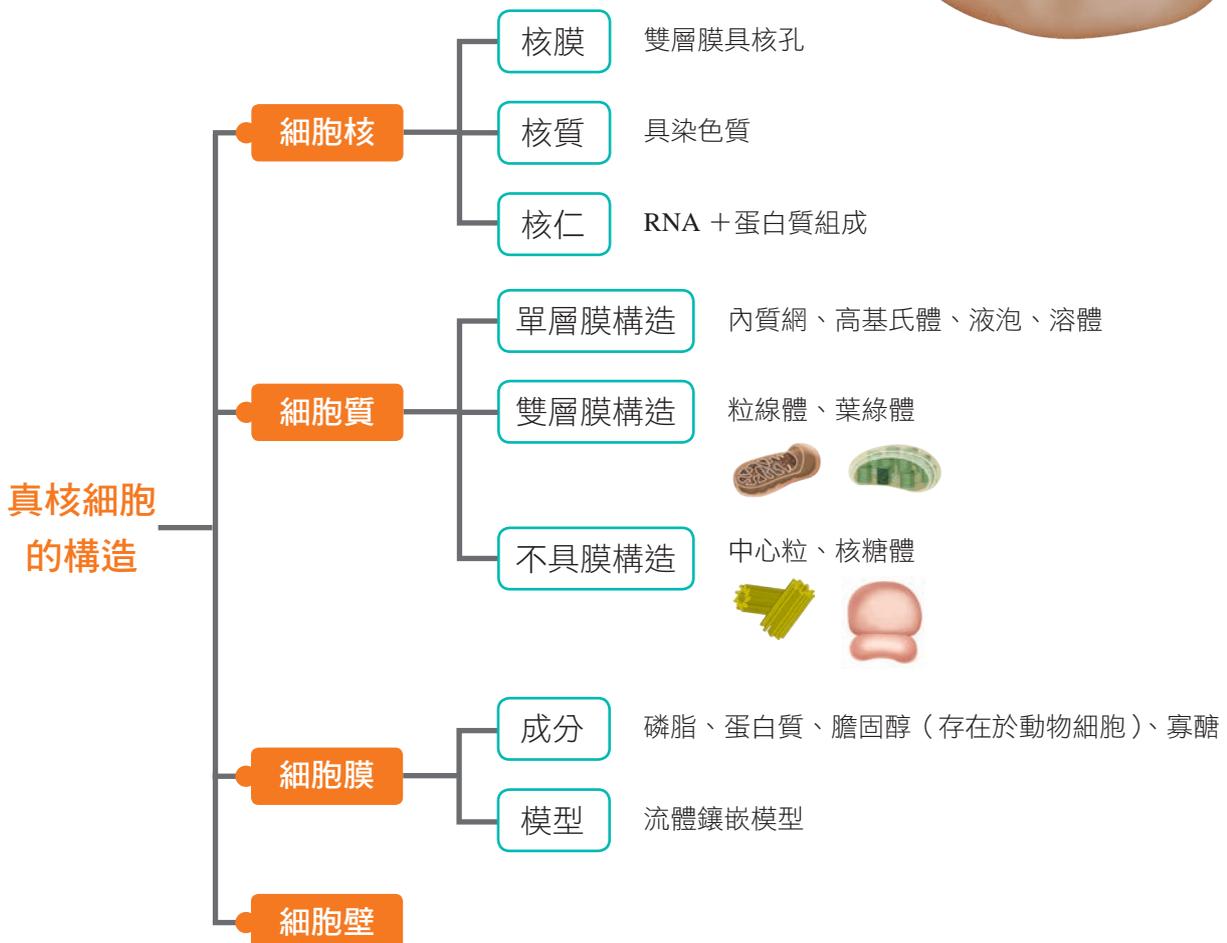
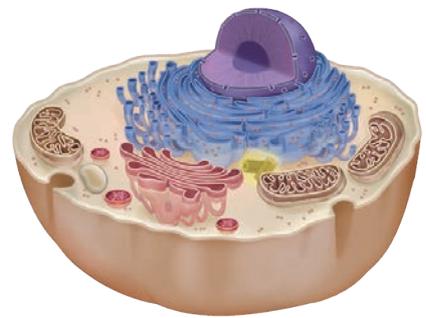
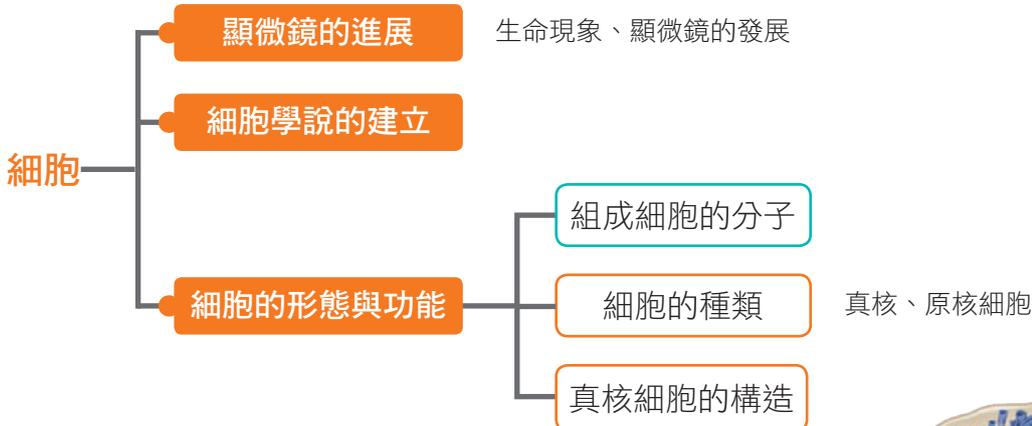


細胞的構造與功能

A 細胞的構造

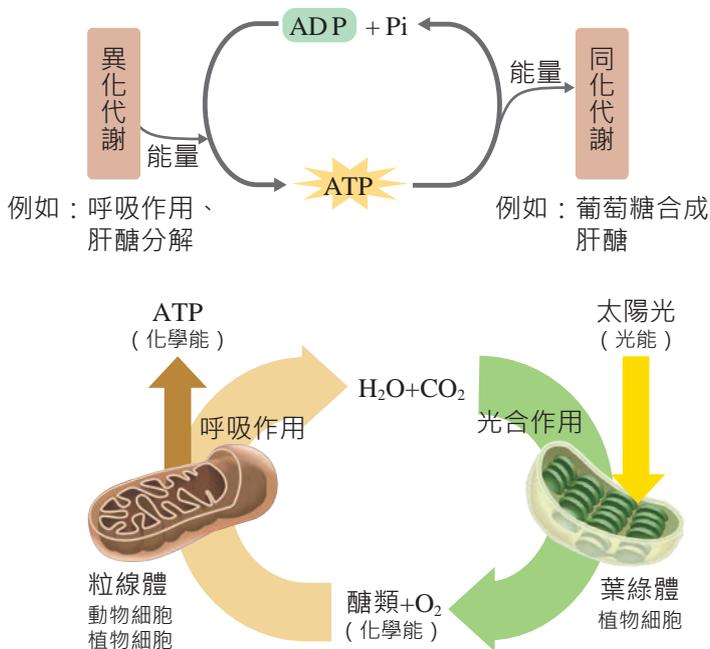
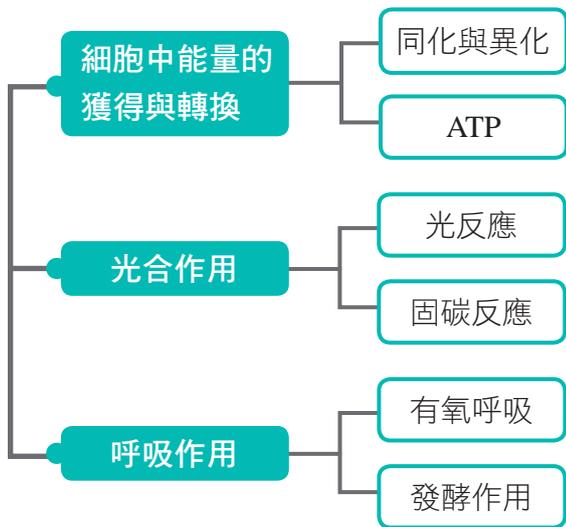


A 細胞的構造 / **B** 細胞及能量 / **C** 細胞週期與細胞分裂

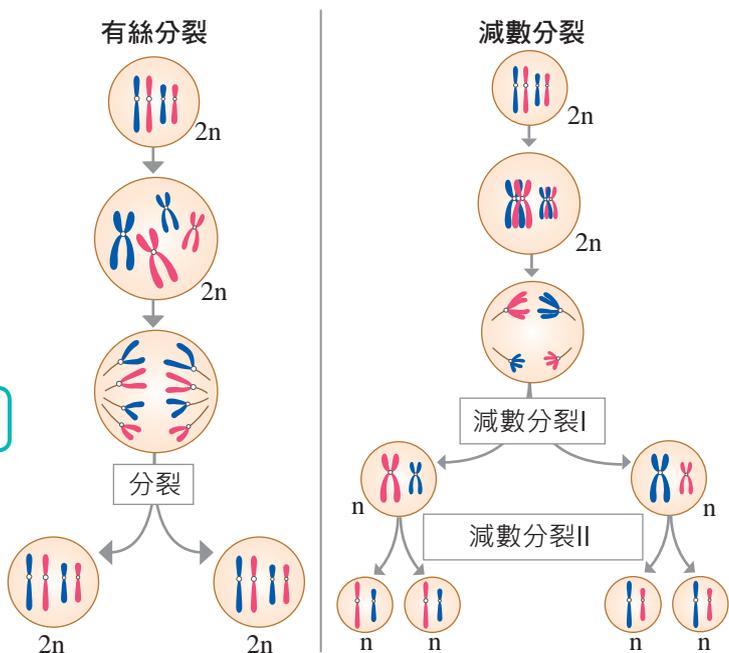
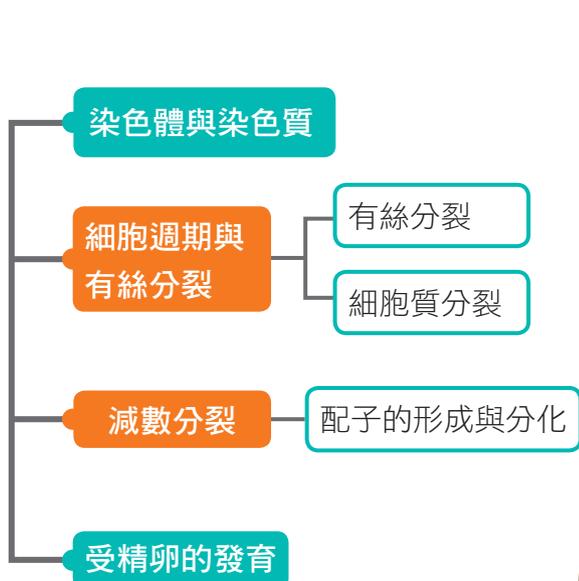
■ 先前學過的內容
 ■ 生物(全)範圍



B 細胞及能量



C 細胞週期與細胞分裂



1-1 細胞的構造

細胞的大小、異同、形態、構造與功能間有何相關？細胞是如何被發現，又該如何觀察？



1-1.1 細胞學說的建立

一 生命現象

(一) 定義

1. 生物：可以表現「生命現象」的完整個體。

知識 2. 生命現象：生長、生殖（繁殖）、感應、代謝。

(1) ① _____：生物體內所有化學反應的總稱。

① 合成反應（同化代謝）：小分子→大分子，**吸收**能量以產生細胞所需物質的過程，如光合作用。

② 分解反應（異化代謝）：大分子→小分子，**釋出**能量以提供細胞所需能量的過程，如呼吸作用。

(2) ② _____：生物體的細胞體積增大或數目增加，或是細胞進行分化，而生長過程中常伴隨著發育。

① 實例一：單細胞生物的細胞體積增加。

② 實例二：多細胞生物的細胞體積增加、數量增加及細胞分化使之形成不同類型的細胞。

(3) ③ _____：生物能接受刺激而產生反應，反應常是生理的變化或運動。

① 實例一：單細胞生物往有食物的地方移動、獵豹追逐獵物。

② 實例二：植物往有陽光處生長。

(4) ④ _____：生物體產生子代並將親代特徵傳遞給子代的現象。



延伸補充

病毒

病毒缺乏生長與感應運動能力，且物質的合成、加工都得依賴宿主細胞，處於「生物體」和「非生物」之間的灰色地帶。

二 細胞學說與顯微鏡

(一) 顯微鏡的重要性與進展

1. 重要性：細胞學說的建立與近代生物學的重要發現都與顯微鏡的發展密不可分。

百科 2. 詹森的顯微鏡：於 1590 年發明了第一臺光學複式顯微鏡，其放大倍率僅 10 倍左右。

3. 虎克的顯微鏡：

(1) 自製放大倍率較高（約 50 倍）的改良式複式顯微鏡。

(2) 觀察樹皮的軟木切片，發現了蜂窩狀小格子，於是將此構造命名為細胞 (Cell)。



延伸補充

虎克的發現

虎克以改良的複式顯微鏡觀察微小物體，並將觀察結果描繪於《微物圖誌》一書中，成為第一位出書並命名「細胞」一詞的科學家。雖虎克將所觀察到的蜂窩狀小格子命名為細胞，但實際上其所見的細胞僅是植物木栓細胞的細胞壁。

百科 4. 雷文霍克：

- (1) 改良鏡片研磨技術，將顯微鏡的放大倍率提高到 270 倍。
- (2) 觀察到更微小的原生生物及細菌。

百科 5. 現代光學顯微鏡

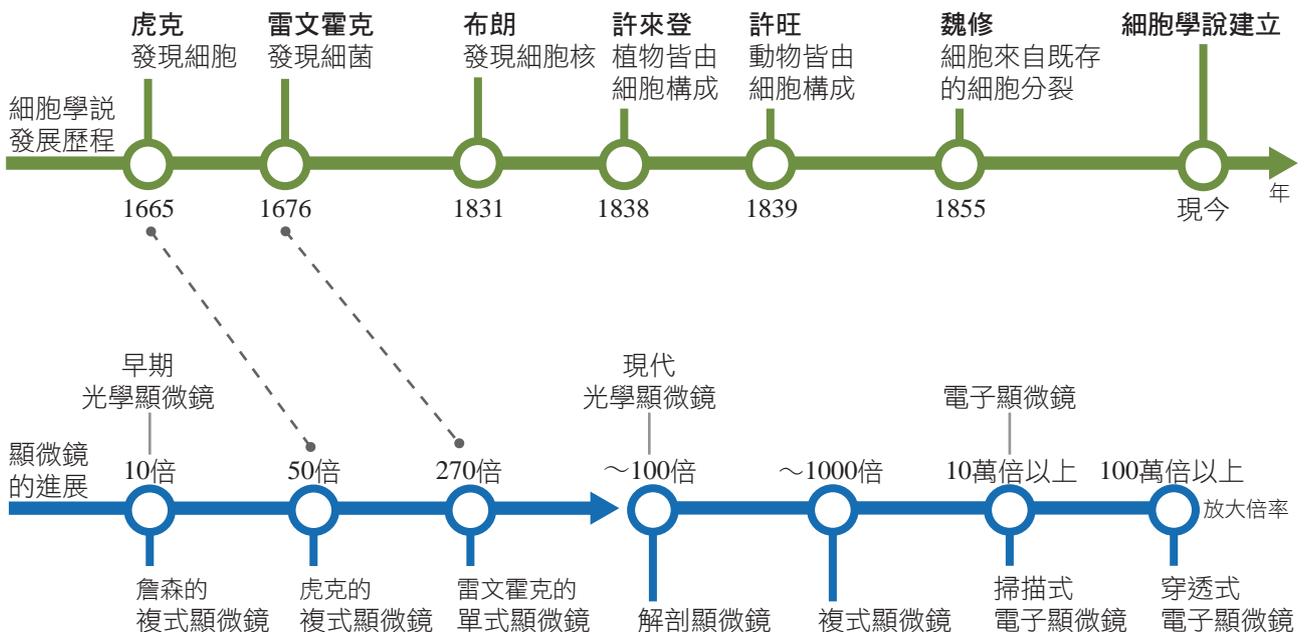
- (1) 解剖顯微鏡：放大倍率約 100 倍，可用來觀察生物表面立體構造，如蛙卵、昆蟲的外觀，以及葉片表面的細毛等。
- (2) 複式顯微鏡：放大倍率至 1000 倍左右，多用來觀察可透光的樣本，如葉片的表皮細胞與硬骨切片等。

百科 6. 電子顯微鏡

- (1) 從 1930 年起更充分地應用在分子構造的研究中。
- (2) 放大倍率可高達數 10 萬倍以上。
- (3) 可分為兩種：

- ① 掃描式：可以看到細胞表面的細微構造。
- ② 穿透式：可以看到細胞內的細微構造。

7. 細胞學說與顯微鏡的發展關係（圖 1-1）：



▲ 圖 1-1 顯微鏡與細胞學說的演進



延伸補充

雷文霍克的觀察

雷文霍克藉由改良的顯微鏡觀察池水中的微生物，描繪出細菌，成為第一位發現細菌的科學家。

布朗的觀察

布朗以顯微鏡觀察蘭花時，發現細胞有一不透光的區域，稱其為「nucleus」，隨後他證實了細胞核的普遍存在並為其命名。

(二)細胞學說的建立過程



▲ 圖 1-2 細胞學說的建立過程

(三)細胞學說的內容摘要

1. 生物體皆由細胞構成。
2. 細胞是生物體結構和功能的基本單位。
3. 細胞皆由已存在的細胞分裂所產生。

(四)細胞學說的重要性

1. 闡明生物體在構造上的一致性，並說明現存細胞都是由原有的細胞分裂而來。
2. 對於生物演化具有共同起源的想法，提供了有利的論點。
3. 為日後生物學的研究提供了重要的基礎，推動了生物學的后續發展。



基礎練習

1. 下列有關生命現象的描述，何者描述完全正確？
(A) 病毒能在細胞體內增殖，故為生物 (B) 代謝僅包含合成新物質 (C) 植物可進行運動 (D) 生長現象僅含細胞體積的增大與數量的增加
2. 下列何者是合成反應？
(A) 澱粉轉變成葡萄糖 (B) 蛋白質轉變成胺基酸 (C) 葡萄糖轉變成二氧化碳和水 (D) 脂肪酸和甘油轉變成脂肪
3. 下列有關合成反應的敘述，何者**錯誤**？
(A) 將小分子合成大分子 (B) 多半伴隨能量的釋出 (C) 光合作用整體為同化代謝 (D) 多半伴隨物質間的連結
4. 關於細胞的發現與細胞學說的相關敘述，何者正確？
(A) 電子顯微鏡的發明對細胞的發現貢獻卓著 (B) 生物體的構造與功能單位即為細胞 (C) 新細胞是由舊細胞結晶產生 (D) 虎克觀察到細胞壁，並提出細胞學說

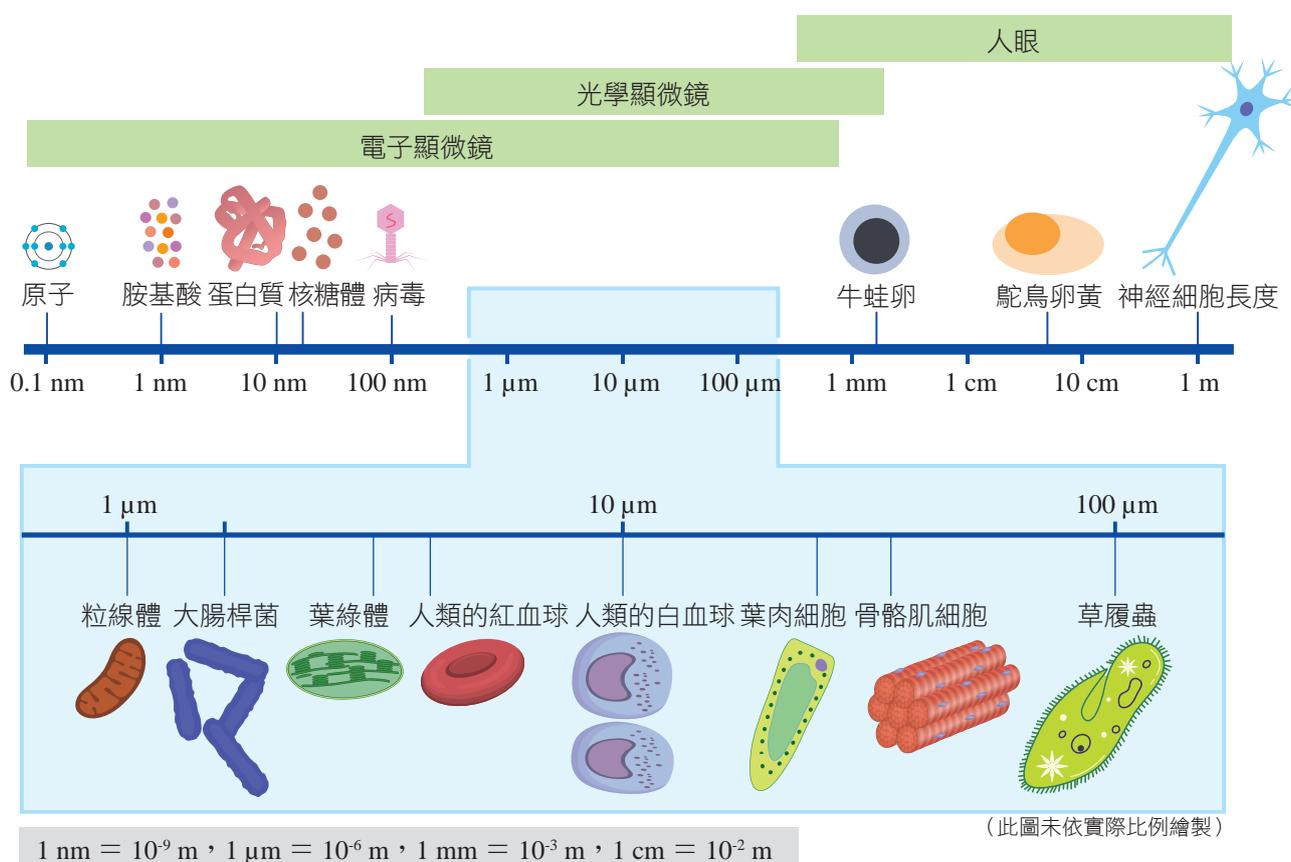


1-1.2 細胞的形態與功能

一 細胞的多樣性

(一) 細胞的大小

- 一般在 1 ~ 100 微米 (μm) 之間，需要用顯微鏡才能觀察。
(1) 實例：大腸桿菌長約 2 微米、人類白血球直徑約 10 微米 (圖 1-3)。
- 少數細胞大到可以用肉眼直接觀察。
(1) 實例：牛蛙卵直徑約 2 毫米 (mm)、駝鳥卵黃直徑約 8 公分 (cm) (圖 1-3)。

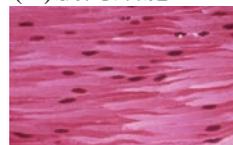


▲ 圖 1-3 不同細胞的大小

(二) 細胞的形態

- 細胞的形態相當多樣且與其生理功能密切相關。
- 實例 (圖 1-4) :
 - 神經細胞具有許多突起，可增加與其他細胞的接觸，有利於訊息的接收與傳遞。
 - 肌肉細胞呈纖維狀，有利於收縮而產生運動。
 - 植物維管束的木質部內有管狀的細胞，可運送體內的水分及礦物質。
 - 植物的表皮細胞呈扁平狀且排列緊密，具有保護功能。
 - 兩兩成對的半月形保衛細胞圍成氣孔，與氣孔開閉有關。

(A) 肌肉細胞



(B) 神經細胞

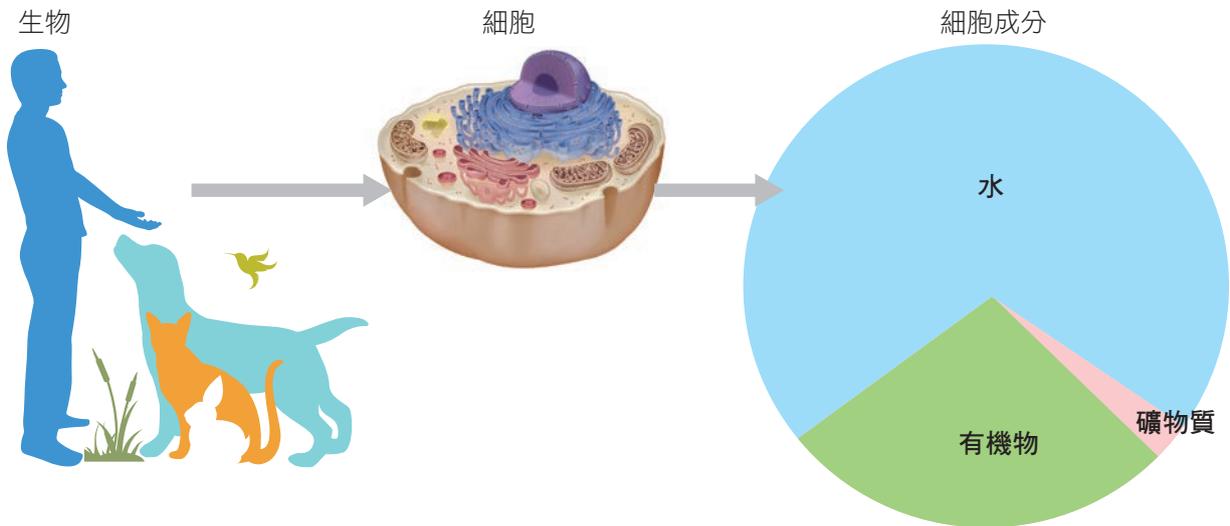


▲ 圖 1-4 細胞形態的多樣性
(圖片來源：(A)www.pinterest.com (B)Brooker, R. J. et. al. (2008). Biology. Mcgraw-Hill, N.Y., p.63, Figure 4.2.)

二 組成細胞的分子

(一)細胞的組成

1. 細胞由無機物及有機物組成（圖 1-5）。
2. 無機物包括水及礦物質（如 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 等），有機物包括醣類、蛋白質、脂質與核酸等。



▲ 圖 1-5 細胞的組成

(二)水

1. 細胞中含量最多的化合物。
2. 生物體內，許多物質需溶解於水中才能進行化學反應，對維持生物體的正常生理作用扮演了極重要的角色。

(三)醣類

1. 又稱為**碳水化合物**。
2. 辨別：
 - (1) 醣：統稱，如單醣、雙醣（圖 1-6）。
 - (2) 糖：特定種類的醣類，如葡萄糖、蔗糖。



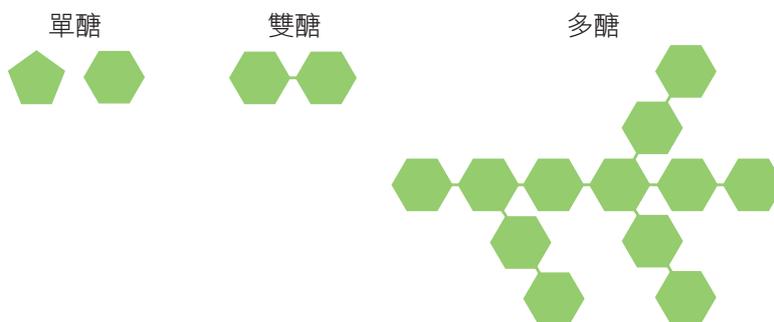
延伸補充

細胞的含水量

一般細胞內含水量約占70%，所占比例隨細胞的種類而不同，例如：種子、花粉和骨骼細胞含水量較低，腦細胞含水量較高。

構成醣類的元素

醣類由C、H、O組成，分子式多為 $(\text{CH}_2\text{O})_n$ 。



▲ 圖 1-6 醣類

3. 功能：

- (1) 供應細胞能量。
- (2) 儲存能量的主要物質。
- (3) 組成細胞結構的重要成分。

4. 分類：

醣類	組成單位	常見種類		功能
單醣	一個單醣	五碳醣	核糖	構成RNA（核糖核酸）的成分
			去氧核糖	構成DNA（去氧核糖核酸）的成分
		六碳醣	葡萄糖	生物體主要的能量來源
雙醣	由兩個單醣所組成	麥芽糖		大量存在於發芽的種子中
		蔗糖		植物體內運輸養分的主要形式
		乳糖		多存在於乳汁中
多醣	由數百到數千個單醣所連結而成	澱粉		植物體儲存的多醣
		肝醣		動物體儲存的多醣
		纖維素		構成植物細胞壁的主要成分



延伸補充

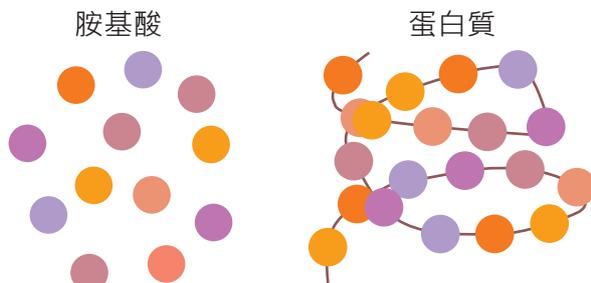
人體中存在最多的醣類

葡萄糖是人體內含量最多的單醣，可直接供細胞進行化學反應以產生能量。

(四)蛋白質

1. 構造：由胺基酸串聯形成蛋白質（圖 1-7）。

- (1) 構造單位：⑤ _____，組成蛋白質的胺基酸主要有 20 種。
- (2) 不同數目、不同種類和不同排列順序的胺基酸可組成不同種類的蛋白質，各具不同的功能。



▲ 圖 1-7 胺基酸與蛋白質



延伸補充

構成蛋白質的元素

蛋白質是生物體內含量最多之有機物，由C、H、O、N、S組成。

蛋白質的其他功能

蛋白質還具有提供能量、構成毛髮、運輸體內物質、幫助肌肉運動和平衡體內酸鹼等功能。

2. 功能：

- (1) 催化細胞內化學反應，例如：酵素（酶）。
- (2) 進行免疫作用，例如：抗體。

(五)脂質

1. 種類：包含中性脂肪和磷脂質。

- (1) 中性脂肪（包括脂肪和油）：
 - ① 存在於脂肪細胞。
 - ② 又稱三酸甘油酯



延伸補充

構成脂質的元素

脂質由C、H、O構成，有些尚包含N和P。

脂肪與油的區分

1. 脂肪：固態，常見於動物性油脂。
2. 油：液態，常見於植物性油脂。

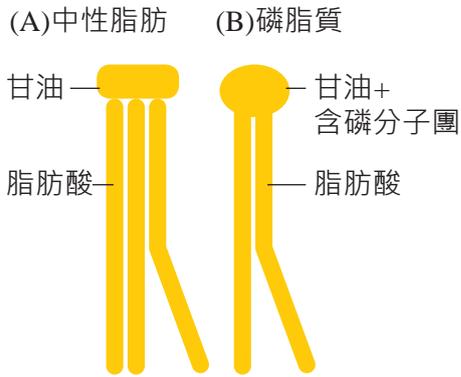
③構成：1 分子甘油 + 3 分子脂肪酸（圖 1-8A）。

④功能：生物能量的主要儲存形式、保溫等。

(2) 磷脂質：

①功能：構成細胞膜的主要成分之一。

②構成：1 分子甘油 + 2 分子脂肪酸 + 含磷的分子團分子（圖 1-8B）。



▲ 圖 1-8 中性脂肪與磷脂質



延伸補充

其他種類的脂質

固醇類與中性脂肪和磷脂質不同，是由4個含碳的環所組成的脂質（圖 1-9），不具脂肪酸，是某些動物激素的成分，例如：雄性激素。



▲ 圖 1-9 固醇類

(六)核酸

1. 核酸構造：由核苷酸串聯形成核酸。

(1) 構造單位：⑥ _____，不同的核酸類型（如 DNA 和 RNA）由不同種類的核苷酸所組成。

(2) 核苷酸構造：含氮鹼基、五碳醣及磷酸基。

2. 核酸種類（圖 1-10）：

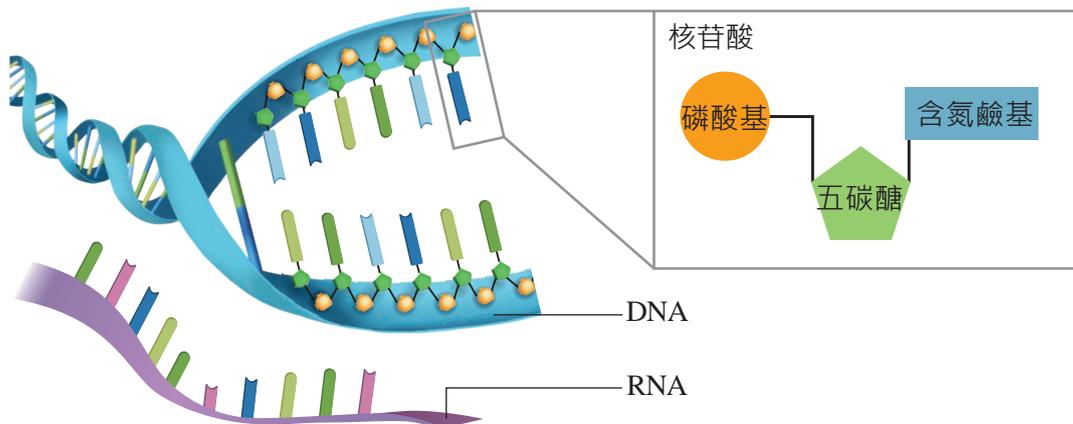


延伸補充

重要的核苷酸

有些核苷酸在細胞內有重要功能，例如：ATP可直接提供細胞代謝活動所需的能量。

核酸	中文全名	五碳醣	功能	結構
DNA	⑦ _____	去氧核糖	攜帶遺傳訊息的遺傳物質 （基因為可影響性狀表現的DNA片段）	多為雙股
RNA	核糖核酸	核糖	與蛋白質合成有關	多為單股



▲ 圖 1-10 核酸



基礎練習

- _____ 1. 有關核酸的敘述，下列何者正確？
 - (A) 基因為特定片段的 DNA 或 RNA
 - (B) 組成的單位：核苷酸
 - (C) 核糖核酸簡稱為 DNA
 - (D) RNA 大都為雙股構造

- _____ 2. 下列關於細胞內物質的敘述，何者正確？
 - (A) 醣類為細胞光合作用的主要原料
 - (B) 動、植物儲存的醣類皆以澱粉為主
 - (C) 澱粉和纖維素分別為植物的儲存性多醣與植物細胞壁的主成分
 - (D) DNA 為核糖核酸

- _____ 3. 下列有關蛋白質構造與功能的敘述，何者正確？
 - (A) 人體代謝的主要能源來自胺基酸分解產生的能量
 - (B) 胺基酸排列順序會影響蛋白質的種類
 - (C) 組成蛋白質的核苷酸主要有 20 種
 - (D) 蛋白質在細胞內的含量僅次於核酸，具催化反應、免疫等多種功能

- _____ 4. 狂犬病毒基本構造僅由 RNA 和蛋白質組成，其外再包覆一層脂質的套膜，請問下列哪些物質可能包含在其成分中？（應選 3 項）
 - (A) 胺基酸 (B) 磷脂質
 - (C) 去氧核糖 (D) 核糖
 - (E) 纖維素

- _____ 5. 人類肉眼的解像力約為 0.1 mm，若使用 1000 倍的光學顯微鏡觀察下列四種不同長度的物體，何者在視野下看不見？
 - (A) 10^{-6} m (B) 10^{-5} mm
 - (C) 10^{-5} cm (D) 10^4 nm



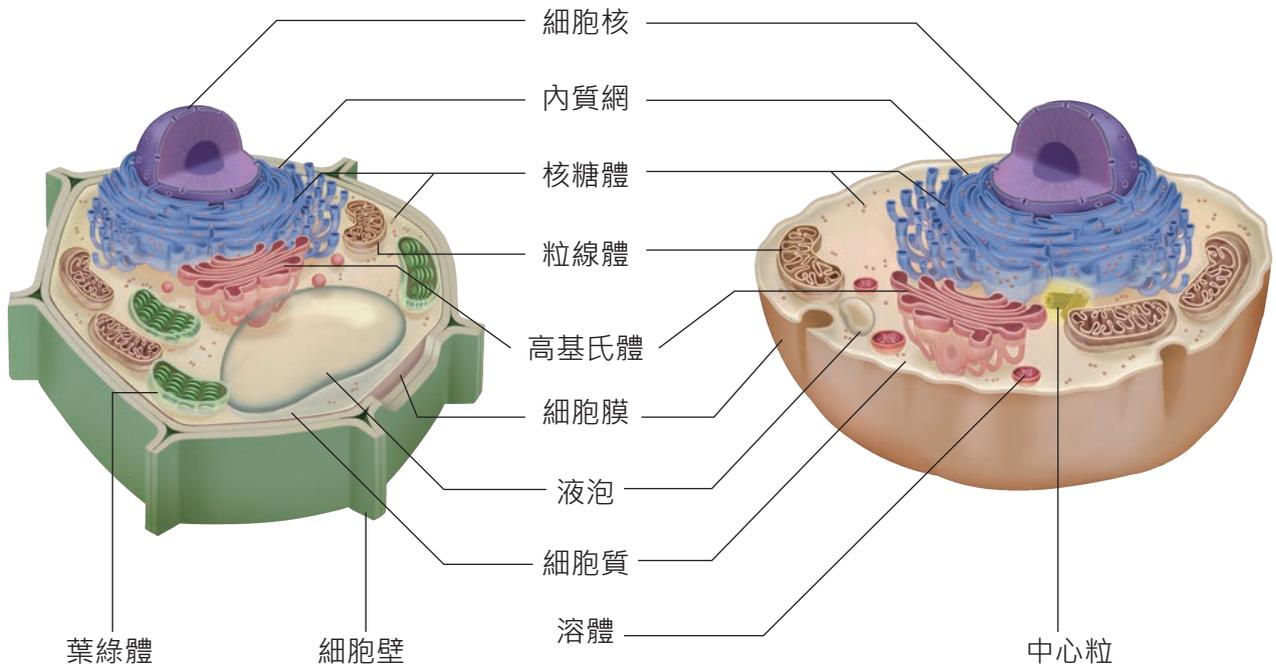
1-1.3 原核細胞與真核細胞

一 真核細胞

(一) 基本構造

1. 共同的基本構造：細胞膜、細胞質及細胞核。
2. 藻類、真菌和植物細胞：在細胞膜外有細胞壁包覆。

3. 動、植物細胞基本構造比較（圖 1-11）：



▲ 圖 1-11 真核細胞的構造

(二)細胞膜

1. 位置：圍住細胞的一層膜。
2. 功能：隔開細胞內外的環境，並選擇性地控制物質進出細胞，以維持正常生理作用。
3. 構造：以**雙層⑧**_____分子形成平面，蛋白質、醣類鑲嵌其中（圖 1-12）。
 - (1) **⑨**_____分子：
 - ①附著在細胞膜**外側**。
 - ②細胞膜上的醣類可作為辨識標籤，以供其他細胞或物質進行辨識。
 - (2) **⑩**_____：
 - ①鑲嵌於細胞膜外側或內側，或貫穿其中。
 - ②種類繁多，有些可專一性地協助物質進出，有些可接收化學物質的刺激。



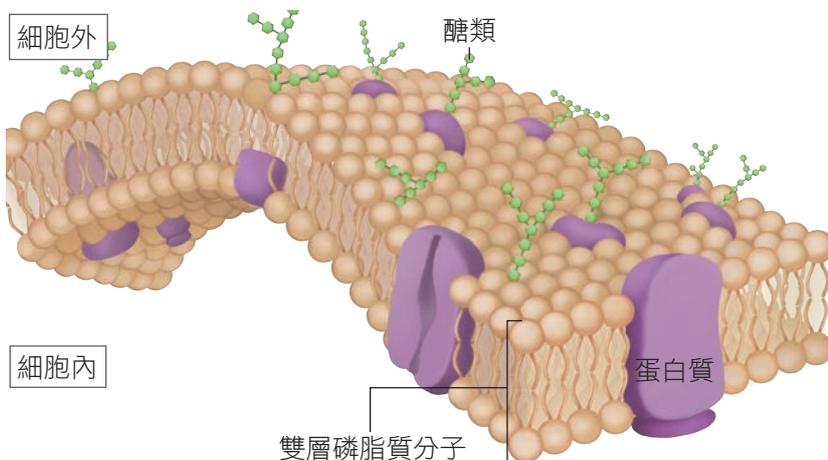
延伸補充

細胞膜上的其他脂質

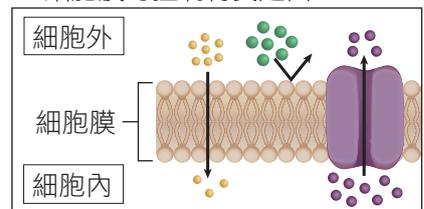
膽固醇可鑲嵌於雙層磷脂質之間，具有穩固細胞膜結構的功能。

細胞膜的流動性

科學家提出細胞膜上的物質具有可以在膜上面移動的特性（流體鑲嵌模型），並以此說明細胞膜是具有流動性的。



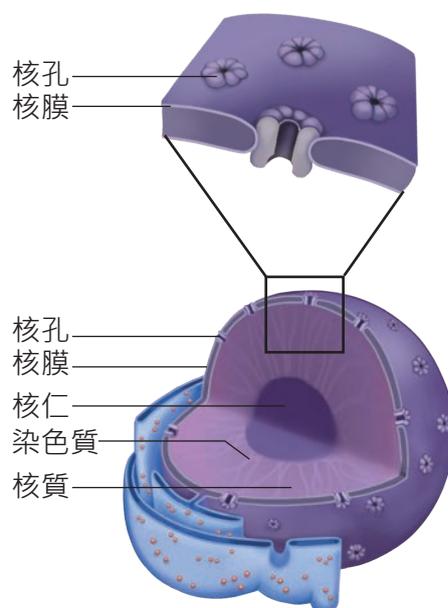
▼細胞膜可控制物質進出



▲ 圖 1-12 細胞膜的構造

(三)細胞核

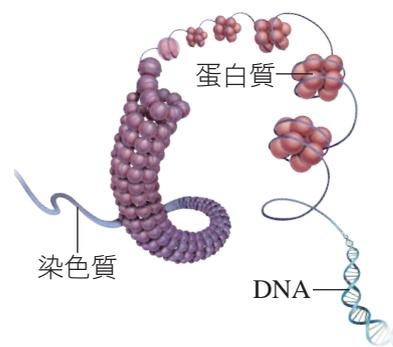
1. 功能：容納遺傳物質。
2. 範圍：由核膜包圍住的區域，以此與細胞質分隔。
3. 組成（圖 1-13）：
 - (1) ⑪ 核膜：由**雙層膜**組成，膜上有**核孔**，可以管控物質進出細胞核。
 - (2) ⑫ 核質：核內的膠狀物質，散布著細絲狀**染色質**。
 - ①染色質（圖 1-14）= DNA+ 蛋白質。
 - ②染色質中的 DNA 為攜帶遺傳訊息的物質。
 - (3) ⑬ 核仁：
 - ①數量：一個或數個。
 - ②成分：RNA+ 蛋白質。
 - ③功能：與**核糖體**的合成有關。



▲ 圖 1-13 細胞核的構造

(四)細胞質

1. 位置：介於細胞膜和核膜之間的區域。
2. 功能：細胞**進行代謝反應**的主要場所。
3. 成分：膠狀物質 + 許多不同功能的構造。
 - (1) 膠狀物質：又稱細胞質液。
 - (2) 許多不同功能的構造：
 - ①不具膜的構造：核糖體與中心粒（出現在動物細胞中）。
 - ②膜狀構造：內質網、高基氏體、液泡、粒線體與葉綠體等。



▲ 圖 1-14 染色質

(五)細胞質內的構造

1. 核糖體：
 - (1) 構造：**不具膜**，由**蛋白質**和**RNA**組成的顆粒狀構造。
 - (2) 功能：⑭ 蛋白質合成。
 - (3) 分布：
 - ①分散在細胞質中。
 - ②附著在內質網表面。
 - ③存在葉綠體和粒線體內。



延伸補充

膜狀胞器的優點

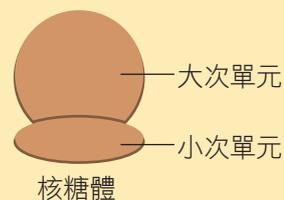
大多數的胞器具有膜，藉由膜的分隔，可讓不同的化學反應能同時在細胞內進行而互不干擾。



延伸補充

核糖體的組成

核糖體由大和小次單元組成（圖1-15），次單元由核仁製造，再到細胞質組成完整的核糖體。



▲ 圖 1-15 核糖體

百科 6. 溶體：

(1) 構造：單層膜所構成的囊狀胞器，內部含多種水解酶。

(2) 功能：

①分解細胞內的大分子，例如：醣類、蛋白質和脂質。

②分解細胞內衰老的胞器。

7. 粒線體（圖 1-21）：

(1) 構造：

①呈粒狀、線狀，由**雙層膜**組成。

②外膜平滑，內膜向內腔凹陷，形成許多皺褶的隔膜。

(2) 功能：

①內含呼吸作用的酵素，是進行有氧呼吸的主要場所。

②可將有機物儲藏的能量轉移成生物可利用的能量形式，如腺苷三磷酸（ATP）（詳見 1-2 節）。

③有「細胞發電廠」之稱。

百科 (3) 是半自主胞器。

①含有 DNA 及核糖體。

②可自行合成小部分本身所需的蛋白質。

③可自行分裂增殖。

8. 葉綠體（圖 1-22）：

(1) 功能：藻類和植物細胞進行光合作用的場所。

(2) 構造：由**雙層膜**組成，內部由**①**_____和**基質**所構成。

①類囊體：扁平囊狀，可堆疊形成**葉綠餅**，是進行光反應的場所。

②基質：類囊體外的液體，是固碳反應的場所。

百科 (3) 是半自主胞器。

①含有 DNA 及核糖體。

②可自行合成小部分本身所需的蛋白質。

③可自行分裂增殖。



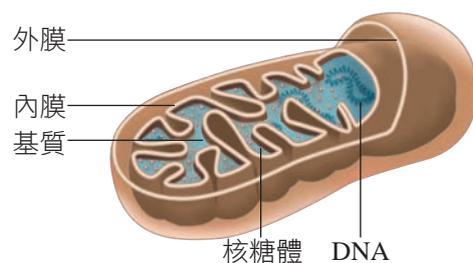
延伸補充

白血球與溶體

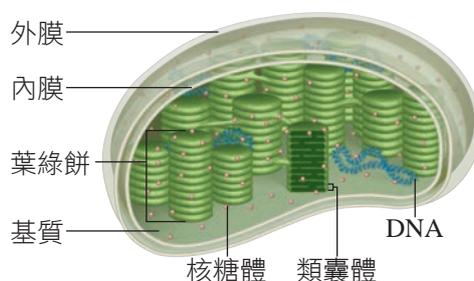
白血球會用溶體來分解捕捉到的細菌。

細胞粒線體的多寡

絕大多數真核細胞均含粒線體，代謝旺盛的細胞，含粒線體愈多。



▲ 圖 1-21 粒線體的構造



▲ 圖 1-22 葉綠體的構造

解題技巧

比較胞器數量的思考方式

考試考出「相對於其他細胞而言，以下細胞內，哪些胞器的數量會比較多？

(1)肌肉細胞：_____。(2)唾腺細胞：_____。(3)葉肉細胞：_____。」，我沒有看過這些細胞的構造，這題要如何作答？

面對這種題型可依照下面思考訣竅來解題：此一細胞具有何種特性→此一特性對應何種胞器功能→此種胞器的數量會比較多，因此上述三題的思考結果如下。

(1)肌肉細胞收縮需要大量能量→粒線體可提供細胞所需能量→粒線體會比較多。

(2)唾腺細胞需要不斷進行唾液的分泌→高基氏體為細胞的分泌中心→高基氏體會比較發達。

(3)葉肉細胞可進行光合作用→葉綠體是植物細胞進行光合作用的場所→葉綠體會比較多。

(六)細胞內構造的比較

構造	膜的有無	功能
核糖體	不具膜	合成蛋白質
中心粒 中心體		協助細胞分裂
內質網	單層	與胞內物質的初步修飾和運輸有關
高基氏體		負責暫時儲存、運輸和修飾細胞所要分泌的物質
液泡		儲存水、色素、礦物質及代謝廢物，並與維持細胞形狀有關
溶體		分解細胞內的大分子物質與衰老的胞器
粒線體	雙層	進行呼吸作用的主要場所
葉綠體		進行光合作用的場所

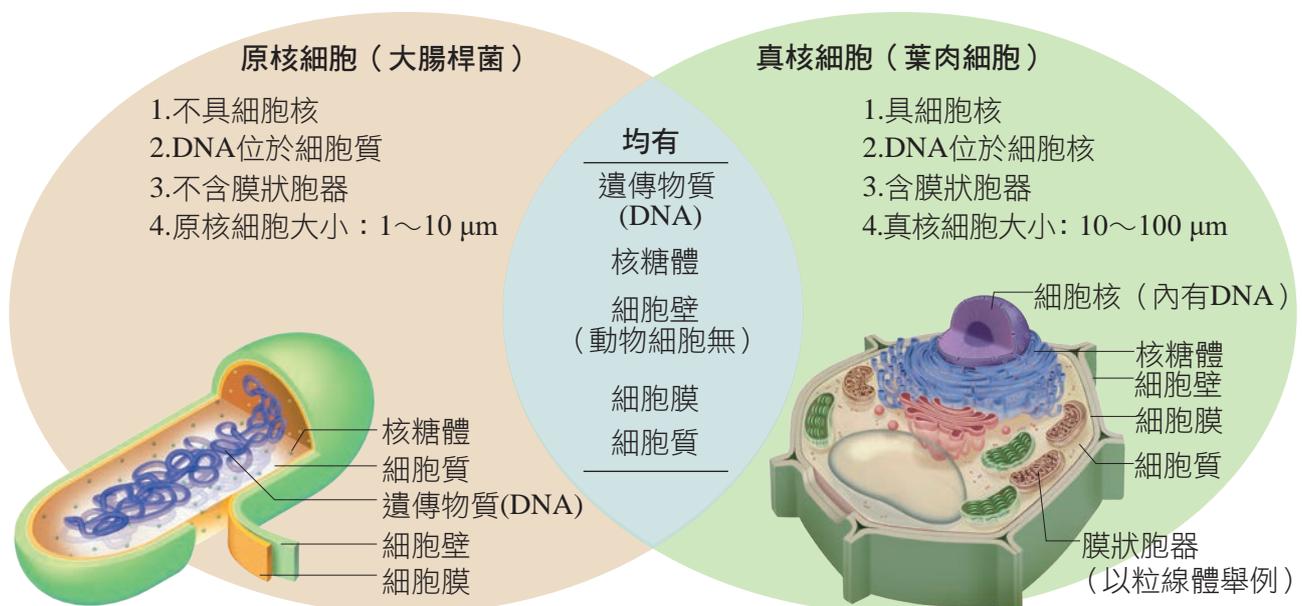
二 原核細胞與真核細胞

(一)區別

1. 可依細胞核的有無來區分。
2. 可分為原核細胞與真核細胞。
3. 主要生物種類：
 - (1) 原核生物：細菌，如大腸桿菌與藍綠菌。
 - (2) 真核生物：動物、植物、菌物和原生生物。

(二)構造的差異

1. 真核細胞比原核細胞多了核膜所圍出的細胞核以及膜狀胞器（圖 1-23）。
2. 有細胞核與膜狀胞器的優點。
 - (1) 細胞核與膜狀胞器如同房子內的隔間，隔出不同空間。
 - (2) 細胞核圍住遺傳物質 DNA，讓遺傳物質的保護更加完備。
 - (3) 膜內胞器形成一微環境讓細胞內的生理反應得以集中而提高效率。



(三)原核與真核細胞構造的比較

分類	構造	原核細胞	真核細胞
基礎構造 (維持細胞 基本形態與 機能)	細胞膜(隔出膜內與膜外)	有	有
	細胞質 (胞內化學反應進行的地方)	有	有
	DNA(攜帶細胞的遺傳訊息)	有	有
	核糖體(製造蛋白質的場所)	有	有
其他構造	細胞核	無	有
	膜狀胞器	無	有 (如內質網等)
	染色體	在細胞質中 (主要由DNA組成)	在細胞核中 (由DNA和蛋白質組成)
	細胞壁	絕大多數有	動物細胞無 植物細胞有 (由纖維素組成)

三 動、植物細胞和原核細胞的構造及功能比較

構造	主要功能	特色說明	真核細胞		原核細胞
			植物細胞	動物細胞	
細胞膜	控制物質進出細胞	圍住細胞的膜	✓	✓	✓
細胞核	主宰細胞的活動	核膜以內的區域	✓	✓	✗
細胞質	進行代謝作用的場所	細胞膜內核膜以外的區域	✓	✓	✓
核糖體	蛋白質的合成	1.不具膜的構造 2.由蛋白質+RNA組成	✓	✓	✓
內質網	1.粗糙：蛋白質的合成、運輸和修飾 2.平滑：脂質合成與運輸	1.單層膜構造 2.扁囊狀和管狀構成的網狀結構	✓	✓	✗
高基氏體	細胞內物質的修飾、分類、包裝和運輸分泌物	1.單層膜構造 2.數個扁囊排列組成	✓	✓	✗
液泡	1.植物細胞：儲存物質、維持細胞形狀 2.動物細胞：功能多樣	1.單層膜構造，囊泡狀 2.中央液泡：內含水、礦物質、養分、代謝廢物與花青素 3.吞噬體：白血球吞噬細菌所形成	✓ 大型	✓ 小型	✗
粒線體	進行有氧呼吸	1.雙層膜構造 2.包含外膜、內膜與基質	✓	✓	✗
葉綠體	進行光合作用	1.雙層膜構造 2.包含外膜、內膜、類囊體與基質	✓	✗	✗
細胞壁	保護細胞，維持細胞形狀	包圍在細胞膜外的堅硬構造	✓	✗	✓
溶體	進行胞內物質分解與更新	單層膜構造，囊泡狀	△	✓	✗
中心體	和細胞分裂有關	1.不具膜的構造 2.由兩個中心粒和與周圍細胞質組成	✗	✓	✗

△：大多數植物細胞不具此構造，植物細胞或是酵母菌內負責自噬作用的胞器為液泡。

四 細胞內構造特點的綜合比較

構造特點	構造
必須在電子顯微鏡下才可見	核糖體、內質網
具有核酸（DNA或RNA）	細胞核、葉綠體、粒線體、核糖體
具有DNA	細胞核、葉綠體、粒線體
是半自主胞器	葉綠體、粒線體
植物有而動物沒有的構造	細胞壁、葉綠體

百科



基礎練習

- 細胞質內的何種胞器有合成蛋白質的功能？
(A) 核糖體 (B) 高基氏體 (C) 溶體 (D) 葉綠體
- 下列何構造中不含核酸的成分？
(A) 核膜
(B) 核糖體
(C) 染色質
(D) 核仁
- 下列哪些構造與維持植物細胞形狀有關？（應選 2 項）
(A) 液泡
(B) 細胞膜
(C) 細胞壁
(D) 內質網
(E) 葉綠體
- 下列有關細胞的敘述，何者正確？
(A) 粒線體是細胞內進行呼吸作用的場所，而葉綠體可將光能轉成化學能
(B) 內質網與細胞膜相連，為物質運輸的通道
(C) 核糖體位於細胞核內，為蛋白質合成的位置
(D) 細胞膜、粒線體和葉綠體都為兩層膜的構造
- 下列有關原核細胞和真核細胞的比較，何者正確？

選項	原核細胞	真核細胞
(A)細胞核	有	有
(B)內質網	有	有
(C)核糖體	有	有
(D)細胞壁	有	無



課後演練

一、單選題

- _____ 1. 下列哪一個生理狀態不會發生在單細胞生物上？
(A) 細胞體積增大 (B) 合成作用多於分解作用 (C) 進行細胞分化 (D) 感應外界養分來源

- _____ 2. 下列何者大多數時候需要使用到電子顯微鏡才能清楚地進行觀察？
(A) 瘧原蟲 (B) 金黃色葡萄球菌 (C) 冠狀病毒 (D) 酵母菌

- _____ 3. 下列醣類何者屬於雙醣？
(A) 澱粉 (B) 肝醣 (C) 麥芽糖 (D) 纖維素

- _____ 4. 下列何種構造是動物細胞中可見，而多數植物細胞所沒有的構造？
(A) 細胞壁 (B) 葉綠體 (C) 細胞核 (D) 中心粒

- _____ 5. 下列何種物質不可作為細胞能量來源的物質？
(A) 醣類 (B) 脂質 (C) 蛋白質 (D) 維生素

- _____ 6. 下列有關蛋白質構造與功能的敘述，何者正確？
(A) 組成蛋白質的胺基酸至少有 20 種 (B) 蛋白質種類與功能繁多，例如催化反應進行的抗體 (C) 相同種類與數量的胺基酸所組成的蛋白質皆相同 (D) 蛋白質為細胞內含量最多的物質，具多種功能

- _____ 7. Cellcraft 為一個探索細胞內胞器交互作用的益智遊戲，其中當細胞獲得哪一種胞器後其能量獲得的效率得以大幅提升？
(A) 核糖體 (B) 內質網 (C) 中心體 (D) 粒線體

- _____ 8. 下列何者可用來區分真核細胞與原核細胞？
(A) 有無核膜 (B) 有無細胞壁 (C) 有無細胞膜 (D) 有無核糖體

- _____ 9. 植物細胞收集環境的能量並且利用該能量進一步合成出蛋白質，請問此過程與下列哪一構造最沒有直接關聯？
(A) 葉綠體 (B) 中央液泡 (C) 核糖體 (D) 粒線體

- _____ 10. 細胞的形態和內部構造常和其功能有極大關聯性，請問若某細胞內含眾多粒線體，請問這一現象最合理的解釋為何？
(A) 該細胞內含有較多基因 (B) 該細胞對能量需求較低 (C) 該細胞內 ATP 的合成與分解反應較為頻繁 (D) 該細胞具有較多的蛋白質

_____ 11. 有關於原核細胞與真核細胞的比較，下列敘述何者正確？

- (A) 兩者皆具有細胞壁
- (B) 兩者的遺傳物質均是由核糖核酸構成
- (C) 原核細胞與真核細胞的細胞質均具有中心粒
- (D) 真核細胞的形狀及體積通常較原核細胞為大

二、多選題

_____ 1. 下列有關內質網與高基氏體的敘述，哪些正確？（應選 3 項）

- (A) 皆為單層膜構造
- (B) 部分高基氏體與脂質合成有關
- (C) 兩者皆有核糖體附著
- (D) 肝臟和胰臟需不斷製造與合成蛋白質，故細胞內具有發達的內質網與高基氏體
- (E) 與細胞內物質運輸與修飾有關

_____ 2. 下列有關葉綠體的敘述，哪些正確？（應選 3 項）

- (A) 為雙層膜構造，且內含由膜構成的類囊體
- (B) 基質是進行光反應的主要場所
- (C) 葉綠餅是由數個類囊體所組成
- (D) 類囊體是合成葡萄糖的主要場所
- (E) 基質含有多種光合作用所需的酵素

_____ 3. 下列有關細胞的敘述，哪些正確？（應選 3 項）

- (A) 細胞膜主要成分為蛋白質、核酸和磷脂質
- (B) 細胞膜上的醣類分子可用來辨識胞外物質
- (C) 僅特定細胞具有細胞壁，且成分可能不同
- (D) 細胞膜、粒線體和葉綠體皆由磷脂雙層所建構而成
- (E) 粒線體和葉綠體皆和能量的轉換有關

_____ 4. 下列有關細胞膜與膜上物質的敘述，哪些正確？（應選 3 項）

- (A) 細胞膜主要由蛋白質、醣類及少量磷脂質所構成
- (B) 醣類主要出現在細胞膜的外側，作為辨識之用
- (C) 膜上的蛋白質鑲嵌於膜上，可做為運輸之用
- (D) 膜上的蛋白質鑲嵌於膜上，可做為接受外界環境訊息之用
- (E) 具有極佳的通透性，多數物質都可直接通過細胞膜

1-2 細胞及能量

細胞獲得能量後，才得以進行各種生理作用，但細胞中的能量是從何而來的呢？



1-2.1 細胞中能量的獲得與轉換

1

一 細胞內的代謝作用

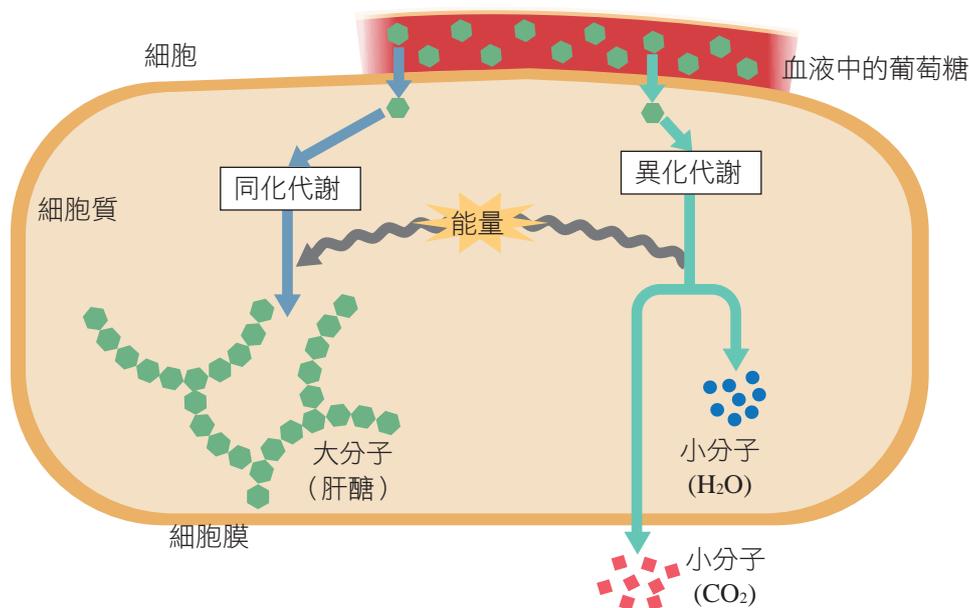
(一) 定義與分類

1. 定義：細胞中化學反應的進行，常伴隨著能量的轉換。
2. 分類：可分為**同化代謝**與**異化代謝**。
3. 代謝作用的比較：

種類	說明	能量	實例
① _____	細胞將較簡單分子合成為較複雜分子（合成作用）	需加入能量（需能反應）	葡萄糖 + 果糖 + 能量 → 蔗糖 + 水
② _____	細胞將較複雜分子分解成較簡單分子（分解作用）	有能量釋出（釋能反應）	葡萄糖 + 氧 → 二氧化碳 + 水 + 能量

4. 人體的醣類代謝：

- (1) 攝食含澱粉的食物 → 澱粉被消化成葡萄糖 → 葡萄糖經細胞吸收。
- (2) 細胞藉異化代謝將葡萄糖分解成較小分子的二氧化碳及水，並釋出能量。
- (3) 肝細胞及肌肉細胞可將葡萄糖經由同化代謝合成較大分子的肝醣，過程需要消耗能量（圖 1-24）。

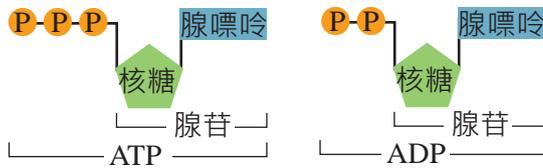


▲ 圖 1-24 細胞的代謝作用

(二)腺苷三磷酸 (ATP)

知識 1. 組成：核苷酸的一種，由腺嘌呤、核糖和三個磷酸基所組成（圖 1-25）。

- (1) 若由腺嘌呤、核糖和兩個磷酸基所組成的核苷酸，稱為腺苷二磷酸 (ADP)。
- (2) ATP 與 ADP 的轉換伴隨著能量的儲存或釋放，兩者之間的轉換可協助細胞能量的使用。



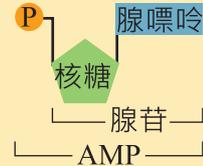
▲ 圖 1-25 ATP 與 ADP 的結構



延伸補充

AMP

核糖上接一個磷酸基時，稱為腺苷單磷酸 (AMP) (圖1-26)。



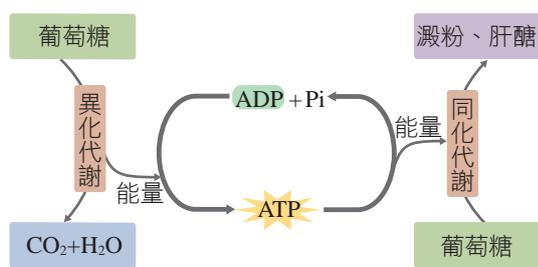
▲ 圖 1-26 AMP 的結構

2. ATP 的合成與水解。

- (1) 細胞內的需能反應（合成）或釋能反應（分解），過程中有能量的投入或釋出，因此細胞內 ATP 的分解與合成常伴隨其他物質的需能或釋能反應一起進行。
- (2) ATP 的分解本身為釋能反應，可釋出能量，因此常伴隨胞內某物質的需能反應一起進行。
- (3) 相反的，ATP 的合成本身為需能反應，需要能量的提供才可進行，因此常伴隨胞內某物質的釋能反應一起進行。
- (4) 反應比較：

項目	需能反應	釋能反應
ATP變化	ATP的分解 $ATP + H_2O \rightarrow ADP + Pi + \text{能量}$	ATP的合成 $ADP + Pi + \text{能量} \rightarrow ATP + H_2O$
ATP本身 能量變化	釋能反應	需能反應
ATP變化伴隨 的胞內反應	ATP的分解 ↓促使 胞內其他物質合成	胞內其他物質分解 ↓促使 ATP的合成
例子	葡萄糖的合成	葡萄糖的分解
過程	ATP分解釋出能量，供胞內其他物質合成反應所需的能量	胞內其他物質釋能反應釋出能量，提供ATP合成所需的能量
圖示	$ATP \xrightarrow{\text{釋能反應}} ADP + Pi$ $CO_2 + H_2O \xrightarrow{\text{需能反應}} \text{葡萄糖}$	$ADP + Pi \xrightarrow{\text{需能反應}} ATP$ $\text{葡萄糖} \xrightarrow{\text{釋能反應}} CO_2 + H_2O$

3. ATP 和 ADP 在細胞內可互相轉換使用（圖 1-27）。



▲ 圖 1-27 細胞內 ATP 與 ADP 的轉換



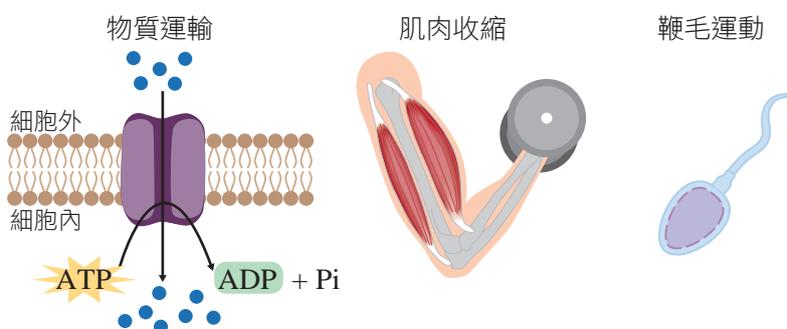
延伸補充

ATP-ADP循環

1. 當細胞內ATP多而ADP少時，表示能量較充裕，此時生物可進行運動或合成作用等需能反應。
2. 當細胞內ATP少而ADP多時，表示能量較缺乏，此時生物體需加速進行呼吸作用等產能反應。

(三) ATP 的重要性

1. 是細胞所需能量的直接來源，可作為細胞內通用的**能量貨幣**。
 - (1) 細胞進行各種生理作用所需的能量，無法由葡萄糖分解直接提供。
 - (2) 必須先將葡萄糖中的能量轉移至 ATP，再藉由 ATP 水解釋出能量，才能使用。
2. 提供同化代謝所需的能量。
3. 提供物質的主動運輸、肌肉收縮，以及鞭毛運動等生理作用能量（圖 1-28）。



▲ 圖 1-28 ATP 提供細胞內多種生理功能所需的能量



基礎練習

1. 下列有關 ATP 的敘述，何者正確？
 - (A) 是一種核酸
 - (B) 有兩個磷酸根
 - (C) 以淨能量變化來說， $ATP \rightarrow ADP + Pi$ 本身為需能反應
 - (D) ATP 所釋出的能量可使許多生理作用得以進行
2. 請問下列何種細胞生理反應的進行不需伴隨著 ATP 的分解？
 - (A) 胞內醣類的同化代謝
 - (B) 胞內醣類的異化代謝
 - (C) 肌肉收縮
 - (D) 胞內細胞質的流動
3. 下列哪一個化學反應可以和 ATP 的合成伴隨一起進行？
 - (A) 葡萄糖 \rightarrow 二氧化碳 + 水
 - (B) 甘油 + 脂肪酸 \rightarrow 脂質
 - (C) 胺基酸 \rightarrow 蛋白質
 - (D) 葡萄糖 \rightarrow 澱粉



1-2.2 光合作用與呼吸作用

一 能量的獲得與轉換

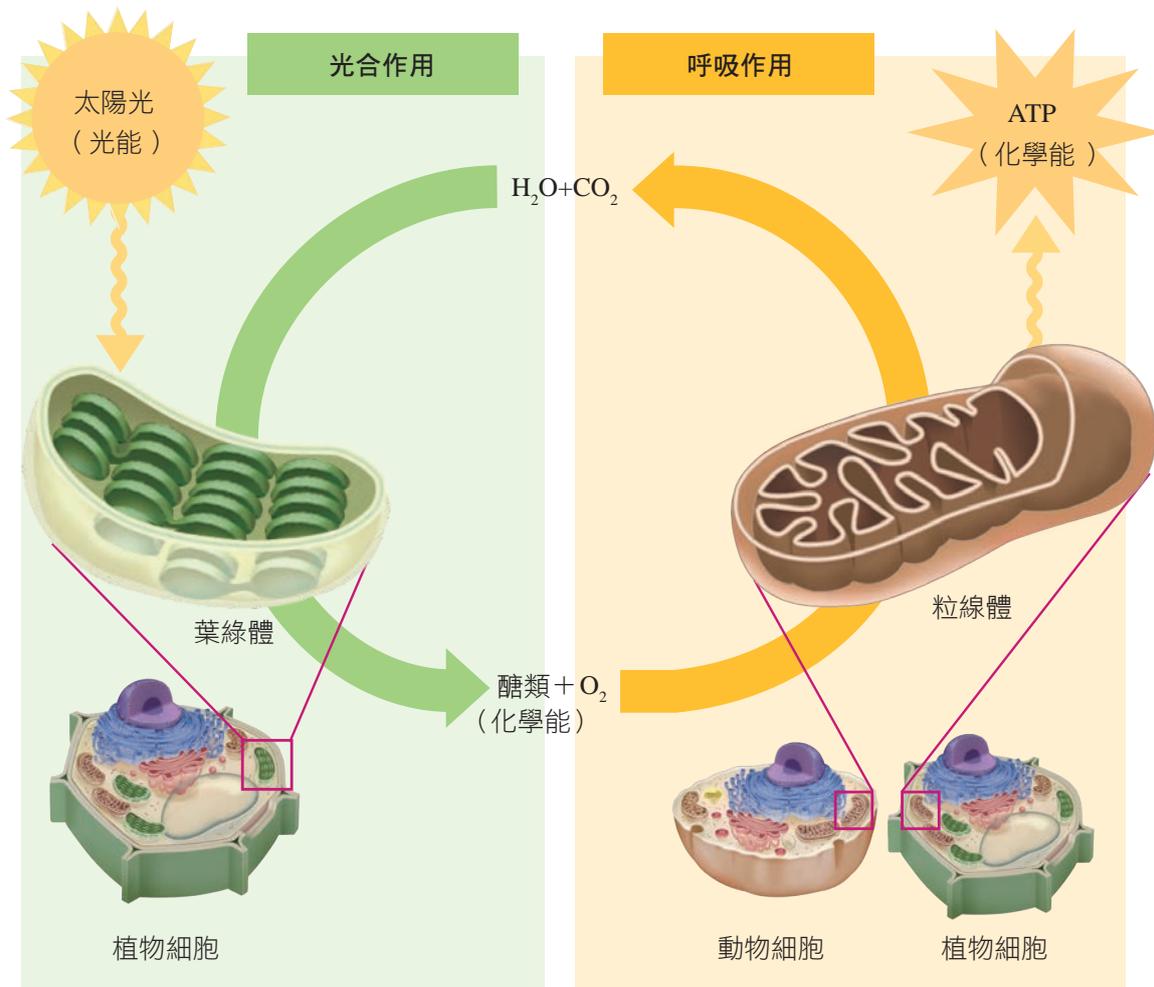
(一) 能量的獲得

1. 生命世界的能量大部分直接或間接來自**光能**。
2. 部分生物體（如植物與藻類）能進行光合作用，將光能轉換成化學能，儲存在醣類中以供本身或其他生物使用。

(二) 能量的轉換

1. 植物體內儲存的養分以醣類、脂質和蛋白質等大分子形式存在，當植物發育需要能量時，這些大分子便先分解為葡萄糖等小分子，再進行呼吸作用將有機物分解以釋出能量。
2. 呼吸作用產生的能量，部分釋出的能量用來合成 **ATP**，部分以熱能散失，**ATP** 的化學能可轉換成為光能、熱能、化學能等不同能量以提供生理作用所需（圖 1-29）。

提供生物生理作用所需能量



▲ 圖 1-29 光合作用與呼吸作用的能量轉換

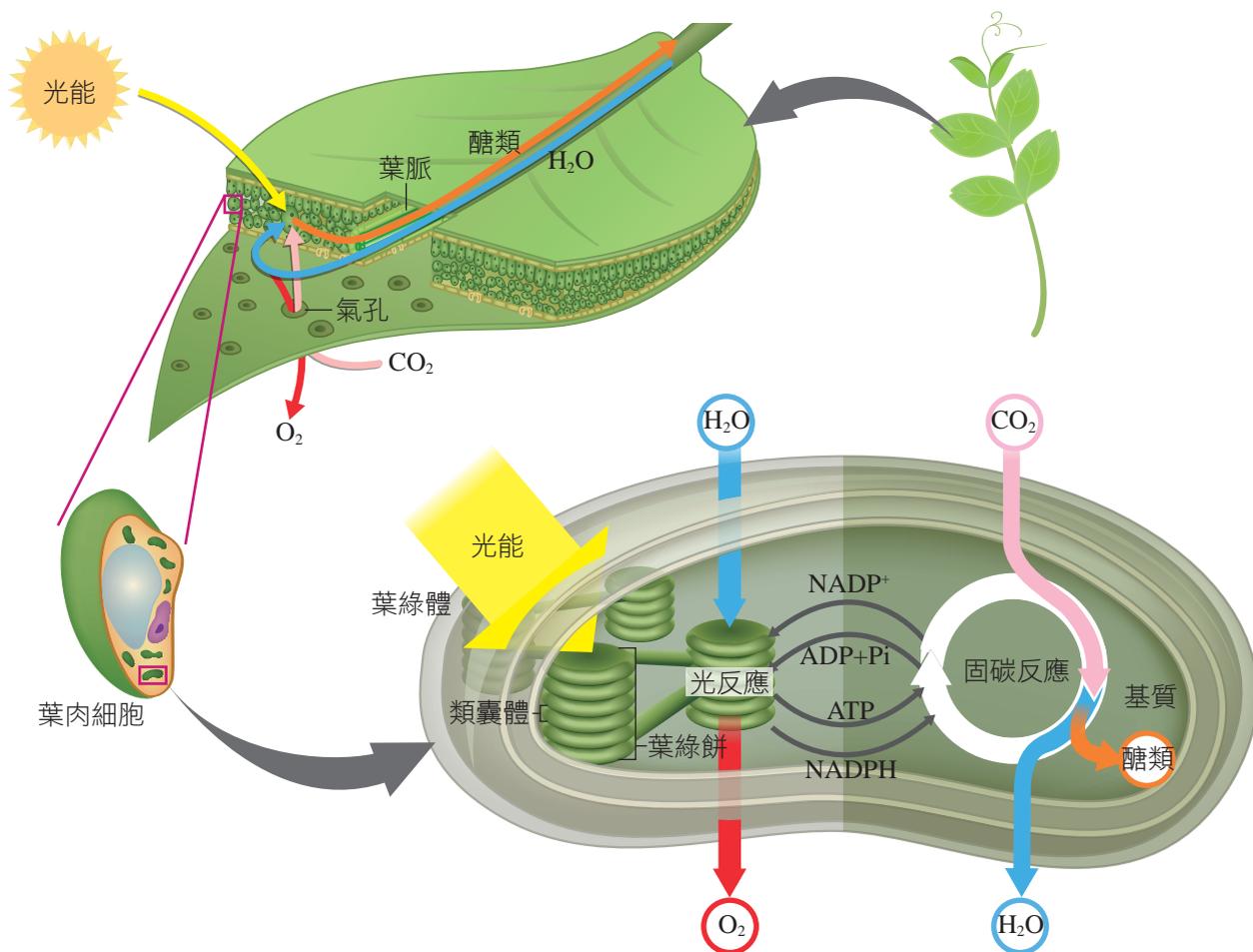
二 光合作用

(一) 定義與簡介

1. 定義：生物體利用光能將二氧化碳和水合成醣類，並產生氧的過程稱為**光合作用**。
2. 代謝種類：**同化代謝**。
3. 會進行光合作用的生物：植物、藻類、藍綠菌（原核生物）。
4. 植物光合作用的簡式： $\text{水} + \text{二氧化碳} \xrightarrow[\text{葉綠體}]{\text{光能}} \text{醣類} + \text{氧} + \text{水}$

(二) 反應過程與場所

1. 主要過程：可分為**光反應**及**固碳反應**兩階段（圖 1-30）。
 - (1) ③ _____ 是吸收光能並將光能轉換成化學能，以提供給固碳反應的過程，伴隨著水的分解。
 - (2) ④ _____ 是固定將二氧化碳固定以合成醣類的反應，過程中以光反應產生的化學能作為能量來源。



光合作用簡式： $\text{水} + \text{二氧化碳} \rightarrow \text{醣類} + \text{氧} + \text{水}$

▲ 圖 1-30 光合作用的過程

2. 反應場所：

- (1) **葉綠體**：是植物和藻類行光合作用的場所，內含多個由**類囊體**相疊而成的葉綠餅和基質。
- (2) **類囊體**：膜上含有葉綠素等光合色素，可吸收光能，是進行光反應的場所。
- (3) **基質**：葉綠餅以外到內膜之間的空間，富含酵素以固定二氧化碳合成醣類，是進行固碳反應的場所。

(三)光反應與固碳反應比較

項目	光反應	固碳反應
目的	將光能轉換成化學能，儲存於ATP及NADPH中，以供固碳反應所需	以光反應產生的ATP、NADPH提供能量，將CO ₂ 固定以合成醣類
反應條件	必須在光照下才能進行	依賴光反應提供之能量，且部分酶在光刺激才有較佳活性，故主要於白天進行
反應位置	葉綠體的類囊體膜	葉綠體的基質
反應過程	葉綠素吸收光能後，使水分子分解產生O ₂ ，並引發一連串的反应，過程中釋出的能量可轉移到ATP和NADPH	利用光反應產生的ATP與NADPH提供的能量，將CO ₂ 固定，以合成醣類
能量轉換	將太陽能轉換成化學能，儲存在ATP和NADPH中	將ATP和NADPH中的化學能轉存在醣類分子中
反應簡式	$H_2O + ADP + Pi + NADP^+ \rightarrow O_2 + ATP + NADPH$	$CO_2 + ATP + NADPH \rightarrow \text{醣類} + ADP + Pi + NADP^+$



延伸補充

光反應中的NADPH 知識

光反應中產生的高能量分子NADPH，是核苷酸的一種，其低能量狀態時為NADP⁺，NADP⁺可在光反應時接收光反應產生的H⁺和電子，轉變成高能量狀態的NADPH，進而提供固碳反應所需能量。過程中，因為NADPH和NADP⁺只是互相轉換，並沒有消耗，因此光合作用可持續的順利進行。

(四)影響光合作用的因素

1. 光強度：在一定範圍內，光愈強光合作用的速率愈快；但若光照太強，則葉綠素會被破壞，反而會減慢光合作用的速率。
2. 溫度：一定範圍內，溫度愈高光合作用速率愈快；若溫度太高，類囊體膜和酵素會被破壞。
3. 二氧化碳濃度：二氧化碳為反應物，一定範圍內，CO₂濃度愈高，光合作用的速率愈快。
4. 水分的含量：水分為反應物，一定範圍內，水分愈充足，光合作用的速率愈快。

呼吸作用

(一)定義與類型

1. 定義：呼吸作用是指細胞藉由一系列酵素的催化，將葡萄糖等有機化合物逐步分解，釋出能量的過程。
2. 類型：
 - (1) 需要氧：細胞利用氧進行的⑤_____。
 - ①產生較多量的ATP。
 - ②多數細胞產生能量的第一選擇。
 - (2) 無需氧：某些細胞在氧氣不足的環境中可進行不需氧的呼吸作用。
 - ①產生少量ATP，如⑥_____作用。
 - ②少數細胞氧氣不足時可進行發酵以持續供應能量。

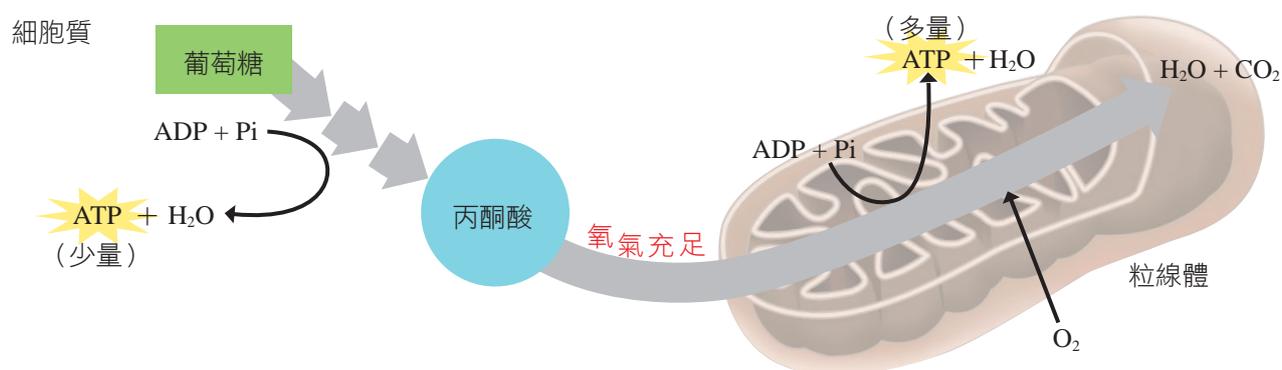
(二) 有氧呼吸

1. 代謝種類：**異化代謝**。
2. 特色：絕大多數生物體產生 ATP 的方式。
3. 產生的能量，一部分用來合成 ATP，一部分則以熱能的形式散失。
4. 有氧呼吸的簡式：葡萄糖 + 氧 → 水 + 二氧化碳 + 能量（多量 ATP）。
5. 過程（圖 1-31）：

(1) 先在細胞質中進行糖解作用，將葡萄糖分解成**丙酮酸**，並釋出**少量**的能量。



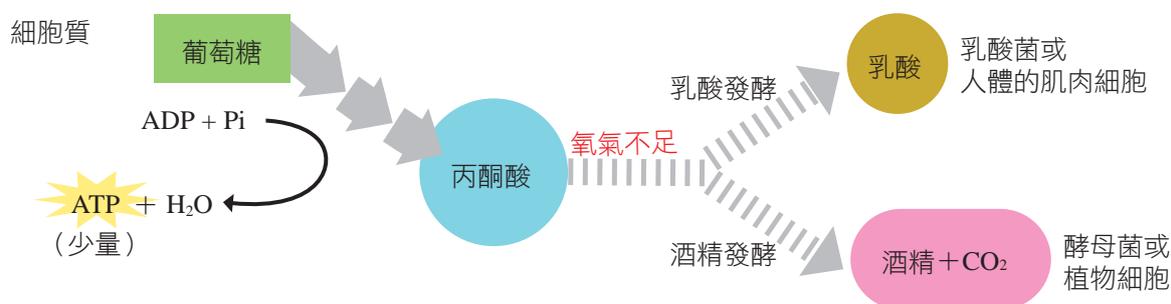
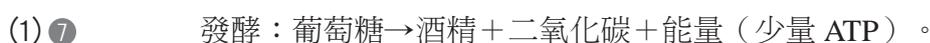
(2) 丙酮酸進入粒線體，經過一連串的反应，產生**二氧化碳和水**，並釋出**多量**的能量。



▲ 圖 1-31 有氧呼吸的過程

(三) 發酵作用

1. 定義：某些細胞在**氧氣不足**情況下仍可進行發酵作用，將醣類分解產生少量的 ATP，以暫時維持細胞的生理功能。
2. 場所：細胞質。
3. 過程：
 - (1) 在細胞質中進行糖解作用，將葡萄糖分解成丙酮酸，並釋出少量的 ATP。
 - (2) 丙酮酸留在細胞質中再轉變成酒精（酒精發酵）或乳酸（乳酸發酵）。
 - (3) 丙酮酸變為酒精或乳酸的過程**不產生能量**，因此發酵作用釋出的能量比有氧呼吸少得多。
4. 反應簡式（圖 1-32）：



▲ 圖 1-32 發酵作用的過程

5. 過程比較：

步驟	名稱	發生部位	發生的細胞	主要反應
1	分解葡萄糖	細胞質	所有細胞	葡萄糖分解成丙酮酸，並產生少量ATP
2	產生酒精		酵母菌與植物細胞	丙酮酸→酒精+二氧化碳
2	產生乳酸		人類肌肉細胞與乳酸菌	丙酮酸→乳酸

6. 影響呼吸作用的因素：

(1) 內在因素：不同組織或器官的代謝及生長速率不同，呼吸作用速率不同，代謝旺盛的組織或器官會有較高的呼吸作用速率，如肝細胞。

(2) 外在因素：

①溫度：溫度過高，會破壞酵素活性與粒線體的膜，使得呼吸作用變慢或停止。

②氧氣：氧氣是有氧呼吸的原料之一，氧氣充足與否決定進行有氧呼吸或發酵作用。

(四)光合作用和呼吸作用的比較

種類	光合作用	呼吸作用
生物	植物、藻類和藍綠菌	所有活細胞皆會進行
場所	植物和藻類的葉綠體	細胞質和粒線體
時間	有光的時候	隨時進行
能量變化	光能轉換成化學能（醣類）	化學能（醣類）轉換成化學能(ATP)
代謝作用	同化代謝	異化代謝
反應物	二氧化碳、水	葡萄糖
產物	醣類、氧	有氧呼吸：大量ATP、二氧化碳和水
		酒精發酵：少量ATP、二氧化碳和酒精
		乳酸發酵：少量ATP和乳酸



基礎練習

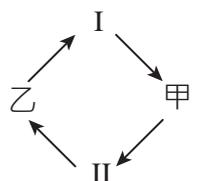
- 下列哪一物質與植物光合作用的固碳反應無直接相關？
(A) 氧 (B) 二氧化碳 (C) 酵素 (D) ATP
- 光合作用包括下列步驟：(甲)產生ATP；(乙)水分子被分解；(丙)葉綠素吸收光能；(丁)合成醣類；(戊)ATP和NADPH釋出能量。請問正確的步驟依序為何？
(A) 甲乙丙丁戊 (B) 丙乙甲丁戊 (C) 丙乙甲戊丁 (D) 乙甲丙戊丁
- 下列對呼吸作用的敘述，何者不正確？
(A) 呼吸作用可釋出能量 (B) 有氧呼吸的主要場所在細胞質與粒線體內 (C) 呼吸作用能將葡萄糖內的能量完全轉移至ATP (D) 發酵作用亦是一種呼吸作用



課後演練

一、單選題

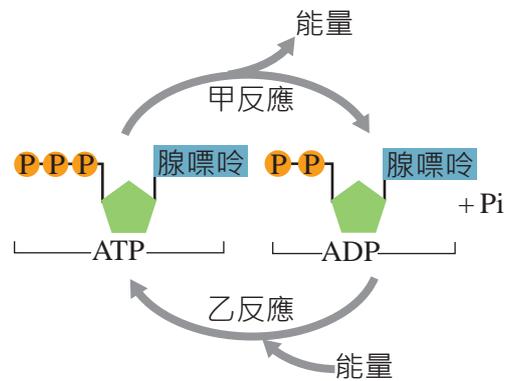
- _____ 1. 請問下列何選項並非光合作用進行時所需要參與的？
 (A) 水 (B) 氧氣 (C) 二氧化碳 (D) 葉綠素
- _____ 2. ATP 是細胞內的能量代幣，在細胞內扮演能量傳遞的角色，因此細胞內有多種反應都可產生 ATP，但下列哪一項反應並不會產生 ATP 分子？
 (A) 發酵作用 (B) 蛋白質的分解 (C) 粒線體內進行的呼吸作用 (D) 葉綠體內的固碳反應
- _____ 3. 下列哪個因素最有可能同時影響光合與呼吸作用的進行？
 (A) 溫度 (B) 二氧化碳濃度 (C) 氧的濃度 (D) 光照
- _____ 4. 下列有關植物細胞光合作用的敘述何者正確？
 (A) 類囊體的酵素負責進行光能的收集
 (B) 過程中不會有氧氣的產生
 (C) 光反應產生的二氧化碳可做為固碳反應的原料
 (D) 其主要產物為葡萄糖
- _____ 5. 下列關於植物細胞的有氧呼吸和發酵作用的比較，何者正確？
 (A) 產物均有二氧化碳
 (B) 有氧呼吸均在粒線體進行；發酵作用均在細胞質進行
 (C) 發酵作用能產生較多 ATP
 (D) 有氧呼吸與發酵作用皆為同化作用
- _____ 6. 下列有關酒精發酵和乳酸發酵的比較，何者正確？
 (A) 兩者皆產生二氧化碳
 (B) 兩者皆不產生二氧化碳
 (C) 前者產生二氧化碳，後者則無
 (D) 後者產生二氧化碳，前者則無
- _____ 7. 下列何者為酒精發酵與乳酸發酵的共同特徵？
 (A) 均以葡萄糖做為原料 (B) 均會產生二氧化碳 (C) 一個葡萄糖分子產生的 ATP 量不同 (D) 一個屬於同化代謝，另一個屬於異化代謝
- _____ 8. 附圖中，如果 I 代表水和二氧化碳，則下列敘述何者正確？
 (A) 甲是呼吸作用，II 是醣類、氧和水，乙是光合作用
 (B) 甲是光合作用，II 是醣類、氧和水，乙是呼吸作用
 (C) 甲是呼吸作用，II 是二氧化碳和水，乙是光合作用
 (D) 甲是光合作用，II 是二氧化碳和水，乙是呼吸作用



二、多選題

1. 附圖為 ATP 循環，請問下列何種細胞生理機制會促進甲反應的發生？（應選 2 項）

- (A) 骨骼肌的有氧呼吸
- (B) 骨骼肌的發酵作用
- (C) 骨骼肌的收縮
- (D) 葉綠體的固碳反應
- (E) 葉綠體的光反應



2. 植物進行光合作用固碳反應的反應物和產物包括下列哪些？（應選 3 項）

- (A) 氧 (B) 水 (C) ATP (D) 二氧化碳 (E) NADPH

3. 當細胞內 ADP / ATP 比值太低時，可能會促使細胞進行下列哪些反應？（應選 3 項）

- (A) 葡萄糖的合成 (B) 肝醣的合成 (C) 醣類轉化成脂質 (D) 蛋白質分解成眾多胺基酸 (E) 脂質的分解

4. 下列有關 ATP 的敘述，哪些正確？（應選 3 項）

- (A) 是一種含有高能量的核酸 (B) 中文名稱為腺苷三磷酸 (C) 由去氧核糖、腺嘌呤和三個磷酸所構成 (D) 可分解成 ADP 和一個磷酸 (E) 當細胞內 ATP 較多時，有利於進行合成反應

5. 發酵作用和有氧呼吸的比較，哪些選項正確？（應選 3 項）

比較項目	發酵作用	有氧呼吸
(A)原料	葡萄糖	葡萄糖
(B)作用場所	細胞質	粒線體
(C)產物	二氧化碳、水	酒精、二氧化碳
(D)有無產生ATP	有	有
(E)ATP數量	少	多

6. 下列有關植物固碳反應的敘述哪些正確？（應選 3 項）

- (A) 在黑暗中效率較高 (B) 在有光的情況下效率較高 (C) 可將二氧化碳合成為醣類 (D) 在葉綠體的基質中進行 (E) 需要 ATP 與 NADP⁺的參與

7. 有關真核生物的光合作用和有氧呼吸的比較，下列哪些正確？（應選 3 項）

選項	光合作用	有氧呼吸
(A)化學反應	同化代謝	異化代謝
(B)進行生物	植物與藻類	只有動物
(C)進行時間	只在白天進行	只在夜間進行
(D)能量變化	光能→化學能	化學能→化學能
(E)進行場所	葉綠體	細胞質及粒線體

1-3 細胞週期與細胞分裂

細胞分裂進行時，染色體的變化最為關鍵，因為染色體必須平均分配給子細胞，才能確保親代的遺傳訊息得以延續給子代。究竟，細胞分裂的過程中染色體有什麼變化呢？

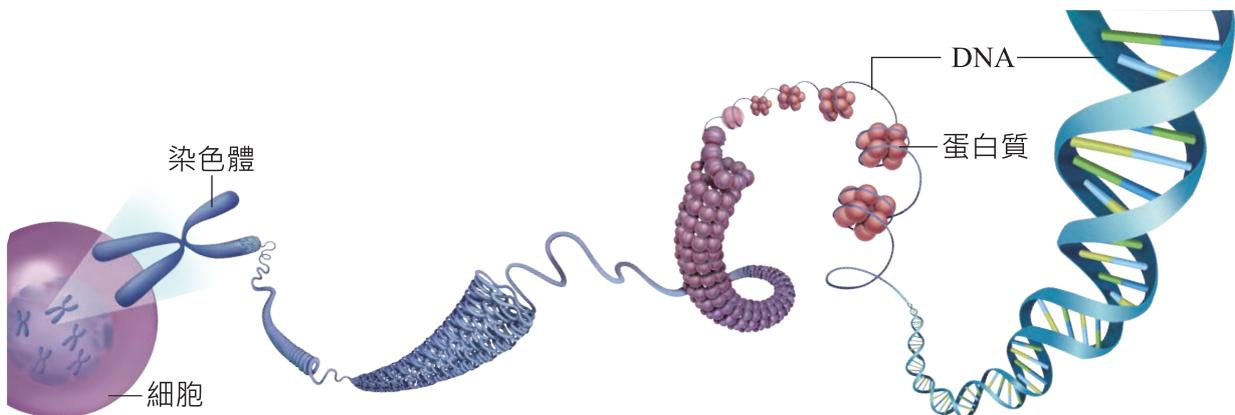


1-3.1 染色體與染色質

1

一 染色體的發現

1. 發現的科學家：弗萊明。
2. 1879 年，利用特殊染劑將動物胚胎細胞染色，發現細胞分裂時細胞內有絲狀物出現。
3. 這些絲狀物後來被稱為①_____（圖 1-33）。



▲ 圖 1-33 染色體與染色質的構造示意圖

二 染色體

(一) 真核細胞的染色體

1. 位置：細胞核內。
2. 組成：DNA 和蛋白質。
3. 形態
 - (1) 非細胞分裂期（間期）的時候會纏繞呈細絲狀，此時稱為染色質。
 - (2) 細胞分裂期時，染色質會更加緊密纏繞成粗絲狀，此時稱為染色體。



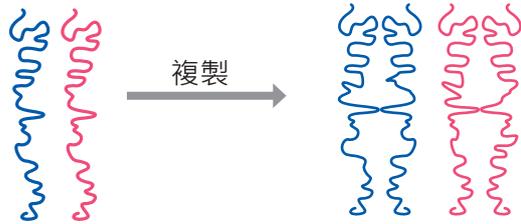
延伸補充

原核生物的細胞分裂

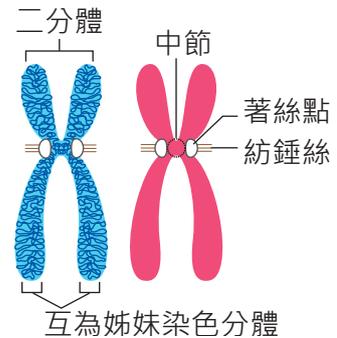
原核生物利用二分裂法進行細胞分裂，過程中並不會出現「絲狀」的染色體分裂。

4. 染色體的變化過程（圖 1-34）：

染色質（細胞分裂前）



染色體（細胞分裂時）



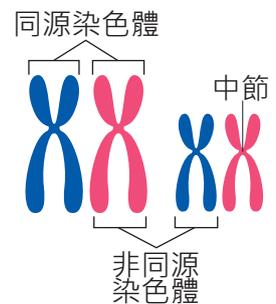
▲ 圖 1-34 染色質與染色體的形態

知識 5. 構造：

- (1) **中節**：染色體上較狹窄的區域，也是姊妹染色分體連接處。
- (2) **著絲點**：中節上能與紡錘絲結合的特定蛋白質，以協助染色體分離。
- (3) 中節與著絲點均不一定在染色體正中央，故兩臂不一定等長。

6. 特性：

- 知識 (1) 每種生物各有其一定的染色體數目，例如：人類有 23 對、黑猩猩有 24 對。
- (2) 真核生物體細胞的染色體大多為兩兩成對（圖 1-35）。
- ① 成對且大小與形狀相同的染色體稱為**②**_____染色體。
 - ② 同源染色體其中一條染色體來自父方，另一條來自母方。
- (3) 大多數動物體細胞內有成對的同源染色體，稱為**二倍數**染色體 (2n)。
- (4) 生殖細胞具有不成對的染色體，稱為**單倍數**染色體 (n)。
- (5) 人類細胞染色體比較：



▲ 圖 1-35 同源染色體與非同源染色體

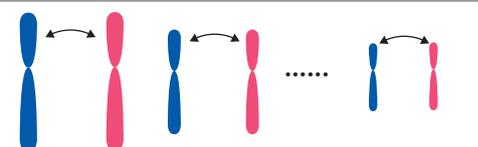
細胞種類		染色體	染色體是否成對出現	染色體倍數
人類細胞	體細胞	46條	皆成對出現	2n
	生殖細胞	23條	不成對出現	n

(二)染色體的相關名詞介紹

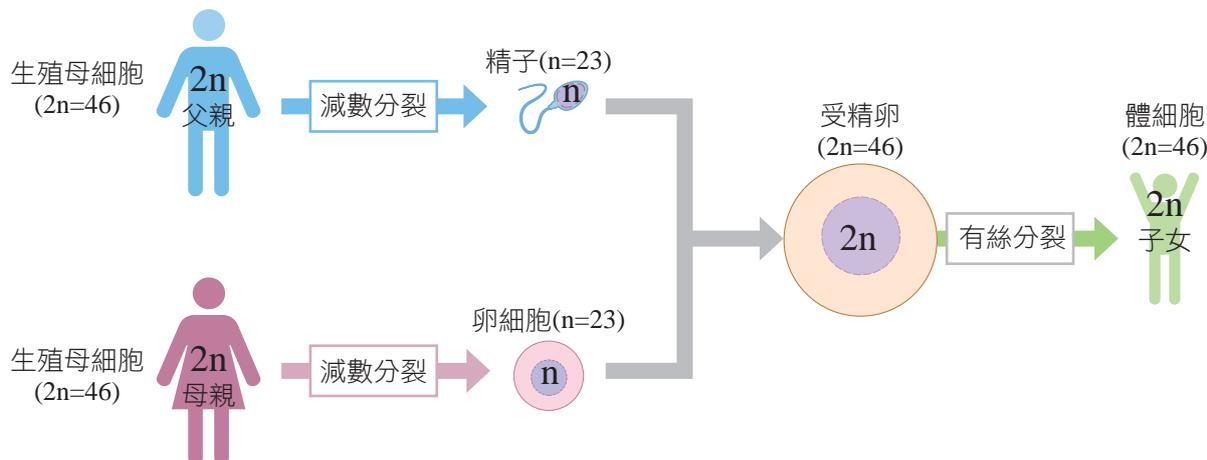
1. 同源與姊妹染色體比較：

名稱	同源染色體	知識 姊妹染色分體
形態特性	<ol style="list-style-type: none"> 1. 成對的染色體 2. 形狀及長度相似 3. 一條來自父方，一條來自母方 4. 相對位置有控制同性狀的等位基因 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 複製後以中節連接的染色體，稱為姊妹染色體 2. 其中左右兩個，彼此互為姊妹染色分體
圖示		

2. 染色體倍數的比較：

名稱	二倍數（雙套）染色體(2n)	單倍數（單套）染色體(n)
形態特性	1. 細胞內同源染色體成對出現 2. 出現於體細胞	1. 細胞內同源染色體不成對出現 2. 出現於生殖細胞
圖示		

3. 人類生殖母細胞與生殖細胞染色體的變化（圖 1-36）。



▲ 圖 1-36 模式圖



基礎練習

1. 下列何者為人類染色體的成分？

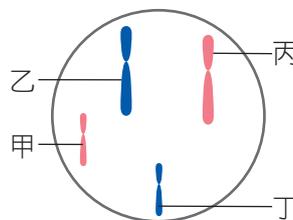
- (A) DNA+RNA
(B) DNA+ 蛋白質
(C) 只有蛋白質
(D) 只有 DNA

2. 下列有關細胞內染色質與染色體的敘述，何者錯誤？

- (A) 染色體為細胞在分裂時觀察到的絲狀物
(B) 體細胞內同源染色體皆為成對出現
(C) 細絲狀的染色質在細胞進行分裂時會緊密地纏繞，形成粗絲狀的染色質
(D) 染色體內的蛋白質可協助 DNA 的纏繞

3. 某生物有 4 條染色體（如附圖），分別以甲、乙、丙、丁表示，下列哪一選項中的染色體可能互為同源染色體？

- (A) 甲、乙
(B) 丙、丁
(C) 甲、丁
(D) 乙、丁





1-3.2 細胞週期與有絲分裂

一 細胞週期

(一) 定義與意義

1. 定義：是指具有分裂能力的細胞，其由母細胞分裂形成後，經生長到再分裂為兩個子細胞的過程。
2. 意義：產生更多的細胞以進行生長。

(二) 細胞週期的差異

1. 生物體只有部分細胞具有細胞週期，並可視需要而進行細胞分裂以產生新細胞。
2. 有些細胞可持續分裂，例如：植物根尖細胞或人體皮膚的幹細胞。
3. 有些細胞會依需求而分裂，例如：肝臟的幹細胞在受傷時才會進行分裂。
4. 有些細胞分化後就不再分裂，例如：人體的神經細胞。

(三) 細胞週期的分期

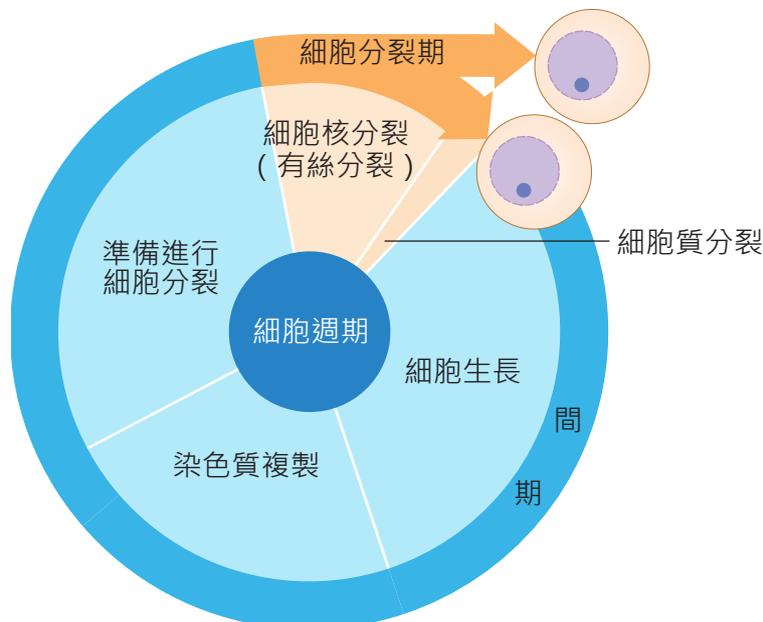
1. 可分為**間期**和**分裂期**（圖 1-37）。

(1) ③ _____：

- ①是細胞的生長期，此時期細胞會製造許多酵素與蛋白質以提供生長所需，接著進行染色質複製、合成胞器等分裂前的準備工作。
- ②約占細胞週期的 90% 時間。

(2) ④ _____：

- ①包括**細胞核分裂**（有絲分裂）與**細胞質分裂**。
- ②約占細胞週期的 10% 時間。



▲ 圖 1-37 真核細胞的細胞週期

(四)細胞核分裂

1. 種類比較（以動物細胞為例）：

種類	目的	染色體倍數變化
有絲分裂	進行體細胞增殖時	倍數不變
減數分裂	產生生殖細胞	倍數減半

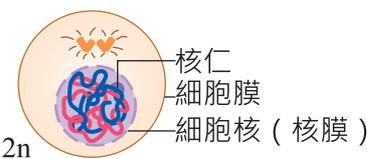
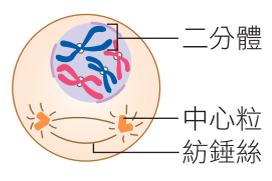
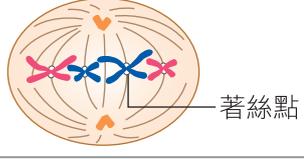
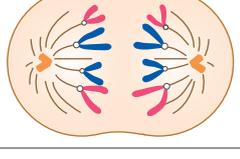
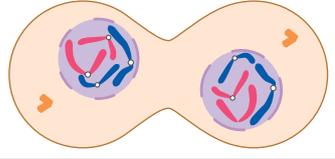
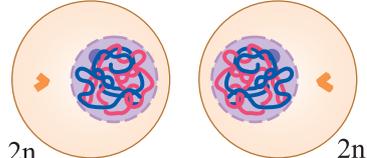
二 有絲分裂與細胞質分裂

(一)目的與意義

1. 目的：母細胞分裂為兩個與母細胞具相同染色體數目的子細胞以進行生長。
2. 意義：維持細胞遺傳的延續性，讓生物體內每個細胞都具相同的遺傳物質、相同的染色體。

(二)過程

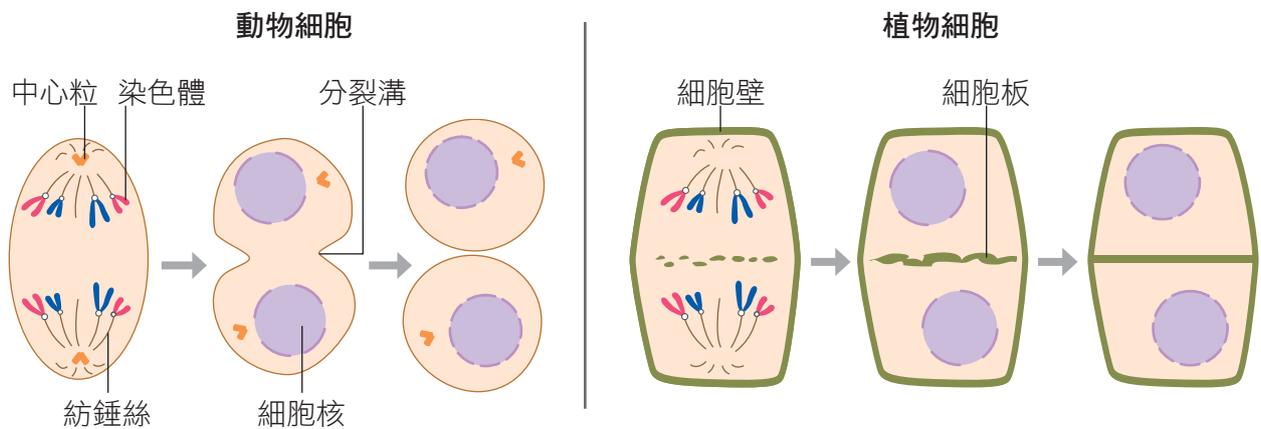
1. 複製與分裂次數：染色體複製 1 次、細胞分裂 1 次。
2. 分裂過程（以動物細胞為例）：

階段	特徵	圖示	細胞數目
間期	細胞分裂前，DNA完成複製，此時仍可見核膜及核仁		1個 ↓ 2個
細胞核分裂 (有絲分裂)	1. 染色體緊密纏繞出現，形成二分體 2. 核膜、核仁逐漸消失 3. 中心粒向細胞兩端移動並牽引出紡錘絲		
	紡錘絲附著於染色體中節的著絲點上，牽引著染色體移動到細胞中央		
	1. 紡錘絲縮短 2. 姊妹染色分體分離為兩條染色體，形成兩條染色體，分別向細胞兩端移動		
	1. 細胞中央向內凹陷，形成分裂溝，將細胞分裂為二 <small>知識</small> 2. 重新產生核膜、核仁 3. 紡錘絲逐漸消失		
細胞質分裂	1. 染色體逐漸鬆開成染色質 2. 細胞核出現，產生2個子細胞 3. 進入下一個細胞週期的間期 4. 細胞開始生長，為下一次的細胞分裂做準備		

1

知識 (三) 動、植物細胞在細胞分裂上的差異

1. 中心粒的有無：植物細胞一般**不具中心粒**，但分裂過程中仍會出現紡錘絲。
2. 細胞板的有無：細胞質分裂時，植物細胞中央不形成凹陷，而是在細胞中央產生⑤_____，形成新的細胞膜及細胞壁（圖 1-38）。



▲ 圖 1-38 動、植物細胞分裂期的差異



基礎練習

1. 下列何種情形下，生物體會進行有絲分裂？
(A) 睪丸產生精子 (B) 細菌的增殖 (C) 血球母細胞產生紅血球 (D) 卵巢產生卵細胞
2. 植物細胞的有絲分裂會發生下列何種現象？
(A) 複製的染色體分離 (B) 細胞中央部位向內凹陷 (C) 中心粒向兩側移動 (D) 同源染色體分離
3. (甲) 染色體排列於紡錘體中央；(乙) 細胞中央向內凹陷；(丙) 染色體複製產生兩條染色體；(丁) 中心粒分裂為二，向細胞兩端移動。關於有絲分裂的順序何者正確？
(A) 甲乙丙丁 (B) 丙甲丁乙 (C) 丙丁甲乙 (D) 甲丁乙丙



1-3.3 減數分裂與配子形成

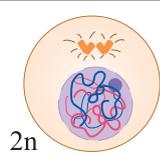
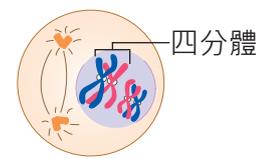
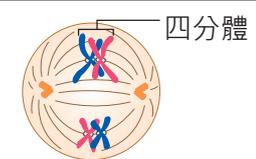
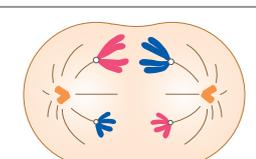
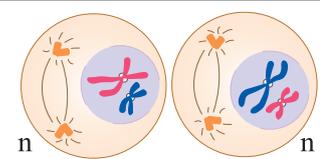
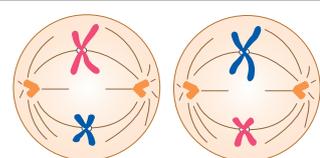
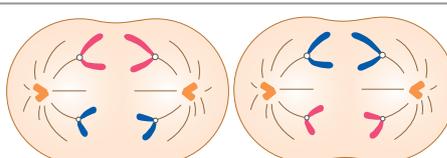
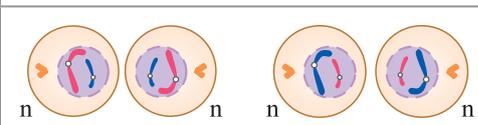
一 減數分裂

(一) 特性與意義

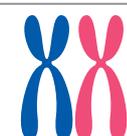
1. 特性：生殖母細胞產生配子時，每個配子的染色體數目只有母細胞的一半，故稱為減數分裂。
2. 意義：
 - (1) 藉減數分裂產生單倍體 (n) 的配子，經受精作用可使代代染色體套數維持不變。
 - (2) 可產生多種染色體組合的配子，有助於基因重組以利於物種的演化。

(二)過程

- 複製與分裂次數：染色體複製 1 次，細胞分裂 2 次。
- 連續 2 次的細胞分裂，分別稱為減數分裂第一階段 (I) 及減數分裂第二階段 (II)。
- 分裂過程 (以動物細胞為例)：

階段	特徵	圖示	細胞數目
未進入減數分裂	染色質(DNA)完成複製	 2n	1個 ↓ 4個
減數分裂 I	同源的二分體並排配對，稱為⑥ _____ 而形成四分體		
	四分體排列在細胞中央		
	1.同源染色體分離 2.形成2個子細胞		
減數分裂 II	染色質不複製		
	二分體在細胞中央		
	紡錘絲協助下姊妹染色分體分離		
	形成4個子細胞		

(三)二分體與四分體

名稱	形態特性	圖示
二分體	1. DNA複製後的染色體，包含兩個相連的姊妹染色分體 2. 兩個相連的姊妹染色分體，其DNA完全相同	
四分體	聯會時同源染色體緊靠一起，此狀態稱四分體	

知識 (四)有絲分裂與減數分裂的比較

比較項目	有絲分裂	減數分裂
細胞分裂的目的	體細胞的增殖	產生生殖細胞
過程		
染色體複製次數	1次	1次
細胞分裂次數	1次	2次
同源染色體配對(聯會)	無	有(發生於減數分裂I)
同源染色體分離	無	有(發生於減數分裂I)
產生子細胞數	產生2個子細胞	產生4個子細胞
染色體倍數的變化	$2n \rightarrow 2n$	$2n \rightarrow n$

二 人體配子的形成

(一)形成時期

- 人體進入青春期時，生殖器官逐漸發育成熟，生殖母細胞可進行減數分裂。
 - 男性睪丸→產生精子。
 - 女性卵巢→產生卵細胞。

(二)精子的形成

- 過程：精原細胞 ($2n$) → 初級精母細胞 ($2n$) → 次級精母細胞 (n) → 精細胞 (n) → 精子 (n)。
- 說明：
 - 男性睪丸中的生殖母細胞稱為**精原細胞**。
 - 精原細胞進行減數分裂時，染色質複製後形成**初級精母細胞**。
 - 初級精母細胞完成減數分裂 I 後，形成 2 個**次級精母細胞**。
 - 次級精母細胞繼續進行減數分裂 II，產生 4 個**精細胞**。
 - 精細胞最後會再特化形成具有鞭毛的**精子**。

(三)卵細胞的形成

1. 過程：卵原細胞 (2n) → 初級卵母細胞 (2n) → 次級卵母細胞 (n) → 卵細胞 (n)。

2. 說明：

(1) 女性卵巢中的生殖母細胞稱為**卵原細胞**。

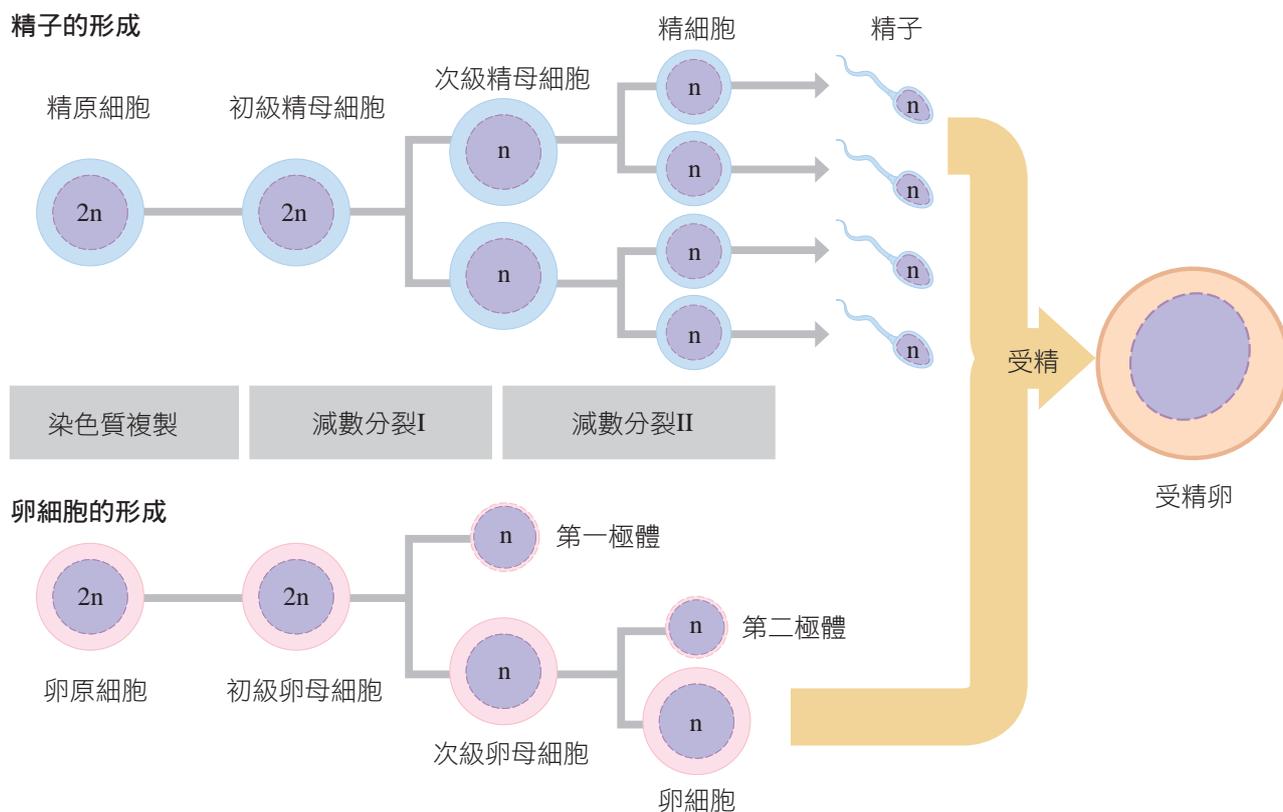
(2) 卵原細胞進行減數分裂時，染色質複製後發育為**初級卵母細胞**。

(3) 初級卵母細胞完成減數分裂 I 後，形成 1 個**次級卵母細胞**和 1 個**極體**（無受精能力）。

(4) 次級卵母細胞繼續進行減數分裂 II，產生 1 個**卵細胞**及另 1 個極體。

(四)精子與卵細胞形成過程的比較

精子的形成



▲ 圖 1-39 精子與卵細胞的形成過程



基礎練習

1. 下列何敘述只會出現在動物精子形成的過程中，而不會出現在動物皮膚細胞的增生？

(A) 同源染色體的分離 (B) 姊妹染色體的分離 (C) DNA 的複製 (D) 中心體的複製

2. 下列有關細胞分裂的比較，何者正確？

選項	有絲分裂	減數分裂
(A) 染色體複製	有，一次	有，二次
(B) 子細胞數量	4個	4個
(C) 姊妹染色體的分離	有	有
(D) 染色體倍數變化	$2n \rightarrow 2n$	$n \rightarrow 2n$

3. 下列何項敘述為減數分裂對多數生物體的主要意義？

- (A) 可維持子代的染色體倍數固定 (B) 分裂產生的細胞皆可生長成獨立個體 (C) 可產生和母細胞染色體倍數相同的配子 (D) 降低子細胞的染色體數目



1-3.4 受精卵的發育

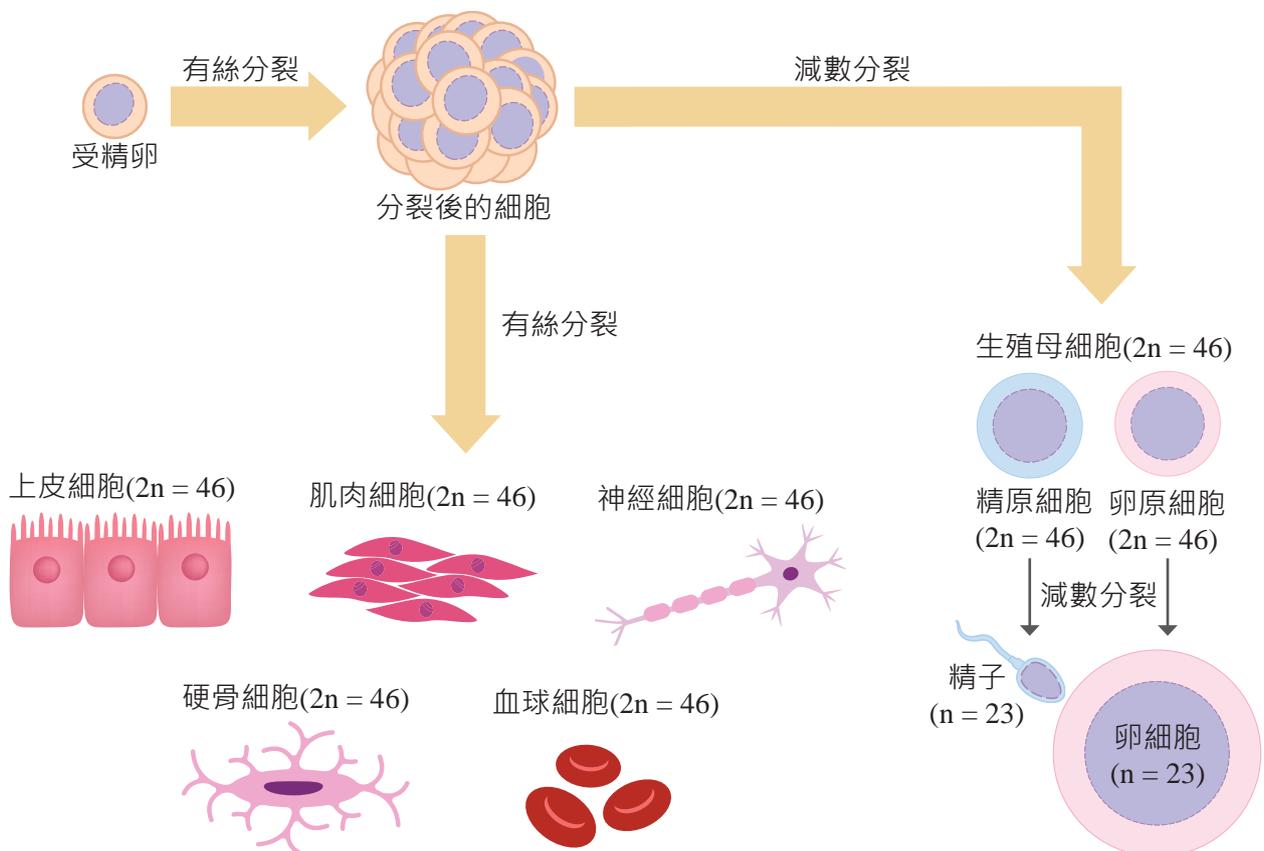
一 染色體數目與發育過程

(一) 受精過程染色體數目的變化

1. 人體生殖母細胞經減數分裂產生的精子或卵細胞，都只有單倍數的 23 條染色體。
2. 精子與卵細胞結合後形成的受精卵，便恢復為二倍數的 46 條染色體。

(二) 後代染色體數目的維持

1. 受精卵經多次有絲分裂後，產生許多體細胞。
2. 這些原本完全相同的體細胞會進一步分化，產生形態與功能各不相同的細胞，再相互構成組織或器官，並逐漸發育成具完整功能的人體。
3. 發育成熟的人體具有生殖母細胞，可再進行減數分裂產生精子或卵細胞，如此代代相傳，可確保體細胞內的染色體數目得以維持一致（圖 1-40）。



▲ 圖 1-40 受精卵的細胞分化



基礎練習

1. 有關細胞分化的敘述，何者正確？

- (A) 生物經分化後，會產生相同形態和功能的細胞 (B) 同一個體的不同細胞，其所含的基因都不相同 (C) 對多細胞生物而言，分化不能算是生長 (D) 分化程度愈高的生物，其細胞間的協調就愈重要



課後演練

1

一、單選題

1. 下列哪一過程需進行減數分裂？

- (A) 受精卵的分裂 (B) 細胞的分化 (C) 皮膚細胞的增生 (D) 生殖細胞形成時

2. 在減數分裂過程中，同源染色體的分離與姊妹染色體的分離各發生於何時？

- (A) 前者發生於減數分裂 I，後者發生於減數分裂 II (B) 前者發生於減數分裂 II，後者發生於減數分裂 I (C) 兩者均發生於減數分裂 I (D) 兩者均發生於減數分裂 II

3. 人體哪一個細胞染色體最不可能為「 $22 + X$ 」？

- (A) 女性的初級卵母細胞 (B) 女性的次級卵母細胞 (C) 女性的卵 (D) 男性的精子

4. 下列有關減數分裂的敘述，何者正確？

- (A) 減數分裂時僅發生性染色體的分離 (B) 減數分裂時會發生性染色體的分離與體染色體的分離 (C) 姊妹染色體在減數分裂 I 時相互分離 (D) 減數分裂 II 產生的子細胞含成對的同源染色體

5. 下列何者最能表示減數分裂的過程中染色體倍數的變化？（母細胞的染色體倍數→完成減數分裂 I 之細胞的染色體倍數→完成減數分裂 II 之細胞的染色體倍數）

- (A) $2n \rightarrow 2n \rightarrow n$ (B) $2n \rightarrow n \rightarrow n$ (C) $n \rightarrow n \rightarrow n$ (D) $2n \rightarrow n \rightarrow 2n$

6. 下列何者為動、植物細胞有絲分裂的差異？

- (A) 核膜是否消失 (B) 是否有中心粒的參與 (C) 紡錘絲是否出現 (D) 著絲點、染色體分體是否分離

7. 在有絲分裂和減數分裂的過程，下列何者相同？

- (A) 染色體分離的次數 (B) 染色體複製的次數 (C) 產生子細胞的數目 (D) 子細胞內染色體的數目

8. 有關細胞週期的敘述，何者正確？

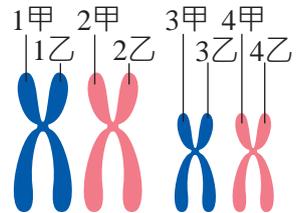
- (A) 間期占大部分的時間 (B) 間期為細胞休養期，不進行生長 (C) 細胞週期在不同種類細胞間的時間皆固定相同 (D) 間期染色體複製並形成染色體

9. 有關人類配子的形成與細胞分化的敘述，下列何者錯誤？

- (A) 卵細胞與精子的形成皆經歷細胞質的不等分 (B) 精細胞會進一步分化成精子 (C) 減數分裂最終產生一個卵細胞 (D) 減數分裂最終產生四個精子

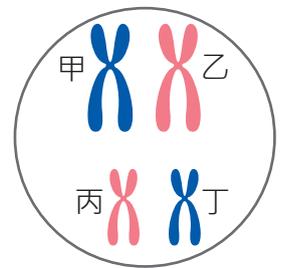
10. 附圖為人類兩對染色體經複製後的示意圖，關於圖中所示，下列敘述何者錯誤？

- (A) 1 甲與 1 乙互稱為姊妹染色體 (B) 減數分裂第一階段後 1 甲 1 乙與 3 甲 3 乙可能會分開 (C) 1 甲若來自父親，則與 1 乙來自母親 (D) 1 甲 1 乙與 2 甲 2 乙互稱為同源染色體



11. 附圖為細胞分裂過程中的特定時期，甲~丁代表不同染色體，請選出下列正確敘述？

- (A) 此細胞正在進行有絲分裂 (B) 染色體甲、乙為姊妹染色體 (C) 染色體丙、丁配對的現象稱為聯會 (D) 染色體甲、丁為同源染色體



二、多選題

1. 下列哪些情形會有染色體套數的變化？（應選 2 項）

- (A) 動物生殖中，精細胞分化成精子 (B) 有絲分裂 (C) 減數分裂 I (D) 減數分裂 II (E) 受精作用

2. 有關減數分裂意義的敘述，下列哪些正確？（應選 2 項）

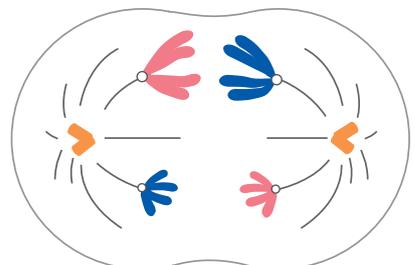
- (A) 維持子代和親代染色體數目相同 (B) 產生多種染色體組合的配子 (C) 保留親代優良的性狀 (D) 避免染色體產生突變 (E) 增加生殖細胞的數目以讓個體成長

3. 某生物體具有兩對同源染色體，下列哪些選項可能是此生物減數分裂 I 後子細胞的染色體型式？（應選 4 項）

- (A)  (B)  (C)  (D)  (E) 

4. 附圖是某種細胞分裂的圖示，有關此圖的描述，下列哪些是正確的？（應選 3 項）

- (A) 此圖的染色體套數是 $4n$ (B) 此圖屬次減數分裂 I 的後期 (C) 此圖正在進行姊妹染色體分離 (D) 此步驟會造成染色體套數減半 (E) 此圖不可能發生在植物細胞中



探討活動 1-1

如何測量生物的微小構造？ 顯微測量技術



💡 提問與思考

生物的細胞及胞器等微小構造，大多需要藉助顯微鏡才能觀察，而顯微鏡下的微小構造要如何測量其長度、寬度等數據呢？

1

一 實驗目的

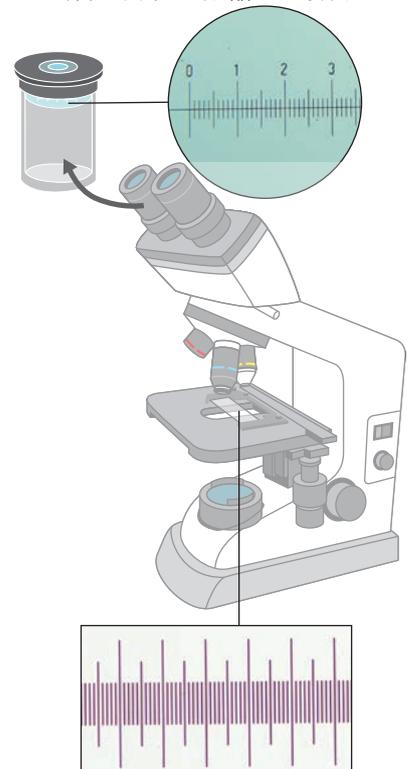
1. 學習校正目鏡測微器的方式。
2. 利用目鏡測微器測量生物的微小構造。

二 實驗重點

(一) 顯微測微器

1. 目鏡測微器（圖 1-41）：
 - (1) 為圓形玻片，使用時需放置於目鏡內。
 - (2) 實驗室中常利用目鏡測微器來量測細胞大小。
 - (3) 刻有 100 小格，每一小格的實際大小未知，必須利用載物臺測微器來換算大小。
 - (4) 當更換不同倍率物鏡時，視野下的物體大小會隨之改變，但此時目鏡倍率並沒有改變，因此目鏡測微器在不同倍率的視野下，雖然每格大小看起來相同，但每格刻度所代表的大小則不同。
2. 載物臺測微器（圖 1-41）：
 - (1) 為長方形玻片。
 - (2) 中央刻有一段 1 毫米(mm) 的直線，此直線被畫分為 100 小格，每一小格實際大小為 0.01 mm (10 μ m)。
 - (3) 當更換不同倍率物鏡時，載物臺測微器在不同倍率的視野下，每格大小看起來不同，但每格刻度所代表的大小相同。

一般的目鏡測微器上有數字



一般的載物臺測微器上無數字

▲ 圖 1-41 顯微測微器

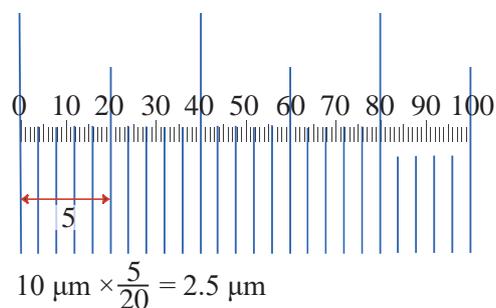
(二)目鏡測微器的校正與測量

1. 在不同倍率的視野下，校正目鏡測微器每格刻度所代表的大小：

(1) 在特定倍率下，調整焦距並移動載物臺測微器，使載物臺測微器與目鏡測微器左側的「0」刻度重疊為一條線。

(2) 將兩測微器另一端重疊處的刻度記錄下來。

(3) 利用載物臺測微器與目鏡測微器兩者刻度的比例，即可由已知刻度大小的載物臺測微器，換算出在此特定倍率的視野下，目鏡測微器每格刻度所代表的大小（圖 1-42）。



▲ 圖 1-42 校正目鏡測微器

(4) 計算方法：目鏡測微器每一刻度的大小

$$= 10 \mu\text{m} \times \frac{\text{載物臺測微器之格數}}{\text{目鏡測微器之格數}}$$

(5) 更換不同倍率物鏡，重複以上的步驟，即可求出在不同倍率的視野下，目鏡測微器每格刻度所代表的大小。

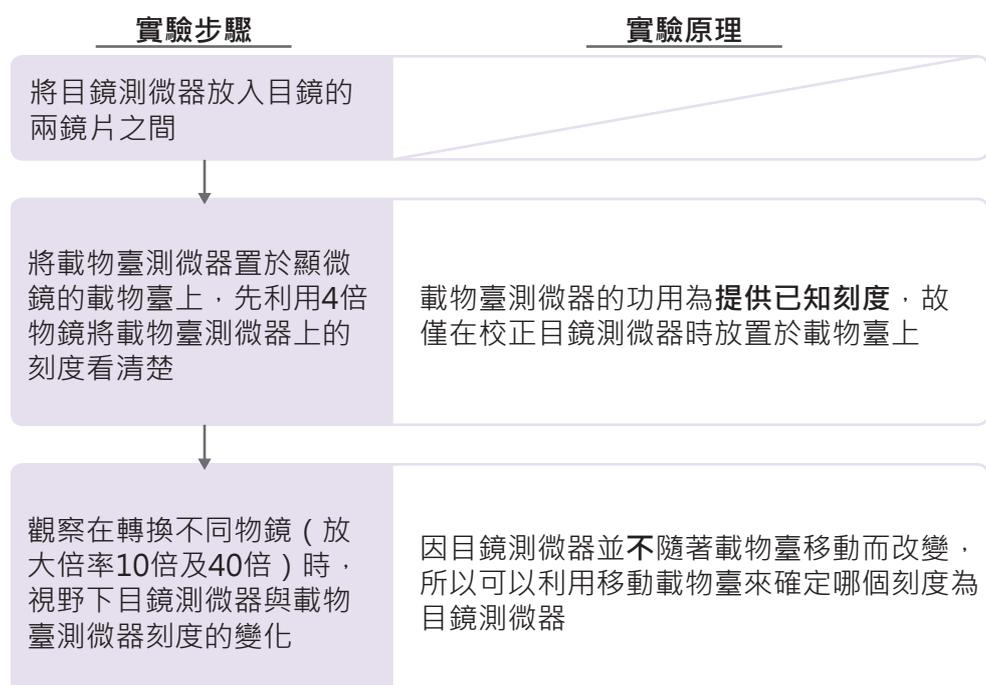
2. 在不同倍率視野下的目鏡測微器刻度大小變化：

目鏡倍率	10X	10X	10X	10X
物鏡倍率	4X	10X	40X	100X
放大倍率	40X	100X	400X	1000X
視野下目鏡測微器每格刻度大小	25 μm	10 μm	2.5 μm	1 μm

3. 測量特定倍率視野下的物體大小：目鏡測微器在此倍率視野下每格刻度代表的大小 × 待測物體占目鏡測微器的格數 = 物體實際大小。

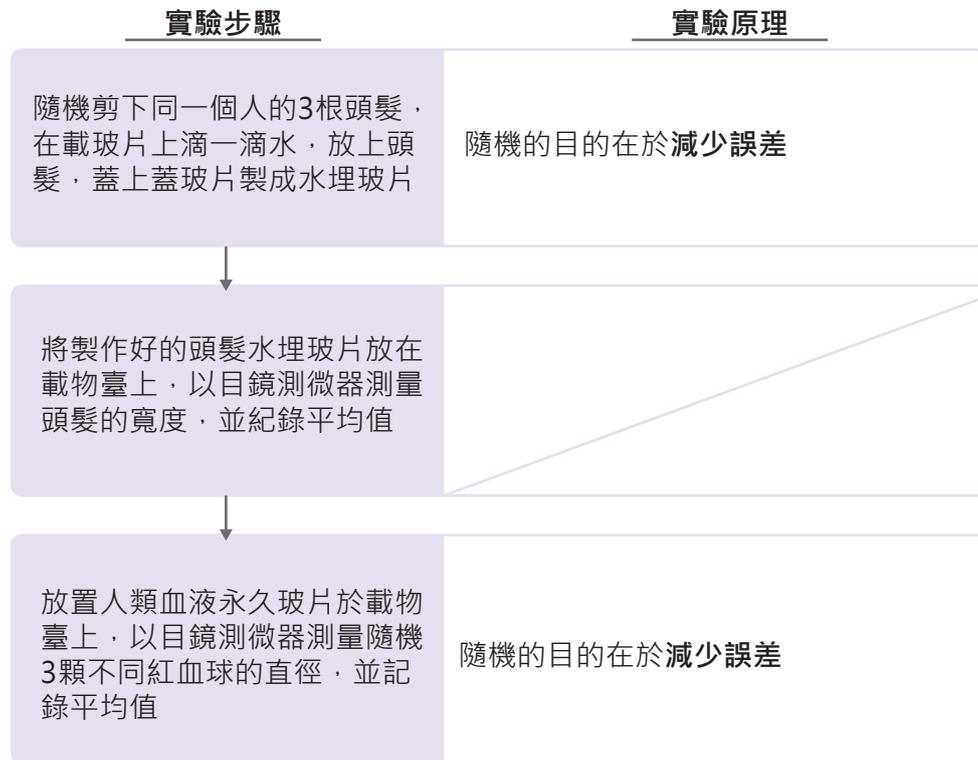
(三)實驗原理與步驟

1. 操作目鏡測微器及載物臺測微器（圖 1-43）：



▲ 圖 1-43 操作測微器

2. 測量樣品的大小 (圖 1-44) :



▲ 圖 1-44 樣品大小的測量

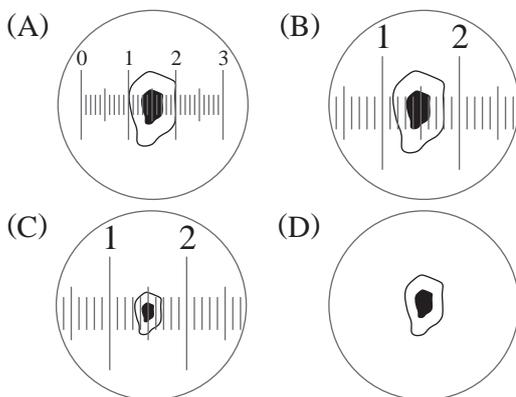
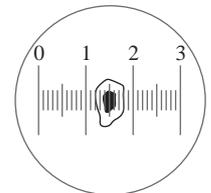


基礎練習

第 1 ~ 2 題為題組

試根據顯微測量技術所學回答下列問題：

_____ 1. 以目鏡測微器測量人的口腔黏膜細胞大小，先用低倍物鏡進行觀察，所得視野如附圖，若改換用高倍鏡觀察，其所觀察到的視野應為下列何者？



_____ 2. 承上題，你在視野下看到的是何種測微器，每一格的大小是否會隨放大倍率而改變？

- (A) 目鏡測微器，會隨放大倍率而改變
 (B) 目鏡測微器，不會隨放大倍率而改變
 (C) 載物臺測微器，會隨放大倍率而改變
 (D) 載物臺測微器，不會隨放大倍率而改變

探討活動 1-2

如何觀察生物的微小構造？

細胞形態與構造的觀察



💡 提問與思考

1. 有些生物特徵肉眼可見，但生物體的細微構造與細胞該如何觀察？
2. 放大鏡可以觀察果蠅的腹部，你知道還有哪些工具能用來觀察細微構造與細胞？
3. 觀察工具、方式會不會因不同的觀察對象與觀察目的，而有不同的實驗方法？
4. 使用顯微鏡時，為何要將樣品製成水埋玻片標本？

一 實驗目的

1. 學習簡易的玻片標本製作方法。
2. 利用複式顯微鏡觀察動、植物細胞的形態與構造。

二 實驗重點

(一) 製作玻片標本的原因

1. 生物的組織或器官通常由多層細胞構成，厚度較厚，顯微鏡的光線因無法直接穿透，較難以直接觀察。
2. 因此在觀察細胞的形態與構造時，必須先從樣品中，挑取只含幾層細胞的組織薄片，並滴加適當液體製成水埋玻片標本，才可利用複式顯微鏡觀察。

(二) 實驗原理與步驟

1. 抹片法（人的口腔黏膜細胞）（圖 1-45）：

實驗步驟	實驗原理
在載玻片上滴1滴生理食鹽水	1. 加生理食鹽水可保持標本溼潤，幫助標本展開 2. 人類生理食鹽水可保持黏膜細胞完整性
使用牙籤鈍端在口腔兩側輕輕刮取少許黏膜	人的口腔黏膜細胞容易從口腔上脫落，輕輕刮取即可取得細胞
取得細胞後，將牙籤塗抹於載玻片的生理食鹽水中	口腔黏膜細胞堆疊與互相黏附的情形較不明顯，故以抹片法即可順利分離細胞
於載玻片上，滴1滴亞甲藍液後，蓋上蓋玻片，以複式顯微鏡觀察	亞甲藍液可將 細胞核 染色，以利觀察

▲ 圖 1-45 抹片法實驗

2. 折撕法（青江菜葉下表皮細胞）（圖 1-46）：

實驗步驟	實驗原理
在載玻片上滴1滴水	加水可保持標本溼潤，幫助標本展開
將葉片上表皮向下對折，然後輕輕斜撕，將下表皮撕出一薄層	<ol style="list-style-type: none"> 1.青江菜葉下表皮是由一整片平整且連接緊密的細胞構成 2.折撕法可撕下整片完整的下表皮細胞，便於觀察下表皮細胞與其排列情形 3.為了讓下表皮完整，對折方向很重要，若要取下表皮，則需將上表皮向下對折，反之亦然
用鑷子取下1小片下表皮薄層，置於載玻片的水滴中，並蓋上蓋玻片以複式顯微鏡觀察	下表皮薄層的大小，需小於載玻片較便於觀察
進行染色，滴1滴亞甲藍液在蓋玻片的一側，用吸水紙由另一側吸引，使玻片樣本中的細胞均勻著色；以複式光學顯微鏡再次觀察	此方式可讓亞甲藍液均勻染到整個組織，以利觀察

▲ 圖 1-46 折撕法實驗

3. 徒手切片法（甘蔗莖管狀的細胞）（圖 1-47）：

實驗步驟	實驗原理
在培養皿中加入適量的水	加水可保持標本溼潤，幫助標本展開
切取一小段削皮後的甘蔗莖，一手捏住此小段甘蔗莖，另一手持單面刀片與莖保持水平，由上向下縱向切取甘蔗莖的薄片（愈薄愈好）	<ol style="list-style-type: none"> 1.徒手切片法不需要複雜的設備，方法簡便，且能觀察到植物組織的自然色澤和活體結構，可用來進行植物組織各種橫切與縱切，常用於研究植物解剖結構 2.當材料體積過小、太軟或太硬則難以切片，無法連續性切片 3.縱切才可切出細胞完整管狀的長條結構，橫切僅能切出管口部份結構
切下來薄片置於培養皿中，較薄切片會浮在水面，以鑷子夾取浮於水面上的薄片，放置於已滴一滴水的載玻片	<ol style="list-style-type: none"> 1.薄片的重量較厚片輕，故可以浮在水上，可判斷浮在水面的是薄片 2.取較薄切片可避免標本因太多層細胞重疊，而不容易觀察
於載玻片滴1滴番紅後，蓋上蓋玻片；以複式顯微鏡觀察	番紅可將 細胞核 進行染色，以利觀察

▲ 圖 1-47 徒手切片法實驗

4. 壓片法（梨果肉石細胞）（圖 1-48）：

實驗步驟	實驗原理
以鑷子夾取少量的梨果肉，用另一片載玻片（或鑷子底部）慢慢用力擠壓果肉，使其稍微分散	壓片法適用於製作一整塊包含組織內部 所有 細胞種類，且不需在意其切面的連續關係的玻片標本
在果肉上滴1滴水，蓋上蓋玻片	加水可保持標本溼潤，幫助標本展開
以大拇指垂直輕壓蓋玻片，使果肉散開；以複式顯微鏡觀察	梨果肉可用壓片法壓出較薄的玻片標本，容易進行複式顯微鏡的觀察

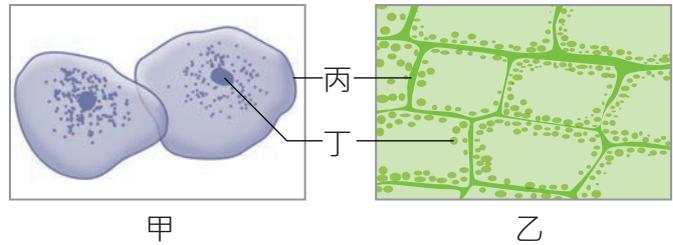
▲ 圖 1-48 壓片法實驗



基礎練習

1. 附圖甲、乙為動、植物細胞的繪圖，丙、丁為其細胞構造，下列敘述何者正確？

(A) 丙為兩細胞最外部的構造，應皆為細胞膜 (B) 丁為兩細胞內顆粒狀構造，應皆為細胞核 (C) 丙為兩細胞最外部的構造，在甲圖為細胞膜，乙圖為細胞壁 (D) 丁為兩細胞內顆粒狀構造，需染色才能方便觀察



2. 下列有關顯微鏡操作及觀察生物細胞的實驗探討活動，何者正確？

(A) 以壓片法可見到梨子果肉的石細胞 (B) 以折撕法摘取青江菜下表皮製成玻片，可觀察到表皮細胞具有葉綠體 (C) 取口腔黏膜細胞時，若不慎刮到出血，將可同時觀察到扁平的口腔皮膜細胞與具核的紅血球細胞 (D) 以 10 倍物鏡看到口腔皮膜細胞後，欲改以 40 倍物鏡觀察，應先轉動粗調節輪使載物臺和物鏡距離拉遠，再轉動旋轉盤至 40 倍物鏡，以避免 40 倍物鏡壓破玻片

3. 關於各種取樣方法的比較和適用性，何者正確？

(A) 折撕法適合本身很薄的樣本 (B) 將血液均勻塗抹於玻片上，是屬於抹片法 (C) 切片僅適用於植物樣本 (D) 取根尖壓片可見到染色體



探究實驗題

第 1 ~ 2 題為題組 【混合題】

某生想要觀察使用不同生物組織的細胞形態，但不同的生物材料或細胞具有各自的特性，有的偏硬，有的太厚，有的不易折撕。課堂上學過的抹片法、折撕法、徒手切片法及壓片法，某生思考著哪些材料應該用哪些方式製備玻片，請幫忙想出合適的玻片製作方式與如何進行實驗設計並回答下列問題：

1. 某生使用香蕉皮為材料，其軟組織可透過揉的方式將其內部細胞進行分散，所以欲觀察其內部的維管束，請問該用何種方法製備水埋玻片可以觀察到最清晰的維管束中管狀的細胞？

(A) 抹片法 (B) 折撕法 (C) 徒手切片法 (D) 壓片法

ⓐ

2. 某生欲觀察香蕉果皮的維管束並嘗試不同的玻片製作方式，發現經過其中一種製作方式處理後，顯微鏡下可觀察到眾多圓形或橢圓形排列其中，請問這最有可能是使用何種製備方式？採用何種切法（縱切或橫切）？

ⓐ

探討活動 1-3

有絲分裂過程中染色體 如何變化呢？ 染色體的觀察



實驗影片

💡 提問與思考

1. 該挑選哪一種組織才適合觀察有絲分裂？
2. 所有細胞的染色體都可以在顯微鏡下被觀察到嗎？
3. 有絲分裂過程中，染色體又是如何變化呢？

1

一 實驗目的

1. 了解植物根尖細胞的特性
2. 觀察洋蔥根尖細胞有絲分裂過程染色體的變化情形。

二 實驗重點

(一) 洋蔥根尖細胞的特點

1. 植物的**根尖**和**莖頂**具有**生長點**。
 - (1) 可以持續不斷地進行有絲分裂產生新細胞。
 - (2) 可促使根部增長及植株長高。
2. 洋蔥根尖生長點的細胞（圖 1-49）：
 - (1) 較容易觀察到染色體。
 - (2) 排列緊密，外形較為方正，細胞體積較小。
 - (3) 細胞核相對細胞質所占細胞的比例較大。
 - (4) 處於間期時，可以觀察到核膜、核仁及染色質。
 - (5) 進行有絲分裂時，核膜及核仁消失，染色質會形成明顯易見的染色體。



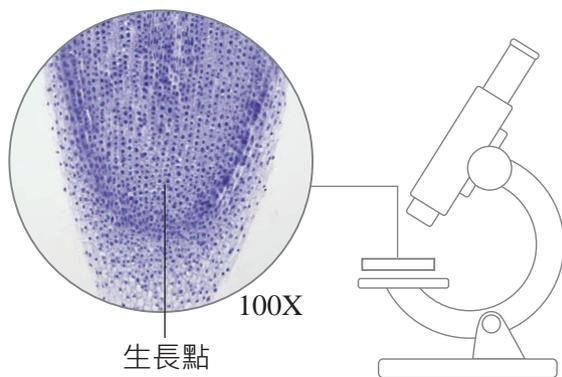
▲ 圖 1-49 洋蔥根尖細胞的細胞週期變化
（圖片來源：Shutterstock）

(二)實驗原理與步驟

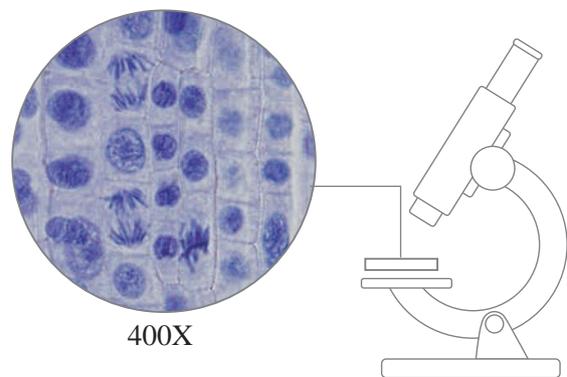
實驗步驟	實驗原理
將洋蔥根尖的永久玻片標本置於載物臺上	
先以低倍物鏡觀察，移動玻片，觀察整個根尖的全貌，並找到生長點細胞的正確位置	根尖最前端為根帽，生長點位於根帽上方，可依其相對位置找到生長點
以高倍物鏡觀察生長點細胞，觀察各細胞有絲分裂的進行情況與先後順序	染色體較小，故需使用高倍物鏡才得以觀察到細胞內的染色體變化情形

▲ 圖 1-50 觀察洋蔥根尖細胞實驗

(A)洋蔥根尖的生長點



(B)洋蔥根尖細胞內的染色體



▲ 圖 1-51 洋蔥根尖的觀察重點



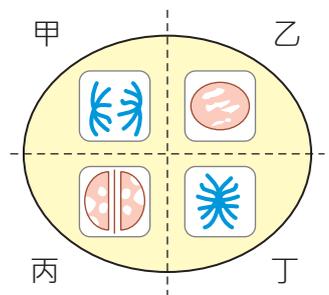
基礎練習

1. 洋蔥根尖細胞適合做為觀察染色體的材料之原因為何？（應選 2 項）

- (A) 具有生長點 (B) 會不停細胞分裂產生根毛 (C) 能同時觀察到有絲分裂與減數分裂 (D) 因為只有此處會進行細胞分裂 (E) 此處細胞 DNA 進行複製後，在分裂前會纏繞形成染色體

2. 附圖是某同學在觀察洋蔥生長點細胞染色體所見的部分視野，若將視野中的細胞區分為甲~丁種類，下列敘述哪些正確？（應選 3 項）

- (A) 整體觀察到的細胞種類，乙的細胞數量會是最多 (B) 若依細胞分裂的順序排列，應為丁→甲→乙→丙 (C) 若依細胞分裂的順序排列，應為乙→丁→甲→丙 (D) 丙可見到細胞板，將完成細胞質分裂 (E) 洋蔥細胞分裂時看得到中心體和紡錘絲



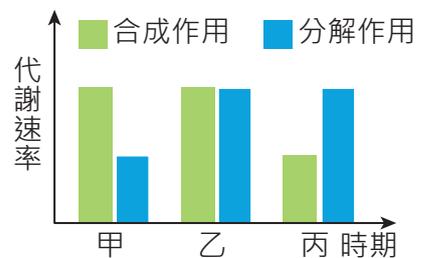


綜合評量

一、基礎題

單選題

- _____ 1. 下列何者是原核細胞和真核細胞所共有的構造？
 講 P14 (A) 細胞核 (B) 葉綠體 (C) 核糖體 (D) 粒線體
- _____ 2. 下列聚合物與其組成單元的配合，何者不正確？
 講 P6 (A) 澱粉—葡萄糖
 (B) 蛋白質—胺基酸
 (C) 核苷酸—去氧核糖核酸
 (D) 肝醣—葡萄糖
- _____ 3. 科學家發現一新藥物能有效造成癌細胞的核膜破損，進一步造成癌細胞死亡，且此一藥物能直接通過細胞膜以進入細胞，請問何者最可能為此藥物的主成分？
 講 P10 (A) 單醣 (B) 脂肪酸 (C) 胺基酸 (D) 核苷酸
- _____ 4. 下列有關光合作用中光反應和固碳反應進行場所的配對，何者正確？
 講 P23 (A) 皆在類囊體中進行
 (B) 皆在基質中進行
 (C) 光反應在類囊體，固碳反應在基質中進行
 (D) 光反應在基質，固碳反應在類囊體中進行
- _____ 5. 附圖為草履蟲在三個時期，所測得的新陳代謝速率之長條圖，根據附圖，試判斷下列敘述何者正確？
 講 P24 (A) 乙時期時，草履蟲並無新陳代謝進行
 (B) 丙時期時，草履蟲細胞的呼吸作用正旺盛進行中
 (C) 草履蟲細胞在此三個時期都可能進行生長的現象
 (D) 甲時期時，草履蟲體內之光合作用正旺盛進行中
- _____ 6. 下列有關染色體的敘述，哪個選項敘述錯誤？
 講 P31 (A) 染色體呈棒狀，可用光學顯微鏡觀察到
 (B) 染色體數目的多寡和生物的複雜度無直接關聯
 (C) 原核生物的染色體在細胞質中
 (D) 真核生物細胞中的染色體皆以二倍數存在
- _____ 7. 下列哪兩種現象，細胞內染色體數目的變化會有相反的結果？
 講 P36 (A) 有絲分裂與減數分裂
 (B) 減數分裂與受精作用
 (C) 有絲分裂與受精作用
 (D) 細胞分裂和細胞分化



8. 下列有關生殖細胞分裂與成熟的敘述，何者**錯誤**？

講 P37

- (A) 一個精原細胞及一個卵原細胞經減數分裂後，可分別產生同數目的精子和卵細胞
- (B) 初級卵母細胞時，同源染色體發生聯會現象
- (C) 減數分裂後，精細胞需經變形過程，卵細胞則不需要
- (D) 來自同一精原細胞的四個精細胞，均可變成精子

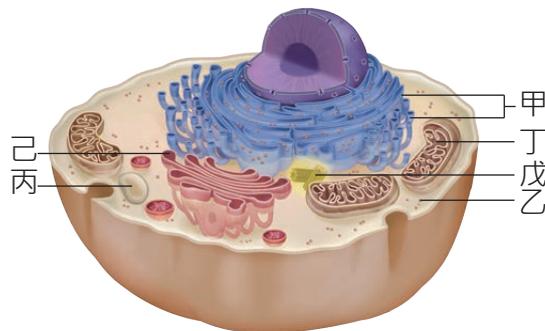
第 9 ~ 10 題為題組

試依附圖回答下列問題：

9. 圖中構造與名稱的配對，下列何者正確？

講 P10

- (A) 甲——高基氏體
- (B) 乙——核糖體
- (C) 戊——溶體
- (D) 己——內質網



10. 圖中細胞為動物或植物細胞？判斷依據為何？

講 P13

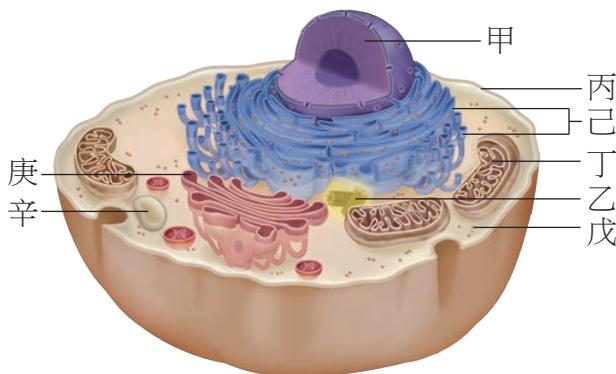
- (A) 植物細胞，因為含有大型中央液泡
- (B) 植物細胞，因為具有丙構造葉綠體
- (C) 動物細胞，因為無細胞壁構造
- (D) 動物細胞，因為己構造發達

多選題

1. 附圖是細胞內部構造示意圖，下列相關敘述，何者正確？（應選 2 項）

講 P25

- (A) 具有雙層膜的構造有甲、丙、丁
- (B) 甲上的孔洞可以自由進出
- (C) 和分泌物的分泌有關的構造是庚
- (D) 戊可合成蛋白質
- (E) 有氧呼吸只發生於丁



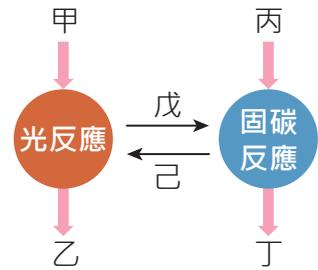
2. 光合作用可將太陽能轉換為化學能，供細胞利用。下列有關光合作用的敘述，哪幾項正確？（應選 3 項）

講 P23

- (A) 葉綠素存在於可行光合作用的生物細胞中
- (B) 葉綠體存在於可行光合作用的植物細胞中
- (C) 植物細胞主要利用綠光來進行光合作用
- (D) 植物細胞進行光合作用時，光反應是在類囊體的膜上進行
- (E) 植物細胞進行光合作用時，固定二氧化碳生成醣類的反應是在細胞質中的類囊體進行

3. 上完生物課後，某學生畫出植物細胞光合作用的簡圖，圖中甲、乙、丙、丁、戊與己是反應相關的物質，下列有關光反應和固碳反應的敘述，哪些是正確的？（應選 3 項）

(A) 光反應和固碳反應都在葉綠體進行 (B) 甲主要是由根部所吸收 (C) 戊是供給能量的 ATP、NADPH (D) 乙常由氣孔進入，丙從氣孔排出 (E) 光反應是將光能轉為化學能，固碳反應是將化學能轉為光能



4. 下列哪些現象或過程僅發生在減數分裂 I？（應選 2 項）

講 P35

(A) 成對的同源染色體互相配對，形成四分體 (B) 紡錘絲由兩組中心體共同產生 (C) 姊妹染色體互相分離，並向細胞的兩極移動 (D) 細胞核膜、核仁消失 (E) 非同源染色體自由組合

二、進階題

1. 我們知道構成生物體的基本單位「細胞」的體積大部分都很小，至於細胞為何要這麼小的原因，可以從在很多事情上能有高效率的角度來思考。例如：為了加快新陳代謝的速率，細胞體積要很小，使反應物可以有效碰撞，而且細胞進行新陳代謝必須要跟外界交換物質，這是透過(甲)有選擇性地讓物質進出細胞的特性去完成，細胞很小也可以增加表面積和體積的比值。雖然真核細胞，例如：(乙)的細胞體積比原核生物大，但是真核細胞內的膜狀胞器，例如：(丙)可區隔出小空間。以下哪個選項「完全」符合上述的(甲)(乙)(丙)？

講 P14

(A)(甲)細胞壁；(乙)藍綠菌；(丙)粒線體 (B)(甲)細胞膜；(乙)酵母菌；(丙)核糖體 (C)(甲)細胞壁；(乙)藍綠菌；(丙)葉綠體 (D)(甲)細胞膜；(乙)酵母菌；(丙)高基氏體

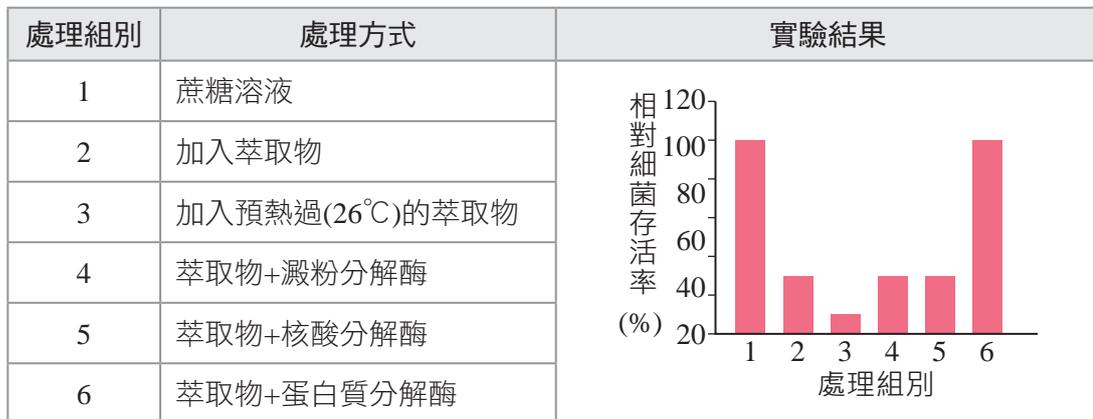
2. 每個人對於生物與非生物有什麼不同可能有各自的描述，今天我們在課堂上學到了生物可以表現生命現象，以下哪位同學對於生物跟非生物的看法較正確？（應選 2 項）

講 P2

(A) 甲生：汽車可燃燒汽油得到能量，此為新陳代謝現象，所以汽車可以算是生物的一種
(B) 乙生：細胞內可以進行新陳代謝，如粒線體可以進行氧化作用得到能量，而葉綠體則可以轉換能量，將光能轉變為化學能儲存在醣類中
(C) 丙生：雖然細胞為生物體的單位，但在細胞分裂的過程當中，並沒有展現生命現象中的新陳代謝現象
(D) 丁生：植物會展現出向著有光方向生長的感應現象，所以可以算是生物
(E) 戊生：可以生殖是生物很重要的一個特徵，所以沒有生育能力的驢不能算生物

講 P23

3. 幾位高中生一起發現某一種植物根部的化學物質具有抑制特定細菌生長之功能，他們萃取並檢測該植物根部萃取物對該細菌存活率之影響。各組別處理如附表所述，附圖為實驗之結果。



針對以上實驗結果，學生各自發表了下列敘述：

甲生：萃取物可被 DNA 染劑染色

乙生：萃取物主要成分為蛋白質

丙生：萃取物在溫度較低時具有較佳的抑菌效果

丁生：組 1 可做為其他 5 組的對照組

戊生：萃取物無法透過光合作用直接合成

請問哪位學生對實驗的敘述較為正確？（應選 2 項）

(A) 甲生 (B) 乙生 (C) 丙生 (D) 丁生 (E) 戊生

講 P26

4. 幾位高中生在網路上找到了一張圖片，如附圖，而每位同學各自發表對此圖的看法

甲生：植物細胞以光合作用提供 ATP 給各組織細胞使用

乙生：此圖是在描繪能量的循環路徑

丙生：多數生物所使用的能量最初皆來自太陽能

丁生：光合作用主要目的在於產生氧氣讓有氧呼吸可順利進行

戊生：細胞皆需粒線體才可獲得 ATP

請問下列對於學生甲～戊敘述的解釋與修正，何者最為合理？（應選 2 項）

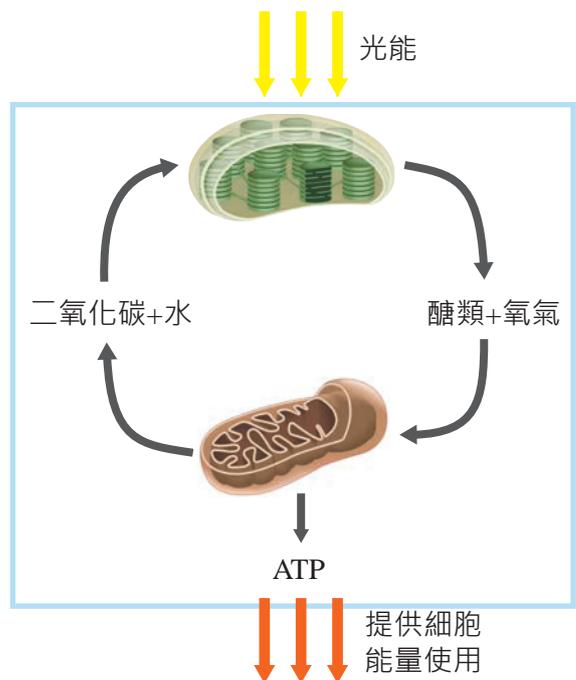
(A) 甲生的說法應修正為「光反應產生的 ATP 提供能量給各組織細胞使用」

(B) 乙生的說法可解釋為「能量的循環會在葉綠體與粒線體間流動」

(C) 丙生的說法可解釋為「藉由光合作用產生營養的生物（光合自營生物），亦有少部分為藉由氧化作用所釋出的能量產生營養的生物（化學自營生物）」

(D) 丁生的說法應修正為「光合作用主要目的在於將光能轉變為醣類的化學能，以供細胞使用」

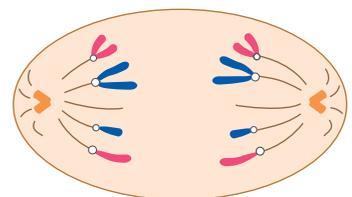
(E) 戊生的說法應修正為「動物細胞需粒線體才可獲得 ATP」





歷屆試題

- _____ 1. 下列有關「生命特性」的描述，何者正確？ 【104 指考】
- (A) 活的生物體發展到成熟階段後，就不發生同化作用
 (B) 生物體的活細胞需有細胞核，以維持正常運作，表現生命特性
 (C) 活的生物體處於休眠狀態，就不需要感應環境變化
 (D) 活的生物體通常會在其發展的成熟期，表現最完整的生命現象
- _____ 2. 下列生物個體或構造，以適當的器具測量或觀測，何者的對應關係最不恰當？ 【105 學測】
- (A) 大型的成體鯨：高速公路地磅站用的地磅
 (B) 一歲的嬰兒：菜市場用的磅秤
 (C) 蛙卵的卵徑：鉛筆盒裡的文具直尺
 (D) 葉肉細胞：國中實驗室用的複式顯微鏡
 (E) 葉綠體：高中實驗室用的解剖顯微鏡
- _____ 3. 下列哪些物質被動物分解後會產生含氮廢物？（應選 2 項） 【105 學測】
- (A) DNA (B) 血紅素
 (C) 脂肪 (D) 肝醣
 (E) 纖維素
- _____ 4. ATP 在細胞內扮演能量收支的角色，下列有關生物細胞內 ATP 分子的相關敘述，何者正確？ 【106 學測】
- (A) 一分子的 ATP 含有 1 個高能磷酸鍵
 (B) 雙醣分子轉變成單醣時需要 ATP 才能進行
 (C) 當 ATP / ADP 的值偏高時可合成體質
 (D) 植物行光合作用，光反應產生的能量分子只有 ATP
 (E) 固碳反應要在光照的環境下才能產生足夠的 ATP
- _____ 5. 達爾文的演化原理中提及：每一族群均有可遺傳的變異，而使個體間的特徵有所不同。下列有關支持此一族群現象的細胞學基礎，何者正確？ 【104 學測】
- (A) 有絲分裂時發生染色體突變 (B) 有絲分裂時發生染色體重組
 (C) 減數分裂 I 時發生聯會，染色體互換 (D) 減數分裂 II 時發生染色體重組
 (E) 胚胎發育時發生體細胞傷害
- _____ 6. 附圖為某細胞正在進行細胞分裂的示意圖。圖中形態相似但顏色深淺不同的染色體互為同源染色體。根據圖中資料，下列有關圖中細胞的敘述，何者正確？ 【98 學測】
- (A) 正在進行有絲分裂 (B) 正在進行減數分裂
 (C) 有可能為大腸桿菌的細胞
 (D) 分裂後的子細胞，其細胞核中將含有 2 條 DNA



7. 進行「細胞形態的觀察」探討活動時，若將顯微鏡鏡頭對準觀測物後，視野中仍一片空白，應先調整附圖顯微鏡的何處才有助於看見觀測物？

【109 學測】

- (A) 甲 (B) 乙 (C) 丙 (D) 丁 (E) 戊



8. 於電子顯微鏡下觀察微生物，除了觀察是否具有細胞核之外，下列何者也可用來區分所見微生物為原核生物或原生生物？

【109 學測】

- (A) 具有核糖體者為原生生物
(B) 具有染色體者為原核生物
(C) 具有鞭毛者為原核生物
(D) 具有細胞壁者為原核生物
(E) 具有粒線體者為原生生物

第 9 ~ 10 題為題組

組成生物體的主要元素有碳、氫、氮及氧等。這些元素先形成各種大小不等的物質分子，如單醣和胺基酸。再經同化作用合成較大的物質，如多醣和蛋白質。這些物質分子可以形成細胞結構，或是調節生理機能。試回答下列問題：

【109 學測】

9. 生物體內的某分子具有下列性質。甲：至少含碳、氫、氮及氧四種元素、乙：含氮的重量百分比超過 3%、丙：若含有磷元素時，磷的重量百分比極低、丁：分子量約為葡萄糖分子量的 150 倍。下列何者最有可能為此分子？

- (A) 胺基酸 (B) 脂肪
(C) 澱粉 (D) 蛋白質
(E) DNA

10. 下列生物體細胞內的結構，哪些同時具有 DNA、RNA、蛋白質及磷脂質？（應選 2 項）

- (A) 葉綠體 (B) 核糖體 (C) 中心粒 (D) 核仁 (E) 粒線體

11. 巴拉刈是一種常用來做為除草劑的強氧化劑，可抑制光反應電子傳遞的過程。對人來說，巴拉刈也是劇毒，如果進入細胞會產生大量的過氧化物。下列敘述何者正確？

- (A) 植物在噴灑巴拉刈後仍可持續進行固碳反應

【109 學測】

- (B) 巴拉刈分解後產生氧使細胞加速受損
(C) 巴拉刈以吸收電子方式干擾電子傳遞過程
(D) 巴拉刈在葉綠體的作用位置主要在基質
(E) 巴拉刈對植物與動物造成毒害的主要胞器完全相同

12. 下列哪些細胞成熟後，幾乎（約90%以上的機率）不會再進行有絲分裂？（應選3項）
 (A) 神經元 (B) 表皮細胞 (C) 黏膜細胞 (D) 肌肉細胞 (E) 紅血球細胞【109 學測】

13. 蛋白質於內質網上核糖體初合成後，接著依序經細胞的哪些部位？最後到達何處？

選項	運輸路徑	終點
(A)	核糖體→平滑內質網→液泡→高基氏體	至細胞質
(B)	核糖體→粗糙內質網→高基氏體→溶體	存於溶體內
(C)	核糖體→平滑內質網→液泡→高基氏體	釋出到細胞外
(D)	核糖體→粗糙內質網→溶體→高基氏體	釋出到細胞外

【109 指考】

第 14 ~ 15 題為題組

某生在顯微鏡下觀察洋蔥根尖細胞的有絲分裂如附圖。依上述資訊及習得的知識，回答下列問題：

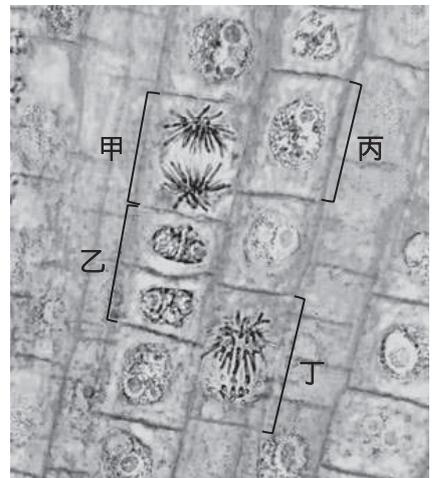
【109 指考】

14. 一個洋蔥根尖細胞最合理的細胞長度為何？

(A) 0.25 μm (B) 2.5 μm (C) 25 μm (D) 250 μm

15. 根據觀察的結果判斷，下列敘述何者正確？

(A) 甲細胞的同源染色體分離，向細胞的兩極移動
 (B) 乙細胞的細胞膜向內凹陷，分裂成兩個新細胞
 (C) 丙細胞的核膜正在消失中，染色體開始複製
 (D) 丁細胞的染色體著絲點與紡錘絲相連，即將往細胞中央移動



16. 有關減數分裂的過程，下列敘述何者正確？

【109 指考】

(A) 減數分裂 I，成對的同源染色體分離並分裂成兩個子細胞
 (B) 減數分裂 I，同源染色體發生聯會，排列成二分體
 (C) 減數分裂 II，染色體複製，每個子細胞再度形成二分體
 (D) 減數分裂 II，2n 的染色體向兩旁移動形成單套的子細胞

17. 科學家從某類似地球環境之星球所收集的標本中，分離出與細胞構造相似的實體，經觀察後具有下列重要特徵，試問哪些可支持「該實體具生命現象，且類似地球上單細胞生物體」？（應選2項）

【110 學測】

(A) 體積極小只能在顯微鏡下加以觀察
 (B) 可以吸收水分，使體積變大
 (C) 能合成多種特殊分子構成複雜結構，來執行維持實體內部環境穩定的作用
 (D) 一個實體偶而會分裂成兩個個體，每一個體與原實體機能相同
 (E) 顯微鏡下可觀察到多個實體會群聚形成聚落

_____ 18. 有關探討活動「觀察洋蔥根尖細胞染色體」的實驗，下列敘述何者正確？

- (A) 正處於有絲分裂狀態的細胞都集中在根尖最前端的 2 層細胞
- (B) 當細胞中可以觀察到染色體時，也可以看到細胞核
- (C) 當染色分體互相分離時，染色體之形狀為趨向兩極的 V 型
- (D) 視野下約有 90% 的細胞處於分裂狀態，且染色體明顯可見
- (E) 根尖細胞相當大，不需染色即可觀察到有絲分裂進行中的細胞

【106 學測】

_____ 19. 粒線體與葉綠體都是細胞處理能量的胞器，但兩者的分工不同，下列何者正確？

- (A) 各自都具有 DNA，以製造本身所需蛋白
- (B) 葡萄糖分解在粒線體內進行
- (C) 粒線體可產生 ATP 而葉綠體則否
- (D) 葉綠體為植物獨有，粒線體為動物獨有
- (E) ATP 的產生都發生在內膜上

【107 學測】



探究實驗題

第 1 ~ 4 題為題組 【混合題】

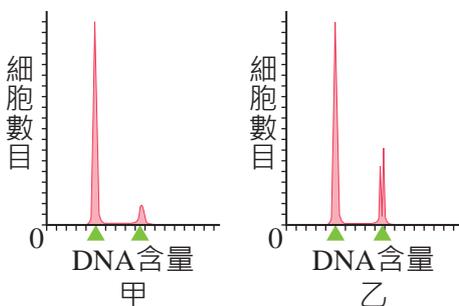
流式細胞儀是一種可讓細胞懸浮於流體中，並觀測及記錄個別細胞特質的儀器。這項技術的發展主要是來自顯微鏡的技術發展、血球計數儀器的技術演進。1960 年代發展出一種以顯微鏡為基礎的分光光度計，使我們首次得以在每秒超過 500 顆細胞通過顯微鏡觀察點的速度下，對流過光學或電子檢測器的一個個細胞進行連續的多種參數分析，包含細胞的體積和形態複雜程度、細胞中的色素、DNA、RNA、蛋白質和細胞表面抗原等參數。

流式細胞儀的基本原理是當細胞經過孔洞時，會排擠等張生理食鹽水溶液而提高電阻，大的細胞排出的等張生理食鹽水的體積大，因此產生的電阻也大於小的細胞經過孔洞時產生的電阻。依據電阻的改變次數及大小，即可記錄通過的細胞數目及細胞的相對大小尺寸，更可以透過特定細胞被雷射光激發後產生的光學訊號，再轉換成電子訊號由電腦分析細胞的特性。這些讓流式細胞儀具備下列特性：能使單一細胞一個接一個的快速通過孔洞、能以電子訊號來偵測細胞與具有訊號分析的自動化。

為了進一步將細胞分離，流式細胞儀結合了原先設計給電腦噴墨印表機使用的噴墨技術，而發展出第一台具有篩選功能的流式細胞篩選儀。噴墨技術的基本原理即是利用高頻率振盪的噴嘴，將水柱分裂成水滴並使打算篩選的水滴帶上電荷，再利用高壓電場使水滴產生偏折而被導入收集管中。後來再加以改進，使含有細胞的水滴帶電，再依照機器測量到的電子訊號來決定給予含有特定細胞大小的水滴帶電，再利用電場使之偏折，如此即可分離出特定的細胞種類。

若某科學家利用流式細胞儀檢測鈣離子的有無對細胞的生長是否有影響，實驗流程如下所示，結果如圖甲與圖乙（圖甲為控制組；圖乙為實驗組，添加鈣離子及生理食鹽水）。

試根據實驗步驟與結果回答下列問題：



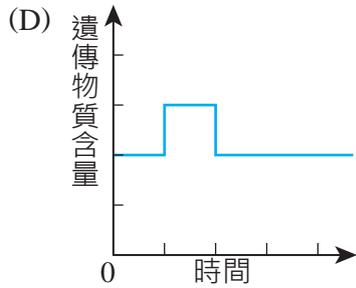
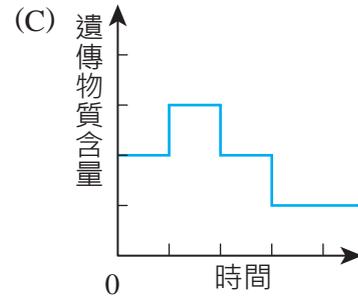
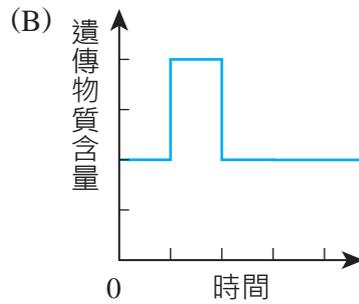
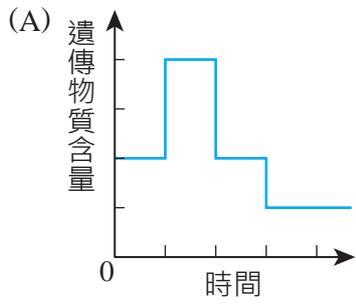
實驗步驟	實驗內容
1	進行該組織的細胞培養，將細胞分成兩盤進行培養
2	兩盤細胞培養24小時後，將盤內的細胞培養液取出
3	將鈣離子溶液加到其中一培養盤中進行處理
4	將兩盤細胞進行24小時的培養
5	分別將細胞取出並打散，再以流式細胞儀進行檢測

1. 請問下列哪些敘述和推論正確？（應選 2 項）

- (A) 鈣離子可能促使細胞停止生長 (B) 鈣離子可能促使細胞進行減數分裂 (C) 鈣離子可能促使細胞進行有絲分裂 (D) 鈣離子可能縮短細胞週期的時間 (E) 鈣離子可能延長細胞週期的時間

Ⓐ

2. 請問下列何選項符合此實驗多數細胞所經歷的過程？



Ⓐ

3. 請問下列哪些類型研究**最**不適合應用流式細胞儀來協助？

- (A) 偵測病患胰臟切片中癌細胞的分布情形 (B) 檢測檢體中帶有 CD4 抗原的白血球數量
 (C) 篩選子宮頸癌組織中具有特定螢光表現的細胞 (D) 檢測檢體中哪些細胞對綠光吸收能力最佳

Ⓐ

4. 請問上述實驗中的控制組和實驗組，其使用的細胞數目應如何分配？控制組應加入何種添加的溶液試劑？請簡述原因為何。

Ⓐ

科學閱讀題

第 5 ~ 7 題為題組 【混合題】

獲得 1912 年諾貝爾生理醫學獎的亞歷克希·卡雷而 (Alexis Carrel) 提出了一種論點：只要處在合適的環境，細胞就可以無限制的分裂產生子細胞。但多年來，科學家們始終無法驗證這個論點。一直等到 1960 年代，李奧納多·海佛列克 (Leonard Hayflick) 才終於推翻卡雷而的論點。當時他發現細胞大概可以分裂 40 ~ 60 次，然後細胞就會因為凋亡而死亡。因此，海佛列克認為有限的分裂次數可能和細胞衰老、身體的老化有關。後人將此一細胞分裂極限的概念稱為「海佛列克極限」。

三位美國生物學家發現染色體中具有一種特殊結構及一種酵素，進一步解開了限制細胞分裂極限的機制。端粒位於染色體兩端，是一種像帽子的特殊結構，其構造是不斷重複的 DNA 「TTAGGG」序列。由於 DNA 的複製過程中，會使得 DNA 的末端處總是會有一小段序列無法成功複製，導致 DNA 複製完成後兩端都會遺失一部分的序列，端粒也在複製的過程中愈來愈短。因為這樣的「末端問題」，當端粒不能再縮短時，細胞的分裂能力就達到「海佛列克極限」了。端粒就像細胞生命的倒數計時器，當端粒過短，複製造成的遺失序列已開始損壞染色體結構與基因體，細胞就會停止複製並邁入衰老。

幹細胞可以不斷分裂出新的細胞，是因為一種可以加長 DNA 末端端粒的酵素，稱為端粒酶。端粒酶是一種蛋白質，其調控機制相當複雜，失控的端粒酶活性，可讓細胞獲得不斷分裂的能力，甚至變成能夠侵害人體其他組織的癌細胞。因此正在開發的癌症治療方式，即是希望藉由端粒酶的抑制劑，抑制端粒的還原，使癌細胞像一般體細胞一樣會衰老死亡。研究也嘗試使用端粒酶的激活劑來修復或延長健康細胞中的端粒，以提高健康細胞的「海佛列克極限」。

試根據上文回答下列問題：

5. 請問下列對於「海佛列克極限」的敘述，何者正確？

- (A) 為細胞分裂次數的極限 (B) 為人體壽命的極限 (C) 多數細胞大約只能分裂 10 ~ 30 次
(D) 海佛列克極限的提高可透過抑制端粒酶的活性來達成

Ⓐ

6. 請問對於端粒的相關敘述，何者正確？

- (A) 由一段「TTAGGG」序列的 DNA 所構成 (B) 為在染色體兩端的特定 DNA 片段
(C) 為一段不可切斷與不會縮短的 DNA 片段 (D) 可保護染色體避免化學物質的傷害

Ⓐ

7. 根據此文章對於細胞端粒的說明，若是使用端粒酶激活劑於正常細胞可能帶來修復或延長健康細胞中的存活時間，請問使用端粒酶激活劑時可能帶來的風險為何？

Ⓐ