

配合課本 P.61

4. 光合作用的重要性：

- (1) 光合作用可將太陽能 → 化學能，將太陽能儲存在葡萄糖的分子中  
註：就「能量」而言，光合作用為儲存能量
- (2) 所產生的葡萄糖除供植物本身利用外，還可進一步聚合成其他大分子養分，如\*澱粉、蛋白質、脂質以儲存
- (3) 透過食物鏈，使能量在生命世界中移轉，供養其他生物
- \* (4) 連結生命與無生命世界的重要橋梁：光合作用
- (5) 能行光合作用的生物被視為生產者
- (6) 全球光合作用總產量的90%是由海洋中的藻類生成的
- (7) 光合作用釋出氧氣 ( $O_2$ )
- \* ①  $O_2$ 來自水的分解
- \* ②  $O_2$ 是光合作用中最早生成的產物，由氣孔釋出，供所有生物呼吸
- ③  $O_2$ 具有助燃特性（無色無臭）
- (8) 光合作用可消耗二氧化碳 ( $CO_2$ )
- ① 具清淨空氣的功能
- ② 可減緩溫室效應及全球暖化的不良影響（應多種樹，少砍樹）

※綜合(7)、(8)項  
光合作用對大氣中氧氣和二氧化碳濃度的穩定，扮演十分重要的角色

配合課本 P.62-①

三、葉的構造：

葉是植物行光合作用的主要器官

- 1. 上、下各有一層表皮細胞，表皮細胞透明無色（沒有葉綠體）、排列緊密，可保護植物，免受病原體感染
- 2. 上、下表皮外覆有角質層，可防止水分散失
- \* 3. 表皮上散布著許多兩兩成對的綠色保衛細胞，可控制氣孔開閉（多分布於下表皮）

※保衛細胞口訣

- (1) 半月形，兩兩成對，內壁厚、外壁薄
- (2) 有葉綠體，可行光合作用
- (3) 多分布在葉的下表皮
- (4) 利用「膨壓」原理控制氣孔開閉：  
白天開（吸水膨脹彎曲，氣孔開）  
晚上關（脫水萎縮閉合，氣孔關）



- 4. (1) 氣孔是氣體 ( $CO_2$ ,  $O_2$ ) 進出葉片的地方

\* (2) 氣孔也是水分蒸散 (出去) 的地方  
(記住：水分只能從氣孔出，不能入)

- (3) ① 陸生植物的氣孔多分布下表皮  
〔目的：減少水分過度蒸散〕
- ② 浮水植物的氣孔多分布上表皮  
〔因葉片貼在水面上嘛！〕
- ③ 沉水植物的氣孔上、下表皮均有  
〔但都不多〕

- 5. 葉脈即為葉子的維管束（輸導組織）可運輸水分和養分

葉片中  
木質部（上側）：水、礦物質、肥料  
（凡由土壤吸收的）  
韌皮部（下側）：養分（植物自製的）

配合課本 P.62-②

- 6. 葉肉組織位上下表皮之間（均有葉綠體）是光合作用主要場所。分為  
〔柵狀組織—光合作用大本營  
海綿組織—其間空隙稱氣室可儲存氣體，並讓氣體流通〕

四、葉的相關概念：

- 1. 葉是植物進行光合作用，製造養分的主要器官
- 2. 葉也是植物蒸散作用主要的器官
- 3. 葉多呈片狀，以增加吸收光能的面積  
※仙人掌的葉退化成針狀，減少水分散失，而仙人掌的莖才是行光合作用的器官
- 4. 葉由①葉片和②葉柄構成，葉脈上、下表面覆有角質層，防水散失



- 5. 葉脈就是葉子的維管束（輸導組織）

- (1) 上：木質部  
（水、礦物質…從土壤吸收的）  
下：韌皮部  
（光合作用養分…植物自製的）

- (2) 雙子葉的葉脈，呈網狀  
如：甘藷葉、榕、玫瑰、朱槿、蓮、菊、向日葵…



- 單子葉的葉脈，呈平行  
如：稻、麥、甘蔗、蘭、蔥、蒜、椰子、玉米、竹…



- 6. 陸生植物的氣孔，大多分布在葉片的下表皮

配合課本 P.64-①

活動 3-3 探討日光對光合作用的影響

一、預備工作：

- 1. ①將植物盆栽置入暗箱 2~3 天  
〔目的：先消耗葉片中原有的澱粉〕
- 2. 選一片葉片  
（不要：①太薄；②太厚；③太大）
- 3. ②將長條鋁箔包住該葉片中段  
（課本採用“貼上數字貼紙”）  
〔目的：以分成照光和不照光二組〕  
（未包）（包鋁箔）
- 4. 將植株移至陽光下 6~7 天
- 5. 摘下該葉片，取下鋁箔

\*二、實驗室工作：（流程、目的均十分重要）

| 步驟               | *目的               | 圖示 |
|------------------|-------------------|----|
| ① 沸水煮 2 min      | 軟化葉片<br>(破壞細胞壁)   |    |
| ② 置入酒精 隔水加熱 避免危險 | 溶解葉綠素<br>(以免顏色干擾) |    |
| ③ 沸水漂洗 2 min     | 洗去多餘酒精和葉綠素        |    |
| ④ 加碘液 (黃褐色)      | 檢驗是否有 <u>澱粉</u>   |    |

三、結果：

- 1. 包鋁箔（貼貼紙）處  
因沒有照光，不能產生光合作用，故沒有澱粉，所以加碘液呈黃褐色
- 2. 未包鋁箔（未貼貼紙）處  
因有照到光，能產生光合作用，故有澱粉，所以加碘液呈藍黑色

配合課本 P.64-②

四、補充：

1. 推薦使用的葉片：甘藷葉、天竺葵、朱槿、日日春、鬼針草、繁星花…
2. 葉片置於酒精，隔水加熱，可萃取葉綠素，故酒精最後變成綠色，而葉片褪成白色

\*3. 溫熱的酒精可溶解葉綠素，故白褲子坐草地，沾到綠綠的，可用溫酒精搓洗

五、光合作用相關實驗：

(一) 光合作用需要二氧化碳 (CO<sub>2</sub>)

1. A：下表皮塗凡士林〔沒有空氣 CO<sub>2</sub>〕  
(一種油脂)

B：未做任何處理〔有空氣 CO<sub>2</sub>〕

結果：A 黃褐，因無 CO<sub>2</sub>，無光合作用  
B 藍黑，因有 CO<sub>2</sub>，有光合作用

2. C：玻璃罩內放 CO<sub>2</sub> 吸收盒  
(使罩內無 CO<sub>2</sub>)

D：玻璃罩內放一空盒  
(罩內仍有 CO<sub>2</sub>)

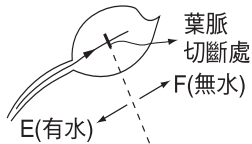
結果：C 黃褐，因無 CO<sub>2</sub>，無光合作用  
D 藍黑，因有 CO<sub>2</sub>，有光合作用

(二) 光合作用需葉綠素

彩葉草 (或有白斑) 的葉片

結果：彩斑或白斑處→黃褐，無光合作用  
綠色處→藍黑，有光合作用

(三) 光合作用需要水 (H<sub>2</sub>O)



結果：E 部分→藍黑，有光合作用(有水)  
F 部分→黃褐，無光合作用(無水)

配合課本 P.66

3-4 動物如何獲得養分

一、前言：

1. 植物能行光合作用，自製養分(葡萄糖)而動物則須從環境攝取，其過程包括：攝食、消化和吸收
2. 動物因食物種類、來源不同，故攝食與消化的構造各不同

二、攝食構造的多樣性：

1. 單細胞生物—伸出偽足或吞噬  
(變形蟲、草履蟲)
2. 水螅、海葵—觸手、刺絲胞
3. 蝶、蛾—管狀口器、吸花蜜(虹吸式)
4. 蛙—長舌捕食昆蟲

【補充】

5. 鳥—嘴喙 長而尖：昆蟲、小魚  
大而鼓：硬種子
6. 象—用長鼻捲食入口
7. 猿、猴(靈長類)—以手握物取食入口

三、哺乳類的牙齒：

1. 肉食性〔獅、豹〕—犬齒發達：撕裂
2. 草食性〔牛、羊〕—臼齒發達：磨碎
3. 雜食性〔人類…等〕—門齒、犬齒、臼齒  
切斷 撕裂 磨碎

※人的乳齒 20 顆；恆齒 32 顆

四、消化構造的多樣性：

1. 食泡、胞飲(胞內消化)—單細胞生物  
(如變形蟲、草履蟲)(詳見 P.67 小視窗)
2. 囊狀消化腔(一個開口)—刺絲胞動物  
(如水螅、海葵、珊瑚、水母)
3. 管狀消化系統(二個開口)—脊椎動物  
口腔入、肛門出  
(如魚、兩生、爬蟲、鳥、哺乳類)(蚯蚓也是)

【補充】鳥有 2 個胃；牛羊有 4 個胃

配合課本 P.68-①

五、消化作用：

1. 因細胞膜只能讓小分子養分通過(細胞門戶) (如：葡萄糖、胺基酸、脂肪酸、甘油……)
2. 但食物多為大分子養分〔如澱粉、肝醣、蛋白質、脂質〕因為太大了，無法進出細胞，故須先將大分子  $\xrightarrow{\text{酵素}} \text{分解}$  小分子養分再吸收

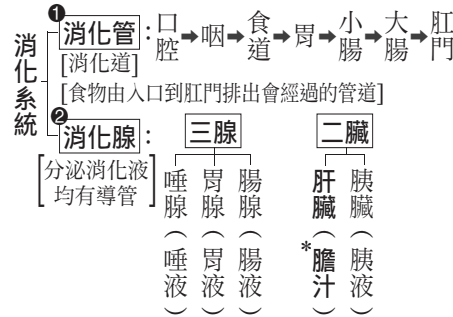
3. 養分的分解

- (1) 澱粉、肝醣 → 葡萄糖
- (2) 蛋白質 → 胺基酸
- (3) 脂質 → 脂肪酸、甘油

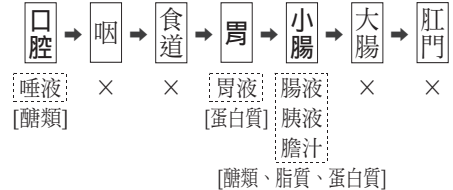
4. 消化作用的定義：指動物攝食後，透過酵素協助將食物分解成小分子養分，再加以吸收的過程 (多由消化系統負責)

六、人體的消化系統：

消化系統包括 ① 消化管(道) 和 ② 消化腺



七、消化管中的消化液：

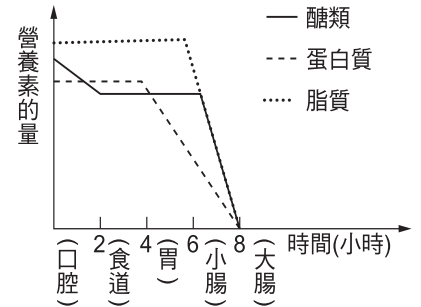


配合課本 P.68-②

八、消化液：(大多含酵素，加速食物分解)

1. 唾液—由口腔的唾腺(有管腺)分泌，內含澱粉酶可分解澱粉(醣類)
2. 胃液—由胃的胃腺(有管腺)分泌，內含胃酸、胃蛋白酶  
胃酸(鹽酸)  $\left\{ \begin{array}{l} (1) \text{可殺菌，防止腐敗} \\ (2) \text{促進胃蛋白酶活性} \end{array} \right.$   
胃蛋白酶—分解蛋白質  
註：胃液中真正能分解蛋白質的是胃蛋白酶，不是胃酸(鹽酸)喔
3. 腸液—由小腸的腸腺分泌，內含多種酵素，主要分解醣類、蛋白質
4. 胰液—胰臟分泌，內含多種酵素，由導管送到小腸，可分解醣類、蛋白質、脂質
5. 膽汁—由肝臟分泌，暫存膽囊中，也由導管送入小腸作用，\*膽汁不含酵素，但含有膽鹽，可乳化脂質，有助脂質消化〔將大脂肪球  $\xrightarrow{\text{乳化}}$  懸浮油滴〕

九、養分分解關係圖：



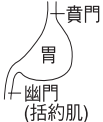
配合課本 P.69-①

十、食物入口→糞便從肛門排出

- 口腔
1. 牙齒：咬碎食物、咀嚼
  2. 舌：使食物和唾液充分混合
  3. 唾腺：分泌唾液，內含一種酵素 **澱粉酶**，可將醣類初步分解

咽 控制食物，使食物進入食道


- 食道
1. 長管狀，管壁肌肉收縮，產生蠕動將食物團塊擠入胃中
  - \*2. 食道不會分泌消化液喔！

- 胃
1. 胃呈囊袋狀，食物可待 2~3 小時
  2. 胃的蠕動功能：  
①磨碎、②攪拌、③推進食物
  3. 胃有胃腺分泌胃液，內含一種酵素稱為胃蛋白酶，可將蛋白質初步分解  
胃液 { 胃蛋白酶：喜酸性可分解蛋白質  
胃酸：(1)殺菌，防止食物腐敗 [鹽酸] (2)促進胃蛋白酶活性
  4. 食物經胃液作用後成粥狀食糜
  5. 胃壁本身會分泌具保護作用的黏液，使胃壁不易受胃酸侵蝕
- 

- 小腸
1. 長約 6~7 公尺，為消化、吸收的大本營  
前半段 後半段
  2. 小腸有腸腺，分泌的腸液含多種酵素，可分解醣類、蛋白質
  3. 腸液、胰液、膽汁分別由小腸、胰臟、肝臟分泌，均由導管注入小腸作用，分解醣類、脂質、蛋白質
  4. 食物經小腸大消化之後，形成乳狀食糜

配合課本 P.69-②

\*5. 小腸壁有皺褶，皺褶上突起的絨毛可增加吸收表面積

6. 絨毛吸收的養分進入
- 
- 分別進入 { 微血管：葡萄糖、胺基酸、\*水、水溶性維生素(B群、C)  
乳糜管：脂肪酸、甘油、脂溶性維生素(ADEK)

- \*7. 飲食中養分、\*80%水 主要都是由小腸吸收 [\*小腸為吸收大本營嘛!!]
8. 開刀減肥：  
(1)過去：將小腸後段減短(減少養分吸收)  
(2)現在：多用胃繞道或胃束帶(減少食量)

- 大腸
1. 長約 2~3 公尺，比小腸粗短
  2. 繼續吸收未消化完食物殘渣的水及礦物質 (15%)
  3. 大腸內有大腸桿菌，可助人體合成維生素。但若食物有大腸桿菌，表示受糞水汙染而不衛生
  4. 大腸是糞便形成的地方  
糞便成分：①食物殘渣、②少許水分、③細菌、④腸壁剝落細胞
- ※糞便是未消化完的食物殘渣，而非細胞的代謝廢物，所以糞便是排遺物而非排泄物
- ※大腸起始段為盲腸，盲腸上有個指狀突起稱闌尾  
闌尾：為不具消化功能的痕跡器官
- ※大腸最末端稱直腸
- 註：請每天正常排便，以免得直腸癌喔！

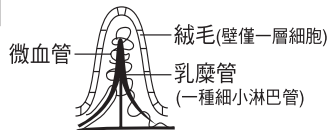
- 肛門
1. 肛門是糞便排出的器官，其內具有括約肌，可控制開閉
  - \*2. 肛門是消化器官而不是排泄器官
  3. 若肛門口的靜脈受糞便壓迫而曲張，易形成痔瘡，故養成正常排便很重要！


配合課本 P.70-①

十一、補充資料：

1. 蠕動
- (1) 當食物或食糜在消化管中，會刺激管壁肌肉收縮，而呈現一張一縮的連續波動，推擠進入下一個消化管器官中。故太空人即使倒立，食物也可從食道進入胃中
  - (2) 蠕動：具有①推進；②攪拌；③磨碎之功能

2. 膽汁
- (1) 由肝臟分泌，暫存膽囊
  - (2) 由導管送入小腸前端(十二指腸)
  - \* (3) 不含酵素，但有膽鹽可乳化脂質
  - (4) 可使大脂肪球→懸浮油滴(乳化)，協助脂質的消化
  - \* (5) 若膽管阻塞、膽結石或切除膽囊，則須減少脂質的攝取(不過患者仍可消化脂質，因為還有胰液嘛！只是效果不好)

3. 絨毛
- 
- (1) 小腸內壁約有 500 萬根絨毛
  - (2) 可大大增加吸收表面積(有如植物根毛) [約 200~300 m<sup>2</sup> ≙ 籃球場]
  - (3) 絨毛表面僅一層細胞 [以利物質通過]
  - (4) 其內有微血管和乳糜管運送養分 [水溶性] [脂溶性]
- ※乳糜管是一種微小的淋巴管

4. 盲腸和闌尾
- 
- (1) 盲腸位右下腹，為大腸起點
  - (2) 盲腸前端有一指狀突起，稱闌尾
  - (3) 一般俗稱的盲腸炎事實上是闌尾發炎

配合課本 P.70-②

5. 有管腺 & 無管腺【補充】
- (1) 有管腺：分泌物由專門導管輸送，如各種消化腺、淚腺、汗腺、乳腺...
  - (2) 無管腺：沒有導管，分泌物只好由血管輸送，如內分泌腺(詳見 5-3)

6. 纖維素的消化問題【補充】
- (1) 植物細胞壁的成分為纖維素(蔬果富含)
  - (2) 人類消化管中因不含可消化纖維素的酵素，故不能消化纖維素
  - \* (3) 人體雖不能消化纖維素，但纖維素可刺激腸胃蠕動，促進排便，防止便秘、痔瘡
  - (4) 草食性動物(馬、牛、羊...等)，因其消化管內有共生細菌，可產生分解纖維素的酵素，將纖維素 酵素分解 → 葡萄糖，以吸收養分

\*7. 營養素的消化比較表

|       | 醣類             | 蛋白質            | 脂質       |
|-------|----------------|----------------|----------|
| 消化管器官 | 口腔<br>小腸       | 胃<br>小腸        | 小腸       |
| 消化腺   | 唾腺<br>腸腺<br>胰臟 | 胃腺<br>腸腺<br>胰臟 | 肝臟<br>胰臟 |
| 消化液   | 唾液<br>腸液<br>胰液 | 胃液<br>腸液<br>胰液 | 膽汁<br>胰液 |

※別懷疑！所有的消化腺均為有管腺，如唾腺、\*胃腺、腸腺、肝臟、胰臟，其中肝臟為最大的消化腺

【補充】胃液中的胃蛋白酶僅將蛋白質初步分解。即胃蛋白酶可分解蛋白質，但不能將蛋白質完全分解為胺基酸

配合課本 P.78

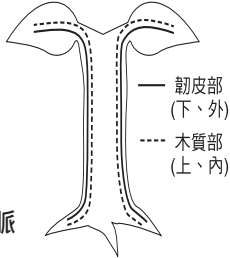
4-1 植物的運輸構造

一、植物的輸導組織：

- 由許多長管狀細胞上、下排列集成束，負責植物體內物質的運輸，稱為**維管束**。**\*貫穿根、莖、葉**

2. 維管束的排列

- (1) **根、莖**內維管束的排列：



韌皮部在⊗，  
木質部在⊙

- \* (2) **葉**內維管束的排列：

→ **葉脈**

韌皮部在⊕，

木質部在⊖

(看圖就明白，勿死記)

註：以下各重點所提之維管束排列，均以**莖內**維管束的情形表示

- 維管束的**外側**為輸送養分的**韌皮部**；  
**內側**為輸送水、礦物質的**木質部**

4. 維管束的組成

| 名稱            | 分布        | 輸送物質   | 輸送方向                |
|---------------|-----------|--|---------------------|
| 維管束<br>(輸導組織) | 韌皮部<br>外側 | 光合作用養分<br>(有機養分)<br>*植物自製的<br>(葡萄糖、胺基酸)      | 雙向<br>(↑↓)<br>根↔莖↔葉 |
|               | 木質部<br>內側 | 水分、<br>礦物質<br>(無機養分)<br>(從土壤吸收的<br>肥料、氮肥...) | 單向<br>(↑)<br>根→莖→葉  |

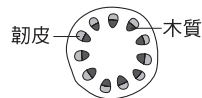
- 無維管束植物：蘚、苔(沒有維管束)  
維管束植物：蕨類、裸子、被子(開花)

- (1) **雙子葉植物**

莖內維管束：

**環狀排列**

如：蒲公英、向日葵、芹菜、榕樹、樟樹、欖樹



配合課本 P.79

- (2) **單子葉植物**

莖內維管束：

**散生排列**

如：玉米、稻、麥、芒草、甘蔗、竹

7. 葉中的維管束稱**葉脈**，其韌皮部在下；木質部在上



**雙子葉：網狀脈**

**單子葉：平行脈**

二、**形成層**：(介於韌皮部和木質部之間)

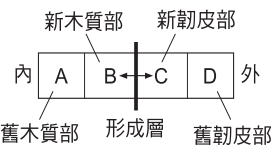
1. **木本雙子葉植物、裸子植物**的維管束

- (1) 在**韌皮部和木質部**之間有發達的**形成層**，不斷進行**細胞分裂**，使莖逐年**加粗** (**分生組織**)

- (2) 形成層可不斷產生新細胞

- ① 向外產生新的**韌皮部**細胞 [較少]

- ② 向內產生新的**木質部**細胞 [較多]

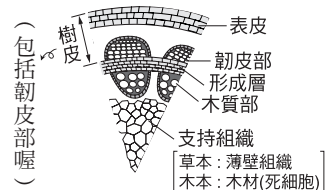


\* 但**草本雙子葉植物**形成層不發達，生長一季後就不再分裂，故莖**不會**逐年加粗，而保持幼年的柔軟質地。因此某些版本將**草本雙子葉植物**視為**沒有形成層** [如葉菜類蔬菜]

- 2\*(1) **單子葉植物****沒有**形成層 (國中概念)

- (2) **木本雙子葉植物及裸子植物**才有**分裂功能明顯發達**的形成層

3. **莖內維管束(環狀排列)橫切面示意圖**



配合課本 P.80-①

三、**樹皮**：

1. 植物**韌皮部**及其**外部構造**合稱為**樹皮** (樹皮不包含形成層喲！)
2. **雙子葉植物**最怕**環狀**剝皮 (因為整圈樹皮(含韌皮部)都被剝掉)
3. 松鼠啃食樹幹，造成樹木死亡之因：**韌皮部被環狀剝除，無法輸送養分**
- \*4. 將樹幹**環狀剝皮**會造成植物死亡，**死亡步驟(順序很重要)**：
  - (1) **韌皮部被破壞**
  - (2) **養分**無法下送到根
  - (3) **根部細胞**餓死
  - (4) **根**無法吸收水分
  - (5) **水分**無法上達葉片
  - (6) **葉片**無法行光合作用
  - (7) **整棵樹**死亡
- \*5. **大樹空心**不死，**環狀剝皮**卻死



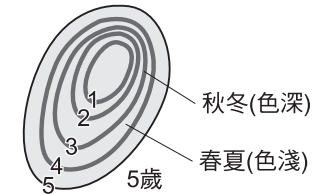
註：因大樹中心都是老死的木質部所壓縮成的木材，已不具運輸功能，所以即使中空仍可存活。

**而且未傷及形成層，形成層仍可不斷產生新的木質部細胞**

配合課本 P.80-②

四、**年輪**：

1. **木本雙子葉植物、裸子植物**其形成層所產生的**\*木質部**細胞，因受**季節氣候**影響，**生長速度、大小不同**，而形成顏色**深淺不一**的**環紋**，稱為**年輪**
2. **春夏**時氣候溫暖，雨量豐沛，**木質部**細胞長得**快、大**而**色淺**
3. **秋冬**時氣候寒冷，雨量稀少，**木質部**細胞長得**慢、小**而**色深**



4. 由樹的**年輪**可推斷：

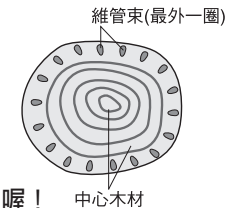
- (1) 樹的**年齡**  
(1圈1年，如圖，此樹5歲了)

- (2) 當時**氣候**

- (3) **南北**方向

- \*5. **四季分明(溫帶)**地區的樹木才会有**明顯的年輪**

- \*6. **內圈**的環紋是**早期**生成的，**外圈**才是接近**現在**，故



- \***維管束**在**最外圈**囉！  
(中間都成了死細胞的木材了嘛！)

7. 形成層向內增生的**木質部**細胞比向外增生的**韌皮部**細胞**多**，這些木質部細胞便大量累積，長期壓縮死亡之後，細胞壁**堅硬**並**木質化**，於是形成**木材**具**支持**作用

配合課本 P.80-③

一、植物的莖：【補充】

1. 莖

- (1) 植物的軀幹（可支持植物體）
- (2) 運送物質的樞紐〔由**維管束**完成〕  
**水、礦物質**：根→莖→葉（**單向**）

**光合養分**：葉  $\xrightarrow{\text{春夏}}$  莖  $\xrightarrow{\text{秋冬}}$  根（**雙向**）

- (3) 莖有**節**（生長點、分生組織），節上可長葉、枝條、花芽、根

\* (4) 莖和根最大的區別在於：**莖有節**

- 2. 特殊形態的莖：馬鈴薯、蓮藕、芋頭、薑、山藥、牛蒡…

- 3. 莖依**質地**可分為**草本** & **木本**

莖質地區分

草本植物

- (1) 沒有次級生長，無木質化現象
- (2) **質地柔軟，較矮，不會逐年加粗**
- (3) **雙**：粉撲花、黃鶴菜、日日春…  
**單**：水稻、麥、百合、蔥、蒜…

木本植物

- (1) 有次級生長，有木質化現象
- (2) **質地堅硬，較高，樹幹明顯**
- (3) **雙**：榕樹、鳳凰木、黑板樹  
**單**：竹、椰子、檳榔  
**裸**：松、杉、柏

註：草、木本與單、雙子葉無關，即單子葉或雙子葉植物均有草本和木本的喲！

二、植物的根：【補充】

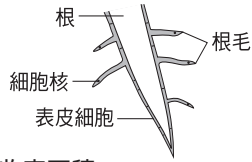
(一) 根的功能

- 1. 固定、支持植物體 例如：肥料、尿素…
- \* 2. 吸收土壤中的**水分與礦物質**  
※ 舉凡**根**從**土壤**吸收進入植物體的物質均由**木質部**輸送，例如：  
**水、礦物質、無機鹽類、無機養分、肥料（氮肥、磷肥、歐羅肥）**
- 3. 儲存部分養分，作為生長之用，如：甘藷、蘿蔔、人蔘

配合課本 P.80-④

(二) 根毛

- 1. 根的某些**表皮細胞**會突出特化為**根毛**，可增加根的**吸收表面積**



- 2. **植物根毛**的功能類似**動物小腸的絨毛**功能，

均可**\*增加吸收表面積**

註：**\*①水**進入植物體的**唯一**方式：

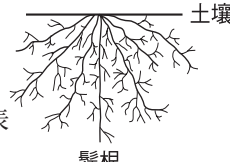
**根部吸水**

- \*②水只能從**氣孔**蒸散出去，但無法從氣孔進入植物體內的喔！

(三) **根的形態**植物的根呈分枝狀，可伸入土壤，大致分為**鬚根系**、**軸根系**

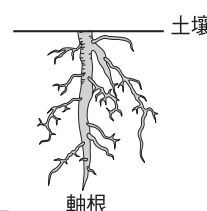
①**鬚根系**多為**單子葉植物**所有

- 1. 由許多**細鬚狀**的根組成〔**粗細一致**〕
- 2. 此種根系與土壤接觸面積大，**有利於物質吸收**
- 3. 可覆蓋表土，具**保護表土**功能
- 4. 因**根淺**，所以**固著力、保水力較差**，且植株**平均高度較矮**



②**軸根系**多為**雙子葉植物、裸子植物**所有

- 1. 由**1個大型主根**和許多支根組成
- 2. 其根可**深入地下**，增加固著力，並可**加速地表的**水分滲入地下儲存
- 3. 因**根深**，所以**固著力、保水力較好**，且植株**平均高度較高**〔木本者尤之〕



配合課本 P.80-⑤

| 雙子葉植物  | 單子葉植物                                | 子葉數 | 葉脈  | 花瓣數     | 莖內維管束排列 | 草、木本 | 形成層的有無 | 年輪的有無 | 根系 | 舉例 |
|--|--------------------------------------|-----|-----|---------|---------|------|--------|-------|----|----|
| 2枚   | 1枚                                   |     | 網狀脈 | 5× 或 4× | 3×      | 散生   | 均有     | 均有    | 均有 |    |
|  |                                      |     |     |         |         |      |        |       |    |    |
| 均有   | 均有                                   |     |     |         |         |      |        |       |    |    |
| 木本   | 草本                                   |     |     |         |         |      |        |       |    |    |
| [有]  | [有(或無)]                              |     |     |         |         |      |        |       |    |    |
| 木本   | 草本                                   |     |     |         |         |      |        |       |    |    |
| 有  | 無                                    |     |     |         |         |      |        |       |    |    |
|  |                                      |     |     |         |         |      |        |       |    |    |
| 蔬菜、豆類、苜蓿、鳳凰、瓜類、菊、玫瑰、成豐草、蒲公英、日日春、蓮(荷)、睡蓮、杜鵑、馬拉巴栗、榕、楓、仙人掌、水筆仔… | 稻、麥、水仙、百合、蔥、蒜、芒草、甘蔗、蘭花、玉米、竹子、椰子、檳榔樹… |     |     |         |         |      |        |       |    |    |

【補充】

單子葉植物 vs. 雙子葉植物比較表

註：草本雙子葉雖有形成層，但不發達，亦可視為(無)形成層(依題意需求而定)

配合課本 P.81-①

4-2 植物體內的物質運輸

一、水分 & 礦物質的運輸：

- 1. **礦物質**亦可指無機鹽類、\***肥料**…只要是溶在水中一起由根部吸收的物質均由**根部**吸收（而根的**表皮細胞**可突出特化為細絲狀的**根毛**，增加吸收的**表面積**）

【補充】即使施灑的是有機肥（如排遺物、過期牛奶…）也會先被土壤裡分解者分解為無機鹽類（礦物質）形式，再由根部吸收

- 2. 吸收進來的**水**和**礦物質**便由**木質部**由下而上(↑)**單向**輸送至莖和葉  
根 → 莖 → 葉

二、植物體內水分運輸的相關知識：

- 1. **葉片**：與植物體內水分運輸關係最為密切
- \* 2. 水只能從**根部**吸收進入植物體內。吸收進來的**水**，少部分(10%)供細胞利用；大部分的水(90%)會由葉片表面的**氣孔**以**水蒸氣**形式散失，稱為**蒸散作用**
- 3. **蒸散作用**的功能
  - \* (1) 為植物體內水分上升的原動力
  - \* (2) 可調節植物體溫〔使植物即使在烈日下仍保持涼爽〕
- 4. 植物體內水分上升的三大動力
  - \* (1) **蒸散作用**—水分從葉片氣孔**蒸散**，〔最主要的動力〕形成**拉力**
  - (2) **毛細作用**—木質部細胞管徑很細，猶如**毛細管**，水分子在其中會一直**上升**
  - (3) **根壓作用**—根部細胞會增加**滲透壓**，使水分從土壤進入根部

配合課本 P.81-②

三、水分蒸散出去的通道：氣孔

(一) 氣孔

1. 分布在葉和嫩莖的表皮上，由保衛細胞利用膨壓控制氣孔開閉
2. 氣孔是水分散失（蒸散出去）與氣體（ $O_2$ 、 $CO_2$ ）進出的通道  
註：切記！水只能從氣孔出去，不會由氣孔進來！
3. 氣孔通常是白天張開〔蒸散旺盛〕，晚上關閉〔減少水的散失〕  
但倘若乾燥或缺水時，即使在白天，氣孔也會關閉以避免失水
4. 陸生植物的氣孔，多分布在葉片的下表皮〔防止水分過度散失〕

【補充】：不同植物的氣孔分布情形

- ① 陸生植物：多分布在下表皮  
〔隔著葉片厚度可防過度蒸散〕
- ② 浮水植物：多分布在上表皮  
〔因其葉片貼在水面嘛！〕
- ③ 沉水植物：上下表皮都有，但都不多。

(二) 保衛細胞【補充】

1. 半月形、兩兩成對
2. 有葉綠體，  
可行光合作用
3. 多分布在葉的下表皮
4. 內壁厚、外壁薄，中間圍出氣孔
5. 利用膨壓控制氣孔開閉
6. 白天開：吸水膨脹彎曲，氣孔張開  
晚上關：水少膨壓則小，撐不開，  
氣孔關閉



（內壁厚、外壁薄）

配合課本 P.82

四、植物體內的養分運輸：

1. 養分此指植物光合作用或自製的養分
2. 由韌皮部雙向輸送
3. 植物葉片行光合作用產生的養分，由韌皮部向下運送到莖和根，供細胞利用（小分子）或儲存（大分子）
4. 儲存的養分（大分子）在需要時，可先經酵素分解成小分子，再由韌皮部運輸到需要的地方
5. 舉例：馬鈴薯的葉行光合作用的養分大部分由韌皮部輸送到塊莖，並在塊莖內儲存成大分子養分（如澱粉、脂質、蛋白質）；但當以塊莖繁殖時，儲存的養分會先由酵素分解成小分子養分（如葡萄糖、脂肪酸、胺基酸...），再由韌皮部運輸到芽，供芽的生長

五、頭腦體操：

1. 當移植花木時，需剪去枝葉以避免水分過度散失

因移植花木時，常使植物根系受損，導致水分吸收減少，故修剪枝葉可降低水分蒸散，避免樹木過度失水而無法存活

2. 櫻花盛開時沒有葉子，此時養分的運輸方向為由下而上

因櫻花樹開花葉片掉落，故養分是由根所儲存的大分子養分先經酵素分解成小分子養分，再透過韌皮部由下往上輸送到頂端供花朵所需

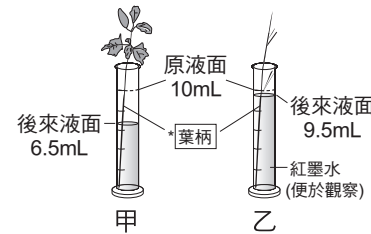
註：木棉花的情形也和櫻花相同

配合課本 P.83-①

活動 4-1 植物體內水分如何運輸

一、步驟、裝置

1. 在水中切取粗細相當的芹菜葉柄
2. 分別置入裝有紅墨水的量筒  
甲量筒的芹菜葉片保留[有葉片]（實驗）  
乙量筒的芹菜葉片去除[無葉片]（對照）



二、結果與討論

1. 甲：保留葉片組，水分散失很多〔液面明顯下降〕  
乙：去除葉片組，水分散失很少〔液面沒什麼下降〕
2. 圖中甲量筒水分透過蒸散作用所散失的水分為 3.0 (mL)  
解： $9.5 - 6.5 = 3.0$  (mL)  
真正蒸散出去的水  
註：因其中有 0.5 mL 是蒸發出去的水〔由  $10 - 9.5 = 0.5$  可得知〕
3. 使用紅墨水是為了方便觀察
4. 在水中切葉柄是為避免木質部形成氣泡阻礙水分輸送
5. 本實驗要證明植物體內水分散失和葉片的有無密切相關

配合課本 P.83-②

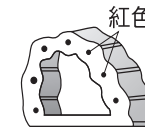
6. 觀察結果：

(1) 葉片表面



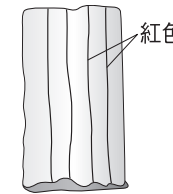
(2) 葉柄橫切

〔可用放大鏡或解剖顯微鏡觀察〕



（環狀排列）  
（雙子葉植物）

(3) 葉柄縱切



〔紅色部分即為葉脈維管束的木質部所在之處〕

三、相關實驗【補充】

1. 若在葉片下表皮塗一層凡士林〔油脂〕則蒸散作用會明顯受阻  
〔因氣孔被油脂堵住了嘛！〕
2. 將乾燥的氯化亞鈷試紙〔原藍色，遇水則變粉紅〕貼在葉片下表皮，則試紙會由藍→粉紅〔表示有水分蒸散出來〕  
〔乾燥〕 〔有水〕

配合課本 P.84

4-3 動物體內的血液循環

前言、動物體內物質的運輸：

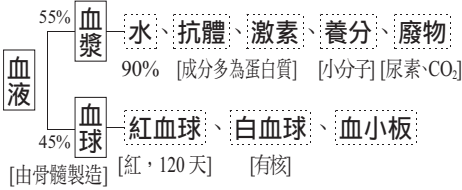
- 單細胞生物或水中多細胞小生物等  
構造簡單的生物(如變形蟲、草履蟲、水螅)  
，直接利用①擴散作用、②細胞質流動  
完成物質運輸
- 構造複雜的多細胞動物  
利用**循環系統**有效地運送給各細胞  
〔若單靠擴散作用，那就太慢，來不及了〕
- 人體最主要的循環系統為

**血液循環系統**和**淋巴循環系統**

一、血液：

(一) 血液成分

血液包含**血漿**和**血球**



1. 血漿

血漿中90%都是水，其餘為抗體、激素、  
消化後的小分子養分(如葡萄糖、胺基酸…)和  
代謝後的廢物(如尿素、CO<sub>2</sub>…)

※小視窗…P.85

(1) 抗體

血漿中的一種蛋白質，由白血球製造，  
可抵禦外來病原體(具專一性)

(2) 激素(荷爾蒙)〔可參考5-3(P.119)〕

由內分泌腺所分泌的化學物質，是  
細胞間溝通的媒介，由血液(血漿)  
運送到要作用的器官或細胞

配合課本 P.85-①

2. 血球：紅血球、白血球、血小板之比較表〔三種血球均由骨髓製造產生〕

| 血球  | 形 狀                   | 大 小 | 數 目                    | 細 胞 核 | 功 能   | 別 稱       | 備 註  |
|-----|-----------------------|-----|------------------------|-------|---|-----------|--|
| 血小板 | 碎片狀<br>不規則            | 最小  | 次之<br>20~40萬/c.c.      | 無核    | 含凝血因子幫助凝血   | 凝血<br>小尖兵 | (1)傷口流血時，血液流經傷口粗糙面，血小板會破裂，釋出凝血因子，幫助血液凝固<br>(2)血友病〔*性聯遺傳疾病〕：血小板缺凝血因子  |
| 白血球 | 圓形*有細胞核<br>不規則變形蟲狀    | 最大  | *最少<br>5000~10000/c.c. | *有核   | (1)可產生抗體(蛋白質)<br>〔由血漿輸送〕<br>(2)可做變形蟲運動穿入<br>微血管，以吞噬細菌 | 防禦<br>小尖兵 | (1)白血球(血癌)：因白血球過多且均不成熟<br>(2)最大，數量最少，有細胞核(可做DNA鑑定)<br>(3)●可產生抗體〔蛋白質〕，由血漿輸送<br>(4)某些病原體入侵人體後，白血球數目會大增，故計算白血球可協助醫生診斷             |
| 紅血球 | 橢圓形、<br>*無核、<br>雙凹圓盤狀 | 次之  | *最多<br>400~600萬/c.c.   | 無核    | 含紅色素和O <sub>2</sub> 結合<br>〔有酵素協助〕可攜帶O <sub>2</sub>    | 攜氧<br>小尖兵 | (1)血液是紅色的，乃因紅血球中的紅色素<br>(2)貧血：因紅血球數目太少或紅色素不足<br>(3)一氧化碳(CO)極易和紅色素結合(結合力超強)<br>(4)與紅色素結合能力比較：CO>O <sub>2</sub> >CO <sub>2</sub> |

配合課本 P.85-②

(二) 血管內血液中三種血球之示意圖



(三) 血液的相關重點

- 人體血液量占體重的  $\frac{1}{13}$
- 血液的功能：①運輸、②調節體溫、  
③保護作用
- 血液可將消化管小腸絨毛吸收的  
營養素、O<sub>2</sub> 送至 組織細胞  
而將組織細胞代謝產生的  
廢物、CO<sub>2</sub> 送至 排泄器官
- 血液中有**激素(荷爾蒙)** \*但絕不會  
有**消化液**喔！故若要**檢測體內激素量**  
，則需**抽血檢查**
- 充氧血(含氧血)：鮮紅色  
…………… \* 肺靜脈 O<sub>2</sub> 最⊕  
缺氧血(減氧血)：暗紅色  
…………… \* 肺動脈 O<sub>2</sub> 最⊖
- 血液流經**微血管**時，  
部分**血漿**會滲出去，形成**組織液**，  
組織液滲入**淋巴管**，成為**淋巴液**，  
淋巴會經**淋巴管**注入**靜脈**，重新回到  
血液循環，以**維持血液的穩定**
- 血量**穩定**一可保持正常血壓  
血量**過多**一造成心血管系統負擔  
血量**太少**一引起血液功能障礙或致命
- 輸血時，**血型**必須配合，否則會發生凝塊，  
血型主要分為A、B、O、AB型由遺傳而來  
母親的血液不會和胎兒的血液相混合喔！  
而是由**胎盤、臍帶**中的**微血管**，透過  
**擴散作用**交換養分、O<sub>2</sub>、廢物和CO<sub>2</sub>
- 只要17~65歲，男50kg以上，  
女45kg以上，無貧血或血液傳染病  
，均可捐血

配合課本 P.86

二、血管：動脈、靜脈、微血管比較表

| 微血管                         | 靜脈    | 動脈       | 橫切面 | 管壁厚度 | 彈性 | 管腔大小 | 流速             | 血壓              | 脈搏 | 瓣膜               | 位置               | 血流方向  | 備 註  |
|-----------------------------|-------|----------|-----|------|----|------|----------------|-----------------|----|------------------|------------------|-------|--|
| 最薄<br>(只有1層細胞)<br>(以利物質交換)  | 次之    | *最厚      | 同心圓 | *最佳  | 次之 | *最大  | 最慢<br>(以利物質交換) | 最低<br>(甚至會出現負壓) | *有 | 無<br>(與心臟交接處才有)  | 最粗者<br>與心室<br>相連 | 動→微→靜 | 1. 量血壓<br>(脈搏數=心搏數)<br>2. 量脈搏(脈搏數=心搏數)<br>3. 與心室交接處有瓣膜<br>4. 冠狀動脈一專供心臟所需的養分和氧氣主動脈的分支   |
| *最小<br>(僅容許1個血球)<br>(一個個通過) | 次之    | *最大      | 環狀  | 次之   | 次之 | 次之   | 最快             | 最高              | 無  | *有<br>(與心室交接處才有) | 最粗者<br>與心室<br>相連 | 動→微→靜 | 1. 分布最長、最廣的血管〔10萬多公里〕<br>2. 管壁最薄〔僅一層細胞〕〔以利物質交換〕<br>3. 管腔最小〔只容紅血球一個個通過〕<br>4. 流速最慢〔以利物質交換〕<br>5. 物質、氣體交換處<br>6. 白血球可變形擠出微血管<br>7. 血漿從微血管滲出成為組織液 |
| 介於動、靜脈之間                    | 與心室相連 | 最粗者與心室相連 | 同心圓 | 無    | 無  | 無    | 無              | 無               | 無  | 無                | 最粗者與心室相連         | 動→微→靜 | 1. 打點滴、靜脈注射<br>2. 腳上「青筋」指的是靜脈<br>3. 靜脈曲張(如痔瘡就是肛門附近的靜脈曲張)<br>4. 靜脈管內有瓣膜，防止血液倒流(詳見小視窗)   |

顯微鏡下依「血流方向」判斷小動、靜脈【動→微→靜】

配合課本 P.87-①

三、心臟：……拳頭般大小

- 位於胸腔中央偏左，完全由**肌肉**構成（心肌）
- 心臟分左心和右心  
〔左右心不相通，由心肌隔開〕
- 心臟的收縮和舒張（心搏），成為血液在血管中流動的原動力
- 心臟共有 4 個腔室

(1) 左、右**心房**在**上**（樓房在上面嘛！）為血液從**靜脈**流回心臟之處

〔心臟舒張時〕

(2) 左、右**心室**在**下**（地下室在下面嘛！）血液從心臟**壓出**到**動脈**之處

〔心臟收縮時〕

※左右心室**同時**壓出血液，而且壓出的**血量相同**（每次心搏，左、右心室都同時擠出約 70 mL 左右等量的血量）

5. **瓣膜**—可防止血液倒流

※人體有瓣膜的地方包括：

- 心房 vs. 心室之間〔房室瓣〕
- 心室 vs. 最粗動脈之間〔半月瓣〕  
〔左心室 vs. 大動脈〕  
〔右心室 vs. 肺動脈〕
- 靜脈血管中  
〔詳見 P.86 小視窗〕
- 淋巴管中〔防止淋巴（液）倒流〕

※心室收縮和舒張時，心臟不同部位的瓣膜先後關閉，血液衝擊所發出的聲音稱**心音**〔欸—通：二聲的心音為一次心搏〕

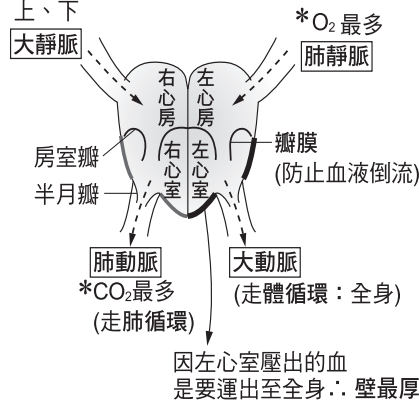
房室瓣 半月瓣

註：1 次心搏有 2 次心音

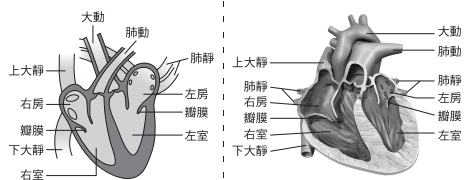
配合課本 P.87-②

6. 心臟模式圖

〔作者自創幫助學生了解與心臟 4 腔相連的血管名稱〕



因左心室壓出的血是要運出至全身：壁最厚



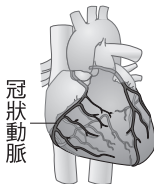
▲一般考題模式圖 ▲課本模式圖

※**動、靜脈口訣**

- \* (1) **動脈** 好動的小男孩，總是喜歡從地下室，跑出去玩。
- \* (2) **靜脈** 安靜的小姑娘，總是希望趕快回到房間。

※**冠狀動脈**

- 由大動脈的分支出去，纏繞在心臟外面，是專門供給心臟所需**養分**和**氧氣**的血管（形如心臟戴上桂冠，故名為冠狀動脈）
- 若冠狀動脈硬化，易發生**心肌梗塞**，導致死亡

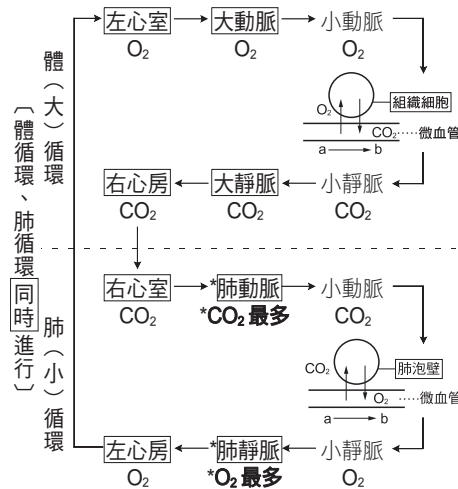


配合課本 P.88-①

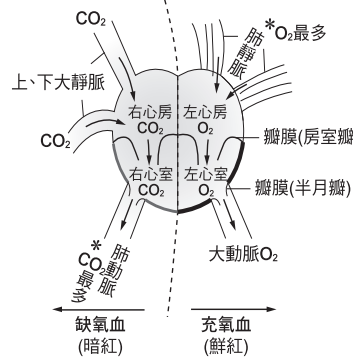
四、**血液循環與物質的運送**：

血液循環途徑可分為**體循環**和**肺循環**

- (大) **體循環**：走**全身**，組織細胞的**物質、氣體**交換
- (小) **肺循環**：走**肺部**，肺部細胞的**氣體、物質**交換



※**心臟 & 重要血管**：



觀念澄清

- 動脈並非均為含氧血〔如肺動脈為缺氧血〕
- 靜脈並非均為缺氧血〔如肺靜脈為含氧血〕（基本上，與左心相連的血管為**充氧血**，與右心相連的血管為**缺氧血**）

配合課本 P.88-②

【補充】各類細胞和微血管間物質、氣體交換：

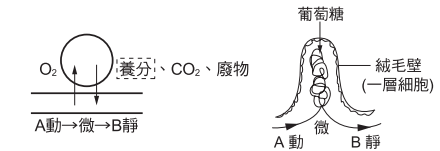
※**判斷祕訣**

- 大原則** 一般細胞需要**養分、氧氣**，不要**廢物、二氧化碳**
- 小細節** 特殊器官的細胞會有小差異：
  - 肺**：氣體交換
  - 小腸**：養分吸收
  - 腎**：廢物排除

1. **一般組織** 細胞：除肺、小腸、腎之外，其他器官均適用  
〔如手、腳、腦、心、肝…〕

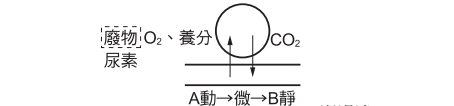
2. **肺泡** 細胞：**呼吸** 器官〔**氣體** 交換〕或其他動物的**呼吸器官**，如魚的**鰓**、**蚯蚓**的**皮膚**。※肺由許多**肺泡**構成

3. **絨毛** 細胞：**消化吸收** 器官〔**養分** 吸收〕  
〔小腸絨毛〕 葡萄糖



4. **腎小管** 細胞：**排泄** 器官〔**廢物** 排出〕  
尿素

※腎臟—形成**尿液**〔過濾**尿素**〕的器官



註(1) 尿液〔**①** 尿素、**②** 水、**③** 鹽〕  
故腎靜脈中，**尿素** 含量大為減少了  
(2) 上述圖中的“箭頭↑”代表該物質由**濃度高**→**濃度低**的擴散方向



配合課本 P.90

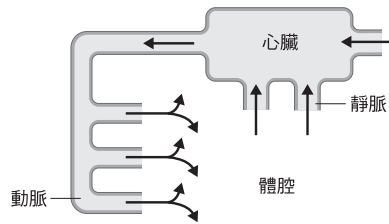
五、循環系統的種類：

循環系統依①有無微血管或②血液是否與組織細胞直接接觸，而分為兩種：

開放式循環和②閉鎖式循環

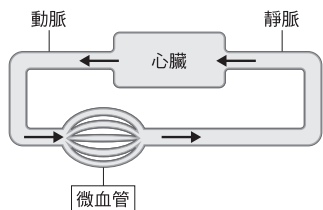
(一) 開放式循環

- 血液會流出血管外，直接與組織細胞接觸，再流回心臟
- 動、靜脈之間沒有微血管
- 就接觸面積而言：較小
- 如：節肢動物—昆蟲、蜘蛛、蝦、蟹  
軟體動物—蝸牛、貝類



(二) 閉鎖式循環

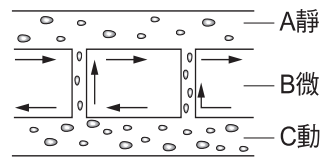
- 血液在血管中沿著一定方向流動，\*不會直接和組織細胞接觸〔即不會流出血管外〕
- 動靜脈之間有微血管
- 就接觸面積而言：較大
- 如：蚯蚓、脊椎動物  
(魚、兩生、爬蟲、鳥、哺乳類)



配合課本 P.91

活動 4-2 血液流動的觀察

- 利用魚的尾鱗在複式顯微鏡下觀察血液在血管中流動的情形
- 血管內流動的小顆粒是血球〔紅血球〕
- 顯微鏡下，三種血管的判斷
  - \*①紅血球一個一個通過，便可判斷出 B 為微血管



- 再依血流方向：動→微→靜  
C B A  
判斷出 C 為小動脈；A 為小靜脈
- 血流速度：動脈 > 靜脈 > 微血管  
〔但不易判斷〕 〔最慢〕
- 小動脈愈分愈細，成為微血管
  - ①紅血球一個一個通過
  - ②流速最慢
 目的：以利物質、氣體的交流作用

6. 實驗時應注意的事項

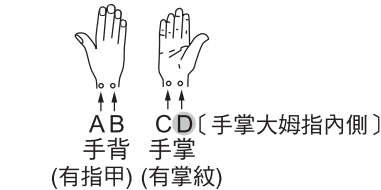
- 南一版率先改良用夾鏈袋，方便實驗進行，但夾鏈袋的水量只要能使袋子稍稍膨脹即可，因為水太多無法觀察
- 可加冰水以降低魚的不穩定
- 保持鰓部水分供應，勿使魚離水太久
- 其他版本用溼棉花為魚保溼，注意棉花蓋到鰓即可，不可蓋到魚眼
- 在不同顯微鏡下，所看到重點 3. 的血管圖時，可判斷這條魚心臟〔或頭部〕真正的位置在觀察者的哪一方
  - 複式：左方〔因方向相反嘛！〕
  - 解剖：右方〔因方向一致嘛！〕

配合課本 P.92

活動 4-3 探測心音和脈搏

- 心音—心臟搏動時，所發出的聲音。
  - 「撲—通」
  - 房室瓣 半月瓣
  - 心音是心室收縮和舒張時，瓣膜關閉血液衝擊所發出的聲音，一次心搏，可聽到「撲—通」兩個心音〔1 次心搏 → 2 次心音〕
- 脈搏—心臟收縮時，大量血液流進動脈，使動脈壁擴張；心臟舒張時，動脈恢復原狀。故動脈管壁隨心搏而擴張和復原交替變動，就形成脈搏

- 註：量脈搏要量動脈
- 心搏次數 = 脈搏次數
    - 例：若每 5 秒，心搏跳 7 次  
試問：每分鐘脈搏次數  
解：1 分鐘 = 60 秒，且心搏數 = 脈搏數  
(60 ÷ 5) × 7 = 12 × 7 = 84 (次/分鐘)
  - 量脈搏時應以食、中指輕輕按住



- \* 手掌大拇指內側  
下圖量脈搏正確位置應為 D 處
- 一般成人在休息狀態，每分鐘心搏約 72 次左右
  - 兒童心搏比成人快；女性心搏比男性快
  - 運動員經訓練，心搏較慢
  - 運動後心搏、脈搏次數大於運動前
  - 量脈搏、量血壓所量的，均為動脈

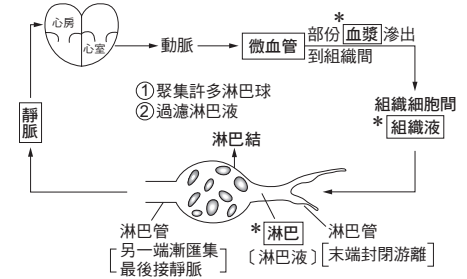
配合課本 P.93

4-4 動物體內的淋巴循環

- 人類的循環系統：
  - 包括①血液循環系統和②淋巴循環系統
  - 血液循環系統—(1)心臟；(2)血管；(3)血液組成
  - 淋巴循環系統—(1)淋巴結；(2)淋巴管；(3)淋巴組成

二、淋巴循環系統：

1. 淋巴循環的來龍去脈



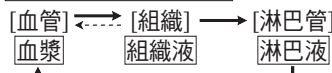
2. 淋巴循環的組成

- 淋巴液—組織液滲入淋巴管後，稱為淋巴〔淋巴液〕。淋巴為清澈透明液體，成分主要為水、蛋白質等，但有時會有外來病原體，故也有淋巴球（一種白血球）來抵禦
- 淋巴管—淋巴流經的管道，一端游離沒有開口（未與微血管相通喔），另一端逐漸匯集，最後與靜脈相接。也可由淋巴結產生內有淋巴球〔一種特殊白血球〕可①產生抗體②吞噬病原體  
B 細胞 T 細胞
- 淋巴結—是沿著淋巴管所形成的膨大顆粒狀構造，廣泛分布於全身各處，其有如篩網，可①聚集淋巴球，②過濾淋巴③臨時倉庫（暫存淋巴等物質）  
∴原則上，淋巴通過淋巴結後應沒有病原體了

配合課本 P.94

3. 淋巴循環的功能

(1) 維持血液組成的恆定



不是血液囉！〔從靜脈回血液〕

註 1. **血漿**、**組織液**、**淋巴液**，三者成分大致相同

2. **淋巴管**

- a. 末端封閉游離，分布在微血管附近（未與微血管相通喔！）
- b. 另一端逐漸匯集成較大淋巴管，最後接靜脈

(2) **抵抗病原體**〔免疫功能〕

- ① 淋巴結可過濾淋巴液〔使無菌的液體回到血液中〕
- ② 淋巴結會聚集**淋巴球**〔白血球的一種〕可吞噬病原體或產生抗體

(3) **運輸物質**

絨毛內的**乳糜管**〔一種細小的淋巴管〕可輸送脂肪酸、甘油、脂溶性維生素

4. 淋巴循環的補充資料

- (1) **血漿**、**組織液**、**淋巴液**成分大致相同
- (2) 淋巴管內也有**瓣膜**，以確保淋巴液可**單向**流動而不會倒流
- (3) 當人體組織細胞間有大量病原體入侵

① **白血球數目增加**

〔因白血球要從微血管鑽出去打仗〕

② **淋巴結腫脹**，甚至熱痛、發炎，因組織液會將入侵的病原體引流進入淋巴管，經過淋巴結時，可被其中的淋巴球捕捉並過濾

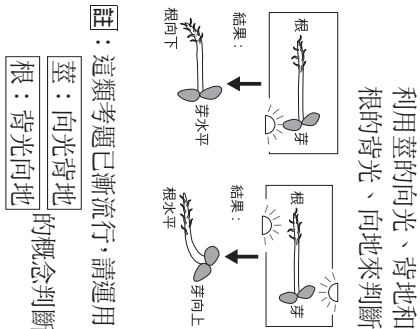
5. 【想一想】

某人大腿前端腹股溝附近的淋巴管因寄生蟲而阻塞〔如象皮病〕，則此人**大腿會腫脹**。因淋巴管阻塞，組織液無法經淋巴管回到靜脈，造成**組織液大量堆積**在大腿處，故大腿腫脹

配合課本 P.102

5-1 植物對環境的感應

| 莖 (生長激素多, 長得快)       |               | 根 (生長激素多, 長得慢)       |               |
|----------------------|---------------|----------------------|---------------|
| 向光性                  | 向地性           | 背光性                  | 向地性           |
| 刺激                   | 地球引力          | 光線                   | 地球引力          |
| 生長激素分布               | 多(向地側) 少(背光側) | 多(背光側) 少(向地側)        | 少(背地側) 多(向地側) |
| ※「莖頂」完整且照到光，才能表現出向光性 |               | ※「根頂」完整且照到光，才能表現出向地性 |               |



配合課本 P.104

※植物的感應 (一般)

| 感應相關因素                                   | 補充說明         |                                      |   |
|--|--------------|--------------------------------------|---|
|  | 莖            | 根                                    |   |
| 生長激素 (分布不均)                              | 1 向光性 (光線)   | 1 捕蠅草、毛氈苔、豬籠草                        | ※膨脹運動後可恢復原狀<br>※但向性反應後無法恢復原狀<br>※向日葵隨太陽轉向的現象，稱為「陽光跟蹤」或「向日性」與「膨脹」有關<br>※沙漠植物的開花和雨水有關 |
|  | 2 向地性 (地球引力) | 2 含羞草 (葉柄下垂, 小葉向上閉合)                 |   |
|  | 3 向觸性 (接觸)   | 3 醉漿草 (葉)、含羞草 (葉)、睡蓮 (花)             |   |
| 膨脹變化 (水施於細胞壁的壓力) 水多, 膨脹大, 挺起 水少, 膨脹小, 下垂 | 1 背光性 (光線)   | 1 保衛細胞 (白天, 光合作用時) 吸水膨脹彎曲, 氣孔打開      | ※沙漏植物的開花和雨水有關   |
|  | 2 向地性 (地球引力) | 2 晝短夜長 (春、夏開花) 玫瑰 故可利用光照或蓋黑紗網來控制植物開花 |   |
|  | 3 向溼性 (水分)   | 3 晝短夜長 (秋、冬開花) 菊花 控制植物開花             |   |
| 日照長短                                     | 1 長日照植物      | 1 晝短夜長 (春、夏開花) 玫瑰                    | ※沙漏植物的開花和雨水有關   |
|  | 2 短日照植物      | 2 晝短夜長 (秋、冬開花) 菊花                    |   |
| 溫度變化                                     | 1 葉的變色、落葉    | 1 楓葉在秋天轉紅 (植物色素), 落葉植物冬天落葉 (植物離素)    |   |

配合課本 P.107

5-2 神經系統

一、動物如何察覺外界的變化：

- 1. **刺激**—生物體內、外環境的變化，均可稱**刺激**
- 2. **受器**—能接受刺激的構造，具**專一性**喔！〔一種受器只能接受一種刺激〕  
人的眼、耳、鼻、舌、**皮膚**...均有受器  
昆蟲的觸角、複眼、味毛...分布其中
- 3. **動器**—接受神經系統的命令，做出反應的構造  
動器：**肌肉**—可收縮，產生運動  
**腺體**—可分泌物質，如消化腺、淚腺、汗腺、內分泌腺

二、各類受器：(受器僅能接受刺激，真正能產生各種感覺是在大腦喔！)

- (一) **視覺**...光波
  - 1. **雙眼視覺**—兩眼位在面部前方，①較有**立體感**，有助判斷形狀和**距離**(精準度) 穿針引線、開車...  
②視野較小 如人、猴、肉食動物〔主動攻擊型〕
  - 2. **頭部兩側**—眼睛位於頭部兩側，①**沒有**立體視覺，不易掌握精準度②視野較廣〔平面〕 如魚、牛、羊、草食動物〔被攻擊型〕
- 【補充】
  - 1. **單眼**—脊椎動物、章魚〔只有1個水晶體〕
  - 2. **複眼**—節肢動物(蝦、蟹、昆蟲)〔有許多小眼〕

- (二) **聽覺**...聲波  
大多在動物的耳朵  
\*註：蝙蝠、鯨、豚可發出**超聲(音)波**，利用**回聲定位**測知距離、方向  
※**回聲定位**的應用 (1)超音波掃描；(2)雷達；(3)聲納 (探測海底、地形、冰山...等)
- (三) **嗅覺**...氣體分子  
哺乳類的**鼻腔**、昆蟲的**觸角**、蛇的**舌** (如緝私犬)〔聞到**費洛蒙**氣味〕(吐信)
- (四) **味覺**...味道分子  
脊椎動物的**舌**(**味蕾**)、昆蟲**腳上的味毛**
- (五) **觸覺**  
動物的**皮膚**、蝦的**觸鬚**、昆蟲的**觸角**