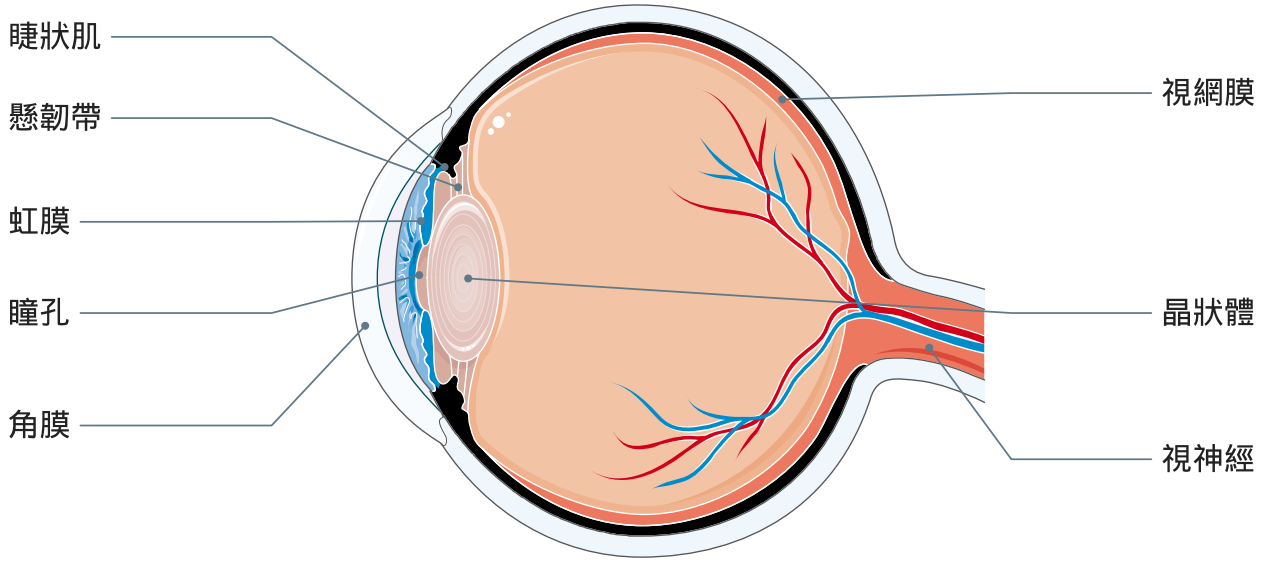


ADH 由下丘腦製造，經後葉釋放。

反射是神經訊息的路徑；負反饋是調節偏差的關係。兩個名稱回答的是不同問題。

反射弧與負反饋各有明確的訊號路徑；讀圖時先找刺激及效應器。

眼的構造與調節：先定位，再比較看近與看遠

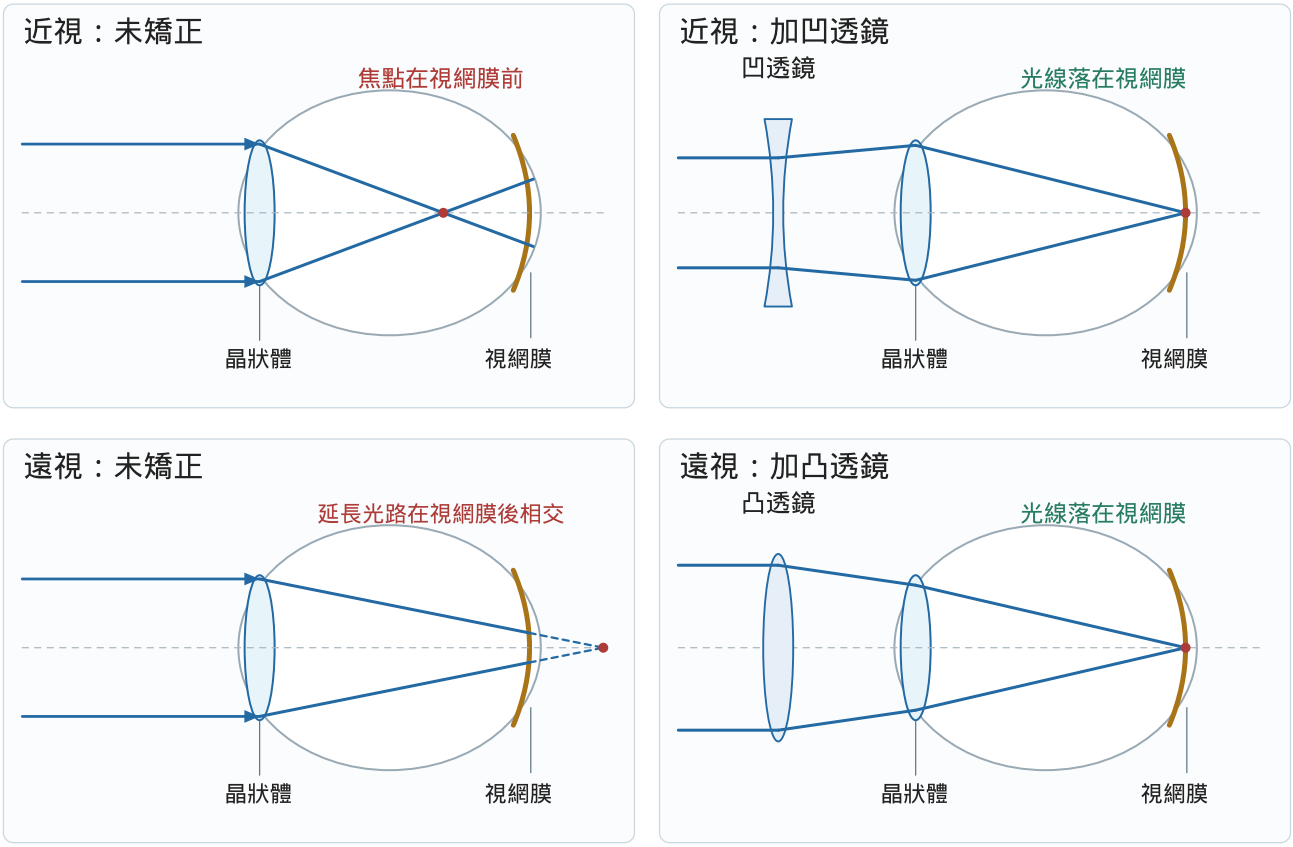


構造 / 作用	看近物	看遠物
睫狀肌	收縮	放鬆
懸韌帶	張力減少	張力增加
晶狀體	較厚、曲率較大	較薄、曲率較小
會聚能力	較強	較弱

瞳孔是虹膜中央的開口；調節改變晶狀體曲率，瞳孔反射主要控制入光量。

沿引線找到角膜、虹膜、晶狀體與視網膜；懸韌帶連到晶狀體，睫狀肌改變其張力。

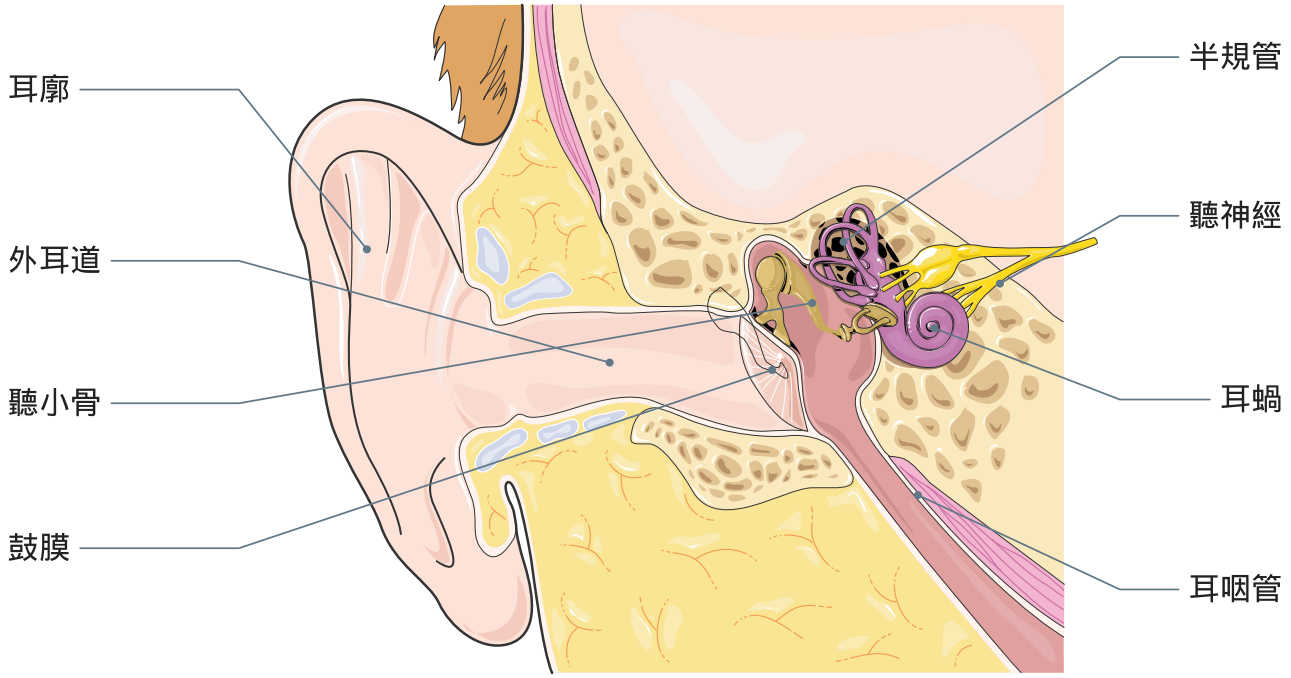
近視與遠視：找焦點，再選矯正透鏡



這裡用眼未作額外調節時的平行光示意；只畫主要折射效果。藍色虛線是光路的延長，並非穿過眼壁的實際影像。

先找光線相交點與視網膜的相對位置，再選矯正透鏡。圖中只畫主要光路，距離不按比例。

耳的構造：聲波、機械振動與神經訊號



部位	主要構造	作用
外耳	耳廓、外耳道	收集、傳入聲波
外耳與中耳交界	鼓膜	聲波使鼓膜振動
中耳	聽小骨；耳咽管	傳遞振動；平衡鼓膜兩側氣壓
內耳	耳蝸	感覺毛細胞把刺激轉為神經訊號
內耳	半規管	感受頭部轉動，參與平衡

聽覺訊號經神經傳至腦；耳咽管連通中耳與咽部，沒有通到外耳道。

從外耳到內耳追蹤機械振動；耳蝸將刺激轉為神經訊號。耳咽管連中耳與咽部，半規管參與平衡。

動手檢查

1. 把訊息帶向中樞的是____神經元；由中樞帶向肌肉的是____神經元。
2. 膝關節伸展時，相應伸肌是在____，不是自己變長。
3. 焦點在視網膜後，可用____透鏡增加光線會聚。
4. 耳蝸的毛細胞把機械刺激轉成____，再由____傳送。

填空答案：

1. 感覺；運動。；2. 收縮／縮短。；3. 凸。；4. 神經訊號／神經衝動；聽神經。

點石成金　先標刺激與效應器，再排訊號路徑；調視、瞳孔反射、趨光及拮抗肌動作各按其改變的構造解釋。

知 III.e　體內平衡

知識梳理

① 進餐後，食物中的碳水化合物經消化和吸收，葡萄糖進入血液，血糖便上升。不同食物在相同比較條件下，可令血糖上升的速度和幅度不同；題目若用 GI 作比較，應先讀圖所顯示的高低、快慢，不把某個 GI 數字當成食物所有營養價值。 胰島素是降低血糖的重要激素。它促進有關細胞攝取和利用葡萄糖，並促進肝、肌等細

胞把葡萄糖轉為糖原儲存。細胞利用或儲存增加，血液中的葡萄糖便下降。 負反饋的意思是系統的反應抵消原先偏離。血糖上升造成降低血糖的反應；血糖回落後，原來刺激減弱，反應也不應持續以相同程度增加。這不是把變量無限制推到越低越好。 激素曲線與被調節變量不是同一條線。胰島素變化對血糖上升作反應，峯值可落後；題目沒有給精確激素濃度時，只能畫出有根據的相對變化，不能自己造出濃度刻度。 解釋低 GI 膳食的題目時，要把較緩慢、較低的血糖峯與較小的調節負擔連起來。不要單靠曲線的外形就把食物直接分類成對每個人都絕對安全或危險。

② 血糖降低時，胰臟可增加胰高血糖素分泌，促進肝臟把糖原分解及釋出葡萄糖，使血糖回升。胰島素與胰高血糖素作用方向不同，但共同把血糖維持在合適範圍。胰臟分泌激素，肝臟接受訊號並改變代謝，兩者的角色不能交換。

③ 除了血糖，血液氣體含量、水分和體溫也是內環境的重要變量。協調系統先感受偏離，再改變效應器的活動。若血糖已偏高，反應卻令它繼續升高，就不能稱為抵消偏離的負反饋。曲線有短暫上升或下降仍可屬正常調節，不能只因數值未完全平坦便判定系統失效。

高 GI 曲線先急升後下降，並不表示胰島素在同一時刻必須具有完全相同的高度；兩條曲線測量的是不同物質，不能共用未給定的數值。

動手檢查

1. 胰島素是____，不是消化食物的酶。
2. 肝細胞和肌細胞可把葡萄糖轉成____作儲存。

填空答案：

1. 激素。；2. 糖原。

點石成金　把原先偏離、感受或控制位置、效應器反應及變量回復方向分開；必須證明反應抵消了原先偏離，才稱為負反饋。

知 III.f　生態系統

知識梳理

① 在紅樹林調查同一種招潮蟹，某一地區內的這些個體組成一個種羣；同處的蟹、魚、植物及微生物等種羣組成羣落。羣落連同水、土壤、光及鹽度等非生物環境，組成生態系統。生物羣系涉及較大地理尺度的相近生態型，生物圈則包括地球上有生命活動的範圍。

② 河溪、巖岸、紅樹林、草地及林地有不同非生物條件。巖岸生物可能面對潮汐造成的乾燥和波浪，紅樹林植物則面對鹽分及缺氧泥土；說明適應時須指出所面對的限制，再說明構造或行為如何降低影響。

③ 棲息地是生物生活的地方，生態位則包括它如何利用資源及與其他生物發生關係。兩個物種住在同一處，不代表牠們吃同樣食物、在同一時段活動或具有完全相同角色，因此仍可能共同維持種羣。 捕食者、寄生者和消費者是不同層次的描述。真菌利用活宿主而損害宿主，最貼切的關係是寄生；頂級捕食者則可透過捕食調節其他消費者。只說它們「有助生態平衡」沒有交代作用途徑。 數目錐體比較個體數目，生物量錐體比較某一時刻累積的有機物量。許多微小浮游植物可迅速繁殖又被攝食，因此個體數目多、現存生物量小，兩件事可以同時成立。這不表示食物鏈往上能量會增加。 初級演替與次級演替的起點不同：初級可從沒有原有土壤的裸露地點開始，次級通常仍有土壤或前一羣落的殘留。它們不是每個地點必須接連經過的第一、第二個固定步驟；再次受到幹擾也可改變演替方向。 碳循環追蹤的是碳原子，不是同一個分子永遠不變。二氧化碳的碳經光合作用進入有機物，經攝食沿食物鏈移動，呼吸和分解又可使它返回二氧化碳。相同原子可在漫長時間裡多次進入不同物質和碳庫。 要把一個碳原子由食物追蹤到呼氣，仍須寫出消化、吸收、循環運送、細胞呼吸及肺部氣體交換。人體不是只由嘴和肺兩個端點構成；漏掉中間運輸便無法說明物質如何真的到達下一站。

④ 關係題要同時看雙方的結果。捕食者取得食物而獵物被吃掉；競爭雙方因爭取有限資源而受到不利影響；互利關係使雙方受益；片利共生是一方受益，另一方未見明顯影響；寄生者從宿主取得資源並損害宿主。兩種鳥生活在同一樹上，不足以單憑位置判斷是哪一種關係。

⑤ 食物鏈箭頭由被食者指向攝食者，代表物質和能量的轉移。草 → 蝗蟲 → 青蛙中，草是生產者，蝗蟲和青蛙是不同營養級的消費者；分解者作用於多個營養級的遺體及排出物。能量在各級的呼吸中轉成熱，亦有部分食物未被吃下或未被同化，因此傳到下一級的能量較少。

⑥ 以淨生產量比較兩個營養級時，能量轉移效率 = 下一營養級新增生物量所含能量 ÷ 原營養級新增生物量所含能量 × 100%。兩個量須對應同一地區和同一段時間。

⑦ 若同一片草地在同一段時間內，植物淨生產量所含能量為 10000 kJ，植食動物淨生產量所含能量為 1200 kJ，則：

⑧ 能量轉移效率 = 1200 ÷ 10000 × 100% = 12%。

⑨ 必須先核對分母所指的能量，不能把入射太陽能、被攝食能量及生物量能量混在同一個比值。

⑩ 氮循環把含氮有機物與不同無機氮形態連接。分解者作用於遺體及排出物，可形成銨；硝化細菌在有氧條件下把銨逐步轉成亞硝酸鹽和硝酸鹽；植物吸收無機氮後同化為氨基酸等物質，動物再經攝食獲得。固氮把大氣氮轉成可利用的含氮物質；反硝化則可把硝酸鹽轉成氮氣。名稱相似，但方向及條件不同。

⑪ 比較植物 → 人與植物 → 牲畜 → 人兩條食物鏈，後者多一個營養級，牲畜的呼吸和廢物分解會使部分有機物中的碳回到二氧化碳，亦使可傳給人的能量減少。牛等反芻動物的消化道微生物還可產生甲烷。碳足印是某項活動直接及間接造成的溫室氣體排放量，通常按二氧化碳當量表示；二氧化碳和甲烷都能吸收地球放出的部分紅外線。減少相關飼養需求可減少一些排放，但植物也會呼吸，種植、加工和運輸仍須計入比較。

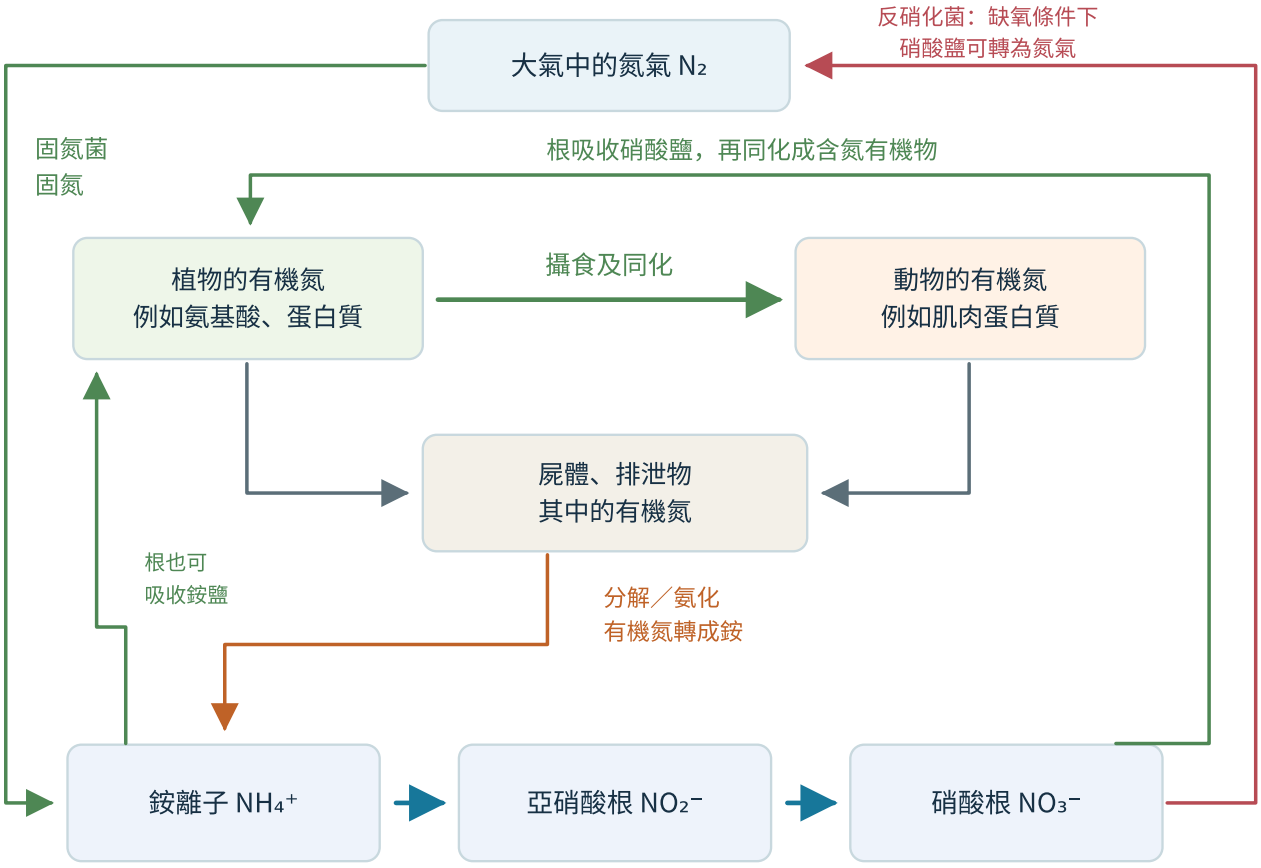
⑫ 樣方適合估計植物或活動較少生物的密度和分佈。若要推論整片草地，應以合適的隨機方式選位置並有足夠重複，不能只把樣方放在看起來最多生物的地方。樣線或帶狀樣帶可研究沿環境梯度的變化，例如由岸邊向陸地的分佈。光、溫度、pH、濕度、氧及鹽度等測量應對應同一位置及時段，相關不等於已排除所有其他因果解釋。

⑬ 例如用邊長 0.50 m 的正方形樣方調查草地上的車前草，每個樣方面積為 0.50 × 0.50 = 0.25 m^2。先在草地建立座標，再用隨機數選位置；按同一邊界規則計數，五個樣方分別有 2、4、3、1、5 株。總計 15 株，取樣總面積為 5 × 0.25 = 1.25 m^2，所以估計密度為 15 ÷ 1.25 = 12 株 m^{-2}。若這些樣方能代表整片 200 m^2 草地，種羣數量可估計為 12 × 200 = 2400 株；這是有抽樣誤差的估計，不是逐株點算。

⑭ 若草地有明顯不同的小生境，應在各區取得適當樣本，再按面積處理；不能把只取自一角的結果直接套到全區。比較沿岸到內陸的變化，則可把樣方按固定距離放在樣線旁，在同一位置記錄生物與環境資料；同一條線上的連續樣方不能冒稱整片生境的隨機樣本。

一個曾在恐龍有機物中的碳原子可先經分解回到二氧化碳，再多次經植物固定與生物呼吸循環。若最後進入人所吃的營養物質，經細胞呼吸形成的二氧化碳就有可能帶着這個碳原子被呼出。

氮循環：每條箭頭都要說出氮的形態和生物的工作



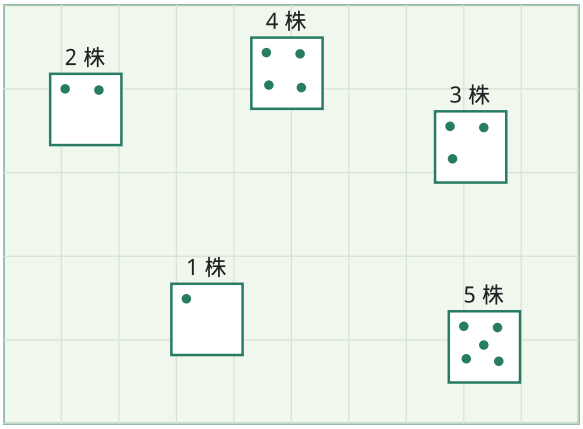
硝化作用：兩步把氮氧化，均由相應微生物進行。
這些步驟一般需要氧；不要把分解者都叫作硝化菌。

植物通常不能直接利用大氣氮氣製造蛋白質。
動物主要由食物取得有機氮；分解、硝化、固氮、反硝化不可互換名稱。

每條箭頭都須說出含氮物質的起點、終點及相關過程。

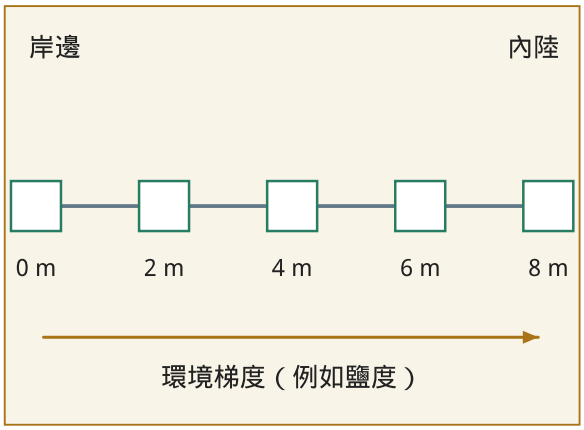
樣方與樣線：先決定要估計平均，還是研究梯度

隨機樣方：以隨機座標選位置



方框為放大示意，位置按隨機數選取。

樣線：沿環境變化方向定距取樣



從實際記錄開始	算式與解釋
每個樣方面積	0.50 × 0.50 = 0.25 m²
五個樣方：2、4、3、1、5 株	總數 15 株；總取樣面積 1.25 m²
估計密度	15 ÷ 1.25 = 12 株 m⁻²

全區 200 m² 時可估計為 2400 株，前提是樣本能代表全區；這仍有抽樣誤差。

隨機樣方用來估計整片區域的平均狀況；沿樣線按距離取樣，則用來研究環境梯度。兩種選位目的不同。

動手檢查

1. 生物量錐體比較的是某一時刻的____，不是一段時間內的生產速率。
2. 碳循環中可以反覆轉移並保留身分的是碳____，不是永遠不變的同一個二氧化碳____。

填空答案：

1. 生物量存量。；2. 原子；分子。

點石成金　先確定研究的是個體、種羣或羣落；箭頭題逐一辨認物質和能量方向；調查題把取樣方法對應到要回答的分佈或數量問題。

健康與疾病

Chapter 6

知 IV.a　個人健康

知識梳理

① 一個人沒有發燒，也可能長期睡眠不足、因壓力而無法正常生活，或缺乏能得到支持的人際關係。健康涉及身體、心理及社交方面的良好狀況，不只是檢查有沒有一種已命名的疾病。

② 評價生活方式時，應把行為與影響途徑連接。合適飲食提供活動和修補所需物質，規律活動支持心肺及代謝，睡眠與休息有助恢復，良好衛生可減少某些感染機會。這些因素常互相影響，不能以單一食物或一次運動推定某人整體健康。

③ 公共衛生資料可比較不同羣體的發病或死亡情況，但必須考慮人口數及年齡組成。100 人中有 10 人患病和 1000 人中有 20 人患病，病例數與所佔比例給出的比較不同。描述健康資料時，先確定是人數、比率、發病率還是死亡率，再說明結論。

同一個人可在不同健康面向遇到問題

生活情況	主要涉及的面向	可解釋的影響
長期睡眠不足	身體及心理	恢復不足，也可影響專注及情緒
長期壓力妨礙正常生活	心理	不能只因沒有發燒便說整體健康良好
缺乏能求助及支持的人際關係	社交	遇到困難時較難取得支持

動手檢查

1. 健康除身體狀況外，亦涉及____及____方面。

填空答案：

1. 心理；社交。

點石成金　先指出健康的哪個層面，再把生活條件與具體生物或社會影響連接；資料比較先核對分母。

知 IV.b　疾病與預防

知識梳理

① 霍亂可由受污染的食物或水把病原體送入消化道，登革熱則由受感染蚊子傳播病毒。兩者都屬傳染病，但切斷傳播的方法不同；只寫「保持健康」沒有指出要阻斷哪一條路徑。流感可經呼吸道傳播，乙型肝炎可經血液及某些體液途徑傳播，結核病則涉及吸入帶菌的微粒。要用病原體、離開宿主、進入新宿主三個位置組織解釋。

② 抗生素可作用於細菌的特定構造或生理過程，例如干擾細胞壁形成；病毒沒有相同的細胞構造及獨立代謝，不能因為都是病原體便推定相同抗生素有效。不同抗微生物藥物的作用範圍也不同，應依題目給出的證據判斷。

③ 抗藥性可由原有的遺傳差異或新突變產生；當抗生素殺死較敏感細菌後，具抗性者較易存活及繁殖，抗性比例可增加。這是選擇改變種羣組成，不是每一個細菌為了生存都主動改造成相同基因。抗性基因亦可在細菌之間傳播。濫用抗生素可增加選擇壓力，也可能影響原有微生物羣落。

④ 非傳染病沒有同一種由病原體傳播的途徑。癌症涉及細胞增殖調節失常，可形成腫瘤並在某些情況下侵入其他組織；冠心病可因冠狀動脈變窄或阻塞而限制心肌供血。吸煙、飲食、遺傳和其他暴露可影響某些風險，但相關資料不表示每個有某風險因素的人都一定患病。

⑤ 糖尿病與血糖調節失常有關。第一型常涉及產生胰島素的細胞受破壞而使胰島素不足；第二型常涉及細胞對胰島素的反應降低，並可能伴隨分泌不足。胰島素處理能協助某些患者降低血糖，其生物學原理是改變細胞利用及儲存葡萄糖，而不是直接把血液中的糖用化學反應全部破壞。

⑥ 預防疾病可以在不同層次進行。安全供水和污水處理減少接觸病原體的機會，媒介控制減少某些疾病的傳播，疫苗讓免疫系統先建立針對性反應及記憶。疫苗接種計劃也可減少病原體在社區傳播的機會；效果仍取決於病原體、疫苗及人羣情況，不能把任何一種疫苗寫成對所有感染永久有效。

動手檢查

1. 抗生素使用後抗性細菌比例上升，可由____作用解釋。
2. 冠心病的直接運輸問題是____的供血受到限制。

填空答案：

1. 自然選擇。；2. 心臟肌肉／心肌。

點石成金　傳染病先畫傳播路徑；非傳染病先找受影響的細胞、器官或調節機制；預防措施須說明切斷哪一步。

知 IV.c　身體防禦機制

知識梳理

① 手指被小刺刺破後，原來完整的皮膚屏障出現缺口。血液凝固有助封閉傷口，局部可紅、腫、熱、痛，白血球也可到達並清除入侵物。這些反應並不先等身體認出某一個獨特菌株才開始，屬非特異性防禦的一部分。

② 完整皮膚提供物理屏障，黏液黏附粒子和微生物，呼吸道纖毛把黏液移向可排出的方向。吞噬細胞包圍及攝入病原體，再以細胞內的消化作用分解。炎症反應可使局部血流和血管通透性增加，方便防禦成分到達受影響位置；紅腫是這些改變造成的現象，不是防禦作用已經失敗的唯一證據。

③ 特異性免疫針對特定抗原。適當的 B 淋巴細胞被活化後可增殖，分化成分泌抗體的細胞；抗體與相應抗原結合，可阻止其作用或協助其他防禦過程。T 淋巴細胞包括參與協調及清除受感染細胞的類型；不能把所有 T 細胞都說成分泌抗體。

④ 第一次遇到某抗原時，建立反應需要時間；其中形成的記憶細胞可在再次遇到相同抗原時較快產生較強反應。比較第一次及第二次反應曲線，須同時看起始延遲、上升速度、峯值及維持時間。

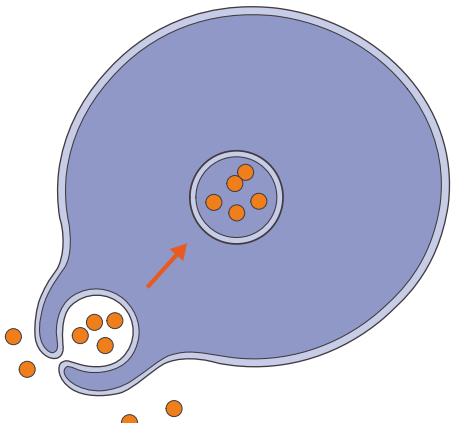
⑤ 主動免疫由自己的免疫系統對抗原反應而建立，例如感染後或接種疫苗後；被動免疫則是得到現成抗體，例如母體傳給胎兒的某些抗體。被動免疫可較快提供保護，但抗體逐漸降解，通常不會因這次轉移本身讓接受者形成相應記憶細胞。

⑥ 傳染病涉及可在人與人或經媒介傳播的病原體；冠心病等非傳染病不能按同一傳播方式解釋。讀死因圖時，先把題目列出的疾病分類，再比較；圖只列首五項，並不代表圖外其他疾病不存在。 衞生條件和醫療可及性可以從不同環節影響疾病後果。供水及污水處理影響接觸病原體的機會；醫療不足或費用難以負擔，則可能影響及時診斷和治療。兩個理由要各有機制，不是把低收入一詞重複寫兩次。 免疫辨認具有特異性。抗原結構改變後，原有抗體未必能以相同效果結合，因此病毒的變異與免疫保護的適配有關。不能把所有人的抗體保存時間都定為剛好一年。 ABO 血型與紅血球表面的 A、B 抗原有關。O 型紅血球沒有這兩種抗原，因而在只考慮 ABO 紅血球相容性的模型中有較廣適用範圍。這不能推廣為 O 型全血或血漿可以無條件給所有人。 血液含不同成分。紅血球帶抗原，血漿可帶抗體，所以兩種成分的相容性判斷不能互相照抄。實際輸血亦涉及 Rh 等抗原和配血；讀歷年試題時，要保留題目的模型範圍，不把舊卷的捐血間隔作為當下個人建議。

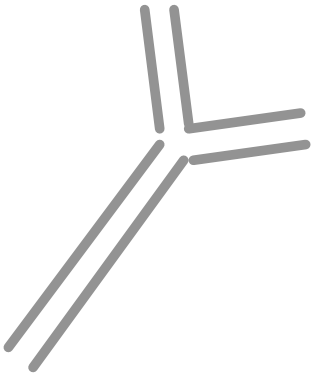
同樣是 O 型，紅血球與血漿帶的內容物不同。不能因紅血球沒有 A、B 抗原，就推論那份血漿也沒有能辨認 A、B 的抗體。

同一抗原再次出現：先比較反應時間

比較項目	第一次接觸	再次接觸相同抗原
反應起始	一般有較長延遲	記憶細胞使反應較快
相應抗體上升	較慢	一般較快、幅度較大
原因	須建立初次的特異性反應	已有相應記憶細胞
適用範圍	針對該抗原	不能推成對所有不同抗原都同樣快



吞噬過程示意：細胞膜包圍外來顆粒形成囊泡，再在細胞內處理；箭頭表示顆粒被包入，不能把它當作抗體主動吞入病原體。



抗體的 Y 形示意。兩臂末端可與相應抗原結合；抗體是蛋白質，並不是白血球或吞噬細胞。

動手檢查

1. O 型紅血球表面沒有____和____抗原。
2.「紅血球相容」不能直接換成「____也相容」。

填空答案：

1. A；B。；2. 血漿／全血。

點石成金　先判防線位於入口、吞噬或特異性反應，再區分是自己產生抗體還是取得現成抗體；曲線要比較同一種抗原下的時間和強度。

細胞與分子：題型與練習

Chapter 7

I.a 生命分子

先讀「知 I.a」的知識與圖，再沿本節各題型練習。每道例題保留完整原題與解說，後續練習按整題要求逐步增加資料整合。

題型 1 由組成、構造與用途解釋生命分子

綜合程度 ★★★☆☆

知識梳理

① 先把一個 DNA 核苷酸拆成糖、磷酸和鹼基，再把蛋白質拆成氨基酸，就不會把基因當成蛋白質。澱粉、糖原和纖維素雖都與葡萄糖有關，連接方式及功能仍不同。

② 食物測試則以試劑、處理和陽性結果辨認物質：碘液測澱粉；本氏液配合加熱測還原糖。若反應混合物含酶，蛋白質測試還可能同時呈陽性。

③ 解釋蛋白質功能時，要把其特定構形與結合對象或承擔的作用連起來；短文中的每個例子都須完成這條因果鏈。

點石成金　問「組成」就找基本單位；問「作用」就找具體細胞活動；問測試結果，就逐項列出測試開始時已存在的物質。

例 1 [HKDSE 生物 2016 年 卷一甲部 原第 4 題]

以下哪些核苷酸的部分組成多核苷酸鏈的骨幹？

A. 糖和鹼基
B. 糖和磷酸鹽
C. 鹼基和磷酸鹽
D. 鹼基、糖和磷酸鹽

解答 **答案：B**

沿一條多核苷酸鏈的外側行走，會遇到交替排列的五碳糖與磷酸基；鹼基從糖伸向內側，參與互補配對。故骨幹由糖與磷酸組成，選 B。把『一個核苷酸有三部分』與『鏈的骨幹有哪兩部分』分開。

方法：先分清組成單位，再把構造與用途連起來。

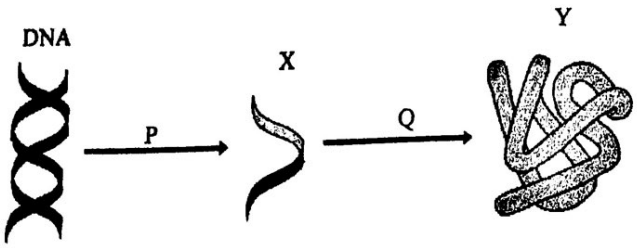
評卷報告提醒（原資料第 1 頁）

DNA 主鏈交替排列的是糖和磷酸；核苷酸則還包括含氮鹼基。先分清局部構造和整個重複單位。

評分依據：HKDSE 生物 2016 年 卷一甲部 原第 4 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

例 2 [HKDSE 生物 2021 年 卷一甲部 原第 2 題]

指示：　參考下圖，解答第 1 至 3 題。下圖顯示細胞內基因表達的流程：



2. Y 可以是

(1) 酶。
(2) 激素。
(3) 抗體。

A. 只有 (1) 和 (2)
B. 只有 (1) 和 (3)
C. 只有 (2) 和 (3)
D. (1)、(2) 和 (3)

解答 **答案：D**

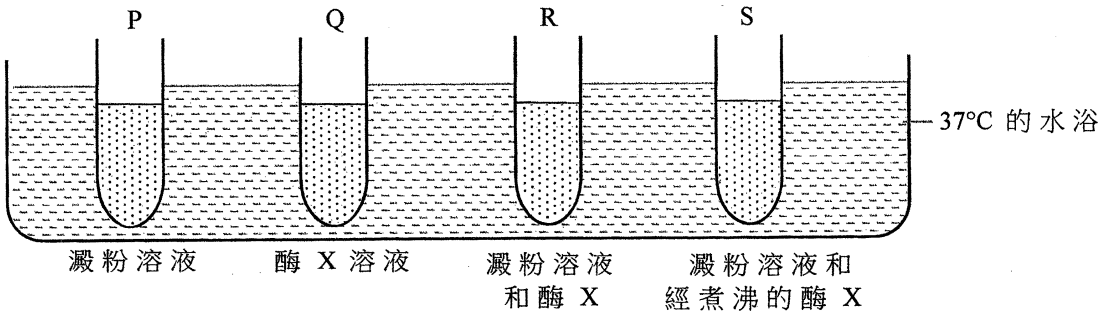
Y 是翻譯所得多肽折疊形成的蛋白質。酶可以是蛋白質，胰島素等激素是蛋白質，抗體也是蛋白質，因此三項都可能是 Y。題目說「可以是」，不等於所有激素都屬蛋白質；類固醇激素是另一類物質。故選 D。

評分依據：HKDSE 生物 2021 年 卷一甲部 原第 2 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

方法：先分清組成單位，再把構造與用途連起來。

例 3 [HKDSE 生物 2017 年 卷一甲部 原第 3 題]

指示： 參考下圖，解答第 2 至 4 題。下圖顯示某學生設置的四支試管，以研究可消化澱粉的酶 X 的作用：



該學生在實驗開始時及 30 分鐘後對每支試管的內含物進行一些測試。以下哪項正確顯示試管 R 在實驗開始時的測試結果？

	本立德試驗	碘液試驗	蛋白測試
A.	負	正	正
B.	負	正	負
C.	正	負	負
D.	正	負	正

解答 **答案：A**

R 在開始時含澱粉和酶 X，尚未有可測的澱粉消化產物。澱粉使碘液試驗呈陽性；酶是蛋白質，所以蛋白測試呈陽性；原設計下本立德試驗呈陰性。因此依次是負、正、正，選 A。不能把『酶不是食物』誤當成酶不是蛋白質。

方法：先分清組成單位，再把構造與用途連起來。

評卷報告提醒（原資料第 2 頁）

混合起始時澱粉尚未被大量消化，所以碘液仍呈正反應而還原糖測試未必呈正反應。酶屬蛋白質，蛋白質測試也須納入判斷。

評分依據：HKDSE 生物 2017 年 卷一甲部 原第 3 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

例 4 [HKDSE 生物 2013 年 卷一乙部 原第 10 題]

考生須以短文形式回答以下題目。評分準則包括內容切題，鋪排合乎邏輯，以及表達清晰。

蛋白於體內負起不同功能，而其功能上的角色與其構象(形狀)息息相關。試描述蛋白分子如何具有不同的構象，並解釋這些不同的構象怎樣令蛋白發揮不同的功能。

(11 分)

解答 **短文；原評分 11 分**

方法：先分清組成單位，再把構造與用途連起來。

蛋白質由氨基酸以肽鍵連成多肽鏈。不同蛋白質的氨基酸種類、數目及排列次序不同，而這些次序由相應基因的鹼基序列所編碼。氨基酸之間的相互作用使多肽鏈摺疊成特定的三維構象；有些蛋白質還由多條多肽鏈結合而成，因此能形成多種形狀和結合部位。這些形狀與功能相配合。例如酶的活性部位與特定底物互補，能結合底物並催化特定代謝反應；神經遞質受體有相應結合部位，遞質結合後可啟動突觸後細胞的反應；抗體的結合部位辨認特定抗原，幫助身體對抗病原體；血紅蛋白的結構則提供與氧結合的部位，使氧可以被運送。因此，蛋白質的序列決定摺疊與結合特性，而不同結合特性使它們適合催化、訊息傳遞、防禦和運輸等不同工作。

官方把內容分為「構象如何形成」最多 3 分及「構象如何帶來功能」最多 5 分，另有組織和表達最多 3 分。短文必須把例子中的結合部位與具體功能連起來，不能只列蛋白質名稱。也不要說所有蛋白質都有酶的活性部位。

評卷報告提醒（原資料第 3 頁）

短文須建立氨基酸序列、蛋白質構象和功能的聯繫，單述翻譯步驟或列功能均不足。

評分依據：HKDSE 生物 2013 年 卷一乙部 原第 10 題官方評卷參考，原資料第 6 頁。

針對練習

1. [HKDSE 生物 2013 年 卷一甲部 原第 3 題]

提示：先分清組成單位，再把構造與用途連起來。

指示： 參考下表，解答 1 至 3 三題。表中顯示線粒體、葉綠體和內質網在四種細胞 P、Q、R 和 S 的相對量：

細胞種類	亞細胞構造的相對量		
	線粒體	葉綠體	內質網
P	+	++	+
Q	+++	-	+
R	+++	-	+++
S	+	-	+

圖例：'+' 的數目表示亞細胞構造的相對量
'-' 表示沒有該種亞細胞構造

以下哪種(些)碳水化合物可能見於細胞種類 P 內？

(1) 澱粉
(2) 葡萄糖
(3) 糖原

A. 只有 (1)
B. 只有 (2)
C. 只有 (1) 和 (2)
D. 只有 (2) 和 (3)

✓ **答案** C

解析 **答案：C**

P 具有葉綠體，屬能光合作用的植物細胞；它可含葡萄糖及作儲存用途的澱粉。糖原主要是動物和真菌的儲存多糖，並非此類植物細胞的典型儲存物，故只有(1)及(2)。

評分依據：HKDSE 生物 2013 年 卷一甲部 原第 3 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

2. [HKDSE 生物 2016 年 卷一甲部 原第 3 題]

提示：先分清組成單位，再把構造與用途連起來。

以下各對碳水化合物之中，哪對可以用本立德測試來分辨兩類碳水化合物？

(1) 蔗糖和澱粉
(2) 蔗糖和麥芽糖
(3) 葡萄糖和麥芽糖
(4) 葡萄糖和澱粉

A. 只有 (1) 和 (3)
B. 只有 (1) 和 (4)
C. 只有 (2) 和 (3)
D. 只有 (2) 和 (4)

✓ **答案** D

解析 **答案：D**

本立德試驗需要加熱，能檢出還原糖。葡萄糖、麥芽糖呈陽性；蔗糖、澱粉在此試驗呈陰性。兩者結果不同才可區分，所以蔗糖／麥芽糖（2）及葡萄糖／澱粉（4）有效，選 D。葡萄糖與麥芽糖都陽性，不能只憑『有沉澱』分辨。

評分依據：HKDSE 生物 2016 年 卷一甲部 原第 3 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

3. [HKDSE 生物 2024 年 卷一甲部 原第 1 題]

提示：先分清組成單位，再把構造與用途連起來。

肥料通常含有氮和磷的化合物，植物可以用它們來合成

(1) 細胞壁。
(2) 葉綠素。
(3) 細胞膜。

A. 只有 (1) 和 (2)
B. 只有 (1) 和 (3)
C. 只有 (2) 和 (3)
D. (1)、(2) 和 (3)

✓ **答案** C

解析 **答案：C**

葉綠素含氮，細胞膜的磷脂含磷而膜蛋白含氮，所以植物可把肥料所供應的這些元素用於合成葉綠素和細胞膜。細胞壁的主要成分纖維素由碳、氫、氧組成，不以氮、磷作其組成元素，故選 (2)、(3)。

評分依據：HKDSE 生物 2024 年 卷一甲部 原第 1 題官方評卷參考，原資料第 49 頁。

4. [HKDSE 生物 2025 年 卷一甲部 原第 3 題]

提示：先分清組成單位，再把構造與用途連起來。

植物能夠利用硝酸鹽來合成 _____ 的成分。

(1) 染色體
(2) 內質網
(3) 類囊體膜

A. 只有 (1) 和 (2)
B. 只有 (1) 和 (3)
C. 只有 (2) 和 (3)
D. (1)、(2) 和 (3)

✓ **答案** D

解析 **答案：D**

染色體不只有 DNA，亦含蛋白質，因此(1)需要氨基酸。內質網及類囊體膜都含有膜蛋白等蛋白質成分，(2)、(3)亦正確。三項都成立，選 D。A、B、C 各漏去一個具有蛋白質成分的構造；不能把『膜含脂質』誤寫成『膜不含蛋白質』。

所用知識

氨基酸是合成蛋白質的原料。一種構造含有 DNA、脂質或其他成分，不代表它不含蛋白質。

易錯處

題目問合成構造的『成分』，不是說整個構造都由氨基酸組成。

評分依據：HKDSE 生物 2025 年 卷一甲部 原第 3 題官方評卷參考，原資料第 51 頁。

5. [HKDSE 生物 樣本卷 卷一甲部 原第 5 題]

提示：先分清組成單位，再把構造與用途連起來。

下列哪項由蛋白質組成？

(1) 指甲
(2) 染色體
(3) 澱粉酶

A. 只有 (1) 和 (2)
B. 只有 (1) 和 (3)
C. 只有 (2) 和 (3)
D. (1)、(2) 和 (3)

✓ **答案** D

解析 **答案：D**

指甲含角蛋白；染色體由 DNA 與蛋白質等組成；澱粉酶也是蛋白質。因此三者都含蛋白質，選 D。染色體含 DNA 不代表其中沒有蛋白質；本題也不是問哪一項「只由」蛋白質組成。

評分依據：HKDSE 生物 樣本卷 卷一甲部 原第 5 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

6. [HKDSE 生物 2012 年 卷一甲部 原第 2 題]

提示：先分清組成單位，再把構造與用途連起來。

植物進行光合作用產生葡萄糖，用以形成

(1) 纖維素。
(2) 蛋白質。
(3) 澱粉質。

A. 只有 (1) 和 (2)
B. 只有 (1) 和 (3)
C. 只有 (2) 和 (3)
D. (1)、(2) 和 (3)

✓ **答案** D

解析 **答案：D**

葡萄糖不只供呼吸作用使用。植物可把葡萄糖連接成纖維素，也可轉變成脂質的組成原料；與含氮物質配合，還可形成氨基酸並合成蛋白質。因此三項都可以由光合作用產生的葡萄糖提供碳骨架或原料。蛋白質含氮，不能因此推成蛋白質完全不需要葡萄糖。

評分依據：HKDSE 生物 2012 年 卷一甲部 原第 2 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

I.b 細胞的組織與構造

先讀「知 I.b」的知識與圖，再沿本節各題型練習。每道例題保留完整原題與解說，後續練習按整題要求逐步增加資料整合。

題型 1 操作顯微鏡與辨認可見構造

綜合程度 ★★☆☆☆

知識梳理

① 先用低倍鏡找到目標並移到視野中央，再換高倍鏡，通常用微調使影像清晰。放大後視野較小，並不表示原來的細胞變大。

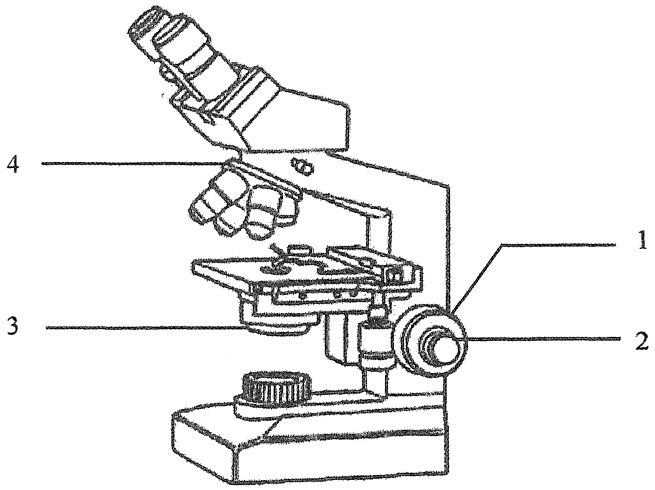
② 照片沒有顯示的細節不能當成直接證據；例如光學顯微鏡能看到細胞核，卻不能因此看清 DNA 雙螺旋。

點石成金　先分清題目問操作順序、影像方向，還是可辨認的結構；三者所用證據不同。

例 1

[HKDSE 生物 2015 年 卷一甲部 原第 1 題]

由低倍觀察轉換至高倍觀察時，應調節以下顯微鏡的哪部分，以獲取鮮明和清晰的影像？



A. 只有 1 和 4
B. 只有 2 和 3
C. 只有 1 、 3 和 4
D. 只有 2 、 3 和 4

解答　**答案：D**

圖中 4 是物鏡，轉換高倍觀察要選用高倍物鏡；2 是微調節器，用小幅調焦取得清晰影像；3 是光圈，可調節進光量，使高倍下較暗的視野清楚明亮。三項調節各自處理倍率、焦點和亮度，因此是 2、3 和 4。故選 D。

評分依據：HKDSE 生物 2015 年 卷一甲部 原第 1 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

方法：先分辨操作、影像方向或可見構造。

例 2 [HKDSE 生物 2020 年 卷一甲部 原第 22 題]

指示： 參考以下顯微照片，解答第 22 至 24 題。照片顯示顯微鏡觀察下的某植物的莖部切面。以較高倍數觀察，圖 X 的維管束 (Vb) 所得的影像如圖 Y 所示：

圖 X

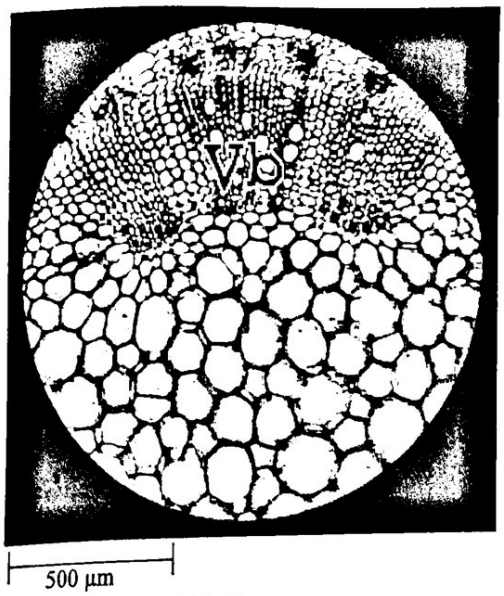
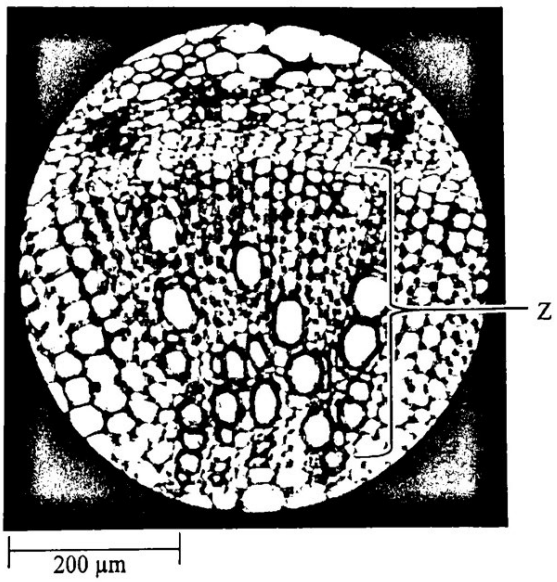


圖 Y



圖例： Vb = 維管束

22. 要由圖 X 的影像進而獲得圖 Y 的影像，以下哪個組合顯示使用顯微鏡的正確步驟？

	步驟 1	步驟 2
A.	把玻片移向觀察者的一方，使 Vb 位於視野的正中。	把接物鏡由 4X 轉為 10X，並調節焦距。
B.	把接物鏡由 10X 轉為 40X，並調節焦距。	把玻片移向觀察者的一方，使 Vb 位於視野的正中。
C.	把玻片移離觀察者的一方，使 Vb 位於視野的正中。	把接物鏡由 4X 轉為 10X，並調節焦距。
D.	把接物鏡由 10X 轉為 40X，並調節焦距。	把玻片移離觀察者的一方，使 Vb 位於視野的正中。

解答 **答案：C**

方法：先分辨操作、影像方向或可見構造。

先把維管束 Vb 移到視野中央，再轉高倍；若先轉高倍，視野縮小，原本偏離中心的目標可能消失。圖 X 的 Vb 在視野偏上方，要讓影像向下移，玻片須向相反方向，即移離觀察者。

兩圖尺度條在圖上的長度相近，但分別代表 500 µm 與 200 µm，放大倍數增加約 500÷200 = 2.5 倍，正好相當於物鏡由 4× 改為 10×。因此同時符合移動方向、操作先後和倍數的是 C。

評分依據：HKDSE 生物 2020 年 卷一甲部 原第 22 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

針對練習

1. [HKDSE 生物 2014 年 卷一甲部 原第 5 題]

提示：先分辨操作、影像方向或可見構造。

參考以下研究，解答 3 至 5 三題。
一名學生利用普通光學顯微鏡在高倍數下觀察某光合原生生物的二分體分裂。他將該原生生物的臨時製片放置在顯微鏡的載物台上。

在上述研究中，可以觀察到以下哪個構造？

A. 核糖體
B. 葉綠體
C. 線粒體
D. 內質網

✓ **答案** B

解析 **答案：B**

葉綠體體積較大，且有色素，在普通光學顯微鏡觀察新鮮細胞時較容易辨認。核糖體及內質網的細節超出普通光鏡的分辨能力；本題也沒有提供能讓線粒體清楚顯現的特殊染色。

評分依據：HKDSE 生物 2014 年 卷一甲部 原第 5 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

2. [HKDSE 生物 2014 年 卷一甲部 原第 3 題]

提示：先分辨操作、影像方向或可見構造。

參考以下研究，解答 3 至 5 三題。
一名學生利用普通光學顯微鏡在高倍數下觀察某光合原生生物的二分體分裂。他將該原生生物的臨時製片放置在顯微鏡的載物台上。

以下是使用光學顯微鏡的一些步驟：

(1) 用 10X 接物鏡聚焦
(2) 用 40X 接物鏡聚焦
(3) 用 10X 接物鏡搜尋視野
(4) 用 40X 接物鏡搜尋視野
(5) 移動玻片直至原生生物位於視野的中央
(6) 如有需要，調節光強度

以下哪項是進行上述研究時最合理的步驟次序？

A. (1), (3), (5), (6)
B. (2), (6), (4), (5)
C. (1), (2), (4), (5), (6)
D. (1), (3), (5), (2), (6)

✓ **答案** D

解析 **答案：D**

先用 10 倍物鏡聚焦(1)，再用低倍搜尋(3)，把目標移到視野中央(5)，才換 40 倍聚焦(2)，按需要調節光強(6)。低倍視野較大，便於找尋及定位；若一開始用高倍找目標，容易失去目標或碰到載玻片。

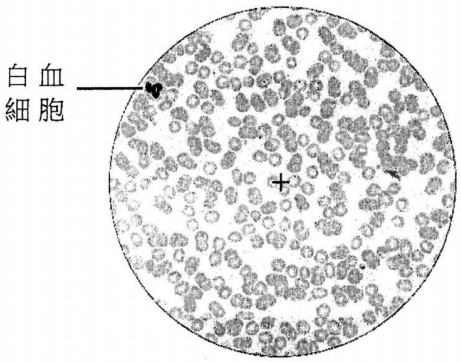
評分依據：HKDSE 生物 2014 年 卷一甲部 原第 3 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

3. [HKDSE 生物 2025 年 卷一甲部 原第 1 題]

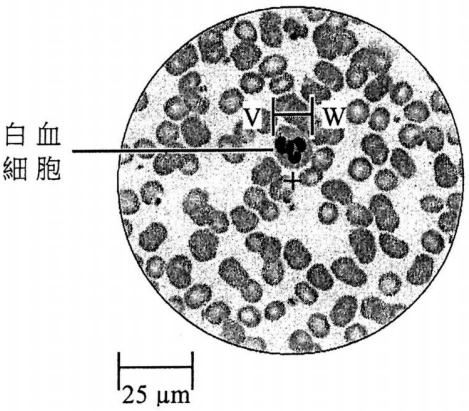
提示：先分辨操作、影像方向或可見構造。

指示： 參考以下顯微照片 X 和顯微照片 Y，解答第 1 和 2 題。照片顯示在光學顯微鏡下所見的人類血液塗片。顯微照片 Y 呈現顯微照片 X 中的白血細胞在較高放大率下的樣子：

顯微照片 X



顯微照片 Y



以下哪個組合描述操作顯微鏡的正確步驟，藉以由顯微照片 X 獲取如顯微照片 Y 所示的影像？

	步驟 1	**步驟 2**
A.	換上放大率較大的物鏡，調較焦距	將玻片移離觀察者，再移向左，使白血細胞位於視野中心
B.	換上放大率較大的物鏡，調較焦距	將玻片移向觀察者，再移向右，使白血細胞位於視野中心
C.	將玻片移離觀察者，再移向左，使白血細胞位於視野中心	換上放大率較大的物鏡，調較焦距
D.	將玻片移向觀察者，再移向右，使白血細胞位於視野中心	換上放大率較大的物鏡，調較焦距

✓ **答案** C

解析 **答案：C**

照片 X 中的白血細胞偏離視野中央；若先換高倍物鏡，目標可能離開較小的視野。先移動載玻片，使目標在低倍視野中居中，再換較高倍物鏡並微調，符合 C 的操作次序。A、B 先提高放大倍率，沒有先把白血細胞移到視野中央；D 所用的玻片移動方向與照片 X 中目標的位置不符。應先移離觀察者，再向左移，使倒置影像中的目標回到中央。

所用知識

放大倍率提高時，視野範圍縮小。目標應先在低倍視野中央定位，再轉換高倍物鏡，最後以微調使影像清晰。

易錯處

不要把『放大』當作第一步；先確保放大後仍找得到同一個細胞。

評分依據：HKDSE 生物 2025 年 卷一甲部 原第 1 題官方評卷參考，原資料第 51 頁。

題型 2 用比例尺、視野與影像計算大小

綜合程度 ★★☆☆☆

知識梳理

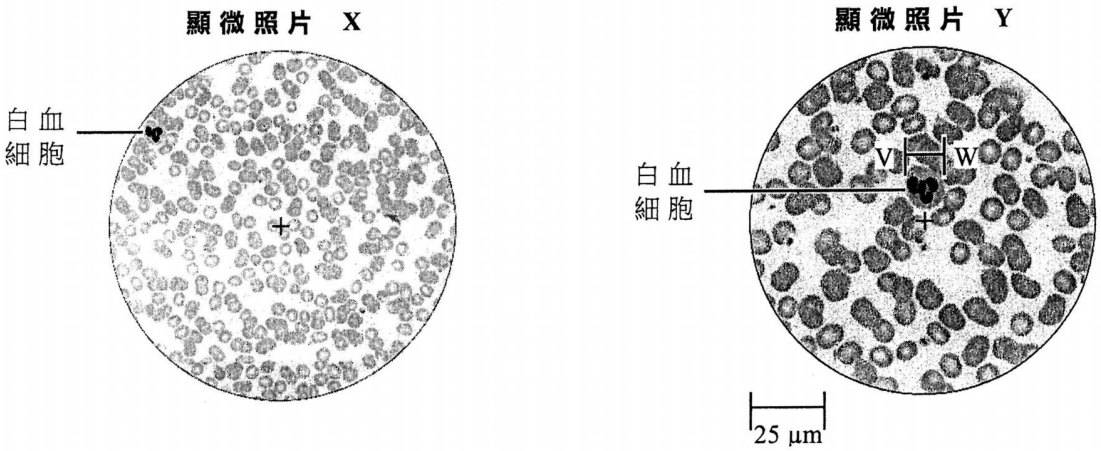
① 如果照片中 10 μm 的比例尺長 20 mm，而細胞長 60 mm，細胞的實際長度就是 60÷20×10＝30 μm。兩次量度必須在同一張照片上進行。

② 估算密度則先求視野面積，再用個體數除以面積；半徑變成兩倍，面積會成為四倍，不能只把數目乘二。

點石成金　先寫「實際長度＝圖中長度÷圖中比例尺長度×比例尺數值」，最後統一 mm 與 μm。

例 1　[HKDSE 生物 2025 年 卷一甲部 原第 2 題]

指示： 參考以下顯微照片 X 和顯微照片 Y，解答第 1 和 2 題。照片顯示在光學顯微鏡下所見的人類血液塗片。顯微照片 Y 呈現顯微照片 X 中的白血細胞在較高放大率下的樣子：



顯微照片 Y 中的白血細胞的真實直徑（即 VW）是多少？

A. 12.5 μm
B. 20.0 μm
C. 50.0 μm
D. 0.5 cm

解答　**答案：A**

WX 的影像長度約為 25 μm 比例尺的一半。細胞直徑約為 0.5×25＝12.5 μm，選 A。20.0 μm 及 50.0 μm 不符合照片上的長度比例；0.5 cm 混淆圖上量度與細胞的實際尺度。

方法：先用比例尺換算實長，再統一長度單位。

所用知識

實際長度＝目標在照片上的長度÷比例尺在照片上的長度×比例尺所代表的實際長度。

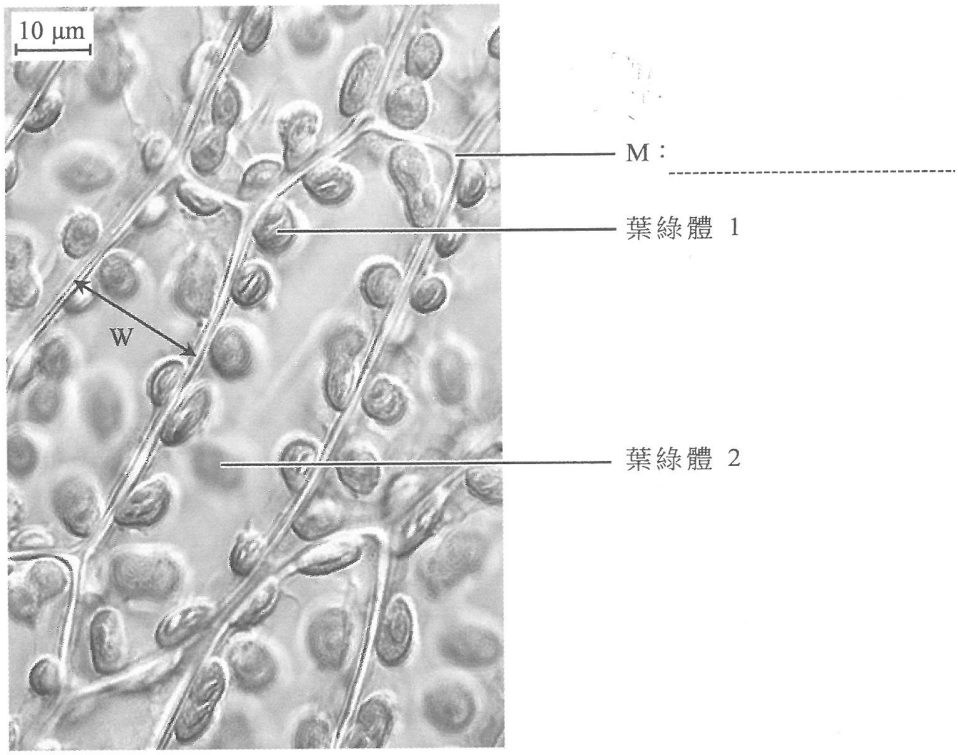
易錯處

照片在螢幕或紙上放大後，目標和比例尺一同放大，兩者的比值仍可使用。

評分依據：HKDSE 生物 2025 年 卷一甲部 原第 2 題官方評卷參考，原資料第 51 頁。

例 2 [HKDSE 生物 2022 年 卷一乙部 原第 3 題]

以下顯微照片顯示一些未經染色的植物細胞：



(a) 標示構造 M 。 (1 分)

(b) 顯微照片中，W 的實際長度是多少？ (1 分)

(c) 在這顯微照片中，葉綠體 1 的影像清晰，葉綠體 2 則顯得模糊。若要獲取葉綠體 2 的清晰影像，應如何操作顯微鏡？ (1 分)

(d) 有些葉綠體的構造不能在這顯微照片中分辨出來，寫出其中**一種**構造。 (1 分)

(e) 寫出**一種**儀器可用以觀察在 (d) 指出的構造。 (1 分)

解答 **a；原評分 1 分**

M：細胞壁。

M 指向相鄰植物細胞之間清楚可見的外圍界線。植物細胞壁較厚而有固定形狀，故在這幅光學顯微照片中可以辨認。

b；原評分 1 分

約 19 μm（18–20 μm 可接受）。

用同一把尺量圖上的 W 和 10 μm 比例尺：實際 W=(圖上 W 長度÷圖上比例尺長度)×10 μm。W 約為比例尺的 1.9 倍，故約 19 μm；必須寫出微米單位。

c；原評分 1 分

轉動微調器，使葉綠體 2 的影像聚焦。

兩個葉綠體位於不同深度。輕微改變物鏡與標本的距離，把葉綠體 2 所在平面調至焦平面即可；無須先更換較高倍物鏡。

d；原評分 1 分

類囊體膜（也可答基粒或葉綠體內、外膜）。

葉綠體整體可被看見，並不表示其內部微細膜結構都能被分辨。類囊體膜的尺度低於這幅光學顯微照片的有效分辨能力。

方法：先用比例尺換算實長，再統一長度單位。

e；原評分 1 分

電子顯微鏡。

電子顯微鏡的分辨率較高，可分辨葉綠體內的膜與基粒等超微結構。單純提高光學影像放大倍數，不會補回原本未被分辨的細節。

評卷報告提醒（原資料第 4 頁）

W 的長度必須以比例尺換算並帶單位。模糊影像應先調焦，放大倍數增加不能代替聚焦；要求葉綠體內部結構時，不應回答線粒體或內質網。

評分依據：HKDSE 生物 2022 年 卷一乙部 原第 3 題官方評卷參考，原資料第 3 頁。

針對練習

1. [HKDSE 生物 2016 年 卷一甲部 原第 12 題]

提示：先用比例尺換算實長，再統一長度單位。

某學生利用顯微鏡估算葉片的上表皮和下表皮的氣孔密度。以下哪個組合正確顯示應使用的放大倍數和其理由？

	放大倍數	理由
A.	低倍數	顯示較大視野
B.	低倍數	有較光的影像
C.	高倍數	顯示細胞內更多的細節
D.	高倍數	有較清晰的影像

✓ **答案** A

解析 **答案：A**

要估計每單位面積有多少氣孔，較低倍數提供較大視野，一次能計數較多氣孔，減少只看局部的偏差，選 A。仍須知道視野面積，並在多個隨機位置重複計數。高倍鏡適合看細節，卻不一定最適合估算密度。

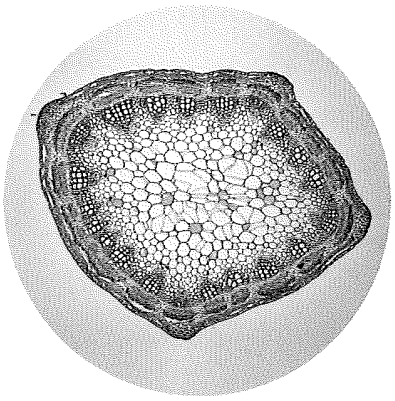
評分依據：HKDSE 生物 2016 年 卷一甲部 原第 12 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

2. [HKDSE 生物 2023 年 卷一甲部 原第 13 題]

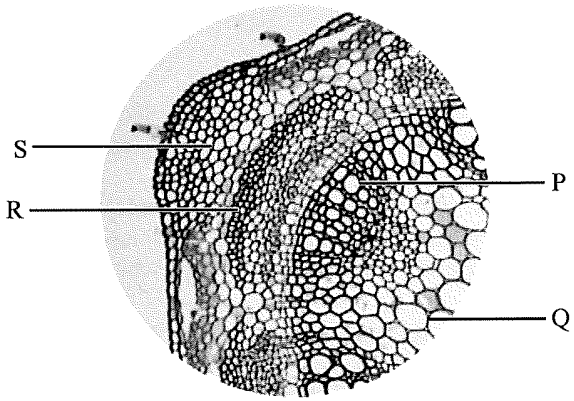
提示：先用比例尺換算實長，再統一長度單位。

Directions: Questions 12 to 14 refer to the photomicrographs below, which show the images of the cross section of a certain part of plant viewed under different magnifications:

Low magnification



High magnification



The images above are shown to scale. Which of the following combinations correctly matches the eyepiece and objective used for the two magnifications (i.e. eyepiece x objective)?

	Low magnification	*High magnification*
A.	10X x 4X	10X x 10X
B.	10X x 4X	10X x 25X
C.	10X x 4X	10X x 40X
D.	10X x 10X	10X x 40X

✓ **答案** D

解析　**答案：D**

要比較同一組織在兩圖中的線性尺寸，而非比較兩個圓形視野的直徑。高倍圖的同一維管束約放大四倍，因此總放大倍數比為 4；10×10=100 倍與 10×40=400 倍符合。A、B、C 的比值分別為 2.5、6.25、10。

評分依據：HKDSE 生物 2023 年 卷一甲部 原第 13 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

題型 3　以結構與證據理解細胞膜

綜合程度 ★★★☆☆

知識梳理

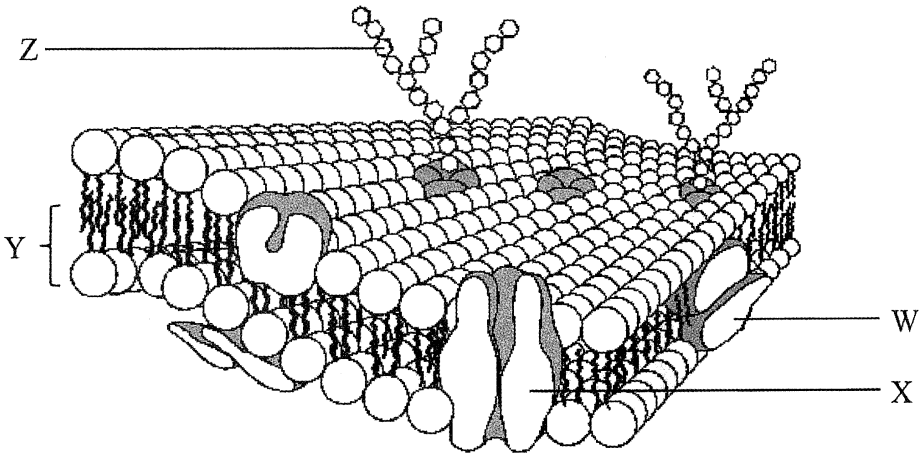
① **把磷脂想成有親水頭和疏水尾的分子：**膜兩側都有水，兩層頭便朝向水，尾朝向膜內。蛋白質可嵌在雙層中，參與運輸、受訊或催化。

② 標記蛋白在細胞融合後逐漸混合，支持蛋白能側向移動；它不直接證明每一種膜蛋白都有同一功能。

點石成金　先問圖或實驗真正顯示哪個特徵，再把這項證據連到模型中的具體位置或活動。

例 1　[HKDSE 生物 2016 年 卷一甲部 原第 1 題]

指示：　參考以下示意圖，解答 1 和 2 兩題。下圖顯示細胞膜的構造：



. 以下哪個分子賦予細胞膜流動性？

A. W
B. X
C. Y
D. Z

解答　**答案：C**

先辨認 Y 的括號：它標示磷脂分子所在的雙層。磷脂不是牢牢固定在原位，能沿膜面側向移動，使膜具有流動性，因此選 Y（C）。X 是跨膜蛋白，Z 是外側糖鏈；不能因蛋白質也能移動，就把題目標示的主要雙層成分看錯。

方法：把實驗證據連到膜模型的具體特徵。

評分依據：HKDSE 生物 2016 年 卷一甲部 原第 1 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

例 2 [HKDSE 生物 2015 年 卷一乙部 原第 6 題]

下表列出有關發現細胞膜構造的一些歷史發展：

年份	科學家	歷史事件
1895	歐瓦頓	發現脂溶性物質能很容易地進入細胞
1917	朗姆爾	發現細胞膜的主要成分具親水和疏水兩種性質
1925	戈爾達和格蘭度爾	從紅血細胞的細胞膜提取脂類，然後把脂類在水面展開成單層薄膜，發現該薄膜的面積是細胞膜表面積的兩倍
1972	辛格爾和尼古遜	提出流動鑲嵌模型以解釋細胞膜的構造

(a) 歐瓦頓和朗姆爾所注意到的主要成分是什麼？ (1 分)

(b) 戈爾達和格蘭度爾提出題 (a) 的主要成分是以雙層形式存在(雙層模型)。根據朗姆爾的觀察所得，提出該主要成分如何在細胞膜內定向和排列。試加以說明。 (3 分)

(c) (i) 戈爾達和格蘭度爾的雙層模型沒有提及細胞膜的另一主要成分。這成分是什麼？ (1 分)

(ii) 根據流動鑲嵌模型，簡述這成分在細胞膜內的定向模式。 (2 分)

(d) 科學家往往利用模型解釋他們的研究結果。完成下表以說明利用科學模型時所涉及的科學的本質。 (2 分)

科學的本質	說明
科學是以證據作為根據	
	利用模型來模擬看不見的構造或說明某個理論。

寫於邊界以外的答案，將不予評閱。

解答 **(a)；原評分 1 分**

磷脂。

題表提到該成分兼有親水和疏水性質，這正對應磷脂的親水頭部和疏水尾部。

(b)；原評分 3 分

磷脂形成雙層，親水頭部朝向細胞內、外的水溶液，疏水尾部相對而朝向雙層內部。細胞液和胞外液都以水作主要溶劑，故親水頭部能與兩側水相接觸；疏水尾部則避開水並聚在膜中央。應把方向與兩側環境連接，不只是把『雙層』寫兩遍。

方法：把實驗證據連到膜模型的具體特徵。

(c)(i)；原評分 1 分

蛋白質。

只用磷脂雙層還不能完整說明細胞膜構造，膜中亦有與運輸、感受等功能相關的蛋白質。

(c)(ii)；原評分 2 分

蛋白質分散鑲嵌在磷脂雙層內或其表面，分佈呈不對稱的鑲嵌模式。

流動鑲嵌模型中的『鑲嵌』是指蛋白質分散在脂質背景中，部分跨膜、部分位於一側；不是在整片膜兩面各鋪一層整齊蛋白質。

(d)；原評分 2 分

以證據作根據：科學模型根據觀察及實驗數據建立，並可因新證據修訂。利用模型模擬不可直接見的構造：反映科學需要想像力和創意。

表中脂質性質和表面積的實驗支撐了雙層想法，後來的證據又促成新的模型。模型既受證據限制，也要藉助合理構想表達不可直接觀察的結構；兩者並不矛盾。

評卷報告提醒（原資料第 3 頁）

磷脂親水頭朝向兩側水溶液，疏水尾朝向膜內。解釋模型演變要把新證據如何改變蛋白質位置與流動性描述清楚。

評分依據：HKDSE 生物 2015 年 卷一乙部 原第 6 題官方評卷參考，原資料第 3 頁。

針對練習

1. [HKDSE 生物 2013 年 卷一甲部 原第 1 題]

提示：把實驗證據連到膜模型的具體特徵。

指示： 參考下表，解答 1 至 3 三題。表中顯示線粒體、葉綠體和內質網在四種細胞 P、Q、R 和 S 的相對量：

細胞種類	亞細胞構造的相對量		
	線粒體	葉綠體	內質網
P	+	++	+
Q	+++	-	+
R	+++	-	+++
S	+	-	+

圖例：'+' 的數目表示亞細胞構造的相對量
'-' 表示沒有該種亞細胞構造

以下哪種細胞可見於肺部氣囊的內膜？

A. P
B. Q
C. R
D. S

✓ **答案** D

解析 **答案：D**

S 沒有葉綠體，只有相對少量線粒體和內質網，符合肺氣囊內壁細胞的主要功能：讓氣體迅速擴散，並不需要大量分泌蛋白質或進行主動運輸。R 的內質網很多，較符合大量製造分泌蛋白質的細胞。

評分依據：HKDSE 生物 2013 年 卷一甲部 原第 1 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

2. [HKDSE 生物 2020 年 卷一甲部 原第 1 題]
提示：把實驗證據連到膜模型的具體特徵。

1. 在原核細胞內可以找到以下哪些亞細胞結構？

A. 細胞壁、核糖體、細胞膜
B. 核糖體、細胞膜、葉綠體
C. 細胞壁、細胞膜、線粒體
D. 細胞膜、葉綠體、線粒體

✓ **答案** A

解析 **答案：A**

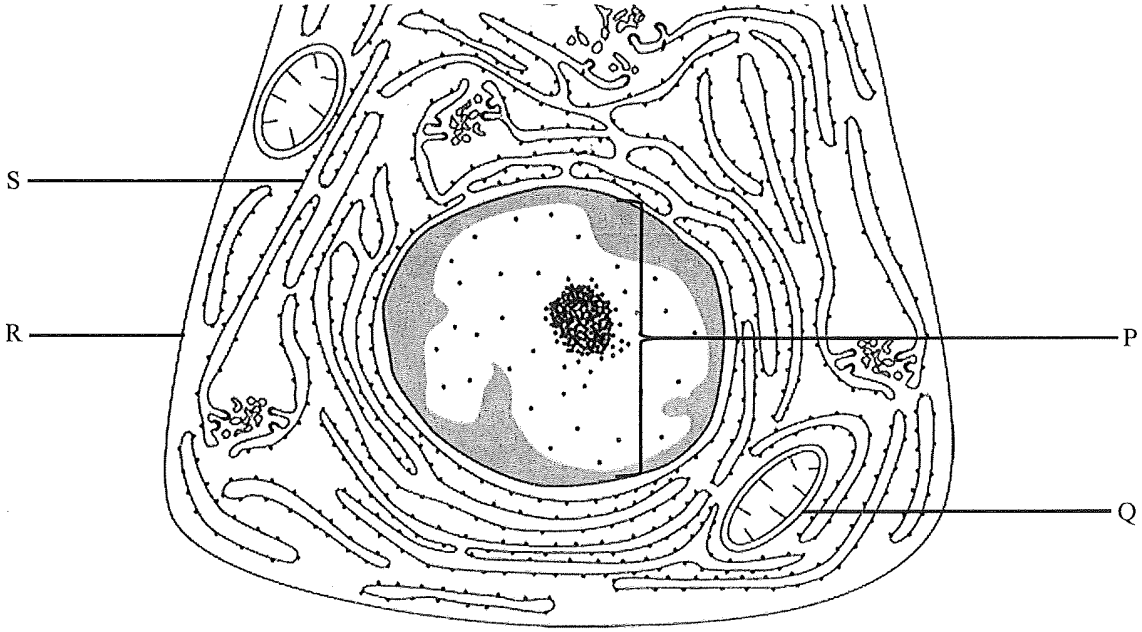
先把四個選項共有或反覆出現的構造分開：細胞膜界定細胞邊界，核糖體製造蛋白質，這兩者都可在原核細胞找到；大部分細菌也有細胞壁。因此 A 所列的組合可以存在於原核細胞。

B 含葉綠體，C 含線粒體，D 同時含兩者；葉綠體和線粒體都是膜包圍的細胞器，原核細胞沒有。原核生物即使能光合作用或有氧呼吸，也不代表它必定有葉綠體或線粒體。題目問「可以找到」，並非說所有原核細胞必定都有細胞壁。選 A。

評分依據：HKDSE 生物 2020 年 卷一甲部 原第 1 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

3. [HKDSE 生物 2023 年 卷一甲部 原第 1 題]
提示：把實驗證據連到膜模型的具體特徵。

ections: Questions 1 to 3 refer to the schematic diagram below, which shows part of a pancreas cell:



Which of the following cellular components can also be found in a prokaryotic cell?

A. P
B. Q
C. R
D. S

✓ **答案** C

解析 **答案：C**

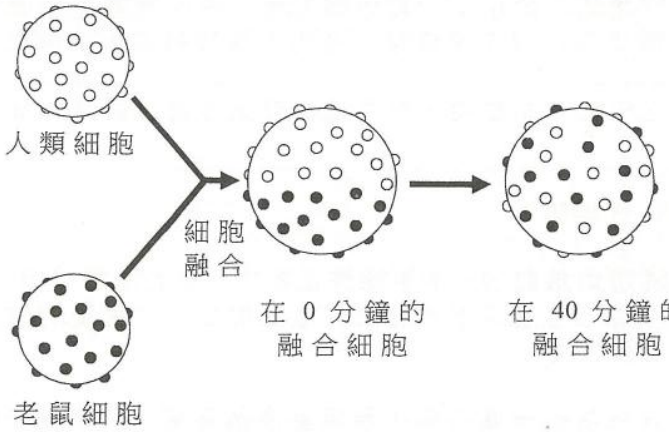
R 是細胞膜，原核和真核細胞都具有，可控制物質進出。P 是細胞核，Q 是線粒體，S 是粗糙內質網；這些有膜細胞器不見於原核細胞。

評分依據：HKDSE 生物 2023 年 卷一甲部 原第 1 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

4. [HKDSE 生物 2024 年 卷一甲部 原第 3 題]
提示：把實驗證據連到膜模型的具體特徵。

以下示意圖顯示一項有關細胞膜的探究。把一個人類細胞和一個老鼠細胞的細胞膜表面蛋白，分別以紅色染劑和綠色染劑標示，然後把兩個細胞融合。表面蛋白在 0 分鐘和 40 分鐘的分布如下：

例：
染紅的表面蛋白
染綠的表面蛋白



以下哪項／些細胞膜的特性可以用來解釋這項探究所示融合細胞表面蛋白分布的變化？

(1) 細胞膜具流動性。
(2) 細胞膜具差異透性。
(3) 細胞膜具不對稱的構造。

A. 只有 (1)
B. 只有 (2)
C. 只有 (1) 和 (3)
D. 只有 (2) 和 (3)

✓ **答案** A

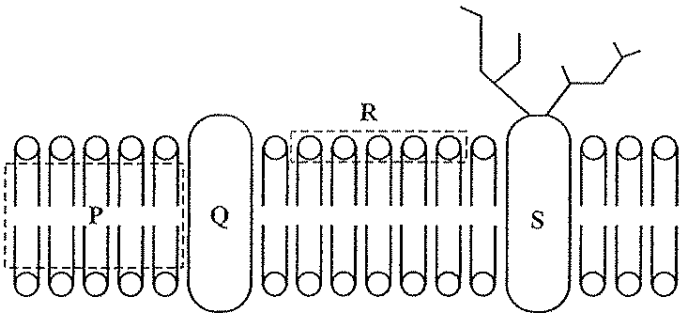
解析 **答案：A**

融合之初兩種標記蛋白各在一側，40 分鐘後混合分佈，直接顯示膜蛋白可在膜平面內移動，即細胞膜具有流動性。實驗沒有量度物質通過膜，不能由此推出差異透性；也沒有比較膜內外兩層的組成。

評分依據：HKDSE 生物 2024 年 卷一甲部 原第 3 題官方評卷參考，原資料第 49 頁。

5. [HKDSE 生物 樣本卷 卷一甲部 原第 3 題]
提示：把實驗證據連到膜模型的具體特徵。

下圖顯示細胞膜的流體鑲嵌模型：



哪個有標註的部分阻礙離子穿越細胞膜？

A. P
B. Q
C. R
D. S

✓ **答案** A

解析 **答案：A**

P 指磷脂雙層內部的疏水脂肪酸尾。離子帶電，難以直接溶入這個疏水區域，所以 P 是直接穿膜的主要屏障。R 指親水頭部區域，Q、S 是膜蛋白；某些膜蛋白反而可提供通道或運載作用，協助特定離子跨膜。

評分依據：HKDSE 生物 樣本卷 卷一甲部 原第 3 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

6. [HKDSE 生物 2023 年 卷一甲部 原第 4 題]

提示：把實驗證據連到膜模型的具體特徵。

Which of the following processes ***does not*** involve membrane proteins?

A. transcription of DNA to form mRNA
B. absorption of minerals by root hair cells
C. digestion of carbohydrates in the small intestine
D. transmission of nerve impulse between two neurones

✓ **答案** A

解析 **答案：A**

DNA 轉錄由 RNA 聚合酶在相應 DNA 上進行，不需要膜蛋白。根毛吸收礦物質涉及膜上的運輸蛋白；小腸部分糖類消化由上皮細胞表面的酶進行；突觸傳遞則涉及膜上的受體及離子通道。

評分依據：HKDSE 生物 2023 年 卷一甲部 原第 4 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

題型 4 把細胞器的構造連到分工與配合

綜合程度 ★★★☆☆

知識梳理

① 分泌蛋白的細胞需要先表達基因，再由核糖體合成多肽，經內質網和高爾基體加工及運送，最後由囊泡釋出。這是一條物質路徑，所以「細胞核控制活動、內質網製蛋白」兩句並列仍不夠。

② 另一類題目問細胞失去某構造後能否完成某活動，須由缺少的步驟推論限制。

點石成金　出現「共同」「配合」「退化後」時，用前一步的產物接到後一步，而不只背各細胞器的名稱。

例 1 [HKDSE 生物 2013 年 卷一甲部 原第 2 題]

指示： 參考下表，解答 1 至 3 三題。表中顯示線粒體、葉綠體和內質網在四種細胞 P、Q、R 和 S 的相對量：

細胞種類	亞細胞構造的相對量		
	線粒體	葉綠體	內質網
P	+	++	+
Q	+++	-	+
R	+++	-	+++
S	+	-	+

圖例：'+' 的數目表示亞細胞構造的相對量
'-' 表示沒有該種亞細胞構造

以下哪種細胞屬於能產生胰島素的胰臟細胞？

A. P
B. Q
C. R
D. S

解答 **答案：C**

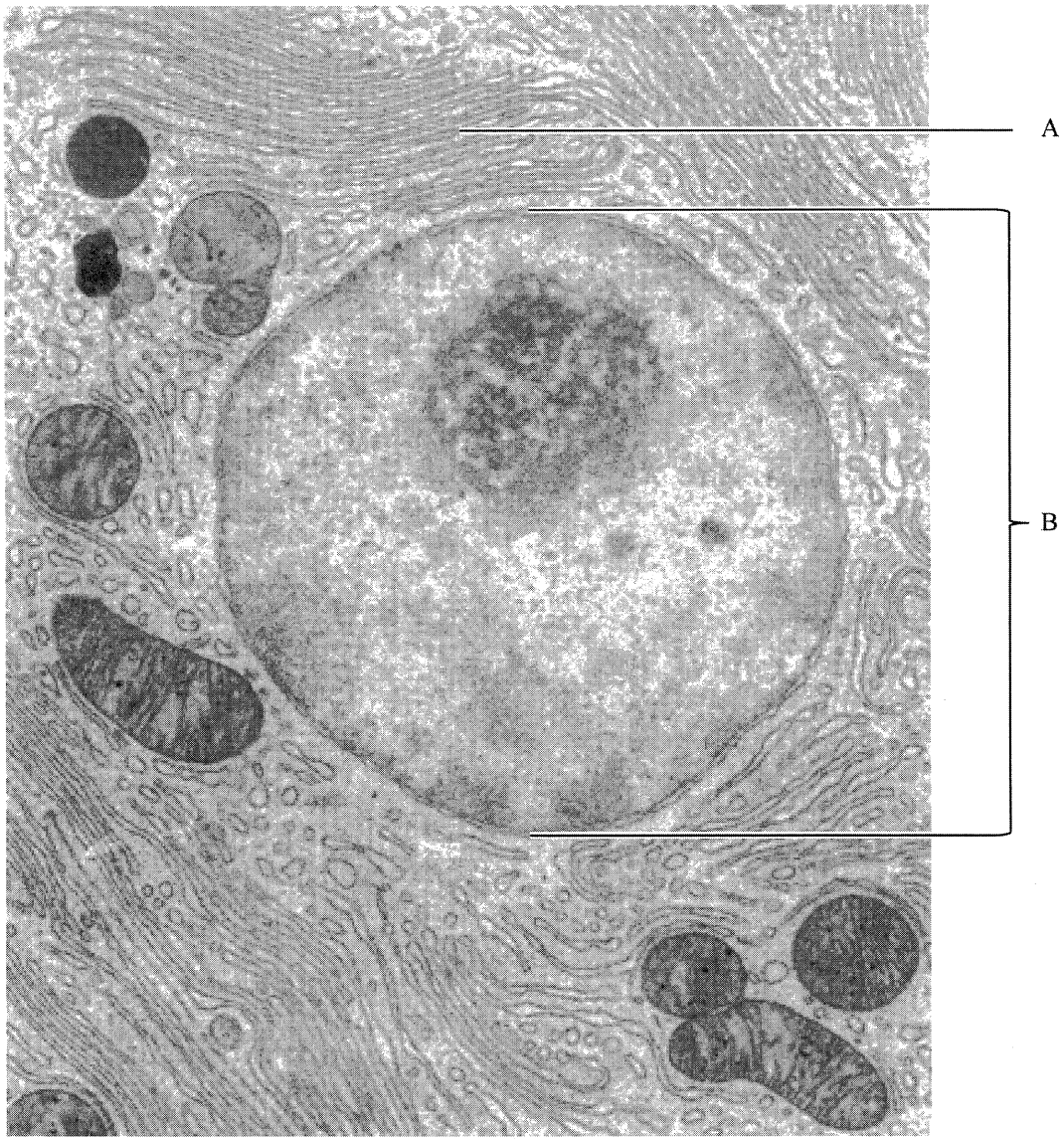
胰島素是分泌性蛋白質。製造它的細胞需要較多粗糙內質網供核糖體合成及加工蛋白質，也需要線粒體供能；表中 R 同時有大量內質網及線粒體，所以選 C。

方法：先找產物去向，再連接細胞器的分工。

評分依據：HKDSE 生物 2013 年 卷一甲部 原第 2 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

例 2 [HKDSE 生物 2017 年 卷一乙部 原第 4 題]

4. 對頁的電子顯微照片顯示某人類細胞的一些構造。



(a) 標示 A 和 B。 (2 分)

A: ..... B: .....

(b) 電子顯微照片顯示細胞週期的哪個階段？提供一項理由以支持你的答案。(2 分)

(c) 該細胞取自胰臟。A 和 B 如何配合以令這細胞發揮其功能？ (4 分)

解答 **(a)；原評分 2 分**

A：內質網；B：細胞核。

A 是細胞核周邊的膜狀網絡，本圖可見粗糙內質網的特徵；B 由核膜包圍，內含遺傳物質。標註要跟隨引線終點，不要因線粒體也有摺膜就把兩者混淆。

(b)；原評分 2 分

間期；DNA 呈鬆散染色質狀態，沒有凝縮成清晰可見的染色體。

間期仍進行旺盛代謝、基因表達和生長。圖中核的組織完整，未見分離中的染色體，支持間期。不能把『看不到染色體』說成細胞沒有 DNA。

方法：先找產物去向，再連接細胞器的分工。

(c)；原評分 4 分

細胞核的基因先轉錄成 mRNA，mRNA 離開核後由粗糙內質網附著的核糖體翻譯，形成蛋白質激素或消化酶供分泌。

這是信息到功能的合作：B 保存相應基因→轉錄 mRNA→mRNA 到細胞質→A 表面的核糖體合成蛋白質。蛋白質再經膜系統加工運送。胰臟分泌的胰島素及多種消化酶都是蛋白質，但不要把『全部激素』都說成蛋白質。

評卷報告提醒（原資料第 3 頁）

辨認細胞週期要引用照片可見的證據。解釋胰腺細胞構造的配合時，要把基因轉錄、RNA 到細胞質、蛋白質合成與分泌的先後關係連起來。

評分依據：HKDSE 生物 2017 年 卷一乙部 原第 4 題官方評卷參考，原資料第 3 頁。

針對練習

1. [HKDSE 生物 2012 年 卷一甲部 原第 1 題]

提示：先找產物去向，再連接細胞器的分工。

以下哪種組織類別具有最多線粒體？

A. 氣囊壁
B. 微血管壁
C. 淋巴管內壁
D. 小腸內壁

✓ **答案** D

解析 **答案：D**

線粒體進行需氧呼吸，為細胞提供 ATP。小腸內壁的吸收細胞需進行主動運輸，能量需求較高，因此四種組織中它具有較多線粒體。氣囊壁和微血管壁主要讓氣體或其他物質被動擴散，不以大量主動運輸為主要功能。

評分依據：HKDSE 生物 2012 年 卷一甲部 原第 1 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

2. [HKDSE 生物 2014 年 卷一甲部 原第 23 題]

提示：先找產物去向，再連接細胞器的分工。

以下哪種細胞具最高密度的線粒體？

A. 根毛細胞
B. 葉表皮細胞
C. 海綿葉肉細胞
D. 柵狀葉肉細胞

✓ **答案** A

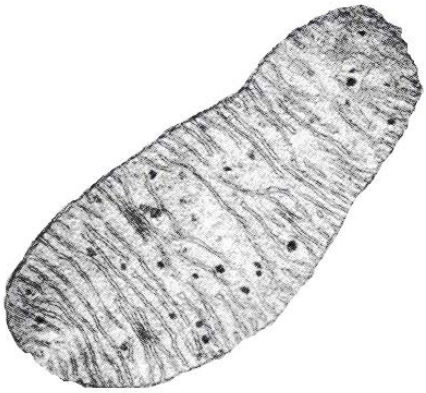
解析 **答案：A**

根毛細胞需要逆濃度梯度主動吸收礦物質離子，需較多 ATP，故線粒體密度較高。柵狀葉肉細胞有很多葉綠體，但葉綠體多不能直接等同線粒體最多。

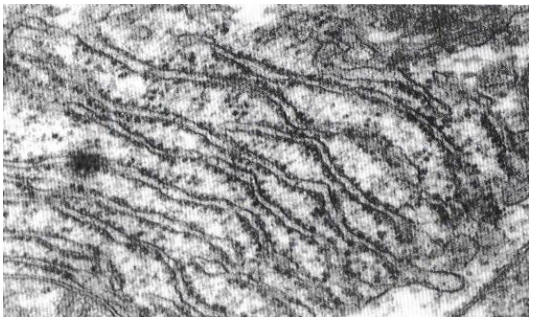
評分依據：HKDSE 生物 2014 年 卷一甲部 原第 23 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

3. [HKDSE 生物 樣本卷 卷一甲部 原第 2 題]
提示：先找產物去向，再連接細胞器的分工。

指引： 參考以下電子顯微照片和圖表，解答 1 和 2 兩題。照片顯示真核細胞的兩種亞細胞構造 (P 和 Q)，圖表則顯示這兩種構造在人體四類細胞中的相對數量。



P



Q

細胞類型	構造 P	構造 Q
1	++++	+++
2	++++	+
3	+	+
4	–	–

圖例：「+」的數目代表該構造的相對數量
「–」代表沒有該構造

下列哪項可在構造 P 中找到？

(1) ATP
(2) 酶
(3) 糖原

A. 只有 (1)
B. 只有 (1) 和 (2)
C. 只有 (2) 和 (3)
D. (1)、(2) 和 (3)

✓ **答案** B

解析 **答案：B**

照片中 P 有雙層膜和內膜摺成的嵴，可辨認為線粒體。線粒體參與需氧呼吸，含有催化反應的酶，亦能形成 ATP，所以 (1)、(2) 正確。糖原顆粒主要儲存在細胞質中，不能因為呼吸需要有機受質，就把儲存糖原的位置放進線粒體，故排除 (3)。

評分依據：HKDSE 生物 樣本卷 卷一甲部 原第 2 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

4. [HKDSE 生物 2019 年 卷一甲部 原第 15 題]
提示：先找產物去向，再連接細胞器的分工。

15. 以下哪項 / 些有關人類紅血細胞的描述是正確的？

(1) 因為沒有細胞核，它們不能合成酶或蛋白質作修補之用。
(2) 當血紅蛋白耗盡時，它們就會失去功能。
(3) 因為沒有線粒體，它們沒有能量的供應。

A. 只有 (1)
B. 只有 (2)
C. 只有 (1) 和 (3)
D. 只有 (2) 和 (3)

✓ **答案** A

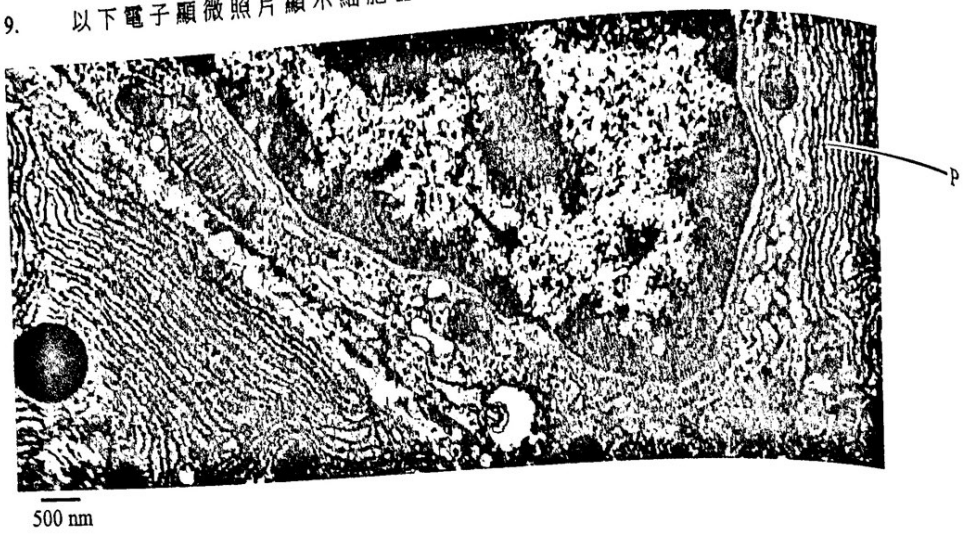
解析 **答案：A**

成熟紅血球缺乏細胞核，不能正常持續合成所需蛋白質作自我修補，(1)正確。血紅蛋白不是像燃料般使用後便耗盡；沒有線粒體也不代表不能靠糖酵解獲得能量，因此只有(1)，選 A。

評分依據：HKDSE 生物 2019 年 卷一甲部 原第 15 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

5. [HKDSE 生物 2020 年 卷一甲部 原第 9 題]
提示：先找產物去向，再連接細胞器的分工。

9. 以下電子顯微照片顯示細胞器 P：



以下哪項可能由胰臟細胞的細胞器 P 產生？

(1) 澱粉酶
(2) 胰島素
(3) 脂肪酶

A. 只有 (1) 和 (2)
B. 只有 (1) 和 (3)
C. 只有 (2) 和 (3)
D. (1)、(2) 和 (3)

✓ **答案** D

解析 **答案：D**

先沿 P 的指示線辨認膜上帶有小點的層疊構造：這是粗糙內質網，小點是核糖體。要符合題目，所選物質既要由胰臟細胞產生，也要屬於可經蛋白質合成及分泌途徑形成的物質。

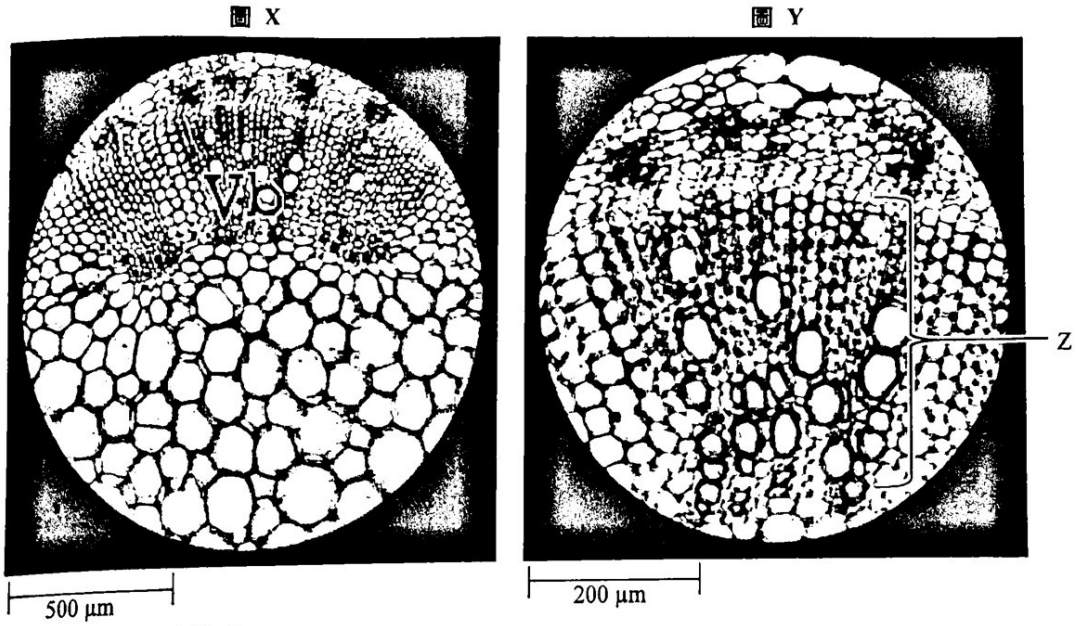
澱粉酶和脂肪酶是消化酶，胰島素是肽類激素；三者都屬蛋白質，也都可由胰臟相應細胞產生，所以選 D。胰臟同時有把消化酶送入消化道的外分泌部分，以及把胰島素送入血液的內分泌部分。不能因胰島素不是消化酶，就把它排除；本題也沒有說同一個胰臟細胞必定同時產生三者。

評分依據：HKDSE 生物 2020 年 卷一甲部 原第 9 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

6. [HKDSE 生物 2020 年 卷一甲部 原第 24 題]

提示：先找產物去向，再連接細胞器的分工。

指示： 參考以下顯微照片，解答第 22 至 24 題。照片顯示顯微鏡觀察下的某植物的莖部切面。以較高倍數觀察，圖 X 的維管束 (Vb) 所得的影像如圖 Y 所示：



圖例： Vb = 維管束

24. 以下哪個構造可以在圖 Y 所示的所有細胞內找到？

A. 液泡
B. 細胞壁
C. 細胞質
D. 細胞膜

✓ **答案** B

解析 **答案：B**

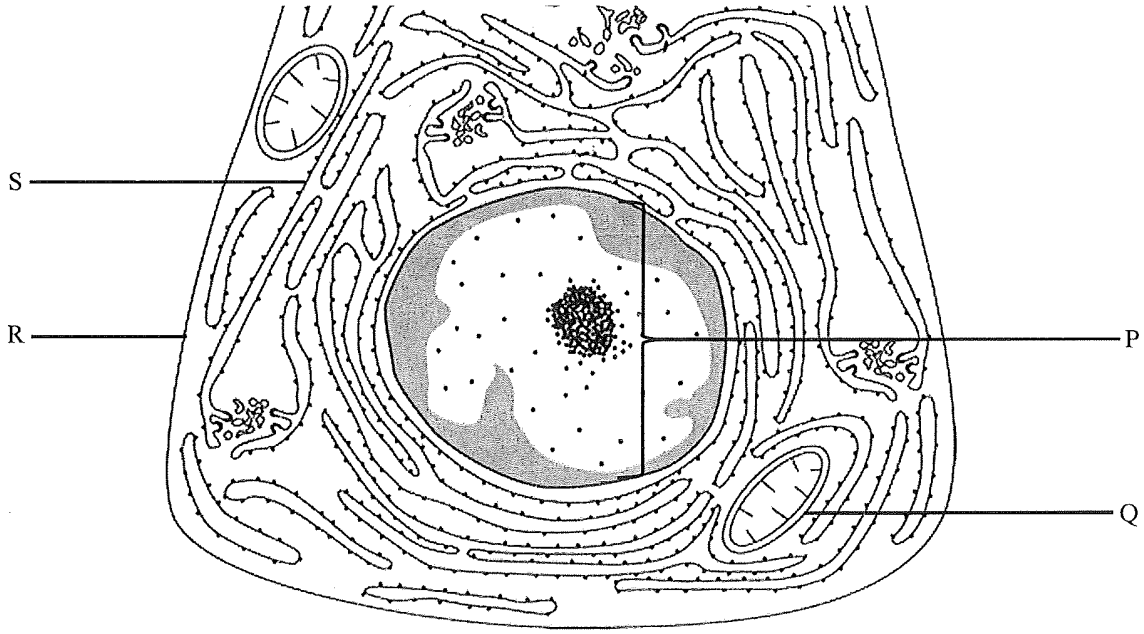
題目問圖 Y「所有」細胞共同具有甚麼，必須把成熟木質部導管也包括。成熟導管已失去細胞質、細胞膜和液泡等活細胞內容物，留下厚而木質化的細胞壁，讓水在中空管腔流動。

周圍活的植物細胞也有細胞壁，因此 B 是共同構造。不能只背「植物細胞有液泡、膜和細胞質」，而忽略圖內有已死亡並特化的導管細胞。

評分依據：HKDSE 生物 2020 年 卷一甲部 原第 24 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

7. [HKDSE 生物 2023 年 卷一甲部 原第 2 題]
提示：先找產物去向，再連接細胞器的分工。

ections: Questions 1 to 3 refer to the schematic diagram below, which shows part of a pancreas cell:



If the pancreas cell is supplied with radioactively labelled amino acids, which of the following cellular components is likely to have an increase in radioactivity first?

A. P
B. Q
C. R
D. S

✓ **答案** D

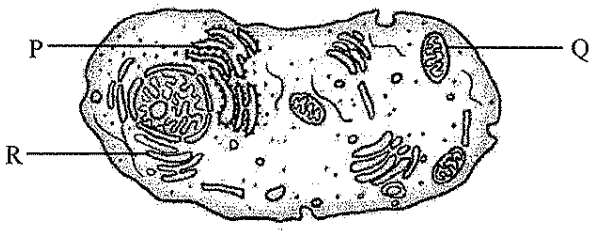
解析 **答案：D**

新吸收的氨基酸先在核糖體合成蛋白質。胰細胞大量製造分泌蛋白，附於粗糙內質網 S 的核糖體會率先把標記氨基酸接入多肽，所以 S 最先增加放射性。

評分依據：HKDSE 生物 2023 年 卷一甲部 原第 2 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

8. [HKDSE 生物 練習卷 卷一甲部 原第 3 題]
提示：先找產物去向，再連接細胞器的分工。

下圖顯示一個動物細胞及其部分細胞器：



在一個分泌酶的細胞內，哪些標註構造是特別多的？

A. 只有 P 和 Q
B. 只有 P 和 R
C. 只有 Q 和 R
D. P、Q 和 R

✓ **答案** A

解析 **答案：A**

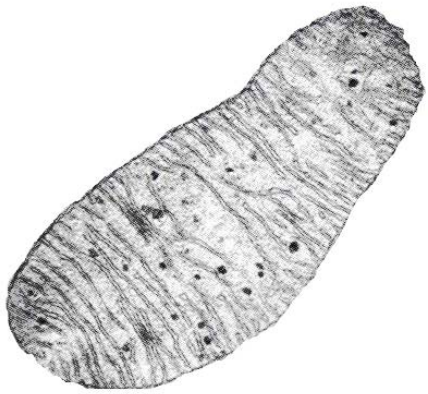
P 為粗糙內質網，其核糖體合成分泌蛋白，Q 為線粒體，提供合成及分泌所需 ATP，因此兩者特別多。R 所指是未附核糖體的平滑內質網區域，主要與脂質等代謝相關，不能把它誤當右方的高爾基體；分泌酶是蛋白質，故選 P 和 Q。

評分依據：HKDSE 生物 練習卷 卷一甲部 原第 3 題官方評卷參考，原資料第 2 頁。

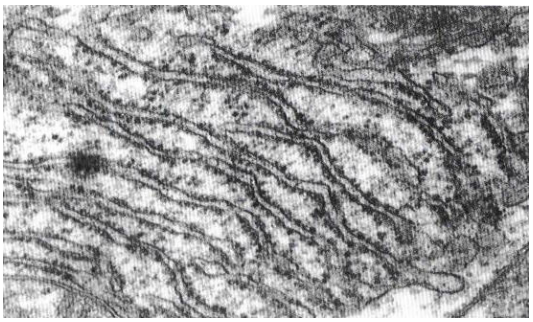
9. [HKDSE 生物 樣本卷 卷一甲部 原第 1 題]

← 提示：先找產物去向，再連接細胞器的分工。

指引： 參考以下電子顯微照片和圖表，解答 1 和 2 兩題。照片顯示真核細胞的兩種亞細胞構造 (P 和 Q)，圖表則顯示這兩種構造在人體四類細胞中的相對數量。



P



Q

細胞類型	構造 P	構造 Q
1	++++	+++
2	++++	+
3	+	+
4	–	–

圖例：「+」的數目代表該構造的相對數量
「–」代表沒有該構造

肺泡的上皮細胞內的構造 P 和 Q 的相對數量最可能與下列哪類細胞的近似？

A. 細胞類型 1
B. 細胞類型 2
C. 細胞類型 3
D. 細胞類型 4

✓ **答案** C

解析 **答案：C**

P 是線粒體，Q 是粗糙內質網。肺泡氣體交換主要靠擴散，細胞毋須為氣體交換消耗大量 ATP，也不是大量分泌蛋白質的細胞，因此兩種構造相對較少，最接近類型 3。類型 1、2 的線粒體較多，較配合耗能活動強的細胞；類型 4 兩者皆無，則不符合正常有核肺泡上皮細胞。

評分依據：HKDSE 生物 樣本卷 卷一甲部 原第 1 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

10. [HKDSE 生物 2023 年 卷一乙部 原第 2 題]

提示：先找產物去向，再連接細胞器的分工。

All cells are derived from stem cells. They undergo differentiation in which the cells change in form and shape which enable them to perform specialised functions.

(a) It is found that the lens of the eye is composed of cells without organelles. If the organelles of these cells had not been degraded during differentiation, describe how the functioning of the lens would have been affected. (2 marks)

(b) Suggest a type of plant cell which also experiences degradation of cellular components during differentiation. Explain the significance of the degradation to the function of the cell type. (2 marks)

✓ **答案** 各小問的答案、推理及相應分值依原題順序列於下方。

解析 **a；原評分 2 分**

保留細胞器會散射或阻擋光線，使晶狀體不夠透明，在視網膜形成的影像較模糊。

晶狀體需要讓光線有規律地透過並折射聚焦。若內部仍有大量細胞器，不同界面會散射光，部分光亦被阻擋，因此影像清晰度下降。應把細胞結構變化連到光的路徑和成像。

b；原評分 2 分

木質部導管；細胞內容物退化後形成中空管道，降低水流阻力。

導管成熟時原生質等細胞內容物消失，並連成連續管道，使水不必穿過一連串細胞質而能順暢流動。篩管減少細胞器以降低蔗糖運輸阻力亦可接受。

評卷報告提醒（原資料第 4 頁）

木質部和韌皮部是組織；要求某種細胞時，應寫導管或篩管。根毛沒有葉綠體不等於葉綠體曾在分化中被降解。

評分依據：HKDSE 生物 2023 年 卷一乙部 原第 2 題官方評卷參考，原資料第 3 頁。

I.c 物質跨膜運輸

先讀「知 I.c」的知識與圖，再沿本節各題型練習。每道例題保留完整原題與解說，後續練習按整題要求逐步增加資料整合。

題型 1 比較擴散、載體運輸與能量需求

綜合程度 ★★★☆☆

知識梳理

① 氧由高濃度處淨擴散到低濃度處；有些分子須經膜蛋白才能通過。若細胞內某離子濃度較高，仍要繼續由外面攝取，便需要能量支持逆濃度梯度運輸。

② 水穿膜的滲透與木質部整股液體流動不同。每次判斷都要同時看運輸方向、膜蛋白和能量，不能只憑有沒有蛋白質。

點石成金　先畫出細胞內外及濃度，再比較淨移動方向；最後檢查是否有載體和代謝能量的證據。

例 1 [HKDSE 生物 2015 年 卷一甲部 原第 2 題]

以下哪個過程需要代謝能量？

A. 葡萄糖穿越迴腸上皮
B. 二氧化碳穿越氣囊壁
C. 氧進入葉肉細胞
D. 水分沿着木質部移動

解答 **答案：A**

葡萄糖由迴腸腔進入上皮細胞可經需要能量供應的主動運輸，因此符合題問。氣體跨薄壁的淨移動可由擴散進行；水沿木質部的流動主要由蒸騰拉力帶動。要把運輸物質、經過的構造與所用機制一起判斷。故選 A。

方法：先比較內外濃度，再判斷移動及能量需求。

評分依據：HKDSE 生物 2015 年 卷一甲部 原第 2 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

例 2 [HKDSE 生物 2019 年 卷一甲部 原第 8 題]

8. 就各種跨越細胞膜轉運方法的所需條件而言，以下哪個組合是正確的？

	所需條件		
	能量輸入	膜蛋白	濃度梯度
A.	吞噬作用	主動轉運	滲透作用
B.	擴散作用	滲透作用	主動轉運
C.	主動轉運	吞噬作用	吞噬作用
D.	滲透作用	擴散作用	擴散作用

解答 **答案：A**

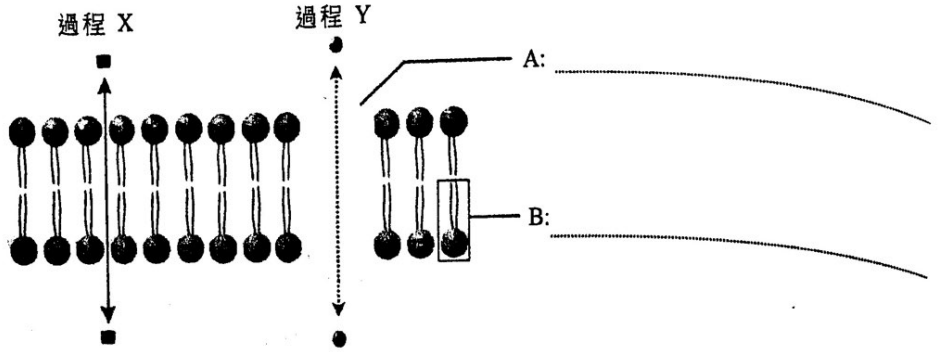
吞噬作用需要能量，主動運輸需要膜運輸蛋白，滲透涉及由兩側條件差異造成的水分淨移動；A 的一整列正確。簡單擴散本身不需要細胞代謝提供能量，主動運輸也不以順濃度梯度為必要條件。

方法：先比較內外濃度，再判斷移動及能量需求。

評分依據：HKDSE 生物 2019 年 卷一甲部 原第 8 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

例 3 [HKDSE 生物 2020 年 卷一乙部 原第 4 題]

下圖顯示細胞膜和一些物質穿越細胞膜的活動：



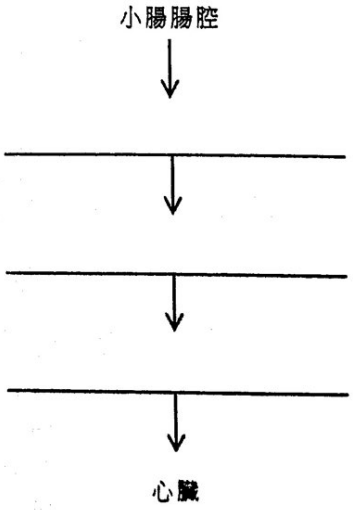
(a) 標記構造 A 和 B。 (2 分)

(b) X 和 Y 代表物質穿過細胞膜的兩種不同過程。

(i) 舉出一種人體藉過程 X 吸收的消化產物。 (1 分)

(ii) 舉出一種人體藉過程 Y 吸收的消化產物。 (1 分)

(iii) 藉過程 X 吸收的消化產物會由小腸運輸至心臟。完成下面流程圖以顯示這運輸所涉及的管道。 (3 分)



方法：先比較內外濃度，再判斷移動及能量需求。

解答 **a；原評分 2 分**

A：蛋白質；B：磷脂。

B 框出具有親水頭部與疏水尾部的單一膜分子，應寫「磷脂」，不把整個雙層都當成 B。A 為與另一運輸途徑相連的膜蛋白質構造。

b(i)；原評分 1 分

脂肪酸。

X 的箭頭穿過磷脂部分，題目採用脂肪消化產物可經脂質部分通過的高中模型。可選脂肪酸，評卷參考亦接受甘油。必須回答消化後的小分子，不能寫未經消化的脂肪、脂類或油滴。

b(ii)；原評分 1 分

葡萄糖。

葡萄糖是澱粉等碳水化合物消化後的單糖，需要適當膜蛋白幫助跨膜，符合 Y。氨基酸也是可接受例子。只看圖中的雙向箭頭，尚不能斷言 Y 必定是主動運輸；這一問要的是可經該途徑吸收的消化產物。

b(iii)；原評分 3 分

小腸腸腔 → 乳糜管 → 淋巴管 → 鎖骨下靜脈 → 心臟。

這一問接續 X 的脂肪吸收途徑，先進入絨毛內的乳糜管，再由淋巴管運送，最後匯入靜脈血液而回到心臟。題目要求三個管道空格，依次填乳糜管、淋巴管、鎖骨下靜脈。不要改走葡萄糖及氨基酸主要使用的微血管—肝門靜脈路線。實際脂肪在上皮細胞內可重新組合及包裝，本題流程集中於吸收後的長距離運輸。

評分依據：HKDSE 生物 2020 年 卷一乙部 原第 4 題官方評卷參考，原資料第 3、4 頁。

針對練習

1. [HKDSE 生物 2013 年 卷一甲部 原第 5 題]

提示：先比較內外濃度，再判斷移動及能量需求。

以下哪項關於膜蛋白功能的描述是**錯誤**的？

A. 有些膜蛋白作爲識別細胞的抗原。
B. 有些膜蛋白作爲細胞代謝作用中的酶。
C. 有些膜蛋白充當屏障，阻止某些物質進入。
D. 有些膜蛋白充當載體，用以跨膜運送某些物質。

✓ **答案** C

解析 **答案：C**

膜的主要疏水屏障來自磷脂雙層的內部，不能把阻擋多種物質自由通過的基本屏障說成由膜蛋白構成。膜蛋白可作細胞識別標記、酶或運輸載體，因此 A、B、D 均為合適功能。

評分依據：HKDSE 生物 2013 年 卷一甲部 原第 5 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

2. [HKDSE 生物 2014 年 卷一甲部 原第 2 題]

提示：先比較內外濃度，再判斷移動及能量需求。

以下哪項事件並**不**涉及膜蛋白的作用？

A. 傳遞神經脈衝跨越突觸
B. 小腸吸收葡萄糖
C. 血紅蛋白轉運氧
D. 識別病原體

✓ **答案** C

解析 **答案：C**

血紅蛋白位於紅血細胞內的細胞質中，與氧結合的功能不依靠膜蛋白。突觸傳遞涉及膜上受體，小腸吸收葡萄糖涉及膜載體，病原體識別也涉及受體或表面分子，故 C 是例外。

評卷報告提醒（原資料第 1 頁）

突觸受體是膜蛋白，血紅蛋白則不是膜蛋白；不要把細胞內任何蛋白都歸作膜蛋白。

評分依據：HKDSE 生物 2014 年 卷一甲部 原第 2 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

3. [HKDSE 生物 2021 年 卷一甲部 原第 8 題]

提示：先比較內外濃度，再判斷移動及能量需求。

8. 以下哪項組合正確列出滲透及擴散都需要的條件？

	濃度梯度	能量供應	選透性膜
A.	是	否	是
B.	是	否	否
C.	否	是	是
D.	否	是	否

✓ **答案** B

解析 **答案：B**

擴散與滲透都來自分子的隨機運動，不需要由呼吸作用提供 ATP。存在相應梯度時才有淨移動；但選擇性透膜是滲透的必要條件，普通擴散亦可在沒有膜的空間發生。因此共同條件是有梯度、毋須能量供應，而不是都必須有膜。故選 B。

評分依據：HKDSE 生物 2021 年 卷一甲部 原第 8 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

4. [HKDSE 生物 樣本卷 卷一乙部 原第 1 題]

提示：先比較內外濃度，再判斷移動及能量需求。

因應欄 1 所列的每一個生物過程，從欄 2 選出**一種**能解釋該過程的膜運輸機制。將適當的英文字母寫在提供的空位內。 (2 分)

欄 1		欄 2
紅血細胞置於 0.1% 氯化鈉溶液而出現溶血作用	.....	A. 主動運輸 B. 擴散作用 C. 滲透作用 D. 吞噬作用
紅血細胞攝入氧	.....	

✓ **答案** 各小問的答案、推理及相應分值依原題順序列於下方。

解析 **第一行；原評分 1 分**

C，滲透作用。

0.1% 氯化鈉溶液的水勢比紅血細胞內高，水經細胞膜淨移入細胞。紅血細胞沒有細胞壁阻止它過度膨脹，因而可能破裂，出現溶血。所配對的機制是水跨選擇透膜的滲透，並非紅血細胞主動吸入鹽。

第二行；原評分 1 分

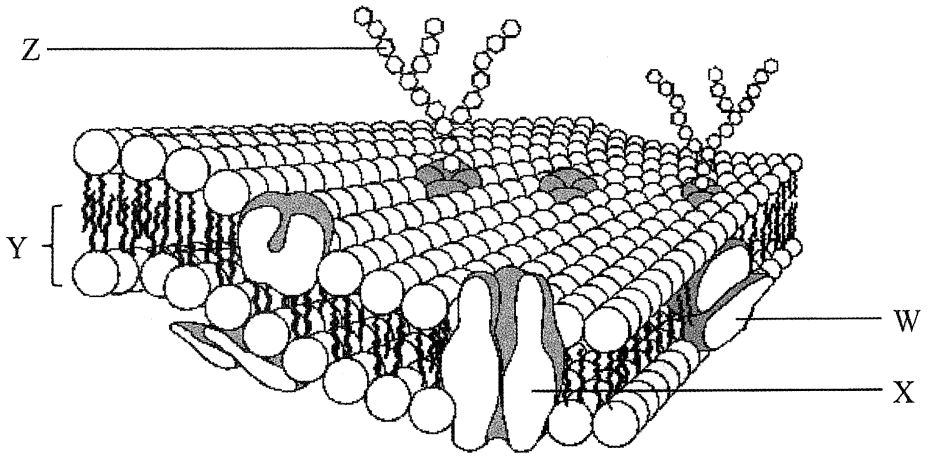
B，擴散作用。

氧分子可由較高氧濃度一方穿過細胞膜，到較低氧濃度的細胞內；這個過程不需要細胞額外供應 ATP。滲透專指水的淨移動，不能用來稱呼氧進入細胞。

評分依據：HKDSE 生物 樣本卷 卷一乙部 原第 1 題官方評卷參考，原資料第 2 頁。

5. [HKDSE 生物 2016 年 卷一甲部 原第 2 題]
提示：先比較內外濃度，再判斷移動及能量需求。

指示： 參考以下示意圖，解答 1 和 2 兩題。下圖顯示細胞膜的構造：



若這細胞膜位於小腸內壁，氨基酸的吸收最有可能是經由

A. W 進行。
B. X 進行。
C. Y 進行。
D. Z 進行。

✓ **答案** B

解析 **答案：B**

氨基酸帶有極性基團，不能像小分子脂溶性物質般容易穿越磷脂內部的疏水區。它由膜中的運輸蛋白協助吸收；圖中 X 是跨越雙層的蛋白質，所以選 B。先判斷被運輸物質的性質，再找能提供選擇性運輸途徑的結構。

評分依據：HKDSE 生物 2016 年 卷一甲部 原第 2 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

6. [HKDSE 生物 2018 年 卷一甲部 原第 36 題]
提示：先比較內外濃度，再判斷移動及能量需求。

以下哪個過程主要涉及滲透作用？

A. 水分沿着植物的木質部流動
B. 水汽經植物的氣孔離開
C. 在人體內，水分由組織液流至微血管
D. 在人體內，水分由組織液流至淋巴微細管

✓ **答案** C

解析 **讀題與方法**

滲透須涉及水通過選擇性透膜的淨移動，不是所有水的運輸都叫滲透。

答案：C

在本題採用的組織液交換模型中，血漿蛋白保留在血管內所造成的水勢差，與水由組織液回到微血管的滲透作用有關，因此 C 最符合題意。 水沿木質部是整體流動；水蒸氣經氣孔散失屬氣體擴散；組織液進入淋巴微管主要與壓力差及其入口構造有關。這些過程不能只因都涉及水就全部稱為滲透。故選 C。

易錯處

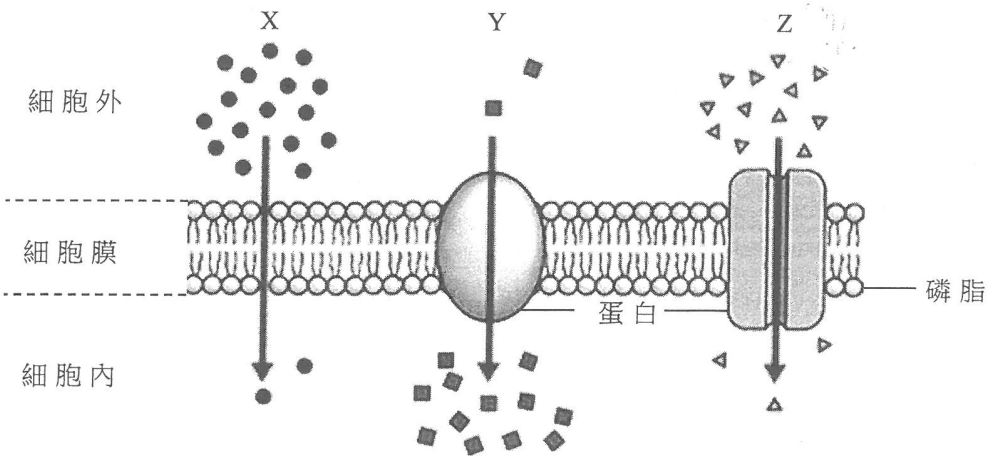
看到「水」便套用滲透，漏看是否有選擇性透膜及水勢差。

評分依據：HKDSE 生物 2018 年 卷一甲部 原第 36 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

7. [HKDSE 生物 2022 年 卷一甲部 原第 1 題]

提示：先比較內外濃度，再判斷移動及能量需求。

1. 下圖顯示物質穿越細胞膜的三種不同途徑：



以下哪個組合正確配對物質及其穿越細胞膜的相應途徑？

	X	Y	Z
A.	氧	葡萄糖	水
B.	葡萄糖	水	氧
C.	水	氧	葡萄糖
D.	水	葡萄糖	氧

✓ **答案** A

解析 **答案：A**

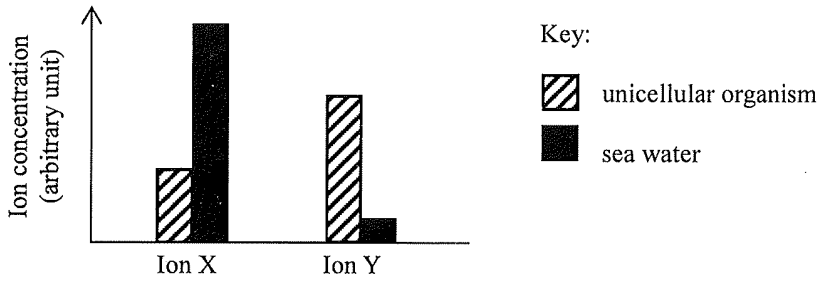
先看物質通過哪裏，再看濃度方向。X 直接穿過磷脂雙層，適合氧這類小而非極性的分子；Y 經膜蛋白由低濃度一側到高濃度一側，表示葡萄糖的主動運輸；Z 經通道由水濃度較高的一側移往較低的一側，表示水經通道進行滲透。因此三者依次是氧、葡萄糖、水。

評分依據：HKDSE 生物 2022 年 卷一甲部 原第 1 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

8. [HKDSE 生物 2023 年 卷一甲部 原第 31 題]

提示：先比較內外濃度，再判斷移動及能量需求。

The graph below shows the concentration of ions in a unicellular organism and the sea water surrounding it:



Which of the following is most likely to occur in order to maintain the conditions shown in the above graph?

A. Ion X moves out of the organism by diffusion.
B. Ion X moves into the organism by active transport.
C. Ion Y moves into the organism by active transport.
D. Ion Y moves out of the organism by active transport.

✓ **答案** C

解析 **答案：C**

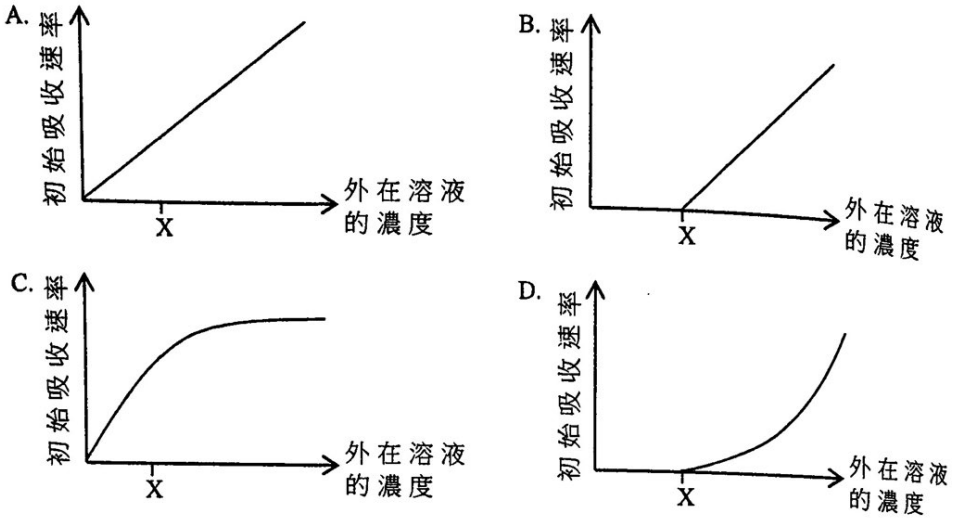
Y 在細胞內濃度高、海水中濃度低。要維持此差異，細胞需把 Y 由低濃度海水主動運入高濃度細胞，逆濃度梯度移動。單靠擴散會使濃度差減小。

評分依據：HKDSE 生物 2023 年 卷一甲部 原第 31 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

9. [HKDSE 生物 2019 年 卷一甲部 原第 11 題]

提示：先比較內外濃度，再判斷移動及能量需求。

11. 用一種分子體積細小的溶質，製備不同濃度的溶液，再將一些植物細胞浸於各溶液中。以下哪一幅圖顯示以擴散作用吸收該溶質的初始速率？(註：X 是植物細胞內該溶質的濃度。)



✓ **答案** B

解析 **答案：B**

當外界濃度等於 X，沒有向內的淨濃度梯度；高於 X 後，向內淨擴散隨濃度差增加。在題目的簡化模型下，B 由 X 開始上升，最符合題意；不能畫成外濃度為零時仍有正的淨吸收。

評分依據：HKDSE 生物 2019 年 卷一甲部 原第 11 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

10. [HKDSE 生物 練習卷 卷一乙部 原第 11 題]

提示：先比較內外濃度，再判斷移動及能量需求。

已消化的食物會被吸收到絨毛的上皮細胞內。

(a) 參考細胞膜的流動鑲嵌模型所展示的細胞膜結構，解釋以下各項：

(i) 脂肪酸(非極性分子)能擴散穿越細胞膜到上皮細胞內。 (2 分)

(ii) 氨基酸(極性分子)可以由腸腔被吸收到上皮細胞內，但不能擴散穿越上皮細胞膜回到腸腔。 (3 分)

(b) 寫出轉運葡萄糖穿越細胞膜的機制的名稱。指出這個機制和擴散作用的一項差異。 (2 分)

✓ **答案** 各小問的答案、推理及相應分值依原題順序列於下方。

解析 **a(i)；原評分 2 分**

細胞膜由磷脂雙層構成，內部為疏水環境；非極性的脂肪酸可溶入這個脂質區域，因而能經簡單擴散穿過膜。不是膜上有一個剛好容納任何脂肪酸的洞；要用分子的非極性與膜內部的性質相配解釋。

a(ii)；原評分 3 分

氨基酸為極性分子，難溶於磷脂雙層的疏水內部，所以不能像非極性脂肪酸般直接穿過雙層。吸收需特定跨膜運輸蛋白，利用相應梯度或能量耦聯把氨基酸移入上皮細胞；磷脂層本身阻止其自由漏回腸腔。

舊評分把通道／載體概括為單向運輸，不能普遍背誦：許多膜蛋白的淨運輸方向由電化學梯度及耦聯決定。本題能確定的是極性分子不能自由穿脂雙層，且有蛋白協助其吸收。

b；原評分 2 分

主動運輸；它需要能量支持，可逆濃度梯度移動物質，而簡單擴散不需代謝能量，淨移動沿濃度梯度。

小腸頂端吸收葡萄糖可由鈉梯度耦聯的次級主動運輸完成；官方亦接受易化擴散及其需載體而簡單擴散不需載體的比較，對應其他膜面。寫出一種機制後，差異必須與該機制相配。

評卷報告提醒（原資料第 2、6、10 頁）

三份表現示例顯示：脂肪酸穿膜須連到非極性與磷脂雙層；不能說因分子小、有空隙或糖蛋白讓它穿過。氨基酸不能直接穿膜的原因是極性，不只是分子太大。

評分依據：HKDSE 生物 練習卷 卷一乙部 原第 11 題官方評卷參考，原資料第 7 頁。

題型 2 從膜通透性實驗判斷可成立的結論

綜合程度 ★★★☆☆

知識梳理

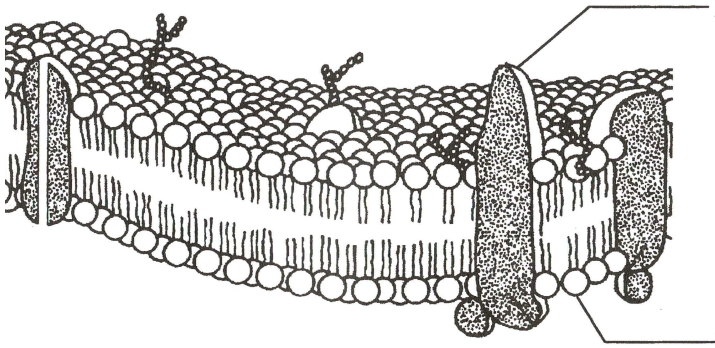
① 甜菜組織的色素若由細胞內漏到外液，外液顏色可作膜受損的間接指標；須控制組織大小、洗滌程度和處理時間。另一方面，量度整組細胞造成的液滴位移，只得到淨結果，不能據零位移斷定每個細胞都沒有交換水分。

② 要分清個別細胞的活動與整組平均結果。

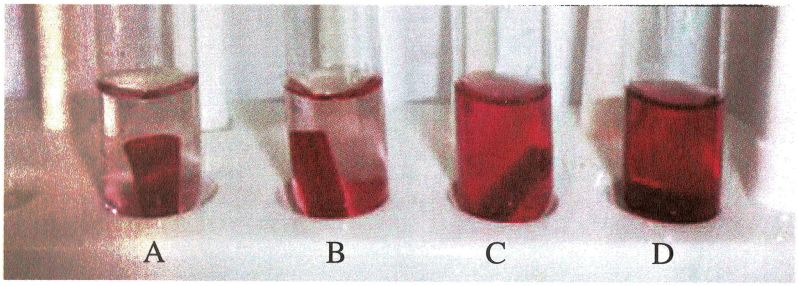
點石成金　先交代儀器量到甚麼，再列出從該量推到膜性質所需要的假設；額外照片可用來檢查假設。

例 1 [HKDSE 生物 2014 年 卷一乙部 原第 7 題]

(a) 以下是細胞膜的示意圖。在預留的空位上標示膜的組成部分 X 和 Y 。 (2 分)



(b) 紅菜頭細胞的液泡載有紅色色素。若細胞膜和液泡膜受到破壞，紅色色素會釋出細胞外。在一項探究中，嘉明將相同的紅菜頭組織的小圓柱放進四支試管內。每支試管盛有相同份量但不同濃度的酒精。以下照片顯示 30 分鐘後浸着紅菜頭圓柱的溶液的樣子：



(i) 根據以上的探究結果，推斷哪支試管盛有最高濃度的酒精。 (4 分)

(ii) 三小時後，嘉明發現各支試管內溶液的顏色深度變得一致。試為此提出一項解釋。 (2 分)

方法：先列直接量度的量，再判斷能推論甚麼。

解答　**a；原評分 2 分**

X：蛋白質；Y：磷脂。

X 嵌在膜內，Y 構成雙層的主要骨架；各 1 分。

b(i)；原評分 4 分

D，因酒精濃度最高。酒精破壞膜中的磷脂結構，使細胞膜及液泡膜的通透性增加，更多紅色色素由液泡外漏，故溶液最深色。

紅色色素主要儲存在液泡，離開細胞時需跨過液泡膜及細胞膜。不能把顏色深說成酒精令細胞製造更多色素。

b(ii)；原評分 2 分

若 3 小時後各組色素都已充分擴散，各管最後顏色相同。各組原有相同量甜菜根及相同體積溶液，可釋出的色素總量相同；酒精主要改變色素外漏的速率。

區分「同一時間誰較深」與「充分擴散後最終總量」。達到相同終點不代表一開始膜的通透性沒有差別。

評卷報告提醒（原資料第 3 頁）

色素外漏是擴散，非以滲透解釋；酒精破壞磷脂，改變到達平衡的速率，不改相同材料最終的色素總量。

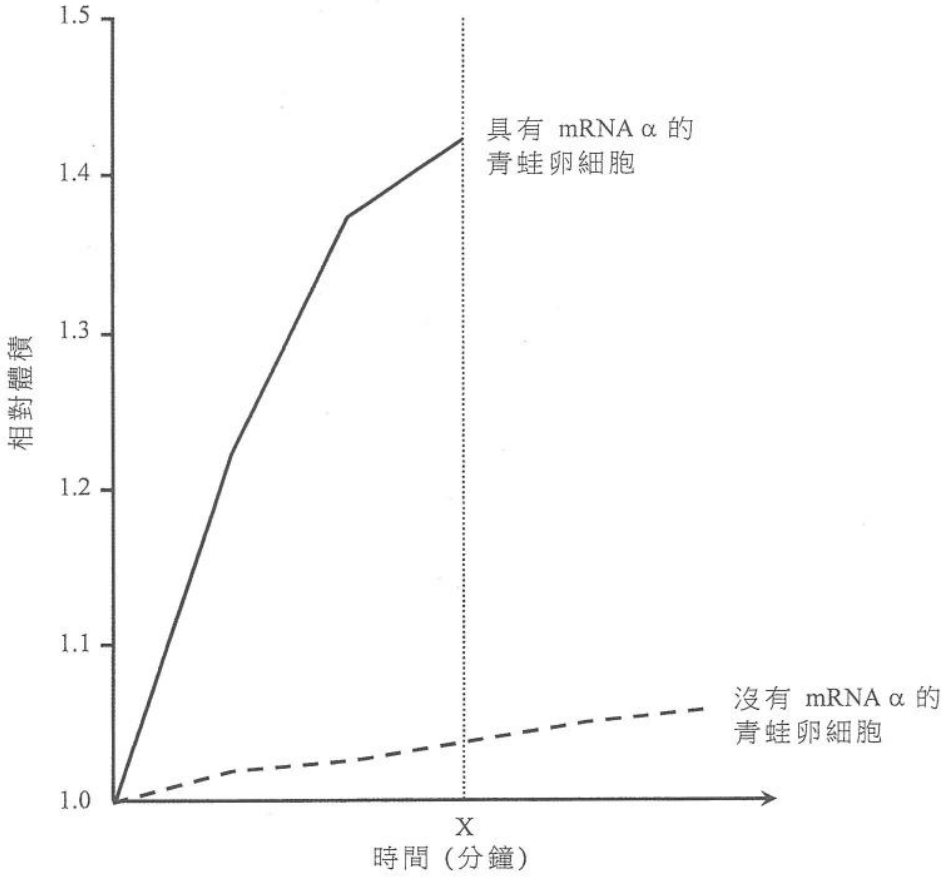
評分依據：HKDSE 生物 2014 年 卷一乙部 原第 7 題官方評卷參考，原資料第 4 頁。

例 2　[HKDSE 生物 2024 年 卷一乙部 原第 5 題]

在某項實驗中，從一個哺乳類動物細胞中分離出 mRNA α，然後將它注射入一個青蛙卵細胞。mRNA α 的表達最後導致蛋白 α 在青蛙卵的細胞膜上出現。

(a) 描述所注射的 mRNA α 如何導致蛋白 α 在青蛙卵的細胞膜上出現。　(3 分)

(b) 在另一項實驗中，將含有 mRNA α 的水或不含 mRNA α 的水，分別注射固定份量入兩個青蛙卵細胞，然後將這兩種青蛙卵細胞轉移至純水。這兩種青蛙卵細胞的相對體積 $\left(\frac{\text{新體積}}{\text{初始體積}}\right)$ 的變化如下圖所示：



(i) 為什麼當沒有 mRNA α 的青蛙卵細胞被移至純水後，其相對體積會增加？試加以解釋。 (2 分)

(ii) 根據兩種青蛙卵細胞在結果上的差異，推斷細胞膜上蛋白 α 的功能。 (3 分)

(iii) 試提出為什麼經過 X 分鐘後，再不能從具有 mRNA α 的青蛙卵細胞取得數據。 (1 分)

方法：先列直接量度的量，再判斷能推論甚麼。

解答 **a；原評分 3 分**

mRNA α 在粗糙內質網的核糖體上翻譯成多肽，多肽摺疊成蛋白 α，再被運送並嵌入細胞膜。

注入的是已形成的 mRNA，不必先轉錄一次。核糖體依密碼子次序連接氨基酸；蛋白摺疊取得特定形狀，經細胞內膜系統運送到細胞膜，成為膜蛋白。

b(i)；原評分 2 分

純水水勢高於卵細胞內部，水經細胞膜滲入，使體積增加。

細胞內有溶質，水勢較低；細胞膜容許水通過，因此即使沒有注入 mRNA α，仍會有水從外界高水勢處淨移入細胞。

b(ii)；原評分 3 分

蛋白 α 很可能是水通道蛋白，可提高細胞膜對水的透性。

注入 mRNA α 的卵細胞體積上升較快，在時間 X 的相對體積約 1.42，對照則約 1.04。相同外界水勢下，差別在新表達的蛋白 α；較快吸水支持 α 提供水通過膜的通道。這是沿水勢梯度的移動，不必推成主動運輸。

b(iii)；原評分 1 分

卵細胞吸水過多而爆破。

青蛙卵細胞沒有能抵抗膨脹的細胞壁；大量水快速進入後，膜破裂，便不能繼續量度原完整細胞的體積。

評卷報告提醒（原資料第 70 頁）

注入 mRNA 後先翻譯、摺疊並運送蛋白到膜；不能重新寫成轉錄。體積在短時間內增加是滲透吸水，不是細胞分裂；比較兩條曲線要看增大速率，再推到膜對水透性提高。

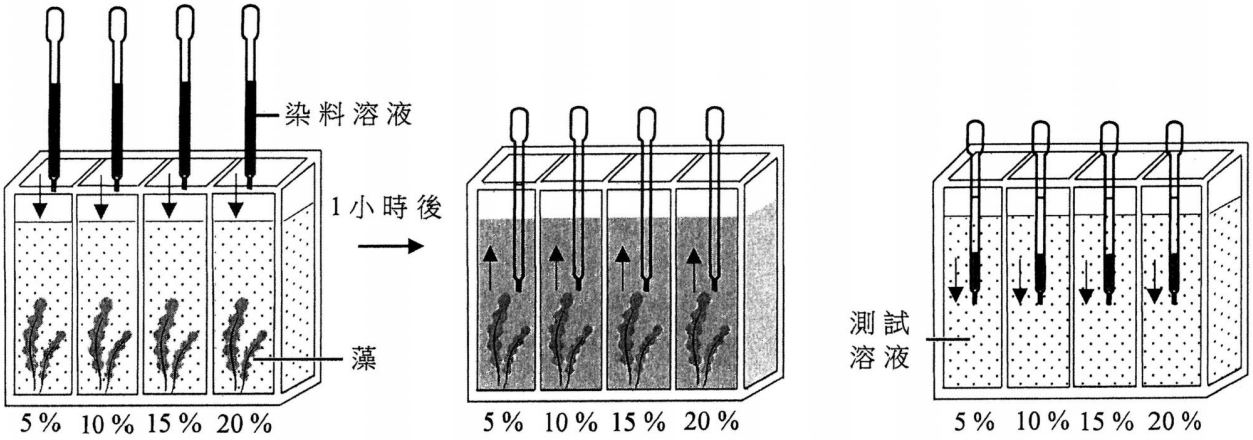
評分依據：HKDSE 生物 2024 年 卷一乙部 原第 5 題官方評卷參考，原資料第 52、53 頁。

針對練習

1. [HKDSE 生物 2025 年 卷一甲部 原第 13 題]

提示：先列直接量度的量，再判斷能推論甚麼。

指示： 參考一項某種藻類水勢的探究，解答第 12 至 14 題。該項探究的步驟如下所示：

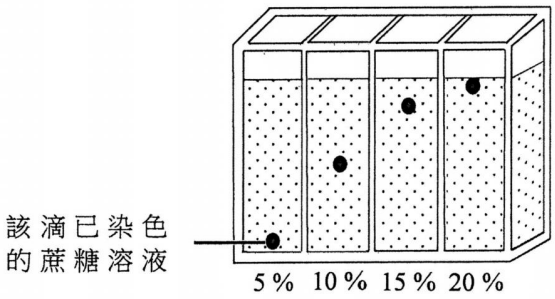


步驟 1：將藻類及數滴染料溶液加於不同濃度的蔗糖溶液中。

步驟 2：以滴管提取一滴已染色的蔗糖溶液。

步驟 3：設置與步驟 1 相同的裝置，但沒有加入藻。移送一滴已染色的蔗糖溶液至相應測試溶液的中心位置。

下圖顯示該滴已染色的蔗糖溶液於測試溶液中即時移動後的位置：



以下哪項應予進行以確認實驗結果？

A. 計算這種藻的表面積的百分比變化
B. 量度這種藻的乾質量的變化
C. 量度蔗糖溶液的液面變化
D. 以光學顯微鏡觀察這種藻的細胞外觀

✓ **答案** D

解析 **答案：D**

原實驗觀察的是染色液滴的移動，不是直接觀察細胞。用光學顯微鏡觀察藻細胞的外觀，可比較不同蔗糖濃度處理後，細胞是否出現與失水相關的構造變化，提供另一類證據，選 D。其餘選項沒有像 D 一樣直接檢查細胞層面的外觀。僅由整體大小或溶液層面的指標，不能直接看見細胞的質壁分離情況。

所用知識

確認滲透實驗時，可把外部溶液的變化與細胞本身的構造變化互相對照，避免單憑一項間接量度作結論。

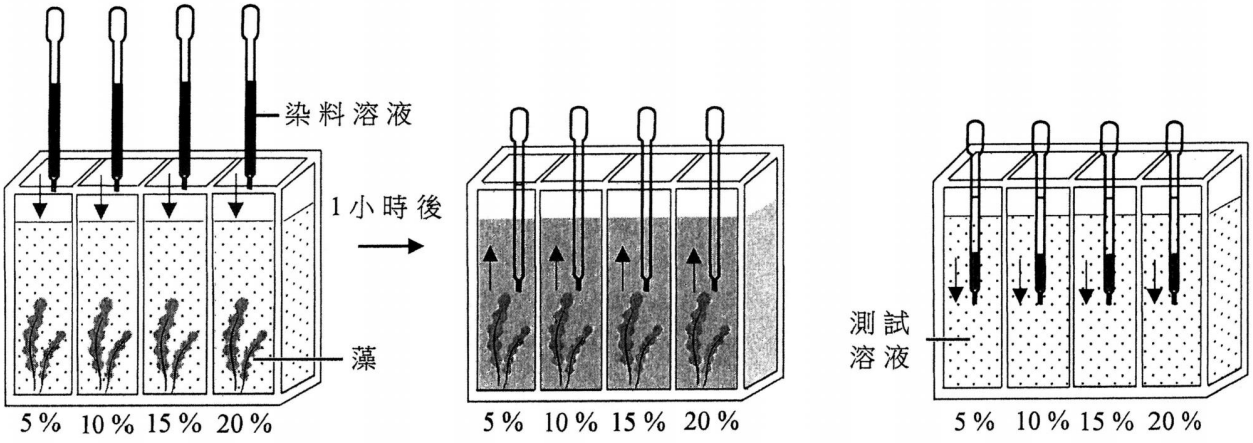
易錯處

顯微鏡觀察應比較各處理組，不能只看到一個細胞便代表整份藻的所有細胞。

評分依據：HKDSE 生物 2025 年 卷一甲部 原第 13 題官方評卷參考，原資料第 51 頁。

2. [HKDSE 生物 2025 年 卷一甲部 原第 12 題]
提示：先列直接量度的量，再判斷能推論甚麼。

指示： 參考一項某種藻類水勢的探究，解答第 12 至 14 題。該項探究的步驟如下所示：

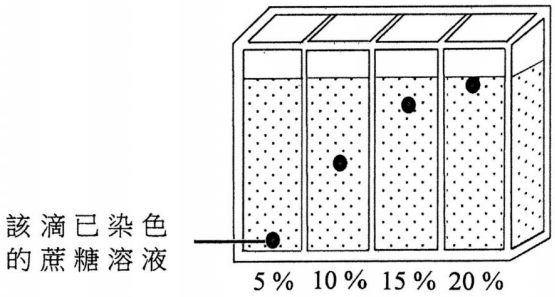


步驟 1：將藻類及數滴染料溶液加於不同濃度的蔗糖溶液中。

步驟 2：以滴管提取一滴已染色的蔗糖溶液。

步驟 3：設置與步驟 1 相同的裝置，但沒有加入藻。移送一滴已染色的蔗糖溶液至相應測試溶液的中心位置。

下圖顯示該滴已染色的蔗糖溶液於測試溶液中即時移動後的位置：



根據該滴已染色的蔗糖溶液於 10 % 測試溶液中即時移動後的位置，以下哪項 / 些陳述是正確的？

(1) 已染色的蔗糖溶液的密度最接近 10 % 蔗糖溶液的密度。
(2) 這種藻的所有細胞的水勢相當於 10 % 蔗糖溶液的水勢。
(3) 10 % 蔗糖溶液和這種藻的細胞之間，沒有水的淨移動。

A. 只有 (1)
B. 只有 (2)
C. 只有 (1) 和 (3)
D. 只有 (2) 和 (3)

✓ **答案** C

解析 **答案：C**

10% 一組的液滴留在接近中央的位置，表示已染色蔗糖溶液的密度最接近原來 10% 蔗糖溶液，(1)正確。按本實驗以溶液密度變化反映水分淨移動的判讀，這組沒有明顯水的淨移動，(3)正確。藻包含多個細胞，整體結果不能證明『所有細胞』水勢均恰好相同，所以(2)不成立。只有(1)和(3)，選 C；包含『所有細胞』推論的組合超出了量度所支持的範圍。

所用知識

染色液滴在相應測試溶液中的即時位置，是判斷兩種溶液相對密度的線索。整體無淨變化不能推出每個細胞的條件完全相同。

易錯處

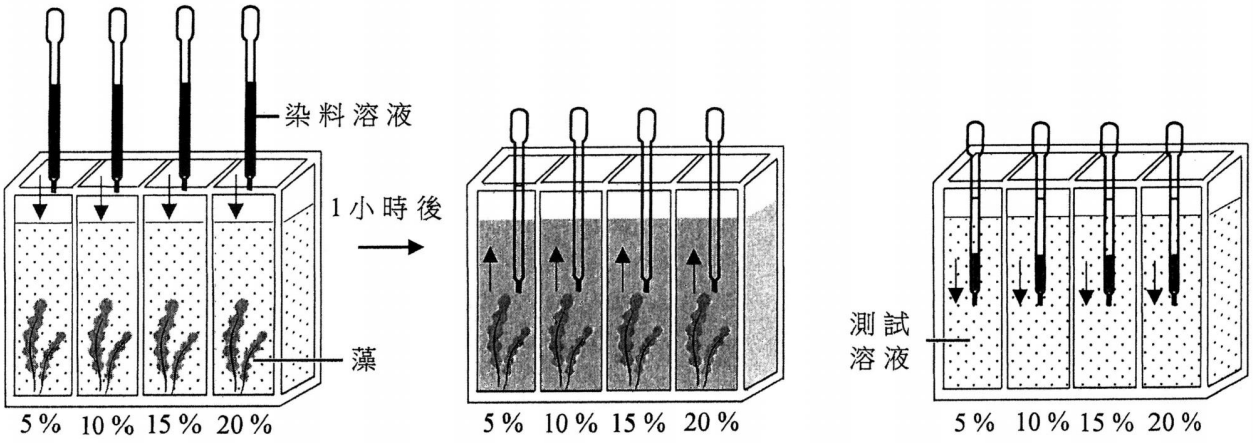
這裡取得的是浸泡後的染色蔗糖溶液，不是加熱萃取的細胞液。

評分依據：HKDSE 生物 2025 年 卷一甲部 原第 12 題官方評卷參考，原資料第 51 頁。

3. [HKDSE 生物 2025 年 卷一甲部 原第 14 題]

提示：先列直接量度的量，再判斷能推論甚麼。

指示： 參考一項某種藻類水勢的探究，解答第 12 至 14 題。該項探究的步驟如下所示：

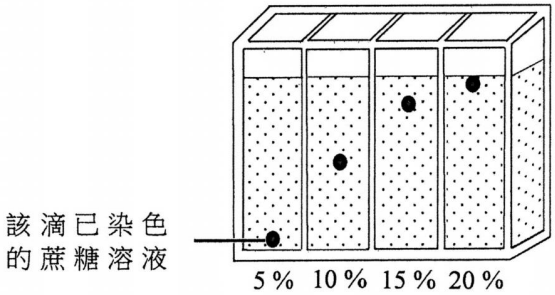


步驟 1：將藻類及數滴染料溶液加於不同濃度的蔗糖溶液中。

步驟 2：以滴管提取一滴已染色的蔗糖溶液。

步驟 3：設置與步驟 1 相同的裝置，但沒有加入藻。移送一滴已染色的蔗糖溶液至相應測試溶液的中心位置。

下圖顯示該滴已染色的蔗糖溶液於測試溶液中即時移動後的位置：



以下哪項陳述，是這個實驗的有效假設？

A. 所有這種藻的細胞的細胞膜都具差異透性的。
B. 溶質並沒有在這種藻細胞和蔗糖溶液之間移動。
C. 在觀察已染色的蔗糖溶液移動時，並無出現主觀上的人為誤判。
D. 這種藻的細胞浸於蔗糖溶液 1 小時後，兩者的水勢相同。

✓ **答案** B

解析 **答案：B**

B 所述『溶質並沒有在這種藻細胞和蔗糖溶液之間移動』，是把液滴位移用作水分淨移動指標所需的假設。若溶質也大量移動，即使水分變化不同，也可能造成相似密度結果，原推論便不唯一。A 陳述細胞膜的既有性質；C 是避免判讀錯誤的操作要求；D 把一小時後必定達到相同水勢當成已知，並非此觀察已證實的條件。

所用知識

若要把蔗糖溶液的密度變化歸因於水分移動，就需要排除溶質跨越藻細胞與外液而改變密度的另一種原因。

易錯處

『實驗需要甚麼假設才能解釋結果』與『哪句生物知識是真的』不是同一個問題。

評卷報告提醒（原資料第 68 頁）

有效假設須是支持本實驗推論、而未在本實驗直接驗證的條件。「沒有任何人為誤判」不是針對本實驗的生物學假設；不能把已知膜性質或可直接測試的結果當作同一類答案。

評分依據：HKDSE 生物 2025 年 卷一甲部 原第 14 題官方評卷參考，原資料第 51 頁。

題型 3 由水勢差判斷細胞、液面與質量變化

綜合程度 ★★★☆☆

知識梳理

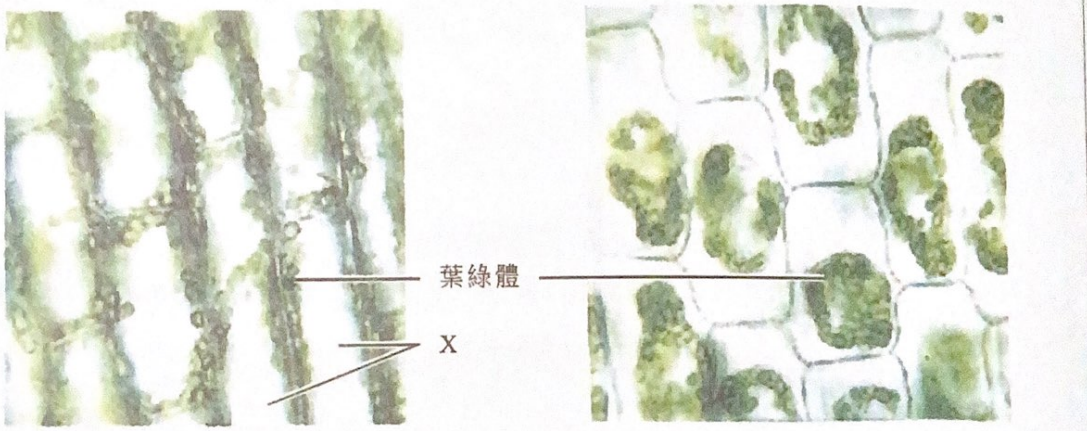
① 把植物細胞放進較低水勢的蔗糖溶液，水淨移出，液泡縮小；細胞壁較剛硬，便可能看到原生質體與細胞壁分離。透析管的分析還要先判斷水和各種溶質能否穿膜。

② 若 2.00 g 組織最後變成 2.20 g，質量百分比變化是(2.20−2.00)÷2.00×100%＝10%，分母必須是原來質量。

點石成金　依次寫膜的選擇透過性、水勢高低、淨水流方向和可觀察結果；無淨變化不代表水分子完全停止移動。

例 1 [HKDSE 生物 2018 年 卷一乙部 原第 2 題]

2. 將某水生植物葉子放置在高濃度的蔗糖溶液內，並以光學顯微鏡觀察。顯微照片 A 和 B 分別顯示細胞在實驗開始時和五分鐘後的形態：



(a) X 是個細胞器。該細胞器在未經染色時是顯現不到的。寫出這細胞器的名稱。 (1 分)

(b) 比較兩張顯微照片，寫出細胞形態在五分鐘後的**兩項**可見變化。 (2 分)

(c) 解釋如何導致在 (b) 提及的可見變化。 (2 分)

解答　**讀題與方法**

題目先要求可見變化，後要求原因；先描述圖像，再寫水勢與淨移動方向。

方法：依次比較水勢、通透性及淨水流方向。

a；原評分 1 分

液泡。

圖中 X 指向細胞內較大的透明區域。植物細胞的大液泡充滿細胞液，未染色時輪廓不一定清楚，不能因為看起來空白就寫成細胞間隙。

b；原評分 2 分

細胞膜及細胞質收縮而與細胞壁分離；葉綠體隨細胞內容物聚集在較中央的位置。

比較前後照片時，剛性的細胞壁大致保持原來外框，內部含葉綠體的物質卻向內收縮。因此可描述細胞膜／細胞質與細胞壁分離，以及葉綠體在中央聚集。液泡縮小也是可接受的變化。這一小問只要求兩項可見變化，不能用「水流出去」代替形態描述，因為水分子的移動並不是照片直接顯示的形態。

c；原評分 2 分

外界高濃度蔗糖溶液的水勢低於細胞內容物，水經滲透作用由細胞內淨移到外界，令液泡及細胞內容物收縮。

起手先比較細胞內外水勢，不能只說「外面濃度高」而沒有指出是哪一種物質。蔗糖降低外界溶液的水勢；細胞膜具有選擇透過性，水便由較高水勢的細胞內向較低水勢的外界淨移動。水分減少令液泡和原生質體體積縮小，細胞壁卻不相應收縮，於是出現質壁分離。

評卷報告提醒（原資料第 3 頁）

由照片先描述可見變化，再解釋滲透作用。高滲或低滲必須相對另一溶液而言；本題是外界蔗糖溶液的水勢較細胞內容物低。

評分依據：HKDSE 生物 2018 年 卷一乙部 原第 2 題官方評卷參考，原資料第 2 頁。

例 2　[HKDSE 生物 練習卷 卷一甲部 原第 5 題]

下表顯示三條馬鈴薯條分別浸於三個不同濃度的蔗糖溶液 30 分鐘後，其初始質量與最終質量之比：

	溶液 P	溶液 Q	溶液 R
初始質量與最終質量之比	0.9	1.4	1.2

下列哪項可以由這些結果推斷得到？

(1)　馬鈴薯條的水勢高於溶液 P 的水勢。
(2)　水由馬鈴薯條淨移動至溶液 Q。
(3)　溶液 Q 的蔗糖濃度較溶液 R 的高。

A.　只有 (1)
B.　只有 (2)
C.　只有 (1) 和 (3)
D.　只有 (2) 和 (3)

解答　**答案：D**

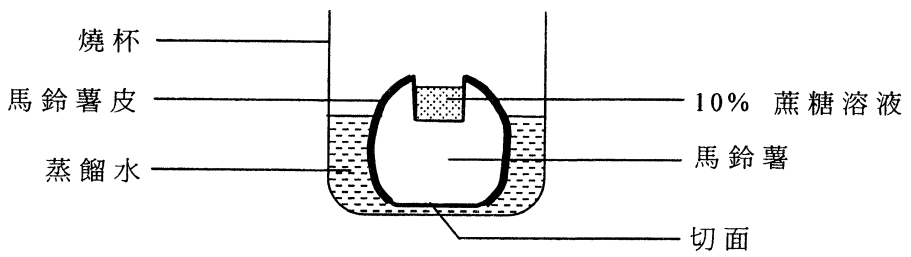
P 的初質量／終質量=0.9，表示終質量較大、馬鈴薯吸水，所以溶液 P 的水勢高於薯條，(1)錯。Q 的比值 1.4 表示失水，(2)對；Q 比 R 的 1.2 失水較多，支持 Q 較濃、水勢較低，(3)對。因此 D。先解讀比值的分子分母，避免把 0.9 誤作失去 10%。

方法：依次比較水勢、通透性及淨水流方向。

評分依據：HKDSE 生物 練習卷 卷一甲部 原第 5 題官方評卷參考，原資料第 2 頁。

例 3　[HKDSE 生物 2013 年 卷一甲部 原第 25 題]

參考下圖，解答 23 至 25 三題。下圖顯示一項以馬鈴薯塊莖進行滲透作用的實驗。將經洗滌的馬鈴薯的部分削去，形成底部。然後在馬鈴薯的中央挖了一個小洞，再將 10% 蔗糖溶液加入洞中，並把整個馬鈴薯放在一個盛有蒸餾水的燒杯內。一日後，發現蔗糖溶液液面上升。



以下哪些處理方法會令蔗糖溶液液面於一日後上升至較高的最終水平？

(1) 用 5% 蔗糖溶液代替 10% 蔗糖溶液
(2) 用 20% 蔗糖溶液代替 10% 蔗糖溶液
(3) 把馬鈴薯的外皮全部削去，而非只削去馬鈴薯的底部

A. 只有 (1)
B. 只有 (2)
C. 只有 (1) 和 (3)
D. 只有 (2) 和 (3)

解答 **答案：B**

20% 蔗糖溶液的水勢比 10% 更低，可吸入更多水並達到較高最終液面，因此(2)正確。5% 溶液的水勢差較小。剝除更多表皮主要增加水進入的速率，不因此改變由水勢平衡決定的最終液面，所以不能把(3)也選入。

方法：依次比較水勢、通透性及淨水流方向。

評卷報告提醒（原資料第 2 頁）

增大入水面積改變速率，不改變水勢平衡決定的最終液面。

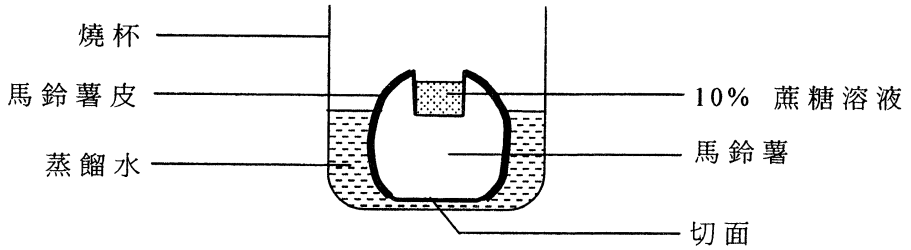
評分依據：HKDSE 生物 2013 年 卷一甲部 原第 25 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

針對練習

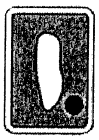
1. [HKDSE 生物 2013 年 卷一甲部 原第 24 題]

提示：依次比較水勢、通透性及淨水流方向。

參考下圖，解答 23 至 25 三題。下圖顯示一項以馬鈴薯塊莖進行滲透作用的實驗。將經洗滌的馬鈴薯的部分削去，形成底部。然後在馬鈴薯的中央挖了一個小洞，再將 10% 蔗糖溶液加入洞中，並把整個馬鈴薯放在一個盛有蒸餾水的燒杯內。一日後，發現蔗糖溶液液面上升。



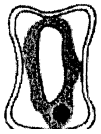
下圖顯示一個與燒杯內的蒸餾水接觸的細胞在實驗開始時的形態：



以下哪幅圖正確顯示同一細胞在實驗終結時的形態？

A.


B.


C.


D.


✓ **答案** A

解析 **答案：A**

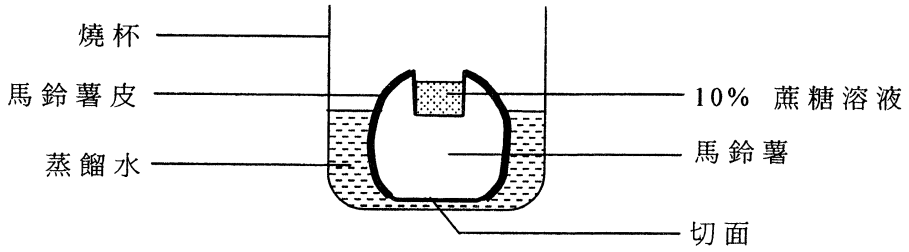
接觸蒸餾水的細胞經滲透吸水，液泡擴大，細胞內容物把細胞膜壓向細胞壁，形成膨脹狀態。A 顯示較大的液泡及緊貼細胞壁的內容物；C、D 表現內容物離開細胞壁的質壁分離，方向相反。

評分依據：HKDSE 生物 2013 年 卷一甲部 原第 24 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

2. [HKDSE 生物 2013 年 卷一甲部 原第 23 題]

提示：依次比較水勢、通透性及淨水流方向。

參考下圖，解答 23 至 25 三題。下圖顯示一項以馬鈴薯塊莖進行滲透作用的實驗。將經洗滌的馬鈴薯的部分削去，形成底部。然後在馬鈴薯的中央挖了一個小洞，再將 10% 蔗糖溶液加入洞中，並把整個馬鈴薯放在一個盛有蒸餾水的燒杯內。一日後，發現蔗糖溶液液面上升。



在洞內的蔗糖溶液的液面上升，這是由於滲透作用進行，而

A. 水分主要從與蔗糖溶液接觸的細胞抽出。
B. 實驗剛開始時，水分由與蒸餾水接觸的細胞抽出。
C. 水分從蒸餾水沿着馬鈴薯細胞的細胞壁進入洞內。
D. 水分從蒸餾水經過馬鈴薯細胞的細胞膜進入洞內。

✓ **答案** D

解析 **答案：D**

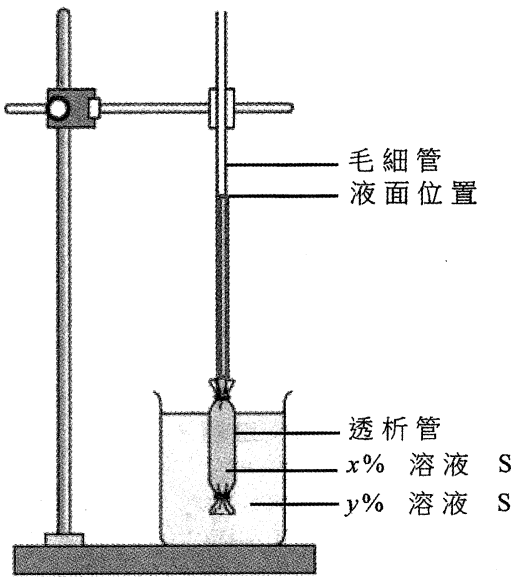
蒸餾水水勢高，洞內蔗糖溶液水勢低；水須經馬鈴薯細胞的選擇性通透細胞膜移動，最後進入洞內，因此 D 正確。細胞壁本身並非選擇性通透膜，單說沿細胞壁流入並不能解釋題目的滲透作用。

評分依據：HKDSE 生物 2013 年 卷一甲部 原第 23 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

3. [HKDSE 生物 2016 年 卷一甲部 原第 25 題]

提示：依次比較水勢、通透性及淨水流方向。

指示： 參考下圖，回答 24 和 25 兩題。下圖顯示用以研究滲透作用的實驗裝置：



以下哪項改動會使液面位置較快上升？

A. 用較小量的 $x\%$ 溶液 S
B. 用較大量的 $y\%$ 溶液 S
C. 用較短的毛細管
D. 用較長的透析管

✓ **答案** D

解析 **答案：D**

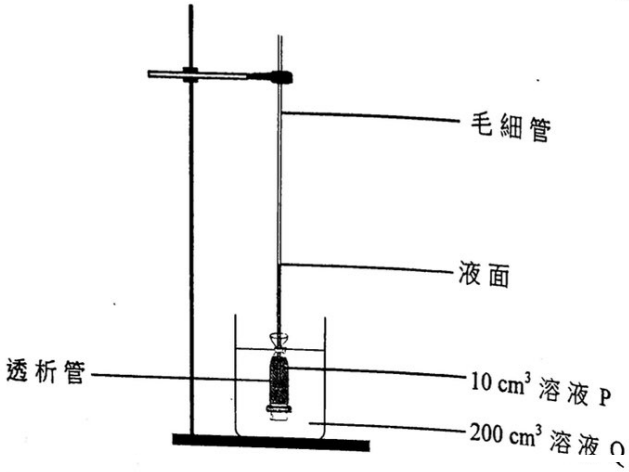
使用較長而同樣粗的透析管，可增加接觸外液的膜面積，讓更多水在同一時間滲入，液面因而更快上升，選 D。只把外液體積加大，並沒有直接增大水勢差；縮短毛細管也不等於增大穿膜的水流量。

評分依據：HKDSE 生物 2016 年 卷一甲部 原第 25 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

4. [HKDSE 生物 2020 年 卷一甲部 原第 2 題]

提示：依次比較水勢、通透性及淨水流方向。

指示： 參考下圖，解答第 2 和 3 題。下圖顯示一個用來探究透析管透性的實驗裝置。把透析管的一端結紮，加入 10 cm^3 溶液 P，另一端則連接上毛細管。然後，把透析管置於盛有 200 cm^3 溶液 Q 的燒杯內。當溶液 P 和溶液 Q 混合，便會呈現藍色。



2. 探究結束時，毛細管內的液面上升，只有透析管內的溶液變成藍色。由此可以得出以下哪些結論？

(1) 溶液 P 的溶質可穿過透析管。
(2) 溶液 Q 的溶質可穿過透析管。
(3) 水淨移動到透析管內。

A. 只有 (1) 和 (2)
B. 只有 (1) 和 (3)
C. 只有 (2) 和 (3)
D. (1)、(2) 和 (3)

✓ **答案** C

解析 **答案：C**

把兩項觀察分別轉成證據。第一，P 和 Q 混合才呈藍色，而最後只有管內變藍，表示 Q 的溶質已穿過透析管，進入管內接觸 P，所以（2）成立。第二，毛細管液面上升，表示管內液體體積增加，支持水淨移入管內，所以（3）成立。

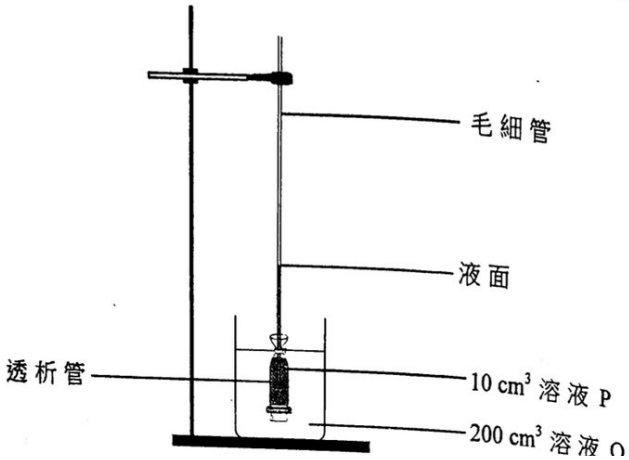
管外沒有相同的藍色反應，這組資料不能支持 P 的溶質能穿膜的（1）。不要把「水能通過」推成「所有溶質都能通過」；選擇透過性正是不同物質可有不同結果。故選 C。

評分依據：HKDSE 生物 2020 年 卷一甲部 原第 2 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

5. [HKDSE 生物 2020 年 卷一甲部 原第 3 題]

提示：依次比較水勢、通透性及淨水流方向。

指示： 參考下圖，解答第 2 和 3 題。下圖顯示一個用來探究透析管透性的實驗裝置。把透析管的一端結紮，加入 10 cm^3 溶液 P，另一端則連接上毛細管。然後，把透析管置於盛有 200 cm^3 溶液 Q 的燒杯內。當溶液 P 和溶液 Q 混合，便會呈現藍色。



3. 若以水代替溶液 Q 重複探究，會得出以下哪項結果？

A. 毛細管內的液面不會上升。
B. 毛細管內的液面會上升至較低水平。
C. 毛細管內的液面會上升至較高水平。
D. 毛細管內的液面會上升至相同水平。

✓ **答案** C

解析 **答案：C**

比較的是原來的 Q 溶液與替換後的水。水不含 Q 的溶質，水勢較高；管內仍有 P 溶液，因此由外至內的水勢差比原實驗大。水經透析膜的淨移入量增加，毛細管液面便上升至較高水平，選 C。

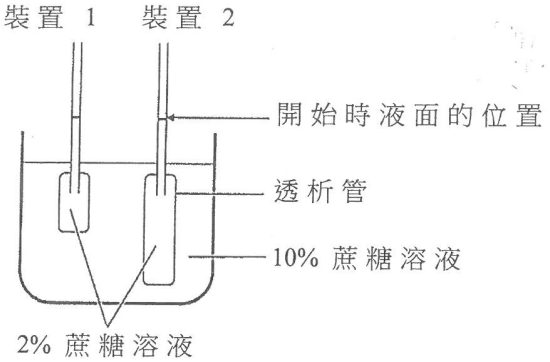
這裏不能只寫「水會進入」，因為原實驗已經有水進入。要解釋兩次實驗為何不同，必須指出外液水勢提高，因而液面比原來更高。

評分依據：HKDSE 生物 2020 年 卷一甲部 原第 3 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

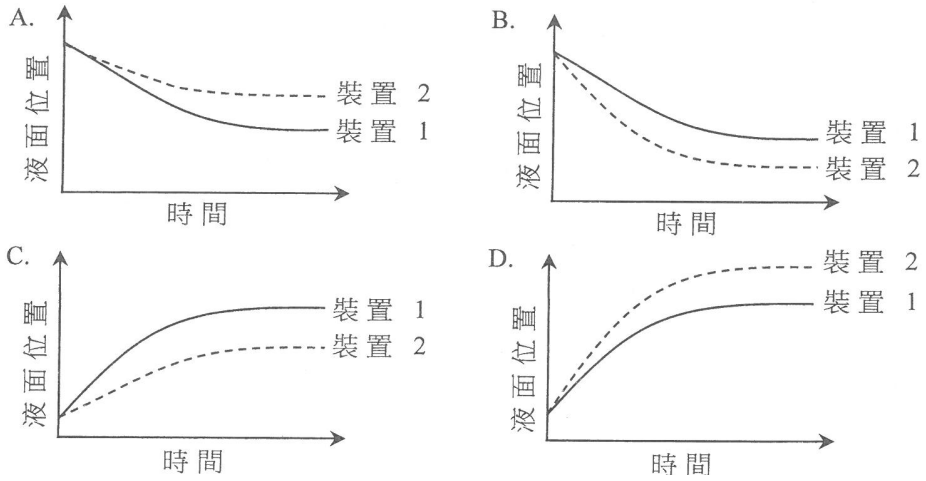
6. [HKDSE 生物 2022 年 卷一甲部 原第 35 題]

提示：依次比較水勢、通透性及淨水流方向。

指示： 參考下圖，解答第 35 和 36 題。下圖顯示用以探究滲透作用的兩組裝置。將兩段不同長度的透析管盛滿 2% 蔗糖溶液，並浸於 10% 蔗糖溶液內，所有溶液的溫度保持於 25°C。



35. 以下哪圖正確顯示裝置 1 和裝置 2 的液面位置的改變？



✓ **答案** B

解析 **答案：B**

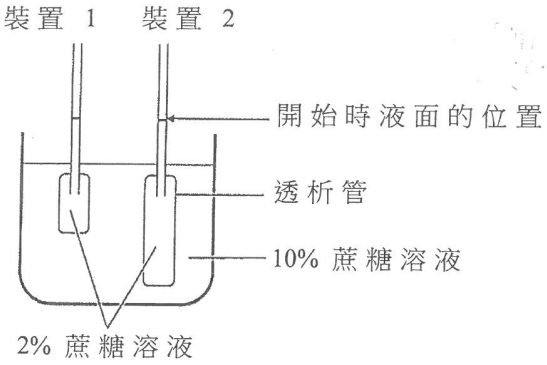
透析管內是 2% 蔗糖，外面是 10%，外液水勢較低，所以水由管內滲出，兩支玻璃管的液面均下降。裝置 2 的透析管較長，膜表面積較大，水外流較快，因此它的曲線下降較陡；圖 B 同時符合方向及相對速率。

評分依據：HKDSE 生物 2022 年 卷一甲部 原第 35 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

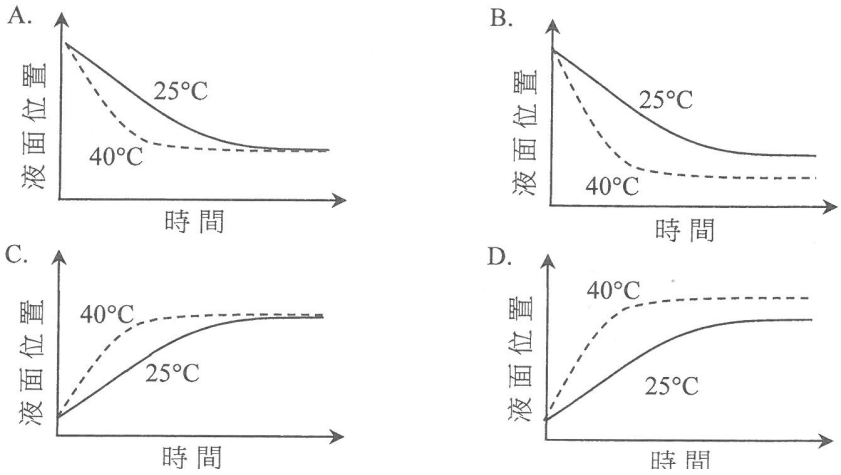
7. [HKDSE 生物 2022 年 卷一甲部 原第 36 題]

提示：依次比較水勢、通透性及淨水流方向。

指示： 參考下圖，解答第 35 和 36 題。下圖顯示用以探究滲透作用的兩組裝置。將兩段不同長度的透析管盛滿 2% 蔗糖溶液，並浸於 10% 蔗糖溶液內，所有溶液的溫度保持於 25°C。



36. 若以相同的裝置重複實驗，但溶液溫度保持於 40°C，以下哪圖正確顯示裝置 1 的液面位置在不同溫度下的改變？



✓ **答案** A

解析 **答案：A**

升溫使水分子動能增加，通過膜的移動較快，40°C 的液面初期下降較快。兩次實驗的起始濃度和溶液量相同，最終平衡位置相同，所以應選下降較快而終點相同的 A。

評分依據：HKDSE 生物 2022 年 卷一甲部 原第 36 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

8. [HKDSE 生物 樣本卷 卷一甲部 原第 4 題]

提示：依次比較水勢、通透性及淨水流方向。

下圖顯示三條新鮮的馬鈴薯條分別浸在三個不同濃度的蔗糖溶液之前和浸了一小時後的長度：

	溶液 X	溶液 Y	溶液 Z
浸前			
浸後			

把這三個溶液按其水勢由低至高排列，次序是

A. X、Z、Y。
B. Y、X、Z。
C. Y、Z、X。
D. Z、Y、X。

✓ **答案** C

解析 **答案：C**

Y 中薯條變短，表示細胞淨失水，Y 的水勢最低；X 中薯條變長，表示淨吸水，X 的水勢最高；Z 的變化最小，介於兩者之間。因此由低至高為 Y、Z、X。水由較高水勢一方經選擇透膜淨移向較低水勢一方；不要把溶液濃度的高低直接當成水勢的高低。

評分依據：HKDSE 生物 樣本卷 卷一甲部 原第 4 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

9. [HKDSE 生物 2017 年 卷一乙部 原第 2 題]

提示：依次比較水勢、通透性及淨水流方向。

2. 美儀吃了一片保存於糖溶液的菠蘿，發覺這片菠蘿較新鮮菠蘿為軟。解釋這個現象。 (3 分)

✓ **答案** 各小問的答案、推理及相應分值依原題順序列於下方。

解析 **解釋；原評分 3 分**

糖液水勢較菠蘿細胞低，水經滲透離開細胞，使細胞失去膨壓而變軟。

新鮮菠蘿細胞的液泡含水，膨壓使細胞互相頂壓，組織較挺。高濃度糖液降低外液水勢，水透過選透性細胞膜由細胞淨流出，液泡體積減少，細胞變得鬆弛，所以整片菠蘿較軟。不是糖把細胞壁溶解，也不是水被主動泵出。

評卷報告提醒（原資料第 2 頁）

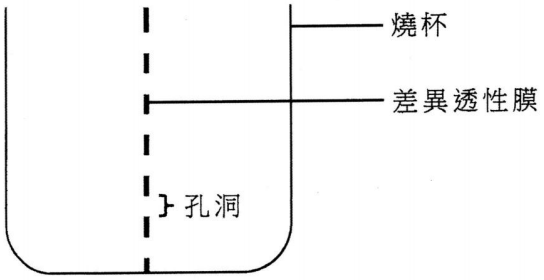
菠蘿細胞失水使硬脹壓降低，因而組織變軟。只寫滲透或質壁分離，卻不連到細胞的支撐作用，解釋仍不完整。

評分依據：HKDSE 生物 2017 年 卷一乙部 原第 2 題官方評卷參考，原資料第 3 頁。

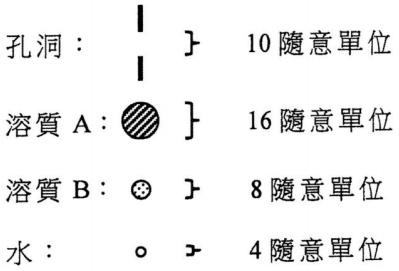
10. [HKDSE 生物 2025 年 卷一乙部 原第 2 題]

提示：依次比較水勢、通透性及淨水流方向。

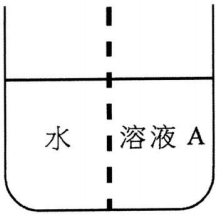
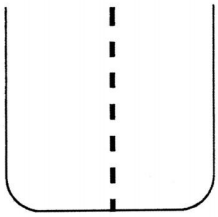
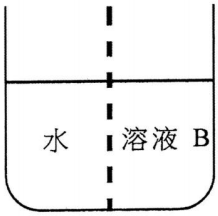
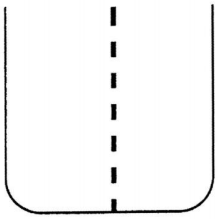
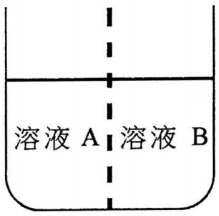
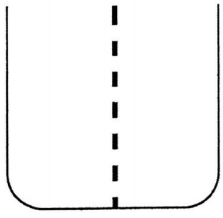
以下示意圖顯示探究擴散和滲透的一項裝置。該裝置包括一個燒杯，杯內以差異透性膜將燒杯均分為兩半。涉及這探究的差異透性膜上的孔洞大小和粒子的直徑以隨意單位顯示如下：



孔洞大小及粒子的直徑：



進行這項探究時，將液體傾入燒杯的兩室中，靜置 5 小時。下圖顯示在探究開始時的液面起始水平。繪畫每一個裝置的液面最終水平：　(3 分)

液面起始水平	液面最終水平
(a) 	
(b) 	
(c) 	

✓ **答案**　各小問的答案、推理及相應分值依原題順序列於下方。

解析　**(a)；原評分 1 分**

左方水面下降，右方溶液 A 的液面上升。

A 不能穿膜離開右方，水可以穿膜，因而有水由左至右的淨移動。在原圖上應同時改動兩側液面，不能只把右側畫高而保持左側不變。

(b)；原評分 1 分

左右液面均維持原來高度，兩側一樣高。

B 的大小小於孔徑，能穿膜擴散；它不是永久被阻隔在右方的溶質，因此本題不預測持續的液面差。不要把所有『溶液與水』的組合都畫成溶液側升高。

(c)；原評分 1 分

左方溶液 A 的液面上升，右方液面下降。

先讓可通過的 B 與被保留的 A 分開考慮。A 仍留在左方，水因而淨移向 A 所在的一側；不能因右方起初也叫『溶液』就判斷沒有淨移動。

評卷報告提醒（原資料第 72 頁）

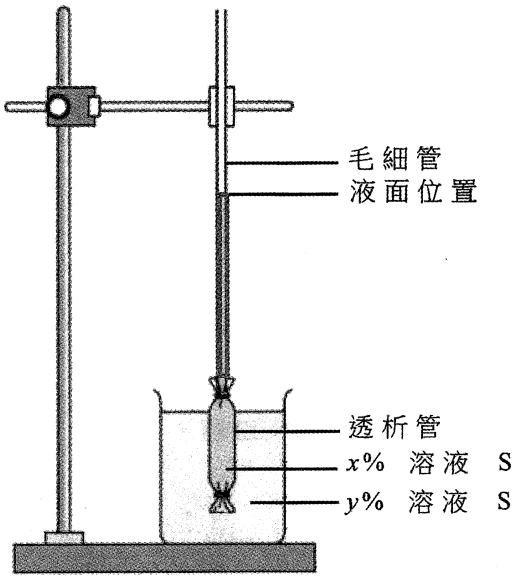
若溶質可穿過膜，須同時考慮溶質分佈逐漸改變；不能把起始水勢差當作永久保持不變。

評分依據：HKDSE 生物 2025 年 卷一乙部 原第 2 題官方評卷參考，原資料第 53 頁。

11. [HKDSE 生物 2016 年 卷一甲部 原第 24 題]

提示：依次比較水勢、通透性及淨水流方向。

指示： 參考下圖，回答 24 和 25 兩題。下圖顯示用以研究滲透作用的實驗裝置：



三小時後，液面位置上升。從結果可作出什麼推論？

(1) 溶液 S 擴散進入透析管內。
(2) x 的值較 y 的值為大。
(3) 溶液 S 的溶質不能穿過透析管。

A. 只有 (1) 和 (2)
B. 只有 (1) 和 (3)
C. 只有 (2) 和 (3)
D. (1)、(2) 和 (3)

✓ **答案** C

解析 **答案：C**

液面上升表示水淨流入透析管。按本題的選透膜模型，管內 x% 溶液較濃、其水勢較低，故 x>y；溶質不能自由穿膜，才能維持使水淨流入的差異。因此（2）（3）成立，選 C。進入管內的是水，不能把『溶液 S 擴散進入』當作滲透作用。

評分依據：HKDSE 生物 2016 年 卷一甲部 原第 24 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

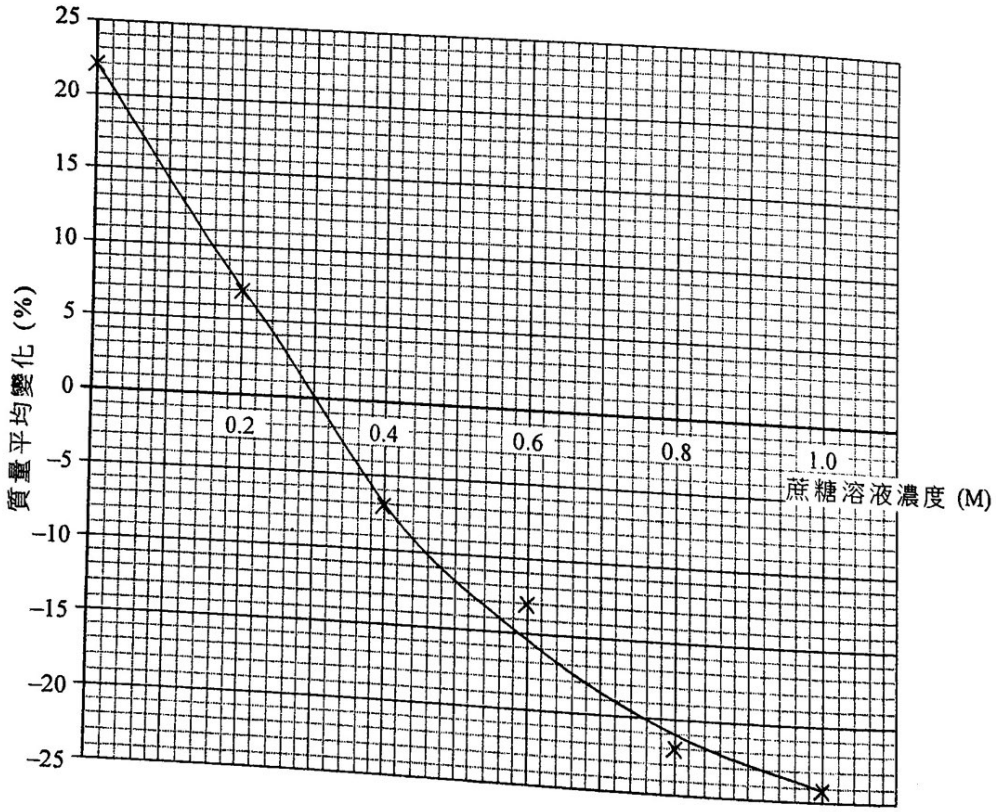
12. [HKDSE 生物 2019 年 卷一乙部 原第 6 題]

提示：依次比較水勢、通透性及淨水流方向。

小志進行一項實驗以測定馬鈴薯塊莖細胞的水勢。他量度新鮮馬鈴薯柱體浸於不同濃度的蔗糖溶液（0M 、 0.2M 、 0.4M 、 0.6M 、 0.8M 和 1.0M）之前與之後的質量。實驗的主要步驟如下：

步驟 1: 將馬鈴薯塊莖切成柱體
步驟 2: 將馬鈴薯柱體的表面抹乾
步驟 3: 秤量馬鈴薯柱體（初始質量）
步驟 4: 在不同濃度的蔗糖溶液中，各放置三條馬鈴薯柱體，靜置兩小時
步驟 5: 取出馬鈴薯柱體，抹乾柱體表面
步驟 6: 再次秤量馬鈴薯柱體（最終質量）
步驟 7: 計算曾浸於各溶液中的馬鈴薯柱體質量平均變化的百分率

結果如下線圖所示：

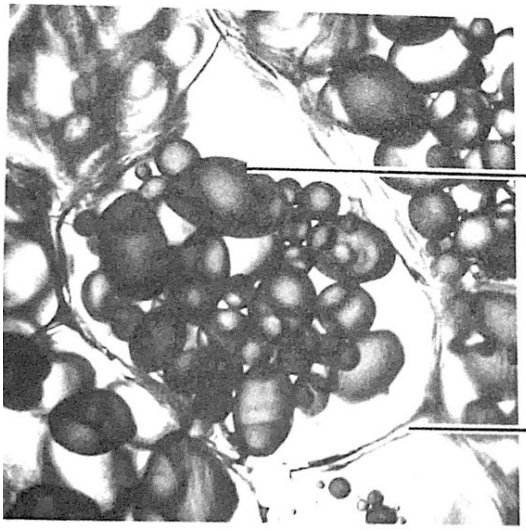


(a) 參考上圖，哪個濃度的蔗糖溶液的水勢與馬鈴薯細胞內的水勢相同？解釋你的答案。 (3 分)

(b) 倘若小志疏忽，忘記將所有樣本按步驟 2 處理 ，這會如何影響曲線和在 (a) 推斷出來的蔗糖溶液濃度？在左頁的線圖上繪畫一條曲線以表示該效應。 (1 分)

(c) 就實驗設計而言，在各濃度的蔗糖溶液放置三條馬鈴薯柱體，有什麼重要性？ (1 分)

(d) 小志製備了一片馬鈴薯柱體的新鮮切片，並以碘溶液染色。以下顯微照片顯示該切片。標記構造 X 和 Y。 (2 分)



(e) 在十九世紀中期的愛爾蘭，馬鈴薯農作物受到某植物病原體嚴重感染。由於馬鈴薯是當時的主要糧食，很多愛爾蘭人因此飢荒而死。馬鈴薯的營養繁殖被視為引致馬鈴薯農作物容易受感染的罪魁禍首。解釋這項評論的理據。 (2 分)

✓ **答案** 各小問的答案、推理及相應分值依原題順序列於下方。

解析 **a；原評分 3 分**

0.3 M 蔗糖溶液。

曲線在約 0.3 M 與零質量變化線相交，表示柱體沒有因淨吸水或淨失水而改變質量。在題目模型下，外液與馬鈴薯細胞的水勢相同。水分子仍可雙向通過細胞膜，只是兩方向的淨效應為零。

b；原評分 1 分

曲線偏向下方／左方，所推斷的蔗糖濃度低於 0.3 M；原坐標上的偏移曲線見圖。

步驟 2 是初次稱量前抹乾表面。漏做使初始質量包含額外表面水而被高估；最終仍按步驟 5 抹乾，所以 (最終質量−初始質量)／初始質量×100% 會偏低。要達到表面的零變化，組織須有更大淨吸水，故讀出的外液濃度偏低。這是整批同方向的系統偏差，不能只移動一個點。

c；原評分 1 分

三條柱體可用來求平均，減少個別組織差異的影響，提高結果的可靠性。

柱體內細胞狀況及偶然量度誤差可不同，重複樣本能減少單一異常值左右結果；但所有樣本都漏抹乾這種系統偏差，不會因求平均而消失。

d；原評分 2 分

X：澱粉粒／澱粉顆粒；Y：細胞壁。

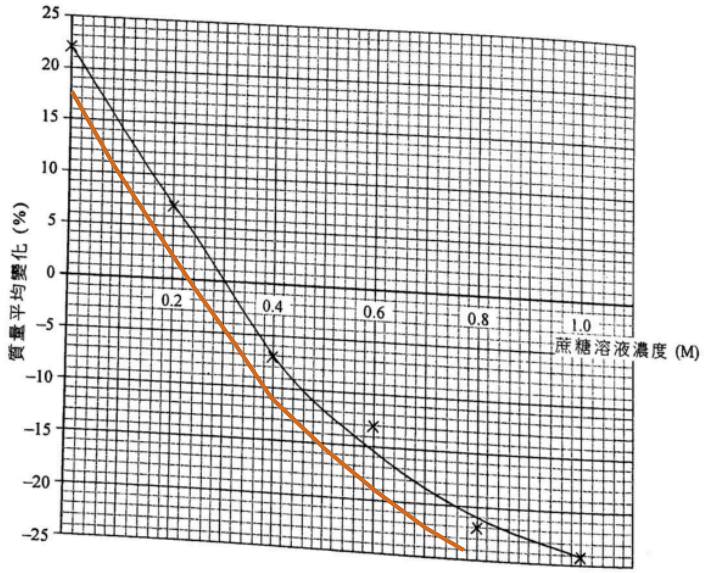
碘液把含澱粉的顆粒染深，X 指向細胞內這些粒狀構造；Y 指向細胞外圍較固定的邊界，即細胞壁。不是把深色顆粒一概當作細胞核。

e；原評分 2 分

營養繁殖產生遺傳組成與親株相同或極相近的後代，種羣中抗病變異有限。

馬鈴薯由塊莖無性繁殖，沒有把不同親代的等位基因重新組合。若親株基因型易受該病原體感染，許多後代也同樣易感，便可能同時遭受嚴重破壞；這不是營養繁殖自動製造了病原體。

漏做步驟 2：曲線偏下，零點向較低濃度移動



橙線表示偏移方向；沒有表面水的量，不能確定偏移幅度。

以原試題坐標加入橙色偏差曲線，顯示初始質量被高估的影響。

評卷報告提醒（原資料第 5 頁）

等水勢應以質量百分比變化為零、沒有淨水移動判斷，不是沒有任何水分子通過。漏做起初抹乾會使曲線向左下偏，而非向右。三次重複提高結果可靠性，不等於量具更準確；X 必須答澱粉粒而非只答澱粉。

評分依據：HKDSE 生物 2019 年 卷一乙部 原第 6 題官方評卷參考，原資料第 3 頁。

I.d　細胞週期與分裂

先讀「知 I.d」的知識與圖，再沿本節各題型練習。每道例題保留完整原題與解說，後續練習按整題要求逐步增加資料整合。

題型 1　讀懂細胞週期、DNA 量與有絲分裂

綜合程度 ★★★☆☆

知識梳理

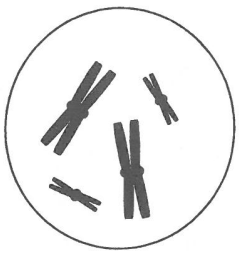
① 染色體以著絲粒的單位計數。DNA 複製後，一條染色體可含兩條姊妹染色單體，DNA 量增加不等於染色體組數增加；到姊妹染色單體分離時才須重新辨認計數單位。

② 圖表若分母是「每個細胞」，與「每個細胞核」可能不同。由一個細胞分成八個、而每輪各分一次，需要 $2^3 = 8$，即三輪。

點石成金　讀圖前先圈出縱軸的計數單位，再把 DNA 複製、染色單體分離與細胞質分裂依序放上時間軸。

例 1　[HKDSE 生物 2022 年 卷一甲部 原第 4 題]

指示：　參考下圖，解答第 4 和 5 題。下圖顯示在減數細胞分裂的初期，某細胞內染色體的外觀：



4.　這生物的體細胞內染色體數目是多少？

A.　2
B.　4
C.　8
D.　16

解答　**答案：B**

圖中有四條已複製的染色體，每條雖含兩條姐妹染色單體，仍只按一個著絲粒計作一條染色體。因此此生物體細胞的染色體數目是 4，不是 8。

方法：先看縱軸單位，再定位複製和分裂階段。

評分依據：HKDSE 生物 2022 年 卷一甲部 原第 4 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

例 2　[HKDSE 生物 2021 年 卷一乙部 原第 5 題]

5.　某學生製備了洋蔥根部尖端的細胞，以便在光學顯微鏡下觀察細胞分裂。

(a)　哪種細胞分裂可能在洋蔥根部尖端進行？解釋你的答案。　(2 分)

(b)　試提出**一項**必需步驟，使染色體在光學顯微鏡下顯而易見。　(1 分)

(c) 以下顯微照片隨機顯示細胞分裂的一些階段：


V


W


X


Y


Z

(i) 以顯微照片 W 開始，按正確次序排列顯微照片，以顯示細胞分裂階段的順序。 (1 分)

W → → → →

(ii) 一個普通的洋蔥根部細胞有 16 條染色體。完成下表，以顯示在顯微照片 Y 及 Z 中的染色體和染色單體的數目。 (2 分)

顯微照片	染色體的數目	染色單體的數目
Y		
Z		

解答 **a；原評分 2 分**

有絲細胞分裂。根尖是植物生長的營養部分。

根尖以增加體細胞數目使根生長，子細胞通常維持原有染色體數目。形成配子的減數分裂不適用於這個根尖生長情境。

b；原評分 1 分

用適當染劑把染色體染色。

染色增加染色體與其他細胞部分的對比，讓原本較透明的材料在光學顯微鏡下較易辨認。

c(i)；原評分 1 分

W→Y→X→Z→V。

W 的細胞核仍完整；Y 中染色體凝縮可見；X 的染色體排列在中央；Z 的姐妹染色單體正分開並移向兩極；V 已出現兩個子細胞核。依這些構造變化排序，比只背圖片的字母可靠。

c(ii)；原評分 2 分

Y：16 條染色體、32 條染色單體；Z：32 條染色體、0 條染色單體。

Y 時 DNA 已複製，每條染色體有兩條姐妹染色單體，但着絲點尚未分開，所以染色體仍為 16 條。Z 時姐妹染色單體分離，各自成為獨立染色體，整個尚未分裂的細胞有 32 條。此卷評卷參考把已分離者稱為染色體，故「染色單體」欄填 0；不要把複製後的 DNA 數目直接當成每個階段的染色體數。

評卷報告提醒（原資料第 4 頁）

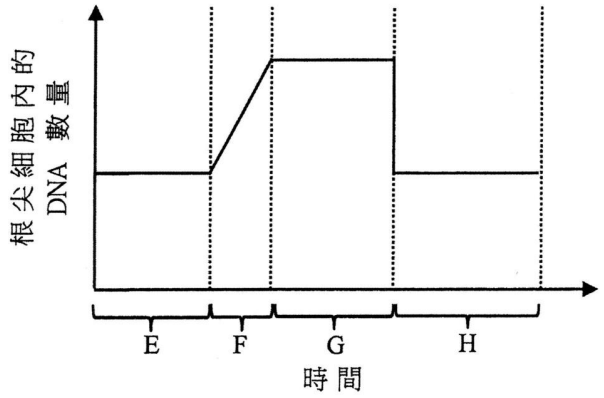
DNA 已在分裂前複製。姐妹染色單體分開後各自稱為染色體，所以後期的染色體數可增加，但不能同時把同一結構重複計作染色單體。

評分依據：HKDSE 生物 2021 年 卷一乙部 原第 5 題官方評卷參考，原資料第 3 頁。

方法：先看縱軸單位，再定位複製和分裂階段。

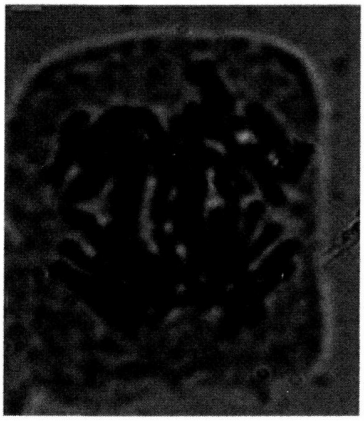
例 3 [HKDSE 生物 2025 年 卷一甲部 原第 25 題]

指示： 參考下圖，解答第 25 和 26 題。下圖顯示一個根尖細胞進行細胞分裂時 DNA 數量的變化：

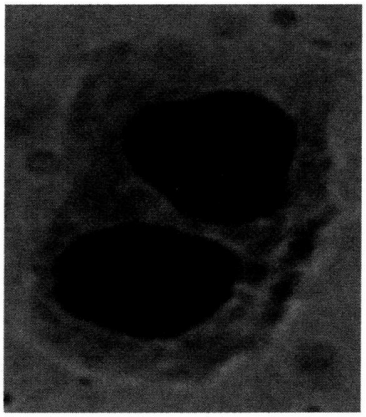


以下顯微照片顯示細胞進行細胞分裂時的三個不同階段 (X、Y 和 Z)：

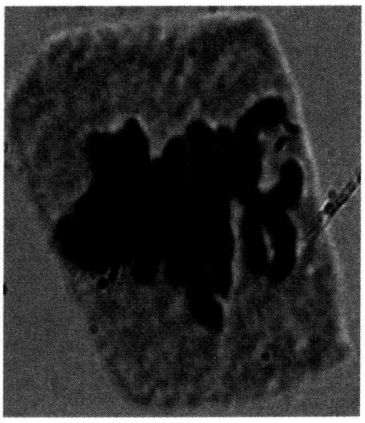
階段 X



階段 Y



階段 Z



以下哪項正確配對細胞分裂的階段和圖中的時段？

	階段 X	階段 Y	階段 Z
A.	E	H	F
B.	F	G	G
C.	G	G	G
D.	G	H	G

解答 **答案：C**

X、Z 顯示有絲分裂中的染色體狀態，均位於 DNA 已完成複製的 G 階段。Y 雖可見兩個子核，但它們仍在同一個細胞內；圖量度的是每個細胞的 DNA 量，所以 Y 也屬 G。三者均為 G，選 C。A、B 把分裂期影像放到 DNA 複製階段 F；D 把兩個細胞核的出現直接當成細胞已分成兩個，錯選 H。

方法：先看縱軸單位，再定位複製和分裂階段。

所用知識

DNA 先在分裂前複製；有絲分裂中的染色體分離，不會在細胞質尚未分裂時立即使整個細胞的 DNA 量減半。

易錯處

先問縱軸的計數單位是『每個細胞』還是『每個細胞核』。

評卷報告提醒（原資料第 70 頁）

DNA 量按整個細胞計。已有兩個子核但胞質尚未分裂時，細胞內 DNA 總量仍未減半；應分開辨認核分裂與胞質分裂。

評分依據：HKDSE 生物 2025 年 卷一甲部 原第 25 題官方評卷參考，原資料第 51 頁。

針對練習

1. [HKDSE 生物 2014 年 卷一甲部 原第 4 題]

提示：先看縱軸單位，再定位複製和分裂階段。

參考以下研究，解答 3 至 5 三題。

一名學生利用普通光學顯微鏡在高倍數下觀察某光合原生生物的二分體分裂。他將該原生生物的臨時製片放置在顯微鏡的載物台上。

以下哪項正確描述該原生生物的二分體分裂？

A. 子細胞內細胞器的數量與母細胞的一樣。
B. 子細胞內染色體的數目是母細胞的一半。
C. 子細胞之間的等位基因有差異。
D. 子細胞之間的大小相若。

✓ **答案** D

解析 **答案：D**

二分裂一般產生大小相若的兩個子細胞，所以 D 最符合。染色體複製後分配，子細胞並非只得親細胞一半的染色體數；正常情況下也不因分裂本身就產生不同等位基因。細胞器會分配給子細胞，不保證每個子細胞的數量與親細胞完全一樣。

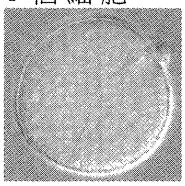
評分依據：HKDSE 生物 2014 年 卷一甲部 原第 4 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

2. [HKDSE 生物 2017 年 卷一甲部 原第 22 題]

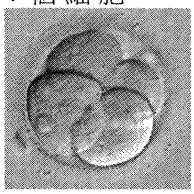
提示：先看縱軸單位，再定位複製和分裂階段。

指示： 參考以下放大倍數相同的顯微照片，回答第 21 至 23 題。顯微照片顯示胚胎的一些早期發育階段：

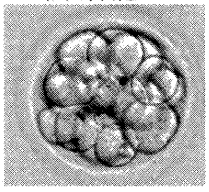
I. 1 個細胞



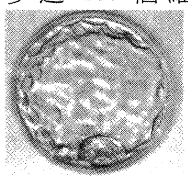
II. 4 個細胞



III. 16 個細胞



IV. 多過 100 個細胞



. 階段 I 的細胞經歷了多少個細胞週期才達至到階段 III？

A. 2 個
B. 3 個
C. 4 個
D. 5 個

✓ **答案** C

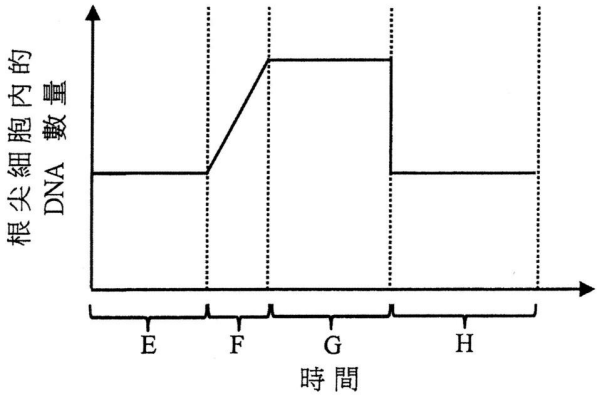
解析 **答案：C**

每輪有絲分裂使細胞數加倍：1→2→4→8→16，共 4 輪，選 C。也可解 $2^n=16$，得 $n=4$。圖中沒有畫出的 2 細胞和 8 細胞階段仍然發生，不能只數所展示照片之間的轉換。

評分依據：HKDSE 生物 2017 年 卷一甲部 原第 22 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

3. [HKDSE 生物 2025 年 卷一甲部 原第 26 題]
提示：先看縱軸單位，再定位複製和分裂階段。

指示： 參考下圖，解答第 25 和 26 題。下圖顯示一個根尖細胞進行細胞分裂時 DNA 數量的變化：



對植物而言，以下哪些是這種細胞分裂的功用？

(1) 由合子形成胚胎
(2) 薄壁細胞的增生
(3) 替補根冠的細胞

A. 只有 (1) 和 (2)
B. 只有 (1) 和 (3)
C. 只有 (2) 和 (3)
D. (1)、(2) 和 (3)

✓ **答案** D

解析 **答案：D**

由合子形成胚胎，需要反覆的有絲分裂，(1)正確。薄壁細胞增生及替補根冠細胞，同樣需要增加體細胞數目，(2)、(3)正確。 三項都是所示有絲分裂的功用，選 D。 A、B、C 都漏去一項適用的生長或替補過程。

所用知識

有絲分裂可增加體細胞數目，支持生長及替換受損或脫落的細胞。

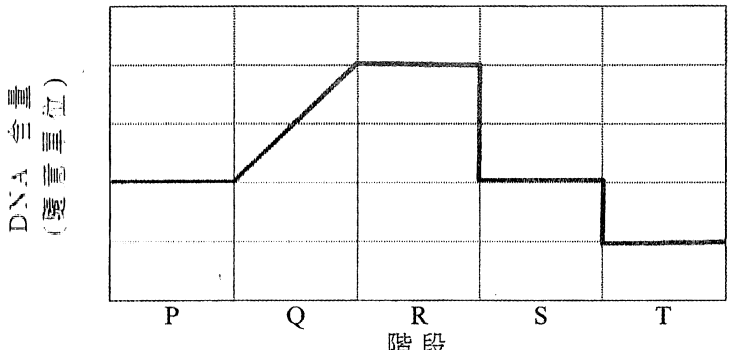
易錯處

『合子形成胚胎』不是『形成配子』；不能因出現生殖相關字眼就改判為減數分裂。

評分依據：HKDSE 生物 2025 年 卷一甲部 原第 26 題官方評卷參考，原資料第 51 頁。

4. [HKDSE 生物 2016 年 卷一甲部 原第 20 題]
提示：先看縱軸單位，再定位複製和分裂階段。

指示： 參考下圖，回答 18 至 20 三題。下圖顯示一個細胞進行某個分裂時的 DNA 含量變化：



姊妹染色單體在哪些階段的轉換期間分開？

A. 由 P 轉 Q
B. 由 Q 轉 R
C. 由 R 轉 S
D. 由 S 轉 T

✓ **答案** D

解析 **答案：D**

減數分裂第一次主要分離同源染色體，第二次才分離姐妹染色單體。圖中 R→S 是第一次減半，S→T 是第二次減半，所以選 D。先數出兩輪分裂，再把『同源染色體』和『姐妹染色單體』對應到各輪。

評分依據：HKDSE 生物 2016 年 卷一甲部 原第 20 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

5. [HKDSE 生物 2020 年 卷一甲部 原第 20 題]

提示：先看縱軸單位，再定位複製和分裂階段。

20. 在進行有絲分裂前的一刻，細胞 P 的 DNA 含量為 x；分裂後的每個子細胞有 4 條染色體。以下哪項描述是正確的？

A. 子細胞的 DNA 含量是 0.5 x。
B. 每條染色體的 DNA 含量是 0.25 x。
C. 細胞 P 的雙倍體狀態含有 8 條染色體。
D. 細胞 P 在分裂前的一刻有 8 條染色體。

✓ **答案** A

解析 **答案：A**

題目把分裂前一刻、已完成 DNA 複製的細胞 P 的 DNA 總量記為 x。有絲分裂把這些 DNA 平均分給兩個子細胞，因此每個子細胞得到：

DNA 含量 = x ÷ 2 = 0.5x。

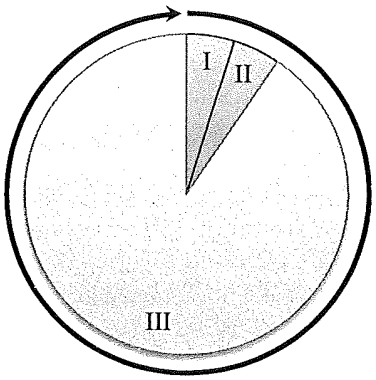
故選 A。子細胞有 4 條染色體，表示母細胞通常也有 4 條；複製後每條由兩條姐妹染色單體組成，仍按未分開的着絲點計為 4 條，不是 8 條。另不能把所有染色體都當成相同長度，單靠條數便斷言每條必有固定比例的 DNA；B 也與平均分配結果不符。

評分依據：HKDSE 生物 2020 年 卷一甲部 原第 20 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

6. [HKDSE 生物 2023 年 卷一甲部 原第 5 題]

提示：先看縱軸單位，再定位複製和分裂階段。

Directions: Questions 5 and 6 refer to the diagram below, which shows three stages of a cell cycle:



Which of the following correctly describes the events in the cell cycle?

A. The cytoplasm is halved in stage I.
B. Sister chromatids separate in stage II.
C. The cell synthesises more organelles in stage III.
D. Chromatin condenses to form chromosomes in stage III.

✓ **答案** C

解析 **答案：C**

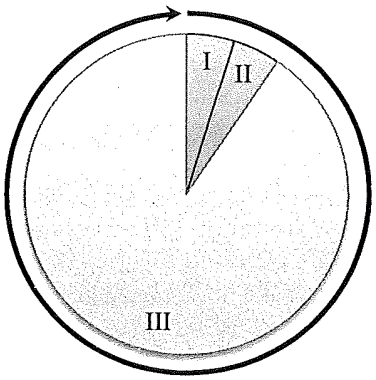
佔大部分週期的 III 是間期，細胞生長並合成較多細胞器；其後 I 是核分裂，II 是細胞質分裂。姐妹染色單體分離及染色質凝縮屬於核分裂 I，細胞質一分為二則在 II。

評分依據：HKDSE 生物 2023 年 卷一甲部 原第 5 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

7. [HKDSE 生物 2023 年 卷一甲部 原第 6 題]

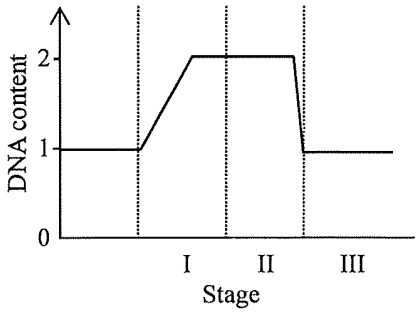
提示：先看縱軸單位，再定位複製和分裂階段。

Directions: Questions 5 and 6 refer to the diagram below, which shows three stages of a cell cycle:

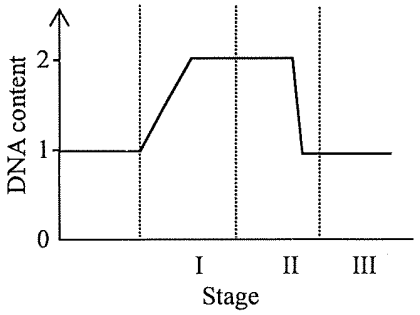


Which of the following graphs correctly matches the changes in the DNA content in the cell with the three stages of the cell cycle?

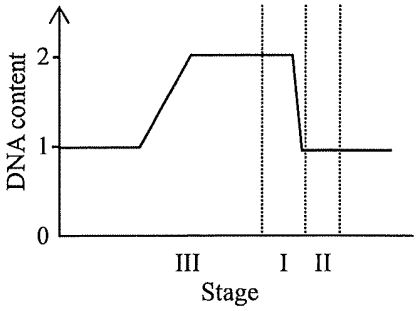
A.



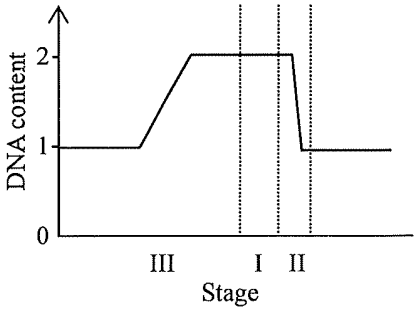
B.



C.



D.



✓ **答案** D

解析 **答案：D**

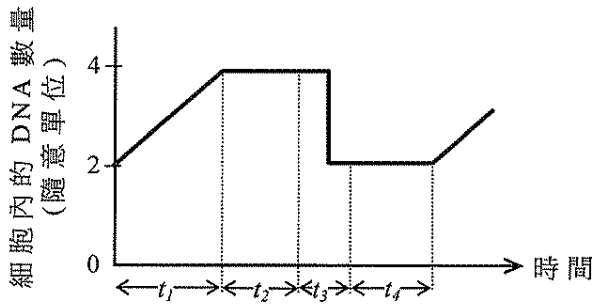
間期 III 內 DNA 複製，使每細胞 DNA 由 1 增至 2。核分裂 I 時姐妹染色單體雖分開，整個細胞的 DNA 仍為 2；細胞質分裂 II 才把細胞分成兩個，每個回到 1。因此下降段應位於 II，與 D 相符。

評分依據：HKDSE 生物 2023 年 卷一甲部 原第 6 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

8. [HKDSE 生物 練習卷 卷一甲部 原第 2 題]

提示：先看縱軸單位，再定位複製和分裂階段。

以下曲線圖顯示一個細胞在進行細胞分裂時，其 DNA 數量的變化：



以下哪項陳述正確描述在相應時段內所發生的事情？

A. 在 t_1 期間，核膜消失。
B. 在 t_2 期間，同源染色體配對。
C. 在 t_3 期間，同源染色體分離。
D. 在 t_4 期間，細胞器合成。

✓ **答案** D

解析 **答案：D**

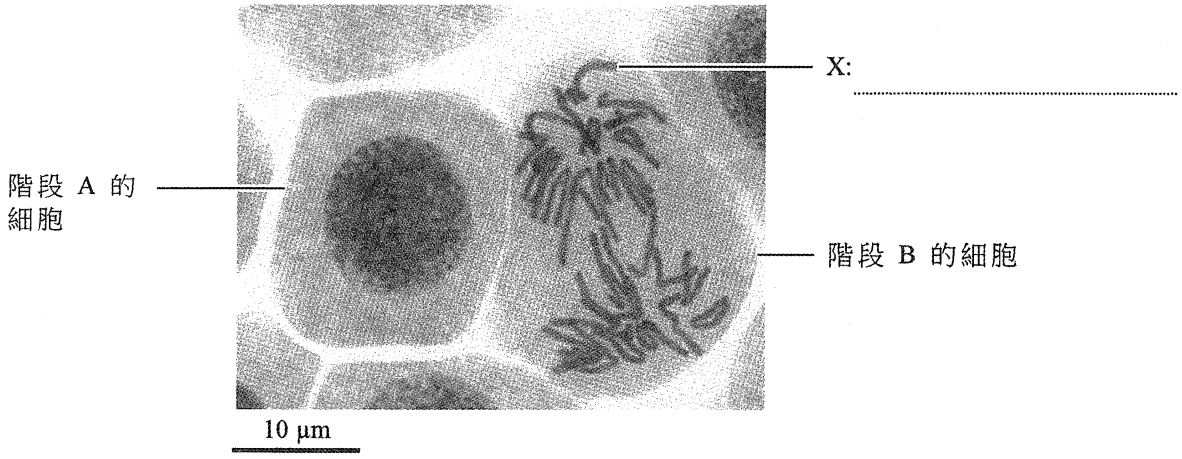
DNA 量先由 2 增至 4，再回到 2，表示複製後完成一次有絲分裂；t_4是下一輪間期的一部分，可合成細胞器。t_1的 DNA 增加是複製，並非核膜消失；同源染色體配對及分離屬減數分裂，不能套在此圖。

評分依據：HKDSE 生物 練習卷 卷一甲部 原第 2 題官方評卷參考，原資料第 2 頁。

9. [HKDSE 生物 2015 年 卷一乙部 原第 2 題]

提示：先看縱軸單位，再定位複製和分裂階段。

2. 以下顯微照片顯示於細胞週期的兩個不同階段，遺傳物質的形態：



(a) 標示顯微照片所示的構造 X。 (1 分)

(b) 參考顯微照片所示的遺傳物質形態，轉錄較有可能在哪個階段(A 或 B)發生？試加以說明。 (2 分)

寫於邊界以外的

(c) 在下面預留的空位內，寫出導致有絲分裂和減數分裂出現不同結果的原因。
(2 分)

	結果		原因
	有絲分裂	減數分裂	
子細胞的數目	2	4	
子細胞的 DNA 含量	2N	1N	

✓ **答案** 各小問的答案、推理及相應分值依原題順序列於下方。

解析 **(a)；原評分 1 分**

X 是染色體；圖中亦可稱為已分開的染色單體。

X 指向凝縮後呈棒狀的遺傳物質，應依箭頭所指構造作答，不能把整個正在分裂的細胞核當成標示對象。

(b)；原評分 2 分

階段 A。其遺傳物質較鬆散，DNA 較容易被轉錄所需的分子接近。

A 的核內沒有 B 那種清楚凝縮的染色體，表示染色質較鬆散。轉錄需要沿 DNA 讀取序列；先指出 A 的形態，再說明這種形態與 DNA 可被讀取的關係，才完成由觀察到功能的推論。

(c)；原評分 2 分

細胞數目不同：有絲分裂只分裂一次，減數分裂連續分裂兩次。DNA 含量不同：減數分裂時同源染色體分離到不同子細胞，染色體組數減半；有絲分裂沒有這種減半。

兩種分裂都須先複製 DNA，但減數分裂在一次複製後有兩輪分裂，第一輪把同源染色體分開。由二倍體細胞開始，這就解釋了表中有絲分裂的兩個子細胞仍為 2N，而減數分裂形成四個 1N 子細胞。不能只重抄表中的數字而不說原因。

評卷報告提醒（原資料第 2 頁）

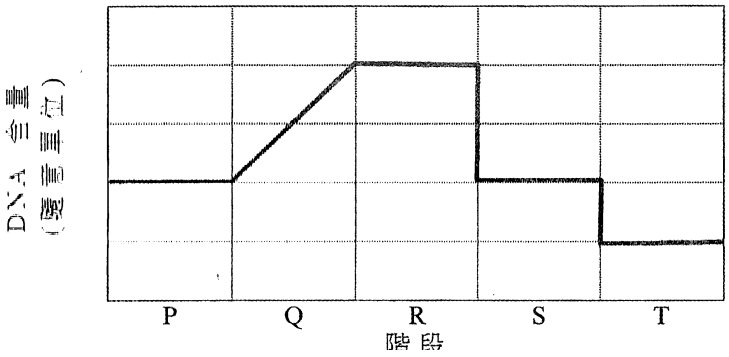
染色體的組數與實際條數不同：二倍體不一定有 46 條染色體。較鬆散的染色質方便 DNA 局部解開，讓相關基因被轉錄。

評分依據：HKDSE 生物 2015 年 卷一乙部 原第 2 題官方評卷參考，原資料第 2 頁。

10. [HKDSE 生物 2016 年 卷一甲部 原第 19 題]

提示：先看縱軸單位，再定位複製和分裂階段。

指示： 參考下圖，回答 18 至 20 三題。下圖顯示一個細胞進行某個分裂時的 DNA 含量變化：



以下哪個（些）階段最能代表間期？

A. 只有 P
B. 只有 Q
C. 只有 P 和 Q
D. 只有 P、Q 和 R

✓ **答案** C

解析 **答案：C**

按本圖分段，P 是複製前階段，Q 是 DNA 含量增加的複製階段，兩者屬分裂間期，所以選 P 和 Q（C）。R 包括已完成複製、進入第一輪分裂的階段，不能把整段都列為間期。單看 DNA 含量不變，並不表示細胞完全沒有活動。

評卷報告提醒（原資料第 2 頁）

間期包含 DNA 複製前後的生長活動，不能只把 DNA 含量正在增加的一段稱為間期。

評分依據：HKDSE 生物 2016 年 卷一甲部 原第 19 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

11. [HKDSE 生物 2014 年 卷一乙部 原第 3 題]

提示：先看縱軸單位，再定位複製和分裂階段。

20 世紀初之前，科學家普遍相信：

「細胞分裂令遺傳物質損耗。因此，多細胞生物的各個細胞只會載有該類細胞特有的遺傳物質。」

1902 年，斯柏曼進行一項有關動物克隆的最早期實驗。他利用一條幼小的毛髮，把一個具有兩個細胞的兩棲動物胚胎一分為二，並發現每個細胞都能發育成一個完整的個體。

(a) 為什麼斯柏曼的實驗反駁了早期有關細胞分裂的信念？ (1 分)

(b) 說明上述例子如何能展示下表所列的兩項科學的本質。 (2 分)

科學的本質	說明
科學知識是暫時性和可改變的。	
我們對其他理論和概念的既有認識會影響我們如何演繹觀察所得。	

(c) 利用現今對細胞分裂的認識，解釋遺傳物質在有絲分裂時如何得以保存。(3 分)

✓ **答案** 各小問的答案、推理及相應分值依原題順序列於下方。

解析 **a；原評分 1 分**

分開的兩個細胞都能發育成完整個體，表示每個細胞仍保有形成完整個體所需的遺傳物質。

若每次分裂必然丟失一半不同種類的遺傳資料，就難以解釋兩個細胞都能形成完整個體；結果反駁的是遺傳資料必然不完整的說法。

b；原評分 2 分

科學知識是暫時性的：新實驗證據可推翻原先細胞分裂會逐步失去遺傳物質的看法。既有知識影響解釋：早期研究者只見到細胞一分為二，未理解分裂前的 DNA 複製，因而把分裂解作遺傳物質減半；斯佩曼則利用完整發育需要完整遺傳資料的認識，從兩個完整胚胎作出不同推論。

兩行都要把科學本質連回本題具體事實，不能只抄抽象定義。

c；原評分 3 分

有絲分裂前 DNA 先複製，形成兩套相同的遺傳資料；染色體排列在細胞中央；姐妹染色單體分離，分別移向兩極，最後平均分配到兩個子細胞。

複製讓資料有兩份，規則分離才讓每個子細胞得到完整的一份。只寫「一分為二」沒有說明為何資料不減半。

評卷報告提醒（原資料第 2 頁）

科學本質須與本題證據相連；有絲分裂分開姐妹染色單體，並非同源染色體像減數分裂般分離。

評分依據：HKDSE 生物 2014 年 卷一乙部 原第 3 題官方評卷參考，原資料第 2 頁。

題型 2 追蹤減數分裂中的染色體與變異

綜合程度 ★★★☆☆

知識梳理

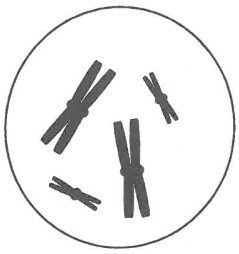
① **用一對同源染色體作起點：**第一次分裂分開的是來自父、母的同源染色體；第二次分裂才分開姊妹染色單體。配子最終每對只取一條，使受精後恢復成對的染色體。

② 不同同源對的獨立排列及同源染色體間的互換可重組等位基因，但不會憑空創造新等位基因。

點石成金　先辨認同源染色體與姊妹染色單體，再判斷是哪一次分裂；比較變異時說清是新等位基因還是新組合。

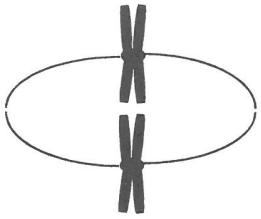
例 1 [HKDSE 生物 2022 年 卷一甲部 原第 5 題]

指示：　參考下圖，解答第 4 和 5 題。下圖顯示在減數細胞分裂的初期，某細胞內染色體的外觀：

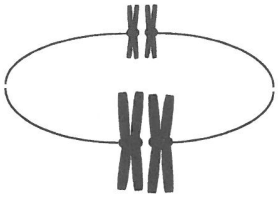


5. 以下哪圖正確顯示在細胞分裂後期出現的染色體排列？

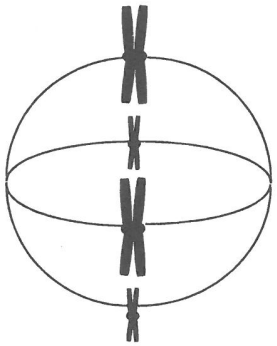
A.



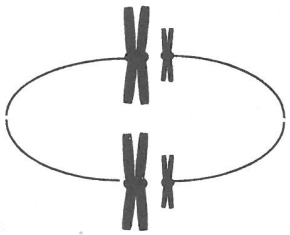
B.



C.



D.



解答 **答案：B**

圖中兩條長染色體互為同源，兩條短染色體互為同源。第一次減數分裂中期，同源染色體成對排列在細胞赤道位置，而每條染色體的姐妹染色單體仍相連。B 符合這種成對排列；不能把所有染色體當作互不成對的單條排成一列。

評分依據：HKDSE 生物 2022 年 卷一甲部 原第 5 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

方法：先分清同源染色體與姊妹染色單體。

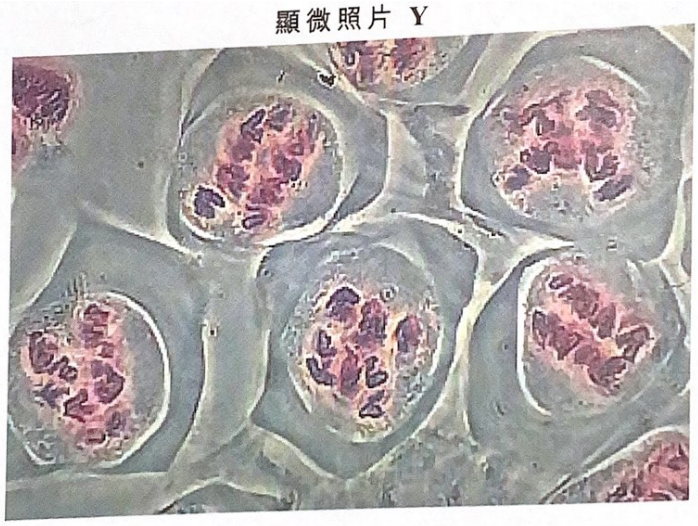
例 2 [HKDSE 生物 2019 年 卷一乙部 原第 3 題]

以下顯微照片顯示在某花朵內進行減數分裂的某些階段：

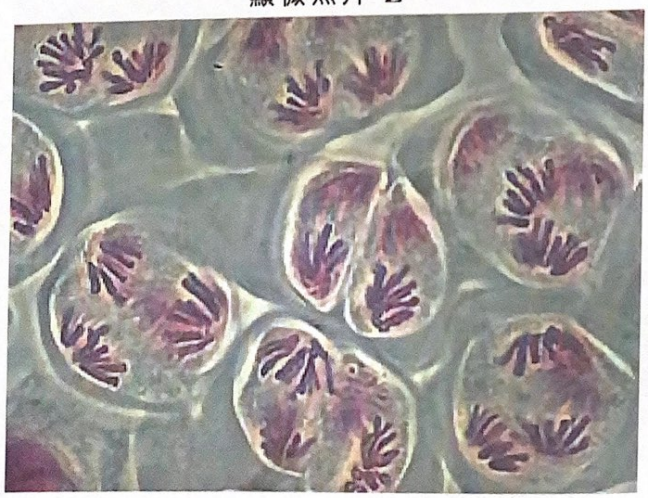
顯微照片 X



顯微照片 Y



顯微照片 Z



(a) 指出這種分裂在花朵哪一個構造內進行。 (1 分)

(b) (i) 寫出顯微照片 X 顯示的事件 W 的名稱。 (1 分)

(ii) 簡述在事件 W 期間所發生的事情。事件 W 有什麼重要性? (2 分)

(c) (i) 哪張顯微照片 (Y 或 Z) 顯示第一次減數分裂? 提出一項證據以支持你的答案。 (2 分)

(ii) 第一次減數分裂和第二次減數分裂各有什麼目的? (2 分)

解答 **a；原評分 1 分**

花藥；亦可答子房內的胚珠。

形成花粉及胚囊之前，都有相關母細胞進行減數分裂。題目只要一個花內構造，應指定花藥或胚珠所在位置，不能只答整朵花。

方法：先分清同源染色體與姊妹染色單體。

b(i)；原評分 1 分

互換。

顯微照片 X 的 W 顯示同源染色體之間形成交叉，對應減數分裂前期的互換。

b(ii)；原評分 2 分

同源染色體的非姐妹染色單體交換相應 DNA 片段，產生新的等位基因組合、增加遺傳變異。

同源染色體一條來自父方、一條來自母方；在相應位置交換片段，會重組已有等位基因。互換不是整條染色體交換位置，也不必形成全新的等位基因。

c(i)；原評分 2 分

Y；可見同源染色體配對／正在分離，屬第一次減數分裂的特徵。

判斷看的是染色體的行為。Y 中仍可辨認成對的同源結構，處於第一次分裂；Z 的細胞已進入兩組再分裂的階段，不能以哪張圖較深色判斷。

c(ii)；原評分 2 分

第一次分裂分開同源染色體，第二次分裂分開姐妹染色單體。

第一次把每一對同源染色體分到不同細胞，使套數減半；第二次則讓每條染色體的兩條姐妹染色單體分到不同子細胞。兩次分離的對象不同。

評卷報告提醒（原資料第 4 頁）

卵和花粉粒是減數分裂產物，並非題目所問的花中位置。互換發生於同源染色體的非姊妹染色單體；第一次分裂分開同源染色體，第二次分裂才分開姊妹染色單體，不能說兩次都把染色體數減半。

評分依據：HKDSE 生物 2019 年 卷一乙部 原第 3 題官方評卷參考，原資料第 2 頁。

例 3 [HKDSE 生物 2012 年 卷一乙部 原第 11 題]

考生須以短文形式回答以下題目。評分準則包括內容切題，鋪排合乎邏輯，以及表達清晰。

有絲分裂和減數分裂是確保生命得以延續的重要過程。比較兩種過程的差異，並指出它們差異之處的重要性。 (11 分)

解答 **短文；原評分 11 分**

方法：先分清同源染色體與姊妹染色單體。

有絲分裂只進行一次核分裂，同源染色體不配對，複製後的姐妹染色單體分開，通常產生兩個染色體數目與親細胞相同、遺傳組成相同的子細胞。因此它能增加相同功能的體細胞，供生長及組織修補，也能維持無性繁殖後代的遺傳特徵。減數分裂在一次 DNA 複製後連續進行兩次核分裂。第一次分裂中同源染色體配對，並可發生互換，之後同源染色體分開；第二次分裂再分開姐妹染色單體。所產生的配子只含每對同源染色體中的一條，染色體數目減半，受精時兩個配子結合便恢復正常數目，避免世代間不斷加倍。不同同源染色體的隨機分配及互換也產生新的等位基因組合，增加有性生殖後代的遺傳變異。

短文要把分裂差異與生物學意義連在一起，不能寫成兩列互不連貫的名詞。官方內容分最多 8 分，包括配對／分離及分裂次數的比較，以及染色體數目維持、遺傳穩定與變異的意義；另有表達及組織最多 3 分。不要說有絲分裂完全不涉及染色體分離，也不要說減數分裂複製 DNA 兩次。

評卷報告提醒（原資料第 2 頁）

短文必須比較兩種分裂，並把差異聯繫到意義；分別背寫兩個過程不等於完成比較。

評分依據：HKDSE 生物 2012 年 卷一乙部 原第 11 題官方評卷參考，原資料第 5 頁。

針對練習

1. [HKDSE 生物 2019 年 卷一甲部 原第 12 題]

提示：先分清同源染色體與姊妹染色單體。

12. 以下哪項關於人類卵子和精子的陳述是正確的？

A. 兩者的基因數目相同。
B. 兩者細胞質的量相同。
C. 兩者的食物貯備量相同。
D. 兩者染色體的數目相同。

✓ **答案** D

解析 **答案：D**

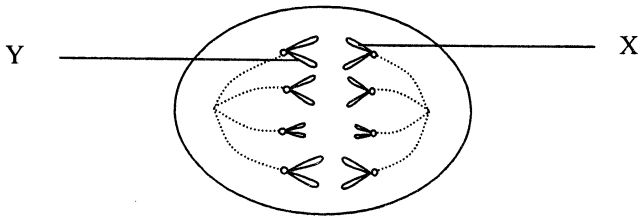
正常人類卵子和精子都是單倍體，均有 23 條染色體，所以 D 正確。它們的細胞質與食物儲備不同；精子可帶 X 或 Y，也不能由染色體數目相同便推出基因內容完全相同。

評分依據：HKDSE 生物 2019 年 卷一甲部 原第 12 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

2. [HKDSE 生物 2013 年 卷一甲部 原第 18 題]

提示：先分清同源染色體與姊妹染色單體。

下圖顯示一個細胞正在分裂以形成某動物的卵子細胞：



就這個分裂過程，從上圖可以得出什麼結論？

A. 圖中顯示有絲分裂。
B. 圖中顯示第一次減數分裂。
C. X 和 Y 是同源染色體。
D. 每個子細胞有四條染色體。

✓ **答案** D

解析 **答案：D**

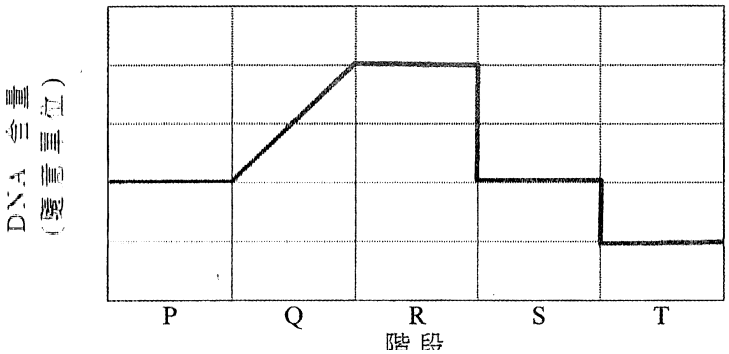
圖中有四個染色體單位移向每一極，因此分裂後每個子細胞有四條染色體，選 D。不要僅憑兩組染色體分開就斷言這是有絲分裂或某一次減數分裂，也不要把分向兩極的 X、Y 直接認作一對同源染色體。

評分依據：HKDSE 生物 2013 年 卷一甲部 原第 18 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

3. [HKDSE 生物 2016 年 卷一甲部 原第 18 題]

提示：先分清同源染色體與姊妹染色單體。

指示： 參考下圖，回答 18 至 20 三題。下圖顯示一個細胞進行某個分裂時的 DNA 含量變化：



. 從上圖可以得出以下哪些推論？

(1) 有兩次分裂。
(2) 有一次 DNA 複製。
(3) 在整個過程結束時 DNA 的含量減半。

A. 只有 (1) 和 (2)
B. 只有 (1) 和 (3)
C. 只有 (2) 和 (3)
D. (1) 、 (2) 和 (3)

✓ **答案** D

解析 **答案：D**

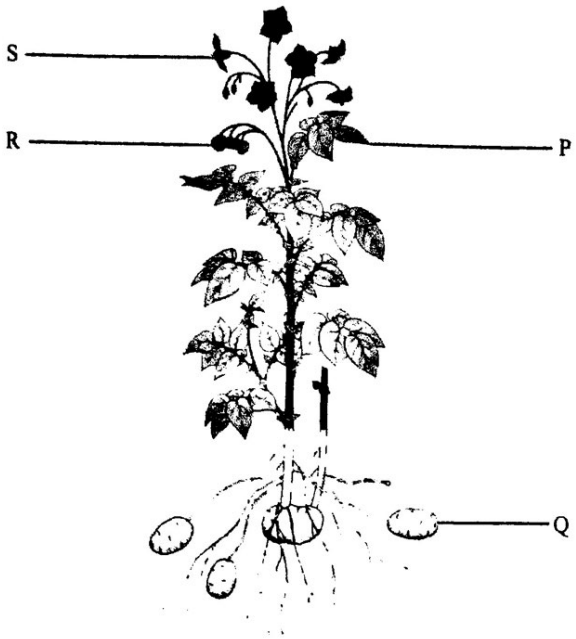
沿圖從左向右讀：P 到 Q 間 DNA 含量增加一次，表示一次複製；之後出現兩次減半，表示兩輪細胞分裂；終點 T 的每細胞 DNA 含量為起點的一半。因此（1）（2）（3）都符合，選 D。比較的是『每細胞』的 DNA，分裂後細胞總數則增加。

評分依據：HKDSE 生物 2016 年 卷一甲部 原第 18 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

4. [HKDSE 生物 2018 年 卷一甲部 原第 16 題]

提示：先分清同源染色體與姊妹染色單體。

指示： 參考下圖，解答第 15 至 17 題。下圖顯示一株馬鈴薯植物的構造：



以下哪些標示的構造含有基因型不相同的細胞？

A. P 和 Q
B. P 和 S
C. Q 和 R
D. R 和 S

✓ **答案** D

解析 **讀題與方法**

比較的是構造內細胞的遺傳組成，不是外形或功能是否不同。

答案：D

花內包含與生殖有關的細胞；形成配子的減數分裂會改變染色體套數並產生遺傳組合。果實內的種子包含受精後形成的胚，胚與母株的果皮組織也不必具有相同基因型。因此 R 和 S 可包含遺傳組成不同的細胞。 葉和塊莖的體細胞即使形態、功能不同，通常仍來自同一植株的有絲分裂；細胞分化不等於每種組織都有一套不同的基因。故選 D。

易錯處

把組織分工或不同基因的表達，誤當成 DNA 本身一定不同。

評分依據：HKDSE 生物 2018 年 卷一甲部 原第 16 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

5. [HKDSE 生物 2024 年 卷一甲部 原第 4 題]

提示：先分清同源染色體與姊妹染色單體。

指示： 參考下圖，解答第 4 至 6 題。下圖顯示某細胞的染色體在減數細胞分裂初期的外觀：



若這細胞的 DNA 量是 β，這生物中一個不再分裂的體細胞內的 DNA 量是多少？

A. ¼ β
B. ½ β
C. β
D. 2 β

✓ **答案** B

解析 **答案：B**

減數分裂初期已完成 DNA 複製，每條染色體有兩條姐妹染色單體。不再分裂的體細胞通常未作這次複製，雖仍有同樣的二倍體染色體數目，DNA 量只有圖示細胞的一半，即 β/2。

評分依據：HKDSE 生物 2024 年 卷一甲部 原第 4 題官方評卷參考，原資料第 49 頁。

6. [HKDSE 生物 2024 年 卷一甲部 原第 5 題]

提示：先分清同源染色體與姊妹染色單體。

指示： 參考下圖，解答第 4 至 6 題。下圖顯示某細胞的染色體在減數細胞分裂初期的外觀：

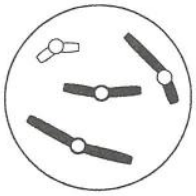


以下哪些圖顯示子細胞內染色體的可能組合？

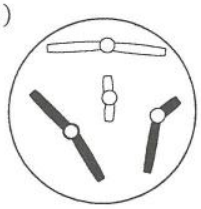
(1)



(2)



(3)



A. 只有 (1) 和 (2)
B. 只有 (1) 和 (3)
C. 只有 (2) 和 (3)
D. (1)、(2) 和 (3)

✓ **答案** A

解析 **答案：A**

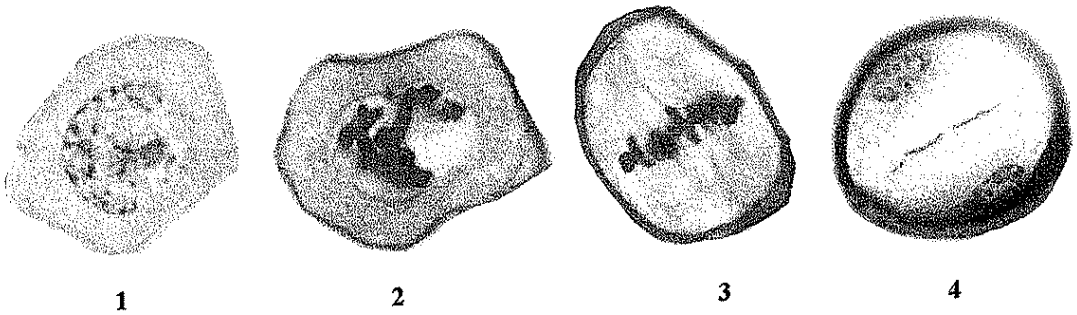
先按長度與著絲粒位置把原圖染色體配成同源對；正常配子須從每一對取得一條，不要求全部來自同一親方。圖 (1)、(2) 都各有一套，黑白組合可不同；圖 (3) 重複取得某對而欠缺另一對，不能由正常減數分裂得到。

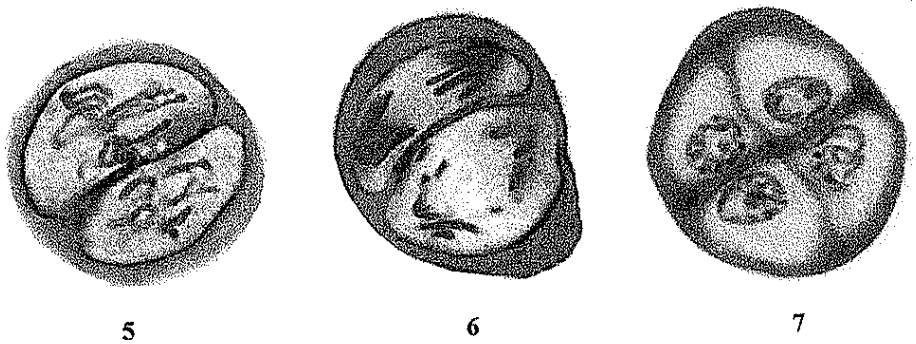
評分依據：HKDSE 生物 2024 年 卷一甲部 原第 5 題官方評卷參考，原資料第 49 頁。

7. [HKDSE 生物 樣本卷 卷一乙部 原第 4 題]

提示：先分清同源染色體與姊妹染色單體。

以下顯微照片顯示一個細胞進行某類細胞分裂時的變化：





(a) 指出在階段 1 發生的**兩個**過程，這些過程讓細胞進行這類細胞分裂作出準備。 (2 分)

(b) 解釋染色體在階段 3 的表現對這類細胞分裂結果的重要性。 (4 分)

✓ **答案** 各小問的答案、推理及相應分值依原題順序列於下方。

解析　**a；原評分 2 分**

DNA 複製；合成細胞器及其他細胞物質，為分裂後的新細胞作準備。

第 1 階段是分裂前的準備，後面最終形成四個細胞，顯示這組照片是減數分裂。DNA 先複製，令每條染色體具有兩條姊妹染色單體；細胞還須增加細胞器或相關物質，支援隨後的兩次分裂。不能說 DNA 在兩次減數分裂之間再完整複製一次。

b；原評分 4 分

同源染色體以成對方式排列在細胞中央，分離後每個子細胞只得到每對同源染色體中的一條，使染色體套數減半；各對同源染色體的排列方向彼此獨立，令後來形成的配子有不同的染色體與等位基因組合。

先辨認第 3 階段的「一對一對排列」，再連到第 4 階段的分離。配對排列使同源染色體可分往兩極，結果不是每邊仍保留完整兩套，而是各有一套。不同對的父源、母源染色體朝向哪一極可以不同，因此形成多種組合。

交叉互換也可增加變異，但通常發生在較早的前期 I；不應把第 3 階段的排列直接說成此刻才開始互換。

評分依據：HKDSE 生物 樣本卷 卷一乙部 原第 4 題官方評卷參考，原資料第 2 頁。

I.e　酶、光合作用與呼吸作用

先讀「知 I.e」的知識與圖，再沿本節各題型練習。每道例題保留完整原題與解說，後續練習按整題要求逐步增加資料整合。

題型 1　分清合成、分解與能量轉換

綜合程度 ★★☆☆☆

知識梳理

① 把許多葡萄糖連成糖原，需要形成化學鍵並投入能量，屬合成代謝；把較大有機物分解成較小分子，屬分解代謝。咀嚼把食物弄碎卻未改變分子結構，屬於物理處理。

② 細胞把一部分釋出的能量轉入 ATP，隨後再由 ATP 支持耗能活動，不能把物質本身說成變成能量而消失。

點石成金　看分子大小及化學改變，不只看外觀碎裂；再問能量是被儲存、轉移還是釋出。

例 1　[HKDSE 生物 2017 年 卷一甲部 原第 1 題]

以下哪個組合正確配對該過程和所涉及的代謝類型？

	過程	代謝類型
A.	脂類在小腸內消化	合成代謝
B.	過多的能量以糖原形式貯存	分解代謝
C.	氨基酸形成肌肉纖維的同化作用	合成代謝
D.	已消化的食物在小腸內的吸收作用	分解代謝

解答　**答案：C**

氨基酸組裝成肌肉蛋白質，屬同化作用，也就是合成代謝，所以選 C。脂肪在小腸被消化是分解；葡萄糖組成糖原是合成；把消化產物穿膜吸收則是運輸過程，不等同分解代謝。

方法：先看分子的化學改變，再判斷能量轉換。

評分依據：HKDSE 生物 2017 年 卷一甲部 原第 1 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

針對練習

1. [HKDSE 生物 2014 年 卷一甲部 原第 1 題]

提示：先看分子的化學改變，再判斷能量轉換。

以下哪項是分解代謝過程？

A. 轉化葡萄糖爲糖原
B. 吸收葡萄糖
C. 乳化脂肪
D. 消化澱粉質

✓ **答案** D

解析 **答案：D**

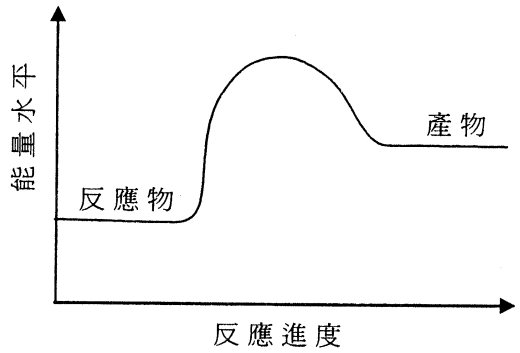
消化澱粉把大分子水解成較小的糖分子，屬分解代謝。葡萄糖合成糖原是合成代謝；吸收葡萄糖是運輸；乳化脂肪只把大脂肪團分散成小滴，沒有分解脂肪分子。

評分依據：HKDSE 生物 2014 年 卷一甲部 原第 1 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

2. [HKDSE 生物 2013 年 卷一甲部 原第 6 題]

提示：先看分子的化學改變，再判斷能量轉換。

參考以下曲線圖，解答 6 和 7 兩題。圖示某涉及酶的生物化學反應的反應物和產物的能量水平：



上圖所示的反應屬於

A. 合成代謝過程，因爲它吸收能量。
B. 合成代謝過程，因爲它釋放能量。
C. 分解代謝過程，因爲它吸收能量。
D. 分解代謝過程，因爲它釋放能量。

✓ **答案** A

解析 **答案：A**

圖中產物的能量高於反應物，表示反應的淨效果是吸收能量；本題因此歸為需能的合成代謝。不要把曲線中間先升後降誤讀成整個反應釋能，判斷淨能量變化須比較起點與終點。

評卷報告提醒（原資料第 1 頁）

判定吸能或釋能，比較反應物與產物水平，不看曲線中間的峯。

評分依據：HKDSE 生物 2013 年 卷一甲部 原第 6 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

3. [HKDSE 生物 2016 年 卷一甲部 原第 8 題]
提示：先看分子的化學改變，再判斷能量轉換。

以下哪個組合正確配對生化反應和涉及的代謝類型？

	生化反應	代謝類型
A.	葡萄糖轉化為丙酮酸鹽	合成代謝
B.	蛋白質轉化為氨基酸	合成代謝
C.	氨基酸轉化為尿素	分解代謝
D.	葡萄糖轉化為糖原	分解代謝

✓ **答案** C

解析 **答案：C**

氨基酸經脫氨作用，含氮部分再形成尿素，是分解氨基酸的一環，所以 C 正確。葡萄糖分解為丙酮酸、蛋白質水解成氨基酸都屬分解代謝；葡萄糖合成糖原則屬合成代謝。先看物質被分解還是被組裝，再核對選項名稱。

評分依據：HKDSE 生物 2016 年 卷一甲部 原第 8 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

題型 2 用酶模型解釋專一性、重複使用與抑制

綜合程度 ★★★☆☆

知識梳理

① 酶的活性部位與受質相配合。一次反應完成後酶可再次催化，因此加入新受質後重新起泡，支持酶仍有活性。

② 若另一分子佔用受質原來的結合位置，就可能抑制反應；提高受質濃度能否減輕抑制，是檢查競爭模型的一種方法。模型說明的範圍有限，不能由一幅鎖鑰圖推出所有酶的成分及最適條件。

點石成金　補受質看可重複使用，換受質看專一性；判斷抑制機制則連接分子形狀、結合位置與實驗結果。

例 1 [HKDSE 生物 2018 年 卷一甲部 原第 3 題]

指示： 參考以下有關過氧化氫酶的實驗，解答第 2 至 4 題。該酶催化過氧化氫的分解，然後釋放氧氣。志光將一個 1 cm^3 的豬肝立方體放置在盛有 5 mL 過氧化氫溶液的燒管內。他利用有餘燼的木條來測試釋出的氣體。他再用牛肉、馬鈴薯和蘋果重複實驗。結果如下所示：

組織	氣泡釋出的速率	使有餘燼的木條重燃
豬肝	普通	是
牛肉	普通	是
馬鈴薯	緩慢	是
蘋果	緩慢	是

當氣泡的釋出停止時，志光將更多的過氧化氫溶液加入燒管。以下哪項組合正確顯示這個額外實驗的預期結果及其解釋？

	預期結果	解釋
A.	有氣泡釋出	過氧化氫酶的作用是專一的。
B.	有氣泡釋出	過氧化氫酶是可再用的。
C.	沒有氣泡	過氧化氫酶已耗盡。
D.	沒有氣泡	過氧化氫酶已變性。

解答 **讀題與方法**

反應停止後補加的是受質，並沒有補加酶。

方法：把結合位置、分子形狀與反應結果連起來。

答案：B

先分清兩種物質的角色：過氧化氫是被分解的受質，過氧化氫酶是催化劑。受質在反應中逐漸減少；酶完成一次催化後仍可再催化下一次反應。起泡停止後再加入過氧化氫，原有的酶便能繼續分解新加入的受質，重新釋出氧而產生氣泡。這個結果支持酶能重複使用，與 B 的結果和理由都相符。專一性說明酶選擇哪種受質，不是補加受質後再次起泡的直接理由。故選 B。

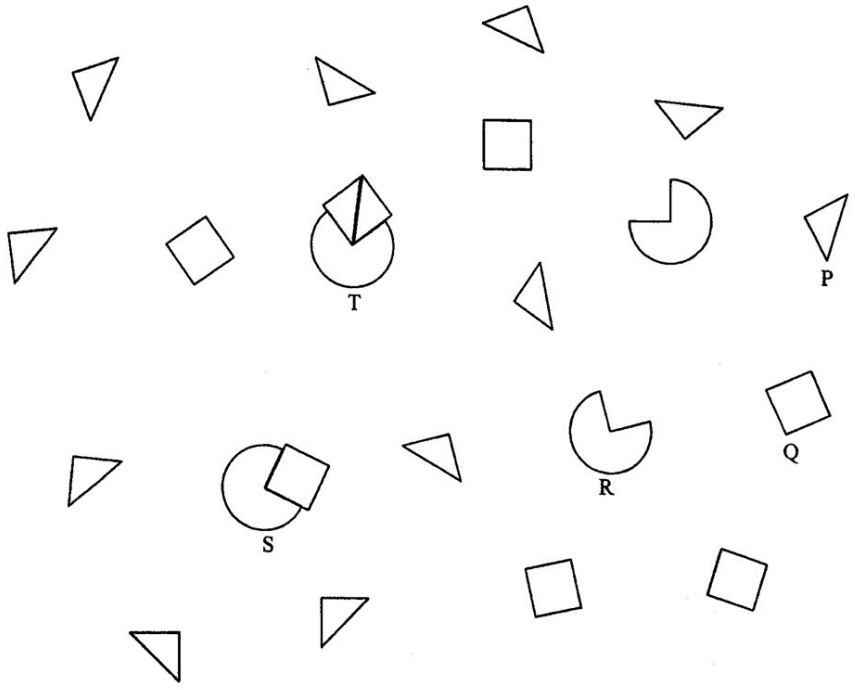
易錯處

沒有氣泡不一定代表酶已用完；必須考慮受質是否已不足。

評分依據：HKDSE 生物 2018 年 卷一甲部 原第 3 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

例 2 [HKDSE 生物 2019 年 卷一乙部 原第 2 題]

以下示意圖顯示由某種酶所催化的合成代謝的反應混合物，圖形 P、Q、R、S 及 T 代表混合物內的不同成分：



(a) 哪個圖形代表這合成代謝反應的受質？解釋你的答案。 (2 分)

(b) 哪個圖形代表酶？解釋你的答案。 (2 分)

解答 a；原評分 2 分

P。

P 是較小的三角形分子，兩個 P 可拼合成較大的 Q，符合合成代謝把小分子組成較大分子的方向。圖中的 T 顯示兩個 P 接近並結合，S 則顯示較大的產物與酶暫時相連。

b；原評分 2 分

R。

R 是帶特定凹位的酶；凹位即活性部位，可與受質 P 或形成的 Q 配合。T、S 是同一酶與受質／產物結合時的狀態，不是另外兩種酶。產物離開後，酶仍可再參與反應。

評卷報告提醒（原資料第 3、4 頁）

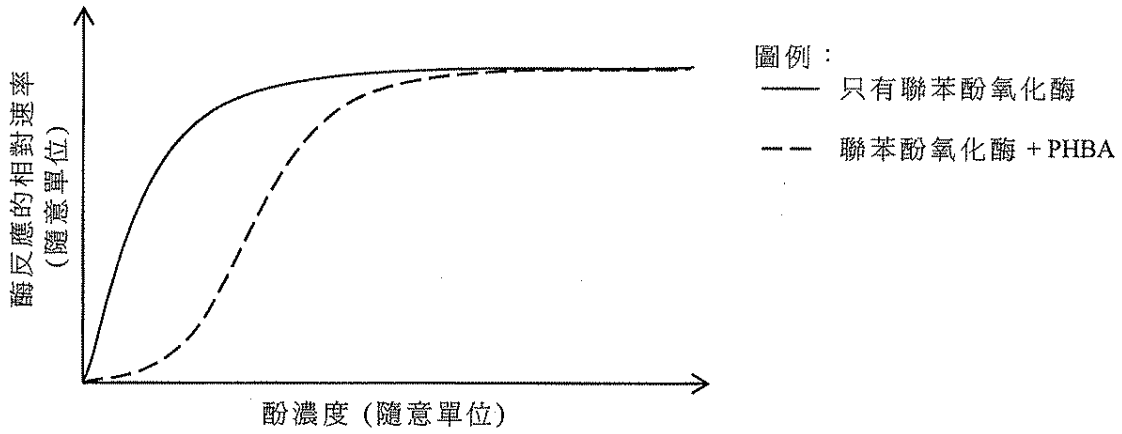
部分考生只背合成或分解的定義，沒有按圖識別本題受質 P 和酶 R。解釋 R 時應引用圖中反應前後保留／再使用的證據，不能只寫圖上無法觀察的耐熱性、專一性等一般特徵。

評分依據：HKDSE 生物 2019 年 卷一乙部 原第 2 題官方評卷參考，原資料第 2 頁。

方法：把結合位置、分子形狀與反應結果連起來。

例 3 [HKDSE 生物 練習卷 卷一乙部 原第 4 題]

當一片蘋果暴露於空氣時，迅即轉爲棕色。這是因爲蘋果所含的聯苯酚氧化酶將蘋果中的酚氧化爲深色的產物。在一項實驗中，探究化學物質 PHBA 對這個酶反應速率所產生的效應。實驗在相同的溫度和用相同濃度的聯苯酚氧化酶進行。實驗結果如下曲線圖所示：



(a) 試推論 PHBA 和聯苯酚氧化酶的關係。 (3 分)

(b) 在以上曲線圖繪畫一條曲線，顯示若加入較高濃度 PHBA 時，PHBA 對酶反應速率所產生的效應。 (1 分)

(c) 提出另一項在這實驗中須保持不變的因素。解釋這項因素可如何影響該酶的活性。 (3 分)

解答 **a；原評分 3 分**

PHBA 為競爭性抑制物。相同較低酚濃度下，加 PHBA 的反應較慢；但把受質酚濃度提高，反應仍能達到沒有 PHBA 時相同的最大速率。

相同最大速率是重要證據：較多受質可競爭酶的活性部位，減少抑制物的相對影響。

只寫競爭性而不引用圖中結果未完成推論。

b；原評分 1 分

畫一條比原 PHBA 虛線更向右移的曲線：在相同較低酚濃度時速率更低，但高濃度時仍達到相同平台。

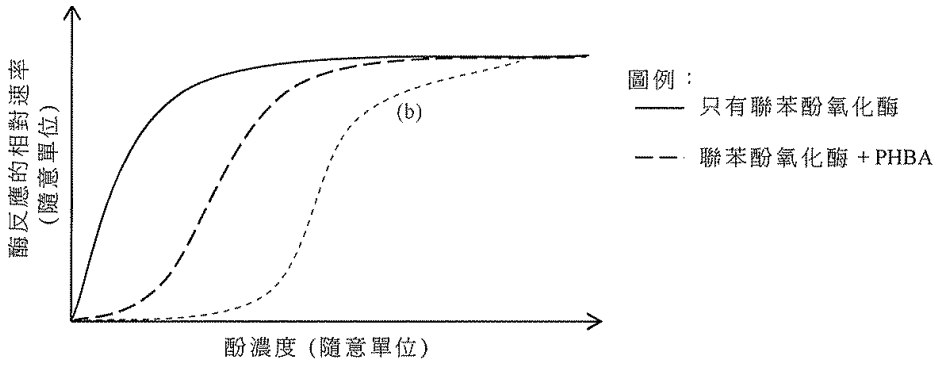
下方附已畫好的官方示意；增加競爭性抑制物改變達到高反應速率所需的受質濃度，不把最大平台畫低。

c；原評分 3 分

pH 必須相同。pH 改變會影響酶活性部位的電荷或構象，受質可能較難結合形成酶—受質複合物，因而改變反應速率。

題幹已說溫度及酶濃度相同，問「另一項」不能重複它們；也不能把橫軸刻意改變的受質濃度說成固定不變。

方法：把結合位置、分子形狀與反應結果連起來。



PHBA 濃度更高：曲線右移，但最大速率與原曲線相同。

評卷報告提醒（原資料第 1、5、9 頁）

高、中、稍遜三份示例共同顯示：須用提高受質後同平台來支持競爭性；只命名不足。低分示例重複題幹已控制的溫度，故不能得(c)所問另一控制因素的分。

評分依據：HKDSE 生物 練習卷 卷一乙部 原第 4 題官方評卷參考，原資料第 4 頁。

針對練習

1. [HKDSE 生物 2018 年 卷一甲部 原第 1 題]

提示：把結合位置、分子形狀與反應結果連起來。

以下哪個過程涉及附在細胞膜上的酶？

A. 肺部二氧化碳的排泄
B. 沿着木質導管的水分運輸
C. 植物細胞葉綠體內的卡爾文循環
D. 小腸內碳水化合物的消化

✓ **答案** D

解析 **讀題與方法**

題目不只問哪個過程需要酶，而是問酶是否附着於細胞膜。

答案：D

小腸上皮細胞的微絨毛表面具有消化酶，例如麥芽糖酶。這些酶在細胞表面把雙糖分解成能被吸收的單糖，因此小腸內碳水化合物的消化符合「附着於細胞膜」這個條件。肺部排出二氧化碳主要涉及擴散；水沿木質部的運輸主要是整體流動，兩者都不是本題所指的膜上酶促反應。卡爾文循環發生在葉綠體基質，不能因為葉綠體具有膜，就把基質內的反應寫成膜上反應。故選 D。

易錯處

看到「葉綠體」便選光合作用，忽略卡爾文循環與類囊體膜上的光反應不是同一位置。

評分依據：HKDSE 生物 2018 年 卷一甲部 原第 1 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

2. [HKDSE 生物 2018 年 卷一甲部 原第 27 題]
提示：把結合位置、分子形狀與反應結果連起來。

「鎖鑰」是具選擇性表達的科學模型，用來解釋酶

A. 是生物催化劑。
B. 的作用是專一的。
C. 是蛋白質。
D. 只需要少量。

✓ **答案** B

解析 **讀題與方法**

模型用形狀是否配合來選擇受質，先問這個畫法能表達哪一項特性。

答案：B

在鎖鑰模型中，受質要與酶的活性部位形狀配合，才能形成酶—受質複合體。不同形狀的受質不一定能結合，因此這個模型主要用來說明專一性，故選 B。模型中畫出一把鑰匙和一個鎖孔，不能單憑這個畫面證明酶一定是蛋白質、只需要少量或如何加快反應。

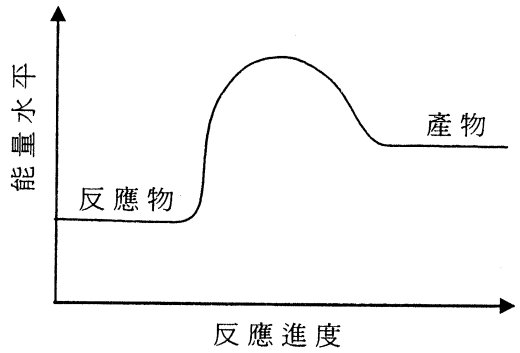
易錯處

把模型沒有表達的性質，也當成由模型直接得出的結論。

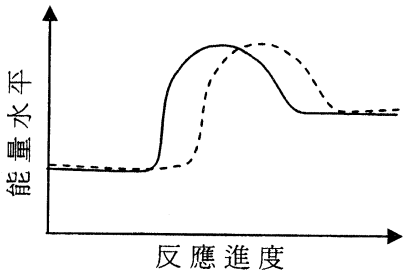
評分依據：HKDSE 生物 2018 年 卷一甲部 原第 27 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

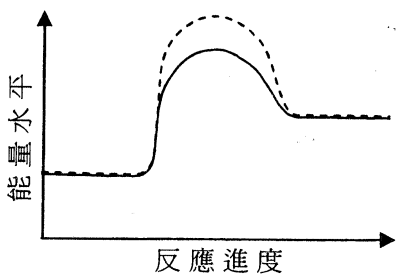
3. [HKDSE 生物 2013 年 卷一甲部 原第 7 題]
提示：把結合位置、分子形狀與反應結果連起來。

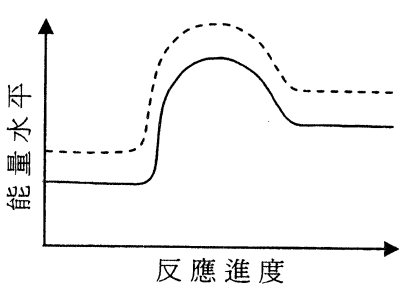
參考以下曲線圖，解答 6 和 7 兩題。圖示某涉及酶的生物化學反應的反應物和產物的能量水平：

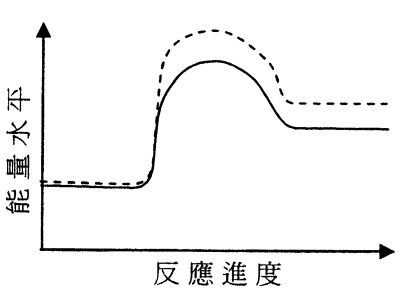


如果有關的酶不存在，以下哪幅曲線圖正確顯示反應的能量水平？
圖例：———— 有該酶
-------- 沒有該酶

A.


B.


C.


D.


✓ **答案** B

解析 **答案：B**

沒有酶時，反應須跨過較高的活化能障礙，因此虛線的最高點較高；但反應物和產物本身的能量沒有改變，所以兩條曲線的起點和終點相同。只有 B 同時滿足這兩個條件。

評分依據：HKDSE 生物 2013 年 卷一甲部 原第 7 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

4. [HKDSE 生物 2017 年 卷一甲部 原第 5 題]

提示：把結合位置、分子形狀與反應結果連起來。

不同動物製造不同麥芽糖酶以消化麥芽糖，而產生出來的麥芽糖酶分子大小各有不同。以下哪項有關這些麥芽糖酶的描述是正確的？

A. 它們的活性部位有相似的形狀。
B. 它們的氨基酸序列相同。
C. 它們有相同的最適溫度。
D. 它們有相同的三維構造。

✓ **答案** A

解析 **答案：A**

這些酶都催化麥芽糖的同一分解反應，活性部位須能容納相同底物，故具有相似形狀，選 A。整個酶的大小、氨基酸序列、三維結構及最適溫度可以不同；『能催化同一底物』不代表所有部分都一樣。

評分依據：HKDSE 生物 2017 年 卷一甲部 原第 5 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

5. [HKDSE 生物 2020 年 卷一甲部 原第 8 題]

提示：把結合位置、分子形狀與反應結果連起來。

8. 以下哪些有關酶活性部位的描述是正確的？

(1) 它可以重複使用。
(2) 它是酶與受質連接的部位。
(3) 它的形狀是由酶的氨基酸序列所決定的。

A. 只有 (1) 和 (2)
B. 只有 (1) 和 (3)
C. 只有 (2) 和 (3)
D. (1)、(2) 和 (3)

✓ **答案** D

解析 **答案：D**

活性部位是酶與受質結合並進行催化的位置，所以 (2) 成立。反應後產物離開，酶本身沒有被當作受質消耗；只要未變性或受其他破壞，活性部位可再次結合另一個受質，所以 (1) 成立。

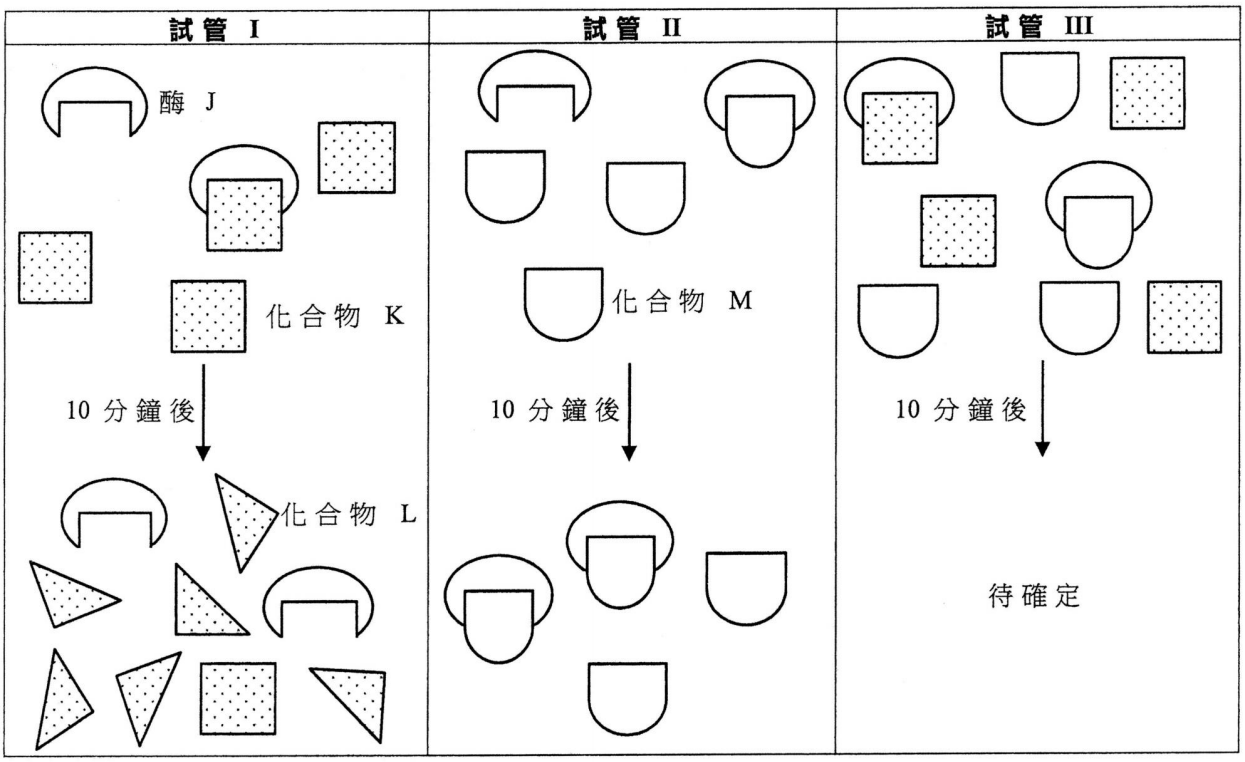
酶的氨基酸序列影響蛋白質如何折疊，折疊後的形狀包括活性部位，故 (3) 也成立。三項皆正確，選 D。酶可重複使用不表示高溫或極端 pH 對它毫無影響。

評分依據：HKDSE 生物 2020 年 卷一甲部 原第 8 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

6. [HKDSE 生物 2025 年 卷一甲部 原第 9 題]

提示：把結合位置、分子形狀與反應結果連起來。

以下示意圖，顯示三支試管內進行的酶反應，在開始和終結時所盛載的內容物：



下列哪個有關試管 III 的預期結果的組合是正確的？

	與試管 I 比較，試管 III 中化合物 L 的濃度	理由
A.	較低	化合物 M 佔據了酶 J 的活性部位。
B.	較低	化合物 M 破壞了酶 J 的活性部位。
C.	相同	酶 J 不能與化合物 M 反應製造生成物。
D.	較高	試管 III 內同時擁有化合物 K 及化合物 M。

✓ **答案** A

解析　**答案：A**

裝置 I 中 K 被分解成 L，確認 K 是此反應的受質。裝置 II 顯示 M 能與酶結合，但沒有顯示 M 被分解為產物。裝置 III 同時有 K 和 M，M 的結合會減少 K 接受催化的機會，因此 K 的分解速率較裝置 I 低，選 A。不能把 M 當成增加酶活性的原料，也不能因 M 沒有被分解就斷言它對反應毫無影響。

所用知識

能與酶的活性部位結合，不等於一定被催化成產物。另一分子佔據相同部位時，可減少受質與酶有效結合的機會。

易錯處

分開判斷『能否結合』與『會否被催化』兩件事。

評分依據：HKDSE 生物 2025 年 卷一甲部 原第 9 題官方評卷參考，原資料第 51 頁。

題型 3　設計酶反應的對照並解讀曲線

綜合程度 ★★★☆☆

知識梳理

① 過氧化氫酶反應可以量度每分鐘產氧量；脂酶反應則可用脂肪酸使指示劑變色作證據。比較溫度時，酶和受質都應先在該溫度下平衡再混合計時。

② 累積產物曲線的斜率才代表速率，最終平台高低主要反映能形成的產物總量。反應時間的倒數可在相同終點條件下比較快慢，不能拿不同終點直接比較。

點石成金　分清自變量、直接量度的量和要推論的速率；每個對照都要回答一個具體的其他可能解釋。

例 1　[HKDSE 生物 2018 年 卷一甲部 原第 2 題]

指示： 參考以下有關過氧化氫酶的實驗，解答第 2 至 4 題。該酶催化過氧化氫的分解，然後釋放氧氣。志光將一個 1 cm^3 的豬肝立方體放置在盛有 5 mL 過氧化氫溶液的燒管內。他利用有餘燼的木條來測試釋出的氣體。他再用牛肉、馬鈴薯和蘋果重複實驗。結果如下所示：

組織	氣泡釋出的速率	使有餘燼的木條重燃
豬肝	普通	是
牛肉	普通	是
馬鈴薯	緩慢	是
蘋果	緩慢	是

以下哪項陳述是實驗的觀察？

A. 這些組織含過氧化氫酶。
B. 反應釋出氧氣。
C. 釋出的氣體使有餘燼的木條重燃。
D. 動物組織較植物組織有更多過氧化氫酶。

解答　**讀題與方法**

將眼睛直接看到的現象，與根據現象作出的解釋分開。

方法：先列變量、量度和對照，再讀曲線斜率。

答案：C

實驗中直接看到的是產生氣泡，以及氣體使餘燼木條復燃。因此 C 是觀察。由木條復燃而判斷氣體是氧，已運用了氧能支持燃燒的知識，屬於推論；判斷組織含有過氧化氫酶，也是用反應現象推斷物質的存在。由四種組織的起泡速度進一步概括所有動植物的酶含量，更不是直接觀察。故選 C。

易錯處

「氣體是氧」雖然合理，仍然是對測試結果的解釋，不等於所見現象本身。

評卷報告提醒（原資料第 1 頁）

木條復燃是直接觀察；判斷所收集氣體為氧氣則是利用已有知識作出的推論。

評分依據：HKDSE 生物 2018 年 卷一甲部 原第 2 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

例 2　[HKDSE 生物 2015 年 卷一乙部 原第 7 題]

過氧化氫是我們體內一些代謝反應的副產物，若讓其累積，便會殺害細胞。幸好我們有一種酶，名為過氧化氫酶，它能促進過氧化氫分解成為水和氧。某學生計劃探究溫度對過氧化氫酶活性的效應。以下是該學生為其探究所草擬的一些步驟：

(1) 從動物器官提取過氧化氫酶。
(2) 將 5 mL 0.1% 過氧化氫溶液與 1 mL 過氧化氫酶提取物混合。
(3) 將混合物置於 0°C 水浴。
(4) 量度和記錄在最初 5 分鐘內釋出的氧氣體積。
(5) 把水浴溫度設定為 20°C、 40°C 和 60°C，重複步驟 (2) 至 (4)。

(a) 試提出一個含大量過氧化氫酶的動物器官，可讓他獲取該酶。試加以說明為什麼這器官含這樣多的過氧化氫酶。 (2 分)

(b) 該名學生在草擬步驟時遺漏了一項重要的步驟。這項步驟是什麼？說明這項步驟的重要性。 (2 分)

(c) 現有以下儀器和物料：

量筒、大試管、單孔瓶塞、玻璃管、橡膠管、移液管、墨水、水槽、夾

選擇合適的儀器和材料，組裝一個用以量度氧產生速率的裝置。在以下預留的空位繪畫裝置圖。 (3 分)

量度氧產生速率的裝置

界以外的

解答 **(a)；原評分 2 分**

肝臟；肝臟有大量代謝及解毒反應，需要分解其間產生的過氧化氫。

先指出器官，再把它的代謝活動與過氧化氫這種副產物連接。過氧化氫酶將過氧化氫分解成水和氧，能減少過氧化氫累積對細胞的傷害。

(b)；原評分 2 分

混合前，先把過氧化氫和酶提取物分別置於指定溫度的水浴約 10 分鐘，再混合開始反應。

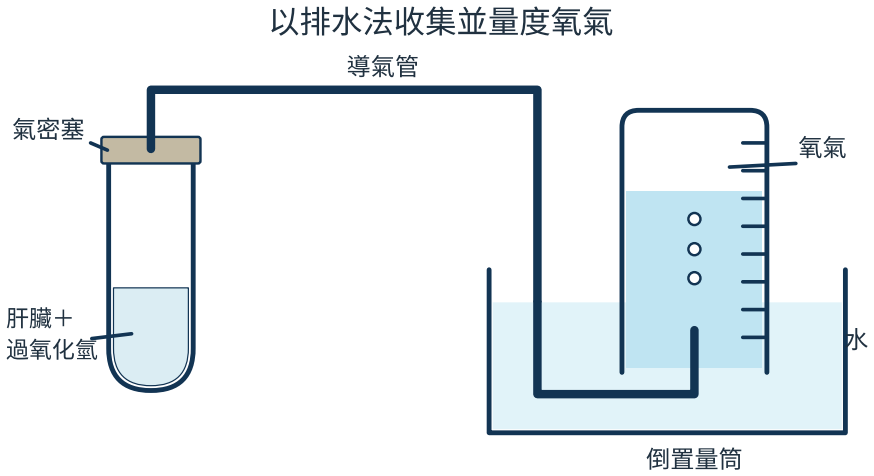
如果先混合才放進水浴，反應早已在未達設定溫度時開始，最初五分鐘收集到的氧便不是全在指定溫度下產生。預先平衡溫度能使計時開始時的反應溫度符合比較要求。

(c)；原評分 3 分

用單孔瓶塞封住盛有反應混合物的大試管，接導管，把生成的氧送入水槽中倒置且盛滿水的量筒，讀取一定時間內排水收集的氣體體積。

圖中須有能收集氣體的密閉連接、能讀取氣體體積的刻度容器，以及反應混合物和氣體流向等標示。以最初 5 分鐘收得體積除以 5 分鐘，可比較平均產氧速率；各組須保持酶量、受質量與濃度等一致。

方法：先列變量、量度和對照，再讀曲線斜率。



反應前量筒先裝滿水；氧氣進入後把水排出，讀取氣體體積。

對應原題的作圖答案

評卷報告提醒（原資料第 3 頁）

酶和基質都應先放在指定溫度下平衡，再混合計時。量度氧氣應使用題目提供的器材；裝置圖要顯示氣密連接及收集氣體的方法。

評分依據：HKDSE 生物 2015 年 卷一乙部 原第 7 題官方評卷參考，原資料第 3、4 頁。

例 3 [HKDSE 生物 2024 年 卷一乙部 原第 6 題]

小美閱讀了一篇文章，文章敍述一些豆子內含有某種澱粉酶抑制劑，能防禦昆蟲。她好奇這澱粉酶抑制劑可否在人體內發揮作用。倘若可行，這澱粉酶抑制劑可否用作控制體重的食物補充劑。她與同學小志討論這個想法，但他們有不同的構思：

小美：我認為應該測試豆子提取物能否抑制胰澱粉酶。

小志：或許我們可以採用唾液澱粉酶取代胰澱粉酶。

(a) 參考消化過程，就研發控制體重的食物補充劑這個目的，採用哪種澱粉酶會取得效度更佳的結果？解釋你的答案。 (3 分)

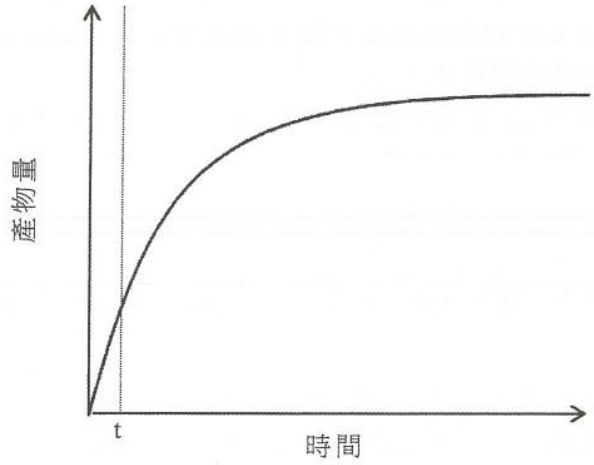
(b) 下表顯示用作研究的反應混合物：

溶液	各裝置所用的溶液體積 (mL)	
	裝置 I	裝置 II
1% 澱粉溶液	15	15
澱粉酶溶液	5	5
豆子提取物	0	5
緩衝液 (用以維持 pH)	5	5
水	5	0

(i) 解釋加水入裝置 I 的目的。 (2 分)

(ii) 試提出**一個**測定澱粉消化速率的方法，並清楚說明要進行什麼測量以顯示澱粉消化速率。 (2 分)

(c) 下圖顯示當澱粉酶正常運作時，隨着時間過去所生成的產物量：



重複進行實驗並在時間 t 加入豆子提取物。如果豆子提取物能抑制這澱粉酶，生成的產物量會發生什麼變化？在上圖繪一條線以顯示結果。 (1 分)

(d) 小美與小志跟教授分享他們的想法。教授提議他們進行體內實驗，用高澱粉食物餵飼對照組的小鼠，並以高澱粉食物和豆子提取物的混合物餵飼實驗組的小鼠。

(i) 根據上述個案，解釋為什麼體內實驗的數據會較體外實驗的數據有較佳的效度。 (1 分)

(ii) 除了監測小鼠體重的變化外，教授提議在餵飼小鼠後，應該抽取血液樣本以作分析。小美與小志應該檢測血液內哪種成分？如果他們的構思可行，對照組和實驗組的預期數據會如何？ (2 分)

(e) 試提出澱粉酶抑制劑怎樣幫助豆子防禦昆蟲。 (1 分)

解答 **a；原評分 3 分**

胰澱粉酶較合適。

大部分澱粉在小腸消化，小腸長、食物停留時間較長，而胰澱粉酶正是在小腸分解澱粉的主要酶。要研究能否減少人體取得澱粉的能量，抑制這一步比只測短暫在口腔作用的唾液澱粉酶更切合目的。

b(i)；原評分 2 分

使兩裝置總體積同為 30 mL，並維持相同的澱粉和酶濃度。

裝置 II 加入 5 mL 提取物，裝置 I 用等體積水補足；否則稀釋程度不同會改變受質及酶濃度，反應速率差便不能單歸因於抑制物。

b(ii)；原評分 2 分

定時取一滴反應混合物作碘液測試，記錄直到不再出現藍黑色所需的時間。

碘液檢測剩餘澱粉。開始時各組澱粉量相同，完全消失所需時間越短，平均消化速率越高，可用 1／所需時間作比較指標。不能只測一次顏色而沒有時間資料，因為速率涉及隨時間的變化。

c；原評分 1 分

t 前與原曲線重合；t 後曲線上升較慢，位於原曲線之下。

加入抑制物不會把此前已形成的產物移走，所以曲線在 t 處須連續，不能突然下降。抑制酶後單位時間形成的產物減少，即斜率較小。圖給出符合條件的一條曲線；抑制強度及是否可逆未提供，不能唯一決定最終平台。

d(i)；原評分 1 分

體內實驗包含消化道內多種因素，較能反映提取物在真實身體中的作用。

試管只測指定混合物，未模擬不同 pH、其他酶、吸收及代謝等全部情況。即使試管顯示抑制，也可能在體內被分解或無法到達作用位置，所以在動物體內驗證更切合原來問題。

方法：先列變量、量度和對照，再讀曲線斜率。

d(ii)；原評分 2 分

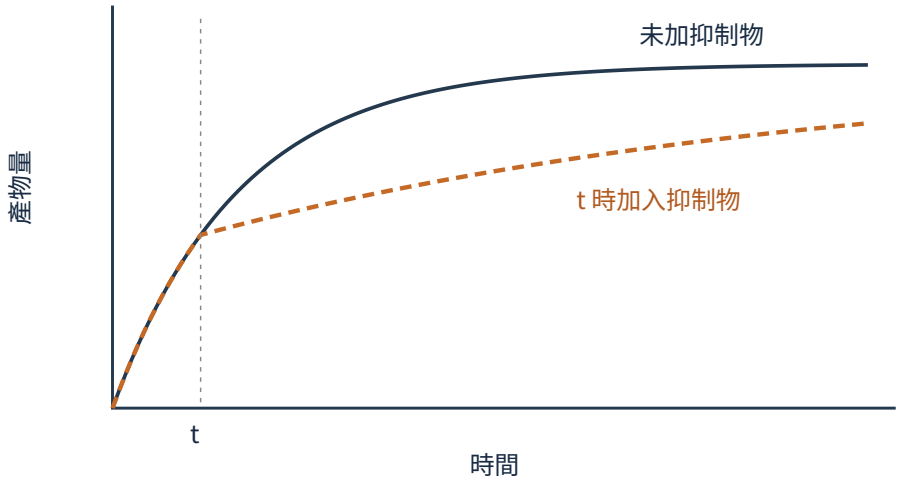
檢測血糖／血液葡萄糖；若有效，實驗組飯後血糖上升較慢或比對照低。

澱粉消化產生的糖最終以葡萄糖吸收進血。抑制澱粉酶若減少或延緩葡萄糖供應，就應在相同餐後時間看見較低血糖或較慢上升，將酶抑制連到吸收的實際結果。

e；原評分 1 分

使昆蟲難以消化豆中的澱粉、取得較少能量，因而減少取食或改吃其他植物。

這種化學防禦作用在消化酶上；不用先假定它直接毒死昆蟲，阻礙養分利用已可降低豆被吃的機會。



加入抑制物前後的產物量曲線；橙色曲線在 t 前與對照重合。

評卷報告提醒（原資料第 70、71 頁）

加入等體積水是為維持總體積及酶／受質濃度。量消化速率要有定時取樣或完成所需時間；抑制物在 t 才加入，t 前曲線須重合，已形成的產物也不會突然消失。豆的防蟲作用可由難消化解釋，毋須假定直接毒死昆蟲。

評分依據：HKDSE 生物 2024 年 卷一乙部 原第 6 題官方評卷參考，原資料第 53、54 頁。

針對練習

1. [HKDSE 生物 2023 年 卷一甲部 原第 15 題]

提示：先列變量、量度和對照，再讀曲線斜率。

Directions: Questions 15 to 17 refer to an investigation about enzymes in fruits. Amy learned that some fruits contained proteases which can be used as meat tenderisers. She wanted to find a suitable fruit juice for the slow cooking of steak, i.e. mixing the steak with fruit juice in a sealed bag and then cooking it in a water bath set at around 50°C to 70°C for 1 hour. The procedure of her investigation is shown below:

1. Extract fruit juice from pineapple.
2. Add 15 mL of pineapple juice in 3 boiling tubes respectively with labels 50°C, 60°C and 70°C.
3. Put the tubes into water baths set at respective temperatures for 1 hour.
4. Let the tubes cool down to room temperature.
5. Add 3 egg white cubes of size 1 cm^3 into each tube.
6. (Step for the measurement of the dependent variable)
7. Repeat the above steps with papaya, kiwi and lemon instead of pineapple.

Based on the procedure given, how many independent variable(s) is / are being studied?

A. 1
B. 2
C. 3
D. 4

✓ **答案** B

解析 **答案：B**

研究者改變兩件事：果汁種類，以及果汁先受熱的一小時溫度。雞蛋白體積、果汁體積及加蛋白時的室溫則被控制，故有兩個自變量。

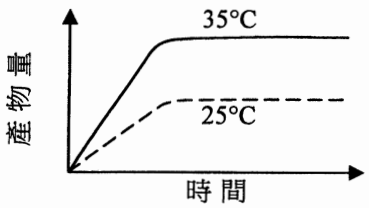
評分依據：HKDSE 生物 2023 年 卷一甲部 原第 15 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

2. [HKDSE 生物 2014 年 卷一甲部 原第 9 題]

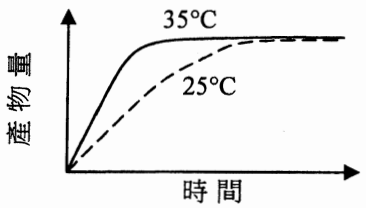
← 提示：先列變量、量度和對照，再讀曲線斜率。

以下哪曲線圖正確顯示在不同溫度下，某人類酶所催化的一項反應的產物量的變化？

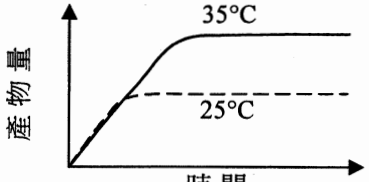
A.



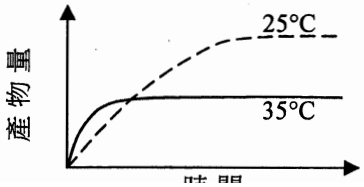
B.



C.



D.



✓ **答案** B

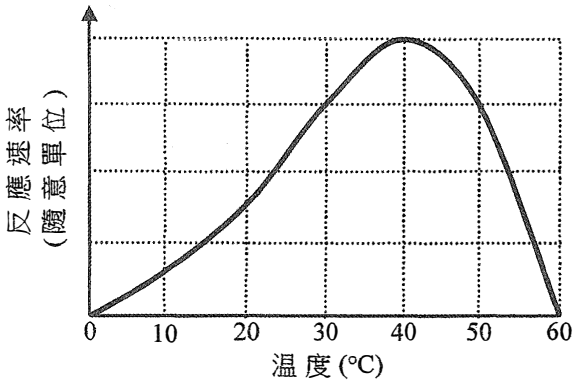
解析 **答案：B**

在其他條件相同且底物量相同下，35°C 比 25°C 較接近人類酶的適宜溫度，起初反應較快，曲線斜率較大；但兩組最後耗盡同樣數量的底物，產物總量相同。B 同時顯示較快到平台及相同平台高度。

評分依據：HKDSE 生物 2014 年 卷一甲部 原第 9 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

3. [HKDSE 生物 2015 年 卷一甲部 原第 3 題]
提示：先列變量、量度和對照，再讀曲線斜率。

下圖顯示溫度對酶活性的效應：



下列哪項陳述正確描述該酶反應？

A. 酶在 0°C 和 60°C 變性。
B. 反應在 50°C 進行時較在 20°C 時快。
C. 受質分子與酶分子在 40°C 的碰撞次數較在 60°C 時多。
D. 若反應在 40°C 進行時，完成後所得的產物最多。

✓ **答案** B

解析 **答案：B**

先比較同一條曲線在 20°C 和 50°C 的高度，50°C 對應的反應速率較高，因此同一段時間內反應較快。曲線表示速率，不能把其最高點當作反應完成後產物總量最多；最終產量還受最初受質量限制。低溫下反應慢也不等於酶已變性。故選 B。

評分依據：HKDSE 生物 2015 年 卷一甲部 原第 3 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

4. [HKDSE 生物 2016 年 卷一甲部 原第 27 題]
提示：先列變量、量度和對照，再讀曲線斜率。

以下哪項有關酶的描述是**不正確**的？

A. 酶是由細胞產生的。
B. 酶在極端的溫度下變性。
C. 同一反應可以由多於一種特定酶來催化。
D. 每次遇上相同的受質，酶均會產生同樣的生成物。

✓ **答案** B

解析 **答案：B**

本題問不正確敍述。高溫可破壞酶的特定構形，導致變性；低溫通常只令分子活動及有效碰撞減少，回暖後活性可恢復。因此『酶在極端溫度下變性』把極低溫也一概包括，並不正確，選 B。不能把低活性直接當成酶已變性。

評分依據：HKDSE 生物 2016 年 卷一甲部 原第 27 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

5. [HKDSE 生物 2018 年 卷一甲部 原第 4 題]

提示：先列變量、量度和對照，再讀曲線斜率。

指示： 參考以下有關過氧化氫酶的實驗，解答第 2 至 4 題。該酶催化過氧化氫的分解，然後釋放氧氣。志光將一個 1 cm^3 的豬肝立方體放置在盛有 5 mL 過氧化氫溶液的燒管內。他利用有餘燼的木條來測試釋出的氣體。他再用牛肉、馬鈴薯和蘋果重複實驗。結果如下所示：

組織	氣泡釋出的速率	使有餘燼的木條重燃
豬肝	普通	是
牛肉	普通	是
馬鈴薯	緩慢	是
蘋果	緩慢	是

為了證明過氧化氫是這個酶反應的受質，應進行以下哪個步驟作為對照？

A. 用水和組織重複實驗。
B. 用水和經煮沸的組織重複實驗。
C. 只用過氧化氫而不加入組織重複實驗。
D. 用過氧化氫和經煮沸的組織重複實驗。

✓ **答案** A

解析 **讀題與方法**

先圈出本題要檢驗「過氧化氫是受質」，再只移除過氧化氫。

答案：A

原來的組合是新鮮組織加過氧化氫溶液。要檢驗過氧化氫的作用，對照應保留同樣的新鮮組織，把過氧化氫溶液換成水，讓是否含過氧化氫成為主要差別。這正是 A。只放過氧化氫而不放組織，檢驗的是組織是否重要；使用煮沸組織，主要檢驗加熱對組織內催化物質的影響。把新鮮組織和過氧化氫同時改掉，便無法把結果歸因於單一差別。故選 A。

易錯處

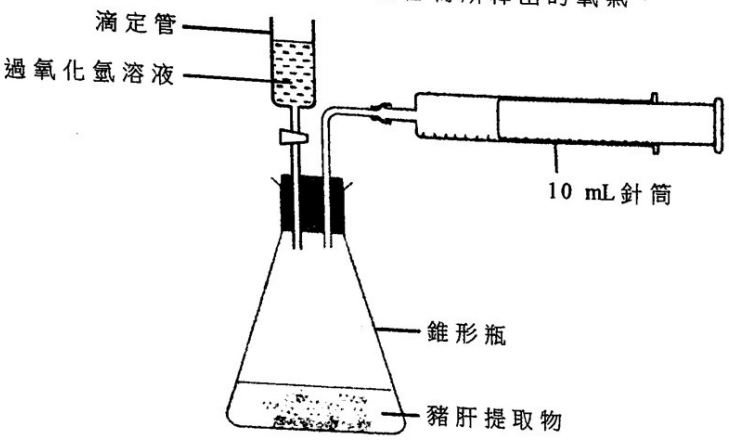
「不放酶」不是所有酶實驗都通用的對照，對照必須配合題目的假設。

評分依據：HKDSE 生物 2018 年 卷一甲部 原第 4 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

6. [HKDSE 生物 2019 年 卷一甲部 原第 9 題]

提示：先列變量、量度和對照，再讀曲線斜率。

指示： 參考下圖，解答第 9 和 10 題。下圖展示某學生設計的實驗裝置，用以研究溫度對過氧化氫酶活性的效應。豬肝提取物含有過氧化氫酶，能催化過氧化氫分解為氧和水。把固定體積的過氧化氫溶液加到豬肝提取物，並以 10 mL 針筒收集由反應混合物所釋出的氧氣。



9. 該名學生在室温下進行初步試驗時，發現所釋出氧氣量超過針筒的最大收集量。當他在不同温度重複實驗時，應如何改動實驗裝置才能收集到有效的數據？

(1) 使用較大的針筒
(2) 使用較大的錐形瓶
(3) 減少加入過氧化氫溶液的體積

A. 只有 (1) 和 (2)
B. 只有 (1) 和 (3)
C. 只有 (2) 和 (3)
D. (1)、(2) 和 (3)

✓ **答案** B

解析 **答案：B**

使用較大的注射器能擴大量程；減少過氧化氫溶液體積可減少可產生的氧。只換較大的錐形瓶並不增加注射器的讀數上限，所以選(1)和(3)，即 B。

評卷報告提醒（原資料第 1 頁）

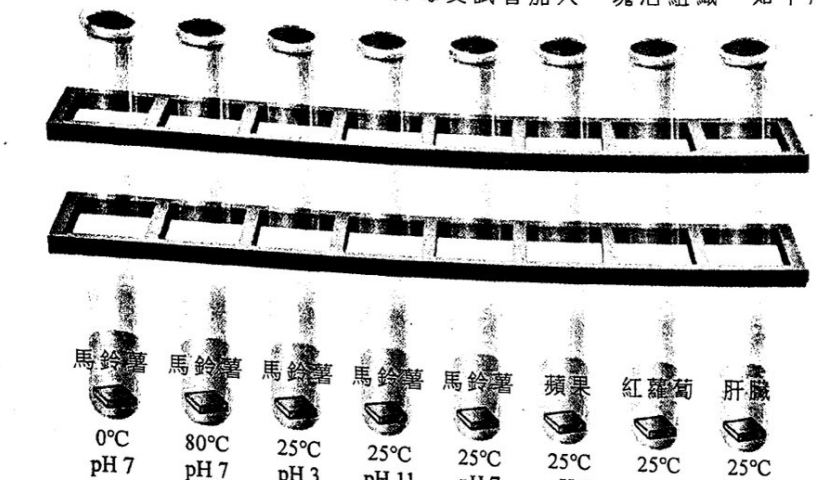
考生報告指出，有人誤以為換較大錐形瓶便能收集更多氧。反應前錐形瓶本已充滿空氣；有效改動是增大注射器量程，或減少底物總量，使讀數不超出量程。

評分依據：HKDSE 生物 2019 年 卷一甲部 原第 9 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

7. [HKDSE 生物 2020 年 卷一甲部 原第 6 題]

提示：先列變量、量度和對照，再讀曲線斜率。

指示： 參考下圖，解答第 6 和 7 題。下圖顯示用以探究活組織內過氧化氫酶活性的實驗裝置，過氧化氫酶能分解過氧化氫。每支試管均盛有相同份量和濃度的過氧化氫溶液，並於每支試管加入一塊活組織，如下所示：



6. 在這個探究中有多少個自變量？

A. 2
B. 3
C. 4
D. 8

✓ **答案** B

解析 **答案：B**

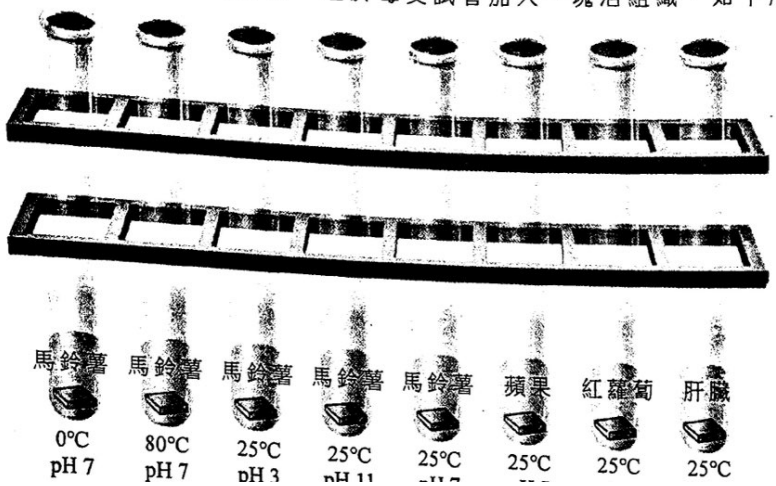
不要數試管，要找研究者有意改變了哪些條件。前幾支馬鈴薯試管比較 0°C、25°C 和 80°C，改變的是溫度；25°C 的馬鈴薯又比較 pH 3、7、11，改變的是 pH；其餘在 25°C、pH 7 下比較不同活組織，改變的是組織種類。

因此共有溫度、pH、組織種類三個自變量，選 B。產生氣泡的多少屬反應結果，是因變量；相同的過氧化氫體積和濃度屬控制條件。八支試管不等於八個自變量。

評分依據：HKDSE 生物 2020 年 卷一甲部 原第 6 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

8. [HKDSE 生物 2020 年 卷一甲部 原第 7 題]
提示：先列變量、量度和對照，再讀曲線斜率。

指示： 參考下圖，解答第 6 和 7 題。下圖顯示用以探究活組織內過氧化氫酶活性的實驗裝置，過氧化氫酶能分解過氧化氫。每支試管均盛有相同份量和濃度的過氧化氫溶液，並於每支試管加入一塊活組織，如下所示：



7. 為了使以上探究有公平的比較，以下哪項控制變量最為重要？

A. 活組織的質量
B. 活組織的形狀
C. 活組織的體積
D. 活組織的表面面積

✓ **答案** D

解析 **答案：D**

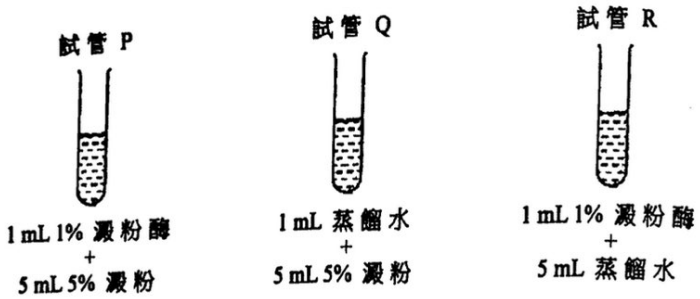
過氧化氫先從組織暴露的表面接觸內部過氧化氫酶。若一塊組織有較大的暴露表面，受質較容易接觸酶，便可能更快產生氧氣，即使兩者的酶活性相同，也會出現不同的氣泡結果。因此本題最重要的控制量是活組織的表面積，選 D。

相同質量或體積可切成一大塊，也可切成很多小塊，總表面積不一定相同；只說形狀相同而大小不同，也不能保證接觸面積相同。控制量須直接對應會干擾本題量度的因素。

評分依據：HKDSE 生物 2020 年 卷一甲部 原第 7 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

9. [HKDSE 生物 2021 年 卷一甲部 原第 9 題]
提示：先列變量、量度和對照，再讀曲線斜率。

指示： 參考下圖，解答第 9 和 10 題。下圖顯示用以研究澱粉酶活性的三個裝置：



9. 比較以下哪些試管的結果，才可以就澱粉酶對澱粉的作用得出結論？

A. 只有 P 和 Q
B. 只有 P 和 R
C. 只有 Q 和 R
D. P、Q 和 R

✓ **答案** A

解析 **答案：A**

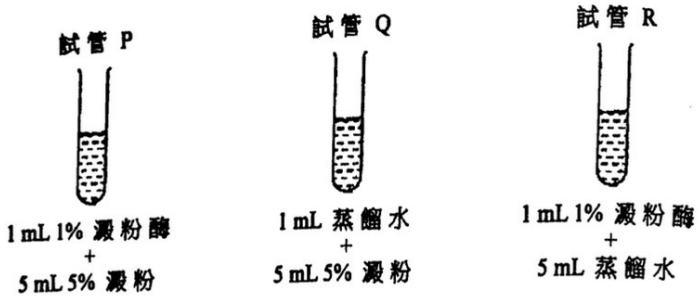
P 有澱粉和澱粉酶，Q 保留同量澱粉而以蒸餾水代替澱粉酶。比較 P 與 Q，可把有沒有澱粉酶作為主要差別，判斷酶對澱粉的作用。R 沒有澱粉，P 與 R 的比較改變的是受質，不能單靠這個比較證明澱粉酶分解澱粉。故選 A。

評分依據：HKDSE 生物 2021 年 卷一甲部 原第 9 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

10. [HKDSE 生物 2021 年 卷一甲部 原第 10 題]

提示：先列變量、量度和對照，再讀曲線斜率。

指示： 參考下圖，解答第 9 和 10 題。下圖顯示用以研究澱粉酶活性的三個裝置：



10. 若對試管 P 的反應混合物進行以下測試，哪項（些）測試會在實驗開始時和 10 分鐘後得出相同的結果？

(1) 碘液試驗
(2) 尿蛋白試紙
(3) 本立德試驗

A. 只有 (1)
B. 只有 (2)
C. 只有 (1) 和 (3)
D. 只有 (2) 和 (3)

✓ **答案** B

解析 **答案：B**

P 中的澱粉逐漸被分解，碘液測試會因澱粉減少而改變；形成麥芽糖等還原糖後，本立德測試亦會改變。澱粉酶本身是蛋白質，作為催化劑在這段反應中不被耗盡，因此尿蛋白試紙在開始與 10 分鐘後均可檢出蛋白質，只有（2）相同。故選 B。

評分依據：HKDSE 生物 2021 年 卷一甲部 原第 10 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

11. [HKDSE 生物 2023 年 卷一甲部 原第 16 題]

提示：先列變量、量度和對照，再讀曲線斜率。

Directions: Questions 15 to 17 refer to an investigation about enzymes in fruits. Amy learned that some fruits contained proteases which can be used as meat tenderisers. She wanted to find a suitable fruit juice for the slow cooking of steak, i.e. mixing the steak with fruit juice in a sealed bag and then cooking it in a water bath set at around 50°C to 70°C for 1 hour. The procedure of her investigation is shown below:

1. Extract fruit juice from pineapple.
2. Add 15 mL of pineapple juice in 3 boiling tubes respectively with labels 50°C, 60°C and 70°C.
3. Put the tubes into water baths set at respective temperatures for 1 hour.
4. Let the tubes cool down to room temperature.
5. Add 3 egg white cubes of size 1 cm^3 into each tube.
6. (Step for the measurement of the dependent variable)
7. Repeat the above steps with papaya, kiwi and lemon instead of pineapple.

Step 6 is about the measurement of the dependent variable. Which of the following can be used for measuring the dependent variable for this investigation?

(1) the time taken for the disappearance of the egg white cubes
(2) the change in shape of the egg white cubes after a fixed time
(3) the change in weight of the egg white cubes after a fixed time

A. (1) and (2) only
B. (1) and (3) only
C. (2) and (3) only
D. (1), (2) and (3)

✓ **答案** B

解析 **答案：B**

蛋白完全消失所需時間可作完成同一消化量的速率指標；固定時間後的重量減少量亦可量化被消化的程度。形狀改變沒有清楚、統一的數值尺度，不能像時間或質量般客觀比較，所以選 (1)、(3)。

評分依據：HKDSE 生物 2023 年 卷一甲部 原第 16 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

12. [HKDSE 生物 2023 年 卷一甲部 原第 17 題]

提示：先列變量、量度和對照，再讀曲線斜率。

Directions: Questions 15 to 17 refer to an investigation about enzymes in fruits. Amy learned that some fruits contained proteases which can be used as meat tenderisers. She wanted to find a suitable fruit juice for the slow cooking of steak, i.e. mixing the steak with fruit juice in a sealed bag and then cooking it in a water bath set at around 50°C to 70°C for 1 hour. The procedure of her investigation is shown below:

1. Extract fruit juice from pineapple.
2. Add 15 mL of pineapple juice in 3 boiling tubes respectively with labels 50°C, 60°C and 70°C.
3. Put the tubes into water baths set at respective temperatures for 1 hour.
4. Let the tubes cool down to room temperature.
5. Add 3 egg white cubes of size 1 cm^3 into each tube.
6. (Step for the measurement of the dependent variable)
7. Repeat the above steps with papaya, kiwi and lemon instead of pineapple.

Which of the following is the assumption for this investigation?

A. The proteases are present in the fruits tested.
B. The proteases remain active at high temperatures.
C. The proteases are still functioning after extraction.
D. The actions of the proteases on egg white cubes and steaks are similar.

✓ **答案** D

解析 **答案：D**

實驗用雞蛋白代替牛排，要用結果判斷嫩肉效果，必須假設蛋白酶對雞蛋白及牛排蛋白質的作用相似。酶是否存在及受熱後是否仍活躍，正是實驗要比較的性質，不能先把結果當成前提。

評分依據：HKDSE 生物 2023 年 卷一甲部 原第 17 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

13. [HKDSE 生物 2025 年 卷一甲部 原第 4 題]

提示：先列變量、量度和對照，再讀曲線斜率。

以下哪項 / 些方法能辨別人類的胃液提取物樣本和胰液提取物樣本？

(1) 將每個樣本與蛋白溶液混合，一小時後進行蛋白試驗。
(2) 將每個樣本與澱粉溶液混合，一小時後進行碘液試驗。
(3) 將每個樣本與蔗糖溶液混合，一小時後進行本立德試驗。

A. 只有 (1)
B. 只有 (2)
C. 只有 (1) 和 (3)
D. 只有 (2) 和 (3)

✓ **答案** B

解析　**答案：B**

胰液具有分解澱粉的酶；胃液的消化作用不包括以澱粉酶分解澱粉。與澱粉溶液混合後再用碘液測試，澱粉是否仍存在可形成兩種結果，所以方法(2)可用。 胃液與胰液均涉及蛋白質消化，且樣本中的酶本身是蛋白質；蛋白試驗不提供所需的專一辨別。兩者也不能以所列蔗糖試驗得到一正一負的有效區分。 只有(2)能達到題目要求，選 B；A、C、D 把不能可靠區分兩種樣本的測試計入。

所用知識

辨別兩種樣本的實驗，必須讓兩者產生可區分的結果。兩者都會反應，或兩者都不會反應的測試，不能達到辨別目的。

易錯處

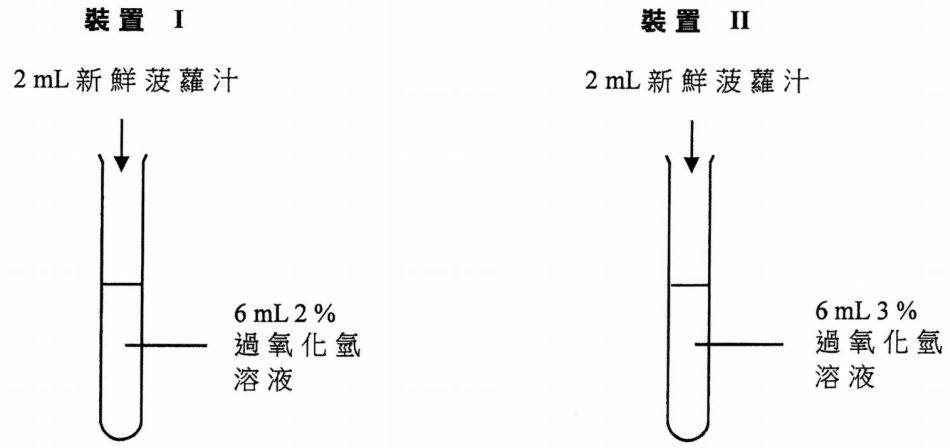
不要只確認某種試劑能測出某種物質；還要比較兩個待辨別樣本會不會得到不同結果。

評分依據：HKDSE 生物 2025 年 卷一甲部 原第 4 題官方評卷參考，原資料第 51 頁。

14. [HKDSE 生物 2025 年 卷一甲部 原第 10 題]

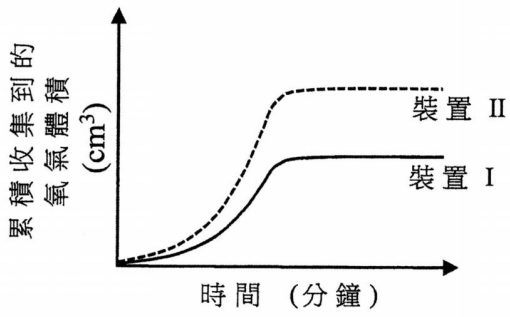
提示：先列變量、量度和對照，再讀曲線斜率。

指示： 參考下圖，解答第 10 和 11 題。圖片顯示兩個裝置，用以演示於 20 °C 時新鮮菠蘿內的過氧化氫酶與過氧化氫的反應：

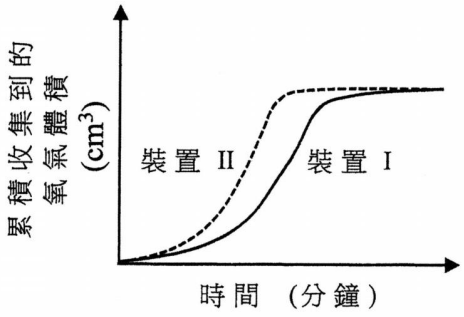


以下哪圖正確顯示裝置 I 和 II 的結果？

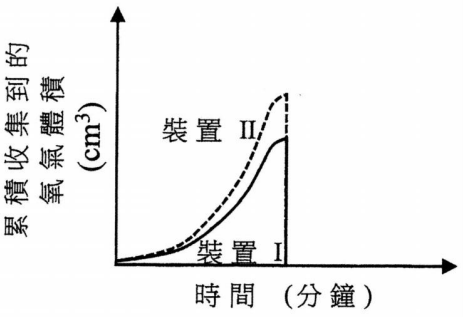
A.



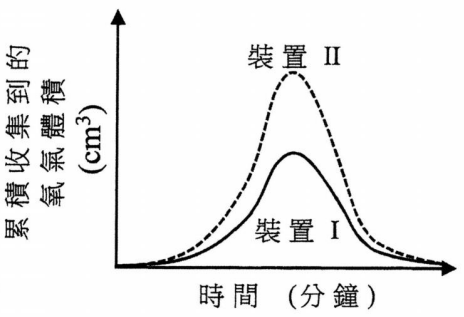
B.



C.



D.



✓ **答案** A

解析 **答案：A**

兩裝置的薯汁體積、過氧化氫溶液體積和溫度相同，但 II 的過氧化氫濃度較高。按題設反應，II 的初始反應較快，且可分解的過氧化氫總量較多，因此累積氧氣的最終體積也較大。同時符合較大初始斜率與較高平台的是 A。B 把最終產物量畫成相同；C 未表現受質消耗後的有限平台；D 把累積氧氣畫成先增加後減少，不符合這個累積量的含義。

所用知識

累積產物曲線的斜率反映反應速率，最終平台高度反映產物總量；兩者不能互相代替。

易錯處

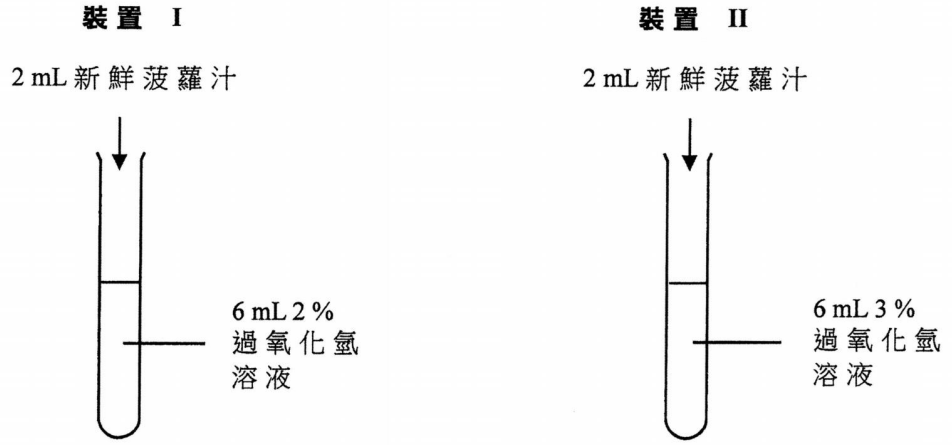
曲線縱軸是累積體積，不是某一瞬間的產氣速率。

評分依據：HKDSE 生物 2025 年 卷一甲部 原第 10 題官方評卷參考，原資料第 51 頁。

15. [HKDSE 生物 2025 年 卷一甲部 原第 11 題]

提示：先列變量、量度和對照，再讀曲線斜率。

指示： 參考下圖，解答第 10 和 11 題。圖片顯示兩個裝置，用以演示於 20 °C 時新鮮菠蘿內的過氧化氫酶與過氧化氫的反應：



準備新鮮果汁以進行該實驗時，需加蒸餾水研磨新鮮水果片，並用濾紙過濾。如想比較兩種不同水果的過氧化氫酶濃度，在分別萃取兩種果汁的過程中，以下哪項變量**不需要**保持一樣？

A. 萃取時的溫度
B. 水果片的總切面面積
C. 水果片的總質量
D. 蒸餾水的體積

✓ **答案** B

解析 **答案：B**

題目問的是『不需要保持一樣』，不是『必須保持一樣』。水果片的原來總切面面積，在研磨萃取後不再是比較果汁酶活性時所需保持相同的變量，選 B。萃取溫度、所用水果總質量及蒸餾水用量會影響酶的狀態或萃取液濃度，仍須控制。A、C、D 涉及萃取條件或酶液濃度；把它們選作不必控制的變量，會使兩種水果的比較不公平。

所用知識

控制變量應按實際操作判斷。水果片已研磨並過濾，不能把直接使用完整組織塊時的表面積限制原封不動套用到萃取液。

易錯處

先圈出否定詞，並確認酶是直接來自整片組織，還是已製成萃取液。

評卷報告提醒（原資料第 67 頁）

水果最終會被研磨，原切片的總表面積不是這次比較果汁酶濃度所需保持一致的條件；水果質量、加入水量及溫度則會影響比較。

評分依據：HKDSE 生物 2025 年 卷一甲部 原第 11 題官方評卷參考，原資料第 51 頁。

16. [HKDSE 生物 2025 年 卷一甲部 原第 35 題]

提示：先列變量、量度和對照，再讀曲線斜率。

指示： 參考下表，解答第 35 和 36 題。下表顯示能感染人類傷口的細菌 X 於三種不同介質的生長結果：

介質	細菌 X 數量增加一倍所需的時間（分鐘）	於細菌 X 內，用作進行呼吸作用的蛋白 P 數量的百分比變化（%）	於細菌 X 內，用作進行轉譯的蛋白 Q 數量的百分比變化（%）
培養基 + 茶樹油 M	80	-20	-20
培養基 + 茶樹油 N	30	-5	0
培養基	30	0	0

就茶樹油 M 而言，從上表可以得到以下哪項推論？

A. 茶樹油 M 比茶樹油 N 更有效抑制細菌 X 的生長。
B. 茶樹油 M 比茶樹油 N 更有效令人類傷口癒合。
C. 茶樹油 M 減慢細菌 X 的呼吸作用速率 20 %。
D. 茶樹油 M 減少細菌 X 的轉譯作用，從而減低呼吸作用速率。

✓ **答案** A

解析 **答案：A**

含茶樹油 M 時，細菌 X 倍增需 80 分鐘；含 N 及對照均為 30 分鐘。M 使細菌增長較慢，因此較 N 有效抑制細菌 X 生長，A 受到資料直接支持。B 把細菌培養結果直接推成人類傷口癒合效果；C 把呼吸相關蛋白減少 20% 等同呼吸速率必定減少 20%；D 提出未由表中直接測量或確定先後的因果途徑。

所用知識

在相同觀察條件下，細菌數目增加一倍所需時間越長，表示其種羣增長越慢。某種蛋白的數量變化不直接等於整條代謝途徑速率的同一百分率變化。

易錯處

P、Q 都是題列不同用途的蛋白質；不能把其中一欄改讀成 mRNA 數量。

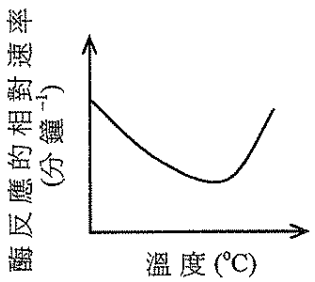
評分依據：HKDSE 生物 2025 年 卷一甲部 原第 35 題官方評卷參考，原資料第 51 頁。

17. [HKDSE 生物 練習卷 卷一甲部 原第 4 題]

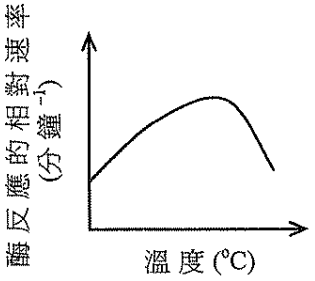
提示：先列變量、量度和對照，再讀曲線斜率。

在一項探究溫度對消化酶 X 活性的影響的實驗中，記錄這種酶將定量的受質消化時所需的時間。以下哪一幅曲線圖顯示該實驗最可能的結果？

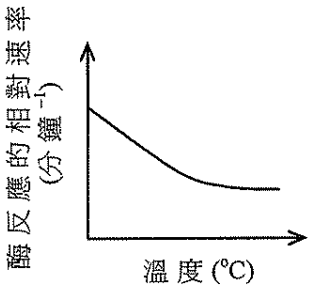
A.



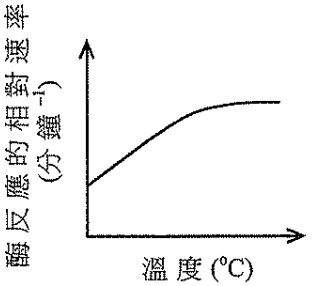
B.



C.



D.



✓ **答案** B

解析 **答案：B**

相同受質量被消化所需時間越短，時間倒數越大，代表速率越高。溫度上升至適宜範圍時反應加快，再升高會使酶變性、速率下降，所以呈先升後降的 B，而不是把原本時間的 U 形直接當速率。

評分依據：HKDSE 生物 練習卷 卷一甲部 原第 4 題官方評卷參考，原資料第 2 頁。

18. [HKDSE 生物 2021 年 卷一乙部 原第 4 題]

提示：先列變量、量度和對照，再讀曲線斜率。

4. 昆蟲物種 A 體內的兩種常見能量儲備是糖原和一種稱為海藻糖的雙糖。進行一項實驗，以研究這昆蟲物種在飛行時所用的能量儲備。將三組昆蟲物種 A 分別注射相同體積的生理鹽水、海藻糖消化酶的抑制物和糖原消化酶的抑制物，然後激使昆蟲飛行直至耗盡體力為止。每隻昆蟲的飛行時間記錄於下表：

所注射的溶液	昆蟲物種 A 的樣本	飛行時間 (s)	平均飛行時間 (s)
生理鹽水	1	150	165.6
	2	138	
	3	168	
	4	210	
	5	162	
海藻糖消化酶抑制物	6	42	
	7	78	
	8	114	
	9	90	
	10	102	
糖原消化酶抑制物	11	132	
	12	192	
	13	174	
	14	162	
	15	156	

(a) 計算經注射抑制物的組別的平均飛行時間(準確至小數點後一個位)，以完成上表。 (1 分)

(b) 根據這實驗的目的，你從數據中能得出什麼結論？解釋你的答案。 (4 分)

(c) 試提出昆蟲個體之間的一種差異，會導致同組內的昆蟲有不同的飛行時間。 (1 分)

✓ **答案** 各小問的答案、推理及相應分值依原題順序列於下方。

解析 **a；原評分 1 分**

海藻糖消化酶抑制組為 85.2 s；糖原消化酶抑制組為 163.2 s。

海藻糖組的總時間為 42+78+114+90+102=426 s，平均為 426÷5=85.2 s。糖原組總時間為 132+192+174+162+156=816 s，平均為 816÷5=163.2 s。各自除以本組 5 隻昆蟲，並按題目保留一位小數。

b；原評分 4 分

結果支持海藻糖是物種 A 飛行所用的能量儲備，而糖原不是本實驗中主要供能儲備。

生理鹽水對照平均可飛 165.6 s；抑制海藻糖消化後只剩 85.2 s，顯示無法有效分解海藻糖會大幅削弱飛行供能。相反，抑制糖原消化後仍可飛 163.2 s，與對照相近，未見同等影響。結論來自各實驗組分別與對照比較，不能只把兩種抑制劑互相比而忽略對照。

c；原評分 1 分

個體原來儲存的海藻糖量可不同。

即使接受相同處理，儲備較多的個體可能有較多燃料供應飛行。個體體重、翅膀大小、年齡或性別的差異，也是可接受而需要具體說明的因素。

評卷報告提醒（原資料第 4 頁）

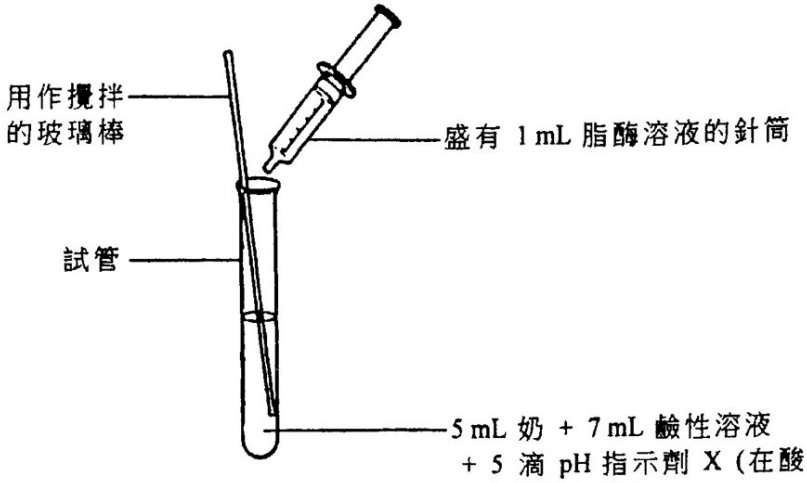
判斷抑制海藻糖或糖原消化的效果，應把各抑制劑組分別與生理鹽水對照比較，再作結論。兩種處理改變的是相應糖類的分解，讀表時要連到可供飛行使用的能量。

評分依據：HKDSE 生物 2021 年 卷一乙部 原第 4 題官方評卷參考，原資料第 2、3 頁。

19. [HKDSE 生物 2018 年 卷一乙部 原第 8 題]

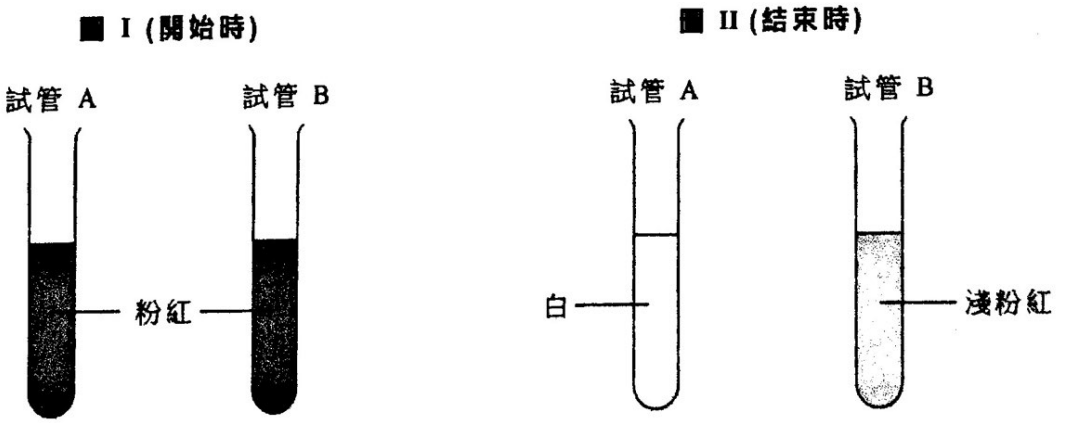
提示：先列變量、量度和對照，再讀曲線斜率。

一名學生利用以下裝置比較全脂鮮奶與半脂鮮奶的脂肪消化：



(a) 寫出脂肪消化的簡單文字方程式。 (2 分)

(b) 準備兩支試管，分別盛有不同類別的奶。加入脂酶溶液，立即記錄混合物的顏色，然後繼續觀察，直至顏色不再變化為止。圖 I 和圖 II 分別顯示混合物在實驗開始時及結束時的顏色：



(i) 這探究的自變量是什麼？ (1 分)

(ii) 描述探究結果。 (2 分)

(iii) 哪支試管 (A 或 B) 盛有全脂鮮奶？解釋你的答案。 (4 分)

✓ **答案** 各小問的答案、推理及相應分值依原題順序列於下方。

解析 **讀題與方法**

先按題目給定的指示劑規則讀顏色，再把酸鹼變化連到脂肪酸的形成。

a；原評分 2 分

脂肪／甘油三脂在脂酶催化下分解成甘油和脂肪酸。

方程式兩邊是受質和產物：左邊寫脂肪，右邊寫甘油加脂肪酸。脂酶是催化劑，應標在反應箭頭旁，而不是當成反應中被消耗的產物。 本題要求簡單文字方程式，不必另添未被要求的分子結構式。

b(i)；原評分 1 分

牛奶的種類，即全脂鮮奶或半脂鮮奶。

自變量是實驗者有意改變的條件；顏色是觀察到的結果，不是自變量。兩管加入的牛奶體積相同，也不是這次比較中被改變的項目。

b(ii)；原評分 2 分

A 管由粉紅色變成白色；B 管由粉紅色變成淺粉紅色。

這一小問只描述結果，應逐管交代開始與結束的顏色，不先把全脂、半脂或脂肪酸的解釋塞進觀察。指示劑在酸中無色，不代表整管牛奶會變成透明；牛奶本身是乳白色，所以題圖把 A 管顯示為白色。

b(iii)；原評分 4 分

A 管盛有全脂鮮奶。A 管轉白，表示指示劑失去粉紅色而混合物已呈酸性；B 管仍淺粉紅，表示仍偏鹼。全脂鮮奶含脂肪較多，消化後可形成較多脂肪酸，使 A 管的酸化程度較大。

推理從顏色開始：A 不再粉紅，B 尚有粉紅。依題目所給規則，A 的脂肪酸已足以使原先的鹼性混合物轉為酸性；B 的產酸量則未造成相同變色結果。再用受質含量作解釋：相同體積的全脂鮮奶有較多脂肪，在題設反應完成的比較下，可產生較多脂肪酸。因此把全脂鮮奶配給 A。題目沒有提供變色所需時間，不能據終點顏色再斷言 A 的初始反應速率是多少或一定較快。

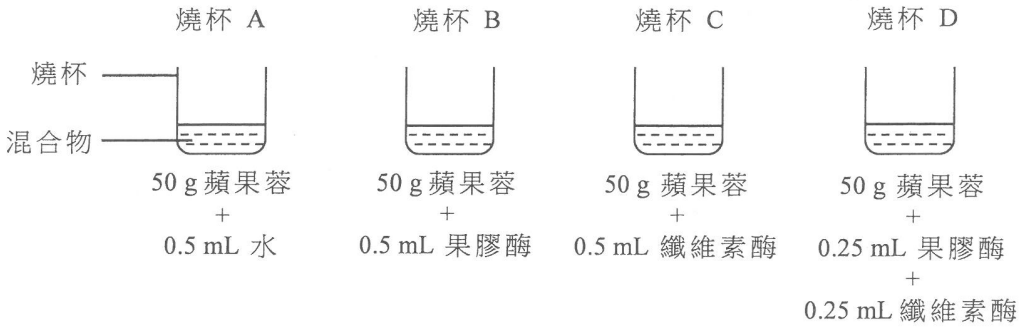
評卷報告提醒（原資料第 5、6 頁）

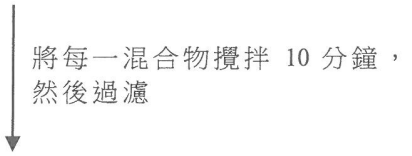
先逐管描述顏色變化，再用指示劑的酸鹼意義推論。不能把牛奶呈白色誤解為脂肪乳化，也不能由終點顏色推算未提供的反應速率。

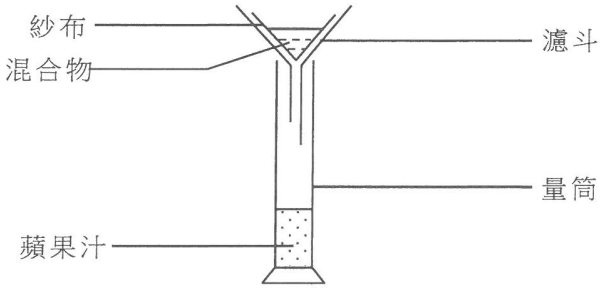
評分依據：HKDSE 生物 2018 年 卷一乙部 原第 8 題官方評卷參考，原資料第 4 頁。

20. [HKDSE 生物 2022 年 卷一乙部 原第 5 題]
提示：先列變量、量度和對照，再讀曲線斜率。

5. 果膠酶和纖維素酶可分解植物細胞壁的化學成分。以下實驗探究這兩種酶對生產蘋果汁的效應：







重複實驗三次，結果如下表所示：

燒杯	混合物	所生產的蘋果汁體積 (mL)				生產 1 mL 蘋果汁所需的酶的成本
		試驗 1	試驗 2	試驗 3	平均值	
A	0.5 mL 水 + 50 g 蘋果蓉	2.0	1.0	3.0	2.0	---
B	0.5 mL 果膠酶 + 50 g 蘋果蓉	33.5	31.0	28.5	31.0	
C	0.5 mL 纖維素酶 + 50 g 蘋果蓉	4.5	4.0	3.5	4.0	
D	0.25 mL 果膠酶 + 0.25 mL 纖維素酶 + 50 g 蘋果蓉	34.0	32.0	36.0	34.0	

(a) 寫出這實驗的自變量和因變量。 (2 分)

(b) 為什麼進行三次試驗比一次試驗較佳？ (1 分)

(c) 在實驗中所用的酶溶液的濃度相同。0.5 mL 果膠酶和 0.5 mL 纖維素酶的價格分別是 $13 和 $7。完成上表以顯示生產 1 mL 蘋果汁所需的酶的成本。 (2 分)

(d) 根據在 (c) 的答案，哪個生產蘋果汁的方法最具成本效益？ (1 分)

(e) 解釋為什麼由燒杯 D 所得的蘋果汁較燒杯 A 的清澈。 (1 分)

✓ **答案** 各小問的答案、推理及相應分值依原題順序列於下方。

解析 **a；原評分 2 分**

自變量：酶的種類或組合；因變量：產生的蘋果汁體積。

研究者在各燒杯中改變是否加入果膠酶、纖維素酶或兩者混合，然後量度流入量筒的果汁體積。因此前者是操控變項，後者是量度結果。

b；原評分 1 分

重複試驗並取平均值，可減少偶然誤差的影響，使結果較可靠。

單次試驗可能因蘋果蓉差異或量度誤差而偏高或偏低。三次結果可檢查是否一致，並計平均值，不應聲稱重複必然消除全部誤差。

c；原評分 2 分

B：$0.42/mL；C：$1.75/mL；D：$0.29/mL。

每毫升果汁的酶成本=所加酶的總價÷平均果汁體積。B：13÷31=0.419…≈$0.42；C：7÷4=$1.75；D 的酶價為 13÷2+7÷2=$10，10÷34=0.294…≈$0.29。D 使用兩種酶各一半，不能把其成本當成 $20。

d；原評分 1 分

D，即 0.25 mL 果膠酶與 0.25 mL 纖維素酶混合。

D 每毫升果汁的酶成本最低，且平均果汁體積最高，故在題目所列成本範圍內最具成本效益。比較的是單位產量成本，而非只看購買某一種酶的價格。

e；原評分 1 分

兩種酶把細胞壁中不溶性成分分解成可溶性成分，使懸浮碎屑減少。

果膠酶及纖維素酶分別作用於細胞壁成分，減少令果汁混濁的不溶性物質，因此 D 比只加水的 A 清澈。

評卷報告提醒（原資料第 4、5 頁）

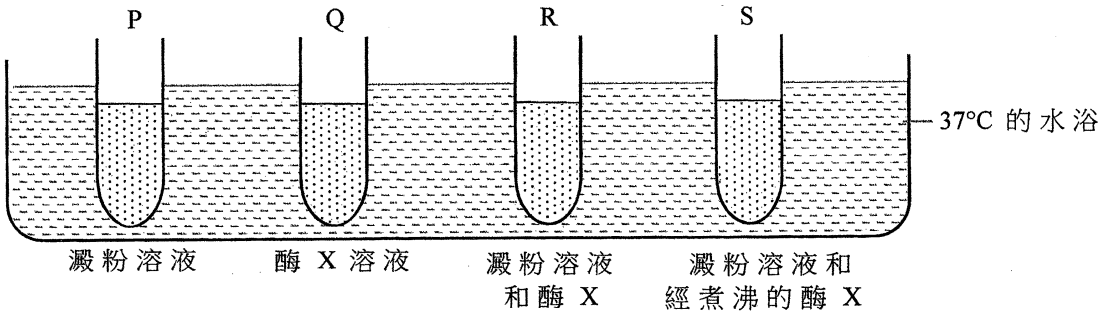
自變量是酶的種類或組合，因變量是果汁體積；成本要除以產量才是每毫升成本。澄清作用要解釋不溶性細胞壁成分變成可溶性物質。

評分依據：HKDSE 生物 2022 年 卷一乙部 原第 5 題官方評卷參考，原資料第 4 頁。

21. [HKDSE 生物 2017 年 卷一甲部 原第 4 題]

提示：先列變量、量度和對照，再讀曲線斜率。

指示： 參考下圖，解答第 2 至 4 題。下圖顯示某學生設置的四支試管，以研究可消化澱粉的酶 X 的作用：



以下哪項**不是**這個實驗設計的目的？

	設計	**目的**
A.	裝設試管 P	顯示有澱粉質時碘液試驗的結果
B.	裝設試管 Q	顯示只有酶 X 是不能在本立德試驗得出正反應
C.	裝設試管 S	顯示酶 X 經煮沸會變性
D.	裝設水浴	模擬人體的溫度

✓ **答案** C

解析 **答案：C**

本題問不屬於設計目的的配對，答案 C。S 使用已煮沸的酶作失活對照，用來比較有活性酶是否為澱粉分解所必需；設計中酶經煮沸失活是採用的背景條件，不能只由這項消化試驗直接證明其分子構形已變性。P、Q 分別檢查澱粉和酶本身對測試的反應，水浴則保持近人體溫度。

評卷報告提醒（原資料第 2 頁）

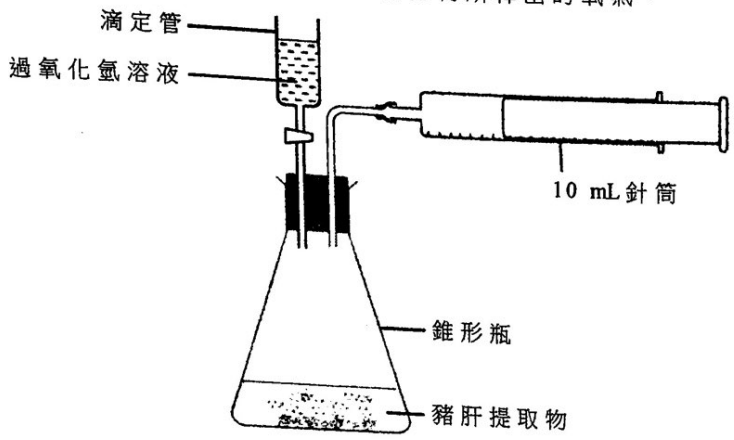
不同對照各有用途：沒有酶檢查澱粉是否自行分解；只有酶檢查還原糖是否原已存在；煮沸酶組檢查活性酶是否必要。要說明對照如何支持本次因果推論。

評分依據：HKDSE 生物 2017 年 卷一甲部 原第 4 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

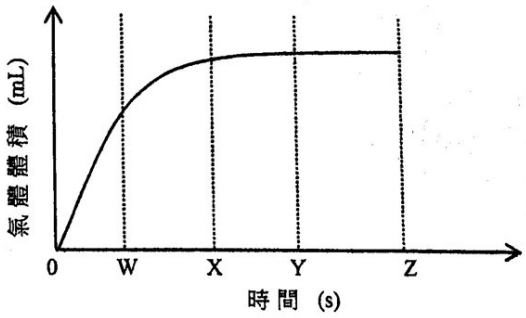
22. [HKDSE 生物 2019 年 卷一甲部 原第 10 題]

提示：先列變量、量度和對照，再讀曲線斜率。

指示： 參考下圖，解答第 9 和 10 題。下圖展示某學生設計的實驗裝置，用以研究溫度對過氧化氫酶活性的效應。豬肝提取物含有過氧化氫酶，能催化過氧化氫分解為氧和水。把固定體積的過氧化氫溶液加到豬肝提取物，並以 10 mL 針筒收集由反應混合物所釋出的氧氣。



10. 改動裝置後，得出下圖。下圖顯示於室溫下在一段時間內所收集到的氣體體積：



該名學生打算利用在一固定時段內收集到的氣體體積作為應變項，以研究不同溫度對過氧化氫酶活性的效應。以下哪項是進行量度的最合適時段？

A. 0 – W
B. 0 – X
C. 0 – Y
D. 0 – Z

✓ **答案** A

解析 **答案：A**

0–W 最接近反應開始的線性區，固定時間內的產氣量較能反映初始反應速率。後面的平台主要反映反應趨於完成，不能有效分辨不同溫度下開始時的酶活性，因此選 A。

評卷報告提醒（原資料第 2 頁）

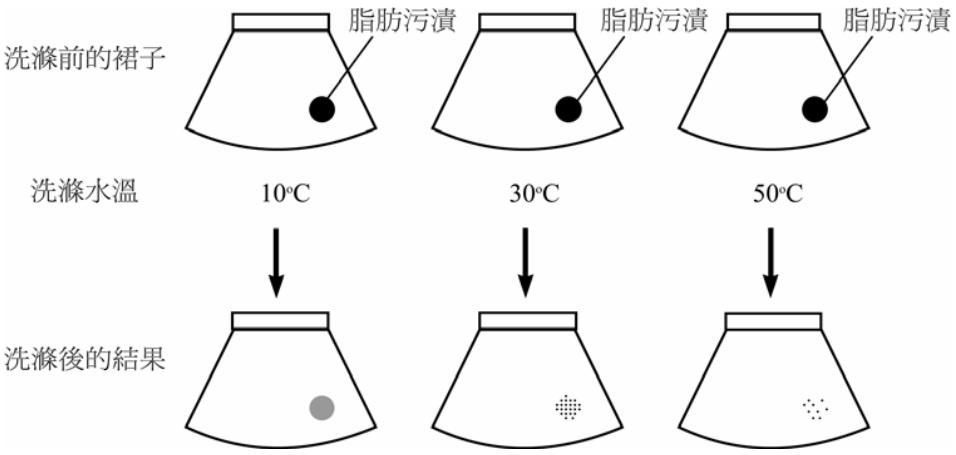
只有約 22% 考生選對。測試溫度會同時改變曲線達平台的時間；固定量度時段必須仍能分辨快慢，不能選各曲線都可能已到相同平台的長時段。

評分依據：HKDSE 生物 2019 年 卷一甲部 原第 10 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

23. [HKDSE 生物 樣本卷 卷一乙部 原第 9 題]

提示：先列變量、量度和對照，再讀曲線斜率。

酶在日常生活中的其中一項應用可見於生物洗衣粉。爲了研究生物洗衣粉的效能，把三條相同及染有相同脂肪污漬的裙子，用相同濃度的洗衣粉溶液，在不同水溫下洗滌。這項研究及其結果概述如下：



(N.B. 在以上三個溫度重複這項研究，但不使用洗衣粉。三條裙子上的脂肪污漬保持不變。)

(a) 試解釋爲什麼生物洗衣粉能清除脂肪污漬。　(3 分)

(b) 從研究的結果可得出什麼結論？ (1 分)

(c) 一名學生質疑生物洗衣粉是否較普通 (非生物) 洗衣粉更有效清除脂肪污漬。若你是該名學生，描述你如何進行一項研究以找出哪種洗衣粉更爲有效。 (5 分)

✓ **答案** 各小問的答案、推理及相應分值依原題順序列於下方。

解析 **a；原評分 3 分**

生物洗衣粉含脂酶，能把脂肪水解成脂肪酸和甘油；較小產物在洗滌液協助下更容易分散或溶解，從布料洗去。原先的脂肪污漬不易被水帶走。脂酶催化水解，令脂肪分子變成脂肪酸和甘油，洗滌液再協助移除這些產物。甘油溶於水；長鏈脂肪酸本身不宜一概描述成容易溶於純水，其清除亦與洗衣粉的化學成分和分散作用有關。重點是「酶—受質分解—污漬較易移除」。

b；原評分 1 分

在本試驗的 10–50°C 範圍內，水溫較高時去除脂肪污漬的效果較好。

圖中 50°C 處理後污漬最少，30°C 次之，10°C 剩餘較多。結論要限制在實際測過的溫度範圍；不能推出溫度越高效果永遠越好，也不能單憑三個溫度確定精確最適溫度。

c；原評分 5 分

取相同布料、相同大小及濃度的脂肪污漬，分別用等體積、等濃度的生物與非生物洗衣粉溶液，在相同溫度和時間下洗滌；比較剩餘污漬的大小或深淺，剩餘越少表示效能越高，並重複試驗。

自變量是洗衣粉種類，不能同時把溫度也一高一低。可先選題圖中效果較好的 50°C，兩組均維持此溫度，控制攪動方式、洗滌時間及起始污漬量。完成後用同一拍照光線、色深量度或剩餘污漬面積比較，讓「較乾淨」變成可判讀的結果。若想比較不同水溫下的適用性，再於其他相同溫度成對重複；每個溫度下都要同時有兩種洗衣粉，不能把某一溫度的勝出概括成所有條件都較好。

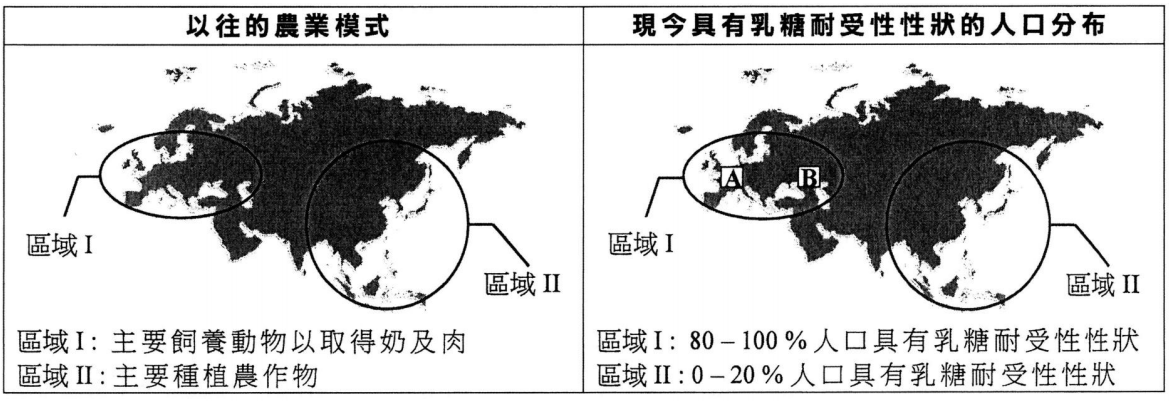
評分依據：HKDSE 生物 樣本卷 卷一乙部 原第 9 題官方評卷參考，原資料第 4 頁。

24. [HKDSE 生物 2025 年 卷一乙部 原第 5 題]

提示：先列變量、量度和對照，再讀曲線斜率。

乳糖酶能消化奶類所含的乳糖。兒童在停止接受以乳汁哺育後會減少產生乳糖酶。失去產生乳糖酶能力的人會患上乳糖不耐症，喝乳汁後會呈現相關症狀，例如腸道脹氣和腹瀉。有些人則在成年期間持續產生乳糖酶，即具有乳糖耐受性性狀。

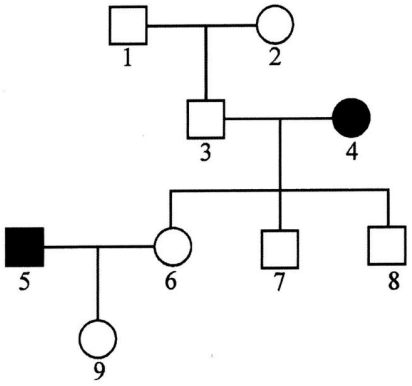
(a) 曾有假說認為，乳糖耐受性性狀是緣於以往不同農業模式下自然選擇的結果。以下示意圖顯示兩個以往採取不同農業模式的區域，及其現今具有乳糖耐受性性狀的人口分布。



(i) 已知乳糖耐受性性狀是由突變所致。參照上圖，就區域 I 和區域 II 具有乳糖耐受性性狀的人口分布，提出一項解釋。 (4 分)

(ii) 在 A 地，令某人具有乳糖耐受性性狀的等位基因序列已被確認。在 B 地，某人具有乳糖耐受性性狀，但沒有這個等位基因。就這個現象，提出一個可能的理由。 (1 分)

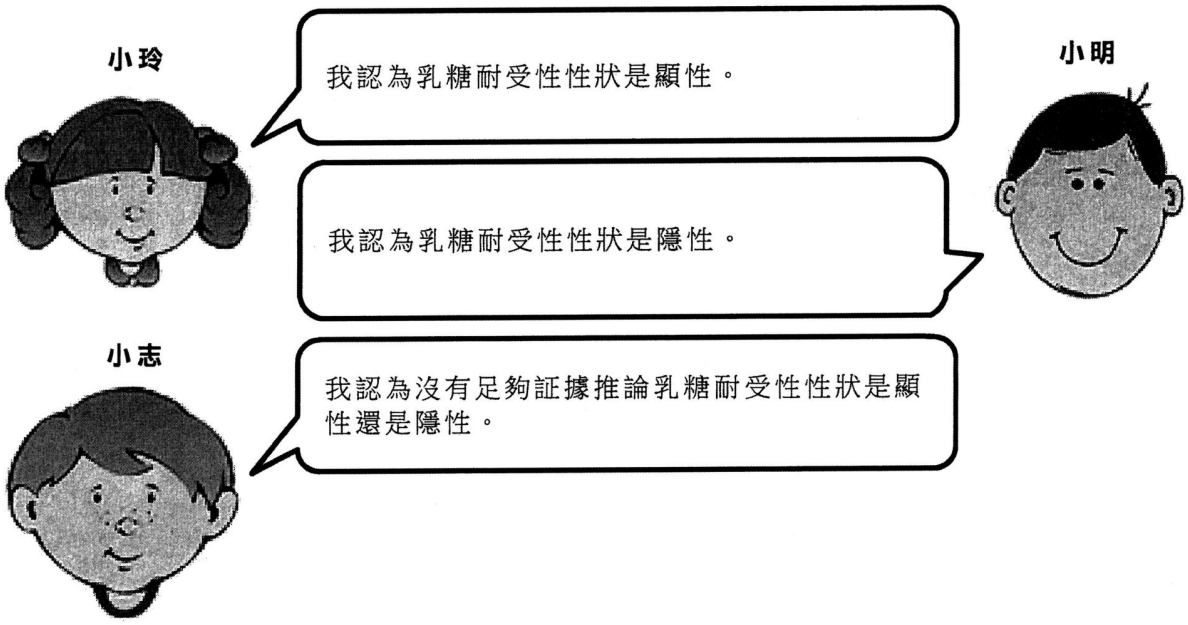
(b) 以下譜系顯示乳糖耐受性性狀和乳糖不耐症性狀的遺傳：



圖例：

- 具有乳糖耐受性的男性
- 具有乳糖耐受性的女性
- 具有乳糖不耐症的男性
- 具有乳糖不耐症的女性

在這個家族中，已知乳糖耐受性和乳糖不耐症的遺傳，由單一基因控制。小玲、小明和小志在研讀上述譜系後，對乳糖耐受性性狀的遺傳有如下一些意見：



就乳糖耐受性的遺傳，誰的意見是對的？解釋你的答案。 (2 分)

(c) 乳糖酶可用來製造不含乳糖的奶品，以幫助具有乳糖不耐症的人。將含有乳糖酶的藻酸鹽顆珠 (圖 I) 置於圓管中 (圖 II)，進行下列步驟：

1. 將牛奶傾入圓管內，直至牛奶剛好蓋過藻酸鹽顆珠。
2. 靜候兩分鐘。
3. 開啟喉掣，讓所有牛奶流入燒杯中。
4. 重覆步驟 1 至 3，以所收集到的牛奶，產生下一次的牛奶樣本，直至收集到第六次的牛奶樣本。

圖 I

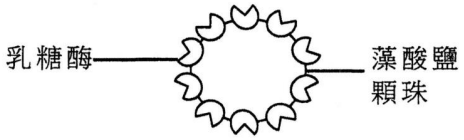
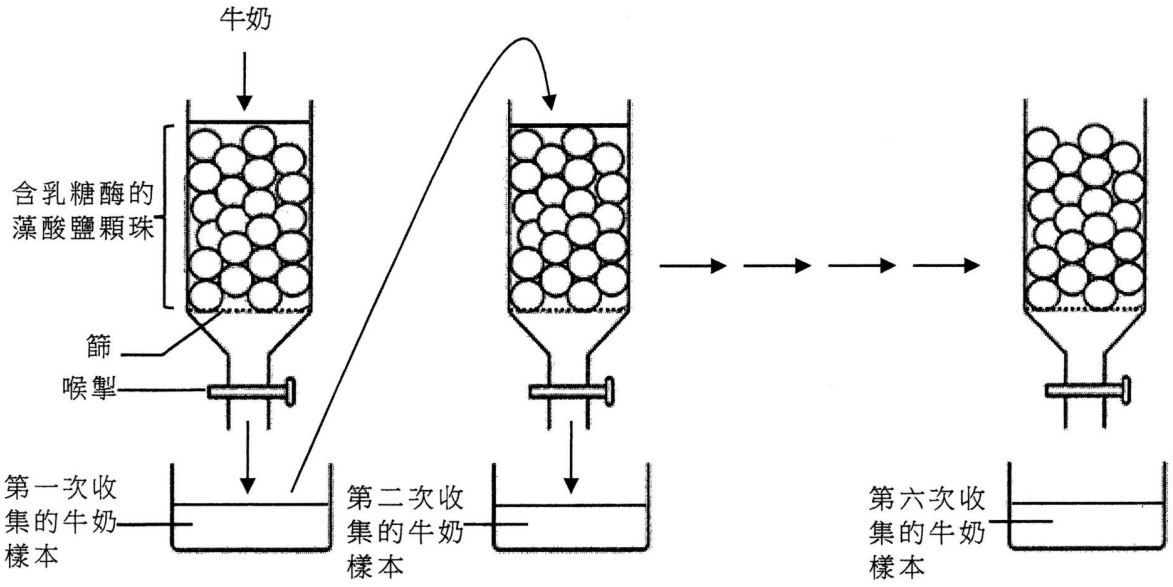
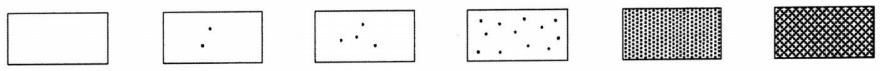


圖 II



註：
1. 整個過程中使用同一圓管及其裝有的藻酸鹽顆珠。
2. 所有收集到的牛奶樣本都會進行葡萄糖試紙測試。

圖 III



上圖 III 顯示葡萄糖試紙的量度圖譜，下表顯示測試結果：

樣本	累積時間 (分鐘)	葡萄糖試紙結果
第一次收集的牛奶樣本	2	
第二次收集的牛奶樣本	4	
第三次收集的牛奶樣本	6	
第四次收集的牛奶樣本	8	
第五次收集的牛奶樣本	10	
第六次收集的牛奶樣本	12	

(i) 寫出乳糖酶消化乳糖的文字方程式。 (1 分)

(ii) 根據以上結果，某學生作出結論，指第三次收集的牛奶樣本的葡萄糖濃度是第一次收集的牛奶樣本的三倍。你同意這個結論嗎？試概略解釋。 (2 分)

(iii) 建議如何確認這實驗結果的可信度。 (2 分)

(iv) 若將實驗步驟改為將牛奶傾入圓管 4 次，每次牛奶停留在圓管內 3 分鐘。預測 12 分鐘後的最後葡萄糖濃度。 (1 分)

(v) 小花品嚐所製成的不含乳糖的牛奶，發覺它比鮮牛奶甜，她擔心飲用不含乳糖的牛奶會比飲用鮮牛奶令她攝取更多能量。你認為她的憂慮合理嗎？解釋你的答案。 (2 分)

✓ **答案** 各小問的答案、推理及相應分值依原題順序列於下方。

解析 **(a)(i)；原評分 4 分**

區域 I 以畜牧及奶類為重要營養來源，耐受者可從奶類獲得較多營養，較少因飲奶而腹瀉；區域 II 主要種植農作物，乳糖耐受性沒有同等優勢。在區域 I，耐受者較易存活並繁殖，把相關等位基因傳給後代；經多代自然選擇，區域 I 的耐受性比例較高。

不能只解釋區域 I，還須比較區域 II 缺少甚麼選擇優勢。四個層次依次是 I 的好處、II 沒有同等好處、存活與繁殖差異、後代比例改變。突變先產生可遺傳差異，並非喝奶有目的地製造突變。

(a)(ii)；原評分 1 分

地區 B 的族羣可能發生了另一種突變，同樣產生乳糖耐受的表現型。

原題只說 B 的耐受者沒有在 A 已確認的那個等位基因，並沒有說兩地 DNA 序列相同。同一性狀可由不同核苷酸序列或不同調控變異產生，故不能由表型相同推出基因序列必相同。

(b)；原評分 2 分

小志正確：這份家譜不能確定乳糖耐受是顯性還是隱性。沒有一個子代的性狀同時與父母雙方都不同，故缺乏能排除其中一種模式的組合。

可實際驗證兩種模式均成立：若耐受是顯性 T，3 可為 TT、4 為 tt，6 為 Tt、5 為 tt，9 可為 Tt；若耐受是隱性 tt，3、6、9 可為 tt，4 和 5 為 Tt，也可產生圖中子代。這不是親代表型缺失，而是已知親子組合沒有排他性。

(c)(i)；原評分 1 分

乳糖 → 葡萄糖 + 半乳糖（乳糖酶催化水解）。

乳糖是二糖，水解產生兩種單糖。葡萄糖試紙只檢測其中一種產物，不能把未檢測的半乳糖從反應中刪去。

(c)(ii)；原評分 2 分

不同意「第三次收集的葡萄糖濃度是第一次的三倍」。試紙屬半定量量度，只給出濃度級別或範圍，不能提供確切濃度以計算精確倍數。

原題比較第三次與第一次，不是第二次。色塊可以支持濃度的粗略高低，卻不足以把點的疏密直接換成三倍的濃度比。

(c)(iii)；原評分 2 分

在相同條件下重複整項實驗數次，收集更多數據；比較各次結果是否有相同或相近的模式與趨勢。

重複處理、通過酶柱、收集及測量的整個流程，才有助檢查結果是否可重現。只重看同一張試紙不等於獨立重複實驗。

(c)(iv)；原評分 1 分

12 分鐘後的葡萄糖濃度預期與原實驗大致相同，約為 1%。

原方案 6 次×2 分鐘＝12 分鐘；新方案 4 次×3 分鐘＝12 分鐘，總接觸時間相同，所以在本題條件下預期相近產物濃度。這是資料支持的預測，不能把半定量平台武斷當成已證明全部乳糖水解。

(c)(v)；原評分 2 分

她的憂慮不合理。乳糖酶只是預先把乳糖分解成葡萄糖與半乳糖，與人體內的消化過程相同；製作過程沒有加入其他含能量物質，牛奶的碳水化合物總量並未因此增加。

本題問較甜是否必然攝取更多能量，並非奶類過敏。甜度受糖的種類影響；乳糖水解後單糖仍留在牛奶中，所以形式改變不能等同能量增加或糖分消失。

評卷報告提醒（原資料第 72、73 頁）

不同突變可導致相同表現型；不能由同一性狀反推必定同一序列。判斷可靠性須重複並比較結果是否一致，半定量色階也不應寫成精確濃度。乳糖水解產生兩種單糖，但消化前後並未憑空增加食物的總能量。

評分依據：HKDSE 生物 2025 年 卷一乙部 原第 5 題官方評卷參考，原資料第 54、55 頁。

題型 4　追蹤葉綠體中的物質與能量

綜合程度 ★★★☆☆

知識梳理

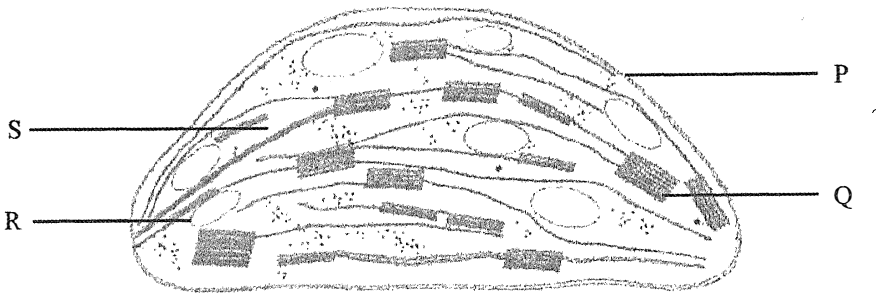
① 光化學反應位於類囊體膜，形成 ATP 和還原力；卡爾文循環在基質中利用它們，把二氧化碳的碳帶進有機物。從明轉暗時，光化學反應的供應先改變，依賴它的後續步驟才受影響。

② 分析中間物濃度時同時比較它的生成和消耗；生成少了不代表濃度一定上升。

點石成金　先標場所，再畫出 ATP、還原力及含碳物質的方向；若條件突然改變，就比較每種中間物的進、出兩端。

例 1　[HKDSE 生物 2015 年 卷一甲部 原第 4 題]

參考以下示意圖，解答 4 和 5 兩題。下圖顯示葉綠體的構造：



二氧化碳受體的再生在以下哪裡進行？

A. P
B. Q
C. R
D. S

解答　**答案：D**

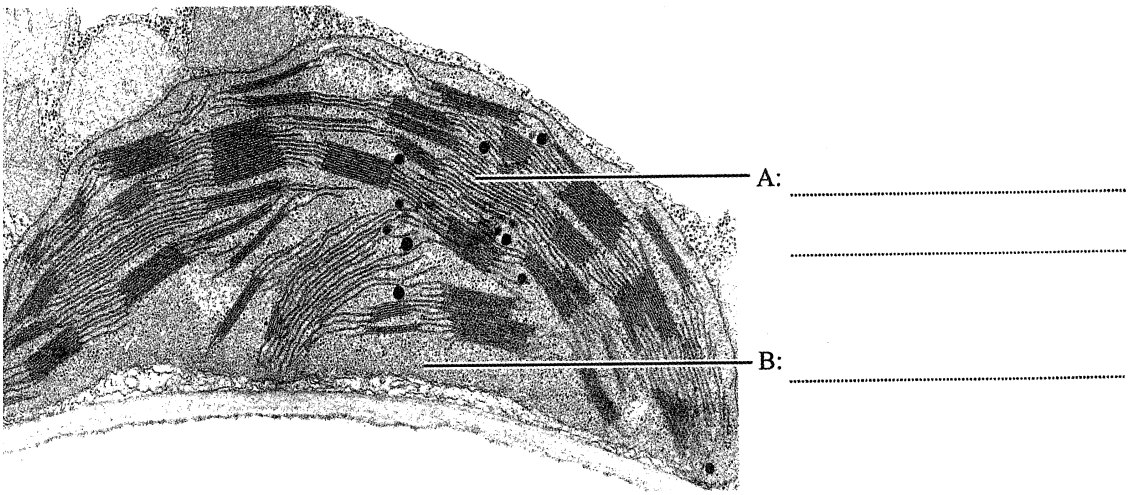
二氧化碳受體 RuBP 在卡爾文循環中再生，這些酶促反應在葉綠體基質進行。圖中 S 指向類囊體以外的基質，所以應選 S。先辨認反應所在分區，再把分區對回原圖字母。故選 D。

評分依據：HKDSE 生物 2015 年 卷一甲部 原第 4 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

方法：先定位反應場所，再追蹤物質與能量。

例 2　[HKDSE 生物 2016 年 卷一乙部 原第 3 題]

下圖顯示某個細胞器的電子顯微照片：



(a)　標註 A 和 B。　(2 分)

(b)　寫出含有這細胞器的一種植物細胞。　(1 分)

(c)　A 和 B 有什麼功能上的關係？　(3 分)

寫於邊界以外的答案將不予評分

解答　**(a)；原評分 2 分**

A：類囊體膜；B：基質。

葉綠體內深色薄片堆疊的膜系統是類囊體，周圍液體部分是基質。A 的引線指向膜，故名稱須寫到類囊體膜；B 指膜外的葉綠體基質。

方法：先定位反應場所，再追蹤物質與能量。

(b)；原評分 1 分

柵欄葉肉細胞。

這類葉肉細胞含有大量葉綠體，能進行光合作用。海綿葉肉細胞或保衛細胞亦是可接受的具體例子；不能籠統地說所有植物細胞都有。

(c)；原評分 3 分

A 進行光化學反應，形成 ATP 和 NADPH，供 B 的碳固定使用。

先把兩處反應接成物質路線：類囊體膜吸收光能，將能量及還原能力分別暫存在 ATP 和 NADPH；基質中的碳固定反應利用兩者把二氧化碳轉成有機物。也可反向說明基質反應再生 $NADP^+$，讓光反應繼續取得電子。不能只列兩個反應名稱，必須寫出它們如何互相配合。

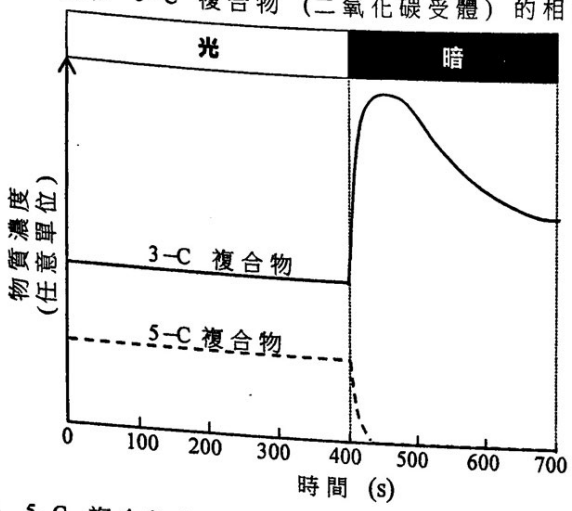
評卷報告提醒（原資料第 3 頁）

題目要求兩構造如何配合時，要寫出物質或訊息由其中一處到另一處的連續過程；各自列功能仍未回答配合關係。

評分依據：HKDSE 生物 2016 年 卷一乙部 原第 3 題官方評卷參考，原資料第 2 頁。

例 3　[HKDSE 生物 2019 年 卷一甲部 原第 4 題]

4. 將綠色植物細胞置於強光下，然後置於黑暗中。下圖顯示期間細胞內卡爾文循環的 3-C 複合物和 5-C 複合物（二氧化碳受體）的相對濃度變化。



以下哪項**不是** 5-C 複合物在黑暗時濃度下降的理由？

A. 5-C 複合物轉化為 3-C 複合物。
B. 5-C 複合物結合二氧化碳直接生成葡萄糖。
C. 5-C 複合物停止再生，因為沒有光化反應產生的 ATP。
D. 5-C 複合物停止再生，因為沒有光化反應產生的 NADPH。

解答　**答案：B**

黑暗中不再有光反應持續供應 ATP 和 NADPH，5-C 二氧化碳受體的再生受影響；已存在的受體仍可被碳固定反應消耗。5-C 受體與二氧化碳結合後先形成 3-C 產物，並非直接形成葡萄糖，因此 B 不能作為正確理由。

評分依據：HKDSE 生物 2019 年 卷一甲部 原第 4 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

方法：先定位反應場所，再追蹤物質與能量。

針對練習

1. [HKDSE 生物 2013 年 卷一甲部 原第 9 題]
提示：先定位反應場所，再追蹤物質與能量。

以下哪些物質是由光合作用中的光化反應產生的？

(1) ATP
(2) 氧
(3) NADPH

A. 只有 (1) 和 (2)
B. 只有 (1) 和 (3)
C. 只有 (2) 和 (3)
D. (1)、(2) 和 (3)

本題當年撤銷計分；所示修訂版本保留作概念辨析，請連同詳解閱讀。

✓ **答案** D（修訂題的教學答案）

解析 **答案：D（修訂題的教學答案）**

按現存專輯修訂後的題幹「物質」，光反應可產生 ATP、氧及 NADPH，因此教學答案為 D。原考試把三者稱為「化合物」，但氧是元素，題意出現問題，官方已從計分中刪除此題；評卷參考以星號表示，並沒有給出正式選項答案。

題意與適用範圍

官方刪題；此處保留題目專輯已改為「物質」的修訂版本供學習，答案 D 屬修訂題教學解答。

評分依據：HKDSE 生物 2013 年 卷一甲部 原第 9 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

2. [HKDSE 生物 2017 年 卷一甲部 原第 6 題]
提示：先定位反應場所，再追蹤物質與能量。

以下哪個光合作用的反應在類囊體的膜上進行？

A. 二氧化碳受體的再生
B. 三碳化合物的還原
C. 水的光解
D. 二氧化碳固定

✓ **答案** C

解析 **答案：C**

水的光解與光系統相連，發生在類囊體膜的光化學反應系統，選 C。二氧化碳固定、三碳化合物還原及二氧化碳受體再生屬基質內的碳固定循環。先分光反應和碳固定，再對應位置。

評分依據：HKDSE 生物 2017 年 卷一甲部 原第 6 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

3. [HKDSE 生物 2018 年 卷一甲部 原第 29 題]
提示：先定位反應場所，再追蹤物質與能量。

以下哪種物質對植物生物量的增加有最大貢獻？

A. 水
B. 氧
C. 礦物質
D. 二氧化碳

✓ **答案** D

解析 **讀題與方法**

問生物量的建立時，先追蹤構成有機物的碳從哪裏來。

答案：D

植物在光合作用中利用二氧化碳的碳來合成有機物，這些有機物可再構成澱粉、纖維素及其他身體物質。因此二氧化碳對植物生物量增加有主要貢獻，選 D。 水和礦物質都重要，但不能因根從土壤吸收它們，就說植物新增有機物主要來自土壤。也要把形成生物量與短時間吸水造成鮮重變化分開。

易錯處

只從根的位置想物質來源，忽略葉片從空氣取得碳。

評卷報告提醒（原資料第 1 頁）

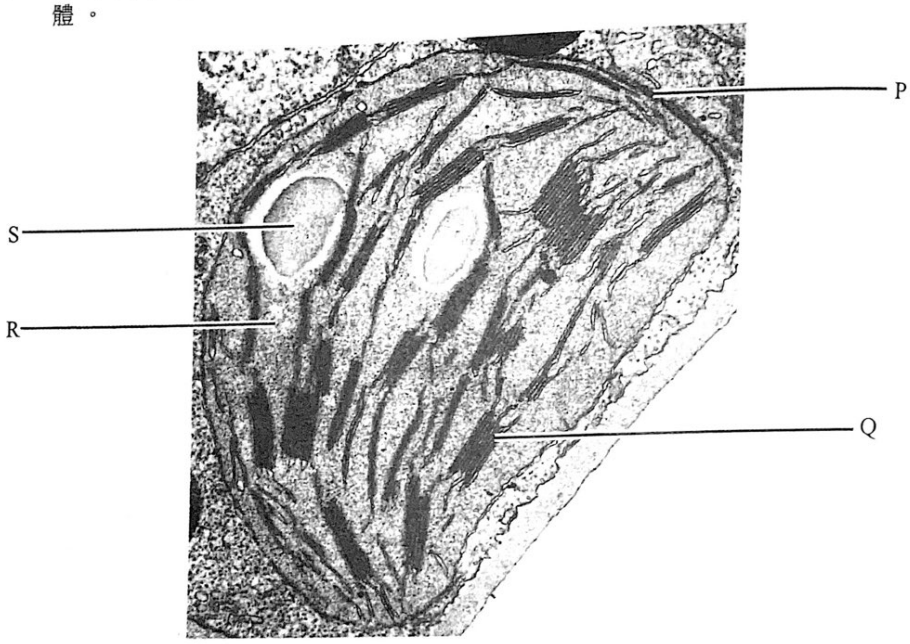
植物乾物質的碳主要來自二氧化碳經光合作用固定；不能因根吸水和礦物質，就把乾物質的最大來源選作土壤中的物質。

評分依據：HKDSE 生物 2018 年 卷一甲部 原第 29 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

4. [HKDSE 生物 2019 年 卷一甲部 原第 1 題]

提示：先定位反應場所，再追蹤物質與能量。

指示： 參考以下電子顯微照片，解答第 1 和 2 題。照片顯示某植物細胞內的葉綠體。



1. 在光合作用時，吸收光的構造是

A. P。
B. Q。
C. R。
D. S。

✓ **答案** B

解析 **答案：B**

Q 所示的基粒由類囊體膜堆疊而成；膜上的光合色素吸收光能，因此選 B。基質是卡爾文循環的主要場所，不能把吸光與碳固定的位置混為一談。

評分依據：HKDSE 生物 2019 年 卷一甲部 原第 1 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

5. [HKDSE 生物 2024 年 卷一甲部 原第 7 題]
提示：先定位反應場所，再追蹤物質與能量。

以下哪個有關光合作用階段的組合是正確的？

	光化反應	卡爾文循環
A.	產生氧	產生水
B.	需要二氧化碳	需要 NADPH
C.	在基質發生	在基粒發生
D.	光是能量來源	ATP 是能量來源

✓ **答案** D

解析 **答案：D**

光化學反應吸收光能，製造 ATP 和 NADPH；卡爾文循環利用 ATP 提供能量，並用 NADPH 提供還原力，把二氧化碳轉為有機物。光化學反應在類囊體膜進行，卡爾文循環在基質進行，因此其位置也不可對調。

評分依據：HKDSE 生物 2024 年 卷一甲部 原第 7 題官方評卷參考，原資料第 49 頁。

6. [HKDSE 生物 2025 年 卷一甲部 原第 20 題]
提示：先定位反應場所，再追蹤物質與能量。

以下哪個有關光合作用階段的組合是正確的？

	光化學反應	碳固定
A.	在類囊體膜發生	在基質發生
B.	產生葡萄糖	產生氧氣
C.	需要 ATP	需要 ADP
D.	需要 NAD	需要 NADH

✓ **答案** A

解析 **答案：A**

原題比較的是光化學反應與卡爾文循環，兩者都是光合作用的階段；不能把第一欄改讀成線粒體中的氧化磷酸化。選項 A 把光化學反應配到類囊體膜，卡爾文循環配到基質，兩欄均正確。其餘選項把產物或 ATP／ADP 及電子載體的作用配錯。光化學反應產生 ATP 及還原力，卡爾文循環利用它們進行碳固定後的反應。

所用知識

光化學反應在葉綠體的類囊體膜進行；卡爾文循環在葉綠體基質進行。兩個階段的場所及能量、分子的使用方向不能互換。

易錯處

先讀清表頭；『光化學反應』不能因涉及 ATP 便當成『氧化磷酸化』。

評分依據：HKDSE 生物 2025 年 卷一甲部 原第 20 題官方評卷參考，原資料第 51 頁。

7. [HKDSE 生物 練習卷 卷一甲部 原第 6 題]
提示：先定位反應場所，再追蹤物質與能量。

在光合作用中，光化反應對其後的碳固定是必需的。這是因爲光化反應會

(1) 釋出氧。
(2) 產生 NADPH。
(3) 再生二氧化碳受體。

A. 只有 (1)
B. 只有 (2)
C. 只有 (1) 和 (3)
D. 只有 (2) 和 (3)

✓ **答案** B

解析 **答案：B**

光反應產生 NADPH，提供碳反應還原碳化合物所需的還原力，所以(2)正確。氧是光反應的副產物，並非碳固定必需原料；二氧化碳受體在碳循環中再生，不是光反應直接再生，故只有(2)。

評分依據：HKDSE 生物 練習卷 卷一甲部 原第 6 題官方評卷參考，原資料第 2 頁。

8. [HKDSE 生物 2012 年 卷一甲部 原第 23 題]
提示：先定位反應場所，再追蹤物質與能量。

以下哪些有關光在光合作用角色的描述是正確的？

(1) 活化葉綠素提供高能量的電子。
(2) 令水經光解作用釋放氧，供碳固定之用。
(3) 令水經光解作用釋放氫以形成 NADPH。

A. 只有 (1) 和 (2)
B. 只有 (1) 和 (3)
C. 只有 (2) 和 (3)
D. (1)、(2) 和 (3)

✓ **答案** B

解析 **答案：B**

光使葉綠素的電子獲得能量，並驅動水的光解，提供形成還原型 NADP 所需的氫和電子。因此 (1)、(3) 正確。光解釋出的氧是副產物，不是卡爾文循環固定碳所需的原料；碳固定所用的碳來自二氧化碳。

評分依據：HKDSE 生物 2012 年 卷一甲部 原第 23 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

9. [HKDSE 生物 2013 年 卷一甲部 原第 8 題]
提示：先定位反應場所，再追蹤物質與能量。

以下哪些光合作用的過程需要 ATP 提供能量？

(1) 二氧化碳固定和三碳化合物的生成
(2) 三碳化合物的還原，以生成葡萄糖
(3) 二氧化碳受體的再生

A. 只有 (1) 和 (2)
B. 只有 (1) 和 (3)
C. 只有 (2) 和 (3)
D. (1)、(2) 和 (3)

✓ **答案** C

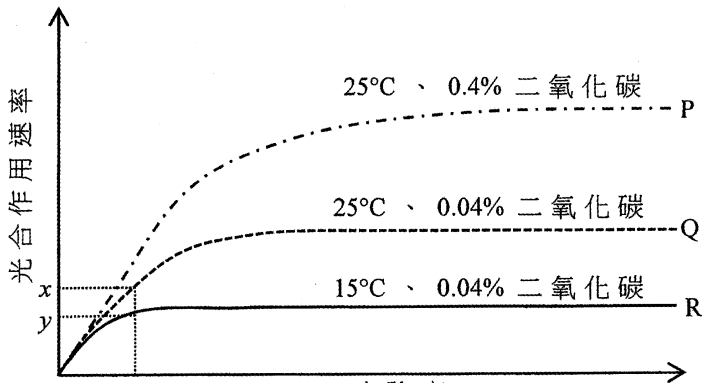
解析 **答案：C**

ATP 直接供能給三碳化合物的還原步驟及二氧化碳受體的再生；最初把二氧化碳固定並形成三碳化合物的步驟，本身不直接消耗 ATP。因此選(2)及(3)。不要因整個卡爾文循環需要 ATP，就把每一小步都當作直接消耗 ATP。

評分依據：HKDSE 生物 2013 年 卷一甲部 原第 8 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

10. [HKDSE 生物 2016 年 卷一甲部 原第 10 題]
提示：先定位反應場所，再追蹤物質與能量。

指示： 參考下圖，解答 9 和 10 兩題。下圖顯示一株植物在不同情況下的光合作用速率：



). 以下哪項描述最能解釋為什麼 P 的光合作用速率較 Q 的高？

A. P 具備所有最適條件。
B. 二氧化碳更快擴散進入葉子。
C. 有更多二氧化碳作為光合作用的原料。
D. P 的二氧化碳濃度較大氣的高得多。

✓ **答案** C

解析 **答案：C**

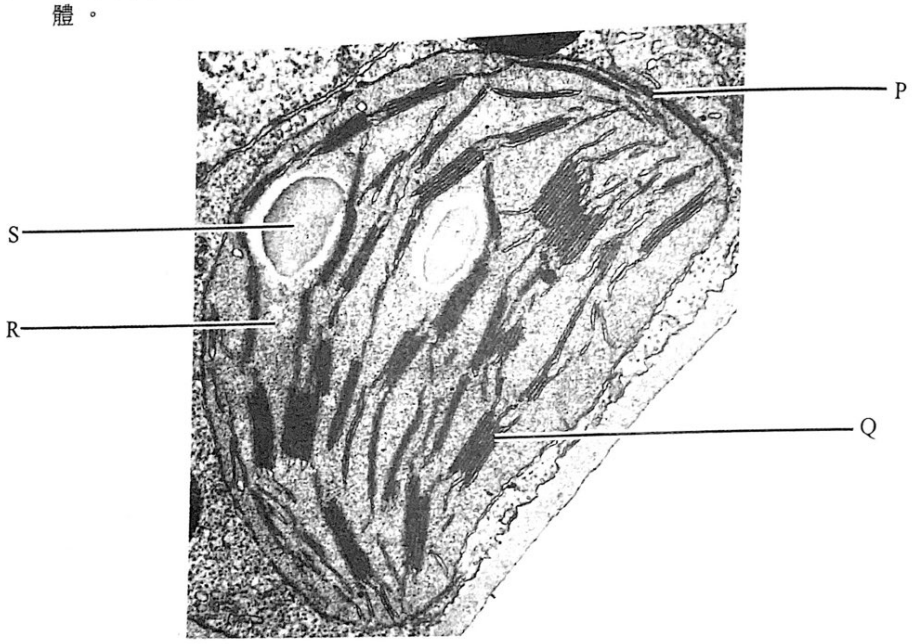
P、Q 的溫度相同，P 的二氧化碳濃度較高。在光照足夠時，更多二氧化碳可參與碳固定，形成更多有機物，故 P 的速率較高，選 C。『濃度高』只是條件；要解釋速率，須接到『提供更多反應原料』。圖中沒有證據說 P 的所有條件都最佳。

評分依據：HKDSE 生物 2016 年 卷一甲部 原第 10 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

11. [HKDSE 生物 2019 年 卷一甲部 原第 2 題]

提示：先定位反應場所，再追蹤物質與能量。

指示： 參考以下電子顯微照片，解答第 1 和 2 題。照片顯示某植物細胞內的葉綠體。



2. 將具有放射性標記氧的二氧化碳，供應予這植物細胞以進行光合作用，可以偵測到放射性的是

A. Q 產生的氧氣。
B. R 產生的氧氣。
C. Q 產生的葡萄糖。
D. R 產生的葡萄糖。

✓ **答案** D

解析 **答案：D**

帶標記的碳由二氧化碳進入碳固定反應，成為在基質 R 形成的糖類中的碳，因此選 D。光合作用釋出的氧不是由二氧化碳中的碳形成，不能因氧也是產物便認為它帶有這個碳標記。

評分依據：HKDSE 生物 2019 年 卷一甲部 原第 2 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

12. [HKDSE 生物 樣本卷 卷一甲部 原第 6 題]

提示：先定位反應場所，再追蹤物質與能量。

某種除草劑的作用是阻礙在光磷酸化作用中電子沿電子傳遞鏈流動。下列哪項過程仍可在噴灑了這種除草劑的植物中進行？

A. ATP 的形成
B. 水的光解作用
C. NADPH 的形成
D. 葉綠素的光激活

✓ **答案** A

解析 **答案：A**

題幹限制的是光磷酸化中的電子傳遞，問題卻問「植物中」仍能進行的過程。植物細胞還可經糖酵解和細胞呼吸形成 ATP，因此按原參考答案選 A。光合作用中依賴電子傳遞的 ATP 與 NADPH 供應會受影響，但不能推成全株所有 ATP 形成途徑都停止。也不要反向推斷此除草劑必定阻止葉綠素吸收光子：原題只交代電子傳遞受阻，沒有給出阻光或破壞色素的作用。

評分依據：HKDSE 生物 樣本卷 卷一甲部 原第 6 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

13. [HKDSE 生物 練習卷 卷一乙部 原第 2 題]

提示：先定位反應場所，再追蹤物質與能量。

以下顯示一個來自葉片的細胞的電子顯微照片：



(a) 寫出電子顯微照片所示細胞類型的名稱。 (1 分)

(b) 將電子顯微照片中的英文字母填寫到下表中，以顯示合成 ATP 的構造。指出在每一個構造中合成 ATP 的過程。 (4 分)

構造	合成 ATP 的過程

✓ **答案** 各小問的答案、推理及相應分值依原題順序列於下方。

解析 **a；原評分 1 分**

葉肉細胞（可寫柵狀或海綿葉肉細胞）。

細胞來自葉片，含多個葉綠體；答葉肉細胞即可，毋須在未有組織排列證據時硬判柵狀或海綿。

b；原評分 4 分

任選兩組：Q 線粒體—氧化磷酸化；S 葉綠體—光磷酸化／光化學反應；P 細胞質—底物水平磷酸化／糖酵解。

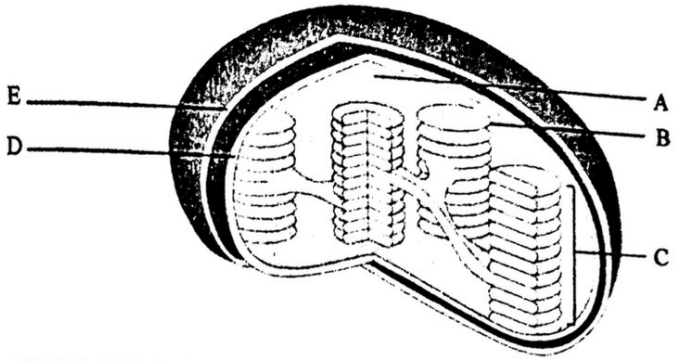
每個字母與正確過程各 1 分，兩組共 4 分。R 是細胞核，T 是液泡，不能因它們很大就選作主要 ATP 製造位置。

評分依據：HKDSE 生物 練習卷 卷一乙部 原第 2 題官方評卷參考，原資料第 4 頁。

14. [HKDSE 生物 2020 年 卷一乙部 原第 1 題]

提示：先定位反應場所，再追蹤物質與能量。

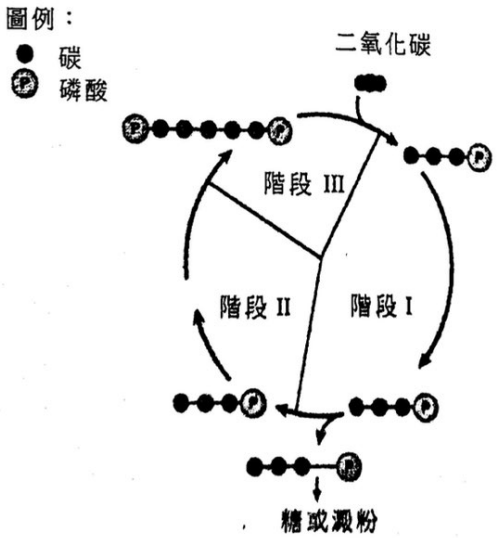
下圖顯示葉綠體的構造：



(a) 利用上圖的字母，列出**所有**含有光合作用色素的構造。 (1 分)

(b) 構造 C 產生一些供卡爾文循環使用的中間物。寫出這些中間物。 (1 分)

(c) 下圖顯示簡化的卡爾文循環：



把三個階段和以下的反應配對： (2 分)

反應	階段
二氧化碳受體的再生	
三磷化合物的還原	
二氧化碳固定	

✓ **答案** 各小問的答案、推理及相應分值依原題順序列於下方。

解析 **a；原評分 1 分**

B 和 C。

光合作用色素位於類囊體膜。圖中的 B、C 都指向這套內部膜構造，包括連接的片層和疊起的部分；包圍葉綠體的雙層包膜及內部液態基質不是本題色素所在的構造。題目要求列出「所有」，不能只填其中一個。

b；原評分 1 分

ATP 和還原型 NADP（NADPH）。

C 的類囊體膜進行光反應，把吸收的光能轉成 ATP，並把 NADP 還原成 NADPH。卡爾文循環一方面需要能量，另一方面需要還原力，因此必須寫兩種中間物。NADP 是接受電子前的形式，不能取代 NADPH；NADH 則不是本題要求的還原型載體。

c；原評分 2 分

二氧化碳受體再生：階段 II；三碳化合物還原：階段 I；二氧化碳固定：階段 III。

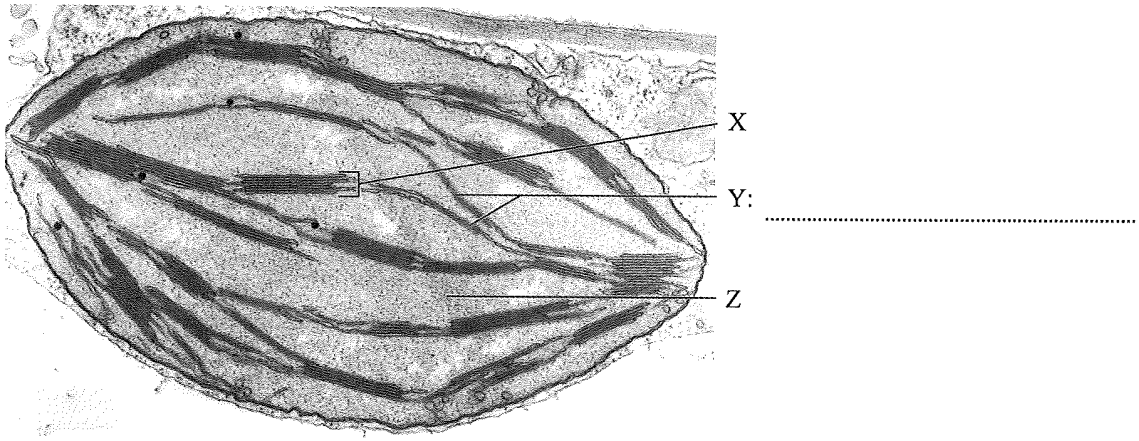
先由圖上外來的二氧化碳箭頭開始：它進入循環的位置是階段 III，所以這裏是固定。固定後形成的三碳化合物，經階段 I 取得光反應提供的能量及還原力，形成可用來合成糖的中間物。沒有離開循環的部分在階段 II 重新組成五碳受體，才可接受下一個二氧化碳。按這個先後可逐行填表，無須只背羅馬數字。

評分依據：HKDSE 生物 2020 年 卷一乙部 原第 1 題官方評卷參考，原資料第 3 頁。

15. [HKDSE 生物 2023 年 卷一乙部 原第 5 題]

提示：先定位反應場所，再追蹤物質與能量。

An electron micrograph of a chloroplast is shown below:



(a) Label structure Y. (1 mark)

(b) State the energy conversion which takes place at X and its importance in photosynthesis. (2 marks)

(c) To which type of metabolism does the overall reaction at Z belong? Explain your answer. (2 marks)

(d) Describe how the photosynthetic products of the leaves are stored in the underground tubers of a potato plant. (3 marks)

✓ **答案**　各小問的答案、推理及相應分值依原題順序列於下方。

解析　**a；原評分 1 分**

Y：類囊體或類囊體膜。

Y 指向葉綠體內延伸的扁平膜囊結構。多個類囊體堆疊可形成基粒；不能把整個基質與類囊體混稱。

b；原評分 2 分

X 把光能轉為化學能，形成 ATP 及 NADPH，供卡爾文循環使用。

X 的光化學反應吸收光能，先把能量保存在 ATP 及還原力載體 NADPH。這些產物隨後支持基質內的碳固定、還原與五碳受體再生，使光能最後儲入有機物。

c；原評分 2 分

合成代謝；利用能量把二氧化碳等小分子組合成較大的有機分子。

Z 是基質，卡爾文循環在此利用 ATP 和 NADPH，把固定的碳形成三碳化合物，再合成糖類。由小分子建造複雜分子並需要能量，符合合成代謝。

d；原評分 3 分

葉片產物轉為蔗糖，經韌皮部篩管運到地下塊莖，再轉成澱粉貯存。

先把運輸形式和貯存形式分開：蔗糖可溶，適合在韌皮部中移流；馬鈴薯塊莖是接受糖的庫。蔗糖到達後可轉成不溶性澱粉，減少對細胞水勢的影響並貯存大量有機物。

評卷報告提醒（原資料第 5 頁）

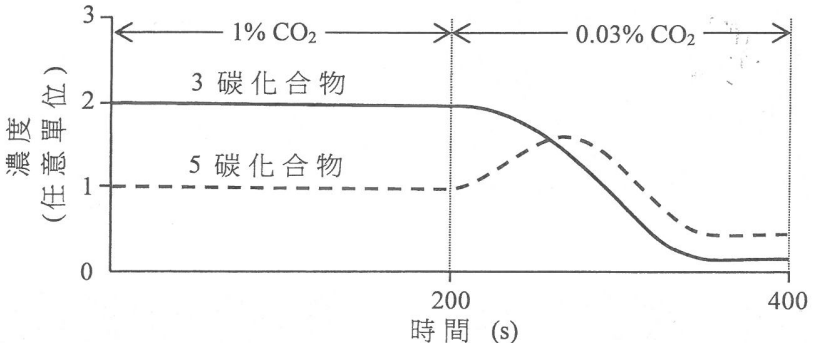
光合作用中的還原力是 NADPH，不能與呼吸作用的 NADH 混寫。光合糖以蔗糖經韌皮部運輸，再轉成澱粉貯藏；木質部不負責這段糖運輸。

評分依據：HKDSE 生物 2023 年 卷一乙部 原第 5 題官方評卷參考，原資料第 4 頁。

16. [HKDSE 生物 2022 年 卷一甲部 原第 26 題]

提示：先定位反應場所，再追蹤物質與能量。

指示： 參考以下實驗，解答第 26 和 27 題。供應 1% 二氧化碳予某綠藻培養，為時 200 s，然後再供應 0.03% 二氧化碳，為時 200 s。下圖顯示在該綠藻內的卡爾文循環中，3 碳化合物和 5 碳化合物的相對濃度變化：



26. 當二氧化碳濃度由 1% 轉為 0.03% 時，以下哪個組合正確顯示化合物濃度的初期變化及其解釋？

	濃度的初期變化	解釋
A.	3 碳化合物濃度下降	3 碳化合物的還原增加
B.	3 碳化合物濃度下降	光化反應供應的 ATP 減少
C.	5 碳化合物濃度上升	碳固定減少
D.	5 碳化合物濃度上升	二氧化碳受體的再生增加

✓ **答案** C

解析 **答案：C**

五碳化合物是接受二氧化碳的物質。降低二氧化碳濃度後，碳固定減慢，五碳化合物被消耗得較慢，故初期濃度上升；形成的三碳化合物則減少。不能由二氧化碳降低直接推出光反應產生的 ATP 減少。

評分依據：HKDSE 生物 2022 年 卷一甲部 原第 26 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

題型 5 用葉片、對照與氣體收支研究光合作用

綜合程度 ★★★☆☆

知識梳理

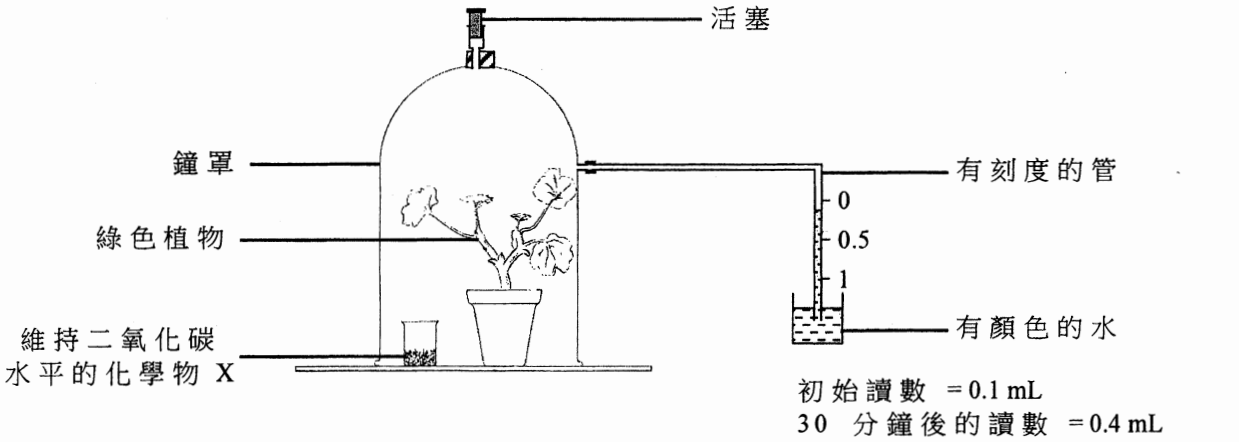
① 植物在光下同時光合與呼吸。如果光合每分鐘產氧 8 單位，而呼吸用氧 3 單位，儀器只量到淨釋氧 5 單位。

② 暗處的耗氧可提供呼吸估計，但須有呼吸速率可比較的假設。葉片受光還與方向、遮蔽及組織分佈有關；總面積相同，不保證每一部分得到相同光照。

點石成金　看到氧氣、二氧化碳或質量曲線，先判斷是總量還是淨量，再用對照與限制因素解釋。

例 1　[HKDSE 生物 2014 年 卷一甲部 原第 7 題]

指示：　參考下圖，解答 6 至 8 三題。下圖顯示用以測定綠色植物光合作用速率的裝置。實驗期間，活塞的位置維持不變。



所測得的速率較該植物的實際光合作用速率低。以下哪個是最可能的原因？

A. 實驗期間該植物也進行呼吸作用。
B. 實驗期間該植物也進行蒸騰作用。
C. 實驗期間空氣的温度可能有所增加。
D. 實驗期間大氣壓力可能有所減少。

解答　**答案：A**

植物同時呼吸，消耗部分光合作用產生的氧；儀器量得的是淨產氧量，因此低於總光合作用的產氧速率。蒸騰並不直接消耗光合作用生成的氧，而溫度或氣壓變化不是此題最直接的生物學原因。

方法：先分清總量與淨量，再找限制因素。

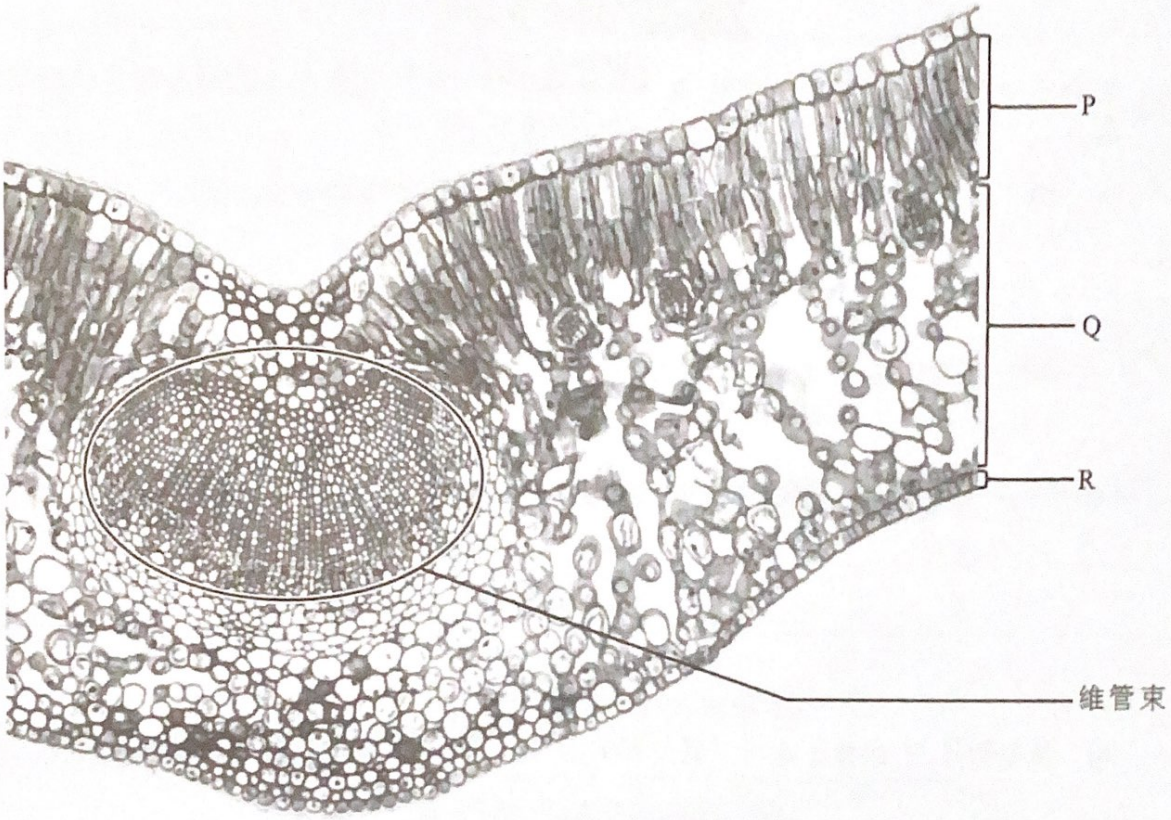
評卷報告提醒（原資料第 2 頁）

光合作用同時有呼吸耗氧，因此淨產氧低於總產氧。

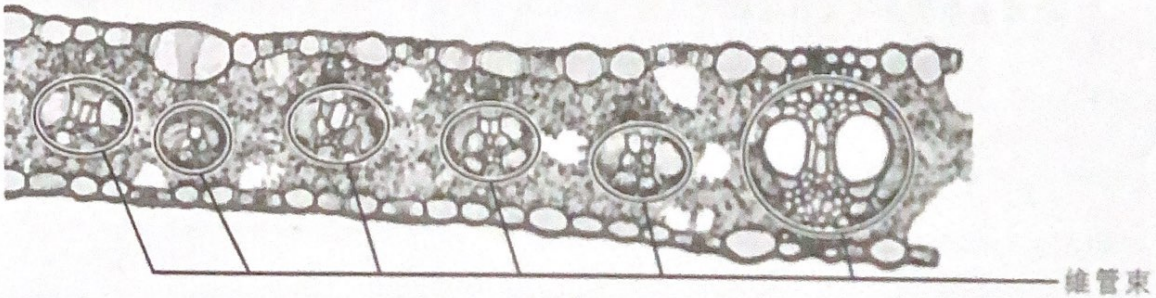
評分依據：HKDSE 生物 2014 年 卷一甲部 原第 7 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

例 2 [HKDSE 生物 2018 年 卷一乙部 原第 3 題]

顯微照片 X



顯微照片 Y



在對頁（第 4 頁）的顯微照片 X 和 Y 顯示取自不同植物物種的兩塊葉子的橫切面。

(a) (i) 比較兩葉子的細胞形態，顯微照片 X 內的哪類標示的組織（P、Q 或 R），在顯微照片 Y 是找不到的？ (1 分)

(ii) 在顯微照片 X 中，(i) 所找出的組織有什麼可觀察到的適應特徵？該適應特徵有什麼重要性？ (2 分)

(b) 顯微照片 Y 的葉子取自下圖所顯示的一種植物，其葉子是垂直而生的：



解釋這些葉子內光合組織的分佈如何與葉子的垂直方向定位有關。 (3 分)

解答 **讀題與方法**

方法：先分清總量與淨量，再找限制因素。

先找兩張橫切面中真正不同的細胞排列，再把葉片的方向納入解釋。

a(i)；原評分 1 分

P。

X 的 P 是排列較緊密、形態狹長的柵欄組織；Y 沒有相同的明顯柵欄層。不能因兩圖都有葉肉細胞，就說所有組織都相同。

a(ii)；原評分 2 分

P 的細胞排列緊密，位於近上表皮的位置，容易接受照射到葉片上面的光，因而有利吸收光作光合作用。

先寫在照片可見的排列或位置，再交代其功能意義。水平葉片上面較直接受光，光合組織靠近上表面而排列緊密，可有效利用入射光。題目限定可觀察的適應特徵，不宜只背一句「有很多葉綠體」而不核對照片是否顯示。

b；原評分 3 分

葉片垂直生長時兩面都有機會受光，光合組織在兩面較均勻分佈；太陽位置或光線方向改變時，葉片仍可有效進行光合作用。

水平葉片常有較固定的受光面；本題 Y 葉片垂直，隨日照方向改變，光可以從不同側面照射。因此不能只把主要光合組織集中在一個固定的「上面」。把受光條件和橫切面連起來：兩面均可受光，所以光合細胞較均勻分佈；這樣在一天內光照方向改變時，仍有靠近受光面的光合組織利用光。

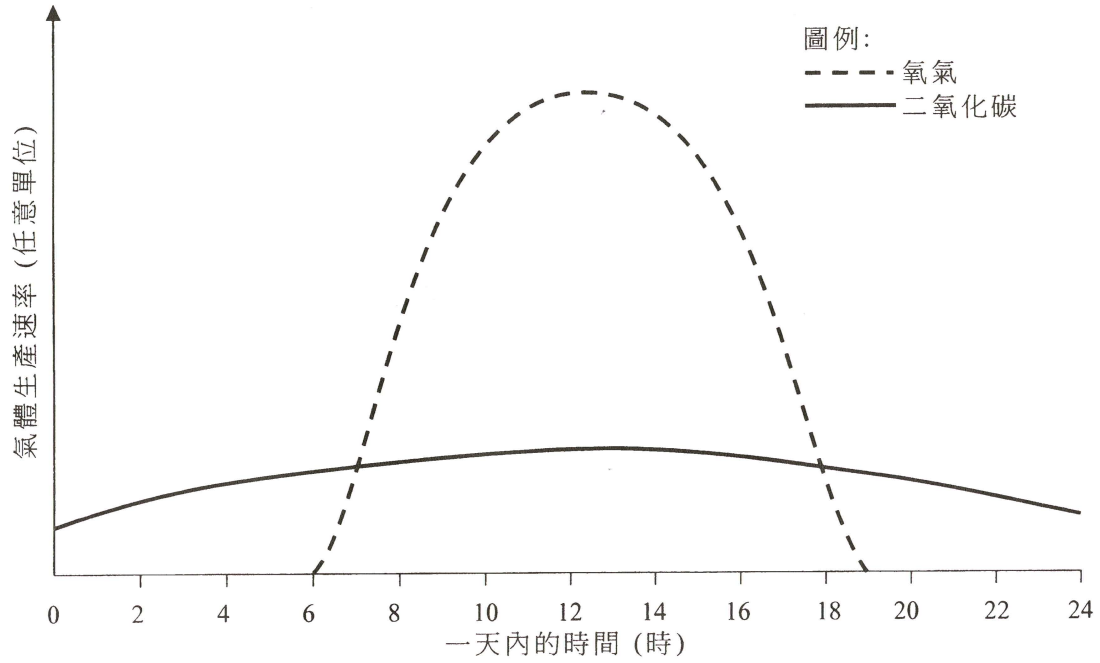
評卷報告提醒（原資料第 3、4 頁）

可觀察的特徵要以照片為據，不能把沒有顯示的葉綠體數量當成觀察。葉片垂直與兩面受光的關係，是連接日照方向和光合組織分佈的關鍵。

評分依據：HKDSE 生物 2018 年 卷一乙部 原第 3 題官方評卷參考，原資料第 2 頁。

例 3 [HKDSE 生物 2012 年 卷一乙部 原第 5 題]

以下曲線圖顯示一株本地植物在夏季的某天內的氧氣生產速率和二氧化碳生產速率：



(a) 寫出在哪些時間沒有淨氣體交換進入或離開葉片。 (1 分)

(b) 在上面的曲線圖繪畫一條線，以顯示在冬季的一天內植物的氧氣生產速率。 (2 分)

(c) 氧氣生產速率線下的面積，通常較二氧化碳生產速率線下的面積爲大。解釋這現象的重要性。 (4 分)

解答 **a；原評分 1 分**

約 7:00 及 18:00。

兩條曲線的交點表示光合作用的產氧速率與呼吸作用的產二氧化碳速率相等，兩者的氣體作用互相抵銷，因此沒有淨氣體交換。

b；原評分 2 分

冬季的產氧曲線應較矮，並且只有較短的日照時段高於零。

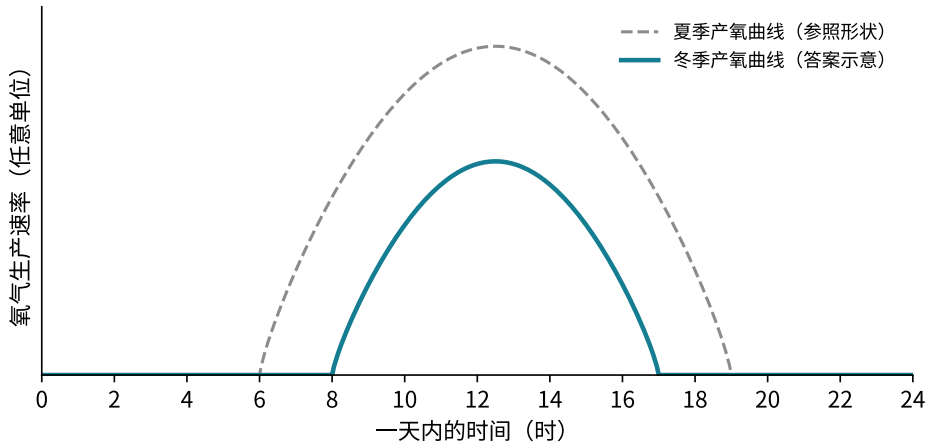
在圖上畫一條較夏季低的日間隆起曲線；曲線較遲離開零線、較早回到零線，表示日照時間縮短，最高點也降低，表示光合作用速率較低。這兩項特徵各 1 分。曲線不應畫成整天為負值。

c；原評分 4 分

產氧曲線下的面積代表一天光合作用所製造的食物量；產二氧化碳曲線下的面積代表一天呼吸所消耗的食物量。只有前者較大，植物才有淨食物／能量盈餘供生長及繁殖。

某一瞬間的速率不能代表全天總量，因此要比較速率對時間的面積。白天光合作用較快所得的食物，也必須供應晚上持續進行的呼吸。若全天製造量只剛好抵銷全天消耗量，便沒有足夠淨物質累積成新的植物組織。

方法：先分清總量與淨量，再找限制因素。



冬季答案示意：曲線較矮、日照區間較短；原題未提供冬季具體數值。

評卷報告提醒（原資料第 1 頁）

冬季曲線同時體現日照較短及速率較低；曲線面積比較針對植物的食物製造與消耗，並非大氣氣體平衡。

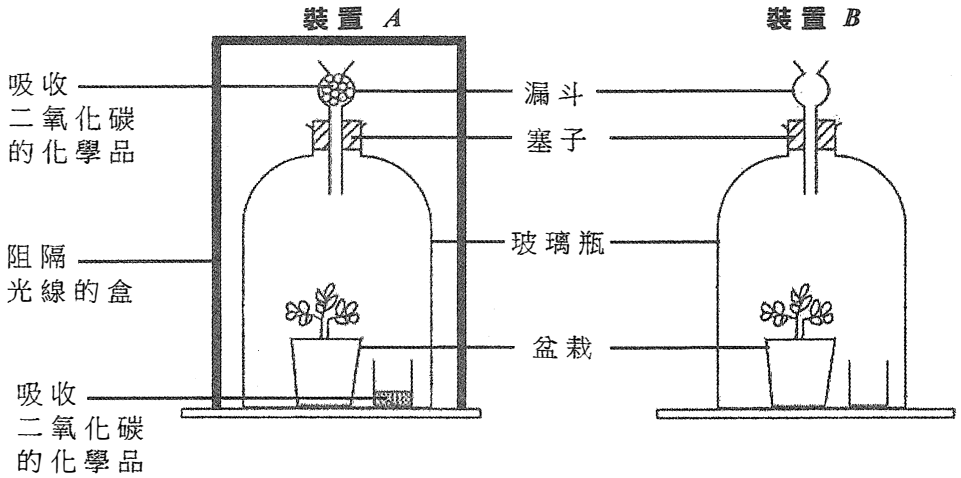
評分依據：HKDSE 生物 2012 年 卷一乙部 原第 5 題官方評卷參考，原資料第 2、3 頁。

針對練習

1. [HKDSE 生物 2015 年 卷一甲部 原第 11 題]

提示：先分清總量與淨量，再找限制因素。

參考以下實驗，解答 11 和 12 兩題。某學生把兩株相似的植物置於黑暗 24 小時，然後把它們移到以下裝置進行一項光合作用的探究：



實驗完結時，從裝置 A 和裝置 B 內的植物採摘葉子作碘液試驗。正確排列以下步驟。

(1) 把葉子放置在沸水中 5 分鐘。
(2) 把碘液加在葉子上。
(3) 把葉子放置在熱酒精中 5 分鐘。
(4) 把葉子放置在室温的水中數秒。

A. (1) 、 (2) 、 (3) 、 (4)
B. (1) 、 (3) 、 (4) 、 (2)
C. (2) 、 (3) 、 (4) 、 (1)
D. (4) 、 (3) 、 (2) 、 (1)

✓ **答案** B

解析 **答案：B**

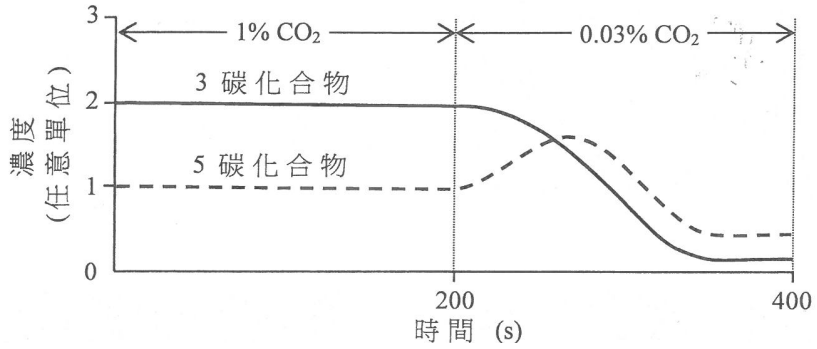
先以沸水處理葉片，使細胞停止活動並增加通透性；再用熱酒精移除葉綠素，使碘液的顏色變化容易辨認；然後以水軟化變脆的葉片，最後加碘液檢驗澱粉。次序為（1）、（3）、（4）、（2）。酒精易燃，實際操作應以水浴加熱。故選 B。

評分依據：HKDSE 生物 2015 年 卷一甲部 原第 11 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

2. [HKDSE 生物 2022 年 卷一甲部 原第 27 題]

提示：先分清總量與淨量，再找限制因素。

指示： 參考以下實驗，解答第 26 和 27 題。供應 1% 二氧化碳予某綠藻培養，為時 200 s，然後再供應 0.03% 二氧化碳，為時 200 s。下圖顯示在該綠藻內的卡爾文循環中，3 碳化合物和 5 碳化合物的相對濃度變化：



27. 實驗期間，以下哪些條件需要保持恆定？

(1) pH
(2) 温度
(3) 光強度

A. 只有 (1) 和 (2)
B. 只有 (1) 和 (3)
C. 只有 (2) 和 (3)
D. (1)、(2) 和 (3)

✓ **答案** D

解析 **答案：D**

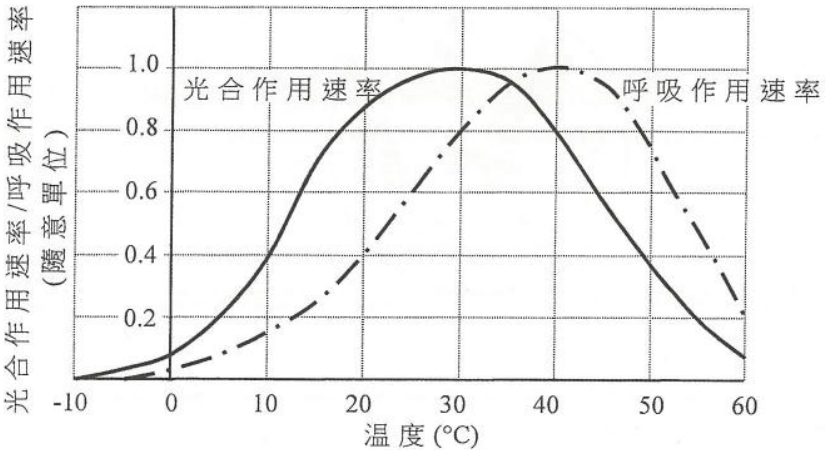
要把濃度曲線的變化歸因於二氧化碳，其他會影響光合作用的條件須保持一致。pH 和溫度會影響酶活性，光強度會影響光反應提供的 ATP 和還原力，所以三者都需要控制。

評分依據：HKDSE 生物 2022 年 卷一甲部 原第 27 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

3. [HKDSE 生物 2024 年 卷一甲部 原第 9 題]

提示：先分清總量與淨量，再找限制因素。

指示： 參考下圖，解答第 8 和 9 題。下圖顯示當光強度和二氧化碳濃度保持恆定，稻米農作物在不同溫度下的光合作用速率和呼吸作用速率的變化：



根據上圖的數據，以下哪項 / 些是兩個速率下降的可能解釋？

(1) 在較高的溫度下，蒸騰速率會增加。
(2) 在較高的溫度下，所涉及的酶會變性。
(3) 兩個過程在細胞內不同的細胞器中發生。

A. 只有 (1)
B. 只有 (2)
C. 只有 (1) 和 (3)
D. 只有 (2) 和 (3)

✓ **答案** B

解析 **答案：B**

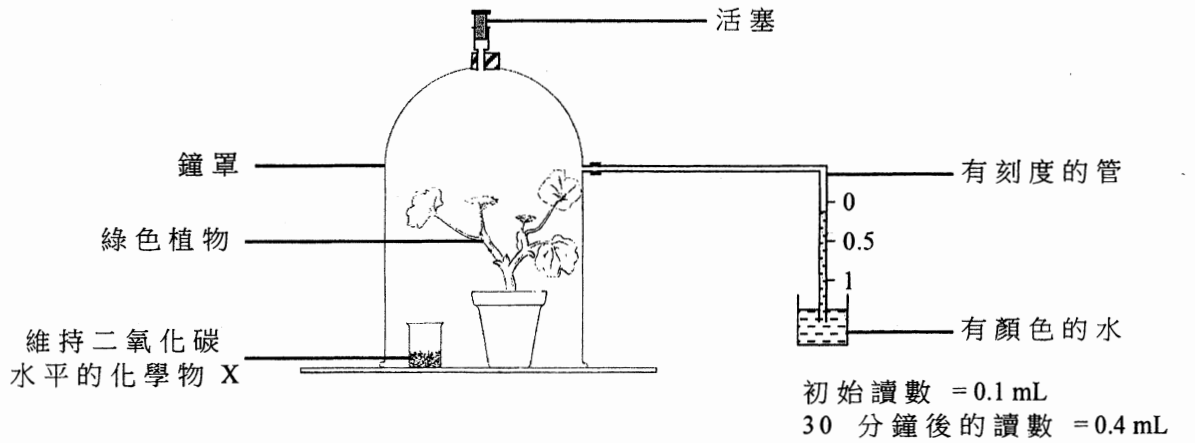
兩個過程都由酶催化，溫度過高會改變酶的立體結構及活性部位，降低催化能力。蒸騰加快不能同時直接解釋兩者下降；反應位於不同細胞器也不是隨溫度升高而下降的原因。因此只有 (2)。

評分依據：HKDSE 生物 2024 年 卷一甲部 原第 9 題官方評卷參考，原資料第 49 頁。

4. [HKDSE 生物 2014 年 卷一甲部 原第 6 題]

提示：先分清總量與淨量，再找限制因素。

指示： 參考下圖，解答 6 至 8 三題。下圖顯示用以測定綠色植物光合作用速率的裝置。實驗期間，活塞的位置維持不變。



根據結果，這株植物的光合作用速率是

A. 每小時釋出 0.6 mL 氧。
B. 每小時釋出 0.3 mL 氧。
C. 每小時吸收 0.6 mL 二氧化碳。
D. 每小時吸收 0.3 mL 二氧化碳。

✓ **答案** A

解析 **答案：A**

30 分鐘的氣體增加量為 0.4−0.1=0.3 mL，換算每小時是 0.3×2=0.6 mL。化學物 X 維持二氧化碳水平，因此主要觀察到光合作用產氧所造成的體積增加，選 A。

評卷報告提醒（原資料第 1 頁）

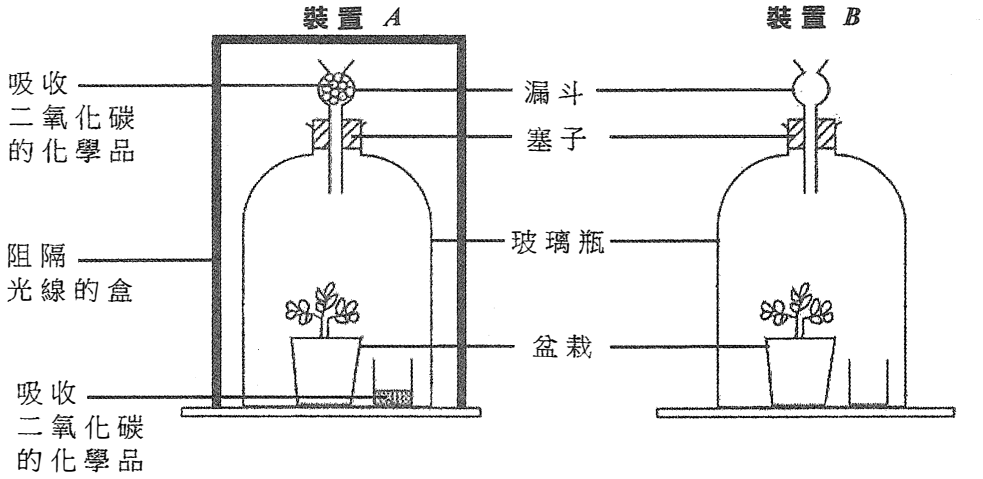
先用末讀數減初讀數，再將半小時換算為每小時；裝置直接量淨產氧而非總光合速率。

評分依據：HKDSE 生物 2014 年 卷一甲部 原第 6 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

5. [HKDSE 生物 2015 年 卷一甲部 原第 12 題]

提示：先分清總量與淨量，再找限制因素。

參考以下實驗，解答 11 和 12 兩題。某學生把兩株相似的植物置於黑暗 24 小時，然後把它們移到以下裝置進行一項光合作用的探究：



碘液試驗後，取自裝置 A 的葉子呈褐色，而取自裝置 B 的葉子呈藍黑色。從這些結果可以得出以下哪項結論？

A. 光合作用需要光。
B. 光合作用需要二氧化碳。
C. 光合作用需要光和二氧化碳。
D. 裝置 B 的植物進行光合作用，而裝置 A 的植物則沒有。

✓ **答案** D

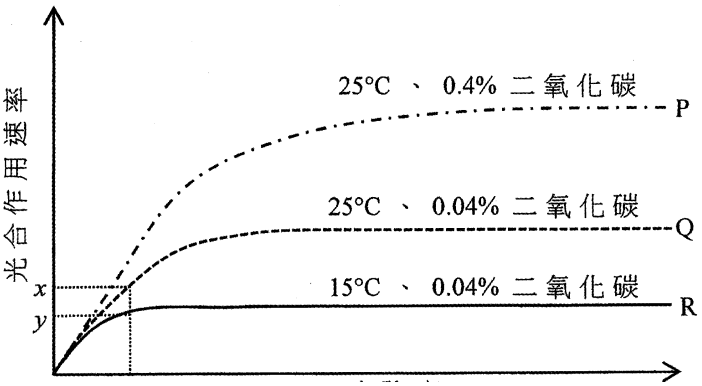
解析 **答案：D**

裝置 A 同時缺光和缺二氧化碳，裝置 B 則有光而且可取得二氧化碳；兩個主要條件同時不同。葉片的澱粉結果支持 B 曾進行光合作用而 A 沒有可檢出的澱粉形成，卻不能把差別單獨歸因於光或二氧化碳其中之一。故選 D。

評分依據：HKDSE 生物 2015 年 卷一甲部 原第 12 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

6. [HKDSE 生物 2016 年 卷一甲部 原第 9 題]
提示：先分清總量與淨量，再找限制因素。

指示： 參考下圖，解答 9 和 10 兩題。下圖顯示一株植物在不同情況下的光合作用速率：



決定圖中 x 的值和 y 的值之間差異的因素是

A. 温度。
B. 光強度。
C. 二氧化碳濃度。
D. 光強度和温度。

✓ **答案** A

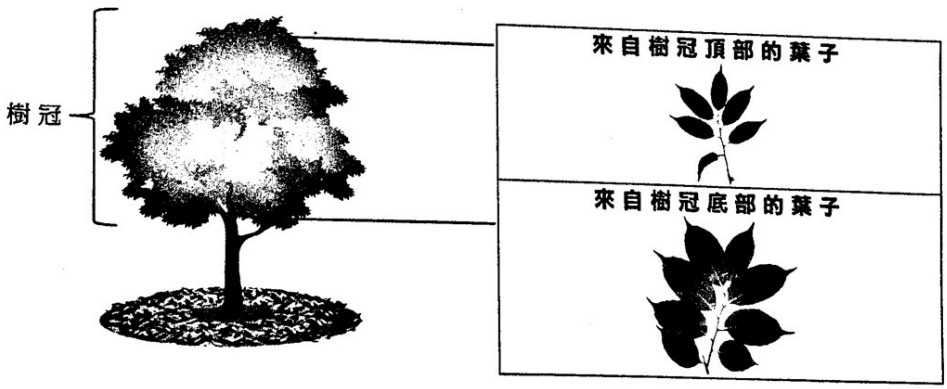
解析 **答案：A**

x、y 對應同一光強度及相同的 0.04% 二氧化碳，兩曲線的差別是 25°C 與 15°C。因而造成兩個速率差異的變量是溫度，選 A。讀多曲線圖時，先固定橫軸位置，再逐項比較曲線標示。

評分依據：HKDSE 生物 2016 年 卷一甲部 原第 9 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

7. [HKDSE 生物 2019 年 卷一甲部 原第 5 題]
提示：先分清總量與淨量，再找限制因素。

5. 以下右面的照片顯示取自同一棵樹的葉子，它們來自樹冠的不同位置。
(註：照片的放大倍數相同。)



就來自樹冠不同位置的葉子之間的差別，以下哪項解釋的可能性最高？

A. 來自樹冠頂部的葉子較小，因為它們沒有足夠的水分生長。
B. 來自樹冠頂部的葉子較小，因為它們可以減少蒸騰作用的失水量。
C. 來自樹冠底部的葉子較大，因為它們可以儲存更多光合作用產生的食物。
D. 來自樹冠底部的葉子較大，因為它們可以收集穿越樹冠頂部的光線。

✓ **答案** D

解析 **答案：D**

樹冠底部受上層葉片遮擋，較大的葉片有助截取穿過上層樹冠的光，故 D 最合理。照片並沒有直接證明頂部缺水，也不能把較大葉片的主要作用寫成儲存較多光合產物。

評分依據：HKDSE 生物 2019 年 卷一甲部 原第 5 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

8. [HKDSE 生物 2019 年 卷一甲部 原第 7 題]

提示：先分清總量與淨量，再找限制因素。

指示： 參考以下圖 I 和圖 II，解答第 6 和 7 題。圖 I 顯示一名學生為研究光合作用所需條件的實驗裝置。圖 II 顯示在實驗前斑葉 X 的葉面。

圖 I

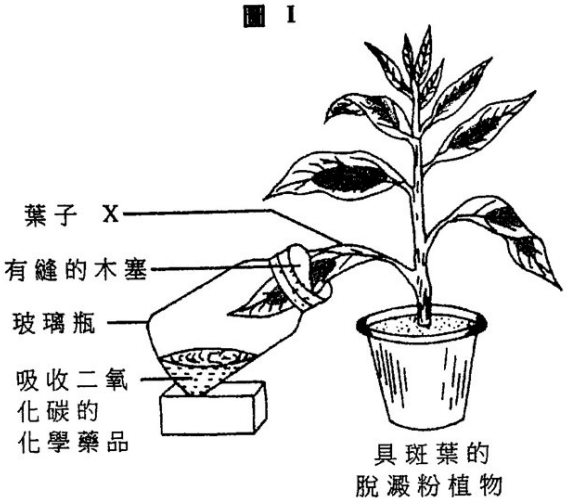
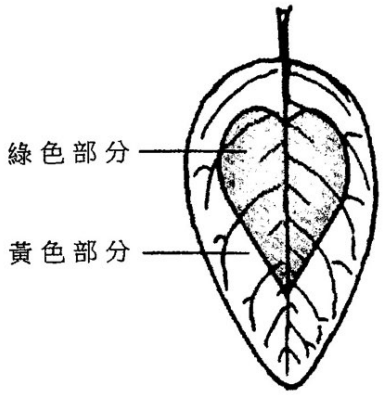


圖 II



7. 這實驗涉及多少個獨立變項？

A. 1
B. 2
C. 3
D. 4

✓ **答案** C

解析 **答案：C**

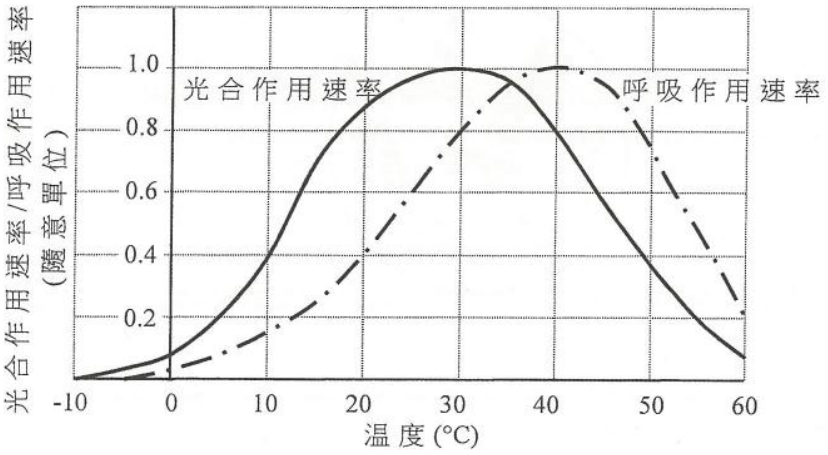
裝置改變二氧化碳的供應、光照以及是否含葉綠素，共三個獨立變項，因此選 C。碘液顏色是測量結果，不能再列作第四個獨立變項。

評分依據：HKDSE 生物 2019 年 卷一甲部 原第 7 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

9. [HKDSE 生物 2024 年 卷一甲部 原第 8 題]

提示：先分清總量與淨量，再找限制因素。

指示： 參考下圖，解答第 8 和 9 題。下圖顯示當光強度和二氧化碳濃度保持恆定，稻米農作物在不同溫度下的光合作用速率和呼吸作用速率的變化：



以下哪項有關上圖的闡釋是正確的？

A. 這農作物在 30°C 有最高的生長。
B. 這農作物在 40°C 沒有吸收水分。
C. 這農作物在 35°C 達至補償點。
D. 這農作物在 20°C 有最大的食物淨生產。

✓ **答案** D

解析 **答案：D**

食物淨生產取決於光合速率減去呼吸速率，而不是只看光合曲線最高點。20°C 左右兩曲線的垂直差距最大，淨生產最高；30°C 雖有最高總光合速率，呼吸消耗也較高。補償點應在兩曲線相交處，圖中約 37°C，不能把 35°C 當成相等。

評分依據：HKDSE 生物 2024 年 卷一甲部 原第 8 題官方評卷參考，原資料第 49 頁。

10. [HKDSE 生物 2025 年 卷一甲部 原第 23 題]

提示：先分清總量與淨量，再找限制因素。

化合物 M 能阻礙線粒體內電子傳遞鏈的正常運作。若耕地被化合物 M 污染，對生長於該耕地的植物，可能造成什麼效應？

	吸收礦物質速率	吸水速率
A.	下降	下降
B.	保持不變	下降
C.	下降	保持不變
D.	保持不變	保持不變

✓ **答案** A

解析 **答案：A**

化合物 M 阻礙線粒體內膜的電子傳遞，呼吸作用受影響，速率下降。ATP 供應減少會影響根部離子的主動吸收及相關水勢差，吸水速率也下降。兩項均下降，選 A。把其中一項寫成不變，便忽略呼吸供能與根部吸收之間的連繫。

所用知識

線粒體電子傳遞與 ATP 供應有關。ATP 下降可影響根部主動吸收礦物離子，繼而影響由水勢差驅動的吸水。

易錯處

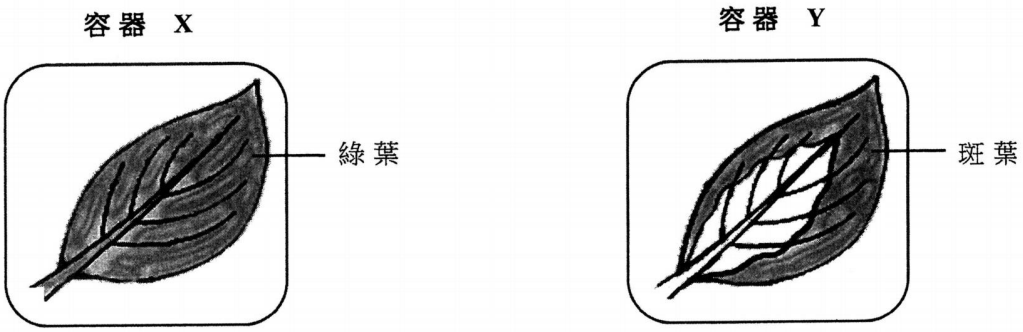
水主要依水勢差移動，不是直接由 ATP 把水分子主動運送。

評分依據：HKDSE 生物 2025 年 卷一甲部 原第 23 題官方評卷參考，原資料第 51 頁。

11. [HKDSE 生物 2025 年 卷一甲部 原第 24 題]

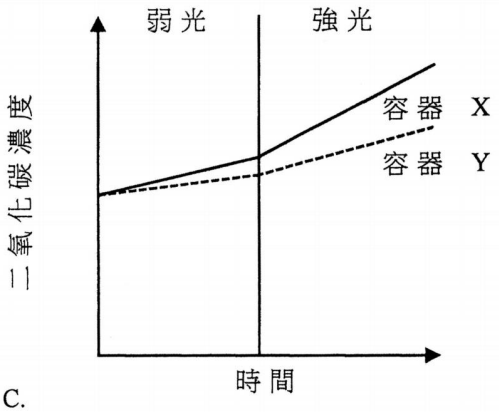
提示：先分清總量與淨量，再找限制因素。

來自同一棵植物的一片綠葉和一片斑葉大小相同，它們分別置於容器 X 和 Y 中，如下圖所示：

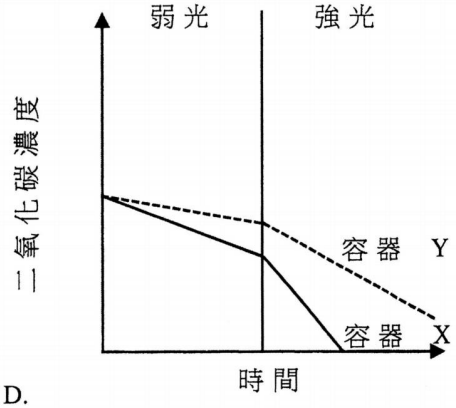


斑葉在弱光中會達至補償點。由弱光轉變至強光時，以下哪幅圖顯示容器 X 和 Y 內二氧化碳濃度的變化？

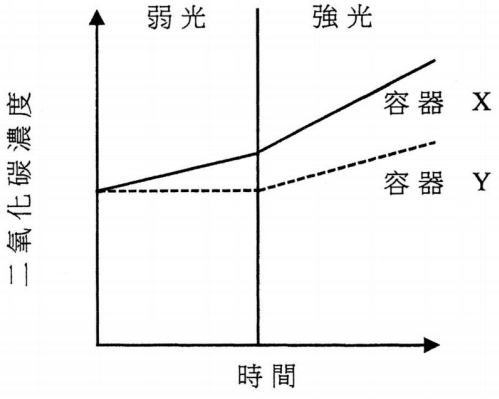
A.



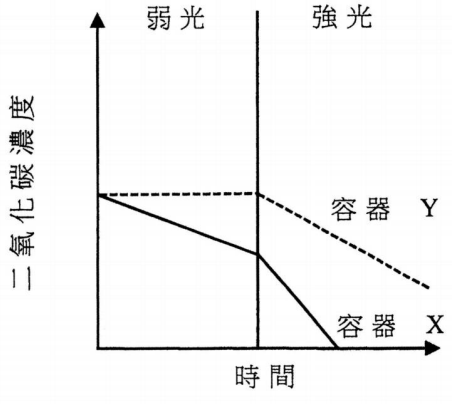
B.



C.



D.



✓ **答案** D

解析 **答案：D**

X 內是綠葉，Y 內是斑葉；綠葉含葉綠素的有效面積較大。由弱光轉強光後，綠葉的光合吸收增加較明顯，X 內二氧化碳濃度下降較快。與上述方向和斜率關係相符的是 D。把光照增強畫成二氧化碳持續增加，或沒有反映綠葉與斑葉有效面積的差別，均不符合本題比較。

所用知識

綠葉與斑葉即使總面積相同，含葉綠素的面積仍可不同。容器內二氧化碳的淨變化同時反映光合作用吸收與呼吸作用釋放。

易錯處

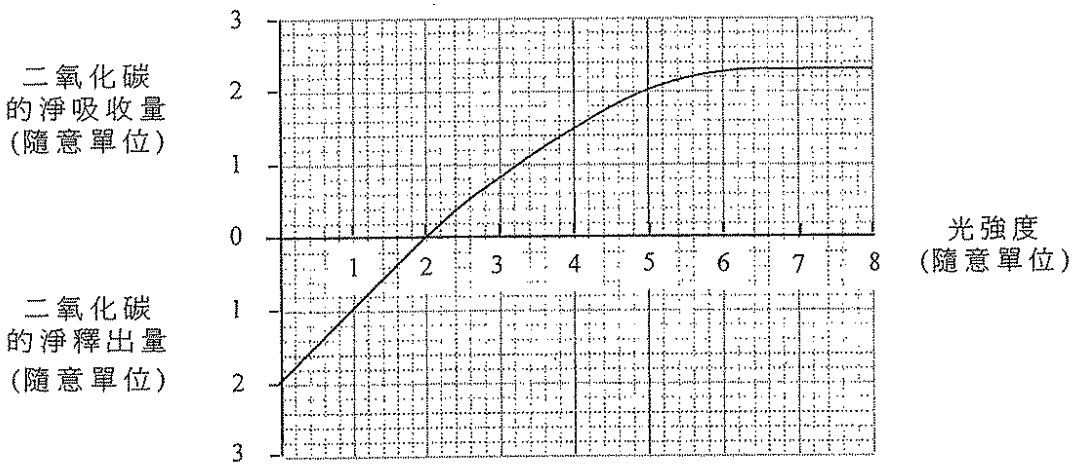
不能把斑葉的白色部分也計作與綠色部分同等的光合面積。

評分依據：HKDSE 生物 2025 年 卷一甲部 原第 24 題官方評卷參考，原資料第 51 頁。

12. [HKDSE 生物 樣本卷 卷一甲部 原第 8 題]

提示：先分清總量與淨量，再找限制因素。

以下曲線圖顯示在不同光強度下，綠色植物與大氣間二氧化碳交換的情況：



根據曲線圖可獲得下列哪些推論？

(1) 在光強度為 1 個單位時，只發生呼吸作用。
(2) 在光強度為 2 個單位時，沒有淨光合作用發生。
(3) 在光強度為 7 個單位時，光合作用速率較呼吸作用速率為高。

A. 只有 (1) 和 (2)
B. 只有 (1) 和 (3)
C. 只有 (2) 和 (3)
D. (1)、(2) 和 (3)

✓ **答案** C

解析 **答案：C**

光強度 1 時仍淨放出 CO_2，只能說呼吸速率大於光合作用，不能說完全沒有光合作用，故 (1) 不成立。光強度 2 時淨交換為零，兩者速率相等，所以淨光合作用為零；光強度 7 時淨吸收 CO_2，表示光合作用較快，故 (2)、(3) 正確。

淨光合作用速率 = 總光合作用速率 − 呼吸作用速率。

評分依據：HKDSE 生物 樣本卷 卷一甲部 原第 8 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

13. [HKDSE 生物 樣本卷 卷一甲部 原第 9 題]

提示：先分清總量與淨量，再找限制因素。

對於一棵置於充足光度下的植物，在下列哪種情況，二氧化碳濃度最有可能是其光合作用速率的限制因素？

	溫度 (°C)	二氧化碳濃度 (%)
A.	5	0.01
B.	5	0.04
C.	25	0.01
D.	25	0.04

✓ **答案** C

解析 **答案：C**

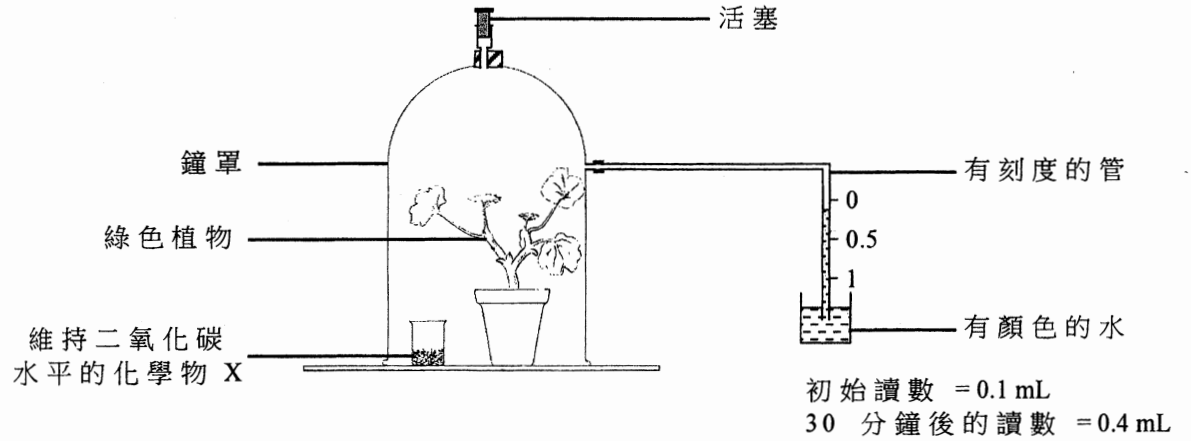
比較兩個條件：光已充足，5°C 可能令酶反應本身很慢；25°C 較有利於相關酶活動。當溫度較適合而 CO_2 只有 0.01% 時，CO_2 供應最容易先限制光合作用，故選 C。不能只挑最低 CO_2 而忽略低溫也可能成為更強的限制。

評分依據：HKDSE 生物 樣本卷 卷一甲部 原第 9 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

14. [HKDSE 生物 2014 年 卷一甲部 原第 8 題]

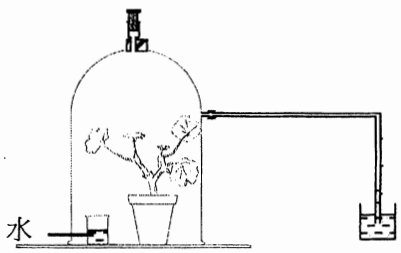
提示：先分清總量與淨量，再找限制因素。

指示： 參考下圖，解答 6 至 8 三題。下圖顯示用以測定綠色植物光合作用速率的裝置。實驗期間，活塞的位置維持不變。

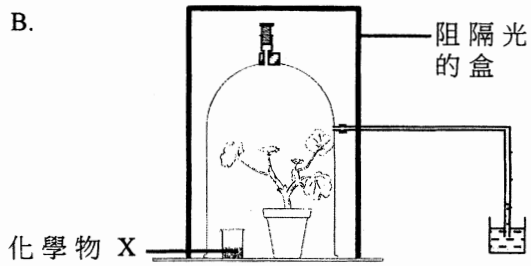


以下哪一裝置可用作上述研究的一個對照，以找出光合作用的實際速率？

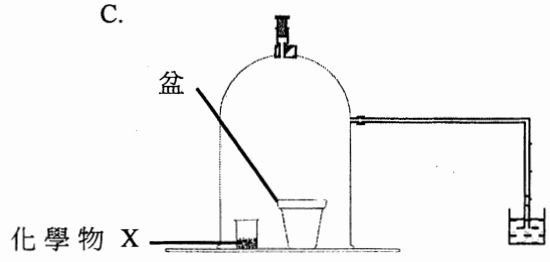
A.



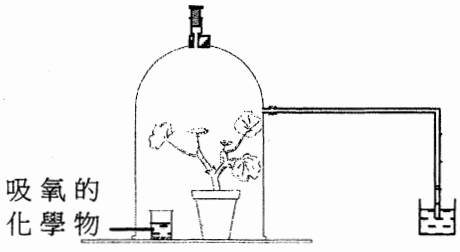
B.



C.



D.



✓ **答案** B

解析 **答案：B**

把相同植物及化學物 X 放在不透光的箱內，光合作用停止而呼吸繼續，可估計呼吸耗氧。把呼吸速率加回明處量得的淨產氧速率，便可估算總光合作用速率，所以選 B。空盆只能檢查裝置背景，不能量得植物呼吸。

評卷報告提醒（原資料第 2 頁）

暗處同植物裝置才可量其呼吸；對照組必須回答需要估計哪一個量，不能只改任意一項條件。

評分依據：HKDSE 生物 2014 年 卷一甲部 原第 8 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

15. [HKDSE 生物 2019 年 卷一甲部 原第 6 題]

提示：先分清總量與淨量，再找限制因素。

指示： 參考以下圖 I 和圖 II，解答第 6 和 7 題。圖 I 顯示一名學生為研究光合作用所需條件的實驗裝置。圖 II 顯示在實驗前斑葉 X 的葉面。

圖 I

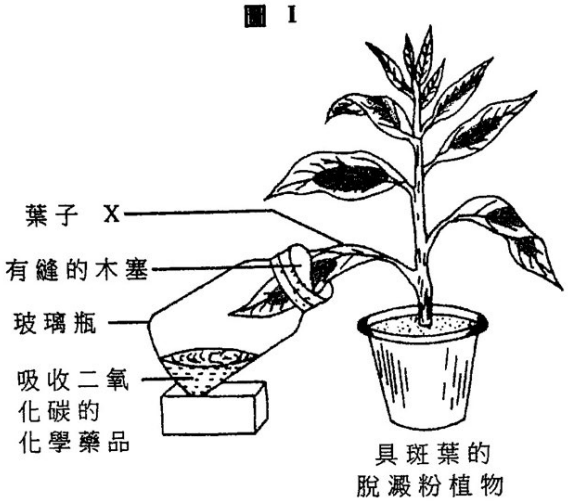
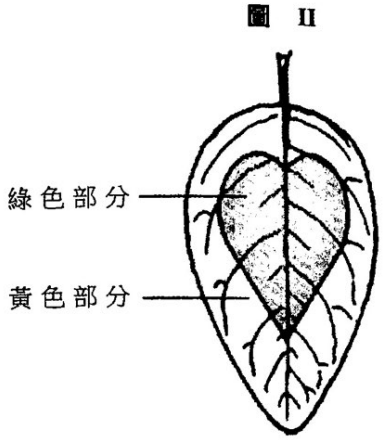
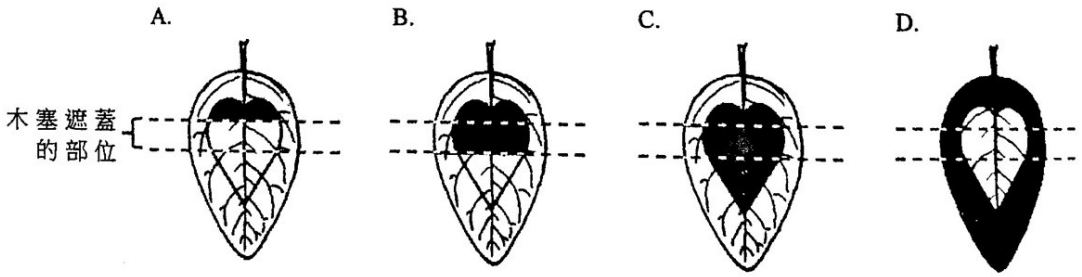


圖 II



6. 將實驗裝置置於陽光下數小時，然後對葉子 X 進行碘液試驗。以下哪一幅圖正確顯示試驗的結果？

圖例：□ 褐色　■ 藍黑色



✓ **答案** A

解析 **答案：A**

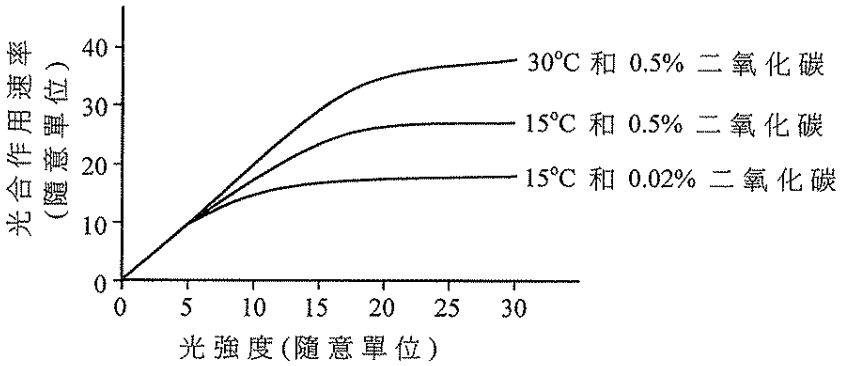
只有木塞上方、在瓶外且含葉綠素的部分同時具有光、二氧化碳與葉綠素，能形成澱粉而被碘液染成藍黑色。木塞覆蓋處缺光，瓶內部分缺二氧化碳，黃色部分缺葉綠素；符合這些條件的圖是 A。

評分依據：HKDSE 生物 2019 年 卷一甲部 原第 6 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

16. [HKDSE 生物 練習卷 卷一甲部 原第 8 題]

提示：先分清總量與淨量，再找限制因素。

以下曲線圖顯示一株植物置於不同的溫度和二氧化碳濃度下，在光強度增加時的光合作用速率：



由此曲線圖可推論出以下哪項有關該植物的光合作用速率的陳述？

A. 在光強度爲 3 個單位以下時，光強度是限制這株植物光合作用速率的因素。

B. 在光強度爲 25 個單位和 0.02% 二氧化碳時，溫度是限制這株植物光合作用速率的因素。

C. 在光強度爲 25 個單位、15 °C 和 0.5% 二氧化碳時，二氧化碳濃度是限制這株植物光合作用速率的因素。

D. 在光強度爲 25 個單位、15 °C 和 0.5% 二氧化碳時，當溫度增加一倍，光合作用速率亦會增加一倍。

✓ **答案** A

解析 **答案：A**

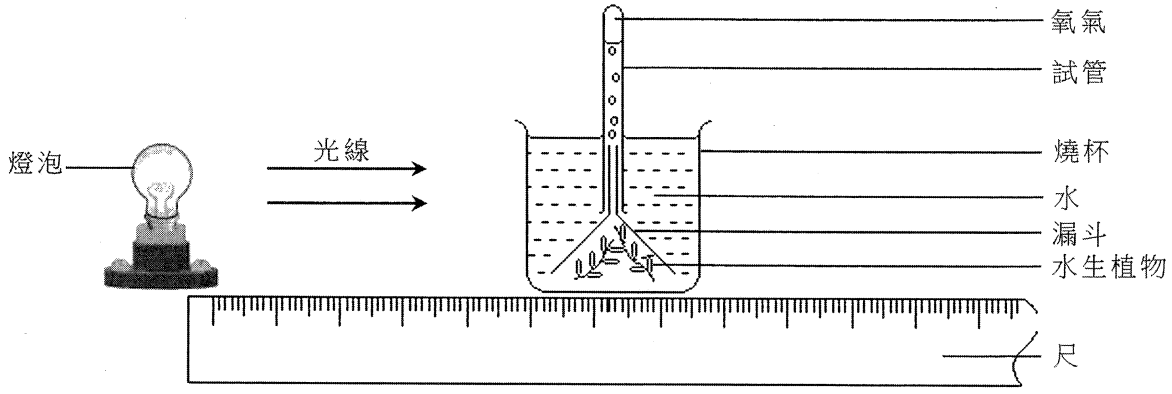
光強少於約 3 單位時，各溫度與 CO_2 條件的曲線重疊，增加光強便提高速率，表示光是共同限制因素。高光下不能只看平台就宣稱任何因素限制；需比較只改該因素的兩組。圖中升溫使速率增加但沒有加倍，故 D 不成立。

評分依據：HKDSE 生物 練習卷 卷一甲部 原第 8 題官方評卷參考，原資料第 2 頁。

17. [HKDSE 生物 2017 年 卷一乙部 原第 7 題]

提示：先分清總量與淨量，再找限制因素。

7. 下圖顯示一個實驗裝置，用以研究光強度對光合作用速率的效應：



(a) 以單位時間內釋出的氧氣量來表示光合作用速率，這是基於什麼假設？試加以解釋。 (2 分)

(b) 對這實驗裝置提出**一項**修改，以確保實驗結果只是由自變量所引致。解釋你的答案。 (3 分)

(c) 光化學反應的**兩種**產物對整個光合作用過程有什麼重要性？ (4 分)

✓ **答案** 各小問的答案、推理及相應分值依原題順序列於下方。

解析 **(a)；原評分 2 分**

假設呼吸速率在各次測量中保持相同，才可把淨氧產量的變化歸因於光合作用變化。

收集到的氧＝光合作用產氧－呼吸耗氧。若光照改變同時令呼吸量改變，收集量的差便混有兩種影響。因此比較淨氧產量時，需要呼吸這項背景保持穩定。

(b)；原評分 3 分

在燈與燒杯間加吸熱水屏／隔熱裝置，並檢查水溫，使不同光強度下的溫度保持相同。

燈靠近時不只光變強，也可能加熱水。溫度會影響酶活性及光合速率，因此要隔除額外熱效應或使用適當冷光源，才把改變集中在光強度。溫度計可監察，但只放溫度計而任由水溫大幅改變，仍沒有完成控制。

(c)；原評分 4 分

ATP 提供能量，NADPH 提供還原能力，支援碳固定反應形成有機物。

光化學反應把光能轉到 ATP，供碳固定循環中的能量需求及受體再生；同時形成 NADPH，把高能電子／氫帶到基質，還原三碳化合物，形成可用來合成糖的三碳糖。每項產物均須連到作用，不能只列名字。

評卷報告提醒（原資料第 3 頁）

氧氣淨釋出量等於光合作用產氧減去呼吸耗氧。用它比較光合作用速率時須假設呼吸速率近似穩定，不能假設活植物完全不呼吸；溫度同時影響兩個過程。

評分依據：HKDSE 生物 2017 年 卷一乙部 原第 7 題官方評卷參考，原資料第 4 頁。

18. [HKDSE 生物 2021 年 卷一乙部 原第 8 題]

← 提示：先分清總量與淨量，再找限制因素。

8. 下表顯示從某樹木物種的較高位置和較低位置所採集的葉子，其葉片平均面積、葉片平均厚度和柵狀葉肉平均厚度：

葉子的位置	葉片平均面積 (cm^2)	葉片平均厚度 (μm)	柵狀葉肉平均厚度 (μm)
較高位置	62	177	45
較低位置	72	152	33

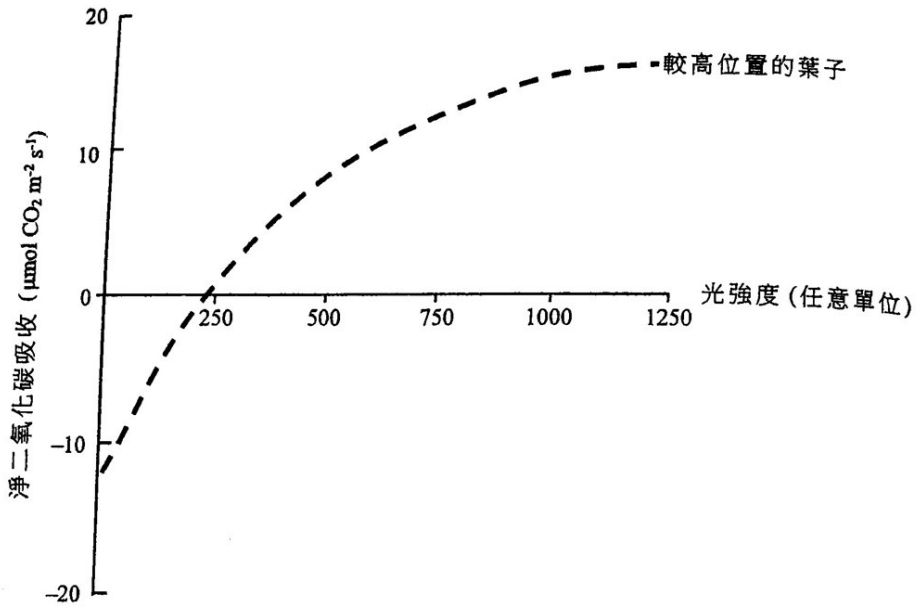
(a) 比較來自較高位置的葉子和來自較低位置的葉子的葉片平均面積。就葉片平均面積的差異而言，試提出來自較低位置的葉子的**一種**適應優勢。 (2 分)

(b) (i) 比較來自較高位置的葉子和來自較低位置的葉子的柵狀葉肉平均厚度。 (1 分)

(ii) 試提出這兩種葉子在構造上的**一項**可能的差異，以致產生在 (b)(i) 所述的分別。 (1 分)

(iii) 你如何證實在 (b)(ii) 所提出的答案？ (2 分)

(c) 在樹木不同位置的葉子會適應不同的光強度。下圖顯示在不同光強度下，樹木較高位置的葉子淨二氧化碳吸收的變化：



(i) 為什麼淨二氧化碳吸收會有負數值？ (1 分)

(ii) 在上圖草繪一條線，以顯示在不同的光強度下，樹木較低位置的葉子淨二氧化碳吸收的變化。
(提示：繪畫該線時，可以忽略兩種葉子在葉片平均面積上的差異。) (2 分)

✓ **答案** 各小問的答案、推理及相應分值依原題順序列於下方。

解析 **a；原評分 2 分**

低位葉的平均面積較大，72 cm^2 大於高位葉的 62 cm^2；較大面積有利捕捉光。

低位葉容易被上方葉片遮蔽，增加展開面積可增加受光機會。要先指出表中的面積差，再解釋這個構造差如何補償較弱的光照。

b(i)；原評分 1 分

高位葉的柵狀葉肉較厚，45 μm 大於低位葉的 33 μm。

比較的是柵狀葉肉欄，不能用整片葉片的 177 μm 與 152 μm 取代。

b(ii)；原評分 1 分

高位葉可有較長的柵狀葉肉細胞，或較多層柵狀葉肉細胞。

組織變厚可以來自單個細胞較長，也可以來自細胞層數較多；表中厚度本身不能分辨是哪一種。

b(iii)；原評分 2 分

製備兩種葉片的橫切片，以顯微鏡觀察並量度柵狀細胞長度或計算層數。

驗證方法應直接量度前一問提出的構造：若提出細胞較長便量長度，若提出層數較多便逐層計數，並在相同放大尺度下比較。

c(i)；原評分 1 分

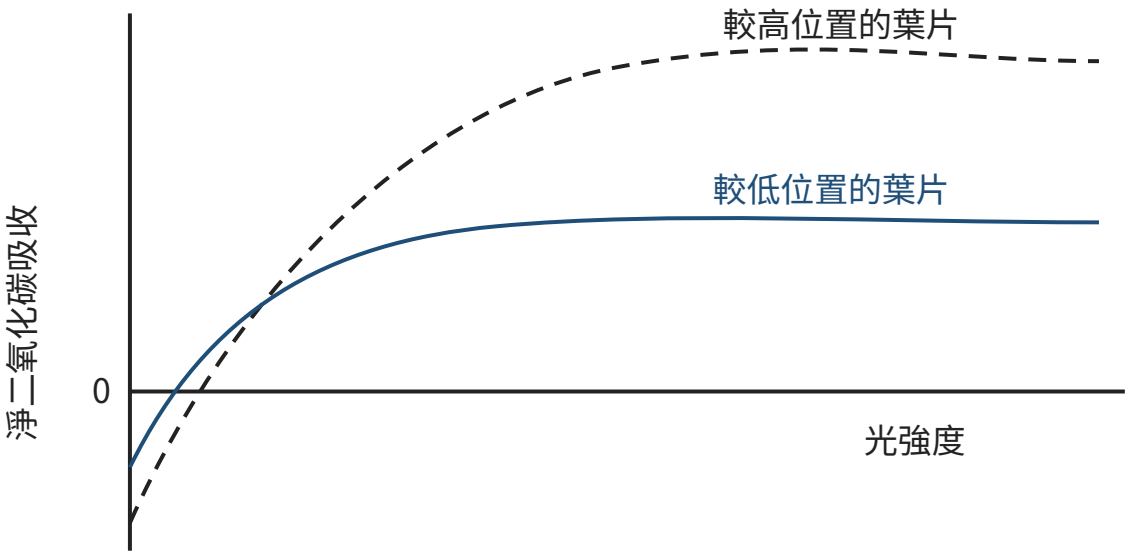
呼吸作用釋出的二氧化碳比光合作用吸收的多。

縱軸是淨吸收，即吸收減釋出；弱光下光合作用不足以抵消呼吸，結果為負值，表示整體淨釋出二氧化碳，而不是呼吸停止。

c(ii)；原評分 2 分

低位葉曲線在零光強度的起點較高，但最後可達的淨吸收平台較低。

低位葉較薄，單位面積的呼吸組織較少，黑暗中釋出較少二氧化碳，所以起點較接近零；柵狀光合組織也較少，強光下的最高淨吸收較低。圖示只表達這兩個有資料支持的相對特徵，不加入未量度的精確數值。



只比較起點與平台的相對位置；曲線未表示新的量測值。

按本題條件完成的作答圖。

評卷報告提醒（原資料第 6 頁）

厚葉與較厚柵欄葉肉應分別連到呼吸細胞數量和光合組織數量。低光時的淨二氧化碳釋出不表示完全沒有光合作用，只表示呼吸的釋出大於光合吸收。

評分依據：HKDSE 生物 2021 年 卷一乙部 原第 8 題官方評卷參考，原資料第 5 頁。

題型 6 追蹤呼吸途徑、ATP 與電子載體

綜合程度 ★★★☆☆

知識梳理

① 葡萄糖先在細胞質經糖酵解形成丙酮酸；相應後續反應才在真核細胞的線粒體進行。氧化磷酸化利用電子傳遞建立的質子梯度形成 ATP，並使相關載體可再使用。

② 只有分離的線粒體，未必能直接利用葡萄糖，因為缺少細胞質中的前段反應。無氧條件下的發酵可再生 NAD^+，讓糖酵解繼續。

點石成金　按細胞質、線粒體基質和內膜定位；抑制某一步時，先查它切斷了哪條物質或電子路徑。

例 1

[HKDSE 生物 2023 年 卷一甲部 原第 11 題]

Which of the following processes produce ATP?

(1) glycolysis
(2) Calvin cycle
(3) photochemical reactions

A. (1) and (2) only
B. (1) and (3) only
C. (2) and (3) only
D. (1), (2) and (3)

解答 **答案：B**

糖酵解會以底物水平磷酸化產生 ATP，光化學反應也會形成 ATP。卡爾文循環則使用 ATP 來還原及再生中間物，而不是淨產生 ATP；所以只有 (1)、(3)。

評分依據：HKDSE 生物 2023 年 卷一甲部 原第 11 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

方法：按反應場所追蹤物質、電子與 ATP。

例 2　[HKDSE 生物 2015 年 卷一甲部 原第 6 題]

以下哪個組合正確比較肌肉細胞的需氧呼吸和缺氧呼吸？

	需氧呼吸	缺氧呼吸
A.	只在有氧時進行	只在無氧時進行
B.	產生較多 NADH	產生較少 NADH
C.	有糖酵解進行	沒有糖酵解
D.	只在線粒體內進行	只在細胞質內進行

解答 **答案：B**

兩種途徑都由糖酵解開始，但需氧呼吸其後還有丙酮酸氧化和克雷伯氏循環等步驟，會形成更多還原型輔酶 NADH。肌肉的缺氧途徑把丙酮酸還原成乳酸以再生 NAD^+，不經上述後續氧化步驟。因此表中 NADH 產生量的比較成立。故選 B。

評分依據：HKDSE 生物 2015 年 卷一甲部 原第 6 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

方法：按反應場所追蹤物質、電子與 ATP。

例 3　[HKDSE 生物 2012 年 卷一乙部 原第 9 題]

藥物 X 和 Y 可能抑制涉及糖酵解、克雷伯氏循環或氧化磷酸化作用的酶。爲了研究這些藥物的效應，分離了一些肌肉細胞，然後在有氧氣供應的情況下分別以這兩種藥物處理，並測定細胞內 ATP 、 NADH 及丙酮酸鹽水平。實驗結果如下表所列：

	ATP	NADH	丙酮酸鹽
對照（沒有藥物處理）	100%	100%	100%
藥物 X	2%	3%	5%
藥物 Y	20%	15%	150%

對照組的數據定爲 100% ，以便比較。

(a) 試提出藥物 X 所抑制的主要過程，並加以解釋。 (3 分)

(b) 試提出藥物 Y 所抑制的主要過程，並解釋爲什麼經藥物 Y 處理後，丙酮酸鹽會積聚在肌肉細胞內。 (3 分)

(c) 將有氧氣供應的情況改爲缺氧的情況下培育未經處理的肌肉細胞。預測細胞內 ATP 、 NADH 和乳酸鹽水平的變化。 (3 分)

(d) 某學生打算分別研究涉及糖酵解、克雷伯氏循環和氧化磷酸化作用的酶。試提出他需要分離細胞內哪些部分以進行研究。 (3 分)

解答 **a；原評分 3 分**

X 抑制糖酵解。丙酮酸只剩對照的 5%，顯示產生丙酮酸的步驟受阻；糖酵解在呼吸途徑的前端，受阻也使下游克雷布斯循環及氧化磷酸化缺少原料，所以 ATP 和還原型 NAD 也大幅減少。

讀表時先找具辨識力的產物：丙酮酸是糖酵解產物。若只說「ATP 少所以任何呼吸步驟受抑制」，便無法在三個候選步驟中作出選擇。

b；原評分 3 分

Y 抑制克雷布斯循環。丙酮酸仍由糖酵解產生，但其後的利用受阻，因而累積至對照的 150%；下游還原型 NAD 和 ATP 的供應隨之下降。

最重要的線索是丙酮酸增加，而不是所有數值一起減少。上游繼續供應、下游消耗減少，便會造成中間物累積。

方法：按反應場所追蹤物質、電子與 ATP。

c；原評分 3 分

ATP 減少；還原型 NAD 減少；乳酸增加。

缺氧限制氧化磷酸化，總 ATP 產量下降。肌細胞加強乳酸發酵，把丙酮酸還原成乳酸並氧化還原型 NAD，以再生 NAD 讓糖酵解繼續。這裏依本卷所列細胞整體測量結果作答。

d；原評分 3 分

糖酵解：細胞質基質；克雷布斯循環：線粒體基質；氧化磷酸化：線粒體內膜。

三個位置依反應途徑排列。內膜上的電子傳遞系統及 ATP 合酶共同參與氧化磷酸化，不能只寫成線粒體外膜。

評卷報告提醒（原資料第 2 頁）

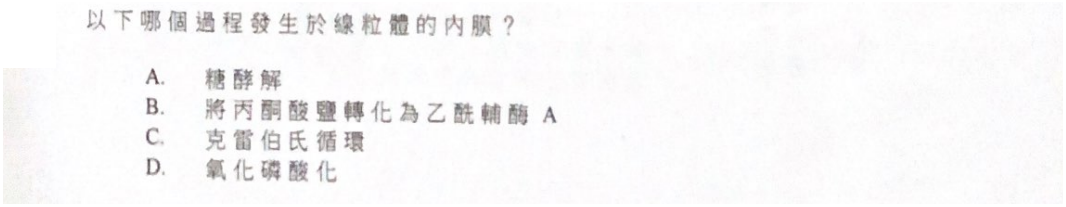
本題用主要呼吸環節與產物推阻塞位置，不需背寫每個中間反應；丙酮酸積聚說明上游仍供給、下游利用受阻。

評分依據：HKDSE 生物 2012 年 卷一乙部 原第 9 題官方評卷參考，原資料第 4 頁。

針對練習

1. [HKDSE 生物 2018 年 卷一甲部 原第 11 題]

提示：按反應場所追蹤物質、電子與 ATP。



以下哪個過程發生於線粒體的內膜？

A. 糖酵解
B. 將丙酮酸鹽轉化為乙酰輔酶 A
C. 克雷伯氏循環
D. 氧化磷酸化

✓ **答案** D

解析 **讀題與方法**

本題的關鍵位置是線粒體內膜，不是泛指線粒體。

答案：D

電子傳遞鏈和 ATP 合成酶與線粒體內膜有關。電子傳遞建立膜兩側的質子梯度，質子經 ATP 合成酶流回時驅動 ATP 形成，這屬氧化磷酸化。糖酵解在細胞質中進行；丙酮酸轉成乙醯輔酶 A 以及克雷伯氏循環主要位於線粒體基質。故選 D。

易錯處

把基質中的酶促反應與依賴完整內膜的反應混在一起。

評分依據：HKDSE 生物 2018 年 卷一甲部 原第 11 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

2. [HKDSE 生物 2018 年 卷一甲部 原第 26 題]
提示：按反應場所追蹤物質、電子與 ATP。

某運動員在完成劇烈運動後，血液中的乳酸濃度上升。以下哪項文字方程式正確顯示引致乳酸生成的過程？

A. 葡萄糖 → 乳酸
B. 葡萄糖 → 乳酸 + 水
C. 葡萄糖 → 乳酸 + 二氧化碳
D. 葡萄糖 + 氧 → 乳酸 + 二氧化碳

✓ **答案** A

解析 **讀題與方法**

分辨乳酸發酵與酵母產生酒精及二氧化碳的發酵。

答案：A

本題要表達肌肉細胞由葡萄糖形成乳酸的簡化文字方程式，可寫成「葡萄糖 → 乳酸」，因此 A 正確。這個過程不以氧作為反應物，也不像酒精發酵那樣釋出二氧化碳。劇烈運動時形成乳酸增加，並不表示細胞內所有有氧呼吸都完全停止；本題只是辨認其中形成乳酸的途徑。故選 A。

易錯處

把不同生物的無氧代謝產物混成同一條方程式。

評分依據：HKDSE 生物 2018 年 卷一甲部 原第 26 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

3. [HKDSE 生物 2019 年 卷一甲部 原第 3 題]
提示：按反應場所追蹤物質、電子與 ATP。

3. 以下哪個/些呼吸途徑內的過程釋出二氧化碳？

(1) 氧化磷酸化作用
(2) 克雷伯氏循環內的反應
(3) 葡萄糖轉化為丙酮酸鹽

A. 只有 (1)
B. 只有 (2)
C. 只有 (1) 和 (3)
D. 只有 (2) 和 (3)

✓ **答案** B

解析 **答案：B**

三個所列過程中，克雷伯氏循環具有脫羧反應而釋出二氧化碳；糖酵解和氧化磷酸化不是所列的二氧化碳釋放步驟。因此只有(2)，選 B。

評分依據：HKDSE 生物 2019 年 卷一甲部 原第 3 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

4. [HKDSE 生物 2020 年 卷一甲部 原第 4 題]
提示：按反應場所追蹤物質、電子與 ATP。

4. 以下哪項有關肌肉缺氧呼吸的描述是正確的？

A. 它涉及糖酵解。
B. 它產生乳酸和二氧化碳。
C. 它在線粒體的基質內進行。
D. 它在線粒體的內膜上進行。

✓ **答案** A

解析 **答案：A**

肌肉缺氧時仍可先把葡萄糖經糖酵解分解成丙酮酸，並取得少量 ATP；隨後把丙酮酸轉成乳酸，以再生糖酵解需要的 NAD。因此 A 正確。

肌肉的這條乳酸途徑不釋出二氧化碳，所以 B 把產物配錯。糖酵解和乳酸形成都在細胞質中進行，並非線粒體基質或內膜，因此 C、D 也不成立。不能把酵母產生乙醇及二氧化碳的途徑套到人體肌肉。

評分依據：HKDSE 生物 2020 年 卷一甲部 原第 4 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

5. [HKDSE 生物 2020 年 卷一甲部 原第 5 題]
提示：按反應場所追蹤物質、電子與 ATP。

5. 以下哪個組合正確配對細胞呼吸作用的階段及其產生的代謝物？

	階段	產生的代謝物
A.	糖酵解	乙酰輔酶 A
B.	糖酵解	ATP
C.	克雷伯氏循環	NAD
D.	克雷伯氏循環	丙酮酸鹽

✓ **答案** B

解析 **答案：B**

先按階段追蹤碳化合物：葡萄糖經糖酵解形成丙酮酸，同時有 ATP 的淨生成，故 B 配對正確。丙酮酸在進入克雷伯氏循環前才轉成乙醯輔酶 A，所以 A 把糖酵解與其後的連接反應混同。

克雷伯氏循環把 NAD 還原成還原型 NAD，而不是以 NAD 作相應還原產物；丙酮酸亦是較早糖酵解的產物，不是克雷伯氏循環的產物。因此 C、D 不成立。選 B。

評分依據：HKDSE 生物 2020 年 卷一甲部 原第 5 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

6. [HKDSE 生物 2021 年 卷一甲部 原第 4 題]
提示：按反應場所追蹤物質、電子與 ATP。

4. 以下哪對分子含有最多的能量儲備？

A. ADP 和 NAD
B. ADP 和 NADH
C. ATP 和 NAD
D. ATP 和 NADH

✓ **答案** D

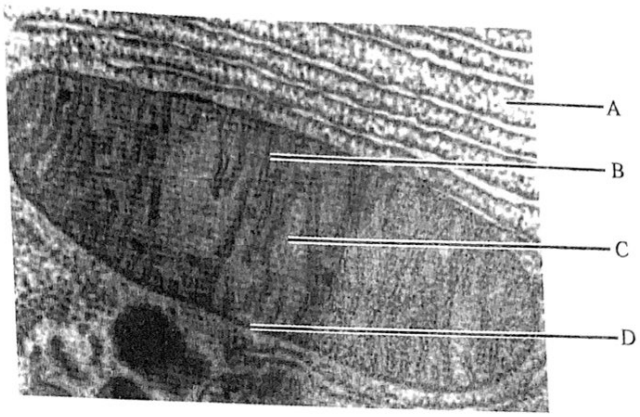
解析 **答案：D**

ATP 相對 ADP 具有可在水解時用於細胞活動的較多可利用能量；NADH 是 NAD 接受氫／電子後的還原型載體，可把高能電子交給電子傳遞系統。因此應把 ATP 與 NADH 配在一起，不能把未還原的 NAD 當成已攜帶同等高能電子的形式。故選 D。

評分依據：HKDSE 生物 2021 年 卷一甲部 原第 4 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

7. [HKDSE 生物 2021 年 卷一甲部 原第 6 題]
提示：按反應場所追蹤物質、電子與 ATP。

指示： 參考以下電子顯微照片，解答第 5 和 6 題。電子顯微照片顯示動物細胞內的線粒體：



6. 缺氧呼吸發生在

A. A。
B. B。
C. C。
D. D。

✓ **答案** A

解析 **答案：A**

A 指向線粒體外的細胞質。缺氧呼吸的糖酵解及後續發酵反應在細胞質內進行，所以選 A。不能因圖中最顯眼的是線粒體，就把所有呼吸作用都放進線粒體。故選 A。

評分依據：HKDSE 生物 2021 年 卷一甲部 原第 6 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

8. [HKDSE 生物 2022 年 卷一甲部 原第 14 題]

提示：按反應場所追蹤物質、電子與 ATP。

指示： 參考下表，解答第 13 和 14 題。下表顯示不同受質對酵母缺氧呼吸速率的效應：

受質	10 分鐘後產生的二氧化碳的平均量 (ppm)
葡萄糖	395.2
麥芽糖	345.8
蔗糖	222.2
果糖	198.2

14. 在這個探究中，二氧化碳是在酵母的哪個部分產生？

A. 細胞質
B. 細胞膜
C. 線粒體的基質
D. 線粒體的內膜

✓ **答案** A

解析 **答案：A**

酵母的酒精發酵在細胞質進行：葡萄糖先經糖酵解形成丙酮酸，丙酮酸再形成乙醇並放出二氧化碳。線粒體基質及內膜是有氧呼吸後續階段的重要位置，並非這次無氧呼吸產生二氧化碳的位置。

評分依據：HKDSE 生物 2022 年 卷一甲部 原第 14 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

9. [HKDSE 生物 練習卷 卷一甲部 原第 7 題]

提示：按反應場所追蹤物質、電子與 ATP。

以下哪項正確列出在克雷伯氏循環產生的物質？

A. 水和 NADH
B. 水和二氧化碳
C. 二氧化碳和 NADH
D. 水、二氧化碳和 NADH

✓ **答案** C

解析 **答案：C**

克雷布斯循環包含脫羧及氧化步驟，分別放出二氧化碳、把 NAD 還原成 NADH。水不是本題所列的主要淨生成物，因此選二氧化碳和 NADH。

評分依據：HKDSE 生物 練習卷 卷一甲部 原第 7 題官方評卷參考，原資料第 2 頁。

10. [HKDSE 生物 2014 年 卷一乙部 原第 1 題]
提示：按反應場所追蹤物質、電子與 ATP。

因應欄 1 所列的各生物分子，從欄 2 選出與它配對的短句。將適當的英文字母寫在預留的空位內。　(3 分)

欄 1		欄 2	
NADPH	_____	A.	氧化磷酸化的產物
丙酮酸鹽	_____	B.	光化學反應的產物
NAD	_____	C.	碳固定的產物
		D.	糖酵解的產物

✓ **答案**　各小問的答案、推理及相應分值依原題順序列於下方。

解析　**配對；原評分 3 分**

NADPH：B；丙酮酸：D；NAD：A。

NADPH 是光化學反應的還原產物；丙酮酸是糖酵解的產物；氧化磷酸化中，還原態 NAD 把電子交給電子傳遞鏈後再生為 NAD。最後一項問的是 NAD，不是只問哪個過程產生 ATP；每項 1 分。

評卷報告提醒（原資料第 2 頁）

NAD 與 NADP 不可混淆，先辨認題中載體。

評分依據：HKDSE 生物 2014 年 卷一乙部 原第 1 題官方評卷參考，原資料第 2 頁。

11. [HKDSE 生物 2013 年 卷一甲部 原第 10 題]
提示：按反應場所追蹤物質、電子與 ATP。

以下哪個組合最能描述有關呼吸作用中的各個過程？

	需用氧		釋放二氧化碳
A.	把丙酮酸鹽轉化為乙酰輔酶 A		糖酵解
B.	把丙酮酸鹽轉化為乙酰輔酶 A		克雷伯氏循環
C.	氧化磷酸化		糖酵解
D.	氧化磷酸化		克雷伯氏循環

✓ **答案**　D

解析　**答案：D**

氧化磷酸化的電子傳遞末端需要氧接受電子；克雷布斯循環中有脫羧步驟，會釋放二氧化碳。糖酵解不釋放二氧化碳，丙酮酸轉成乙酰輔酶 A 也不直接把氧氣當作反應物，故 D 最準確。

評分依據：HKDSE 生物 2013 年 卷一甲部 原第 10 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

12. [HKDSE 生物 2014 年 卷一甲部 原第 14 題]
提示：按反應場所追蹤物質、電子與 ATP。

以下哪些過程會產生 ATP？

(1) 糖酵解
(2) 克雷伯氏循環
(3) 丙酮酸鹽轉化為乳酸

A. 只有 (1) 和 (2)
B. 只有 (1) 和 (3)
C. 只有 (2) 和 (3)
D. (1)、(2) 和 (3)

✓ **答案** A

解析 **答案：A**

糖酵解和克雷布斯循環都有可產生 ATP（或直接等價能量分子）的步驟。丙酮酸轉為乳酸的主要作用是再生 NAD，讓糖酵解繼續，本身不另產 ATP。因此只有(1)及(2)，不能把整段無氧呼吸產生 ATP 歸到乳酸形成這一步。

評分依據：HKDSE 生物 2014 年 卷一甲部 原第 14 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

13. [HKDSE 生物 2016 年 卷一甲部 原第 26 題]
提示：按反應場所追蹤物質、電子與 ATP。

以下哪個需氧呼吸的步驟釋放 NADH ？

(1) 糖酵解
(2) 克雷伯氏循環
(3) 氧化磷酸化

A. 只有 (1) 和 (2)
B. 只有 (1) 和 (3)
C. 只有 (2) 和 (3)
D. (1)、(2) 和 (3)

✓ **答案** A

解析 **答案：A**

糖酵解與克雷布循環把底物氧化，氫及電子交給 NAD^+，形成 NADH；兩者都是 NADH 的來源。氧化磷酸化則利用 NADH 提供的電子，並把它氧化回 NAD^+，所以只有（1）（2），選 A。分清『形成載體』與『消耗還原載體』。

評分依據：HKDSE 生物 2016 年 卷一甲部 原第 26 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

14. [HKDSE 生物 2017 年 卷一甲部 原第 7 題]
提示：按反應場所追蹤物質、電子與 ATP。

以下哪個組合正確配對需氧呼吸中的反應和它進行的位置？

	需氧呼吸中的反應	位置
A.	NAD 再生	細胞質
B.	產生二氧化碳	細胞質
C.	丙酮酸鹽轉化為乙酰輔酶 A	線粒體
D.	丙糖磷酸轉化為丙酮酸鹽	線粒體

✓ **答案** C

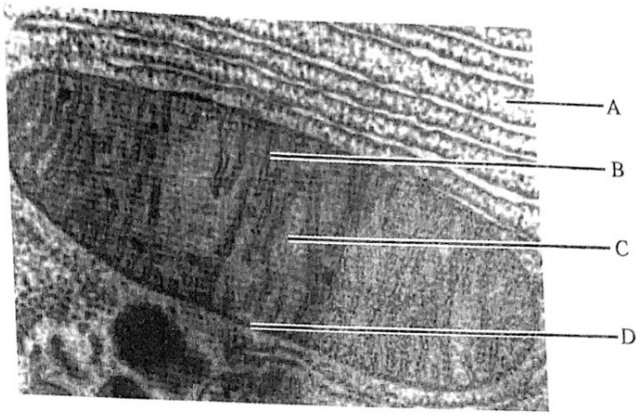
解析 **答案：C**

丙酮酸進入線粒體後轉為乙酰輔酶 A，銜接糖酵解與克雷布循環，因此 C 配對正確。三碳磷酸糖轉丙酮酸屬細胞質內的糖酵解；人類需氧呼吸大量產生二氧化碳的步驟也在粒線體內，不能與細胞質混配。

評分依據：HKDSE 生物 2017 年 卷一甲部 原第 7 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

15. [HKDSE 生物 2021 年 卷一甲部 原第 5 題]
提示：按反應場所追蹤物質、電子與 ATP。

指示： 參考以下電子顯微照片，解答第 5 和 6 題。電子顯微照片顯示動物細胞內的線粒體：



5. 在需氧呼吸的過程中，以下哪個物質會穿越 D 進入線粒體？

A. 葡萄糖
B. 丙酮酸鹽
C. 乙酰輔酶 A
D. 丙糖磷酸

✓ **答案** B

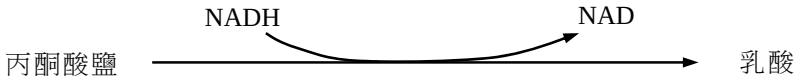
解析 **答案：B**

先定位 D 為線粒體邊界。葡萄糖在細胞質經糖酵解形成丙酮酸鹽，丙酮酸鹽再進入線粒體，繼續參與有氧呼吸。乙醯輔酶 A 是丙酮酸進入後形成的物質；丙糖磷酸是糖酵解較早的中間產物。故選 B。

評分依據：HKDSE 生物 2021 年 卷一甲部 原第 5 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

16. [HKDSE 生物 樣本卷 卷一甲部 原第 7 題]
提示：按反應場所追蹤物質、電子與 ATP。

以下文字方程式顯示乳酸去氫酶把丙酮酸鹽轉化為乳酸的過程：



在缺氧的情況下，若哺乳動物細胞的乳酸去氫酶被抑制，下列哪項會發生？

A. 細胞的 pH 會下降。
B. 糖酵解作用變慢。
C. ATP 產量增加。
D. 克雷伯氏循環的反應速率上升。

✓ **答案** B

解析 **答案：B**

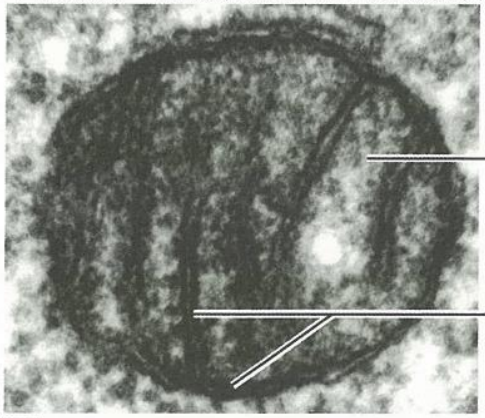
缺氧時，丙酮酸鹽轉成乳酸的同時，把 NADH 重新氧化成 NAD，讓糖酵解繼續使用 NAD。抑制乳酸去氫酶後，NAD 再生受阻，糖酵解會變慢，故選 B。由此產生的 ATP 也不會增加；缺氧並不會令克雷伯氏循環突然加快。A 所說 pH 下降不是這個抑制最直接的結果。

評分依據：HKDSE 生物 樣本卷 卷一甲部 原第 7 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

17. [HKDSE 生物 2024 年 卷一乙部 原第 3 題]

提示：按反應場所追蹤物質、電子與 ATP。

下圖顯示一個線粒體的電子顯微照片：



(a) 在上圖標記 X 。 (1 分)

(b) 描述 Y 的**一項**可見特徵，並解釋此特徵與線粒體的功能有什麼關係。 (2 分)

(c) 化學品 Z 能抑制 X 內的一種酶。

(i) 呼吸作用的哪個主要過程會被抑制？ (1 分)

(ii) 若將化學品 Z 加入某植物細胞培養內，這會如何影響呼吸作用的途徑？ (3 分)

✓ **答案** 各小問的答案、推理及相應分值依原題順序列於下方。

解析 **a；原評分 1 分**

X：基質。

X 指向線粒體內膜包圍的內部區域，即基質，當中有連接反應及克雷伯氏循環所需的酶。不要只寫細胞質，兩者位置不同。

b；原評分 2 分

Y 的內膜有許多摺疊／嵴，增加可容納呼吸相關蛋白的表面積。

可見特徵是膜向內摺疊。較大膜面積可容納較多電子載體及 ATP 合酶等蛋白，讓電子傳遞和氧化磷酸化有效進行，形成 ATP。

c(i)；原評分 1 分

克雷伯氏循環；也可為丙酮酸鹽轉為乙醯輔酶 A 的連接反應。

這兩項主要過程都在基質內進行，所以若 Z 抑制基質酶，可抑制其中一項。糖酵解則在細胞質進行，不能只因線粒體受影響便說糖酵解直接被抑制。

c(ii)；原評分 3 分

糖酵解仍可產生丙酮酸鹽；其後在線粒體內的代謝受阻，NADH／$FADH_2$ 及氧化磷酸化供應減少，ATP 產量下降；植物細胞可把丙酮酸鹽轉為乙醇和二氧化碳。

先分清位置：糖酵解未被 Z 直接抑制，但其產物不能正常經連接反應和克雷伯氏循環完全分解。電子傳遞鏈得到的還原型載體減少，呼吸產 ATP 的效率大幅下降。酒精發酵可再生 NAD^+，使糖酵解繼續，卻不能恢復有氧呼吸原有的 ATP 產量。

評卷報告提醒（原資料第 69 頁）

線粒體內膜摺疊要連到呼吸膜蛋白與氧化磷酸化。基質受抑制的主要步驟是克雷伯氏循環或連接反應；不要因材料是植物便寫卡爾文循環，也不要混用 NADH 與 NADPH。

評分依據：HKDSE 生物 2024 年 卷一乙部 原第 3 題官方評卷參考，原資料第 51、52 頁。

18. [HKDSE 生物 2025 年 卷一甲部 原第 19 題]
提示：按反應場所追蹤物質、電子與 ATP。

以下是探究需氧呼吸所採取的步驟：

1. 將線粒體懸浮液加入試管。
2. 將葡萄糖溶液加入試管內，與線粒體懸浮液充分混和。
3. 量度試管內混合物的氧濃度，為時 5 分鐘。
4. 將丙酮酸鹽溶液加入試管內，與既有的混合物充分混和。
5. 再量度試管內混合物的氧濃度，為時 5 分鐘。

以下哪個有關試管內氧濃度變化的組合是正確的？

	加入葡萄糖溶液後	加入丙酮酸鹽溶液後
A.	下降	下降
B.	下降	不變
C.	不變	下降
D.	不變	不變

✓ **答案** C

解析 **答案：C**

在題設的分離線粒體裝置中加入葡萄糖，缺少把葡萄糖先轉成丙酮酸的細胞質步驟，因此沒有由這項添加所造成的氧濃度下降。再加入丙酮酸鹽，可供線粒體後續代謝利用，並支持最終消耗氧的電子傳遞過程，因此氧濃度下降。結果為『不變、下降』，選 C。A、B 把線粒體當成能自行完成葡萄糖糖酵解；D 則忽略加入丙酮酸後可以支持的呼吸過程。

所用知識

糖酵解在細胞質進行；單獨的線粒體懸浮液不能當成具有完整細胞質代謝途徑的整個細胞。

易錯處

題目量度的是氧濃度；原料是線粒體懸浮液，不是透析管、蔗糖或澱粉酶。

評卷報告提醒（原資料第 69 頁）

糖酵解需要細胞質中的相關條件；只有線粒體的懸浮液不能把加入葡萄糖直接當作已能開始整套需氧呼吸。丙酮酸則可進入後續線粒體反應。

評分依據：HKDSE 生物 2025 年 卷一甲部 原第 19 題官方評卷參考，原資料第 51 頁。

題型 7 以氣體測試和呼吸計量度呼吸

綜合程度 ★★☆☆☆

知識梳理

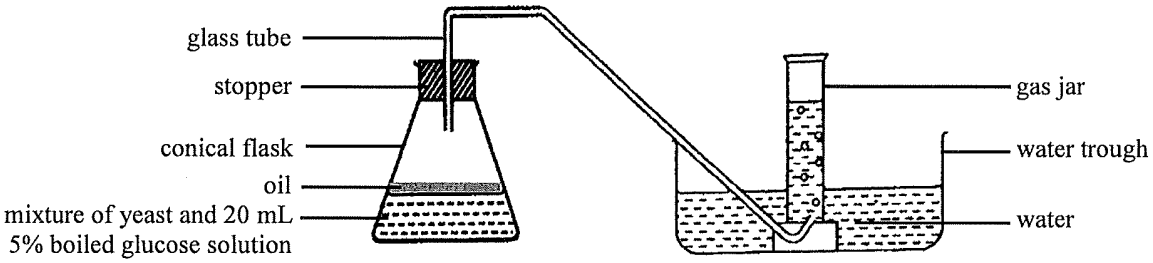
① 若呼吸計內有吸收二氧化碳的物質，耗去氧氣後未被二氧化碳補回，氣體體積便下降，液滴會向低壓一側移動。沒有吸收劑時，氣體變化還取決於產生二氧化碳的量。

② 澄清石灰水變混濁可支持氣體含二氧化碳，卻不能單靠混濁程度精確換算未經校準的呼吸速率。

點石成金　先列出被消耗、被產生和被吸收的氣體，再判斷體積或壓力改變。

例 1　[HKDSE 生物 2023 年 卷一甲部 原第 7 題]

Directions: Questions 7 and 8 refer to the diagram below, which shows a set-up used to investigate the rate of respiration in yeast:



Which of the following word equations correctly shows the reaction being investigated?

A. glucose → carbon dioxide + water
B. glucose → carbon dioxide + ethanol
C. glucose + oxygen → carbon dioxide + water
D. glucose + oxygen → carbon dioxide + ethanol

解答　**答案：B**

葡萄糖溶液先煮沸可除去溶解氧，油層阻止空氣重新進入，故調查的是無氧呼吸。
酵母將葡萄糖分解為乙醇和二氧化碳，不需要氧作反應物。

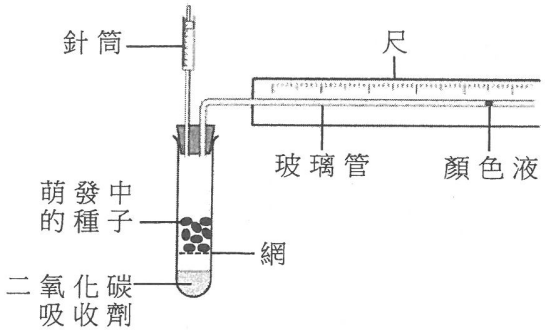
方法：逐項列出氣體的消耗、產生與吸收。

評分依據：HKDSE 生物 2023 年 卷一甲部 原第 7 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

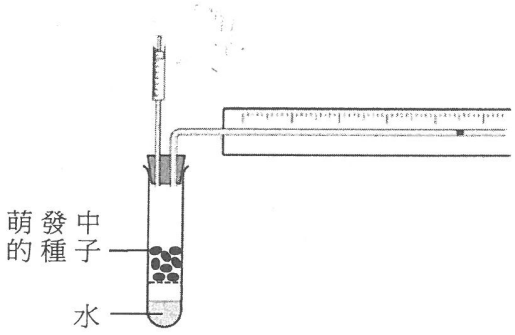
例 2　[HKDSE 生物 2022 年 卷一甲部 原第 11 題]

指示：　參考下圖，解答第 11 和 12 題。下圖顯示兩組裝置，用以探究萌發中的種子的氣體交換：

裝置 P



裝置 Q



11. 假設環境條件不變，每個裝置內的顏色液有什麼變化？

	裝置 P	裝置 Q
A.	往右移	往左移
B.	往左移	沒有變化
C.	沒有變化	往左移
D.	沒有變化	往右移

解答 **答案：B**

P 內種子呼吸消耗氧，產生的二氧化碳又被吸收劑除去，密閉容器氣體總量減少、氣壓下降，液滴便向容器一方即左方移動。Q 沒有吸收二氧化碳，種子消耗的氧大致由產生的二氧化碳補回，所以液滴位置大致不變。

評分依據：HKDSE 生物 2022 年 卷一甲部 原第 11 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

方法：逐項列出氣體的消耗、產生與吸收。

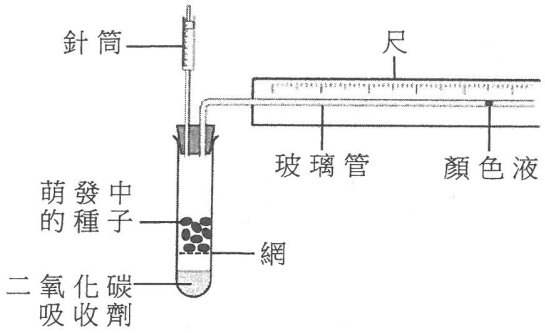
針對練習

1. [HKDSE 生物 2022 年 卷一甲部 原第 12 題]

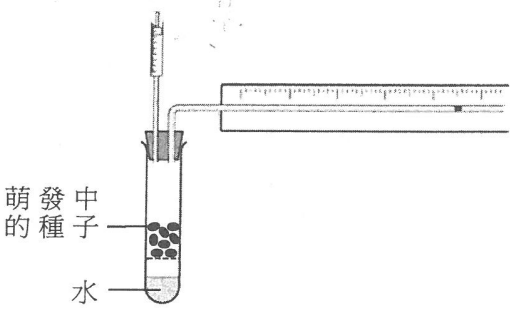
提示：逐項列出氣體的消耗、產生與吸收。

指示： 參考下圖，解答第 11 和 12 題。下圖顯示兩組裝置，用以探究萌發中的種子的氣體交換：

裝置 P

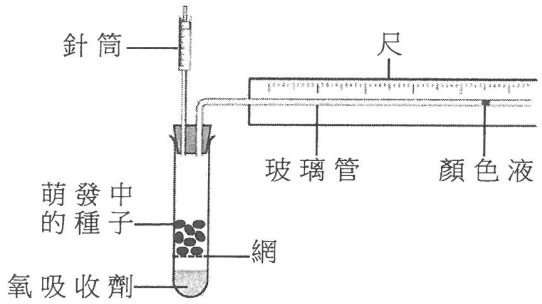


裝置 Q

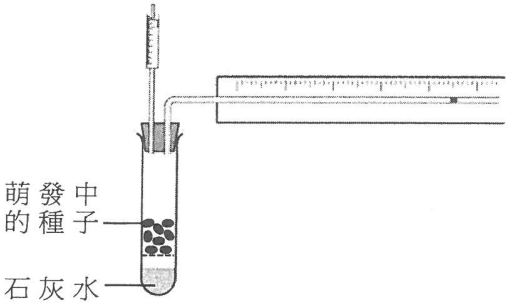


12. 以下哪個修改後的裝置可以用來顯示探究中產生什麼氣體？

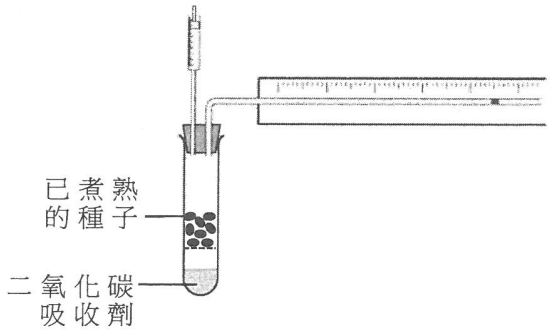
A.



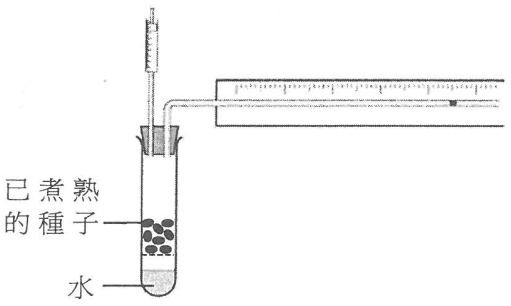
B.



C.



D.



✓ **答案** B

解析 **答案：B**

要顯示呼吸產生二氧化碳，裝置必須有會呼吸的萌發種子，以及可檢測二氧化碳的澄清石灰水。二氧化碳使石灰水變乳白，故 B 合適。煮熟的種子已死亡，不能作為產生呼吸氣體的實驗材料。

評分依據：HKDSE 生物 2022 年 卷一甲部 原第 12 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

2. [HKDSE 生物 2022 年 卷一甲部 原第 13 題]

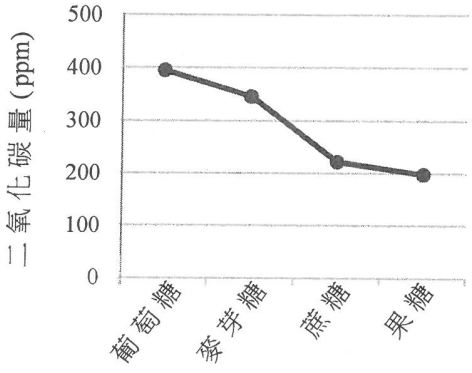
提示：逐項列出氣體的消耗、產生與吸收。

指示： 參考下表，解答第 13 和 14 題。下表顯示不同受質對酵母缺氧呼吸速率的效應：

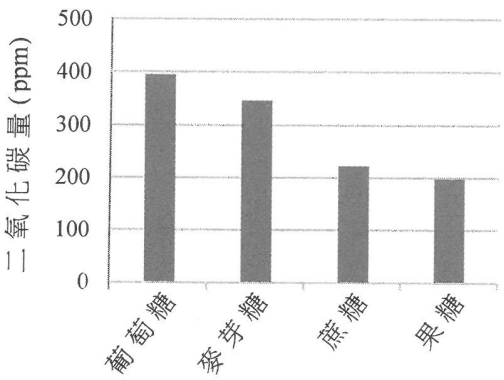
受質	10 分鐘後產生的二氧化碳的平均量 (ppm)
葡萄糖	395.2
麥芽糖	345.8
蔗糖	222.2
果糖	198.2

13. 以下哪種圖表最適合用來表達這些結果？

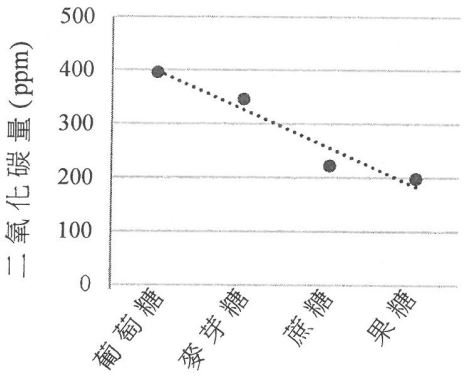
A.



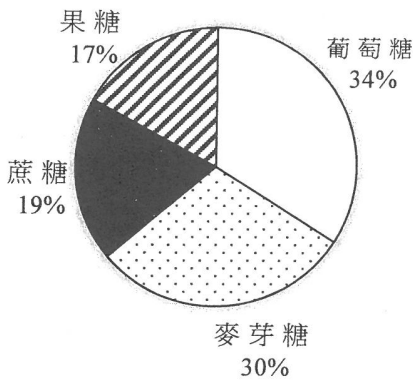
B.



C.



D.



✓ **答案** B

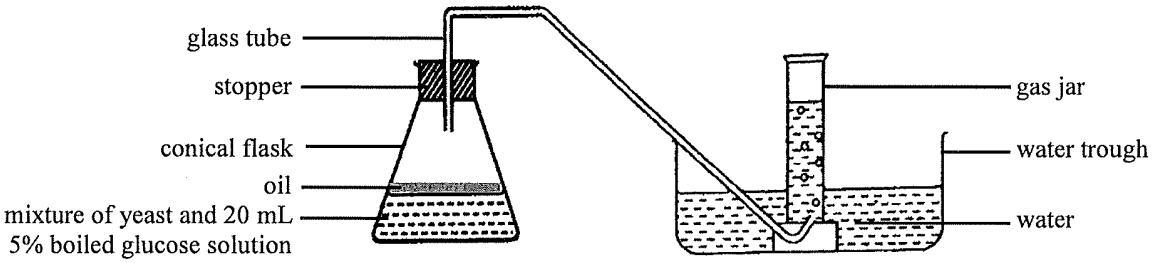
解析 **答案：B**

橫軸的葡萄糖、麥芽糖、蔗糖和果糖是不同類別，彼此之間沒有連續的數值尺度，所以應使用棒形圖比較各類底物產生的二氧化碳。把相鄰類別連成折線會暗示不存在的連續變化；扇形圖則用於同一整體的比例，亦不適合。

評分依據：HKDSE 生物 2022 年 卷一甲部 原第 13 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

3. [HKDSE 生物 2023 年 卷一甲部 原第 8 題]
提示：逐項列出氣體的消耗、產生與吸收。

Directions: Questions 7 and 8 refer to the diagram below, which shows a set-up used to investigate the rate of respiration in yeast:



Which of the following modifications about the set-up can improve the accuracy of the experiment?

A. use a measuring cylinder instead of a gas jar
B. use a larger conical flask to contain the mixture
C. use a glass tube with a smaller internal diameter

✓ **答案** A

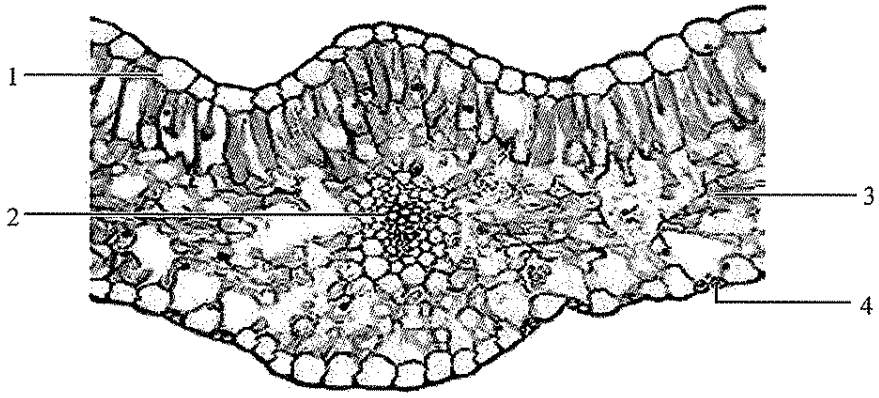
解析 **答案：A**

量筒有刻度，可直接讀出收集氣體的體積，比沒有精細刻度的集氣瓶更適合量度。改變燒瓶大小、導管內徑或葡萄糖溶液量，並不直接解決氣體體積讀值的問題。

評分依據：HKDSE 生物 2023 年 卷一甲部 原第 8 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

4. [HKDSE 生物 練習卷 卷一甲部 原第 33 題]
提示：逐項列出氣體的消耗、產生與吸收。

以下照片顯示一塊葉片的橫切面：



當葉片置於黑暗時，會釋放某種氣體，這種氣體是從哪些標註細胞釋出？

A. 只有 1 和 2
B. 只有 1 和 4
C. 只有 2 和 3
D. 只有 1、3 和 4

✓ **答案** D

解析 **答案：D**

暗處沒有光合作用產氧，活細胞仍呼吸而產生二氧化碳。1 柵狀葉肉、3 海綿葉肉、4 保衛細胞均為活細胞，會產生 CO_2；2 指木質部的成熟導管，主要細胞已死亡，故不列入，選 D。

評分依據：HKDSE 生物 練習卷 卷一甲部 原第 33 題官方評卷參考，原資料第 2 頁。

遺傳與演化：題型與練習

Chapter 8

II.a 基礎遺傳學

先讀「知 II.a」的知識與圖，再沿本節各題型練習。每道例題保留完整原題與解說，後續練習按整題要求逐步增加資料整合。

題型 1 用孿生與羣體資料分辨遺傳及環境

綜合程度 ★★★★☆

知識梳理

① 同卵雙生者的遺傳組成通常相同，可用來檢查環境與基因表達的作用。若同卵雙生者的某性狀並非每次相同，就不支持「只由一個完全決定表現的基因控制」這個強結論。

② 連續變異常同時受多個基因及環境影響；不連續的外觀分類也不自動證明它只由單一基因決定。

點石成金　先問比較對象有哪些相同條件，再用不一致的數據限制結論；不要把相關誤當成唯一原因。

例 1 [HKDSE 生物 2015 年 卷一甲部 原第 16 題]

不同人種的膚色存在變異。以下哪項是決定這項變異的最主要因素？

A. 運動
B. 營養
C. 遺傳
D. 陽光照射

解答 答案：C

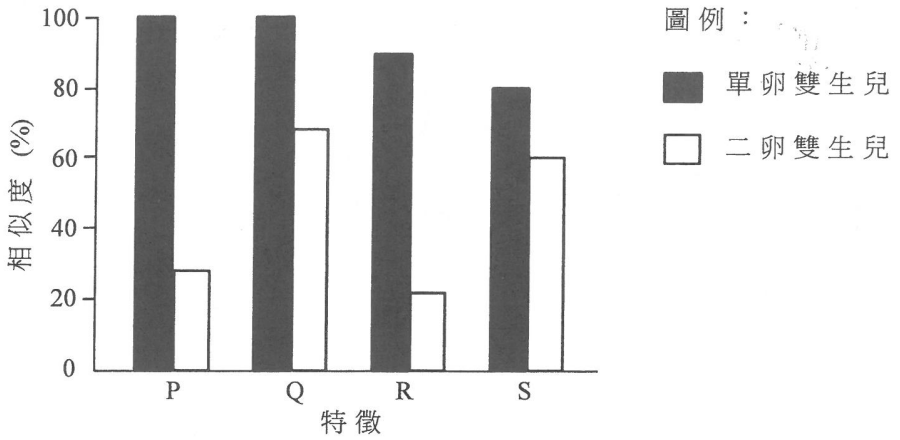
題目比較不同人種的膚色差異，最主要的決定因素是影響色素形成的遺傳差異。陽光照射可以改變同一個人的皮膚色澤，但這種環境影響不能取代本題所問的羣體間主要遺傳因素。故選 C。

評分依據：HKDSE 生物 2015 年 卷一甲部 原第 16 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

方法：先比相同條件，再用差異限制結論。

例 2 [HKDSE 生物 2022 年 卷一甲部 原第 6 題]

6. 對某四個特徵在單卵雙生兒和二卵雙生兒的遺傳情況，進行了一項大型調查。這四個特徵在每類雙生兒的個體之間的相似度，如下圖所示：



哪項特徵最受環境因素影響？

A. P
B. Q
C. R
D. S

解答 **答案：D**

同卵雙生子的基因組合相同，若性狀仍不完全相同，便提示環境有影響。S 的同卵相似率在四種性狀中最低，而且同卵與異卵相似率之差最小，表示共同基因增加相似程度的作用相對較小，環境作用相對較大。

方法：先比相同條件，再用差異限制結論。

評分依據：HKDSE 生物 2022 年 卷一甲部 原第 6 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

例 3 [HKDSE 生物 2017 年 卷一乙部 原第 10 題]

10. (a) 在 1940 年，科學家斯特蒂文特提出一個假說：捲舌的能力是由單一基因控制。他的假設建基於以下數據：

個案	父母的性狀	能捲舌的子女	不能捲舌的子女
I	能捲舌 x 能捲舌	28	5
II	能捲舌 x 不能捲舌	33	22

(i) 捲舌能力這項特徵顯示連續還是不連續變異？解釋你的答案。 (2 分)

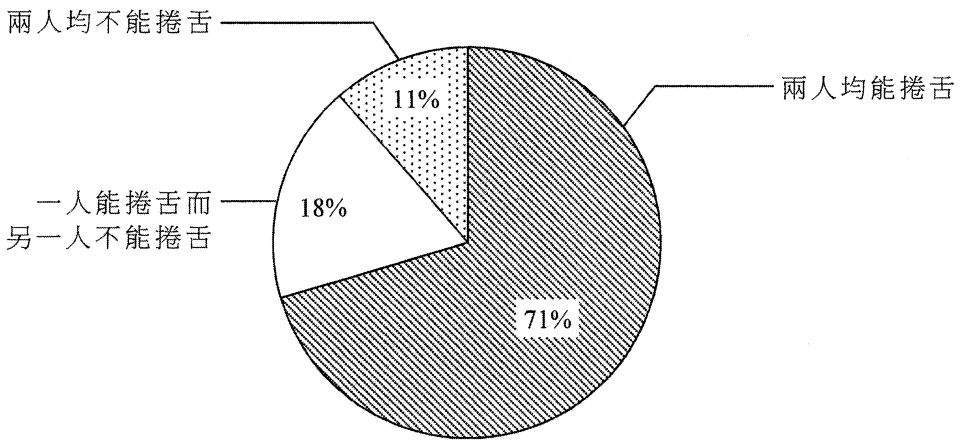
(ii) 斯特蒂文特作出結論：能捲舌屬顯性表現型，不能捲舌屬隱性表現型。根據上表，解釋他如何得出這個結論。 (2 分)

.....

(b) 在 1965 年，一項對不能捲舌的父母所生子女的研究，顯示該等子女中超過 30% 屬能捲舌者。這發現能否支持 (a)(ii) 中斯特蒂文特的結論？解釋你的答案。 (2 分)

.....

(c) 在 1971 年，對同卵雙生兒進行另一項研究，進一步探討影響捲舌特徵的因素。結果如下圖所示：



(i) 以同卵雙生兒作為這研究的對象有什麼好處？ (2 分)

(ii) 完成下表，引用以上圖表的數據來支持以下結論。 (2 分)

結論	證據
遺傳因素在決定捲舌特徵上扮演重要角色。	
有其他因素影響捲舌特徵。	

(d) (i) 上述有關捲舌特徵遺傳知識的發展過程，能演示以下哪些關於科學的理念？ (2 分)

關於科學的理念	在以下合適的位置加上「✓」號
科學是不斷進行探索的過程。	
科學受社會及文化因素影響。	
科學家根據同一組數據可能得出不同結論。	
科學研究不一定需要在實驗室內進行實驗。	

(ii) 捲舌特徵遺傳知識的發展過程如何能說明科學家應持開放態度？試加以闡釋。 (1 分)

解答 **(a)(i)；原評分 2 分**

方法：先比相同條件，再用差異限制結論。

不連續變異；題目把人分成能捲舌及不能捲舌兩類，沒有中間類別。

判斷變異型式看記錄方式：這裏是互相分開的類別，不是可從低到高連續量度的數值。此分類本身尚未證明性狀由單一基因控制。

(a)(ii)；原評分 2 分

在個案 I 中，兩名能捲舌的父母仍生出不能捲舌的子女，按單基因模型，可推測不能捲舌的等位基因在父母中被掩蓋。

假設能捲舌為 R、不能為 r，Rr×Rr 便能產生 rr 後代，解釋 28 名能、5 名不能的觀察。關鍵是兩個相同表型親代出現另一表型子代，顯示親代可攜帶未表現的等位基因；比例未必在有限樣本中恰為 3：1。

(b)；原評分 2 分

不支持；若不能捲舌是單基因隱性 rr，rr×rr 理應全部 rr，但研究卻有超過 30% 能捲舌的子女。

把假說推出的預測與新數據比較。新結果不符合『不能×不能必全不能』，因此原有單基因顯隱性解釋不充分。不能為維持舊結論而直接說新資料一定錯。

(c)(i)；原評分 2 分

同卵雙生具有幾乎相同的遺傳組成；若性狀完全只由遺傳決定，兩人的表型應一致。控制遺傳背景後，若仍有表型差異，就提示其他影響。使用雙生子並不自動排除所有環境差異，反而可利用這些差異檢驗單純遺傳解釋。

(c)(ii)；原評分 2 分

遺傳因素重要：71%＋11%＝82% 雙生子表型相同；另有其他因素：18% 雙生子表型不同。

同表型包括『兩人都能』和『兩人都不能』，必須相加，不是只抄 71%。18% 在遺傳相同下仍不一致，顯示捲舌不能只用簡單單基因模型完整解釋；82% 也不是遺傳率的直接估計值。

(d)(i)；原評分 2 分

勾選『科學是不斷進行探索的過程』及『科學研究不一定需要在實驗室內進行實驗』。1940、1965、1971 的研究以新觀察持續檢驗舊假說；家族及雙生子的調查不必是在實驗室操作的實驗。題目使用的是不同研究取得的新資料，沒有展示同一資料得出不同結論；也未提供社會文化因素的證據。

(d)(ii)；原評分 1 分

科學家願意質疑並重新評估既有結論，從不同家族及雙生子資料尋找證據。

開放態度不是無條件接受所有說法，而是在有新證據時願意修正解釋。直接指出後續研究如何挑戰原先單基因假說，便與本題情境相連。

評卷報告提醒（原資料第 4 頁）

同卵雙生者遺傳組成相同；若性狀只由基因決定，預期表現型也相同。反例須用實際數據支持，且要願意修正最初的單基因模型。

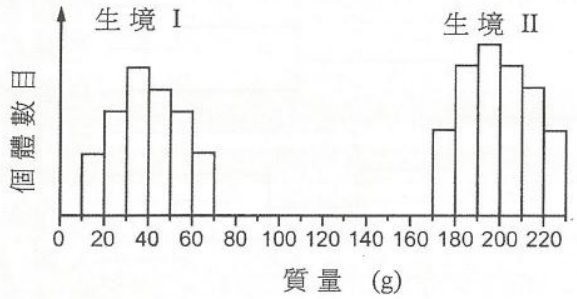
評分依據：HKDSE 生物 2017 年 卷一乙部 原第 10 題官方評卷參考，原資料第 5、6 頁。

針對練習

1. [HKDSE 生物 2024 年 卷一甲部 原第 15 題]

提示：先比相同條件，再用差異限制結論。

下圖顯示相同植物物種在兩個不同生境生長的質量：



由上圖可以得出以下哪項推論？

A. 物種的質量由兩個基因控制。
B. 物種的質量受環境的影響。
C. 物種的質量屬不連續變異。
D. 與生境 I 的物種相比，生境 II 的物種質量較受環境影響。

✓ **答案** B

解析 **答案：B**

同一物種在兩個生境的質量分佈有明顯差別，支持環境可影響質量。每個生境內質量也呈多個相連區間，屬連續變異；單靠兩個峯不能推出由兩個基因控制，也不能判定哪一組「更受環境影響」。

評分依據：HKDSE 生物 2024 年 卷一甲部 原第 15 題官方評卷參考，原資料第 49 頁。

2. [HKDSE 生物 2012 年 卷一甲部 原第 15 題]

提示：先比相同條件，再用差異限制結論。

同卵雙胎具有相同的

(1) 基因型。
(2) 連續變異的性狀。
(3) 不連續變異的性狀。

A. 只有 (1) 和 (2)
B. 只有 (1) 和 (3)
C. 只有 (2) 和 (3)
D. (1)、(2) 和 (3)

✓ **答案** B

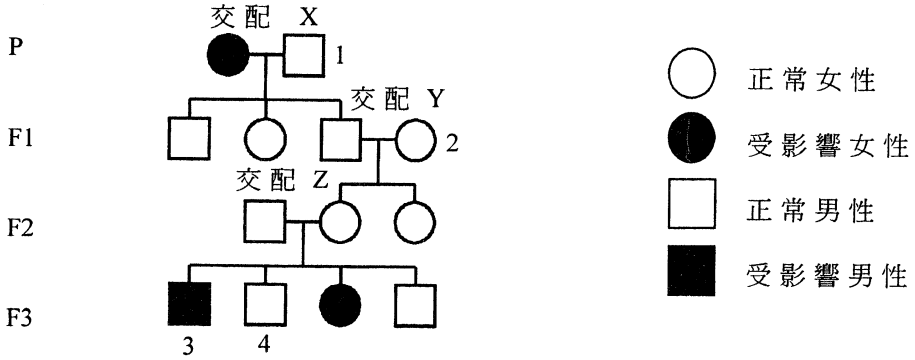
解析 **答案：B**

同卵雙胎由同一受精卵分裂而成，在本題的基本遺傳模型中具有相同基因型，因此由基因主要決定的不連續變異性狀相同。身高、體重等連續變異性狀也受營養及其他環境因素影響，不一定完全相同。

評分依據：HKDSE 生物 2012 年 卷一甲部 原第 15 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

3. [HKDSE 生物 2013 年 卷一甲部 原第 17 題]
提示：先比相同條件，再用差異限制結論。

參考以下譜系，解答 15 至 17 三題。譜系顯示某性狀的遺傳。該性狀是由一對位於常染色體（即非性染色體）上的等位基因所控制：



如果個體 3 和 4 是孿生的，可以得出以下哪項結論？

A. 他們從同一個受精卵發育而成。
B. 他們從不同受精卵發育而成。
C. 就顯示連續變異的特徵而言，他們在遺傳上是不相同的。
D. 就顯示不連續變異的特徵而言，他們在遺傳上是不相同的。

✓ **答案** B

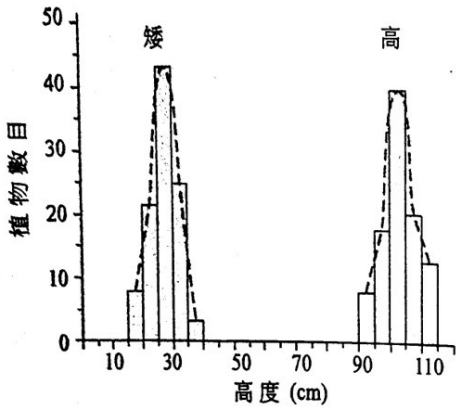
解析 **答案：B**

個體 3 受影響而 4 正常，在本題遺傳模型中兩者基因型不同，故不會是同一受精卵分裂而成的同卵孿生，應來自不同受精卵，選 B。圖中性狀是正常／受影響兩類的非連續變異；C 把它稱為連續變異，D 又說兩者遺傳上相同，均不合。

評分依據：HKDSE 生物 2013 年 卷一甲部 原第 17 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

4. [HKDSE 生物 2020 年 卷一甲部 原第 33 題]
提示：先比相同條件，再用差異限制結論。

指示： 參考下圖，解答第 33 和 34 題。下圖顯示某種植物在高度上的變異：



33. 從上圖可以得出以下哪項結論？

A. 矮的植物和高的植物屬於兩個不同物種。
B. 矮和高這兩個特徵是由一對等位基因所控制。
C. 要更多的樣本才可以涵蓋所有高度範圍。
D. 植物的高度展示了連續變異和不連續變異的特性。

✓ **答案** D

解析 **答案：D**

從圖上可直接看到兩層差異：整體分成「矮」和「高」兩組，組間有明顯空隙，呈不連續變異；但每一組內仍有一系列相近高度，例如矮株不是全部一樣高，又呈連續變異。所以 D 是由資料可支持的結論。

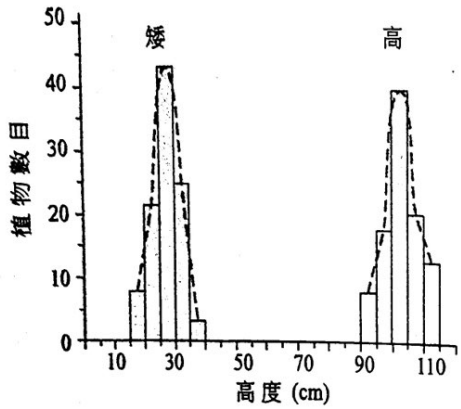
A 要有物種及生殖隔離等證據，B 要有交配和遺傳資料，不能單靠兩個峯判定由一對等位基因控制。C 是增加取樣的建議，並非由現有資料得出的結論。先分清「看見甚麼」和「還要甚麼證據」。

評分依據：HKDSE 生物 2020 年 卷一甲部 原第 33 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

5. [HKDSE 生物 2020 年 卷一甲部 原第 34 題]

提示：先比相同條件，再用差異限制結論。

指示： 參考下圖，解答第 33 和 34 題。下圖顯示某種植物在高度上的變異：



34. 以下哪項因素對以上顯示的變異具最少影響力？

A. 親代植物的高度
B. 環境的光強度
C. 染色體的獨立分配
D. 環境的氧濃度

✓ **答案** D

解析 **答案：D**

題目問對圖中高度變異「最少」影響的因素。親代高度與遺傳組成有關，染色體獨立分配會改變後代的遺傳組合；光強度也會影響植物光合作用和生長。這三者都能合理造成不同高度。

D 是環境中的氧濃度。在題目這種一般地上植物生長比較中，相對於遺傳組成和光照，它通常對所見高度分佈的影響較小，因此選 D。這不等於氧永遠不影響植物：根部嚴重缺氧仍會削弱有氧呼吸及生長。答案是題列因素的相對比較，不是宣稱植物不需要氧。

評分依據：HKDSE 生物 2020 年 卷一甲部 原第 34 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

6. [HKDSE 生物 2021 年 卷一甲部 原第 12 題]

提示：先比相同條件，再用差異限制結論。

12. 一對單卵雙生兒分別由兩個不同的家庭收養。兩人成長後，以下哪項關於他們的描述最有可能發生？

A. 他們的耳垂形狀不同。
B. 他們的指紋相同。
C. 他們的近視程度不同。
D. 他們面上的雀斑數量相同。

✓ **答案** C

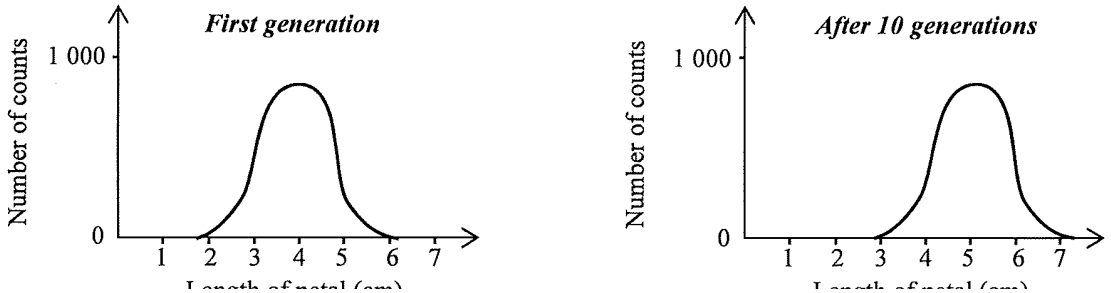
解析 **答案：C**

同卵雙生兒來自同一受精卵，遺傳組成十分相近；但在不同家庭生活，閱讀距離、戶外活動等環境經歷可不同，近視程度便可能不同。指紋並不是只由基因決定，而雀斑數目亦受日照等影響，因此不能保證兩者完全相同。故選 C。

評分依據：HKDSE 生物 2021 年 卷一甲部 原第 12 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

7. [HKDSE 生物 2023 年 卷一甲部 原第 24 題]
提示：先比相同條件，再用差異限制結論。

Directions: Questions 24 and 25 refer to the information about the introduction of a foreign plant species to a local botanic garden. Over the years, the gardener noted that there was a change in the size of its flowers. The graphs below show the variations of the petal length of this plant species in the first generation and after 10 generations:



Which of the following correctly describe the inheritance of the petal length in this plant species?

(1) The petal length is affected by environmental factors.
(2) The inheritance of the petal length is controlled by a number of genes.
(3) The variation in the petal length is a result of independent assortment.

A. (1) and (2) only
B. (1) and (3) only
C. (2) and (3) only
D. (1), (2) and (3)

✓ **答案** D

解析 **答案：D**

花瓣長度呈連續分佈，典型地由多個基因的累加效應及環境共同影響。減數分裂時不同基因的獨立分配又可產生多種等位基因組合，因此三項都能解釋其遺傳和變異。

評卷報告提醒（原資料第 2 頁）

花瓣長度屬連續變異，要把多基因、環境及減數分裂組合差異連起來；不能只背誦其中一個來源。

評分依據：HKDSE 生物 2023 年 卷一甲部 原第 24 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

題型 2 由雜交比例反推基因型

綜合程度 ★★★☆☆

知識梳理

① A a × a a 的親代可分別形成 A、a 及 a 配子，因此預期一半 Aa、一半 aa。反推時先找隱性後代：它必須從父母各得到一個隱性等位基因。

② ABO 的 A 與 B 等位基因可共顯性；聯合分析兩個性狀時，只有在適當獨立條件下才能把概率相乘。觀察比例偏離預期後，還要考慮存活、受精或配子選擇等條件。

點石成金　從子代最能限制親代的表現型開始；寫親代、配子、子代，不要直接猜比例。

例 1　[HKDSE 生物 2024 年 卷一甲部 原第 17 題]

指示： 參考下表有關某種植物的一些雜交結果，解答第 16 至 18 題。這種植物產生的個體會長出只有雄蕊的雄性花朵或只有心皮的雌性花朵。花朵的顏色是由一個基因控制。

雜交	雄性親代	雌性親代	後代
1	白花	白花	全是白花
2	紅花	白花	全是紅花
3	白花	紅花	全是紅花
4	紅花	白花	有些是紅花、有些是白花
5	?	紅花	有些是紅花、有些是白花

以下哪個組合最有可能是雜交 4 所得的結果？

	長出紅花的個體數目	長出白花的個體數目
A.	26	73
B.	48	46
C.	69	37
D.	71	25

解答　**答案：B**

以 R 表示紅、r 表示白。雜交 4 的白花母本必為 rr；既有白花後代，紅花父本必為 Rr。Rr×rr 得到 Rr、rr 各約一半，所以 48 紅、46 白最符合 1:1，樣本不必剛好完全相等。

方法：先由子代表現型限制親代的基因型。

評分依據：HKDSE 生物 2024 年 卷一甲部 原第 17 題官方評卷參考，原資料第 49 頁。

例 2　[HKDSE 生物 2015 年 卷一乙部 原第 4 題]

仁杰可以輸血給與他血型不同的人，但他不能接受其父母的輸血。他父母的血型分別是 A 型和 B 型。

(a)　仁杰的血型是什麼？　(1 分)

(b)　已知：

I^A 代表導致紅血細胞表面產生抗原 A 的等位基因
I^B 代表導致紅血細胞表面產生抗原 B 的等位基因
i 代表導致紅血細胞表面不會產生任何抗原的等位基因

(i)　利用以上符號，寫出仁杰的基因型。　(1 分)

(ii)　利用以上符號，寫出他父母親的基因型。　(2 分)

父親：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿　母親：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

(c)　解釋為什麼仁杰不能接受其父母的輸血。　(3 分)

寫邊界以外答案

解答　**(a)；原評分 1 分**

O 型。

題設說仁杰的血可供其他不同血型的人，但不能接受 A 型父親或 B 型母親的血。在本題只考慮 ABO 抗原的模型下，O 型紅血細胞不帶 A、B 抗原，符合所述限制。

方法：先由子代表現型限制親代的基因型。

(b)(i)；原評分 1 分

ii。

i 是原題定義為不產生 A 或 B 抗原的等位基因。O 型須從雙親各取得一個 i，因此基因型為 ii。

(b)(ii)；原評分 2 分

父親：I^Ai；母親：I^Bi。

父親表現 A 型，卻必須提供一個 i 才能生出 ii 子女，因此另一個等位基因為 I^A；母親同理須同時具有 I^B 和 i。兩親不能都是相應的純合顯性基因型，否則無法給子女 i。

(c)；原評分 3 分

仁杰的血漿含抗 A 和抗 B 抗體；它們會與父母紅血細胞上的 A 或 B 抗原反應，引起紅血細胞凝集，並可能溶血。

要把受血者的抗體與供血者紅血細胞的抗原配對，才能解釋不能接受的原因。這是原題的 ABO 教學模型，實際輸血還須考慮其他血型抗原及相容性檢驗。

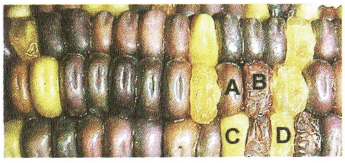
評卷報告提醒（原資料第 3 頁）

沿用題目給的 ABO 等位基因符號，尤其不要把 i 寫成大寫 I。輸血反應要交代受血者抗體與輸入紅血球抗原結合，導致凝集。

評分依據：HKDSE 生物 2015 年 卷一乙部 原第 4 題官方評卷參考，原資料第 3 頁。

例 3 [HKDSE 生物 2012 年 卷一乙部 原第 8 題]

以下照片顯示一些玉米粒的外形：

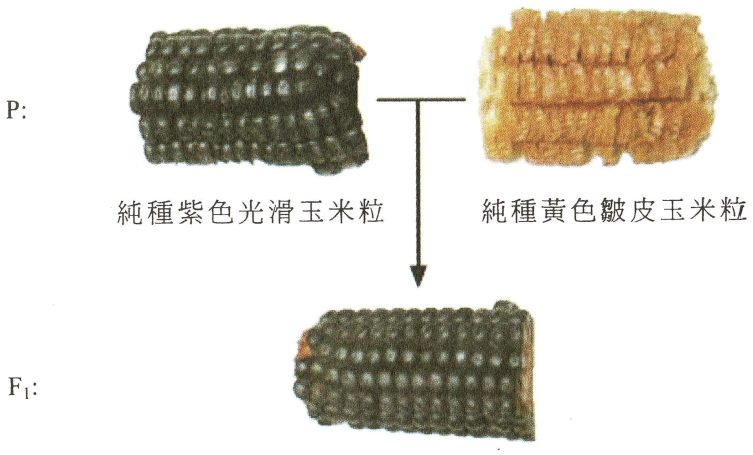


玉米粒	外形
A	紫色、光滑
B	紫色、皺皮
C	黃色、光滑
D	黃色、皺皮

玉米粒內部的色素層令其呈紫色。如果色素層沒有色素，內部組織的黃色便會呈現出來。另一方面，玉米粒是光滑還是皺皮，要視乎其內所貯存的食物而定。光滑玉米粒（多澱粉玉米）貯存澱粉質。皺皮玉米粒（甜玉米）貯存可溶性糖分。甜玉米的表面在乾涸後變成皺皮。

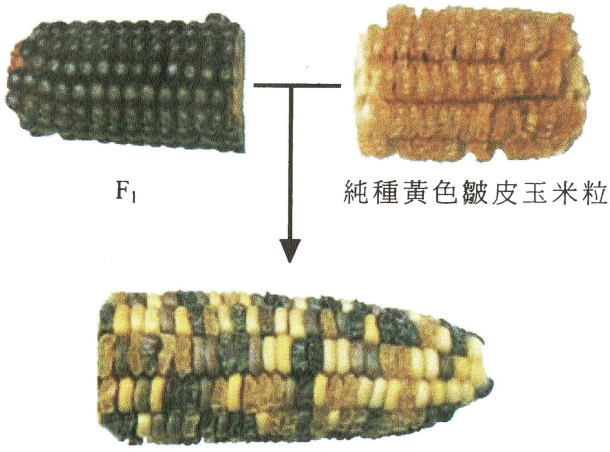
(a) 參考滲透作用，解釋爲什麼在乾涸後甜玉米的玉米粒變成皺皮，但是多澱粉玉米的玉米粒則仍然光滑。 (4 分)

(b) 控制玉米粒這兩項性狀的基因位於不同的同源染色體上。下圖顯示一株具紫色光滑玉米粒的純種玉米跟一株具黃色皺皮玉米粒的純種玉米雜交後的結果：



(i) 根據雜交的結果，推斷哪些表現型屬顯性。 (3 分)

(ii) 所產生的 F_1 代與具黃色皺皮玉米粒的純種玉米雜交。結果如下所示：



根據孟德爾的遺傳定律來解釋雜交的結果。 (4 分)
(遺傳圖不會獲評分。)

(c) 當孟德爾提出性狀如何遺傳時，染色體尚未被發現。你認爲孟德爾如何達致他的假說？ (3 分)

解答 **a；原評分 4 分**

甜玉米含較多可溶性糖，細胞水勢較低，發育時經滲透吸收較多水；澱粉不溶於水，對水勢影響較小。乾燥時甜玉米失水較多、內部體積縮小，種皮不能相應收縮，因而形成皺紋；澱粉玉米失水及收縮較少，表面較平滑。

把「糖或澱粉」先轉為可溶性粒子數，再連到水勢及水分移動。不是糖本身把種皮拉皺，而是乾燥前後的水含量和體積變化造成皺紋。官方列出多個相連要點，本小問最多 4 分。

方法：先由子代表現型限制親代的基因型。

b(i)；原評分 3 分

紫色及平滑為顯性性狀。純種親代分別只有紫／平滑與黃／皺的等位基因；F1 每一對基因各由雙親取得一個，均為雜合子，卻全部呈紫色及平滑，故這兩種性狀在雜合子中表現。

若以 P、p 代表顏色，S、s 代表形狀，親代可寫為 PPSS 與 ppss，F1 為 PpSs。判斷顯性要看雜合子表現，不是看哪個性狀在自然界較常見。

b(ii)；原評分 4 分

純種黃色皺紋親代只能產生一種配子。F1 含兩對不同的等位基因，而兩對基因位於不同染色體，減數分裂時獨立分配，產生四種配子。這四種配子分別與黃色皺紋親代的配子受精，形成四種基因型，因而出現紫平、紫皺、黃平、黃皺四種表現型。

具體對照為 PS、Ps、pS、ps 與 ps 結合，分別得到 PpSs、Ppss、ppSs、ppss。

原題要求文字解釋，不能只交一個遺傳圖而省略獨立分配和配子來源。

c；原評分 3 分

孟德爾進行多次有控制的雜交實驗，記錄並統計後代不同表現型的數目，再以規律性的數目比例作邏輯推論，提出遺傳因子分離等假說。

當時尚未看見染色體，不妨礙他從可觀察的後代性狀建立模型。關鍵是大量實驗、量化結果及以結果推論，而不是聲稱他直接觀察基因的分離。

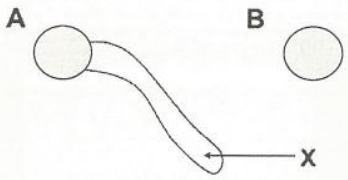
評卷報告提醒（原資料第 2 頁）

甜玉米在發育時先因水勢低吸入較多水，乾燥後才失水皺縮；水分進入空氣是蒸發，不能說經滲透進入空氣。解釋四種後代時必須說明 F1 怎樣形成四類配子。

評分依據：HKDSE 生物 2012 年 卷一乙部 原第 8 題官方評卷參考，原資料第 3、4 頁。

例 4 [HKDSE 生物 2024 年 卷一乙部 原第 10 題]

在一項探究中，將來自某一花朵的花粉放在人工培養基中培植。48 小時後，在光學顯微鏡下觀察，看見有兩種外觀不同的花粉，如下圖所示：



(a) 每種花粉的數目大致相同。已知構造 X 的形成是由單一基因所控制，推斷產生這兩種花粉的親代植物的基因型。 (4 分)

(b) 如果這兩種花粉落在同一物種花朵的柱頭上，哪種花粉會導致種子的形成？試加以解釋。 (3 分)

(c) 在 (a) 的親代植物經自花傳粉產生 100 粒種子。據你在 (b) 的答案，完成下表以顯示這些種子基因型的比例。 (1 分)

基因型	顯性純合型	雜合型	隱性純合型
比例 (%)			

解答 **a；原評分 4 分**

親代植物是控制花粉管形成之基因的雜合子。

花粉經減數分裂形成，屬單倍體，每粒在此基因座只有一個等位基因。A 花粉能形成花粉管 X，帶有功能相應的等位基因；B 不能形成，帶另一種等位基因。兩類花粉由同一株植物形成且數量近相等，表示親株同時擁有這兩種等位基因，減數分裂後各約一半。

b；原評分 3 分

只有 A 類花粉可導致種子形成。

花粉管向胚珠生長，將雄配子送到胚囊的卵細胞，使兩者結合完成受精；胚珠才可發育成種子。B 無花粉管，雄配子不能到達卵細胞，故即使落在柱頭也不會正常完成這一步。

c；原評分 1 分

若能形成花粉管的等位基因為顯性：顯性純合 50%、雜合 50%、隱性純合 0%；若其為隱性，則依次為 0%、50%、50%。

不能直接套用雜合自交的 1:2:1，因為此處只有一類雄配子能受精。以功能等位基因 F、另一等位基因 f 表示，成功雄配子全為 F，卵仍有 F、f 各半，種子因此 FF、Ff 各半。單倍體花粉的表現不能自行證明 F 在二倍體植物中顯性或隱性；兩種百分比排列均須與所選顯隱性定義一致。

評卷報告提醒（原資料第 73 頁）

花粉是單倍體，不能把每粒當作帶兩個等位基因。只有能長花粉管的雄配子可到達胚囊中的卵細胞，所以有效雄配子已被選擇；自花傳粉也不再符合一般 1:2:1。

評分依據：HKDSE 生物 2024 年 卷一乙部 原第 10 題官方評卷參考，原資料第 57 頁。

方法：先由子代表現型限制親代的基因型。

針對練習

1. [HKDSE 生物 2014 年 卷一甲部 原第 12 題]

提示：先由子代表現型限制親代的基因型。

以下哪些親代的血型組合能產生具 AB 血型的後代？

(1) A x B
(2) AB x O
(3) AB x AB

A. 只有 (1) 和 (2)
B. 只有 (1) 和 (3)
C. 只有 (2) 和 (3)
D. (1) 、 (2) 和 (3)

✓ **答案** B

解析 **答案：B**

AB 型必須同時得到 I^A 及 I^B。A×B 可以各提供一個；AB×AB 也可能一方給 I^A、另一方給 I^B。O 型只有 i，故 AB×O 只能得到 A 型或 B 型，不能得到 AB 型，因此只有(1)、(3)。

評分依據：HKDSE 生物 2014 年 卷一甲部 原第 12 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

2. [HKDSE 生物 2021 年 卷一甲部 原第 11 題]

提示：先由子代表現型限制親代的基因型。

11. 人類 ABO 血型系統是由多等位基因控制。等位基因 I^A 和 I^B 分別導致紅血細胞表面具有抗原 A 和 B。等位基因 i 則導致紅血細胞表面沒有抗原 A 和 B。ABO 血型系統涉及多少個基因型？

A. 3
B. 4
C. 6
D. 8

✓ **答案** C

解析 **答案：C**

每人具有這個基因的兩份等位基因。三種同型組合是 I^AI^A、I^BI^B、ii；三種異型組合是 I^AI^B、I^Ai、I^Bi。兩份等位基因的先後次序不產生新基因型，所以共有 6 種，不能把 I^Ai 與 iI^A 重複計算。故選 C。

評分依據：HKDSE 生物 2021 年 卷一甲部 原第 11 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

3. [HKDSE 生物 2021 年 卷一甲部 原第 17 題]

提示：先由子代表現型限制親代的基因型。

17. 雖然孟德爾提出豌豆的特徵是由一對「遺傳因子」所控制，但這想法在他生前都不被認同，直至 20 世紀初才被接納。這是因為他的想法得到

A. 自然選擇理論所支持。
B. 果蠅有相同的遺傳形式所支持。
C. 細胞分裂時染色體的活動所支持。
D. DNA 雙螺旋構造的發現所支持。

✓ **答案** C

解析 **答案：C**

孟德爾先由子代表型比例提出成對遺傳因子的分離。其後觀察到染色體成對存在，並在細胞分裂形成配子時分離，為遺傳因子的分離提供了細胞層面的機制。因此支持來自染色體在細胞分裂中的活動，而不是僅有其他生物也出現相似表型。故選 C。

評分依據：HKDSE 生物 2021 年 卷一甲部 原第 17 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

4. [HKDSE 生物 2013 年 卷一甲部 原第 13 題]
提示：先由子代表現型限制親代的基因型。

某人和他的妻子在血型方面均是雜合的，分別為 A 型和 B 型。他們的兒子屬 AB 血型的機會率是多少？

A. 0
B. 1/4
C. 1/2
D. 3/4

✓ **答案** B

解析 **答案：B**

A 型雜合親代為 I^Ai，B 型雜合親代為 I^Bi。孩子從前者取得 I^A 的機率為 1/2，從後者取得 I^B 的機率也為 1/2，因此 AB 型 I^AI^B 的機率為 1/4。題目已問其兒子的血型，不需再乘男孩機率。

評分依據：HKDSE 生物 2013 年 卷一甲部 原第 13 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

5. [HKDSE 生物 2014 年 卷一甲部 原第 10 題]
提示：先由子代表現型限制親代的基因型。

指示： 參考以下果蠅的兩個交配，解答 10 和 11 兩題。雄性的果蠅是異配性別 (XY)，翅膀的形狀 (正常翅膀或削短翅膀) 則由某基因單獨控制。

	交配 *I*	交配 *II*
親代	雌性正常翅膀 x 雄性削短翅膀	雌性削短翅膀 x 雄性正常翅膀
F_1	12 雌性翅膀正常 11 雄性翅膀正常	11 雌性翅膀正常 11 雄性翅膀削短
F_2	71 雌性翅膀正常 34 雄性翅膀正常 35 雄性翅膀削短	32 雌性翅膀正常 33 雌性翅膀削短 36 雄性翅膀正常

以下哪項由交配 I 所得的觀察，最能支持正常翅膀是顯性表現型的結論？

A. 所有 F_1 個體均具正常翅膀。
B. F_2 中具正常翅膀的個體與具削短翅膀的個體的比例是 3:1。
C. F_2 中具正常翅膀的個體較具削短翅膀的個體為多。
D. F_2 中具正常翅膀的雄性個體與具削短翅膀的雄性個體數目大致相同。

✓ **答案** A

解析 **答案：A**

交配 I 用正常翅與剛短翅親代，F1 全部表現正常翅；這最直接支持正常翅等位基因在 F1 的雜合情況下表現，屬顯性。F2 的比例可提供進一步證據，但本題問最能支持顯性判斷的觀察，選 A。

評分依據：HKDSE 生物 2014 年 卷一甲部 原第 10 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

6. [HKDSE 生物 2018 年 卷一甲部 原第 12 題]
提示：先由子代表現型限制親代的基因型。

指示： 參考以下資料，解答第 12 和 13 題。家儀養有兩隻純種貓。其中一隻貓具有長的白毛，另一隻則具有短的黑毛。已知毛的長度和毛的顏色分別受兩個不同基因控制。上述兩隻貓生了四隻具有長的黑毛的小貓。

從以上個案能得出以下哪些結論？

(1) 長毛屬顯性，短毛則屬隱性。
(2) 四隻小貓在毛的長度和毛的顏色兩方面均具相同的基因型。
(3) 控制毛的長度的基因與控制毛的顏色的基因位於不同染色體。

A. 只有 (1) 和 (2)
B. 只有 (1) 和 (3)
C. 只有 (2) 和 (3)
D. (1)、(2) 和 (3)

✓ **答案** A

解析 **讀題與方法**

「純種」先固定親代的基因型，再分別處理毛長和毛色。

答案：A

以 L 表示長毛的等位基因、l 表示短毛，以 B 表示黑毛、b 表示白毛。純種長白貓可寫為 LLbb，純種短黑貓可寫為 llBB；親代分別提供 Lb 和 lB 配子，因此第一子代都是 LlBb。第一子代全為長毛，支持長毛相對短毛為顯性；四隻第一子代在這兩個基因上的基因型也相同。因此（1）、（2）成立。這個純合親代的雜交結果，沒有提供兩個基因位於不同染色體的充分證據；即使存在連鎖，這一步仍可得到相同的第一子代。故選 A。

易錯處

看到兩個性狀就自動假設獨立分配，跳過題目能否支持該假設的檢查。

評分依據：HKDSE 生物 2018 年 卷一甲部 原第 12 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

7. [HKDSE 生物 2018 年 卷一甲部 原第 13 題]

提示：先由子代表現型限制親代的基因型。

指示： 參考以下資料，解答第 12 和 13 題。家儀養有兩隻純種貓。其中一隻貓具有長的白毛，另一隻則具有短的黑毛。已知毛的長度和毛的顏色分別受兩個不同基因控制。上述兩隻貓生了四隻具有長的黑毛的小貓。

小貓長大後互相交配，生了第二子代 (F_2)。這些第二子代的小貓中，有一隻具有短的白毛。以下哪些過程最有機會引致這新表現型的出現？

(1) 突變
(2) 配子的隨機受精
(3) 染色體獨立分配

A. 只有 (1) 和 (2)
B. 只有 (1) 和 (3)
C. 只有 (2) 和 (3)
D. (1)、(2) 和 (3)

✓ **答案** C

解析 **讀題與方法**

先問產生新表型是否需要新等位基因，還是既有等位基因重新組合便足夠。

答案：C

第一子代同時帶有短毛和白毛的隱性等位基因，雖然這些性狀未在第一子代表現。減數分裂時的基因分配可形成不同配子，配子再隨機結合，便可能把兩個隱性性狀組合在同一後代。因此題目所列的獨立分配和隨機受精能解釋這種組合，沒有必要另假設突然產生突變。故選 C。 本題沒有要求計算比例；不能僅憑見到一隻短白貓，反過來斷言已證明兩個基因不連鎖。

易錯處

只要子代表型與親代不同，就一概寫成基因突變。

評分依據：HKDSE 生物 2018 年 卷一甲部 原第 13 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

8. [HKDSE 生物 2021 年 卷一甲部 原第 16 題]
提示：先由子代表現型限制親代的基因型。

16. 把一株具紅花的植株和一株具白花的植株雜交，F1 子代中半數為紅花植株，半數為白花植株。當 F1 的白花植株進行自交，所有 F2 子代均為白花植株。由此可以得出什麼結論？

A. 親代的紅花植株屬純合的。
B. 親代的白花植株屬雜合的。
C. 這個品種中，白色花屬顯性性狀。
D. 這個品種中，紅色花屬顯性性狀。

✓ **答案** D

解析 **答案：D**

F1 白花植株自交所得 F2 全為白花，支持白花植株為能穩定傳遞的隱性純合。若以 R 表示紅花顯性等位基因、r 表示白花，親代可為 Rr × rr，產生一半紅花、一半白花；F1 白花 rr 自交仍全為 rr。由此支持紅花為顯性。故選 D。

評分依據：HKDSE 生物 2021 年 卷一甲部 原第 16 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

9. [HKDSE 生物 2022 年 卷一甲部 原第 3 題]
提示：先由子代表現型限制親代的基因型。

3. 在孟德爾的實驗中，他提出豌豆的特徵是由一對「遺傳因子」所控制。這些因子會在某「過程」中分開，然後傳給後代。按現今對遺傳學的認知，「遺傳因子」和「過程」分別代表什麼？

	遺傳因子	過程
A.	等位基因	第一次減數細胞分裂
B.	等位基因	第二次減數細胞分裂
C.	染色體	第一次減數細胞分裂
D.	染色體	第二次減數細胞分裂

✓ **答案** A

解析 **答案：A**

孟德爾所說的一對遺傳因子就是一對等位基因。它們位於一對同源染色體的相同位置；在第一次減數分裂中，同源染色體分到不同的子細胞，使這對等位基因分離。第二次減數分裂主要分開姐妹染色單體。

評卷報告提醒（原資料第 1 頁）

等位基因位於同源染色體的對應位置；它們在第一次減數分裂分開。把遺傳因子寫成整條染色體，或把分離放在第二次減數分裂，都混淆了層級。

評分依據：HKDSE 生物 2022 年 卷一甲部 原第 3 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

10. [HKDSE 生物 2024 年 卷一甲部 原第 6 題]
提示：先由子代表現型限制親代的基因型。

指示： 參考下圖，解答第 4 至 6 題。下圖顯示某細胞的染色體在減數細胞分裂初期的外觀：



孟德爾定律可以用來解釋題 5 中子細胞的染色體組合。以下哪項正確顯示該對應的孟德爾定律及定律所描述的減數細胞分裂階段？

	孟德爾定律	階段
A.	分離定律	第一次減數細胞分裂
B.	分離定律	第二次減數細胞分裂
C.	獨立分配定律	第一次減數細胞分裂
D.	獨立分配定律	第二次減數細胞分裂

✓ **答案** C

解析 **答案：C**

題 5 比較不同對染色體可如何組合，對應獨立分配定律。不同同源對在第一次減數分裂獨立排列及分離，使來自父、母方的染色體產生不同組合；第二次分裂主要是姐妹染色單體分離。

評分依據：HKDSE 生物 2024 年 卷一甲部 原第 6 題官方評卷參考，原資料第 49 頁。

11. [HKDSE 生物 2024 年 卷一甲部 原第 16 題]

提示：先由子代表現型限制親代的基因型。

指示： 參考下表有關某種植物的一些雜交結果，解答第 16 至 18 題。這種植物產生的個體會長出只有雄蕊的雄性花朵或只有心皮的雌性花朵。花朵的顏色是由一個基因控制。

雜交	雄性親代	雌性親代	後代
1	白花	白花	全是白花
2	紅花	白花	全是紅花
3	白花	紅花	全是紅花
4	紅花	白花	有些是紅花、有些是白花
5	?	紅花	有些是紅花、有些是白花

已知這植物的性別決定跟人類相似。以下哪個組合正確描述這植物控制長出白花的等位基因？

	顯性或隱性	等位基因的位置
A.	顯性	常染色體
B.	顯性	性染色體
C.	隱性	常染色體
D.	隱性	性染色體

✓ **答案** C

解析 **答案：C**

白花×白花全為白花，而適當的紅花×白花可全為紅花，支持紅為顯性、白為隱性。雜交 2 與 3 對調父母的性別後仍全紅，且符合常染色體模型，故控制白花的等位基因是常染色體上的隱性基因。

評分依據：HKDSE 生物 2024 年 卷一甲部 原第 16 題官方評卷參考，原資料第 49 頁。

12. [HKDSE 生物 2024 年 卷一甲部 原第 18 題]

提示：先由子代表現型限制親代的基因型。

指示： 參考下表有關某種植物的一些雜交結果，解答第 16 至 18 題。這種植物產生的個體會長出只有雄蕊的雄性花朵或只有心皮的雌性花朵。花朵的顏色是由一個基因控制。

雜交	雄性親代	雌性親代	後代
1	白花	白花	全是白花
2	紅花	白花	全是紅花
3	白花	紅花	全是紅花
4	紅花	白花	有些是紅花、有些是白花
5	?	紅花	有些是紅花、有些是白花

以下哪項有關雜交 5 的陳述是正確的？

A. 雌性親代可能是純合子。
B. 雄性親代可能是紅花純合子。
C. 雄性親代可能是白花純合子。
D. 雄性親代可能是白花雜合子。

✓ **答案** C

解析 **答案：C**

雜交 5 有白花 rr 後代，兩親本都必須提供 r；紅花母本因此為 Rr。父本可以是 rr 白花純合子，也可以是 Rr 紅花雜合子，但不能是 RR。白花既是隱性，也不會有「白花雜合子」。

評分依據：HKDSE 生物 2024 年 卷一甲部 原第 18 題官方評卷參考，原資料第 49 頁。

13. [HKDSE 生物 練習卷 卷一甲部 原第 11 題]

提示：先由子代表現型限制親代的基因型。

一對夫婦育有兩名子女，兒子的血型爲 B 型，女兒則爲 A 型。以下哪項組合**不可能**是這對夫婦的基因型？

(註：I^A、I^B 和 i 分別代表負責製造抗原 A、抗原 B 和不製造抗原 A 或 B 的等位基因。)

A. I^Ai 和 I^Bi
B. I^AI^A 和 I^Bi
C. I^AI^B 和 I^AI^B
D. I^AI^B 和 I^Bi

✓ **答案** B

解析 **答案：B**

B 選項一方為 I^AI^A，所有配子都提供 I^A，因此子女只可能為 A 或 AB 型，無法產生題中的 B 型兒子。其他組合可分別提供 I^A、I^B 及需要的 i，能產生 A 及 B 型子女。

評分依據：HKDSE 生物 練習卷 卷一甲部 原第 11 題官方評卷參考，原資料第 2 頁。

14. [HKDSE 生物 練習卷 卷一甲部 原第 13 題]

提示：先由子代表現型限制親代的基因型。

豚鼠的毛色基因和毛長基因是位於不同的染色體。相對於棕毛和短毛而言，黑毛和長毛的等位基因分別屬於隱性。將毛色和毛長均爲雜合的豚鼠交配，在所產生的 112 隻後代中，預期有多少隻是同時擁有黑毛和短毛的？

A. 21
B. 28
C. 56
D. 63

✓ **答案** A

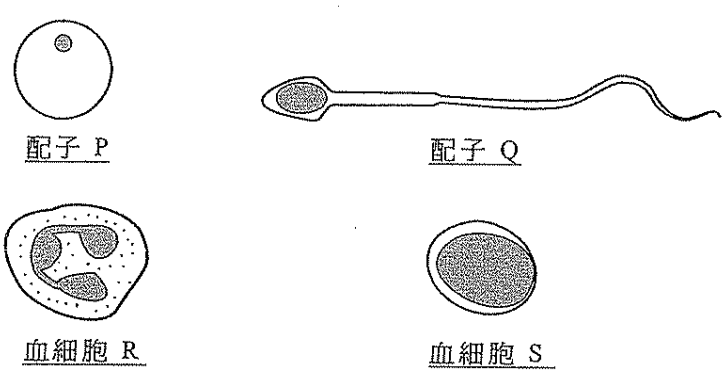
解析 **答案：A**

兩對基因在不同染色體上，且親本均為雙雜合。黑毛為顯性，黑毛機率 3/4；短毛為隱性，短毛機率 1/4。兩性狀獨立分配，黑而短為 3/16；112×3/16=21 隻，選 A。

評分依據：HKDSE 生物 練習卷 卷一甲部 原第 13 題官方評卷參考，原資料第 2 頁。

15. [HKDSE 生物 樣本卷 卷一甲部 原第 19 題]
提示：先由子代表現型限制親代的基因型。

指引： 參考下圖，解答 19 和 20 兩題。圖示四種人體細胞：



下列有關這些細胞所含染色體的敍述中，哪項 (些) 是正確的？

(1) P 和 Q 皆含有相同的染色體數目。
(2) P 和 R 必定有一條 X 染色體。
(3) Q 和 S 必定有一條 Y 染色體。

A. 只有 (1)
B. 只有 (3)
C. 只有 (1) 和 (2)
D. 只有 (2) 和 (3)

✓ **答案** C

解析 **答案：C**

P 是卵子、Q 是精子，兩者正常均為單倍體，因此 (1) 正確。卵子必有 X；R 是有核白血細胞，正常 XX 或 XY 體細胞至少有一條 X，所以 (2) 正確。精子可以帶 X 或 Y，S 若來自女性也沒有 Y，故 (3) 的「必定」錯誤，選 C。

評分依據：HKDSE 生物 樣本卷 卷一甲部 原第 19 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

16. [HKDSE 生物 樣本卷 卷一甲部 原第 30 題]
提示：先由子代表現型限制親代的基因型。

生男對生女的機會是 1:1。這是由於

(1) 每一顆卵子只被一枚精子受精。
(2) 卵子與精子的受精是隨機的。
(3) 含不同性染色體的精子的產生比例相等。

A. 只有 (2)
B. 只有 (1) 和 (3)
C. 只有 (2) 和 (3)
D. (1)、(2) 和 (3)

✓ **答案** C

解析 **答案：C**

正常卵子均帶 X，精子中帶 X 和帶 Y 的種類通常以相近比例形成；兩類精子與卵子的受精是隨機的，才使 XX 與 XY 的預期機會約相同。因此 (2)、(3) 共同支持 1:1。每個卵子由一個精子受精本身不能說明兩類精子的比例，故 (1) 不是這個比例的原因，選 C。

評分依據：HKDSE 生物 樣本卷 卷一甲部 原第 30 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

17. [HKDSE 生物 2017 年 卷一甲部 原第 8 題]
提示：先由子代表現型限制親代的基因型。

人類的 B 型血對於 O 型血而言是顯性的。某家庭中，父親和母親的血型分別是 O 型和 B 型，他們育有兩名 B 型血的孩子。父親的結論是妻子必定是純合的 B 型血。這個結論是否正確？

A. 否。因為除 B 型和 O 型外，尚有其他血型。
B. 否。因為即使母親是雜合的，每名孩子均 50% 機會是 B 型血的。
C. 是。因為父親沒有 B 型血的等位基因，所有 B 型血的等位基因均來自母親。
D. 是。因為若母親是雜合的，一名孩子應屬 B 型血，而另一名孩子則應屬 O 型血。

✓ **答案** B

解析 **答案：B**

父親 O 型是 ii。若母親為 I^Bi，每個孩子仍各有 1/2 機會為 B 型；連續兩個孩子都是 B 型的機會為 1/2×1/2＝1/4，完全可能。因此不能斷定母親 I^BI^B，選 B。概率 1：1 不是規定兩個孩子必須各一種血型。

評分依據：HKDSE 生物 2017 年 卷一甲部 原第 8 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

18. [HKDSE 生物 樣本卷 卷一乙部 原第 7 題]
提示：先由子代表現型限制親代的基因型。

陳先生和陳太太誕下一對孿生兒 —— 安兒和珍兒。下表列出這對孿生兒的某些性狀：

性狀	安兒	珍兒
身體質量 (6 歲時)	20 kg	21 kg
色覺	正常	正常
血型	O 型	AB 型
智商	110	105

(a) 指出她們屬於哪一種的孿生兒。解釋如何得出你的答案。 (3 分)

(b) 已知決定血型的抗原的等位基因是 I^A、I^B 和 i，指出陳先生和陳太太的基因型。 (2 分)

(c) 等位基因 I^A 編碼着某種酶，該酶負責製造紅血細胞表面的抗原 A。概述等位基因 I^A 表達而導致形成此酶的過程。 (6 分)

✓ **答案** 各小問的答案、推理及相應分值依原題順序列於下方。

解析 **a；原評分 3 分**

異卵孿生，因為一人為 O 型、另一人為 AB 型，血型的基因型不同。

O 型對應 ii，AB 型對應 I^AI^B，兩者不同的遺傳組合不能用一般成長環境差異解釋，因此支持由兩個不同卵子分別受精。體重和智商可能受環境影響，單靠它們不同不足以排除同卵孿生；本題最有力的證據是血型。

b；原評分 2 分

一位親本為 I^Ai，另一位為 I^Bi；兩者性別可以互換。

O 型孩子 ii 表示父母各提供一個 i，所以兩位親本都必須帶 i。AB 型孩子 I^AI^B 又表示一位親本能提供 I^A，另一位能提供 I^B，合起來只能是 I^Ai 與 I^Bi。

$I^Ai \times I^Bi$ 可形成 I^AI^B、I^Ai、I^Bi、ii。

題目沒有資料決定哪一基因型必定屬父親，不能強行指定。

c；原評分 6 分

I^A 的 DNA 序列先經轉錄形成互補 mRNA；mRNA 離開細胞核到核糖體，tRNA 按密碼子帶來氨基酸；氨基酸依序以肽鍵連接成多肽，多肽摺疊成有功能的酶。

先從「DNA 保存順序」開始：轉錄時只以相應 DNA 鏈作模板，利用鹼基互補形成 mRNA。mRNA 經核孔進入細胞質，附到核糖體；每個 tRNA 的反密碼子與相應 mRNA 密碼子配對，令所攜氨基酸按正確順序排列。相鄰氨基酸形成肽鍵，鏈逐步延長，最後摺疊形成具適當活性位的酶，才可催化抗原 A 的形成。基因不是直接變成抗原。成熟紅血細胞沒有細胞核，不能把以上轉錄步驟寫成在成熟紅血細胞內發生。

評分依據：HKDSE 生物 樣本卷 卷一乙部 原第 7 題官方評卷參考，原資料第 3 頁。

題型 3 由家譜與育種資料推遺傳風險

綜合程度 ★★★★☆

知識梳理

① 正常父母生出患病子女，可在簡化單基因模型中支持隱性遺傳，但仍須檢查性別等條件。X 連鎖題要把等位基因寫在 X 上：兒子的 X 由母親提供，女兒則從父、母各得一條 X。

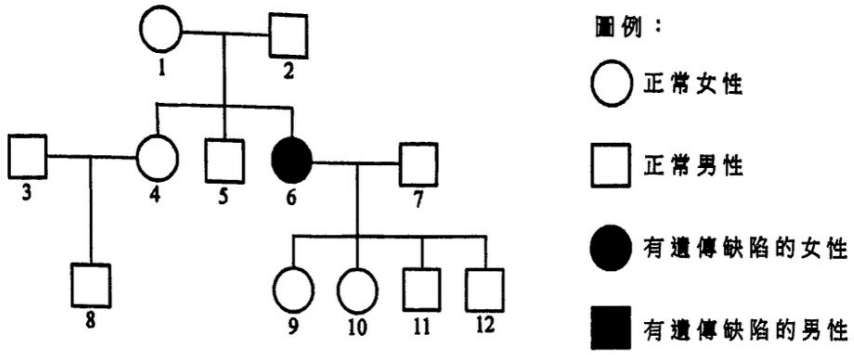
② 未知的正常個體可能是純合或帶因者，不能把所有正常人自動寫成純合。概率題還要分清已知是男孩與尚未限定性別。

③ 近親較可能帶有同一祖先傳下的隱性有害等位基因，交配後可能增加該基因純合的機會；風險來自基因組合，不能概括成每個純種個體都患病。

點石成金　先用最有判別力的親子關係排除模型，再列每個未知個體的可能基因型，最後計算條件下的概率。

例 1　[HKDSE 生物 2021 年 卷一甲部 原第 13 題]

指示：　參考以下的譜系，解答第 13 至 15 題。該譜系顯示由一對等位基因控制的某種遺傳缺陷的遺傳：



13.　個體 6 有該表現型，因為這個體的有缺陷等位基因是來自

A.　父母各自的常染色體。
B.　父親的 Y 染色體。
C.　母親的 X 染色體。
D.　父母各自的 X 染色體。

解答　**答案：A**

個體 1、2 表型正常，卻有患病女兒 6，支持致病等位基因為隱性。若屬 X 染色體隱性，患病女兒的父親也應帶有並表現該等位基因，與正常父親矛盾。故 6 是從父母各自的常染色體取得一份隱性等位基因。故選 A。

方法：先排除遺傳模型，再列可能基因型。

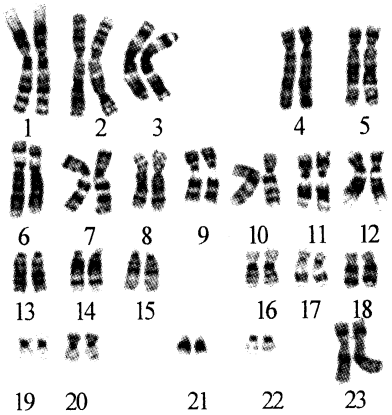
評分依據：HKDSE 生物 2021 年 卷一甲部 原第 13 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

例 2　[HKDSE 生物 2013 年 卷一乙部 原第 4 題]

紅綠色盲屬人類中的 X 染色體隱性連鎖性狀。卓文是紅綠色盲人士，而他的女兒美琪則視覺正常。

(a)　在沒有使用遺傳圖的情況下，推斷美琪的基因型。　(4 分)

(b)　美琪現正懷孕，以下顯微照片顯示她的胎兒的染色體組型：



(i)　我們可否由顯微照片推斷這胎兒是否紅綠色盲人士？試加以解釋。　(2 分)

(ii)　她的胎兒是男孩，還是女孩？根據顯微照片，試加以解釋。　(3 分)

解答 a；原評分 4 分

美琪是雜合攜帶者。她的父親色盲，其唯一 X 染色體帶有隱性的色盲等位基因；女兒必須從父親得到這條 X。美琪視覺正常，故另一條從母親取得的 X 必須帶有正常視覺的顯性等位基因，所以她為 X^NX^n。

原題要求不用遺傳圖，應完整說出父親基因、父女之間 X 的傳遞、美琪正常的條件及雜合結論，不能只寫一個基因型符號。

b(i)；原評分 2 分

不能。染色體組型只顯示染色體的數目及外形，不能看見控制紅綠色覺的具體等位基因。

色盲通常不是一整條染色體的大小或數目異常，因此即使照片很清晰，也不能從兩條 X 的外觀分辨是否帶色盲基因。

b(ii)；原評分 3 分

胎兒為女孩。第 23 對的兩條染色體大小及長度相近，為兩條 X 染色體，即 XX。

必須把圖中第 23 對的可見特徵連到 XX，而不是只因照片沒有標示 Y 便下結論。

評卷報告提醒（原資料第 2 頁）

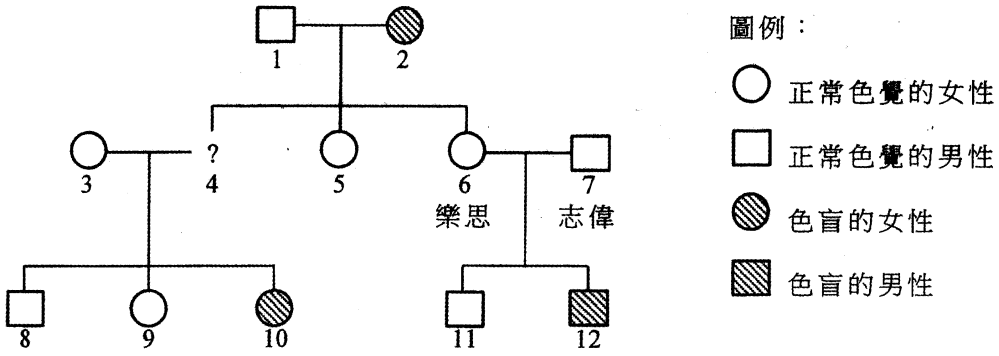
女兒從色盲父親獲得帶隱性等位基因的 X；染色體照片只能看數量外形，不能見特定等位基因。

評分依據：HKDSE 生物 2013 年 卷一乙部 原第 4 題官方評卷參考，原資料第 3 頁。

方法：先排除遺傳模型，再列可能基因型。

例 3　[HKDSE 生物 2016 年 卷一乙部 原第 10 題]

10. 色盲屬 X 連鎖隱性遺傳病。以下譜系顯示某家族內色盲的遺傳：



(a) 色盲是光感受器的不正常發育所致。寫出有關的光感受器的種類。該光感受器的最高豐度在眼球內哪個位置？　(2 分)

(b) 以 R 代表色覺的顯性等位基因，r 代表隱性等位基因。利用遺傳圖，推斷個體 1 和個體 2 的後代可能出現的所有基因型和表現型。　(5 分)
(注意：不接受龐氏表)

(c) 參考譜系的圖例，繪畫代表個體 4 的所有可能的圖形。　(1 分)

(d) 樂思（個體 6）最近誕下一個女嬰。因為她其中一個兒子（個體 12）患有色盲，樂思擔心女兒也會有色盲。志偉（個體 7）告訴她可以安心：

不必憂慮。因為我有正常色覺，我們的女兒不會有事的！

志偉的說法有什麼理據？　(5 分)
(注意：遺傳圖解不獲評分)

寫

解答 (a)；原評分 2 分

視錐細胞；視網膜的黃點。

辨色由視錐細胞負責，黃點含高密度視錐細胞，視覺最敏銳。視桿細胞主要支援弱光視覺，不能用來解釋本題的辨色異常。

方法：先排除遺傳模型，再列可能基因型。

(b)；原評分 5 分

親代：個體 1 為 X^RY，個體 2 為 X^rX^r。父方配子為 X^R 或 Y，母方配子均為 X^r；女兒皆 X^RX^r，正常但攜帶；兒子皆 X^rY，色盲。

先由正常男性確定 X^RY，由色盲女性確定 X^rX^r，再列減數分裂形成的配子，最後以箭線連接各種受精組合。下圖採用親代—配子—子代的遺傳圖解，符合題目『不接受龐氏表』的要求。符號 R、r 必須寫在 X 上；Y 不能任意加上相同等位基因。

(c)；原評分 1 分

只能是塗黑的正方形，即色盲男性。

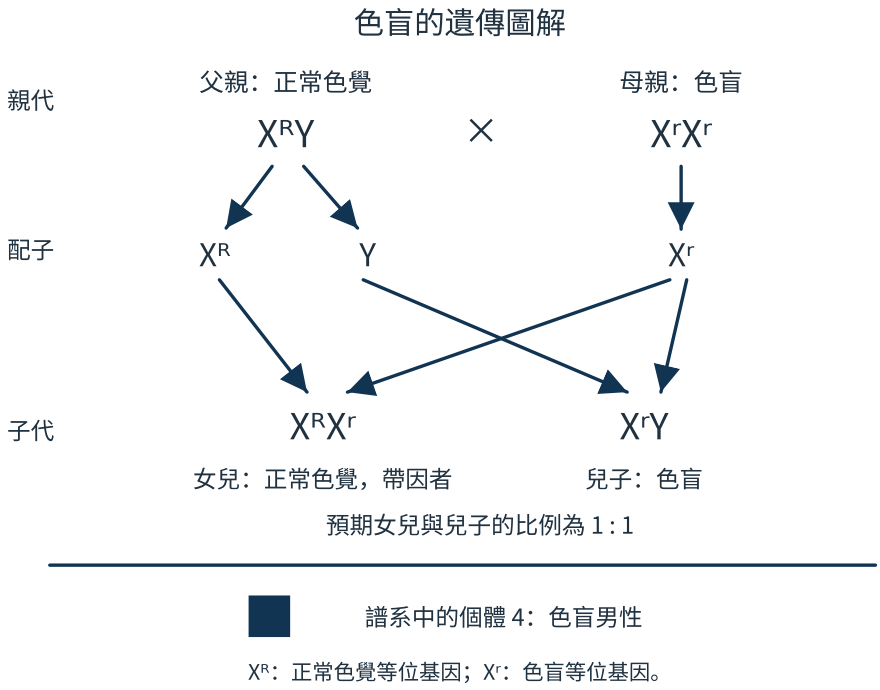
個體 4 是個體 1、2 的兒子；母親只提供 X^r，兒子由父親取得 Y，故必為 X^rY。也可由個體 4 與正常女性生出色盲女兒 10 反推：女兒需要父親提供 X^r。兩條推理均指向塗黑正方形。

(d)；原評分 5 分

志偉正常，唯一的 X 染色體必帶 X^R；所有女兒都從父親取得這條 X^R。即使女兒從母親取得 X^r，X^R 也會掩蓋隱性的 X^r，因此女兒仍有正常色覺。

用文字逐步交代五個關節：男性只有一條 X；正常表型確定其帶 R；女兒必承父方 X；R 對 r 顯性；所以不論母方給 R 或 r，女兒都不會因本家譜的隱性等位基因而色盲。

題目明言遺傳圖解不給分，本問應完整寫成文字。



對應原題的作圖答案

評卷報告提醒（原資料第 3 頁）

遺傳圖解須有親代、配子、子代和題目指定符號。譜系符號中的患病男性應畫成填滿的正方形；不能只在旁邊寫文字。

評分依據：HKDSE 生物 2016 年 卷一乙部 原第 10 題官方評卷參考，原資料第 5 頁。

例 4 [HKDSE 生物 2019 年 卷一乙部 原第 11 題]

考生須以短文形式回答以下題目。評分準則包括內容切題，鋪排合乎邏輯，以及表達清晰。

現今，飼養貓狗等寵物在香港日趨普及。部分人士偏愛飼養純種寵物而非雜種寵物。可是，因為育種方法不同，與雜種寵物比較，純種寵物患上遺傳病的風險通常較高。為了保持血統純正，純種寵物是由近親交配所生。解釋為什麼遺傳病往往由隱性等位基因所攜帶。透過比較育種方法對後代基因組成的影響，討論為什麼純種寵物較雜種寵物患上遺傳病的風險較高。 (11 分)

方法：先排除遺傳模型，再列可能基因型。

解答　論述；原評分 11 分

遺傳病相關的等位基因可以由突變產生。有害等位基因是否容易留在種羣中，與它在個體中有沒有表現及如何影響繁殖有關。依題目的簡化模型，若有害等位基因是顯性，雜合個體也會發病，較易受到自然選擇影響而減少生存或繁殖，傳給下一代的機會便較低。若是隱性，健康的雜合攜帶者可由正常顯性等位基因掩蓋病徵，仍能繁殖並傳遞隱性基因，因此這類有害等位基因較容易保留。

純種寵物為維持指定特徵而反覆近親交配。近親有共同祖先，較可能繼承相同等位基因；其後代從雙親取得同一等位基因的機會較高，經多代便增加多個基因座的純合性。若雙親帶有同一隱性致病等位基因，後代就較可能成為隱性純合而發病。例如兩個未發病的 Aa 攜帶者可以生出 aa 患病後代，說明外表健康不能排除遺傳風險；這個例子不表示每種近親配對都有固定相同的風險。

雜種寵物的親代來自不同血統，等位基因組合較不同，後代較可能在相關基因座保持雜合。某一方帶來的隱性有害等位基因可被另一方正常顯性等位基因掩蓋，因而較少表現隱性遺傳病。比較的核心是育種方法改變等位基因配對及純合機會，不是近親交配必定製造更多突變，也不是所有純種必定患病或所有雜種完全不會患病。

正文先比較顯性與隱性有害等位基因被選擇的機會，再比較近親及不同血統交配如何改變純合性，最後連到遺傳病表現。這樣同時回答「為何常見隱性病」和「為何純種風險較高」兩部分。評分亦要求條理與用詞清楚，不能只列「基因相似、近親、易生病」而沒有因果連結。

評卷報告提醒（原資料第 7 頁）

報告指出，不少答案只有遺傳術語，沒有回答隱性病等位基因如何隱藏於雜合體並傳下去。近親繁殖增加相同有害隱性等位基因相遇形成純合體的機會；純種不等於每一基因都純合，雜種也不等於每一基因都雜合。

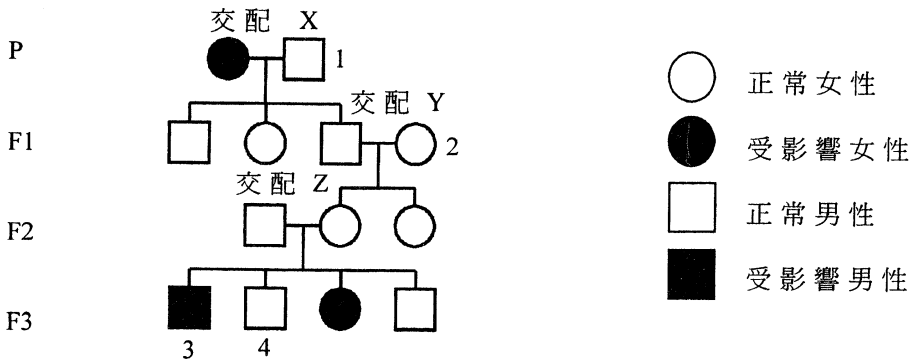
評分依據：HKDSE 生物 2019 年 卷一乙部 原第 11 題官方評卷參考，原資料第 6 頁。

針對練習

1. [HKDSE 生物 2013 年 卷一甲部 原第 15 題]

提示：先排除遺傳模型，再列可能基因型。

參考以下譜系，解答 15 至 17 三題。譜系顯示某性狀的遺傳。該性狀是由一對位於常染色體（即非性染色體）上的等位基因所控制：



以下哪項(些)交配可用以推斷哪個表現型屬於顯性？

A. 只有交配 Y
B. 只有交配 Z
C. 只有交配 X 和 Y
D. 只有交配 X 和 Z

✓ **答案** B

解析 **答案：B**

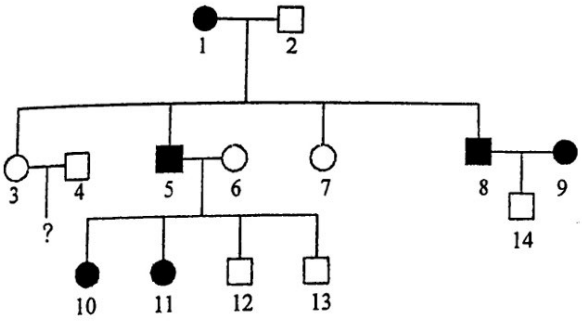
交配 Z 的雙親均正常，卻生下受影響的子女；在題設單一常染色體基因模型下，這顯示受影響性狀為隱性，正常雙親均可為攜帶者。X 的一方受影響、子女全正常，以及 Y 的正常雙親與正常子女，都不能單獨排除其他基因型，所以只有 Z 足以判定。

評分依據：HKDSE 生物 2013 年 卷一甲部 原第 15 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

2. [HKDSE 生物 2020 年 卷一甲部 原第 36 題]

提示：先排除遺傳模型，再列可能基因型。

指示： 參考以下譜系，回答第 35 和 36 題。譜系顯示某遺傳病的遺傳情況：



圖例：
● = 受影響的女性
■ = 受影響的男性
○ = 正常女性
□ = 正常男性

36. 個體 3 和個體 4 生育一個正常男性的機會率是多少？

A. 0
B. 0.25
C. 0.5
D. 1

✓ **答案** C

解析 **答案：C**

上一題兩種仍可能的模型都是顯性。個體 3、4 都正常，所以在常染色體顯性模型下均不帶致病顯性等位基因；在 X 連鎖顯性模型下，也沒有致病 X。因此無論採哪個仍可行的模型，他們的孩子在本題簡化假設下都正常。

正常男孩的機率 = 正常的機率 × 男孩的機率。

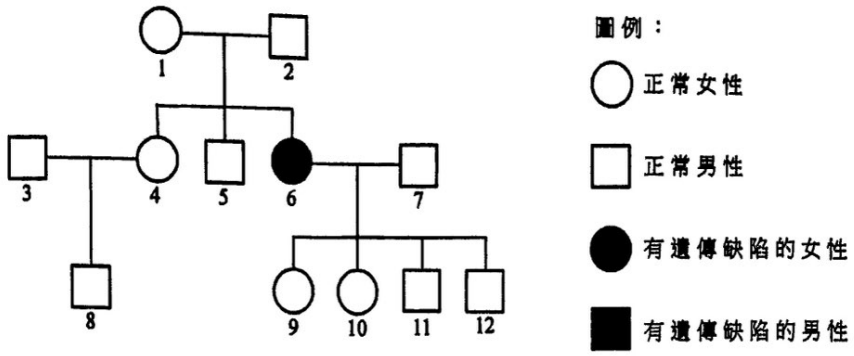
= 1 × 1/2 = 0.5。

故選 C。正常的機率已是 1，不要再無根據地乘一次 1/2 而得到 0.25。

評分依據：HKDSE 生物 2020 年 卷一甲部 原第 36 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

3. [HKDSE 生物 2021 年 卷一甲部 原第 14 題]
提示：先排除遺傳模型，再列可能基因型。

指示： 參考以下的譜系，解答第 13 至 15 題。該譜系顯示由一對等位基因控制的某種遺傳缺陷的遺傳：



14. 個體 6 和 7 的子代均屬正常，因為每名子代都

A. 由父親獲得正常等位基因。
B. 由父母各自獲得正常等位基因。
C. 由父親獲得有缺陷等位基因。
D. 由母親獲得有缺陷等位基因。

✓ **答案** A

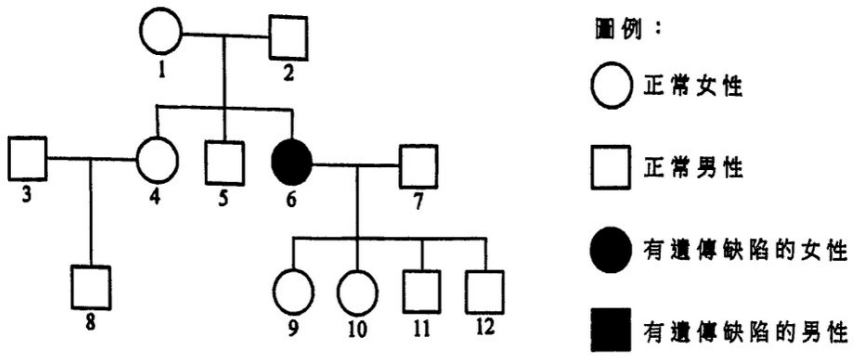
解析 **答案：A**

承上題以 a 表示隱性致病等位基因，母親 6 為 aa，所以每名子代都必定由母親得到 a。圖中子代表型正常，表示他們另有一份正常的顯性等位基因，這一份只能來自父親 7。不能寫成子代沒有遺傳母親的致病等位基因。故選 A。

評分依據：HKDSE 生物 2021 年 卷一甲部 原第 14 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

4. [HKDSE 生物 2021 年 卷一甲部 原第 15 題]
提示：先排除遺傳模型，再列可能基因型。

指示： 參考以下的譜系，解答第 13 至 15 題。該譜系顯示由一對等位基因控制的某種遺傳缺陷的遺傳：



15. 以下哪項正確顯示個體 8 可能具有的基因型？

A. 只有雜合型
B. 只有顯性純合型
C. 只有隱性純合型
D. 顯性純合型和雜合型

✓ **答案** D

解析 **答案：D**

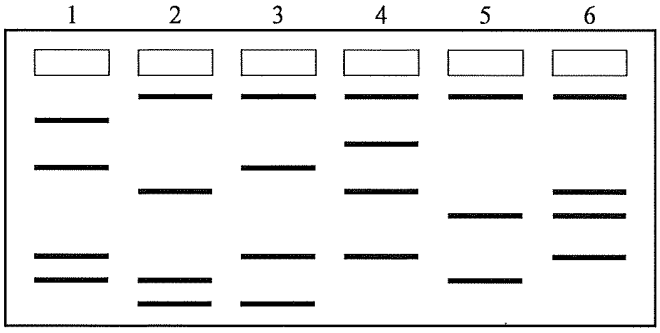
此缺陷為常染色體隱性遺傳。正常個體可以是顯性純合 AA，也可以是攜帶一份隱性等位基因的 Aa。家譜未提供能排除其中一種的證據，因此個體 8 的可能基因型包括 AA 與 Aa；不能僅憑正常表型便斷定是純合。故選 D。

評分依據：HKDSE 生物 2021 年 卷一甲部 原第 15 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

5. [HKDSE 生物 2023 年 卷一甲部 原第 26 題]

提示：先排除遺傳模型，再列可能基因型。

The DNA fingerprints below show the screening of a rare genetic disease in a family of six members:



The onset of the disease occurs in adulthood. Members 2 and 6 have already shown the symptoms of the disease. Which member is likely to have inherited this disease too?

A. 1
B. 3
C. 4
D. 5

✓ **答案** C

解析 **答案：C**

先找已患病成員 2 和 6 共有、可區別其他正常組合的帶，再檢查誰也有它。成員 4 與兩名患者共有相關位置的帶，故最可能也繼承了與疾病相連的 DNA 片段。疾病成年才出現，未有症狀不表示沒有帶病基因。

評分依據：HKDSE 生物 2023 年 卷一甲部 原第 26 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

6. [HKDSE 生物 2025 年 卷一甲部 原第 27 題]

提示：先排除遺傳模型，再列可能基因型。

果蠅的遺傳病 Z 由一對等位基因控制。一隻有遺傳病 Z 的雄性果蠅與一隻正常的雌性果蠅交配後，產生的子代中，120 隻屬正常的雄性，116 隻屬患病的雌性。以下哪個有關遺傳病 Z 的等位基因的組合是正確的？

	顯性或隱性	致遺傳病 Z 的等位基因的基因位點
A.	顯性	在常染色體上
B.	顯性	在性染色體上
C.	隱性	在常染色體上
D.	隱性	在性染色體上

✓ **答案** B

解析 **答案：B**

題中患病雄果蠅與正常雌果蠅交配，子代為 120 隻正常雄性、116 隻患病雌性。以 X 上的顯性致病等位基因解釋最符合：父親 X^D Y，母親 X^d X^d；女兒均為 X^D X^d 而患病，兒子均為 X^d Y 而正常。所以是顯性、位於性染色體，選 B。常染色體模式不解釋如此一致的性別差異；X 連鎖隱性也不符合正常母親與患病父親產生全部患病女兒、正常兒子的模式。

所用知識

父親把 X 染色體傳給女兒，把 Y 染色體傳給兒子。是否顯性，仍需由取得相關等位基因後的表型判斷。

易錯處

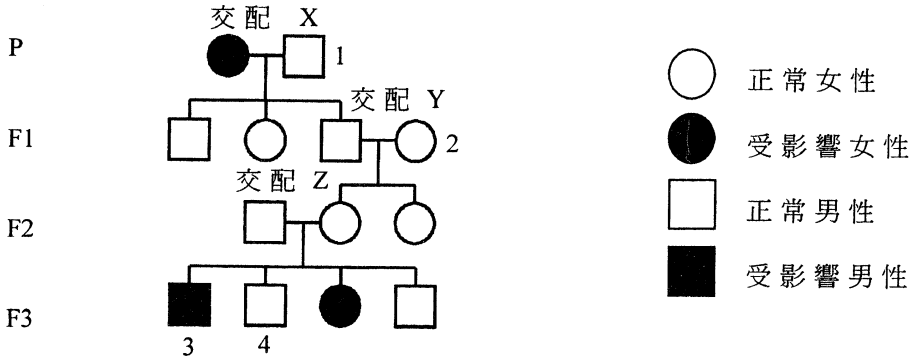
不要看到『遺傳病』就預設隱性，也不要把伴性一律寫成隱性。

評分依據：HKDSE 生物 2025 年 卷一甲部 原第 27 題官方評卷參考，原資料第 51 頁。

7. [HKDSE 生物 2013 年 卷一甲部 原第 16 題]

提示：先排除遺傳模型，再列可能基因型。

參考以下譜系，解答 15 至 17 三題。譜系顯示某性狀的遺傳。該性狀是由一對位於常染色體（即非性染色體）上的等位基因所控制：



個體 1 和 2 的基因型可能是什麼？

	個體 1	個體 2
A.	純合的	純合的
B.	純合的	純合的或雜合的
C.	純合的或雜合的	純合的
D.	純合的或雜合的	純合的或雜合的

✓ **答案** D

解析 **答案：D**

以 a 表示隱性的受影響等位基因，受影響女性為 aa，她的正常兒子必為 Aa。個體 1 可能是 AA，也可能是 Aa 而剛好所示子女均正常；個體 2 可為 AA 或 Aa，兩種情況都可能產生後來參與 Z 交配的攜帶者女兒。因此兩人的基因型均可能純合或雜合，選 D。

評分依據：HKDSE 生物 2013 年 卷一甲部 原第 16 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

8. [HKDSE 生物 2014 年 卷一甲部 原第 11 題]

提示：先排除遺傳模型，再列可能基因型。

指示： 參考以下果蠅的兩個交配，解答 10 和 11 兩題。雄性的果蠅是異配性別（XY），翅膀的形狀（正常翅膀或削短翅膀）則由某基因單獨控制。

	交配 *I*	交配 *II*
親代	雌性正常翅膀 x 雄性削短翅膀	雌性削短翅膀 x 雄性正常翅膀
F_1	12 雌性翅膀正常 11 雄性翅膀正常	11 雌性翅膀正常 11 雄性翅膀削短
F_2	71 雌性翅膀正常 34 雄性翅膀正常 35 雄性翅膀削短	32 雌性翅膀正常 33 雌性翅膀削短 36 雄性翅膀正常

我們從交配 II 所得出的結論是

A. 控制翅膀形狀的基因位於 X-染色體上，因為雌性親代將削短翅膀的表現型遺傳給 F_1 雄性。
B. 交配說明獨立分配定律，因為 F_2 中出現新的表現型，包括具正常翅膀的雌性和削短翅膀的雄性。
C. 具正常翅膀的雄性親代是雜合子，因為 F_2 中有 4 個表現型的組合。
D. 控制翅膀形狀的基因位於體染色體上，因為 F_2 顯示 1:1:1:1 的比例。

✓ **答案** A

解析 **答案：A**

交配 II 中，剛短翅母體把其 X 傳給兒子，F1 雄性全剛短翅；女兒另從正常翅父體取得帶正常等位基因的 X，因而全正常。雌雄後代不同、且母體性狀直接出現在兒子的結果支持基因位於 X 染色體，選 A。單一基因的雜交不能用來證明兩對基因的獨立分配。

評分依據：HKDSE 生物 2014 年 卷一甲部 原第 11 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

9. [HKDSE 生物 2019 年 卷一甲部 原第 14 題]

提示：先排除遺傳模型，再列可能基因型。

14. 某家庭內，父親是紅綠色盲（屬隱性 X-連鎖特徵）和具血型 A。母親則視力正常和具血型 B。以下哪項有可能是他們的親生子女的表現型？

(1) 具正常視力和血型 O 的女孩
(2) 具紅綠色盲和血型 O 的女孩
(3) 具紅綠色盲和血型 AB 的男孩

A. 只有 (1) 和 (2)
B. 只有 (1) 和 (3)
C. 只有 (2) 和 (3)
D. (1)、(2) 和 (3)

✓ **答案** D

解析 **答案：D**

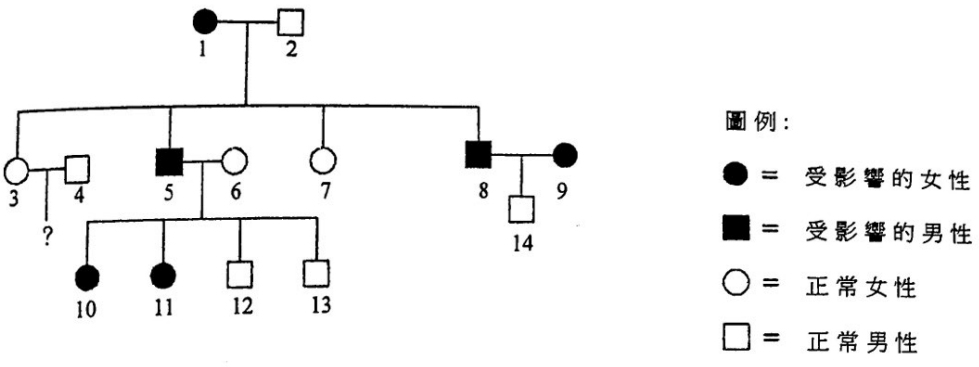
父親可為 I^Ai、X^cY，母親可為 I^Bi、X^NX^c。這樣可產生 O 或 AB 血型，女兒及兒子也都可能色盲；三種所列表現型均有可能，故選 D。正常視力不等於一定沒有色盲等位基因。

評分依據：HKDSE 生物 2019 年 卷一甲部 原第 14 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

10. [HKDSE 生物 2020 年 卷一甲部 原第 35 題]

提示：先排除遺傳模型，再列可能基因型。

指示： 參考以下譜系，回答第 35 和 36 題。譜系顯示某遺傳病的遺傳情況：



35. 以下哪個組合正確顯示這種病所屬的可能遺傳類別？

	常染色體顯性	常染色體隱性	X 性連鎖顯性	X 性連鎖隱性
A.	✓		✓	
B.	✓			✓
C.		✓	✓	
D.		✓		✓

✓ **答案** A

解析 **答案：A**

先用最能排除模型的家庭：受影響的 8 和 9 生出正常兒子 14。若病為常染色體隱性，兩名受影響者都只能是 aa，aa×aa 不可能有正常子女；若是 X 連鎖隱性，受影響母親會把致病 X 傳給每名兒子，14 也不應正常。兩種隱性模型因此被排除。

常染色體顯性可以讓兩名雜合受影響親代生出正常孩子。X 連鎖顯性也能符合：5 把致病 X 傳給女兒而把 Y 傳給兒子；8、9 的正常兒子可從雜合的 9 取得正常 X。因此兩種顯性都仍可能，選 A。家系只顯示少數子女，不能把「看來像」當成唯一遺傳方式。

評分依據：HKDSE 生物 2020 年 卷一甲部 原第 35 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

11. [HKDSE 生物 2023 年 卷一乙部 原第 6 題]

提示：先排除遺傳模型，再列可能基因型。

Colour blindness is an inherited disorder due to defective functioning of the cone cells in the retina. There are many types of colour blindness. For example, people with red-green colour blindness fail to distinguish between red and green colours while those with total colour blindness experience total loss of colour vision.

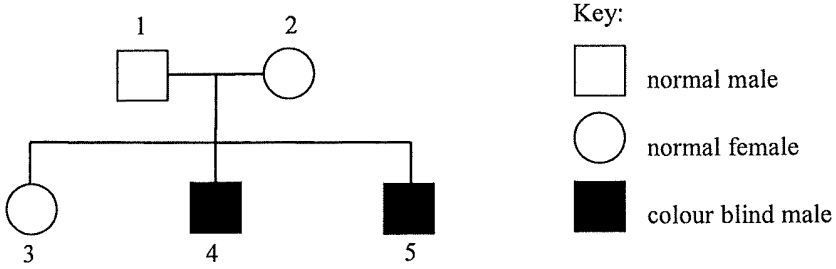
(a) Based on the functioning of cone cells, suggest why the condition of red-green colour blindness is different from that of total colour blindness. (1 mark)

(b) Red-green colour blindness is caused by a recessive allele on the X-chromosome while total colour blindness is caused by a recessive allele which is located on an autosome. The table below shows the percentage occurrence of red-green colour blindness and total colour blindness in men and women:

	Men	Women
Red-green colour blindness	8%	0.5%
Total colour blindness	0.00001%	0.00001%

With reference to the inheritance of the two types of colour blindness, suggest why the occurrence of red-green colour blindness in men as compared to women differs from that of total colour blindness.

(c) The pedigree below shows the inheritance of red-green colour blindness in a family:



(i) The couple is expecting another child. Using 'B' to represent the allele for normal vision and 'b' to represent the allele for red-green colour blindness, construct a genetic diagram to find out the probability of this newborn being a girl with red-green colour blindness. (4 marks)
(Note: Punnett square is not accepted.)

(ii) Individuals 4 and 5 are twins. Can you determine whether they are identical twins or fraternal twins? Explain your answer. (2 marks)

✓ **答案** 各小問的答案、推理及相應分值依原題順序列於下方。

解析　**a；原評分 1 分**

紅綠色盲只有部分種類的視錐細胞功能異常；全色盲則所有類型視錐細胞不能正常工作。

不同視錐細胞對不同波長範圍的光有反應。某一類功能失常可使特定顏色難以區分；若所有類型都失常，就失去整體色覺。

b；原評分 4 分

紅綠色盲男性比例較高，因男性一條 X 帶隱性等位基因便發病；女性需兩條 X 都帶隱性基因。全色盲在常染色體上，男女繼承該基因的機會相同。

表中紅綠色盲男 8%、女 0.5%，而全色盲兩性相同。男性為 XY，Y 不能提供相應顯性等位基因遮蓋 X 上的隱性基因；女性若只有一個隱性等位基因，可被另一 X 上的顯性基因遮蓋。常染色體成對存在於男女中，不因性別而有這種單份效應，所以全色盲兩性機會相近。

c(i)；原評分 4 分

父親 X^BY、母親 X^BX^b；子代 X^BX^B、X^BX^b、X^BY、X^bY；色盲女孩機率為 0。

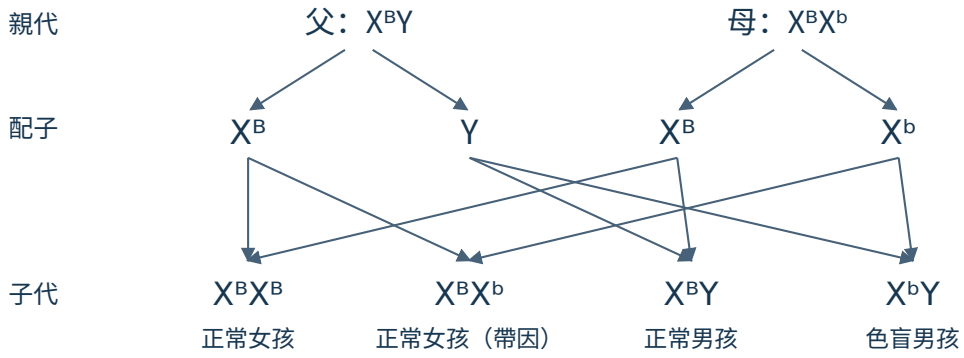
兩個色盲兒子的 X^b 必須來自母親，而母親視覺正常，所以母親是帶因者 X^BX^b。正常父親為 X^BY，配子是 X^B 或 Y；母親配子是 X^B 或 X^b。四種等機會結合如遺傳圖所示。所有女兒必定得到父親正常的 X^B，因此沒有 X^bX^b 女兒，所求機率為零。

c(ii)；原評分 2 分

不能判斷。

兩人同為男性且紅綠色盲，只證明這個性狀的基因型可相同。同卵雙生子會共享此基因型，但兩個獨立卵也可能各帶 X^b，分別與帶 Y 的精子受精，形成同樣色盲的異卵男雙生子；單一性狀不足以分辨。

紅綠色盲：完整遺傳圖解



四種結合各佔 1/4；所有女兒都得到父親的正常 X^B。

新生兒是色盲女孩的機率 = 0

按原題要求以親代、配子、子代連線展示；沒有使用棋盤格。

評卷報告提醒（原資料第 5 頁）

遺傳圖必須有正確親代、配子及子代組合，並把 B、b 標在 X 上。兩名男孩共享色盲這個性狀不足以推出整套基因相同。

評分依據：HKDSE 生物 2023 年 卷一乙部 原第 6 題官方評卷參考，原資料第 5、6 頁。

題型 4　讀取染色體組型與異常尺度

綜合程度 ★★★☆☆

知識梳理

① 染色體組型能顯示染色體的數目及較大構造差異，例如多出一條染色體；一般不能把一個鹼基的替換直接看出來。X、Y 在大小和形態上不同，而常染色體可配成相似的同源對。

② 先分染色體層面的證據，再討論基因層面的性狀。

點石成金　問「能否從組型檢出」時，先判斷改變的尺度是否大到能在染色體影像中辨認。

例 1　[HKDSE 生物 2018 年 卷一乙部 原第 5 題]

以下顯微照片顯示某正常男童已配對的同源染色體，用以製作染色體組型：



(a) 在以上顯微照片圈出性染色體。　(1 分)

(b) 寫出該染色體組型是來自體細胞還是配子。解釋你的答案。　(2 分)

(c) 很多人以為後代的性別主要取決於母親。解釋為什麼這概念是不正確的。　(3 分)

解答　**讀題與方法**

方法：先判斷改變的尺度能否在組型中看見。

正常男性的性染色體是一大一小的 X、Y，不是外形相同的一對常染色體。

a；原評分 1 分

圈出圖中 X 和 Y 這一組長短不同的性染色體。

多數常染色體已依大小、形狀配成相似的兩條。性染色體那一組則包含較大的 X 和較小的 Y。應圈出同一組的兩條，不能只圈一條最短的染色體。

b；原評分 2 分

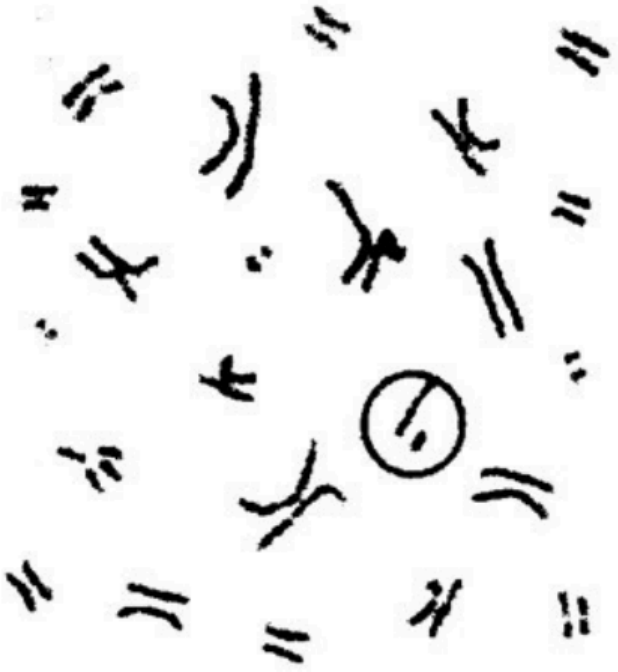
來自體細胞，因為有兩套染色體，共 46 條，即 23 組。

判斷依據是染色體的套數和總數。正常配子只帶一套 23 條染色體，不會有本圖的兩套。因此先答體細胞，再寫「46 條／兩套」作證據。不要只說「有 X、Y 所以是體細胞」；關鍵還是完整染色體組成，而非單看某一條染色體。

c；原評分 3 分

母親的卵子通常只帶 X 染色體，父親的精子可帶 X 或 Y。哪一種精子與卵子結合是隨機的，因此在本題的 XX／XY 模型下，後代染色體性別取決於參與受精的精子，而不是由母親單方面決定。

用兩個實際組合即可看清：X 卵子與 X 精子結合成 XX；X 卵子與 Y 精子結合成 XY。卵子在兩個組合都提供 X，差別來自精子提供 X 還是 Y。「由哪種精子決定」不是說父親能主觀選擇精子，也不是把責任推給任何一方；受精組合是隨機過程。



官方評卷參考中的圈選位置：圈內為長短不同的 X、Y 染色體。

評卷報告提醒（原資料第 4 頁）

染色體先配對便於觀察，並不表示照片來自正在減數分裂的配子。判斷體細胞要依據 46 條染色體／兩套染色體，而不是配對這個呈現方式。

評分依據：HKDSE 生物 2018 年 卷一乙部 原第 5 題官方評卷參考，原資料第 3 頁。

針對練習

1. [HKDSE 生物 2015 年 卷一甲部 原第 26 題]

提示：先判斷改變的尺度能否在組型中看見。

在懷孕期間，可抽取含有胎兒細胞的羊水以鑒別染色體組型。這有助鑒定胎兒

(1) 是男性或女性。
(2) 是否有唐氏綜合症。
(3) 是否鐮狀細胞性貧血的帶基因者。

A. 只有 (1) 和 (2)
B. 只有 (1) 和 (3)
C. 只有 (2) 和 (3)
D. (1) 、 (2) 和 (3)

✓ **答案** A

解析 **答案：A**

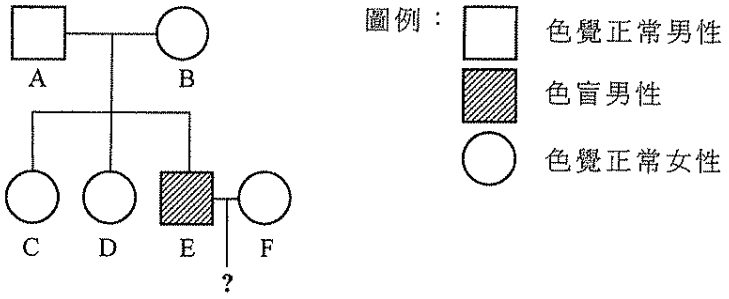
染色體組型顯示染色體的數目和外形，可觀察性染色體組合，也可辨認唐氏綜合症常見的第 21 號染色體多出一條。鐮狀細胞性貧血涉及基因內很小的序列變化，通常不能靠普通染色體組型辨認帶基因者。因此是 (1) 和 (2) 。故選 A。

評分依據：HKDSE 生物 2015 年 卷一甲部 原第 26 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

2. [HKDSE 生物 練習卷 卷一乙部 原第 9 題]

提示：先判斷改變的尺度能否在組型中看見。

某對夫婦（A 和 B）雙方的家族並沒有唐氏綜合症的病史，但女方（B）家族則有色盲的病史。這對夫婦的兩個女兒均沒有色盲，但其中一名女兒（C）則患唐氏綜合症；而兒子（E）則患有色盲。這個家庭的譜系如下圖所示：



(a) 正常人的細胞核含有 23 對染色體，但罹患唐氏綜合症的人具有多一枚第 21 對染色體。解釋這對夫婦如何會生育患唐氏綜合症的孩子(C)。 (2 分)

(b) (i) 人類的色盲是一種性連鎖特徵。根據以上譜系，推論母親（B）的色覺基因型。
(遺傳圖解將**不會**獲得分數。) (5 分)

(ii) F 是色盲帶基因者。利用一幅遺傳圖，找出 E 和 F 生育一個色盲女兒的概率。 (5 分)

遺傳圖：

✓ **答案** 各小問的答案、推理及相應分值依原題順序列於下方。

解析 **a；原評分 2 分**

形成配子時第 21 對同源染色體或姐妹染色單體未正常分離，產生多帶一條第 21 號染色體的配子；與正常配子結合後，子女細胞便有三條第 21 號染色體。

沒有家族病史也可發生新的染色體不分離；不要用色盲的單基因顯隱性來解釋。

b(i)；原評分 5 分

色盲為 X 連鎖隱性特徵。兒子 E 是色盲，唯一的 X 必定由母親 B 取得，因此母親至少有一條帶色盲等位基因的 X；母親本人色覺正常，另一條 X 必須帶正常的顯性等位基因，所以 B 為 X^NX^c 雜合攜帶者。

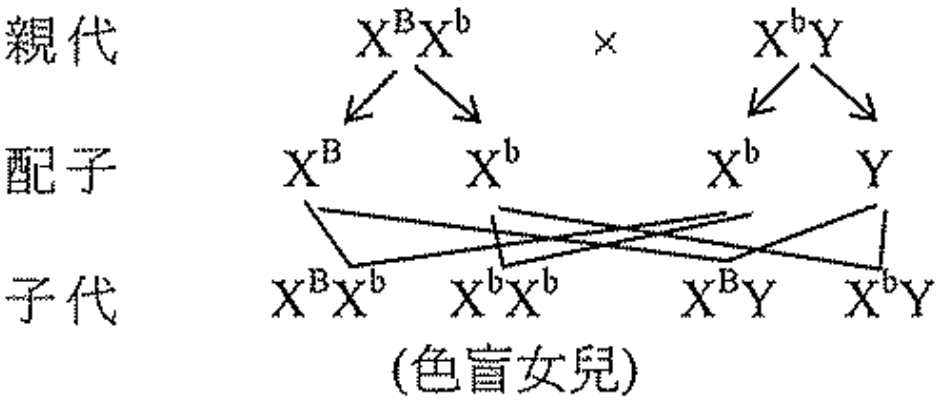
題目要求文字推理而不給遺傳圖分數；須完整寫兒子 X 的來源、母親兩條 X 的等位基因與正常表現。

b(ii)；原評分 5 分

令 N 為正常、c 為色盲。親代 F：X^NX^c，E：X^cY；F 配子 X^N 或 X^c，E 配子 X^c 或 Y。四類等機會子代為 X^NX^c 正常攜帶女、X^cX^c 色盲女、X^NY 正常男、X^cY 色盲男。色盲女佔全部子代 1/4。

下方附完整親代—配子—子代遺傳圖。若分母是已知女兒，色盲機率才是 1/2；本題問一次生育得到色盲女兒，須同時計入女孩機會。

遺傳圖：



完整遺傳圖；官方以 B/b 記正常／色盲，對應正文 N/c。

評分依據：HKDSE 生物 練習卷 卷一乙部 原第 9 題官方評卷參考，原資料第 6 頁。

II.b　分子遺傳學

先讀「知 II.b」的知識與圖，再沿本節各題型練習。每道例題保留完整原題與解說，後續練習按整題要求逐步增加資料整合。

題型 1　由 DNA 結構與互補配對處理比例

綜合程度 ★★☆☆☆

知識梳理

① 雙股 DNA 中 A 與 T 配對，G 與 C 配對；若整個雙股 DNA 有 20% 的 A，就有 20% 的 T，餘下 60% 由 G 和 C 各佔 30%。這個等量關係不必在單獨一條股上成立。

② 糖與磷酸形成外側主鏈，鹼基序列才是編碼差異的主要來源。

點石成金　先辨認題目數的是單股、雙股或 RNA，再使用配對比例；模型研究題要分清所觀察的證據與提出的結構。

例 1　[HKDSE 生物 2022 年 卷一甲部 原第 2 題]

2. DNA 分子內，腺嘌呤 (A) 和胞嘧啶 (C) 共佔含氮鹼基總數的 50%。以下哪些 DNA 的特性是解釋這個現象的依據？

(1) DNA 是螺旋型的構造。
(2) DNA 是雙鏈分子。
(3) 含氮鹼基以互補形式配對。

A. 只有 (1) 和 (2)
B. 只有 (1) 和 (3)
C. 只有 (2) 和 (3)
D. (1)、(2) 和 (3)

解答 **答案：C**

在雙鏈 DNA 中，A 與 T 配對，C 與 G 配對，所以 A=T、C=G。把四種鹼基總數寫成 A+T+C+G=2(A+C)，便知 A+C 佔總數的一半。需要雙鏈及互補配對兩項資料；DNA 是否捲成螺旋並不決定這個比例。

評分依據：HKDSE 生物 2022 年 卷一甲部 原第 2 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

方法：先辨單股、雙股或 RNA，再用配對關係。

例 2　[HKDSE 生物 2020 年 卷一甲部 原第 18 題]

指示： 參考以下有關發現 DNA 構造的段落，回答第 18 和 19 題：

很多科學家嘗試揭露 DNA 的構造。1952 年，佛蘭克林攝得首張 DNA 的 X-射線照片，顯示 DNA 分子的螺旋形狀。她的同事莫健士在未經佛蘭克林同意下，向華生展示她尚未公布的發現。隨後，華生和克里克取得重大突破，他們提出 DNA 分子是由兩條核苷酸鏈配對而成的雙螺旋結構。1962 年，華生、克里克及莫健士獲得諾貝爾獎。

18. 以上事件展示了以下哪些有關科學本質的特質？

(1) 一個良好的實驗必須包括精心設計的對照組。
(2) 科學家既會彼此競爭，也會互相協作。
(3) 科學需要想像力和創意。

A. 只有 (1) 和 (2)
B. 只有 (1) 和 (3)
C. 只有 (2) 和 (3)
D. (1)、(2) 和 (3)

解答 **答案：C**

這段科學史提供的是科學家如何取得、交流和使用 DNA 結構證據。不同研究者之間既競爭，也使用彼此提供的資料，對應（2）；從 X 光照片等證據提出雙螺旋模型，需要把未直接看見的結構組織成可檢驗模型，對應（3）。故選 C。

(1) 談的是實驗對照組，但文段沒有描述用對照組比較處理的實驗，不能把一條一般實驗原則當成這段資料已展示的內容。作答須回到題文，而不是把所有聽來正確的科學敘述一起選。

評分依據：HKDSE 生物 2020 年 卷一甲部 原第 18 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

方法：先辨單股、雙股或 RNA，再用配對關係。

針對練習

1. [HKDSE 生物 2013 年 卷一甲部 原第 4 題]

提示：先辨單股、雙股或 RNA，再用配對關係。

不同的 DNA 核苷酸之間，存在差異的部分是

A. 鹼基。
B. 核糖。
C. 去氧核糖。
D. 磷酸鹽團基。

✓ **答案** A

解析 **答案：A**

每個 DNA 核苷酸都含磷酸基團及脫氧核糖；不同種類的差別在含 A、T、C 或 G 哪一種鹼基。核糖是 RNA 所用的糖，不是 DNA 核苷酸的一部分。

評分依據：HKDSE 生物 2013 年 卷一甲部 原第 4 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

2. [HKDSE 生物 2013 年 卷一甲部 原第 12 題]
提示：先辨單股、雙股或 RNA，再用配對關係。

某真核細胞的 DNA 含有 20% 腺嘌呤 (A) 鹼基。這個 DNA 的胞嘧啶 (C) 鹼基含量百分率是多少？

A. 60%
B. 40%
C. 30%
D. 20%

✓ **答案** C

解析 **答案：C**

雙股 DNA 中 A 與 T 配對，故 A 佔 20% 時 T 也佔 20%。餘下 100%−40%=60% 由 C 和 G 平分，所以 C 佔 30%，選 C。

評分依據：HKDSE 生物 2013 年 卷一甲部 原第 12 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

3. [HKDSE 生物 2020 年 卷一甲部 原第 19 題]
提示：先辨單股、雙股或 RNA，再用配對關係。

指示： 參考以下有關發現 DNA 構造的段落，回答第 18 和 19 題：

很多科學家嘗試揭露 DNA 的構造。1952 年，佛蘭克林攝得首張 DNA 的 X-射線照片，顯示 DNA 分子的螺旋形狀。她的同事威健士在未經佛蘭克林同意下，向華生展示她尚未公布的發現。隨後，華生和克里克取得重大突破，他們提出 DNA 分子是由兩條核苷酸鏈配對而成的雙螺旋結構。1962 年，華生、克里克及威健士獲得諾貝爾獎。

19. 就華生和克里克所提出的 DNA 分子結構而言，以下哪項描述是正確的？

A. 兩條鏈以相反方向排列。
B. 鹼基把核苷酸連起形成鏈。
C. 組成核苷酸的糖有兩類。
D. 組成核苷酸的磷酸有最少四類。

✓ **答案** A

解析 **答案：A**

DNA 的兩條核苷酸鏈方向相反，一條的 5′ 端對着另一條的 3′ 端，稱為反向平行，因此 A 正確。

同一條鏈的骨架由糖和磷酸交替連接；互補鹼基之間的氫鍵主要把兩條鏈相連，並非由鹼基把同鏈核苷酸接成骨架，所以 B 錯。DNA 的糖是脫氧核糖，磷酸基也不是用四種類型來區分核苷酸；四種不同來自 A、T、C、G 鹼基，因此 C、D 錯。

評分依據：HKDSE 生物 2020 年 卷一甲部 原第 19 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

4. [HKDSE 生物 練習卷 卷一甲部 原第 1 題]
提示：先辨單股、雙股或 RNA，再用配對關係。

酵母的一個 DNA 分子中，有 30% 的含氮鹼基是鳥嘌呤 (G)。在這個 DNA 分子中，胞嘧啶 (C) 和胸腺嘧啶 (T) 的比例是多少？

A. 1:1
B. 2:1
C. 3:2
D. 3:7

✓ **答案** C

解析 **答案：C**

雙鏈 DNA 中 G 與 C 配對，故 G 為 30% 時 C 也為 30%；餘下 40% 由 A 與 T 平均分配，各 20%。所以 C:T=30:20=3:2，選 C。

評分依據：HKDSE 生物 練習卷 卷一甲部 原第 1 題官方評卷參考，原資料第 2 頁。

5. [HKDSE 生物 2018 年 卷一甲部 原第 28 題]
提示：先辨單股、雙股或 RNA，再用配對關係。

華生和克拉克提出的 DNA 模型促成我們了解

A. 生物如何貯存遺傳密碼。
B. 生物怎樣源自同一祖先。
C. 細胞如何指令蛋白質的合成。
D. 細胞怎樣將遺傳資料傳給下一代。

✓ **答案** A

解析 **讀題與方法**

把 DNA 分子內可變的結構，連到遺傳資訊如何被記錄。

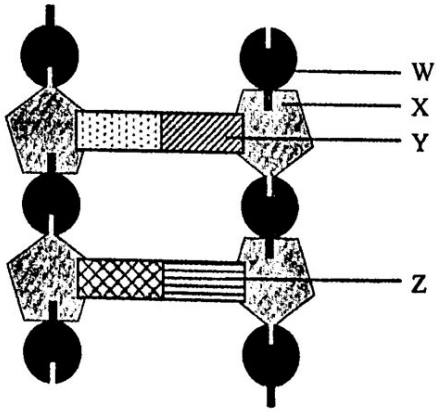
答案：A

DNA 的長鏈由核苷酸組成，不同位置可具有不同鹼基。糖—磷酸骨架雖然重複，鹼基的排列次序卻可以不同；這種次序差異便提供儲存遺傳資訊的形式。因此「生物如何貯存遺傳密碼」與結構模型的這項意義相符，本題選 A。 儲存資訊、複製資訊和按資訊合成蛋白質是相關但不同的問題。解題時應先指出結構中的哪一部分可以承載資訊，不宜只寫「DNA 很重要」。

評分依據：HKDSE 生物 2018 年 卷一甲部 原第 28 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

6. [HKDSE 生物 2019 年 卷一甲部 原第 13 題]
提示：先辨單股、雙股或 RNA，再用配對關係。

13. 下圖展示一個 DNA 模型：



以下哪個組合最有可能分辨出 W、X、Y 和 Z 各分子？

	W	X	Y	Z
A.	糖	磷酸鹽	胞嘧啶	胸腺嘧啶
B.	糖	磷酸鹽	胞嘧啶	鳥嘌呤
C.	磷酸鹽	糖	腺嘌呤	胸腺嘧啶
D.	磷酸鹽	糖	腺嘌呤	鳥嘌呤

✓ **答案** D

解析 **答案：D**

W 是磷酸基，X 是糖；Y 與 Z 位於內側的鹼基部分。依圖中互補配對，D 把 Y 列為胸腺嘧啶、Z 列為鳥嘌呤，與結構相符。

評分依據：HKDSE 生物 2019 年 卷一甲部 原第 13 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

7. [HKDSE 生物 2024 年 卷一甲部 原第 2 題]
提示：先辨單股、雙股或 RNA，再用配對關係。

某病毒的遺傳物質含有 1966 個腺嘌呤 (A)、2343 個鳥嘌呤 (G)、1749 個胸腺嘧啶 (T) 和 2368 個胞嘧啶 (C)。根據這項資料，以下哪個有關這病毒遺傳物質的組合是正確的？

	核酸	五碳醣
A.	單鏈	脫氧核糖
B.	單鏈	核糖
C.	雙鏈	脫氧核糖
D.	雙鏈	核糖

✓ **答案** A

解析 **答案：A**

有胸腺嘧啶 T 而不是尿嘧啶 U，支持它是 DNA，五碳糖應為脫氧核糖。若是完整雙鏈 DNA，互補配對要求 A=T、G=C；題中 1966≠1749、2343≠2368，故不符合雙鏈，應是單鏈 DNA。

評分依據：HKDSE 生物 2024 年 卷一甲部 原第 2 題官方評卷參考，原資料第 49 頁。

題型 2 由 DNA、mRNA 與 tRNA 追蹤蛋白質合成

綜合程度 ★★★☆☆

知識梳理

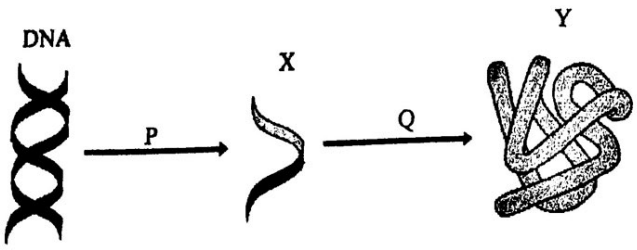
① 若 DNA 編碼股在指定方向的序列是 ATG，對應 mRNA 序列為 AUG；模板股則與 mRNA 互補。密碼子在 mRNA 上，每三個鹼基讀成一組，tRNA 的反密碼子再與之配對。

② 把起點移一格便可能改變所有後續分組，所以先辨認方向、股別和閱讀框架，再查表。若另一段核酸與特定 mRNA 互補結合，便可能妨礙翻譯；這種限制基因表達的作用不等於 DNA 已發生突變。

點石成金　先標明誰是模板、誰是產物以及 5′與 3′方向；位置不同、角色不同的三個鹼基不能混稱。

例 1 [HKDSE 生物 2021 年 卷一甲部 原第 3 題]

指示：　參考下圖，解答第 1 至 3 題。下圖顯示細胞內基因表達的流程：



3.　以下哪項組合正確指出過程 P 是什麼及過程 Q 在哪裏發生？

	過程 P 是什麼	過程 Q 在哪裏發生
A.	轉譯	細胞質
B.	轉譯	細胞核
C.	轉錄	細胞質
D.	轉錄	細胞核

解答 **答案：C**

P 由 DNA 產生信使 RNA，稱為轉錄；Q 以信使 RNA 的密碼排列氨基酸，稱為翻譯。翻譯由細胞質中的核糖體進行，不能把發生在細胞核的轉錄位置套到 Q。故應選「P 為轉錄，Q 在細胞質」。故選 C。

方法：先標模板、產物及方向，再逐個配對。

評分依據：HKDSE 生物 2021 年 卷一甲部 原第 3 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

例 2 [HKDSE 生物 2017 年 卷一甲部 原第 9 題]

若 DNA 編碼股上的鹼基序列是 AAC，以下哪個組合正確顯示 mRNA 密碼子和 tRNA 反密碼子？

	mRNA 密碼子	*tRNA* 反密碼子
A.	AAC	UUG
B.	AAC	TTG
C.	UUG	AAC
D.	TTG	AAC

解答 **答案：A**

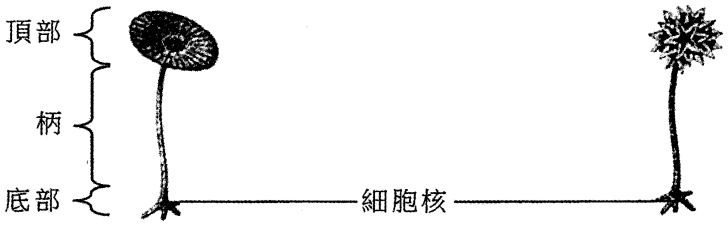
題目給的是編碼股，mRNA 序列與它相同，只把 T 換成 U；AAC 沒有 T，所以 mRNA 仍是 AAC。tRNA 反密碼子與它互補，是 UUG，選 A。若題目給模板股才要先取互補，不能一看到 DNA 就直接互補一次。

方法：先標模板、產物及方向，再逐個配對。

評分依據：HKDSE 生物 2017 年 卷一甲部 原第 9 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

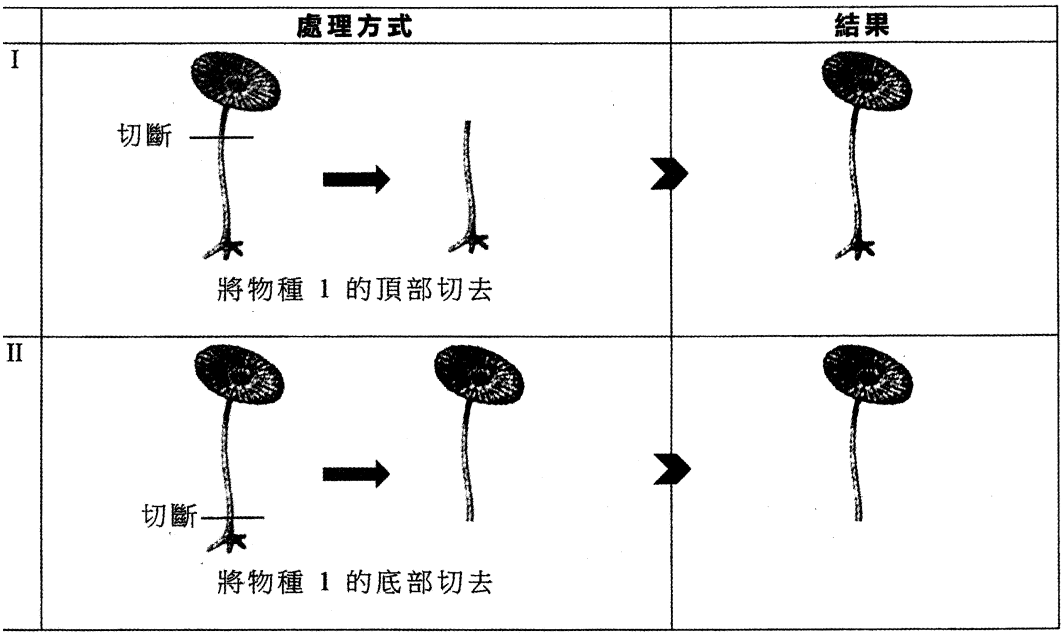
例 3 [HKDSE 生物 2016 年 卷一乙部 原第 8 題]

1930 年代，丹麥籍生物學家夏默霖嘗試找出遺傳信息在真核細胞內的貯存部位。他利用一些名為 *Acetabularia* 的單細胞藻類進行一系列實驗。下圖顯示他用作研究的兩個藻類物種的形態：



物種 1（具圓形的頂）　　物種 2（具花朵形狀的頂）

他將物種 1 分為兩組，並切去一組的頂部 (I) 和另一組的底部 (II)。然後觀察餘下的部分有沒有出現再生。下圖顯示處理方式和結果：



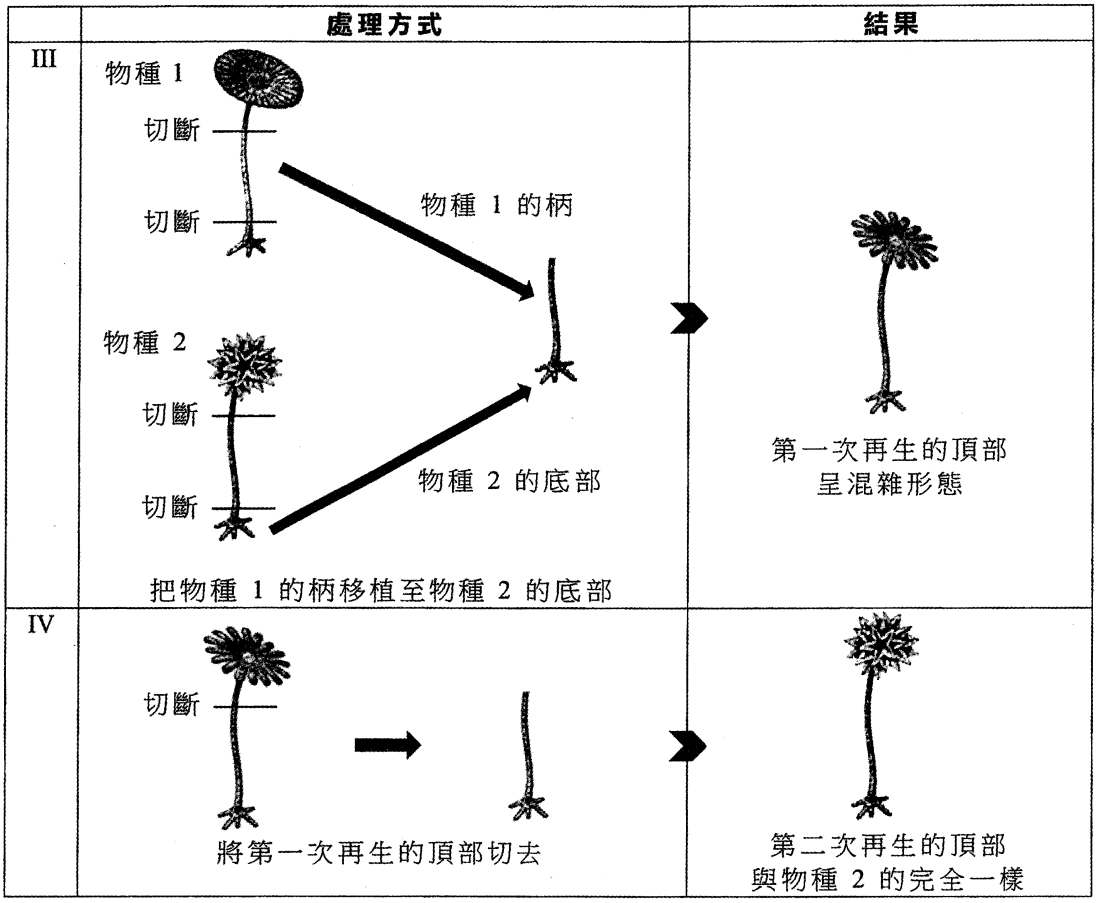
(a) 描述以上實驗的結果。　　(2 分)

寫於邊界以外的答案，將不予評閱。

(b) 根據實驗結果，夏默霖作出以下假說：

遺傳信息貯存於藻類細胞的底部。

為了進一步研究遺傳信息的表達，夏默霖將物種 1 的柄移植至物種 2 的底部。移植後，第一次再生的頂部呈混雜形態 (III)。然後，他將再生的頂部切去，第二次再生的頂部與物種 2完全一樣(IV)。下圖顯示處理方式和結果：



(i) 夏默霖得出以下結論：移植時，被切斷的柄仍含有來自物種 1 底部的短暫指令，導致第一次再生的頂部呈現混雜的形態。

(1) 試寫出載有短暫指令的生物分子種類。 (1 分)

(2) 在 (1) 所提及的生物分子如何影響頂部的形態？ (2 分)

(ii) 這實驗的結果如何支持夏默霖的假說？ (2 分)

(c) 舉出上述發現能展示的**一項**科學本質，並列舉一項理由以支持你的答案。 (2 分)

寫於邊界以外的答案，將不予評閱。

解答 **(a)；原評分 2 分**

切去頂部的柄及底部能再生頂部；切去底部的頂部及柄不能再生底部。

先逐組描述看得到的結果，暫不把『因為細胞核』混入純描述題。I 再生了被切去的頂部；II 沒有長回底部。兩個結果合起來才是比較。

方法：先標模板、產物及方向，再逐個配對。

(b)(i)(1)；原評分 1 分

RNA，較具體為信使 RNA（mRNA）。

短暫指令能由細胞核所在的底部到達柄，並在原底部移除後維持一段時間，符合可被降解的 RNA，而不是穩定保存的整套 DNA。

(b)(i)(2)；原評分 2 分

mRNA 作翻譯模板，指導製造蛋白質；這些結構蛋白或酶影響頂部的形成及形態。必須把信息轉成可影響外形的物質：mRNA 的鹼基序列決定蛋白質的氨基酸序列；蛋白質參與細胞結構或控制代謝，因而影響再生頂部的形狀。

(b)(ii)；原評分 2 分

第二次再生的頂部完全像物種 2，而非提供柄的物種 1，支持持久的遺傳信息位於物種 2 的底部。

第一次的混合形態可由柄中殘留的物種 1 短暫指令解釋。移除頂部並等待再生後，這些短暫指令消退，物種 2 底部的持續指令決定最終形態。因此必須利用第二次結果判斷長期信息來源。

(c)；原評分 2 分

科學知識以實驗證據為依據；夏默霖比較不同切除、嫁接及再生結果，才推斷遺傳信息的位置。

先命名一項科學本質，再配對本題的具體行為或結果。也可談創意與想像力，並用『設計不同物種嫁接以區分柄與底部的影響』作證據；只寫『科學有創意』沒有完成理由。

評卷報告提醒（原資料第 3 頁）

第二次再生可檢查第一次結果是否只由原有短暫物質造成。把 RNA 壽命、蛋白質合成和再生形態接起來，才能由實驗推論細胞核的作用。

評分依據：HKDSE 生物 2016 年 卷一乙部 原第 8 題官方評卷參考，原資料第 4 頁。

例 4 [HKDSE 生物 2022 年 卷一乙部 原第 9 題]

抗生素廣泛使用於治療細菌感染。抗生素可殺死細菌，或抑制其生長。然而，有些細菌菌株對抗生素出現抗性。

(a) 抗生素如何殺死細菌或抑制其生長？寫出**三種**可能的方法。 (3 分)

(b) 細菌 R 是具有抗生素抗性基因的致病細菌。它的基因產物能把抗生素 X 分解。科學家提出一個嶄新方法以對付細菌 R。這個新方法利用合成多核苷酸與轉錄抗生素抗性基因所得的 mRNA 結合，從而抑制該基因的表達。將合成多核苷酸和抗生素 X 同時使用，便可殺死細菌 R。

合成多核苷酸的鹼基序列和該 mRNA 的部分鹼基序列，如下所示：

合成多核苷酸： AGT GAC TCG GTC AGC

mRNA： ... AUG UCU GUU CCA UCA UCA CUG AGC CAG UCG GCC AUU AAU GCC AAC UAG ...

(i) 合成多核苷酸會與 mRNA 的哪些鹼基結合？在 mRNA 的這些鹼基序列下劃線以作顯示。 (1 分)

(ii) 解釋合成多核苷酸如何能抑制抗生素抗性基因的表達。 (3 分)

(iii) 提出利用合成多核苷酸對付具抗生素抗性的細菌的**一種**優勢。 (1 分)

解答 **a；原評分 3 分**

抑制細胞壁合成；破壞細胞膜；幹擾蛋白質合成。

抑制細胞壁使細菌難以維持細胞形狀及抵抗滲透壓；破壞細胞膜會使細胞內容物流失；阻礙核糖體合成蛋白質則使必要酶及結構蛋白不能形成。幹擾 DNA 複製亦是可接受的另一方法。

方法：先標模板、產物及方向，再逐個配對。

b(i)；原評分 1 分

在 mRNA 上劃出 UCA CUG AGC CAG UCG。

合成序列 AGT GAC TCG GTC AGC 中 A 與 RNA 的 U 配對、T 與 A 配對、G 與 C 配對、C 與 G 配對。逐個鹼基對應，得到 UCA CUG AGC CAG UCG，正好出現在題目 mRNA 的連續片段。

b(ii)；原評分 3 分

互補核酸與 mRNA 結合，使該段形成雙股，阻礙核糖體或 tRNA 與 mRNA 正常結合，令翻譯停頓。

mRNA 的密碼子必須能被核糖體讀取及由 tRNA 配對。與合成核酸配對後，這段不再是可正常讀取的單股，tRNA 不能按密碼子送入相應氨基酸，抗性蛋白不能合成；細菌便不能分解抗生素 X。這個方法阻止的是基因表達，並非必定刪除細菌的抗性基因。

b(iii)；原評分 1 分

可針對已知抗性基因的序列設計專一的互補核酸。

只要知道相應 mRNA 序列，就能按互補配對設計新的靶向序列，集中抑制該抗性蛋白的合成；其專一性來自鹼基序列匹配。

評卷報告提醒（原資料第 6 頁）

互補核酸阻礙翻譯，不表示 mRNA 序列被改寫，也不必把題目套成密碼子突變。抗生素和抗體不同；答案應說明核酸配對如何阻礙核糖體或 tRNA 的作用。

評分依據：HKDSE 生物 2022 年 卷一乙部 原第 9 題官方評卷參考，原資料第 6 頁。

針對練習

1. [HKDSE 生物 2012 年 卷一甲部 原第 18 題]

提示：先標模板、產物及方向，再逐個配對。

以下哪項有關轉錄的描述是正確的？

A. tRNA 與核糖體配對以產生氨基酸。
B. mRNA 與核糖體配對以產生蛋白質。
C. 自由 DNA 核苷酸與 DNA 模板股配對以產生 DNA。
D. 自由 RNA 核苷酸與 DNA 模板股配對以產生 mRNA。

✓ **答案** D

解析 **答案：D**

轉錄以 DNA 的一股作模板，自由 RNA 核苷酸依互補配對原則排列並連接，形成 mRNA。自由 DNA 核苷酸配對形成 DNA 屬複製；mRNA 與核糖體及 tRNA 合作形成多肽屬翻譯。

評分依據：HKDSE 生物 2012 年 卷一甲部 原第 18 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

2. [HKDSE 生物 2013 年 卷一甲部 原第 11 題]

提示：先標模板、產物及方向，再逐個配對。

以下哪項關於密碼子的句子是正確的？

A. 密碼子可由 A、C、G 或 T 等鹼基組成。
B. 密碼子是轉移 RNA 上的鹼基三聯體。
C. 大多數氨基酸由超過一個密碼子所編碼。
D. 所有密碼子均編碼着氨基酸。

✓ **答案** C

解析 **答案：C**

多數氨基酸可由多於一個密碼子指定，這稱為遺傳密碼的簡併性。密碼子位於 mRNA，使用 U 而不是 T；tRNA 上相應的是反密碼子。另外，終止密碼子不編碼氨基酸，所以 D 錯。

評卷報告提醒（原資料第 1 頁）

密碼子位於 mRNA；RNA 用 U，且終止密碼子不編碼氨基酸。

評分依據：HKDSE 生物 2013 年 卷一甲部 原第 11 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

3. [HKDSE 生物 2014 年 卷一甲部 原第 16 題]
提示：先標模板、產物及方向，再逐個配對。

以下哪些生物分子與轉錄作用有關？

(1) DNA
(2) mRNA
(3) 氨基酸

A. 只有 (1) 和 (2)
B. 只有 (1) 和 (3)
C. 只有 (2) 和 (3)
D. (1) 、 (2) 和 (3)

✓ **答案** A

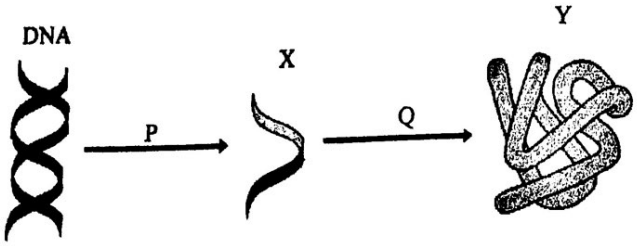
解析 **答案：A**

轉錄以 DNA 的一股為模板合成 RNA，因此涉及 DNA 及 mRNA。氨基酸在之後的翻譯中連成多肽，並不是轉錄的原料，所以只有(1)、(2)。

評分依據：HKDSE 生物 2014 年 卷一甲部 原第 16 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

4. [HKDSE 生物 2021 年 卷一甲部 原第 1 題]
提示：先標模板、產物及方向，再逐個配對。

指示：　參考下圖，解答第 1 至 3 題。下圖顯示細胞內基因表達的流程：



1. X 代表

A. 轉移 RNA。
B. DNA 模板。
C. 核糖體 RNA。
D. 信使 RNA。

✓ **答案** D

解析 **答案：D**

DNA 先把所攜帶的遺傳訊息轉錄成 RNA，這條 RNA 再把訊息帶到核糖體供合成多肽之用。因此位於 DNA 與蛋白質之間的 X 是信使 RNA。轉移 RNA 的主要作用是在翻譯時帶來氨基酸，不能取代圖中承接 DNA 訊息的 X。故選 D。

評分依據：HKDSE 生物 2021 年 卷一甲部 原第 1 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

5. [HKDSE 生物 樣本卷 卷一甲部 原第 28 題]
提示：先標模板、產物及方向，再逐個配對。

控制色覺的基因是性連遺傳的，這基因可見於

(1) 視錐。
(2) 卵子。
(3) 肝細胞。

A. 只有 (1)
B. 只有 (1) 和 (2)
C. 只有 (2) 和 (3)
D. (1)、(2) 和 (3)

✓ **答案** D

解析 **答案：D**

正常視錐、卵子和有核肝細胞均可帶有控制色覺的 X 染色體基因，三項都成立。基因可存在於某細胞，不代表它在該細胞一定大量表達；肝細胞不感光，也不等於缺少所有色覺相關基因，故選 D。

評分依據：HKDSE 生物 樣本卷 卷一甲部 原第 28 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

6. [HKDSE 生物 2012 年 卷一甲部 原第 19 題]
提示：先標模板、產物及方向，再逐個配對。

DNA 編碼股上序列爲 AGT ，其 tRNA 反密碼子是

A. UCA 。
B. AGU 。
C. TCA 。
D. AGT 。

✓ **答案** A

解析 **答案：A**

DNA 編碼股為 AGT，mRNA 的序列與編碼股相同但以 U 代替 T，所以相應密碼子是 AGU。tRNA 的反密碼子再與 AGU 互補配對，依本題未標端點的配對表示法寫成 UCA。先分清編碼股和模板股，不能把 AGT 直接互補後便當作 mRNA。

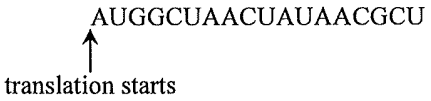
評卷報告提醒（原資料第 1 頁）

考生常把 DNA 編碼股當模板股，並把 RNA 寫成含 T；先分清編碼股與 mRNA 相同序列（T 換 U），再寫 tRNA 互補反密碼子。

評分依據：HKDSE 生物 2012 年 卷一甲部 原第 19 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

7. [HKDSE 生物 2023 年 卷一甲部 原第 27 題]
提示：先標模板、產物及方向，再逐個配對。

Directions: Questions 27 and 28 refer to the following nucleotide sequence found on a mRNA molecule:



How many different codons are found on this nucleotide sequence?

A. 3
B. 4
C. 5
D. 6

✓ **答案** B

解析 **答案：B**

從箭頭起每三個鹼基分組：AUG／GCU／AAC／UAU／AAC／GCU。共有六組，但 AAC 和 GCU 各重複，彼此不同的密碼子只有 AUG、GCU、AAC、UAU 四種。題目問不同種類，不是總組數。

評分依據：HKDSE 生物 2023 年 卷一甲部 原第 27 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

8. [HKDSE 生物 2023 年 卷一甲部 原第 28 題]
提示：先標模板、產物及方向，再逐個配對。

Directions: Questions 27 and 28 refer to the following nucleotide sequence found on a mRNA molecule:

AUGGCUAACUAUAACGCU
↑
translation starts

Which of the following statements about the mRNA molecule are correct?

(1) It can be found in the nucleus.
(2) It can be found in the cytoplasm.
(3) Its corresponding sequence on the DNA coding strand is TACCGATTGATATTGCGA.

A. (1) and (2) only
B. (1) and (3) only
C. (2) and (3) only
D. (1), (2) and (3)

✓ **答案** A

解析 **答案：A**

真核細胞的 mRNA 在細胞核內形成，之後可進入細胞質參與翻譯，所以 (1)、(2) 正確。DNA 編碼鏈與 mRNA 的序列相同，只以 T 代替 U；題中所列互補序列相當於模板鏈，故 (3) 不正確。

評分依據：HKDSE 生物 2023 年 卷一甲部 原第 28 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

9. [HKDSE 生物 練習卷 卷一甲部 原第 9 題]
提示：先標模板、產物及方向，再逐個配對。

mRNA 密碼子	AAG	CUA	CCU	GUA	GAU	CAU
氨基酸	賴氨酸	亮氨酸	脯氨酸	纈氨酸	天冬氨酸	組氨酸

一條多肽的某部分，其氨基酸序列如下所示：

—賴氨酸—脯氨酸—組氨酸—天冬氨酸—

以下哪項是在非模板 DNA（編碼 DNA）上，編碼着這段多肽的核苷酸的正確序列？

A. AAGCCTCATGAT
B. TTCGGAGTACTA
C. AAGCCUCAUGAU
D. UUCGGAGUACUA

✓ **答案** A

解析 **答案：A**

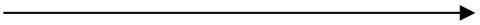
依表，賴氨酸—脯氨酸—組氨酸—天冬氨酸的 mRNA 是 AAG CCU CAU GAU。非模板的編碼 DNA 與 mRNA 方向相同時序列相同，只把 U 換成 T，得 AAG CCT CAT GAT，因此 A。不能再取一次互補而變成模板股。

評分依據：HKDSE 生物 練習卷 卷一甲部 原第 9 題官方評卷參考，原資料第 2 頁。

10. [HKDSE 生物 樣本卷 卷一甲部 原第 29 題]
提示：先標模板、產物及方向，再逐個配對。

編碼着脯氨酸這氨基酸的其中一個 mRNA 密碼子是 CCG。在一條合成自下列 DNA 模板，並含有五個氨基酸的短肽中，有多少個脯氨酸分子？

CCGGGCGCAGGCACG



轉錄 DNA 模板的方向

A. 0
B. 1
C. 2
D. 3

✓ **答案** C

解析 **答案：C**

按箭頭由左至右讀模板，先用互補配對轉錄：DNA 的 C 對 RNA 的 G、G 對 C、A 對 U。
DNA 模板：CCG GGC GCA GGC ACG。
mRNA：GGC CCG CGU CCG UGC。
把 mRNA 每三個鹼基分一組，CCG 出現兩次，所以短肽含兩個脯氨酸，選 C。不能直接在 DNA 模板中數 CCG，因題目提供的是 mRNA 密碼子。

評分依據：HKDSE 生物 樣本卷 卷一甲部 原第 29 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

題型 3 由 DNA 差異判讀蛋白質、性狀與親緣資料

綜合程度 ★★★☆☆

知識梳理

① 一個鹼基改變後，密碼子可能仍編碼同一氨基酸，也可能改成另一氨基酸或終止訊號。即使氨基酸改變，對功能的影響仍取決於位置與摺疊。
② 完整致病解釋須把 DNA、蛋白質構造、細胞功能和表型串起來。
③ DNA 圖譜題使用的是另一種差異證據：比較相同位置的條帶，按遺傳模型把子代條帶分別追溯到雙親。
④ 先標記可由已知父方提供的帶，剩餘相關帶須由母方候選者解釋，最後核對全部子代與全部條帶。圖譜不是直接讀取每個鹼基，也不能只因幾條帶相同便說兩人的全基因組相同。
⑤ 家譜追蹤家族成員的性狀及遺傳關係；DNA 指紋比較特定變異區域；人類基因組計劃提供參考序列等資料。三者可互相補充，但不能把一種方法可回答的問題套到另一種方法。

點石成金　先判資料是鹼基序列、DNA 條帶還是家族性狀。序列題逐步推到密碼子與蛋白質；條帶題逐一核對來源及相同位置，不把圖譜當成完整測序。

例 1　[HKDSE 生物 2013 年 卷一甲部 原第 19 題]

參考以下四個核苷酸序列，解答 19 和 20 兩題。該四個核苷酸序列來自 P、Q、R 和 S 四個不同生物物種的某個具功能的基因的片段。

AACGTCGAAA　(生物 P)
AACCTCGAAA　(生物 Q)
AGGCTAGAAA　(生物 R)
AGGCTAGTAA　(生物 S)

以上所示序列的差別最可能是由什麼引起的？

A. 互換
B. 基因突變
C. 隨機受精
D. 染色體突變

解答　**答案：B**

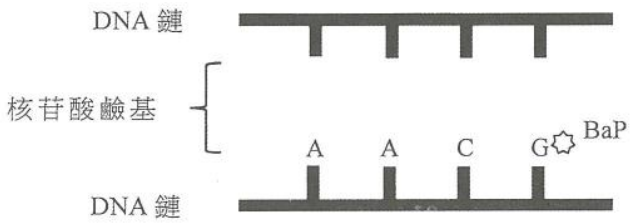
這些片段的長度相同，但對應位置的鹼基不同，最直接的解釋是基因突變造成鹼基替換。互換和隨機受精主要重新組合已有遺傳物質，並不是產生這些對應鹼基變化的直接原因；圖中也沒有整個染色體數量或大片段結構變化的證據。

評分依據：HKDSE 生物 2013 年 卷一甲部 原第 19 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

方法：先分序列證據與圖譜證據，再逐層推論。

例 2　[HKDSE 生物 2024 年 卷一乙部 原第 2 題]

BaP 是常見於烤肉的一種致癌物質。它能隨機附在 DNA 分子的核苷酸上。當它附在鳥嘌呤 (G) 時，該 G 會被誤讀為胸腺嘧啶 (T)。下圖顯示一個 DNA 分子其中一條鏈的部分核苷酸序列，當中的一個 G 附有 BaP。



(a) 在上圖填寫當誤讀出現後，對應的 DNA 鏈上的核苷酸序列。　(1 分)

(b) 提出**一個**原因，解釋為什麼這種突變**未必**會影響所形成蛋白的功能。　(1 分)

(c) 若這種突變在 DNA 分子內隨時間累積，有機會影響所形成蛋白的功能，然後引致腫瘤的形成。試提出這蛋白控制哪個細胞過程。　(1 分)

解答　**a；原評分 1 分**

由左至右：T T G A。

正常配對為 A–T、C–G。末位原為 G，但附有 BaP 後被誤讀為 T，故新配上的鹼基是 A，而不是原本應配的 C；四個位置依序為 TTGA。

b；原評分 1 分

新密碼子可能仍指定原來的氨基酸。

遺傳密碼有簡併性，部分鹼基替換不改變氨基酸序列，蛋白質功能便可保留。另一合理原因是換了氨基酸但未影響活性部位或關鍵結構；答出其中一個完整理由即可。

c；原評分 1 分

例如：控制細胞分裂／細胞週期。

方法：先分序列證據與圖譜證據，再逐層推論。

若調控細胞週期的蛋白失常，細胞可能在不應分裂時仍持續分裂，累積成腫瘤。也可答控制細胞死亡、分化或 DNA 修復，但須指出具體細胞過程。

評卷報告提醒（原資料第 69 頁）

末位 G 被誤讀為 T 後應配 A，不能仍按正常 G–C 配對；DNA 也不用 U。遺傳密碼的簡併是不同密碼子可指定同一氨基酸，不是直接指定相同蛋白質。

評分依據：HKDSE 生物 2024 年 卷一乙部 原第 2 題官方評卷參考，原資料第 51 頁。

例 3 [HKDSE 生物 2020 年 卷一乙部 原第 9 題]

下列 DNA 序列顯示在昆蟲物種 A 某個基因編碼鏈上的其中一部分：

...ATG GTC GTA TAC GCT ACC CTG TCG ATG CTA GCT AGC ...

(a) 以下哪個 mRNA 序列正確對應編碼鏈上畫有底線的序列？在適當的方格內加一個 ✓ 以顯示你的選擇。 (1 分)

☐ AUG GUC GUA UAC GCU ACC

☐ UAC CAG CAU AUG CGA UGG

(b) 利用以下密碼子表，寫出由 (a) 的 mRNA 轉譯產生的蛋白的氨基酸序列。 (2 分)

密碼子的第一個鹼基	密碼子的第二個鹼基 U	密碼子的第二個鹼基 C	密碼子的第二個鹼基 A	密碼子的第二個鹼基 G	密碼子的第三個鹼基
U	Phe	Ser	Tyr	Cys	U
					C
	Leu		STOP	STOP	A
				Trp	G
C	Leu	Pro	His	Arg	U
					C
			Gln		A
					G
A	Ile	Thr	Asn	Ser	U
					C
	Met		Lys	Arg	A
					G
G	Val	Ala	Asp	Gly	U
					C
			Glu		A
					G

(c) 這個基因具有兩個等位基因。在該畫有底線的序列上，這兩個等位基因的差異標示如下：

等位基因 1：... ATG GTC GTA TA**C** GCT ACC ...

等位基因 2：... ATG GTC GTA TA**G** GCT ACC ...
(已突變)

(i) 這是哪種突變？ (1 分)

(ii) 根據密碼子表，描述該突變如何影響由這基因轉譯產生的蛋白。 (3 分)

(iii) 昆蟲物種 A 的個體有兩種身體顏色：綠色和褐色。綠色身體的個體只具有等位基因 1；而褐色身體的個體，有些具有等位基因 1 和等位基因 2，有些則只有等位基因 2。

如果昆蟲物種 A 的身體顏色只由這基因突變所致，哪個等位基因 (1 或 2) 是隱性？解釋你的答案。 (3 分)
(註：遺傳圖解不獲給分。)

解答 **a；原評分 1 分**

AUG GUC GUA UAC GCU ACC。

題目寫明所給是 DNA 的編碼鏈。mRNA 的序列與編碼鏈相同方向排列，只把 T 改為 U；與 mRNA 互補的是另一條模板鏈。因此應勾第一個序列，不能對編碼鏈再取互補。

方法：先分序列證據與圖譜證據，再逐層推論。

b；原評分 2 分

Met–Val–Val–Tyr–Ala–Thr。

每三個鹼基為一個密碼子，從已選的 mRNA 依次查表：AUG 對應 Met，GUC 對應 Val，GUA 也對應 Val，UAC 對應 Tyr，GCU 對應 Ala，ACC 對應 Thr。查表時按第一、第二、第三個鹼基定位，不能直接拿 DNA 的 T 去找 mRNA 密碼子。GUC 和 GUA 雖不同，仍可編碼同一氨基酸。

c(i)；原評分 1 分

基因突變；具體是鹼基替換。

兩個等位基因的相應位置由 C 改為 G，序列長度沒有因這個變化而增加或減少。這是單個基因內的鹼基序列改變，不是染色體數目突變。

c(ii)；原評分 3 分

編碼鏈的 TAC 變成 TAG，mRNA 的 UAC 因而變成終止密碼子 UAG；翻譯提早停止，形成較短多肽，最終蛋白質的形狀與原來不同。

原來第四個密碼子 UAC 會加入 Tyr。替換後 UAG 是 STOP，表示在這裏終止，並非加入一種叫 STOP 的氨基酸。此處及後方原有的氨基酸不再接上，多肽長度和序列因此改變，折疊形狀也可改變。不要只寫「突變令蛋白不同」，要把密碼子、翻譯停止和蛋白結構連起來。

c(iii)；原評分 3 分

等位基因 1 是隱性。

綠色個體只有等位基因 1；棕色個體有的只有 2，有的同時具有 1 和 2。最關鍵的是同時有 1、2 的雜合個體表現棕色，表示 2 的表現掩蓋 1；1 所對應的綠色要沒有 2 時才表現。因此 1 為隱性。題目明說遺傳圖解不獲給分，要用這些基因型與表型的對照作文字解釋；不能因 1 是未突變型便推定它一定顯性。

評分依據：HKDSE 生物 2020 年 卷一乙部 原第 9 題官方評卷參考，原資料第 6、7 頁。

例 4 [HKDSE 生物 2025 年 卷一乙部 原第 11 題]

考生須以短文形式回答以下題目。評分準則包括內容切題，鋪排合乎邏輯，以及表達清晰。

譜系分析和人類基因組計劃均可獲取基因資訊以篩查遺傳病。試比較這兩種途徑所涉及的生物學原理。就診斷和監察遺傳病而言，建議基因資訊的兩項應用。 (11 分)

解答　**完整論述示例；原評分 11 分**

方法：先分序列證據與圖譜證據，再逐層推論。

譜系分析與人類基因組計劃所建立的序列資料都能協助篩查遺傳病，但它們取得資訊的途徑不同。譜系分析先收集多代家族成員的性狀、是否患病、性別與親子關係，畫成譜系圖；再利用親子間性狀的傳遞模式，推斷疾病是顯性或隱性，以及較符合常染色體還是性連鎖遺傳。這是由家族表現型推論遺傳方式，並沒有直接讀出 DNA 的鹼基序列。

確定合適的遺傳模式後，可根據父母和子代的表現型推斷可能基因型，再估計疾病傳給下一代的機率。例如在一個已確定為常染色體隱性遺傳的模型中，若兩位親本皆為 Aa，則 Aa×Aa 可產生 AA、Aa、Aa、aa，每次懷孕產生 aa 子代的機率是四分之一。若家譜欠缺足夠排他性證據，便須保留多種可能，而不能單靠患者人數判定顯隱性。

人類基因組計劃則透過收集細胞樣本、抽取 DNA、測定鹼基排列，建立可供研究者共用的人類基因組參考序列。應用這些資料篩查個人時，可另取受檢者的細胞樣本，讀出相關 DNA 序列，與參考序列及已知致病變異資料作比較，辨認其帶有的等位基因或變異，再結合遺傳模式推斷患病或傳遞疾病的風險。參考序列與後續變異研究相互配合；不是每個與參考不同的鹼基都會致病，也不是基因組計劃本身已直接診斷所有人的疾病。

這些資訊可有兩項具體應用。第一，可配合家族史和臨牀資料，及早辨認帶有某種致病變異的人，協助較快、較準確地診斷相應遺傳病。第二，對已確認有較高風險或已患病的人，安排針對相關疾病的定期監察，及早發現疾病發展並調整照顧或治療。前者改善診斷，後者改善持續監察，均以取得的遺傳資訊為依據。

官方內容分上限為比較生物學原理 6 分、兩項應用 2 分，另有溝通能力 3 分。全文依「資料如何取得→如何推論遺傳資訊→兩項診斷及監察應用」排序，對照家族表現型與 DNA 序列，不把譜系分析誤寫成個人基因測序。

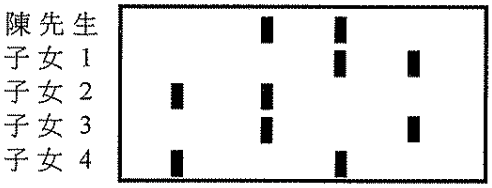
評卷報告提醒（原資料第 75 頁）

比較的是譜系分析與人類基因組計劃；後者研究 DNA 鹼基序列，並不是測定蛋白質氨基酸序列。應用須連到診斷或預測遺傳病，不能以持續監察成人 DNA 日後是否突變代替題目所指的遺傳風險。

評分依據：HKDSE 生物 2025 年 卷一乙部 原第 11 題官方評卷參考，原資料第 59、60 頁。

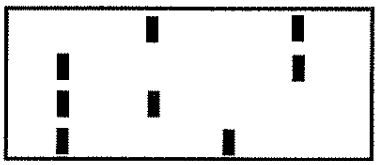
例 5　[HKDSE 生物 練習卷 卷一甲部 原第 14 題]

陳先生和和陳太太是四名孩子的親生父母。陳先生和該四名子女的 DNA 圖譜如下所示：



以下哪項最可能是陳太太的 DNA 圖譜？

A.
B.
C.
D.



解答 **答案：B**

每名子女的條帶須可分別在父母找到。先劃去可由父親提供的兩個位置，子女剩下的左方帶及最右方帶都必須由母親提供；只有 B 同時具有這兩個位置。不能只找與某一名子女最相似的圖譜。

評分依據：HKDSE 生物 練習卷 卷一甲部 原第 14 題官方評卷參考，原資料第 2 頁。

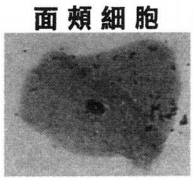
方法：先分序列證據與圖譜證據，再逐層推論。

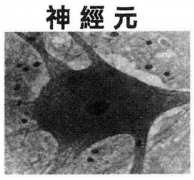
針對練習

1. [HKDSE 生物 2025 年 卷一甲部 原第 29 題]

提示：先分序列證據與圖譜證據，再逐層推論。

以下顯微照片顯示兩種人類細胞：





以下哪項正確解釋這兩種細胞的不同外觀？

A. 它們擁有不同的基因拷貝。
B. 它們擁有不同的基因表達。
C. 它們擁有不同的基因組。
D. 它們擁有不同數目的染色體。

✓ **答案** B

解析 **答案：B**

口腔細胞與神經元的外觀及功能不同，應以不同的基因表達解釋。選 B，而不是把外觀差異直接解釋為兩類細胞含有完全不同的基因。 不同外觀不代表有不同的染色體組合或不同的一整套基因；刺激反應也不是本題辨認兩種分化外觀的主要解釋。

所用知識

同一人體不同分化細胞通常具有相同的遺傳資料，但啟動及表達的基因不同，因此製造不同的蛋白質並形成不同構造。

易錯處

區分『有沒有某個基因』與『有沒有表達某個基因』。

評分依據：HKDSE 生物 2025 年 卷一甲部 原第 29 題官方評卷參考，原資料第 51 頁。

2. [HKDSE 生物 2014 年 卷一甲部 原第 19 題]

提示：先分序列證據與圖譜證據，再逐層推論。

以下哪項**不是** DNA 指紋法的應用？

A. 法證科學
B. 遺傳病的篩選
C. 人類基因組的排序
D. 鑑認中藥

✓ **答案** C

解析 **答案：C**

DNA 指紋比較特定 DNA 片段的差異模式，可用於身份辨認、來源鑑定，及配合遺傳標記作相關篩查；它不會把整個人類基因組的每一個鹼基次序讀出。完整序列需基因組測序，故 C 不是 DNA 指紋的應用。

評分依據：HKDSE 生物 2014 年 卷一甲部 原第 19 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

3. [HKDSE 生物 2020 年 卷一甲部 原第 17 題]
提示：先分序列證據與圖譜證據，再逐層推論。

17. 「重組基因技術產生的轉基因生物較傳統繁殖產生的生物，在進化上更有潛力。」

以下哪項是這陳述的最佳原因？

A. 重組基因技術可以創造新物種。
B. 重組基因技術可以產生新的表現型。
C. 重組基因技術可以在相同物種之間傳遞基因。
D. 重組基因技術可以在不同物種之間傳遞基因。

✓ **答案** D

解析 **答案：D**

基因橫向轉移是把基因傳給非親子關係的另一生物；它可跨越物種界線，使接受者取得原本沒有的功能，例如某種代謝能力。這種改變可能影響存活和繁殖，因而具有演化上的作用。符合這個意思的是 D。

基因轉移可出現新表現型，但不是保證必定產生，更不等於一次轉移便形成新物種。C 把轉移限定在相同物種之間，也不符合橫向轉移可跨物種的特點。

評分依據：HKDSE 生物 2020 年 卷一甲部 原第 17 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

4. [HKDSE 生物 2023 年 卷一甲部 原第 30 題]
提示：先分序列證據與圖譜證據，再逐層推論。

Directions: Questions 29 and 30 refer to the phylogenetic relationship of five bacterial species. Enzyme X is found in most bacteria. The table below shows the number of nucleotide differences in the genes encoding enzyme X of five bacterial species (J, K, L, M and N):

	J	K	L	M	N
J	0	61	32	112	89
K	-	0	50	119	94
L	-	-	0	119	77
M	-	-	-	0	124
N	-	-	-	-	0

The nucleotide sequence of the genes encoding enzyme X have some differences among the five species. Yet, the enzyme X in these five species still serve the same function. Which of the following are possible explanations for this phenomenon?

(1) The polypeptides formed have the same length.
(2) There are more than one genetic code for the same amino acid.
(3) The differences do not affect the shape of the active site of enzyme X.

A. (1) and (2) only
B. (1) and (3) only
C. (2) and (3) only
D. (1), (2) and (3)

✓ **答案** C

解析 **答案：C**

遺傳密碼具有簡併性，不同密碼子可指定同一氨基酸，因此某些 DNA 差異不改變多肽。即使部分氨基酸改變，只要未改變活性部位的合適形狀，酶仍可催化同一反應。多肽長度相同卻可有完全不同序列及形狀，所以 (1) 不足以解釋；選 (2)、(3)。

評分依據：HKDSE 生物 2023 年 卷一甲部 原第 30 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

5. [HKDSE 生物 練習卷 卷一甲部 原第 10 題]
提示：先分序列證據與圖譜證據，再逐層推論。

mRNA 密碼子	AAG	CUA	CCU	GUA	GAU	CAU
氨基酸	賴氨酸	亮氨酸	脯氨酸	纈氨酸	天冬氨酸	組氨酸

以下顯示兩個 mRNA 分子的核苷酸序列，第一個轉錄自一個正常的等位基因，第二個則轉錄自一個突變的等位基因：

轉錄自正常等位基因的 mRNA：　CCUGAUCCUCUACCUCAU
轉錄自突變等位基因的 mRNA：　CCUGAUCCUGUACCUCAU

在轉譯自突變等位基因的多肽中，缺少以下哪個氨基酸？

A. 組氨酸
B. 天冬氨酸
C. 纈氨酸
D. 亮氨酸

✓ **答案** D

解析 **答案：D**

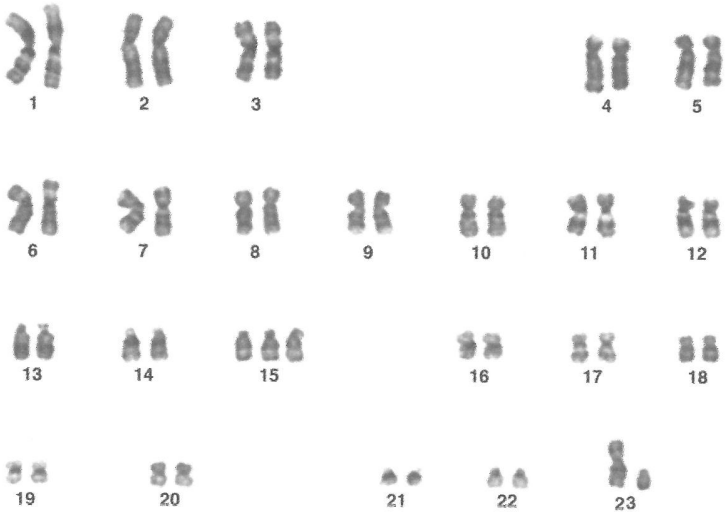
先每三個鹼基分組：正常為 CCU GAU CCU CUA CCU CAU，突變為 CCU GAU CCU GUA CCU CAU。第四個密碼子由 CUA 變 GUA，亮氨酸被纈氨酸取代，所以突變多肽缺的是亮氨酸。

評分依據：HKDSE 生物 練習卷 卷一甲部 原第 10 題官方評卷參考，原資料第 2 頁。

6. [HKDSE 生物 2022 年 卷一乙部 原第 4 題]

提示：先分序列證據與圖譜證據，再逐層推論。

以下顯微照片顯示一名罹患某種腦疾的病人的染色體組型：



(a) 這病人的性別是什麼？描述染色體組型中的**一項**可見特徵以支持你的答案。　(2 分)

(b) (i) 描述這染色體組型所呈現的異常情況。　(1 分)

(ii) 寫出這異常情況所涉及的突變的類型。　(1 分)

(iii) 這異常情況會怎樣影響病人腦細胞內的 mRNA 水平？　(1 分)

(c) 小腦是這疾病所影響的其中一個區域。就小腦的功能而言，提出這病人會遇到的**一種**困難。　(1 分)

✓ **答案** 各小問的答案、推理及相應分值依原題順序列於下方。

解析 **a；原評分 2 分**

男性；第 23 對染色體一長一短，包含 X 和較短的 Y 染色體。

判斷性別要看性染色體。圖中不是兩條同樣長的 X，而是 X 與 Y；Y 染色體的存在支持男性的判斷。

b(i)；原評分 1 分

第 15 組有三條染色體，多了一條。

正常體細胞每組常染色體有兩條。圖中第 15 組清楚顯示三條，屬該組三體，而非每條染色體都多出一條染色單體。

b(ii)；原評分 1 分

染色體突變。

改變的是整條染色體的數目，屬染色體層面的突變；基因突變通常指某基因內鹼基序列改變。

b(iii)；原評分 1 分

第 15 號染色體上基因所產生的 mRNA 水平可能增加。

該染色體有三份，相關基因的拷貝數較正常兩份多，可能產生較多轉錄產物。不能泛稱所有染色體上的每種 mRNA 都增加。

c；原評分 1 分

例如走路時容易失去平衡或難以協調精細動作。

小腦參與維持平衡及協調肌肉活動。若小腦受影響，走路可能搖晃、難沿直線行走，或動作不流暢；這些例子直接對應其功能。

評卷報告提醒（原資料第 4 頁）

觀察性別須指出第 23 組長短不同的可見特徵。多了一整條第 15 號染色體是數目異常，不是多一條染色單體；其效應是相應基因的 mRNA 水平可能增加。

評分依據：HKDSE 生物 2022 年 卷一乙部 原第 4 題官方評卷參考，原資料第 3、4 頁。

7. [HKDSE 生物 2018 年 卷一乙部 原第 9 題]

提示：先分序列證據與圖譜證據，再逐層推論。

雖然大部分 DNA 都是貯存在細胞核內，但是線粒體本身也有少量的 DNA。這些線粒體 DNA 的基因，是編碼着氧化磷酸化所必需的酶。這些線粒體基因的突變會引致一種罕見而致命的代謝疾病，名為賴氏綜合症。

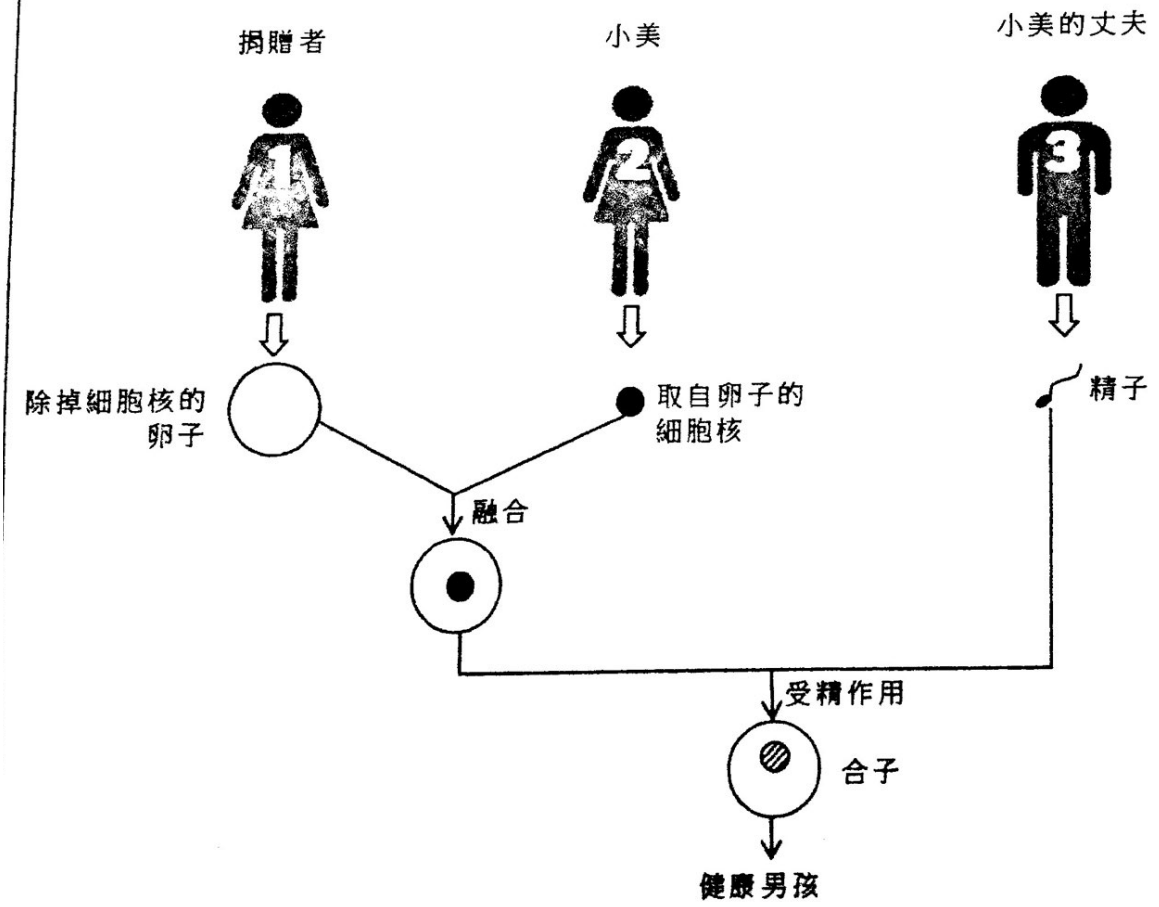
(a) 為什麼線粒體 DNA 的基因突變能影響氧化磷酸化？試加以解釋。 (4 分)

(b) 氧化磷酸化作用有哪些主要產物？寫出它們的重要性。 (4 分)

(c) 小美已有兩名孩子死於賴氏綜合症。已知小美的卵子含有突變的線粒體基因。正常來說，由於合子的線粒體來自卵子，而精子則沒有提供任何線粒體，故此她的孩子會患上這病。

(i) 根據受精過程及精子的構造，試解釋為什麼精子沒有提供任何線粒體予合子。 (1 分)

(ii) 利用「三親嬰兒」技術這個新方法，小美在 2016 年生了一個健康的男孩。以下是該技術的主要步驟：



指出該男孩細胞內細胞核 DNA 和線粒體 DNA 的來源。　　(2 分)

細胞核：

線粒體：

✓ **答案** 各小問的答案、推理及相應分值依原題順序列於下方。

解析 **讀題與方法**

本題跨越分子、細胞器和受精，先把每一步傳遞的對象寫清楚。

a；原評分 4 分

基因突變改變核苷酸序列，可能改變多肽的氨基酸次序，繼而改變酶的三維結構及活性部位，使酶不能正常作用，因此氧化磷酸化受影響。

起手從 DNA 的改變寫起，而不是直接說「酶壞了」。核苷酸次序的改變可能改變編碼，令形成的多肽具有不同氨基酸次序；這又可能影響折疊及活性部位形狀。當受質不能適當結合，或催化蛋白不能完成原來的功能，氧化磷酸化中的相關步驟便受阻。不是所有突變都一定改變蛋白質或致病，本題已指定會導致功能障礙的突變，才沿這條因果鏈解釋。

b；原評分 4 分

氧化磷酸化及相聯的電子傳遞可再生 NAD 和 FAD，供它們在相關呼吸階段繼續接受氫／電子；同時產生 ATP，為細胞活動提供可利用的能量。

NAD、FAD 的還原形式把電子送入電子傳遞鏈後，回到氧化形式，才能再次作為載體參與代謝。NAD 參與糖酵解等階段，NAD 和 FAD 亦在克雷伯氏循環的相關反應中發揮作用；不能寫成 FAD 是糖酵解必需的載體。

電子傳遞建立質子梯度，ATP 合成酶利用這個梯度合成 ATP。ATP 可把能量與主動運輸、合成及肌肉活動等過程連起來。因此不能只列 ATP 而漏掉載體再生及其用途。

c(i)；原評分 1 分

依本題採用的簡化受精模型，帶細胞核的精子頭部參與受精，而含線粒體的中段不把線粒體保留給合子，因此合子的線粒體主要由卵子提供。

精子的細胞核與線粒體不在同一部位：細胞核在頭部，線粒體集中在中段。題目要用這項構造差別說明為何父方核 DNA 能傳給合子，而線粒體遺傳以母方為主。「精子沒有線粒體」是錯誤說法。人體線粒體母系遺傳的分子機制不能概括成所有精子線粒體都絕不進入卵子；研究亦涉及精子線粒體 DNA 的清除或完整性。本小問的舊評卷用語應連同題目模型理解。

c(ii)；原評分 2 分

細胞核 DNA：小美和她的丈夫；線粒體 DNA：主要來自捐贈者。

逐箭頭追蹤兩種物質。小美提供卵子的細胞核，丈夫提供精子的核 DNA，受精後兩者構成合子的核 DNA 來源。捐贈者的卵子雖移去細胞核，仍提供含線粒體的細胞質，因此線粒體 DNA 主要來自捐贈者。不能把「提供卵子」一概理解為提供所有 DNA，也不應說孩子的三人 DNA 各佔三分之一。

評卷報告提醒（原資料第 6 頁）

基因突變的解釋須依次連到鹼基序列、氨基酸序列、蛋白質結構與作用。氧化磷酸化的產物及用途要互相配對，不能只列 ATP 或把二氧化碳當作它的產物。

評分依據：HKDSE 生物 2018 年 卷一乙部 原第 9 題官方評卷參考，原資料第 4 頁。

II.c　生物多樣性與進化

先讀「知 II.c」的知識與圖，再沿本節各題型練習。每道例題保留完整原題與解說，後續練習按整題要求逐步增加資料整合。

題型 1　用可觀察特徵作分類與二分檢索

綜合程度 ★★★☆☆

知識梳理

① 二分檢索表每一步要給出互相排斥的特徵，例如有羽毛與沒有羽毛，再沿相應路徑到名稱。它是辨認工具，不自動等於親緣樹。

② 原核與真核的區分則依據有沒有膜包圍的細胞核等細胞特徵，不能只看體形大小或有沒有葉綠素。

點石成金　先分題目要辨認名稱、建立檢索路徑，還是說明分類依據；每一步都以圖中實際可見的特徵為準。

例 1　[HKDSE 生物 練習卷 卷一甲部 原第 17 題]

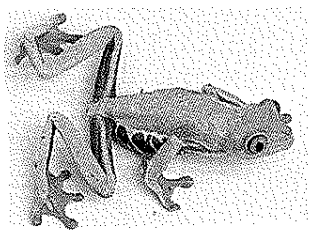
1 (a)　皮膚粗糙 ---------- 2
1 (b)　皮膚光滑 ---------- 3

2 (a)　背面具有顏色條紋 ---------- 物種 P
2 (b)　背面沒有顏色條紋 ---------- 物種 Q

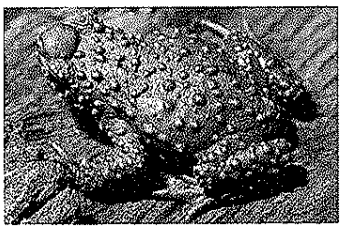
3 (a)　足趾長有吸盤 ---------- 4
3 (b)　足趾沒有吸盤 ---------- 物種 R

4 (a)　肢體有斑點 ---------- 物種 S
4 (b)　肢體沒有斑點 ---------- 物種 T

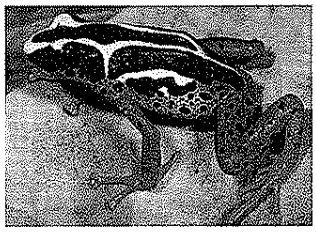
利用以上索引識別下列照片中的三種兩棲動物。



兩棲動物 (1)



兩棲動物 (2)



兩棲動物 (3)

	兩棲動物 (1)	兩棲動物 (2)	兩棲動物 (3)
A.	物種 R	物種 Q	物種 S
B.	物種 Q	物種 S	物種 R
C.	物種 T	物種 R	物種 P
D.	物種 T	物種 Q	物種 S

解答　**答案：D**

(1)皮膚光滑，足趾有吸盤，肢體沒有斑點，沿 1b→3a→4b 得 T；(2)皮膚粗糙，背部無色條紋，沿 1a→2b 得 Q；(3)光滑、有吸盤、肢體有斑點，沿 1b→3a→4a 得 S，所以 D。

方法：每一步都用圖中可辨認的特徵分類。

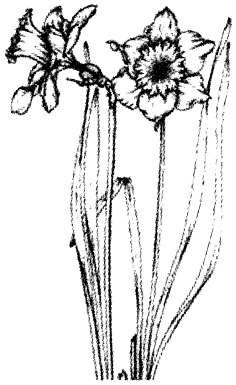
評分依據：HKDSE 生物 練習卷 卷一甲部 原第 17 題官方評卷參考，原資料第 2 頁。

例 2 [HKDSE 生物 2016 年 卷一乙部 原第 4 題]

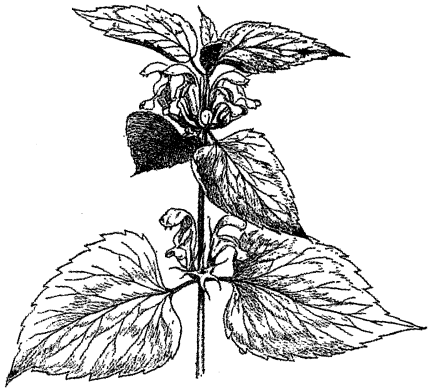
4. 下圖顯示 5 株有花植物的外觀：


白屈菜


風信子


野生水仙


報春花


野蔞麻

(a) 在下表合適的方格內加上「✓」，以顯示每株有花植物的特徵。 (2 分)

	葉子具平行葉脈	葉子具網狀葉脈	花朵單一獨立	花朵聚合成一團	其他特徵
白屈菜					心形葉子
風信子					漏斗形花朵
野生水仙					喇叭形花朵
報春花					棍棒形葉子
野蔞麻					二唇瓣花朵

(b) 利用在 (a) 表的資料，完成以下二叉式檢索表：　(3 分)

1a 植物的葉子具平行葉脈 2

1b 植物的葉子具網狀葉脈 3

2a [　　] ..... 風信子

2b [　　] ..... 野生水仙

3a 植物有二唇瓣的花朵 ..... [　　]

3b 植物沒有二唇瓣的花朵 ..... [　　]

4a [　　] ..... 白屈菜

4b [　　] ..... 報春花

(c) 閱讀以下句子：

二叉式檢索表顯示白屈菜和報春花的進化關係較密切。

你是否同意這種說法？解釋你的答案。　(2 分)

解答 **(a)；原評分 2 分**

白屈菜：網狀葉脈、單一獨立花；風信子：平行葉脈、聚合成團的花；野生水仙：平行葉脈、單一獨立花；報春花：網狀葉脈、單一獨立花；野蕎麻：網狀葉脈、聚合成團的花。

逐株看葉脈，再看花的排列。多朵花長在同一植株，不一定代表每枝形成花序；原圖報春花的每條花梗各有一朵花。官方按葉脈欄與花朵排列欄分別給分，因此兩類特徵都要核對。

(b)；原評分 3 分

2a：花聚合成團／漏斗形花；2b：花單一獨立／喇叭形花；3a：野蕎麻；3b：4；4a：心形葉；4b：棍棒形葉。

1 已把平行脈的風信子、水仙分到第 2 組，所以 2a、2b 要再用兩者不同的花特徵分開。網狀脈組先由二唇瓣花辨認野蕎麻，剩下兩種才進入第 4 組，利用葉形分辨白屈菜和報春花。每一對分支應互相排斥，並把所有剩餘對象分完。

(c)；原評分 2 分

不同意；檢索表的相鄰分支不等於演化近親。

這個檢索表以方便辨認的外觀特徵逐步排除植物，並未比較共同祖先、同源特徵或 DNA 序列。形態相似也可能由相似環境下的適應造成，所以不能只因兩植物到最後一步才被分開，就判定親緣最近。

評卷報告提醒（原資料第 3 頁）

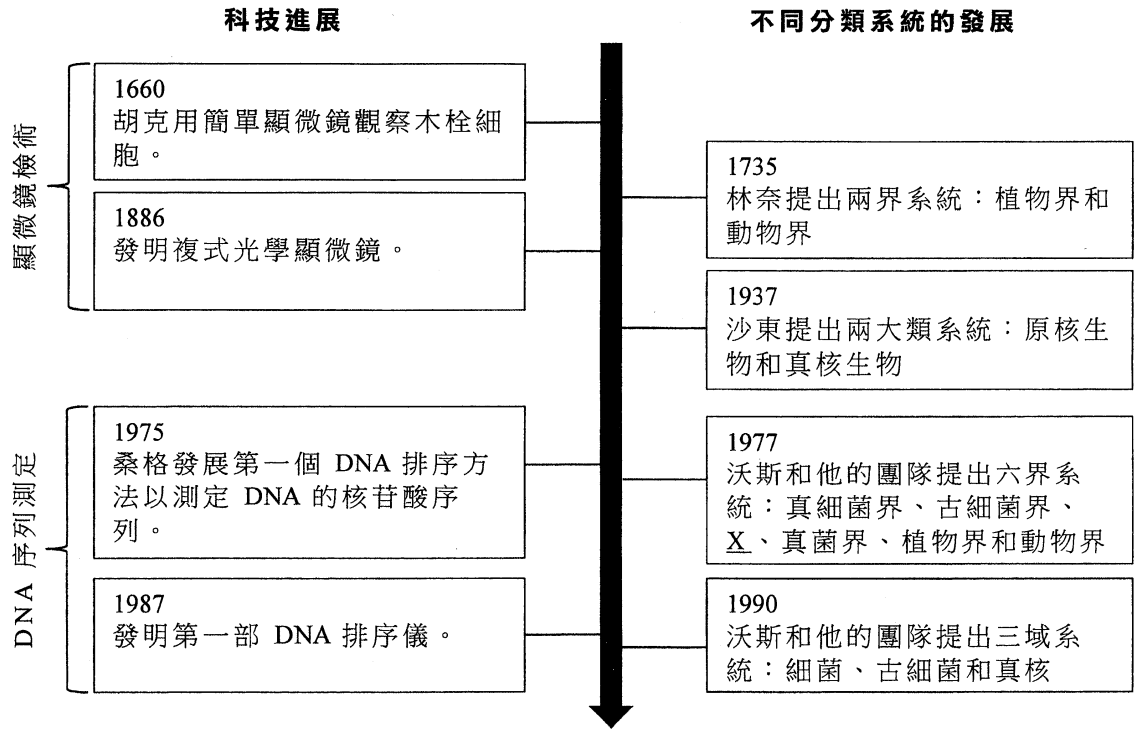
二叉檢索表必須利用圖中可觀察而且互相排斥的特徵。檢索表用於辨認，不等同於描述演化親緣的樹。

評分依據：HKDSE 生物 2016 年 卷一乙部 原第 4 題官方評卷參考，原資料第 2、3 頁。

方法：每一步都用圖中可辨認的特徵分類。

例 3 [HKDSE 生物 2017 年 卷一乙部 原第 6 題]

下表顯示科技的一些重大進展，以及不同分類系統發展的時間軸：



(a) 寫出 1977 年沃斯和他的團隊提出六界系統中 X 所代表的界的名稱。 (1 分)

(b) 下列的科技進展如何有助不同分類系統的發展？ (4 分)

顯微鏡檢術：

DNA 序列測定：

解答 **(a)；原評分 1 分**

原生生物界。

題目列出的六界已有真細菌、古細菌、真菌、植物、動物，缺的是原生生物界。先把已列名稱逐一排除，無需把後來的三域名稱填進『界』的空格。

(b)；原評分 4 分

顯微鏡讓人看見細胞內部構造，能區分原核與真核；DNA 序列測定提供核苷酸差異，可用來推斷親緣，促成較符合演化關係的分類。

每項技術各寫『取得甚麼證據』及『證據如何影響分類』。顯微鏡不只把生物放大，它揭示有無細胞核等組織差異；序列測定不只告訴有 DNA，而是讓研究者比較相同分子區域的序列，辨認看外形不容易分開的類羣。

評卷報告提醒（原資料第 3 頁）

「科技更先進」本身不足以說明分類改變；要指出顯微鏡或分子技術提供了哪些新特徵，從而分辨原來混在一起的生物。

評分依據：HKDSE 生物 2017 年 卷一乙部 原第 6 題官方評卷參考，原資料第 4 頁。

方法：每一步都用圖中可辨認的特徵分類。

針對練習

1. [HKDSE 生物 2013 年 卷一甲部 原第 21 題]
提示：每一步都用圖中可辨認的特徵分類。

有關真細菌和原生生物的比較，以下哪個組合是正確的？

	真細菌	原生生物
A.	體積較大	體積較小
B.	沒有細胞壁	有細胞壁
C.	有真正的細胞核	沒有真正的細胞核
D.	沒有線粒體	有線粒體

✓ **答案** D

解析 **答案：D**

真細菌為原核生物，沒有線粒體等有膜細胞器；原生生物為真核生物，一般具有線粒體，因此 D 正確。原核細胞沒有真正細胞核，許多真細菌具有細胞壁；不能把這些特徵倒置。

評分依據：HKDSE 生物 2013 年 卷一甲部 原第 21 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

2. [HKDSE 生物 2014 年 卷一甲部 原第 15 題]
提示：每一步都用圖中可辨認的特徵分類。

以下哪些生物屬於真核生物界？

(1) 酵母菌
(2) 變形蟲
(3) 小鼠

A. 只有 (1) 和 (2)
B. 只有 (1) 和 (3)
C. 只有 (2) 和 (3)
D. (1)、(2) 和 (3)

✓ **答案** D

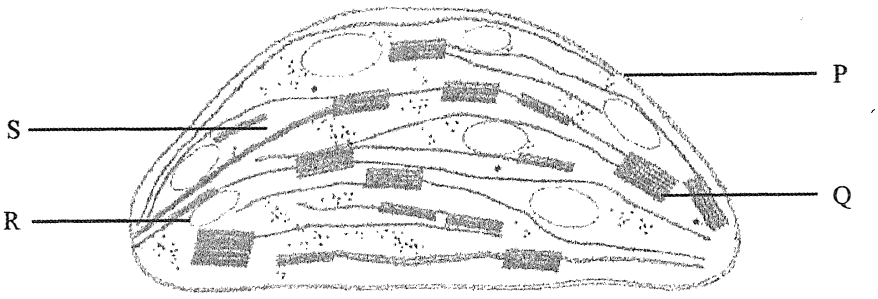
解析 **答案：D**

酵母菌屬真菌，變形蟲屬原生生物，小鼠屬動物；三者的細胞均有真正細胞核及有膜細胞器，皆屬真核生物域。單細胞不等於原核，例如酵母菌和變形蟲都是單細胞真核生物。

評分依據：HKDSE 生物 2014 年 卷一甲部 原第 15 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

3. [HKDSE 生物 2015 年 卷一甲部 原第 5 題]
提示：每一步都用圖中可辨認的特徵分類。

參考以下示意圖，解答 4 和 5 兩題。下圖顯示葉綠體的構造：



以下哪些界的生物具有以上細胞器？

(1) 真細菌界
(2) 原生生物界
(3) 植物界

A. 只有 (1) 和 (2)
B. 只有 (1) 和 (3)
C. 只有 (2) 和 (3)
D. (1)、(2) 和 (3)

✓ **答案** C

解析 **答案：C**

葉綠體是具有膜的細胞器。植物細胞以及部分原生生物，例如藻類，具有葉綠體；真細菌屬原核生物，沒有葉綠體。某些細菌能光合作用，也不表示它們具有這個細胞器。因此是（2）和（3）。故選 C。

評分依據：HKDSE 生物 2015 年 卷一甲部 原第 5 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

4. [HKDSE 生物 2016 年 卷一甲部 原第 15 題]

提示：每一步都用圖中可辨認的特徵分類。

指示： 參考以下資料，解答 14 和 15 兩題。在南極的深層冰樣本內發現五個真細菌的新物種，並比較該五個新物種內編碼着一種必需蛋白的基因的核苷酸序列。下表顯示各物種之間在核苷酸差異的數目：

	核苷酸差異的數目				
物種	P	Q	R	S	T
P	-	4	12	11	22
Q		-	12	11	19
R			-	4	22
S				-	22
T					-

以下哪個細胞的組成部分能在這些物種中找到？

A. 細胞核
B. 細胞壁
C. 葉綠體
D. 線粒體

✓ **答案** B

解析 **答案：B**

題目指明是真細菌。細菌沒有具核膜的細胞核，也沒有線粒體和葉綠體；這些新發現的細菌可具有細胞壁，因此選 B。生活在冰層不會改變它們屬原核生物的基本細胞組織。

評分依據：HKDSE 生物 2016 年 卷一甲部 原第 15 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

5. [HKDSE 生物 練習卷 卷一甲部 原第 15 題]
提示：每一步都用圖中可辨認的特徵分類。

以三域系統將生物分類時，以下哪項組合顯示正確的分類？

	生物	界	域
A.	硝化細菌	古細菌	細菌
B.	變形蟲	動物	真核
C.	酵母	真菌	古細菌
D.	藻	原生生物	真核

✓ **答案** D

解析 **答案：D**

按本題採用的界分類，藻列作原生生物，具有真核細胞，故屬真核域。酵母是真菌但不屬古細菌域；變形蟲不是動物界；硝化細菌也不能配作古細菌界加細菌域，故 D。此處沿用試題的教學分類，不把所有名為藻的類羣當作單一演化支系。

評分依據：HKDSE 生物 練習卷 卷一甲部 原第 15 題官方評卷參考，原資料第 2 頁。

6. [HKDSE 生物 練習卷 卷一甲部 原第 16 題]
提示：每一步都用圖中可辨認的特徵分類。

以下是四種蝦的學名：

(1) *Leptochela japonicus*
(2) *Metapenaeus japonicus*
(3) *Metapenaeus joyneri*
(4) *Metapenaeopsis dura*

以上哪兩個物種的種系發生關係應該是最接近的？

A. (1) 和 (2)
B. (1) 和 (4)
C. (2) 和 (3)
D. (3) 和 (4)

✓ **答案** C

解析 **答案：C**

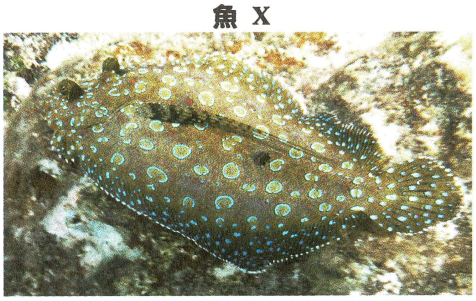
學名第一個詞為屬名。物種(2)及(3)同屬 Metapenaeus，表示在所列分類中親緣較近；(1)與(2)雖同有 japonicus，第二個詞相同但屬名不同，不能據此判近親。

評分依據：HKDSE 生物 練習卷 卷一甲部 原第 16 題官方評卷參考，原資料第 2 頁。

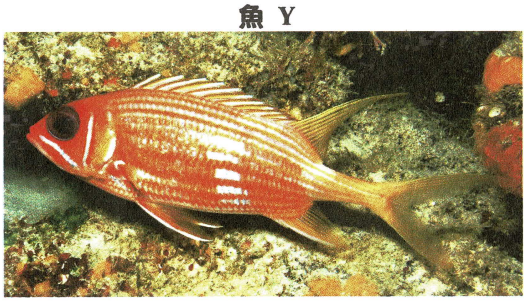
7. [HKDSE 生物 2014 年 卷一甲部 原第 17 題]
提示：每一步都用圖中可辨認的特徵分類。

參考以下兩種不同魚類的照片，解答 17 和 18 兩題。

魚 X



魚 Y



利用以下二叉式檢索表，辨認兩種魚類。

1a　雙目在頭頂 2
1b　頭的每一邊有一隻眼睛 3

2a　具鞭狀的長尾 ..... *Aetobatus narinari*
2b　具短而鈍的尾 ..... *Bothus mancus*

3a　身體表面有斑點 4
3b　身體表面沒有斑點 5

4a　頷下有鬚 ..... *Pseudupeneus maculatus*
4b　頷下沒有鬚 ..... *Sphoeroides spengleri*

5a　身體表面有條紋 ..... *Holocentrus rufus*
5b　身體表面沒有條紋 ..... *Parapriacanthus guentheri*

	魚 X	魚 Y
A.	*Bothus mancus*	*Pseudupeneus maculatus*
B.	*Bothus mancus*	*Holocentrus rufus*
C.	*Aetobatus narinari*	*Parapriacanthus guentheri*
D.	*Aetobatus narinari*	*Sphoeroides spengleri*

✓ **答案** B

解析 **答案：B**

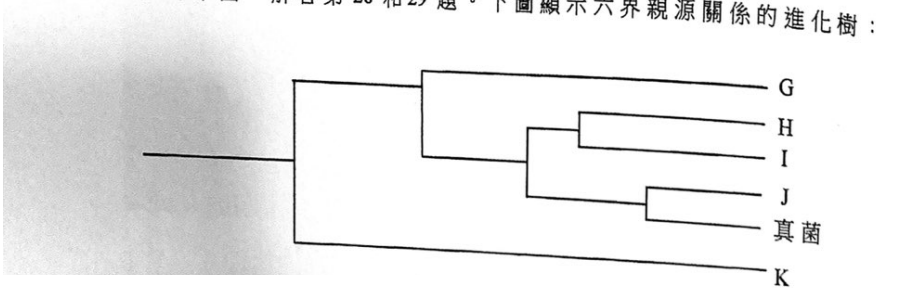
魚 X 雙眼在頭頂，沿 1a 到 2，再按短而鈍的尾選 2b，得到 Bothus mancus。魚 Y 頭兩側各有眼，沿 1b 到 3；表面沒有斑點，沿 3b 到 5；有條紋，選 5a 得到 Holocentrus rufus。因此選 B。

評分依據：HKDSE 生物 2014 年 卷一甲部 原第 17 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

8. [HKDSE 生物 2021 年 卷一甲部 原第 28 題]

提示：每一步都用圖中可辨認的特徵分類。

指示： 參考下圖，解答第 28 和 29 題。下圖顯示六界親源關係的進化樹：



28. 以下哪個組合正確顯示進化樹中 G、J 和 K 所代表的界？

	G	J	K
A.	古細菌界	動物界	真細菌界
B.	古細菌界	植物界	真細菌界
C.	真細菌界	植物界	原生生物界
D.	真細菌界	動物界	原生生物界

✓ **答案** A

解析 **答案：A**

K 最早與其餘分支分開，對應真細菌；G 與真核分支的共同祖先較近，對應古細菌。真菌與動物的共同祖先比它們與植物的共同祖先較近，因此與真菌最近的 J 對應動物。三個位置合起來選 A。故選 A。

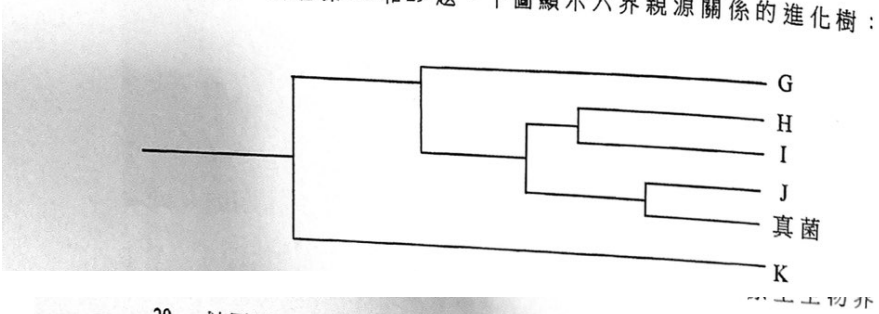
評卷報告提醒（原資料第 1 頁）

真菌不能因為外形像植物便歸入與植物最近的支系。判斷親緣應依共同祖先和分子證據；此圖中真菌與動物較接近。

評分依據：HKDSE 生物 2021 年 卷一甲部 原第 28 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

9. [HKDSE 生物 2021 年 卷一甲部 原第 29 題]
提示：每一步都用圖中可辨認的特徵分類。

指示： 參考下圖，解答第 28 和 29 題。下圖顯示六界親源關係的進化樹：



29. 以下哪一對生物屬於相同的域？

A. G 和 K
B. G 和 H
C. H 和 J
D. J 和 K

✓ **答案** C

解析 **答案：C**

先用前題定位古細菌 G 和真細菌 K，這兩者各屬不同域。H、I 與 J、真菌同在真核分支，故 H 與 I 都屬真核生物域。共同出現在一棵樹上不代表屬同域，必須看域所對應的分支。故選 C。

評卷報告提醒（原資料第 1 頁）

古細菌與真細菌雖同屬原核生物，卻分屬古細菌域和細菌域；「原核」不是同一域的證據。

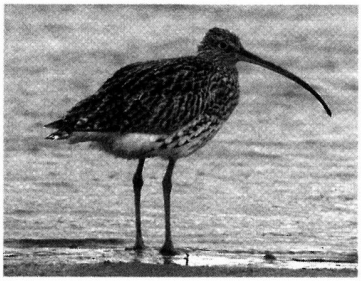
評分依據：HKDSE 生物 2021 年 卷一甲部 原第 29 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

10. [HKDSE 生物 2025 年 卷一乙部 原第 3 題]

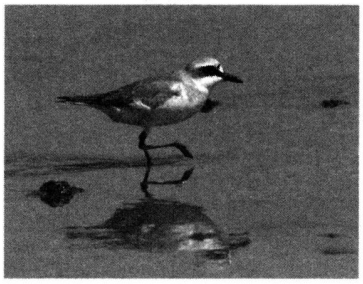
提示：每一步都用圖中可辨認的特徵分類。

就擬議發展新田科技城，進行一項環境影響評估，發現四種水鳥在魚塘及其附近捕獵。牠們的照片顯示如下：

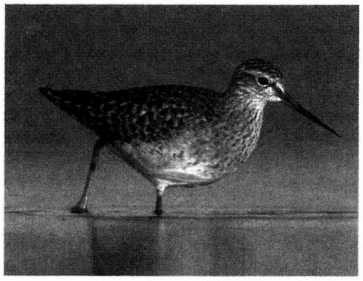
水鳥 A



水鳥 B



水鳥 C



水鳥 D



(a) 運用以下所提供的索引，辨識水鳥 A 和 C。寫出每種水鳥的學名和辨識水鳥時所引用的檢索順序。 (2 分)

1a. 喙的長度小於頭的長度 ..... 鐵嘴沙鴴 (*Charadrius leschenaultii*)
1b. 喙的長度不小於頭的長度 2

2a. 喙彎曲 ..... 白腰杓鷸 (*Numenius arquata*)
2b. 喙筆直 3

3a. 眼和喙之間沒有黑條紋 ..... 澤鷸 (*Tringa stagnatilis*)
3b. 眼和喙之間具有黑條紋 ..... 林鷸 (*Tringa glareola*)

水鳥	檢索順序以作辨識	學名
A		
C		

(b) 哪兩種水鳥的生態位差異最大？以照片提供的證據，解釋你的答案。 (3 分)

✓ **答案** 各小問的答案、推理及相應分值依原題順序列於下方。

解析 **(a)；原評分 2 分**

A：1b → 2a，Numenius arquata；C：1b → 2b → 3b，Tringa glareola。

兩鳥的喙都不短於頭部，故從 1b 前進。A 的喙向下彎，走 2a 即到終點；C 的喙直，走 2b，再因眼與喙之間有黑條紋而選 3b。官方把兩鳥的完整檢索順序合給 1 分，兩個學名合給 1 分。

(b)；原評分 3 分

A 和 B。兩者喙的長度、大小或形狀差異最大；A 能在較深水區覓食，B 主要在泥灘覓食。

先選鳥，再指出照片中的形態證據，最後說明資源利用位置的差異，各 1 分。學名不同本身不能決定哪一對生態位差異最大；喙形與覓食位置才是本題可用的連接。

評卷報告提醒（原資料第 72 頁）

檢索表答案須依原描述及學名；解釋生態位差異時要引用捕食習性或食物種類。

評分依據：HKDSE 生物 2025 年 卷一乙部 原第 3 題官方評卷參考，原資料第 53 頁。

11. [HKDSE 生物 樣本卷 卷一乙部 原第 3 題]
提示：每一步都用圖中可辨認的特徵分類。

以下照片顯示可在香港海岸範圍找到的一種海豚：



(a) 根據從相片觀察到海豚的**兩項**特徵，指出每項特徵如何令牠適應生活於這個生境。 (2 分)

(b) 在香港，這種海豚屬受保護的物種。指出**兩項**人類活動如何對牠在香港海域的生存構成威脅。 (2 分)

(c) 根據現代分類系統，海豚和金魚可歸類於同一組，但不同的亞組。指出這兩種動物在構造上的**兩項**差異，這些差異可作爲將牠們歸類入不同亞組的基礎。 (2 分)

✓ **答案** 各小問的答案、推理及相應分值依原題順序列於下方。

解析 **a；原評分 2 分**

流線型身體減少在水中移動的阻力；尾部及鰭狀肢體協助推進、轉向和保持平衡。

每項都要由照片中能看到的外形，連到水中生活的用途。身體前後較窄、外形平滑，使水流較容易流過；尾部拍動可產生推進力。乳腺、肺或體內脂肪不能從這張外觀照片直接看見，因此不宜用它們回答本小問。

b；原評分 2 分

沿岸填海、挖泥或工程可破壞生境並影響水質；繁忙船隻活動的碰撞和噪音可傷害海豚或幹擾覓食。

題目要兩項人類活動「如何」構成威脅。第一項把土地工程連到生活空間、懸浮物或食物環境的變化；第二項把航運連到直接受傷及水下聲音幹擾。只寫「污染、旅遊」是活動或問題名稱，還要補出對海豚的實際影響。

c；原評分 2 分

海豚有乳腺、以肺呼吸而沒有鰓；金魚沒有乳腺、有鰓。

兩者都屬脊椎動物，但海豚屬哺乳類，金魚屬魚類。分類比較要在同一特徵上成對說明：有／沒有乳腺；沒有／有鰓。不能只列海豚的一種構造而不交代金魚的相應情況，也不能以「生活在海或淡水」取代題目要求的構造差異。

評分依據：HKDSE 生物 樣本卷 卷一乙部 原第 3 題官方評卷參考，原資料第 2 頁。

12. [HKDSE 生物 樣本卷 卷一乙部 原第 5 題]

提示：每一步都用圖中可辨認的特徵分類。

在歷史的進程中，科學家根據不同準則，發展出不同的系統，把各式各樣的生物分門別類。下表列出在過去數世紀發展出的一些不同分類系統：

<table>
<tr><td>科學家</td><td>林奈</td><td>沙東</td><td>科普蘭</td><td>魏特克</td><td>沃斯等人</td><td>沃斯等人</td></tr>
<tr><td>提出年份</td><td>1735</td><td>1937</td><td>1956</td><td>1969</td><td>1977</td><td>1990</td></tr>
<tr><td>系統</td><td>兩界</td><td>兩大類</td><td>四界</td><td>五界</td><td>六界</td><td>三域</td></tr>
<tr><td rowspan="6">組別</td><td rowspan="3">(沒有處理)</td><td rowspan="2">原核生物</td><td rowspan="2">原核生物界</td><td rowspan="2">原核生物界</td><td>真細菌界</td><td>真細菌域</td></tr>
<tr><td>古細菌界</td><td>古細菌域</td></tr>
<tr><td rowspan="4">真核生物</td><td>原生生物界</td><td>原生生物界</td><td>原生生物界</td><td rowspan="4">真核生物域</td></tr>
<tr><td rowspan="2">植物界</td><td rowspan="2">植物界</td><td>真菌界</td><td>真菌界</td></tr>
<tr><td>植物界</td><td>植物界</td></tr>
<tr><td>動物界</td><td>動物界</td><td>動物界</td><td>動物界</td></tr>
</table>

(a) 沙東於 1937 把所有生物分爲兩大類，指出這兩大類的**兩項**主要差異。 (2 分)

(b) 完成以下檢索表，按魏特克提出的模式，將真核生物分類爲四界。 (3 分)

1a 大多是單細胞的……原生生物界
1b 多細胞的……2

2a		……	
2b		……	
3a		……	
3b		……	

(c) 生物的分類系統會隨着時間而不斷改變，試提出**兩項**原因。 (2 分)

✓ **答案** 各小問的答案、推理及相應分值依原題順序列於下方。

解析 **a；原評分 2 分**

原核生物沒有由核膜包圍的細胞核，真核生物有；原核生物沒有線粒體等具膜細胞器，真核生物有這類胞器。沿表中「原核／真核」這條界線比較，重點是核膜及內部膜性分區，不是單純細胞大小。原核生物仍有 DNA、細胞膜和核糖體；不能把「沒有真正細胞核」寫成「沒有遺傳物質」，也不能把「沒有具膜細胞器」寫成完全沒有任何胞器。

b；原評分 3 分

2a 有細胞壁 → 3。
2b 沒有細胞壁 → 動物界。
3a 有葉綠素 → 植物界。
3b 沒有葉綠素 → 真菌界。

先把題目已給的單細胞路線留給原生生物界。餘下多細胞生物，先用細胞壁分出動物，再在有壁的一支以葉綠素分植物與真菌。每一對描述應互相排斥，並指向正確界名或下一步編號，不能只列三個界名而沒有能逐步走下去的判別路徑。本題採用指定的魏特克模式，不是要求把歷史所有分類系統混在同一檢索表。

c；原評分 2 分

新物種或新的細胞、分子證據出現，可能使原有分組不再合適；不同時期科學家所重視的分類準則亦可能不同。例如較早主要比較外形，後來可比較細胞構造和核酸序列，原來看似相近的生物便可能被分開，或原來分開的生物被認為親緣較近。分類是一套根據證據描述關係的模型，會因證據及準則而修訂；不是生物因為科學家改了分類表就突然改變身體。

評分依據：HKDSE 生物 樣本卷 卷一乙部 原第 5 題官方評卷參考，原資料第 3 頁。

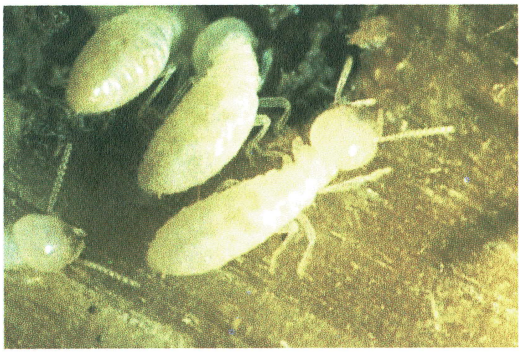
13. [HKDSE 生物 2012 年 卷一乙部 原第 4 題]

提示：每一步都用圖中可辨認的特徵分類。

以下檢索表用以鑑定在同一門內的生物：

1a	沒有眼睛	----------	2
1b	具一雙眼睛	----------	3
2a	具六足	----------	綱 A
2b	多於六足	----------	綱 B
3a	具六足	----------	綱 C
3b	多於六足	----------	綱 D

(a) 利用以上檢索表，鑑定下圖所示的生物 X 屬於哪一綱。 (1 分)



(b) 試提出生物 X 生境的一種特性。解釋你的答案。 (2 分)

(c) 某新發現的生物 Y ，具有一雙眼睛和少於六足。雖然相信這生物屬於這個門，但卻不能用上述檢索表鑑定它。解釋爲什麼會有這個問題。 (1 分)

(d) 試提出**一種**方法，以搜集更多資料來決定生物 Y 是否屬於這個門。 (2 分)

✓ **答案** 各小問的答案、推理及相應分值依原題順序列於下方。

解析 **a；原評分 1 分**

綱 A。

X 沒有眼，先沿 1(a)到第 2 組；它有六隻腳，再沿 2(a)到綱 A。不要跳過第一個分支，只憑腳數選綱 C。

b；原評分 2 分

X 可能生活在黑暗或光線很微弱的環境，因為它沒有眼，仍能在這種環境生存。

先提出環境，再用可見特徵支持推論。沒有眼支持對視覺依賴低，不能據此確定它只生活在某一個指定地點。

c；原評分 1 分

該檢索表根據建立時已知生物的特徵製成，未涵蓋「有眼而少於六隻腳」這種特徵組合。

Y 沿「有一對眼」到第 3 組後，兩個分支均不吻合。因此受限制的是這份檢索表的涵蓋範圍，不代表 Y 無法分類或不是真實生物。

d；原評分 2 分

比較相應蛋白質的氨基酸序列，或相應 DNA／mRNA 的鹼基序列；以序列的相似程度推斷親緣關係。

比較必須針對可對應的分子序列。一般而言，差異較少支持較近的共同祖先；只寫「做 DNA 測試」沒有說明比較甚麼及如何用結果，未完成推理。

評卷報告提醒（原資料第 1 頁）

檢索表未列某特徵的根本原因是它按已知生物設計；推棲境時要把無眼特徵連到光線條件。

評分依據：HKDSE 生物 2012 年 卷一乙部 原第 4 題官方評卷參考，原資料第 2 頁。

題型 2 用分子、化石與分支點推論親緣

綜合程度 ★★★☆☆

知識梳理

① 兩個物種相應序列的差異較少，可支持它們有較近的共同祖先；比較必須使用可對應的基因或蛋白質。樹上的接近由共享分支點決定，不是看兩個名稱在紙上排得多近。

② 化石提供過去形態與年代的證據，但保存條件不均，缺少化石不等於該生物一定沒有存在過。

點石成金　先找最近的共同分支點，再檢查所用序列、化石或地理資料是否支持該關係。

例 1 [HKDSE 生物 2018 年 卷一甲部 原第 9 題]

以下哪項陳述最能解釋為什麼要將單細胞生物分為細菌域和古細菌域？

A. 古細菌較細菌古老。
B. 古細菌較細菌為小。
C. 古細菌與細菌在 DNA 序列方面有明顯的差別。
D. 古細菌與細菌在細胞壁和細胞膜的組成上有差異。

解答　讀題與方法

分類要反映演化關係，應尋找能比較遺傳差異的證據。

方法：先找共同分支點，再檢查支持證據。

答案：C

DNA 序列可以用來比較不同生物的遺傳相似與差異。細菌與古菌在分子層面的差異，為把兩者分開提供重要證據，因此 C 最符合題意。單憑個體大小或聲稱哪一羣「較古老」，不足以建立可靠的親緣分類。細胞壁和細胞膜的組成也有分類價值，但本題選取的分子遺傳證據更直接對應親緣關係。故選 C。

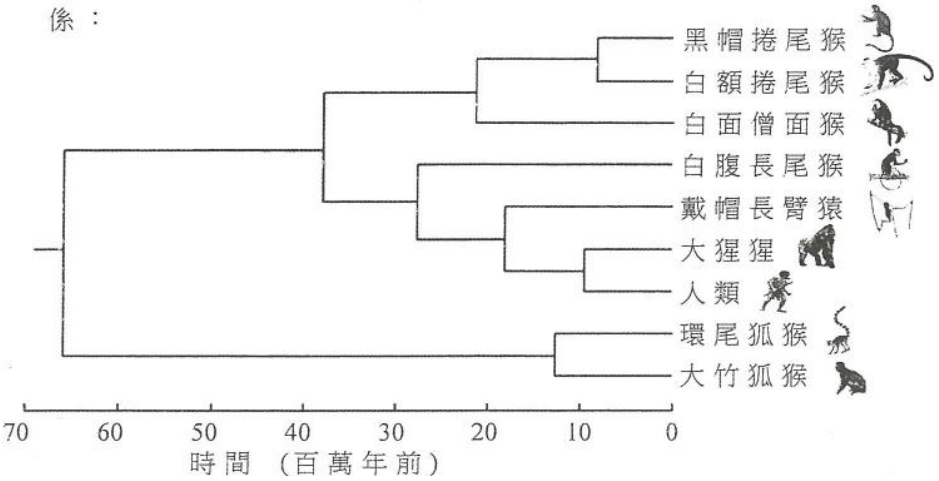
易錯處

把「古菌」名稱中的「古」當成分類論據。

評分依據：HKDSE 生物 2018 年 卷一甲部 原第 9 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

例 2 [HKDSE 生物 2024 年 卷一甲部 原第 12 題]

指示： 參考下圖，解答第 12 和 13 題。下圖顯示人類和一些靈長類動物的親緣關係：



以下哪項有關這些靈長類動物的陳述是正確的？

A. 戴帽長臂猿跟大猩猩及人類有共同的祖先。
B. 大猩猩與環尾狐猴的關係較其與白面僧面猴的關係相近。
C. 白面僧面猴是黑帽捲尾猴和白額捲尾猴的共同祖先。
D. 大猩猩和人類之間的差異跟環尾狐猴和大竹狐猴之間的差異相同。

解答 **答案：A**

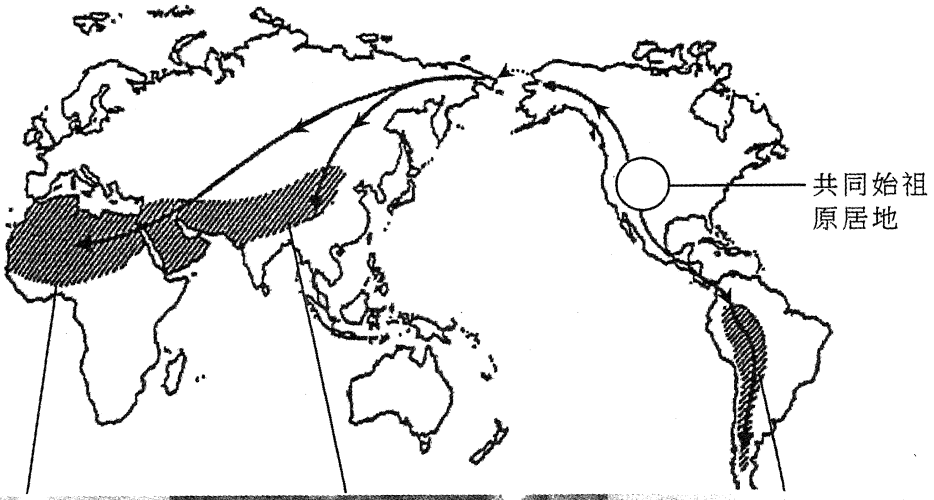
戴帽長臂猿、大猩猩與人類的分支向左追溯會會合，顯示三者具有共同祖先。現存的白面僧面猴並不是另一現存猴類的祖先；也不能只因兩對分支都畫成相鄰便說牠們的差異相同，要看分歧時間及圖所提供的資訊。

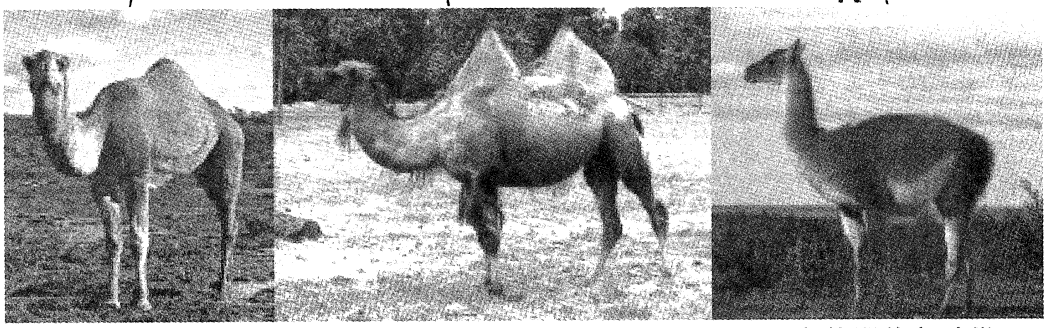
評分依據：HKDSE 生物 2024 年 卷一甲部 原第 12 題官方評卷參考，原資料第 49 頁。

方法：先找共同分支點，再檢查支持證據。

例 3 [HKDSE 生物 2015 年 卷一乙部 原第 10 題]

化石紀錄顯示非洲和亞洲的駱駝與南美洲的無峰駝是由六百萬年前的同一始祖進化而成。下圖顯示在各個大陸分離之前該共同始祖可能的遷徙路線，及現時能找到駱駝和無峰駝的地點（陰影區域）：





非洲的駱駝　　亞洲的駱駝　　南美洲的無峰駝

(a) 根據以上提供的資料，繪畫一圖以顯示三種動物的進化樹。 (2 分)

非洲和亞洲的駱駝與南美洲的無峰駝的進化樹

(b) 試解釋上述個案的共同始祖如何形成兩個不同動物物種(駱駝和無峰駝)。(4 分)

(c) 提出另一方法以建構上述動物之間的進化關係。 (1 分)

(d) 指出以化石紀錄作為進化證據的**兩項**限制。 (2 分)

寫於邊界以外的答案，將不予評閱。

寫於 的答

解答 **(a)；原評分 2 分**

三者由共同祖先分支；非洲與亞洲駱駝先歸在同一較近支系，南美洲無峯駝在較早處與該支系分開。

圖中的遷移路徑支持駱駝一支進入歐亞及非洲，另一支進入南美洲。樹上要用分叉表示共同祖先及相對親緣遠近；位置左右可互換，但分叉關係不能任意交換。

(b)；原評分 4 分

大陸分離使祖先種羣地理隔離；不同地區的環境不同，自然選擇保留了各地不同的有利遺傳變異。差異經世代累積，最後形成生殖隔離，不能再有效互交繁殖，成為不同物種。

完整論證依次包含隔離、不同選擇壓力、遺傳差異累積和生殖隔離。環境不是為了滿足需要而有目的地製造指定突變，選擇作用於已存在或新出現的可遺傳差異。

方法：先找共同分支點，再檢查支持證據。

(c)；原評分 1 分

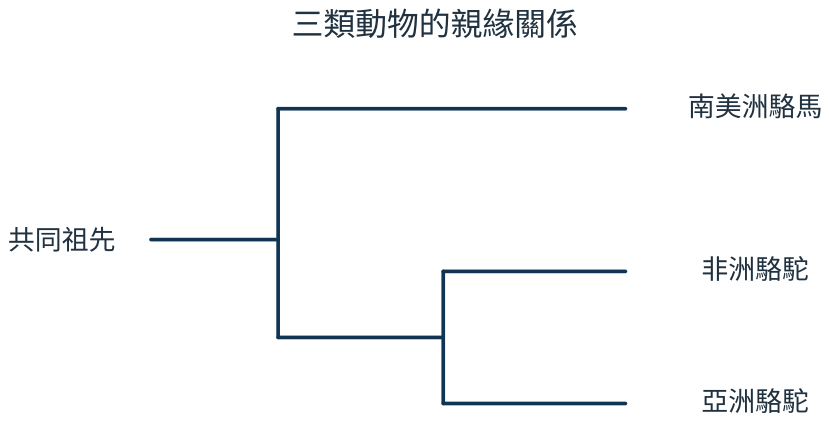
比較 DNA 序列，或比較重要蛋白質的氨基酸序列。

分子序列提供可量度的遺傳相似程度，可與外形及地理證據一起推斷親緣關係。

(d)；原評分 2 分

並非所有生物都有機會成為化石；已形成的化石也可能被破壞或不完整。

成化石需要適當保存條件，而且之後仍受地質作用影響，因此化石紀錄並非完整連續的祖先清單。這兩個限制分別發生在形成及保存階段。



非洲與亞洲駱駝共享較近的共同祖先。

對應原題的作圖答案

評卷報告提醒（原資料第 3 頁）

地理隔離須接上基因交流受阻、可遺傳差異累積及生殖隔離。分子比較應指明比較相應 DNA 序列或同一蛋白質的氨基酸序列。

評分依據：HKDSE 生物 2015 年 卷一乙部 原第 10 題官方評卷參考，原資料第 5 頁。

針對練習

1. [HKDSE 生物 2023 年 卷一甲部 原第 29 題]

提示：先找共同分支點，再檢查支持證據。

Directions: Questions 29 and 30 refer to the phylogenetic relationship of five bacterial species. Enzyme X is found in most bacteria. The table below shows the number of nucleotide differences in the genes encoding enzyme X of five bacterial species (J, K, L, M and N):

	J	K	L	M	N
J	0	61	32	112	89
K	-	0	50	119	94
L	-	-	0	119	77
M	-	-	-	0	124
N	-	-	-	-	0

With regard to the phylogenetic relationship to L, arrange the species in the correct order from closely related o distantly related.

A. L, J, K, N, M
B. L, J, M, N, K
C. L, M, N, K, J
D. L, N, M, K, J

✓ **答案** A

解析 **答案：A**

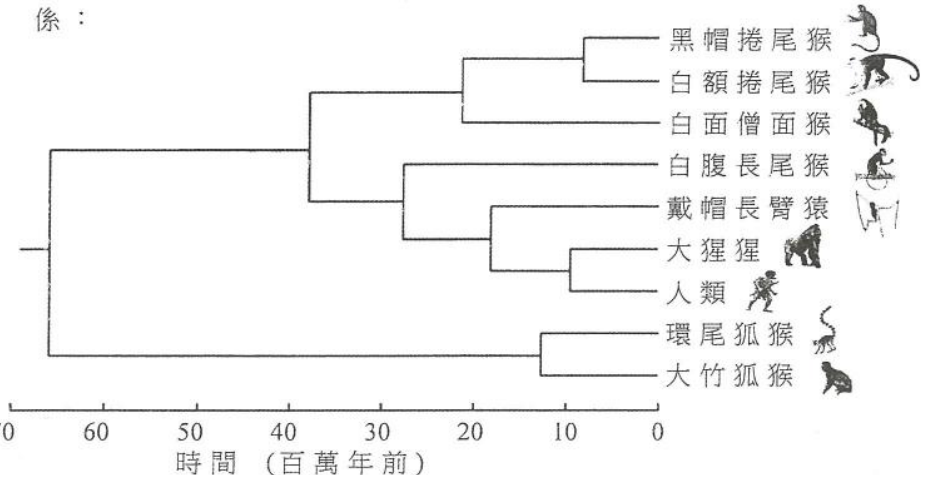
固定以 L 為比較對象：L 與自身差異 0，與 J 為 32、K 為 50、N 為 77、M 為 119。差異越少，親緣通常越近，所以依次 L、J、K、N、M。不能把其他物種彼此的差異混入此排序。

評分依據：HKDSE 生物 2023 年 卷一甲部 原第 29 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

2. [HKDSE 生物 2024 年 卷一甲部 原第 13 題]

提示：先找共同分支點，再檢查支持證據。

指示： 參考下圖，解答第 12 和 13 題。下圖顯示人類和一些靈長類動物的親緣關係：



以下哪些方法可以用來建構以上靈長類動物的親緣關係？

(1) 比較不同靈長類動物的化石紀錄
(2) 比較不同靈長類動物的 DNA 樣本
(3) 比較不同靈長類動物的關鍵蛋白樣本

A. 只有 (1) 和 (2)
B. 只有 (1) 和 (3)
C. 只有 (2) 和 (3)
D. (1)、(2) 和 (3)

✓ **答案** D

解析 **答案：D**

化石提供過去生物的形態和出現年代；DNA 鹼基序列及關鍵蛋白質的氨基酸序列可比較遺傳差異。這三類證據都可用於建立或交叉檢驗親緣關係，因此 (1)、(2)、(3) 均可。

評分依據：HKDSE 生物 2024 年 卷一甲部 原第 13 題官方評卷參考，原資料第 49 頁。

3. [HKDSE 生物 練習卷 卷一甲部 原第 21 題]

提示：先找共同分支點，再檢查支持證據。

引用化石紀錄作爲演化的證據時，以下哪項**不是**其局限？

A. 化石損壞了，並且不完整。
B. 有些生物可能沒有形成化石。
C. 化石存在於沉積岩的不同岩層。
D. 化石存在於難以到達的地區，無法取得用作研究。

✓ **答案** C

解析 **答案：C**

化石在不同沉積巖層中的位置，能提供相對年代與生物變化的線索，這是其作證據的價值，並非侷限。保存不完整、未形成化石及難以採集，才會使紀錄缺漏，故 C。

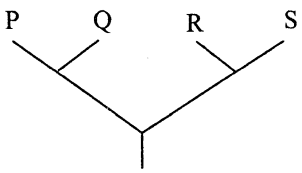
評分依據：HKDSE 生物 練習卷 卷一甲部 原第 21 題官方評卷參考，原資料第 2 頁。

4. [HKDSE 生物 2013 年 卷一甲部 原第 20 題]
提示：先找共同分支點，再檢查支持證據。

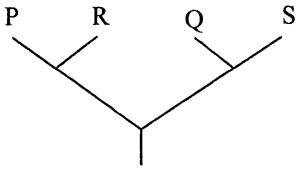
參考以下四個核苷酸序列，解答 19 和 20 兩題。該四個核苷酸序列來自 P、Q、R 和 S 四個不同生物物種的某個具功能的基因的片段。

AACGTCGAAA　(生物 P)
AACCTCGAAA　(生物 Q)
AGGCTAGAAA　(生物 R)
AGGCTAGTAA　(生物 S)

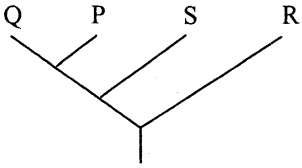
根據以上資料，以下哪幅圖最能代表生物 P、Q、R 和 S 的進化樹？

A.


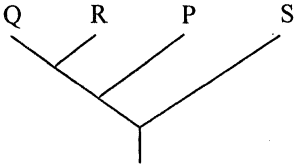
祖先

B.


祖先

C.


祖先

D.


祖先

✓ **答案** A

解析 **答案：A**

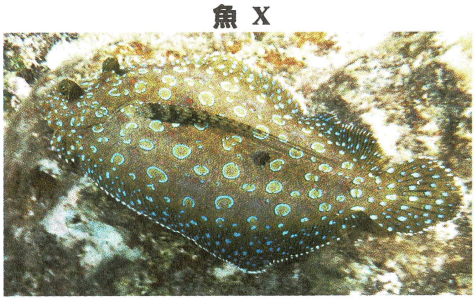
P 與 Q 的序列只在一個位置不同，R 與 S 也只在一個位置不同，因此應先把 P、Q 歸成較近的一組，把 R、S 歸成另一組。A 顯示了這兩對各自具有較近的共同祖先；不要按圖上左右位置猜親緣，而要數對應鹼基差異。

評分依據：HKDSE 生物 2013 年 卷一甲部 原第 20 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

5. [HKDSE 生物 2014 年 卷一甲部 原第 18 題]
提示：先找共同分支點，再檢查支持證據。

參考以下兩種不同魚類的照片，解答 17 和 18 兩題。

魚 X



魚 Y



以下哪項可用以進一步研究兩種魚類之間的種系關係？

(1) 比較牠們的功能性蛋白的氨基酸序列
(2) 比較牠們的內部構造
(3) 比較牠們的生境和行為

A. 只有 (1) 和 (2)
B. 只有 (1) 和 (3)
C. 只有 (2) 和 (3)
D. (1)、(2) 和 (3)

✓ **答案** A

解析 **答案：A**

比較相應功能蛋白質的氨基酸序列及內部構造，可提供遺傳及同源構造證據。生境與行為容易受環境和適應影響，單憑相似生境不足以判斷近親，因此本題選(1)及(2)。

評分依據：HKDSE 生物 2014 年 卷一甲部 原第 18 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

6. [HKDSE 生物 2020 年 卷一甲部 原第 15 題]

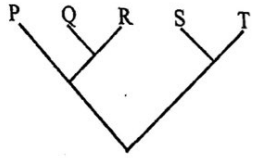
← 提示：先找共同分支點，再檢查支持證據。

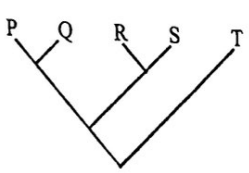
15. 下表顯示五個物種是否具有某些特徵：

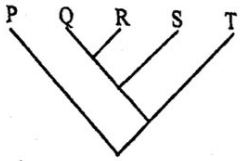
物種	特徵 1	2	3	4	5
P	+	+	−	+	−
Q	+	+	−	−	−
R	+	−	−	−	+
S	+	−	+	−	+
T	−	−	−	−	−

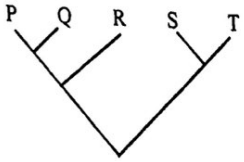
圖例：
+ 具有該特徵
− 沒有該特徵

以下哪個進化樹最能說明這五個物種的親緣關係？

A.


B.


C.


D.


✓ **答案** B

解析 **答案：B**

先找共享特徵最多的組合。P 與 Q 都有特徵 1、2，可先放成一組；R 與 S 都有特徵 1、5，可放成另一組。P 多出的特徵 4、S 多出的特徵 3 可在各自分支後形成，不破壞這兩組的親緣關係。

P、Q、R、S 全都有特徵 1，T 則沒有表中任何特徵，故 T 應較早與其餘四種分開。B 同時保留 P–Q、R–S 兩對及較早分支的 T，所以最符合資料。不能只按圖上字母的位置遠近判親緣。

評分依據：HKDSE 生物 2020 年 卷一甲部 原第 15 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

7. [HKDSE 生物 2022 年 卷一甲部 原第 7 題]
提示：先找共同分支點，再檢查支持證據。

7. 將三組生物 X、Y 和 Z 進行比較，結果如下圖所示：

	X	Y	Z
細胞壁	有	有	沒有
某種見於三組生物的蛋白的氨基酸序列相似度(以 X 作為參照)	100%	45%	55%

根據以上資料，可以得出以下哪項推論？

A. X 和 Y 均是原核生物。
B. Y 在三者之中是最低等的。
C. X 與 Z 的親緣關係較 X 與 Y 近。
D. Y 與 Z 的親緣關係較 Y 與 X 近。

✓ **答案** C

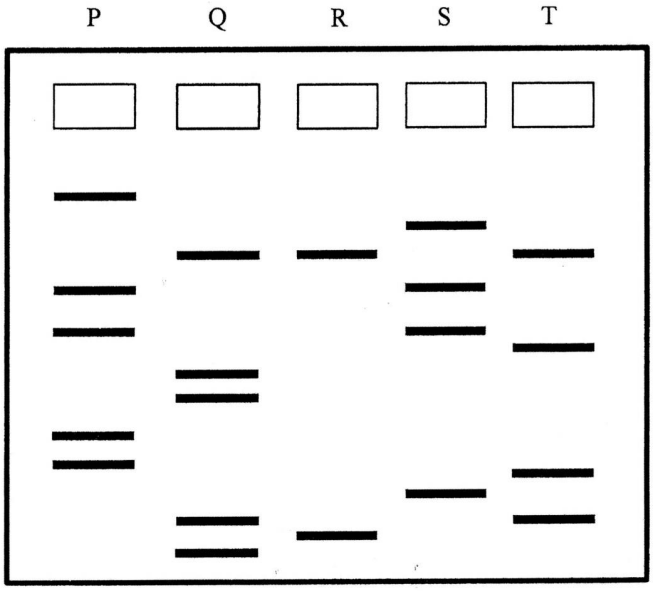
解析 **答案：C**

相同蛋白質的氨基酸序列越相似，通常表示共同祖先越近。Z 與 X 的相似度為 55%，高於 Y 與 X 的 45%，故 X 與 Z 的親緣較近。細胞壁的有無本身不足以判斷這三羣是否全屬原核生物；表內亦沒有直接給出 Y 與 Z 的序列相似度。

評分依據：HKDSE 生物 2022 年 卷一甲部 原第 7 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

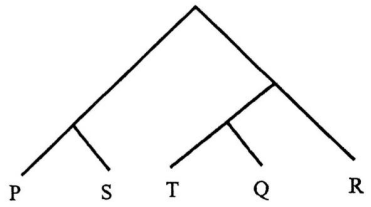
8. [HKDSE 生物 2025 年 卷一甲部 原第 28 題]
提示：先找共同分支點，再檢查支持證據。

物種 P、Q、R、S 和 T 皆進化自同一祖先，牠們的 DNA 指紋如下圖所示：

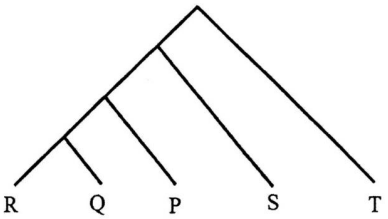


以下哪個進化樹，是這五個物種的系統發生關係的最佳闡釋？

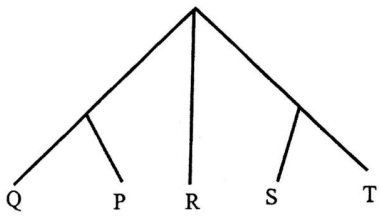
A.



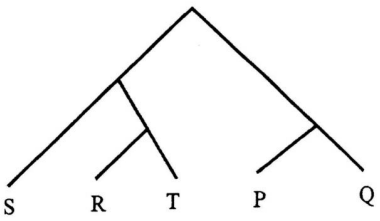
B.



C.



D.



✓ **答案** A

解析 **答案：A**

先找 DNA 條帶位置較相近的配對：Q 與 R 有多條對應的共同條帶，P 與 S 也顯示共同條帶。 再把 T 與各組比較。選項 A 保留 Q 與 R、P 與 S 的較近分支，並把 T 置於所示的相對位置，因此最符合整份 DNA 指紋的關係。 B、D 沒有保留題圖支持的近緣配對；C 把各成員畫成相同層級，忽略條帶相似程度的差異。不能只挑一條共同條帶便決定整棵樹。

所用知識

在本題同一套 DNA 指紋比較下，較多相應位置的共同條帶支持較近的關係；樹形圖首先應配對最相似的成員。

易錯處

這張圖未提供精確分歧年代，不應把樹枝的畫法當作已量度的時間。

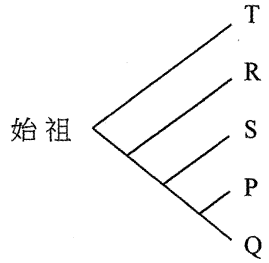
評分依據：HKDSE 生物 2025 年 卷一甲部 原第 28 題官方評卷參考，原資料第 51 頁。

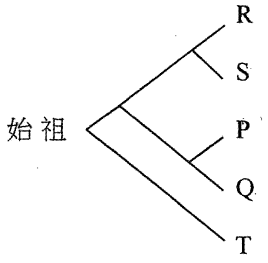
9. [HKDSE 生物 2016 年 卷一甲部 原第 14 題]
提示：先找共同分支點，再檢查支持證據。

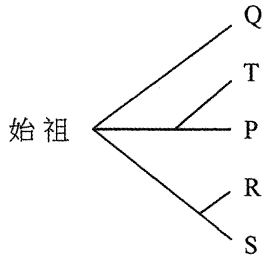
指示： 參考以下資料，解答 14 和 15 兩題。在南極的深層冰樣本內發現五個真細菌的新物種，並比較該五個新物種內編碼着一種必需蛋白的基因的核苷酸序列。下表顯示各物種之間在核苷酸差異的數目：

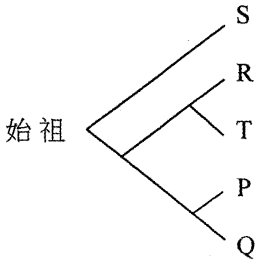
	核苷酸差異的數目				
物種	P	Q	R	S	T
P	-	4	12	11	22
Q		-	12	11	19
R			-	4	22
S				-	22
T					-

以下哪個進化樹最能說明這五個物種的親緣關係？

A.


B.


C.


D.


✓ **答案** B

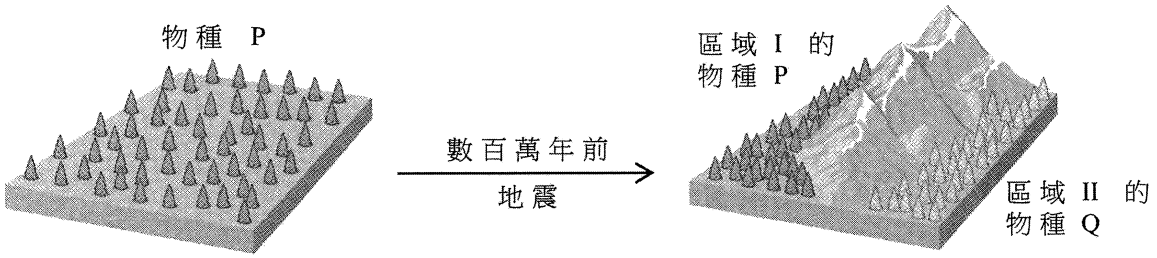
解析 **答案：B**

表中 P、Q 相差 4 個核苷酸，R、S 也相差 4 個，應各自先成為近親分枝。T 與其餘物種相差約 19–22 個，差異最大，應較早分支。只有 B 同時保留這兩對近親及較遠的 T。比較的是同一基因，不能把不同基因的差異直接當作同一把尺。

評分依據：HKDSE 生物 2016 年 卷一甲部 原第 14 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

10. [HKDSE 生物 2017 年 卷一甲部 原第 11 題]
提示：先找共同分支點，再檢查支持證據。

指示： 參考下圖，回答第 10 和 11 題。數百萬年前地震形成一座高山，把土地分成區域 I 及 II。新樹木物種 Q 在區域 II 形成：



以下哪項對於上述事件的描述最可能是正確的？

A. Q 較 P 具更佳的適應力。
B. P 在區域 I 及 II 均能生長良好。
C. 區域 I 及 II 有相似的環境條件。
D. 在分類系統中，P 和 Q 是屬於同一科。

✓ **答案** D

解析 **答案：D**

Q 由原先 P 種羣分化而來，兩者親緣接近，最可能同屬一科，選 D。『更適應』必須說明哪個環境；不能不分環境就斷言 Q 勝過 P，也沒有證據說兩區條件相同或 P 在兩區同樣生長良好。

評分依據：HKDSE 生物 2017 年 卷一甲部 原第 11 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

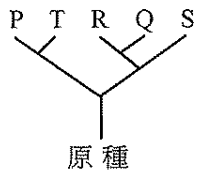
11. [HKDSE 生物 練習卷 卷一甲部 原第 23 題]

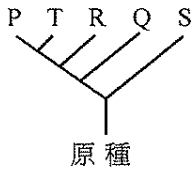
提示：先找共同分支點，再檢查支持證據。

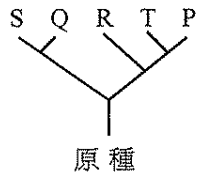
建構演化樹時，會假設兩個物種相似之處越多，它們的種系發生關係越接近。將來自五種生物物種的某種蛋白質的氨基酸序列加以分析及比對，物種 P 與其他四個物種在其氨基酸序列存有差別的氨基酸數目表列如下：

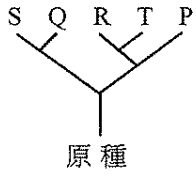
物種	Q	R	S	T
物種 P 與另一物種在氨基酸序列上有差別的氨基酸數目	31	16	36	1

假設這五種生物源於同一原種，以下哪一幅圖最能代表由以上資料建構的演化樹？

A.


B.


C.


D.


✓ **答案** B

解析 **答案：B**

P 與 T 僅差 1 個氨基酸，應先配成近支；P 與 R 差 16 個，比與 Q 的 31 個接近，而與 S 差 67 個最遠。B 依次把 T、R、Q、S 安排在相應遠近。這是按題中同源蛋白的差異資料作推斷，不是按圖中文字左右位置判斷。

評分依據：HKDSE 生物 練習卷 卷一甲部 原第 23 題官方評卷參考，原資料第 2 頁。

題型 3 以變異、繁殖與隔離解釋演化

綜合程度 ★★★☆☆

知識梳理

① 種羣原本有可遺傳差異，環境條件使某些個體更有機會存活並繁殖，相關等位基因才可能在後代增加。不是生物「需要」某特徵便有目的地產生突變。

② 長期隔離使基因交流減少，差異累積後可能出現生殖隔離；僅有地理分隔不保證已成為不同物種。

點石成金　按原有變異→環境差別→存活與繁殖→遺傳→世代比例寫；問新物種時再補基因交流與生殖隔離。

例 1　[HKDSE 生物 2013 年 卷一甲部 原第 22 題]

以下哪種現象與進化的過程**無關**？

A. 有些變異是不可遺傳的。
B. 生物爲求生存而競爭資源。
C. 環境的變化對生物構成壓力。
D. 變異見於同一物種的不同個體中。

解答　**答案：A**

自然選擇使可遺傳的差異在世代間改變比例；只由環境造成、不能遺傳給後代的變異，不能按這機制累積形成遺傳上的進化。資源競爭、環境壓力和同種個體之間的變異，均是自然選擇的相關條件。

方法：從原有變異寫到繁殖及世代比例改變。

評分依據：HKDSE 生物 2013 年 卷一甲部 原第 22 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

例 2　[HKDSE 生物 2018 年 卷一乙部 原第 10 題]

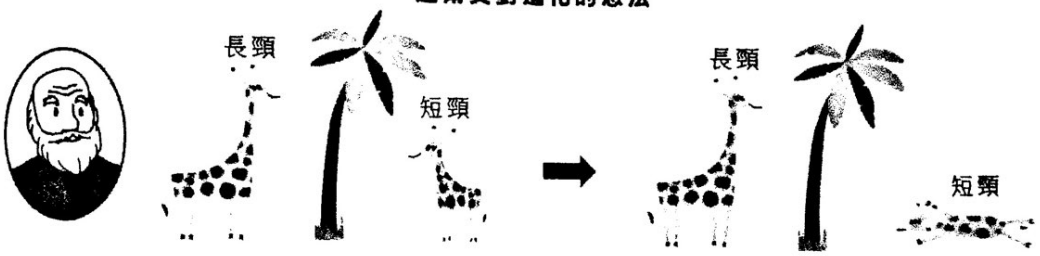
就我們對進化的認識方面，拉馬克和達爾文有着重大的貢獻。他們對長頸鹿進化出長頸特徵提出不同的解釋，如下所示：

拉馬克對進化的想法



長頸鹿把頸部伸長以進食位於高處的葉子，多代以後牠們進化為具長頸特徵

達爾文對進化的想法



具長頸特徵的長頸鹿隨機誕生，這些具長頸特徵的長頸鹿較短頸的更具競爭優勢，因而繁衍更多後代

(a) 在下表的適當空格內以「✓」號顯示科學家所提出的理念。每項理念可多於一個「✓」號。　(2 分)

	拉馬克	達爾文
在後天獲得的性狀可遺傳給下一代		
經過數代後，生物變得更加適應環境		

(b) 根據現今對進化的認識，詳細說明達爾文對長頸鹿進化出長頸特徵的見解。　(4 分)

(c) 在達爾文的時代，他的想法引起激烈的爭辯。因為宗教信仰，很多人不接受人類與其他物種都由同一祖先進化而來這概念。這件事可以展示出哪項科學的本質？ (1 分)

解答 **讀題與方法**

方法：從原有變異寫到繁殖及世代比例改變。

自然選擇改變的是種羣中可遺傳性狀的比例，不是個體因需要而主動產生指定變異。

a；原評分 2 分

後天獲得的性狀可遺傳：只剔拉馬克。數代後更適應環境：拉馬克、達爾文兩欄均剔。第一行比較兩個解釋的不同機制：拉馬克的圖說把個體因使用而獲得的改變傳給後代，達爾文的圖說不是這樣。 第二行描述兩種歷史解釋都試圖說明的結果，因此可同時勾選。不能因知道某一理論有問題，就把那一欄的所有敍述都取消。

b；原評分 4 分

原來的長頸鹿種羣已有可遺傳的頸長差異。在圖示食物位於較高處的環境中，較長頸的個體較容易取得食物，因而有較高機會存活並留下後代。後代可繼承有利的頸長特徵。經過多代，較長頸個體在種羣中的比例逐漸增加。

第一步是原有變異，不能從「想吃高處葉子」開始。第二步把環境條件與取得資源的差別連起來。第三步必須寫到繁殖及遺傳，因為僅存活較久，尚未說明性狀如何在後代增加。 最後的變化單位是種羣跨世代的比例，而不是同一隻長頸鹿在一生中把頸伸長便完成演化。

c；原評分 1 分

科學與社會、文化背景有關，科學思想的接受可受到社會和文化因素影響。

題目特別提到宗教信仰影響大眾是否接受演化觀念，所以要指出科學在社會文化背景中發展。不能改答成某個理論只要不受歡迎便在科學上錯誤。

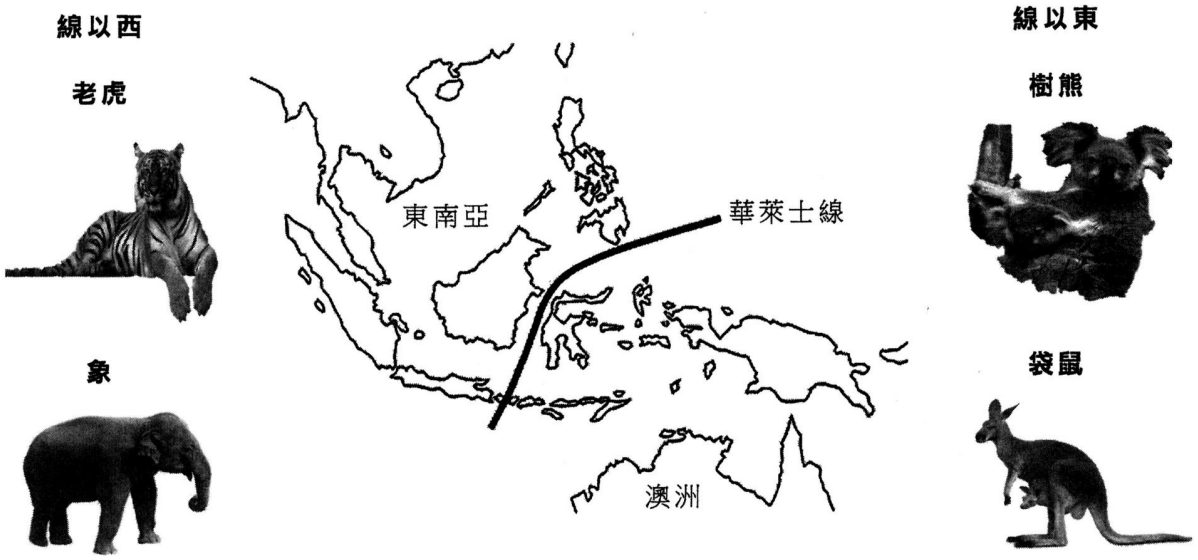
評卷報告提醒（原資料第 6 頁）

自然選擇改變的是種羣中可遺傳性狀的比例。僅說長頸個體數目增加，未能完整交代相對於短頸個體的變化。

評分依據：HKDSE 生物 2018 年 卷一乙部 原第 10 題官方評卷參考，原資料第 4、5 頁。

例 3 [HKDSE 生物 2025 年 卷一乙部 原第 4 題]

阿爾佛賴德・羅素・華萊士在 1859 年提出「華萊士線」，這是劃分東南亞和澳洲的生物地理區的一條虛擬界線。他察覺到這條虛擬界線兩側的一些陸生動物物種存在顯著差異，如下圖所示：



(a) 源於亞洲的哺乳動物主要是有胎盤哺乳動物(例如老虎和象)，而源自澳洲的哺乳動物，則主要是具有育兒袋的有袋哺乳動物(例如樹熊和袋鼠)。根據你對進化的知識，解釋哺乳動物於這兩個地區的分布差異。 (3 分)

(b) 提出分布在華萊士線兩側，但**不存在**顯著差異的一類脊椎動物。解釋你的答案。 (2 分)

解答 (a)；原評分 3 分

兩側哺乳動物的遠祖受地理隔離；澳洲的非生物及／或生物環境因素較有利於有袋哺乳動物生存；兩側族羣經長時間獨立演化，形成不同物種或構造。

三個得分層次是隔離、環境中的選擇差異、隨世代累積的演化分歧。不要只重述地圖上哪邊有袋鼠，也不要把華萊士線當成能直接產生突變的原因。

(b)；原評分 2 分

例如鳥類：牠們能飛越海域等地理屏障，向兩側散播，因而不易被這一界線完全隔開。

本題指定的是脊椎動物，不限於哺乳類。蝙蝠、合適的魚類或海洋哺乳類亦可，只要具體連到飛行或游泳克服隔離的能力。列出一類合適動物與解釋能力各 1 分。

評卷報告提醒（原資料第 72 頁）

兩地隔離後可累積演化差異；不要把適應寫成個體因需要而即時改造身體。脊椎動物可能藉飛行或游泳跨越障礙，昆蟲則不是脊椎動物。

評分依據：HKDSE 生物 2025 年 卷一乙部 原第 4 題官方評卷參考，原資料第 54 頁。

方法：從原有變異寫到繁殖及世代比例改變。

例 4 [HKDSE 生物 2021 年 卷一乙部 原第 11 題]

考生須以短文形式回答以下題目。評分準則包括內容切題，鋪排合乎邏輯，以及表達清晰。

11. 變異對種群的延續甚為重要。討論變異如何在一個種群內發生，並論述變異如何有助種群應付環境的不同狀況，以及環境隨時間的變遷。 (11 分)

解答 短文；原評分 11 分

變異來自遺傳重組、突變和環境影響，並讓種羣利用不同資源及適應隨時間改變的環境。

方法：從原有變異寫到繁殖及世代比例改變。

同一種羣的個體在性狀上並不完全相同。進行有性生殖時，配子由減數分裂形成；同源染色體的獨立分配使配子帶有不同的染色體組合，同源染色體間的互換又可重新組合等位基因。不同卵與精子的隨機結合，進一步使受精卵取得不同的親代遺傳物質組合。因此子代雖來自相同物種，仍可有多種遺傳差異。

突變則可產生新的等位基因，是新遺傳變異的來源。環境也會影響性狀，例如同一植物品種在不同光照或養分供應下可以長成不同大小。這類環境造成的表型差異不一定能遺傳，不能與新等位基因混為一談。

在同一時間，個體之間的差異可使它們較擅長利用不同的資源或佔據稍有差異的生態位，從而減少彼此競爭。例如具有不同取食構造或取食偏好的個體，可使用不同大小或種類的食物。

當環境隨時間改變時，原有可遺傳變異為自然選擇提供材料。某些個體的性狀較適合新環境，它們較能存活並繁殖，把有利的等位基因傳給後代；較不適合的個體留下的後代較少。經多代作用，有利性狀的比例可上升，增加種羣延續的機會。環境並非按個體需要定向製造新性狀，而是在已有變異中造成不同的繁殖成功。

本題評卷參考把變異來源內容上限列為 5 分、變異重要性上限 3 分，另有 0–3 分評估傳意與論述組織。故完整短文應依來源、不同環境的資源利用、環境變動下的選擇連成因果鏈，而非僅羅列名詞。

評卷報告提醒（原資料第 7 頁）

互換發生在同源染色體的非姐妹染色單體之間；姐妹染色單體起初是 DNA 複製產生的相同副本。變異先已存在，環境再選擇較適合者，不能寫成環境有需要才產生指定變異。

評分依據：HKDSE 生物 2021 年 卷一乙部 原第 11 題官方評卷參考，原資料第 6 頁。

針對練習

1. [HKDSE 生物 2014 年 卷一甲部 原第 13 題]

提示：從原有變異寫到繁殖及世代比例改變。

在 1890 至 1980 期間，某已發展國家的男性平均高度增加了 10 cm 。以下哪項是這現象最有可能的原因？

A. 化學污染誘發突變引致高度增加。
B. 自發突變引致高度增加。
C. 較佳的營養供應促進生長。
D. 身體較高有較佳的生存機會。

✓ **答案** C

解析 **答案：C**

數代內整個已發展國家的平均身高增加，最合理的原因是營養、生活條件等改善，使更多人充分表現生長潛能。題目沒有證據支持同時出現大量增高突變或較高者被強烈自然選擇，故 C。

評分依據：HKDSE 生物 2014 年 卷一甲部 原第 13 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

2. [HKDSE 生物 2020 年 卷一甲部 原第 16 題]
提示：從原有變異寫到繁殖及世代比例改變。

16. 澳洲擁有一些植物及動物物種，是世界其他地方沒有的。以下哪項可能是令到澳洲出現這些獨有的植物及動物物種的主因？

A. 分隔
B. 突變
C. 競爭
D. 環境壓力

✓ **答案** A

解析 **答案：A**

題目要解釋「澳洲有而其他地方沒有」的地理分佈，關鍵是長期分隔。地理隔離減少不同地區種羣之間的基因流動；在不同環境下，它們可逐代累積不同遺傳變化，最後形成當地獨有的物種，故選 A。

突變提供新變異，競爭及環境壓力可參與自然選擇，但這些在很多地方都存在，單獨不足以解釋為何某些物種只在澳洲出現。

評分依據：HKDSE 生物 2020 年 卷一甲部 原第 16 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

3. [HKDSE 生物 2024 年 卷一甲部 原第 11 題]
提示：從原有變異寫到繁殖及世代比例改變。

鯊魚被稱為「活化石」，因為牠們的外觀跟來自數百萬年前的鯊魚化石很相似。以下哪項是這相似度的最可能原因？

A. 鯊魚的捕食者很少。
B. 鯊魚有很多不同的獵物。
C. 鯊魚的身體已很適應海洋生境。
D. 對比其他海洋物種，鯊魚的身體是最先進的。

✓ **答案** C

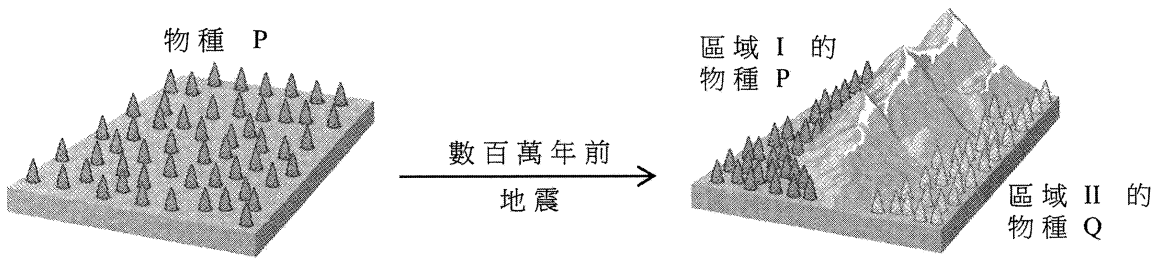
解析 **答案：C**

鯊魚的身體結構已適合海洋生境，若相近環境持續存在，原有形態仍能讓它們存活和繁殖，便可長期保留。演化不是所有生物都必須變得越來越「先進」；單憑外形相近也不能推定捕食者或獵物的數量。

評分依據：HKDSE 生物 2024 年 卷一甲部 原第 11 題官方評卷參考，原資料第 49 頁。

4. [HKDSE 生物 2017 年 卷一甲部 原第 10 題]
提示：從原有變異寫到繁殖及世代比例改變。

指示： 參考下圖，回答第 10 和 11 題。數百萬年前地震形成一座高山，把土地分成區域 I 及 II。新樹木物種 Q 在區域 II 形成：



在形成新物種 Q 時，有可能涉及以下哪些過程？

(1) 突變
(2) 分隔
(3) 自然選擇

A. 只有 (1) 和 (2)
B. 只有 (1) 和 (3)
C. 只有 (2) 和 (3)
D. (1)、(2) 和 (3)

✓ **答案** D

解析 **答案：D**

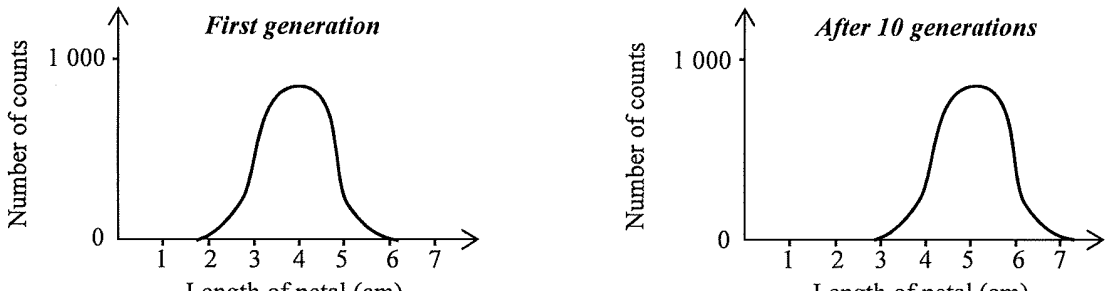
山脈把原種羣隔離，基因交流受阻；突變等產生可遺傳變異，不同環境的自然選擇使兩羣差異累積，最終可能形成生殖隔離。因此突變、隔離和自然選擇都可能參與，選 D。新物種不是因需要適應而一次性長出所有新性狀。

評分依據：HKDSE 生物 2017 年 卷一甲部 原第 10 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

5. [HKDSE 生物 2023 年 卷一甲部 原第 25 題]

提示：從原有變異寫到繁殖及世代比例改變。

Directions: Questions 24 and 25 refer to the information about the introduction of a foreign plant species to a local botanic garden. Over the years, the gardener noted that there was a change in the size of its flowers. The graphs below show the variations of the petal length of this plant species in the first generation and after 10 generations:



Which of the following is the most probable explanation for the change in the petal length of this plant species?

A. Larger flowers produce more nectar.
B. Local climate favours the growth of this plant species.
C. Local insects are attracted by flowers with longer petals.
D. Mutations occur and accumulate throughout the 10 generations.

✓ **答案** C

解析 **答案：C**

十代後分佈向較長花瓣移動，表示長花瓣個體留下較多後代。若本地昆蟲更易受長花瓣花朵吸引，這些個體便獲更多傳粉和繁殖機會，逐代增加相關基因的頻率。只說發生突變，不能解釋為何變化持續向長花瓣偏移。

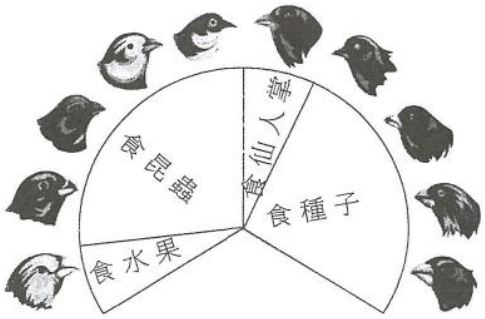
評卷報告提醒（原資料第 3 頁）

突變提供變異，但平均花瓣長度朝同一方向改變，需由不同繁殖成功率的選擇作用解釋。題中本地傳粉昆蟲的偏好提供這條因果鏈。

評分依據：HKDSE 生物 2023 年 卷一甲部 原第 25 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

6. [HKDSE 生物 2024 年 卷一甲部 原第 14 題]
提示：從原有變異寫到繁殖及世代比例改變。

達爾文雀是隔離在加拉巴哥群島的一群細小雀鳥。下圖顯示牠們的喙在形態和功能上的變異：



這些變異對達爾文雀在加拉巴哥群島的生存有什麼重要性？

A. 這些變異促進自然選擇。
B. 牠們可以透過喙的形狀辨認對方。
C. 牠們雜交以產生具更多變異的後代。
D. 牠們有不同的生態位以減低競爭。

✓ **答案** D

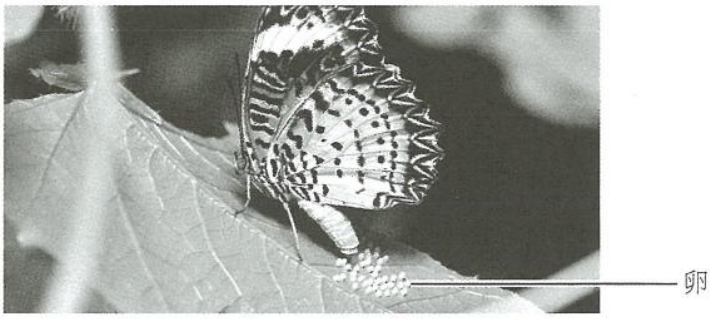
解析 **答案：D**

不同喙形適合處理不同食物，例如種子、昆蟲或果實，使牠們利用不同資源、佔據不同生態位，減少直接爭奪同一食物。題目問變異對羣島上共存的意義，應把形態差異連到資源分工，而不是只重述發生了自然選擇。

評分依據：HKDSE 生物 2024 年 卷一甲部 原第 14 題官方評卷參考，原資料第 49 頁。

7. [HKDSE 生物 2024 年 卷一甲部 原第 35 題]
提示：從原有變異寫到繁殖及世代比例改變。

指示： 參考以下有關蝴蝶、植物物種 X 和螞蟻三個生物互動的一些資料，解答第 34 和 35 題。蝴蝶在植物物種 X 的葉面產卵，當卵孵化為毛蟲，毛蟲會進食葉子。植物物種 X 會在葉子分泌糖溶液，吸引螞蟻前來進食糖溶液和卵。



已知植物物種 X 的祖先的葉子並沒有分泌糖溶液的構造。以下哪項是令這構造在植物物種 X 出現的可能原因？

(1) 祖先的葉細胞出現自發突變。
(2) 祖先在減數細胞分裂時出現基因突變。
(3) 具有這構造的個體比沒有這構造的個體較能存活。

A. 只有 (1) 和 (2)
B. 只有 (1) 和 (3)
C. 只有 (2) 和 (3)
D. (1)、(2) 和 (3)

✓ **答案** C

解析 **答案：C**

在形成生殖細胞的過程中出現的基因突變有機會傳給後代；若分泌糖的個體因螞蟻保護而較能存活及繁殖，相關等位基因便可增加，故 (2)、(3) 配合形成演化解釋。祖先葉片體細胞的突變通常不經生殖細胞傳給後代，不能以 (1) 解釋種羣逐代出現此特徵。

評卷報告提醒（原資料第 68 頁）

演化解釋需要能傳到下一代的變異。葉細胞是體細胞，其突變通常不經配子遺傳，不能與減數分裂時產生並傳遞的基因突變混為一談。

評分依據：HKDSE 生物 2024 年 卷一甲部 原第 35 題官方評卷參考，原資料第 49 頁。

8. [HKDSE 生物 練習卷 卷一甲部 原第 12 題]

提示：從原有變異寫到繁殖及世代比例改變。

以下哪個過程可以令一個種群內某一性狀的變異增加？

A. 基因突變
B. 減數分裂時，同源染色體分離
C. 減數分裂時，同源染色體獨立分配
D. 配子的隨機受精作用

✓ **答案** A

解析 **答案：A**

基因突變能產生新的等位基因，增加某性狀本身可用的遺傳變異。減數分裂的分離、獨立分配及隨機受精重組現有等位基因，主要增加組合的多樣性，並不直接創造新的等位基因，因此 A。

評分依據：HKDSE 生物 練習卷 卷一甲部 原第 12 題官方評卷參考，原資料第 2 頁。

9. [HKDSE 生物 練習卷 卷一甲部 原第 22 題]

提示：從原有變異寫到繁殖及世代比例改變。

以下哪些是物種形成所必需的？

(1) 一個物種內存在競爭
(2) 一個物種內存在變異
(3) 一個物種的不同種群被長期隔離

A. 只有 (1) 和 (2)
B. 只有 (1) 和 (3)
C. 只有 (2) 和 (3)
D. (1)、(2) 和 (3)

✓ **答案** C

解析 **答案：C**

物種形成需要羣體累積遺傳差異，且基因交流受到長期限制，故題列(2)、(3)為必要條件，選 C。競爭可促進選擇，但不是所有物種形成情境都必有的特定條件；「隔離」也不能狹義背成一律要地理屏障。

評分依據：HKDSE 生物 練習卷 卷一甲部 原第 22 題官方評卷參考，原資料第 2 頁。

10. [HKDSE 生物 2023 年 卷一乙部 原第 11 題]

提示：從原有變異寫到繁殖及世代比例改變。

You are required to present your answer to the following question in essay form. Criteria for marking will include relevant content, logical presentation and clarity of expression.

In agricultural practice, some crops are reproduced asexually to improve production efficiency. An increase in yield of these crops is observed in recent years due to a steady increase in the average global temperature. Meanwhile, some scientists worry that crops reproduced asexually are at high risk of extinction due to environmental changes and diseases if global warming persists.

Explain the increased yield of these crops due to global warming and the rationale behind the concern of the scientists. (11 marks)

✓ **答案** 各小問的答案、推理及相應分值依原題順序列於下方。

解析 **短文；原評分 11 分**

適度升溫可增加酶反應及生產量，但無性繁殖作物的低遺傳變異，使其面對新環境及病害時可能普遍易感。

在溫度仍低於農作物相關酶的最適溫度時，適度升溫可增加酶催化反應及光合作用速率。葉片合成的有機物增加，淨生產量和用於生長或貯藏的物質便可能增加，令收穫部分的產量上升。較暖環境也可加快土壤分解者的分解作用，增加可供作物吸收的無機養分。這些解釋以題目觀察到的增產為基礎，並不表示溫度愈高產量便永遠愈高。

無性繁殖主要由有絲分裂產生後代，不經減數分裂和受精重新組合基因，因此同一來源的作物後代與母本在遺傳上非常相似，族羣變異較少。若全球暖化持續，使環境超出這個基因型可耐受的範圍，很多植株可能同時受損，羣體中較少機會已有能適應新條件的個體，所以整批作物的生存風險較高。

病原體和某些害蟲在較高溫度下可能生長及繁殖較快，增加感染或侵害壓力。同一無性繁殖作物的植株遺傳組成相近，若該基因型易受某病原感染，多數後代也可能缺乏相應抗性。病害便容易在整批作物中造成廣泛損失。

由此可見，近期升溫帶來的增產與長期環境、疾病風險可以同時存在，關鍵差別是短期生理反應以及低遺傳多樣性限制族羣應付新壓力的能力。

評卷報告提醒（原資料第 8 頁）

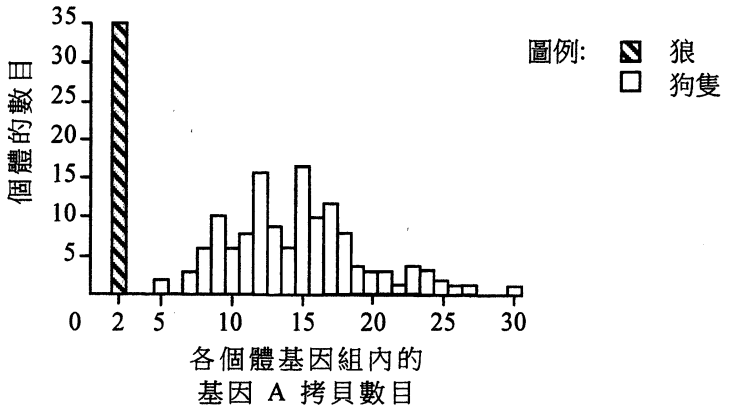
題幹指定升溫造成增產，應從酶及光合作用解釋，不能另換成二氧化碳或光強增加。無性繁殖羣體的風險要連到遺傳變異少及新選擇壓力。

評分依據：HKDSE 生物 2023 年 卷一乙部 原第 11 題官方評卷參考，原資料第 8 頁。

11. [HKDSE 生物 2014 年 卷一乙部 原第 6 題]

提示：從原有變異寫到繁殖及世代比例改變。

現時普遍相信家犬是由古代的狼演化而成的。最近一項比較狗隻和狼基因組的研究指出，主要肩負澱粉消化的基因，在狼馴化為狗隻的過程中被選上，其中一個基因是編碼澱粉酶的基因 A。這個基因在一個基因組內可以有多個拷貝。下圖顯示在 35 隻狼及 136 隻狗中，具有不同數量的基因 A 拷貝的個體數目：



(a) 根據以上的數據和基因表達的過程，解釋為什麼狗隻的澱粉酶活性普遍較狼的為高。 (3 分)

(b) 有人提出一項假說，指在古時的狼可能被早期人類聚居處附近的垃圾堆吸引，並進食人類的廚餘。試解釋在狼的馴化過程中如何導致選上多個基因 A 拷貝。 (5 分)

(c) 描述一項實驗，用以比較狼和狗隻澱粉酶的不同活性。 (4 分)

✓ **答案** 各小問的答案、推理及相應分值依原題順序列於下方。

解析 **a；原評分 3 分**

狗通常有較多基因 A 拷貝，可轉錄出較多相關 mRNA，並經翻譯製造較多澱粉酶，因此澱粉酶活性可較高。把 DNA 拷貝數連到蛋白質數量，中間應交代轉錄及翻譯；基因本身並不直接水解澱粉。

b；原評分 5 分

人類的食物殘渣含較多澱粉。祖先狼羣原有基因 A 拷貝數的變異，拷貝較多的個體可產生較多澱粉酶，更有效消化這些澱粉，因而在靠近人類的環境中較易生存及繁殖。相關遺傳特徵傳給後代，多代選擇後較多拷貝在狗羣中變得普遍。

變異必須先存在，環境再造成繁殖成功的差異；不能寫成「狼想吃澱粉，所以身體製造更多基因並遺傳」。

c；原評分 4 分

從狗與狼取得同類、相同組織量製成的含澱粉酶消化液或胰臟提取液；各取相同體積，加入等濃度、等體積的澱粉溶液，在相同溫度及 pH 下反應。每隔固定時間取樣加碘液，記錄何時不再呈藍黑色。若狗提取液組所需時間較短，便支持其澱粉酶活性較高。

須寫出酶來源、與澱粉反應、可操作的檢測及判讀方向。比較的是標準化來源材料的活性，不應先把兩組的酶活性調成相同；重複測量可減少個體差異。

評卷報告提醒（原資料第 3 頁）

多基因拷貝須連到基因表達及澱粉酶數量；選擇作用利用原有變異，不能說狼為適應食物而自己產生指定突變。

評分依據：HKDSE 生物 2014 年 卷一乙部 原第 6 題官方評卷參考，原資料第 3、4 頁。

12. [HKDSE 生物 2022 年 卷一乙部 原第 10 題]

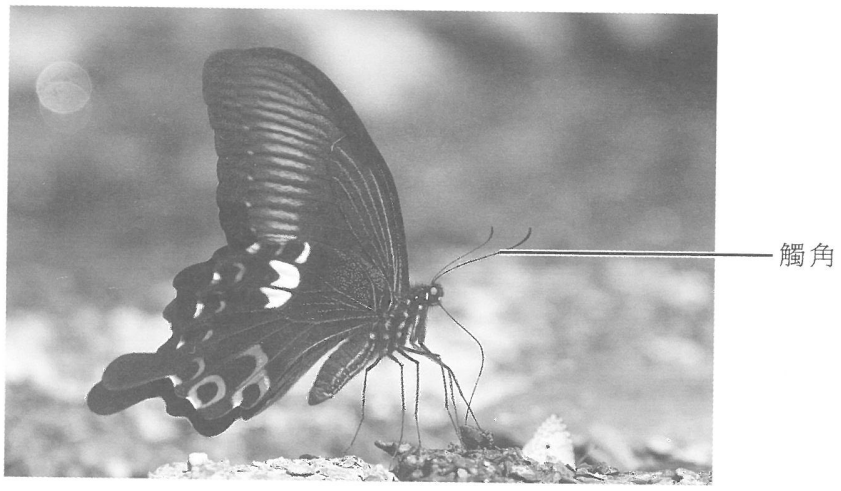
提示：從原有變異寫到繁殖及世代比例改變。

蘭花植物的其中一個屬名為 *Habenaria*，其花朵顏色暗淡而有香味，能吸引蛾在夜間傳粉。這個屬內有一特殊物種 *H. rhodocheila*，其花朵呈紅色，缺乏可察覺的香味。已知夜間沒有昆蟲為 *H. rhodocheila* 傳粉，但昆蟲物種 A 會在日間採食其花蜜。

(a) 以下二叉式檢索表可用以鑒定昆蟲物種 A 是屬於哪個組別：

1a	具翅膀	.....	2
1b	不具翅膀	.....	組別 P
2a	觸角較頭部長	.....	3
2b	觸角較頭部短	.....	組別 Q
3a	昆蟲靜止時翅膀平放	.....	組別 R
3b	昆蟲靜止時翅膀豎直	.....	組別 S

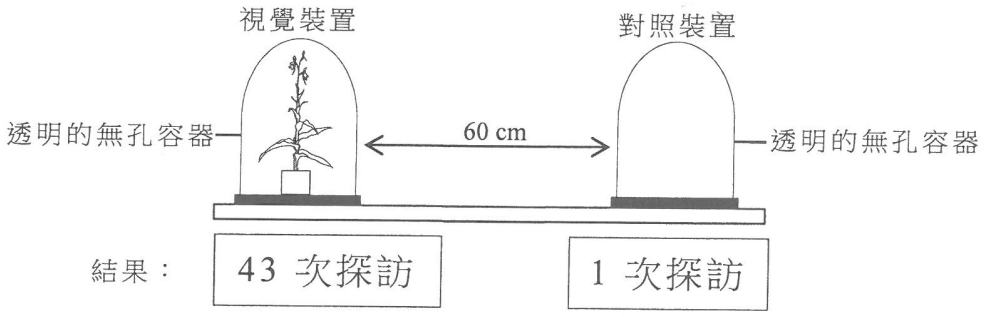
下圖顯示物種 A 在靜止時的外觀。利用以上檢索表，寫出鑒定的次序。 (1 分)



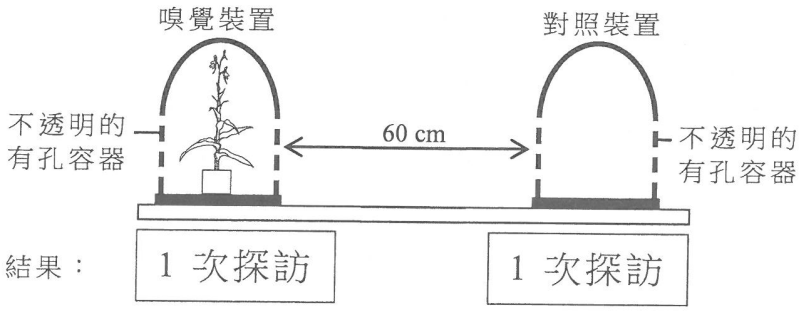
(b) 在這個案中，*H. rhodocheila* 是由其他 *Habenaria* 物種進化而來。試提出不同的昆蟲傳粉者如何促進 *H. rhodocheila* 的物種形成過程。 (3 分)

(c) 為找出昆蟲物種 A 是被 *H. rhodocheila* 花朵的外觀還是香氣 (如有) 所吸引，研究人員設計一項探究，如下圖所示：

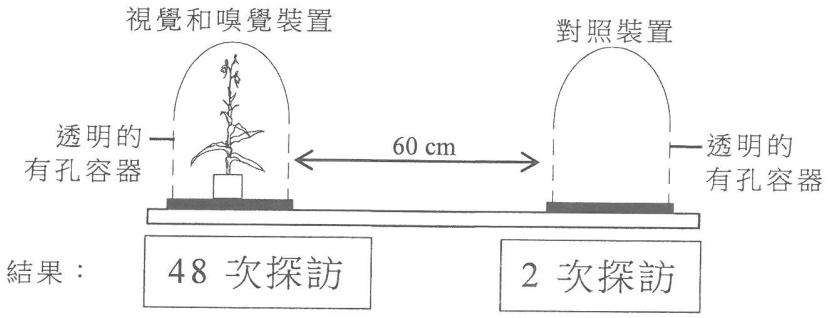
設定 1：



設定 2：



設定 3：



在每組設定，將兩個裝置放在一空曠地方，兩者之間的距離為 60 cm，為時一小時。然後將兩個裝置的位置互換，又為時一小時。在這兩個小時內，當物種 A 的個體飛近任何一個裝置的 10 cm 範圍內，即視作一次探訪。物種 A 對每個裝置的探訪次數如上圖所示。

(i) 為確保實驗是公平測試，有必要把兩個裝置的位置互換。試加以解釋。(1 分)

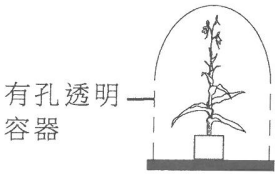
(ii) 參考探究的目的，你能分別從設定 1 和設定 2 的結果得出什麼結論？ (4 分)

(iii) 當小安和小志比較三組設定的結果時，他們有不同的見解。小安認為設定 3 有較多的探訪次數，可能反映視覺吸引與嗅覺吸引的協同效應。小志則認為純屬隨機差異。為了驗證小安的見解，他們決定進行另外一項包含兩組設定的探究以作比較。

下圖顯示視覺與嗅覺裝置，完成每組設定的相應對照裝置，在合適的方格內加上「✓」號，以顯示應採用的條件。　(2 分)

設定 4：

視覺與嗅覺裝置



相應對照裝置的條件：

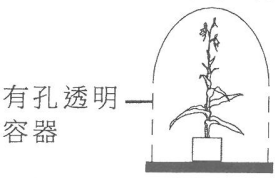
☐ 有植物　☐ 沒有植物

☐ 透明容器　☐ 不透明容器

☐ 容器有孔　☐ 容器無孔

設定 5：

視覺與嗅覺裝置



相應對照裝置的條件：

☐ 有植物　☐ 沒有植物

☐ 透明容器　☐ 不透明容器

☐ 容器有孔　☐ 容器無孔

✓ **答案**　各小問的答案、推理及相應分值依原題順序列於下方。

解析　**a；原評分 1 分**

1a → 2a → 3b，組別 S。

先見到有翅，走 1a；觸角比頭部長，走 2a；靜止時翅膀直立，走 3b，故屬 S。完整路徑比單寫「蝴蝶」更能回應二叉檢索表。

b；原評分 3 分

花色及香味變異吸引不同傳粉昆蟲，減少種羣間傳粉和基因交流；兩羣獨立演化並累積差異，最後形成生殖隔離及新物種。

祖先中紅花、少香味的個體由日間昆蟲 A 傳粉，暗淡而有香味的個體由夜間飛蛾傳粉。不同傳粉者使兩羣少有雜交，基因流減少；經多代遺傳差異累積，彼此即使相遇也不能產生有生育能力的後代，便形成不同物種。

c(i)；原評分 1 分

交換位置可抵銷位置本身對昆蟲探訪次數的影響。

光照、風向或昆蟲原來飛行方向可能令某一位置較常被探訪。讓兩個裝置各佔兩個位置相同時間，能減少把位置偏好誤認成花朵吸引力。

c(ii)；原評分 4 分

設定 1 顯示外觀吸引 A；設定 2 沒有顯示香味吸引 A。

設定 1 的透明無孔容器讓昆蟲看見花而隔開氣味，視覺裝置有 43 次探訪，對照只有 1 次，支持外觀能吸引 A。

設定 2 的不透明有孔容器讓氣味通過而遮住外觀，嗅覺與對照裝置各只有 1 次，沒有顯示香味的吸引作用。每個結論都要同時引用對應對照數據。

c(iii)；原評分 2 分

一組對照：有植物、透明容器、容器無孔；另一組：有植物、不透明容器、容器有孔。

要測試視覺和嗅覺是否有協同效應，須把兩者同時存在的裝置分別與只有視覺、只有嗅覺的裝置比較。植物必須都存在；透明無孔只保留視覺，不透明有孔只保留嗅覺。兩種對照互換設定 4、5 的次序亦可。

評卷報告提醒（原資料第 6、7 頁）

物種形成要解釋不同傳粉者造成基因交流減少及生殖隔離；只寫較適應便存活不足。感官實驗要各自與其對照比較，而非直接比較兩種不同設定的總探訪次數。

評分依據：HKDSE 生物 2022 年 卷一乙部 原第 10 題官方評卷參考，原資料第 6、7 頁。

生命活動：題型與練習

Chapter 9

III.a　植物的基本生命過程

先讀「知 III.a」的知識與圖，再沿本節各題型練習。每道例題保留完整原題與解說，後續練習按整題要求逐步增加資料整合。

題型 1　由根、莖與維管束構造解釋運輸及支撐

綜合程度 ★★★☆☆

知識梳理

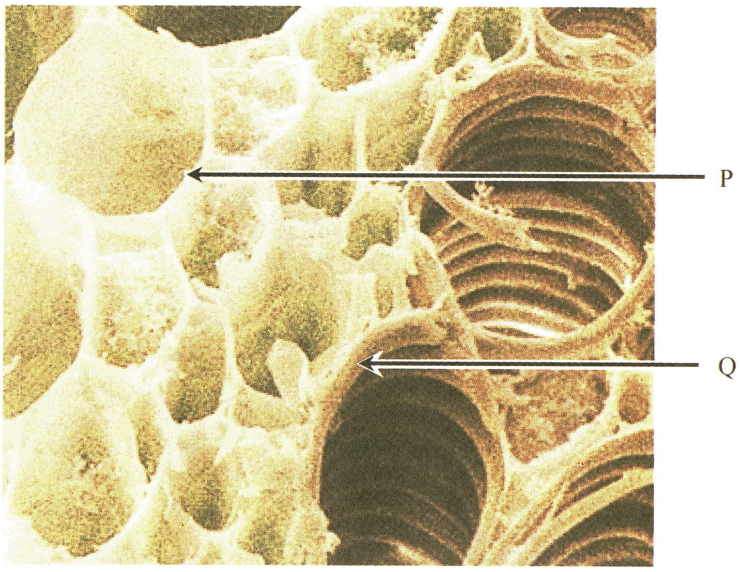
① 根毛增加與土壤接觸的面積，礦物離子的攝取可需要代謝能量；水則沿水勢差進入。木質部的連續中空導管讓水流通過，木質化壁既支撐植物，也防止管道在拉力下塌陷。

② 韌皮部運送有機養分，切去它與切斷木質部的後果不同。畫低倍平面圖時表示各組織的分佈，不逐個畫細胞。

點石成金　先由位置和構造辨認組織，再追蹤被運送的物質；問支撐時分清硬脹壓與木質化壁。

例 1　[HKDSE 生物 2012 年 卷一乙部 原第 3 題]

以下的電子顯微照片顯示植物莖部的某部分內的兩種細胞 P 和 Q ：



(a)　參考所示照片，寫出細胞 P 和 Q 之間在箭嘴所示的構造上的差異。　(1 分)

(b)　描述這些細胞如何對植物的支持作出貢獻。　(4 分)

解答　**a；原評分 1 分**

細胞 Q 的細胞壁比細胞 P 厚。

直接比較照片的細胞壁，不要把細胞中央的空腔誤當作細胞壁厚度。

b；原評分 4 分

水充足時，P 吸水並變得膨脹，膨壓支撐植物；Q 的厚細胞壁使其堅硬，也提供機械支撐。

方法：先辨組織位置，再追蹤運輸或支撐作用。

P 是壁較薄的活細胞，水滲入液泡後，細胞內容物向外推壓細胞壁，細胞壁的反作用形成膨壓，令組織挺立。Q 具有厚而強韌的細胞壁，即使中央空腔沒有活的細胞內容物，也可抵抗壓力。P 的膨脹、膨壓支撐、Q 的厚壁、厚壁的堅硬支撐各 1 分。

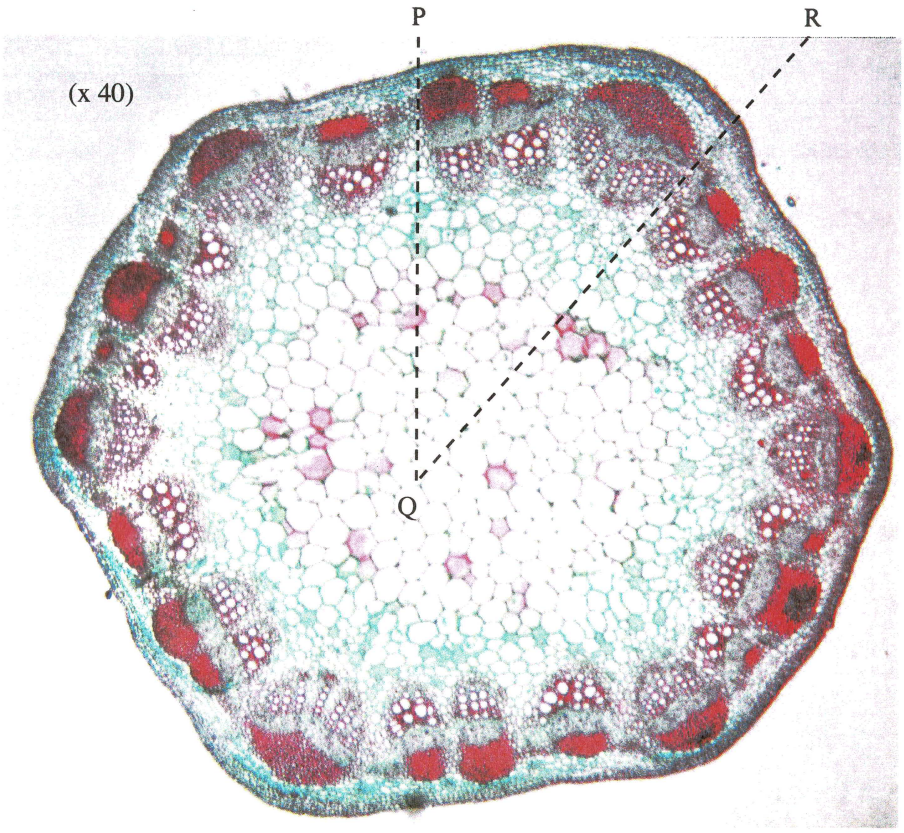
評卷報告提醒（原資料第 1 頁）

照片比較須明確說細胞壁厚度；題目問支撐，不能改答韌皮部或木質部的運輸功能。

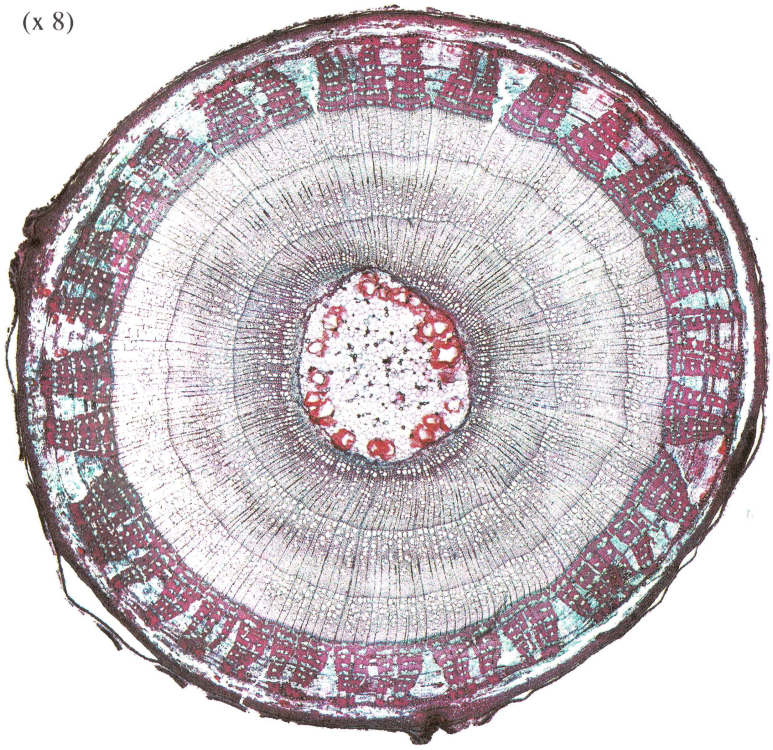
評分依據：HKDSE 生物 2012 年 卷一乙部 原第 3 題官方評卷參考，原資料第 2 頁。

例 2 [HKDSE 生物 2014 年 卷一乙部 原第 4 題]

顯微照片 A – 植物 A 的莖部



顯微照片 B – 植物 B 的莖部



對頁顯微照片 A 和顯微照片 B 分別顯示兩種雙子葉植物(A 和 B) 莖部的橫切面。

(a) 根據顯微照片 A，在預留的空位內繪畫 PQR 段的低倍圖，並加以標示。(5 分)

(b)　根據兩張顯微照片，推斷植物 A 和 B 主要靠什麼方法來支撐。　(4 分)

解答　**a；原評分 5 分**

方法：先辨組織位置，再追蹤運輸或支撐作用。

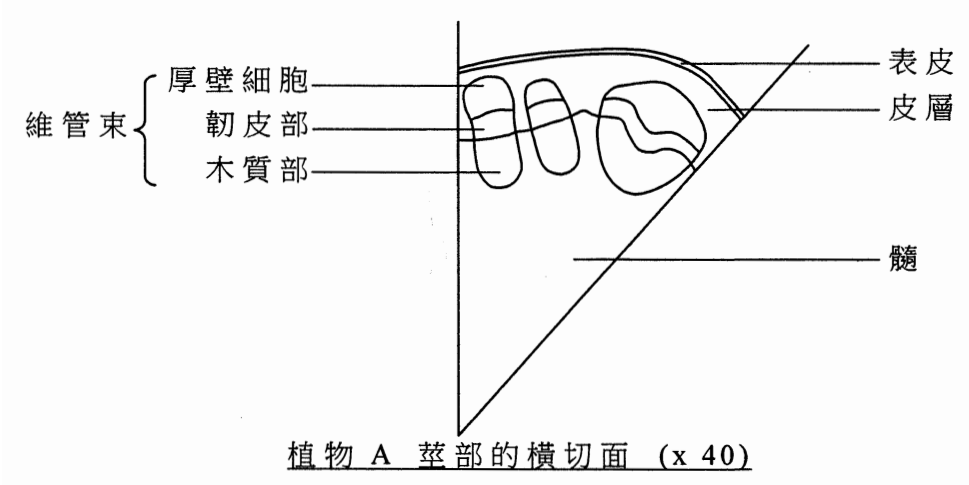
按 PQR 扇形畫各組織的整體輪廓，題為「植物 A 莖橫切面的低倍平面圖」；由外向內標示表皮、皮層、維管束中的厚壁組織、韌皮部、木質部及中央髓，至少準確標出三項。

低倍平面圖畫的是各組織區域的相對位置及比例，不畫每一個細胞；外緣弧形、維管束的位置及中央髓須與照片相符。標題 1 分，形態相似 1 分，三個合適標籤各 1 分。下面附官方答案示意，讓輪廓及標線可直接核對。

b；原評分 4 分

植物 A 含較多薄壁細胞，細胞吸水後產生膨壓，使組織挺立而提供支撐；植物 B 含大量木質部及厚壁、木質化組織，堅硬的細胞壁提供機械支撐。

兩者不是「都有細胞壁，所以相同」。A 的支撐較依賴活細胞的水分及膨壓；B 大量木質化組織即使細胞成熟後死亡，細胞壁仍能支撐。每個植物的構造與機制各 1 分。



官方低倍平面圖示例：只畫組織輪廓，按原照片比例及位置標示。

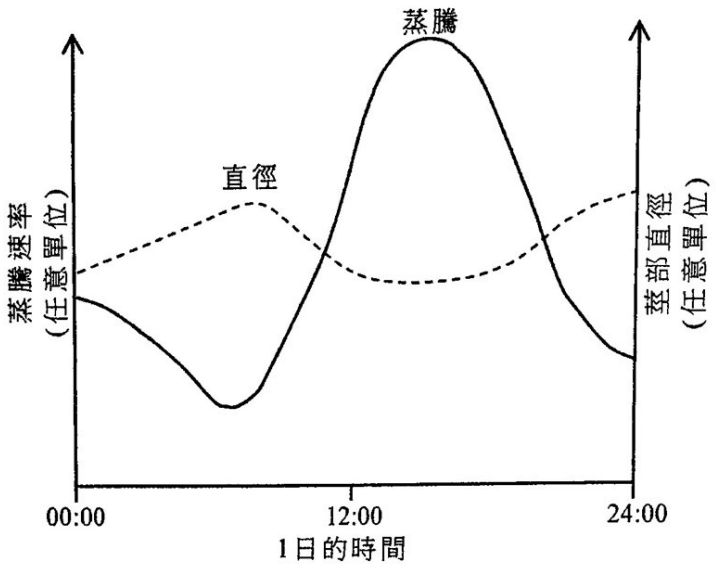
評卷報告提醒（原資料第 3 頁）

低倍平面圖不可畫每個細胞；髓不是皮質。支撐比較須引用照片中不同組織的比例，不能離開照片背誦植物支撐。

評分依據：HKDSE 生物 2014 年 卷一乙部 原第 4 題官方評卷參考，原資料第 2、3 頁。

例 3 [HKDSE 生物 2019 年 卷一乙部 原第 10 題]

下圖顯示某株植物在 24 小時內蒸騰速率的變化和莖部直徑的變化。



(a) 描述蒸騰速率和莖部直徑之間的關係。 **(1 分)**

(b) 已知莖部直徑的變化與木質導管的直徑有關。參考水分沿着莖部轉運的方法，解釋在 (a) 描述的蒸騰速率與莖部直徑之間的關係。 **(2 分)**

(c) 描述及解釋木質導管作為轉運水分構造的兩項適應特徵。 **(4 分)**

解答 **a；原評分 1 分**

蒸騰速率上升時，莖直徑下降；蒸騰減慢時，莖直徑回升。

先按兩條曲線描述相反趨勢。蒸騰是實線、莖直徑是虛線，各有自己的縱軸，不能把曲線高度當成相同單位的量比較。

b；原評分 2 分

蒸騰把木質部水柱向上拉，增加水柱張力／負壓；這股向內拉力使導管及莖直徑略微減少。

葉片蒸發失水，連續水柱把拉力傳到莖。蒸騰越強，張力越大，導管壁受到較大向內拉力，於是整體莖直徑縮小。這不是木質部像肌肉般主動收縮，也不是根每次把水向上泵。

c；原評分 4 分

成熟導管中空、缺少細胞內容物，水流阻力小；管壁加厚並木質化，可承受蒸騰造成的負壓而不易塌陷。

兩個結構各配一項功能：中空提供連續而暢通的通道，方便大量水上運；加厚及木質化提供機械強度，讓管壁在張力下保持開放。不能把兩者都只寫成「更快運水」。

評卷報告提醒（原資料第 6、7 頁）

莖直徑減小不只是因為組織少了水，而是蒸騰拉力增加，使木質導管內壓力更低並拉窄管壁。導管中空減少水流阻力，木質化管壁抵抗內部負壓而不塌陷；須說明構造如何幫助運水。

評分依據：HKDSE 生物 2019 年 卷一乙部 原第 10 題官方評卷參考，原資料第 5 頁。

方法：先辨組織位置，再追蹤運輸或支撐作用。

針對練習

1. [HKDSE 生物 2012 年 卷一甲部 原第 3 題]
提示：先辨組織位置，再追蹤運輸或支撐作用。

以下哪項是水分在樹木內上升的主要原因？

A. 葉部流失水分
B. 根部吸收水分
C. 樹幹的粗幼度
D. 木質導管的直徑

✓ **答案** A

解析 **答案：A**

葉內水分蒸發並由氣孔散失，使木質部水柱受到向上的拉力。水分子的內聚力令水柱保持連續，根部的水便可隨之向上移動。題目問樹木中水上升的主要原因，根部吸水和導管直徑不能代替葉片蒸騰產生的拉力。

評分依據：HKDSE 生物 2012 年 卷一甲部 原第 3 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

2. [HKDSE 生物 2015 年 卷一甲部 原第 19 題]
提示：先辨組織位置，再追蹤運輸或支撐作用。

以下哪項可以是有花植物根部的功能？

(1) 固定
(2) 吸收
(3) 營養繁殖

A. 只有 (1) 和 (2)
B. 只有 (1) 和 (3)
C. 只有 (2) 和 (3)
D. (1)、(2) 和 (3)

✓ **答案** D

解析 **答案：D**

根把植物固定在土壤中，根毛等構造吸收水和礦物質；某些植物的根還能形成新植株，參與營養繁殖。題目問的是根『可以』具有的功能，所以不要求每一種植物的根都同時表現三項功能。故選 D。

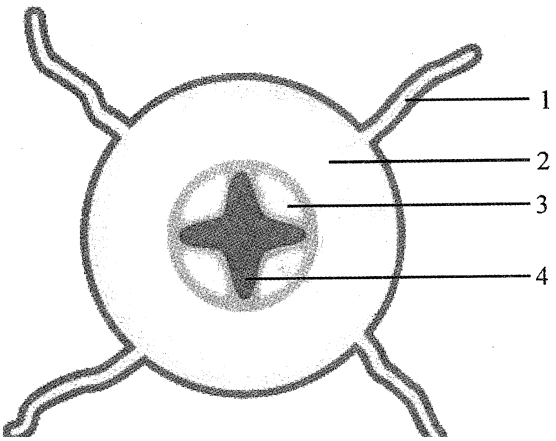
評卷報告提醒（原資料第 2 頁）

根不只負責吸水；某些植物的根也可參與營養繁殖。判斷器官功能時要檢視各敍述，不能只背一項最常見功能。

評分依據：HKDSE 生物 2015 年 卷一甲部 原第 19 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

3. [HKDSE 生物 2016 年 卷一甲部 原第 21 題]
提示：先辨組織位置，再追蹤運輸或支撐作用。

指示： 參考下圖，回答 21 至 23 三題。下圖顯示雙子葉植物幼苗根部的橫切面：



以下哪個部分提供剛性以支持植物？

A. 1
B. 2
C. 3
D. 4

✓ **答案** D

解析 **答案：D**

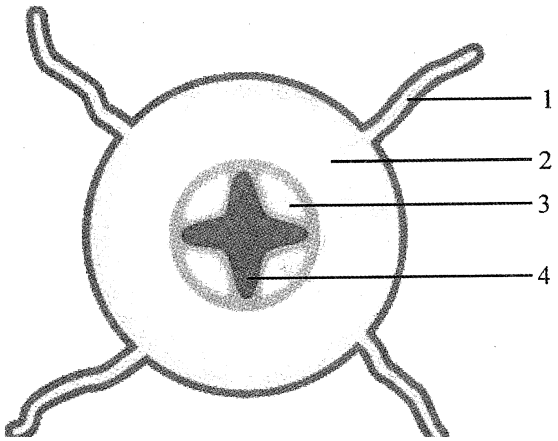
根中央呈星形的 4 是木質部，細胞壁木質化而堅硬，能提供機械支持，所以選 D。外圍根毛和皮層主要負責吸收、儲存或短距離運輸，不能把所有厚畫線都視為支持組織。

評分依據：HKDSE 生物 2016 年 卷一甲部 原第 21 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

4. [HKDSE 生物 2016 年 卷一甲部 原第 22 題]

提示：先辨組織位置，再追蹤運輸或支撐作用。

指示： 參考下圖，回答 21 至 23 三題。下圖顯示雙子葉植物幼苗根部的橫切面：



以下哪個部分負責運輸食物？

A. 1
B. 2
C. 3
D. 4

✓ **答案** C

解析 **答案：C**

3 位於星形木質部的臂之間，是韌皮部，負責把蔗糖等光合產物從來源運往使用或儲存的部位，所以選 C。木質部運輸水和無機離子；『食物』在這裏指有機養分。

評分依據：HKDSE 生物 2016 年 卷一甲部 原第 22 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

5. [HKDSE 生物 2020 年 卷一甲部 原第 26 題]
提示：先辨組織位置，再追蹤運輸或支撐作用。

26. 在以下哪個根的部位可以找到根毛？

A. 根冠
B. 延長區
C. 細胞分裂區
D. 分化區

✓ **答案** D

解析 **答案：D**

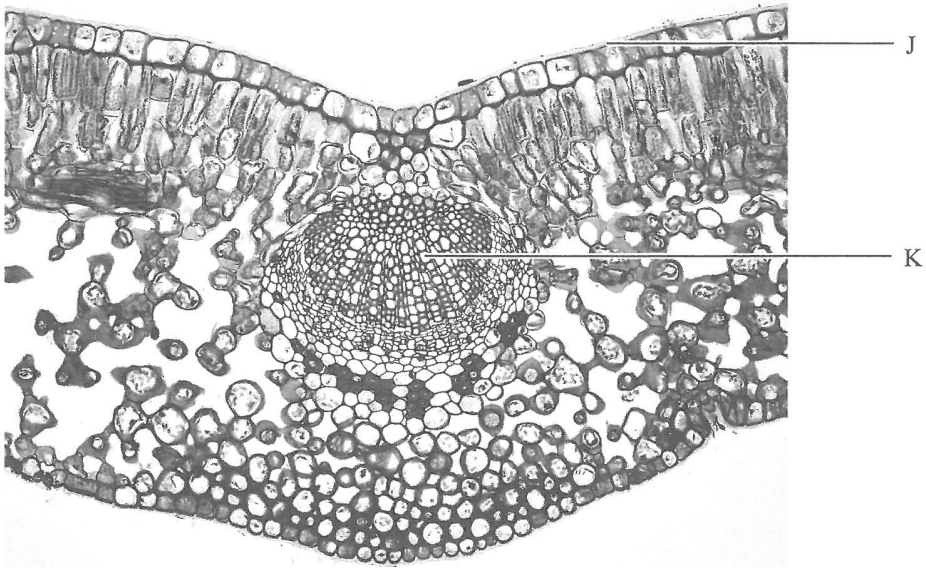
根尖由前向後可分成根冠、細胞分裂區、伸長區及分化區。根毛是表皮細胞向外延伸形成的構造，出現在已取得特定功能的細胞上，因此主要位於分化區，選 D。

根冠保護根尖，分裂區主要增加細胞數目，伸長區主要增加細胞長度；這些都不能直接代替已形成根毛的分化階段。

評分依據：HKDSE 生物 2020 年 卷一甲部 原第 26 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

6. [HKDSE 生物 2022 年 卷一甲部 原第 29 題]
提示：先辨組織位置，再追蹤運輸或支撐作用。

指示： 參考以下顯微照片，解答第 28 和 29 題。顯微照片顯示某葉片的切面：



29. 以下哪種物質會在日間由細胞 K 經氣孔離開葉片？

A. 水
B. 氧
C. 礦物質
D. 二氧化碳

✓ **答案** A

解析 **答案：A**

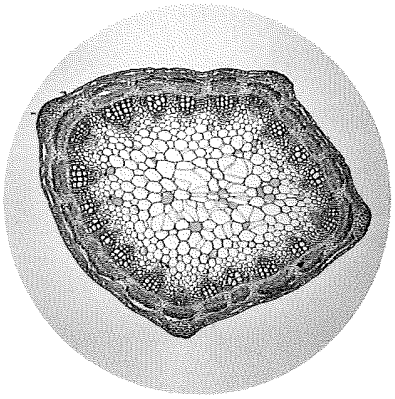
K 指葉脈中的木質部。木質部把水送到葉，水再移至葉肉細胞，從濕潤細胞壁蒸發到氣腔，最後經氣孔以水蒸氣離開。礦物質不隨蒸發變成氣體；氧和二氧化碳主要與氣體交換及代謝有關。

評分依據：HKDSE 生物 2022 年 卷一甲部 原第 29 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

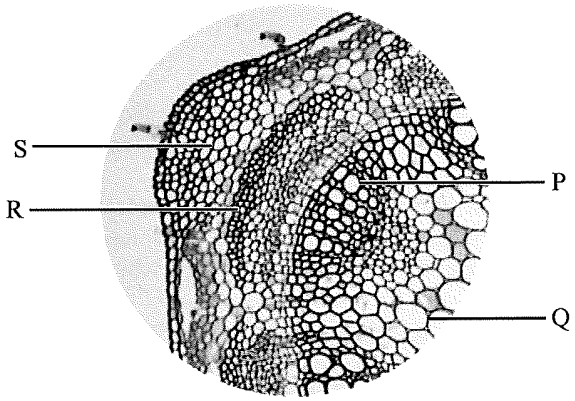
7. [HKDSE 生物 2023 年 卷一甲部 原第 14 題]
提示：先辨組織位置，再追蹤運輸或支撐作用。

Directions: Questions 12 to 14 refer to the photomicrographs below, which show the images of the cross section of a certain part of plant viewed under different magnifications:

Low magnification



High magnification



Which of the labelled tissues is responsible for the transport of water?

A. P
B. Q
C. R
D. S

✓ **答案** A

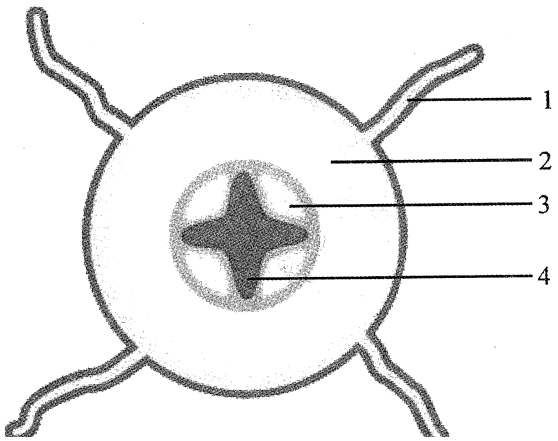
解析 **答案：A**

P 指向維管束內側管腔較大的木質部，負責把水和礦物質由根向上運輸。辨認時把位置及可見的大管腔一併考慮，不要把外側韌皮部與木質部混淆。

評分依據：HKDSE 生物 2023 年 卷一甲部 原第 14 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

8. [HKDSE 生物 2016 年 卷一甲部 原第 23 題]
提示：先辨組織位置，再追蹤運輸或支撐作用。

指示： 參考下圖，回答 21 至 23 三題。下圖顯示雙子葉植物幼苗根部的橫切面：



以下哪個部分最可能有較多線粒體？

A. 1
B. 2
C. 3
D. 4

✓ **答案** A

解析 **答案：A**

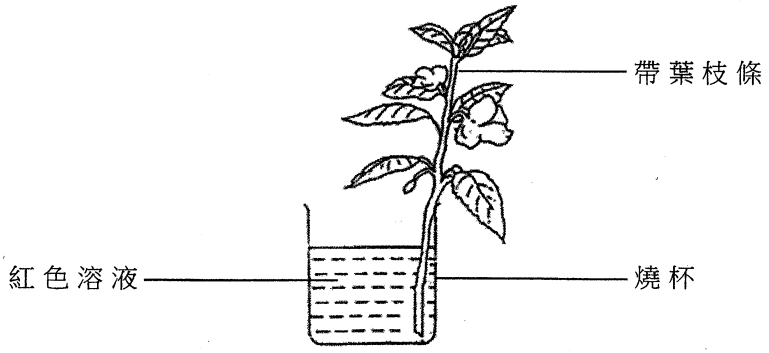
1 是根毛細胞所在的外層。土壤中部分礦物離子須逆濃度梯度吸收，主動運輸需要 ATP，較多線粒體能提供所需能量，故選 A。水主要依水勢差滲透進入，不是由 ATP 直接把水泵進根毛。

評分依據：HKDSE 生物 2016 年 卷一甲部 原第 23 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

9. [HKDSE 生物 2017 年 卷一甲部 原第 16 題]

提示：先辨組織位置，再追蹤運輸或支撐作用。

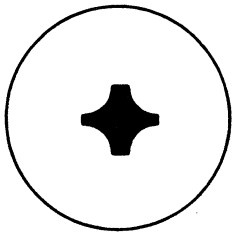
指示： 參考以下實驗裝置，回答第 14 至 16 題。實驗裝置是用來研究環境因素對帶葉枝條的蒸騰速率的效應。將帶葉枝條置於一杯紅色溶液中。五小時後，由頂端開始切取枝條的橫切片，直至切片中出現紅色為止，然後量度餘下枝條的長度。



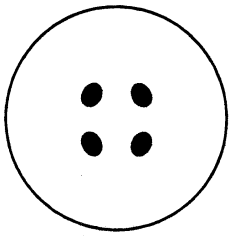
5. 將餘下枝條的切片放在顯微鏡下觀察，以下哪幅圖正確顯示枝條切片的樣子？

圖例：■ 染紅

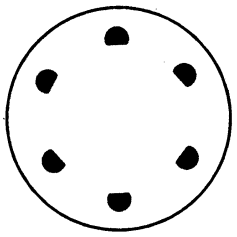
A.



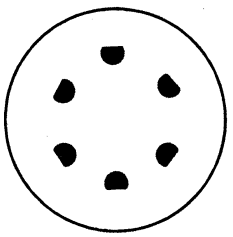
B.



C.



D.



✓ **答案** D

解析 **答案：D**

染液沿木質部運輸。雙子葉莖的維管束排列成環，每束的木質部在靠近莖中央的一側，故應看見環狀排列、向內的染色區，答案 D。中央星狀木質部是典型根截面，不能用來辨認本題的枝條。

評分依據：HKDSE 生物 2017 年 卷一甲部 原第 16 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

10. [HKDSE 生物 2017 年 卷一甲部 原第 17 題]

提示：先辨組織位置，再追蹤運輸或支撐作用。

以下哪種 / 些細胞類型有助支持木本有花植物的葉片？

(1) 保衛細胞
(2) 木質導管
(3) 葉肉細胞

A. 只有 (2)
B. 只有 (1) 和 (3)
C. 只有 (2) 和 (3)
D. (1)、(2) 和 (3)

✓ **答案** C

解析 **答案：C**

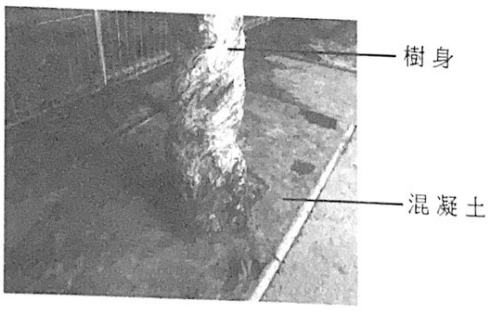
木質部導管的木質化細胞壁提供剛性，葉肉細胞的膨壓使細胞互相頂壓，兩者共同支撐葉片，選（2）（3），答案 C。保衛細胞的形狀改變主要調節氣孔開閉，不是題目所問葉片整體的主要支持來源。

評分依據：HKDSE 生物 2017 年 卷一甲部 原第 17 題官方評卷參考，原資料第 1 頁。

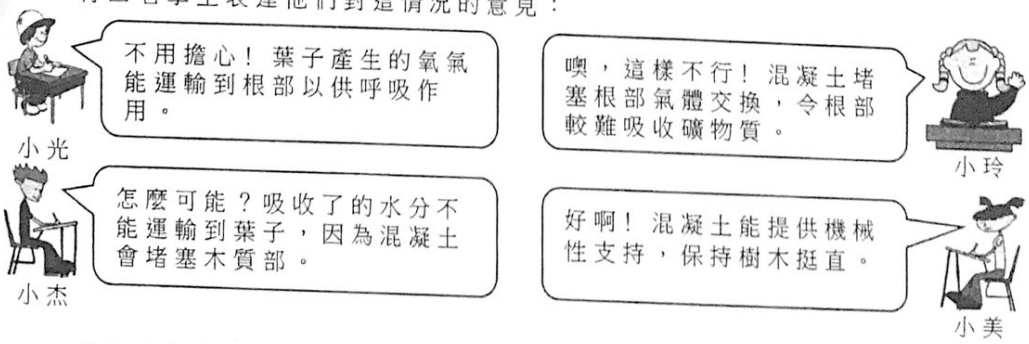
11. [HKDSE 生物 2018 年 卷一甲部 原第 24 題]

提示：先辨組織位置，再追蹤運輸或支撐作用。

以下照片顯示某樹的根部被混凝土覆蓋：



有四名學生表達他們對這情況的意見：



哪個學生的觀點是正確的？

A. 小光的觀點
B. 小玲的觀點
C. 小杰的觀點
D. 小美的觀點

✓ **答案** B

解析 **讀題與方法**

土壤表面的覆蓋先影響根部環境，再影響根細胞的代謝。

答案：B

混凝土覆蓋土壤會妨礙土壤與空氣的氣體交換，根部的氧供應可能減少。根細胞有氧呼吸所提供的能量減少，依賴主動運輸的礦物質離子吸收便可能受影響，因此小玲的解釋符合題意，選 B。葉片能產氧，不代表所有根細胞都能靠葉片送來的氧維持呼吸；覆蓋在外的混凝土也不等於直接塞住根內木質部。