

# 10 植物的蒸騰、轉運和支持

## 提升學習動機

### 試想想 Think about

- ★ 以貼身的時事見聞（例如超強颱風「山竹」）或生活事例作引子，引起學生的學習興趣



強風把樹木吹塌

## 樹木不幸的一天

2018年9月16日，超強颱風「山竹」襲港，吹塌超過60 000棵樹。專家相信這與樹木生長環境欠佳有關，例如很多種植在市區的樹木，它們的根只能在一個由混凝土包圍着的狹小空間裏生長。

## 試想想

- 1 植物的根有甚麼功能？
- 2 為甚麼把樹根困在用混凝土包圍的狹小空間內，樹木會較容易倒塌？

(答案見第42頁)

## 網上影片



### 翻轉課堂

利用以下網上資源備課，然後回答問題。



除了氧和二氧化碳外，植物也需要從環境獲得水和礦物質以維持生命。在本章，我們會探討植物怎樣吸收並轉運水和礦物質。

## 10.1 蒸騰

植物從泥土吸收水份，這些水份只有很少量用於身體的活動中（例如光合作用），大部分都在植物的表面蒸發成水汽，並散失到大氣中。這個植物流失水份的過程稱為蒸騰\*。

### 實驗 10.1

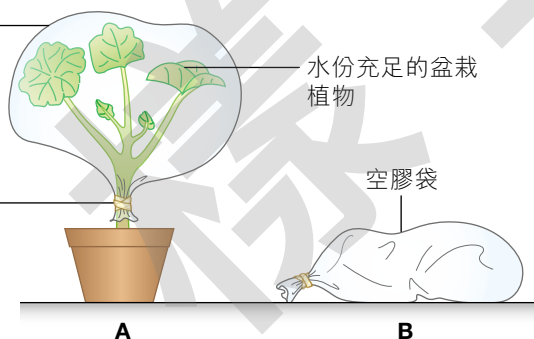
#### 顯示蒸騰的發生

#### 步驟

- 1 如圖所示裝置儀器。然後把兩組裝置放在強光下兩小時。

用透明膠袋包着植物露出地面的部分

在莖底部用膠紙把膠袋密封



實驗 10.1



- 2 觀察兩組裝置膠袋內壁的變化。用乾燥的氯化鈷試紙\*測試附在膠袋內壁的液體（如有）。

#### 結果與討論

- 裝置A的膠袋內壁有一滴滴的液體形成。這些液體把乾燥的氯化鈷試紙由藍色變為粉紅色，顯示液體中有水。
- 裝置B是對照裝置，膠袋內壁仍然乾爽。
- 以上結果顯示，有水汽從植物露出地面的部分散失。

## A 蒸騰在植物哪些部位發生？

蒸騰經過以下構造，在植物露出地面的部分發生：

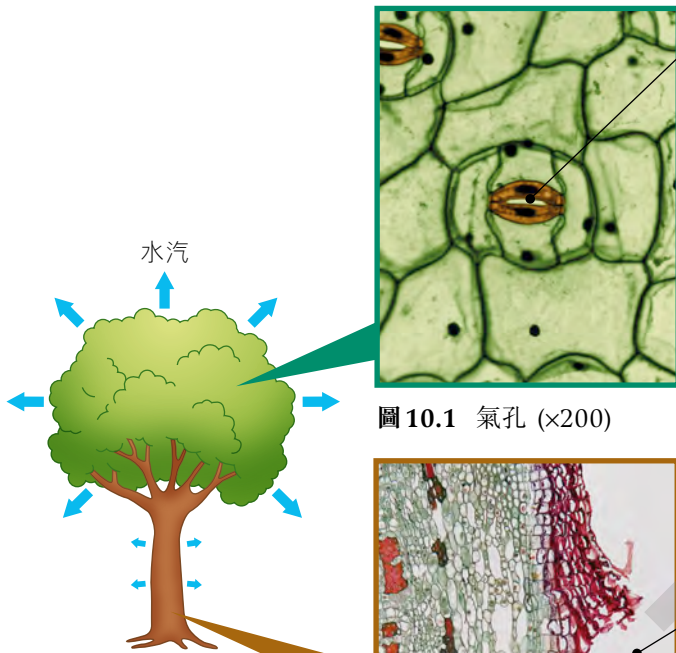


圖 10.1 氣孔 (×200)

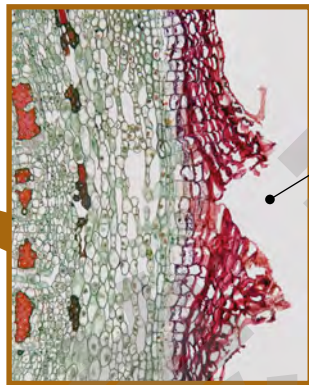


圖 10.2 皮孔 (×20)

### 1 氣孔

植物散失的水份當中，有 90–95% 經葉或草本莖的**氣孔**散失。

### 2 角質層

水份也經葉或草本莖表面的**角質層**散失，但只佔總水份散失量的 5–10%。



角質層的主要作用是減少水份經蒸騰從植物體內流失，但效率並不是 100%，仍然有少量水份經角質層散失。

### 3 皮孔

在木本植物中，水份也經木質莖的**皮孔**散失。由於皮孔數量不多，經皮孔散失的水份很少（約 0.1%）。不過，在落葉後的樹，皮孔變成水份散失的主要地方。

## 你知道嗎？

### 植物其他部位的氣孔

除了葉和草本莖外，氣孔也可能在植物其他部位找到，例如花的萼片和花瓣（圖 10.3）、果實、種子等。

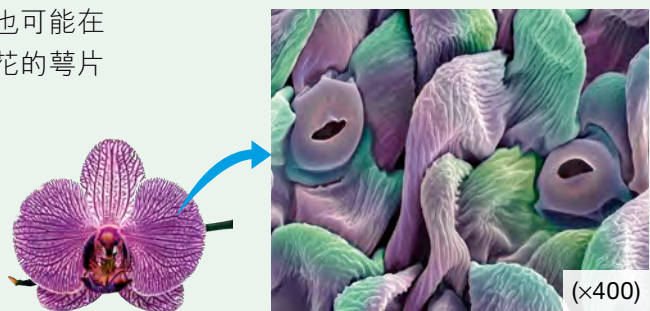


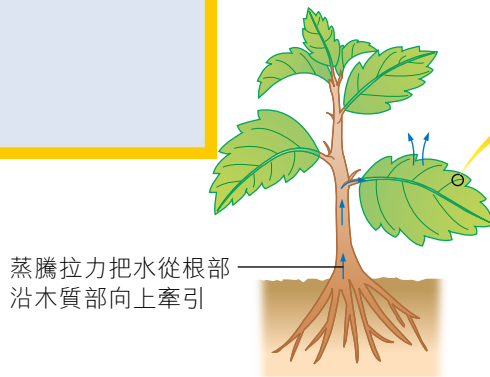
圖 10.3 蘭花花瓣上的氣孔

緊貼DSE趨勢

DSE (2012–2019) 題號

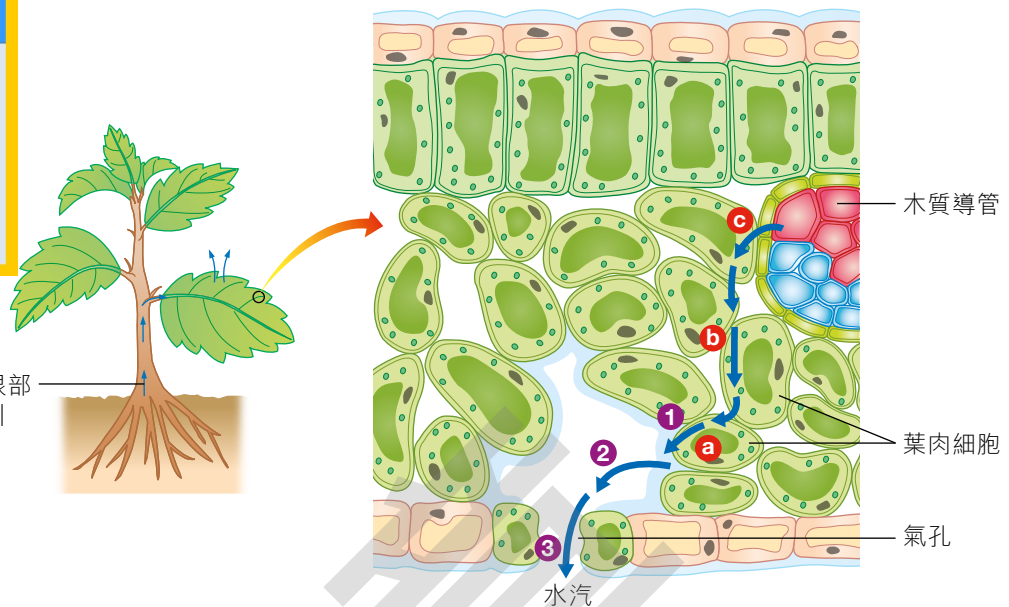
新增

★ 列出歷屆DSE相關的題號，  
方便學生溫習



## B 蒸騰的過程

下圖顯示在氣孔發生的蒸騰過程：



動畫 10.1



- ① 水藉擴散離開葉肉細胞，在細胞表面形成一層**水膜**。
- ② 水膜的水份**蒸發成水汽**，水汽進入葉肉細胞之間的**氣室**。
- ③ 水汽從氣室通過氣孔**擴散到大氣**中。

### 蒸騰拉力的形成

在上述的蒸騰過程中，以下過程會同時發生：

- a 當接近氣室的葉肉細胞散失水份到氣室時，它們的**水勢下降**。
- b 因此，鄰近細胞的水份藉**滲透**流到水勢較低的葉肉細胞中。這些細胞失水後，又向相鄰水勢較高的細胞吸取水份，過程不斷重複。
- c 最後，水份藉滲透從木質導管抽出，填補葉肉細胞失去的水份。

總的來說，以上過程使葉肉細胞與木質導管之間**形成水勢梯度**，這個梯度驅使水份不斷藉滲透從木質導管，經一連串細胞流到氣室旁邊的葉肉細胞，並引致木質導管內的水份被向上牽引，從而產生一股拉力。這股由蒸騰引致的拉力稱為**蒸騰拉力**<sup>\*</sup>。

## C 蒸騰的重要性

蒸騰對植物十分重要，包括：

水份在植物的轉運和吸收過程將於第10.2和10.3節詳細討論。

- 蒸騰發生時會產生**蒸騰拉力**。蒸騰拉力讓**水份和礦物質**從根部**轉運**到植物其他部位。
- 蒸騰拉力亦**有助**植物根部**吸收水份**。
- 蒸騰發生時，由葉肉細胞蒸發的水份會把熱從葉片帶走，產生**冷卻效應**，從而避免植物身體過熱。



除了產生冷卻效應外，在屋頂種植植物也可改善空氣質素和為一些野生動物提供棲息地。觀看以下短片，了解更多：

[https://www.youtube.com/watch?v=hbPe\\_SD2q8E](https://www.youtube.com/watch?v=hbPe_SD2q8E) (英文)

### 提升學習動機

#### 新增內容 New content

- ★ 加入更多STSE內容（例如屋頂綠化與蒸騰的關係），讓學生體會生物學與日常生活息息相關

## STSE 連繫

### 綠化屋頂

在日間，建築物屋頂被太陽直接照射，溫度相當高。在屋頂種植植物，不但可以阻擋陽光直接照射，植物的蒸騰也有助減低屋頂溫度，從而節省室內空調所需的電量。



圖 10.4 綠化的屋頂

## 學習要點

- 1 蒸騰是甚麼？它主要在植物哪個部位發生？
  - ☞ 蒸騰指植物體內的水份**蒸發成水汽**，繼而散失到大氣中的過程。蒸騰主要透過**氣孔**發生。
- 2 在氣孔發生的蒸騰過程是怎樣的？
  - ☞ 葉肉細胞表面水膜的水份**蒸發成水汽**。水汽進入**氣室**，然後**通過氣孔擴散到大氣中**。
- 3 蒸騰對植物有甚麼重要性？
  - ☞ 蒸騰發生時會產生蒸騰拉力。蒸騰拉力讓**水份和礦物質**從根部**轉運**到植物其他部位。
  - ☞ 蒸騰有助植物根部**吸收水份**。
  - ☞ 蒸騰會產生**冷卻效應**，避免植物身體過熱。

DSE

14(IA)Q22, 15(IA)Q18

## D 葉片避免散失過多水份的適應特徵

上文提及，蒸騰對植物十分重要，但如果植物因蒸騰而散失過多水份，便可能會脫水和死亡，因此蒸騰對植物有利亦有弊。為避免過多水份因蒸騰而散失，陸生植物的葉通常有以下特徵：

- 葉的表皮由**蠟質角質層**覆蓋。角質層幾乎不透水，有助減少水份散失。
- 雙子葉植物葉上的氣孔通常集中在下表皮，**上表皮只有很少氣孔，甚至完全沒有**（參閱第7頁**實驗 10.2**）。由於雙子葉植物的葉通常是**平放**的（圖 10.5），上表皮會直接受太陽照射，導致上表皮的溫度較下表皮高，因此上表皮有較少氣孔可減少水份散失。
- 葉有**保衛細胞**，能**控制氣孔的開合**。在日間，氣孔會打開以促進氣體交換。到了晚上，由於不需要進行光合作用，對氣體交換的需求減少，氣孔便關閉以減少水份散失。



圖 10.5 雙子葉植物的葉通常是平放的

### 延伸學習

#### 氣孔的開合

保衛細胞呈半月形，它的**細胞壁厚度並不規則**，外側較薄，內側較厚。當保衛細胞從鄰近細胞吸收水份，細胞便會膨脹。由於細胞壁較薄的外側比內側膨脹較多，因此細胞會彎曲起來，使氣孔打開（圖 10.6）。相反，當保衛細胞失去水份，細胞便會變得軟縮，使氣孔關閉。

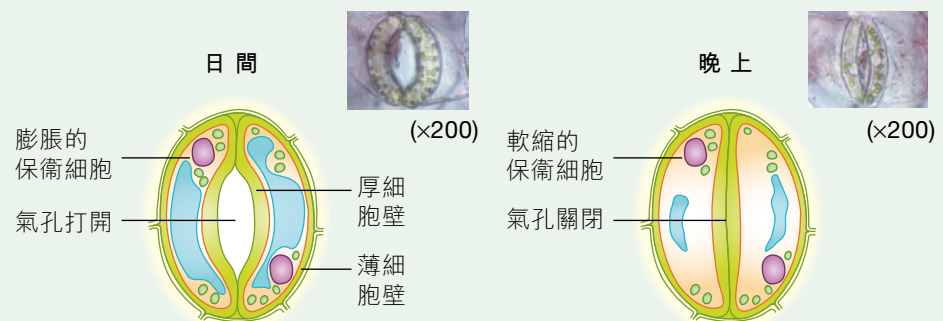


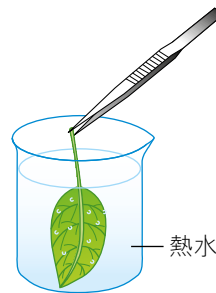
圖 10.6 保衛細胞能控制氣孔的開合

## 實驗 10.2

### 比較陸生雙子葉植物葉片上、下表面氣孔的豐度

#### 步驟

- 1 從陸生雙子葉植物摘下一片葉，然後把葉浸入一杯熱水（約 80 °C）中。
- 2 仔細觀察葉片的上表面和下表面。



實驗 10.2



#### 小心

處理熱水時要小心。

#### 結果與討論

- 葉的上、下表面都出現氣泡，但**下表面的氣泡較上表面多**。
- 把葉放入熱水時，葉內的氣體膨脹並透過氣孔溢出，因此葉的表面出現氣泡。下表面的氣泡較多，顯示葉**下表面的氣孔數目較多**。

## 延伸學習

### 旱生植物

生長在酷熱和乾旱地方（例如沙漠）的植物稱為**旱生植物**<sup>\*</sup>，它們的葉具有特別設計，可大大減少因蒸騰而散失的水份。以下是一些例子：

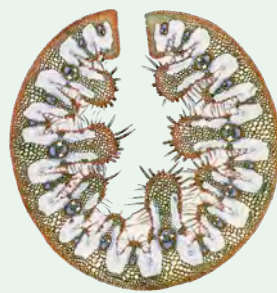
#### a 葉片縮小



仙人掌

有些旱生植物的葉呈刺狀（例如仙人掌）或針狀（例如松樹），這可減少葉的表面積，從而減少水份散失。

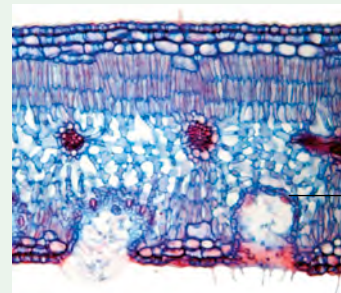
#### b 葉片捲起



捲葉的橫切面 (×30)

有些旱生植物的葉會捲起，把氣孔包在靜止、潮濕的環境中，藉此減慢水汽通過氣孔擴散到大氣中。

#### c 氣孔藏在深窩



葉的橫切面 (×100)

藏在深窩的氣孔

有些旱生植物把氣孔藏在深窩，使氣孔保持在靜止、潮濕的環境中，從而減少水份散失（原理跟捲葉相似）。

DSE

12(IA)Q12, 18(IA)Q30, 31

## E 不同植物葉上氣孔的分佈

生長在不同環境的植物，葉上的氣孔分佈可能與陸生雙子葉植物不同，這是植物適應環境的特徵。下表概述一些例子。

植物種類	氣孔密度 (每 $\text{cm}^2$ 的氣孔數目)		葉的適應特徵
	上表皮	下表皮	
陸生雙子葉植物，例如番茄  (×50) 氣孔	1200	13 100	下表皮的氣孔比上表皮多。由於上表皮被太陽直接照射，有較少氣孔在上表皮能減少水份散失（在第6頁已討論）。
陸生單子葉植物，例如小麥  (×100) 氣孔 氣孔	5000	4000	上表皮和下表皮的氣孔分佈平均。由於單子葉植物的葉通常垂直生長，葉的兩面所接受的日照量相若，因此流失水份的速率也相若。
浸沒植物，例如海草  (×50) 沒有氣孔	0	0	上、下表皮都沒有氣孔。 ↑ <b>概念連繫</b> 浸沒植物的葉沒有角質層覆蓋，因此整片葉的表面都可進行氣體交換。詳細內容可重溫第9章第11頁。
漂浮植物，例如水池草  (×50) 氣孔	11 000	0	只有上表皮有氣孔。下表皮與水接觸，沒有氣孔。 ↑ <b>概念連繫</b> 氣體交換在上表皮的氣孔進行，詳細內容可重溫第9章第11頁。

### 促進概念理解

顯微照片 Photomicrograph

★ 新增大量顯微照片，幫助學生理解生物構造和過程

## 實驗 10.3

### 設計實驗以探究不同植物葉片兩面的氣孔相對豐度

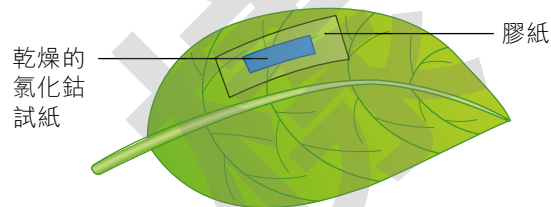
#### 作業

設計並進行一項探究實驗，以找出生長在不同環境的植物葉片兩面的氣孔相對豐度。然後撰寫一份完整的科學探究報告。以下資料或有助設計實驗：

- 1 水份經氣孔散失後，葉片的重量會下降。用凡士林把氣孔覆蓋，可以減少葉片重量下降的幅度。



- 2 葉片的水份主要經氣孔散失。把乾燥的氯化鈷試紙放在葉面，可以測試是否有水份從葉面散失。



實驗 10.3



#### 物料和儀器

所需的物料和儀器會因應探究的設計而有所不同。你可以從下列各項選取適當的物料和儀器，以進行探究：

電子秤	1 個	乾燥的氯化鈷試紙	數張
秒錶	1 個	凡士林	適量
鑷子	1 對	膠紙	適量
不同植物的葉	數片		

要更準確找出葉上氣孔的分佈，我們可以利用顯微鏡直接觀察葉面，數算氣孔的數目。試進行下頁**實驗 10.4**，學習當中的做法。

## 實驗 10.4

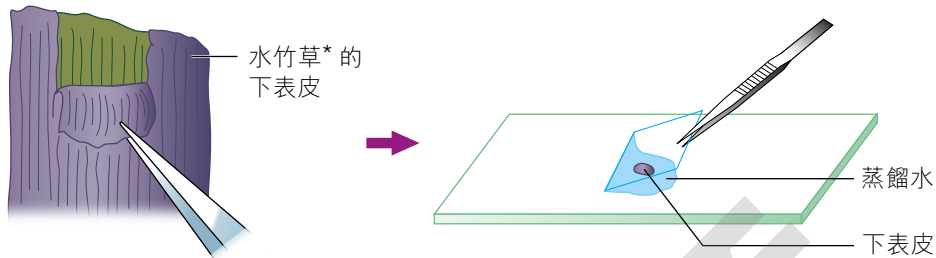
### 探究葉片上、下表皮的氣孔密度

#### 步驟

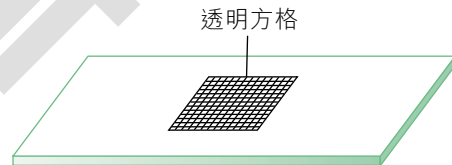
- 1 斜對摺葉片（例如水竹草葉），然後把葉撕開。從葉撕開的部分取出一片下表皮。
- 2 把下表皮平放在玻片上，然後在表皮上加一滴水。蓋上蓋玻片，利用顯微鏡對下表皮進行檢視。



實驗 10.4



- 3 調校顯微鏡的放大率，數算在適當視野範圍內的氣孔數目。
- 4 分別移動玻片到表皮的另外兩個區域，並數算氣孔的數目。計算氣孔數目的平均值。
- 5 以上表皮代替下表皮，重複以上步驟。
- 6 保持放大率不變，利用顯微鏡檢視刻有透明方格的玻片。數算方格的數目，然後估計視野範圍的面積。
- 7 利用以下方程式，分別計算葉片上、下表皮的氣孔密度。



$$\text{氣孔密度} = \frac{\text{平均氣孔數目}}{\text{顯微鏡下視野範圍的面積 (mm}^2\text{)}}$$

#### 學習要點

陸生植物的葉有甚麼適應特徵來避免因蒸騰而散失過多水份？

- 🔑 葉的表皮由角質層覆蓋。
- 🔑 雙子葉植物的葉上表皮通常只有很少氣孔，甚至完全沒有。
- 🔑 葉有保衛細胞，能控制氣孔的開合。

## DSE

12(IA)Q10, 13(IB)Q6,  
14(IA)Q21, 15(IA)Q17

## F 量度蒸騰速率

我們幾乎不可能直接量度植物的**蒸騰速率**，因為我們無法把植物散失的所有水汽凝結並收集起來。不過，我們可以利用**蒸騰計**\*來作出估計。蒸騰計有多種類型，讓我們透過以下實驗學習其中兩種。

## 實驗 10.5

## 利用氣泡蒸騰計量度蒸騰速率

## 引言

**氣泡蒸騰計**\*可用來量度植物的**吸水速率**。由於植物吸收的水份中，約99% 會經蒸騰散失，因此我們可以**假設植物的吸水速率與蒸騰速率相同**。

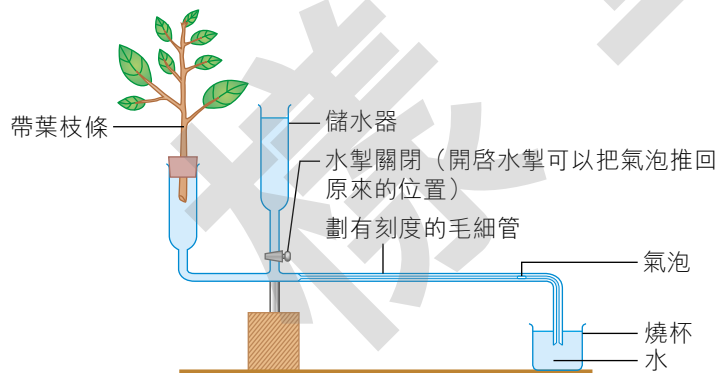


實驗 10.5



## 步驟

- 1 在水中，從植物切下一株帶葉枝條，然後把枝條緊緊地插入氣泡蒸騰計。在水中進行這個步驟可避免氣泡進入植物的木質導管，阻礙水份的吸收。
- 2 如圖所示裝置儀器。用凡士林密封所有連接部分，確保儀器沒有滲漏。



## ⚠ 小心

剪下帶葉枝條時要小心。

- 3 把毛細管的末端提離水面，一會兒後放回原處，以把一個氣泡引入毛細管。
- 4 等待氣泡移到毛細管劃有刻度的水平部分。
- 5 記錄氣泡最初的位置。一段時間後（例如5分鐘），記錄氣泡移動的距離。

## 結果與討論

植物的吸水速率可以從氣泡的移動速率計算，即氣泡在每個單位時間內移動的距離（單位為  $\text{cm s}^{-1}$ ）。植物的吸水速率間接顯示植物的蒸騰速率。

## 實驗 10.6

### 利用重量蒸騰計量度植物的吸水量和失水量

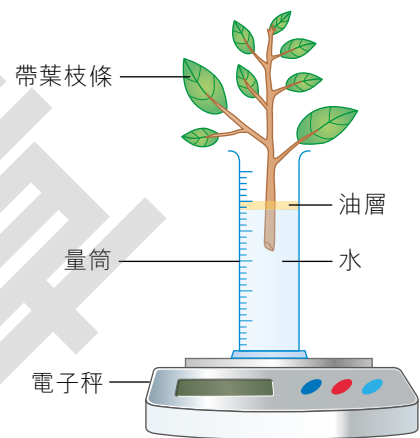
#### 引言

重量蒸騰計\*由兩個主要部分組成，包括：

- (1) 量筒——用來量度帶葉枝條的吸水量；
- (2) 秤——用來量度帶葉枝條經蒸騰的失水量。

#### 步驟

- 1 在水中，從植物切下一株帶葉枝條，然後把枝條插入量筒中。
- 2 如圖所示裝置儀器。在量筒的水面加一層薄薄的油，以防止量筒內的水份蒸發，影響結果。
- 3 記錄實驗開始時的水面高度 ( $V_i$ ) 和整個裝置的重量 ( $W_i$ )。
- 4 讓裝置靜置一段時間（例如3小時）。記錄實驗後的水面高度 ( $V_f$ ) 和整個裝置的重量 ( $W_f$ )。



#### 結果與討論

- 帶葉枝條的吸水量  
= 量筒內水的體積變化  
=  $(V_f - V_i) \text{ cm}^3$   
=  $(V_f - V_i) \text{ g}$  (因為水的密度約為  $1 \text{ g cm}^{-3}$ )

帶葉枝條的失水量  
= 整個裝置的重量變化  
=  $(W_f - W_i) \text{ g}$

- 帶葉枝條的吸水量稍大於失水量，這顯示枝條保留了一些水份。這些水份用於植物的光合作用、生長和其他代謝活動。

#### 緊貼DSE趨勢

##### 實驗改良 Set-up improvement

- ★ 實驗裝置改良，更方便設置
- ★ 配合公開試試題（例如參考DSE練習卷 IA Q27 的裝置）

## DSE

12(IA)Q11, 14(IA)Q20,  
16(IA)Q11, 17(IA)Q14, 15**G** 影響蒸騰速率的環境因素

植物的蒸騰速率受多個環境因素影響。試進行**實驗 10.7**，找出其中一些因素和它們對蒸騰速率的影響。

**實驗 10.7**

## 設計實驗以探究環境因素對蒸騰速率的影響

## 情境

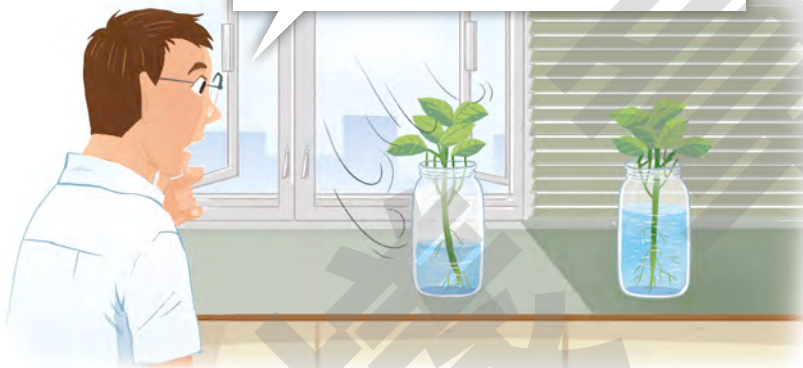
學校實驗室的長枱上放了兩瓶相似的植物。志明把兩個瓶都注滿了水。兩日後，志明發現靠近窗邊的瓶內的水比另一瓶少。



模擬實驗 10.7



為甚麼兩個瓶剩下不同分量的水？與影響植物蒸騰速率的環境因素有關？



## 作業

參考**實驗 10.5**和**10.6**，設計並進行一項探究實驗，以找出環境因素對蒸騰速率的影響。然後撰寫一份完整的科學探究報告。

## 物料和儀器

所需的物料和儀器會因應探究的設計而有所不同。你可以從下列各項選取適當的物料和儀器，以進行探究：

移液管 (1 cm <sup>3</sup> )	1 支	枱燈	1 盞
支架	1 個	電暖爐	1 座
夾鉗	2 個	抽濕機	1 座
解剖刀	1 把	電風扇	1 座
玻璃管	數條	帶枝葉的植物	1 株
橡膠管	數條		

**小心**

解剖刀十分鋒利，小心使用。

## 促進概念理解

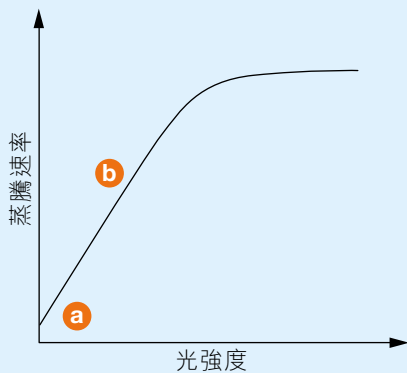
### 課文增潤 Enrichment

- ★ 更詳盡解釋環境因素如何影響蒸騰速率
- ★ 設計清楚易讀

以下我們會討論影響植物蒸騰速率的一些環境因素。這些因素主要是透過影響下列各項來影響蒸騰速率的：

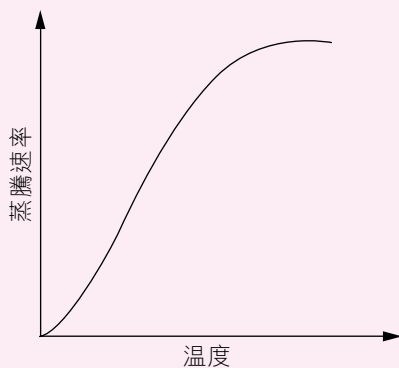
- (1) 水的蒸發速率；
- (2) 氣體擴散的速率；
- (3) 氣孔打開的程度。

## 1 光強度



- a** 在黑暗的環境中，蒸騰速率很低。  
原因：在黑暗的環境中，**氣孔會關閉**，因此只有少量水汽從葉內氣室通過氣孔擴散到大氣中。
- b** 當**光強度增加**，**蒸騰速率會上升**。  
原因：光強度愈高，**氣孔張得更大**，這使水汽擴散的橫切面面積增加，從而加快水汽從葉內氣室通過氣孔擴散到大氣中。

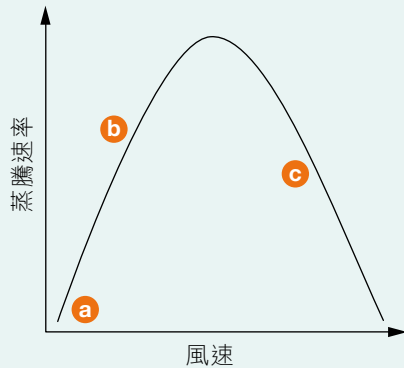
## 2 溫度



- 當**溫度增加**，**蒸騰速率會上升**。  
原因：溫度增加時，水份從葉肉細胞表面**蒸發的速率會上升**，水汽的**擴散速率也會上升**，葉內氣室的水汽因而更快地通過氣孔擴散到大氣中。

**?** 在高溫或高光強度時，即使溫度或光強度進一步上升，蒸騰速率也不會增加。為甚麼？

### 3 空氣的流動



**a** 在沒有風的時候，蒸騰速率較慢。

原因：空氣靜止時，剛離開葉的水汽會**積聚**在氣孔周圍，使葉內氣室與大氣之間的**水汽濃度梯度減少**，氣室的水汽因而較慢地通過氣孔擴散到大氣中。

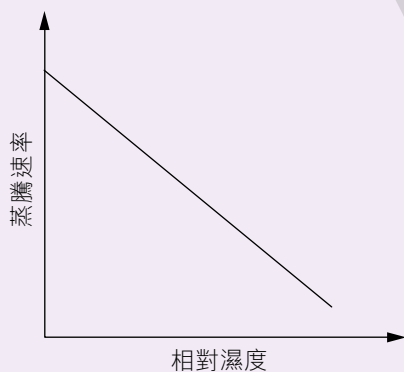
**b** 風速增加時，蒸騰速率會上升。

原因：風把氣孔周圍的水汽吹走，使葉內氣室與大氣之間的**水汽濃度梯度維持陡峭**，氣室的水汽因而較快地通過氣孔擴散到大氣中。

**c** 當風力太強，蒸騰速率會下降。

原因：在強風下，植物可能會過度流失水份。為防止植物**脫水**，**氣孔會關閉**，因此較少水汽通過氣孔擴散到大氣中。

### 4 相對濕度



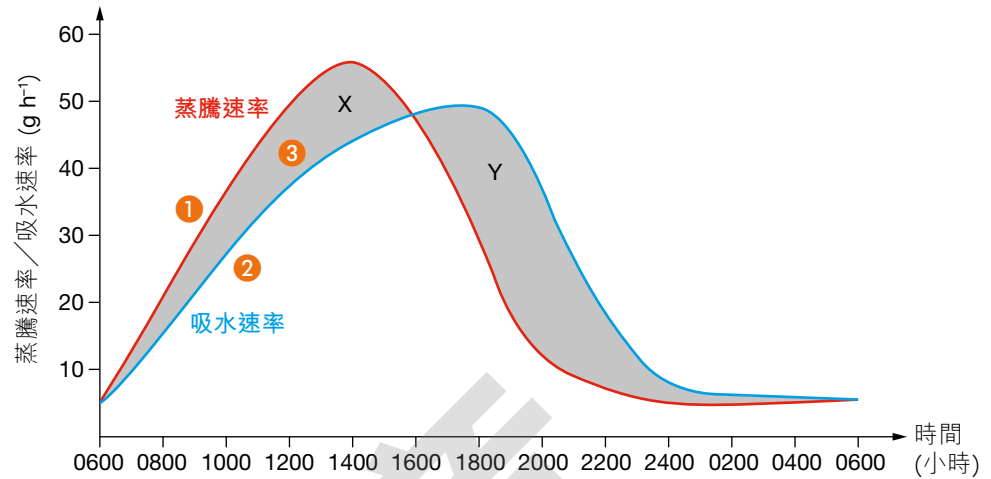
當大氣的**相對濕度上升**，**蒸騰速率會下降**。

原因：由於葉內氣室的水汽接近飽和，大氣的**相對濕度愈高**，氣室與大氣之間的**水汽濃度梯度便愈小**，從氣室通過氣孔擴散到大氣的水汽也愈少。

除了環境因素外，植物的結構（例如葉片的表面積、角質層的厚度、氣孔的多寡等）都會影響蒸騰速率。

## 蒸騰速率與植物吸水速率的關係

下圖顯示一株植物在24小時內蒸騰速率和吸水速率的變化。這些變化與環境因素改變有關。



### 促進概念理解

#### 圖表解讀 Graph reading 新增

★ 幫助學生深入理解圖表，並訓練詮釋圖表的技巧

### 圖表解讀

- ① 從0600到1400，蒸騰速率上升。  
在這段期間，環境的光強度增加，導致氣孔張開得更大。此外，溫度在這段期間也不斷上升，導致水的蒸發速率增加。結果，葉內氣室的水汽更快地通過氣孔擴散到大氣中。
- ② 吸水速率和蒸騰速率的曲線形狀相似，兩者關係十分密切：蒸騰速率上升會增加蒸騰拉力，使植物從泥土吸收更多水份，即增加吸水速率。
- ③ 面積X代表該植物在0600至1600期間的淨失水量，而面積Y則代表該植物在1600至0600期間的淨吸水量。由於面積Y比面積X大，這表示該植物在這24小時內有淨吸水。由此可以推斷，植物的身體保留了一些水份，而這些水份可能用於光合作用、製造新細胞和其他代謝活動中。

## 學習要點

環境因素怎樣影響蒸騰速率？

- 🔑 當光強度、溫度或風速增加時，蒸騰速率會上升。
- 🔑 當大氣的相對濕度增加時，蒸騰速率會下降。

## 多元評估 鞏固所學

## 測試站 Checkpoint

- ★ 題目分為程度 1 和 2，方便照顧學習差異
- ★ 增加題目數量
- ★ 另備網上版本，提升課堂互動性

Kahoot!

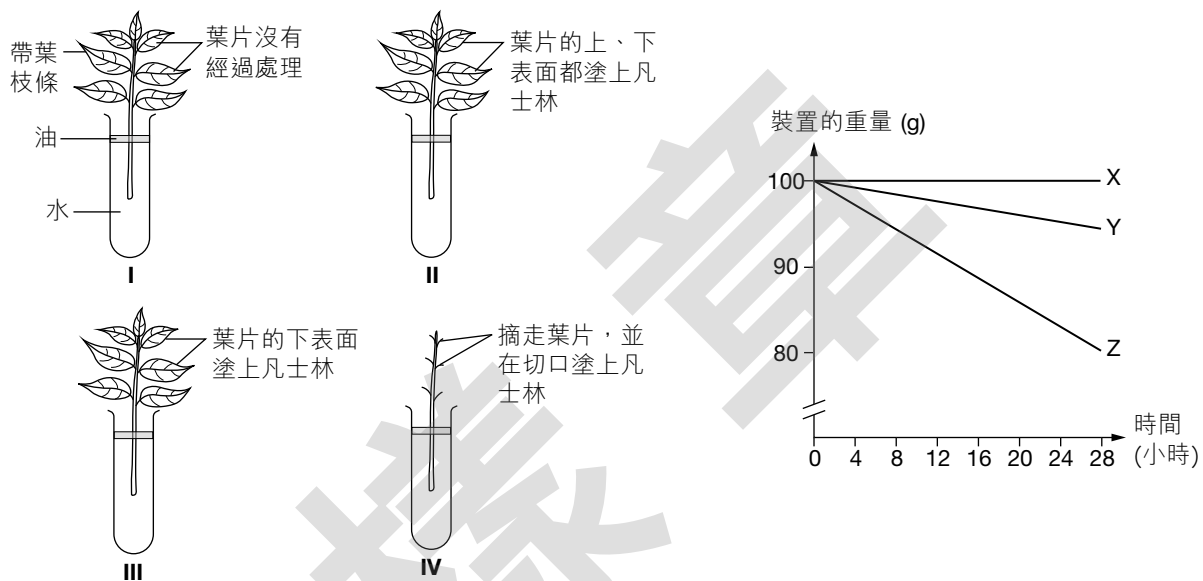
iSolution

Google Forms



## 測試站

指示：參考下圖，解答 1 至 3 三題。圖示四個實驗裝置 (I 至 IV)，裝置中的帶葉枝條十分相似，但以不同方式處理。右圖顯示裝置重量的變化。



## 程度 1

1 線 X 顯示哪些裝置的結果？

- A 只有 I 和 II
- B 只有 I 和 III
- C 只有 II 和 IV
- D 只有 III 和 IV

← p. 8

2 如果用鐘形罩蓋着各裝置，線 Y 和線 Z 會有甚麼變化？

- A 它們會變成水平線。
- B 它們的斜度會增加。
- C 它們的斜度會減少。
- D 它們保持不變。

← p. 15

## 程度 2

3 從圖表可作出下列哪個推斷？

- A 葉片下表皮的氣孔比上表皮多。
- B 葉片上表皮的氣孔比下表皮多。
- C 氣孔平均分佈在葉片的上、下表皮。
- D 葉片的上表皮沒有氣孔。

← p. 8

促進概念理解

內容編排 Content organization

- ★ 編排有序，例如讓學生於本章學習根部的構造，便可一氣呵成地學習蒸騰拉力如何幫助根吸收水份



動畫 10.2



促進概念理解

顯微照片 Photomicrograph

- ★ 新增顯微照片，與圖解相對應，幫助學生認識根的構造

## 10.2 根部吸收水份和礦物質的過程

植物不斷從泥土吸收水份，一方面供給光合作用和製造新細胞等活動需要，另一方面補充因蒸騰而散失的水份。在吸收水份的同時，植物也吸收溶解在水中的礦物質。這些吸收過程都在植物**根部**進行。

### A 根的結構

圖 10.7 顯示雙子葉植物根的結構。

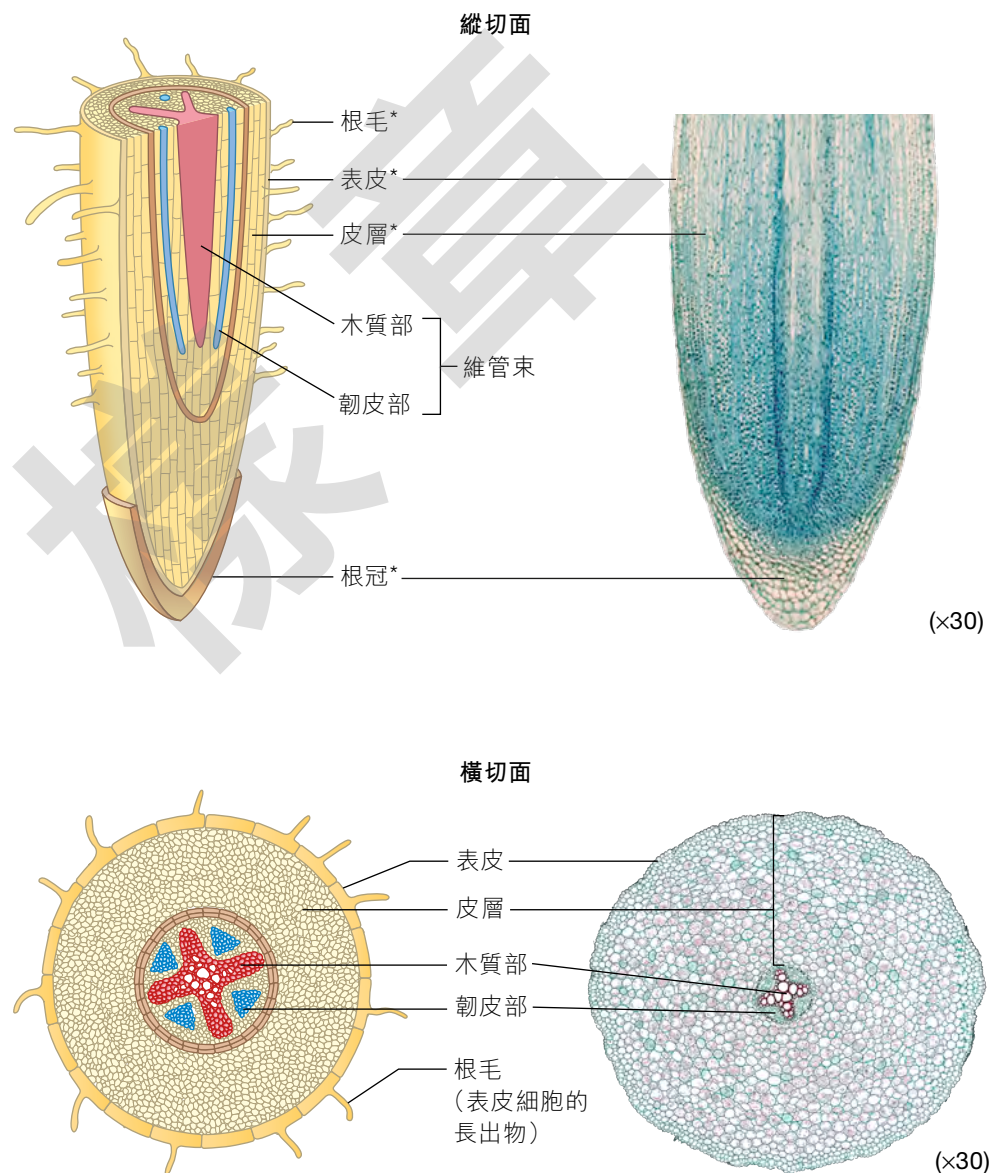


圖 10.7 雙子葉植物根的結構

根毛 root hair    表皮 epidermis    皮層 cortex    根冠 root cap

雙子葉植物的根有以下構造：

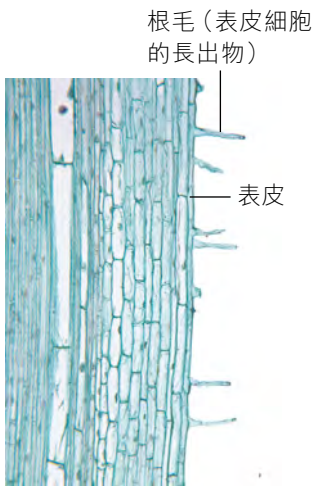


圖 10.8 根的縱切面，顯示根毛 (x50)

### 1 表皮

- 表皮是根的最外層，**沒有角質層覆蓋**，因此不妨礙根吸收泥土的水份和礦物質。
- 表皮由一層**排列緊密**的**薄壁細胞**組成。
- 表皮負責**保護**內部組織免受傷害和感染。
- 有些表皮細胞向外突出，形成**根毛**。根毛提供**很大的表面積**以吸收水份和礦物質 (圖 10.8)

### 2 皮層

- 皮層位於表皮下，由數層**排列較疏**的**薄壁細胞**組成。
- 皮層**儲存着食物** (以澱粉的形式)。
- 皮層容許**水份和礦物質橫越**根部。

### 3 維管束

- 維管束位於根的中央。
- 維管束由木質部和韌皮部兩種組織構成。**木質部**負責**轉運水份和礦物質**，**韌皮部**則負責**轉運有機營養素** (主要是糖)。

### 4 根冠

- 根冠覆蓋和**保護根尖**。
- 隨着根在泥土中生長，根冠的細胞會逐漸脫落，由根尖新形成的細胞取代。

## 提升學習動機

### 你知道嗎? Did you know?

- ★ 新增有趣冷知識，例如講解棉花糖名字的由來，提高學生的學習興趣

## 你知道嗎?

### 棉花軟糖的來源——根

為幫助根鑽入泥土生長，根冠會分泌一種**黏液**，潤滑根尖。在古時，人們會從藥蜀葵\*的根抽取這種黏液，並用它來製造一種又柔軟、又富有彈性的糖果。這種糖果類似今天很多人都喜愛吃的棉花軟糖。棉花軟糖的英文名稱是 marshmallow，原來就是由藥蜀葵本身的英文名稱 mallow 和它的生長環境——沼澤 (marsh) 組合而成的！



圖 10.9 棉花軟糖的原料，曾經是取自藥蜀葵的根

藥蜀葵 *Althaea officinalis*

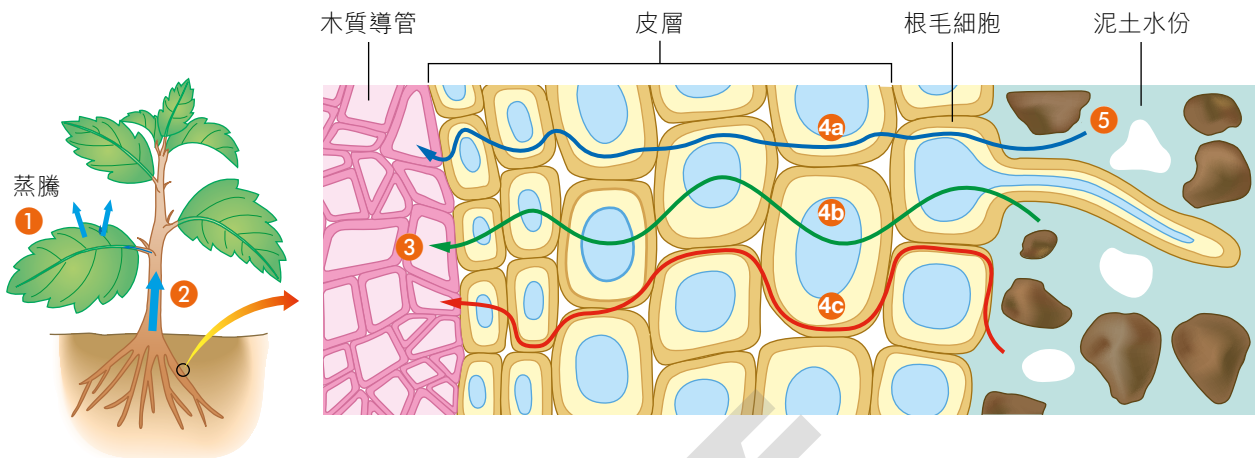


動畫 10.3



## B 根吸收水份的過程

下圖顯示根吸收水份的過程：



- ① 水份不斷經蒸騰從葉散失到大氣中，引致蒸騰拉力形成。
- ② 蒸騰拉力把水從根部沿木質導管向上牽引到葉。
- ③ 在根部，木質導管旁的皮層細胞內的水份被抽入木質導管，導致這些細胞的水勢下降，於是水份藉滲透從鄰近細胞流動到這些細胞。結果，皮層細胞與木質導管之間形成了一個水勢梯度。
- ④ 在皮層內，水份經三條路徑由一個細胞流動至另一個細胞：
  - a 水份經細胞的細胞質，藉滲透沿水勢梯度流動（— 路線）。
  - b 水份經細胞的液泡，藉滲透沿相同水勢梯度流動（— 路線）。
  - c 水份經細胞的細胞壁流動（— 路線）。
- ⑤ 根的內部細胞的水份不斷被抽走，導致根毛細胞的水勢下降。這時，由於泥土的水勢較根毛細胞高，泥土中的水份便藉滲透進入根毛細胞。

### 促進概念理解

#### 課文增潤 Enrichment

- ★ 課文介紹水在根部皮層的三個移動路徑（圖中以三種不同顏色表示），加深學生的生物學知識

DSE

18(IA)Q24

## C 根吸收礦物質的過程

泥土的礦物質濃度通常較根毛細胞低，植物主要藉**主動轉運**把泥土的礦物質**逆濃度梯度**吸收入根（圖 10.10），過程需要消耗能量。所需的能量由細胞的呼吸作用產生，因此根毛細胞通常都含有很多線粒體。

根毛細胞主動吸收礦物質後會減低細胞的水勢，這有助根毛細胞藉滲透從泥土吸收水份。

### 促進概念理解

#### 圖解 Illustration

★ 加入更多生物圖解，幫助學生理解生物學概念（例如右圖可幫助學生理解根怎樣吸收泥土的礦物質）

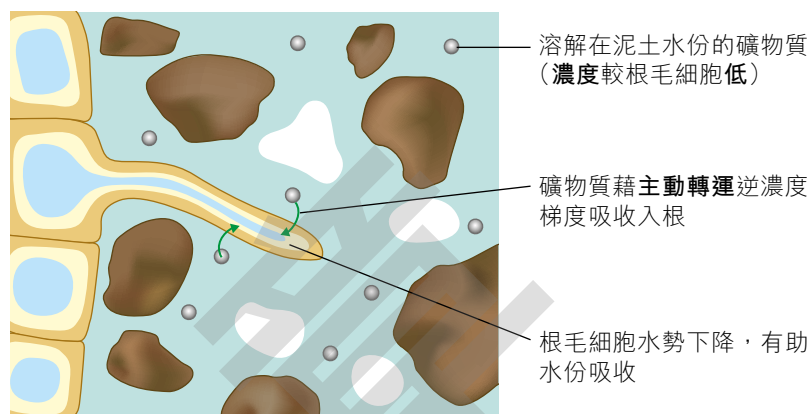


圖 10.10 根吸收礦物質的過程

在較罕見的情況下，如果泥土的礦物質濃度比根毛細胞高，礦物質便會藉擴散順濃度梯度進入根毛細胞。

## 你知道嗎？

### 肥害

化學肥料含有多種礦物質，可促進植物生長。不過，如果施肥過量，便會把泥土的礦物質濃度大幅提高，使泥土的水勢顯著下降。結果，泥土的水份無法藉滲透進入根，大大影響植物的生長。這個情況稱為**肥害**\*。受肥害影響的植物的症狀包括葉片變黃和根部腐爛，嚴重的話植物會枯萎。



圖 10.11 施肥過量會影響根吸收水份

DSE

14(IA)Q23, 16(IA)Q23



圖 10.12 根上的根毛  
(×50)

## D 根吸收水份和礦物質的適應特徵

根有以下特徵，以適應吸收泥土的水份和礦物質：

- 根有**大量分支**，而且根上有**大量根毛**（圖 10.12）。這些特徵能提供很大的表面積，以吸收水份和礦物質。
- **根毛長而幼細**，能輕易伸入土粒之間，有助吸收土粒周圍的水份和礦物質。
- 根的表皮**沒有角質層覆蓋**，而且只由**一層薄壁細胞**組成。這讓泥土中的水份和礦物質可直接穿越表皮進入根。
- 根毛細胞含有**很多線粒體**，確保提供足夠的能量進行主動轉運，從泥土吸收礦物質。

### 學習要點

- 1 根怎樣吸收水份？
  - ✎ 水份不斷經蒸騰從葉散失到大氣中，引致**蒸騰拉力**形成。蒸騰拉力把水從根部**沿木質導管向上牽引**到葉。
  - ✎ 在根部，木質導管旁的皮層細胞內的水份被抽入木質導管，導致根部的皮層形成一個**水勢梯度**。水份藉滲透經細胞的細胞質或液泡，或沿着細胞壁，**由一個細胞向內流動到另一個細胞**。
  - ✎ 由於內部的皮層細胞的水份被抽走，根毛細胞的水勢下降，於是泥土中的水份藉**滲透**進入根毛細胞。
- 2 根怎樣吸收礦物質？
  - ✎ 在根部，根毛細胞藉**主動轉運**吸收泥土中的礦物質。
- 3 根有甚麼適應吸收水份和礦物質的特徵？

根的特徵	適應方法
根有 <b>大量分支</b> 。	提供 <b>很大的表面積</b> ，以吸收水份和礦物質。
根的表面有 <b>大量根毛</b> 。	
根毛 <b>長而幼細</b> 。	讓根毛輕易 <b>伸入土粒之間</b> ，有助吸收水份和礦物質。
根的表皮 <b>沒有角質層覆蓋</b> 。	讓水份和礦物質可 <b>直接穿越</b> 表皮進入根。
根毛細胞含有 <b>很多線粒體</b> 。	確保提供足夠的能量進行 <b>主動轉運</b> ，從泥土吸收礦物質。

## 緊貼DSE趨勢

## 新增內容 New content

- ★ 針對近年DSE 試題新增內容，例如右方的STSE 內容讓學生認識到用混凝土蓋住樹根對樹木的傷害，相關題材曾在2018年 DSE 卷 IA Q24 出現

## STSE 連繫

## 混凝土蓋樹腳

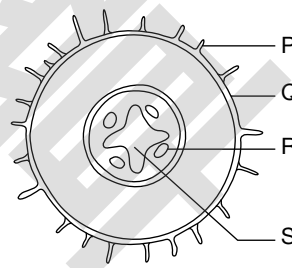
種植在市區的樹木，樹腳有時會被誤用混凝土覆蓋（圖 10.13）。這些混凝土形成不透層，使樹根接觸不到足夠的水份和氧，因而阻礙根部的氣體交換，以及水份和礦物質的吸收，大大影響樹木健康。



圖 10.13 樹腳被混凝土覆蓋

## 測試站

指示：參考下圖，解答 1 和 2 兩題。圖示雙子葉植物根部的橫切面。



## 程度 1

1 下列哪些是構造 P 適應吸收水份的特徵？

- (1) 它的壁很薄。
- (2) 它沒有角質層覆蓋。
- (3) 它有很多線粒體。

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

← p. 22

## 程度 2

2 下列哪個（些）組合正確配對根部構造和它的功能？

- | 構造    | 功能     |
|-------|--------|
| (1) Q | 防止水份流失 |
| (2) R | 儲存食物   |
| (3) S | 轉運水份   |

- A** 只有 (1)                      **B** 只有 (3)  
**C** 只有 (1) 和 (2)          **D** 只有 (2) 和 (3)

← p. 19

## 10.3 植物的轉運

泥土的水份和礦物質由根吸收後，會被轉運到植物的葉和其他部位。另一方面，在葉製造的食物也會被轉運到植物其他部位，以供使用或儲存。在本節，我們會探討這些轉運過程在有花植物是怎樣進行的。

### 促進概念理解


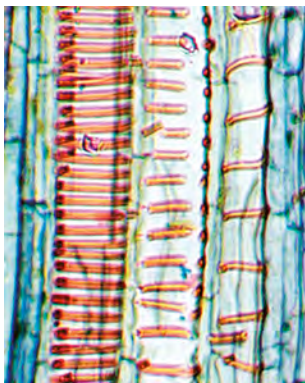
#### 對頁設計 Double-page design

★ 相關內容（如木質部和韌皮部）放左右兩頁，閱讀時無須翻頁，方便比較



### A 維管組織的種類

有花植物的轉運由兩種維管組織負責，包括**木質部**和**韌皮部**。兩者的結構獨特，十分適應轉運物質的功能。

木質部	
功能	<ul style="list-style-type: none"> <li>轉運水份和礦物質</li> <li>為植物提供支持（第 10.4 節將詳細討論）</li> </ul>
適應特徵	<p>木質部主要由<b>木質導管</b>*組成。木質導管是由<b>已死的細胞</b>構成的中空管道，它有以下適應特徵：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>細胞首尾相連，上下細胞之間沒有接壁                     <ul style="list-style-type: none"> <li>形成長長的連續管道，方便轉運水份</li> </ul> </li> <li>細胞沒有細胞核、細胞質和其他細胞成分                     <ul style="list-style-type: none"> <li>管道變成中空，有助減低水份在管內流動的阻力，從而讓水份在細胞之間自由流動</li> </ul> </li> <li>細胞的細胞壁很厚並且木質化*                     <ul style="list-style-type: none"> <li>防止木質導管因強大的蒸騰拉力而倒塌</li> </ul> </li> </ol> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;"> <p>橫切面</p>  <p>圖 10.14 木質部的電子顯微照片 (×200)</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>縱切面</p>  <p>圖 10.15 木質部的顯微照片 (×50)</p> </div> </div>

## 延伸學習

### 木質導管的花紋

木質細胞生長時，木質素<sup>\*</sup>會慢慢積聚在細胞壁，使細胞壁逐漸增厚，以防止木質導管倒塌。由於木質素可能以不同形式積聚在細胞壁，使木質導管上形成不同的花紋，例如環紋、螺紋、網紋等（圖 10.16）。

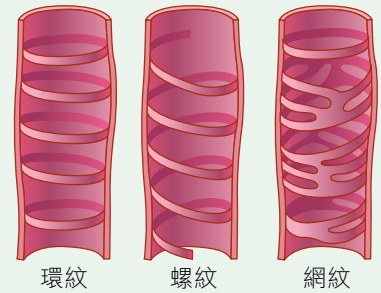


圖 10.16 木質導管上的增厚花紋

### 韌皮部

功能

轉運有機營養素（主要是糖）

適應特徵

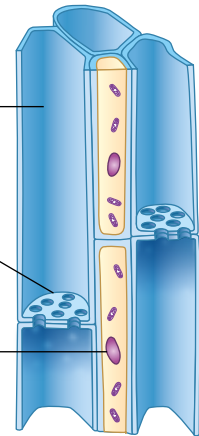
韌皮部由篩管<sup>\*</sup>和伴細胞<sup>\*</sup>組成。每條篩管由長形的活細胞首尾相連而成，伴細胞則位於篩管旁。韌皮部有以下適應特徵：

### 促進概念理解

### 內容編排 Content organization

★ 課文在適當位置會以點列或表格形式展示，務求學生能快速掌握重點

- 篩管的細胞只含少量細胞質，沒有細胞核
  - 減低有機營養素在管內流動的阻力
- 篩管細胞端壁的篩板<sup>\*</sup>有多個篩孔
  - 容許有機營養素通過
- 伴細胞含有密度高的細胞質和很多細胞器（包括細胞核）
  - 支持篩管的代謝活動



橫切面

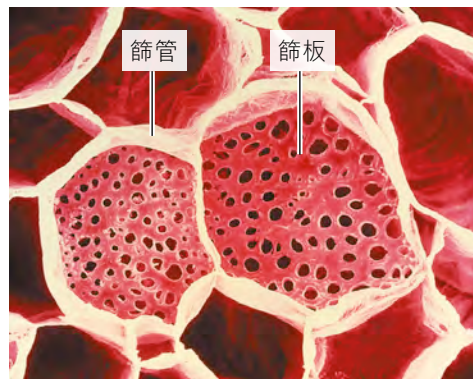


圖 10.17 韌皮部的電子顯微照片，顯示篩板上的篩孔 (×300)

縱切面

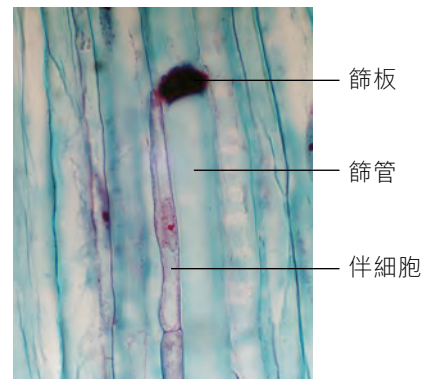
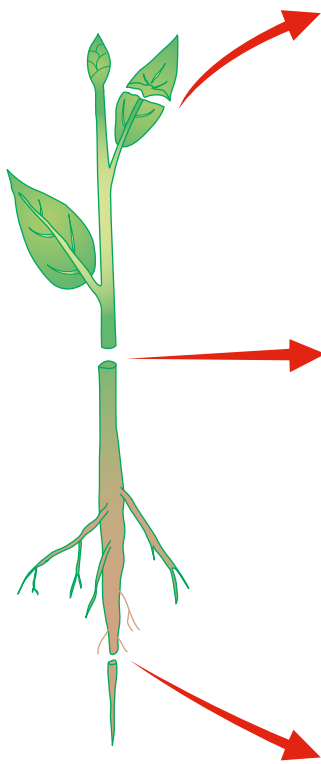


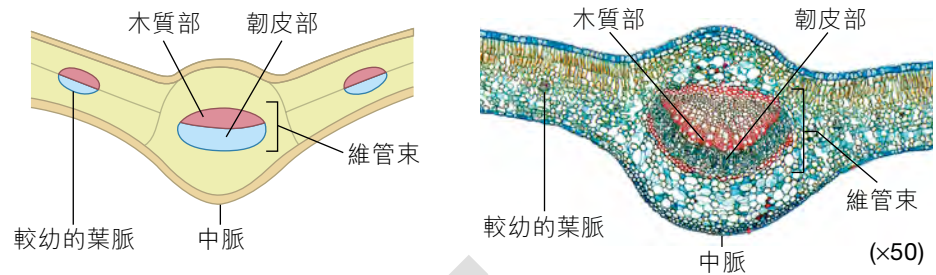
圖 10.18 韌皮部的顯微照片 (×100)

## B 維管組織的分佈

在有花植物中，維管組織聚集成一束束長管，稱為**維管束**。下圖顯示維管束在雙子葉植物的根、莖和葉的分佈情況。

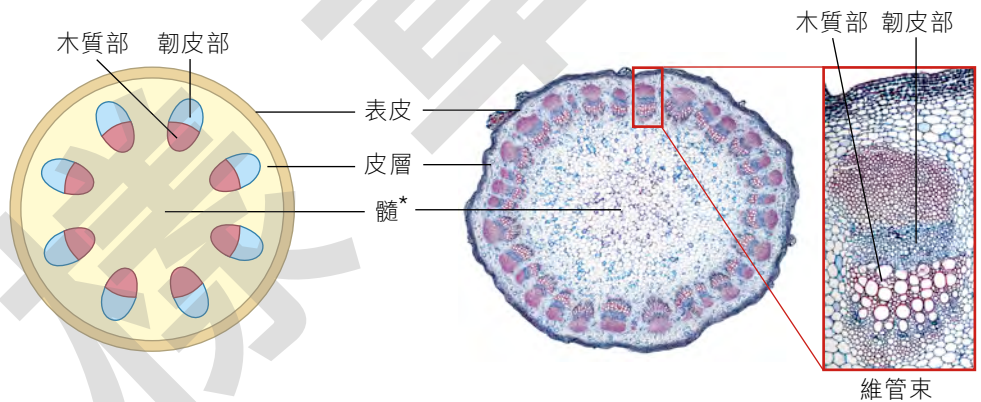


### 葉片



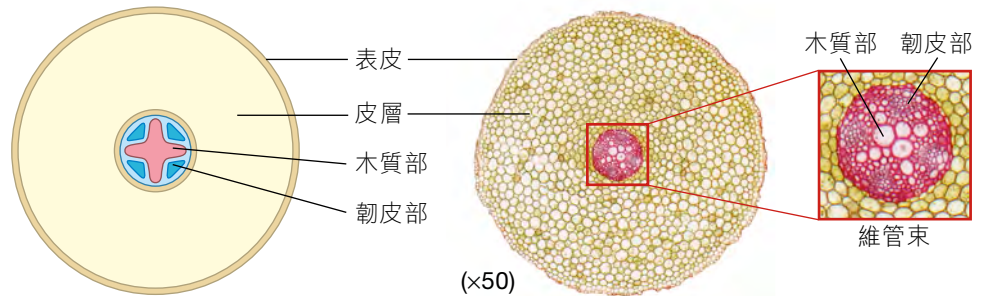
維管束分佈在**中脈**和**葉脈網**。木質部在韌皮部的**上方**。

### 莖部



維管束以**環形**分佈在**周邊**的位置。木質部在**內側**，韌皮部在**外側**。

### 根部



維管束在**中央**位置。韌皮部位於呈十字形的木質部之間。

## 實驗 10.8

### 檢視年幼雙子葉植物的維管組織

#### 步驟

- 1 製作年幼雙子葉植物葉、莖和根橫切面的臨時裝片，然後利用顯微鏡對臨時裝片進行低倍檢視。
- 2 辨認葉、莖和根的維管組織，並繪出低倍標註圖。



實驗 10.8



動畫 10.4



#### 緊貼DSE趨勢

#### 延伸學習 Extended learning

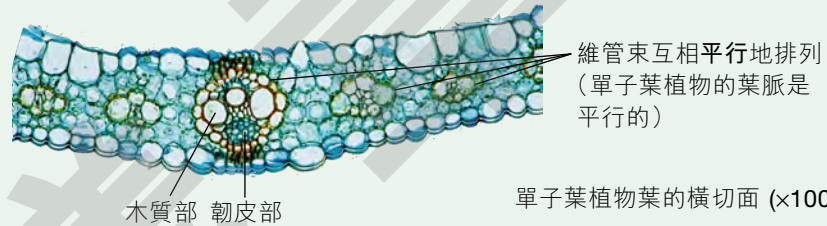
- ★ 更多進階內容，增進學生知識，有助學生應付 DSE 試題（例如讓學生認識維管束在單子葉植物的分佈）

## 延伸學習

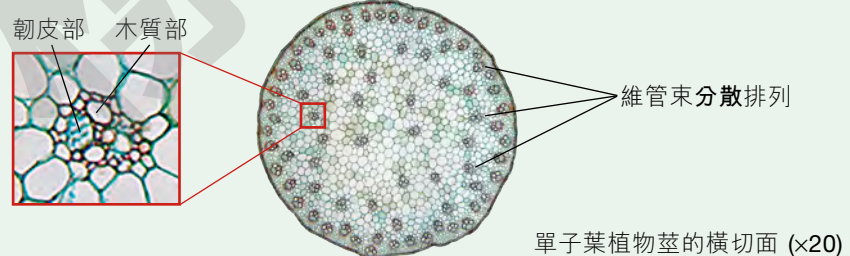
### 單子葉植物的維管束分佈

單子葉植物的維管束在根、莖和葉的分佈情況，與雙子葉植物不同。圖 10.19 顯示幾個主要不同的地方。

#### 葉片



#### 莖部



#### 根部

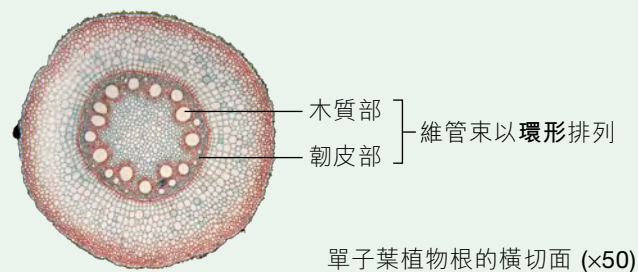


圖 10.19 單子葉植物維管束的分佈

DSE

12(IA)Q3, 15(IA)Q2,  
18(IA)Q36

## C 水份和礦物質在植物中的轉運

植物進行蒸騰時所產生的**蒸騰拉力**提供了主要動力，帶動水份從根**沿木質導管向上流動**。此外，由於木質導管是連續中空的，水份能在導管內形成**連續的水柱**。基於這些原因，水份被根吸收後，便沿木質導管不斷向上轉運到植物的各部分（圖 10.20）。溶解在水中的礦物質也隨水一併轉運。

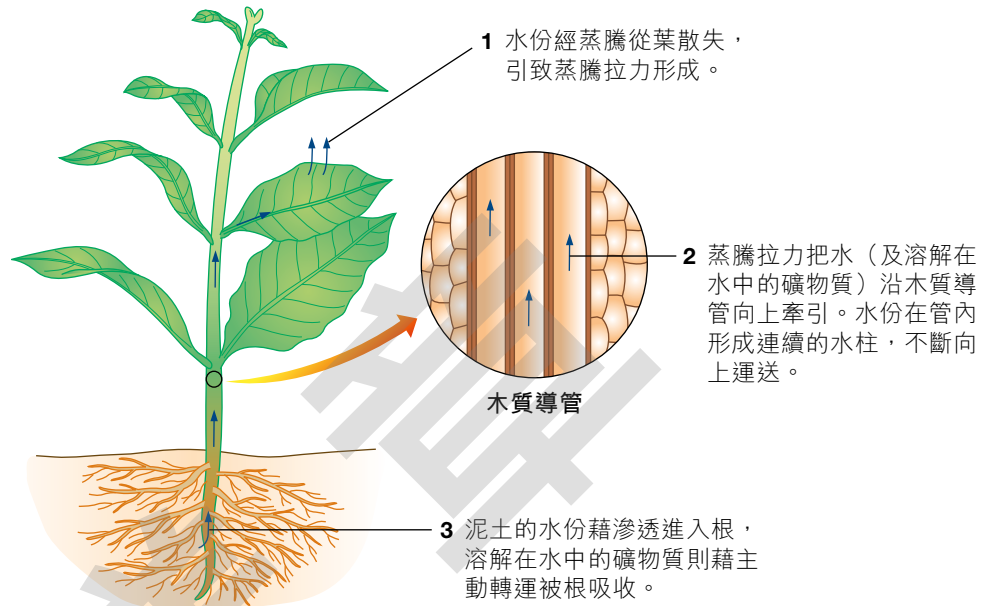


圖 10.20 水份和礦物質沿木質導管向上轉運



動畫 10.5



### 歷史點滴

#### 水在植物中的轉運需要活細胞嗎？

1890年，科學家斯特拉斯布格進行了一項實驗，以探究植物轉運水份的機制。他把一株植物的下半部浸入有毒溶液中。有毒溶液沿莖向上運送時會殺死它流經的活細胞。斯特拉斯布格發現在有毒溶液的侵害下，該植物仍能吸取溶液數星期。從這個結果，他推論出植物沿莖轉運水份的過程並不需要活細胞。



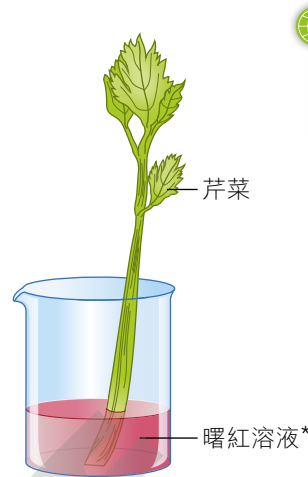
圖 10.21 斯特拉斯布格 (Eduard Strasburger, 1844–1912)

## 實驗 10.9

### 辨認莖內負責轉運水份的維管組織

#### 步驟

- 1 在水中，用刀切去一株草本植物（例如芹菜、大白菜和菜心）的莖底部分。
- 2 如圖所示，把植物的莖底浸入曙紅溶液（一種紅色染料）或其他帶顏色的水中。然後把裝置放在通風良好和光線充足的環境下大約30分鐘。放在這樣的環境可讓植物加快吸收曙紅溶液。
- 3 取出植物，在莖的上半部打橫切開。
- 4 用放大鏡觀察切面。辨認染成了紅色的組織。

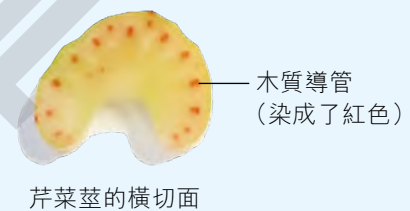


實驗 10.9



#### 結果與討論

染成了紅色的組織就是負責轉運水份的木質導管，它們分佈在莖的周邊位置。



## STEM

### 動手做

## 製作彩虹花

看看右面照片中的玫瑰花。它的花瓣呈彩虹顏色，美麗嗎？這朵花的花瓣顏色並不是天然的。只要把白色花朵的花柄切開數邊，每邊插入不同顏色的染劑中一段時間，便可造出這個效果。觀看以下短片，然後嘗試自行製作一朵彩虹花吧！



圖 10.22 彩虹玫瑰

#### 提升學習動機

STEM 動手做 STEM DIY

新增

- ★ 提供創意活動，讓學生利用簡單材料，做出與生物學相關的小製品
- ★ 另備工作紙

<https://www.youtube.com/watch?v=WiX32dXmuOY> (英文)



DSE  
16(IA)Q22

## D 有機營養素在植物中的輸導

有機營養素（例如糖和氨基酸）透過光合作用在葉片中合成，然後經**韌皮部**轉運到植物的其他部位，以供它們使用或儲存（圖 10.23）。有機營養素在植物體內轉運的過程稱為**輸導**<sup>\*</sup>。

水份於植物體內轉運的過程是被動的，而輸導則是**主動過程**，即**需要消耗能量**。不過到目前，科學家仍未確切了解輸導的機制。

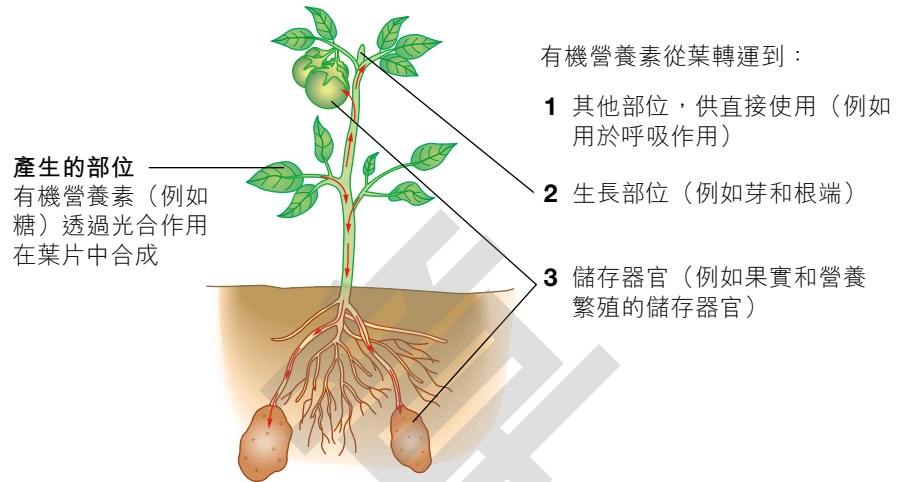


圖 10.23 有機營養素在植物中的輸導

## 歷史點滴

### 韌皮部功能的發現

1679年，馬爾皮基 (Marcello Malpighi) 進行了一項實驗：他從樹幹削走一環樹皮（連帶韌皮部也被削去），數星期後，環的上方腫脹起來。馬爾皮基認為樹皮被削走，切斷了營養素在莖轉運的路徑，營養素因而在環上方的位置積聚起來，引致腫脹（圖 10.24）。

建基於馬爾皮基的發現，其他科學家陸續進行其他實驗，嘗試了解植物中負責轉運營養素的組織。經過多年努力，終於發現韌皮部是負責轉運營養素的組織，而轉運的營養素主要是糖。

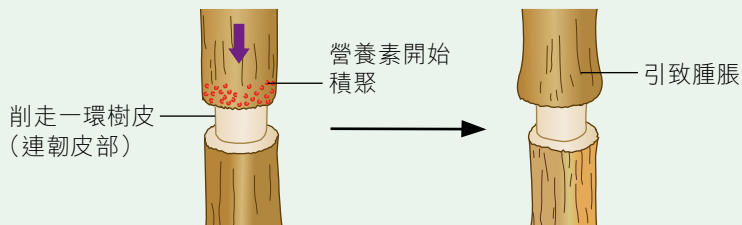


圖 10.24 馬爾皮基的圈枝實驗

### 緊貼DSE趨勢

#### 科學本質 NOS ideas

- ★ 配合「歷史點滴 Historical note」的內容，列出相關的科學本質概念，有助學生作答 DSE 考試中的科學本質題

### 科學本質

馬爾皮基的實驗展示出：

- 科學是一個無休止的探究過程。
- 科學家的研究工作奠基於其他科學家的成果。
- 科學建基於觀察及推論。

## 學習要點

1 木質部和韌皮部有甚麼不同之處？它們怎樣適應物質的轉運？

木質部	韌皮部
木質部主要由 <b>木質導管</b> 組成。	韌皮部主要由 <b>篩管</b> 和 <b>伴細胞</b> 組成。
木質導管由 <b>已死的細胞</b> 組成。	篩管由 <b>活細胞</b> 組成。
細胞之間 <b>沒有接壁</b> ，形成 <b>長長的連續管道</b> ，方便轉運水份。	細胞之間的 <b>篩板有篩孔</b> ，容許有機營養素 <b>通過</b> 。
木質導管 <b>沒有細胞成分</b> ，使水份可在細胞之間 <b>自由流動</b> 。	篩管的細胞只有少量細胞質， <b>沒有細胞核</b> ，有助 <b>減低</b> 有機營養素在管內流動的 <b>阻力</b> 。
<b>細胞壁很厚</b> 並且 <b>木質化</b> ，可 <b>防止</b> 木質導管 <b>倒塌</b> 。	韌皮部的細胞壁比木質部的細胞壁薄。

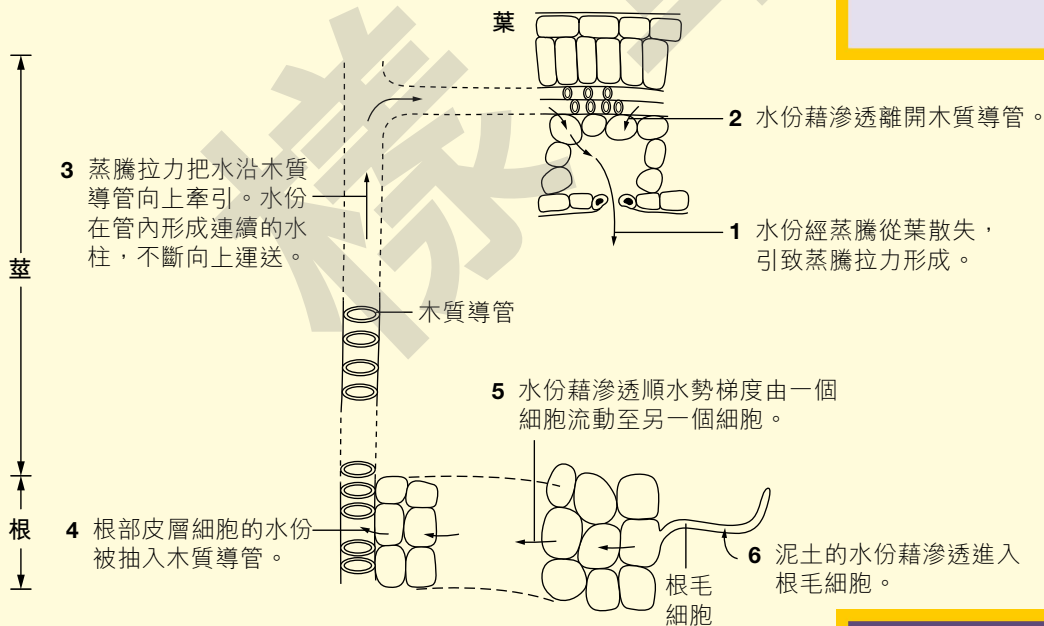
### 促進概念理解

#### 比較表 Comparison table

- ★ 加入大量比較表，幫助學生比較相似結構或過程的異同

2 水份和礦物質在有花植物中怎樣轉運？

- 水份和溶解在水中的礦物質，從根部沿**木質部**轉運到植物的其他部位。下圖顯示水份在整株植物的轉運途徑。



### 促進概念理解

#### 概念整合圖 Integrated diagram

- ★ 加入更多概念整合圖，幫助學生整合生物學概念（例如上圖可幫助學生概括蒸騰、轉運和吸收的過程）

3 有機營養素在有花植物中怎樣轉運？

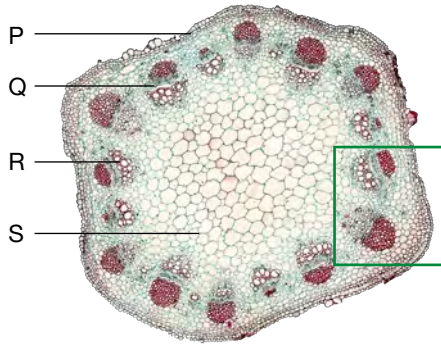
- 有機營養素是透過**韌皮部**，由葉轉運到植物的其他部位，以供它們使用。此過程被稱為**輸導**。

★ 例題全面更新，緊貼 DSE 趨勢（例如 2014 年 DSE 考核生物繪圖的技巧）

例題解說

技巧教室 / 活用技巧

以下顯微照片顯示一株雙子葉植物兩個不同部位 (I 和 II) 的橫切面。



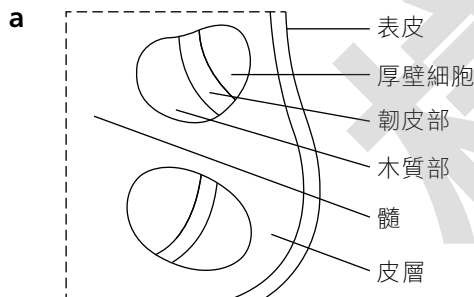
部位 I 的橫切面 (×10)



部位 II 的橫切面 (×30)

- a 根據部位 I 的顯微照片，繪畫綠色方格部分的低倍圖，並加以標示。 (5分)
- b 部位 I 和 II 分別是植物的哪個部位？ (2分)
- c 組織 P 至 S 及組織 W 至 Z 中，哪些組織負責轉運
  - i 水？ (2分)
  - ii 糖？ (2分)
- d 如果在部位 II 的切面上加入碘液，哪個標註的組織會變成藍黑色？解釋你的答案。 (2分)

參考答案



雙子葉植物部位 I 的橫切面 (×10)

- a 標題正確 ..... 1分
- 繪圖的相似度 ..... 1分
- 標註正確 (任何三項) ..... 3分
- b 部位 I：莖；部位 II：根 ..... 2分
- c i 組織 R 和 Z ..... 2分
- ii 組織 Q 和 Y ..... 2分
- d 組織 X 會變成藍黑色， ..... 1分
- 因為它含有澱粉。 ..... 1分

技巧教室

繪畫低倍生物圖  
參閱第 33 頁。

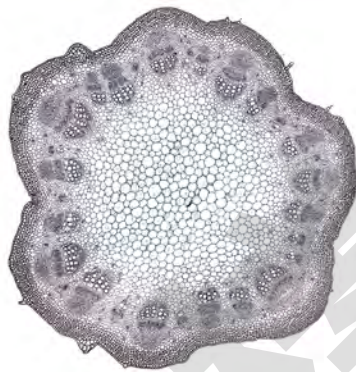
網上學堂 10.1



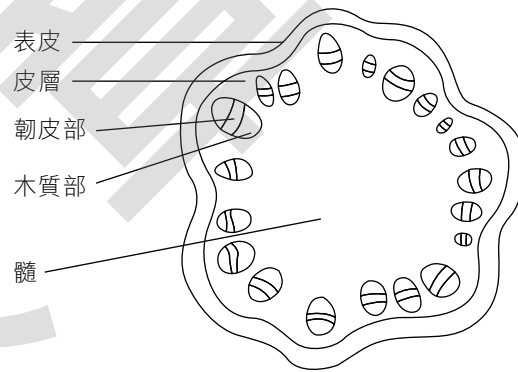
## 繪畫低倍生物圖

繪畫低倍生物圖旨在顯示標本內不同組織的分佈和比例，因此繪畫結構個別細胞。繪畫低倍圖時注意下列各項：

- 以削尖的**HB**鉛筆畫圖、寫標註和標題。
- 繪圖的線條要**簡單流暢**，並**按比例**畫出標本的各部分。
- **不要在圖上加上陰影**。
- **徒手繪畫**，不要使用直尺或圓規。
- 繪圖須與標本相似，不要抄襲書本上的圖片。
- 標註應寫在圖的兩旁，並用**筆直的指示線**把標註和相應的部分連接起來。指示線**不可互相交疊**。
- 在圖下加上**標題**，當中包括**標本名稱**和**放大率**。
- 如果繪圖顯示標本的切面，須註明縱切面或橫切面。



雙子葉植物莖部橫切面的顯微照片 (×10)



雙子葉植物莖部的橫切面 (×10)

★ 配合「例題解說 Learning through examples」，講解 DSE 答題技巧：



數據處理



運算



繪圖



科學探究



傳意

右面的顯微照片顯示一株雙子葉植物根部的橫切面。根據顯微照片，繪畫低倍圖，並加以標示。(6分)

查看答案

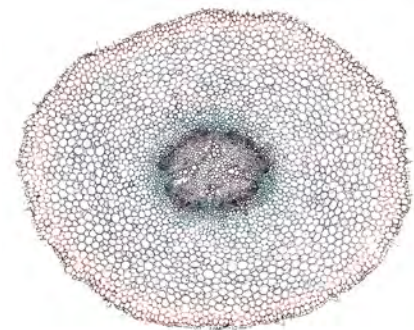


## 提升答題技巧

活用技巧 Skill practice

新增

- ★ 提供練習，讓學生應用學到的技巧
- ★ 另備有網上版本，即時批改



雙子葉植物根部橫切面的顯微照片 (×30)

緊貼DSE趨勢

測試站 Checkpoint

★ 加設更多DSE題型, 如配對題和顯微照片題

程度 1

1 因應欄1所列的每個組織，從欄2選出一項與它配對的短句，並把英文字母寫在預留的空位內。(3分)

欄1

木質導管 \_\_\_\_\_  
 篩管 \_\_\_\_\_  
 伴細胞 \_\_\_\_\_

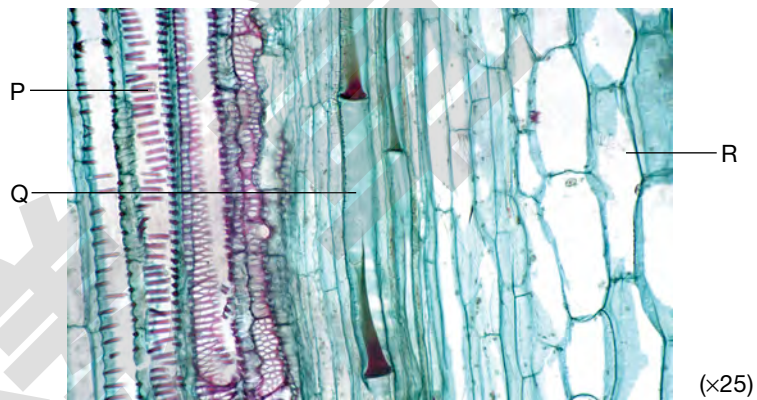
欄2

A 有細胞核  
 B 能進行光合作用  
 C 沒有生命  
 D 細胞之間有隔板

← p. 24, 25

程度 2

指示：參考以下顯微照片，解答 2 和 3 兩題。照片顯示雙子葉植物部分莖部的縱切面。



2 下列哪個組合正確描述細胞種類 P、Q 和 R 的功能？

	P	Q	R
A	轉運水	轉運糖	儲存食物
B	轉運水	轉運糖	保護植物
C	轉運糖	轉運水	儲存食物
D	轉運糖	保護植物	製造食物

← p. 24-26

3 與細胞種類R比較，細胞種類Q含有：

- (1) 較多線粒體。
  - (2) 較少澱粉。
  - (3) 較多糖。
- A 只有 (1) 和 (2)                      B 只有 (1) 和 (3)  
 C 只有 (2) 和 (3)                      D (1)、(2) 和 (3)

← p. 25

## DSE

12(IB)Q3b, 14(IB)Q4,  
16(IA)Q21, 17(IA)Q17

## 10.4 植物的支持

陸生植物大多數都保持挺立並伸出分枝，這樣可以：

- 使葉處於最佳的位置，以吸取最多陽光進行光合作用。
- 把花朵提升到高處，有利傳粉。
- 把果實和種子提升到高處，有助它們散播到更遠的地方。

陸生植物主要依靠薄壁細胞的膨脹度和厚壁細胞的剛度來支持身體。

## 促進概念理解

內容編排 Content organization

- ★ 課文在適當位置會以點列或表格形式展示，務求學生能快速掌握重點

## A 薄壁細胞的膨脹度

葉、草本莖和其他非木質的植物部分都含有大量的薄壁細胞。葉的葉肉細胞、莖的皮層和髓中的細胞等都是薄壁細胞的例子。這些薄壁細胞通常排列緊密，它們的膨脹度為植物提供支持（見下表）。

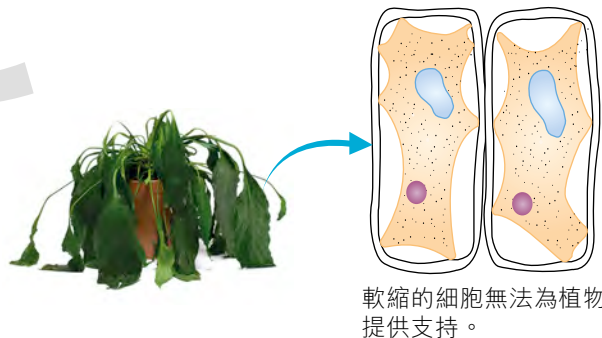
水份供應充足時



膨脹的細胞互相擠壓，為植物提供支持。

當水份供應充足時，莖和葉的薄壁細胞會藉滲透獲得水份，細胞因而膨脹。膨脹的細胞互相擠壓，使莖和葉變硬並挺立起來。

水份供應不足時



軟縮的細胞無法為植物提供支持。

當水份供應不足時，莖和葉的薄壁細胞會失去水份（因為蒸騰速率較吸水速率高），細胞因而變得軟縮，再不能維持植物的直立狀態，植物便凋謝。不過，如果植物能及時吸取充足的水份，細胞便可再次膨脹，使植物回復挺立。

## B 厚壁細胞的剛度

在年幼雙子葉植物的莖中，**木質導管**和維管束外側的組織都由**厚壁細胞**組成（圖 10.25）。這些細胞的細胞壁含有**木質素**，使細胞變得**堅硬**，有助支持植物。

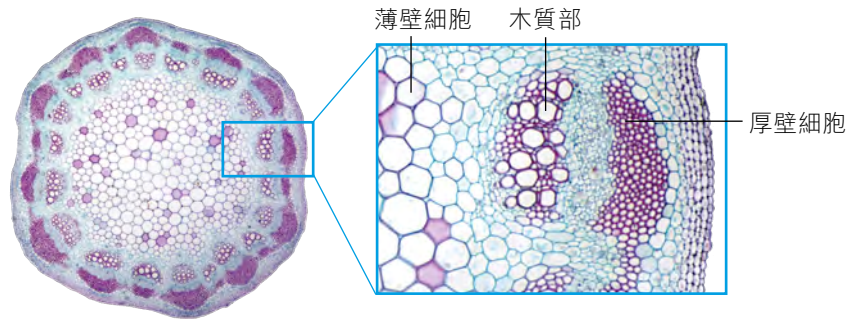


圖 10.25 年幼雙子葉植物莖的橫切面 (×100)

### 概念連繫

在木質莖，木質部的不斷生長會導致一圈圈的年輪形成。第 2 冊第 14 章將詳細討論年輪的形成過程。

在木本植物中，當植物生長時，莖會不斷形成新的木質部，新形成的木質部會把較老的木質部推向中央（圖 10.26）。隨着木質素不斷積聚在木質部的細胞壁，較老的木質部最終會變成**木**。木很堅硬，能為木本植物提供強大的支持。

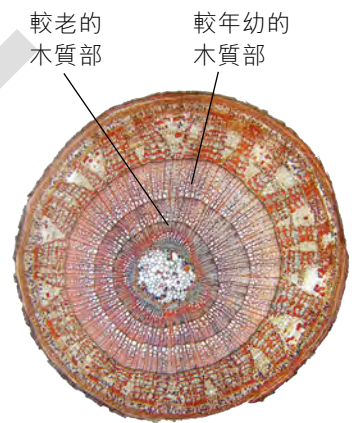


圖 10.26 木本植物莖的橫切面 (×25)

### 促進概念理解

概念連繫 Cross-link

新增

★ 幫助學生把不同課題的概念連繫起來

## 延伸學習

### 根的固定作用

陸生植物除了要保持挺立外，也要把身體固定在地上，這個工作由根部負責。陸生植物的根通常都深入泥土生長，而且生長範圍廣闊，植物因而可抓緊泥土，固定在地上。此外，根的木質導管位於中央位置，這個排列方式可增加植物的拉伸強度\*，避免植物被強風連根拔起。



圖 10.27 根把植物固定在地上

拉伸強度 tensile strength

## 學習要點

植物主要依靠甚麼來支持身體？

植物部位	主要支持方法
葉、草本莖和其他非木質部位	以 <b>薄壁細胞</b> （例如葉的葉肉細胞、莖的皮層和髓中的細胞）的 <b>膨脹度</b> 支持
木質莖	以 <b>厚壁細胞</b> （例如 <b>木質導管</b> ）的 <b>剛度</b> 支持

## 測試站

指示：參考以下兩幅照片，解答 **1** 和 **2** 兩題。照片顯示一盆植物在陽光普照的炎熱日子，上午10時和下午2時的外貌。



### 程度 1

**1** 在上午10時，下列哪個（些）組織為植物的葉片提供支持？

- (1) 木質導管
- (2) 葉肉
- (3) 表皮

**A** 只有 (2)

**B** 只有 (1) 和 (2)

**C** 只有 (1) 和 (3)

**D** (1)、(2) 和 (3)

← p. 35, 36

### 程度 2

**2** 下列哪項正確解釋植物在下午2時的外貌？

**A** 植物的光合作用速率比呼吸作用速率高。

**B** 植物的蒸騰速率比吸水速率高。

**C** 植物的木質導管變得軟縮。

**D** 植物葉片上的所有氣孔都關閉起來。

← p. 35, 36

## 促進概念理解

### 新增內容 New content

- ★ 加入更多跨課題內容，學生可透過比較來理解不同生物學概念的關係

# 10.5 比較人和有花植物的轉運

在第8章和本章，我們分別學習了人和有花植物運送系統的結構及轉運機制。兩者有相同的地方，也有不少相異之處。下表列出其中幾項。

## 學習要點

人和有花植物運送系統的結構和轉運機制有甚麼相同和不同之處？

		人	有花植物
運送系統的結構	相同之處	兩者都涉及 <b>兩組管道</b> 。 人：血管和淋巴管 植物：木質部和韌皮部	
	不同之處	淋巴管在頸附近與靜脈 <b>連接</b> 。	木質部與韌皮部兩者完全 <b>獨立</b> 。
		血管和淋巴管都由 <b>活細胞</b> 組成。	<b>木質部</b> 由 <b>已死的細胞</b> 組成， <b>韌皮部</b> 則由 <b>活細胞</b> 組成。
		血管和淋巴管的 <b>直徑可以改變</b> 。	木質導管和篩管的 <b>直徑是固定的</b> 。
	靜脈和淋巴管內有 <b>瓣膜</b> 。	篩管內有 <b>篩板</b> 。	
轉運機制	相同之處	兩者都需要 <b>動力</b> ，讓物質在管道內流動。	
	不同之處	<b>心臟</b> 產生動力， <b>主動地</b> 把血液泵往身體各部位。	<b>沒有特別器官</b> 產生動力。水份在木質導管內的流動主要依靠蒸騰拉力帶動。
		動脈管壁富有彈性，它的 <b>反衝</b> 有助推動血液向前流動。	木質導管和篩管的管壁都沒有彈性，無法反衝。
		靜脈和淋巴管內都有 <b>瓣膜</b> ，可 <b>防止</b> 血液和淋巴 <b>倒流</b> 。	木質部和韌皮部都沒有特別構造防止液體倒流。
	靜脈和淋巴管旁邊的 <b>骨骼肌收縮</b> ，有助推動血液和淋巴向前流動。	植物的組織不能收縮。	

## 促進概念理解

### 比較表 Comparison table

- ★ 加入大量比較表，幫助學生比較相似結構或過程的異同

## 技巧教室



★ 講解學生作答論述題的策略

## 回答論述題

有時我們需要以短文方式回答問題。在文中，我們必須有條理及有邏輯地步驟可作參考。

## 第一步 理解問題

閱讀問題時，在重要的資料下劃線，並把「比較」、「解釋」等指令詞圈起來，以提醒自己回答問題時短文應包含的要點，避免遺漏。

例子：

試比較人和有花植物運送系統的結構和轉運機制。

## 第二步 整合知識

利用概念圖、流程圖或表格整合各個論點和事實。第38頁的表格是一個例子。

## 第三步 撰寫短文

把短文分為三個部分：

## 1 引言

簡述文章的主題，無須提供過多背景資料。

人和有花植物都有運送系統，它們的結構和轉運機制都有不少相同的地方，但也有它們獨特之處。以下會舉出一些例子加以說明。

## 2 內文

內文可包含數個段落，在每個段落中明確指出一個論點或事實，並加以論證或闡釋。

人和有花植物的運送系統都涉及兩組管道，人體有血管和淋巴管，有花植物則有木質部和韌皮部。不過，淋巴管在頸附近會與靜脈連接，而木質部和韌皮部則是完全獨立的。人的兩組管道都由活細胞組成，而植物只有韌皮部由活細胞組成，木質部是由已死的細胞組成的。此外，人的管道直徑可以改變，但植物的管道不可以。

在轉運機制方面，人和植物都需要動力以推動物質在管道內流動。人的心臟能產生動力，主動地把血液泵送全身，而動脈管壁亦富有彈性，它的反衝有助推動血液流動。此外，靜脈和淋巴管旁邊骨骼肌的收縮，有助推動血液和淋巴向前流動。這兩種管道內更有瓣膜，可防止血液和淋巴倒流。在植物，水的轉運主要依靠蒸騰拉力帶動。再者，植物並沒有特別的構造主動地產生動力或防止液體倒流。

## 3 總結

把論點歸納起來，並重申文章主題。

雖然人和植物的運送系統有很多相異之處，但兩者都能有效地把物質轉運到身體各部位，對維持生命十分重要。

## 自動灌溉系統

## 問題

美琪將會離家外遊一星期，她擔心外遊期間家裏的盆栽植物沒人照料。



如果一星期不澆水，  
植物會枯萎。怎麼辦？

你可以利用簡單的物料，幫美琪設計和製作一個自動灌溉系統嗎？

## 提升學習動機

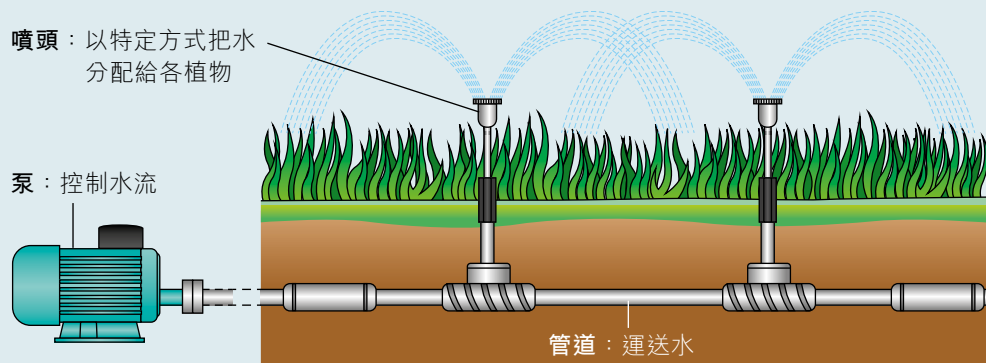
STEM 專題活動 STEM project

- ★ 專題活動讓學生應用跨學科知識，設計物品以解決生活難題
- ★ 附詳盡的活動指引
- ★ 另備工作紙

新增

## 搜集資料

數千年前，人類已發明灌溉系統，把水從水源（例如河流或湖泊）運送到所需的地方。一般灌溉系統有以下的組成部分：



灌溉系統有很多種，以下是一些例子。

### 噴灑灌溉



利用灑水器把水噴灑到空氣中，灌溉效果與下雨相似。

### 滴水灌溉



把水直接滴在植物的根部或根部附近的地方。

### 地面灌溉



利用重力把水運送到泥土表面，運送過程不需要使用機械泵。



從以下網站或其他渠道搜集更多有關灌溉系統的資料。

<https://www.cdc.gov/healthywater/other/agricultural/types.html> (英文)

## 設計模型

利用下面建議的物料和根據以下提示，設計一個自動灌溉系統，以解決美琪的問題。把計劃交給老師看看，經批准後便可動手製作模型。

橡膠管 (3 m)	1 條	膠盤	1 個	剪刀	1 把	膠紙	適量
大膠樽	1 個	大頭針	1 支	水	適量	藍寶貼	適量

### 提示

- 1 在不利用泵的情況下，怎樣可以把水運送到不同位置的植物？
- 2 怎樣確保在不同位置的植物獲得的水量相同？
- 3 怎樣控制運送到植物的水量？

## 測試模型

測試並評估模型的性能。

- |                     |                             |                              |
|---------------------|-----------------------------|------------------------------|
| 1 水能夠從水源運送到不同位置嗎？   | <input type="checkbox"/> 能夠 | <input type="checkbox"/> 不能夠 |
| 2 運送到植物的水量合適嗎？      | <input type="checkbox"/> 合適 | <input type="checkbox"/> 不合適 |
| 3 在不同位置的植物獲得的水量相同嗎？ | <input type="checkbox"/> 相同 | <input type="checkbox"/> 不相同 |
| 4 系統能夠自動運作一星期嗎？     | <input type="checkbox"/> 能夠 | <input type="checkbox"/> 不能夠 |

## 改良設計

比較自己和其他組別的灌溉系統。哪個模型的表現最好？這個模型有甚麼特別之處？試改良自己的灌溉系統，並再次測試。

**試想想** 解答篇 (p. 1)

- 1 根一方面從泥土吸收水份和礦物質，另一方面把植物固定在地上。
- 2 混凝土阻礙了樹根的生長範圍，也影響了它的氣體交換，使樹根生長不良，不能有效地把樹木固定在地上，結果在強風下樹木很易被吹塌。

**?** 參考答案

- p. 14** 有其他因素限制了蒸騰速率。

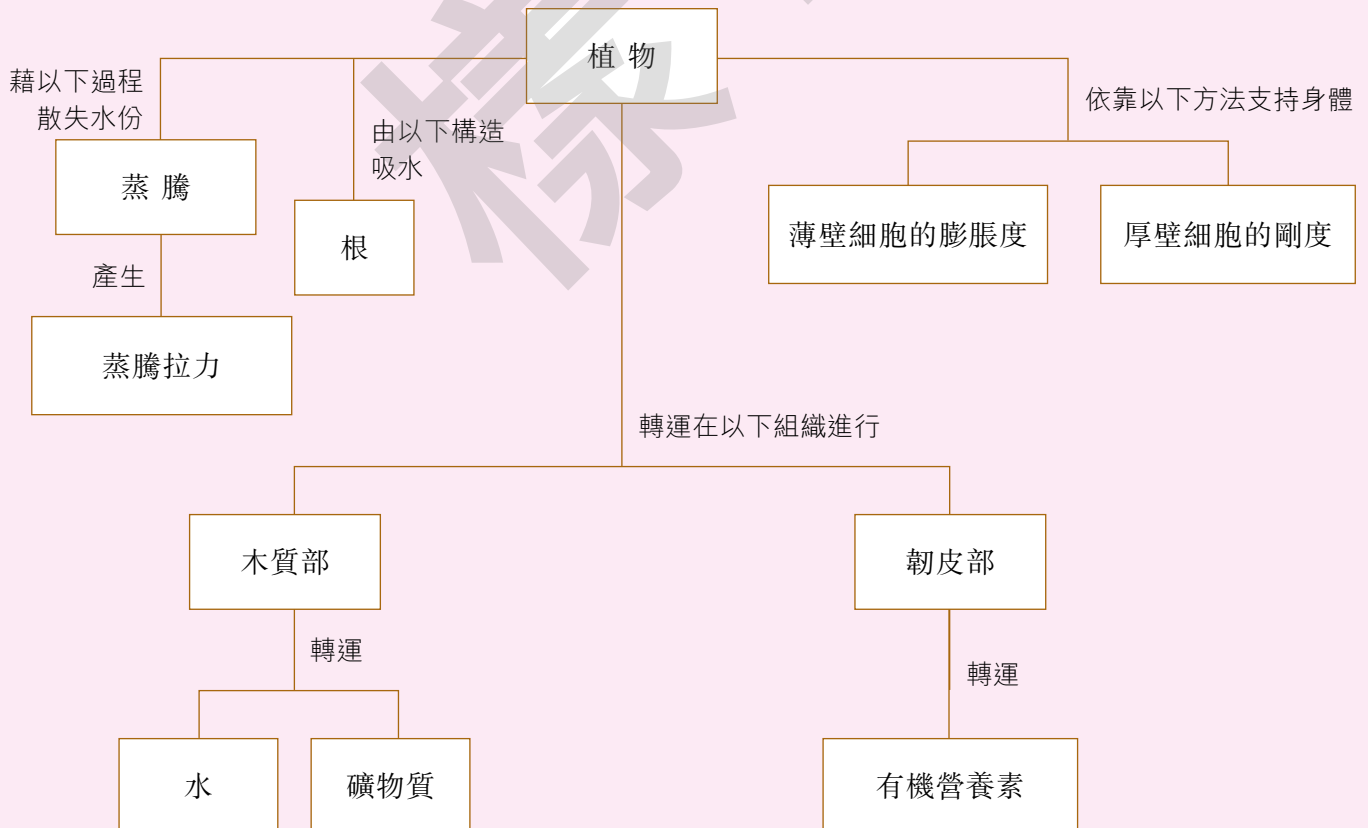
標本

## 詞彙



- |                      |                            |
|----------------------|----------------------------|
| 1 木質素 lignin         | 10 維管束 vascular bundle     |
| 2 木質部 xylem          | 11 維管組織 vascular tissue    |
| 3 木質導管 xylem vessel  | 12 蒸騰 transpiration        |
| 4 皮層 cortex          | 13 蒸騰拉力 transpiration pull |
| 5 伴細胞 companion cell | 14 蒸騰計 potometer           |
| 6 氣孔 stoma           | 15 篩板 sieve plate          |
| 7 根毛 root hair       | 16 篩管 sieve tube           |
| 8 根冠 root cap        | 17 輸導 translocation        |
| 9 韌皮部 phloem         | 18 髓 pith                  |

## 概念圖

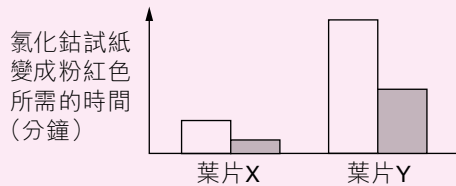


## 練習

### 第 10.1 節

#### 程度 1

- MC  
① 在兩片葉的上、下表面各貼上大小相同乾燥的氯化鈷試紙。下圖顯示試紙變成粉紅色所需的時間。



圖例: □ 上表面    ■ 下表面

下列哪個葉片表面有較多氣孔？

- A 葉片 X 的上表面
- B 葉片 X 的下表面
- C 葉片 Y 的上表面
- D 葉片 Y 的下表面

DSE Bio 2015 IA Q17, 18

### 多元評估 鞏固所學

#### 練習 Exercise

- ★ 新增大量題目
- ★ 題目按課節分類，方便安排家課
- ★ 分為程度 1-3，照顧學習差異
- ★ 涵蓋至 DSE 2019 最新試題

MC  
3

(題目因版權關係而無法顯示，請參看樣書)

MC  
4

DSE Bio 2014 IA Q22

(題目因版權關係而無法顯示，請參看樣書)

#### 程度 2

DSE Bio 2012 IA Q10, 11

← p. 9

(題目因版權關係而無法顯示，請參看樣書)

(題目因版權關係而無法顯示，請參看樣書)

MC  
6

(題目因版權關係而無法顯示，請參看樣書)

MC  
8

(題目因版權關係而無法顯示，請參看樣書)

- 9 下圖顯示用來研究帶葉枝條的蒸騰的重量蒸騰計。



研究人員把以上裝置放在實驗室4小時，然後記錄電子秤和量筒的讀數變化。下表顯示結果。

電子秤的讀數變化 (g)	1.5
量筒的讀數變化 (cm <sup>3</sup> )	2

- a 從電子秤和量筒的讀數變化，可以作出甚麼推斷？解釋這個變化對植物生長的重要性。(3分)
- b 如果把枝條上的所有葉摘走，然後重複實驗，實驗結果會有甚麼分別？為甚麼？(3分)

← p. 3, 16

DSE Bio 2014 IA Q20, 21

(題目因版權關係而無法顯示，請參看樣書)

10 DSE Bio 2013 IB Q6



(題目因版權關係而無法顯示，請參看樣書)

(題目因版權關係而無法顯示，請參看樣書)

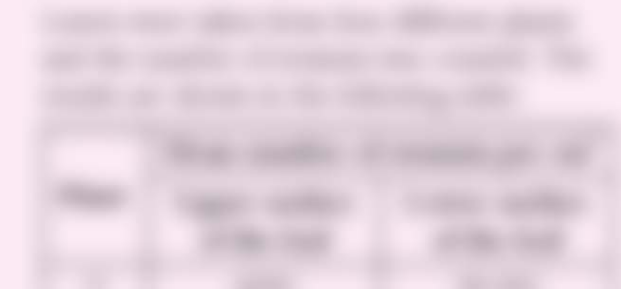


(題目因版權關係而無法顯示，請參看樣書)

程度 3

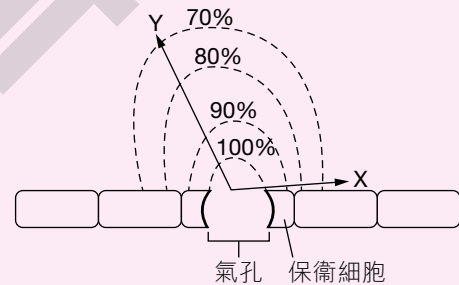
MC

11 DSE Bio 2012 IA Q12



(題目因版權關係而無法顯示，請參看樣書)

12 下圖顯示葉片氣孔附近水汽的飽和百分率。



a 保衛細胞的細胞壁厚度並不平均。這特徵與保衛細胞的功能有甚麼關係？

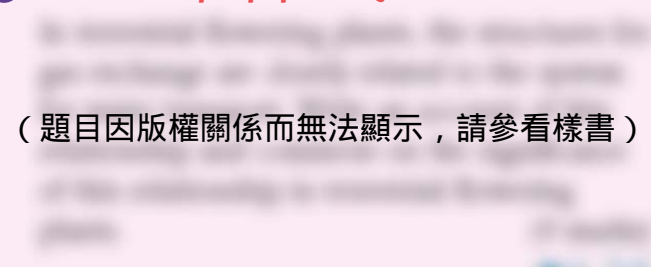
(4分)

b 葉片內的水汽會朝哪個方向 (X 還是 Y) 較快地擴散到大氣中？解釋你的答案。

(3分)

← p. 4, 6

13 DSE CS Sample paper B Q9



(題目因版權關係而無法顯示，請參看樣書)

## 第 10.2 節

### 程度 1

MC

- 14 下列哪個植物構造和它的功能的配對是正確的？

構造	功能
A 表皮	保護內層細胞
B 皮層	從泥土吸收礦物質
C 木質部	從泥土吸收水份
D 韌皮部	把礦物質轉運到葉

← p. 19

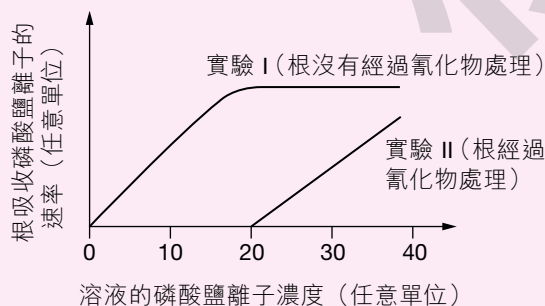
### 程度 2

MC

- 15 DSE Bio 2014 IA Q23

(題目因版權關係而無法顯示，請參看樣書)

- 16 某科學家把一株植物的根浸入含有不同濃度的磷酸鹽離子溶液中，然後量度根吸收磷酸鹽離子的速率。接着，他用另一株根部被氰化物處理過的植物重複實驗。氰化物是一種會抑制呼吸作用的化學物。下表顯示兩次實驗的結果。



- a 描述當溶液的磷酸鹽離子濃度低於 20 個任意單位時，實驗 I 和 II 的結果。  
(2分)

- b 就你在題 a 的答案，解釋為甚麼實驗 I 和 II 的結果不同。  
(4分)
- c 解釋當磷酸鹽離子溶液的濃度超過 20 個任意單位時，圖中代表實驗 I 結果的曲線形狀。  
(2分)

← p. 21

## 第 10.3 節

### 程度 1

MC

- 17 DSE Bio 2012 IA Q3

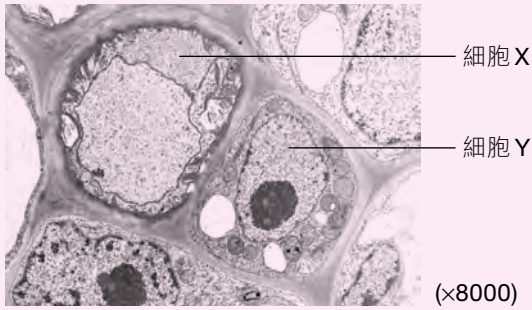
(題目因版權關係而無法顯示，請參看樣書)

MC

- 18 DSE Bio 2019 IA Q32

(題目因版權關係而無法顯示，請參看樣書)

- 19 以下電子顯微照片顯示韌皮部的部分橫切面。



- a 辨識細胞 X 和細胞 Y。解釋你的答案。(3分)
- b 指出細胞 X 和細胞 Y 的功能。(2分)

← p. 25

## 程度 2

### DSE Bio 2017 IA Q14–16

(題目因版權關係而無法顯示，請參看樣書)

(題目因版權關係而無法顯示，請參看樣書)

(題目因版權關係而無法顯示，請參看樣書)

- 23 下圖顯示一盆盆栽植物。它的其中一片葉被膠袋包裹着，袋內充滿含有放射性碳的二氧化碳。研究人員把整盆植物放在陽光下兩小時，然後量度植物不同部位的放射性。下頁的表顯示量度結果。



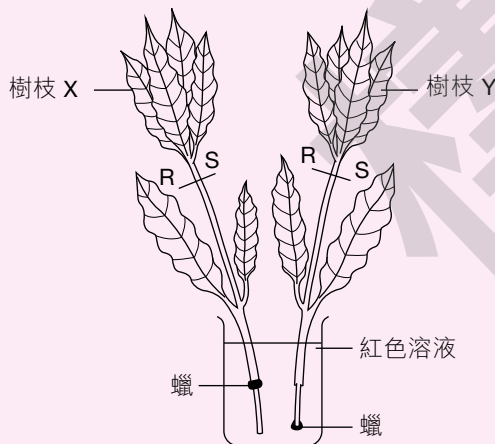
植物部位	放射性 (任意單位)
枝條末端	1250
果實	8930
根	900

- a 為甚麼在枝條末端、果實和根都發現有放射性？ (2分)
- b 實驗結果怎樣顯示植物內有機食物的輸導是雙向的？ (1分)
- c 枝條末端和果實同樣需要大量有機食物來生長，不過枝條末端的放射性較果實低很多。提出一項原因解釋這個現象。 (2分)

← p. 30

### 程度 3

指示：參考下圖，解答 24 和 25 兩題。圖示兩株帶葉樹枝，它們的莖尾部被削去一圈樹皮，並在不同位置塗上了蠟。接着，兩條樹枝的尾部被浸在紅色溶液中一小時。



MC 24 下列哪項會是實驗結束後的觀察結果？

- A 樹枝 X 的莖會腫脹起來。
- B 樹枝 X 的葉片會保持挺立。
- C 樹枝 Y 的莖會彎曲。
- D 樹枝 Y 的葉片會變成紅色。

← p. 28, 30

MC 25 樹枝 X 和 Y 的莖沿 RS 位置被切開。在切口表面會觀察到下列哪個樣子？

- A X: Y: 圖例: ■ 染紅
- B X: Y:
- C X: Y:
- D X: Y:

← p. 26

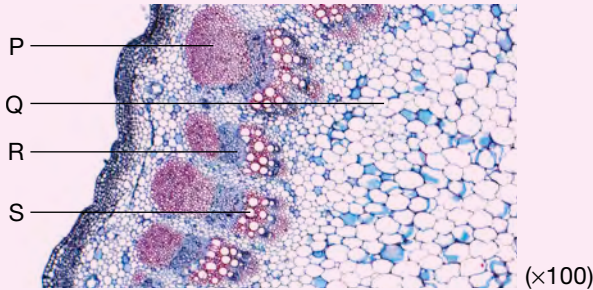
### 26 DSE Bio 2019 IB Q10

(題目因版權關係而無法顯示，請參看樣書)

第10.4節

程度1

指示：參考以下顯微照片，解答 27 和 28 兩題。照片顯示一株雙子葉植物莖部的橫切面。



MC 27 下列哪項是部位 R 和部位 S 的細胞的正確比較？

- |   | 部位 R 的細胞 | 部位 S 的細胞 |
|---|----------|----------|
| A | 不含水份     | 含有水份     |
| B | 含有礦物質    | 不含礦物質    |
| C | 不會進行光合作用 | 會進行光合作用  |
| D | 會進行呼吸作用  | 不會進行呼吸作用 |

← p. 24-26

MC 28 下列哪些部位的細胞為植物提供支持？

- A 只有 P 和 R
- B 只有 Q 和 S
- C 只有 P、Q 和 S
- D P、Q、R 和 S

← p. 35, 36

程度2

MC 29 DSE Bio 2017 IA Q17

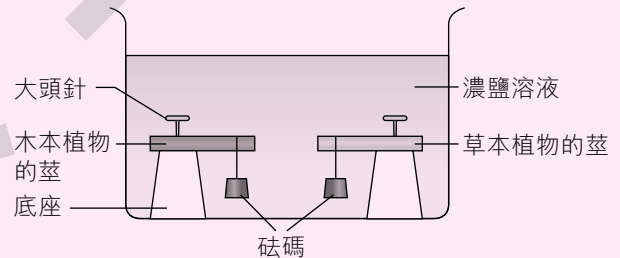
(題目因版權關係而無法顯示，請參看樣書)

30 DSE Bio 2012 IB Q3



(題目因版權關係而無法顯示，請參看樣書)

31 下圖顯示兩條分別取自草本植物和木本植物的莖部組織。組織被浸在濃鹽溶液中。



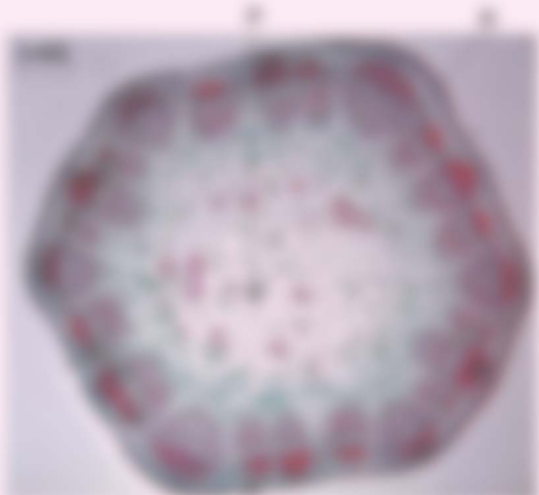
- a 指出 24 小時後兩條莖的外貌。(2分)
- b 解釋你在題 a 的答案。(5分)
- c 如果以蒸餾水代替濃鹽溶液重複實驗，莖的外貌會怎樣？解釋你的答案。(2分)

← p. 35, 36

## 32 DSE Bio 2014 IB Q4

Three sections of the stems from two different dicotyledonous plants, A and B, are shown in Photomicrograph 1 and Photomicrograph 2.

Photomicrograph 1 - Stem of plant A



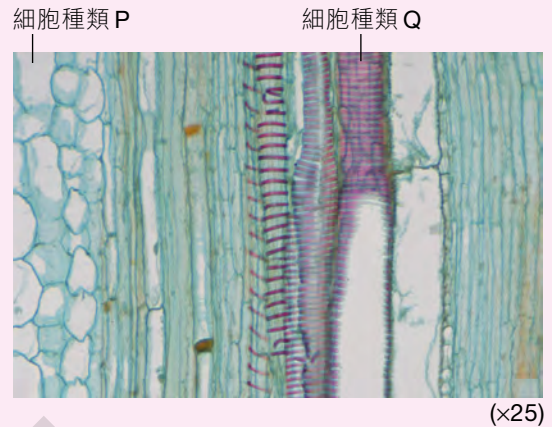
(題目因版權關係而無法顯示，請參看樣書)



4. With reference to Photomicrograph 1, state a suitable one-word description of tissue X. (1 mark)
5. With reference to the photomicrographs, deduce the major source of support in plants A and B. (2 marks)

## 程度3

- 33 以下顯微照片顯示一株年幼植物莖部的部分縱切面。



- a 細胞種類 Q 的細胞壁有木質素積聚。
- i 解釋木質化細胞壁對細胞種類 Q 在功能上的重要性。 (3分)
- ii 木質素通常以環形方式積聚在年幼的莖上。這個積聚方式對年幼莖的生長有甚麼重要性？ (1分)
- b 細胞種類 P 的水勢通常相對較低。解釋為甚麼這對植物的支持非常重要。 (2分)
- c 某種真菌可以在細胞種類 Q 內生長，最終阻塞細胞。如果植物受到這種真菌感染，感染位置以上的葉便可能變黃並最終枯萎。解釋個中原因。 **提示 (p. 51)** (4分)

← p. 24, 35, 36

## 提示

- Q26** 蒸騰發生時，一股拉力會在木質導管內形成。
- Q33** 如果葉沒有足夠的礦物質和水份供應，便會變黃甚至枯萎。

細閱下文，然後回答問題。

### 電子玫瑰

你能想像得出我們可以透過電路來控制植物葉片的顏色嗎？數年前，有科學家成功把電路植入玫瑰內，只要通電便可改變玫瑰葉片的顏色。

為在玫瑰體內植入電路，科學家在玫瑰的維管系統中注入一種稱為 PEDOT 的導電物質。做法是這樣的：科學家先把玫瑰莖的尾部切去，然後把切口浸入 PEDOT 溶液中。PEDOT 溶液被莖吸收並沿維管組織轉運到葉片。部分 PEDOT 溶液會逗留在它流經的維管組織中，使植物體內形成電路。經過進一步的處理後，玫瑰葉片的顏色便可透過通電而改變。

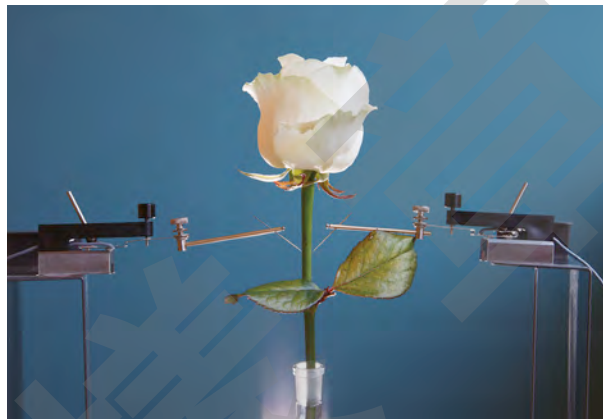


圖 10.28 科學家培植玫瑰，把電路植入它的維管系統內

這項研究的主要目的並不是改變葉片顏色，而是發掘電子植物的潛在用途，例如在樹木內植入電路以製成環保天線、以電路控制植物生產有用物質、利用植物的光合作用提供能量等。

#### 提升學習動機

從閱讀中學習 Reading to learn

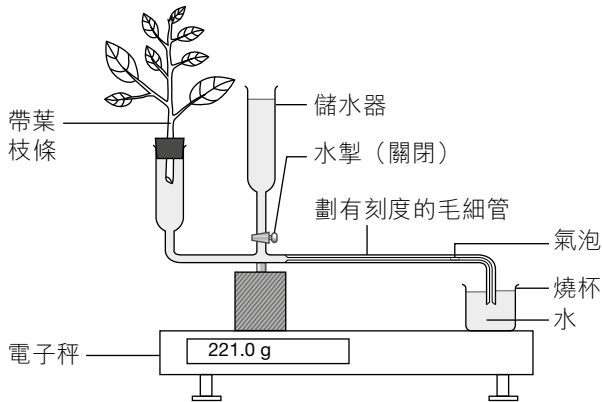
- ★ 內容全面更新
- ★ 增添 STEM 元素，提升學生的解難能力

### 問題

- 1 PEDOT 溶液經哪種維管組織由莖轉運到葉？ (1 分)
- 2 科學家利用植物維管系統的哪個特徵，以在植物體內形成電路？ (1 分)
- 3 科學家在尋找可注入玫瑰的導電物質時遇到不少困難。舉出其中兩項。 (2 分)

## 甲部 (每題1分)

指引：參考下圖，解答 1 和 2 兩題。圖示量度植物吸水量和失水量的實驗裝置。



1 要計算植物的蒸騰速率，我們需要記錄

- (1) 氣泡的移動距離。
- (2) 電子秤的讀數變化。
- (3) 實驗進行時間。

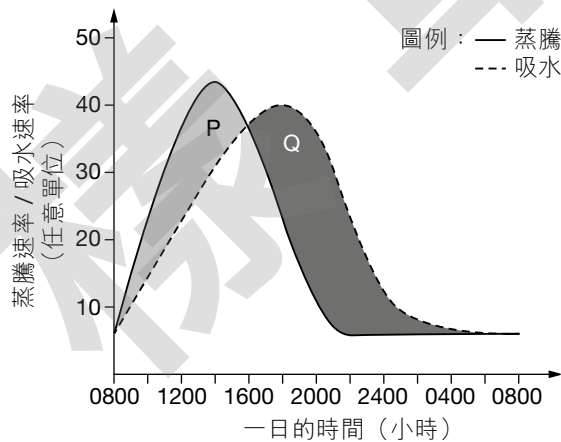
- A 只有 (1) 和 (2)
- B 只有 (1) 和 (3)
- C 只有 (2) 和 (3)
- D (1)、(2) 和 (3)

2 在這個實驗中，下列哪項能改善量度植物吸水量的準確度？

- A 使用直徑較細的毛細管
- B 使用葉片較多的枝條
- C 用透明膠箱把裝置覆蓋
- D 使用更準確的電子秤

## 乙部 (共8分)

3 下圖顯示一株植物在24小時內蒸騰和吸水的速率。



a 描述並解釋以下速率在0800至1400的變化：

- i 蒸騰速率 (4分)
- ii 吸水速率 (2分)

b 解釋為甚麼一株健康植物，面積Q通常較面積P大。 (2分)

### 多元評估 鞏固所學

#### 自我評核 Self test

- ★ 設於每章末，以測驗卷形式讓學生於課後自行評核所學
- ★ 題目全面更新
- ★ 附答案

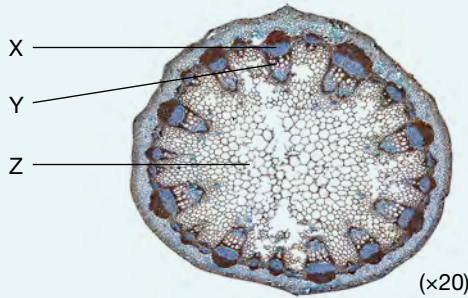
查看答案



## 多項選擇題

### 植物的轉運、食物試驗

指示：參考以下顯微照片，解答 1 和 2 兩題。  
照片顯示一株雙子葉植物的莖的橫切面。



1 下列哪個組合正確辨認部分 X、Y 和 Z？

	X	Y	Z
A	木質部	韌皮部	髓
B	韌皮部	木質部	髓
C	髓	韌皮部	木質部
D	髓	木質部	韌皮部

2 已知這株植物內的糖份以蔗糖的形式轉運。一名學生收集部分 X 的內含物，然後為內含物進行本立德試驗和碘液試驗。下列哪個組合正確描述試驗的結果？

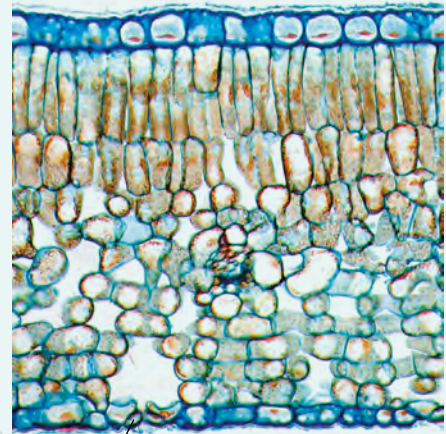
	本立德試驗	碘液試驗
A	沒有沉澱物形成	轉為藍黑色
B	沒有沉澱物形成	維持棕色
C	形成磚紅色沉澱物	轉為藍黑色
D	形成磚紅色沉澱物	維持棕色

### 植物的吸收、主動轉運、滲透

- 3 某抑制劑能抑制一種參與呼吸作用的酶。如果把這抑制劑加入植物，植物會減少吸水。這可能因為
- A 木質導管被阻塞。
  - B 根毛細胞藉滲透失去水份。
  - C 根毛細胞不能藉主動轉運從泥土吸收礦物質。
  - D 經蒸騰失去的水份減少。

### 植物的氣體交換、蒸騰、細胞分裂

指示：參考以下顯微照片，解答 4 和 5 兩題。  
照片顯示一株木本植物葉片的切面。



細胞 X (×150)

4 下列哪項是細胞 X 的主要功能？

- A 控制氣孔的大小
- B 防止水份從葉片散失
- C 吸收空氣中的水份
- D 保護葉片內層的細胞

5 下列哪項有關細胞 X 的敘述是正確的？

- A 細胞 X 也能在莖找到。
- B 細胞 X 有厚細胞壁，能支撐葉片。
- C 細胞 X 在日間會進行光合作用。
- D 細胞 X 能進行有絲細胞分裂，產生新細胞。

### 氣體交換、人的營養、植物的轉運

6 DSE Bio 2015 IA Q2

(題目因版權關係而無法顯示，請參看樣書)

### 多元評估 鞏固所學

新增

### 跨課練習 Cross-topic exercise

- ★ 每數章後提供綜合練習，幫助學生整合不同課題的概念，應付 DSE 的跨課題試題
- ★ 每題清楚列出涵蓋的課題

### 植物的氣體交換、轉運、支持

#### 7 DSE Bio 2018 IA Q24



The following diagram shows a cross-section of a stem with vascular bundles arranged in a ring.

Diagram 1: A cross-section of a stem showing vascular bundles arranged in a ring. The bundles are arranged in a ring, with primary xylem on the inner side and primary phloem on the outer side. The diagram is partially obscured by a large watermark.

Diagram 2: A cross-section of a stem showing vascular bundles arranged in a ring. The bundles are arranged in a ring, with primary xylem on the inner side and primary phloem on the outer side. The diagram is partially obscured by a large watermark.

Diagram 3: A cross-section of a stem showing vascular bundles arranged in a ring. The bundles are arranged in a ring, with primary xylem on the inner side and primary phloem on the outer side. The diagram is partially obscured by a large watermark.

Diagram 4: A cross-section of a stem showing vascular bundles arranged in a ring. The bundles are arranged in a ring, with primary xylem on the inner side and primary phloem on the outer side. The diagram is partially obscured by a large watermark.

Diagram 5: A cross-section of a stem showing vascular bundles arranged in a ring. The bundles are arranged in a ring, with primary xylem on the inner side and primary phloem on the outer side. The diagram is partially obscured by a large watermark.

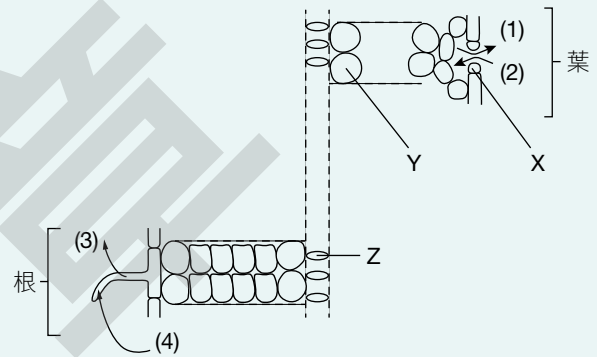
(題目因版權關係而無法顯示，請參看樣書)

### 植物的轉運、滲透

- 8 很多化學肥料都建議每8至10天才使用一次。如果使用太頻密，會可能帶來甚麼後果？
- A 根會長得過快，影響植物其他部分的生長。
  - B 根會吸收過多礦物鹽，毒害植物。
  - C 根會大量失水，導致植物脫水。
  - D 根會被肥料中高濃度的礦物質破壞。

### 植物的氣體交換、支持

指示：參考下圖，解答9和10兩題。下圖是一株草本植物的根和葉的簡圖。



- 9 哪個（些）箭號正確顯示在日間氧擴散的方向？
- A 只有 (2)
  - B 只有 (4)
  - C 只有 (1) 和 (4)
  - D 只有 (2) 和 (3)
- 10 哪類細胞有支持植物的作用？
- A 只有 X 和 Y
  - B 只有 X 和 Z
  - C 只有 Y 和 Z
  - D X、Y 和 Z

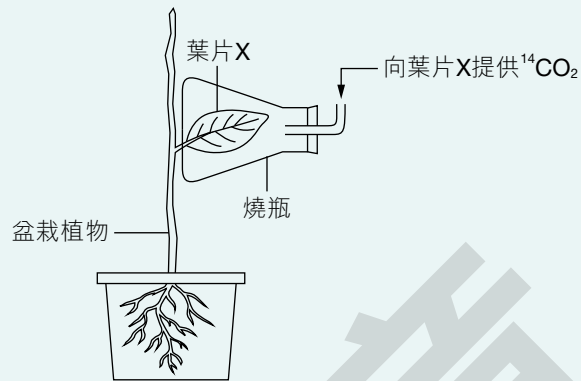
## 短題目

### 人和植物的氣體交換

- 11 人有循環系統，能有效地把氧轉運到身體各部分。有花植物雖然沒有這個特化系統，但仍然在自然界生存得很好。舉出個中原因。(5分)

### 植物的氣體交換、轉運

- 12 美玲進行實驗，以探究植物的輸導過程。下圖顯示她的實驗裝置：



- a 描述葉片 X 的細胞怎樣吸收放射性二氧化碳 ( $^{14}\text{CO}_2$ )。(2分)
- b 兩小時後，在根測量到的輻射量為每分鐘 1758 計數。
- i 如果實驗期間把整個裝置放在一個黑箱內，在根測量到的輻射量會有甚麼不同？簡單解釋你的答案。(2分)
- ii 如果實驗前從植物的莖削走一環樹皮，在根測量到的輻射量會有甚麼不同？簡單解釋你的答案。(2分)

### 科學方法、蒸騰、滲透

- 13 **OCR GCSE 2008**



Look at Sam's results.

	When it was lit	When after 10 hours lit
A	100	100
B	100	100
C	100	100

- Explain the difference between the results for A and B. 2 marks
- Why did Sam set up Table 1? 2 marks
- How explain the experiment, but in a normal way.  
Show us the results.

	When it was lit	When after 10 hours lit
A	100	100
B	100	100
C	100	100

Explain the difference between the results for A and B. (題目因版權關係而無法顯示，請參看樣書) 2 marks

- The diagram shows a cell from one of the plants.



When the experiment the plant on left used there is no water in the tube. The diagram below shows the same cell when there is no water left in the tube.



- What word describes the cell wall? 2 marks
- What is in the vacuole? 2 marks

## 結構題

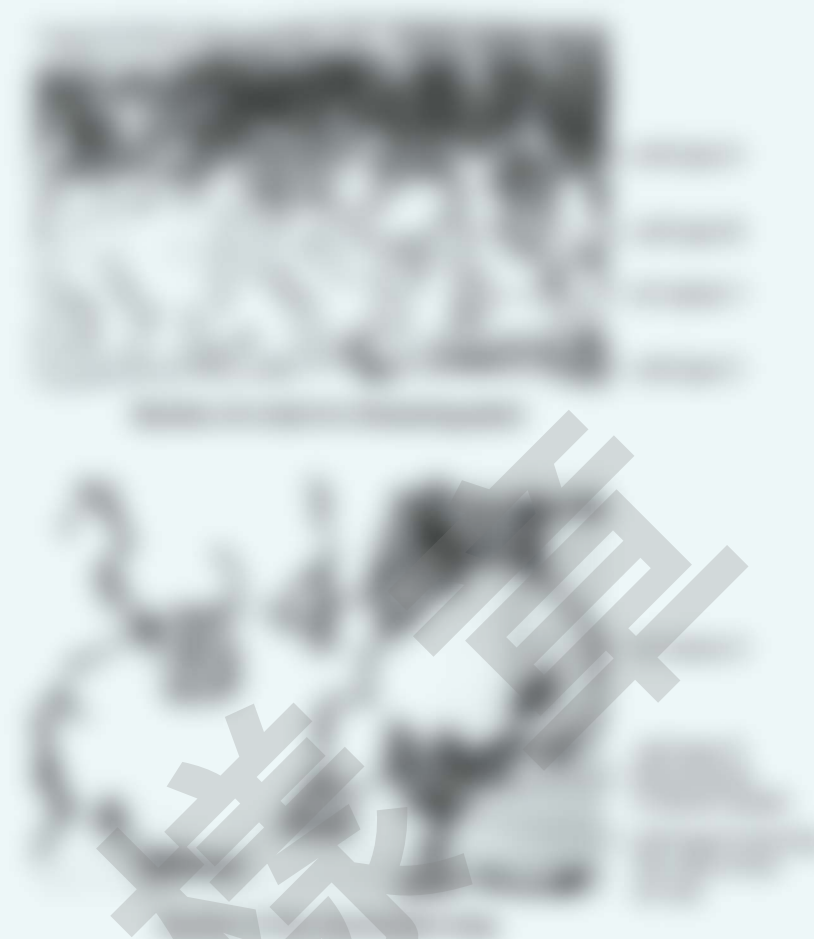
植物的氣體交換、支持

14 CE Bio 2011 IB Q10b



(題目因版權關係而無法顯示，請參看樣書)

15 CE Bio 2010 IA Q2



(題目因版權關係而無法顯示，請參看樣書)

16 Cambridge O Level Biology 5090 Paper 6 Q1 a–b November 2009

(題目因版權關係而無法顯示，請參看樣書)

論述題

人和植物的營養素吸收

17 有花植物的根和人的小腸都進行吸收。比較根和小腸所吸收的物質和它們適應吸收的特徵。  
(10分)

人和植物的轉運

18 人的循環系統和有花植物的維管系統對物質的轉運相當重要。比較這兩個系統的結構和轉運機制。  
(12分)

New Senior Secondary

Mastering

新高中

Biology

基礎生物學

Third Edition  
第三版

電子教學資源推介

**翻轉課堂**

利用以下網上資源備課，然後回答問題。



點擊 QR 碼

# 6.4 消化

食物經攝食後，會沿消化道移動，途中食物會被消化。消化可分為**物理消化**\*和**化學消化**\*兩種。

翻轉課堂 Flipped classroom

新增

- ★ 設有生動影片講解生物學概念，鼓勵學生自主學習
- ★ 影片附有中英文字幕
- ★ 備有自動批改練習

p. 6-10

較大塊的食物      較細小的食物碎塊

圖 6.11 物理消化

## A 物理消化和化學消化

### 1 物理消化

**物理消化**是指利用**物理動作**把食物變成**碎塊**的過程。物理消化不會改變食物的化學結構，但會**增加食物與消化液接觸的表面積**。

食物經物理消化後，體積仍然太大，不能被身體吸收。它們須經化學消化，進一步分解成更細小的分子。

### 2 化學消化

**化學消化**是指把大而複雜的食物分子分解成為**細小並可溶的分子**的**化學反應**。這些化學反應需要**消化酶**\*來催化。

人的消化系統內主要有**碳水化合物酶**、**脂肪酶**和**蛋白酶**三種消化酶。它們分別把碳水化合物、脂質和蛋白質分解成細小並可溶的分子，供身體吸收（圖 6.12）。**水**、**維生素**和**礦物質**等體積較小的食物物質不需經化學消化，可以直接吸收。

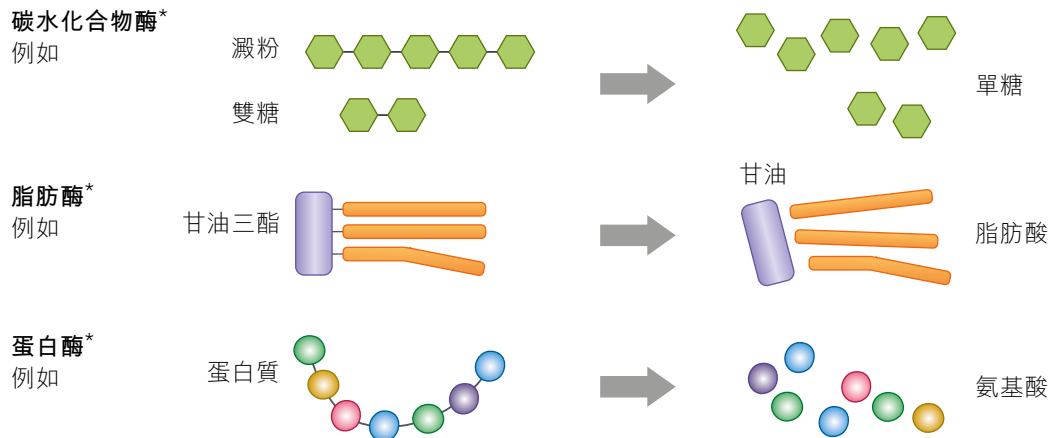
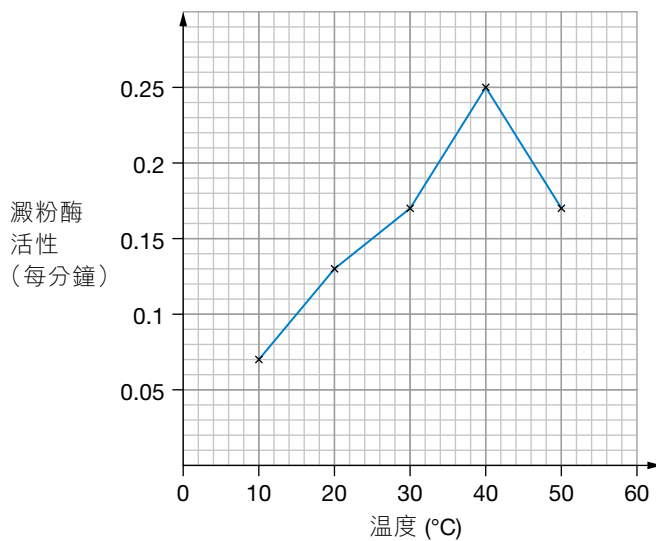


圖 6.12 碳水化合物酶、脂肪酶和蛋白酶催化化學消化

溫度對澱粉酶活性的影響



## 技巧教室

## 繪畫線圖

參閱第17頁。

## 網上學堂 4.1



點擊 QR 碼

## 網上學堂 Online tutorial

新增

- ★ 提供教學影片，幫助學生理解「例題解說 Learning through examples」的內容，迅速提升答題技巧
- ★ 方便學生自主學習

p. 4-17

## 例題解說

## 技巧教室

## 活用技巧

## 繪畫線圖

線圖可用來顯示兩個變量之間的關係。繪畫線圖時，我們會把數據點標示在方格紙上，每個數據點表示兩個變量的數據。用線把各個數據點連起來，就能清楚地呈現數據的趨勢。線圖應繪畫在方格紙上，而非其他類型紙張。

1 為線圖加上標題。

● 溫度對澱粉酶活性的影響

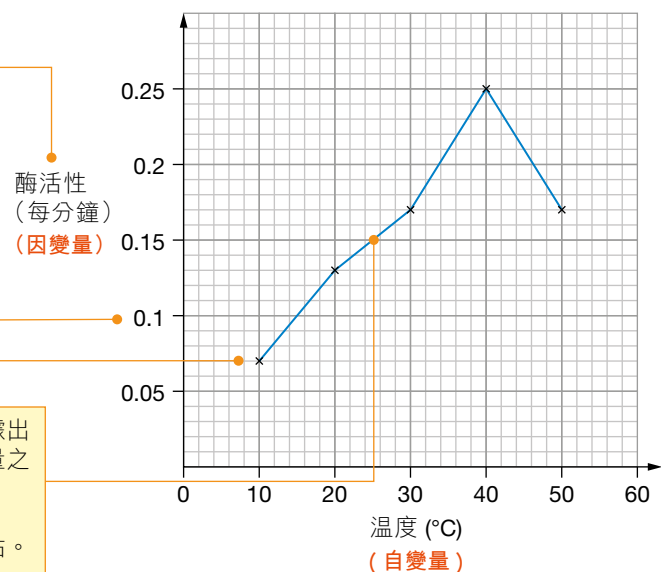
2 在橫軸標示自變量，在縱軸標示因變量，並分別寫上單位。

3 軸上頭尾的標度要涵蓋所有量度數據，而每個標度的範圍亦必須統一。數據點應分佈在至少半張方格紙上。

4 以「x」號標繪各數據點。

5 用短直線或平滑的曲線連接各點。留意只有數據出現可預期的趨勢時才用曲線連接。如果預期變量之間有直線關係，就應繪畫最適合直線\*。

如果原點上沒有任何數據，就不要把線連上原點。



擴增實境 AR

新增

- ★ 透視生物結構，了解機理
- ★ 使用AR卡提高學習趣味，加深印象

點擊 QR 碼



p. 17-18

## B 拮抗肌的作用

肌肉收縮時，它會向骨施加拉力，使骨朝一個方向移動。要把骨朝相反方向推回原位，便需要另一組肌肉的收縮。也就是說，肌肉須**成對地運作**，當中的兩組肌肉在活動中起相反作用，這對肌肉稱為**拮抗肌**<sup>\*</sup>。

在每對拮抗肌中，收縮時使**肢體屈曲**的肌肉稱為**屈肌**<sup>\*</sup>，而收縮時使**肢體伸直**的肌肉稱為**伸肌**<sup>\*</sup>。

下面是一個例子，說明前臂的一對拮抗肌（包括**二頭肌**<sup>\*</sup>和**三頭肌**<sup>\*</sup>）怎樣互相協調地運作，使前臂屈曲和伸直。在這個前臂的運動中，二頭肌是屈肌，三頭肌是伸肌。



動畫 17.1



手臂屈曲	手臂伸直
<p>二頭肌收縮，三頭肌放鬆，使手臂在肘關節屈曲，即提起前臂。</p> <p>Diagram labels: 二頭肌 (屈肌) 收縮, 三頭肌 (伸肌) 放鬆, 肘關節, 提起前臂</p>	<p>三頭肌收縮，二頭肌放鬆，使手臂在肘關節伸直，即放下前臂。</p> <p>Diagram labels: 三頭肌收縮, 二頭肌放鬆, 放下前臂</p>

### 錯與對

- ✘ 當二頭肌收縮而三頭肌放鬆時，會把骨伸直。
- ✔ 當二頭肌收縮而三頭肌放鬆時，會把手臂（即肢體）伸直。



## ii) 紅樹林

點擊 QR 碼

紅樹林主要位於受遮蔽的海灣，在潮汐漲退影響下，河水和海水交替淹蓋紅樹林的軟泥基層，所以軟泥的鹽度在一天中變化很大。

### 虛擬考察 VR

新增

- ★ 隨時隨地進行生態考察或實地參觀活動
- ★ 支援各類流動裝置

p. 19-14

紅樹林受海灣保護，不受海浪直接沖擊，於是有機物可以在軟泥裏積聚。軟泥的氧含量低，部分紅樹林植物發展出特別的根，露出軟泥之上（圖 19.19），讓根可以從空氣獲取足夠的氧。有些品種的紅樹林植物更可經葉排出多餘鹽份（圖 19.20）。



圖 19.19 (a) 秋茄樹的膝狀根和 (b) 海欖雌的出水通氣根露出軟泥之上，從空氣獲取氧



圖 19.20 蠟燭果的葉有鹽腺，可以排出多餘的鹽份

DSE

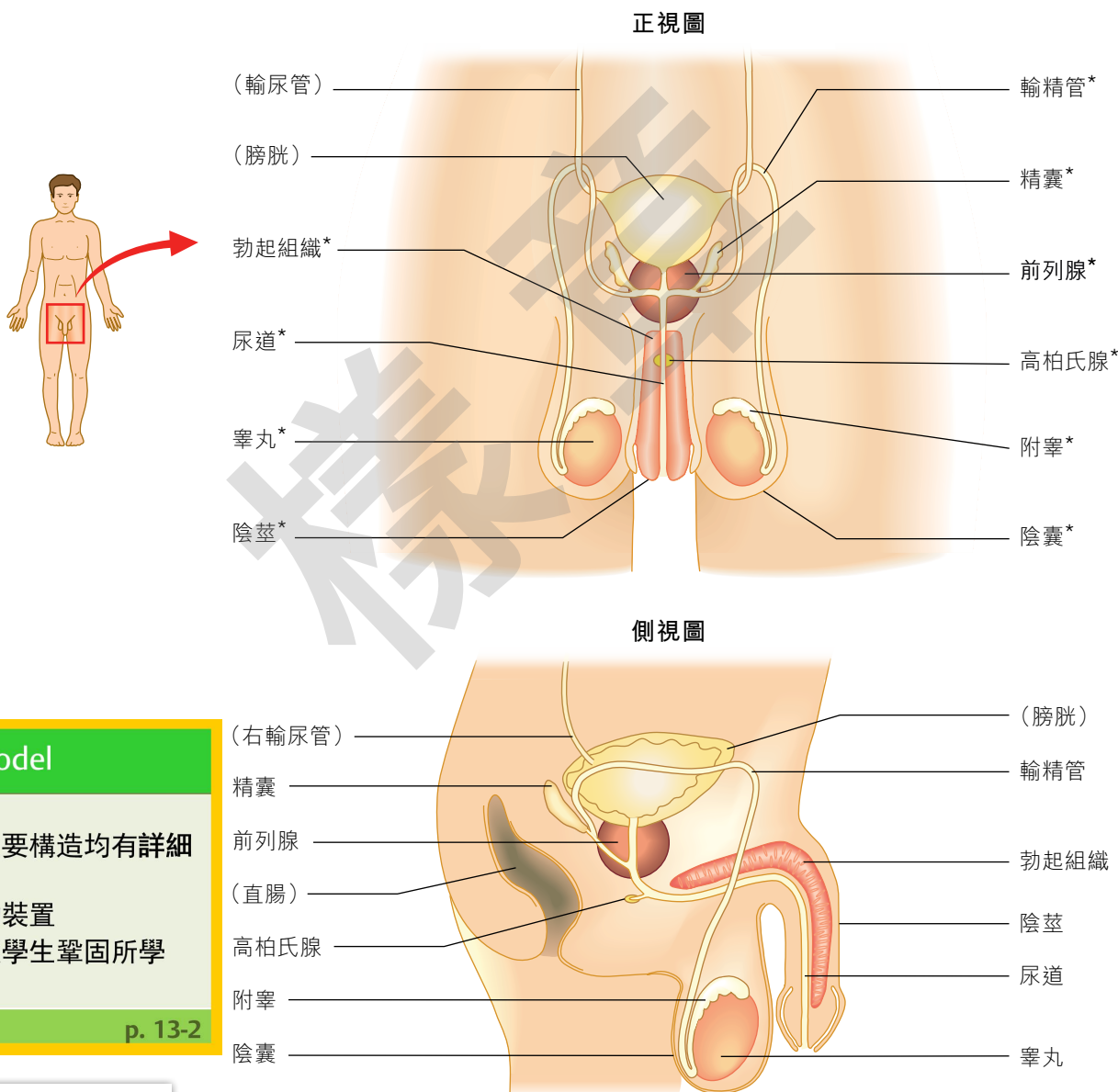
12(IA)Q28, 13(IA)Q35

# 13.1 人的生殖系統

我們學過，很多有花植物都能夠進行無性生殖，同時可以產生花和種子來進行有性生殖。人的生殖方式又是怎樣的呢？跟有花植物不同，人只進行**有性生殖**，而這項工作由生殖系統專門負責。

## A 男性生殖系統

圖 13.1 顯示男性生殖系統的正視圖和側視圖。



### 3D模型 3D model

- ★ 模型中各個主要構造均有詳細標註
- ★ 支援各類流動裝置
- ★ 增設練習，讓學生鞏固所學

p. 13-2



立體模型 13.1



點擊 QR 碼

\* 膀胱內的構造不屬於生殖系統

圖 13.1 男性生殖系統

勃起組織 erectile tissue    尿道 urethra    睪丸 testis    陰莖 penis    輸精管 vas deferens    精囊 seminal vesicle  
 前列腺 prostate gland    高柏氏腺 Cowper's gland    附睪 epididymis    陰囊 scrotum

## 1.2 怎樣研習生物學？

### A 科學方法

科學家運用**科學方法**\*來探討大自然各種事物和現象。科學方法沒有固定的模式，但通常涉及數個基本步驟。

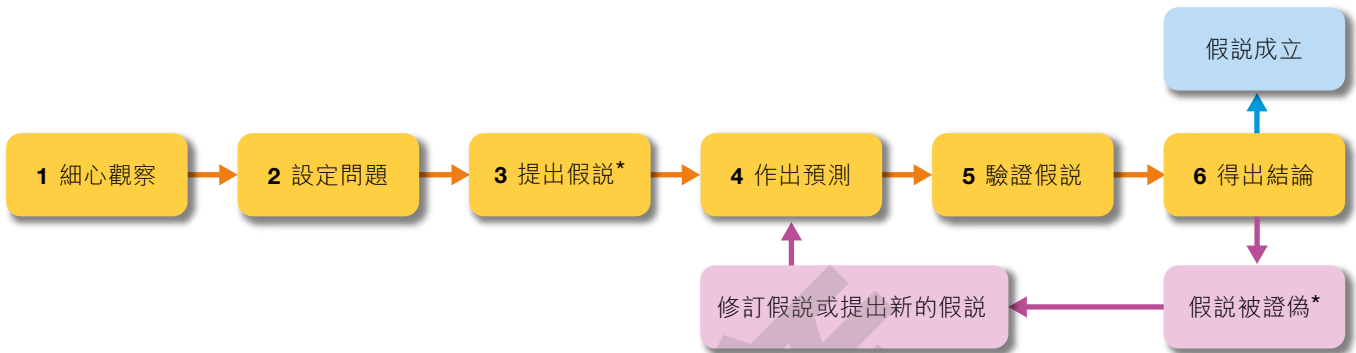


圖 1.8 科學方法的基本步驟

#### 動畫 Animation

★ 深入淺出地闡釋生物學概念

點擊 QR 碼



p. 1-6

上述科學方法的基本步驟，可透過科學家斯帕蘭札尼 (Lazzaro Spallanzani) 在 1790 年代對蝙蝠的探究具體說明。

#### 1 細心觀察

科學家對大自然的事物充滿好奇心。他們運用五種感官（例如視覺、嗅覺或觸覺）來觀察事物。

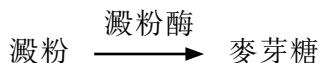


## 實驗 4.2

### 探究溫度對酶活性的影響

#### 引言

在本實驗，我們會利用澱粉酶\*來探究溫度對酶活性的影響。澱粉酶是一種消化酶，能催化澱粉分解成麥芽糖。



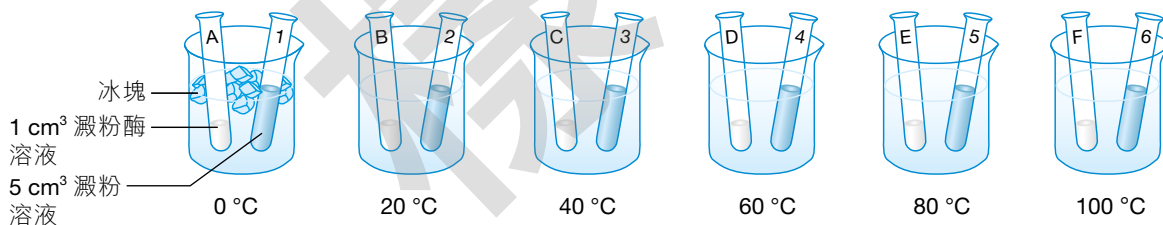
酶的反應速率可透過量度以下速率來推斷：

- 1 受質分解的速率，或
- 2 生成物形成的速率。

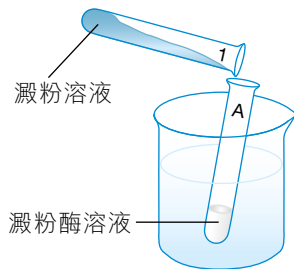
本實驗會使用第一個方法。我們會量度澱粉和澱粉酶的反應混合物中，全部澱粉被分解所需的時間，從而推斷酶的反應速率。分解所需的時間愈短，表示澱粉酶的活性愈高。

#### 步驟

- 1 在六支分別標上 A 至 F 的試管內，加入 1 cm<sup>3</sup> 澱粉酶溶液。在另外六支分別標上 1 至 6 的試管內，加入 5 cm<sup>3</sup> 的澱粉溶液。
- 2 如圖所示，把不同組合的試管置於不同溫度的水浴中 10 分鐘。



- 3 在滴試板的每個凹穴內加入一滴碘液。
- 4 取出每個燒杯內的試管，把澱粉溶液加入盛有澱粉酶溶液的試管內，並輕輕搖動試管。把試管放回原先的燒杯中，記錄混合溶液的時分為零。



實驗 4.2



#### 模擬實驗 Simulation

★ 支援各類流動裝置，隨時隨地進行模擬實驗

點擊 QR 碼



p. 4-11



為甚麼在兩種溶液混合前要先把它們置於水浴中？

#### 小心

碘液具刺激性，須避免和皮膚接觸。